



T.C
ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**SUPRAMAKSİMAL EKSANTRİK KUVVET
EGZERSİZLERİYLE DOMİNANT OLAN VE DOMİNANT
OLMAYAN EKSTREMİTELERDE OLUŞAN KAS HASARININ
KARŞILAŞTIRILMASI**

Adem YAPICI

ANTRENÖRLÜK EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

TEZ DANIŞMANI
Doç. Dr. H. Birol YALÇIN

Haziran 2014

BOLU

Abant İzzet Baysal Üniversitesi
Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne

Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği ile Antrenörlük Eğitimi Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Güler BUĞDAYCI *
(Tıbbi Biyokimya A. D.,
Abant İzzet Baysal Üniversitesi)
Doç. Dr. H. Birol YALÇIN**
(Antrenörlük Eğitimi A. D.,
Abant İzzet Baysal Üniversitesi)
Doç. Dr. Ümid KARLI
(Antrenörlük Eğitimi A. D.,
Abant İzzet Baysal Üniversitesi)



Tarih:20/06/2014

Bu tez ile AİBÜ Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Adem YAPICI' nın Yüksek Lisans derecesini onaylamıştır.

Doç. Dr. Esra KOÇOĞLU
Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü



* Jüri Başkanı
** Tez danışmanı

ÖZET

Son yıllarda egzersize bağlı kas hasarıyla ilgili araştırmalar hızla artmış ve bu konuda çok sayıda çalışma yayınlanmıştır. Bu alışma supramaksimal eksantrik kuvvet egzersizleriyle dominant olan ve dominant olmayan ekstremitelere oluşan kas hasarının karşılaştırılması amacı ile yapılmıştır.

Çalışmaya herhangi bir kas- iskelet ve metabolik rahatsızlığı bulunmayan 10 erkek denek gönüllü olarak katılmıştır. Denekler A.İ.B.Ü. Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu öğrencilerinden oluşmaktadır. Çalışma apraz test modeli kullanılarak yapılmıştır. Dinlenik ve çalışmanın bitimini takip eden ilk dk., 6., 24., 48. ve 72. saatlerde venöz kan örnekleri alınmıştır. İstatistiksel analizler için Dominant olan ve dominant olmayan koldaki etkileşiminin belirlenmesi için Wilcoxon Signed Ranks Testi istatistiksel analizler için kullanılmıştır. Tüm analizler için anlamlılık düzeyi $p < 0,05$ olarak kabul edilmiştir.

İstatistiksel analizler, egzersiz sonrası Kreatin Kinaz (CK) aktivite düzeyinde dominant olan ve dominant olmayan kolda 24. ve 48. saatte anlamlı fark olduğunu göstermektedir ($p < 0,05$). Bununla birlikte, zaman aralıklarında Laktat Dehidrogenaz (LDH) aktivite düzeyinde domiant olan ve dominant olmayan kolda istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur ($p > 0,05$).

Sonuç olarak, elde edilen verilere göre her iki kolda da toparlanmanın gerçekleştiği, ancak dominant olan kolda dominant olmayan kola oranla daha hızlı bir toparlanmanın gerçekleştiği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Eksantrik Kasılma, Kas Hasarı, Kreatin Kinaz, Laktat Dehidrogenaz, Toparlanma.

ABSTRACT

In recent years, research on exercise-induced muscle damage increased rapidly, and many studies have been published on this subject. The purpose of the present study is to examine the effects of supramaximal eccentric contractions on the damage of muscle and recovery between dominant and non-dominant arm.

Ten male subjects without any musculoskeletal and metabolic disorders voluntarily participated and they were university students in the School of Physical Education and Sport at Abant İzzet Baysal University. The study was conducted by using cross validation research design. Venous blood samples were taken from the subjects right after (1st minute) and at 6th minute, 24th, 48th, 72nd hours after muscle damaging exercise protocol as well as resting blood sample. Wilcoxon Signed Ranks test was used for statistical analysis to determine the differences between dominant and non-dominant arm. The significance level was set of $p < .05$ for all analyzes.

Statistical analyzes showed statistically significant changes in serum Creatine Kinase (CK) activity for both dominant and non-dominant within time intervals of 48th and 72 hours ($p < .05$). However, there was no statistical significant difference in both dominant and non-dominant arm in terms of Lactate Dehydrogenase (LDH) activities within time intervals ($p > .05$).

As a result, the data revealed that while the recovery occurred in both arms, it was faster in dominant than non-dominant arm.

Keywords: Eccentric Contraction, Muscle Damage, Creatine Kinase, Lactate Dehydrogenase, Recovery.

TEŞEKKÜR

Bu tezin planlanması, hazırlanması ve ortaya çıkartılmasındaki değerli katkılarından, sabırlı ve özverili yaklaşımlarından dolayı tez danışmanım A.İ.B.Ü. Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu Antrenörlük Eğitimi Bölümü Öğretim Üyesi sevgili hocam Doç. Dr. H. Birol YALÇIN' a, Biyokimyasal testlerin yapılmasında yardımlarını esirgemeyen A.İ.B.Ü. Tıp Fakültesi Biyokimya ABD Öğretim Üyesi Sayın Doç. Dr. Güler BUĞDAYCI' ya, çalışmalarım sırasında her türlü desteği sağlayan Sayın Doç. Dr. Ümid KARLI' ya, Sayın Doç. Dr. Bekir YÜKTAŞIR' a, Sayın Yrd. Doç. Dr. Önder ŞEMŞEK' e, Sayın Yrd. Doç. Dr. Kerim SÖZBİR'e ve tüm A.İ.B.Ü. Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu çalışanlarına ve çalışmaya katılan A.İ.B.Ü. Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu öğrencilerine ve manevi açıdan beni her zaman destekleyen yakın arkadaşlarıma sonsuz teşekkürler.

Ayrıca beni sabırla destekleyerek maddi ve manevi her türlü yardımı esirgemeyen sevgili annem Fatma YAPICI ve sevgili babam Mehmet YAPICI' ya teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

• ONAY SAYFASI.....	ii
• ÖZET	iii
• ABSTRACT.....	iv
• TEŞEKKÜR	v
• İÇİNDEKİLER	vi
• ŞEKİLLER	ix
• TABLOLAR	x
• SİMGELER VE KISALTMALAR	xii
1.GİRİŞ.	1
1.1. Amaç.....	1
1.2. Problem.....	1
1.3. Alt problemler.....	1
1.4. Sınırlılıklar	1
1.5. Sayıtlar.....	2
1.6. Araştırmanın Önemi	2
2.GENEL BİLGİLER	3
2.1. Kas Sistemi	3
2.2. Kasların Sınıflandırması	3
2.2.1. Düz Kas.....	3
2.2.2. İskelet Kası.....	3
2.2.3. Kalp Kası	4
2.3. Kas Kasılması ve Kasılma Türleri	4
2.3.1. İzometrik Kasılma.....	5
2.3.2. İzokinetik Kasılma	5
2.3.3. İzotonik Kasılma	5
2.3.4. Eksantrik Kasılma	5
2.3.5. Konsantrik Kasılma.....	6
2.3.6. Tetanik Kasılma	6
2.4. Kas Sistemi ve Egzersiz.....	6
2.4.1. Kas hipertrofisi.....	6
2.4.2. Kas atrofisi	6
2.4.3. Kas hiperplazisi.....	7
2.5. Enerji Sistemleri	7
2.5.1. Aerobik Sistem.....	7
2.5.2. Anaerobik Sistem	9

2.6. Kuvvet Antrenmanı.....	10
2.6.1. Dairesel Antrenman	10
2.6.2. Piramidal Antrenman	11
2.6.3. İnterval Antrenman	11
2.6.4. Pliometrik Antrenman.....	11
2.7. Kas Hasarı.....	12
2.7.1. Kas Hasarı Mekanizmaları.....	13
2.7.2. Kas Hasarı Enzim Yapıları	14
2.7.2.1. Kreatin Kinaz	14
2.7.2.2. Laktat Dehidrogenaz	15
2.7.3. Eksantrik Kasılmalar ve Kas Hasarı	16
2.8. Kas Hasarı Belirtileri	17
2.8.1. Ağrı ve Şişlik	17
2.8.2. Gecikmeli Kas Ağrısı.....	18
2.8.3. Fonksiyon ve Kuvvet Kaybı	18
2.8.4. Ödem.....	19
2.9. Ölçüm yöntemleri	19
2.10. Toparlanma ve Uyum	20
2.11. Konu ile İlgili Yapılan Çalışmalar.....	21
3. GEREÇ ve YÖNTEM.....	27
3.1. Araştırma Modeli.....	27
3.2. Araştırma Grubu	27
3.3. Verilerin Toplanması	28
3.4. Uygulanan Egzersiz Programı	28
3.5. Serum Örneği Alım Prosedürü	28
3.5.1. Biyokimyasal Testlerin Çalışma Prosedürü.....	29
3.5.2. Serum Kreatin Kinaz Aktivite Ölçümü.....	29
3.5.3. Serum Laktat Dehidrogenaz Aktivite Ölçümü.....	29
3.6. İstatistiksel Analiz.....	30
4. BULGULAR	31
5. TARTIŞMA	58
6. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	63
6.1. Uygulamaya ait öneriler.....	63
6.2. Araştırmacılar için öneriler	63
7. KAYNAKLAR.....	64
EK-1 DENEK İZİN ve BİLGİ FORMU

EK-2 ÖZGEÇMİŞ.....

ŞEKİLLER

2.1: ATP ve ADP oluşumu	8
2.2: Aerobik enerji sistemi	9
2.3: Normal iskelet kas fibrillerinin elektron mikroskobu görünümü.....	12
2.4: İskelet kasında orta düzeyde kas hasarı görünümü.....	13

TABLÖLAR

3.1: Araştırma grubunun demografik özellikleri.....	27
4.1: Araştırma grubunun fizyolojik özellikleri.....	31
4.2: D ve ND kol CK betimsel istatistik değerleri	32
4.3: D ve ND kol LDH betimsel istatistik değerleri.....	33
4.4:CK ve LDH enzimlerinin D ve ND kol dinlenik ve 72. saat değişimleri	34
4.5: CK ve LDH enzimi 0.,24.,48.,ve 72., saat D ve ND kollar arası değişimleri.....	34
4.6: CK ve LDH enzimi D ve ND kol içi değişimleri.....	35
4.7: D ve ND kol karşılaştırılmış CK aktivite düzeyleri.....	36
4.8: D ve ND kol karşılaştırılmış CK analiz değerleri	37
4.9:Dinlenik ve D kol karşılaştırılmış CK aktivite düzeyleri.....	38
4.10:Dinlenik ve D kol karşılaştırılmış CK analiz değerleri.....	39
4.11:Dinlenik ve ND kol karşılaştırılmış CK aktivite düzeyleri.....	40
4.12:Dinlenik ve ND kol karşılaştırılmış CK analiz değerleri.....	41
4.13:0.dk., 6, 24, 48 ve 72. saat D kol karşılaştırılmış CK aktivite düzeyleri	42
4.14:0.dk., 6, 24, 48 ve 72. saat D kol karşılaştırılmış CK analiz değerleri.....	43
4.15:0.dk., 6, 24, 48 ve 72. saat ND kol karşılaştırılmış CK aktivite düzeyleri.....	44
4.16:0.dk., 6, 24, 48 ve 72. saat ND kol karşılaştırılmış CK analiz değerleri.....	45
4.17: D ve ND kol karşılaştırılmış LDH aktivite düzeyleri	46
4.18: D ve ND kol karşılaştırılmış LDH aktivite düzeyleri	47
4.19:Dinlenik ve D kol karşılaştırılmış LDH aktivite düzeyleri	48
4.20:Dinlenik ve D kol karşılaştırılmış LDH aktivite düzeyleri	48
4.21:Dinlenik ve ND kol karşılaştırılmış LDH aktivite düzeyleri	49
4.22:Dinlenik ve ND kol karşılaştırılmış LDH analiz değerleri	50

4.23:0.dk., 6, 24, 48 ve 72. saat D kol karşılaştırılmış LDH aktivite düzeyleri.....	51
4.24:0.dk., 6, 24, 48 ve 72. saat D kol karşılaştırılmış LDH analiz değerleri.....	52
4.25:0.dk., 6, 24, 48 ve 72. saat ND kol karşılaştırılmış LDH aktivite düzeyleri.....	53
4.26:0.dk., 6, 24, 48 ve 72. saat ND kol karşılaştırılmış LDH analiz değerleri.....	54
4.27: D ve ND kol maksimal kuvvet ve vücut ağırlığı betimsel istatistik değerleri ..	54
4.28: D ve ND kol maksimal kuvvet ve vücut ağırlığı ilişkisi analiz değerleri.....	55
4.29: D ve ND kol maksimal kuvvet ve kol çevresi betimsel istatistik değerleri	556
4.30: D ve ND kol maksimal kuvvet ve kol çevresi ilişkisi analiz değerleri.....	57

SİMGELER VE KISALTMALAR

ADP	: Adenozin Di Fosfat
ATP	: Adenozin Tri Fosfat
CK	: Kreatin Kinaz
D	: Dominant Kol
DOMS	: Gecikmeli Kas Ağrısı
ETS	: Elektron Taşıma Sistemi
LDH	: Laktat Dehidrogenaz
MB	: Miyoglobin
ND	: Dominant Olmayan Kol
NMES	: Nöromüsküler Elektriksel Uyarım

1. GİRİŞ

Antrenmanların uygulanma safhasında sporculara farklı şiddetlerde yüklenmeler uygulanır. Farklı yüklenme şiddetlerinde egzersizlere kasların vereceği tepkilerde farklı olacaktır. Egzersizin, biçimine ve şiddetine bağlı olarak farklı seviyelerde kas hasarı meydana getirdiği bilinmektedir. Özellikle, iskelet kaslarındaki hasarın tespitine yönelik pek çok çalışma mevcuttur.

Son yıllarda egzersize bağlı kas hasarlarıyla ilgili araştırmalar hızla artmış ve bu alanda çok sayıda çalışma yayınlanmıştır. Kas hasarının en çok gözlemlendiği kasılma şekli eksantrik kasılmalardır. Eksantrik kas kasılması sonucu hasar mekanizması mekanik ve kimyasal faktörler tarafından tetiklenir.

1.1. Amaç

Kuvvet özelliğini geliştirmek için farklı antrenman metotları uygulanmaktadır. Bu özellik hem antrenman metodu değiştirilerek hem de kasılma türü değiştirilerek geliştirilebilmektedir. Kuvvet geliştirme yöntemlerinden olan eksantrik kasılmalarla dominant olan ve dominant olmayan ekstremitelerde oluşan kas hasarının ve toparlanmanın karşılaştırılması bu çalışmanın amacını oluşturmaktadır.

1.2. Problem

Eksantrik kuvvet egzersizlerinin dominant olan ve olmayan kol arasında kas hasarına etkisi var mıdır?

1.3. Alt Problemler

- Eksantrik kuvvet egzersizlerinin dominant olan ve olmayan kol arasında kas hasarına ne kadar etkisi vardır?
- Eksantrik kuvvet egzersizlerinin dominant olan ve olmayan kol arasında egzersiz sonrası, 6, 24, 48 ve 72 saatlerde kas hasarına ne kadar etkisi vardır?

1.4. Sınırlılıklar

- Çalışmada kullanılan denekler Abant İzzet Baysal Üniversitesi'nde öğrenim gören gönüllü 10 erkek öğrenci ile sınırlandırılmıştır.
- Egzersiz 2 seans ile sınırlandırılmıştır.
- Deneklerin yaş aralığı 22-26 yıl ile sınırlandırılmıştır.

1.5. Sayıtlar

- Deneklerin hepsine egzersizlerde üst düzeyde performans sergilemeleri yönünde uyarılar yapılmış, deneklerin de bu uyarıyı dikkate aldıkları varsayılmaktadır.
- Deneklerin hepsinin dominant olmayan kolları ile üst düzeyde performans sergilediği varsayılmaktadır.

1.6. Araştırmanın Önemi

Bu çalışmada supramaksimal eksenrik kuvvet egzersizleriyle dominant olan ve dominant olmayan ekstremiteelerde oluşan kas hasarının karşılaştırılması amacı ile yapılmıştır. Kas hasarının kas kuvvetinin gelişim göstergesi olmasından dolayı bu çalışmadan çıkan sonuçlar sayesinde kuvvet antrenmanları sonrasında kişilerin kas hasarının hangi kollarında daha yüksek düzeyde olacağını bilmelerine ve toparlanma süresinin belirlenmesine olanak sağlayacaktır. Birçok spor dalında kişi dominant olarak belirli bir kas grubunu kullansa da, çalışmalarını çok yönlü bir şekilde gerçekleştirmelidir. Bu bilgilere dayanarak kuvvet antrenmanları sonrasında oluşan kas hasarının kişilerin hangi ekstremiteelerde ne düzeyde olacağına ve toparlanma sürelerini bilmelerine olanak sağlayacaktır.

Böylece bu çalışma sporcu ve antrenörlerin çalışmalarını bu bilgilere göre yönlendirebilmesine ve antrenman programlarının hazırlanmasında ve dinlenme periyotlarının düzenlenmesinde onlara yardımcı olacaktır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Kas Sistemi

İskelet ve kaslar hareket sisteminin temelini oluştururlar. Vücuttaki kimyasal enerji kasların yardımıyla mekanik enerjiye dönüştürülür. Hareket kasların bir direnci yenebilmesi veya dirence karşı koyabilmesiyle meydana gelir. Kas kuvvetinin gelişimi hareket yoluyla oluşmaktadır. İnsan vücudunun erkeklerde yaklaşık %40'ı; kadınlarda ise %25-30' u kaslardan oluşmuştur (1).

2.2. Kasların Sınıflandırması

İnsan vücudunun egzersize verdiği yanıtların tam olarak anlaşılabilmesi için iskelet kaslarının yapısının ve fonksiyonlarının bilinmesi gerekmektedir. Vücudumuzda; düz kaslar, kalp kası ve iskelet kasları olmak üzere 3 çeşit kas türü bulunmaktadır (2-8).

2.2.1. Düz Kas

Düz kaslar istemsiz olarak kasılırlar. İskelet kasından daha yavaş fakat kasılmalar daha ritmik ve süreklidir. Düz kasları iskelet kaslarından ayıran en önemli özelliği sadece bir çekirdekli olmalarıdır. Aktin ve miyozin filamentleri rastgele yerleşim gösterir (2,3,5,6,8,9,10-16).

2.2.2. İskelet Kası

İskelet kasları çizgili bir görüntüye sahiptir ve merkezi sinir sistemince iletilen uyarılarla sistemli olarak çalışırlar. Ancak solunum kasları örneğinde olduğu gibi, bazı iskelet kasları istemsiz olarak da kasılabilir (2,17,18).

İskelet kasları fibröz bağ dokudan oluşan çeşitli kılıflara sahiptir. Her kas, *fibril* (lif) adı verilen binlerce kas hücresinden oluşmaktadır. Lifler birbirine paralel olarak uzanmakta ve her birinde birden çok çekirdek bulunmaktadır. Kasta bulunan liflerin sayısı kasın büyüklüğü ve yaptığı işe bağlı olarak değişmektedir. Kas liflerini diğer kas liflerinden ayıran bağ dokuya *endomisyum* denir. Kas lifi demetleri (*fasikül*), *perimisyum* denen bir bağ dokusuyla çevrelenir.

Fasiya adı verilen doku kasın tüm yüzeyini sarar ve bunun hemen altında tüm kası saran fibröz bağ dokusu (*epimisyum*) bulunur. Bu kılıf kas içi doku tabakalarıyla birleşir ve tendonu oluşturur. Tendonlar kemiğe tutunma noktalarından kemiği

çekerek ve böylece hareket olmaktadır. Endomizyumun altında kas liflerini ayrı ayrı çevreleyen *sarkolemma* adı verilen bir zar bulunur. Sarkolemma her bir kas lifini ayrı ayrı çevrelediğinden kasların birbirinden farklı olarak uyarılmasını sağlar. Yani her kas lifinin birbirinden ayrı uyarılması gerekmektedir (2,3,5,6,7,8,10,13,19-22).

İskelet kasının %75'i su, %20'si protein ve %5'i inorganik tuzlardan oluşur. İskelet kaslarında aktin ve miyozin filamentleri belirli bir düzen içinde bulunur ve somatik sinir sistemi tarafından uyarılırlar (3,7,8,19).

