

1. GİRİŞ ve AMAÇ

Egzersiz, farklı seviyelerde kas hasarı meydana getirdiği bilinmektedir. Özellikle, iskelet kaslarındaki hasarın tespitine yönelik çalışmalar mevcuttur^{56,59,69,76,85}. Kas hasarı; alışılmadık ve şiddetli egzersizler sonrasında kaslarda tükenme, fonksiyon kaybı, güçsüzlük ve ağrı yaratan bir durumdur. Kastaki mikro travmalar sonucunda egzersize bağlı oluşan gecikmeli kas hasarı, ilk kez Hough tarafından 1902 yılında tanımlanmıştır. Sonraki 90 yılda kas hasarı ve ağrısı ile ilgili herhangi bir çalışma yapılmazken; 1970 ve 1980 yılları arasında insanlarda kas hasarı ile ilgili çok az sayıda çalışma yapılmıştır. 1981-1990 yılları arasında ise bu alanda yapılan çalışmalar eskiye nazaran artış göstermiştir. Ancak son 10 yılda egzersize bağlı kas hasarlarıyla ilgili araştırmalar hızla artmış ve bu alanda çok sayıda çalışma yayınlanmıştır¹⁸. İnsanlarda kas hasarının somut bulguları ise, egzersizden sonraki 2. ve 7. günlerde soleus kasından alınan biyopsi sonucunda ortaya konulmuştur²⁸.

Kas hasarının daha şiddetli gözlemlendiği kasılma şekli eksantrik kasılmalardır. Alışılmamış eksantrik kas kasılması sonucu hasar mekanizması mekanik ve kimyasal faktörler tarafından tetiklenir. Eksantrik kas kasılmaları kas boyunun uzadığı negatif karakterli (merdiven inmek, tepe aşağı koşmak vb.) kasılmalardır. Eksantrik egzersizlerden hemen sonra hasarın ilk belirtileri, kuvvette azalma ve fonksiyon kaybıdır, ağrı bulgusu egzersizden sonraki 24-48 saatte pik yapar. Bundan dolayı bu durum gecikmeli kas ağrısı (GKA) olarak tanımlanır²⁸.

İskelet kas hasarı egzersizin şiddeti ve volümü ile ilgili olmakla birlikte daha çok alışılmamış bir egzersiz sonrasında daha belirgindir. GKA başlangıç sezonunda daha yaygın olarak görülür. Tek bir egzersiz protokolü bile daha sonra yapılan aynı şiddette veya daha ağır bir egzersiz sonrası oluşacak kas hasarına karşı koruyucu rol oynadığı tespit edilmiştir. Egzersiz kaynaklı kas hasarı sonrasında etkin yenileme süreci ve egzersizin koruyuculuğu göz önüne alındığında, kas hasarının antrenmana adaptasyon açısından kaçınılmaz olduğu söylenebilir. Bundan dolayı egzersize bağlı kas hasarları adaptive mikro travma olarak da tanımlanmaktadır⁷⁷.

Egzersizle birlikte kalp kasında oluşan hasar ile ilgili çalışmalar daha sınırlıdır. Yapılan çalışmalarda ağırlıklı olarak kasılma türlerinin kas hasarına etkileri araştırılmıştır^{17,90}. Egzersizle birlikte kalbe binen yük artarken yapılan egzersizin türü bu yükün boyutunu belirler¹¹.

Hem iskelet kasında hem de kalp kasında meydana gelecek hasar istenmeyen bir durumdur. %70 anaerobik %30 aerobik enerji sisteminin kullanıldığı futbol müsabakasında sporcuların yaptıkları egzersiz sonucu iskelet ve kalp kasında meydana gelen hasarın tespiti önemlidir³⁴.

Bu bilgiler ışığında yapılan bu çalışma; müsabaka süresince erkek futbolcularda oluşan kas hasarını belirlemek amacıyla planlanmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Futbol

Futbol dünyanın ve ülkemizin en popüler spor branşlarından biridir. İlgi çekiciliği ve çeşitli toplumlarda zevkle uygulanabilirliğinden dolayı geniş kitlelere malolmuş, milyonlarca insanın ilgi odağı haline gelmiştir. Futbolda başarıya giden yolun anahtarı öncelikle futbol için uygun olan oyuncuların bulunması ve bu oyuncuların performansının artırılmasına bağlıdır. Antrenmanların performansı artırmak amacıyla kullanılmasının yanı sıra, yapılan antrenmanların fizyolojik ilkelere uyumlu olması zorunludur³⁴.

2.2. Futbolun Fizyolojik Temelleri

Futbolcunun performansının artırılması için öncelikle futbolcunun fizyolojik profilinin saptanması gerekir. Antrenman ancak bu profile ve fizyolojik temellere dayandığı zaman futbolcunun performansının yükseltilmesi mümkün olur¹.

Günümüz futbolu, daha karmaşık teknik becerilere, taktiksel düşüncedeki gelişmeye ve fiziksel ihtiyaçlardaki artışa dayanmaktadır. Fiziksel ihtiyaçlardaki artış; egzersizin yoğunluğundaki artış, katedilen toplam mesafedeki artış ve en iyi takımların en iyi oyuncuları ile yaptıkları fazla sayıdaki müsabakaların bir sonucudur³⁴.

Futbol bir anlamda, interval spor olarak kabul edilmektedir. Aerobik ve anaerobik egzersizlerin birlikte ve ard arda kullanıldığı, kuvvet, sürat, dayanıklılık, esneklik, koordinasyon, çabukluk ve denge dibi faktörlerin iç içe olduğu, oyun ve hareket analizine ihtiyaç duyulan bir spor dalıdır. Bir futbol

müsabakası esnasında oyuncuların farklı aktiviteleri yerine getirdikleri, orta saha oyuncularının yaklaşık 11.4 kilometre, defans oyuncularının 10.1 kilometre, forvet oyuncularının ise 10 kilometrelik mesafeyi kat ettikleri belirtilmiştir. Görüldüğü gibi bir müsabakada 8-11 kilometrelik bir mesafe katedilmektedir³⁴.

Koşu sadece atletizm için değil diğer sporlar içinde çok önemli bir elementtir. Kalça, bacak ve bilek ekstansor kasları ve ayak parmak fleksörleri büyük bir güçle ve hızlı bir şekilde kasılmak zorundadırlar. Oyuncular oyun süresince %17.0 ayakta durma, %40.4 yürüme, %35.1 düşük şiddette koşu, %8.1 yüksek tempoda koşu, %0.7 yüksek tempoda sprintler yön değiştirmeler, ani duruşlar, kafa vuruşu, sıçrama ve topa vurma gibi kısa süreli ve yüksek şiddette meydana gelen anaerobik enerji ile ilgili hareketlerden oluşmaktadır. Bir futbol müsabakasında ortalama 40 kez, 15-20 metrelik ve 6-9 saniye süreli sprintler ve sıçramaların meydana geldiği düşünülürse; anaerobik metabolizmanın ve anaerobik gücün futbolcular için nedenli önemli olduğu görülmektedir. Bu bilgilerin ışığı altında futbolun %30'unu aerobik, %70'ini ise anaerobik metabolizma ile uygulandığını ifade etmek doğru olacaktır³⁴.

Futbol müsabakası değişik şiddetteki koşulardan (yürüyüş 6km/saat, jogging 12km/saat, normal tempo koşu 15km/saat, sprint 21km/saat) oluşmaktadır. Elektromyografi ile aktive edilen egzersiz öncesi, ortası ve 90 dk. sonunda; rectus femoris, biceps femoris, tibialis anterior ve gastrocnemius kaslarından kayıt alınmıştır. Kayıt sonuçları rectus femoris, biceps femoris ve tibialis anterior kasları kondisyon ve hız açısından etkin kas grubu olarak

belirlenmiştir. Gastrocnemius kası kondisyon açısından etkin kas olmazken, hız açısından etkin olduğu tespit edilmiştir¹⁵.

2.3. Kas ve Kasılma Türleri

Kas dokusu insan vücut ağırlığının %40-%50'sini oluşturan özel bir dokudur. Kas, uyarılarına kasılarak yanıt verir. Kas dokusu, normal uzunluğunun ötesinde gerilebilir ve gerilme fonksiyonu ortadan kalkınca yeniden normal uzunluğuna döner. Bir hareketin oluşumu iskelet kaslarının kasılmasına bağlı olduğundan, iskelet kasları egzersiz fizyolojisi içerisinde ayrı bir öneme sahiptir²⁴.

Kasların kasılması ile iskelet sisteminin hareketleri, kanın kalpten pompalanmasını, solunum ve sindirim gibi organik faaliyetleri gerçekleştirir. İskelet kasları özellikle egzersiz açısından ayrı bir önem taşır. Çünkü her türlü fiziksel iş ve spor aktiviteleri bu kaslar tarafından oluşturulur. Hemen hemen organik faaliyetlerin tamamı kas kasılmaları ile gerçekleştirilir³³.

Kas kuvveti, bir kas grubunun bir dirence karşı oluşturduğu güç veya gerilim olarak tanımlanır. Kas kasılma türleri üzerine yazarların yaklaşımları farklıdır. Günay ve arkadaşlarına göre bazı yazarlar statik kasılma olarak izometrik, dinamik kasılmalar olarak da izotonik ve izokinetik kasılmadan söz edip, her üç tip kasılmanında özellik olarak konsantrik ya da eksantrik şekilde olabileceğini söylerken, bazı yazarlar yalnızca dinamik kasılmaların eksantrik ve konsantrik şeklinde sınıflandırılabilmesini iddia etmektedirler. Bu teknik tartışmaların tamamını kapsayan bir sınıflandırma yapmak istersek; statik kasılmaları izometrik, dinamik kasılmaları da izokinetik ve izotonik kasılmalar olarak kabul etmek gerekir³³.

2.3.1. İzometrik Kasılma

Statik bir kasılmadır. İzo (iso): eşit veya aynı, metrik ise uzunluk birimini ifade eder. Tanımı ise kasta herhangi bir uzunluk değişikliği olmaksızın, kasın geriliminde artış meydana gelen kasılmalar şeklinde yapılabilir. Yani kasın uzunluğu sabit kalırken gerilimi artmaktadır. Ayakta dik durmamızı sağlayan antigravite kasları izometrik olarak kasılmaktadırlar. En çok güreş sporunda görülür. Elimize aldığımız bir pazar filesini dirsek eklemünde hareket ettirmeden taşırsak, fileyi tutarak taşımamızı sağlayan kaslar izometrik olarak kasılırlar³³. İzometrik kasılma, uzunluğu sabit kalan fakat tonusu artan, statik bir kasılma şeklidir. İzometrik kasılmada yine de kaslar arası (intramüsküler) esnetmeler görülür⁷³. İzometrik çalışmada fizik kanunlarına göre mekanik bir iş yapılmış olmaz¹.

2.3.2. İzotonik Kasılma

İzo, sabit, tonik ise gerilim anlamını taşıdığı için bu tip kasılmaya kasın uzunluğunda bir değişimin olduğu fakat geriliminin sabit kaldığı dinamik kasılmalara izotonik kasılma denir. İzotonik kasılmalar çoğu kez konsantrik kasılmalarla eş anlamlı kullanılsa dahi, konsantrik ve eksantrik kasılmalar şeklinde de sınıflandırılmaktadır. Kasılma ile bir hareket oluşur ve mekanik bir iş yapılır³³.

2.3.2.1. Konsantrik Kasılma

Kas kasılması sırasında kasın gerilimi (tonusu) sabit kalırken kasın boyu kısalır. Kasılma ile hareket gerçekleşir ve mekanik bir iş yapılır. Bir ağırlığın yerden bir yere kaldırılması bununla sağlanır³³. Konsantrik kasılma türünde kontraktıl element kısalırken, elastiki element bir düzen içerisinde belli bir gerilimi ve uzunluğu korur⁷³. Konsantrik kasılmada pozitif mekanik bir iş yapılır. Bir dambılı kaldırırken kol kaslarının kasılması örnek olabilir¹.

Elimize aldığımız bir ağırlıkla dirsek eklemine fleksiyon yaptırırsak, biceps brachii kası konsantrik olarak kasılır. Kas boyu kısalır, ön kol üst kola doğru mekanik bir hareket (iş) yapmıştır³³.

2.3.2.2. Eksantrik Kasılma

Eksantrik kasılma; dinamik bir kasılma şeklidir. Kasın tonusu (gerilimi) artarken boyu uzar. Eksantrik kasımlarda yapılan iş negatif karakterdedir, merdiven inme veya ağırlığı indirme gibi hareketler örnek olabilir¹. Eksantrik kasılma sırasında kasın gerilimi sabit kalırken, konsantrik kasılmasının aksine kasta uzama meydana gelir. Negatif bir mekanik iş yapılır. Dik duruştan vücudu yere doğru yavaş yavaş eğme esnasında soleus ve gastrocnemius kasları eksantrik kasılır. Bir ağırlıkla dirsek fleksiyon sonrası ekstansiyon yaparsa biceps brachii kasının eksantrik olarak boyunda uzama görülmektedir³³.

2.3.3. İzokinetik Kasılma

İso, aynı eşit, kinetik ise hareket anlamındadır. Hareket, sabit hızda yapılırken direnç ya da yük kasın o açıda üreteceği güce göre farklılık gösterir²⁴. İzokinetik kasılma; kas kasılma süratinin sabit tutulduğu maksimal bir kasılma şeklidir. Kas sabit bir süratle kasılırken kasta oluşan tansiyon bütün hareket boyunca eklemin bütün açılarında maksimal tutulur. Örneğin; serbest stil yüzmede kol kulaçları¹.

Fiziksel aktivitelerde kas kasılmaları izometrik ve izotonik kasılmaların beraber olması, yani kasılma esnasında kasın hem uzunluğunun hem de geriliminin değişmesi ile sağlanır. Yani izometrik ve izotonik kasılmalar birbirinin

ardı sıra gerçekleşir. Bu tür kasılmalara oksotonik kasılmalar adı verilir. Örneğin koşma sırasında bacak kaslarında oksotonik kasılma görülür. Bacağın yere basma fazında izometrik, ekstremitte hareketi sırasında izotonik kasılma görülür³³.

2.4. Kas Hasarı

Egzersiz sırasında çarpma ve burkulmalar sonucu yumuşak doku yaralanmaları oldukça yaygındır. Bu yaralanmalar normal rehabilitasyon sonucu rehabilite 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 (microtrauma), mikro yaralanma (microinjury) ve kas hasarı (muscle damage) terimleri yaygın olarak kullanılmaktadır⁷⁷.

Hasar temel olarak iki yolla açıklanmaktadır. Birincisi alışık olunmayan egzersiz, ikincisi ise, tam olarak karakterize edilememesine rağmen kas iskemisinin de katkısıyla doku yaralanmasıyla bazı metabolik ve kimyasal olayların ortaya çıkmasıdır. Farklı türdeki egzersizler farklı boyutlarda kas hasarını meydana getirir. Bunun yanında eksantrik kasılma diğer kasılma türlerine göre daha fazla kas hasarı oluşturmaktadır¹⁴.

Alışık olunmayan eksantrik kasılmanın yol açtığı hasar miyofibrillere özgü yapının bozulmasına sebep olur. Özellikle Z bandındaki kopmalara miyofibril iskeletindeki kırılmalar eşlik eder²⁷. Eksantrik kasılmadaki bu yaralanmanın diğer kasılma türlerine göre fazla olması iki teoriyle açıklanmaktadır. İlki azalan motor ünite aktivasyonudur. Aynı iş yükünde ve hareket fazında konsantrik kasılmayla karşılaştırıldığında aktif motor ünite miktarı

5/1 oranında azalmaktadır⁴. Sonuç olarak eksantrik kasılmada fibril başına düşen yükün artması mekanik kopmaları beraberinde getirir. İkinci teori ise; eksantrik kasılmada baskı altındaki kas uzamasından kaynaklanan kopmalardır. Normalden daha kısa olan motor üniteler eksantrik kasılmada daha fazla uzamak zorunda kaldıklarından kopmalar meydana gelmektedir⁴.

