

T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**HENTBOLCULARDA ÜST EKSTREMİTEYE
UYGULANAN PLİYOMETRİK EGZERSİZİN
ATIŞ HIZI VE İZOKİNETİK KAS KUVVETİNE
ETKİSİ**

CELAL GENÇOĞLU

**SPOR FİZYOLOJİSİ
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

İZMİR-2008

T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**HENTBOLCULARDA ÜST EKSTREMİTEYE
UYGULANAN PLİYOMETRİK EGZERSİZİN
ATIŞ HIZI VE İZOKİNETİK KAS KUVVETİNE
ETKİSİ**

**SPOR FİZYOLOJİSİ
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

CELAL GENÇOĞLU

Danışman Öğretim Üyesi: Prof.Dr.Cem Şeref BEDİZ

Bu araştırma DEÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Şube Müdürlüğü tarafından
2007.KB.SAG.068 sayı ile desteklenmiştir.

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER.....	i
Tablo Listesi.....	ii
Şekil Listesi.....	iii
Simge ve Kısaltmalar.....	iv
Teşekkür.....	v
Özet.....	1
Abstract.....	2
1. GİRİŞ VE AMAÇ.....	3
2. GENEL BİLGİLER.....	6
2.1. Hentbol.....	6
2.2.Kas Fizyolojisi.....	6
2.2.1. Kas Kasılmasının Genel Mekanizması.....	7
2.2.2. Kas Kasılmasının Seri Elastik Elemanları.....	7
2.2.3. Kas Kasılmasının Paralel Elastik Elemanları.....	7
2.2.4. Kasılma Tipleri.....	8
2.2.4.1. İzometrik Kasılma.....	8
2.2.4.2. İzotonik Kasılma.....	8
2.2.4.3. Konsantrik Kasılma.....	8
2.2.4.4. Eksantrik Kasılma.....	8
2.2.4.5. İzokinetik Kasılma.....	9
2.2.5. Kas Fibril Tipleri.....	9
2.3. Pliyometrikler.....	10
2.3.1. Tarihçe.....	10
2.3.2. Pliyometriklerin Fizyolojisi.....	11
2.3.2.2. Pliyometrik Egzersizlerin Nörofizyolojik Modeli.....	11

3.GEREÇ ve YÖNTEMLER	15
3.1.Gönüllüler	15
3.2.Çalışma Düzeni.....	15
3.3.Ölçümler	15
3.3.1.Antropometrik Ölçümler.....	15
3.3.3.Aerobik Kapasite Testi	16
3.3.4.İzokinetik Testler	17
3.3.5. Atış Hızı Testleri.....	18
3.4.Pliyometrik Egzersizler	19
3.4.1. I. Derin Şınav (Drop Push)	19
3.4.2. II. Elastik Bantla Omuz İç Rotasyonu	20
3.4.3. III. Elastik Bantla Omuz Dış Rotasyonu.....	21
3.4.4. IV. Sağlık Topu (3 kg) Fırlatma	21
3.4.5.V. Sağlık topu (500 g) Fırlatma	22
3.4.6.VI. Yatarak Sağlık Topu (3 kg) Fırlatma.....	22
3.5. İSTATİSTİKSEL ANALİZ.....	23
4. BULGULAR	24
5.TARTIŞMA	33
5.1.Antropometri	33
5.2.Eklemler Hareket Açıklığı	34
5.3. Atış Hızı.....	34
5.4. İzokinetik Kuvvet	36
5.5. Korelasyon.....	38
5.6. Sonuç ve Öneriler	40
6.EKLER	41
7.KAYNAKÇA	43

Tablo Listesi

Tablo 1. Gerilme kısıalma döngüsü.....	14
Tablo 2. Sporcuların antropometrik özellikleri	24
Tablo 3. Pliyometrik ve kontrol grubunun eklem hareket açıklığı verileri	24
Tablo 4. Grupların 6 haftalık çalışmaları öncesi ve sonrası dönemlerde ölçülen durarak ve 3 adım atış hızı sonuçları	25
Tablo 5. Grupların 6 haftalık çalışmaları öncesi ve sonrası dönemlerde ölçülen izokinetik test sonuçları ve karşılaştırmaları	26
Tablo 6. Atış hızları, izokinetik kuvvetler, eklem hareket açıklıkları, fiziksel ve fizyolojik ölçümler arasındaki korelasyonlar	32

Şekil Listesi

Şekil 1. Aerobik kapasite ölçümü	17
Şekil 2. İzokinetik kas kuvveti ölçümü	18
Şekil 3. Atış hızı test düzeneği (Throwing gate test)	19
Şekil 4. Derin şnav (Drop push) hareketinin uygulanması	20
Şekil 5. Elastik bantla omuz iç rotasyon hareketinin uygulanması	21
Şekil 6. Elastik bantla omuz dış rotasyon hareketinin uygulanması	21
Şekil 7. Sağlık topu (3 kg) fırlatma hareketinin uygulanması	22
Şekil 8. Sağlık topu (500 g) fırlatma hareketinin uygulanması	22
Şekil 9. Yatarak sağlık topu (3 kg) fırlatma hareketinin uygulaması	23
Şekil 10. Pliyometrik grubun durarak ve 3 adım atış hızı ortalamalarının 1. ve 2. ölçümleri..	27
Şekil 11. Kontrol grubunun durarak ve 3 adım atış hızı ortalamalarının 1. ve 2. ölçümleri....	28
Şekil 12. Pliyometrik grubun dominant kol için izokinetik test verileri	28
Şekil 13. Pliyometrik grubun non-dominant kol için izokinetik test verileri	29
Şekil 14. Kontrol grubunun dominant kol için izokinetik test verileri	30
Şekil 15. Kontrol grubunun non-dominant kol için izokinetik test verileri	31

Simge ve Kısaltmalar

PG	Pliyometrik Grup
KG	Kontrol Grubu
ER	Eksternal Rotasyon
IR	İnternal Rotasyon
m	metre
s	saniye
kg	kilogram
g	gram
m/s	metre/saniye
°/s	derece/saniye
GKD	Gerilme Kısalma Döngüsü
EHA	Eklem Hareket Açıklığı
VO _{2max}	Maksimum Oksijen Tüketimi
GTO	Golgi Tendon Organı
VO ₂	Oksijen Tüketimi
VCO ₂	Karbondioksit Üretimi
BIAS	Bioelektrik Empedans
VA	Vücut Ağırlığı
VYY	Vücut Yağ Yüzdesi
YVA	Yağsız Vücut Ağırlığı
ATP	Adenozin Trifosfat
RER	Solunum değişim oranı
DEÜ	Dokuz Eylül Üniversitesi
µm	mikrometre

Teşekkür

İlk olarak, tez çalışmamın her anında akademik bilgilerini bana aktaran ve hiçbir zaman desteğini esirgemeyen tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Cem Şeref BEDİZ'e ilgisi, sabrı ve katkılarından dolayı çok teşekkür ederim.

Yüksek Lisans eğitimimi aldığım Dokuz Eylül Üniversitesi Spor Fizyolojisi Bilim Dalı öğretim üyeleri Prof. Dr. İlgi ŞEMİN'e, Prof. Dr. Osman AÇIKGÖZ'e, Prof. Dr. B. Muammer KAYATEKİN'e ve Doç. Dr. Amaç KIRAY'a sonsuz teşekkürler.

Çalışmamdaki atış hızı testleri için spor salonunu ve malzemelerini kullanmama izin veren Ege Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksek Okulu'na ve Prof. Dr. Muzaffer ÇOLAKOĞLU'na, izokinetik kuvvet ölçümleri için cihazlarını kullandığım Dokuz Eylül Üniversitesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı'na ve Prof. Dr. Elif AKALIN'a teşekkür ederim.

Ölçümler sırasında bana yardım eden Öğr. Gör. İlkay AKSU'ya, Araş. Gör. Faik EVREN'e ve Araş. Gör. Ebru ŞAHİN'e teşekkür ederim.

Bu çalışmaya katılan gönüllü sporcu arkadaşlarıma ve takım antrenörü Hikmet VURGUN'a emeklerinden dolayı teşekkür ederim.

Son olarak çalışma süresince bana hep destek olan anlayışlı eşim Ş. Deniz GENÇOĞLU'na gönülden teşekkür ederim.

Özet

Hentbolcularda Üst Ekstremiteye Uygulanan Pliyo­metrik Egzersizlerin Atış Hızı Ve İzokinetik Kas Kuvvetine Etkisi

Celal GENÇOĞLU, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir 2008

Giriş: Pliyo­metrik çalışmalar, güç üzerinde oldukça etkili bir antrenman biçimidir ve atletik performansın çok önemli bir parçasıdır. Özellikle hentbol gibi çabuk kuvvetin ön planda olduğu spor dalları için yararlı olduğu düşünülmektedir. Bu çalışmanın amacı, pliyo­metrik egzersizlerin hentbolda atış hızına ve izokinetik omuz rotatör kuvvetine etkisini araştırmaktır.

Yöntemler: Çalışmaya 20 bayan hentbolcu katılmıştır. Eklem hareket açıklığı ve antropometrik ölçümler yapılmıştır. Ayrıca VO₂ max testi, durarak ve 3 adım atış hızı testi, 90-300 °/s açısız hızda konsantrik omuz iç rotasyon (IR) ve dış rotasyon (ER) testi uygulanmıştır. Pliyo­metrik grup (PG) 6 hafta süreyle antrenmanlarına ek olarak pliyo­metrik egzersiz yapmıştır. Kontrol grubu (KG) ise günlük antrenmanlarını yapmıştır. Ölçümler 6 haftalık egzersiz periyodu sonrasında tekrarlanmıştır.

Bulgular: Altı haftalık dönem sonrasında her iki grubun durarak ve 3 adım atış hızı anlamlı biçimde artmıştır (P<0,05). İzokinetik ölçümlerde PG dominant kol IR300 °/s, non-dominant kol ER90 °/s pik torkları anlamlı biçimde artış göstermiştir (P<0,05). KG dominant kolda IR300 °/s, ER300 °/s, non-dominant kolda IR300 °/s pik torkları anlamlı gelişim göstermiştir (P<0,05). Durarak atışla 3 adım atış arasında anlamlı korelasyon görülmüştür (r=0,51, P=0,021). Durarak atış hızı ile IR90 °/s ve IR300 °/s pik tork değerleri arasında kuvvetli korelasyon görülmüştür (sırasıyla r=0,56 P=0,010 ve r=0,52 P=0,018). Üç adım atış hızı ile internal rotatörlerin izokinetik kuvvetleri arasında korelasyon görülmemiştir. Ancak ER90 °/s pik tork değeri ile üç adım atış hızı arasında korelasyon bulunmuştur (r=0,49, P=0,027).

Tartışma: Bayan hentbolcularda üst gövdeye 6 haftalık pliyo­metrik egzersiz uygulamanın hentbolda atış hızını ve izokinetik omuz rotatör kuvvetini artırmada istatistiksel anlamda ek bir katkısının olduğu gösterilememiştir. Ancak, pliyo­metrik egzersiz hentbolcularda atış hareketi için spora özgü çalışma veya alternatif bir egzersiz olarak uygulanabilir.

Anahtar kelimeler: Pliyo­metrik, hentbol, atış hızı, izokinetik, omuz rotatörleri

Abstract

Effects of Upper Extremity Plyometrics on Throwing Velocity and Isokinetic Strength in Team Handball Players

Celal GENÇOĞLU, MSc Thesis, Dokuz Eylül University, İzmir 2008

Introduction: Plyometric exercises are an effective training method for power and very important part of athletic performance. It would be beneficial for sports like team handball. Purpose of this study is to investigate the effects of upper extremity plyometrics on throwing velocity and isokinetic strength of shoulder rotators in team handball players.

Methods: Twenty female handball players were volunteered to participate to this study. Anthropometric, upper extremity flexibility, VO_{2max} , standing throwing velocity, 3-step throwing velocity and 90-300 %/s speeds concentric isokinetic shoulder internal (IR) and external rotation (ER) peak torque were assessed in before and after a plyometric training period. Plyometric group (PG) performed plyometric exercises in addition to their daily training twice a week for 6 weeks. Control group (KG) just performed their daily training.

Results: Standing and 3-step throwing velocity improved statistically significant in both PG and KG ($P < 0,05$). Isokinetic peak torques in IR300 %/s of dominant arm and ER90 %/s of non-dominant arm were significantly increased in PG ($P < 0,05$). Also, isokinetic peak torque in IR300 %/s and ER300 %/s of dominant arm and IR00 of non-dominant arm were significantly increased KG ($P < 0,05$). There was a significant correlation between standing and 3-step throwing velocities ($r = 0,51$, $P = 0,021$). Also, there were significant correlation between standing throwing velocity and peak torques in both IR90 %/s and IR300 %/s ($r = 0,560$ $P = 0,010$, and $r = 0,523$ $P = 0,018$ respectively). There was a significant correlation between peak torque in ER90 %/s and 3-step throwing velocity ($r = 0,493$ $P = 0,027$).

Discussion: No significant improvements were shown after six weeks plyometric exercise in female handball players. Plyometric exercises may be used as an alternative exercise in specific sports including throwing movements.

Key words: Plyometrics, team handball, throwing velocity, isokinetic, shoulder rotators

1. GİRİŞ VE AMAC

Günümüzde sporun daha profesyonel olarak yapılıyor olması performans beklentilerini artırmıştır. Hem bireysel sporlarda, hem de takım sporlarında hedefe ulaşmak giderek zorlaşmaktadır. Antrenörler sporcunun hedeflenen gelişimini sağlamak için antrenman bilimlerinden faydalanmakta ve bu doğrultuda birçok antrenman yöntemini uygulamaktadırlar. Uygulanan çalışmaların doğruluğu veya yararı uygulanan testlerle ya da alınan sonuçlara bakılarak değerlendirilmektedir. Böyle bir gelişim arayışı sırasında ortaya çıkan ve günümüzde patlayıcı kuvveti geliştirmede etkili bir antrenman yöntemi olarak kendini kabul ettiren pliometrik çalışmalar giderek yaygın biçimde kullanılmaktadır. Pliometrik egzersizlerin daha çok alt ekstremitelere yönelik olduğu ve sıçrama performansını artırmaya yaradığı biliniyorsa da, üst ekstremiteler için de çeşitli alıştırımlar geliştirilmekte ve bu çalışmaların etkileri incelenmektedir. Hentbolda sporcular vücutlarının hem alt hem de üst bölümünü oldukça yoğun olarak kullanmak zorundadırlar. Örneğin koşular, sıçrama, aldatma hareketleri alt ekstremiteler için; tutma-itme, blok, kale atışı gibi hareketler ise üst ekstremiteler için kuvvet ve beceri gerektiren hareketlerdir. Hentbolcuların kuvvet gelişimi için yapılan çalışmaların yanı sıra üst ekstremitelere uygulanan pliometrik egzersizlerin atış hızı ve kuvvet performansına olumlu etki yapabileceği düşünülebilir.

