



**HENTBOLCULARDA FARKLI SETLEME
YÖNTEMİYLE YAPILAN İZOİNERSİYAL DİRENÇ
ANTRENMANLARININ ETKİLERİNİN
KARŞILAŞTIRILMASI**

Yüksek Lisans Tezi

Cem DİLEK

Eskişehir 2022

**HENTBOLCULARDA FARKLI SETLEME YÖNTEMİYLE YAPILAN
İZOİNERJİK DİRENÇ ANTRENMANLARININ ETKİLERİNİN
KARŞILAŞTIRILMASI**

Cem DİLEK

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Barış GÜROL

(İkinci Danışman: Öğr. Gör. Dr. Şenay KABADAYI)

Eskişehir

Anadolu Üniversitesi

Sağlık Bilimleri Enstitüsü

Haziran 2022

Bu tez çalışması BAP Komisyonunca kabul edilen 2105S119 no.lu proje kapsamında desteklenmiştir.

JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI

Cem Dilek’in “**Hentbolcularda farklı setleme yöntemiyle yapılan izoinersiyal direnç antrenmanlarının etkilerinin karşılaştırılması**” başlıklı tezi 27/06/2022 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından değerlendirilerek “Anadolu Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği”nin ilgili maddeleri uyarınca, **Beden Eğitimi ve Spor** Anabilim dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

	<u>Unvanı Adı Soyadı</u>	<u>İmza</u>
Üye (Tez Danışmanı) :	Doç. Dr. Barış GÜROL	
Üye :	Prof. Dr. Bilal Utku ALEMDAROĞLU	
Üye :	Doç. Dr. Celil KAÇOĞLU	

Prof Dr. Gülşen AKALIN ÇİFTÇİ

Enstitü Müdürü

ÖZET

HENTBOLCULARDA FARKLI SETLEME YÖNTEMİYLE YAPILAN İZOİNERİSİYAL DİRENÇ ANTRENMANLARININ ETKİLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Cem DİLEK

Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı

Anadolu Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Haziran 2022

Danışman: Doç. Dr. Barış GÜROL

(İkinci Danışman: Öğr. Gör. Dr. Şenay KABADAYI)

Bu araştırmada elit seviyedeki kadın hentbolcularda sezon içinde farklı setleme yöntemleriyle uygulanan izoinersiyal leg curl antrenmanlarının etkilerini karşılaştırmak amaçlanmıştır. Çalışmaya 17 kadın hentbolcu gönüllü olarak katılmıştır. Katılımcılar kontrol (KG), geleneksel setleme (GS), dinlenmeyi yeniden yapılandırma (DYY) gruplarına atanmıştır. GS ve DYY dinlenme hacmi eşitlenmiş tekrar ve set sayılarıyla 8 hafta boyunca toplam 16 seans izoinersiyal leg curl antrenmanları yapmışlardır. Tüm katılımcılar ön ve son test olarak izokinetik diz eklemi kuvveti testi, 20 m sprint testi, illinois çeviklik testi, aktif (AS) ve squat sıçrama (SS) testlerini gerçekleştirmişlerdir. Ayrıca izoinersiyal antrenman yapan grubun izoinersiyal güç çıktıları (W) 1., 4. ve 8. haftadaki güç çıktılarına göre karşılaştırılmıştır. Gruplar arasındaki farkları değerlendirmek için tek yönlü varyans analizi; grup içi farklar için bağımlı gruplarda T-Test, izoinersiyal güç çıktılarının karşılaştırılmasında ise tekrarlı ölçümler Varyans Analizi kullanılmıştır. Analizler sonucunda çeviklik ve sprint testlerinde grup içi veya gruplar arası anlamlı farka rastlanmamıştır. DYY grubunda grup içi analizde AS ve SS testleri için anlamlı fark elde edilirken gruplar arası analizde de AS ve SS testleri için DYY lehine anlamlı fark elde edilmiştir. İzokinetik diz eklemi kuvvetinde sadece DYY grup içi karşılaştırmasında 300°.sn-1 baskın bacak fleksiyonunda anlamlı fark elde edilmiştir. İzoinersiyal güç karşılaştırmasında sadece baskın bacak ayakta leg curl eksantrik fazda GS lehine anlamlı fark elde edilmiştir. Sonuç olarak bu seviye sporcular için çalışmanın süresinin kısa, antrenman müdahalesi hacminin yetersiz kalmış olabileceği düşünülmektedir. Buna rağmen sıçrama performansının gelişimi için DYY yönteminin izoinersiyal antrenmanlarda kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: İzoinersiyal, Hentbol, Kuvvet, Güç, Sıçrama.

ABSTRACT

COMPARISON OF THE EFFECTS OF ISOINERTIAL FLYWHEEL RESISTANCE TRAINING WITH DIFFERENT SET MODELS FOR HANDBALL PLAYERS

Cem DİLEK

Department of Physical Education and Sports

Anadolu University, Graduate School of Health Sciences, June 2022

Supervisor: Assoc. Prof. Barış GÜROL

(Co-Supervisor: Lec. Dr. Şenay KABADAYI)

In this study, it was aimed to compare the effects of isoinertial leg curl training applied with different set methods during the season in elite female handball players. 17 female handball players voluntarily participated in the study. Participants were assigned to the control (CG), traditional set (TS), and rest redistribution (RR) groups. TS and RR performed a total of 16 sessions of isoinertial leg curl training for 8 weeks with equal resting volumes and number of repetitions and sets. All participants performed isokinetic knee joint strength test, 20 m sprint test, illinois agility test, countermovement jump (CMJ) and squat jump (SJ) tests as pre-test and post-test. In addition, isoinertial power outputs (W) of the isoinertial training group were compared to the power outputs in the 1st, 4th and 8th weeks. One-way analysis of variance (ANOVA) to evaluate differences between groups; T-Test (Paired T-test) was used in dependent groups for within-group differences, and repeated measures Analysis of Variance (Repeated measures ANOVA) was used to compare isoinertial power outputs. As a result of the analysis, no significant difference was found within or between groups in agility and sprint tests. While a significant difference was found in the RR group for the CMJ and SJ tests in the within-group analysis, a significant difference was found in favor of RR for the CMJ and SJ tests in the between-group analysis. In the isokinetic knee joint strength, a significant difference was found only in the 300°.s-1 dominant leg flexion in RR within-group comparison. In the isoinertial power comparison, a significant difference was found in favor of TS only in the dominant leg standing leg curl eccentric phase. As a result, it is thought that the duration of the study may be short and the volume of training intervention may be insufficient for these level athletes. However, it was concluded that RR method can be used in isoinertial training for the improvement of jumping performance.

Keywords: İsoinertial, Handball, Strength, Power, Jumping.

TEŞEKKÜR

Tezimin ölçüm aşamasında çalışmama gönüllü olarak katılan 2020/2021 sezonunda Anadolu Üniversitesi Gençlik ve Spor Kulübü Kadın Hentbol takımında mücadele eden sporcu arkadaşlarıma, takım antrenörleri Murat KABADAYI'ya ve İsmail SÖNMEZ'e,

Yüksek lisans eğitim sürecimde yol arkadaşlığı yaptığımız abim Meriç ARAZOĞLU'na,

Yardıma ihtiyaç duyduğum her an ulaşabildiğim lisans eğitimimden sınıf arkadaşım Arş. Gör. Yılmaz SUNGUR'a,

Tezimin ölçüm aşamasında her zaman yanımda olduğunu hissettiğim desteğini hiç esirgemeyen ablam Fatma ÖZBAHAR'a

Yüksek lisans eğitimim boyunca ve tezimin her aşamasında bana cesaret vererek yol gösteren, bilgilerini, tecrübelerini benimle paylaşan danışmanlarım Doç. Dr. Barış GÜROL'a ve Öğr. Gör. Dr. Şenay KABADAYI'ya,

Eğitim hayatım boyunca hiçbir fedakârlıktan kaçınmayan ve daima desteklerini hissettiğim annem Nazike DİLEK; Babam İrfan DİLEK, kardeşim Ece DİLEK, babaannem Havva DİLEK ve halam Gülbahar DİLEK DEMİRKENT'e çok teşekkür ederim.

Cem DİLEK

Eskişehir, 2022

27/06/2022

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Bu tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı; bu çalışma kapsamında elde edilen tüm veri ve bilgiler için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi; bu çalışmanın Anadolu Üniversitesi tarafından kullanılan “bilimsel intihal tespit programı”yla tarandığını ve hiçbir şekilde “intihal içermediğini” beyan ederim. Herhangi bir zamanda, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçları kabul ettiğimi bildiririm.