2.4.1. Kas Yapısı ve Hasar Mekanizması

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. Sarkomer yapısında kontraktıl filamentler stabilize eden ve kas kasılması esnasında meydana gelen gerimin uzunlamasına ve lateral olarak aktarımını sağlayan yapısal proteinler de bulundurmaktadır. Kontraktıl filamentler (miyozin ve aktin) yapısal proteinler aracılığı ile Z bandına tutunurlar. Bu yapısal proteinler titin, desmin, dystrophin, nebulin, valin ve synemindir. Titin miyozini, desmin ise aktini Z diskine bağlayan yapısal proteinlerdir². Dystrophin sarkolemmada (kas zarı) yerleşmiş ve kas zarı bütünlüğünün korunmasında önemli rolü olan bir proteindir⁵².

Eksantrik egzersizler sarkomer boyunda aşırı uzamalara neden olmaktadır¹³. Eksantrik egzersiz sonrasında optimum kas uzunluğunun %140'a varan uzamalar meydana geldiği hayvan çalışmalarında göstermiştir. Bu alışılmamış mekanik gerilimler kastaki yapısal proteinlerde kopmalara neden olur. Z bandını ve kas zarını stabilize eden bu proteinlerin lokalizasyonun değişmesi sonrasında; Z bandında kaymalar ve sarkomer bütünlüğünde bozulmalar ortaya çıkar¹⁸.

İnsan kaslarında hasarın doğrudan belirlenmesi biyopsi ve MRI (magnetic resonance imaging) gibi zor yöntemler gerektirdiğinden, daha çok dolaylı yöntemlere başvurulmaktadır. Kas hasarının belirtileri fonksiyonel, biyokimyasal ve histokimyasal belirtiler olarak sınıflandırılabilir. Ağrı (GKA), şişlik, kuvvet kaybı, hareket genişliğinde azalma tespit edilmesi kolay olan fonksiyonel belirtileridir. Aktivite ile meydana gelen ağrı, kas hasarının subjektif belirtileri içerisinde en başta gelenidir. Genellikle 24 saat içerisinde gelişmekte olan ağrıya, giderek kas hassasiyeti ve sertliği de eklenir. Hiçbir ilave aktivite yapılmaksızın ağrı 5-7 gün devam edebilir^{42,50}.

Kas membranının bozulması sonucunda dolaşıma karışan bazı kas enzimlerinin kandaki seviyelerinin artması kas hasarını ve derecesini gösteren biyokimyasal belirtilerdir. Kas hasarının somut belirtisi ise doku örneği sonucu sarkomer yapısının bozulduğunun gözlenmesidir.

2.4.2. Egzersize Bağlı Kas Hasarı ve Enzim Aktiviteleri

Plazma CK aktivitesi kas yaralanmalarında, akut miyokart enfarktüsü sonrasında ve proteinlerin enerji metabolizması olarak kullanıldığında artmaktadır⁷⁰. Bunların yanında egzersize bağlı kas hasarı olduğunda plazma ve serumda hücre içi enzim olan CK'nın aktivitesi artar⁷⁰.

İskelet kas hasarı, kasa özel bileşenlerin membrandan kan dolaşımına sızmasına sebep olur. Bunlardan en önemlisi CK olmasına rağmen miyogloblin, laktat dehidrogenaz ve kas yapı proteinleri hasarın göstergesidir. Kas hasarı tespitinde genelde CK'nın kullanılmasına rağmen bu enzimin; miyokart hasarında tanıya yardımcı olabilen kardiyak biomarkerler mevcuttur. Bunlardan Kreatin

Kinaz (CK), Kreatin Kinaz Miyokardiyal Band, (CK-MB), Miyogloblin, Troponin T ve I sıkça kullanılmaktadır. LDH ve AST, duyarlılık ve özgüllüklerinin düşük olması nedeniyle fazla tercih edilmemektedir^{31,71}.

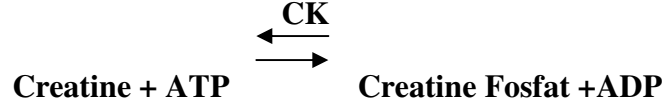
İskelet kasındaki hasar, kasa özgü bileşenlerin, membran yırtıklarından kan dolaşımına akmasına sebep olur. Kaslarda en çok kaybedildiği bilinen bileşen Kreatin Kinaz'dır (CK)²⁹. Kas hasarını belirleyen diğer göstergeler serumda artmış laktat dehidrogenaz (LDH) ve yapısal kas proteinleri düzeyidir. Yapılan çalışmalar, eksantrik egzersiz esnasında kan laktat seviyelerinin 6-10 kat arttığını göstermiştir⁸⁶.

Kas kasılırken gerekli olan adenozin trifosfat (ATP) üretimi aerobik ve anaerobik yollardan sağlanır. Glikozun anaerobik yolla parçalanması sırasında laktik asit üretilir. Kişi çalışma yoğunluğunu artırdıkça laktik asit üretiminde artmaktadır. Keza şiddeti yüksek egzersizler kas hasarını oluşumunu artıran egzersizlerdir. Eksantrik egzersizler daha yüksek kuvvet üretimine yol açarlar. Kanda ortalama CK seviyeleri, egzersizden 3-4 gün sonra en yüksek seviyesine ulaşır. Çalışmalar egzersizden sonra 5. günde CK seviyesinin hala yüksek olduğunu göstermiştir²⁹. Öte yandan, bu pik seviyelere sadece ilk egzersiz sonrasında ulaşılabilceği daha sonraki uygulamalarda erişilen pik değerine ulaşamayacağı bildirilmiştir⁸⁶.

2.4.3. Kreatin Kinaz (CK)

Kreatin Kinaz (CK) kasılma veya taşıma sistemlerindeki ATP yenilenmesini (rejanasyonu) sağlayan bir enzimdir. CK kas hücresinde fizyolojik

bakımdan fonksiyonel hale gelir. Kasın her kontraksiyon döngüsünde Kreatin fosfat kullanılır ve ATP oluşur ve geri dönüşlü bir reaksiyondur. Bu sonuç kasın ATP düzeyini sabit tutar. Bu reaksiyonda CK katalizör görevi görür⁵⁴.



CK'nın en aktif olduğu yer iskelet kasıdır. Egzersizin sebep olduğu kas hasarında CK aktivitesi cinsiyet, yaş, egzersizin tipi gibi değişkenlerden etkilenirken farklı ırklara mensup kişilerde farklı miktarda ortaya çıktığı bilinmektedir. Çalışmalarda zencilerde Kafkaslardan daha yüksek CK aktivitesi tespit edilirken⁷⁰, başka bir çalışmada İspanyolların zenci ve Kafkas ırkı arasında bir özelliğe, Asyalıların da Kafkaslara benzer nitelikte CK aktivitesi gösterdikleri bilinmektedir¹⁰. Farklı ırkların bu cevabı tam olarak açıklanamamış olmasına karşın bunun kas kitlesiyle yada fiziksel aktivite alışkanlık düzeyleri ile ilişkilerinin olmadığını bildiren çalışmalar mevcuttur^{63,72}. İrklara özgü bu farklılıkların, genlerinin farklı yapılarından kaynaklandığı düşünülebilir.

Yüksek enerjiye bağlı ATP pek çok dokuda enerji kaynağı olarak kullanılır. CK dominant bir enzimdir ve çizgili kas, kalp kası ve beyinde bulunur⁷⁶. İnsan dokularında CK'nın üç farklı özelliği izoenzimi bulunmaktadır. CK-MM, CK-MB, CK-BB. Kalp dokusunda CK aktivitesinin %70-85'ini CK-MM oluşturur. Geriye kalan kısmında CK-MB oluşturur^{11,84}. İskelet kasındaki CK aktivitesinin %99'unu CK-MM izoenzimi oluşturur⁶⁹. CK-MB'nin neredeyse tamamı miyokartta üretilir. Buna rağmen çok düşük miktarlarda ince bağırsakta, dilde, diyafragmada, uterus ve prostatta bulunur⁸³. CK-MB miyokardiuma özel bir

enzim yapısı olmasına rağmen miyokardın toplam CK aktivitesinin %15-30'unu oluşturur⁶. CK-BB esasen beyin dokusuna özgü formdur. Bunun yanında azda olsa iskelet ve kalp kasındaki toplam CK aktivitesine özellikle diğer CK formlarının eksikliğinde etkisi vardır. CK-BB'nin yüksekliği beyin dokusundaki hasarı tanımlar⁸⁸. CK-MB akut kardio doku hasarını ve miyokart enfarktüsünün tanımlanmasında ilk ve önemli göstergedir^{32,46}.

Egzersiz sonrası plazma CK aktivitesi incelenirken, bazı çalışmalarda serum CK miktarına göre sonuçlar kategorize edilerek incelenmektedir. Buna göre yüksek CK aktivitesi gösteren denekler hyperresponder, düşük CK aktivitesi gösteren denekler ise nonhyperresponder olarak adlandırılmaktadır. Bu gruptandırma 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 değerde %500 oranda artmasıdır. Çok yüksek plazma CK aktivitesinin tatmin edici bir açıklaması yoktur. Vücut kitle indeksiyle ya da kas kitlesiyle bir ilişkinin olmadığını bildiren çalışmalar mevcuttur⁷⁰.

Kreatin Kinaz belki tip II liflerinde tip I liflerine oranla daha fazla aktivasyon gösterebilir. Tepe aşağı yürüyüş egzersizinde tip II fibrillerinin tip I fibrillerinden daha fazla hasara uğradığı belirtilmektedir. Boş zaman faaliyeti, kassal aktivite ve CK arasında herhangi bir ilişki saptanamamıştır. Önceki fiziksel aktivite durumu yüksek CK aktivitesinin bir açıklaması değildir³⁹. Nitekim poliklinik ortamında, bütün hareketleri kontrol altına almış deneklerde de egzersiz sonrası çok yüksek CK aktivitesi görülmüştür⁷⁰. Egzersizden sonra artan CK'nın pik zamanı egzersizin türüne, şiddetine ve süresine bağlı olarak değişmektedir. Farklı

çalışmalarda pik zamanı konusunda değişik sonuçlar elde edilmiştir. CK miktarının yapılan egzersizden 2-4 gün sonra en yüksek seviyesine geldiğini bildirirken⁷⁷ yapılan başka bir çalışmada bacak direnç egzersizinden sonra CK seviyesindeki yükselme 3.-4. günlerde en yüksek seviyesine gelmiřtir⁸⁵. Clarkson ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada, genç ve yaşlı bayanların bacak fleksörlerine eksantrik kasılma uygulanmış ve CK seviyeleri tespit edilmiştir. Yaşlı bayanların CK seviyeleri 5. gün yüksekliğini korurken genç bayanların CK seviyeleri dřmiřtir¹⁷. Yapılan başka bir çalışmada maratoncularda serum CK miktarı koşu sonrasında öncekine oranla 21 kat daha yüksek bulunmuş ve koşudan 4 gün sonra normal seyrine dnmřtir⁶⁹. CK seviyesi erkeklerde kadınlardan daha yksektir⁷⁷.

Bunlarla birlikte eksantrik egzersizin konsantrik egzersizden daha fazla kas hasarı meydana getirdiğini bildiren çalışmalarda mevcuttur. Brown ve arkadaşları diz kasının eksantrik kasılma, tekrar sayıları ve kas hasarına etkisi üzerine yaptıkları çalışmada tekrar sayısının arttıkça serum CK seviyesinin de arttığını tespit etmiřlerdir¹⁴. Yapılan başka bir çalışmada 9 deneğe tek kolla 12 maksimal eksantrik kasılma gerçekleştirilmiş, diğer kolla 100 defa izokinetik kasılma gerçekleştirilmiş. Ölçümler iki hafta arayla yapılmış, eksantrik kasılma egzersizinde izometrik kasılma egzersizine oranla daha yüksek CK aktivitesi tespit edilmiřtir⁵⁹. Başka bir çalışmada yokuş yukarı ve aşağı yürüyüş egzersizinin plazma CK'ya etkisi koşu bandında 13 derecelik eğimle araştırılmış, tepe yukarı yürüyüş egzersizinde CK egzersizinden 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 meydana getirdiği sonucuna varılmıştır⁵⁶.

CK-MB akut miyokart enfarktüsünün tanımlanmasında kullanılan bir enzimdir⁵⁴. Yüksek duyarlılık ve spesifiye sahiptir. CK-MB aktivitesi normalde 5 U/L den düşükken sağlıklı insanlarda direnç egzersizi, uzun süreli koşular, maraton gibi faaliyetler CK-MB'nin akut miyokart enfarktüsünün teşhisindeki uygulamasının doğruluğuna şüphe düşürmektedir⁸¹. CK-MB aktivitesi maratoncularda ve akut miyokart enfarktüsü geçirmiş hastalarda yüzde olarak benzerlikler göstermektedir. Bunun yanında bu enzimin uzaklaştırılmasında farklılıklar vardır. Enzimin uzaklaştırılması sporcularda daha yavaştır⁵.

CK-MB oranının serumdaki total CK oranının %5'ini aşması miyokardiyal hasar olarak değerlendirilir. Bununla beraber tek CK-MB değerinin tanısal değeri %60 geçerlidir. Seri CK-MB'lerin tanısal değeri ise %80-96 arasındadır³¹.

2.4.4. Miyogloblin

Miyogloblin iskelet kasında bulunan ve oksijenin kas hücresindeki mitokondriye taşınmasını sağlayan protein yapıda bir maddedir²⁴. Miyogloblin en erken yükselen kardiyak biomarkırlardan biridir. ilk 3 saatte yükselir ancak hem kasta hem de kalpte bulunması özgüllüğünü azaltmaktadır. Özgüllüğünü artırmak için yapılan araştırmalarda Miyogloblin/Carbonik Anhidraz III oranının 1 olması halinde Miyogloblin deki yükselmenin kardiyak kökenli olduğu söylenir³⁰. Yapılan bir çalışmada ilk 3 saatte CK-MB yükselmesinin tanımsal değerini %90, miyogloblin'in ise %100 olduğu bulunmuştur³⁷. Başka bir çalışmada da, ilk 2

saatte CK-MB yükselmesinin tanımsal değerini %82.1, miyogloblin'in ise, yine %100 olduğu bulunmuştur⁸⁴.

2.5. Kas Hasarı Nedenleri

Deneyssel kanıtlar egzersize bağlı kas hasarlarının en önemli sebebinin mekaniksel faktörlerin olduğu konusunda hem fikirdirler⁴². Bu varsayımın desteği başlıca hasarın kasılma mekanizmasında olmasıdır. Mekaniksel stresin destekleyicisi diğer bir sav ise, kas eksantrik kasılmalar esnasında konsantrik kasılmaya kıyasla aynı egzersizde çok daha az motor ünite uyarılır⁸. Bunun anlamı eksantrik egzersizin esnasında fibril başına düşen mekaniksel stres konsantrik egzersizden daha yüksektir. Eksantrik çalışma sonrası kontraktıl elemanlarda hasar, birkaç günlük kas kuvveti ve hareket genişliğinde azalmalara neden olmaktadır²³.