Takım hentbolu günümüzde oldukça yaygın, birçok ülkede (özellikle Avrupa’da) profesyonel olarak oynanan olimpik bir spor dalıdır. Profesyonel (yarışmacı) hentbol kassal kuvvet, hız ve dayanıklılık gibi biyomotor becerileri gerektirir. Modern hentbol, değişen kurallar ile sporculardan üstün sportif performans bekleyen hızlı bir oyun haline gelmiştir. Oyuncular sıçrama, koşu, yön değiştirme, pas, kale atışı ve teknik hareketler gibi farklı birçok aksiyonu oldukça kısa bir sürede istenilen taktikler doğrultusunda uygularlar (1).

Top fırlatma, diğer bir deyişle kale atışı hentbolda en temel hareketlerden biri olarak tanımlanır. İyi ve kaliteli bir atış, sporcunun bireysel performansını ve dolayısıyla takımın başarısını doğrudan etkileyen bir yarışma becerisidir (2). Hentbol oyuncularını sıçrama, dalma, blok yapma, sprint, top kontrolü ve çeviklik gibi becerilerde üst düzeyde olsalar bile hentbolda sonucu belirleyen en önemli becerilerden birisi atış yeteneğidir. Atış hızı ve isabetinin kombinasyonu skor elde etmede önemli bir etkidir. Atışın gol olabilmesi için savunma oyuncusundan ve kaleciden daha başarılı olmak gereklidir (3).

Hentbolda atış hızı sporcunun güç üretebilme yeteneğine bağlıdır. Sabit bir teknikle, güç artışında topa uygulanan kuvvetin ve kassal kasılma hızının artması gerekir (4).

Uygulanan direnç antrenmanları ile kuvvet gelişimi kazanılabilir. Kuvvet gelişimi için pliometrik antrenmanlar uygulanabilir. Pliometrikler, kısa bir zaman içinde kuvvetli bir hareket üretmeyi sağlayan direnç antrenmanlarıdır. Bunu eksantrik kasılmayı takip eden konsantrik kasılmayla kasın hızla gerilmesinden ortaya çıkan potansiyel enerji ile sağlarlar. O halde hentbolda kasılma hızının artması atış hızını artırabilmek için oldukça önemlidir.

Fleck ve arkadaşları (5) dirsek ekstansiyon, omuz abdüksiyon, omuz iç rotasyon (IR) ve dış rotasyon (ER) izokinetik kuvvetinin tümünün hentbol atış hızını etkilediğini ortaya koymuşlardır. Omuz internal ve eksternal rotatörleri glenohumeral eklem stabilizasyonuna yardımcı olur. Ayrıca baş üzeri atış kinematiklerinde önemli rol oynamaktadır. Bu sebeple atış hızı ile omuz rotatörlerinin kuvveti arasındaki ilişkinin araştırılması önem kazanmaktadır. Bu iki değer arasındaki ilişkinin incelenmesinin yanında gelişimine katkıda bulunacak çalışmaları incelemek hentbolda performans gelişimine katkıda bulunacaktır.

İki farklı formdaki antrenmanın kombine edilmesi kompleks antrenmanın bir yöntemidir. Direnç antrenmanı ile pliometrik antrenmanın kombinasyonunun etkinliği kanıtlanmıştır. Daha önce yapılmış bazı çalışmalar pliometrik antrenmanla kontrol grubunu karşılaştırdığında pliometriğin kassal gücü ve atletik performansı geliştirmekte daha etkili olduğunu göstermiştir. Araştırmalar, kompleks antrenmanın üst vücut gücü üzerinde akut gelişim sağladığını düşündürmektedir. Ayrıca pliometrik antrenmanla kombine direnç antrenmanın veya ileri düzey pliometriklerin diğer yöntemlere göre motor performansı daha çok artırdığı gösterilmiştir (6).

Son zamanlarda hentbolda ve diğer üst kol ile atış yapılan (overarm throwing) spor dallarında atış hızı ve izokinetik kas kuvveti ile ilgili çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalar atış hızına etki edebilecek faktörleri incelemiştir. Örneğin, atış hızının sporcuların fiziksel profilleriyle ilişkisi olup olmadığı araştırılmıştır (7). Başka bir çalışmada profesyonel veya amatör olarak hentbol oynayan sporcular arasında atış hızının ilişkisi incelenmiştir (8). Ayrıca atış hızıyla eklem hareket açıklığının (EHA) ilişkisi (9) ve izokinetik kas kuvveti ile atış hızı arasında bir korelasyon olup olmadığı (10) üzerine çalışmalar yapılmıştır. Üst kol ile atış yapan sporcular için pliometrik egzersizleri inceleyen çalışmalar mevcuttur (11, 12). Topu fırlatma hareketi hentboldaki atış hareketine oldukça benzeyen beyzbol sporcularında pliometrik egzersizlerin atış hızına etkisi araştırılmıştır (13). Pliometrik egzersizlerin sıçrama yüksekliğine etkisi üzerine birçok araştırma yapılmıştır. Hentbolda gol yapabilmede büyük önem taşıyan ve maç sonucuna

etki eden atış hızını geliştirmek için direnç antrenmanları yapılmış ancak pliyometrik egzersizlerle ilgili bir çalışma yapılmamıştır.

Bu çalışmanın amacı, hentbol çalışmalarının içinde bulunan olağan direnç antrenmanlarıyla elde edilen kuvvet gelişimine ek olarak, kuvvet gelişimi çalışmalarının bir devamı niteliğindeki pliyometrik çalışmaların hentbolda atış hızına ve omuz iç ve dış rotasyon izokinetik kas kuvvetine etkisi olup olmadığını araştırmaktır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Hentbol

Hentbol, bir takımın 14 sporcudan oluştuğu ve takımların oyunda 7'şer (6 saha oyuncusu ve 1 kaleci) oyuncuyla mücadele ettiği bir salon sporudur. 30 dakikalık iki devre halinde oynanır. Her takımın maç boyunca her biri bir devrede olmak üzere 60 saniyelik iki mola hakkı vardır. Hentbol sahası 20 m genişliğe 40 m uzunluğa sahiptir. Kale 2 m yüksekliğinde ve 3 m genişliğindedir. Her yarı sahada kalelerin önünde yarım daire şeklinde kale sahası bulunur. Yarım dairenin her noktasından kaleye 6 m mesafe vardır. Bu kale sahasına ne savunma ne de hücum oyuncuları girebilir. Kale sahasının ihlali durumunda diğer takım lehine serbest atış kararı verilir.

Maç boyunca değişim alanı içerisinde oyunun durmasına ve hakemlere haber vermeye gerek olmadan sınırsız sayıda oyuncu değişimi yapılabilir. Oyun süresi, sakatlık durumu, takım molaları ve hakem direktifi dışında durmaz. Takımlar kendi kalelerini savunup, rakip kaleye el ile gol atmaya çalışırlar. Maç sonunda daha fazla skor üreten takım galip gelir (14).

2.2.Kas Fizyolojisi

İnsan vücudu dış kuvvetler ve etkilere karşı sürekli kas kasılması ile karşı koyar (15). Hareket sistemimizin temelini iskelet ve kaslar oluşturur (16). Her iskelet kası kas doku, bağ doku, sinirler ve kan damarları içeren bir organdır. İskelet kası lif şekilli, silindirik yapıda, 50 ile 100 µm çapında ve uzunluğu 1 mm'den 41 cm'ye kadar değişebilen, çok çekirdekli ve sarkolemma isimli hücre zarı bulunan hücreler tarafından oluşturulur. Fibröz bağ dokusu veya epimisyum vücudun 430'dan fazla iskelet kasını sarar. Epimisyumun altında kas fibrilleri fasiküller halinde gruplanırlar. Epimisyum kas sonunda tendonla devam eder. Tendon tüm kemikleri saran özel bir bağ dokusu olan periosteumla kemiğe tutunur. Birden fazla kas lifinden oluşan kas lifi demeti perimisyum denilen bağ dokusu ile sarılıdır. Her bir kas lifi endomisyum ismi verilen gevşek bağ dokusuyla kaplıdır (17, 18).

İki tip kas fibrilli kasları oluşturur: Ekstrafusal ve intrafusal. Ekstrafusal fibriller miyofibriller içerirler ve kasılabilir, gevşeyebilir, kası uzatabilirler. Miyofibriller sarkomer adı verilen ünitelerden oluşurlar. Sarkomer aktin ve miyozinlerin oluşturduğu miyoflamentleri içerir. Miyozin flamentleri çapraz köprü adı verilen küçük çıkıntılara sahiptirler. İntrafusal fibriller kas içiği olarak da bilinirler. Kastaki ana gerim reseptörüdür (19).

2.2.1. Kas Kasılmasının Genel Mekanizması

Aksiyon potansiyeli motor sinir boyunca kas lifindeki sonlanmasına kadar yayılır. Her sinir ucundan nörotransmitter olarak asetilkolin salgılanır. Kas lifi membranında lokal bir alanda etki gösteren asetilkolin, membrandaki asetilkolin kapılı kanalları açar. Asetilkolin kanallarının açılması, kas lifi membranından çok miktarda sodyum iyonunun içeri girmesini sağlar. Bu olay kas lifinde aksiyon potansiyelini başlatır. Aksiyon potansiyeli sinir membranında olduğu gibi kas lifi membranı boyunca da yayılır. Aksiyon potansiyeli kas lifi membranını depolarize eder ve kas lifi içine doğru yayılarak, sarkoplazmik retikulumda depolanmış olan kalsiyum iyonlarının büyük miktarlarda miyofibrile serbestlemesine neden olur. Kalsiyum iyonları, kasılma olayının esasları olan filamentlerin kaymasını sağlayan, aktin ile myozin filamentleri arasındaki çekici güçleri başlatır. Sonra sarkoplazmik retikulumun bölümleri içinde kalsiyum iyonları sarkoplazmik retikuluma geri pompalanır. Yeni bir kas aksiyon potansiyeli gelinceye kadar burada depolanır. Kalsiyum iyonlarının uzaklaştırılması kasılmasının sona ermesine neden olur (20).

2.2.2. Kas Kasılmasının Seri Elastik Elemanları

Kas lifleri bir yüke karşı kasıldığında tendonlar, kas liflerinin tendona tutunduğu sarkolemmal uçlar ve hatta çapraz köprülerin menteşeli kolları gibi kasılmayan kısımlar gerilirler. Bu elementlerin gerilebilmesi için kasın kasılabilir kısmı fazladan yüzde 3-5 kısalmalıdır. Kasılma sırasında gerilen kas elementlerine “kasın seri elastik bileşenleri” denir (20). Gerilen seri bileşenler bir yay gibi enerjiyi depolar. Kasılmayı gerçekleştiren miyofibriller oluşturdukları gerimlerinin bir kısmını bu seri bileşenlere devrederek kendi gerimlerini kısmen düşürürler.

2.2.3. Kas Kasılmasının Paralel Elastik Elemanları

Kas membranında kas fibrillerine paralel olarak uzanan ve kasılabilir olmayan elemanlara paralel elastik bileşenler denir. Bir kas pasif olarak gerildiğinde gerime direnç gösterir. Gerime karşı oluşan dirençten kısmen bu elemanlar sorumludur. Seri elastik bileşenlerle birlikte kasın gerilmesine ve tekrar önceki haline gelmesine olanak sağlar (21).

2.2.4. Kasılma Tipleri

Kaslar çeşitli biçimlerde kasılır. Bu ayırım kasın kısalarak, uzayarak veya kasın tonusundaki değişimlere bağlı olarak yapılır. Dört tip kasılma tipi vardır: İzometrik, izotonik, eksantrik ve izokinetik.

2.2.4.1. İzometrik Kasılma

Uzunluğu sabit kalan ama tonusu (gerimi) artan statik bir kasılma şeklidir. İzometrik kasılmanın yerine kullanılan diğer bir terim de “statik” kasılmadır. İzometrik kas kasılmasında, dış direnç veya yük kasın ürettiği iç gerilime eşit olduğu için kas boyunda ve eklem açısında değişiklik olmadan sadece kasın gerilimi artar. Bütün doğal kasılmaların başlangıcını izometrik kasılmalar oluşturur (16).

2.2.4.2. İzotonik Kasılma

Kasın gerilimi artarken boyunun değiştiği dinamik bir kasılma tipidir. Çok yaygın bir kasılma tipidir. Bu tür kasılmaya hareketin hızı değişebildiği için dinamik kas kasılması da denmektedir. İzotonik kas çalışmasında kas boyu kısalmakta (konsantrik) ve/veya uzamaktadır (eksantrik).

2.2.4.3. Konsantrik Kasılma

Konsantrik kasılmada kas kuvvet üretirken eklem açısı küçülür, kasın boyu kısılır. Konsantrik kasılma, sabit direnç altında kas boyu kısılırken aynı miktarda kas gerilimi üreten bir kasılma şeklidir. Bazen insan kas aktiviteleri izometrik ve konsantrik kasılmanın birbiri ardına yapılmasından veya her iki kasılmanın kombinasyonundan oluşur. Bu tip kasılmada yapılan iş yer çekimine karşı olduğundan dolayı pozitifdir (16). Bir ağırlığın yerden yukarıya kaldırılması konsantrik kasılmaya bir örnektir.

2.2.4.4. Eksantrik Kasılma

Konsantrik kasılmanın aksine uzayarak kasılma biçimidir. Yani kasılma esnasında eklem açısı büyür ve kasın boyu uzar. Bu tip kasılmada kasta oluşan net gerilim kuvveti, kasın kendi olağan kasılma mekanizması ile oluşturulan kuvvetten daha fazladır. Merdivenden inme, yokuş aşağı inme hareketlerinde görülen, kuadriseps kasının uzayarak kasılması eksantrik kasılmaya örnek gösterilebilir. Birçok spor dalında bu kasılma sıklıkla kullanılır.

Eksantrik kasılmada yapılan iş yerçekimi doğrultusunda olduğundan negatif karakterdedir (16).

2.2.4.5. İzokinetik Kasılma

Hareket süratinin (kas kasılma süratinin) sabit tutulduğu maksimal bir kasılma şeklidir. Kas sabit bir süratle kısalırken kasta meydana gelen gerimin bütün hareket boyunca (tüm açılarda) maksimal olması sağlanır. Serbest stil yüzmede kulaçın sudaki hareketi veya kürek çekmede kolun hareketi örnek gösterilebilir. İzokinetik egzersizlerin karada yapılabilmesi için oldukça kompleks ve pahalı sistemlere gereksinim duyulur. Kas kuvvetini geliştirmede en iyi yöntemin izokinetik antrenman olduğu görüşü vardır. Ayrıca sakatlıkların tedavisinde de kullanılmaktadır (16).

2.2.5. Kas Fibril Tipleri

İnsanlarda bütün kaslarda değişik oranlarda hızlı ve yavaş kasılan kas lifleri bulunur. İnsan vücudunun her kası hızlı ve yavaş liflerin bir karışımından oluşmuştur ve mozaik şeklinde bir yapı gösterirler. Tüm kas fibrilleri metabolik ve kasılma kapasitesi açısından homojen değildir. İskelet kas hücreleri yani fibrilleri histokimyasal özelliklerine göre Tip 1 (yavaş kasılan lifler), Tip 2 (hızlı kasılan fibriller) olmak üzere iki ana gruba ayrılır. Tip 2 fibriller Ia (hızlı kasılan oksidatif glikolitik fibriller), Ib (hızlı kasılan glikolitik fibriller) diye iki alt gruba ayrılır. Bu morfolojik görünüm fizyolojik olarak da anlam ifade eder (20).