Cem Dilek

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
BAŞLIK SAYFASI.....	i
JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI.....	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT.....	iv
TEŞEKKÜR	v
ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ.....	vi
İÇİNDEKİLER.....	vii
TABLolar DİZİNİ.....	x
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xii
GÖRSELLER DİZİNİ	xiii
SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ	xv
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Problem	4
1.2. Denenceler.....	4
1.3. Amaç.....	5
1.4. Önem	5
1.5. Sayıtlar	5
1.6. Sınırlılıklar.....	6
2. GENEL BİLGİLER.....	7
2.1. Kasılma Türleri	7
2.1.1. İzotonik kasılmalar	7
2.1.2. İzometrik kasılmalar.....	7
2.1.3. İzokinetik kasılmalar	8
2.2. Kuvvet	8
2.3. Kas ve Kuvvet İlişkisi.....	8
2.4. Kuvvet Antrenmanı	8
2.4.1. Hentbolda kuvvet antrenmanı	8

2.5. Eksantrik Kuvvet Antrenmanı	9
2.6. İzoinersiyal Kuvvet Antrenmanı	10
2.7. Antrenman Değişkenleri.....	12
2.7.1. Hacim (Kapsam).....	13
2.7.2. Şiddet (Sertlik).....	13
2.7.3. Sıklık (Yoğunluk)	13
2.7.4. Süre (Zaman).....	14
2.8. Setleme Yöntemleri	14
2.8.1. Geleneksel set yapısı.....	14
2.8.2. Cluster set yapısı	15
2.8.1. Geleneksel cluster setleri yöntemi.....	15
2.8.2. Dinlenmenin yeniden yapılandırılması yöntemi.....	16
2.8.3. Eşit çalışma-dinlenme yöntemi	16
2.8.4. Dinlen durakla yöntemi	17
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	18
3.1. Araştırma Grubu	18
3.2. Araştırma Dizaynı.....	19
3.3. Veri Toplama Araçları	20
3.3.1. Antropometrik ölçüm araçları.....	20
3.3.2. İzokinetik kas kuvveti ölçümü	21
3.3.3. Sıçrama testleri ölçümü	22
3.3.4. Zaman ölçüm aracı	22
3.3.5. İzoinersiyal Antrenman Cihazı.....	23
3.4. Uygulanan Testler	23
3.4.1. Isınma protokolü	23
3.4.2. Sıçrama testleri.....	24
3.4.3. İzokinetik diz eklemi kuvveti ölçümü.....	25
3.4.4. Illinois çeviklik testi.....	26

3.4.5. 20 m sprint testi	27
3.5. İzoinersiyal Kuvvet Antrenmanı	28
3.6. Verilerin İstatistiksel Analizi	33
4. BULGULAR.....	34
4.1. Gruplar Arası Ön Test Değerleri Karşılaştırmaları.....	34
4.2. Grupların Kendi İçinde Ön Test Son Test Karşılaştırmaları.....	35
4.3. Grupların Birbirleri Arasında Farkların Farkı Karşılaştırması	41
4.4. İzoinersiyal Güç Çıktılarının Karşılaştırılması.....	43
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	48
5.1. Dinamik Atletik Performans.....	49
5.1.1.20 m sprint	49
5.1.2. Sıçrama performansı	51
5.1.3. Çeviklik Performansı	53
5.2. İzokinetik Diz Eklemi Kuvveti.....	55
5.3. İzoinersiyal Kuvvet Antrenmanı	58
6. ÖNERİLER	60
KAYNAKÇA.....	61
ÖZGEÇMİŞ	

TABLÖLAR DİZİNİ

Sayfa

Tablo 3.1. Hentbolcuların tanımlayıcı istatistikleri.....	18
Tablo 3.2. Araştırma dizaynı.....	19
Tablo 4.1. Gruplar arası dinamik atletik performans ön test değerleri fark tablosu	34
Tablo 4.2. Gruplar arası izokinetik diz eklemi kuvveti zirve tork ön test değerleri fark tablosu	35
Tablo 4.3. Kontrol grubu dinamik atletik performans ön test-son test sonuçlarının karşılaştırılması	36
Tablo 4.4. GS grubu dinamik atletik performans ön test-son test sonuçlarının karşılaştırılması	36
Tablo 4.5. DYY grubu dinamik atletik performans ön test-son test sonuçlarının karşılaştırılması	37
Tablo 4.6. Kontrol grubu izokinetik diz eklemi kuvveti zirve tork ön test-son test değerleri sonuçlarının karşılaştırılması	38
Tablo 4.7. GS grubu izokinetik diz eklemi kuvveti zirve tork ön test-son test sonuçlarının karşılaştırılması	39
Tablo 4.8. DYY grubu izokinetik diz eklemi kuvveti zirve tork ön test-son test değerleri sonuçlarının karşılaştırılması	40
Tablo 4.9. Grupların birbirleri arasındaki dinamik atletik performans son test ön test sonuçlarından elde edilen farkların farkının karşılaştırılması.....	41
Tablo 4.10. Grupların birbirleri arasındaki izokinetik diz eklemi kuvveti zirve tork son test ön test sonuçlarından elde edilen farkların farkının karşılaştırılması....	42

Tablo 4.11. İzoinersiyal antrenman gruplarının baskın bacak ayakta leg curl antrenmanında 1., 4. ve 8. haftalardaki konsantrik izoinersiyal güç çıktılarının ortalamalarının karşılaştırılması.....	43
Tablo 4.12. İzoinersiyal antrenman gruplarının baskın bacak ayakta leg curl antrenmanında 1., 4. ve 8. haftalardaki eksantrik izoinersiyal güç çıktılarının ortalamalarının karşılaştırılması.....	43
Tablo 4.13. İzoinersiyal antrenman gruplarının baskın olmayan bacak ayakta leg curl antrenmanında 1., 4. ve 8. haftalardaki konsantrik izoinersiyal güç çıktılarının ortalamalarının karşılaştırılması.....	44
Tablo 4.14. İzoinersiyal antrenman gruplarının baskın olmayan bacak ayakta leg curl antrenmanında 1., 4. ve 8. haftalardaki eksantrik izoinersiyal güç çıktılarının ortalamalarının karşılaştırılması.....	44
Tablo 4.15. İzoinersiyal antrenman gruplarının baskın bacak yatarak leg curl antrenmanında 1., 4. ve 8. haftalardaki konsantrik izoinersiyal güç çıktılarının ortalamalarının karşılaştırılması.....	45
Tablo 4.16. İzoinersiyal antrenman gruplarının baskın bacak yatarak leg curl antrenmanında 1., 4. ve 8. haftalardaki eksantrik izoinersiyal güç çıktılarının ortalamalarının karşılaştırılması.....	45
Tablo 4.17. İzoinersiyal antrenman gruplarının baskın olmayan bacak yatarak leg curl antrenmanında 1., 4. ve 8. haftalardaki konsantrik izoinersiyal güç çıktılarının ortalamalarının karşılaştırılması.....	46
Tablo 4.18. İzoinersiyal antrenman gruplarının baskın bacak yatarak leg curl antrenmanında 1., 4. ve 8. haftalardaki eksantrik izoinersiyal güç çıktılarının ortalamalarının karşılaştırılması.....	46

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

- Şekil 2.1.** Geleneksel set yapısı örneği: Toplam 120 sn. dinlenme, toplam 24 tekrar.... 15
- Şekil 2.2.** Geleneksel cluster seti örneği: Set içinde 30 sn. dinlenmeler ile toplam dinlenme 240 sn., toplam 24 tekrar (Tufano, Brown ve Haff, 2017). 16
- Şekil 2.3.** Dinlenmenin yeniden yapılandırılması seti örneği: Toplam 120 sn. dinlenme, toplam 24 tekrar (Tufano, Brown ve Haff, 2017). 16
- Şekil 2.4.** Eşit çalışma dinlenme yöntemi örneği: şekil 2.1'deki geleneksel set yapısına göre hesaplama: $[\text{toplam dinlenme süresi} / (\text{toplam tekrar sayısı} - 1)] = [120 / (24-1)] = (120 / 23) = 5.2$. Tekrarlar arası 5.2 sn. dinlenme ile tükeninceye kadar devam 17
- Şekil 2.5.** Dinlen durakla yöntemi örneği: Bir set içinde tükeninceye kadar 30 sn. set içi dinlenmeler, setler arası 120 sn. dinlenme. Toplam 270 sn. dinlenme, toplam 21 tekrar (Tufano, Brown ve Haff, 2017). 17
- Şekil 3.1.** İllinois çeviklik testi (Raya vd., 2013) 27