2.2.3. Kalp Kası

Kalp kası yapı olarak iskelet kasına benzemektedir. Fonksiyonel olarak ise düz kaslara benzemektedir ve otonom sinir sistemi tarafından kontrol edilmektedir. Kalp kası lifleri daha kısadır ve dallanma gösterirler. Kalp kasının mitokondrileri iskelet kaslarına göre daha büyük ve fazladır. Fakat iskelet kası ve kalp kası aynı kasılma özelliği göstermektedir (2,3,4,5,6,8,16).

2.3. Kas Kasılması ve Kasılma Türleri

Kasların enerji ihtiyacı her kasta *arterler* (atardamar) ve *venler* (toplardamar) ile taşınan kan ile karşılanmaktadır. Beyin ve omurilikte bulunan *afferent* (duyu) ve *efferent* (motor) sinir hücreleri birleşerek sinir liflerini oluşturur ve kasların uyarılması bu sinir lifleri aracılığıyla gerçekleşmektedir.

Dinlenimde aktin üzerindeki miyozin çapraz köprülerinin tutunacağı aktif bölgeler troponin-tropomyozin kompleksi tarafından kapatıldığından miyozin ile aktin arasında herhangi bir bağlanma olmamaktadır. Aksiyon potansiyeli (sinirsel ileti) kas hücresi içine T-Tüpleri yoluyla ulaştığında sarkoplazmik retikulum içinde bulunan Ca^{++} hücre içine çıkar. Kalsiyum troponin Ca ile birleşir ve aktin üzerinde troponin tropomyozin kompleksinin kapattığı etkin noktalar açılır. Miyozin başları aktine bağlanır, aktin-miyozin çapraz köprücükleri kurulur. Miyozin çapraz köprü başlarındaki ATP az enzimi ATP (Adenozin Tri Fosfat)'yi parçalar, bu durumda açığa çıkan enerji ile aktin filamentler sarkomerin ortasına doğru çekilir. Kas hücresi içerisine t tüpleri yoluyla aksiyon potansiyeli geldiği sürece bu olay devam eder. Aksiyon potansiyelinin kesilmesi durumunda gevşeme süreci başlar. Bu süreçte, kalsiyum aktif transport ile sarkoplazmik retikuluma geri pompalanır. Aktin

üzerindeki etkin noktalar troponin-tropomiyozin kompleksi tarafından kapatılır (2,3,5,6,8,13,14,15,19-21).

2.3.1. İzometrik kasılma

Statik bir kasılma çeşidi olan izometrik kasılma kasın boyunda herhangi bir değişiklik olmaksızın kasın geriliminde artış olması şeklinde tanımlanmaktadır. İzometrik kasılmada iç ve dış kuvvetler birbirine eşittir. Ayakta dik durmamızı sağlayan antigravite kasları izometrik olarak kasılmaktadırlar. Bu kasılma türü en çok güreş sporunda görülür. Elimize aldığımız bir çantayı dirsek ekleminde hareket ettirmeden taşırsak, çantayı tutarak taşımamızı sağlayan kaslar izometrik olarak kasılırlar (1,3,5,8,13,22-24). İzometrik kasılmada fizik kanunlarına göre mekanik bir iş yapılmamaktadır (21,23,24).

2.3.2. İzokinetik kasılma

İzokinetik kasılma eş hareket anlamını taşır ve hareket eşit hızda devam ettirilir. İzokinetik kasılmalar yalnız laboratuvar şartlarında izokinetik dinamometre aletleri ile gerçekleştirilir (3,8,13,22,25). Akgün (21)' e göre izokinetik kasılmalar hem teorik hem de pratikte kas kuvveti ve kassal dayanıklılığı geliştirmek için kullanılan en iyi yöntemdir.

2.3.3. İzotonik kasılma

Sabit gerilimin olduğu kasın boyunda değişikliklerin olduğu dinamik kasılmalara izotonik kasılma denir. Kısaca konsantrik ve eksantrik kasılmaların bir arada bulunduğu kasılma çeşididir. Hareket uygulanırken direncin yenildiği durumlarda bu tür bir kasılma oluşur (1,5,8,13).

2.3.4. Eksantrik kasılma

Günay (8) ve Akgün (21)' e göre kasın boyunun uzadığı, gerilimin sabit kaldığı dinamik kasılma türüdür. Hareket esnasında eklem açısı artar. Mekanik olarak negatif bir iş yapılır. Merdiven inme, kollarla bir ağırlığın indirilmesi bu kasılma türüne örnek oluşturur.

2.3.5. Konsantrik kasılma

Kasın boyunun kısaldığı, gerilimin sabit kaldığı dinamik kasılma türüdür. Bu kasılma esnasında eklem açısı daralır. Bir ağırlığın yerden yukarı kaldırılması esnasında konsantrik kasılma gerçekleşir. Konsantrik kasılmada pozitif mekanik bir iş yapılır. Bir ağırlığı kaldırırken kol kaslarının kasılması örnek olabilir (8,21,24).

2.3.6. Tetanik kasılma

Kasa gelen bir uyarımla oluşan kasılma bitmeden arka arkaya sık uyarımların gelmesiyle kasın gevşeyemeden kasılmaları sürdürmesine tetanik kasılma adı verilir. Tetanik kasılmalar tek kasılmalara oranla daha kuvvetli (yaklaşık 4 katı), daha uzun süreli ve daha ekonomik kasılma türleridir. İstemli hareketle genellikle tetanik kasılma olarak gerçekleşir (8,21,24).

2.4. Kas Sistemi ve Egzersiz

Kuvvet antrenmanları ile kaslarda ve kas içi organellerde çeşitli değişimler gözlenmektedir. Bu değişiklikler kuvvet artışı ve kasların gelişimidir. Bu değişimlerin miktarı ve oranı kasa uygulanan yükü doğru orantılı olarak değişmektedir (12).

2.4.1. Kas hipertrofisi

Kas liflerinin enine kesit alanında meydana gelen artışa kas hipertrofisi denir (12,13,26). Antrenmanlar kaslarda %30-60 kadar hipertrofi oluşturabilir. Kas hipertrofisi büyük ölçüde kas liflerinin çapının artmasıyla oluşur. Hipertrofi oluşan kasta miyofibrillerin sayısında, mitokondrilerin sayısı ve hacminde artış görülür (12,26). Akgün (21)'e göre kaslarda hipertrofi oluşması için 6 haftadan uzun süren bir egzersiz programı uygulanmalıdır.

2.4.2. Kas atrofisi

Kas lifi sayısında değişiklik olmaksızın lif boyutunun küçülmesi olarak tanımlanan kas atrofisi, uzun süreli yatak istirahati gibi durumlarda, açlık ve yaşlılık gibi fizyolojik koşulların yanı sıra akut diyabet, sepsis, kanser, asidoz ve böbrek yetmezliği gibi katabolik hastalıklarda ortaya çıkar (26-30). Kas atrofisi, kas kuvveti ve dayanıklılığın azalmasına ve fiziksel yetersizliğe neden olarak yaşam kalitesini düşürmektedir (26-32).

İskelet kası kitlesinin korunması, protein sentezi ve protein yıkım hızının dengelenmesi ile mümkündür.

Koşar ve Demirel (30)'e göre kas atrofisini başlatan uyaranlar besin öğelerinin miktarı, hormonal dengenin bozulması, proinflamatuvar sitokinlerin miktarında artış, nöromüsküler uyurım eksikliği ve inaktivite şeklinde sıralanabilir. Kas atrofisine yol açan katabolik koşulların oluşmasında hem protein sentez hızındaki azalma hem de protein yıkım hızındaki artış rol oynamakla beraber kas proteini kaybının önemli bir bölümünden sorumlu olan süreç protein yıkım hızındaki artıştır.

2.4.3. Kas hiperplazisi

Kas hiperplazisi kas lif sayılarının artışı olarak tanımlanır. Bazı araştırmalarda kasların uzunlamasına ortalarından bölündüğünü liflerin çatallaşarak lif sayılarının arttığını iddia edilmektedir (3,12,13,33). Ancak bu kesinlik kazanmış bir olgu değildir.

2.5. Enerji Sistemleri

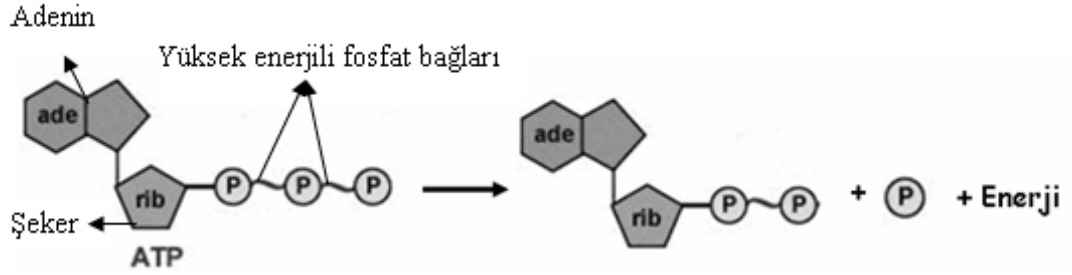
Tüm canlılar gibi insanların yaşamlarını devam ettirebilmeleri için enerjiye ihtiyaçları vardır. Enerji iş yapabilme kapasitesi olarak tanımlanır. Dinlenme esnasında çok düşük olan enerji ihtiyacı egzersizle birlikte artış gösterir (2,31,32).

Enerji hücrelerde depo halde bulunan ATP ile sağlanır. ATP'nin hücre içinde sınırlı olmasından dolayı enerji üretimi de sınırlıdır. Bu nedenle kullanıldığı hızla tekrar yerine konulmalıdır (2,33-37). Temel olarak enerji karbonhidrat ve yağların parçalanmasıyla oluşur. Yağlar da beta oksidasyon yöntemiyle parçalanarak enerji üretiminde kullanılırlar. Enerji üretimi aerobik ve anaerobik süreklilik gerektiren bir iştir (38,39).

2.5.1. Aerobik sistem

Aerobik sistem oksijenin ortamda bulunmasıyla karbonhidrat ve yağların karbondioksite kadar parçalanması ile enerji elde edilmesini sağlamaktadır (25). Daha az güçlü ama daha fazla kapasiteye sahiptir. Karbonhidrat, yağ ve gerektiğinde proteinlerin oksijenle parçalanarak karbondioksit ve suya dönüşümleri ile ATP molekülü oluşturulur.

Glukoz oksijen yardımıyla kimyasal yolla karbondioksit ve suya kadar parçalanır. Ortamda oksijenin oluşu kapasiteyi sınırsız yaparken sistemin sınırlarını yakıt depolarının doluluğu belirler. Bu kimyasal reaksiyonlar oksijenin varlığıyla mitokondride gerçekleşir. Bu olaya oksidasyon denir (2,34,40). Bu bileşimden de bir fosfat grubu ayrıldığı zaman enerji açığa çıkar ve bu enerjide ADP (Adenozin Di Fosfat)' yi tekrar ATP' ye çevirir (41).



Şekil 2.1: ATP ve ADP oluşumu (25).

Bu reaksiyonda da oksijen kullanılmaz onun için her iki süreçte anaerobik süreçlerdir (25,41).

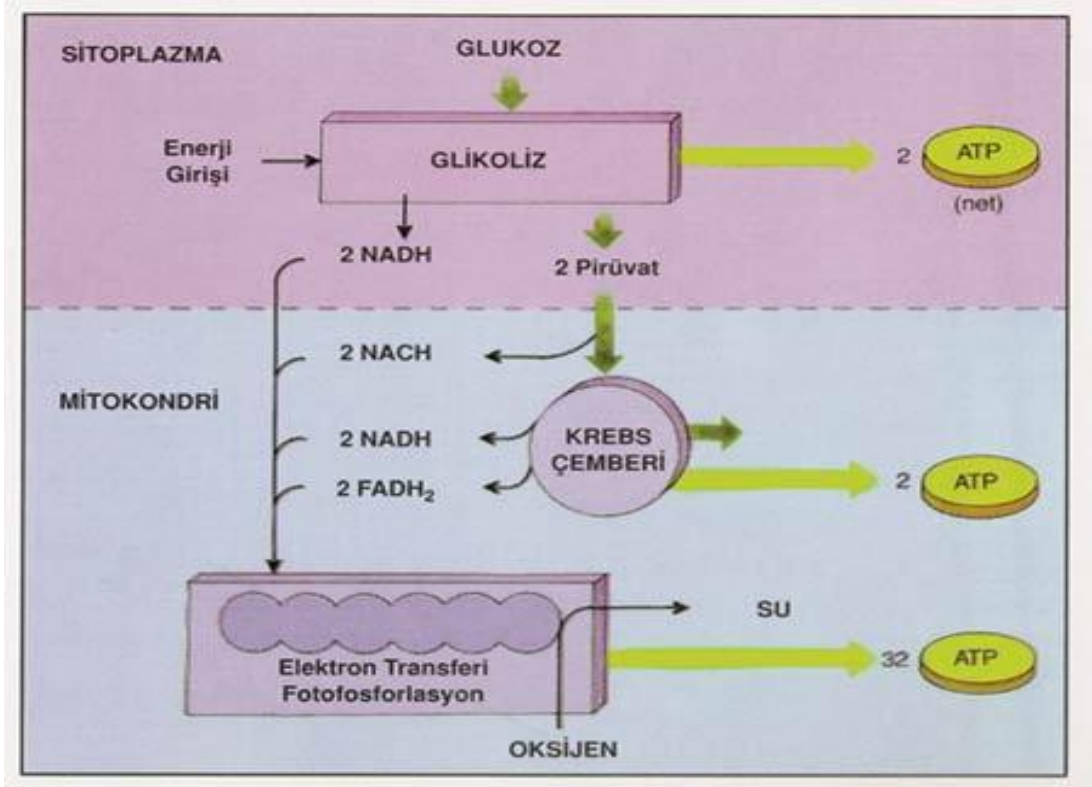
Aerobik sistemdeki tepkimeler üç ana gruba ayrılabilir.

1. Aerobik Glikoliz
2. Krebs Dönüşümü
3. Elektron Taşıma Sistemi (ETS)

Glikoliz, glukozun enzimlerle pirüvik asite kadar yıkılması olayıdır. Anaerobik glikolizden farkı bu sistemde laktik asit birikmesi olmaz. Oksijen bunu ATP yenilendikten sonra pirüvik asitin çoğunu laktik aside dönüştürerek yapar.

Krebs dönüşümü sırasında önemli olaylar olur bunlar;

1. CO₂ oluşur,
2. Yükseltgenme (*oksidasyon*) ve indirgenme olur,
3. ATP açığa çıkar.



Şekil 2.2: Aerobik enerji sistemi (39).

CO₂ ayrışınca üçlü karbon bileşiği olan pirüvik asit hemen ikili karbon bileşiği olan bir asetil gruba dönüşür. Bu asetil grubu bir koenzim A ile birleşerek asetil koenzim A enzimini oluşturur. Krebs çemberinde CO₂ de oluşur. Oluşan CO₂ hemen kana karışarak akciğerlere taşınır ve dışarıya atılır.

Son olarak soluduğumuz oksijen yardımıyla Krebs dönüşümünde koparılan hidrojen iyonları ve elektronları birleşerek su oluştururken glukozun parçalanması sürer. Bu tepkime dizisine de Elektron Taşıma Sistemi veya solunum zinciri denir. Burada 4 hidrojen iyonu 4 elektron ve bir mol oksijenle birleşerek iki mol su oluşturur. Elektronlar solunum zinciri aracılığı ile taşınırken enerji açığa çıktığı gibi eşleşen tepkimeler ile de ATP yenilenir (34,39).

2.5.2. Anaerobik sistem

Kas hücresi dahil bütün hücrelerde acil enerji kaynağı ATP bileşimidir. ATP rezervleri kaslarda sınırlı olup bu madde kişinin günlük aktivitelerinin şiddetine ve süresine bağlı olarak devamlı yenilenmektedir (25). Üç fosfat bağından biri bu bileşimden ayrıldığı zaman enerji açığa çıkar.

Bu bileşimden de bir fosfat grubu ayrıldığı zaman enerji açığa çıkar ve bu enerjide ADP' yi tekrar ATP' ye çevirir (41,42).

Bir fosfat bileşeni birleşikten koparıldığında büyük bir enerji açığa çıkar. Bu parçalanma sonucunda kreatin ve inorganik fosfat açığa çıkar, kolayca biyokimyasal tepkimeye girer. Kasların hareketiyle parçalanan ATP yine depolanmış olarak bulunan fosfokreatinin parçalanmasıyla açığa çıkan enerji yardımıyla sürekli olarak ADP ve fosfat ile tepkimeye girerek yenilenir.

Bu sistemde glukoz anaerobik yolla oksijensiz ortamda parçalanır. Vücudumuzda bütün karbonhidratlar ya hemen kullanılabilen basit bir şeker olan glukozla dönüştürülür ya da daha sonra kullanılmak üzere kaslarda ve karaciğerde glikojen olarak depolanır (39).

Egzersiz başlamasıyla ilk 1-2 sn içerisinde mevcut olan ATP daha sonra ki 18-20 sn içerisinde ATP-Fosfokreatin enerji sistemi kullanılır 20'nci sn den sonra laktik asit oluşumu hızlanarak 9-10 mmol/l'ye ulaşarak yorgunluk üst seviyelere ulaşmış demektir (25,34,43).

2.6. Kuvvet Antrenmanı

Kuvvet; Holmann (44)'a göre, bir dirençle karşı karşıya kalan kasların kasılabilme veya bu direnç karşısında belli ölçüde dayanabilme yeteneğidir. Nett, (45)'e göre, bir kasın gerilme ve gevşeme yoluyla bir dirence karşı koyma özelliği olarak tanımlamıştır (1).

2.6.1. Dairesel antrenman

Dairesel antrenman metodunda aletlerin veya antrenmanı uygulayanların özelliğine göre alıştırmalar yapılır. Aletler dairesele ya da dört köşe olarak yerleştirilir. Sporculardan istasyonlardan hızlı bir şekilde diğerine geçmeleri istenir. Dairesel antrenman metodunda alıştırmaların sıralanmasında çalışacak kas grupları dikkate alınmalı, aynı kas grubuna yönelik hareketle belirli aralıklarla uygulanmalıdır. Dairesel antrenmanlar alıştırmaların sürelerinin ve dinlenmelerin önceden planlandığı süre metodu ve her istasyon için tekrar sayılarının belirlendiği, istasyonlar arası dinlenmenin verilmediği tekrar metodu olmak üzere 2 şekilde uygulanır (1).

2.6.2. Piramidal antrenman

Arttırımalı yüklenme metodu da denen piramidal antrenmanlarda tekrar sayısı amaçlanan antrenman türüne göre her basamakta bir tekrar azalırken yoğunluk her basamakta artar. Piramidal antrenman maksimal kuvvet, çabuk kuvvet ve kuvvette devamlılık antrenmanlarında sıkça uygulanmaktadır. Bu yöntem normal piramit, kör piramit ve ters piramit şeklinde de uygulanabilir (1).

2.6.3. İnterval antrenman

Yüklenmelerin belirli aralıklarla gerçekleştirildiği antrenman metoduna interval antrenman metodu denir. Yüklenme ve dinlenme sistemli olarak değişmektedir. İnterval antrenmanlar yüklenme süresine göre kısa, orta ve uzun süreli interval antrenman olmak üzere 3, yüklenme şiddetine göre ise yoğun ve yaygın olmak üzere 2 grupta incelenebilir (1).

2.6.4. Pliometrik antrenman

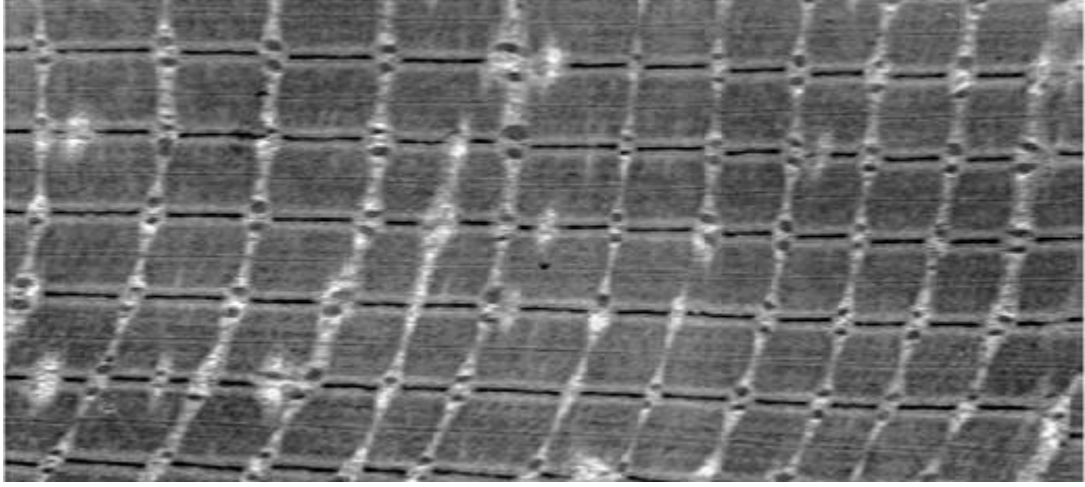
Pliometrik antrenman, patlayıcı gücün geliştirilmesi için yapılan özel bir antrenman çeşididir ve maksimal kuvvet ile patlayıcı güç arasındaki ilişkiyi geliştirmektedir. Pliometrik çalışmalar gücü ya da reaktif patlayıcı hareketi artıran sürat ve kuvvet karışımı olan egzersizlerdir (46).