2.2.5.1. Hızlı Lifler

Tip II fibriller daha hızlı ve daha kuvvetli kasılabilme kapasitesine sahiptir. ATP kullanımında daha az etkin ve oksidatif süreçte daha az enerji üretme kapasitesine sahiptir. Hızlı fibril yoğunluğu fazla olan kişiler patlayıcı, kısa süreli aksiyonlarda avantajlıdırlar; fakat uzun süreli dayanıklılık gerektiren aerobik dayanıklılık ve kas etkinliğinde dezavantajlıdırlar (18-20). Bu lifler daha büyük olduklarından daha büyük bir kasılma gücü ortaya çıkartabilirler. Kasılmayı başlatmak üzere hızlı kalsiyum serbestlemesi için geniş bir sarkoplazmik retikulum ağına sahiptirler. Glikolitik işlemle hızlı enerji sağlamak için çok miktarda glikolitik enzimden faydalanırlar. Oksidatif metabolizma ikincil önemde olduğu için bu liflere daha az kan akımı olur. Ayrıca hızlı lifler daha az sayıda mitokondriye sahiptirler (20).

2.2.5.2. Yavaş Lifler

Tip I kas fibrilleri daha küçüklerdir ama yorgunluğa dirençlidir. Daha küçük sinir lifleriyle inerve olurlar. İyi oksijenlenme sağlamak amacıyla daha gelişmiş kan damarı sistemi ve kapillerler ile çevrilidirler. Yüksek düzeydeki oksidatif metabolizmayı desteklemek için çok sayıda mitokondrileri vardır. Lifler bol miktarda, eritrositlerdeki hemoglobine benzer şekilde demir içeren bir protein olan miyoglobine içerir. Miyoglobine oksijenle birleşir, onu ihtiyaç oluncaya kadar depolar ve mitokondriye oksijen taşınmasını büyük miktarda hızlandırır. Tip I lifler içlerinde bulunan miyoglobine nedeniyle kırmızımsı görünür ve kırmızı kas olarak da bilinir. Tip II kas liflerinde kırmızı miyoglobine çok azdır ve beyaz kas adını alır (16, 18-20).

2.3. Pliyo-metrikler

Pliyo-metrikler patlayıcı gücü geliştirme yöntemidir ve atletik performansın çok önemli bir parçasıdır (15). Pliyo-metrik çalışmalar, güç üzerinde oldukça etkili bir antrenman biçimidir. Özellikle çabuk kuvvetin ön planda olduğu spor dalları için yararlıdır (örneğin: atlamalar, atmalar ve sprint koşuları; voleybol, basketbol, futbol, hentbol gibi).

2.3.1. Tarihçe

Pliyo-metrik terimi Grekçe “Pleytheyein” kelimesinden gelmiştir. Bu kelime kazanım, artış anlamındadır. Aynı dilde “Plio” “daha”, “Metrik” ise “ölçülebilir uzunluk” anlamına gelmektedir. Pliyo-metrik tanımı referanslarda kas uzaması ya da eksantrik kasılma olarak kabul edilir. Pliyo-metrik kelimesinin orijini Rusya spor literatüründe V.M.Zagorski tarafından yapılan çalışmayla ortaya çıkmıştır. 1960’ların sonlarında, artan sıçrama egzersizleriyle sıçrama ve sprint yetilerinin önemli ölçüde gelişebileceği üzerinde durulmuştur. Olimpiyat sprint şampiyonu Valeri Barzov gibi sporcuların başarıları bu tür antrenmanların sanıldığı gibi yararlı olduğunu ortaya koymuştur. Bu terim bugünkü anlamını Amerikalı Antrenör Fred Wilt’in 1975’te kullanımıyla almıştır. Bununla birlikte şok antrenman, hız kuvveti, sıçrama antrenmanı ve elastik reaktivite gibi birçok terim pliyo-metrikle ilişkilendirilmiştir (high-powered plyometrics). Ayrıca 1980’lerin başında araştırmacı Russ Polhemus, Ed Burghardt ve diğer bazı fizyologlar pliyo-metrik egzersizleri bir ağırlık antrenmanı ile kombine etmenin yalnızca ağırlık antrenmanına göre çok daha fazla fiziksel gelişim sağladığını kanıtlamışlardır (15).

Pliyometrik terimi sonradan gelişmiştir. Daha önceleri fizyologlar tarafından başka isimlerle tanımlanmışlardır. Bu tanım İtalya, İsveç ve Sovyetler Birliği'ndeki araştırmacılar tarafından gerilme kısalma döngüsü (GKD) türdeki kas aktivasyonları için kullanılmıştır (19). Yapılan araştırmalar sonucunda pliyometriklerde iki önemli faktör olduğu konusunda fikir birliğine varılmıştır: a- kasın seri elastik bileşenleri (kas fibrillerini oluşturan aktin ve miyozinin karakteristiği çapraz köprüler ve tendonlar) b- kas içiğindeki reseptörler (proprioepsiyon) (19).

2.3.2. Pliyometriklerin Fizyolojisi

2.3.2.1. Pliyometrik Egzersizlerin Mekanik Modeli

Mekanik modelde ani bir gerime maruz kalan kasın elastik enerjii depolaması ve bunu takip eden konsantrik kas aktivitesinde enerjinin kullanımı esastır. Bu modeldeki yaygın görüş muskulotendonal üç bileşenin ilişkisi olduğu yönündedir. Bunlar seri ve paralel elastik bileşenler, kasılabilir bileşenlerdir. Seri elastik bileşenler tendonu oluşturan yapıdadır. Pliyometrik egzersiz sırasında kuvvet üretimine birincil katkıyı yaparlar. Muskulotendonal ünite gerildiğinde (eksantrik kas hareketi sırasında) seri elastik bileşenler yay gibi uzar ve elastik enerjii depolarlar. Eğer kas hemen konsantrik kas hareketine başlarsa depolanan enerji kullanılabilir. Bu durum kasların ve tendonların kendi doğal pozisyonlarına dönerek toplam kuvvet üretimine katkıda bunmaları şeklinde de açıklanabilir. Eksantrik kasılmayı takiben konsantrik kasılma hemen oluşmazsa veya eksantrik evre çok uzun sürerse depolanan enerji kullanılamaz ve ısı olarak kaybolur.

2.3.2.2. Pliyometrik Egzersizlerin Nörofizyolojik Modeli

Nörofizyolojik model, gerim sonucunda kasın kasılabilir bileşenlerinin gerime bağlı kuvvet-hız karakteristiklerindeki değişimlerle yani potansiyalizasyon ile ilgilidir. Gerim refleksi, vücudun, kasların gerilerek oluşturduğu bir dış uyarana karşı verdiği istemsiz yanıttır (19). Pliyometrik egzersizin bu refleks mekanizması birincil olarak kas içiği aktivitesinden oluşur (22).

2.3.2.3. Proprioepsiyon

Kas fonksiyonunun uygun şekilde kontrolü, sadece kasın ön motor nöronlarıyla uyarılmasını gerektirmekle kalmaz, aynı zamanda kasın her andaki durumunu sürekli olarak omuriliğe bildiren duysal geribildirim bilgileri gerektirir. Kasın boyu, gerim derecesi ve gerim

hızındaki değişim hakkında bilgi vermek için kaslar ve kasların tendonlarında iki tip duysal reseptörten çok sayıda bulunur (20). Bunlar kas iğciği ve golgi tendon organıdır.

2.3.2.4. Kas İğciği

Kas iğciği fibrilin uzunluk değişmelerine, gerginlik değişmelerine karşı duyarlı bir reseptördür. Bunlar kasın orta bölümleri boyunca yer alır ve sinir sistemine kasın boyu veya kasın boyundaki değişmelerin hızıyla ilgili bilgi verirler.

Her iğcik 3-10 milimetre uzunluğundadır. Uğlarında sivrileşen ve etrafındaki büyük ektrafuzal iskelet kası liflerinin glikokaliksine tutunan 3-12 kadar çok küçük intrafuzal kas lifinden yapılmışlardır. Her intrafuzal lif küçük bir iskelet kasıdır. İntrafuzal liflerin kasılabilir eleman taşımayan orta bölümü kas iğciğinin reseptör parçasıdır. Kas iğciği kasın tamamen uzaması sonucunda orta bölümünün gerilmesiyle uyarılır. Kasın boyu tamamen değişmese bile iğcikteki intrafuzal liflerin uç bölümlerinin kasılması da liflerin orta kısmını gerer ve reseptör uyarılır (20).

2.3.2.5. Golgi Tendon Organı

İçinden kas tendon liflerinin küçük bir demetinin geçtiği kapsüllü bir duysal reseptördür. Golgi tendon organı (GTO) 0,8 mm uzunluğunda ve 0,5 mm kalınlığındadır. Genellikle her GTO'nına 10-15 kas lifi seri olarak bağlanır ve organ bu küçük kas demetinin yaptığı gerim ile uyarılır. GTO, her kasın en küçük segmentindeki gerim derecesi hakkındaki bilgiyi anında merkezi sinir sistemine iletir (20). Aynı zamanda golgi tendon organı kas için kuvvet dönüştürücü özelliğe sahiptir. Çünkü kas fibrilleriyle seri pozisyonadadır ve kas gerimindeki artışa tendonunun gerimiyle cevap verir (23).

2.3.2.6. Kas Gerim Refleksi

Kas iğciği fonksiyonunun en basit bir göstergesidir (aynı zamanda myotatik refleks de denir). Bir kas ne zaman gerilirse iğciklerin eksitasyonu aynı kasın ve yakın işbirliği yapan sinerjetik kasların büyük iskelet kası liflerinin refleks kasılmalarına sebep olur (20). Kas gerilmesine gönüllü olarak ya da düşünüp planlayarak yanıt vermek sporcunun atlama, koşma veya fırlatma için kullanacağı kasılma yanıtının geç kalmasına sebep olur (19). Miyotatik refleks kasın gerilme oranına insan vücudunda en hızlı yanıtı verir. Bunun sebebi, sadece bir sinaps (Ia afferent aksonu ile motor nöron arasında) yapmasıdır. Refleks aktivitesinin daha

kompleks formları her zaman daha fazla sinaps yaparlar. Bu yüzden uyarı ile cevap arasındaki gecikme daha çok olur (23). Gerim refleksi için verilen en yaygın örnek patella tendon refleksi deneyidir. Kuadriseps tendonuna plastik çekiç ile vurulduğunda oluşan gerime kas kasılarak yanıt verir.

2.3.2.7. Gerilme Kısılma Döngüsü

Seri elastik bileşenlerin enerji depolamasını sağlayan ve mümkün olan en kısa zamanda kasın maksimal kasılmasına olanak sağlayan gerim refleksini uyaran sisteme denir. GKD üç farklı evreden oluşur (22) (Tablo 1).

2.3.2.7.1. Eksantrik Evre

Agonist kas gruplarına ön yüklemenin olduğu evredir. Seri elastik bileşenler elastik enerjiyi depolar ve kas içiği uyarılır. Eksantrik evreyi gözümüzde canlandırmak için basketboldaki sıçrayarak atışı göz önüne alırsak; sporcu çabukça yarım squat yapar ve hemen sıçrar ve şut atar. Squat hareketinin başlangıcı ile sonu (karşıt hareket) arasındaki zaman eksantrik evredir (22).

2.3.2.7.2. Amortizasyon (Geçiş) Evresi

Eksantrik evrenin sonundan konsantrik kas kasılmasının başlamasına kadar olan süreye geçiş evresi olarak da bilinen amortizasyon evresi denir. Spinal kordun sinyalleri agonist (gerilen) kaslara göndermesi sırasında eksantrik ile konsantrik kas aksiyonları arasında bir gecikme olur. Bu dönem mümkün olduğu kadar kısa tutulmalıdır. Eğer amortizasyon evresi uzun olursa eksantrik evre sırasındaki enerji depolanması ısı gibi boşa harcanmış olur ve gerim refleksi konsantrik evre sırasında kas aktivitesini artıramaz (22).

2.3.2.7.3. Konsantrik Evre

Bu evre eksantrik ve amortizasyon evrelerinde meydana gelen durumlara vücudun bir yanıtıdır. GKD'in finali olan bu evrede, eksantrik evrede seri elastik bileşenlerde depolanan enerji kullanılır veya ısı gibi boşa harcanır. Elastik enerjinin kullanımı konsantrik evredeki hareket sırasındaki kuvvet üretimini (normal bir konsantrik kas aktivasyonuna göre) bir üst seviyeye taşır. Ek olarak, agonist kas grubu, gerim refleksinin sonucunda refleksif konsantrik kas aktivitesi uygular (22).

Tablo 1. Gerilme kısıalma döngüsü

Gerilme Kısıalma Döngüsü		
Evre	Aksiyon	Fizyolojik yanıt
I-Eksantrik	Agonist kaslar gerilir	<ul style="list-style-type: none">• Elastik enerji depolanır.• Kas içiği uyarılır.• Omuriliğe sinyal gönderilir.
II-Amortizasyon	I ve II evreler arasındaki duraklama	<ul style="list-style-type: none">• Sinirler omuriliğe sinaps yapar.• Gerilen kasa sinyal gönderilir.
III-Konsantrik	Agonist kas fibrillerinin kısılması	<ul style="list-style-type: none">• Seri elastik elemanlardan elastik enerji salınır.• Gerilen kas sinir ile uyarılır.

3.GEREC ve YÖNTEMLER

3.1.Gönüllüler

Bu çalışmaya Türkiye Süper Ligi'nde oynayan yaşları 19 ile 28 arasında değişen 20 bayan hentbolcu katılmıştır. Çalışmaya katılan sporcular omuz sakatlığı sebebiyle herhangi bir operasyon geçirmemişlerdir. Çalışma süresince performanslarını etkileyecek herhangi bir ilaç kullanmamışlardır. Tüm katılımcıların yazılı ve sözlü izinleri alınmıştır.

3.2.Çalışma Düzeni

Çalışma, aralık ile şubat ayları arasında kalan 6 haftalık müsabaka periyodu sırasında yapılmıştır. Bu dönemde, sporcular haftada 2 seans ağırlık antrenmanı, haftada 5 seans hentbol antrenmanı (90 dakika) ve bir resmi lig maçı yapmaktadır.

Sporcular rasgele iki gruba ayrılmışlardır. Pliyo-metrik egzersizlere başlanmadan önce birinci gün Dokuz Eylül Üniversitesi (DEÜ) Tıp Fakültesi Spor Fizyolojisi Laboratuvarı'nda antropometrik ölçümler, üst ekstremitte esnekliği, maksimum oksijen tüketimi (VO_{2max}) ve Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalında 90°/s ile 300°/s açışal hızlarda konsantrik internal ve eksternal rotasyon izokinetik kuvvet ölçümleri yapılmıştır. İkinci gün Ege Üniversitesi Spor Salonunda durarak ve 3 adım atış hızı ölçümleri yapılmıştır. Pliyo-metrik antrenman grubu (PG, n=10) günlük antrenmanlara ek olarak pliyo-metrik egzersizler yapmışlardır. Kontrol grubu (KG, n=10) sadece hentbol antrenmanlarına katılmışlardır. 6 hafta sonunda aynı ölçümler (VO_{2max} testi hariç) tekrarlanmıştır.