GÖRSELLER DİZİNİ

Sayfa

Görsel 2.1. İzoinersiyal antrenman cihazı “Desmotec D.Line”	11
Görsel 2.2. Eylemsizlik yükü diskleri (Desmotec)	12
Görsel 3.1. Sabit stadiometre	20
Görsel 3.2. Biyoelektrik impedans cihazı	21
Görsel 3.3. İzokinetik test cihazı.....	21
Görsel 3.4. My Jump 2 telefon uygulaması	22
Görsel 3.5. Fotosel sistemi	22
Görsel 3.6. İzoinersiyal kuvvet antrenman cihazı ve uygulaması.....	23
Görsel 3.7. Bisiklet ergometresi.....	24
Görsel 3.8. Sıçrama testi ölçümü uygulanaşı.....	25
Görsel 3.9. İzokinetik diz eklemi kuvveti ölçümü uygulanaşı	26
Görsel 3.10. İllinois çeviklik testi ölçümü	27
Görsel 3.11. 20 m sprint testi uygulanaşı.....	28
Görsel 3.12. Yatarak izoinersiyal leg curl egzersizinde eksantrik fazın sonu ve konsantrik fazın başlangıcı	29
Görsel 3.13. Yatarak izoinersiyal leg curl egzersizinde konsantrik fazın sonu ve eksantrik faz başlangıcı.....	30
Görsel 3.14. Ayakta izoinersiyal leg curl egzersizinde eksantrik fazın sonu ve konsantrik fazın başlangıcı	30
Görsel 3.15. Ayakta izoinersiyal leg curl egzersizinde konsantrik fazın sonu ve eksantrik fazın başlangıcı.....	31

Görsel 3.16. Uygulanan bir izoinersiyal leg curl egzersizi sonrasında oluşan veriler (dsoft.desmotec.com).....	31
Görsel 3.17. DYY grubunda izoinersiyal leg curl egzersizi setlerinden veri örneği (dsoft.desmotec.com).....	32
Görsel 3.18. GS grubunda izoinersiyal leg curl egzersizi setlerinden veri örneği (dsoft.desmotec.com).....	32
Görsel 5.1. İllinois çeviklik testi norm değerleri. Brown ve Khamoui (2012).	55



SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ

AS	: Aktif sıçrama
AST	: Aktif sıçrama testi
cm	: Santimetre
DD	: Dinlen-durakla yöntemi
dk.	: Dakika
DYY	: Dinlenmenin yeniden yapılandırılması
EÇ:D	: Eşit çalışma-dinlenme yöntemi
F	: Regresyon F değeri
GKS	: Geleneksel cluster setleri
GS	: Geleneksel set
KG	: Kontrol grubu
kgm	: Kilogram metre
KS	: Cluster set
m	: Metre
n	: Örneklem büyüklüğü sayısı
N•m	: Newtonmetre
Ort.	: Ortalama
ÖÇB	: Ön Çapraz Bağ
p	: Anlamlılık değeri
PAP	: Post aktivasyon potansiyeli
sn.	: Saniye
SPSS	: Statistical Package for the Social Sciences
SS	: Squat sıçrama
SS	: Standart sapma
SST	: Squat sıçrama testi
t	: T testi değeri
TM	: Maksimum tekrar
W	: Watt

1. GİRİŞ

Hentbol, çok sayıda ülkede profesyonel ligleri olan ve düzenli olarak büyük uluslararası şampiyonaları düzenlenen, fiziksel olarak zorlayıcı bir takım sporudur. 60 dakikalık maç süresi boyunca hentbol oyuncular, kısa süre aralıkları ile yoğun efor gerektiren farklı hareket türlerini ve teknik maç aktivitelerini eş zamanlı olarak gerçekleştirirler. Örneğin, şut atma ve rakibe müdahale gibi güç gerektiren üst ekstremite hareketleri ile dikey sıçrama, sprint, çeviklik gibi kuvvetli alt ekstremite hareketlerini oyun içi taktiksel farkındalıklarla birlikte gerçekleştirmeleri gerekir (Michalsik, Madsen ve Aagard, 2015). Hentbolda ulusal ve uluslararası turnuvaların sayısının artmasıyla birlikte artan maç sayıları, yılda 9-10 ayı kapsayan uzun bir yarışma dönemine yol açmıştır. Bu nedenle, elit hentbol oyuncularının fiziksel durumu, yalnızca tüm normal sezon boyunca her maçta değil, özellikle kısa bir süre içinde birden fazla maçın oynandığı çeşitli turnuvalarda oyun performansı üzerinde önemli bir etkiye sahiptir (Michalsik ve Aagard, 2015).

Çoğu sporda ortak olan performansı belirleyici hareketlerin (sprint, sıçrama, çeviklik vb.) sporcuların maksimum kuvveti ile ilişkili olduğu ortaya konulmuştur (McBride vd., 2009; Peterson vd., 2006; Swinton vd., 2014). Hentbolda kuvvet antrenmanları ile performansta artışlar gözlemlenmiştir (Hermassi vd., 2010; Madruga-Parera vd., 2020; Maroto-Izquierdo vd., 2020; Sabido vd., 2017).

İzokinetik dinamometreler sporcuların veya diğer sağlıklı kişilerin bir egzersiz programından önce ve sonra değerlendirilmesinde rol oynar (Pehlivan, 1991). İzokinetik sistemler istenen kas ya da kas grupları yönelik kas kuvveti hakkında ölçülebilen değerler verebilmesi nedeni ile tercih edilen yöntemlerdir (Gürol, 2013; Şahin, 2010). İzokinetik kuvvetin laboratuvar ölçümü maksimal eforun harcandığı sırada aktif hareket aralığı boyunca görülen tork ölçümünü sağlar. Tork, kuvvetin bir eksen etrafında dönerken oluşturduğu gücü açıklar ve birimi Newtonmetre'dir ($N \cdot m$). Zirve tork ise kas kuvvetine işaret eden bir terimdir (Beam ve Adams, 2013, s. 56). Kuvveti ölçmek sporcuların ne durumda olduğuna karar vermenin dışında oluşabilecek bir sakatlık riskini önceden tespit etmeye yardımcı olabilir (Beam ve Adams, 2013, s. 55). Örneğin, quadriceps kas grubunun kuvvetine karşılık hamstring kas kuvvetinin düşük kalması kuvvette dengesizliğe sebep olarak alt ekstremite sakatlıklarına yol açabilir (Beam ve Adams, 2013, s. 63). Benzer şekilde, bilateral bacak kuvveti farkı da performans kaybına ve

sakatlıklara neden olabilir (Beam ve Adams, 2013, s. 55). Risberg vd., (2018) 150 elit kadın hentbolcu ve 200 elit kadın futbolcuda yaptığı çalışmada, hentbolcuların hamstring-quadriceps oranını daha düşük olarak bildirmişlerdir. Sporcuların hamstring kas grubunu kuvvetlendirmenin sprint, sıçrama ve çeviklik gibi önemli performans parametrelerinde artış sağladığı gözlemlenmiştir (Clark vd., 2005; de Hoyo vd., 2016; Gülü ve Doğan, 2021).

Hamstring kuvveti geliştirmede popülerlik kazanan antrenman yöntemlerinden birisi izoinersiyal antrenman yöntemidir (O' Brien vd., 2022; Tous-Fajardo vd., 2006). Genel olarak eksantrik fazın vurgulandığı yöntemlerde, konsantrik fazın baskın olduğu yöntemlere göre daha az metabolik harcama ile daha fazla kazanım elde edildiği bilinir (Franchi vd., 2017; Salcı, 2008). İzoinersiyal yöntem, sporcunun hareketi sırasında dönen çarkların eylemsizliğini kullanan bir cihaz tarafından oluşturulan eksantrik aşırı yüklenmenin uygulanmasına dayanır (Fiorilli vd., 2020; Tous-Fajardo vd., 2006). Bir YoYo oyuncağı mekanizmasını simüle eden (Tesch vd., 2017) bu yöntem sporcunun konsantrik fazdaki çabasına orantılı olarak eksantrik direnç sağlar (Fiorilli vd., 2020). Bu cihazda hareketin konsantrik fazının olabildiğince hızlı yapılması istenir. Konsantrik fazın sonunda çark geri sarmaya başlar ve hareketin eksantrik fazı başlar. Bu eksantrik fazda ise bir aşırı yük oluşturabilmek için hareketin olabildiğince geciktirilmesi yani bu geri sarmanın yavaşlatılması istenir (de Hoyo vd., 2016).