Mekaniksel faktörlerin rolü McCully ve arkadaşları⁴⁹, tarafından çalışılmıştır. Araştırmada, uzayarak kasılan fare kaslarını incelenmiştir. Yapısal bir hasar oluşturmak için bazı önemli kasılma özelliğın önemi vurgulanmıştır. Bunlar: uzamanın hızı, egzersiz süresi ve pik kuvvetlerdir. Bununla birlikte⁴⁴, yayınladıkları datalara dominant faktörlerin pik kuvvet olmadığı, bunun uzama hızı olduğunu belirtilmiştir. Bu iddialar; eksantrik egzersizin hasar seviyesi ile çapraz köprü döngüsünü bağdaştırarak açıklanmıştır. Düşük uzama hızlarında çapraz köprü döngüsünün, boy değışikliklerine ayak uydurabildiğı ve yüksek uzama hızlarında çapraz köprü döngüsü uzamalara ayak sağlayamadığı için hasar meydana geleceğı ve bu hasar daha önce bahsedilen kas değışikliklerine neden olduğu tespit edilmiştir⁴⁹.

Hayvanlar üzerinde yapılan çalışmalar eksantrik egzersiz süresince mekanik faktörlerin (kas gerilimi) ve aktif kas zorlamalarının hasara neden olduğunu göstermektedir. Yüksek seviyedeki kasılmanın kas hasarına katkıda bulunabileceğini belirtmiş olsalarda, hasar daha çok kasın maruz kaldığı gerilmenin derecesine bağlıdır⁴⁴. İnsanlarda bu konu ile ilgili elde edilen kanıt, kasın uzamış (gerilmiş) halinde yapılan eksantrik hareketlerin, kısa durumuna göre daha fazla hasara neden olduğudur⁵⁷.

Morgan⁵³ yaptığı araştırmada, uzama (gerilme) hareketleri, sarkomerlerde ilk önce gereğinden fazla gerginliğe yol açtığı ve daha sonrada hasara maruz bırakarak stres (gerginlik) meydana getirdiğini tespit etmiştir. Sarkomerlerin yapısı sağlamlık açısından aynı olmayabilir ve fibril uzadıkça (gerildikçe) bazı güçsüz sarkomerlerde gerilmeyi sürdürmede başarılı olamaz. Tekrar edilen aktif gerilme zayıf sarkomerleri esnetebilir ve çevresindeki miyofibriller üzerinde gerilme yaratarak sarkomer hasarına neden olmaktadır. Hasarın başlıca, fibrillerin iskelet proteinleri ve sarkolemmasını yırtması olduğu görülür; bunun sonucunda, hücre içi bölgede yer alan desmin kaybı meydana gelir ve fibrillerin içindeki fibronectin (hücre dışı protein) açığa çıkar. Desmin çevresindeki fibrilleri Z-bandında toplayarak birleşmesine yol açar.

Lieber ve arkadaşları⁴⁵, tekrarlı eksantrik kasılmalara maruz bırakılan kasların önemli ölçüde desmin kaybettiğini bulmuştur. Bu durumun, eksantrik kasılmanın 15 dk. sonrasında kasın hücre içi bölgesinde gerçekleştiği tespit edilmiştir. Bu yüzden egzersiz sonrası 30 dk. ve 1. günde kas hasarı artmaktadır.

Eksantrik egzersiz süresince iskelet proteinlerinde meydana gelen hasar tipi Z-bandı streamingini meydana getirebilir.

Yapısal hasar, egzersiz sonrası 2-3 gün içinde dahada kötüleşir. Bir sonraki hasar ise hücre içi kalsiyumun artmasından kaynaklanır. Bazı araştırmalara göre eksantrik olarak hasar gören kasların in vitro olarak artan hücre içi kalsiyumun girişini buffer etmesine rağmen, hücre içi kalsiyum, kalsiyuma duyarlı yakıcı yolları aktive etmeye yol açabilir. Lieber ve arkadaşları⁴⁵, kalsiyumun gerilmesini aktive ettiği membran kanallarından kas hücrelerine girebileceğini bildirmiştir. Calpain, artan kalsiyum tarafından aktive edilen ve desmin selective calpain hidrolizi için bir sübstrat olarak rol oynar. Bu süreçlerin nasıl birbirlerini takip ettiği henüz bilinmemektedir; ancak sarkomerlerin eksantrik hareketler sonucunda gereğinden fazla gerilmesi, calpain yıkımına karşı sarkomerleri daha duyarlı hale getirebilir⁴⁵.

Egzersiz sonrası iskelet kasında çok sayıda çeşitli enflamatuvar hücre infiltrasyonu vardır. Hasar gören fibrillere giren ilk hücreler nötrofiller, daha sonra yıkım ürünlerini temizleyen makrofajlar ve son olarak fibril rejenerasyonu ile ilgili olan başka alt tür makrofaj hücreleri tarafından takip edildiği speküle edilmiştir^{48,82}. McIntrye ve arkadaşları⁴⁸, diz ekstansiyon egzersizine tabi tutulan kaslardaki işaretli 99 mTc beyaz hücreleri incelemişlerdir. Deneklerden kan alınmış, beyaz kan hücreleri işaretlenmiştir ve hücreler tekrar enjekte edilmiştir. Radionükleid tarama ile quadriceps kasında egzersiz sonrası 4-20 saat sonra artan işaretleme gözlemlenmiştir. Lowe ve ark⁴⁷, protein yıkımı hayvan modelinde

eksantrik egzersizden 48 saat sonra artmadığını ve buda fagositik infiltrasyon ile korelasyonda olduğunu rapor etmişlerdir.

2.6. Eksantrik Kas Kasılmaları ve Kas Hasarı

Üç çeşit kasılma tipi vardır. Bunlar; konsantrik, izometrik ve eksantrik kasılmalarıdır. Konsantrik kasılmalar kas boyu kısaldığında meydana gelir. Biceps curl hareketini yaparken, Biceps brachi konsantrik olarak kasılır. İzometrik kasılmalar kas boyu sabit kaldığında meydana gelir; burada kuvvet ve direnç uygulanmakta, fakat hareket yoktur. Uygulanan kuvvet sonucu kas boyu uzuyorsa bu kasılma eksantrik bir kasılmadır⁷. Eksantrik kasılma için bir örnek, bacağı yük bindiğinde aşağı doğru çökmesi ile quadriceps kası harekete direnç göstermektedir. Fakat aynı zamanda kuvvet çok büyük olduğu için quadriceps'in konsantrik olarak kasılması ve üstesinden gelmesi olanaksızdır ve kas boyu aynı zamanda uzamaktadır.

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 olmaktadır⁶⁷.

Çalışmalar kas fibrillerinin eksantrik egzersiz sonucu hasara uğradıklarını göstermiştir. Eksantrik egzersizden 2 gün sonra alınan biyopsilerde Z bandında zikzaklanma, sarkomerlerde gerilme şeklinde miyofibril hasarları gözlenmiştir. Kuvvet kayıplarını hasar gören miyofibrillerle ilişkilendirmek mümkündür. Ayrıca, Friden ve arkadaşlarına²⁷ göre, egzersizden 2 gün sonraki miyofibriller

hasar egzersizinin hemen sonrasındakinden daha yüksektir. Bu durum kuvvet kayıpların miyofibriller hasardan bağımsız olduklarını gösterebilir.

Eksantrik kasılmalar yay ve darbe emici görev alırlar. İnsan sıçrayıp yere inerken, quadriceps kası eksantrik kasılma aracılığıyla şok emici rolü alıp yerçekimi tepki kuvveti Ground Reaction Force (GRF)'nin oluşmasını sağlar. Quadriceps 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 oynayabilir²².

2.7. Kas Hasar Göstergeleri

2.7.1. Ağrı ve Şişlik

Ağrı, egzersizden uzun süre sonra ortaya çıkar ve 24-48 saatler arasında en yüksek seviyesine ulaşır. Bunun sebebi tam olarak bilinmemektedir. Diğer yandan pik (en yüksek) şişkinliğin ortaya çıkışı egzersizden 5-10 gün sonraya kadar uzanabilir²⁰. Bu nedenle şişkinliğin ağrıya sebep olmadığı düşünülmektedir. Şişkinlik kas içinde ödem şeklinde başlamakta ve egzersizi takiben 5. günde deri altına yayılmaktadır⁶¹. Rodenburg ve arkadaşları⁶⁶, ağrının MRI'da görülen ödemetoz değişikliklerinden önce gerçekleştiğini rapor etmişlerdir.

Kaslardaki reseptör mekaniksel (örneğin; Şişme) ve kimyasal (örneğin; histamin ve prostglandinler) uyarı çeşidine çok farklı cevaplar vermektedir. Histamin hasarla meydana gelen mast hücreler tarafından üretilebilir⁷⁸. Bir uyarı bir sonraki uyarı için eşiği azaltabilir. Örneğin ilk şişkinlik kası kimyasal bir

uyarıya karşı daha duyarlı yapabilir. Ağrıyı ortaya çıkaran nedenlerin çok oluşu ağrıyı üreten mekanizmaların karakterini belirlemeyi zorlaştırır.

2.7.1.1. Gecikmeli Kas Ağrısı (DOMS)

Gecikmeli kas ağrıları egzersize bağlı kas hasarı sonucu meydana gelir. Bu özel ağrı tipi egzersizden 2-3 gün sonra ortaya çıkar ve eksantrik egzersizler sonrasında daha yüksek seviyede görülür⁶⁵. Eğer eksantrik egzersiz tekrarlanacak olursa, sonraki egzersizlerin kasta ilki gibi hasar oluşturmadığı, diğer bir deyişle ilk kez yapılan eksantrik egzersizin, aynı tipte yapılacak sonraki egzersizler için hasar gören kasın adaptasyonunu sağladığı bildirilmiştir⁶⁵. DOMS'ta azalma ile karakterize olan bu adaptasyon mekanizması egzersiz sonrası toparlanma periyodunu hızlandırır.

Günümüze kadar gecikmeli kas ağrıları tam olarak anlaşılamamıştır. Bununla birlikte, Smith'in⁷⁹, ağrı oluşumuna ilişkin açıklamalarına göre, kas veya bağ doku hasarı bir immün yanıt olarak dolaşımdaki nötrofillerin artışına sebep olmaktadır. Smith, yaralanma bölgesine önce bu nötrofillerin gittiğini ve daha sonra onları monositlerin izlediğini ileri sürmektedir.

Jones ve arkadaşları³⁹, fleksör önkol kasların yer aldığı egzersiz protokolü kullanarak eksantrik egzersizden 7 gün sonra, ağrı etkisi ortadan kalkmış iken önemli miktarda mononuclear lökosit birikimi gözlemiş Clarkson ve arkadaşları²⁰ ise, egzersiz tipine bağlı olarak pik makrofaj birikmesinin pik ağrı ile aynı zamana rastlamadığını bildirmiştir.

Ağrının nedeni olarak ortaya konan bir diğer hipotez artan kas basıncından dolayı oluşan şişkinlik ve ödemin ağrıya sebep vermesidir. Öte yandan Newham

ve Jones⁵⁵, önkol fleksör kaslarına yönelik yaptıkları eksantrik egzersiz sonucunda kas basıncında bir artış bulamamışlardır. Çevre ölçümleri kullanarak yapılan çalışmalar, egzersiz sonrası günlerde şişkinliğin 5 günde pik yaptığı ve bu pik boyuta derece derece ulaştığını göstermiştir. Yani, şişkinlik en fazla ağrı azalırken meydana gelmektedir. Ağrının en olası açıklaması bağ dokuların enflamasyonu ile ilgili olabileceği öne sürülmüştür. Buna göre enflamasyon, mekanoreseptörleri hassaslaştırır bu nedenle kasa dokunulduğunda veya bölge hareket ettiğinde mekanoreseptörleri kolay bir biçimde aktive olurlar²⁰.

Sarkoplazmik kalsiyum konsantrasyonunda bir artış hücre hemeostazisini bozan çok sayıda sürecin başlamasına sebep olabilir⁸. Artmış sarkoplazmik kalsiyum konsantrasyonu azalmış gevşeme süreci ve buda geçici şişkinlik ve azalmış hareket genişliğine neden olabilir. Ayrıca, mitokondride kalsiyum birikmesi ATP oluşturma kapasitesini azaltabilir⁴². Aşırı kullanım sonrası kasta ATP miktarlarının azaldığı konusunda kanıtlar vardır. Düşük ATP üretim kapasitesi membran pompalarını etkileyebilir. Bu sodyumun dışarı pompalanmasını azaltabilir ve kas fibrillerinin şişmesine sebep olabilir. Serbest sarkoplazmik retikulum kalsiyum konsantrasyonunun artışı, artmış permabilite ile sonuçlanan membran bütünlüğünü etkileyebilen fosfolipaz (A2) gibi proteolitik enzimleri aktive edebilir. Nitekim hücreye kalsiyum girişi bloke edildiğinde kasta daha az hasara bağlı değişiklikler görülmüştür⁴².

2.7.2. Kas Fonksiyonunda Değişiklikler

Eksantrik egzersizde uzun süreli güç kaybı insanlarda kas hasarını dolaylı yoldan ölçen en güvenilir ve sağlam metottur. Herhangi bir zarara yol açmadan yapılan bir egzersizden hemen sonraki güç kaybı, birkaç saat içinde düzeltilmekte ve genellikle de metabolik ve sinirsel yorgunluk göz önünde bulundurulmaktadır. Yapılan eşmerkezli ve tepe çalışmalarında egzersizden sonraki güç kaybın %10-30 arasında olduğu birkaç saatte gücün yenilendiği gözlenmiştir¹⁸.

Yüksek yoğunluktaki eksantrik egzersizlerde ise egzersiz öncesi değerlerle karşılaştırıldığında %50-65'lik bir güç kaybının ortaya çıktığı görülmektedir¹⁸.

Kas hasarıyla beraber kas gücünde uzun süren kayıplar meydana gelir. Eksantrik egzersizin hemen ardından saptanan %50-60'lara varabilen kuvvet kayıpları giderek geriye döner. Her ne kadar kuvvet kaybının tam olarak geriye dönmesi için 10 günden daha fazla zamana ihtiyaç duyabileceği bildirilmişse de²⁰, kuvvet kaybı ile yapısal hasarı ilişkilendirmek güçtür.

Yapısal hasar egzersiz sonrası 2-3 gün içerisinde kötüleşirken kuvvet kaybı çoktan geriye dönme eğilimindedir. Fare üzerinde insitu olarak yapılan kas gerilmesi sonucu, histoloji analize belirlenen kas hasarının yüzdesiyle kastaki izometrik tork arasında çok zayıf bir bağlantı bulunabilmiştir²⁵.

Eksantrik kasılma izometrik olarak ölçülmüş bir kuvvet düşüşüdür. Düşüşün miktarı göz önüne alındığında bir çok faktörün hesaba katılması gereklidir. İlk olarak; eğer kuvvet bir dizi eksantrik kasılmadan sonra ölçülüyorsa hem kas hasarı hemde yorgunluktan dolayı kuvvet azalması muhtemeldir.

Yorgunluğun etkileri sadece az miktardaki eksantrik kasılmayla veya yorgunluğu durdurmak için beklemekle azaltılabilir⁶⁴.

Güç kazanımı eksantrik kasılmadan sonra bir haftaya kadar azalır, halbuki iyileşme konsantrik kasılmadan sonraki 1-2 saat içinde tamamlanır. Böylece güçteki açık muhtemelen kas hasarına neden olan eksantrik kasılmadan sonra 2 saat veya daha fazla bir sürede ölçülür⁶⁴.

İkinci olarak; eksantrik kasılmalar daha uzun kas boyunun kontrolünde kasın uzama-gerilme ilişkisinde bir değişikliğe yol açarlar. Eğer bu göz önünde bulundurulmazsa güçteki düşüş tahminlerin üzerinde olacaktır⁶⁴.

Ağrının kuvvet üretme yetkisindeki düşüşe neden olmasında olası değildir, çünkü egzersizden hemen sonra ağrının algılanmasından çok önce kuvvet azalır ve kuvvet kaybı ağrının ortadan kalkmasından sonrada hissedilir.