Bu çalışma Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik ve Laboratuvar Araştırmaları Etik Kurulu'nun 07.06.2007 tarihli, 06/15/2007 no'lu toplantısında 94/2007 protokol numarasıyla, "yapılması etik açıdan uygundur" raporu alındıktan sonra yapılmıştır.

3.3.Ölçümler

Eklem hareket genişliği, aerobik kapasite ve antropometrik ölçümler sporcuların fiziksel ve fizyolojik profilini belirleme amaçlı bir kez, izokinetik test ve atış hızı testi pliyo-metrik egzersizlerin öncesinde ve sonrasında olmak üzere iki kez yapılmıştır.

3.3.1.Antropometrik Ölçümler

Antropometrik ölçümler Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Spor Fizyolojisi Laboratuvarı'nda yapılmıştır.

3.3.1.1.Boy Uzunluğu Ölçümü

Boy uzunluğu, düz bir zeminde duvara monte edilmiş metal bir cetvel ile sporcu ayakkabısızken cm cinsinden ölçülmüştür.

3.3.1.2.Vücut Ağırlığı ve Vücut Yağ Oramı Ölçümü

Sporcuların vücut yağ yüzdesi bioelektrik empedans (BIAS) yöntemi ile belirlenmiştir. Uygulamada Tanita BF 556 (Tokyo, Japan) marka bacadan bacağa empedans ölçümü yapan cihaz kullanılmıştır. Cihazın yapısı baskül şeklindedir. Ayakkabı ve çorap çıkarılarak yalın ayakla cihazın iletken bölümüne basılır. Sporcunun bacakları arasındaki elektriksel potansiyel ölçülür. Cihaz elde ettiği potansiyel farkı ile kişinin vücut yağ yüzdesini hesaplar.

3.3.2.Gonyometre ile Esneklik Ölçümü

Üst ekstremite esnekliğini belirlemek amacıyla eklem hareket açıklıkları ölçülmüştür. Bu ölçümler standart gonyometre kullanılarak aynı gözlemci tarafından yapılmıştır. Gonyometrenin doğru kullanılabilmesi için sporcular kolsuz bir forma veya atlet giymişlerdir. Abdüksiyon, fleksiyon, omuz iç ve dış rotasyon pozisyonlarında pasif maksimum eklem hareket açıklığı denek ayakta dururken ölçülmüştür.

3.3.3.Aerobik Kapasite Testi

Sporcu laboratuvara geldiğinde 15 dakika dinlendirilmiştir. Testin uygulanışı hakkında bilgi verilmiş ve kişisel bilgiler forma kaydedilmiştir. Kalp hızı monitörü (Polar X-trainer, Finlandiya) takılmıştır. Dinlenim kalp atım hızı kaydedilmiştir. Parmak ucundan alınan kan örneği ile dinlenim laktat değeri metabolik analizörde (Biosen C_line, Magdeburg) ölçülüp kaydedilmiştir. Denek ısınmak için koşu bandında (Cosmed T150, Almanya) 5 dakika boyunca 6 km/saat hız ve % 0 eğimde koşmuş ve germe hareketleri yapmıştır. Sporcuya tek yönlü solunum maskesi ağızdan nefes alıp verecek ve ağız–burun çevresinden ekspirasyon havası kaçmayacak şekilde bağlanmıştır. Maskeye ortam havasını veren ve karıştırma kutusuna giden hortumlar takılmıştır. Ekspirasyon havası, hava debimetresi, oksijen ve karbondioksit analizöründen ve veri işleme sisteminden oluşan bir metabolik analizöre (Biopac MP100, Santa Barbara, Kaliforniya) aktarılmıştır. Test boyunca solunum havasından VO_2 , VCO_2 ve solunum değişim oranı (RER) hesaplanmıştır. 7 km/saat hız ve % 0 eğim başlangıç iş yüküyle test başlatılmıştır (Şekil 1). Her 3 dakikada bir koşu hızı 1 km/saat, her dakika eğim % 1 artırılmıştır. Test boyunca dakikada bir, test bitiminde ve toparlanma sırasında 2 dakikada bir kalp atım hızı kaydedilmiştir. Test boyunca her üç dakika bir, test bitiminde ve toparlanmanın 2, 4, 6, 8. dakikalarında parmak ucundan kapiller kan örneği

alınmıştır. Kademeli olarak artan bu egzersiz testi sporcu tükeninceye kadar devam etmiştir. Yük artışına rağmen VO_2 artışı olmaması (oksijen tüketiminde plato görülmesi), RER değerinin 1,10'un üzerine çıkması, yaşa uygun maksimal kalp atım hızına (220-yaş) ulaşması, ve kan laktat düzeyinin 8 mMol/L'nin üzerine çıkması kriterlerinden en az ikisine ulaşıldığında testin maksimal olduğu kabul edilmiştir. Sporcu en yüksek iş şiddetinde iken ölçülen en yüksek VO_2 değeri aerobik kapasite olarak kabul edilmiştir (VO_{2max}).



Şekil 1. Aerobik kapasite ölçümü

3.3.4. İzokinetik Testler

Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi, Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalında Cybex Norm Dinamometre (Lumex Inc, Ronkonkoma, New York, USA) ile yapılmıştır. Tüm gönüllülerin her iki omzunda iç rotasyon (IR) ve dış rotasyon (ER) konsantrik kuvveti $90^\circ/s$ ve $300^\circ/s$ açısal hızlarda test edilmiştir. Sporcular koşu bandında 5 km/saat hızda % 0 eğimde 6 dakika koşuyla genel ısınmanın ardından germe egzersizleri yapmışlardır. Sporcu dinamometreye sırtüstü uzanmıştır (Şekil 2). Biri göğüs kafesi üzerinden diğeri bel bölgesinden geçen iki kemer ile gövde sabitlenmiştir. Kol 90° abduksiyonda, dirsek 90° fleksiyonda sabitlenir ve dinamometrenin tutamağı sporcunun eline göre ayarlanmıştır. Tüm sporcularda ilk olarak non-dominant omuz ölçülmüştür. İlk olarak $90^\circ/s$ sonrasında $300^\circ/s$ hızda IR ve ER değerleri ölçülmüştür. Teste başlamadan önce sporculara test hakkında bilgi verilmiştir. Cihaza alışmaları için her açısal hızda 3 tekrar submaksimal deneme yaptırılmıştır. Verilen dinlenmenin sonrası uygulanan 5 tekrar asıl ölçüm olarak kaydedilmiştir. Her ölçüm arasında bir dakika dinlenme süresi verilmiştir.



Şekil 2. İzokinetik kas kuvveti ölçümü.

3.3.5. Atış Hızı Testleri

Hentbolda veya diğer başüstü atışla ilgili çalışmalarda top hızını ölçmek için farklı yöntemler kullanılmaktadır. Fotosel sistemi, radar tabancası yöntemi, video kamera görüntüsünde analiz ve infrared ışık kullanılmayla top hızı ölçülebilir. Bu çalışmada atış hızı, durarak ve 3 adım teknikleri kullanılarak iki farklı şekilde ölçülmüştür. Atış hızı testleri, Ege Üniversitesi Spor Salonu'nda Newtest fotosel sistemi (Oy, Finlandiya) kullanılarak yapılmıştır. Fotosel sisteminin sıçrama matı, duvara yerden 170 - 210 cm yükseklikte sabitlenmiştir. Fotosel kapısı duvarın 2 m önüne yerleştirilmiştir. Reflektörlerin yüksekliği sporcuların atış yüksekliğine göre ayarlanmıştır. Topun ilk fotoselden geçmesiyle süre çalışmaya başlar ve mata değmesiyle süre durur. Ekranda çıkan milisaniye cinsinden süre kaydedilmiştir. Üç denemeden en iyi sonuç değerlendirmeye alınmıştır. Milisaniye olarak çıkan ham veri ilk olarak saniyeye çevrilmiştir. Sonrasında $V = 2m / t$ formülüne uygulanarak m/s cinsinden atış hızı hesaplanmıştır.

3.3.5.1. Durarak Atış Hızı Testi

Standart ısınma için 10 dakika, toplu ısınma (pas ve kale atışı) için 5 dakika süre verilmiştir. Isınma sonrasında kendi atış teknikleri ve kullandıkları kolları ile standart hentbol topunu (ağırlığı 325-400 g, çevresi 54-56 cm) atabildikleri kadar hızlı atmaları istenmiştir. Atış sırasında sporcunun bir ayağı yerle temas halinde olmak zorundadır. Yedi metre çizgisinin gerisinden mümkün olduğu kadar hızlı atış yapılmıştır. Top duvara sabitlenmiş sıçrama matına isabet etmek zorundadır. Sıçrama matına isabet etmeyen atışlar sürenin

durmaması sebebiyle geçersiz sayılmış ve dinlenmenin ardında tekrarlanmıştır. Sporcular üçer atış uygulamıştır. Atışlar arası 15 s dinlenme süresi verilmiştir.

3.3.5.2. Üç Adım Atış Hızı Testi

Sporculara 10 dakika standart ısınma ve 5 dakika toplu ısınma (pas ve kale atışı) süresi verilmiştir. Sonrasında kendi atış teknikleri ve kullandıkları kolları ile standart hentbol topuyla atabildikleri kadar hızlı atış yapmaları istenmiştir. Top duvara sabitlenmiş sıçrama matına isabet etmek zorundadır. Sıçrama matına isabet etmeyen atışlar sürenin durmaması sebebiyle geçersiz sayılmış ve dinlenmenin ardında tekrarlanmıştır. Sporcular bu testte 9 m çizgisinin gerisinden hentbol normal üç adım kuralına uygun olarak koşmuş ve sıçrayarak atış uygulamışlardır. Atışlar arasında 15 s dinlenme verilmiştir.



Şekil 3. Atış hızı test düzeneği (Throwing gate test)

3.4. Pliyometrik Egzersizler

Pliyometrik antrenmanlar 6 hafta boyunca haftada 2 gün hentbol antrenmanından önce uygulanmıştır. Elastik bant, 3 kg ve 500 g sağlık topları ve 2 step tahtası pliometrik egzersizler sırasında kullanılmıştır. I, III ve IV numaralı çalışmalar haftanın bir seansında, II, V ve VI numaralı çalışmalar ise diğer seansta uygulanmıştır. İlk hafta hareketler 2 set 15 tekrar uygulanmıştır. Sonraki 5 hafta boyunca 3 set 10 tekrar uygulanmıştır. Ayrıca 5 ve 6. haftalarda elastik bant çalışmalarında lastik boyu kısaltılarak direnç artırılmıştır.

3.4.1. I. Derin Şınav (Drop Push)

Eller step tahtasında (yerden yüksekte) cephe pozisyonunda kollar gergin halde durulur. Harekete yüksek platformdan düşerek başlanır. Yerle temas sağlanınca en kısa sürede

frenleme yapılır ve yerden vücut (sırt düz olmalı) ittirilerek eller tekrar platforma konur. Yani, düşüşü takiben patlayıcı bir şınav yapılarak step tahtasına tekrar çıkılır.



Şekil 4. Derin şınav (Drop push) hareketinin uygulanması

3.4.2. II. Elastik Bantla Omuz İç Rotasyonu

Elastik bandın bir ucu sabitlenir. Koltuk altına havlu ile destek sağlanır. Dirsek 90 derece fleksiyonda el karşıyı gösterecek şekilde başlangıç pozisyonu alınır. Eksantrik evre için dış rotasyona izin verilir ve mümkün olan en kısa zamanda (büyük bir hızla) içe rotasyon uygulanır (lastik içe çekilir).



Şekil 5. Elastik bantla omuz iç rotasyon hareketinin uygulanması

3.4.3. III. Elastik Bantla Omuz Dış Rotasyonu

Elastik bandın bir ucu sabitlenir. Koltuk altına havlu ile destek sağlanır. Dirsek 90 derece fleksiyonda el karşıyı gösterecek şekilde başlangıç pozisyonu alınır. Eksantrik evre için iç rotasyona izin verilir ve mümkün olan en kısa zamanda (büyük bir hızla) dışa rotasyon uygulanır (lastik dışa çekilir).



Şekil 6. Elastik bantla omuz dış rotasyon hareketinin uygulanması

3.4.4. IV. Sağlık Topu (3 kg) Fırlatma

3 kg'lık sağlık topu baş üzerinde kollar direseklerden gergin olacak şekilde tutulur (başlama noktası). Top hafifçe geriye doğru götürülerek gerim sağlanır ve çok hızlı bir şekilde duvara fırlatılır. Hareket patlayıcı şekilde yapılır.

I-Başlama noktası



II-Eksantrik Evre



III-Konsantrik Evre



Şekil 7. Sağlık topu (3 kg) fırlatma hareketinin uygulanması

3.4.5.V. Sağlık topu (500 g) Fırlatma

Hentbol topuna benzeyen 500 g sağlık topu temel atış pozisyonunda tutularak başlama noktası ayarlanır. Çalışmayı yapacak sporcunun arkasında topu tutup geri verecek bir yardımcı olması gerekmektedir. Top başlama pozisyonundan hafifçe öne getirilir ve çok hızlı geriye atılır. Eksantrik evre ile konsantrik evre arasının kısa tutulması önemlidir.

I-Başlama noktası



II-Eksantrik Evre



III-Konsantrik Evre



Şekil 8. Sağlık topu (500 g) fırlatma hareketinin uygulanması

3.4.6.VI. Yatarak Sağlık Topu (3 kg) Fırlatma

Çalışma sırasında topu atıp geri alacak bir yardımcı gerekmektedir. Sporcu kasa veya herhangi bir sehpaye uzanır. Kollar dirseklerden gergin halde yukarıdadır ve topun atılmasını bekler. Yardımcı topu attığında topu olabildiğince çabuk frenler (amortizasyon evresi) ve geriye atar (konsantrik evre).

I-Başlama noktası

II-Eksantrik Evre

III-Konsantrik Evre



Şekil 9. Yatarak sağlık topu (3 kg) fırlatma hareketinin uygulanması

3.5. İSTATİSTİKSEL ANALİZ

Yapılan fiziksel ve fizyolojik ölçümlerden elde edilen veriler ortalama ve standart sapma olarak sunulmuş ve SPSS 11 istatistik programında değerlendirilmiştir. Egzersiz öncesi ve sonrası ölçümlerin ortalamaları arasında fark olup olmadığı incelenmiştir. İki grubun ölçümleri arasında fark olup olmadığı Mann-Whitney U Testi ile, aynı grubun iki ölçümleri arasında fark olup olmadığı ise Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi ile değerlendirilmiştir. Ölçülen parametreler arasındaki ilişkiler Spearman korelasyon analizi ile değerlendirilmiştir. İstatistiksel anlamlılık düzeyi olarak $P < 0,05$ kabul edilmiştir.

4. BULGULAR

Çalışmaya katılan bütün sporcuların 6 haftalık egzersiz dönemi öncesi ve sonrası ölçümlerine ait değerler Ek 1’de sunulmuştur. Bütün sporculara ait bireysel eklem hareket açıklığı dominant ve non-dominant kolda abdüksiyon, fleksiyon, internal ve eksternal rotasyon olmak üzere 4 pozisyonda ölçülmüş ve sonuçlar Ek 2’de verilmiştir.