Tesch vd., (2017) yılında yaptıkları derlemede atıfta bulundukları çalışmaların bu yöntemi genellikle haftada iki veya üç gün olmak üzere 4 set 7 tekrardan oluşan protokoller ile uygulattıklarını belirtmişlerdir. Hentbolcularda haftalık antrenman programına 4 set 8 tekrardan oluşan haftada sadece birer seanslık izoinersiyal yarım squat ve lunge egzersizi uygulamanın da fonksiyonel performans parametrelerine olumlu etki yaptığını belirten Sabido vd., (2017) bu düşük hacimli ve yüksek yoğunluklu yöntemin dinamik atletik performansı geliştirmedeki kullanışlılığını vurgulamışlardır. Araştırmacılar kontrol grubuna ise geleneksel yöntem ile aynı egzersizleri uygulatmışlar ve izoinersiyal egzersiz uygulatılan deney grubunda daha olumlu sonuçlar bulmuşlardır. Benzer şekilde izoinersiyal yöntem ve geleneksel antrenman yöntemlerinin karşılaştırıldığı diğer çalışmalarda da izoinersiyal yöntemin daha büyük kazanımlar sağladığı belirtilmiştir (Coratella vd., 2019; Madruga-Parera vd., 2020; Norrbrand, Pozzo ve Tesch, 2010). Elit erkek hentbol sporcularında basınçlı bir hava ile sabit bir kuvvet

üretimini sağlayan pnömatik antrenman yöntemi ile izoinersiyal antrenman yöntemini karşılaştıran Maroto-Ízquierdo vd., (2020) izoinersiyal yöntemin sıçrama, çeviklik gibi takım sporu için önemli beceriler için daha elverişli olduğunu bildirmişlerdir. Yeni çalışmalarda hareketlerin set ve tekrar sayılarının değiştirilmesinin farklı sonuçlara neden olabileceğini belirtmişlerdir. Beato ve Dello Iacono, (2020) yaptıkları meta analizde izoinersiyal egzersiz yapmanın kronik olarak atletik performansı geliştirdiği çalışmaların mevcut olduğunu ancak elit sporcularda ve özellikle de kadın elit sporcularda yapılan çalışma sayısının kısıtlı olduğunu belirtmişlerdir. Yeni çalışmalarda egzersiz tipinin, egzersizlerin set ve tekrar sayılarının, dinlenme aralıklarının ve izoinersiyal egzersizin genel antrenman programı içerisindeki yerinin değiştirilmesiyle daha kesin kanıtlar ve öneriler sağlanabileceğini belirtilmiştir.

Munoz-Lopez, Pozzo ve Floria (2021) yaptıkları çapraz çalışmada 3 set 30 tekrardan oluşan leg extension hareketini katılımcılara iki farklı eylemsizlik yükü ile uygulatarak mekanik performans ve mekanik yorgunluk çıktılarını gözlemlemişlerdir. Uygulama sonrasında her seti kendi içinde beş tekrar bir küme (cluster) olmak üzere kümelere ayırarak analiz gerçekleştirmişlerdir. Analiz sonucunda neredeyse tüm değişkenlerde birinci setteki değerler diğer setlere göre daha olumlu ve aynı şekilde birinci setin ilk kümesi (ilk beş tekrar) diğer tüm kümelerden daha olumlu bulunmuştur. Gerçek zamanlı ölçüm veren bu tür çalışmaların uygun antrenman hacmine (yani: setler ve tekrarlar) karar vermeye rehberlik edebileceği belirtilmektedir.

Antrenman hacminde çeşitlilik uygulamanın en bilinen yönlerinden birisi olan bir set içindeki tekrarları kümeler ayırarak bu kümeler arasında kısa süreli dinlenmeler (yani: Bir setteki tekrar sayısını 2-6 küme bölerek kümeler arasında 10-60 sn. dinlenme) verilerek setin tamamlanması cluster set (KS) yöntemi olarak adlandırılır (Tufano, 2016; Dello Iacono, Martone ve Hayes 2020). KS ile geleneksel setleme (GS) karşılaştırması yapılan çalışmalarda çeşitliliğinin literatürde anlaşmazlıklara neden olduğu savunan Tufano, Brown ve Haff, (2017) farklı KS yapılarını yeniden isimlendirmenin literatürdeki anlaşmazlıkları ortadan kaldıracabileceğini belirtmişlerdir. GS ile karşılaştırılan farklı KS yapılarını isimlendiren Tufano, Brown ve Haff, (2017) GS'deki setler arasındaki uzun dinlenmelerin sürdürüldüğü ancak set içine de kısa dinlenmelerin eklendiği yöntemle geleneksel cluster setleri (GKS) ismini vermişlerdir. GS ile karşılaştırması yapılan bir diğer KS yapısı ise GS ve KS setleme yöntemlerinin toplam dinlenme süresinin

eşitlenmesi düşüncesi ile ortaya çıkmıştır. Örneğin; 4 set 10 tekrarlık bir GS'nin setler arası 90 saniye (tüm set aralarında toplam 270 saniye) dinlenme uygulanıyor ise, daha az tekrar daha çok set ile uygulanacak KS yönteminin de toplam dinlenme süresi 180 saniye uygulanmalıdır (Örneğin; 10 set 4 tekrarlık bir KS'nin setler arası 30, tüm set aralarında toplam 180 saniye dinlenme). Tufano, Brown ve Haff (2017) GS'deki toplam dinlenme süreleri ile eşitlenerek uygulanan bir KS yapısını dinlenmenin yeniden yapılandırılması (DYY) yöntemi olarak adlandırmışlardır.

İzoinersiyal direnç antrenmanı hareketin eksantrik fazını vurgulayarak sakatlıktan korunma ve sportif performans gelişimi için son yıllarda popüler olmaya başlayan bir antrenman yöntemidir. Ancak bu yöntem ile yapılan çalışma sayısının kısıtlı olmasından dolayı henüz yeterli uygulama önerileri geliştirilememiştir. Literatür taramasında izoinersiyal antrenman cihazında yapılan çalışmalarda dinlemelerin setlere dağıtıldığı DYY yöntemi ile GS yöntemini karşılaştırılan bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Literatürdeki eksiklikler göz önüne alındığında çalışmamızın amacı elit kadın hentbol sporcularında iki farklı leg curl egzersizini yarışma sezonu içinde 8 hafta boyunca uygulatarak çeşitli açısız hızlardaki izokinetik diz eklemi kuvvetinde, çeviklik, sprint ve sıçrama becerilerinde KG, GS ve DYY grupları arasında farklılık olup olmadığını gözlemlemek ve 8 haftalık antrenman süreci boyunca egzersizin konsantrik ve eksantrik güç çıktıları DYY ve GS yönteminde antrenman yapacak olan iki antrenman grubu arasında karşılaştırmak ve izoinersiyal yöntem ile optimal antrenman yükü oluşturmak için setleme yöntemlerinin etkilerini spor bilimcilerine ve uygulatıcılarına sunmaktır.

1.1. Problem

Elit kadın hentbolcuların farklı setleme yöntemi ile yaptıkları 8 haftalık izoinersiyal kuvvet antrenmanlarına bağlı olarak bazı atletik performans parametrelerinde ve izoinersiyal güç çıktılarında fark var mıdır?

1.2. Denenceler

1. Elit kadın hentbolcuların farklı setleme yöntemi ile yaptıkları 8 haftalık izoinersiyal leg curl antrenmanının izokinetik diz eklemi kuvvetine etkisi vardır.
2. Elit kadın hentbolcuların farklı setleme yöntemi ile yaptıkları 8 haftalık izoinersiyal leg curl antrenmanının çeviklik performansına etkisi vardır.

3. Elit kadın hentbolcuların farklı setleme yöntemi ile yaptıkları 8 haftalık izoinersiyal leg curl antrenmanının dikey sıçrama performansına etkisi vardır.
4. Elit kadın hentbolcuların farklı setleme yöntemi ile yaptıkları 8 haftalık izoinersiyal leg curl antrenmanının aktif sıçrama performansına etkisi vardır.
5. Elit kadın hentbolcuların farklı setleme yöntemi ile yaptıkları 8 haftalık izoinersiyal leg curl antrenmanının sprint performansına etkisi yoktur.
6. Elit kadın hentbolcuların farklı setleme yöntemi ile yaptıkları 8 haftalık izoinersiyal leg curl antrenmanının izoinersiyal güç çıktısına etkisi vardır.

1.3. Amaç

Bu araştırmanın amacı, elit kadın hentbol sporcularında iki farklı leg curl egzersizini yarışma sezonu içinde 8 hafta boyunca uygulatarak izokinetik diz eklemi kuvvetinde çeşitli açısal hızlardaki kuvvet, çeviklik, sprint ve sıçrama performansındaki ön test ile son test değerlerinin bir karşılaştırmasını yapmak ve 8 haftalık antrenman sürecindeki izoinersiyal antrenmanın konsantrik ve eksantrik izoinersiyal güç çıktısındaki gelişimi değerlendirmektir.