Pliometrik antrenmanlar bugün süratli bir şekilde kuvvetin yerine getirilmesinde ve güç üretiminde çok etkili antrenman metodu olarak yaygın bir kullanıma sahiptir. Koşmaya, sıçramaya, sekmeye, atlamaya, yükselmeye ve fırlatmaya dayalı sporlarda pliometrik antrenman bir zorunlu olarak kullanılır hale gelmiştir. Mümkün olan en kısa zaman içerisinde bir kasın maksimum kuvvetine erişme yeteneğini geliştiren sıçramaya, atlamaya ve fırlatmaya dayak egzersiz uygulamalarına pliometrik denilmektedir ve buna karşılık kuvvetin süratle yerine getirme yeteneği ise, güç olarak tanımlanmaktadır (47,48).

Pliometrik egzersizleri iyice anlamak için öncelikle fizyolojisini incelemek gerekmektedir. Bilindiği gibi, kas kasılmaları izometrik, izotonik ve izokinetik gibi çeşitlere ayrılmaktadır (48,49). Kas hareketleri sırasında bu kasılma tipleri tek başına kullanılmamaktadır. Bunun yerine hareketler sırasında bu kasılma çeşitlerinin birleşimi kullanılmaktadır. Bu durumun nedenleri iki şekilde açıklanabilir: koşu veya sıçrama sırasında olduğu gibi vücut bölümlerinin çarpma kuvvetlerine belirli

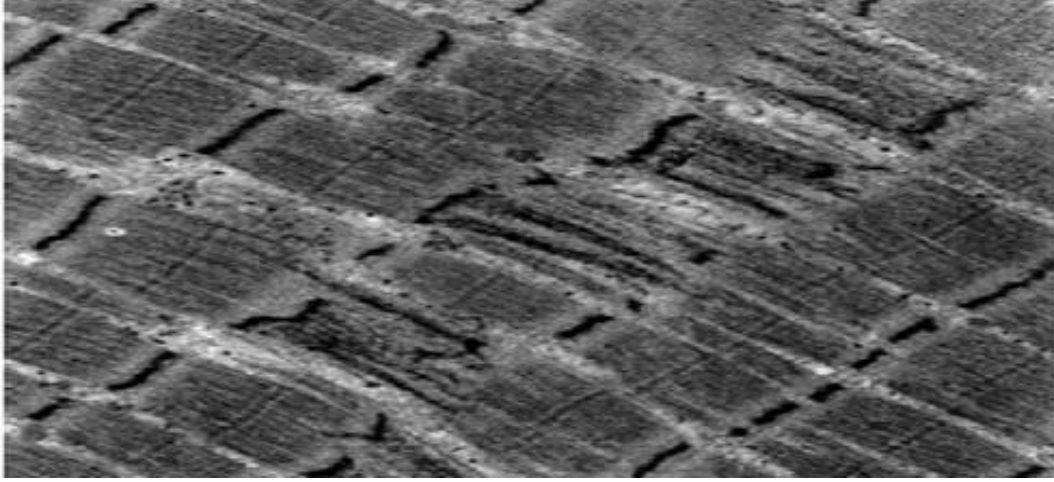
aralıklarla maruz kalması ya da yerçekimi gibi dış kuvvetlerin kas boyunun uzamasına neden olmasıdır (48,50). Bu durumlarda kas eksantrik olarak kasılmaktadır ve hemen ardından konsantrik bir kasılma gelmektedir. Eksantrik ve konsantrik kasılmanın bu şekilde birleşmesi doğal bir kas aktivite çeşidini oluşturmaktadır ve buna da "Gerilme-Kısalma Döngüsü" (*Stretch- Shortening Cycle*) denmektedir (48,51).

2.7. Kas Hasarı



Şekil 2.3: Normal İskelet Kas Fibrillerinin Elektron Mikroskopundaki Görünümü (48).

Egzersiz sırasında çarpma ve burkulmalar sonucu yumuşak doku yaralanmaları oldukça yaygındır. Bu yaralanmalar normal rehabilitasyon sonucu tedavi edilebilen yaralanmalardır. Fakat egzersiz esnasında bu yumuşak doku yaralanmalarıyla birlikte hücresel düzeyde de bir hasar oluşmaktadır. Bu yaralanma türü terminolojide tam tanımlanmamış olmakla birlikte mikro travma, mikro yaralanma ve kas hasarı terimleri yaygın olarak kullanılmaktadır (38,52,53). Egzersizin, biçimine ve şiddetine bağlı olarak farklı seviyelerde kas hasarı meydana getirdiği bilinmektedir.



Şekil 2.4: İskelet Kasında Orta Düzeyde Kas Hasarı Görünümü (38).

Yüksek şiddetli ya da alışkın olunmayan tipte bir egzersizin ardından iskelet kası hasarı meydana gelir. Aslında bu tip kas hasarı oldukça yaygın bir fizyolojik durum olup günlük yaşantımızda gereksinim duyulan aktivitelerde bile ortaya çıkabilir. 1. uzun süren periyotta, devam eden ya da aralıklı zorlu kasılmalarda, üç tip kas hasarı belirtisi bilinmektedir. Bunlardan birincisi ve en yaygın olarak gözlenen gecikmeli kas hasarı olarak bilinmektedir ve buna bağlı olarak kişiler egzersizden 12-48 saat sonrasında kaslarda başlayan zayıflık, yorgunluk ve hassasiyet hissiden şikâyet ederler (38,54).

2.7.1. Kas hasarı mekanizmaları

İki Z diski arasında bulunan ve yapısında kalın (miyozin) ve ince (aktin) olmak üzere kontraktıl filamentler bulunan kasın kasılabilen en küçük birimine sarkomer adı verilir. Kas hasarının somut belirtisi dokudan alınan örneklerde sarkomer yapısının bozulduğunun gözlenmesidir. Sarkomer yapısında kontraktıl filamentler stabilize eden ve kas kasılması esnasında meydana gelen gerimin uzunlamasına ve lateral olarak aktarımını sağlayan yapısal proteinler de bulundurmaktadır.

Konraktıl filamentler (miyozin ve aktin) yapısal proteinler aracılığı ile Z bandına tutunurlar. Bu yapısal proteinler titin, desmin, distrofin, nebulin, valin ve sinemindir. Titin miyozini, desmin ise aktini Z diskine bağlayan yapısal proteinlerdir (38,55). Distrofin sarkolemmada yerleşmiş ve kas zarı bütünlüğünün korunmasında

önemli rolü olan bir proteindir. Kas yapısı içerisinde gözle görülemeyecek seviyede Z çizgilerinin ve myofibrillerin bozulması, oluşan kas hasarının kanıtıdır (38,56,57).

2.7.2. Kas hasarı enzim yapıları

Kas membranının bozulması sonucunda dolaşıma karışan bazı kas enzimlerinin kandaki seviyelerinin artması; kas hasarını ve derecesini gösteren biyokimyasal belirtilerdir. Enzimlerin hücre içi lokalizasyonları hücre hasarının derecesini tayin etmede önemlidir. Böyle bir enzimin artmış serum aktivitesi hasarlı dokuyu gösterir.

Pratik olarak; egzersize yanıtının farklı kas ve kas liflerinde değişik düzeylerde oluşu, farklı kasların enzim ve protein belirteçlerini farklı konsantrasyonlarda içeriyor olması ve hasarın kasta homojen dağılmaması nedeniyle oluşan kas hasarının toplam miktarının tayin edilmesi oldukça zordur (38,58).

Geniş kas yırtıklarında, kas dokusu hasarına işaret eden bazı enzim düzeylerinde artmalar görülür. İskelet kası hasarı kasa özel bileşenlerin membrandan kan dolaşımına sızmasına sebep olur. İskelet ve kalp kası hasarını tespitte yönelik çalışmalarda kullanılan yapılar; başta kreatin kinaz ve alt izoformları, miyoglobin, aspartat aminotransferaz, laktat dehidrogenaz, beyin natriüretik peptit, atrial natriüretik peptit, karbonik anhidraz, troponin ve kas yapı proteinleri yaygın olarak kullanılan yapılardır. Bu yapılardan en önemlisi ve en çok kullanılanı CK'dır (38,52,58-60) .

2.7.2.1. Kreatin kinaz

CK kalp, iskelet kası ve beyin dokusunda yüksek yoğunlukta bulunan bir enzimdir. Beyin içeriğindeki CK, nerdeyse hiçbir zaman kan beyin bariyerini aşarak dolaşıma geçemez. MM, MB, BB adı verilen üç izoenzimi vardır. MM (CK3) iskelet ve kalp kasında, BB (CK1) beyinde, MB (CK2) ise kalp kasında bulunur. Dolaşımda ölçülen CK düzeyinin kaynağı, iskelet ya da kalp kası ağırlıklıdır. İskelet ya da kalp kası travması ya da nekrozu bu enzimin dolaşım düzeyini yükseltir. Bu nedenle CK düzeyinde yükselme durumlarında, öncelikle iskelet ya da kalp kası harabiyeti aranmalıdır (38,60-66).

Literatürde kas hasarı ve CK ile ilgili yapılan çalışmalarda yüksek CK aktivitesi gösteren denekler tespit edilmiştir. Bu grupta iki kriter göz önünde

bulundurulmuştur. Birincisi CK'nın 2. günden sonra pik yapması ikincisi ise CK aktivitesinin 1000 U/L den fazla ya da egzersiz öncesi değerinde % 500 oranda artmasıdır. Çok yüksek plazma CK aktivitesinin tatmin edici bir açıklaması bulunmamaktadır. Vücut kitle indeksiyle ya da kas kütlesiyle bir ilişkisinin olmadığını bildiren çalışmalar bulunmaktadır (63).

Bunun yanında CK'nın tip II liflerinde tip I liflerine oranla daha fazla aktivasyon gösterebileceği bildirilmektedir (64). Yapılan bir çalışmada tepe aşağı yürüyüş egzersizinde tip II fibrillerinin tip I fibrillerinden daha fazla hasara uğradığı tespit edilmiştir. Araştırmaya katılan deneklerin boş zaman faaliyetleri kassal aktiviteleri ve CK oranları arasında herhangi bir ilişki saptanamamıştır (63). Antrenman yaşının yüksek olması çok yüksek CK aktivitesinin bir açıklaması değildir. Poliklinik ortamında, bütün hareketleri kontrol altına alınmış deneklerde de egzersiz sonrası çok yüksek CK aktivitesi görülmüştür (65).

CK kasılma veya taşıma sistemlerindeki ATP yenilenmesini sağlayan bir enzimdir. CK kas hücresinde fizyolojik bakımdan fonksiyonel hale gelir. Kasın her kontraksiyon döngüsünde kreatin fosfat kullanılarak ATP oluşur. Bu sonuç kasın ATP düzeyini sabit tutar. Geri dönüşlü olan bu reaksiyonda CK katalizör görevi görür (58). Kreatin kinaz enzimi aracılığı ile ATP ve fosfokreatin arasındaki yüksek enerjili iki yönlü değişimi mümkün olmaktadır (66). Serum CK kas distrofisini görüntülemek amacıyla ilk defa 1959 yılında Ebashi ve arkadaşları tarafından kullanılmış ve o tarihten bu yana kas hasarını belirlemede en önemli gösterge olarak kabul edilmektedir (67).

2.7.2.2. Laktat dehidrogenaz

LDH laktik asit ve pirüvik asidin birbirlerine dönüşümünü iki yönlü olarak kataliz eden hücre içerisine yerleşmiş bir enzimdir. Kas hasarının olduğu tüm durumlarda düzeyi artar.

Şok ve dolaşım yetmezliği, hipoksi, aşırı hipertermi, kalp yetmezliği, akut miyokart enfarktüsü, siroz, kolestaz, karaciğerin primer tümörleri, megaloblastik ve pernisiyöz anemi, hemolitik anemiler, akciğer hastalıkları, kas hastalıkları durumlarında artar. İskelet kası travmalarında iltihabi veya dejeneratif kas hastalıklarında LDH aktivite düzeyi yükselir (42,43,68).

Dolaşımda, LDH-1, 2, 3, 4 ve 5 olarak adlandırılan 5 izoenzimi bulunur. İzoenzimlerinin yaygın doku dağılımı nedeniyle, birçok doku ve organ hastalığında total LDH aktivitesi yükselir. Bu nedenle ayırıcı tanıda ek inceleme gereksinim duyulur (38,42,43).

2.7.3. Eksantrik kasılmalar ve kas hasarı

Eksantrik egzersiz kaynaklı kas hasarı kastan biyopsi alınması veya manyetik görüntüleme gibi direkt yöntemlerle değerlendirilebildiği gibi, dolaylı olarak kabul edilen kas kuvvetinde azalma, ödem, ağrı, kas enzimlerinin serum seviyesinin ve bazı inflamasyon göstergelerinin artması gibi belirteçlerle de belirlenebilir. Uygulamadaki birtakım zorluklarından dolayı direkt yöntemler sıklıkla tercih edilmezken, eksantrik kas hasarının değerlendirilmesinde daha çok kas kuvvetindeki ve serum enzimlerindeki değişimlerin kullanıldığı görülmektedir (69).

Saxton ve Donnelly (70)'e göre, eksantrik egzersiz sonucu metabolik olarak tükenen kaslarda izometrik kasılma için elektrik stimülasyonu uygulaması, deneklerin tüm motor ünitelerinin maksimum seviyede uyarılmasına yol açarken daha fazla bir kuvvet üretimine neden olmaktadır. Çalışmalar kas fibrillerinin eksantrik egzersiz sonucu hasara uğradıklarını göstermiştir. Eksantrik egzersizden 2 gün sonra alınan biyopsilerde Z bandında zikzak görünümü, sarkomerlerde gerilme şeklinde miyofibril hasarları gözlenmiştir. Kuvvet kayıplarını hasar gören miyofibrillerle ilişkilendirmek mümkündür.

Friden ve ark. (71)' e göre, egzersizden 2 gün sonraki miyofibriller hasar egzersizinin hemen sonrasındakinden daha yüksektir. Bu durum kuvvet kayıplarının miyofibriller hasardan bağımsız olduklarını gösterebilir. Eksantrik kasılmalar yay ve darbe emici görev alırlar. İnsan sıçrayıp yere inerken, quadriseps kası eksantrik kasılma aracılığıyla şok emici rolü alıp yerçekimi tepki kuvvetinin oluşmasını sağlar. Quadriseps kasları belirli bir noktaya kadar uzadıktan sonra normal dinlenik boyuna dönerler, bu işlev vücudun bir yay gibi dik pozisyona gelmesini sağlar. Eksantrik antrenman, önemli kuvvet ve hacim kazanımı elde etmek için kullanılabilir. Eksantrik antrenman bir sonraki seviyeye geçmek ve geçirilen sakatlıkların azaltılmasında anahtar rolü oynayabilir (72).

Clarkson ve ark. (73) en yüksek kas hasarının eksantrik kasılmada, daha sonra izometrik kasılmada ve en az konsantrik kasılmada meydana geldiğini bildirmektedir. Eksantrik kasılmadaki hasarın diğer kasılma türlerine göre fazla olması iki şekilde açıklanmaktadır. Biri azalan motor ünite aktivasyonudur; aynı iş yükünde ve hareket fazında konsantrik kasılmayla karşılaştırıldığında aktif motor ünite miktarı 5/1 oranında azalmaktadır. Bunun sonucu olarak eksantrik kasılmada fibril başına düşen yükün artması mekanik kopmaları beraberinde getirir. Diğer ise; eksantrik kasılmada baskı altındaki kas uzamasından kaynaklanan kopmalardır. Normalden daha kısa olan motor üniteler eksantrik kasılmada daha fazla uzamak zorunda kaldıklarından kopmalar meydana gelmektedir (74). Eksantrik kasılmanın konsantrik kasılmadan daha fazla kas hasarı meydana getirdiğini bildiren birçok çalışma bulunmaktadır.

Brown ve ark. (75) diz kasının eksantrik kasılma, tekrar sayıları ve kas hasarına etkisi üzerine yaptıkları çalışmada tekrar sayısının arttıkça serum CK seviyesinin de arttığını tespit etmişlerdir.

2.8. Kas Hasarı Belirtileri

2.8.1. Ağrı ve şişlik

Kas ağrısı ve kas sertliği egzersiz ya da alışılmadık hareketlerin çok iyi bilinen bir sonucudur. Artan kapiller filtrasyon basıncı damar dışına sıvı çıkmasına ve kas içi basıncın artmasına neden olur. Antrenmansızlık ya da fiziksel uygunluğun eksikliğinin belirtisidir (76).

Akut kas ağrısı; egzersiz esnasında veya hemen sonra kimyasal atıkların birikerek, basit yorgunluk şeklindedir yansımasıdır. Kasa yeteri kadar kan gelmemesi yani asıl nedeni iskemidir. Bu durum genelde bir iki dakika dinlendikten sonra giderek azalacaktır. Ağrının etkileri azaldığında egzersize yeniden devam edilebilir. Egzersizin devamı esnasında bu olumsuz durum devam ederse egzersiz derhal durdurularak dinlenme periyoduna geçilmelidir (35,77).

Kas sakatlıkları ile ilgili iki genel tip ağrı söz konusudur. İlki akut ağrı, bu egzersiz esnasında veya egzersiz bittikten hemen sonra gerçekleşir. İkincisi ise gecikmiş kas ağrısı olarak bilinen ve egzersizden 12 saat veya daha sonra gelişen durumdur (77).

2.8.2. Gecikmeli kas ağrısı

Gecikmiş kas ağrısı; genelde alışılmamış egzersizler yapıldığında egzersizin bitiminden itibaren iki-üç günü takip eden organizmanın uyumu olarak gerçekleşen ağrılardır. Bu durum istemli kas kasılmasını olumsuz etkiler ve kas kuvvetini azaltarak kapasitenin azalmasına sebep olur. Performanstaki bu azalma geçici bir durumdur. Serum enzimlerinin, miyogloblin ve anormal kas dokusunun ve yapısının yükseldiğini gösteren birçok klinik çalışma mevcuttur. Bu tip kas ağrısının şiddeti, kas kontraksiyonunun türüyle yakından ilgilidir (35,77).

Cheung ve ark. (78)'a göre, gecikmiş kas ağrısı, ister elit olsun isterse olmasın tüm sporcuların karşı karşıya kaldıkları bilinen bir durumdur. Egzersize bağlı kas hasarı, özellikle spor sezonunun başında sporcuların antrenmanlara yeni başladığı periyodu takip eden dönemde yaygın olarak gözlenir. Ağrı, egzersizden uzun süre sonra ortaya çıkar ve 24-48 saatler arasında en yüksek seviyesine ulaşır. Bunun sebebi tam olarak bilinmemektedir. Diğer yandan en yüksek şişkinliğin ortaya çıkışı egzersizden 5-10 gün sonraya kadar uzanabilir (79). Bu nedenle şişkinliğin ağrıya sebep olmadığı düşünülmektedir. Nosaka ve Clarkson (80)' a göre, şişkinlik kas içinde ödem şeklinde başlamakta ve egzersizi takiben 5. günde deri altına yayılmaktadır.

2.8.3. Fonksiyon ve kuvvet kaybı

Egzersiz sonucu oluşan bir kas hasarının ardından maksimal kas kuvvetinin %50 nin altına düşebileceği bildirilmiştir. Kasın kasılma yeteneği fleksiyon açısı ile belirlenmektedir. Dirsek eklemi örneğinde eksantrik egzersiz sonrasında görülen açıda oluşacak olan fark, hareket genişliğinin ne kadar azaldığının göstergesi olacaktır. Bu açıdan görülen değişim ile egzersizden 10 gün sonra bile kas fonksiyonlarının başlangıç değerlerine dönemediği bildirilmiştir (79,81).