Grupların antropometrik ölçümleri ve maksimum oksijen tüketim değerlerinin ortalamaları Tablo 2’de sunulmuştur.

Tablo 2. Sporcuların antropometrik özellikleri (ortalama \pm standart sapma)

Grup	n	Yaş (yıl)	Boy (cm)	VA (kg)	VYY (%)	YVA (kg)	VO_{2max} (ml/kg/dk)
Pliyometrik	10	24,3 \pm 2,9	171,6 \pm 7,4	64,4 \pm 8,7	24,3 \pm 5,9	48,3 \pm 3,6	46,4 \pm 8,9
Kontrol	10	23,7 \pm 2,9	171,9 \pm 6,7	66 \pm 7	25,8 \pm 5	48,5 \pm 2,9	48,8 \pm 11,1

Eklem hareket açıklığı dominant ve non-dominant kolda 4 farklı pozisyonda ölçülmüş, veriler Tablo 3’de sunulmuştur. PG ve KG’nun aynı ölçümlerinin arasında anlamlı fark görülmemiştir.

Tablo 3. Pliyometrik ve kontrol grubunun eklem hareket açıklığı verileri (ortalama \pm standart sapma)

	Pliyometrik Grup (n=10)		Kontrol Grubu (n=10)	
	Dom (°)	Non-dom (°)	Dom (°)	Non-dom (°)
Fleksiyon	180 \pm 2,4	178 \pm 4,7	180 \pm 2,3	177 \pm 3,4
Abdüksiyon	180 \pm 2,4	171 \pm 1,6	180 \pm 2,4	180 \pm 1,6
İnternal rotasyon	84,5 \pm 6,0	88 \pm 4,2	85 \pm 7,5	88 \pm 7,5
Eksternal rotasyon	104 \pm 10,3	100 \pm 10,8	98,1 \pm 10,0	94 \pm 7,4

Dom: dominant kol

Non-dom: dominant olmayan kol

Durarak ve 3 adım atış hızı ölçümleri ortalama ve standart sapma olarak Tablo 4’de verilmiştir. Çalışma grubundaki bir sporcunun atış hızı testlerinde motive olamaması nedeniyle atış hızı verileri istatistiksel değerlendirmeye alınmamıştır.

Tablo 4. Grupların 6 haftalık çalışmaları öncesi ve sonrası dönemlerde ölçülen durarak ve 3 adım atış hızı sonuçları (ortalama \pm standart sapma)

	Pliyometrik (n= 9)			Kontrol (n= 10)		
	1. Ölçüm	2. Ölçüm	P değeri	1. Ölçüm	2. Ölçüm	P değeri
Durarak atış hızı (m/s)	19,5 \pm 1,5	21,2 \pm 1,6	0,011 *	19,3 \pm 1,9	20,7 \pm 1,7	0,047 *
3 adım atış hızı (m/s)	20,8 \pm 1,2	23,2 \pm 1,3	0,008 *	21,3 \pm 2,1	22,9 \pm 1,9	0,028 *

* Birinci ölçüm ile fark P<0,05

Pliyometrik ve kontrol grubunun dominant ve non-dominant kol için 90°/s ve 300°/s açısal hızda konsantrik izokinetik kuvvet ölçümleri ortalama ve standart sapma olarak Tablo 5’de verilmiştir.

Tablo 5. Grupların 6 haftalık çalışmaları öncesi ve sonrası dönemlerde ölçülen izokinetik test sonuçları ve karşılaştırmaları (ortalama ve \pm standart sapma)

	Pliyometrik (n= 10)			Kontrol (n= 10)		
	1. Ölçüm	2. Ölçüm	P değeri	1. Ölçüm	2. Ölçüm	P değeri
dom IR90 °/s (ft-lbs)	25,5 \pm 3,7	25,4 \pm 4,1	0,094	22,8 \pm 2,5	24,8 \pm 2,5	0,108
dom IR300 °/s (ft-lbs)	17,9 \pm 3,7 *	19,0 \pm 4,2	0,046	13,9 \pm 1,6	17,7 \pm 3,7	0,015
dom ER90 °/s (ft-lbs)	18,3 \pm 3,2	18,5 \pm 1,8	0,094	15,6 \pm 3,2	16,5 \pm 2,5	0,527
dom ER300 °/s (ft-lbs)	12,7 \pm 3,2	13,7 \pm 1,6	0,181	10,5 \pm 1,9	12,3 \pm 1,6	0,019
n-dom- IR90 °/s (ft-lbs)	22,1 \pm 3,8	22,9 \pm 2,9	0,438	19,5 \pm 3,7	20,7 \pm 3	0,311
n-dom IR300 °/s (ft-lbs)	15,2 \pm 3,2 *	15,4 \pm 3,1	0,798	11,8 \pm 3,1	14 \pm 3,2	0,049
n-dom ER90 °/s (ft-lbs)	16,9 \pm 2,6	18,5 \pm 2,4	0,045	16,4 \pm 2,1	16,7 \pm 2,2	0,603
n-dom ER300 °/s (ft-lbs)	11,6 \pm 2,1	12,4 \pm 1,5	0,143	11,3 \pm 1,1	11,8 \pm 1,2	0,096

* grupların 1. ölçümleri arasındaki anlamlı fark $P < 0,05$

dom IR90 °/s (ft-lbs) : dominant kolda 90 °/s açısız hızda omuz internal rotasyonu

dom IR300 °/s (ft-lbs) : dominant kolda 300 °/s açısız hızda omuz internal rotasyonu

dom ER90 °/s (ft-lbs) : dominant kolda 90 °/s açısız hızda omuz eksternal rotasyonu

dom ER300 °/s (ft-lbs) : dominant kolda 300 °/s açısız hızda omuz eksternal rotasyonu

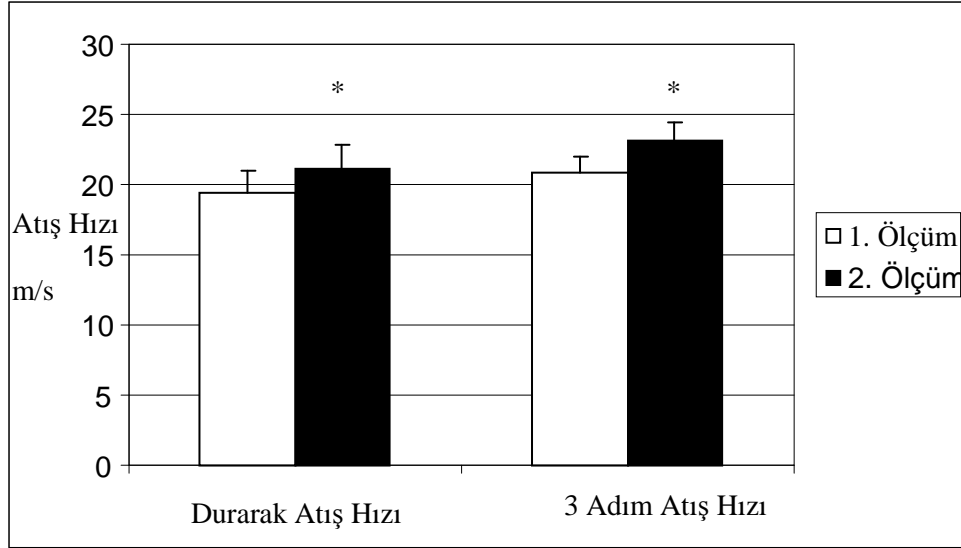
n-dom_ IR90 °/s (ft-lbs) : dominant olmayan kolda 90 °/s açısız hızda omuz internal rotasyonu

n-dom IR300 °/s (ft-lbs) : dominant olmayan kolda 300 °/s açısız hızda omuz eksternal rotasyonu

n-dom ER90 °/s (ft-lbs) : dominant olmayan kolda 90 °/s açısız hızda omuz internal rotasyonu

n-dom ER300 °/s (ft-lbs) : dominant olmayan kolda 300 °/s açısız hızda omuz eksternal rotasyonu

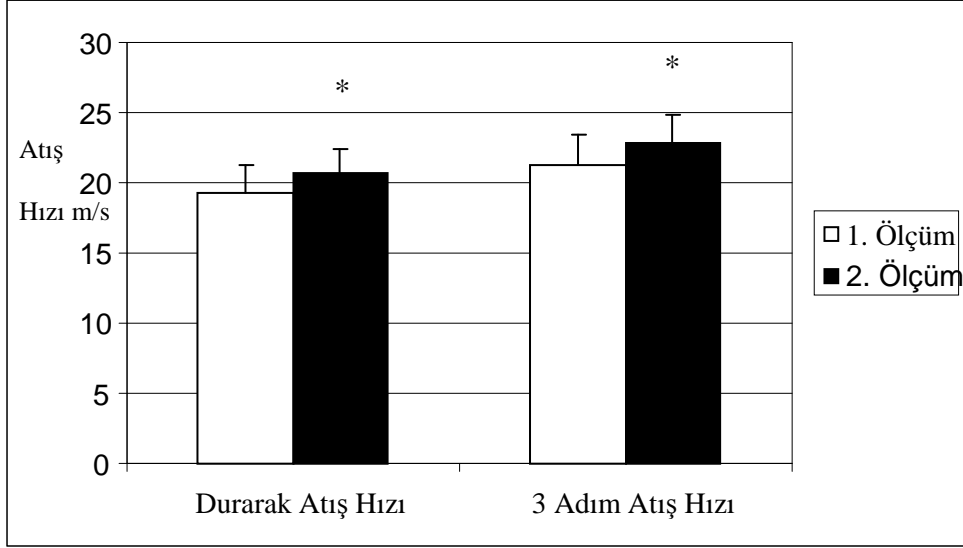
Pliyometrik egzersizleri uygulayan grubun durarak atış hızı değerleri ilk testte $19,5 \pm 1,5$ m/s, ikinci testte ise $21,2 \pm 1,6$ m/s olarak ölçülmüştür. Aynı grubun 3 adım atış hızı değeri 1. testte $20,8 \pm 1,2$ m/s, 2. testte ise $23,2 \pm 1,3$ m/s ölçülmüştür. Pliyometrik grupta 6 haftalık antrenman sonrasında atış hızlarında görülen artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (Şekil 10).



Şekil 10. Pliyometrik grubun durarak ve 3 adım atış hızı ortalamalarının 1. ve 2. ölçümleri

* Birinci ölçüm ile fark $P < 0,05$

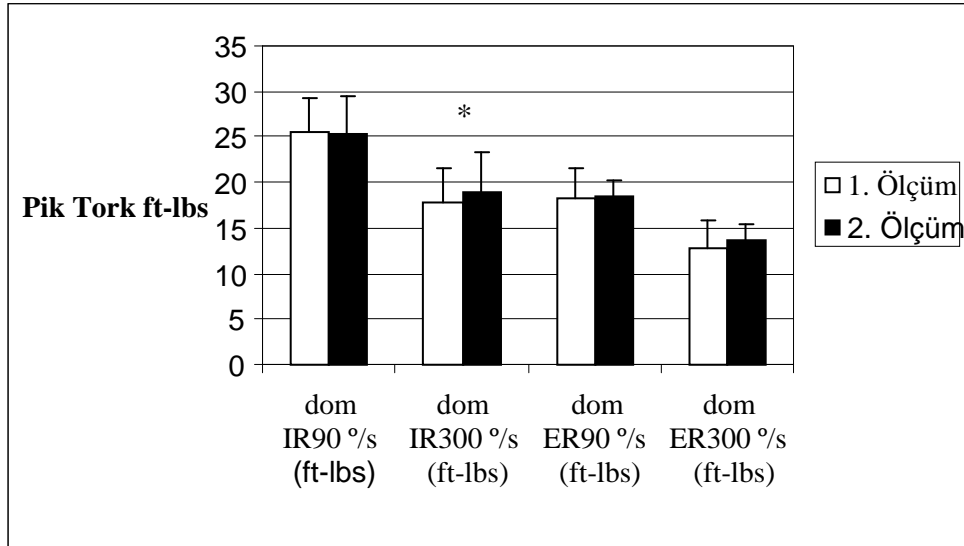
Kontrol grubundaki sporcuların durarak atış hızı değerleri 1. testte $19,3 \pm 1,9$ m/s iken 2. testte $20,7 \pm 1,7$ m/s şeklinde artmıştır. Bu artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($P < 0,05$). Aynı grubun 3 adım atış hızı sonuçları da ilk ölçümde $21,3 \pm 2,1$ m/s, ikinci ölçümde $22,9 \pm 1,9$ m/s bulunmuştur. Bulunan fark istatistiksel olarak anlamlılık göstermiştir ($P < 0,05$) (Şekil 11).



Şekil 11. Kontrol grubunun durarak ve 3 adım atış hızı ortalamalarının 1. ve 2. ölçümleri

* Birinci ölçüm ile fark $P < 0,05$

Pliyometrik gruptaki sporcuların dominant kol için izokinetik kuvvet testi ortalamaları Şekil 12’de gösterilmiştir. Sonuçlar IR 90 %s değeri haricinde 1. ve 2. ölçümler arasında gelişme göstermiştir. Ancak, bu kuvvet gelişimlerinden yalnızca IR 300 %s değeri istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.



Şekil 12. Pliyometrik grubun dominant kol için izokinetik test verileri

* Birinci ölçüm ile fark $P < 0,05$

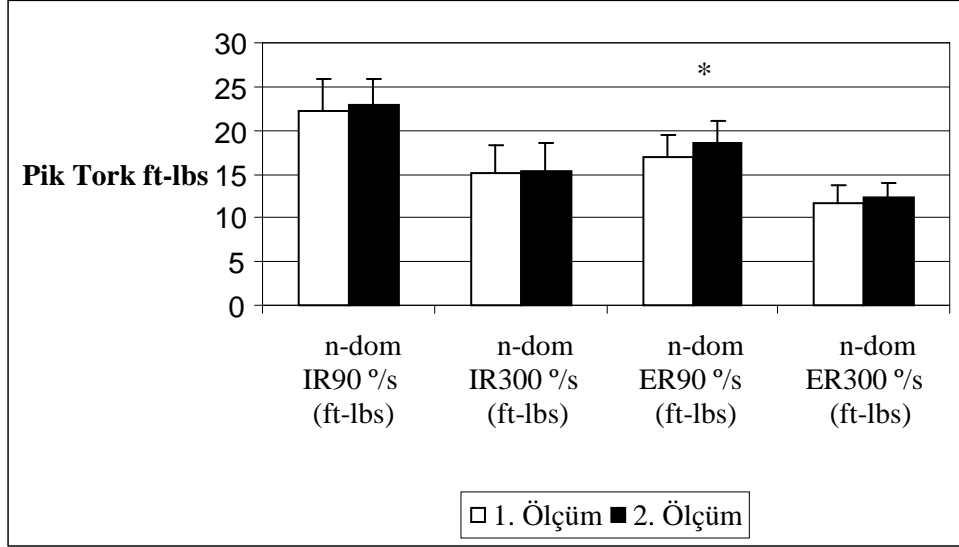
IR 90 %s: 90 %s açısız hızda internal rotasyon

IR 300 %s: 300 %s açısız hızda internal rotasyon

ER 90 %s: 90 %s açısız hızda eksternal rotasyon

ER 300 %s: 300 %s açısız hızda eksternal rotasyon

Pliyometrik gruptaki sporcuların non-dominant kol için izokinetik kuvvet testi ortalamaları Şekil 13’de gösterilmiştir. Pliyometrik gruptaki sporcuların 2. testteki izokinetik sonuçları 1. test performanslarına göre gelişme göstermiştir. Görülen bu gelişimlerden yalnızca ER 90 %s değeri istatistiksel olarak anlamlı ($p<0,05$) bulunmuştur.