Eksantrik kasılmalardan sonra insan kasına uygulanan elektrik stimülasyonu, gevşeme oranında değişikliğe yol açmazken uyarıyı takiben kaslardaki kasılmanın ortaya çıkmasına kadar olan sürede gecikme ile sonuçlanır. Egzersiz kaynaklı hasar sonucu kasılma – gevşeme döngüsündeki kayıplar hayvan modellerinde görülmüştür. Kuvvet azalması uzama-gerilme ilişkisindeki değişme yada daha az sayıda çapraz köprü üreten ve gereğinden fazla gerilen sarkomerler bağlı olabilir. Eksantrik egzersiz sonrası kas sinir sistemi kontrolünde kayıpların olduğu bildirilmiştir⁶⁷. Buna göre 24 saate kadar varan titremede artış ve kuvvet algılama yetisinde değişim meydana gelmektedir. Motor kontrollerindeki bu değişikliklerin kuvvet kaybı üzerindeki etkisi halen incelenmektedir.

Dayanıklılık performansı kas glikojen seviyelerindeki değişiklikler nedeniyle eksantrik egzersizden hasar gören kaslarda dengeyi kurabilir. Kas glikojeni eksantrik egzersizlerden birkaç gün sonrasına kadar tam anlamıyla yerine konamaz. Yapılan araştırmalar ağrıyan kaslara egzersiz yapan deneklerde insulin direncinin olduğunu ortaya koymuştur. Gerçekten de GLUT4 protein konsantrasyonlarında eksantrik egzersizlerden 48 saat sonra %35 civarında düşme kaydedilmiştir. Keza kasta gözlenen protein yıkımının glikojeni tekrar sentezleme yetersizliğini kısmen açıklayabileceği öne sürülmüştür⁴⁰.

Bütün özetlenen çalışmalar eksantrik egzersizi takiben görülen kuvvet kayıplarının kas hasarı, yorgunluk veya sinir sistemi kaynaklı olabileceği, büyük olasılıklarda bu üçünün kombinasyonunun söz konusu olduğu düşündürmektedir. Sinirsel aktivasyon biçiminde ortaya çıkan değişiklik daha fazla hasar görmüş kas fibrillerini sınırlayabilir. Newham ve arkadaşları⁵⁷ eksantrik egzersizden hemen 48 saat sonrasında, artmış EMG aktivitesi gözlenmiştir. Uzun süreli kuvvet kayıplarının diğer olası bir açıklaması sarkomerlerin eksantrik kasılmalar sonucunda gereğinden fazla açılmaları sonucu olabilir. Eğer uzama olayı bazı sarkomerleri birbirinden ayırıyor ise, o zaman aktin ve miyozin filamentlerinin üst üste binmesini azaltarak oluşabilecek çapraz köprülerin maksimum sayısını azaltacaktır. Kuvvet oluşturabilme yetisi sarkomer uzunluğundaki bu değişiklik sonucunda azalabilir. Bu konuda araştırılması gereken egzersiz öncesi olan kuvvet ve sarkomer boyunun toparlanması aynı zamanlamayı takip edip etmediğidir²⁰.

2.7.3. Fonksiyon Kaybı

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 egzersizden 10 gün sonra bile başlangıç değerlerine dönemediğini bildirilmiştir²⁰.

Clarkson ve arkadaşlarına²⁰ 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. Her iki değişiklik aşırı uzamış sarkomer teorisi ile uyumludur. Daha önce bahsedildiği gibi oluşabilecek maksimal çapraz köprü sayısında azalma varsa kuvvette de azalma görülebilir. Diğer yandan sarkoplazmik retikulumda (SR) olası bir kalsiyum eksikliği de kasılmanın yetersizliğini beraberinde getirecektir. Ancak hasar sonrasında hücre içi kalsiyumda azalmanın bulunduğunu destekleyen bir kanıt yoktur. Öte yandan yetersiz enerji üretiminin SR de yer alan aktif Ca pompasının çalışmasını yetersiz kılabilceği ileri sürülebilir. Daha öncede belirtildiği gibi eksantrik egzersiz sonrasında elektriksel olarak uyarılan kasta gevşeme periyodunda bir değişimin görülmeyişi bunu desteklememektedir.

Serbest kol açısı kişinin kolunu serbestçe yanına bıraktığında gözlenen dirsek açısının değerlendirilmesi ve kasın ani kasılmasının belirlenmesinde kullanılmaktadır. Egzersiz sonrası, bu açı hemen farklılaşmaya başlamakta ve en büyük değişim egzersizden 3 gün sonra görülmektedir. Bu açının geri dönüşümü sonraki 7 gün içerisinde başlamaktadır.

Clarkson ve arkadaşlarına²⁰ göre, dinlenik kol açısındaki düşüş kas fibrillerinin kasılması veya bağ dokularının kasılması sonucunda olmaktadır. Konnektif doku özelliklerinde veya tendon ve bağlantılarındaki olası değişiklikler kasın kasılmasına katkıda bulunabilirler. Bu yüzden kas fibril kasılması dinlenik kol açısında azalmaya sebep olabilir. Bununla birlikte bu değişim şekli yapısal hasarın zaman içerisinde değişimi ile uyumludur. Sarkolemmanın bütünlüğünün bozulması veya SR fonksiyon göstermemesinin hücre içinde anormal seviyede kalsiyum birikmesine kasılmanın sebep olduğu iddia edilmiştir. Kalsiyum bu anormal artışı dinlenik aktin ve miyozin arasındaki birliği etkileyebileceği gibi kas fibril bölgelerini hasara uğratan özel enzimleri aktive edebilir. Ayrıca hücrelerde, kalsiyum varlığı sinirsel aktivasyon olmadan ani kasılmaları başlatabilir.

2.7.4. Kas Proteinleri

Kanda artan kas protein seviyeleri kas hasarını tanımlamada kullanılmış, ve çok sayıda araştırmacı eksantrik egzersiz sonrasında bu proteinlerin seviyesinde artış gözlemişlerdir^{21,82}. Kreatin kinaz (CK) en sık kullanılan kas proteindir.

Birçok çalışma, dolaylı yoldan kas hasarına neden olan eksantrik egzersizden sonra kandaki kas proteinlerinin görünümünü değerlendirmektedir. Kas enzimleri; laktat, dehidrojenaz, aspartat aminotransferaz, karbonik anhidراز izoenzim II ve CK ile değerlendirilmiştir. Miyogloblin, kalp yağı asitine tutunan protein, Troponin ve yoğun miyozin zincirini içeren diğer hasar belirleyicilerdir ve aynı zamanda diğer kas proteinleridir. Bütün bu proteinlerde hasara neden olan

egzersizden sonra artış olmasına rağmen, CK daha bir önem kazanmıştır. Çünkü artışın büyüklüğü diğer proteinlerle ilişkisinden dolayıdır¹⁸.

Egzersiz sonrası kastan CK salımı belirli bölgelerde kas fibrillerinin ölümüne neden olabilir. Böylece egzersiz odaklı nekroz, egzersizi takiben 48 saat içerisinde bir dizi olayı başlatabilir. Bu olay dizisi yıkımı aktive edebilen membran veya SR hasarı sonucu hücre içinde kalsiyum birikmesini içerebilir.

Benzer egzersiz sonucu plazma CK cevabı bireyler arası farklılık gösterebilmektedir. Bundan başka, aynı yükleme sonucu erkeklerin kadınlara göre daha yüksek CK seviyesine ulaştığı iyi bilinmektedir, bunun anlamı erkeklerin kadınlara göre daha yüksek hasar gördükleridir. Amelink ve ark.³ ve Bar ve Amelink⁹ araştırmalarında, androjenik steroidlerin CK akışını arttırdığı ve östrojenlerin ise enzim salınımını engellediği tespit edilmiştir.

Ayrıca, Lieber ve arkadaşları⁴⁵, benzer koşu protokolüne tabi tutulan erkek ve dişi sıçanlarla yaptıkları çalışmalarda benzer yüklemelere rağmen erkek hayvanlarda daha yüksek CK salınımı bulmuşlardır. Erkek sıçanlarda CK salınımı daha yüksek olmasına rağmen mikroskobik hasar açısından fark bulunmamıştır. Toplam hasar ile biriken enzim salınım miktarını karşılaştırdığımızda, iki değişken arasında zayıf bir ilişki bulunmuştur. Enzim salınımına bakılarak hasar miktarının abartılmış olabileceği görülmektedir. Bu fibril hasarının plazma CK aktivitesi ile orantılı olamayacağı anlamına gelir. Bu teori Evans ve Cannon²⁶, tarafından desteklenmektedir onlara göre, egzersiz sonrasında CK'nın dolaşımdaki aktivitesi kas hasarının bir belirtisidir. Fakat onun direkt bir

göstergesi değildir. Bütün bu verilere rağmen non-invaziv olması nedeniyle serum enzim miktarları, özellikle de CK çok yaygın olarak kullanılmaktadır.

2.7.5. Histokimyasal Değerlendirmeler

Histokimyasal olarak hasarın doğrudan gösterilmesi nesnel bir ölçüt olup altın standart olarak kullanılır. Öte yandan bu ölçüt, invaziv doğası nedeniyle insan deneklerle kolay uygulanamamaktadır. Buna göre oluşan hasar Z-bandının zikzaklaşmasının gösterilmesi ya da kasta ultrastructurel yapılarda elektron mikroskopik olarak bozulmanın gösterilmesi, membran hasarı başlıca bulgulardır²².

2.8. Kas Hasarına Uyumlar

Clarkson ve arkadaşları²⁰, 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 bulunmuştur²³. Egzersizden 5 gün sonra, kişiler toparlanmalarına rağmen hafif ağrı hissetmiştir, kuvvet ve hareket genişliğindeki kayıplarda ise düşüş görünmüştür. Böylece, kas tam olarak eski haline dönmemesine rağmen belli bir adaptasyon oluşmuştur.

Nosaka ve arkadaşlarının⁶⁰ 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 yapan grupta ikinci uygulamada birinci uygulamaya kıyasla izometrik kuvvet kaybı, tam fleksiyonda kol açısı ve kas ağrısında anlamlı seviyede daha düşük olduğu, 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 benzerlikler 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 sürmektedir²⁰.

Eksantrik egzersizi takiben kasta meydana gelen hasar belirteçlerinin geriye dönmesi için belirli bir süre gerekir. Clancy ve Clarkson¹⁶, hasar oluşturan eksantrik egzersizden sonra 3 günlük hareketsizleştirmenin izometrik kuvvet toparlanmasını geliştirdiğini ancak diğer kas fonksiyonları üzerinde etkili olmadığını ileri sürmektedirler. Bir çalışmada, kasta oluşturulan hasarın ardında 5 günlük hareketsizleştirme ve tekrar normal hareketlere dönüş uygulaması ile kas rejenerasyonu hızlanmıştır⁴³.

Maksimal bir yüklenme sonrasında, kasılmanın konsantrik veya eksantrik olmasına bakılmaksızın meydana gelen hasarın toparlanması için kasın belirli bir süreye ihtiyacı vardır. Sporcular böyle bir egzersizin ardından antrenmanlarına DOMS'un varlığında da devam etmeleri gerektiğine inanırlar.

Bu görüşün altında tekrarlı egzersiz uygulamalarının toparlanmayı hızlandırıp ağrıyı azaltacağı düşüncesi yatmaktadır. Gerçekten de, ilk egzersizden sonra yapılan daha yüksek kasılma hızlarında egzersizlerde dahi toparlamanın hızlandığı bildirilmektedir⁶⁸.

Çok sayıda maksimal eksantrik kasılma kas hasar göstergelerinde tipik değişimlere neden olur. Pik ağrı egzersizden 2-3 gün sonra ortaya çıkarken şişkinlik 5 gün sonrasında pik değerlerine ulaşmaktadır. Maksimal kuvvet ve kolu tam olarak kapatabilme yeteneği egzersizden sonra en yüksek iken bunların geri dönüşümü lineer olarak takip eden 10 gün içerisinde gerçekleştiği görülmektedir. CK'nın kandaki seviyeleri egzersizden sonra 2. günde keskin bir artış göstermekte, bu da istemsiz kas kasılmasının en belirgin olduğu zamana rast gelmektedir.

Antrenman egzersiz kaynaklı kas hasarı üzerindeki etkilerini inceleyen çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Balnave ve Thompson'un⁸ yaptığı bir çalışmada, antrenmanın kas fonksiyonunda bozulma derecesini azalttığı ve ayrıca uzun süren tekrarlayan egzersizlerde adaptasyon etkisi oluşturduğunu görmemişlerdir.

Bundan başka, Jakeman ve Maxwell'in³⁸ araştırmasında, eksantrik egzersizi takiben antioksidan vitamin ile kas kasılma fonksiyonu incelenmiştir. Önceden alınan C vitamininin egzersiz kaynaklı kas hasarına karşı koruyucu etkisi olabileceği sonucuna varmışlardır. Ayrıca, kesin bir sonuç elde edebilmek için daha fazla araştırma yapılması gerektiğini söylemişlerdir. Egzersize bağlı kas hasarına karşı gerçek korumanın olmadığı görülmektedir.

2.9. Kas Hasarı ve Rehabilitasyon

- Ağrıyı artırıcı aktivitelerden kaçınmak gerekir.
- Kan dolaşımını arttırmak için düşük şiddetli aerobik egzersizler yapılabilir.
- R. İ. C. E. uygulaması yapılabilir (dinlenme, buz, bandaj, elevasyon)
- Etkilenen bölgeye yavaşça gerdirme egzersizleri yapılabilir.
- Etkilenen bölgeye yumuşak masaj uygulaması yapılabilir.
- Ağrıyı geçici olarak azaltmak için doktor gözetiminde nonsteroidal anti-enflamatuar ajanlar kullanılabilir (iyileşme hızına etkisi yoktur)
- Vitamin C alımı yararlı olabilir.

3-7 gün içinde özel bir tedavi yapmaksızın ağrının geçmesi gerekir. Eğer ağrılar 7 günden daha fazla sürerse tıbbi bir yardıma başvurulmalıdır³⁵.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Deneklerin Seçilmesi

Bu araştırmaya Erzurum Süper Amatör Ligi'nde yer alan (yaş ortalamaları 25.23 ± 5.36 , boy ortalamaları 174.00 ± 7.55 cm, vücut ağırlıkları 68.77 ± 4.55 kg) olan 13 futbolcu gönüllü olarak katıldı. Deneklere çalışmayla ilgili ayrıntılı bilgi verilerek, araştırmaya gönüllü katılımlarına ilişkin belge imzalatıldı.

3.2. Deneysel Dizayn

Araştırma, Erzurum Süper Amatör Ligi'nde yer alan ve ligde 2.'liği belirleyecek müsabaka olan Erzurum Sağlık Spor ile Erzurum Palandöken Spor Kulübü takımları arasında yapılan, resmi müsabakada 90 dk. oynayan futbolcuların katılımı ile gerçekleştirildi. Bu karşılaşmada, sakatlıkları bulunan ya da tedavi gören ve 90 dk boyunca oyun içerisinde kalmayan oyuncular deney dizaynına alınmadı. Araştırmaya katılan deneklerin serum CK, CK-MB , CK-MM ve miyogloblin düzeylerinin belirlenmesi amacıyla; müsabakadan önce dinlenik (MÖD), devre arasında (DA), müsabaka sonunda (MS), müsabaka bitiminden 24 saat sonra (24 SA), müsabaka bitiminden 48 saat sonra (48 SA) ve müsabaka bitiminden 72 saat sonra (72 SA) olmak üzere, 6 kez ön koldan venöz kan örnekleri alındı.