Clarkson ve ark. (79)'a göre, kuvvet kaybındaki geriye dönüş ile kolun fleksiyon açısındaki toparlanma aynı zamanlamayı takip etmektedir. Bu ön kolun tam olarak kapatamamanın kas kuvvetindeki azalmayla ilgili olabileceğini göstermektedir. Daha önce bahsedildiği gibi oluşabilecek maksimal çapraz köprü sayısında azalma varsa kuvvette de azalma görülebilir.

2.8.4. Ödem

Kas hasarının neden olduğu inflamasyon cevabı zarar gören dokuya hücre ve sıvı transferini artırır. Artan sıvı hasarlı bölgede bir şişlik oluşturur. Ödem kas basıncını arttırarak ağrıya neden olduğu düşünülen başka bir faktördür. Eksantrik egzersizden sonra kas içi basıncın arttığı biyopsi örneklerinde gösterilmiştir (82). Bununla birlikte üst kol distal biceps bölgesinden alınan ölçümlerde egzersiz sonrası şişliğin dereceli olarak arttığı ve 5. günde zirve yaptığı gözlenmiştir. Bu dönem ağrının yatıştığı döneme denk gelmektedir ve şişliğin ağrı mekanizmasını açıklamakta yeterli olmadığını göstermektedir (83).

2.9. Ölçüm Yöntemleri

Kas hasarının belirlenmesinde birçok doğrudan ve dolaylı yöntem kullanılmaktadır. Bu yöntemler kendi aralarında bazı avantajlar ve dezavantajlar içermektedir. Hasarın görsel ve miktarsal olarak tanımlanabildiği “*manyetik rezonans imaging (MRI)*” yöntemi ve ışık ya da elektron mikroskobu ile biyopsi bulgularının değerlendirildiği histokimyasal yöntemler kas hasarının tanımlanmasında kullanılan doğrudan yöntemlerdir (71, 81).

Bu yöntemlerden biyopsi yöntemi invaziv olduğu için biyopsi sırasında kasta hasar oluşabilme ihtimalide oldukça yüksektir. 7 günlük periyotta biyopsi alınan kontrollerle eksantrik egzersiz yapan deney grubu arasında nötrofil ve makrofaj infiltrasyonunda benzer değişimler tespit edilmiştir. Bu durum biyopsinin meydana getirdiği hasarın yanlışlıkla egzersiz kaynaklı kas hasarına yorulabileceğini bildirmektedir. Bununla birlikte biyopsi alınan bölge kasın küçük bir bölümü olduğundan dolayı tüm kası yansıması açısından hata yapabilme olasılığı yüksektir (84).

MRI tekniğinde tüm kastaki ödem belirlenir. Noninvaziv olmasına rağmen bu yöntem kas hasarının boyutu hakkında net bir sonuç vermeyebilir. Bu nedenle sık sık dolaylı yöntemlere başvurulmaktadır. 1999 yılına kadar yapılan kas hasar çalışmalarında kullanılan ölçüm yöntemlerinin değerlendirildiği bir çalışmada, kas hasarının değerlendirilmesinde % 63 kas ağrısı, % 52 kan proteinleri, % 50 de maksimal istemli kasılma gücü kullanıldığı belirtilmiştir (85).

Kolay ve subjektif değerlendirme olan kas ağrısı ile objektif ama pratikte pek uygun olmayan histolojik değerlendirme arasında kas hasarını tanımlamak ve

boyutlarını ortaya koymak için çeşitli parametreler vardır. Gerek fonksiyonel parametreler, eklem hareket genişliği, ortaya konan kuvvet ve gerekse biyokimyasal parametreler özellikle histokimyasal verilerin alınmadığı durumlarda kas hasan tayininde kullanılmaktadırlar.

2.10. Toparlanma ve Uyum

Clarkson ve ark. (79)'a göre, çok yoğun eksantrik egzersizin birkaç hafta sonra aynı şekilde tekrarlandığında daha az hasara neden olan bir adaptasyona yol açtığını göstermişlerdir. Tam olarak bu adaptasyonun ne zaman ve nasıl meydana geldiği bilinmemektedir. Bununla birlikte, bir egzersizi 5 gün içerisinde tekrarlayan bir kişinin adaptasyon cevabı gösterdiği bulunmuştur (86).

Egzersizden 5 gün sonra, kişiler toparlanmalarına rağmen hafif ağrı hissetmiştir, kuvvet ve hareket genişliğindeki kayıplarda ise düşüş görülmüştür. Böylece, kas tam olarak eski haline dönmemesine rağmen belli bir adaptasyon oluşmuştur.

Nosaka ve ark. (87)'nin araştırmasında, iki gruba aynı yüksek şiddetli egzersiz iki kez yapılmış, birinci grup egzersizleri 6 hafta arayla, diğer grup ise 10 hafta arayla yapmıştır. 6 hafta arayla egzersiz yapan grupta, ikinci uygulamada birinci uygulamaya kıyasla izometrik kuvvet kaybı, tam fleksiyonda kol açısı ve kas ağrısının anlamlı seviyede daha düşük olduğu tespit edilmiştir. On hafta sonra egzersiz yapan grupta ise ikinci uygulamada birinciye göre dinlenik kol açısında anlamlı seviyede daha düşük cevaplar olduğu ve bununla birlikte, kas ağrı seviyesi, tam fleksiyonda kol açısı ve izometrik kuvvet kaybı açısından yanıtlar birinci ve ikinci uygulama arasında benzerliklerin olduğu tespit edilmiştir.

CK açısından bakılacak olursa her iki grupta da ikinci uygulamadan sonra hemen hemen hiçbir artış görülmemiştir. Bu kişilerden küçük bir örnek 6 ay sonra egzersizi yaptığında CK yanıtının hala düşük olduğu görülmüş, tüm diğer ölçüm değerleri ise ilk uygulamadaki değerlere yakın bulunmuştur. Buna göre adaptasyon, kuvvet toparlanması, kasın kısalma durumu (kapalı kol açısı) ve kas ağrısı için 6 hafta, ani kas kasılması (açık kol açısı) için 10 hafta civarında ve CK cevabı için 6 ay sürmektedir (79).

Eksantrik egzersizi takiben kasta meydana gelen hasar belirteçlerinin geriye dönmesi için belirli bir süre gerekir. Clancy ve Clarkson (88), hasar oluşturan

eksantrik egzersizden sonra 3 günlük hareketsizleştirmenin izometrik kuvvet toparlanmasını geliştirdiğini ancak diğer kas fonksiyonları üzerinde etkili olmadığını ileri sürmektedirler. Lehto ve ark. (89)'nın yaptığı bir çalışmada, kasta oluşturulan hasarın ardında 5 günlük hareketsizleştirme ve tekrar normal hareketlere dönüş uygulaması ile kas rejenerasyonu hızlanmıştır.

2.11. Konu ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Güzel ve ark. (90) değişik direnç antrenmanlarının sonrasında oluşan kas hasarının ve oksidatif cevapların belirlenmesinin amaçlandığı, düşük ya da yüksek şiddetli direnç antrenmanlarının kandaki yağ yakımı nitrik oksit ve kreatin kinaz aktivitesinin üzerine etkisi araştırmıştır. Çalışmada 20 sedanter erkek denek olarak kullanılmıştır. Deneklerden 10 tanesine yüksek şiddette dairesel antrenman yaptırılmış ve dinlenme verilmiştir. Denekler 4 farklı egzersiz yapmışlardır. Deneklerden egzersiz öncesi ve egzersiz sonrası 6, 24, 48, ve 72. saatlerde venöz kan örnekleri alınmıştır.

Veriler analiz edilmiş ve yüksek şiddetle egzersiz yapan grubun kas hasarı, yağ oksidasyonu ve nitrik oksit düzeylerinde anlamlı bir artış görülmüştür. Yağ oksidasyonunda her iki grupta da egzersiz öncesi ve sonrasında anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir. Her iki grupta da değişiklik olmasına rağmen yüksek şiddette egzersiz yapan grubun değerlerinin daha yüksek düzeyde anlamlı olduğu gözlemlenmiştir. Kreatin kinaz düzeyleri her iki grupta da anlamlı düzeyde yükselmiş fakat gruplar arasında farklılık bulunamamıştır. Bu sonuçlar yüksek şiddetteki direnç egzersizlerinin serbest radikal üretimini düşük şiddetteki egzersizlerden daha fazla arttırdığı görüşünü destekler niteliktedir.

Jubeau ve ark. (91)'nin yaptığı bir çalışmada istemli ve uyarıcı kasılmaların kas gücü, büyüme hormonu (GH), kan laktatı ve kas hasarındaki değişikliklerin karşılaştırılması amaçlanmış istemli ve uyarılmış leg press egzersizi ile serum büyüme hormonu konsantrasyonu, kan laktatı, izometrik maksimal istemli kasılma kuvveti, serum CK aktivitesi ve kas ağrısının karşılaştırılması yapılmıştır. Çalışmaya hiçbir kas-iskelet rahatsızlığı bulunmayan son 48 saatte herhangi bir kuvvet egzersizi yapmamış, herhangi bir tıbbi ve besinsel destek almayan 9 erkek denek katılmıştır. Deneklere leg press egzersizi 2 hafta süreyle yaptırılmıştır. Deneklere 40 izometrik

kasılma yaptırılmış her kasılma 6.25 sn.'de sonlandırılmış ve kasılmalar arası 20 sn dinlenme verilmiştir.

Elektriksel kasılmalar ilk evrede her iki bacağa (quadriceps femoris) verilmiştir (75 Hz, 6.25-20 sn) yükselme safhası 1.5 alçalma safhası 0.75 sn sürmüştür. İstemli kasılmalar ikinci evrede her kasılma için elektriksel kasılma süreleri monitöre yansıtılmış deneklere monitörden gelen komutlara göre kasılmaları başlatmaları ve bitirmeleri söylemiştir. Egzersizden önce protokole alışma için 3-4 deneme yaptırılmıştır.

NMES (Nöromusküler Elektriksel Uyarım) ve istemli kasılmalar arasında anlamlı bir farklılık tespit edilememiştir. Egzersiz ve zaman etkileşiminde NMES ve istemli kasılmalar arasında anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir. MVC değerleri NMES ve istemli kasılmalar sonrası anlamlı bir şekilde azalmış ve 45 dk sonra anlamlı bir fark tespit edilememiştir. Serum GH konsantrasyonu anlamlı bir şekilde artmış ve egzersiz sonrası 15-30 dk da zirve yapmıştır. Fakat NMES sonrası artış istemli kasılma sonrasında anlamlı bir şekilde fazla bulunmuştur. Kan laktat konsantrasyonunda istemli evre sonrası anlamlı bir fark bulunamamış fakat NMES ortası (9 dk) ve sonrası (0,15 dk) başlangıca göre anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir. Serum CK aktivitesinde NMES sonrası 48 ve 72. saatlerde anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir. Egzersiz sonrası 72. saatte zirve yapmıştır. NMES ve istemli kasılmalarda 48 ve 72. saatlerde CK aktivitesi anlamlı bir şekilde farklı bulunmuştur. Kas ağrısı NMES sonrası 2. günde zirve yapmıştır, buna rağmen NMES ve istemli kasılmalar arasında anlamlı bir farklılık tespit edilememiştir.

Roth ve ark. (92) 10 Genç (20-30 yaş) ve 10 yaşlı (65-75 yaş) sağlıklı bireyden oluşan, önemli kalp-damar, metabolik ve kas-iskelet rahatsızlığı bulunmayan, son 6 ayda düzenli egzersiz yapmamış bir grupta yüksek kapsamlı ağır direnç egzersizlerinin oluşturduğu kas hasarı incelendiği bir çalışma yapmıştır. Her testin öncesinde denekler 3 dk bisiklet ve statik quadriceps germe egzersizi yapmışlardır. Isınma sonrası bir direnç belirlenmiş hafif tekrarlar yaptırılmıştır. Direnç arttıkça tekrar sayıları azaltılmıştır (6-8) tekrarlar arasında 60 sn dinlenme verilmiştir. Her antrenman seansında bisiklette 3 dk ısınma ve devamında 5-10 dk statik quadriceps gemesi yapılmıştır.

Antrenman programı yüksek kapsamlı 5 set 5-20 tekrar (toplam 55 tekrar), haftada 3 seanstan oluşmaktadır. Her sette direnç deneklerin 5 RM'sinden oluşmaktadır. Her iki bacadan vastus lateralis kasından biopsi örnekleri alınmış ve kas hasarı via elektron mikroskopuyla incelenmiştir. Deneklerin vücut ağırlıklarında değişim olmazken, maksimal oksijen alımı değerlerinde gruplar arasında anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir.

Grupların ikisinde de kuvvet gelişiminde anlamlı bir farklılık tespit edilememiştir. Egzersiz sonrası dominant bacak kuvvet değerlerinde anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir. Dominant olmayan bacadaki her iki grupta da artış görülmüş fakat sadece genç deneklerin dominant olmayan bacaklarında anlamlı bir farklılık görülmüştür. 9 haftalık yüksek kapsamlı direnç egzersizi sonrası yapısal kas hasarı her iki grupta da anlamlı bir şekilde artmış fakat gruplar arasında anlamlı bir farklılık bulunamamıştır.

Hazar ve Erol (93)'un kuvvet antrenmanı sonrası oluşan kas ağrısının kas hasarıyla ilişkisinin araştırılması amacıyla yaptıkları bir çalışmaya 11 sedanter erkek katılmıştır. Deneklerin maksimal kuvvetleri baz alınarak alt ve üst ekstremitelere yönelik aletlerle piramidal metoda göre antrenman programı hazırlanmıştır. Üst ekstremitelere yönelik kelebek, çekiş, alt ekstremitelere yönelik *squat*, ve bacak fleksiyonu yaptırılmıştır. Antrenman programı uygulanmadan önce, uygulandıktan hemen sonra, 6, 24, 48 ve 72. saat sonra kan örnekleri alınarak CK aktivite düzeyleri tespit edilmiştir.

Plazmada CK antrenmandan sonra artmaya başlayarak antrenmandan 24 saat sonra pik yaptığı 48. saatte düşmeye başladığı ve 72. saatte antrenmandan hemen sonraki seviyeye yaklaştığı tespit edilmiştir.

Nosaka ve Clarkson (94)'un yapmış olduğu bir çalışmada 9 denek 1 kolla 12 maksimal eksantrik kasılma gerçekleştirmiş, diğer kolla 100 izometrik kasılma gerçekleştirmiş, ölçümler iki hafta arayla yapılmış, eksantrik kasılma egzersizinde izometrik kasılma egzersizine oranla daha yüksek CK aktivitesi tespit edilmiştir.

Newham ve ark. (95)'nin yaptığı bir çalışmada yokuş yukarı ve aşağı yürüyüş egzersizinin plazma CK ya etkisi koşu bandında 13 derecelik eğimle araştırılmış, tepe yukarı yürüyüş egzersizinde CK egzersizden 24 saat sonra en yüksek seviyesine gelirken (60-200 IU/L) tepe aşağı yürüyüşte 4-7. günlerde en yüksek seviyesine

gelmiştir (700-1500 IU/L). Çalışmada eksantrik kasılmanın konsantrik kasılmadan daha fazla kas hasarı oluşturduğu sonucuna varılmıştır.

Manfredi ve ark. (96)' nın kas hasarının belirteçlerinden olan CK aktivitesinin genç ve yaşlı erkeklerde yüksek şiddetli eksantrik egzersiz sonrası iskelet kaslarındaki yapısal değişikliklerin belirlenmesinin amaçlandığı çalışmasında 20-30 yaş arası 5 genç ve 59-63 yaş arası 5 yaşlı antrenmansız erkek %90-80 ve 70 şiddetle 3 tane 15 dk eksantrik egzersiz yapmışlardır. Yüksek şiddetli egzersizi takip eden ölçümlerde anlamlı farklılık bulunamamıştır. Vastus lateralis kasından alınan biopsi örnekleri %90 şiddetle egzersiz yapan yaşlı grupta gençlere oranla %5-50 arası daha fazla kas hasarının olduğu tespit edilmiştir.

Mair ve ark. (97)' nın yaptığı 22 erkek denekle 70 eksantrik diz ekstansiyon hareketi yaptırılarak kas hasarı ve toparlanma hızının belirlenmesi amaçlandığı çalışmada deney grubu 11' er kişilik 2 gruba ayrılmıştır. İlk grup 4 ikinci grup 13 gün egzersiz yapmışlardır. Kas ağrısı, kas kuvvet üretimi, kreatin kinaz düzeyi, kalp kası miyozin aktiviteleri incelenmiştir.

Denekler egzersiz öncesi ve egzersizi takip eden 4 günde kontrol edilmiştir. CK ve miyozin düzeylerinde artış, kas kuvveti ve gecikmiş kas ağrısında düşüş görülmüştür. CK ve miyozin arasındaki ilişki araştırılmış ve yüksek düzeyde ilişki tespit edilmiştir.

Nosaka ve Clarkson (98)' un maksimal izometrik güç, dirsek açısı, kas ağrısı ve kreatin kinaz düzeylerinin belirlenmesinin amaçlandığı çalışmasına 20 antrenmansız erkek 3 set 10 tekrardan oluşan dirsek fleksiyonu hareketinin eksantrik safhası yapmışlardır. Aynı uygulama ilk uygulamadan 3 ve 6 gün sonra tekrar edilmiştir. Bütün parametrelerde anlamlı farklılık bulunmuştur.

O'Reilly ve ark. (99)' nın yaptığı çalışmada 5 sağlıklı antrenmansız genç erkek 10 gün boyunca 45 dk bisiklet ergometresinde 201 W iş yükünde eksantrik egzersiz yapmışlardır. Egzersiz sonrası kaslardaki ödem gözlemlenmiştir. 10. Gün sonunda tip I ve tip II kas fibrillerinde kas glikojeni anlamlı bir şekilde düşük bulunmuştur.

Stupka ve ark. (100)' nın antrenmansız 8 erkek ve 8 bayanın denek olarak kullanıldığı yapısal kas hasarı, hücrel ve toparlanma cevaplarının araştırılması amaçladıkları çalışmada denekler 100 eksantrik "leg press" hareketi yapmış ve

sonrasında dinlenmişlerdir. Egzersizden 24 saat sonra vastus lateralis kasından biopsi örneği alınmıştır. Bayanlarda bütün ölçümlerde erkeklerden daha düşük CK ve kuvvet açığı değerleri tespit edilmiştir.

Nosaka ve ark. (101)' nın yüksek şiddetli eksantrik egzersiz sonrası uyum ve sonradan ortaya çıkan kas hasarının belirlenmesinin amaçlandığı çalışmasında 35 erkek öğrenci denek olarak kullanılmıştır. Deney grubu 6 (14 kişi), 9 (11 kiş) ve 12 (10 kişi) ay dominant olmayan kollarıyla dirsek fleksiyon hareketini yapmışlardır. Egzersiz bitiminden 5 ün sonra maksimal izometrik kuvvet, hareket genişliği oranı, üst kol çevresi, kas ağrısı ve plazma CK düzeyleri ölçülmüştür.

6 ve 9. aylardaki egzersiz sonrası maksimal izometrik kuvvette hızlı bir toparlanma gerçekleşmiş, kas ağrısında düşüş tespit edilmiş, üst kol çevresinde küçük bir artış gözlemlenmiş ve CK düzeylerinde anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir. Hareket genişliği oranında anlamlı bir farklılık bulunamamıştır. 12 ay egzersiz yapan grupta anlamlı bir farklılık bulunamamıştır.

Chen (102)' in 3 günlük maksimal eksantrik egzersiz sonrası kas hasarı ve EMG aktivitesindeki değişikliklerin belirlenmesini amaçladığı çalışmasına 26 erkek öğrenci katılmış, gruplar 70 tekrar (9 kişi) , 30 tekrar (8 kişi) ve kontrol grubu (9 kişi) olmak üzere 3' e ayrılmıştır. Denekler dominant olmayan kollarıyla 60° açıyla 30 maksimal istemli izokinetik eksantrik egzersiz gerçekleştirmiş, bu uygulanmadan 3 gün sonra 70 tekrar ve 30 tekrar grupları sırasıyla 70 ve 30 eksantrik kasılma gerçekleştirmişlerdir.

Üst kol, çevresi hareket genişliği oranı, kuvvet, EMG ve ortalama güç özellikleri, plazma CK ve kas ağrısı aktiviteleri ilk uygulamadan 9 gün sonra ölçülmüştür. İlk uygulamadan sonra tüm kas hasarı parametreleri bütün gruplarda anlamlı olarak farklı bulunmuştur. Her iki grubun da ikinci uygulamadan sonraki ölçümlerinde kas hasarı değerlerinde anlamlı bir farklılık bulunamamıştır.