Şekil 13. Pliyometrik grubun non-dominant kol için izokinetik test verileri

* Birinci ölçüm ile fark $P<0,05$

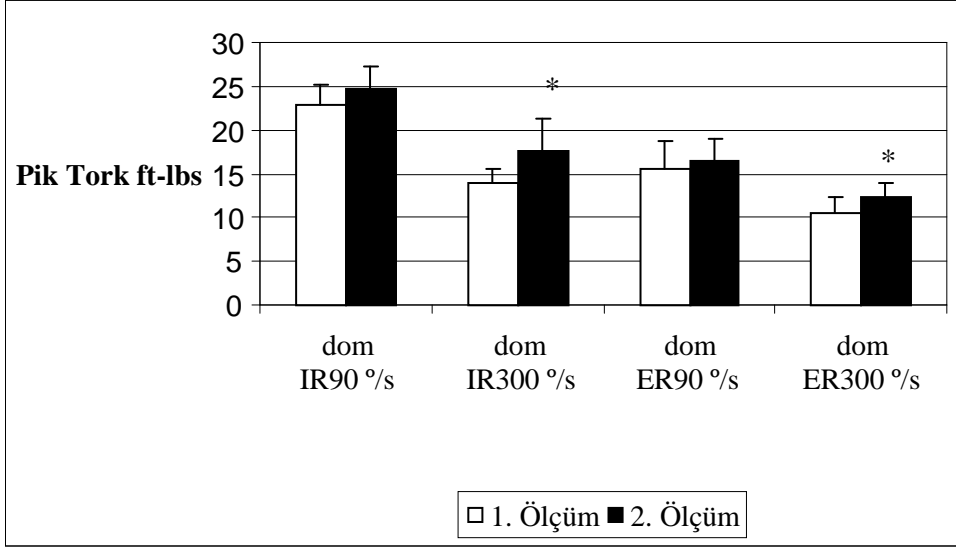
IR 90 %s: 90 %s açısal hızda internal rotasyon

IR 300 %s: 300 %s açısal hızda internal rotasyon

ER 90 %s: 90 %s açısal hızda eksternal rotasyon

ER 300 %s: 300 %s açısal hızda eksternal rotasyon

Şekil 14’de kontrol grubunun dominant kol izokinetik test sonuçları verilmiştir. 300 %s açısal hızda internal ve ekstrenal rotasyon değerleri istatistiksel olarak anlamlı ($p<0,05$) bulunmuştur. İkinci testteki 90 %s açısal hız internal ve ekstrenal rotasyon değerleri 1. teste göre atılmış olsa da aradaki fark anlamlı bulunmamıştır.



Şekil 14. Kontrol grubunun dominant kol için izokinetik test verileri

* Birinci ölçüm ile fark $P < 0,05$

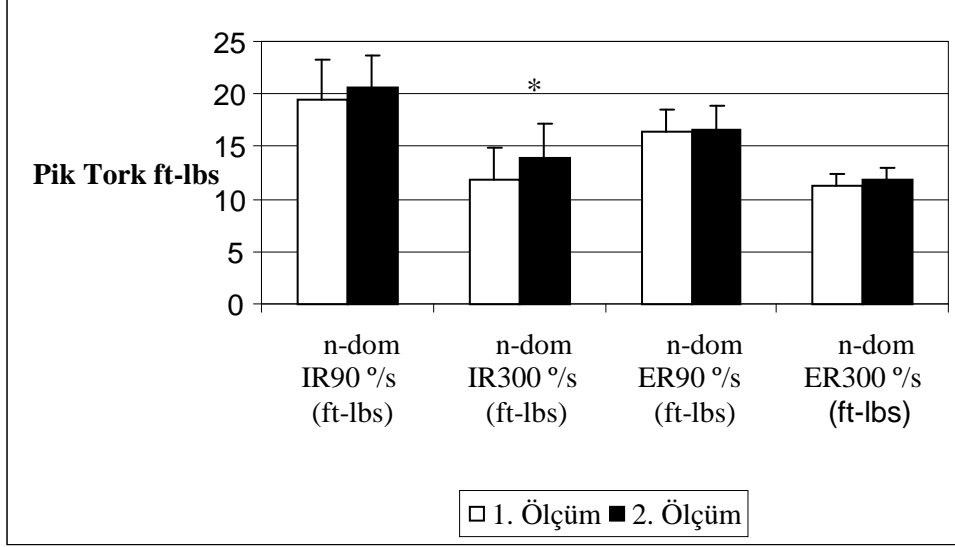
IR 90 °/s: 90 °/s açısal hızda internal rotasyon

IR 300 °/s: 300 °/s açısal hızda internal rotasyon

ER 90 °/s: 90 °/s açısal hızda eksternal rotasyon

ER 300 °/s: 300 °/s açısal hızda eksternal rotasyon

Kontrol grubunun non-dominant kol için izokinetik test verileri Şekil 15'de verilmiştir. Her iki açısal hızda da IR ve ER pik tork değeri 2. testte daha yüksek çıkmıştır. Ancak sadece IR 300 °/s değerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış olmuştur.



Şekil 15. Kontrol grubunun non-dominant kol için izokinetik test verileri

* Birinci ölçüm ile fark $P < 0,05$

IR 90 °/s: 90 °/s açısal hızda internal rotasyon

IR 300 °/s: 300 °/s açısal hızda internal rotasyon

ER 90 °/s: 90 °/s açısal hızda eksternal rotasyon

ER 300 °/s: 300 °/s açısal hızda eksternal rotasyon

Atış hızları, izokinetik kuvvetler, eklem hareket açıklıkları, fiziksel ve fizyolojik ölçümler arasındaki korelasyonlar Tablo 6'da sunulmuştur.

Tablo 6. Atış hızları, izokinetik kuvvetler, eklem hareket açıklıkları, fiziksel ve fizyolojik ölçümler arasındaki korelasyonlar

* Korelasyon analizinde EHA ve izokinetik ölçümler için dominant kol verileri kullanılmıştır

5.TARTIŞMA

5.1.Antropometri

Bu çalışmada yer alan bayan hentbolcuların boy uzunluğu verileri pliyometrik grupta $171,6\pm 7,4$ cm, kontrol grubunda $171,9\pm 6,7$ cm olarak ölçülmüştür. Bu değerler önceki çalışmalarda ölçülen verilerle benzerlik göstermektedir. Tillaar ve Ettema (7), Norveç 2. ve 3. liginden 20 bayan hentbolcunun boylarını $170,9\pm 6,2$ cm, Hoff ve Almasbakk (24), Norveç 2. ligindeki 16 bayan hentbolcunun boylarını çalışmadaki gruplara göre sırayla $171,3\pm 7,7$ cm ve $168,8\pm 3,3$ cm, Zapartidis ve ark. (25), Yunanistan 1. lig oyuncularının (16 bayan) boylarını 168 ± 8 cm ölçmüşlerdir. Granados ve ark. (31) İspanya 1. liginde oynayan bayan hentbolcuların boy uzunluklarını 175 ± 6 cm bulmuşlardır. Hasan ve ark. (26), 12. Asya Oyunlarında ilk 4 sırayı alan takımların boy uzunluklarını sıralamaya göre Kazakistan 172 ± 9 cm, Çin $175\pm 3,5$ cm, Japonya $168\pm 7,4$ cm ve Güney Kore 169 ± 5 cm ölçmüşlerdir. Bu çalışmadaki boy uzunluğu değerleri Çin, Kazakistan milli takımları ve İspanyol ligindeki bayan hentbolcuların verileri haricinde diğerleriyle benzer veya daha yüksek bulunmuştur. Çalışmamızda yer alan sporcuların hem uluslararası bir turnuvada hem de Avrupa liglerindeki takımlarda oynayan bayan hentbolcularla benzer boy uzunluğuna sahip olması standartlara uygun bir grup ile çalışıldığını göstermektedir.

Vücut ağırlığı pliyometrik grupta $64,4\pm 8,7$ kg, kontrol grubunda $66\pm 6,7$ kg olarak ölçülmüştür. Bu vücut ağırlığı sonuçları diğer çalışmalarla karşılaştırıldığında oldukça dengeli görünmektedir. Tillaar ve Ettema (7) ve Hoff ve Almasbakk (24) çalışmalarındaki sporcuların vücut ağırlıkları $70,8\pm 9,5$ kg ve $69\pm 8,7$ kg şeklinde daha yüksek çıkmıştır. Bunun sebebi, gönüllülerin farklı ırklardan gelmesi ya da 2. ve 3. lig gibi daha alt seviyede hentbol oynamaları olabilir. Benzer olarak, vücut yağ yüzdesi değerleri % $28,4\pm 3,6$ (7) ile bu çalışmadakinden (PG % $24,3\pm 5,9$, KG % $25,8\pm 5$) daha yüksek bulunmuştur. Bu çalışmadaki ölçülen vücut ağırlığından daha yüksek olmasına karşın, benzer seviyede hentbol oynayan bir grupta vücut ağırlığı $69,6\pm 8,4$ kg bulunmuştur (31). Yine bu grubun vücut yağ yüzdesi % $21,1\pm 5,3$ ile bu çalışmadakinden oldukça düşük bulunmuştur (31). Hasan ve arkadaşları (26) Japonya Milli takımı bayan hentbolcularının vücut ağırlıklarını $60,6\pm 5,7$ kg ile oldukça düşük bulmuşlardır. Çin $64,8\pm 6,1$ kg, Kazakistan $64,7\pm 4,7$ kg, Güney Kore $68,7\pm 11,5$ kg ile bu çalışmada ölçülen değerlerle benzer bulunmuştur. Aynı çalışmada ölçülen vücut yağ yüzdesi Çin % $18,9\pm 3$, Japonya % $18,5\pm 4$, Güney Kore % $21,4\pm 2,2$ ve Kazakistan % $20,8\pm 4,4$ ile bu çalışmadakinden oldukça düşük değerler göstermişlerdir. Ancak, bu çalışmada vücut yağ yüzdesi biyoempedans yöntemi ile ölçülmüştür. Deri altı kıvrım kalınlığı ölçerek hesaplanan

yağ yüzdesi ile arasında fark olup olmadığı bilinmemektedir. Vücut yağ yüzdesi farkı da oynan ligin ve yapılan antrenmanın seviyesi ile alakalı olabilir.

Kaynaklarda bayan hentbolcularda aerobik kapasite ile ilgili veri oldukça sınırlıdır. Bu çalışmada profesyonel bayan hentbolcuların çalışma periyodu öncesinde ölçülen VO_{2max} değerleri PG için $46,4\pm 8,9$ ml/kg/dk, KG için $48,8\pm 11,1$ ml/kg/dk bulunmuştur. Ulaşılabilen bir çalışmada bayan hentbolcuların VO_{2max} değerleri sporcuların ayrıldıkları gruplara göre sırasıyla $50,1\pm 3,7$ ml/kg/dk ve $48,6\pm 4,4$ ml/kg/dk bulunmuştur (24). Karşılaştırılan aerobik kapasite değerleri birbirine oldukça yakındır.

5.2.Eklem Hareket Açıklığı

Hentbolda eklem hareket açıklığı ile ilgili çok sayıda çalışma yapılmamıştır. Ülkemizde yapılan bir çalışmada yaş ortalaması 19,3 yıl olan bayan hentbolcularda (n=47) üst ekstremitte eklem hareket dereceleri incelenmiştir (27). Eklem hareket açıklığı değerleri sağ ve sol kol için ölçülmüş ve dominant kol belirtilmemiştir. Sağ kol için fleksiyon $160,9\pm 9,6^\circ$, abdüksiyon $163,2\pm 9,6^\circ$, iç rotasyon $86,3\pm 3,1^\circ$, dış rotasyon $95\pm 3,2^\circ$ olarak ölçülmüştür. Sol kol için fleksiyon $158,7\pm 10,1^\circ$, abdüksiyon $163,2\pm 10^\circ$, iç rotasyon $85\pm 4,2^\circ$ ve dış rotasyon $92,6\pm 2,5^\circ$ ölçülmüştür. Fleksiyon, abdüksiyon ve dış rotasyon pozisyonlarında ölçülen değerler hem sağ hem de sol kolda bu çalışmadaki değerlere oranla oldukça düşük bulunmuştur. Ancak her iki kolda ölçülen iç rotasyon eklem hareket açıklığı değerleri benzer bulunmuştur. Fleksiyon, abdüksiyon ve dış rotasyon derecelerinin düşük bulunması karşılaştırılan grupların yaş ve antrenman düzeyi farkından kaynaklanıyor olabilir. Eklem hareket açıklığı derecelerinin yaş, cinsiyet ve antrenman durumundan etkilendiği bilinmektedir.

Üst kol atışı uygulanan bir spor dalı olan beyzbolda yapılan bir çalışmadaki (9) eklem hareket açıklığı değerleri hem dominant hem de non-dominant kolda internal rotasyon için benzerdir. Ancak yine her iki kolda yapılan ölçümlerde eksternal rotasyon ve abdüksiyon değerleri oldukça farklı çıkmıştır. Beyzbolcuların eksternal rotasyon açıları hentbolculara göre daha geniştir. Her nasılsa, abdüksiyon açıları hentbolcularda beyzbolculara göre daha geniş bulunmuştur. Bunun sebebi uygulanan üst kol atışın spor dallarına göre teknik farklılık göstermesi olabilir (9).

5.3. Atış Hızı

Atış hızı durarak ve 3 adım teknikleri kullanılarak iki farklı şekilde ölçülmüştür. Her iki atışta da çalışma ve kontrol gruplarının çalışma öncesi dönemdeki birinci ölçümleri

arasında anlamlı fark görülmemiştir. Antrenman döneminin sonundaki ikinci ölçümlerde de iki grup arasında anlamlı fark bulunmamıştır (Tablo 4).

Altı haftalık çalışma döneminden sonra yapılan ölçümler ile ilk ölçümler karşılaştırıldığında, hem PG'da hem de KG'da atış hızlarının arttığı gözlenmiştir (Tablo 4). Pliyo-metrik egzersiz yapan grupta atış hızı artışı KG'undan daha fazla olmamıştır. Her nasılsa, sadece pliyo-metrik egzersizleri yapan grubun değil, kontrol grubunun atış hızları da istatistiksel olarak anlamlı artış göstermiştir ($P<0,05$). Çalışma sırasında her iki grubun sporcuları da takımın ortak antrenman programını uygulamışlardır. Her iki grubun da atış hızı değerlerinde gelişme olması ortak antrenmanın etkisi olarak kabul edilebilir. Aslında ortak antrenman sırasında defalarca yapılan her kale atışları bir pliyo-metrik egzersizdir. Ayrıca, bu çalışmada yer alan sporcuların antrenman geçmişleri oldukça iyi seviyededir. Zorluk derecesi yüksek 5. seviyedeki pliyo-metrik egzersizleri yapabilmişlerdir. Bu şekilde güçlü olan sporcuların adaptasyon rezervleri oldukça düşüktür. Böyle sporcularda pliyo-metrik egzersizin yararını görmek için daha uzun sürede çalışma yapmak gerekmektedir. Bu çalışmada uygulanan üst ekstremiteye yönelik pliyo-metrik egzersizlerin atış hızındaki artışa net olarak katkıda bulunduğu gösterilememiştir.