3.3. Laboratuvar Testleri

Alınan kan örnekleri, bekletilmeden laboratuara nakledildi. Bu kanlar devir/saatte santrifüj edilerek elde edilen serumlar Hitachi marka modüler sistem

oto analizörü biyokimya cihazında radiodiagnostik kitiyle total CK kütle, CK MB kütle, CK-MM kütle oranlarına bakıldı. Miyogloblin ise, IMMULITE ONE 2000 cihazında çalışıldı.

3.4. İstatistiksel Analiz

Data analizi SPSS 10.0 paket programı kullanılarak yapıldı. Ölçülen tüm değerlere normallik sınaması için, Kolmogorov – Smirnov testi yapıldı. Bundan dolayı normal dağılmayan değerlere non parametrik test olan Friedman testi yapıp farka bakıldı. Farkın nereden kaynaklandığını bulmak için çoklu karşılaştırma testi olan Benforoni testi kullanıldı. Anlamlılık düzeyi olarak 0.05 ve 0.01 alındı.

4. BULGULAR

Tablo 1. Futbolcuların Fiziksel Özellikleri

N=13	Min	Max	$\bar{X}$	Ss
Yaş (yıl)	19,00	35,00	25,23	5,36
Sporyaşı (yıl)	3,00	17,00	8,92	4,75
Boy (cm)	160,00	182,00	174,00	7,55
V. Ağırlığı (kg)	59,00	75,00	68,77	4,55

Tablo 1'e bakıldığında çalışmaya katılan deneklerin, yaş ortalamaları: 25.23 ± 5.36 yıl, spor yaşları: 8.92 ± 4.75 yıl, boy ortalamaları: 174.00 ± 7.55 cm, vücut ağırlıkları: 68.77 ± 4.55 kg olarak tespit edilmiştir.

Tablo 2. Deneklerin Kan Değerlerinin Normallik Dağılımı

N=84	Normal Parametre(a.b)		Z	p
	X	SS		
TOTAL CK	378.83	302.96	1.795	.003
CK MB	31.76	17.08	1.521	.020
CK MM	347.22	296.30	1.769	.004
MIYOGLOBİN	76.66	112.80	2.448	.000

P<0.05

Yukarıdaki değerlerin normallik sınamasına baktığımızda $p<0.05$ olduğundan kan parametrelerin normal dağılmadığı görülmektedir. Bundan dolayı normal dağılmayan değerlere non parametrik test olan friedman yapıp farka bakılmıştır. Farkın nerden kaynaklandığını bulmak için ise çoklu karşılaştırma testi olan benforoni testi kullanılmıştır.

Tablo 3. Total CK Ortalama Değerleri

Değişkenler (I)	Min	Max	$\bar{X}$	Ss
MÖD	89.00	357.00	167.15	73.93
DA	148.00	407.00	227.84	79.86
MS	174.00	834.00	382.77	196.96
24.SA	203.00	1651.00	781.69	462.90
48.SA	144.00	799.00	433.00	216.10
72.SA	133.00	548.00	280.53	120.81

MÖD: Müsabakadan Önce Dinlenik, DA : Devre Arası, MS : Müsabakadan Sonra, 24.SA : Müsabaka Bitiminden 24 Saat Sonra, 48.SA :Müsabaka Bitiminden 48 Saat Sonra, 72.SA : Müsabaka Bitiminden 72 Saat Sonra

Tablo 3'e bakıldığında çalışmaya katılanların Total CK değerleri sırasıyla MÖD 167.15 ± 73.93 U/L, DA 227.84 ± 79.86 U/L, MS 382.77 ± 196.96 U/L, 24.SA. 781.69 ± 462.90 U/L, 48.SA. 433.00 ± 216.10 U/L, 72.SA. 280.53 ± 120.81 U/L olarak tespit edilmiştir.

Tablo 4. Total CK Test İstatistiği(a)

N	13
X^2	52.269
Df	5
P	.000

a Friedman Test $p < 0.01$

Total CK'nın Friedman testine bakıldığında $p < 0.01$ olduğundan dolayı tekrarlı ölçümler arasında anlamlı fark vardır.

Tablo 5. Ölçümler Total CK Arasındaki Fark

Değişkenler (I)	Değişkenler (J)	X_1-X_2	SH	p(a)
MÖD	DA	-60.69**	10.00	.001
	MS	-215.62**	40.12	.003
	24.SA	-614.54**	110.05	.002
	48.SA	-265.85**	54.46	.006
	72.SA	-113.39*	27.84	.023
DA	MS	-154.92*	40.24	.035
	24.SA	-553.85**	109.94	.004
	48.SA	-205.15*	52.17	.030
	72.SA	-52.69	29.15	1.000
MS	24.SA	-398.92**	80.27	.005
	48.SA	-50.23	38.49	1.000
	72.SA	102.23	32.94	.137
24.SA	48.SA	348.69	101.42	.074
	72.SA	501.15**	106.16	.007
48.SA	72.SA	152.46*	33.47	.010

a Adjustment for multiple comparisons: Bonferroni.*p<0.05 **p<0.01

MÖD: Müsabakadan Önce Dinlenik, DA : Devre Arası, MS : Müsabakadan Sonra, 24.SA: Müsabaka Bitiminden 24 Saat Sonra, 48.SA : Müsabaka Bitiminden 48 Saat Sonra, 72.SA : Müsabaka Bitiminden 72 Saat Sonra

Tablo 5'e baktığımızda MÖD ile DA, MS, 24. SA, 48. SA (p<0.01) ve 72. SA (p<0.05) değerler arasında, DA ile MS, 48. SA (p<0.05), 24.SA (p<0.01), MS ile 24.SA (p<0.01), 24. SA ile 72.SA (p<0.01), 48.SA ile 72.SA(p<0.05) anlamlı fark vardır. Fakat DA ile 72.SA (p>0.05), MS ile 48. SA ve 72. SA (P>0.05), 24. SA ile 48. SA sonraki değerler arasında anlamlı bir fark olmadığı tespit edildi (P>0.01).

Tablo 6. CK-MB Ortalama Değerleri

Değişkenler (I)	Min	Max	$\bar{X}$	Ss
MÖD	12.70	37.00	22.24	7.75
DA	13.40	79.00	28.16	16.91
MS	16.00	124.00	44.33	30.09
24.SA	26.00	59.00	39.15	10.18
48.SA	19.00	48.00	30.34	7.75
72.SA	16.00	48.00	26.31	8.85

MÖD: Müsabakadan Önce Dinlenik, DA :Devre Arası, MS :Müسابakadan Sonra, 24.SA: Müsabaka Bitiminden 24 Saat Sonra, 48.SA : Müsabaka Bitiminden 48 Saat Sonra, 72.SA : Müsabaka Bitiminden 72 Saat Sonra

Tablo 6'ya bakıldığında çalışmaya katılanların CK-MB değerleri sırasıyla, MÖD 22.24 ± 7.75 U/L, DA 28.16 ± 16.91 U/L, MS 44.33 ± 30.09 U/L, 24.SA. 39.15 ± 10.18 U/L, 48.SA. 30.34 ± 7.75 U/L, 72.SA. 26.31 ± 8.85 U/L olarak tespit edilmiştir.

Tablo 7. CK-MB Test İstatistiği(a)

N	13
X^2	34.498
Df	5
P	.000

a Friedman Test $p < 0.01$

Tablo 7'ye göre Total CK-MB Friedman testine bakıldığında $p < 0.01$ olduğundan dolayı tekrarlı ölçümler arasında anlamlı fark vardır.

Tablo 8. CK-MB Ölçümler Arası Fark

Değişkenler (I)	Değişkenler (J)	$X_1 - X_2$ (I-J)	SH	p(a)
MÖD	DA	-5.92	3.08	1.000
	MS	-22.14	6.75	.099
	24.SA	-16.92**	2.76	.001
	48.SA	-8.10*	2.17	.043
	72.SA	-4.07	2.65	1.000
DA	MS	-16.22	4.85	.087
	24.SA	-10.99	4.53	.478
	48.SA	-2.18	4.30	1.000
	72.SA	1.85	4.54	1.000
MS	24.SA	5.22	7.61	1.000
	48.SA	14.04	7.62	1.000
	72.SA	18.07	7.75	.568
24.SA	48.SA	8.82*	2.09	.018
	72.SA	12.85**	2.31	.002
48.SA	72.SA	4.03*	.953	.018

a Adjustment for multiple comparisons: Bonferroni. * $p < 0.05$ ** $p < 0.01$

MÖD: Müsabakadan Önce Dinlenik, DA : Devre Arası, MS : Müsabakadan Sonra, 24.SA : Müsabaka Bitiminden 24 Saat Sonra, 48.SA : Müsabaka Bitiminden 48 Saat Sonra, 72.SA : Müsabaka Bitiminden 72 Saat Sonra

Tablo 8'e göre sporcuların CK-MB Ölçümler arası farka bakıldığında; MÖD ile 24.SA ($p < 0.01$), 48.SA ($p < 0.05$), 24.SA ile 48.SA ($p < 0.05$), 72 SA ($p < 0.05$), 48.SA ile 72.SA ($p < 0.05$) arasında anlamlı fark vardır. Fakat MÖD ile DA, MS ve 72.SA , DA ile MS, 24. SA, 48. SA ve 72.SA, MS ile 24. SA, 48. SA ve 72. SA değerleri arasında ($p > 0.05$), anlamlı fark olmadığı tespit edildi.

Tablo 9. CK-MM Ortalama Değerleri

Değişkenler (I)	Min	Max	$\bar{X}$	Ss
MÖD	69.00	341.00	145.84	74.29
DA	121.00	389.00	199.68	76.45
MS	156.50	766.00	338.39	177.40
24.SA	177.00	1608.00	742.54	459.67
48.SA	122.00	764.00	402.66	213.12
72.SA	115.00	518.00	254.23	119.19

MÖD: Müsabakadan Önce Dinlenik, DA : Devre Arası, MS : Müsabakadan Sonra, 24.SA : Müsabaka Bitiminden 24 Saat Sonra, 48.SA : Müsabaka Bitiminden 48 Saat Sonra, 72.SA :Müsabaka Bitiminden 72 Saat Sonra

Tablo 9'a bakıldığında çalışmaya katılanların CK-MM değerleri sırasıyla: MÖD. 145.84 ± 74.29 U/L, DA. 199.68 ± 76.45 U/L, MS. 338.39 ± 177.40 U/L, 24.SA. 742.54 ± 459.67 U/L, 48.SA. 402.66 ± 213.12 U/L, 72.SA. 254.23 ± 119.19 U/L olarak tespit edilmiştir.

Tablo 10. CK-MM Test İstatistiği (a)

N	13
X^2	51.901
Df	5
P	.000

a Friedman Test $p < 0.01$

Tablo 10'a göre sporcuların Total CK-MM Friedman testine bakıldığında $p < 0.01$ olduğundan dolayı tekrarlı ölçümler arasında anlamlı fark vardır.

Tablo 11. CK-MM Ölçümler Arası Fark

Değişkenler (I)	Değişkenler (J)	$X_1 - X_2$	SH	p(a)
MÖD	DA	-53.85**	8.50	.001
	MS	-192.55**	35.18	.002
	24.SA	-596.70**	109.61	.002
	48.SA	-256.82**	54.73	.008
	72.SA	-108.39*	28.52	.038
DA	MS	-138.71*	36.67	.039
	24.SA	-542.85**	110.19	.005
	48.SA	-202.98*	53.09	.036
	72.SA	-54.55	29.30	1.000
MS	24.SA	-404.15**	83.66	.006
	48.SA	-64.27	38.17	1.000
	72.SA	84.16	28.21	.171
24.SA	48.SA	339.88	101.54	.087
	72.SA	488.31**	106.19	.009
48.SA	72.SA	148.43*	33.52	.012

a Adjustment for multiple comparisons: Bonferroni.* $p < 0.05$ ** $p < 0.01$

MÖD: Müsabakadan Önce Dinlenik, DA : Devre Arası, MS : Müsabakadan Sonra, 24.SA : Müsabaka Bitiminden 24 Saat Sonra, 48.SA : Müsabaka Bitiminden 48 Saat Sonra, 72.SA : Müsabaka Bitiminden 72 Saat Sonra

Tablo 11'e göre sporcuların CK-MM değerleri karşılaştırıldığında: MÖD ile DA, MS, 24.SA, 48.SA ($p < 0.01$), 72.SA. ($p < 0.05$), DA ile MS, 48.SA. ($p < 0.05$), 24.SA. ($p < 0.01$), MS ile 24.SA. ($p < 0.01$), 24.SA. ile 72.SA. ($p < 0.01$), 48.SA. ile 72.SA. ($p < 0.05$), arasında anlamlı fark vardır. Fakat DA değerleri ile 72.SA, MS ile 48 SA ve 72 SA, 24.SA ile 48.SA değerleri arasında ($p > 0.05$) anlamlı fark olmadığı tespit edildi.

Tablo 12 Miyogloblin Ortalama Değerleri

Değişkenler (I)	Min	Max	$\bar{X}$	Ss
MÖD	14.00	107.00	33.49	22.93
DA	19.90	189.00	83.82	46.82
MS	69.40	654.00	256.27	183.74
24.SA	11.00	77.80	35.13	18.39
48.SA	12.10	72.80	28.28	14.97
72.SA	9.80	34.40	22.98	7.31

MÖD: Müsabakadan Önce Dinlenik, DA : Devre Arası, MS : Müsabakadan Sonra, 24.SA : Müsabaka Bitiminden 24 Saat Sonra, 48.SA : Müsabaka Bitiminden 48 Saat Sonra, 72.SA :Müsabaka Bitiminden 72 Saat Sonra

Tablo 12'ye bakıldığında çalışmaya katılanların miyogloblin değerleri sırasıyla: MÖD. 33.49 ± 22.93 ng/dl, DA. 83.82 ± 46.82 ng/dl, MS. 256.27 ± 183.74 ng/dl, 24.SA. 35.13 ± 18.39 ng/dl, 48.SA. 28.28 ± 14.97 ng/dl, 72.SA. 22.98 ± 7.31 ng/dl olarak tespit edilmiştir.

Tablo 13. Miyogloblin Test İstatistiği (a)

N	13
X^2	51.195
df	5
p	.000

a Friedman Test $p < 0.01$

Tablo 13'e göre miyogloblin Friedman testine bakıldığında $p < 0.01$ olduğundan dolayı tekrarlı ölçümler arasında anlamlı fark vardır.

Tablo 14. Miyogloblin Ölçümler Arası Fark

Değişkenler (I)	Değişkenler (J)	$X_1 - X_2$	SH	p(a)
MÖD	DA	-50.33*	12.89	.031
	MS	-222.78*	49.54	.011
	24.SA	-1.64	6.07	1.000
	48.SA	5.22	6.95	1.000
	72.SA	10.51	5.34	1.000
DA	MS	-172.44*	39.35	.013
	24.SA	48.69*	13.19	.046
	48.SA	55.55*	13.52	.022
	72.SA	60.84**	12.59	.006
MS	24.SA	221.14*	49.87	.012
	48.SA	227.99*	51.10	.012
	72.SA	233.29**	50.39	.009
24.SA	48.SA	6.85	6.23	1.000
	72.SA	12.15	4.45	.276
48.SA	72.SA	5.29	3.53	1.000

a Adjustment for multiple comparisons: Bonferroni.*p<0.05 **p<0.01

MÖD: Müsabakadan Önce Dinlenik, DA : Devre Arası, MS : Müsabakadan Sonra, 24.SA : Müsabaka Bitiminden 24 Saat Sonra, 48.SA : Müsabaka Bitiminden 48 Saat Sonra, 72.SA :Müsabaka Bitiminden 72 Saat Sonra

Tablo 14'e göre sporcuların miyogloblin değerleri arasındaki farka bakıldığında: MÖD ile DA, MS (p<0.05), DA ile MS, 24.SA., 48.SA. (p<0.05), 72.SA. (p<0.01), MS ile 24.SA., 48.SA., (p<0.05), 72.SA., (p<0.01), arasında anlamlı fark vardır. Fakat MÖD değerleri ile 24 SA, 48 SA, 72 SA sonraki değerleri arasında, 24 SA değerleri ile 48 SA, 72 SA sonraki değerleri arasında, 48.SA değerleri ile 72 SA sonraki değerleri arasında (p>0.05) anlamlı fark olmadığı görülmektedir.