1.4. Önem

İzoinersiyal antrenman yönteminin geleneksel yöntemlere göre olumlu etkisini bildiren çalışmaların artmasıyla birlikte elit seviyede mücadele eden spor takımları izoinersiyal antrenman cihazı satın alarak bu eksantrik aşırı yük oluşturan yöntemi kullanmaya başlamışlardır. Ancak optimal yükü belirlemedeki bilimsel kanıt eksikliği ve elit kadın sporcularda yapılan çalışmaların kısıtlılığı literatür taramasında fark edilmiştir. Setleme yöntemlerinin karşılaştırılması ile çalışmanın sonucunda kuvvet kondisyon koşullarının ve sporcuların yararlanabileceği izoinersiyal cihazlarda antrenman yükünün set ve tekrar sayılarına göre verimliliği ortaya konulacaktır.

1.5. Sayıtlar

1. Araştırmaya katılan sporcular test ölçümlerinin bütün kurallarını anlamış ve aynı koşullarda test edilmiştir.
2. Sporcuların çalışmadan önceki 6 aylık dönemde alt ekstremiteye bağlı spor yaralanması geçirmediği varsayılmıştır.
3. Araştırmaya katılan sporcuların tüm testlerde ve tüm antrenman sürecinde maksimum performans gösterdiği varsayılmıştır.

1.6. Sınırlılıklar

1. Araştırma aynı takımda oynayan 17 kadın hentbolcu denek ile sınırlandırılmıştır.
2. Araştırmanın izokinetik kuvvet testleri, diz ekleminde konsantrik/konsantrik, ekstensiyon/fleksiyon şeklinde $60^{\circ}.\text{sn}^{-1}$, $180^{\circ}.\text{sn}^{-1}$ ve $300^{\circ}.\text{sn}^{-1}$ açısal hız ile sınırlandırılmıştır.
3. Sezon içi antrenmanlarına ek olarak yapılan izoinersiyal kuvvet antrenmanları hamstring kas grubu için baskın egzersizler ile sınırlandırılmıştır.
4. Sezon içi antrenmanlarına ek olarak yapılan izoinersiyal kuvvet antrenmanları 8 hafta, haftada 2 antrenman (16 seans) ile sınırlandırılmıştır.
5. İzokinetik kuvvet testleri konsantrik/konsantrik 5 maksimal tekrar ile sınırlandırılmıştır.
6. Sıçrama, çeviklik ve sprint testleri 3 tekrar ile sınırlandırılmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Kasılma Türleri

Kas kasılmaları, kasılma sırasında kas uzunluğundaki değişikliklerle tanımlanır. Bir kas lifi, aktin ve miyozin çapraz köprü döngüsü yoluyla gerilim üretir. Gerilim altındayken kas uzayabilir, kısalabilir veya aynı kalabilir. Kasılma terimi kısılma anlamına gelse de kas sisteminden bahsedildiğinde kas lifi içinde gerilim oluşması anlamına gelir. Birkaç farklı türde kas kasılması meydana gelebilir. Bunlar kasılma sırasında kas uzunluğundaki değişikliklerle tanımlanır (“Anatomy and Physiology”, 2020, s. 268).

2.1.1. İzotonik kasılmalar

Kas geriminin sabit kaldığı kasın boyunun uzadığı veya kısaldığı kasılmalarlardır. Kasın boyunun uzamasına veya kısalmasına göre iki farklı başlıkta incelenir.

2.1.1.1. Konsantrik kasılmalar

Konsantrik bir kasılma, kasların kuvvet üretirken kısaldığı ve dirence karşı üstün geldiği bir tür kas kasılmasıdır. Örneğin, ağır bir ağırlık kaldırırken, biceps kasının konsantrik kasılması, kolun dirsek ekleminde bükülmesine ve ağırlığın omuza doğru kaldırılmasına neden olur. Çapraz köprü döngüsü meydana gelir, sarkomer, kas lifi ve kas kısalır (“Anatomy and Physiology”, 2020, s. 268).

2.1.1.2. Eksantrik kasılmalar

Eksantrik bir kasılma, kas kuvvet üretirken kasın uzamasına neden olur. Direnç, üretilen kuvvetten daha büyüktür. Eksantrik kasılmalar hem istemli hem de istemsiz olabilir. Örneğin, istemli bir eksantrik kasılma, önceki konsantrik kasılma sırasında kaldırılan ağırlığın kontrollü bir şekilde indirilmesi olacaktır. Ağırlık bir kasın taşıyamayacağı kadar büyük olduğunda ve bu nedenle gerilim altındayken yavaşça indirildiğinde istemsiz bir eksantrik kasılma meydana gelebilir. Sarkomer, kas lifi ve kas uzarken bile çapraz köprü döngüsü oluşur (“Anatomy and Physiology”, 2020, s. 268).

2.1.2. İzometrik kasılmalar

Statik kasılma olarak da adlandırılan izometrik kasılma, kasın boyunda herhangi bir değişiklik meydana gelmediği ancak kasın geriminde artış meydana gelen kasılmalar olarak tanımlanmaktadır. Duruşu korumak için izometrik kasılmalar meydana gelir (“Anatomy and Physiology”, 2020, s. 269).

2.1.3. İzokinetik kasılmalar

İzokinetik kasılma, eklem çevresindeki sabit hızdaki uzuv hareketlerine eşlik eden kas kasılmasıdır (Baltzopoulos ve Brodie, 1989).

2.1.3.1. İzokinetik kuvvet testi

Genel olarak bacak kuvvetini ölçmek için kullanılan bir laboratuvar testidir. Özel olarak tasarlanmış bir cihaz üzerinde izokinetik bir hareketin yapılması ile gerçekleştirilir. Bacak kuvvetini ölçmek bacak kaslarının ne durumda olduğuna karar vermenin yanında oluşabilecek bir sakatlık riskini de önceden tespit etmeye yardımcı olabilir. Quadriceps kas grubunun kuvvetine karşı hamstring kas grubunun kuvvetindeki eksiklik kuvvette dengesizliğe sebep olarak sakatlık riski oluşturur (Beam ve Adams, 2013).

2.2. Kuvvet

Sporda verimi belirleyen motorsal yetilerden birisi kuvvettir. Kuvvet, genel olarak “bir dirence karşı koyabilme yetisi ya da bir direnç karşısında belirli bir ölçüde dayanabilme yetisi” olarak tanımlanır. Kuvvetin değişebilirlik özelliği büyük önem taşır (Dündar, 2017). Kuvvet, antrenmanlar ile geliştirilebilen bir özelliktir (Yalnız ve Oral, 2016).

2.3. Kas ve Kuvvet İlişkisi

Bireyin antropometrik ölçüleri, kas metabolizması ve kasın morfolojik-fizyolojik yapısı kuvvetin karakterini oluşturarak kuvvetin niceliği ile niteliğinin belirleyicisidir. Zatriorski'ye göre kuvvet; kaslar sayesinde organizmanın bir dış direnci karşılaması veya onu yenmesidir. Bütün spor disiplinleri, sporcuların performanslarını iyileştirmek için kuvveti kullanırlar (Günay, 2018).

2.4. Kuvvet Antrenmanı

Kuvvet antrenmanı kas gelişimini uyarmak için gittikçe zorlaşan egzersizler yapma sürecidir. Düzenli yapılan direnç egzersizleri sonucunda kas lif ölçüsünde ve kontraktıl kuvvette bir artış sağlanır. Kuvvet antrenmanlarının bütün kas-iskelet sistemi üzerinde olumlu etkileri vardır. Bu antrenmanların spor performansında artışa belirgin etkileri mevcuttur (Özer, 2020).

2.4.1. Hentbolda kuvvet antrenmanı

Elit seviyedeki hentbolcuların fiziksel olarak hazır olmaları, hentbol branşının artan talepleri nedeni ile gerekli olan kondisyon seviyesini sağlamak için oldukça önemli hale

gelmiştir. Diğer birçok takım sporunda olduğu gibi hentbolda da kuvvet antrenmanlarının metodolojik tasarımı ve uygulanması “sakatlanmayı önleme ve performansı artırma” ana hedeflerini ele almalıdır. Elit seviyede, hedefe yönelik ve yoğun maç fikstürüne göre ayarlanmış haftada 1-3 seans kuvvet antrenmanı yapılmalıdır. Yaygın bir görüş olarak yarışma sezonu öncesi haftada 3 seans, yarışma sezonunda ise haftada 2 seans faydalı olabilir (Iacono, Karcher ve Michalsik, 2018, s. 529).