Jamurtas ve ark. (103)' nın benzer şiddette eksantrik egzersiz sonrası bacak ve kolda oluşan kas hasarının karşılaştırılmasını amaçladıkları çalışmaya 11 sağlıklı antrenmansız erkek denek olarak katılmıştır. Deneklere submaksimal iş yüküyle eksantrik diz ekstansiyonu ve dirsek fleksiyonu hareketi yaptırılmıştır. %75 şiddetle kol ve bacak için 6 set 12 tekrardan oluşan egzersiz yaptırılmıştır.

Egzersiz takip eden 24, 48, 72 ve 96. saatlerde hareket genişliği oranı, gecikmiş kas ağrısı, serum CK ve LDH aktivitesi, miyoglobin konsantrasyonu ve kas kuvveti ölçülmüştür. Gecikmiş kas ağrısı ve hareket genişliği oranında 96. saatte kol ve bacakta benzer değişiklik olduğu tespit edilmiştir. 72 ve 96. saatlerde CK, LDH ve miyoglobin konsantrasyonunda kolda bacağı oranla anlamlı bir artış görülmüştür. Kas kuvvetinde 48, 72 ve 96. saatlerde anlamlı bir düşüş tespit edilmiştir.

Bruunsgaard ve ark. (104)' nın egzersiz sonrası yükselen sitokin düzeyi ve kas hasarının belirlenmesinin amaçladıkları çalışmada 9 sağlıklı genç erkek denek olarak kullanılmıştır. Denekler 2 hafta yüksek şiddette bisiklet egzersizi yapmışlardır. Denekler ilk önce 3 dk normal bisiklet egzersizi, daha sonra 30 dk. eksantrik egzersiz yapmışlardır. Çalışma sonunda CK, AST ve alanin aminotransferaz değerlerine bakılmış, bütün parametrelerde anlamlı farklılık tespit edilmiştir.

Şen (105)' in eksantrik kasılmalardan oluşan kayak aktivitesi süresince karbonhidrat-protein içeren bir supplement alınmasının kas hasarı üzerine etkisini araştırmak amacıyla yaptığı çalışmaya 16 sağlıklı erkek kayakçı denek olarak katılmıştır. CK düzeyleri plasebo ve karbonhidrat-protein gruplarında ölçülmüştür.

Egzersiz 510 m uzunluğundaki bir pist üzerinde 6 tekrar yapılarak tamamlanmış, karbonhidrat-protein grubu 1500 ml sıvı ile birlikte toplam 108 gr karbonhidrat ve 24 gr protein tüketmiştir. Plasebo grubu benzer tat ve elektrolit konsantrasyonuna sahip karbonhidrat ve protein içermeyen aynı miktarda sıvı tüketmişlerdir. Egzersizden önce, 5 dakika 1 saat ve 4 saat sonra venöz kan örnekleri alınmıştır. Kayak egzersizi süresince alınan karbonhidrat-protein supplementinin egzersizden 4 saat sonra CK artışını plasebo grubuna göre anlamlı derecede düşürdüğü tespit edilmiştir.

3. GEREÇ ve YÖNTEM

3.1. Araştırma Modeli

Bu çalışmada, araştırma grubu; Abant İzzet Baysal Üniversitesinde öğrenim gören aktif spor yapan gönüllü 10 erkek öğrenciden oluşturulmuştur. Bu çalışmada, supramaksimal (% 110) eksantrik kuvvet egzersizleriyle dominant olan ve dominant olmayan kolda oluşan kas hasarının karşılaştırılması hedeflenmiştir. Çalışma deneme modellerinden rastgele çapraz deney modeli esas alınarak yapılmıştır. Çalışma başlamadan önce Abant İzzet Baysal Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan etik kurul raporu alınmıştır (20/12/2012-B.30.2.ABÜ.0.20.05.04-050.01.04-466).

3.2. Araştırma Grubu

Tablo 3.1: Araştırma grubunun demografik özellikleri.

	Denek Sayısı (n)	En Düşük	En Yüksek	Ortalama	Standart Sapma
Yaş (yıl)	10	22	26	23,3	1,3
Boy (cm)	10	170	192	178,9	7,09
Vücut Ağırlığı (kg)	10	60	100	78,2	13,8

Tablo 3.1' e göre araştırmaya denek sayısı 10, yaş ortalaması $23,3 \pm 1,3$ yıl, boy ortalamaları $178,9 \pm 7,09$ cm ve vücut ağırlığı ortalamaları $78,2 \pm 13,8$ kg olan, herhangi bir kas- iskelet ve metabolik rahatsızlığı bulunmayan, A.İ.B.Ü.' de öğrenim gören öğrenciler katılmıştır. Araştırmaya katılmak isteyen öğrencilerin normal olarak yaptıkları sportif aktiviteler ve takım çalışmalarının dışında ekstra sportif faaliyet yapmıyor olmaları, beslenmelerinde herhangi ergojenik yardımcı bir maddeyi kullanmıyor olmaları ve sağlık sorunu nedeniyle düzenli ilaç kullanıp kullanmadıkları ve dominant olarak kullandıkları kolları kendilerine sorulmak suretiyle tespit edilmiştir. Deneklerin tamamı dominant olarak sağ kollarını kullanmaktadır.

Araştırmaya katılmak isteyen öğrencilerle bir bilgilendirme toplantısı yapılmış ve deneklere deney öncesi bilgilendirme formu verilerek ve test protokolü uygulanarak çalışma hakkında bilgi sahibi olmaları sağlanmıştır. Sonrasında çalışmaya katılan deneklerden gönüllü olduklarını belirten formu okuyarak imzalamaları istenmiş ve deneklerin vücut ağırlıkları standart kıyafetleri içerisinde (şort ve t-shirt), ayakkabısız, dik pozisyonda elektronik baskül ile, boy ölçümleri boy ölçer ile ve her iki kol için biceps çevre ölçümleri mezure ile A.İ.B.Ü BESYO egzersiz laboratuvarında yapılmıştır. Daha sonra gruplar rastgele yöntemle belirlenmiştir.

3.3. Verilerin Toplanması

Egzersiz protokolü AİBÜ fitness merkezinde saat 16:00-17:00 arasında yapılmıştır. Çalışmadan bir hafta önce deneklerin maksimal ağırlıkları maksimum tek tekrar (1 RM) yöntemiyle belirlenmiştir. Çalışmada tecrübeden kaynaklanabilecek farklılıkları ortadan kaldırmak amacıyla rastgele çapraz deney yöntemi uygulanmıştır. Grupların biri egzersizi dominant koluyla, diğer grup dominant olmayan koluyla gerçekleştirmiştir. Daha sonra gruplar yer değiştirmiştir.

3.4. Uygulanan Egzersiz Programı

Çalışma başlamadan önce deneklerin dinlenik, oturur bir şekilde antekübital venden venöz kan örnekleri sağlık personeli tarafından alınmıştır. Daha sonra deneklerin beş tanesi dominant, diğer beş tanesi de dominant olmayan kollarıyla önceden belirlenen supramaksimal (% 110) ağırlıklarıyla biceps kaldırma hareketinin eksantrik safhasını gerçekleştirmişlerdir. Konsantrik safhada denekler pasif rol almış, konsantrik safha çalışmayı yürüten kişi tarafından gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın konsantrik safhası 1 sn., eksantrik safhası 5 sn. sürdürülmüştür. Çalışma kişi egzersizi sürdüremeyecek duruma gelene kadar devam ettirilmiş, çalışmanın ritminin bozulmasıyla tamamlanmıştır.

Çalışmanın bitimini takip eden ilk dk., 6., 24., 48. ve 72. saatlerde yine sağlık personeli tarafından venöz kan örnekleri oturur vaziyette alınmıştır. 72. saatte alınan kandan 6 gün sonra denekler diğer kollarıyla çalışmayı gerçekleştirmiş ve kan alım prosedürü ilk safhada olduğu gibi tekrar uygulanmıştır.

3.5. Serum Örneği Alım Prosedürü

Çalışmaya katılanların sporculardan oturur vaziyette venöz kan örnekleri alındı. Serum eldesi için pıhtı aktivatörü içeren jel separatörlü kuru tüpler (Vacuette, Greiner Bio-one GmbH, Kremsmünster, Avusturya) kullanılarak 4 ml kan örnekleri alındı. Alınan kan örnekleri pıhtılaşması için oda ısısında 30 dakika bekletildi. Daha sonra +4 °C' de 1250 g' de 15 dakika santrifüj edilerek serum ve plazma ayrıldı. Serum örnekleri analiz yapılacak güne kadar -80 °C' de saklandı. Analizden hemen önce dondurulmuş örnekler aşamalı olarak çözüldü. Tekrarlanan dondurma ve çözme işleminden kaçınıldı.

3.5.1. Biyokimyasal testlerin çalışma prosedürü

Tüm standartlar, kontroller, serumlar, kitler kullanmaya başlamadan önce oda ısısına (18-26 °C) getirildi.

3.5.2. Serum kreatin kinaz aktivite ölçümü

Serum CK aktivitesi N-asetil-L-sistein metodu ile kinetik yöntem, Abbott ticari kiti (Abbott Laboratories, Chicago, IL, ABD) kullanılarak ölçüldü (Referans no: 7D63-21). Testin doğrusallığı 4267 U/L' ye kadardır. Gün içi tekrarlanabilirliği % 1,79, günler arası tekrarlanabilirliği % 3,2' dir. Analitik duyarlılığı 5 U/L' nin altındadır. Ölçüm yapılan kitin erkekler için referans aralığı 30-200 U/L ve kadınlar için referans aralık 29-168 U/L' dir.

3.5.3. Serum laktat dehidrogenaz aktivite ölçümü

Serum LDH aktivitesi laktatın pirüvata dönüşümünü kinetik yöntem ile, Abbott ticari kiti (Abbott Laboratories, Chicago, IL, ABD) kullanılarak ölçüldü (Referans no: 2P56-21). Testin doğrusallığı 2000 U/L' ye kadardır. Gün içi tekrarlanabilirliği % 0,49, günler arası tekrarlanabilirliği % 1,01' dir. Analitik duyarlılığı 510U/L' nin altındadır. Ölçüm yapılan kitin erişkin için referans aralığı 125-200 U/L' dir.

Serum LDH ve CK aktiviteleri, Abbott ticari kit kullanılarak Architect Ci 8200 (Abbott Laboratories, Chicago, IL, ABD) Biyokimya otoanalizöründe çalışıldı. LDH ve CK testleri için internal kalite kontrol serumları olarak BIO-RAD Lyphocek Assayed Chemistry Control (Katalog no: C-310-5, Hercules, CA, ABD),

eksternal kalite kontrol için EQAS Clinical Chemistry (Monthly) Program (Katalog no: BC5L, BC50/QC50, Hercules, CA, ABD) kullanılmaktadır.

3.6. İstatistiksel Analiz

Yapılan çalışmadan elde edilen veriler SPSS 17,0 paket programında analiz edilmiştir. Çalışmaya katılan bireylerin egzersiz sonrası 0.dk, 6, 24, 48 ve 72. saatlerde CK ve LDH aktivite düzeylerinin dominant olan ve olmayan koldaki etkileşiminin belirlenmesi için parametrik olmayan eşleştirilmiş iki örneklem testlerinden Wilcoxon Signed Ranks Testi yapılmıştır. İstatistiksel farklılığın gösterilmesi için Bonferroni düzeltmesi kullanılmıştır. Kilo, kol çevresi ve maksimal kuvvet arasındaki ilişkinin kuvvetini ve yönünü belirlemek için ise Pearson Korelasyon testi uygulanmıştır. Sonuçlar $p < 0,05$ anlamlılık düzeyinde değerlendirilmiştir.

4. BULGULAR

Deney grubunun demografik özellikleri Tablo 3.1’ de belirtilmiş olup, Tablo 4.1’e göre grubun antrenman yaşı ortalaması $9,6 \pm 2$ yıl, haftalık antrenman sıklığı ortalaması $3,6 \pm 0,6$ adet, haftalık toplam antrenman süresi ortalaması $6,7 \pm 2,1$ saat, sağ kol biceps çevresi ortalaması $32,2 \pm 3,3$ cm, sol kol biceps çevresi ortalaması $31,4 \pm 3,2$ cm, sağ kol maksimal kuvvet ortalaması $20,5 \pm 4,6$ kg, sol kol maksimal kuvvet ortalaması $20,2 \pm 4,7$ kg olarak tespit edilmiştir.

Tablo 4.1: Araştırma grubunun fizyolojik özellikleri (n:10, D: Dominant, ND: Dominant Olmayan)

	En Düşük	En Yüksek	Ortalama	Standart Sapma
Antrenman Yaşı (yıl)	6	12	9,6	2,0
Antrenman Sıklığı (adet)	3	5	3,6	0,6
Antrenman Süresi (saat)	3	10	6,7	2,1
D Kol Çevre (cm)	26,0	37,0	32,2	3,3
ND Kol Çevre (cm)	26,0	36,0	31,4	0,2
D Kol Maks. (kg)	12,5	30	20,5	4,6
ND Kol Maks. (kg)	12,5	30	20,2	4,7

Tablo 4.2’ de araştırma grubunun egzersiz sonrası 0. dk., 6, 24, 48 ve 72. saat dominant olan ve dominant olmayan kol CK en düşük, en yüksek, ortalama ve standart sapma değerleri verilmiştir.

Tablo 4.2: D ve ND kol CK betimsel istatistik değerleri (n:10, D: Dominant, ND: Dominant Olmayan)

	En Düşük (U/L)	En Yüksek (U/L)	Ortalama (U/L)	Standart Sapma (U/L)
CK dinlenik	73	203	126,8	47,0
CK D 0. dk	85	266	155,8	58,5
CK D 6.saat	90	280	178,7	68,6
CK D 24.saat	139	377	221,0	72,4
CK D 48.saat	129	385	262,3	82,9
CK D 72.saat	105	271	165,3	54,0
CK ND 0. dk	83	266	177,1	63,8
CK ND 6. saat	93	304	211,3	63,5
CK ND 24. saat	145	334	244,6	62,3
CK ND 48. saat	187	456	319,2	78,7
CK ND 72. saat	110	272	188,2	56,9

Tablo 4.3: D ve ND kol LDH betimsel istatistik değerleri (n:10, D: Dominant, ND: Dominant Olmayan)

	En Düşük (U/L)	En Yüksek (U/L)	Ortalama (U/L)	Standart Sapma (U/L)
LDH dinlenik	127	199	161,0	23,9
LDH D 0.dk	142	177	157,9	11,1
LDH D 6. saat	149	194	169,8	12,7
LDH D 24. saat	156	235	188,2	26,7
LDH D 48. saat	182	254	216,1	25,8
LDH D 72. saat	136	197	169,3	16,5
LDH ND 0. dk	150	215	171,3	21,8
LDH ND 6. saat	161	225	182,1	20,5
LDH ND 24. saat	164	247	197,7	27,4
LDH ND 48. saat	134	284	217,6	43,7
LDH ND 72. saat	153	211	174,3	18,6

Tablo 4.3' de araştırma grubunun dinlenik, egzersiz sonrası 0. dk., 6, 24, 48 ve 72. saat dominant olan ve dominant olmayan kol LDH ortalama, en düşük, en yüksek değerleri ve standart sapma değerleri belirtilmiştir.

Tablo 4.4: CK ve LDH D ve ND kol dinlenik ve 72. saat değişimleri (n:10, D: Dominant, ND: Dominant Olmayan)

	Değer	F	Anlamlılık (p)
CK ND	0,08	10,68	0,011
CK D	0,09	9,66	0,013
LDH ND	0,20	3,95	0,079
LDH D	0,06	14,86	0,005

Tablo 4.4' te CK ve LDH aktivite düzeylerinin dominant olan ve dominant olmayan kolda dinlenik ve 72. saat değişimleri analiz edilmiş olup, dominant olmayan kol CK (Z: 10,68; $p<0,05$), dominant olan kol CK (Z: 9,66; $p<0,05$) ve dominant olan kol LDH (Z: 14,86; $p<0,05$) aktivite düzeylerinde istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmiştir. Dominant olmayan kol LDH aktivite düzeyinde ise istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmemiştir (Z: 3,95; $p>0,05$).

Tablo 4.5: CK ve LDH 0. dk,6.,24.,48.,ve 72., saat D ve ND kollar arası değişimleri (n:10, D: Dominant, ND: Dominant Olmayan)

	Ortalamaların Karesi	F	Anlamlılık (p)
CK ND	43189,48	17,45	0,00
CK D	23877,89	15,37	0,00
LDH ND	4209,28	9,57	0,00
LDH D	4772,35	12,24	0,00

Tablo 4.5' te CK ve LDH enzimlerinin 0. dk,6.,24.,48.,ve 72., saat dominant olan ve dominant olmayan kollar arası değişimleri analiz edilmiştir. Buna göre her iki enzimde de istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmıştır ($p<0,05$).

Tablo 4.6: CK ve LDH D ve ND kol içi değişimleri (n:10, D: Dominant, ND: Dominant Olmayan)

	Ortalamaların Karesi	F	Anlamlılık (p)
CK ND	2676326,40	236,85	0,00
CK D	2053130,01	116,37	0,00
LDH ND	2031360,00	886,71	0,00
LDH D	1880802,15	3,289	0,00

Tablo 4.6' da CK ve LDH enzimlerinin dominant olan ve dominant olmayan kolda kol içi değişimleri analiz edilmiştir. Buna göre dominant olan ve dominant olmayan kolda her iki enzimde de istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmıştır ($p<0,05$).

Tablo 4.7: D ve ND kol karşılaştırılmış CK aktivite düzeyleri (n:10, D: Dominant, ND: Dominant Olmayan)

		Denek Sayısı	Sıraların Ortalaması	Sıraların Toplamı
CK ND 0. dk – CK D 0. dk	Negatif Sıralama	5	4,4	22,0
	Pozitif Sıralama	5	6,6	33,0
CK ND 6. saat – CK D 6. saat	Negatif Sıralama	4	4,0	16,0
	Pozitif Sıralama	6	6,5	39,0
CK ND 24. saat – CK D 24. saat	Negatif Sıralama	3	4,3	13,0
	Pozitif Sıralama	7	6,0	42,0
CK ND 48. saat – CK D 48. saat	Negatif Sıralama	3	2,0	6,0
	Pozitif Sıralama	7	7,0	49,0
CK ND 72. saat – CK D 72. saat	Negatif Sıralama	2	6,0	12,0
	Pozitif Sıralama	8	5,3	43,0

Tablo 4.7’ de CK aktivite düzeyleri 0.dk,6.,24.,48. ve 72. saat dominant olan ve dominant olmayan kolda karşılaştırılmış olarak verilmiştir.

Tablo 4.8: D ve ND kol karşılaştırılmış CK analiz değerleri (D: Dominant, ND: Dominant Olmayan)

	CK ND 0. dk– CK D 0. dk	CK ND 6.saat– CK D 6.saat	CK ND 24.saat– CK D 24.saat	CK ND 48.saat– CK D 48. saat	CK ND 72.saat– CK D 72. saat
Z	-0,561	-1,172	-1,478	-2,191	-1,581
Anlamlılık (p)	0,575	0,241	0,139	0,028	0,114

Tablo 4.8’ de egzersiz sonrası 0. dk., 6, 24, 48 ve 72. saat dominant olan ve dominant olmayan kol CK aktivite düzeyleri karşılaştırmalı analiz edilmiş olup, 0. dk, 6., 24. ve 72. saat aktivite düzeylerinde istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ($p > 0,05$). Egzersiz sonrası 48. saat aktivite düzeylerinde istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmiştir (Z: -2,191; $p < 0,05$).

Tablo 4.9: Dinlenik ve D kol karşılaştırılmış CK aktivite düzeyleri (n:10, D: Dominant, ND: Dominant Olmayan)

		Denek Sayısı	Sıraların Ortalaması	Sıraların Toplamı
CK dinlenik– CK D 0. dk	Negatif Sıralama	7	5,2	37,0
	Pozitif Sıralama	3	6,0	18,0
CK dinlenik – CK D 6. saat	Negatif Sıralama	7	5,5	39,0
	Pozitif Sıralama	3	5,3	16,0
CK dinlenik – CK D 24. saat	Negatif Sıralama	8	5,6	45,5
	Pozitif Sıralama	2	4,7	9,5
CK dinlenik – CK D 48. saat	Negatif Sıralama	8	5,6	45,0
	Pozitif Sıralama	2	5,0	10,0
CK dinlenik – CK D 72. saat	Negatif Sıralama	7	5,7	40,0
	Pozitif Sıralama	3	5,0	15,0

Tablo 4.9’ da dinlenik durumla egzersiz sonrası 0.dk., 6, 24, 48 ve 72. saat dominant olan kol CK aktivite düzeyleri karşılaştırmalı olarak verilmiştir.