5. TARTIŞMA

Araştırmaya katılan sporcuların Total CK ortalama değerlerine bakıldığında, müsabaka öncesi dinlenik (MÖD) 167.15 ± 73.93 U/L, devre arası (DA) 227.84 ± 79.86 U/L, müsabaka sonrası (MS) 382.77 ± 196.96 U/L, müsabakadan 24 saat sonra (24 SA) 781.69 ± 462.90 U/L, müsabakadan 48 saat sonra (48 SA) 433.00 ± 216.10 U/L ve müsabakadan 72 saat sonra (72 SA) 280.53 ± 120.81 U/L olarak tespit edilmiştir (Tablo 3).

Total CK değerleri karşılaştırıldığında, müsabakadan önce dinlenik durum ile devre arası, müsabakadan sonra, müsabakadan 24 ve 48 saat sonraki değerler ($p<0.01$), müsabakadan 72 saat sonraki değerler arasında ($p<0.05$) anlamlı fark bulunmaktadır.

Devre arası ile müsabaka sonrası, müsabakadan 48 saat sonraki değerler ($p<0.05$), müsabakadan 24 saat sonraki değerler arasında ($p<0.01$) farkın anlamlı olduğu tespit edilirken, müsabakadan 72 saat sonraki değerler arasında ($p>0.01$) farkın anlamlı olmadığı tespit edilmiştir.

Müsabaka sonrası değerler ile müsabakadan 24 saat sonraki değerler arasında ($p<0.01$) farkın anlamlı olduğu görülürken, müsabakadan 48 ve 72 saat sonraki değerler arasında ($p>0.05$) farkın anlamlı olmadığı görülmektedir.

Müsabakadan 24 saat sonraki değerler ile müsabakadan 72 saat sonraki değerler arasında ($p<0.01$) farkın anlamlı olduğu ve müsabakadan 48 saat sonraki değerler arasında farkın anlamlı olmadığı tespit edilmiştir ($p>0.05$).

Müسابakadan 48 saat sonraki değerler ile müسابakadan 72 saat sonraki değerler arasında ($p<0.01$) anlamlı bir fark olduğu tespit edilmiştir (Tablo 5).

Literatürdeki çalışmalarda, CK miktarının egzersizden 1-5 gün sonra en yüksek seviyesine geldiği bildirilmektedir^{17,56,69,80,85}. Yapılan bir çalışmada bacak direnç egzersizinden sonra CK seviyesindeki yükselme 3.-4. günlerde en yüksek seviyesine çıktığı tespit edilmiştir⁸⁵. Clarkson ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada²⁰, genç ve yaşlı bayanların bacak fleksörlerine eksantrik kasılma uygulanmış ve CK seviyeleri tespit edilmiştir. Yaşlı bayanların CK seviyeleri beşinci günde yüksekliğini korurken, genç bayanların CK seviyeleri düşmüştür¹⁷. Başka bir çalışmada maratoncularda serum CK miktarı koşu sonrasında koşu öncesine göre 21 kat daha yüksek bulunmuş ve koşudan 4 gün sonra normal seyrine dönmüştür⁶⁹. Clarkson ve arkadaşlarının²⁰, yaptıkları başka bir çalışmada serum CK değerlerinin uzun süreli egzersizler sonucunda artış gösterdiği ve 24-48 saat sonrasında pik yaptığını tespit etmişlerdir. Benzer bir çalışmada ise Noakes⁵⁸, tarafından aynı sonuçların tespit edildiği görülmektedir.

Çalışmada CK seviyesinin müsabaka bitiminde arttığını ve müsabaka bitiminden 24 saat sonra pik yaptığını tespit edilmiştir. Çalışmanın sonuçları da, literatürdeki bulgularla paralellik göstermektedir.

Müsabaka öncesi dinlenik Total CK değerlerinin; devre arası, müsabaka sonrası, müsabaka bitiminden 24, 48 ve 72 saat sonra anlamlı şekilde artış göstermesi futbolcularda kas hasarı oluştuğunu göstermektedir.

Çalışmaya katılan deneklerin CK-MB ortalama değerlerine bakıldığında, MÖD 22.24 ± 7.75 U/L, DA 28.16 ± 16.91 U/L, MS 44.33 ± 30.09 U/L, 24.SA. 39.15 ± 10.18 U/L, 48.SA. 30.34 ± 7.75 U/L, 72.SA. 26.31 ± 8.85 U/L olarak tespit edilmiştir (Tablo 6).

Futbolcuların CK-MB değerleri karşılaştırıldığında, müsabakadan önce dinlenik değerler ile müsabakadan 24 saat sonraki değerler ($p<0.01$) ve 48 saat sonraki değerler arasında ($p<0.05$) farkın anlamlı olduğunu görülürken; devre arası, müsabaka sonrası ve müsabakadan 72 saat sonraki değerler arasında ($p>0.05$) istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olmadığı bulunmuştur.

Devre arası ile müsabaka sonrası, müsabakadan 24, 48 ve 72 saat sonraki değerler arasında ($p>0.05$) farkın anlamlı olmadığı tespit edilmiştir.

Müsabaka sonrası değerler ile müsabakadan 24, 48 ve 72 saat sonraki değerler arasındaki fark anlamlı değildir ($p>0.05$).

Müsabakadan 24 saat sonraki değerler ile müsabakadan 48 saat sonraki değerler ($p<0.05$), müsabakadan 72 saat sonraki değerler arasında ($p<0.01$) farkın anlamlı olduğu tespit edilmiştir.

Müsabakadan 48 saat sonraki değerler ile müsabakadan 72 saat sonraki değerler arasında farkın anlamlı olduğu ($p<0.05$) bulunmuştur (Tablo 8).

Litaretürdeki, egzersiz ve troponin t ilişkisi üzerine yapılan çalışmalar, farklı sonuçlar ortaya koymaktadır. Egzersiz ile birlikte Tn-t oranının arttığını ve egzersizin miyokart hasarı meydana getirdiğini bildiren çalışmaların^{68,84,97,99} yanında, egzersizin miyokart hasarı ile ilgili diğer kimyasallarda artış meydana

getirirken daha spesifik olan Tn-T de herhangi bir değişiklik meydana getirmediği ve artan diğer kimyasalların iskelet kası kökenli olduğunu bildiren çalışmalar mevcuttur^{12,36,41,75}. Hazar yaptığı çalışmada³⁶, maksimal kuvvet ve kuvvette devamlılık niteliğindeki antrenmanların miyokartta belirgin hasara yol açmadığını tespit etmiş ve CK-MB deki yükselmesinde kardiyak kökenli olmadığı iskelet kası hasarından kaynaklanan bir durum olduğu belirtmiştir. Yaptığımız çalışmada CK-MB'nin egzersizden sonra arttığı tespit edilmiş ve bu artışın iskelet kasından kaynaklandığı anlaşılmıştır. Çalışma, litaretürdeki bulgularla paralellik göstermektedir.

Sporcuların CK-MM değerlerine bakıldığında ortalama değerleri, MÖD. 145.84 ± 74.29 U/L, DA. 199.68 ± 76.45 U/L, MS. 338.39 ± 177.40 U/L, 24.SA. 742.54 ± 459.67 U/L, 48.SA. 402.66 ± 213.12 U/L, 72.SA. 254.23 ± 119.19 U/L olarak tespit edilmiştir (Tablo 9).

CK-MM değerlerini karşılaştırıldığında, müsabaka önce dinlenik değerler ile devre arası, müsabaka sonrası, müsabakadan 24 ve 48 saat sonra ($p<0.01$), müsabakadan 72 saat sonraki değerler arasında ($p<0.05$) farkın anlamlı olduğu görölmüştür.

Devre arası değerler ile müsabaka sonrası, müsabakadan 48 saat sonra ($p<0.05$), müsabakadan 24 saat sonraki değerler ($p<0.01$) arasında farkın anlamlı olduğu tespit edilirken, müsabakadan 72 saat sonraki değerler arasında ($p>0.01$) farkın anlamlı olmadığı bulunmuştur.

Müsabaka sonrası değerleri ile müsabakadan 24 saat sonraki değerler arasında ($p<0.01$) farkın anlamlı olduğu bulunmuştur. Fakat müsabakadan 48 ve 72 saat sonraki değerler arasında ($p>0.05$) fark anlamlı değildir.

Müsabakadan 24 saat sonraki değerler ile müsabakadan 72 saat sonraki değerler ($p<0.01$) arasında fark anlamlıyken, müsabakadan 48 saat sonraki değerler arasında fark anlamlı değildir ($p>0.05$).

Müsabakadan 48 saat sonraki değerler ile müsabakadan 72 saat sonraki değerler arasında ($p<0.05$) farkın anlamlı olduğu görülmektedir (Tablo 11).

Yapılan bir araştırmada, iskelet kasındaki CK aktivitesinin %99'unu CK-MM izoenziminin oluşturduğu belirtilmiştir⁶⁹. Clarkson ve arkadaşları yaptığı çalışmada²⁰, 18 – 40 yaşları arasında 203 gönüllü deneğe el bileği fleksör kasının kasılması için egzersizler yaptırılmış ve araştırmanın sonucunda, egsantrik kasılma içeren egzersizler CK-MM düzeylerinde artışa neden olduğu tespit edilmiştir¹⁹. Yine Clarkson'nun²⁰ yaptığı başka bir çalışmada egzersizden 24, 48 ve 72 saat sonra CK-MM değerlerinde artmanın olduğunu ve dolayısıyla kas hasarının arttığını belirtmiştir¹⁸.

Total CK değerlerinin artması demek, kas hasarının oluşması anlamına gelmektedir. Kas hasarının oluşmasının araştırıldığı bir çalışmada dirsek fleksiyonunda maksimal kasılmadan sonra CK-MM değerlerinde egzersizden sonraki 3.4.5. günde artmanın olduğunu belirtilmiştir⁶⁰. Yaptığımız çalışmanın sonucunda egzersize bağlı olarak CK-MM değerlerinde artış meydana geldiğini tespit ettik. Müsabaka öncesi CK-MM dinlenik değerlerinin, devre arası,

müsabaka sonrası, müsabaka bitiminden 24, 48 ve 72 saat sonra anlamlı şekilde artış göstermesi futbolcularda kas hasarı oluştuğunu göstermektedir.

Araştırmaya katılan sporcuların miyogloblin değerlerinin ortalamasına bakıldığında, MÖD. 33.49 ± 22.93 ng/ml, DA. 83.82 ± 46.82 ng/ml, MS. 256.27 ± 183.74 ng/ml, 24.SA. 35.13 ± 18.39 ng/ml, 48.SA. 28.28 ± 14.97 ng/ml, 72.SA. 22.98 ± 7.31 ng/ml, olarak tespit edilmiştir (Tablo 12).

Sporcuların miyogloblin değerlerini karşılaştırıldığında ise, müsabaka öncesi dinlenik değerler ile devre arası, müsabaka sonrası ($p < 0.05$) anlamlı fark görülürken, müsabakadan 24, 48 ve 72 saat sonraki değerler arasında anlamlı fark görülmemektedir ($p > 0.01$).

Devre arası değerler ile müsabaka sonrası, müsabakadan 24, 48 saat sonra ($p < 0.05$), müsabakadan 72 saat sonraki değerler ($p < 0.01$) arasında anlamlı fark bulunmaktadır. Müsabaka sonrası değerleri ile müsabakadan 24 ve 48 saat sonra ($p < 0.05$), müsabakadan 72 saat sonraki değerler ($p < 0.01$) arasında anlamlı fark olduğu görülmektedir.

Müsabakadan 24 saat sonraki değerler ile müsabakadan 48 ve 72 saat sonraki değerler arasında anlamlı farkın olmadığı görülmüştür ($p > 0.05$). Müsabakadan 48 saat sonraki değerler ile müsabakadan 72 saat sonraki değer arasında ($p > 0.01$) anlamlı bir fark tespit edilememiştir (Tablo 14).

Mikkelsen ve Toftun⁵¹'un bizim bulgularımızla paralellik gösteren çalışmalarında Miyogloblin konsantrasyonu kas hasarından hemen sonra CK değerlerinden daha önce pik yaptığı tespit edilmiştir.

Müsabaka öncesi miyogloblin değerlerinin, DA ve MS değerlerinden düşük olması müsabaka sonrası kas hasarının anlamlı bir şekilde arttığını gösterir. Fakat futbolcuların miyogloblin değerlerinin, müsabakadan 24, 48 ve 72 saat sonra istirahat değerlerine döndüğü belirlenmiştir.

6. SONUÇ

Çalışmada elde ettiğimiz bilgilere göre, müsabaka öncesi dinlenik Total CK, CK-MB ve CK-MM değerlerinin devre arası, müsabaka sonrası, müsabaka bitiminden 24, 48 ve 72 saat sonra anlamlı şekilde artış göstermesi futbolcularda kas hasarı oluştuğunu göstermektedir ($p<0.01$).

Araştırmaya katılan deneklerin miyogloblin değerleri de Total CK, CK-MB, CK-MM değerlerinde olduğu gibi devre arasında ve maç sonrasında anlamlı şekilde artış gösterdiği ($p<0.01$) ve müsabaka süresince kas hasarının oluştuğunu göstermektedir. Fakat futbolcuların miyogloblin değerlerinin, müsabakadan 24 SA, 48 SA ve 72 SA sonra istirahat değerlerine döndüğü belirlenmiştir.

Deneklerin Total CK, CK-MB, CK-MM değerlerinin egzersizden 72 saat sonra dahi normal seviyeye (dinlenik durum) tam olarak dönmediği, ancak istatistiki açıdan aralarındaki fark, anlamlı bulunmamıştır.

Çalışmada, bütün kas grupları çalıştığı için kasılma türlerine ilişkin bir değerlendirme yapılmamıştır.

Sonuç olarak; futbol müsabakası süresince futbolcularda kas hasarının oluştuğu tespit edilmiştir.

Bu çalışmanın sonunda şunlar önerilebilir:

- Futbol müsabakasından sonra kas hasarının etkisini azaltmak için sporculara masaj yaptırılmalıdır.
- Kas hasarını azaltmak için düzenli antrenmanlar yapılmalı ve egzersizden önce ve sonra germe cimmastiğı yapılmalıdır.
- Bu çalışmanın bir benzeri bayan futbolcularda yapılabilir. Erkek ve bayan sporcular arasındaki farka bakılabilir.
- Kreatin alımının kas hasarına etkisine bakılabilir.

ÖZET

Bu çalışma, müsabaka süresince erkek futbolcularda oluşan kas hasarının belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Araştırmaya; yaş ortalamaları 25.23 ± 5.36 yıl, spor yaşları 8.92 ± 4.75 yıl, boy ortalamaları 174.00 ± 7.55 cm, vücut ağırlıkları 68.77 ± 4.55 kg olan Erzurum Süper Amatör Liginde yer alan Erzurum Sağlık Spor ile Erzurum Palandöken Spor Kulüplerinde 90 dk. Oynayan ve sakatlıkları bulunmayan toplam 13 futbolcu gönüllü olarak katılmıştır.