Hentbolcularda pliyo-metrik egzersiz yaptırarak atış hızını değerlendiren başka bir çalışmaya ait verilere rastlanmamıştır. Ancak benzer bir çalışma beyzbolcular için mevcuttur. Beyzbolcularda üst vücuda uygulanan pliyo-metrik egzersizlerin top hızı ve fonksiyonel omuz rotatör kuvvet oranına etkisini inceleyen bir çalışmada 8 hafta boyunca üst vücuda yoğun pliyo-metrik egzersiz uygulanmasının sonucunda kontrol grubuyla karşılaştırıldığında pliyo-metrik egzersiz yapan grubun atış hızı anlamlı biçimde artmıştır (13). Pliyo-metrik egzersizler dışında başka çalışmaların atış hızına etkilerini bildiren veriler mevcuttur. Özellikle kuvvet antrenmanlarının atış hızını artırdığı bildirilmektedir (24).

Granados ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada (31) durarak ve 3 adım koşarak atış hızı sezon boyunca dört farklı bölümde ölçülmüştür. Durarak atış hızı $19,0\pm 0,9$ m/s, $19,5\pm 1,2$ m/s, $20,2\pm 1,7$ m/s ve $20,5\pm 1,3$ m/s ölçülmüştür. Üç adım atış hızı ise $20,0\pm 1,3$ m/s, $21,1\pm 1,3$ m/s, $21,5\pm 1,4$ m/s ve $21,8\pm 1,4$ m/s ölçülmüştür. Sezon ilerledikçe atış hızlarında artmış olduğu gözlenmiştir. Bunun sebebi genel olarak antrenmanın etkisi olabilir. Durarak atış hızı için bulunan değerler bu çalışmadaki durarak atış hızı verileri ile oldukça yakındır. Hem PG, hem de KG egzersiz dönemi öncesindeki durarak atış hızı değerleri karşılaştırılan çalışmanın 1. ve 2. ölçüm değerleriyle, egzersiz sonrası ölçümler de 3. ve 4. ölçüm değerleriyle benzerdir (31). Granados ve arkadaşlarının (31) 1. ve 2. ölçümlerde elde ettiği 3 adım atış hızı sonuçları PG ve KG egzersiz dönemi öncesi sonuçlarıyla benzer bulunmuştur. Ancak

3. ve 4. ölçümlerdeki 3 adım atış hızı sonuçları PG ve KG egzersiz dönemi sonrasında bulunan değerlerinden düşük çıkmıştır.

Son zamanlarda yapılan başka bir çalışmada bayan hentbolcuların durarak atış hızı sonuçları bu çalışmadakilere göre oldukça düşük çıkmıştır (16,2-16,9 m/s) (25). Bunun sebebi sporcuların oynadıkları lig ve oyun seviyesi, antrenman durumu ve bu etkenlere bağlı kondisyon farklılıkları olabilir. Atış hızının başka bir yöntemle ölçülmüş olması da bir başka etken olabilir. Aynı çalışmada top hızı ile izokinetik kuvvet (60-180-300 %s) arasında bir ilişkiye rastlanmamıştır.

Tillaar ve Ettema (7), Norveç 2. ve 3. liglerinde oynayan bayan hentbolcuların durarak atış hızını $19,2 \pm 1,5$ m/s bulmuşlardır. Bu çalışmadaki egzersiz öncesi durarak atış hızıyla oldukça benzerlik göstermektedir. Başka bir çalışmada maksimum kuvvet antrenmanın bayan hentbolcuların atış hızına ve kas kuvvetine etkisini araştırılmıştır (24). Hoff ve Almasbakk'ın çalışmasında (24) video kamera analiz yöntemiyle antrenmanlardan önce durarak atış hızını antrenman grubunda $19,8 \pm 2,3$ m/s, kontrol grubunda $18,5 \pm 1,3$ m/s bulunmuştur. Üç adım atış hızını antrenman grubunda $23,1 \pm 2,01$ m/s, kontrol grubunda $22,6 \pm 1,8$ m/s bulunmuştur. Yapılan iki çalışma karşılaştırıldığında bu çalışmada egzersiz öncesinde ölçülen durarak atış hızı değerleriyle oldukça benzerlik göstermektedir. Üç adım atış hızı değerlerinin Hoff ve Almasbakk'ın çalışmasında (24) daha yüksek olduğu görülmüştür. Aynı çalışmada bir gruba 9 hafta maksimum kuvvet antrenmanı uygulanmıştır. Antrenman grubunun bu dönem sonrasında hem durarak hem de koşarak atış hızı anlamlı ölçüde gelişmiştir. Maksimum kuvvet antrenmanı sezon öncesi hazırlık ve yarışma döneminde uygulanmıştır. Zaten sezon öncesi hazırlığı genel olarak tüm fiziksel ve fizyolojik özelliklere olumlu bir etki yapmaktadır. Bu çalışma ise yarışma döneminde yapılmıştır. Böylelikle sezon öncesi çalışmalarla elde edilebilecek performans artışından yararlanılmamıştır. Ayrıca bu çalışmadaki sporcular süper ligde oynuyorken diğer çalışmadaki sporcular 2. ligde oynamaktadırlar. Buna göre hentbolcular arasında atış hızının seviyeye bağlı bir farklılık göstermediği söylenebilir. Oysa, Gorostiaga E.M. ve ark. (8) elit ve amatör hentbolcular arasında atış hızını karşılaştırdıklarında elit grubun daha yüksek sonuçlar ortaya koyduğunu göstermişlerdir. Öyleyse, atış hızının testlemede kullanılan donanım ve seçilen yöntem, ayrıca çalışma takvimi atış hızı sonuçlarını etkileyen faktörler olabilir.

5.4. İzokinetik Kuvvet

Omuz iç ve dış rotasyon izokinetik test verilerine göre, iki grubun da her iki açılarda hızda dominant kolunun daha kuvvetli olduğu görülmüştür (Tablo 5). Yine iki grubun 90 %s

ve 300 %s açışal hızlarda hem dominant hem de non-dominant kol ölçümlerinde internal rotatörler eksternal rotatörlerden daha kuvvetli bulunmuştur. Bir başka çalışmada, hentboldaki kale atışı hareketine benzer üst kol atışı uygulayan beyzbolcularda ölçülen izokinetik veriler benzer bulunmuştur (9).

Bu çalışmada pliyometrik grubun izokinetik verilerinden dominant kolda IR 300 %s kuvveti ilk teste göre istatistiksel olarak anlamlı şekilde artmıştır (Şekil 12). Yüksek açışal hızdaki kuvvet gelişimi hentbol gibi patlayıcı kuvvet gerektiren ve atış hızında bu patlayıcı kuvvetten faydalanan bir spor dalı için önemli bir özelliktir. Pliyometrik egzersizler mümkün olduğu kadar hızlı uygulanan çalışmalardır. Pliyometrik grup non-dominant kolda 2. ölçümlerde egzersiz öncesi dönemde yapılan ölçümlere göre daha yüksek sonuçlar elde etmiştir. Bu kuvvet artışlarından sadece ER 90 %s değeri istatistiksel olarak anlamlılık göstermiştir (Şekil 13). Her ne kadar non-dominant kol ile atış yapılmasa da pliyometrik egzersizlerle sağlanan eksternal rotatörün izokinetik kuvvet oranının gelişmesi sportif performans adına oldukça olumlu bir gelişmedir.

PG'da görülen izokinetik kuvvet artışlarının yanında, kontrol grubunda da anlamlı kuvvet artışları ölçülmüştür. Kontrol grubunun dominant kol için izokinetik test sonuçları 2. testte 1. teste göre daha yüksek bulunmuştur. 300 %s hızdaki IR ve 300 %s hızdaki ER kuvvetleri istatistiksel olarak anlamlı biçimde artmıştır (Şekil 14). Yine KG non-dominant kol için izokinetik test değerlerinden 300 %s IR değeri istatistiksel olarak anlamlı bir gelişme göstermiştir (Şekil 15). KG pliyometrik egzersizler yapmasa dahi, ortak antrenmanlarda teknik ve direnç çalışmalarını uygulamıştır. Bu gelişim genel olarak, ortak antrenman programının etkisine bağlı olabilir. Bu çalışmada PG'da görülen kuvvet artışının sadece pliyometrik çalışmaların etkisiyle olduğunu söylemek mümkün görünmemektedir. Kontrol grubundaki belirgin kuvvet artışları göz önüne alındığında, ortak hentbol antrenmanlarının her iki grupta kuvvet artışında etkili olduğu düşünülmektedir.

Carter ve arkadaşlarının beyzbolcularda yaptığı çalışmada (13), antrenman periyodu sonunda pliyometrik grupla kontrol grubunun izokinetik kuvvet ölçümleri arasında anlamlı fark bulunmamıştır. Ancak grupların bazı izokinetik verileri ilk ölçümlerine göre anlamlı gelişme göstermiştir. Örneğin hem pliyometrik egzersiz grubunun hem de kontrol grubunun 2. ölçümlerinde IR 180 %s pik tork değerlerinin anlamlı olarak geliştiği görülmüştür. IR 300 %s pik tork değeri ise sadece pliyometrik egzersizleri yapan grupta artış göstermiştir.

Yapılan başka bir çalışmada pliyometrik egzersizlerin erkek hentbolcuların sağ kol itme kuvvetini anlamlı ölçüde artırdığı gösterilmiştir (28). Sol kol itme kuvveti ise hem deney grubunda hem de kontrol grubunda artmıştır.

Bayan yüzücülerde pliyometrik egzersizleri araştıran bir çalışmada antrenman periyodu sonrasında antrenman grubuyla kontrol grubu arasında 60 ve 240 %s hızlarda pik tork değeri anlamlı farklılık bulunmuştur. Aynı çalışmada 450 %s açısal hızda gruplar arasında anlamlı fark bulunmamıştır (29).

İzokinetik test sonuçlarında her iki grubun 300 %s IR dominant kolun gelişmesi dikkat çekici bir gelişmedir. 300 %s açısal hızda omuz rotatörlerinin gelişmesi hentbolda atış hızı ile ilişkilendirilebilir. Hentbolda üst kol atış hareketi oldukça hızlı bir harekettir. Hentbolda atış hareketi sırasında omuz rotasyon hızınının 300 %s açısal hıza yakın olduğu düşünölmektedir. Bu sebeple hentbolcularda kuvvet gelişimi için kullanılan direnç antrenmanlarının spora özgü hareketlerde bir dezavantajı olabilir. Çünkü bu direnç antrenmanlarıyla atış hızı hareketine katılan kas gruplarını aynı anda çalıştırmak veya aynı hareket dinamiğine uygun, benzer açısal hıza sahip bir çalışma uygulanamayabilir. Spora özgü hareketlerle sporcunun performansını geliştirmesine yardım etmesi mümkün olduğundan pliyometrik egzersizler tercih edilebilir.

Bu çalışmada hem PG' da hem KG' da kuvvet artışları görölmüştür. PG için beklenen daha fazla kuvvet artışı gösterilememiştir. Çalışmanın başlangıcındaki kuvvet ölçümlerine bakıldığında PG 1. testteki kuvvet ölçümlerinin hem dominant hem de non-dominant 300 %s internal rotasyonda daha yüksek olduğu dikkati çekmektedir. Çalışmanın başındaki PG sporcuları daha kuvvetli bir grup olmuştur. Bu sebeple pliyometrik çalışmalar kuvvet artışına katkı sağlamamış olabilir.

5.5. Korelasyon

Sporcuların durarak atışları ile 3 adım atışları arasında anlamlı korelasyon olduğu gözlenmiştir ($r= 0,513$, $P=0,021$) (Tablo 6). Hentbolda üç adım atış uygulanırken sporcunun koşarak atış yapması top hızını etkileyebilir (koşunun ivmesiyle). Durarak atıştayrsa yalnızca vücut kuvvetini kullanarak ve kolu geriden çekerek değil omuz rotasyonunu daha aktif kullanıyor olabilir. Sonuç olarak atışı durarak veya hareketlenerek yapmalarına ya da farklı hareket paternine sahip teknikleri uygulamalarına rağmen top hızları birbirine paralel seyretmiştir.

Eklem hareket açıklığı ne atış hızlarıyla ne de izokinetik kuvvet değerleriyle anlamlı korelasyon göstermemiştir (Tablo 6).

İzokinetik ölçümlerde omuz rotatörlerinin pik torıkları kendi aralarında kuvvetli derecede korelasyon göstermiştir (Tablo 6). Farklı açısal hızdaki internal rotatörler kendi aralarında ($r=0,796$, $P=0,000$), eksternal rotatörler kendi aralarında ($r=0,911$, $P=0,000$) korelasyon göstermiştir. Aynı açısal hızdaki (90 %s ve 300 %s) eksternal rotatörlerle internal

rotatörler kendi aralarında korelasyon göstermişlerdir (sırasıyla $r=0,812$, $P=0,000$; $r=0,465$, $P=0,039$). Ayrıca IR 90 %s ile ER 300 %s ölçümü sonucunda elde edilen pik tork değeri ve ($r=0,516$, $P=0,020$). ER 90 %s ile IR 300 %s pik tork değeri ($r=0,717$, $P=0,000$) anlamlı korelasyon göstermiştir.

Durarak atış hızı ile 90 ve 300 %s açısal hızlardaki internal rotasyon pik tork değerleri arasında kuvvetli korelasyon görülmüştür (sırasıyla $r=0,560$ $P=0,010$ ve $r=0,523$ $P=0,018$). Zapartidis ve ark. (25) durarak atış hızıyla 180 ve 300 %s hızlarda ER ve 300 %s hızda IR arasında anlamlı korelasyon bulmuştur. Bu çalışmada durarak atış hızıyla her iki hızda ER ile korelasyon ilişkisi görülmemiştir. Ancak IR 300 %s ile top hızı arasındaki korelasyon benzerdir. Litaratürdeki iki farklı çalışmada durarak atış hızıyla omuz rotatörlerinin izokinetik kuvveti arasında bir ilişki bulunmamıştır (5, 10). Durarak atış sırasında oyuncular topu başın üzerinden geriden öne getirirler. Topa elden çıkmadan hemen önce omuz iç rotasyon hareketi ile kuvvet uygulanır. Bu hareket hentbolda kamçı tekniği ile atış yapma olarak bilinmektedir. Atış hızıyla internal rotasyon arasındaki ilişki bu tekniğin kullanımından kaynaklanabilir. Omuz internal rotasyon kuvvetini artırmak durarak yapılan atışların hızını artırabilir.