Hentbolda en çok kullanılan atletik performans parametrelerinden olan yön değiştirme yeteneği için reaksiyon egzersizlerine, deselerasyon yeteneği için eksantrik kuvvet antrenmanlarına, bire bir mücadeleler içinse branşa özgü kuvvet çalışmalarının yapılmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Özellikle kuvvet çalışmalarında hentbolun kinetiğini içeren rotasyon, fleksiyon ve ekstansiyon egzersizlerine yer verilmesi sporcuların performansını iyileştirmeye ve sakatlıkların önlenmesine olanak sağlayacaktır (Uysal ve Dalkıran, 2021).

Hentboldaki akut yaralanmaların çoğu, yaş ve cinsiyetten bağımsız olarak alt ekstremitede meydana gelir. Hentbolda alt ekstremitede en sık karşılaşılan yaralanma ayak bileği yaralanması olmasına karşın genellikle bu yaralanma çok ciddi değildir. Genel olarak bir ayak bileği burkulması, antrenman ve maçlardan sonra birkaç gün dinlenmeye ihtiyaç duyar. Hentbolda en ciddi yaralanmalar ise ön çapraz bağ (ÖÇB) yaralanmaları da dahil olmak üzere diz yaralanmalarıdır. Bir ÖÇB yaralanması, çoğu oyuncu için yırtılan bağın yeniden onarılmasını gerektirir. Bu oyuncuların yaralanma öncesi aktivite seviyelerine dönebilmeleri için 6 ile 12 aylık bir rehabilitasyon süresi gereklidir. Takım sporlarında ön çapraz bağ yaralanmasında belirgin bir cinsiyet farkı vardır. Kadın sporcular, aynı sporda aynı seviyede yer alan erkek meslektaşlarına göre 4 ile 6 kat daha sık ÖÇB yaralanmalarına maruz kalmaktadır. Hentbolda özellikle kadınlarda görülen yüksek oran önemli bir dezavantaja işaret etmektedir. Bununla birlikte bu zorluğu doğru antrenman programları aracılığıyla önleme mümkündür (Myklebust, 2014).

2.5. Eksantrik Kuvvet Antrenmanı

Eksantrik hareketler, kas tarafından üretilen kuvvetten daha büyük bir kuvvetin kas-tendon birime uygulanmasının bir sonucu olarak kas-tendon birimin kasılma boyunca uzadığı hareketlerdir. Eksantrik antrenmanın, konsantrik, izometrik ve geleneksel antrenmana kıyasla mekanik fonksiyon, morfolojik adaptasyonlar, nöromüsküler

adaptasyonlar ve performansta olumlu adaptasyonlar üreterek performansa fayda sağlayabileceği sonucuna varılmıştır. Potansiyel faydaları nedeniyle, eksantrik antrenman son dönemlerde büyük ilgi görmektedir (Suchomel vd., 2018). Eksantrik kasılma hem izometrik hem de konsantrik kas kasılmaları ile karşılaştırıldığında daha yüksek bir kuvvet çıktısı üretimi ve daha düşük enerji harcaması gerektirir. Böylece daha fazla verim elde edilebilir (Beato, 2020).

Birçok kompleks sporda; branşa özgü antrenmana yönelik yüksek gereksinim, kuvvet gibi daha genel ancak önemli diğer niteliklerin geliştirilmesi için daha az zaman ve odaklanmaya neden olur (Petré, Wernstål ve Mattsson, 2018). Eksantrik kuvvet antrenmanının kısa sürede sağlayabileceği daha yüksek güç ve kuvvet kazanımı özellikle elit seviyede yarışan sporcular ile kuvvet-kondisyon koçları için ilgi çekici olmaktadır.

2.6. İzoinersiyal Kuvvet Antrenmanı

İzoinersiyal egzersizler ilk olarak, uzun süreli uzay yolculuklarında yerçekimi yoksunluğuna maruz kalan astronotlarda kas-iskelet sisteminin nöromüsküler disfonksiyonlarını ve kas atrofisini azaltması için önerilmiştir (Beato ve Iacono, 2020).

Uzun süreli uzay yolculuklarında özellikle alt ekstremitedeki kas gruplarında oluşabilecek güç kayıpları, Dünya'ya dönüş sonrasında tıbbi endişe verebileceği için araştırmacıları yerçekiminden bağımsız egzersiz yöntemleri keşfetmeye yöneltmiştir. Modifiye edilmiş koşu bantları, kürek ergometreleri ve çekiş cihazları bazı potansiyel çözümler üretse de kaslar için optimal yüklemeyi sağlama niteliğinden yoksun oldukları için veya harici bir güç kaynağına ihtiyaç duyduklarından dolayı ilgi çekici olmamışlardır (Berg ve Tesch, 1994).

Günümüze doğru, özellikle de son 10 yılda izoinersiyal kuvvet antrenmanının eksantrik aşırı yük oluşturarak atletik performansı geliştirebileceği düşüncesiyle bu tür çalışmalara yönelen araştırmacılar, izoinersiyal kuvvet antrenmanı ile çeviklik (Coratella vd., 2019; de Hoyo vd., 2016), sıçrama (Fiorilli vd., 2020; Maroto-Izquierdo, Garcia-Lopez ve de Paz, 2017), lineer sprint süresi (Sabido vd., 2017) gibi atletik performansı belirleyici parametreler arasında olumlu ilişkiler keşfetmişlerdir. Eksantrik aşırı yük oluşturma izotonik bir egzersizde eksantrik fazın güç çıktısının konsantrik faza göre daha fazla olması anlamına gelmektedir (Muñoz-lópez, Fonseca ve Ramírez-campillo, 2021). Serbest ağırlıkları kullanarak yapılan antrenmanlar da eksantrik aşırı yüklenmeye neden olabilirken, dönen çarkların eylemsizliğini kullanan motorsuz izoinersiyal cihazlar

(Görsel 2.1), herhangi bir konsantrik hareketin tüm aralığı boyunca sınırı belli olmayan kuvvet veya güç sunar. Geleneksel yöntemler ile mümkün olanın ötesinde enerji birikimine izin veren bu yöntem, takip eden eksantrik harekette kasları önemli ölçüde aşırı yüklemeye zorlar (de Hoyo vd., 2016).



Görsel 2.1. İzoinersiyal antrenman cihazı “Desmotec D.Line”

Eksantrik aşırı yük oluşturabilmek için izoinersiyal antrenman cihazının doğru kullanımı önemlidir. Kinetik enerji, kullanılan eylemsizlik yükünün ve elde edilen dönme hızının bir fonksiyonu olarak artacaktır. Konsantrik fazda tüm hareket aralığı gerçekleştirildikten sonra, kayış geri sarılır ve bu sırada kişi, bir frenleme ile eksantrik fazda yavaşlatma eylemi gerçekleştirerek dönen diskin çekişine direnmelidir. Doğru yapıldığında (yani: frenleme hareketini eksantrik eyleminin son aşamalarına geciktirerek), izoinersiyal cihazlar eksantrik aşırı yük üretilmesine izin verir. Bu nedenle, hareketin konsantrik aşamasına kıyasla eksantrik aşamasında daha yüksek kuvvet-güç seviyeleri üretilir (Raya-González vd., 2021). Araştırmacılar, bu kullanımı sağlayabilmek için en az iki familirizasyon seansı önermişlerdir (Sabido, Hernández-Davó, Pereyra-Gerber, 2018).

Son yıllarda popülerliği artan ve spor bilimciler ile spor koçlarının ilgisini çekmeye başlayan bu yöntemde bilimsel çalışma kısıtlılığı olduğu için uygulama önerileri adıyla bir derleme çalışması yapan Beato ve Iacono (2020), izoinersiyal kuvvet antrenmanı yapmanın akut ve kronik olarak olumlu etkileri olduğunu ancak kısıtlı çalışma sayısı olduğu için antrenman hacminin kesin bir önerisi olmadığını belirtmişlerdir. Gelecek

alışmalar için beş ayrı başlıkta öneri sunmuşlardır; a) elit sporcular ve kadın sporcular üzerinde çalışma yapılması, b) egzersiz tipi, hacmi, set aralarında dinlenme süreleri, antrenman sıklığı gibi değişkenlerin çeşitlendirilmesi, c) uzun süreli (10 hafta ve üzeri) diğer antrenman yöntemleriyle karşılaştırma yapılan çalışmalar, d) antrenman hacmi ve izleme prosedürleri, e) Profesyonel sporcularda farklı eylemsizlik yüklerinin etkileri. Literatür taraması yapıldığında son yıllarda izoinersiyal kuvvet antrenmanının dinamik atletik performansa etkilerinin incelendiği ve bu cihazlarda antrenman yükünü değiştirmenin en basit hali olan cihaza bağlı diski (Görsel 2.2) değiştirerek yapılan farklı eylemsizlik yüklerinin karşılaştırıldığı (Piqueras-Sanchiz vd., 2019) alışmalara yoğunlaşıldığı ancak çalışmaların çeşitlendirilmesinin bu güncel yöntemle ilgili daha kesin öneriler verebileceği düşünölmektedir.