Bu araştırmada; müsabaka öncesinde, devre arasında, müsabaka sonunda, müsabakadan 24, 48 ve 72 saat sonra olmak üzere toplam 6 defa kan örnekleri alınmıştır. Futbolculardaki kas hasarını belirleyebilmek için CK, CK-MB, CK-MM ve Miyogloblin kan parametrelerine Hitachi marka modüler sistem oto analizörü biyokimya cihazında ve IMMULITE ONE 2000 cihazında çalışıldı.

Elde edilen veriler SPSS 10.0 paket programı kullanılarak yapıldı. Ölçülen tüm değerlere normallik sınaması için Kolmogorov – Smirnov testi yapıldı. Bundan dolayı normal dağılmayan değerlere non parametrik test olan Friedman testi yapıp farka bakıldı. Farkın nerden kaynaklandığını bulmak için çoklu karşılaştırma testi olan Benforoni testi kullanıldı.

Müsabaka öncesi CK-MB ve CK-MM değerlerinin devre arası, müsabaka sonrası, müsabakadan 24, 48 ve 72 saat sonraki CK-MB ve CK-MM değerlerinden düşük olduğu gözlenmiştir ($p<0.01$). Müsabaka öncesi dinlenik Total CK değerlerinin devre arası, müsabaka sonrası, müsabaka bitiminden 24, 48 ve 72 saat sonra anlamlı şekilde artış göstermesi, futbolcularda kas hasarı

oluşturduğunu göstermektedir ($p<0.01$). Araştırmaya katılan deneklerin miyogloblin değerleride Total CK, CK-MB, CK-MM değerlerinde olduğu gibi devre arasında ve maç sonrasında anlamlı şekilde artış gösterdiği tespit edilmiştir ($p<0.01$). Fakat futbolcuların miyogloblin değerlerinin, müsabakadan 24 saat sonra istirahat değerlerine döndüğü gözlenmiştir.

Deneklerin Total CK, CK-MB, CK-MM değerlerinin egzersizden 72 saat sonra dahi normal seviyeye (dinlenik durum) tam olarak dönmediği tespit edilmiş, ancak istatistiki açıdan aradaki fark anlamlı bulunmamıştır.

Sonuç olarak; bir futbol müsabakası süresince oyunculara önemli miktarda kas hasarının olduğu tespit edilmiştir.

SUMMARY

This study was carried out to determine the muscle damage in male soccer players which occurs throughout the game. The study was participated by 13 players with an average age of 25.23 ± 5.36 years , an experience of 8.92 ± 4.75 years , length of 174.00 ± 7.55 cm and body weight of 68.77 ± 4.55 kg playing full time soccer in Erzurum Sağlık Spor and Erzurum Palandöken Spor teams in Erzurum Super Amateur league .

There were six blood samples taken from the participants before the match, in half time, following the match and 14, 48 and 72 hours after the match. The muscle damage of the players were determined by measuring the blood parameters CK, CK-MB, CK-MM and Myoglobine with the use of Hitachi brand modular system autoanalyser and IMMULITE ONE 2000 device .

The data obtained were evaluated by SPSS 10.0 statistical software .The measured values were tested for normality with Kolmogorov – Smirnov test. The non normalized values were subjected to a non parametric Friedman test to determine the difference .The multi comparison Benforoni test was employed to find out the origin of the difference

It was observed that the pre competition CK-MB and CK-MM values were significantly lower than those observed in the half time and just 24, 48 and 72 hours after the match. ($p < 0.01$).The fact that total CK values before the match showed a significant increase in half time and just, 24 ,48 and 72 after the match was a clear indication of the muscle damage of the players during the match

($p < 0.01$). The myoglobine values of the participants as the total CK, CK-MB and CK-MM values showed a significant increase in half time and after the match ($p < 0.01$). However the myoglobine values of the players were observed to take the resting values 24 after the match.

The total CK, CK-MB and CK-MM were seen not to assume their normal values even after 72 hours after the match and the difference between these respective values was statistically significant.

We can thus conveniently conclude that there is significant amount of muscle damage takes place in soccer players during the match.

ÖZGEÇMİŞ

1979 yılında Erzurum’da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Erzurum’da tamamladı. 1999 yılında girdiği Atatürk Üniversitesi, Ağrı Eğitim Fakültesi, Beden Eğitimi ve Spor Öğretmenliği Bölümü’nden 2003 yılında mezun oldu.

2004 yılında Atatürk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsünde lisansüstü eğitimine başladı aynı yıl Ağrı Eğitim Fakültesi, Beden Eğitimi ve Spor Öğretmenliği Bölümü’ne Araştırma Görevlisi olarak göreve başladı. Futbol branşıyla; sporculuk ve antrenörlük yaptı. 2005 yılında Yüksek Öğretim Kurulu Kanununun 35. Maddesine istinaden Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsüne Lisansüstü eğitimini tamamlamak üzere görevlendirildi. Halen Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalında Araştırma Görevlisi olarak çalışmaktadır.

KAYNAKLAR

1. AKGÜN, N.: Egzersiz Fizyolojisi, Gökçe Ofset Matbaacılık, Ankara, (1989).
2. ALLEN, D.G.: Eccentric Muscle Damage: Mechanisms of Early Reduction of Force, *Acta Physiol.Scand*, 171 (3), 311-319, (2001).
3. AMELINK, G.J., KAMP, H.H., BAR, P.R.: Creatine Kinase Isoenzyme Profiles After Exercise in The Rat: Sex-Linked Differences in Leakage of CK-MM. *Pflugers Arch*, 412(4), 417-421, (1988).
4. AMSTRONG, R.B.: Initial Events in Exercise – Induced Musmaur Injury, *Med. Sci Sports Exercise*, 22(4), 429-435, (1990).
5. APPLE, F.S., ROGERS M.A., SHERMAN W.M., IVY, J.L.: Comparision of Serum Creatin Kinase and Creatin Kinase MB Activites, Post Maraton Race Versus Myocardial Infarction, *Clinica Chimica Acta*, 27, 138(1), 111-118, (1984).
6. APPLE, F.S.: Acute Myocardial Infarction and Coronary Reperfusion: Serum Cardiac Markers for the 1990s, *A.M J Cline Patol*, 97(2), 217-226, (1992).
7. BAECHLE, T.R., EARLE, R.W.: Essential of Strength Training and Conditioning, 2nd Edition, Champagn, IL: Human Kinetics, (2000).

8. BALNAVE, C.D., THOMPSON, M.W.: Effects of Training on Eccentric Exercise-Induced Muscle Damage, *Journal of Applied Physiology*, 75(4), 1545-1551, (1993).
9. BAR, P.R, AMMELINK G.J.: Protection Against muscle Damage Exerted By Oestrogen: Hormonal or Antioxidant Action, *Biochem Soc Trans*, 25(1), 50-54 , (1997).
10. BLACK, H.R., QUALICE, H., GARELECIK C.B.: Racial Differences in Serum Creatin Kinase Levels , *Ame J Med*. 81(3), 479-487, (1983).
11. BOMPA, T.O.: Periodization Theory and Methodology Of Training. 4th Edition, Champaign Human Kinetics, Orlando, (1999).
12. BONETTI, A., TIRELLI, F., ALBERTINI, R., MONICA, C, MONICA, M., TREDICI, G.: Serum Cardiac Troponin T After Repeated Endurance Exercise Events, *Int J Sport Med*, 17(44), 259-265, (1996).
13. BROWN, L.M., HILL, L.M.: Some Observations on Variations in Filament Overlap in Tetanized Muscle Fibres and Fibres Stretched During A Tetanus, Detected in the Electron Microscope after Rapid Fixation, *Journal of Muscle Research and Cell Motility*, 12(2), 171-182, (1991).
14. BROWN, S., DAY, S., DONEELLY, A.: Indirect Evidence of Human Skeletal Muscle Damage and Collagen Breakdown Eccentric Muscle Action *J Sports Science*, 17(5), 397-402., (1999).
15. CARR, G.: Sport Mechanics For Coaches, Auckland, (2004).

16. CLANCY, S.P., CLARKSON, P.M.: Immobilization During Recovery From Eccentric Exercise-Induced Muscle Damage, *Medicine and Science in Sports and Exercise* (Abstract), 22, 37, (1990).
17. CLARKSON, P.M., BYRNES W.C., MCCORMICK, K.M., TURCOTTE, L.P., WHITE J.S.: Muscle Soreness and Muscle Function Following Isometric, Eccentric and Concentric Exercise, *Int J. Sports Med*, 7(3), 152-51, (1986).
18. CLARKSON, P.M., HUBAL, M.J.: Exercise- Induced Muscle Damage in Humans, *Am J Phys Med Rehabil*, 81 (Suppl), 52-69, (2002)
19. CLARKSON, P.M., KEARNS, A.K., ROUZIER, P., RUBIN, R., THOMPSON, P.D.: Serum Creatinine Levels and Renal Function Measures In Exertional Muscle Damage, *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 38(4), 623-7 (2006).
20. CLARKSON, P.M., NOSAKA, K., BRAUN, B.: Muscle Function After Exercise-Induced Muscle Damage and Rapid Adaptation, *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 24(5), 512-520, (1992).
21. CLARKSON, P.M., TREMBLAY, I.: Exercise-Induced Muscle Damage, Repair and Adaptation in Humans, *Journal of Applied Physiology*, 65(1), 1-6, (1988).
22. ÇELİK, B.: Ultrason Uygulamasının Kas Hasarı Üzerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara, (2003).

23. EBBELING, C.B., CLARKSON, P.M.: Exercise Induced Muscle Damage and Adaptation, *Sports Med*, 7(4), 207-34, (1989).
24. ERGEN, E., DEMIREL, H., GUNE, R., TURNAGÖL, H, BAŞOĞLU, S., ZERGENOĞLU, A.M., ULKAR, B.: *Egzersiz Fizyolojisi*, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara, (2002).
25. ESSELINK, M.K.C., KUIPERS, H., GEURTEN, P., VANSTRAATEN, H.: Structural Muscular Damage and Muscle Strength After Incremental Number of Isometric and Force Lengthening Contractions, *J. Muscle Res. Cellmotil*, 17(3), 335-341, (1996).
26. EVANS, W.J., CANON, J.G.: The Metabolic Effects Of Exercise-Induced Muscle Damage, *Exercise an Sport Sciences Reviewews*, 19, 99-125, (1991).
27. FRIDEN J., SJOSTROM, M., EKBLOM, B.: Myofibriallar Damage Fallaowing Intense Eccentric Exercise in Man, *Int Sport Med*, 4(3), 170-176, (1983).
28. FRIDEN, J., LIYEBER, R.L.: Eccentric Exercise-Induced Injuries To Contractile and Cytoskeletal Muscle Fibre Conponents, *Acta Physiol Scan*, 171(3), 321-326, (2001).
29. GARRETT, W.E., KIRKENDALL, D.T.: *Exercise and Sport Science*, PA: Lippincott Willaims and Wilkins, Philadelphia, (2000).

30. GIBLER, W.B., GIBLER C.D. WEINSHENKER, E., et al: Myoglobin as Early Indicator of Acute Myocardial Infarction, Ann Emerg Med, 16(8), 851-856, (1987).
31. GIBLER, W.B., LEWIS, L.M., ERB, R.E.: Early Detection of Acute Myocardial Infarction in Patients Presenting Chest Pain and Nondiagnostic ECGs: Serial CK-MB Sampling in The Emergency Department. Ann Emerg Med, 19(2), 1359, (1990)
32. GILLUM, R.F., FORTMANN, S.P., PRINEAS, R.J., KOTTKE, T.E: International Diagnostic Criteria For Acute Myocardial Infarction and Acute Stroke, Am Heart J, 108(1),150-158, (1984).
33. GÜNAY, M., TAMER, K., CİCİOĞLU, İ.: Spor Fizyolojisi ve Performans Ölçümü, Gazi Kitapevi, Ankara, (2006).
34. GÜNAY, M., YÜCE, İ.A.: Futbolda Antrenmanın Bilimsel Temelleri, Seren Matbaacılık, Ankara, (1996).
35. HARBİLİ, S.: Egzersize Bağlı Kas Hasarı, Atletizm Bilim ve Teknoloji Dergisi, 55, 13-18, (2004).
36. HAZAR, S.: Farklı Türdeki Kuvvet Antrenmanlarının İskelet ve Kalp Kası Enzim Aktivitelerine Akut Etkisi, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı, Ankara, (2004).
37. HEDGES, J.R., GIBLER, W.B., YOUNG, G.P., SLOVIS, C., AGHABABIAN R, et al for the EMCREG II Study Group: Multicenter

- Study of Creatinine Kinase-MB use: Effect on Chest Pain Clinical Decision Making, *Acad Emerg Med*, 3, 7-15, (1996).
38. JAKEMAN, P., MAXWELL, S.: Effect of Antioksidant Vitamin Supplementation on Muscle Function After Eccentric Exercise, *Eur Journal of Applied Physiology*, 67(5), 426-430. (1993).
39. JONES, D.A., NEWHAM, D.J., ROUND, J.M., TOLFREE, S.E.: Experimental Human Muscle Damage: Morphological Change in Relation to Other Indices of Damage, *Journal of Applied Physiology*, 375, 435-448, (1986).
40. KIRWAN, J.P., HICKNER, R.C., YARESHESKI, K.E., KOHRT, W.M., WIETHOP, B.V., HOLLOSZY, J.O.: Eccentric Exercise Induces Transient Insulin Resistance in Healthy Individuals, *Journal of Applied Physiology*, 72:2197-2202, (1992).
41. KONIG, D., SCHUMACHER, Y.O., HEINRICH, L., SCHMID, A., BERG, A., DICKHUTH, H.H.: Myocardial Stres After Competitiv Exercise in Professionel Road Cyclist, *Medicine and Sciencce in Sports and Exerciseise*, 35(10), 1679-1683, (2003).
42. KUIPERS, H.: Exercise-Induced Muscle Damage, *International Journal of Sports Medicine*. 15(3):132-135, (1994).
43. 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, Journal of Bone and Joint Surgery, British Volume, 67-B(5), 820-828, (1985).
44. LIEBER, R.L., FRIDEN, J.: Muscle Damage is not a Function of Muscle Force but Active Muscle Strain, Journal of Applied Physiology, 74(2), 520-526, (1993).
 45. LIEBER, R.L., THORNELL, L., FRIDEN, J.: Muscle Cytoskeletal Disruption Occurs Within The First 15 Min of Cyclic Eccentric Contraction, Journal of Applied Physiology, 80:278-284. (1996).
 46. LOT, J.A., STANG, J.M.: Serum Enzymes and Isoenzymes in The Diagnosis and Differantinal Diacnosis of Myocardial Ischemia and Necrosis, Clin Chem, 26(9), 1241-1250, (1980).
 47. LOWE, D.A., WARREN, G.L., INGALLS, C.P., BOORSTEIN, D.B., ARMSTRONG, R.B.: Muscle Function and Protein Metabolism After Initiation of Eccentric Contraction-Induced Injury. Journal of Applied Physiology 79(4):1260-1270, (1995).
 48. MACINTYRE, D.L., REID, W.D., MCKENZIE, D.C.: Delayed Muscle Soreness: the Inflammatory Response to Muscle Injury and its Clinical Implications, Sports Med, 20, 24-40, (1995).
 49. MCCULLY, K.K., FAULKNER, J.A.: Characteristics of Lengthening Contractions Associated With Injury to Skeletal Muscle Fibers, Journal of Applied Physiology, 61(1), 293-299, (1986).