Üç adım atış hızı internal rotatörlerin izokinetik sonuçlarıyla korele bulunmamıştır. Ancak üç adım atış hızı ile 90 %s açısal hızdaki eksternal rotatör pik tork değeri arasında korelasyon bulunmuştur ($r=0,493$ $P=0,027$). Bu çalışmadakinin aksine Fleck ve ark. (5) 3 adım atış hızıyla 180–240–300 %s IR arasında anlamlı korelasyon bulmuşlardır. Benzer olarak, Bayios ve ark. (10) 1. lig, 2. lig oyuncularını ve beden eğitimi bölümü öğrencilerinde yaptıkları çalışmada sadece 2. lig grubunun sıçrayarak atış hızıyla 180–300 %s IR değerleri arasında korelasyon bulmuşlardır. Üç adım atışında koşarak atışa gelen bir sporcunun atış kolunu durarak atışta olduğundan daha farklıdır. Üç adım tekniği ile atış yapılırken sıçramayı takiben atış kolu dirseği atıştan hemen önce neredeyse 90° fleksiyon pozisyonundan hafif geriye dış rotasyon yaparak gerilme sağlar. Böylece kasların elastik gücü artırılmış olur. Eksternal rotasyon gücü fazla olduğunda üç adım atışında daha kuvvetli bir atış yapmak mümkün olabilir.

Ulusal seviyedeki erkek hentbolcularda oturarak, ayakta durarak ve 3 m koşarak yapılan atış hızları ve 60-120 %s hızlardaki omuz iç ve dış rotasyon izokinetik kuvvetleri ölçülmüştür (30). Omuz iç ve dış rotasyon izokinetik pik torku ile atış hızı arasında korelasyon bulunmamıştır. Bunun sebebi, düşük açısal hızlarda izokinetik ölçüm yapılmasından olabilir. Bu çalışmada atış hızıyla izokinetik ölçümler arasında korelasyon bulunmuştur. Hem bu çalışmada, hem de Bayios ve arkadaşlarının (10) çalışmasında 300 %s açısal hızdaki izokinetik kuvvet atış hızıyla daha çok ilişkili görülmektedir.

Üç adım atışında koldaki eksternal rotasyon pliometrik egzersizlerin çalışma prensibiyle bire bir uyuşmaktadır. Hentbolda 3 adımla atış tekniğini daha çok uygulayan oyun kurucu pozisyonundaki oyunculara omuz eksternal rotatörlerini güçlendirecek egzersizler yaptırmak yararlı olabilir. Yine tüm oyunculara atış hızlarını geliştirmek amacıyla omuz internal rotatörlerini geliştiren çalışmalar uygulanabilir.

5.6. Sonuç ve Öneriler

Sonuç olarak, bayan hentbolcularda üst gövdeye 6 hafta boyunca pliometrik egzersiz uygulamanın hentbolda atış hızını ve izokinetik omuz rotatör kuvvetini artırmada istatistiksel anlamda ek bir katkısının olduğu gösterilememiştir. Ancak, hentbolcularda spora özgü çalışma olarak ve alternatif bir çalışma olarak uygulanabilir. Ayrıca bu araştırma yüklenme dönemi, şiddeti, kapsamı ve süresi gözden geçirilerek tekrarlanabilir. Pliometrik egzersizlerin uygun antrenman dozunu belirlemek için farklı süre ve şiddetlerin etkisi karşılaştırılabilir. Kuvvet gelişimi izlenirken, grupların başlangıçtaki kuvvetlerine uygun olarak oluşturulması daha uygun olabilir. Yine, çalışma grupları belirlenirken kalecilerin çalışmaya alınıp alınmamasına ve oyuncu pozisyonlarına dikkat edilebilir. Çalışmaların sezon öncesinde veya sezon içinde yapılması da sonuçları etkileyebilecek bir etken olabilir. Pliometrik egzersizlerin eksantrik izokinetik kuvvete etkisini incelemek için eksantrik izokinetik ölçüm yapılabilir. Ayrıca hentbolcularda omuz rotatörlerinin eksantrik / konsantrik kuvvet oranı gösterilebilir.

6.EKLER

Ek 1. Sporcuların girdikleri tüm testlerde elde ettikleri bireysel sonuçlar

no	1. Ölçümler								2. Ölçümler																	
	yaş	boy cm	VA kg	VY O %	YVA kg	VO ₂ max	Durara k Atış Hızı m/s	3adım Atış Hızı m/s	Dominant omuz				N_dominant omuz				Dominant omuz				N_dominant omuz					
									Pik IR 90	Pik IR 300	Pik ER 90	Pik ER 300	Pik IR 90	Pik IR 300	Pik ER 90	Pik ER 300	Durara k Atış Hızı m/s	3adım Atış Hızı m/s	Pik IR 90	Pik IR 300	Pik ER 90	Pik ER 300	Pik IR 90	Pik IR 300	Pik ER 90	Pik ER 300
1	20	180	75,6	32,3	51,3	30,1	18,51	19,04	20	14	16	10	20	13	15	10	20,2	21,97	20	16	20	13	19	13	19	12
2	28	165	59,2	20	47,3	58,2	20,4	20,4	24	18	23	18	24	18	13	9	21,7	21,27	25	19	19	13	24	19	18	13
3	25	178	74,5	33	49,9	47	20,4	21,05	30	23	19	15	22	16	20	14	22	22,72	31	26	19	15	26	15	22	14
4	24	164	72	22,8	55,5	48,8	20,4	22,47	27	19	20	14	27	20	19	13	19,8	23,25	23	18	19	16	24	18	19	14
5	19	173	51,4	15,1	43,6	47,1	17,85	20,4	20	14	15	11	17	12	14	9	19,6	24,69	21	13	16	13	23	14	18	10
6	28	163	53	17,3	43,8	#	21,27	22,47	25	16	18	12	23	13	17	10	22,5	24,69	23	17	16	12	20	13	16	11
7	25	161	61,3	24,5	46,2	40,9	18,18	20,2	28	20	21	14	26	20	21	15	23,8	23,8	29	22	22	15	25	20	23	15
8	24	179	72,4	29,2	51,2	39	♠	♠	26	18	19	14	23	15	15	13	♠	♠	28	21	19	16	24	12	15	11
9	26	176	62,4	24,7	47	49,3	21,05	21,73	31	24	20	13	24	14	18	12	22,5	22,98	31	24	18	12	26	18	18	12
10	24	177	62,9	24,5	47,4	57,8	17,39	19,8	24	13	12	6	15	11	17	11	19	23,25	23	14	17	12	18	12	17	12
11	24	167	65,4	24,7	49,2	55,9	21,73	20,2	26	15	16	9	17	11	18	11	19,2	22,47	27	18	16	12	20	13	18	12
12	29	178	74,9	35	48,6	39,1	20,4	24,39	20	13	19	12	27	18	13	9	21,7	25,31	27	23	14	11	22	15	15	11
13	19	168	62	25,8	46	34,2	22,47	22,47	27	16	17	12	20	13	15	11	24,1	26,31	22	15	16	12	22	15	17	12
14	28	177	67	25,1	50,2	68,6	18,01	21,73	24	15	16	12	22	11	16	12	19	22,22	29	23	20	14	20	15	16	12
15	23	168	59,9	20,7	47,5	62,2	17,54	21,05	20	15	17	12	20	14	16	11	22	24,39	23	17	17	13	19	18	17	11
16	21	177	74,7	30,4	52	52,8	17,69	24,09	23	14	21	13	23	14	20	13	21,7	22,47	26	19	21	15	27	16	21	14
17	24	180	73,5	26,6	54	36,8	20,2	21,05	20	11	14	8	15	7	18	11	20,8	21,73	22	12	16	10	16	8	16	10
18	23	178	53	16,7	44,1	49,2	20,2	21,73	24	13	12	8	16	9	14	11	21,1	22,47	23	14	13	11	19	10	13	11
19	23	163	67,4	29	47,8	44,5	17,69	18,18	22	15	14	10	18	12	18	12	19	21,73	24	18	16	13	21	16	17	13
20	23	163	62,3	24,5	46,4	44,8	17,39	18,51	22	12	10	9	17	9	16	12	18,5	20,02	*	*	*	*	*	*	*	*

*20 no.lu sporcunun omuz ağrısı olması sebebiyle ikinci izokinetik ölçümü yarıda kalmış ve o ona kadar elde edilen veriler değerlendirmeye alınmamıştır.

6 no.lu sporcunun VO_{2max} değeri hesaplanamamıştır. ♠ 8 no'lu sporcunun atış hızı testlerinde motive olmadığı için ölçümleri değerlendirilmeye alınmamıştır.

Ek 2. Tüm sporcuların eklem hareket açıklığı (EHA) değerleri (°)

Sporcu no-grup	Fleksiyo n	Dominant kol			Non-dominant kol			
		Abdüksi yon	IR	ER	Fleksiyo n	Abdüksi yon	IR	ER
1 PG	180	185	90	100	187	180	85	100
2 PG	180	180	90	105	175	180	90	100
3 PG	180	185	80	115	175	185	90	100
4 PG	180	180	80	90	175	180	95	85
5 PG	182	180	80	110	182	180	80	115
6 PG	180	180	80	110	175	180	90	100
7 PG	185	185	90	100	185	180	85	100
8 PG	180	180	90	95	175	180	85	90
9 PG	175	180	75	90	175	180	90	90
10 PG	180	180	90	120	180	180	90	120
11 KG	185	180	90	115	180	180	90	105
12 KG	180	180	80	80	175	180	100	85
13 KG	175	175	75	96	177	175	80	90
14 KG	180	180	90	100	175	180	90	95
15 KG	185	180	100	90	185	180	100	85
16 KG	180	180	80	105	175	180	80	100
17 KG	180	185	90	95	175	180	85	95
18 KG	180	180	80	110	175	180	80	105
19 KG	180	180	80	95	180	180	90	90
20 KG	175	180	85	95	175	180	85	90

7.KAYNAKCA

- 1- Cardinale M. Handball performance: Physiological considerations and practical approach for training metabolic aspects. Retrieved March, 2001 *Materials From 3rd & 4th Congress Sport Medicine & Handball* from: <http://www.sportscoach-sci.com>
- 2- Cardinale M. Vincenzo M. Special conditioning in team handball: Physiological demands of game-like drills. From the Coaches' Information Service at <http://coachesinfo.com/>.
- 3- Muijen A.E., Kemper H.C.G, Van Ingen Schenau G.J. Throwing practice with different ball weights: Effects of throwing velocity and muscle strength in female handball players. *Sports Train. Med. Rehab.* 1991 2:103-113.
- 4- Komi P.V. Strength and power in sport, Second edition, Blackwell Publishing 2003
- 5- Fleck S., Smith S.L., Craib M.W., Denehan T., and et. al. Upper extremity isokinetic torque and throwing velocity in team handball. *J. Appl. Sports Sci. Res.* 1992 6:120-124
- 6- William P. E. Complex training: A brief review. *Journal of Sports Science and Medicine* 2002, 1, 42 – 46
- 7- Van den Tillaar R., Ettema G. Effect of body size and gender in overarm throwing performance. *Eur J Appl Physiol* 2004 91: 413–418
- 8- Gorostiaga E.M., Granados C., Ibanez J., Izquierdo M. Differences in physical fitness and throwing velocity among elite and amateur male handball players. *Int J Sports Med* 2005; 26:225-232
- 9- Brown L.P., Niehues S.L. Upper extremity range of motion and isokinetic strength of the internal and external shoulder rotators in major league baseball players. *American Journal of Sports Medicine* 1988 16(6):577-85
- 10- Bayios I.A., Anastasopoulou E M., Sioudris D.S., Boudolos K.D. Relationship between isokinetic strength of the internal and external shoulder rotators and ball velocity in team handball. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* 2001 21, 2 Health & Medical Complete

- 11- Pretz R Ballistic six plyometric training for the overhead throwing athlete. Strength and Conditioning Journal; Dec 2004; 26, 6; Health & Medical Complete s; 62
- 12- Pretz R. Plyometric Exercises for Overhead-Throwing Athletes. Strength and Conditioning Journal; Feb 2006; 28, 1; Health & Medical Complete s; 36
- 13- Carter A.B., Kaminski T.W., Douex A.T., Knight C.A., and et. al. Effects of high volume upper extremity plyometric training on throwing velocity and functional strength ratios of the shoulder rotators in collegiate baseball players. Journal of Strength and Conditioning Research 2007, 21 (1), 208-215
- 14- Clayton R.E., Dwight. Team handball: steps to success Human Kinetics 1997 s:1-5
- 15- Radcliffe J.C., Farentinos R.C. High-powered plyometrics Human Kinetics 1999 sayfa 1-11
- 16- Akgün, N. Egzersiz Fizyolojisi. 4. baskı, GSGM No: 113. İzmir, 1992
- 17- Taner D. Fonksiyonel Anatomi Ekstremiteler ve Sırt Bölgesi 3. baskı, Hekimler Yayıncılık Birliği 2003
- 18- Baechle T.R., Earle RW. Essential of strength training and conditioning. 2nd edition Human Kinetics 2000 s; 427-433
- 19- Chu D. Jumping into plyometrics 2nd edition. Champaign, Illinois: Human Kinetics. 1998 s; 1-7
- 20- Guyton A.C, Hall J.E. Tıbbi Fizyoloji 10. Basım, İstanbul, Nobel Tıp Kitapevi, 2005
- 21- Michael K. The Oxford Dictionary of Sports Science & Medicine. 3rd edition Oxford University Press 2007
- 22- Baechle T.R., Earle RW. NCSA's Essentials of personal training Human Kinetics 2003 s; 425-434
- 23- McMahon T.A.. Muscles, Reflexes and Locomotion. Princeton Univercity Press, 41 William Street, Princeton, New Jersey, UK 1984

- 24- Hoff J. Almasbakk B. The effects of maximum strength training on throwing and muscle strength in female-handball players. *Journal of Strength and Conditioning Research* 1995, 9(4), 255-258
- 25- Zapartidis I., Gouvali M., Bayios I., Boudolos K. Throwing effectiveness and rotational strength of the shoulder in team handball. *J. Sports Med. Phys. Fitness* 2007, 47:169-78
- 26- Hasan A.A., Reilly T., Cable N.T., Ramadan J. Anthropometric profiles of elite asian female handball players. *J. Sports Med. Phys. Fitness* 2007, 47:197-202
- 27- Turgut A., İşlegen Ç., Durusoy F. Bayan hentbolcularda üst ekstremitte eklem hareket derecelerinin değerlendirilmesi. *Spor Hekimliği Dergisi* 1996 2 (31) sayfa:47-54
- 28- Kaldırımçı M. Ağırlık topuyla yapılan plyometrik antrenmanın hentbolcuların dikey sıçraması ve kol itme kuvvetine etkisi. Yüksek lisans tezi 1999 Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun
- 29- Swanik K.A. The effects of shoulder plyometric training on proprioception and muscle performance characteristics. 1998, Doktora tezi, University of Pittsburgh
- 30- Dauty M., Kitar E., Dubois C., Potiron-Josse M. Relationship between ball velocity and the shoulder rotators isokinetic torque in high-level handball players. *Science & Sports* 2005, 300–303
- 31- Granados C., Izquierdo M., Ibanez J., Ruesta M., Gorostiaga E.M. Effects of an entire season on physical fitness in elite female handball players. *Med. Sci. Sports Exerc.* Vol. 40, No. 2, pp. 351–361, 2008.