Görsel 2.2. Eylemsizlik yükü diskleri (Desmotec)

2.7. Antrenman Değişkenleri

Bir plan veya programa göre yapılan antrenman sürecinin kapsam ve içeriğinde yapılan değişiklikler, organizmada fonksiyonel ve biyokimyasal uyumlar sağlayan hareket uyaranları oluştururlar. Bu hareket uyaranlarına antrenman biliminde yüklenme denir (Yalnız ve Oral, 2016). Bir antrenman programında yüklenmenin etkili olması birden fazla değişkene bağlıdır. Branşa özgü egzersizlere karar verildikten sonra dikkate alınması gereken temel değişkenler; hacim, şiddet, sıklık, süredir (Bompa ve Haff, 2017; Dündar, 2017).

2.7.1. Hacim (Kapsam)

Bir antrenmanın birincil ögesi olarak hacim gelişim için bir ön koşul olarak görülür. Hacim ile ilgili sık yapılan yanlışlardan birisi antrenmanın süresinin antrenmanın hacmi olarak belirtilmesidir (Bompa ve Haff, 2017). Yüklenmenin kapsamı, bir antrenmandaki tüm yüklenmenin süresini ve tekrar sayılarını içermektedir (Günay, 2018). Kapsamın direnç antrenmanı sonucu oluşan nöral, hipertrofik, metabolik ve hormonal tepkileri ve devamındaki adaptasyonları etkilediği bilinmektedir. Kapsamda yapılabilecek değişiklikler; bir antrenmandaki egzersiz sayısının, her sette yapılan tekrar sayısının ve egzersiz başına düşen set sayısının değiştirilmesidir (Özer, 2020).

2.7.2. Şiddet (Sertlik)

Bir antrenmanın niteliğini belirleyen diğer önemli bir değişken ise şiddettir. Yüklenme şiddeti, yapılan çalışmada kalite özelliği gösterir. Yapılacak olan antrenmanın belirli zaman biriminde yapılan iş ile tanımıdır. Şiddet, sinirsel uyarım kuvvetinin bir bileşenidir. Sinir kas uyarıları; dış yüklere, uygulama hızına, yorgunluk durumuna ve egzersiz tipine göre değişmektedir. Antrenman şiddetinin değerlendirilmesi, antrenmana ve spor branşına özgü olarak çeşitlenir. Hız ile ilgili olduğunda metre/saniye, bir dakikada hareketi gerçekleştirme oranı (güç çıktısı) ya da Watt (W) olarak ölçülmektedir. Kuvvet ile ilgili çalışmalarda ise antrenman şiddeti genellikle kilogram, kilogram metre (kgm) olarak ölçülmektedir. Takım sporlarında ise oyun şiddeti, genel olarak kalp atım hızı ile ifade edilmektedir (Bompa ve Haff, 2017; Günay, 2018).

2.7.3. Sıklık (Yoğunluk)

Sıklık kavramı antrenmanla ilgili olarak kullanıldığında; antrenman birimlerinin sıklığı, dağılımı ya da birim zaman içerisinde sporcunun gerçekleştirdiği tekrarın uygulanma sıklığı olarak ifade edilmektedir (Bompa ve Haff, 2017). Antrenmanın sıklığı yoğunlukla bir hafta içerisinde yapılan antrenman sayısı ile tanımlanır. Sezon içi dönem, sporcuların seviyesine göre antrenman sıklığı planlanabilir. Önemli olan antrenmanın bütünlüğü içerisinde antrenman hacmi ile şiddetinin bir bağlılık içerisinde planlanmasıdır (Dündar, 2017). Antrenman sıklığının artması sporcunun fizyolojik yenilenme sürecini kısalttığı için çalışma ve dinlenme süresini iyi ayarlamak ve böylece sporcunun aşırı antrenman ile sür antrene olmasının önüne geçmek antrenman sıklığı kavramında önemli bir nokta olarak belirtilir (Bompa ve Haff, 2017; Yalnız ve Oral, 2016).

2.7.4. Süre (Zaman)

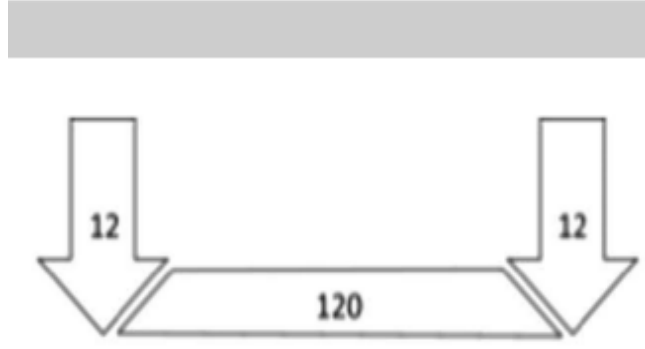
Bir antrenman içerisindeki antrenman uyarılarının organizma üzerindeki uygulanış süresidir. Diğer bir deyiş ile; yüklenmenin kaç saniye, dakika, saat gibi ne kadar yapılacağını ifade etmektedir. Süre, antrenman hedefine ve şekline göre değişir (Bompa ve Haff, 2017).

2.8. Setleme Yöntemleri

Bir direnç antrenmanı programı tasarlanırken, hedeflenen antrenman sonuçlarını optimize etmek için egzersiz seçimi, antrenman yükü, yapılan tekrar ve set sayısı, egzersiz sırası, sıklığı ve belirlenmiş dinlenme sürelerinin uzunluğu gibi çeşitli faktörler göz önünde bulundurulmalıdır. Antrenman hedeflerine uygun olarak belirlenen bu değişkenlerde gözden kaçan ve az kullanılan bir nokta setlerin yapısını değiştirmedir (Haff vd., 2008). Örneğin, bir sette yer alan tekrar sayısı ve dinlenme periyotlarını çeşitlendirmek antrenman uyarısını optimize edilebilir. Set yöntemlerini kavramsallaştırmada 2 genel yapı kullanılır: Geleneksel set (GS) ve Cluster set (KS) yapıları (Tufano, Brown ve Haff, 2017).

2.8.1. Geleneksel set yapısı

Geleneksel olarak, bir setin tamamlanması, setin içerdiği tekrarlar arasında herhangi bir dinlenme olmaksızın gerçekleşir. Set tamamlandıktan sonra, bir sonraki setin başlamasından önce toparlanmaya izin vermek için önceden belirlenmiş bir dinlenme aralığı sağlanır ve bu temel set konfigürasyonu, antrenman seansındaki bütün setler için için tekrarlanır. Bu geleneksel direnç antrenmanı set yöntemi, GS (şekil 2.1) olarak tanımlanabilir. Bu set yapısında bir set içinde tekrar sayısı fazla olduğu için setteki son tekrarlar da meydana gelen yorgunluk ile hareket hızı düşer. Yorgunluk etkisi ile düşen bu hızın maksimal kuvvet için gelişimsel etkileri olabileceği düşünülse de toplam antrenman hacmi üzerinde olumsuz bir etkisinin olabileceği düşüncesi araştırmacıları farklı set yapılarının etkilerini keşfetmeye yöneltmiştir (Tufano, Brown ve Haff, 2017).



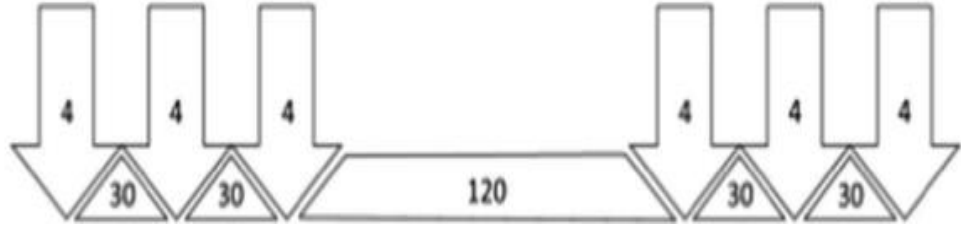
Şekil 2.1. Geleneksel set yapısı örneği: Toplam 120 sn. dinlenme, toplam 24 tekrar
(Tufano, Brown ve Haff, 2017).