Tablo 4.10: Dinlenik ve D kol karşılaştırılmış CK enzimi analiz değerleri (n:10, D: Dominant, ND: Dominant Olmayan)

	CK dinlenik – CK D 0. dk	CK dinlenik. CK D 6.saat	CK dinlenik – CK D 24. saat	CK dinlenik – CK D 48. saat	CK dinlenik – CK D 72. saat
Z	-0,969	-1,172	-1,836	-1,784	-1,275
Anlamlılık (p)	0,333	0,241	0,014	0,041	0,202

Tablo 4.10'a göre dinlenik durumla egzersiz sonrası 0.dk., 6, 24, 48 ve 72. saat dominant olan kol CK aktivite düzeyleri karşılaştırılarak analiz edilmiş olup, 0.dk, 6. ve 72. saat aktivite düzeylerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır ($p>0,05$). 24. ve 48. saat aktivite düzeylerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmiştir ($p<0,05$).

Tablo 4.11 : Dinlenik ve ND kol karşılaştırılmış CK aktivite düzeyleri (n:10, D: Dominant, ND: Dominant Olmayan)

		Denek Sayısı	Sıraların Ortalaması	Sıraların Toplamı
CK dinlenik– CK ND 0. dk	Negatif Sıralama	8	5,6	45,0
	Pozitif Sıralama	2	5,0	10,0
CK dinlenik – CK ND 6. saat	Negatif Sıralama	8	6,2	50,0
	Pozitif Sıralama	2	2,5	5,0
CK dinlenik – CK ND 24. saat	Negatif Sıralama	8	5,8	47,0
	Pozitif Sıralama	2	4,0	8,0
CK dinlenik – CK ND 48. saat	Negatif Sıralama	8	5,7	46,0
	Pozitif Sıralama	2	4,5	9,0
CK dinlenik – CK ND 72. saat	Negatif Sıralama	8	5,2	42,0
	Pozitif Sıralama	2	6,5	13,0

Tablo 4.11’ de dinlenik durumla egzersiz sonrası 0.dk., 6, 24, 48 ve 72. saat dominant olmayan kol CK aktivite düzeyleri karşılaştırmalı olarak verilmiştir.

Tablo 4.12: Dinlenik ve ND kol karşılaştırılmış CK analiz değerleri (n:10, D: Dominant, ND: Dominant Olmayan)

	CK dinlenik – CK ND 0. dk	CK dinlenik.– CK ND 6. saat	CK dinlenik – CK ND 24. saat	CK dinlenik – CK ND 48. saat	CK dinlenik – CK ND 72. saat
Z	-1,784	-2,293	-1,988	-1,886	-1,478
Anlamlılık (p)	0,074	0,022	0,047	0,059	0,139

Tablo 4.12' ye göre dinlenik durumla egzersiz sonrası 0. dk., 6, 24, 48 ve 72. saat dominant olmayan kol CK aktiviteleri karşılaştırılarak analiz edilmiş olup, 0.dk, 48. ve 72. saat aktivite düzeylerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır.($p>0,05$). 6. ve 24. saat aktivite düzeylerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmiştir ($p<0,05$).

Tablo 4.13: 0.dk., 6, 24, 48 ve 72. saat D kol karşılaştırılmış CK aktivite düzeyleri (n:10, D: Dominant, ND: Dominant Olmayan)

		Denek Sayısı	Sıraların Ortalaması	Sıraların Toplamı
CK D 0. dk- CK D 6. saat	Negatif Sıralama	9	5,78	52,00
	Pozitif Sıralama	1	3,00	3,00
CK D 6. saat – CK D 24. saat	Negatif Sıralama	8	6,25	50,00
	Pozitif Sıralama	2	2,50	5,00
CK D 24. saat- CK D 48. saat	Negatif Sıralama	9	5,78	52,00
	Pozitif Sıralama	1	3,00	3,00
CK D 48. saat- CK D 72. saat	Negatif Sıralama	0	0,00	0,00
	Pozitif Sıralama	10	5,50	55,00

Tablo 4.13’ te egzersiz sonrası 0. dk., 6, 24, 48 ve 72. saat dominant olan kol CK aktivite düzeyleri karşılaştırmalı olarak verilmiştir.

Tablo 4.14: 0. dk., 6, 24, 48 ve 72. saat D kol karşılaştırılmış CK analiz değerleri (n:10, D: Dominant, ND: Dominant Olmayan)

	CK D 0. dk- CK D 6. saat	CK D 6. saat – CK D 24. saat	CK D 24. Saat- CK D 48. saat	CK D 48. Saat- CK D 72. saat
Z	-2,497	-2,293	-2,497	-2,803
Anlamlılık (p)	0,013	0,022	0,013	0,005

Tablo 4.14' te egzersiz sonrası 0. dk., 6, 24, 48 ve 72. saat dominant olan kol CK aktivite düzeyleri karşılaştırmalı olarak analiz edilmiş olup, 0.-6., 6.-24., 24.-48. ve 48.-72. saatler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmiştir ($p < 0,05$).

Tablo 4.15: 0. dk., 6, 24, 48 ve 72. saat ND kol karşılaştırılmış CK aktivite düzeyleri (n:10, D: Dominant, ND: Dominant Olmayan)

		Denek Sayısı	Sıraların Ortalaması	Sıraların Toplamı
CK ND 0. dk- CK ND 6. saat	Negatif Sıralama	8	5,62	45,00
	Pozitif Sıralama	2	5,00	10,00
CK ND 6. saat – CK ND 24. saat	Negatif Sıralama	7	6,14	43,00
	Pozitif Sıralama	3	4,00	12,00
CK ND 24. Saat- CK ND 48. saat	Negatif Sıralama	10	5,50	55,00
	Pozitif Sıralama	0	0,00	0,00
CK ND 48. Saat- CK ND 72. saat	Negatif Sıralama	0	0,00	0,00
	Pozitif Sıralama	10	5,50	55,00

Tablo 4.15’ te egzersiz sonrası 0. dk., 6, 24, 48 ve 72. saat dominant olmayan kol CK aktivite düzeyleri karşılaştırmalı olarak verilmiştir.

Tablo 4.16: 0. dk., 6, 24, 48 ve 72. saat ND kol karşılaştırılmış CK analiz değerleri (n:10, D: Dominant, ND: Dominant Olmayan)

	CK ND 0. dk- CK ND 6. saat	CK ND 6. saat – CK ND 24. saat	CK ND 24. saat- CK ND 48. Saat	CK ND 48. saat- CK ND 72. saat
Z	-1,784	-1,580	-2,803	-2,803
Anlamlılık (p)	0,074	0,114	0,005	0,005

Tablo 4.16’ da egzersiz sonrası 0. dk., 6, 24, 48 ve 72. saat dominant olmayan kol CK aktivite düzeyleri karşılaştırmalı olarak analiz edilmiş olup, 24.-48. ve 48.-72. saatler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmiştir ($p < 0,05$). 0.-6. ve 6.-24., saatler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmemiştir ($p > 0,05$).

Tablo 4.17: D ve ND kol karşılaştırılmış LDH aktivite düzeyleri (n:10, D: Dominant, ND: Dominant Olmayan)

		Denek Sayısı	Sıraların Ortalaması	Sıraların Toplamı
LDH ND 0. saat – LDH D 0. saat	Negatif Sıralama	3	3,3	10,0
	Pozitif Sıralama	6	5,8	35,0
LDH ND 6. saat – LDH D 6. saat	Negatif Sıralama	4	3,5	14,0
	Pozitif Sıralama	5	6,2	31,0
LDH ND 24. saat – LDH D 24. saat	Negatif Sıralama	4	5,0	20,0
	Pozitif Sıralama	6	5,8	35,0
LDH ND 48. saat – LDH D 48. saat	Negatif Sıralama	5	4,5	22,5
	Pozitif Sıralama	5	6,5	32,5
LDH ND 72. saat – LDH D 72. saat	Negatif Sıralama	5	4,5	22,5
	Pozitif Sıralama	5	6,5	32,5

Tablo 4.17’ de LDH aktivite düzeyleri 0.dk,6.,24.,48. ve 72. saat dominant olan ve dominant olmayan kolda karşılaştırılmış olarak verilmiştir.

Tablo 4.18: D ve ND kol karşılaştırılmış LDH analiz değerleri (n:10, D: Dominant, ND: Dominant Olmayan)

	LDH ND 0.saat– LDH D 0.saat	LDH ND 6.saat– LDH D 6.saat	LDH ND 24.saat–LDH D 24.saat	LDH ND 48.saat– LDH D 48.saat	LDH ND 72.saat– LDH D 72.saat
Z	-1,482	-1,008	-0,765	-0,510	-0,510
Anlamlılık (p)	0,138	0,314	0,444	0,610	0,610

Tablo 4.18’ de egzersiz sonrası 0. dk.,6, 24, 48 ve 72. saat dominant olan ve dominant olmayan kol LDH aktivite düzeyleri karşılaştırmalı olarak analiz edilmiş olup, LDH toparlanma evresi karşılaştırma analizinde istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ($p > 0,05$).

Tablo 4.19: Dinlenik ve D kol karşılaştırılmış LDH aktivite düzeyleri (n:10, D: Dominant, ND: Dominant Olmayan)

		Denek Sayısı	Sıraların Ortalaması	Sıraların Toplamı
LDH dinlenik– LDH D 0. saat	Negatif Sıralama	5	6,8	34,0
	Pozitif Sıralama	5	4,2	21,0
LDH dinlenik – LDH D 6. saat	Negatif Sıralama	4	4,0	16,0
	Pozitif Sıralama	6	6,5	39,0
LDH dinlenik – LDH D 24. Saat	Negatif Sıralama	3	2,0	6,0
	Pozitif Sıralama	7	7,0	49,0
LDH dinlenik – LDH D 48. Saat	Negatif Sıralama	1	1,0	1,0
	Pozitif Sıralama	9	6,0	54,0
LDH dinlenik –LDH D 72. Saat	Negatif Sıralama	3	5,1	15,5
	Pozitif Sıralama	7	5,6	39,5

Tablo 4.19’ da dinlenik durumla egzersiz sonrası 0. dk., 6, 24, 48 ve 72. saat dominant olan kol LDH aktivite düzeyleri karşılaştırmalı olarak verilmiştir.

Tablo 4.20: Dinlenik ve D kol karşılaştırılmış LDH analiz değerleri (n:10, D: Dominant, ND: Dominant Olmayan)

	LDH dinlenik– LDH D 0.saat	LDH dinlenik– LDH D 6.saat	LDH dinlenik – LDH D 24.saat	LDH dinlenik – LDH D 48.saat	LDH dinlenik – LDH D 72.saat
Z	-0,663	-1,173	-2,191	-2,701	-1,224
Anlamlılık (p)	0,507	0,241	0,028	0,007	0,221

Tablo 4.20 ' ye göre dinlenik durumla egzersiz sonrası 0. dk., 6, 24, 48 ve 72. saat dominant olan kol LDH aktivite düzeyleri karşılaştırılarak analiz edilmiş olup, dinlenik ve 0.dk, 6., 72. saat aktivite düzeylerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır ($p>0,05$). Dinlenik ve 24.,48. saat aktivite düzeylerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmiştir ($p<0,05$).

Tablo 4.21: Dinlenik ve ND kol karşılaştırılmış LDH aktivite düzeyleri (n:10, D: Dominant, ND: Dominant Olmayan)

		Denek Sayısı	Sıraların Ortalaması	Sıraların Toplamı
LDH dinlenik– LDH ND 0. saat	Negatif Sıralama	3	4,6	14,0
	Pozitif Sıralama	7	5,8	41,0
LDH dinlenik – LDH ND 6. saat	Negatif Sıralama	2	4,0	8,0
	Pozitif Sıralama	8	5,8	47,0
LDH dinlenik – LDH ND 24. saat	Negatif Sıralama	2	2,7	5,5
	Pozitif Sıralama	8	6,1	49,5
LDH dinlenik – LDH ND 48. saat	Negatif Sıralama	2	1,5	3,0
	Pozitif Sıralama	8	6,5	52,0
LDH dinlenik – LDH ND 72. saat	Negatif Sıralama	3	4,0	12,0
	Pozitif Sıralama	7	6,1	43,0

Tablo 4.21' de dinlenik durumla egzersiz sonrası 0. dk., 6, 24, 48 ve 72. saat dominant olmayan kol LDH aktivite düzeyleri karşılaştırmalı olarak verilmiştir.

Tablo 4.22: Dinlenik ve ND kol karşılaştırılmış LDH analiz değerleri (n:10, D: Dominant, ND: Dominant Olmayan)

	LDH dinlenik – LDH ND 0. saat	LDH dinlenik – LDH ND 6. saat	LDH dinlenik – LDH ND 24.saat	LDH dinlenik – LDH ND 48. saat	LDH dinlenik – LDH ND 72.saat
Z	-1,376	-1,988	-2,244	-2,497	-1,580
Anlamlılık (p)	0,169	0,047	0,025	0,013	0,114

Tablo 4.22' ye göre dinlenik durumla egzersiz sonrası 0. dk., 6, 24, 48 ve 72. saat dominant olmayan kol LDH aktivite düzeyleri karşılaştırılarak analiz edilmiş olup, dinlenik ve 0.dk, 72. saat arasındaki aktivite düzeylerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır. ($p>0,05$). 6., 24. ve 48. saat aktivite düzeylerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmiştir ($p<0,05$).

Tablo 4.23: 0. dk., 6, 24, 48 ve 72. saat D kol karşılaştırılmış LDH aktivite düzeyleri (n:10, D: Dominant, ND: Dominant Olmayan)

		Denek Sayısı	Sıraların Ortalaması	Sıraların Toplamı
LDH D 0. dk- LDH D 6. saat	Negatif Sıralama	10	5,50	55,00
	Pozitif Sıralama	0	0,00	0,00
LDH D 6. saat – LDH D 24. saat	Negatif Sıralama	7	6,43	45,00
	Pozitif Sıralama	3	3,33	10,00
LDH D 24. Saat- LDH D 48. Saat	Negatif Sıralama	8	6,00	48,00
	Pozitif Sıralama	2	3,50	7,00
LDH D 48. Saat- LDH D 72. Saat	Negatif Sıralama	0	0,00	0,00
	Pozitif Sıralama	10	5,50	55,00

Tablo 4.23' te egzersiz sonrası 0. dk., 6, 24, 48 ve 72. saat dominant olan kol LDH aktivite düzeyleri karşılaştırmalı olarak verilmiştir.

Tablo 4.24: 0. dk., 6, 24, 48 ve 72. saat D kol karşılaştırılmış LDH analiz değerleri (n:10, D: Dominant, ND: Dominant Olmayan)

	LDH D 0. dk- LDH D 6. saat	LDH D 6. saat – LDH D 24. saat	LDH D 24. saat- LDH D 48. Saat	LDH D 48. saat- LDH D 72. saat
Z	-2,803	-1,784	-2,090	-2,803
Anlamlılık (p)	0,005	0,074	0,037	0,005

Tablo 4.24' te egzersiz sonrası 0. dk., 6, 24, 48 ve 72. saat dominant olan kol LDH aktivite düzeyleri karşılaştırmalı olarak analiz edilmiş olup, 0.-6., 24.-48. ve 48.-72. saatler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmıştır ($p < 0,05$). 6.-24. saatler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmemiştir ($p > 0,05$).

Tablo 4.25: 0. dk., 6, 24, 48 ve 72. saat ND kol karşılaştırılmış LDH aktivite düzeyleri (n:10, D: Dominant, ND: Dominant Olmayan)

		Denek Sayısı	Sıraların Ortalaması	Sıraların Toplamı
LDH ND 0. dk- LDH ND 6. saat	Negatif Sıralama	10	5,50	55,00
	Pozitif Sıralama	0	0,00	0,00
LDH ND 6. saat – LDH ND 24. saat	Negatif Sıralama	8	6,44	51,50
	Pozitif Sıralama	2	1,75	3,50
LDH ND 24. Saat- LDH ND 48. saat	Negatif Sıralama	9	5,11	46,00
	Pozitif Sıralama	1	9,00	9,00
LDH ND 48. Saat- LDH ND 72. saat	Negatif Sıralama	1	1,00	1,00
	Pozitif Sıralama	9	6,00	54,00

Tablo 4.25’ te egzersiz sonrası 0. dk., 6, 24, 48 ve 72. saat dominant olmayan kol LDH aktivite düzeyleri karşılaştırmalı olarak verilmiştir.

Tablo 4.26: 0. dk., 6, 24, 48 ve 72. saat ND kol karşılaştırılmış LDH analiz değerleri (n:10, D: Dominant, ND: Dominant Olmayan)

	LDH ND 0. dk- LDH ND 6. saat	LDH ND 6. saat – LDH ND 24. saat	LDH ND 24. saat- LDH ND 48. saat	LDH ND 48. saat- LDH ND 72. saat
Z	-2,809	-2,449	-1,887	-2,703
Anlamlılık (p)	0,005	0,014	0,059	0,007

Tablo 4.26’ da egzersiz sonrası 0. dk., 6, 24, 48 ve 72. saat dominant olmayan kol LDH aktivite düzeyleri karşılaştırmalı olarak analiz edilmiş olup, 0.-6., 6.-24. ve 48.-72. saatler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmıştır ($p < 0,05$). 24.-48. saatler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmemiştir ($p > 0,05$).

Tablo 4.27: D ve ND kol maksimal kuvvet ve vücut ağırlığı betimsel istatistik değerleri (n:10, D: Dominant, ND: Dominant Olmayan)

	En Düşük	En Yüksek	Ortalama	Standart Sapma
Vücut Ağırlığı (kg)	60,0	100,0	78,2	13,8
D maksimum (kg)	12,5	30,0	20,5	4,6
ND maksimum (kg)	12,5	30,0	20,2	4,7

Tablo 4.27’ de araştırma grubunun dominant olan ve dominant olmayan kol maksimal kuvvet değerleri ve vücut ağırlığı ortalama ve standart sapma değerleri belirtilmiştir.

Tablo 4.28: D ve ND kol maksimal kuvvet ve vücut ağırlığı ilişkisi istatistiksel analiz değerleri (n:10, D: Dominant, ND: Dominant Olmayan)

		Vücut Ağırlığı (kg)	ND maksimum (kg)	D maksimum (kg)
Vücut Ağırlığı (kg)	Korelasyon	1	0,546	0,559
	Anlamlılık (p)		0,103	0,093
ND maksimum (kg)	Korelasyon	0,546	1	0,986
	Anlamlılık (p)	0,103		0,000
D maksimum (kg)	Korelasyon	0,559	0,986	1
	Anlamlılık (p)	0,093	0,000	

Tablo 4.28' e göre grubun dominant olan ve dominant olmayan kol maksimal kaldırma kuvveti ve vücut ağırlığı ilişkisinin belirlenmesi için Pearson Korelasyon analizi yapılmış, dominant olan kol maksimal kaldırma kuvveti ve vücut ağırlığı arasında pozitif yönde orta düzeyde ($r: 0,559$), dominant olmayan kol maksimal kaldırma kuvveti ve vücut ağırlığı arasında pozitif yönde orta düzeyde ilişki tespit edilmiştir ($r: 0,546$). Dominant olmayan kol maksimal kaldırma kuvveti ve dominant olan kol maksimal kaldırma kuvveti arasında pozitif yönde çok yüksek düzeyde ilişki tespit edilmiştir ($r: 0,986$).

Tablo 4.29: D ve ND kol maksimal kuvvet ve kol çevresi betimsel istatistik değerleri (n:10, D: Dominant, ND: Dominant Olmayan)

	En Düşük	En Yüksek	Ortalama	Standart Sapma
D maksimal (kg)	12,5	30,0	20,5	4,6
D çevre (cm)	26,0	37,0	32,2	3,3
ND maksimal (kg)	12,5	30,0	20,2	4,7
ND çevre (cm)	26,0	36,0	31,4	3,2

Tablo 4.29' da grubun dominant olan kol maksimal kaldırma kuvveti ve dominant olan kol çevresi ortalama ve standart sapma değerleri verilmiştir.