50. MCHUGH, M.P., CONNOLLY, D.A.J., ESTON, R.G. AND GLEIM, G.W.: Exercise Induced Muscle Damage and Potential Mechanisms For the Repeated Bout Effect, *Sports Medicine*, 27, 157-170, (1998).
51. MIKKELSEN T.S., TOFT P.: Prognostic Value, Kinetics and Effect of CVVHDF on Serum of The Myoglobin and Creatine Kinase in Critically Ill Patients With Rhabdomyolysis, *Acta Anaesthesiologica Scandinavica*, 49, 859-864, (2005).
52. MORGAN, D.L., ALLEN D.G. Early Events in Stretch-Induced Muscle Damage, *Journal of Applied Physiology*, 87(6), 2007-2006, (1999).
53. MORGAN, D.L.: New Insights into the Behavior of Muscle During Active Lengthening, *Biophys J*, 57(2), 209-221, (1990).
54. MURRAY, R.K., GRANNER, D.K., MAYES, P.A., PODVAR, V.W.: Harper'in Biyokimyası, 24 Baskı, Barış Kitapevi, İstanbul, (1998).
55. NEWHAM, D.J., JONES, D.A.: Intra-Muscular Pressure in The Painful Human Biceps, *Clinical Science*, 69:27. (1985).
56. NEWHAM, D.J., JONES, D.A., EDWARDS, R.H.: Plasma Creatine Kinase Changes after Eccentric and Concentric Contractions, *Muscle Nerve*, 9(1), 595-63, (1986).
57. NEWHAM, D.J., JONES, D.A., GHOSH, G., AURORA, P.: Muscle Fatigue and Pain After Eccentric Contractions at Long and Short Length, *Clin Sci.*, 74(5), 553-557, (1988).

58. NOAKES T.D.: Effect of Exercise on Serum Enzyme Activities in Humans, *Sports Medicine*, 4(4), 245-267, (1987).
59. NOSAKA K., CLARKSON P. M .: Influence of Previous Concentric Exercise on Eccentric Exercise–Induced Muscle Damage, *J Sports Sci.*, 15(5), 477-83, (1997) .
60. NOSAKA, K., CLARKSON, P.M., M.C., GUIGGIN, M.E.: at all; Time Course of Muscle Adaptation After High Force Eccentric Exercise, *Eur. J Appl. Physiol. Occup. Physiol.*, 63(1), 70-6, (1991).
61. NOSAKA, K., CLARKSON, P.M.: Changes in Indicators of Inflammation After Eccentric Exercise of The Elbow Flexors, *Med. Sci. Sports. Exerc.* 28(8), 953-961, (1996).
62. OHBA, H., TAKADA, H., MUSHA, H., NAGASHIMA, J., MORI, N., AWAYA, T., OMIYA, K., MURAYAMA, M.: Effect of Prolonged Strenuous Exercise on Plasma Levels of Atrial Natriuretic Peptide and Brain Natriuretic Peptide in Heltly Men, *Am Heart J.* 142 (5) 751-758, (2001).
63. OLERUD, J.E., HOMER, L.D., CARROL, H.W.: Incidence of Acute Exertional Rhabdomyolysis: Serum Myoglobin and Enzyme Levels as Indicators of Muscle Injury, *Arc. Int. Med.*, 136(6), 692-697, (1976).
64. PROSKE, U., T.J. ALLEN.: Damage to Skeletal Muscle From Eccentric Exercise, *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 33(2), 98-104, (2005).

65. PROU, E., GUEVEL A., BENEZET, P., MARINI, J.F.: Exercise-Induced Muscle Damage: Absence of Adaptive Effect After a Single Session of Eccentric Isokinetic Heavy Resistance Exercise, 39(3), 226-232, (1999).
66. RODENBURG, J.B.: SCHIERECK, P., BAR, P.R.: Effect Of Warming Up Stretching And Massage on Muscle Damage Int. J. Sports Med., 16(6) 347-351, (1992).
67. SAXTON, M.J. DONELLY, A.E.: Light Concentric Exercise During Recovery from Exercise-Induced Muscle Damage, Int. J. Sports Med., 16(6), 347–351, (1995).
68. SAYERS, S.P, CLARKSON, P.M., LEE, J.: Activity and Immobilization After Eccentric Exercise: II. Serum CK., Medicine and Science in Sports and Exercise, 32(9): 1593-1597, (2000).
69. SCHNEIDER, C.M, DENNEHY, C.A., RODEARMAEL, S.J, HAYVARD, J.R.: Effects Of Physical Activity on Creatine Phosphokinase And The Isoenzyme Creatine Kinase –MB., Ann Emerg Med, 25(4), 520-524, (1995).
70. SCHWANE, J.A., BUCKLEY, R.T., DIPIOLO, D.P., ATKINSON, M.A., SHEPHERD, J.R. : Plasma Creatine Kinase Responses of 18- To 30 Yr-Old African –American Men to Eccentric Exercise, Medicine and Science in Sports and Exercise, 32(2), 370-378, (2000).
71. SCHWANE, J.A., JONSON S.R., VANDENAKKER, C.B., ARMSTRONG, R.B.: Delayed-Onset Muscular Soreness and Plasma CPK

and LDH Activities After Downhill Running, *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 15(1), 51-56, (1983).

72. SERWOOD, R.A., LAMBERT, A., NEWHAM D.J., WASIF W.S., PETERS T.J.: The Effect Of Eccentric Exercise On Serum Creatin Kinas Aktiviti In Different Ethnic Groups, *Ahh Clin Biochem*, 33(4), 324-329, (1996).
73. SEVİM, Y.: *Antrenman Bilgisi*, Tutibay Ltd, Ankara, (1997)
74. SHAVE, R.E., DAWSON, E., WHYTE, P.G, GEORGE, K., BALL, D., GAZE, C.D., COLLINSON, P.: Cardiac Troponin T in Female Athletes During Two –Day Mountain Marathon, *Scott Med J.*, 48(2), 41-42, (2003).
75. SHAVE, R.E., DAWSON, E., WHYTE, P.G., GEORGE, K., BALL, D., GAZE, C.D., COLLINSON, P, GAZE, C.D.: The Cardiospecificity of The Third-Generation cTnT Assay After Exercise-Induced Muscle Damage, *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34(4), 651-654, (2002).
76. SHUMATE, J.B., BROKE., M.H., CARROLL J.E., DAVIS, J.E.: Increased Serum Creatine Kinase After Exercise: A Sex Linked Phenomenon., *Neurology*, 29(6), 902-904, (1979).
77. SMITH, L.L, MILES, M.P.: Exercise Induced Muscle Injury and Inflammation (Ed: GARRETT JR., KIRKENDALL, D.T.), *Exercise and Sport Science*, 401-411, Lippincott Williams and Wilkins, Philadelphia, (2000).

78. SMITH, L.L., FULMER M.A.: The Impact of A Repeated Bout of Exercise on Muscular Strenght Muscle Soreness and Creatine Kinase, Br. J. Sp. Med. 28(4), 267-271, (1994).
79. SMITH, L.L.: Acute Inflammation: The Underlying Mechanism in Delayed Onset Muscle Soreness, Medicine and Science in Sports and Exercise, 23(5), 542-551, (1991).
80. STARON, SR., HIKITA, S.: Muscular Responses to Exercise And Training, Exercise and Sport Science, (Ed: GARRETT JR., KIRKENDALL, D.T.), 163-176, Lippincott Williams and Wilkins, Philadelphia, (2000).
81. ŞEN, B.: Akut Miyokart Enfarktüsünde Serum Troponin T Değerlerinin CK-M ve Miyogloblin Değerleriyle Karşılaştırılması., (UT) Sağlık Bakanlığı Haydarpaşa Numune Hastanesi Biyokimyası ve Klinik Biyokimya Servisi, İstanbul, (1992).
82. TIDBALL, J.G.: Inflammatory Cell Response to Acute Muscle Injury, Medicine and Science in Sports and Exercise, 27(7), 1022-1032, (1995).
83. TSUNG, S.H.: Creatine Kinaze Isoenzyme Pattern in Human Tissue Obtainet at Surgery, Ciln Chem 22(2),173-175, (1976).
84. TUCKER, J.F, COLLINS, R.A., ANDERSON, R.A.: Value Of Serial Myoglobin Levels in the Early Diagnosis of Patieents Admitted for Acute Myocardial Infarction, Ann Emerg Med. 24(4), 704-708, (1994).

85. VINCENT, H.K., VINCENT, K.R.: The Effect of Training Status on The Serum Creatine Kinase Response, Soreness And Muscle Function Following resistance Exercise, *Journal Sports Med.*, 18(6), 431-437, (1997).
86. WALSH, B., TONKONOGI, M., MALM, C.: Effect of Eccentric Exercise on Muscle Oxidative Metabolism In Humans *Medicine and Science In Sports And Exercise*, 33(3), 436-441, (2001).
87. WHYTE, G.P., GEORGE, K., SHARMA, S., LUMLEY, S., GATES, P., PRASED, K., MCKENNA, W.J.: Cardiac Fatigue Following Prolonged Endurance Exercise of Differing Distances, *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 32(6), 1067-1072, (2000).
88. WU, A.H., GORNET, T.G., HARKER, C.C., CHEN, H.L.: Role of Rapid Immunoassays For Urgent ("stat") Determinations of Creatine Kinase Isoenzyme MB., *Clin Chem* 35(8), 1752-1756, (1989).
89. YINGJIE, C., ROBERT, C. S., SHANNON, M., MACKEY, B., KAREN, L., KELLY, J.T., FRED, S.A.: Cardiac Troponin T Alteration in Myocardium and Serum of Rats After Stressful, Prolonged Intense Exercise, *J Appl Physiol*, 88(5), 1749-1755, (2000).
90. ZORBA, E., *Herkez İçin Spor ve Fiziksel Uygunluk*, Neyir Matbaası, Ankara, (1999).

EKLER

Ek 1: Gazi Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu Gönüllüler Üzerinde İlaç İle Yapılacak Klinik Araştırmalar İçin "Bilgilendirilmiş Gönüllü İmza Formları"

“Bir Müsabaka Sonrasında Erkek Futbolcularda Oluşan Kas Hasarı” isimli bir çalışmada yer almak üzere davet edilmiş bulunmaktayım. Bu çalışma, araştırma amüsbakalı olarak yapılmaktadır. Çalışmaya katılma konusunda karar vermeden önce araştırmanın neden ve nasıl yapıldığını, benimle ilgili bilgilerin nasıl kullanılacağını, çalışmanın neler içerdığını, olası yararlarını, risklerini ve rahatsızlıklarını bilerek bu çalışmaya gönüllü katılacağım.

Tarih :
Adı Soyadı :
İmza :

ÖNSÖZ

Bu çalışmanın gerçekleşmesi için başından sonuna kadar geçen sürede göstermiş olduğu büyük sabır ve özveriden dolayı, görüş ve bilgileriyle çalışmaya destek olan değerli danışmanım Sayın Prof. Dr. Ömer ŞENEL'e, Çalışma dönemi ve sonrasında vermiş olduğu her türlü destek ve önerilerinden dolayı Sayın Yrd. Doç. Dr. Nevin ATALAY GÜZEL'e, çalışmanın başından beri hiçbir yardımını esirgemeyen ve birebir benimle çalışan değerli Araş Gör. Hüseyin EROĞLU'na, Araştırmaya denek olarak katılan, Erzurum Sağlık Spor ve Erzurum Palandöken Spor Kulübü futbolcularına ve kan analizlerinde sonsuz imkanları sunan Erzurum Numune Hastanesi Başhekim Yardımcısı Sefa BİLİCİ, Erhan DİNLER ve Adnan ŞİMŞEK ve tezin çeşitli aşamalarında katkısı olan Arş.Gör. Elif ÖZ, Murat TEKİN ve Arş. Gör. H. Alper GÜNGÖRMÜŞ'e teşekkür eder ve adı geçen herkese saygılarımı sunarım. Ayrıca manevi desteklerinden dolayı Öznur YEŞİLYURT ve Mahsuni BİLİCİ'ye teşekkür ederim.

Murat AKYÜZ

Ankara-2007

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖNSÖZ.....	I
İÇİNDEKİLER.....	II
TABLolar.....	IV
KISALTMALAR.....	V
1. GİRİŞ ve AMAÇ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1. Futbol.....	3
2.2. Futbolun Fizyolojik Temelleri.....	3
2.3. Kas ve Kasılma Türleri.....	5
2.3.1. İzometrik Kasılma	6
2.3.2. İzotonik Kasılma	6
2.3.2.1. Konsantrik Kasılma.....	6
2.3.2.2. Eksantrik Kasılma	7
2.3.3. İzokinetik Kasılma	7
2.4. Kas Hasarı	8
2.4.1. Kas Yapısı ve Hasar Mekanizması.....	9
2.4.2. Egzersize Bağlı Kas Hasarı ve Enzim Aktiviteleri	10
2.4.4. Miyoglobin	15
2.5. Kas Hasarı Nedenleri.....	16
2.6. Eksantrik Kas Kasılmaları ve Kas Hasarı	19
2.7. Kas Hasar Göstergeleri.....	20

2.7.1. Ağrı ve Şişlik.....	20
2.7.1.1. Gecikmeli Kas Ağrısı (DOMS).....	21
2.7.2. Kas Fonksiyonunda Değişiklikler	23
2.7.3. Fonksiyon Kaybı	26
2.7.4. Kas Proteinleri	27
2.7.5. Histokimyasal Değerlendirmeler.....	29
2.8. Kas Hasarına Uyumlar	29
2.9. Kas Hasarı ve Rehabilitasyon.....	32
3. MATERYAL VE YÖNTEM	33
3.1. Deneklerin Seçilmesi.....	33
3.2. Deneysel Dizayn.....	33
3.3. Laboratuvar Testleri	33
3.4. İstatistiksel Analiz	34
4. BULGULAR	35
5. TARTIŞMA.....	44
6. SONUÇ	51
ÖZET	53
SUMMARY	55
ÖZGEÇMİŞ.....	57
KAYNAKLAR.....	58
EKLER	71

TABLOLAR

Sayfa No

Tablo 1. Futbolcuların Fiziksel Özellikleri	35
Tablo 2. Deneklerin Kan Değerlerinin Normallik Dağılımı	35
Tablo 3. Total CK Ortalama Değerleri.....	36
Tablo 4. Total CK Test İstatistiği(a)	36
Tablo 5. Ölçümler Total CK Arasındaki Fark.....	37
Tablo 6. CK-MB Ortalama Değerleri.....	38
Tablo 7. CK-MB Test İstatistiği(a)	38
Tablo 8. CK-MB Ölçümler Arası Fark	39
Tablo 9. CK-MM Ortalama Değerleri.....	40
Tablo 10. CK-MM Test İstatistiği (a)	40
Tablo 11. CK-MM Ölçümler Arası Fark.....	41
Tablo 12 Miyogloblin Ortalama Değerleri.....	42
Tablo 13. Miyogloblin Test İstatistiği (a).....	42
Tablo 14. Miyogloblin Ölçümler Arası Fark.....	43

KISALTMALAR

CK : Kreatin Kinaz

CK-MB: Kreatin Kinaz Miyokardial Band

CK-MM: Kreatin Kinaz

CK-BB: Kreatin Kinaz Barainal Band

GKA :Gecikmeli Kas Ağrısı

MRI : Magnetic Resonance İmaging

ATP : Adenozintrifosfat

ADP : Adenozindifosfat

T: Troponin

LDH: Laktat Dehidrogenaz

AST : Aspartat Amino Transferaz

GRF : Ground Reaction Force

DOMS : Gecikmeli Kas Ağrısı

SR : Sarkoplazmik Retikulum

MÖD : Müsabaka Öncesi Dinlenik

DA : Devre Arası

MS : Müsabaka Sonu

24 SA : Müsabaka Bitiminden 24 Saat Sonra

48 SA : Müsabaka Bitiminden 48 Saat Sonra

72 SA : Müsabaka Bitiminden 72 Saat Sonra