Tablo 4.30: D ve ND kol maksimal kuvvet ve kol çevresi ilişkisi istatistiksel analiz değerleri (n:10, D: Dominant, ND: Dominant Olmayan)

		D maksimal (kg).	D çevre (cm)	ND maksimal (kg).	ND çevre (cm)
D maksimal (kg)	Korelasyon	1	0,833	0,986	0,880
	Anlamlılık (p)		0,003	0,000	0,001
D çevre (cm)	Korelasyon	0,833	1	0,803	0,947
	Anlamlılık (p)	0,003		0,005	0,000
ND maksimal (kg).	Korelasyon	0,986	0,803	1	0,870
	Anlamlılık (p)	0,000	0,005		0,001
ND çevre (cm)	Korelasyon	0,880	0,947	0,870	1
	Anlamlılık (p)	0,001	0,000	0,001	

Tablo 4.30’da dominant olan kol maksimal kaldırma kuvveti ve dominant olan kol çevresi ilişkisinin belirlenmesi için Pearson Korelasyon analiz yapılmış, dominant olan kol maksimal kaldırma kuvveti ve dominant olan kol çevresi arasında pozitif yönde yüksek düzeyde ilişki tespit edilmiştir (r: 0,833). Dominant olmayan kol maksimal kaldırma kuvveti ve dominant olmayan kol çevresi ilişkisinin belirlenmesi için Pearson Korelasyon analizi yapılmış, dominant olmayan kol maksimal kaldırma kuvveti ve dominant olmayan kol çevresi arasında pozitif yönde yüksek düzeyde ilişki tespit edilmiştir (r: 0,870).

5. TARTIŞMA

Kas hasarını belirlemede en önemli gösterge olarak kabul edilen CK ve LDH enzimlerinin belirlenmesinin amaçlandığı bu çalışma eksantrik kasılmaların dominant olan ve olmayan kol arasındaki kas hasarının ve toparlanma düzeylerinin karşılaştırılması amacı ile yapılmıştır. Denekler supramaksimal iş yükünde sağ ve sol kollarıyla biceps kaldırma hareketinin eksantrik safhasını gerçekleştirmişlerdir. Çalışma kişi egzersizi sürdüremeyecek duruma gelene kadar devam ettirilmiş, çalışmanın ritminin bozulması ile tamamlanmıştır.

Çalışmanın bitimini takip eden 0. dk., 6., 24., 48. ve 72. saatlerde kan örnekleri alınmıştır. Kas hasarının biyokimyasal göstergelerinden olan CK ve LDH enzim aktivitesi eksantrik egzersiz sonrası 0.dk., 6, 24, 48 ve 72. saat ölçümleriyle değerlendirilmiştir. CK ve LDH enzimlerinin dominant olan ve dominant olmayan kolda dinlenik ve 72. saat değişimleri analiz edilmiş olup, dominant olmayan kol CK, dominant olan kol CK ve dominant olan kol LDH aktivite düzeylerinde istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmiştir. Dominant olmayan kol LDH aktivite düzeylerinde ise istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmemiştir. Bu sonuçlar her iki kolda da toparlanmanın 72. saatte gerçekleştiğini kanıtlamaktadır.

CK ve LDH enzimlerinin 0.dk,24.,48.,ve 72., dominant olan ve dominant olmayan kollar arası değişimleri analiz edilmiştir. Buna göre her iki enzimde de dominant olan ve dominant olmayan kol aktivite düzeylerinde istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmıştır. Bu sonuçlardan da anlaşılacağı üzere dominant olan ve dominant olmayan kolda her iki enzimde de farklı tepkiler oluşmuştur. CK ve LDH enzimlerinin dominant olan ve dominant olmayan kolda kol içi değişimleri analiz edilmiştir. Buna göre dominant olan ve dominant olmayan kolda her iki enzimde de istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmıştır. Bu sonuçlar her iki kolda da toparlanmanın 72. saatte gerçekleştiğini kanıtlamaktadır.

Egzersiz sonrası 0.dk, 6, 24, 48 ve 72. saat dominant olan ve dominant olmayan kol CK aktivite düzeyleri karşılaştırmalı analiz edilmiş olup, 0.dk, 6., 24. ve 72. saat aktivite düzeylerinde istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır. Egzersiz sonrası 48. saat aktivite düzeylerinde istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmiştir. Bu sonuçlara göre egzersiz sonrası dominant olan ve dominant olmayan kolda benzer etkilerin olduğu, 48. saat değerinde ise kolların farklı tepkiler verdiği

anlaşılmaktadır. Yani kas hasarı dominant olan ve dominant olmayan kolda 48. saate kadar geçen sürede artış göstermiş 48. saatte en yüksek düzeye ulaşmış, 72. saate doğru da toparlanma gerçekleşmiştir. Dinlenik durumla egzersiz sonrası 0. dk., 6, 24, 48 ve 72. saat dominant olan ve dominant olmayan kol CK aktivite düzeyleri karşılaştırılarak analiz edilmiş olup, dominant olan kol 0.dk, 6. ve 72. saat aktivite düzeylerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamış, 24. ve 48. saat aktivite düzeylerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmiştir. Dominant olmayan kol aktivite düzeylerinde ise, 0.dk, 48. ve 72. saat aktivite düzeylerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamış, 6. ve 24. saat aktivite düzeylerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmiştir. Yine bu sonuçlar da 24. ve 48. saatlerde kas hasarının en yüksek düzeye ulaştığının, 72. saat civarında ise dinlenik duruma döndüğünün göstergesidir.

Tespit edilen sonuçlar dominant olan kolda 0.dk, 6., ve 72. saatteki CK aktivite düzeylerinin dinlenik durumla benzerlik gösterdiğini, 24. ve 48. saatte ise dinlenik durumla farklılık gösterdiğini bildirmektedir. Dominant olmayan kolda ise, 0.dk, 48. ve 72. saat aktivite düzeyleri dinlenik durumla benzer, 6. ve 24. saat aktivite düzeyleri dinlenik durumdan farklılık göstermektedir. Bu sonuçlardan yola çıkarak dominant olan ve dominant olmayan kolda toparlanmanın gerçekleştiği, dominant olmayan kolda dominant olan kola oranla daha hızlı bir toparlanmanın gerçekleştiği söylenebilmektedir.

Egzersiz sonrası 0.dk., 6, 24, 48 ve 72. saat dominant olan kol CK aktivite düzeyleri eşleştirilerek analiz edilmiş olup, 0.-6., 6.-24., 24.-48. ve 48.-72. saatler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmiştir. Dominant olmayan kolda ise, 24.-48. ve 48.-72. saatler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmiş, 0.-6. ve 6.-24. saatler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir. Bu sonuçlardan da anlaşılacağı üzere dominant olan kolda her ölçüm bir sonraki ölçümden farklılık göstermiştir. Dominant olmayan kolda ise 0.-6. ve 6.-24.,saat aktivite düzeyleri birbirine benzerlik göstermiştir.

Egzersiz sonrası 0.dk.,6, 24, 48 ve 72. saat dominant olan ve dominant olmayan kol LDH aktivite düzeyleri karşılaştırmalı olarak analiz edilmiş olup, LDH toparlanma evresi karşılaştırma analizinde istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır. Dinlenik durumla egzersiz sonrası 0.dk., 6, 24, 48 ve 72. saat

dominant olan kol LDH aktivite düzeyleri karşılaştırılarak analiz edilmiş olup, dinlenik ve 0.dk., 6. ve 72. saatte istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamış, dinlenik ve 24.,48. saatte istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmiştir. Dominant olmayan kolda ise, dinlenik ve 0.dk, 72. saat arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamış, 6., 24. ve 48. saatte istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmiştir. Bu sonuçlara göre LDH aktivite düzeyinin dominant olan ve dominant olmayan kolda 24. ve 48. saatte en yüksek düzeye ulaştığı ve toparlanmanın benzer sürelerde gerçekleştiği anlaşılmaktadır.

Egzersiz sonrası 0.dk., 6, 24, 48 ve 72. saat dominant olan kol LDH aktivite düzeyleri eşleştirmeli olarak analiz edilmiş olup, 0.-6., 24.-48. ve 48.-72. saatler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmış, 6.-24., saatler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmemiştir. Dominant olmayan kolda ise, 0.-6., 6.-24. ve 48.-72. saatler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmış, 24.-48. saatler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmemiştir. Bu sonuçlar da LDH aktivite düzeylerinde de CK aktivite düzeylerinde olduğu gibi kas hasarının 24. saate kadar artış gösterdiği, 24. ve 48. saatlerde en yüksek düzeye ulaştığını 72. saatte toparlanmanın gerçekleştiğini kanıtlamaktadır.

Sonuç olarak CK ve LDH aktivite düzeylerinin bütün ölçümlerde dominant olmayan kolda dominant olan kola oranla daha yüksek seviyelerde olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçlardan yola çıkılarak dominant olmayan kolda dominant olan kola oranla daha yüksek düzeyde kas hasarının olduğu ve buna bağlı olarak toparlanmanın dominant olan koldan daha yavaş gerçekleştiği tespit edilmiştir. Dominant olan kolda dominant olmayan koldan daha hızlı gerçekleşen toparlanma süresi antrenmanlarda dominant olmayan kolla yapılan egzersizler sonrası dinlenme aralarının belirlenmesinde önemli olacaktır.

Yapılan çalışmadaki sonuçlar Hazar, Erol ve Gökdemir (93)' in kuvvet antrenmanı sonrası oluşan kas ağrısının kas hasarıyla ilişkisinin araştırılması amacıyla yaptıkları çalışma ile Jubeau ve ark., (91)' nin istemli ve uyarıcı kasılmaların kas gücü, büyüme hormonu, kan laktatı ve kas hasarındaki değişikliklerin karşılaştırılmasının amaçlandığı istemli ve uyarılmış leg press egzersizi ile serum büyüme hormonu konsantrasyonu, kan laktatı, izometrik maksimal istemli kasılma kuvveti, serum CK aktivitesi ve kas ağrısının

karşılaştırılmasının yapıldığı çalışma ile toparlanma süreleri açısından benzerlik göstermektedir.

Ayrıca çalışmanın CK enzimi sonuçları toparlanma süreleri açısından Nosaka ve Clarkson, (98)' un maksimal izometrik güç, dirsek açısı, kas ağrısı ve kreatin kinaz düzeylerinin belirlenmesinin amaçlandığı dirsek fleksiyonu hareketinin eksantrik safhasının yapıldığı çalışma, Jamurtas ve ark., (103)' nin benzer şiddette eksantrik egzersiz sonrası bacak ve kolda oluşan kas hasarının karşılaştırılmasını amaçladıkları submaksimal iş yüküyle eksantrik diz ekstansiyonu ve dirsek fleksiyonu hareketi yaptırdıkları çalışma ve Bruunsgaard ve ark., (104)' nin egzersiz sonrası yükselen sitokin düzeyi ve kas hasarının belirlenmesinin amaçladıkları kas hasarıyla ilgili yaptığı çalışmalarla paralellik göstermektedir.

Bu çalışma Güzel, Hazar ve Erbaş (90)'ın değişik direnç antrenmanları sonrasında oluşan kas hasarı ve oksidatif cevapların belirlenmesinin amaçladığı, düşük ya da yüksek şiddetli direnç antrenmanlarının kandaki yağ yakımı nitrik oksit ve kreatin kinaz aktivitesinin üzerine etkisinin araştırıldığı çalışma ile antrenman metodu ve farklı egzersiz uygulamaları nedeniyle farklılık göstermektedir.

Roth ve ark., (92)' nin yüksek kapsamlı ağır direnç egzersizlerinin oluşturduğu kas hasarı incelendiği çalışma ile, Nosaka ve Clarkson, (94)' un eksantrik ve izometrik kasılmalarla her iki kol kullanılarak yaptıkları, Newham, Jones ve Adwards (91)' in yokuş yukarı ve aşağı yürüyüş egzersizi ile eksantrik ve konsantrik kasılmalar yaparak CK enzimi değerlerini araştırdıkları çalışmalar ile uygulanan egzersiz ve kasılma türünün farklı olması nedeniyle farklılıklar göstermektedir.

Manfredi ve ark., (96)' nin CK aktivitesinin genç ve yaşlı erkeklerde yüksek şiddetli eksantrik egzersiz sonrası iskelet kaslarındaki yapısal değişikliklerin belirlenmesi amacı ile, Mair ve ark., (97)' nin eksantrik diz ekstansiyon hareketi yaptırılarak kas hasarı ve toparlanma hızının belirlenmesi amacıyla, O'Reilly ve ark., (99)' nin bisiklet ergometresinde 201 W iş yükünde eksantrik egzersiz yaptırdıkları çalışmalarla hedef kas grubunun farklı olması, deney gruplarının özellikleri, uygulanan egzersiz programları ve kasılma türlerinin farklı olması nedeniyle benzerlik tespit edilememiştir.

Stupka ve ark., (100)' nın yapısal kas hasarı, hücrel ve toparlanma cevaplarının araştırılması amaçladıkları çalışma, Nosaka, Sakamoto, Newton ve Sacco (101)' nun yüksek şiddetli eksantrik egzersiz sonrası uyum ve sonradan ortaya çıkan kas hasarının belirlenmesinin amaçlandığı çalışma, Chen, (102)' in 3 günlük maksimal eksantrik egzersiz sonrası kas hasarı ve EMG aktivitesindeki değişikliklerin belirlenmesini amaçladığı çalışma ve Şen, (105)'in eksantrik kasılmalarından oluşan kayak aktivitesi süresince karbonhidrat-protein (CHO-P) içeren bir supplement alınmasının kas hasarı üzerine etkisini araştırmak amacıyla yaptığı çalışmalarla deney grubunun özellikleri, hedef kas grubu, egzersiz süreleri ve egzersiz türü açısından farklı olması nedeniyle bizim çalışmamızla farklı sonuçlar ortaya koymaktadır.

Ayrıca çalışmaya katkıda bulunabileceği düşüncesiyle grubun bazı fiziksel özelliklerinin belirtilmesi amacıyla Pearson Korelasyon analizi yapılmış, sağ kol maksimal kaldırma kuvveti ve vücut ağırlığı arasında pozitif yönde orta düzeyde ($r: 0,624$), sol kol maksimal kaldırma kuvveti ve kilo arasında pozitif yönde orta düzeyde ilişki tespit edilmiştir ($r: 0,651$). Sol kol maksimal kaldırma kuvveti ve sağ kol maksimal kaldırma kuvveti arasında pozitif yönde yüksek düzeyde ilişki tespit edilmiştir ($r: 0,985$).

Sağ ve sol kol maksimal kaldırma kuvveti ve sağ ve sol kol çevresi ilişkisinin belirlenmesi için Pearson Korelasyon analizi yapılmış, sağ kol maksimal kaldırma kuvveti ve sağ kol çevresi arasında pozitif yönde yüksek düzeyde ilişki tespit edilmiştir ($r: 0,855$), sol kol maksimal kaldırma kuvveti ve sol kol çevresi arasında pozitif yönde yüksek düzeyde ilişki tespit edilmiştir ($r: 0,886$).

6. SONUÇ ve ÖNERİLER

Sonuç olarak supramaksimal eksantrik egzersiz sonrası oluşan kas hasarında 24 ve 48 saatlerde kas hasarında bir artış gerçekleşmiş, 72. saate başlangıç düzeyine dönmüştür. 48. ve 72. saat aktivite düzeylerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılığın tespit edilmesi bu durumun bir göstergesidir.

Benzer bir seyir görülmekle birlikte dominant olan kolda, dominant olmayan kola oranla daha hızlı bir toparlanma gerçekleşmiştir. CK dominant olan kol aktivite düzeyleriyle, dominant olmayan kol aktivite düzeylerinin istatistiksel olarak farklılık arz etmesi bu durumun bir göstergesidir. Bu çalışmanın sonuçları sporcu, antrenör veya araştırmacıların supramaksimal iş yükü ile yapılan eksantrik kasılmaları içeren bir egzersiz sonrasında insan vücudunda ne gibi değişimlerin olduğunu bilmelerine yardımcı olacaktır.

Ayrıca bu çalışma antrenman birimlerinin hazırlanmasına yardımcı olacak ve toparlanma sürelerinin tam olarak bilinebilmesiyle dinlenme sürelerinin belirlenmesi kolaylaşacaktır.

6.1. Uygulamaya Ait Öneriler

- Bu çalışmaya ek olarak kas hasarı belirteçlerinden olan farklı enzim aktiviteleri incelenebilir.
- Egzersiz sonrası 6. saat kan örneği alımı yapılmayarak, 96. saat ve sonrası kan örnekleri alınabilir.

6.2. Araştırmacılar İçin Öneriler

- Bu çalışmanın sonuçlarına dayanarak araştırma yapacak kişiler dinlenme esnasında toparlanmaya yardımcı olduğu bilinen bazı besin takviyesi alımı ile kas hasarının uzaklaştırılma hızını araştırabilirler.
- Farklı ekstremitelere (dominant olan- dominant olmayan) yönelik değişik kasılma egzersizleri ile kasılma türleri ve etkileşimi araştırabilirler.
- Çalışma dahilinde yapılmış olan korelasyon analizi değerlerinden esinlenilerek kas yapısı ile kas hasarı oluşumu ve toparlanma süresi araştırılabilir.

7. KAYNAKLAR

1. **Sevim Y.** Antrenman Bilgisi, 6. Baskı, Ankara: Nobel Yayın Dağıtım, **2006.**
2. **Sönmez G T.** Egzersiz ve Spor Fizyolojisi. Ankara: Ata Ofset Matbaacılık, **2002.**
3. **Akgün N.** Egzersiz Fizyolojisi. 2. Baskı, İzmir: Ege Üniversitesi Basımevi, **1986.**
4. **Erkoç R.** İnsan Anatomi ve Fizyolojisi II. Ankara: Milli Eğitim Gençlik ve Spor Yayınevi, **1974.**
5. **Günay M.** Egzersiz Fizyolojisi Ders Notları. Ankara: Gazi Üniversitesi BESYO, **1995.**
6. **Tortora J G.** Principles of Human Anatomy. 3rd Ed., New York: Harper and Row, **1983.**
7. **Tuncel N.** Fizyoloji. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Yayını. No: 493, **1994.**
8. **Günay M.** Egzersiz Fizyolojisi. Ankara: Bağırhan Yayınevi, **1998.**
9. **Ersoy G.** Sağlıklı Yaşam Spor ve Beslenme. 2.Baskı, Ankara: Milli Eğitim Gençlik ve Spor Yayınevi, **1995.**
10. **Gönül B.** Spor Fizyolojisi Ders Notları. Ankara: Gazi Üniversitesi BESYO, **1992.**
11. **Astrand P O, Rodalh K.** Textbook of Work Physiology: Physiological Bases of Exercise. 4th Ed., USA: Human Kinetics, **2003.**
12. **Guyton A C, Hall J E.** Textbook of Medical Physiology. 11thEd.,USA:Elsevier Saunders, **2006.**
13. **Ergen E.** Spor Fizyolojisi. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Yayın No: 584, **1993.**
14. **Fox E L, Bowers R W, Foss M L.** The Physiological Basis of Physical Education and Athletics. 4th Ed., Wm. C. Brown, **1989.**
15. **Noyan A.** Yaşamda ve Hekimlikte Fizyoloji. 8. Baskı, Ankara: Meteksan A.Ş., **1993.**
16. **Vander A J, Sherman J H, Luciano D J.** Human Physiology, The Mechanisms of Body Function International Edition. 5th Ed., New York: Mc Graw Hill Publishing Company, **1990.**

17. **Unur E, Ülger H.** Anatomi. 1. Baskı, Kayseri: **2002.**
18. **Güçlü G.** Yüzme ve Koşu Egzersizinin Sıçan Kas Lifi Tipleri Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi. *Kayseri: Erciyes Üniversitesi Sağ. Bil. Enst.*, **2008**: 55s
19. **Mc Ardle W D, Katch F I, Katch V L.** Exercise Physiology: Energy, Nutrition and Human Performance. Philadelphia: Lea and Febiger, **1981.**
20. **Wilmore J H, Costill D C.** Physiology of Sport and Exercise. Champaign, IL: Human Kinetics Publishing, **1994.**
21. **Akgün N.** Egzersiz Fizyolojisi. 4. Baskı, İzmir: Ege Üniversitesi Basımevi, **1992.**
22. **Solomon E P.** İnsan Anatomisi ve Fizyolojisine Giriş (Çeviren: Süzen L B.). İstanbul: Birol Basın Yayın Dağıtım, **1997.**
23. **Günay M, Tamer K, Cicioğlu İ.** Spor Fizyolojisi ve Performans Ölçümü. Ankara: Gazi Kitapevi, **2006.**
24. **Akyüz M.** Müsabaka Süresince Erkek Futbolcularda Oluşan Kas Hasarı. Yüksek Lisans Tezi, Ankara: *Gazi Üniversitesi Sağ. Bil. Enst.*, **2007**: 76s.
25. **Ergen E, Demirel H, Güner R, Turnahoğlu H.** Egzersiz Fizyolojisi. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım, **2002.**
26. **Costelli P, Baccino F M.** Mechanisms of Skeletal Muscle Depletion in Wasting Syndromes: Role of ATP -Ubiquitin- Dependent Proteolysis. *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care*, **2003**; 6 (4): 407-412.
27. **Busquets S, Alvarez B, Lopez-Soriano F C, Argiles J M.** Branched- Chain Amino Acids: A Role in Skeletal Muscle Proteolysis in Catabolic States?. *J of Cellular Phys*, **2002**; 191: 283-289.
28. **Kasper C E, Talbot L A, Gaines J M.** Skeletal Muscle Damage and Recovery. *American Association Critical Nurse Cl*, **2002**; 12 (2): 237-247.
29. **Kawakami Y, Muraoka Y, Kuba K, Suzuki Y, Fukunaga T.** Changes in Muscle Size and Architecture Following 20 Days of Bed Rest. *J of Gravitational Phys*, **2000**; 7 (3): 53-59.

30. **Koşar N Ş, Demirel H A.** Kas Atrofisi Mekanizmaları. *Hacettepe Sp Bil Der*, **2004**; 15 (3): 167-190.
31. **Machida S, Booth F W.** Changes in Signaling Molecule Levels in 10 Day Hindlimb Immobilized Rat Muscles. *Acta Physiologica Scand*, **2005**; 183 (2): 171-179.
32. **Mehmet T.** Geleneksel Ağırlık Programı ve Aşırı Yavaş Antrenman Şeklinin Kardiovasküler Sistem ve Kas Hipertrofisine Etkilerinin Karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul: *Marmara Üniversitesi Sağ. Bil. Enst*, **2006**: 80s
33. **Devries H A.** Physiology of Exercise: For Physical Education and Athletics. 4th Ed., Dubuque Iowa: Wm. C Brown Publishers, **1986**.
34. **Prendergast K.** Energy Sytemsand Duration on Exercise. Middle Distances. Tafnews Press, **1997**.
35. **Kalyon A T.** Spor Hekimliği. 5. Baskı, Ankara: Gata Basımevi, **2000**.
36. **Açıkada C, Ergen E.** Bilim ve Spor. Ankara: Bürotek Ofset Matbaacılık, **1990**.
37. **Günay M, Yüce A.** Futbol Antrenmanının Bilimsel Temelleri. 2. Baskı, Ankara: Gazi Kitabevi, **2001**.
38. **Erdoğan M.** Farklı Isı Koşullarında Uygulanan Maksimal Aerobik Yüklenmenin Kas Hasarı ve Performans Üzerine Etkileri. Doktora Tezi, Ankara: *Gazi Üniversitesi Sağ. Bil. Enst.*, **2009**: 87s
39. **Fox E L, Bowers R W, Foss M L.** Beden Eğitimi ve Sporun Fizyolojik Temelleri (Çev: Cerit, M). Ankara: Bağırğan Yayınevi, **1999**.
40. **Powers S K, Howley E T.** Exercise Physiology. Theory and Application to Fitness and Performance. Dubuque, Iowa: Wm. C. Brown Publishers, **1990**.
41. **Akgün N.** Egzersiz ve Spor Fizyolojisi. Ankara: Gökçe Ofset Matbaacılık, **1989**.
42. **Vural S, Çetin E, Tuzlacı U.** Klinik Teşhiste Laboratuar. İstanbul: Uycan Basım Sanayi, **1986**.

43. **Bernard J H.** Clinical Diagnosis and Management by Laboratory Methods. 20th Ed., Philadelphia: W. B. Saunders Company, **2001**.
44. **Holmann W.** Sport-Medicine. Berlin: Springer Verlag, **1972**.
45. **Nett T.** Leichtathletisches Muskel Training. Berlin: Verlag Bartels und Wernitz K. G., **1970**.
46. **Chu D.** Jumping into Plyometrics. Champaign, IL:Human Kinetics Publishing, **1992**.
47. **Konter E.** Basketbolda Süratin Teori ve Pratiği. Ankara: Bağırğan Yayınevi, **1997**.
48. **Savucu Y.** Özel Düzenlenmiş Pliometrik Antrenmanların Genç Basketbolcuların (15-17 Yaş) Anaerobik Güçlerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Elazığ: *Fırat Üniversitesi Sağ. Bil. Enst.*, **2001**: 80s
49. **Günay M, Erol E, Savaş S.** Basketboldaki Kuvvet, Esneklik, Çabukluk ve Anaerobik Gücün Boy, Vücut Ağırlığı ve Bazı Antropometrik Parametreler ile İlişkisi. *Hacettepe Sp Bil Der*, **1994**; 3-11.
50. **Komi P V, Aura O.** The Mechanical Efficiency of Locomotion in Men and Women With Special Emphasis on Stretch-Shortening Cycle Exercise. *Eur J Appl Physiol*, **1986**; 55 (1): 37-43.
51. **Kin A.** Pliometrik Antrenman. *Futbol Bil ve Teki Der*, **2000**; 23 (2): 28-31.
52. **Smith L L, Miles M P.** Exercise Induced Muscle Injury and Inflammation In.: William E, Garret J R, Kirkendall D T. *Ex and Sp Sci*. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins, **2000**; 401-411.
53. **Hazar S.** Farklı Türdeki Kuvvet Antrenmanlarının İskelet ve Kalp Kası Enzim Aktivitelerine Akut Etkisi. Doktora Tezi. Ankara: *Gazi Üniversitesi Sağ. Bil. Enst.*, **2004**.108s
54. **Christopher T, Daley W. In: Bull R, Charles O R, William O R.** Bull's Handbook of Sports İnjuries. 2nd Ed., New York: Mc Graw Hill Publishing Company, **2004**.
55. **Allen D G.** Eccentric Muscle Damage: Mechanisms of Early Education of Force. *Acta Phys Seandinavica*, **2001**; 171 (3): 311-319.

56. **Talbot J A, Morgan D L.** The Effects of Stretch Parameters on Eccentric Exercise-Induced Damage to Skeletal Muscle. *J of Muscle Res and Cell Mob*, **1998**; 3 (19): 237-245.
57. **Ji Guo Y, Malm C, Thornell L E.** Eccentric Contractions Leading to Doms do not Cause Loss of Desmin nor Fibre Necrosis in Human Muscle. *Histochemistry and Cell Biology J*, **2002**; 118 (1): 29-34.
58. **Murray R K, Gramer D K, Mayes P A, Rodwel V W.** Harper'in Biyokimyası. 24. Baskı, İstanbul: Barış Kitabevi, **1998**.
59. **Aydın T, Yıldız Y, Kalyon T A.** Spor Yaralanmaları. Ankara: Gata Basımevi, **2000**.
60. **Walsh B, Tonkonogi M, Malm C, Ekblom B, Sahlin K.** Effect of Eccentric Exercise on Muscle Oxidative Metabolism in Humans. *Med and Sci in Sp and Ex*, **2001**; 33 (3): 436-441.
61. **Kaplan L A, Pesce A J.** Clinical Chemistry: Theory, Analysis and Correlation. 3rd Ed., St Louis: Mosby Publishing, **1996**.
62. **Vasilis M.** Reference Intervals for Serum Creatine Kinase in Athletes. *Br J Sp Med*, **2007**; 41: 674-678.
63. **Schwane J A, Buckley R T, Dipaolo D P, Atkinson M A L, Shepherd J R.** Plasma Creatine Kinase Responses of 18- to 30-yr-Old African-American Men to Eccentric Exercise. *Med and Sci in Sp and Ex*, **2000**; 32 (2): 370-378.
64. **Thorstensson A, Sjödin B, Tesch P, Karlsson J.** Actomyosin ATPase, Myokinase, CK and LDH in Human Fast and Slow Twitch Muscle Fibres. *Acta Phys Scand*, **1977**; 99 (2): 225-229
65. **Maltzer H Y, Holy P A.** Black-White Differences in Serum Creatine Phosphokinase Activity. *Clin Chim Acta*, **1974**; 54 (2): 215-224.
66. **Kurdak S.** Sporda Doping ve İlaç Kullanımı. Ankara: Bağırğan Yayınevi, **1998**.
67. **Archana P, Lal A K, Negi K S.** Serum Creatine Kinase Activity in Thyroid Disorders. *J K Sci*, **2007**; 9 (1): 25-26.
68. **Wallach J.** Interpretation of Diagnostic Tests. 7th Ed., Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins, **2000**.

69. **Harbili S, Gencer E, Ersöz G, Demirel H A.** Orta Şiddetli Ekzentrik Egzersiz Diğer Hasar Belirteçlerini Etkilemeksizin Plazma Kreatin Kinaz Düzeyini Arttırır. *Selçuk Üniversitesi Bed Eğt ve Sp Bil Der*, **2008**; 10 (1): 21-31.
70. **Saxton M J, Donnelly A E.** Light Concentric Exercise During Recovery from Exercise-Induced Muscle Damage. *Int J Sp Med*, **1992**; 16 (6): 347-351.
71. **Friden J, Shostrom M, Ekblom B.** Miyofibriallar Damage Following Intense Eccentric Exercise in Man. *Int J Sp Med*, **1983**; 4 (3): 170-176.
72. **Çelik B.** Ultrason Uygulamasının Kas Hasarı Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara: *Hacettepe Üniversitesi Sağ. Bil. Enst.*, **2003**.71s
73. **Clarkson P M, Byrnes W C, Mc Cormick K M, Turcotte L P, White J S.** Muscle Soreness and Serum Creatine Kinase Activity Following Isometric, Eccentric, and Concentric Exercise. *Int J Sp Med*, **1986**; 7 (3): 152-155.
74. **Ben Kibler C W, Armstrong R B.** Initial Events in Exercise-Induced Muscular Injury. *Med and Sci in Sp and Ex*, **1990**; 22 (4): 429-435.
75. **Brown S, Day S, Donnelly A.** Indirect Evidence of Human Skeletal Muscle Damage and Collagen Breakdown After Eccentric Muscle Actions. *J Sp Sci*, **1999**; 17 (5): 397-402.
76. **Ergen E.** Sporda Sağlık Sorunları ve Sakatlıklar. Milli Eğitim Basımevi, **1986**.
77. **Ross M.** Delayed-Onset Muscle Soreness Work Out Now, Pay Later? *The Phys and Sp Med*, **1999**; 27 (1): 9-13.
78. **Cheung K, Hume P A, Maxwell L.** Delayed onset Muscle Sorenes. Treatment Strategies and Performance Factors. *Sp Med*, **2003**; 33 (2): 145-164.
79. **Clarkson P M, Nosaka K, Braun B.** Muscle Function After Exercise-Induced Muscle Damage and Rapid Adaptation. *Med and Sci in Sp and Ex*, **1992**; 24 (5): 512-520.
80. **Nosaka K, Clarkson P M.** Changes in Indicators of Inflammation After Eccentric Exercise of The Elbow Flexors. *Med and Sci in Sp and Ex*, **1996**; 28 (8): 953-961.

81. **Jones D A, Newham D J, Round J M, Tolfree S E.** Experimental Human Muscle Damage: Morphological Changes in Relation to Other Indices of Damage. *J Phys*, **1986**; 375 (1): 435-448.
82. **Creenshaw A G, Thornell L E, Friden J.** Intramuscular Pressure, Torque and Swelling for the Exercise-Induced Sore Vastus Lateralis Muscle. *Acta Phys Scand*, **1994**; 152 (3): 265-277.
83. **Clarkson P M, Hubal M J.** Exercise-Induced Muscle Damage in Humans. *Am J Phys Med Rehabil*, **2002**; 81 (11): 52-69.
84. **Malm C, Nyberg P, Engstrom M, Sjodin B, Lenkei R, Ekblom B, Lundberg I.** Immunologic Changes in Human Skeletal Muscle and Blood After Eccentric Exercise and Multiple Biopsies. *J Phys*, **2000**; 529 (1): 243-262.
85. **Warren G L, Lowe D A, Armstrong R B.** Measurement Tools Used in the Study of Eccentric Contraction-Induced Injury. *SpMed*, **1999**; 27 (1): 43-59.
86. **Ebbeling C B, Clarkson P M.** Exercise-Induced Muscle Damage and Adaptation. *Sp Med*, **1989**; 7 (4): 207-234.
87. **Nosaka K, Clarkson P M, Mc Guiggin M E, Byrne J M.** Time Course of Muscle Adaptation After High Force Eccentric Exercise. *Eur J Appl Phys and Occupational Phys*, **1991**; 63 (1): 70-76.
88. **Clancy S P, Clarkson P M.** Immobilization During Recovery From Eccentric Exercise-Induced Muscle Damage. *Med and Sci in Sp and Ex*, **1990**; 22: 37.
89. **Lehto M, Duance V C, Restall D.** Collagen and Fibronectin in a Healing Skeletal Muscle Injury. An Immunohistological Study of the Effects of Physical Activity on the Repair of Injured Gastrocnemius Muscle in the Rat. *J. Bone and Joint Surgery Br Volume*, **1985**; 67-B (5): 820-828.
90. **Güzel N A, Hazar S, Erbaş D.** Effects of Different Resistance Exercise Protocols on Nitric Oxide, Lipid Peroxidation and Creatine Kinase Activity in Sedentary Males. *J Sp Sci and Med*, **2007**; 6 (4): 417- 422.
91. **Jubeau M, Sartorio A, Marinone P G, Agosti F, Van Hoecke J, Nosaka K, Maffiuletti N A.** Sex Differences in Steroidogenesis in Skeletal Muscle Following a Single Bout of Exercise in Rats. *J Appl Phys*, **2008**; 104 (1): 75-81.

92. **Roth S M, Martel G F, Ivey F M, Lemmer J T, Tracy B L, Hurlbut D E, Metter E J, Hurley B F, Rogers M A.** Ultrastructural Muscle Damage in Young vs. Older Men After High-Volume, Heavy-Resistance Strength Training. *J Appl Phys*, **1999**; 86 (6): 1833-1840.
93. **Hazar S, Erol E, Gökdemir K.** Kuvvet Antrenmanı Sonrası Oluşan Kas Ağrısının Kas Hasarıyla İlişkisi. *Gazi Bed Eğt ve Sp Bil Der*, **2006**; 11 (3): 49-58.
94. **Nosaka K, Clarkson P M.** Influence of Previous Concentric Exercise on Eccentric Exercise-Induced Muscle Damage. *J Sp Sci*, **1997**; 15 (5): 477-483.
95. **Newham D J, Jones D A, Adwards R H T.** Plasma Creatine Kinase Changes After Eccentric and Concentric Contractions. *Muscle and Nerve*, **1986**; 9 (1): 59-63.
96. **Manfredi T G, Fielding R A, O'Reilly K P, Meredith C N, Lee H Y, Evans W J.** Plasma Creatine Kinase Activity and Exercise-Induced Muscle Damage in Older Men. *Med and Sci in Sp and Ex*, **1991**; 23 (9):1028-1034.
97. **Mair J, Mayr M, Mullet E, Koller A, Haid C, Artner-Dworzak E, Calzolari C, Larue C, Puschendorf B.** Rapid Adaptation to Eccentric Exercise-Induced Muscle Damage. *Int J Sp Med*, **1995**; 16(6): 352-356.
98. **Nosaka K, Clarkson P M.** Muscle Damage Following Repeated Bouts of High Force Eccentric Exercise. *Med and Sci in Sp and Ex*, **1995**; 27 (9):1263-1269.
99. **O'Reilly K P, Warhol M J, Fielding R A, Frontera W R, Meredith C N, Evans W J.** Eccentric Exercise-Induced Muscle Damage Impairs Muscle Glycogen Repletion. *J Appl Phys*, **1987**; 63 (1): 252-256.
100. **Stupka N, Tarnopolsky M A, Yardley N J, Phillips S M.** Cellular Adaptation to Repeated Eccentric Exercise-Induced Muscle Damage. *J Appl Phys*, **2001**; 91 (4): 1669-1678.
101. **Nosaka K, Sakamoto K, Newton M, Sacco P.** How Long does the Protective Effect on Eccentric Exercise-Induced Muscle Damage Last?. *Med and Sci in Sp and Ex*, **2001**; 33 (9): 1490-1495.
102. **Chen T C.** Effects of a Second Bout of Maximal Eccentric Exercise on Muscle Damage and Electromyographic Activity. *Eur J Appl Phys*, **2003**; 89 (2): 115-121.

103. **Jamurtas A Z, Theocharis V, Tofas T, Tsiokanos A, Yfanti C, Paschalis V, Koutedakis Y, Nosaka K.** Comparison Between Leg and Arm Eccentric Exercises of the Same Relative Intensity on Indices of Muscle Damage. *Eur J Appl Phys*, **2005**; 95 (2): 179-185.
104. **Bruunsgaard H, Galbo H, Halkjaer-Kristensen J, Johansen T L, MacLean D A, Pedersen B K.** Exercise-Induced Increase in Serum Interleukin-6 in Humans is Related to Muscle Damage. *J of Phys*, **1997**; 499 (3): 833-841.
105. **Şen İ.** Türk Yarışmacı Kayakçılarda Egzantrik Kasılmalara Bağlı Kas Hasarına Karbonhidrat-Protein (CHO-P) Suplementinin Etkisi. *Türk Fiz Tıp Rehab Der*, **2011**; 57: 14-18.

EK 1 DENEK İZİN ve BİLGİ FORMU

Abant İzzet Baysal Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu'nda yüksek lisans öğrencisi Adem YAPICI (Danışman: Yrd. Doç. Dr. Hasan Birol YALÇIN) tarafından yapılacak olan “supramaksimal eksantrik kuvvet egzersizleriyle dominant olan ve dominant olmayan kolda oluşan kas hasarının karşılaştırılması” konulu tez çalışmasına kendi isteğimle katılmaktayım. Adem YAPICI bana egzersiz protokolü ve inceleme yapılacak fizyolojik parametreler hakkında gerekli açıklamaları yaptı ve çalışma hakkında bilgi sahibi olmamı sağladı.

Yapılacak çalışmada kendi isteğimle katılacağım safhalar şunlardır:

- Dambıl ile maksimal kuvvetin belirlenmesi
- Her kol için bir seans supramaksimal kuvvet antrenmanı uygulaması
- Egzersiz öncesi, egzersizi takip eden ilk dakika içinde, 6., 24., 48. ve 72. saatlerde kan alımı.

Bu çalışmaya katılmamdan dolayı aşağıda belirtilen sağlık sorunlarının ortaya çıkabileceği Adem YAPICI tarafından bana anlatılmış ve açıklanmıştır.

1. Çalışma sırasında aşırı zorlanmalar kas çekmesi veya yırtılmasına neden olabilir.
2. Şiddetli yüklenmelere bağlı olarak ortaya çıkabilecek kas yaralanmaları olabilir.
3. Supramaksimal kuvvet egzersizleri esnasında sakatlanma riski olabilir.
4. Kan alımı sırasında bazı komplikasyonlar oluşabilir.

Bu çalışmaya katılmamın bana herhangi bir maddi katkısı olmayacağını ve kişisel bilgilerimin isteğim dışında ve aleyhimde kullanılmayacağını biliyorum. Çalışma sırasında çalışmayla ilgili herhangi bir konuda soru sormak istediğimde Adem YAPICI ve Yrd. Doç. Dr. Hasan Birol YALÇIN'a kolayca ulaşabileceğimi ve onlardan gerekli cevapları alabileceğimi biliyorum.

Araştırmayı Uygulayan : Adem YAPICI

Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Hasan Birol YALÇIN

Katılımcı : imza

07.01.2013

ÖZGEÇMİŞ

Adem Yapıcı 28.04.1983 tarihinde Hatay'da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Hatay'da tamamladı. 2004 yılında eğitime başladığı T.C. Abant İzzet Baysal Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu Antrenörlük Eğitimi Bölümü'nden Haziran 2009'da mezun oldu. 2009 yılında Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Antrenörlük Eğitimi Ana Bilim Dalı'nda yüksek lisans öğrenimine başladı. 2013 yılı Ağustos ayında Sakarya Gençlik Hizmetleri ve Spor İl Müdürlüğü'nde Memur olarak çalışmaya başladı. 2013 yılı Aralık ayında T.C. Dumlupınar Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu Antrenörlük Eğitimi Bölümünde Araştırma Görevlisi olarak çalışmaya başladı. Halen Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Antrenörlük Eğitimi Ana Bilim Dalı'nda yüksek lisans öğrenimine ve T.C. Dumlupınar Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu Antrenörlük Eğitimi Bölümündeki görevine devam etmektedir.