2.8.2. Cluster set yapısı

Bir direnç antrenmanında setlerin arasındaki dinlenmelere ek olarak setlerin içindeki tekrarların arasında da kısa süreli dinlenme uygulamaya KS yöntemi denir. Böyle bir set konfigürasyonunda çeşitlendirme çok fazla olabileceği için KS'yi alt sınıflara ayırmanın literatüre katkı sunacağını belirten Tufano, Brown ve Haff (2017), KS'yi; geleneksel cluster setleri (GKS), dinlenmenin yeniden yapılandırılması yöntemi (DYY), eşit çalışma-dinlenme yöntemi (EÇ:D), dinlen-durakla yöntemi (DD) olarak kendi içinde sınıflandırmışlardır.

2.8.1. Geleneksel cluster setleri yöntemi

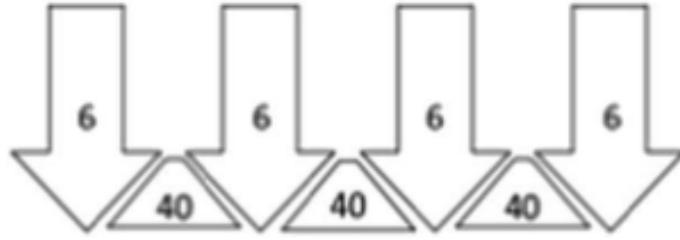
Geleneksel bir cluster seti içeren direnç antrenmanında setlerin arasındaki uzun dinlenme süreleri değişmezken bir setin içinde belirli bir tekrar sayısından sonra veya her tekrardan sonra kısa süreli dinlenmeler eklenir. Basit bir anlatım ile geleneksel set yapısına setler içinde kısa süreli dinlenme aralıkları eklenir (şekil 2.2). Bu yöntemin geleneksel set yapılarına göre daha fazla toplam dinlenme süresi oluşturmasını eleştiren araştırmacılar, geleneksel set yapısı ile toplam dinlenme süresinin eşit olduğu bir yöntemi karşılaştıran araştırmaların daha geçerli olabileceğini düşünmüşlerdir (Tufano, Brown ve Haff, 2017).



Şekil 2.2. Geleneksel cluster seti örneği: Set içinde 30 sn. dinlenmeler ile toplam dinlenme 240 sn., toplam 24 tekrar (Tufano, Brown ve Haff, 2017).

2.8.2. Dinlenmenin yeniden yapılandırılması yöntemi

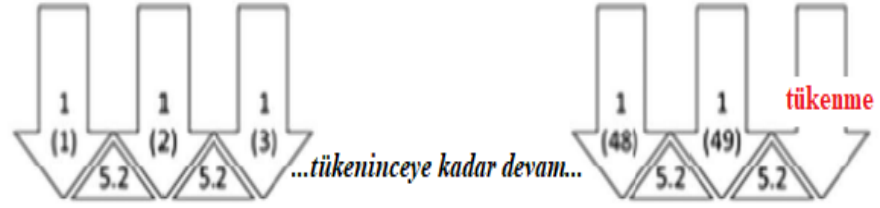
Geleneksel setleme yöntemi ile karşılaştırması yapılan bu yöntemde, uzun set arası dinlenmeler daha kısa ama daha sık set arası dinlenme aralıklarına bölünerek toplam dinlenme süresi eşit tutulur. Set sayısı artarken setlerin içerdiği tekrar sayıları azalır ve setlerin arasındaki dinlenme süreleri kısa tutulur (Şekil 2.3). Yani bu araştırmada kullanılan geleneksel bir set yapısına göre set sayısının yerini tekrar sayısının, tekrar sayısının yerini ise set sayısının alabileceği yapıdır (Tufano, Brown ve Haff, 2017).



Şekil 2.3. Dinlenmenin yeniden yapılandırılması seti örneği: Toplam 120 sn. dinlenme, toplam 24 tekrar (Tufano, Brown ve Haff, 2017).

2.8.3. Eşit çalışma-dinlenme yöntemi

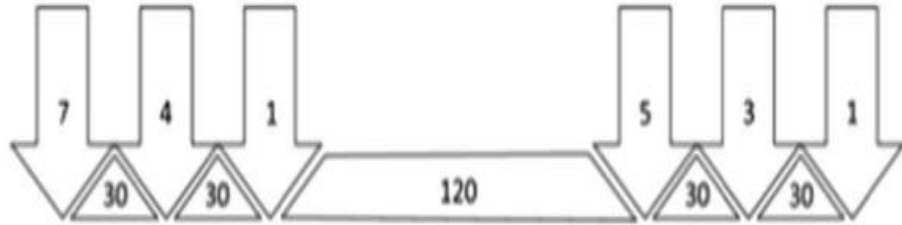
Bu yöntemde, toplam tekrar sayısından 1 çıkartılıp toplam dinlenme süresine bölünmesiyle her bir tekrar arasında verilecek dinlenme süresi hesaplanır (Şekil 2.4). Bu şekilde her bir tekrar arasında hesaplanan sürede dinlenme verilerek tükeninceye kadar tekrar uygulanan KS yöntemine eşit-çalışma dinlenme yöntemi adını veren Tufano, Brown ve Haff (2017), bu yöntemde her bir denek için toplam tekrar sayısının değişebileceğini vurgulamışlardır. Diğer yöntemlerde sadece dinlenmelerdeki süre hesaplanırken bu yöntemde her bir tekrar arasında verilen dinlenmeye ek olarak yükü kaldırırken geçen süre de (yani: tüm seansın süresi) hesaplanır.



Şekil 2.4. Eşit çalışma dinlenme yöntemi örneği: şekil 2.1'deki geleneksel set yapısına göre hesaplama: $[toplam\ dinlenme\ süresi / (toplam\ tekrar\ sayısı - 1)] = [120 / (24-1)] = (120 / 23) = 5.2$. Tekrarlar arası 5.2 sn. dinlenme ile tükeninceye kadar devam

2.8.4. Dinlen durakla yöntemi

Diğer cluster yöntemlerine göre daha eşsiz bir yöntem gibi gözükten dinlen durakla yönteminde sporcu tükeninceye kadar set içi kısa süreli dinlenme araları verilir ve sporcu tükendiğinde bir set tamamlanır. Takip eden setin başlangıcından önce uzun bir setler arası dinlenme verilir ve birinci setteki protokol devam eder (Şekil 2.5). Dinlen durakla yönteminde sporcunun yorgunluk durumuna göre her setteki tekrar sayısı değişebilir (Tufano, Brown ve Haff, 2017).



Şekil 2.5. Dinlen durakla yöntemi örneği: Bir set içinde tükeninceye kadar 30 sn. set içi dinlenmeler, setler arası 120 sn. dinlenme. Toplam 270 sn. dinlenme, toplam 21 tekrar (Tufano, Brown ve Haff, 2017).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Araştırma Grubu

Araştırmaya denek olarak 2020-2021 sezonunda Türkiye Hentbol Kadınlar Süper Ligi'nde mücadele etmekte olan Anadolu Üniversitesi Hentbol takımının kadın sporcularından 18 yaşını doldurmuş ve son 6 ayda herhangi ciddi bir sağlık ve sakatlık problemi geçirmemiş 17 sporcu gönüllü olarak katılmıştır. Deneklerin tamamı sezon öncesinde sağlık tetkiklerinden geçerek başarıya ulaşmış ve sonucunda 2020/2021 sezonu için lisansı bulunan sporculardan oluşmuştur. Araştırma 2021 yılının Mart ve Nisan aylarında yapılmıştır. Araştırma Covid-19 pandemi döneminde yapıldığı için sporculara haftada bir kez Covid-19 PCR testi uygulanmıştır. Aynı takımda oynayan hentbolcular (n=17), basit rastgele yöntem ile 3 gruba [kontrol grubu (KG) n=6, geleneksel setleme grubu (GS) n=5, dinlenmeyi yeniden yapılandırma grubu (DYY) n=6] ayrılmıştır. Hentbolcuların tanımlayıcı istatistikleri Tablo 3.1.'de verilmiştir. Araştırmanın yapılabilmesi için Eskişehir Teknik Üniversitesi, Fen ve Mühendislik Bilimleri, Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurulundan etik kurul onayı alınmıştır. Testlerden ve izoinersiyal antrenman protokollerinden önce deneklere, testler ve izoinersiyal antrenman protokolleri hakkında bilgi verilmiş ve gönüllü onam formu yazılı olarak onaylatılmıştır.

Tablo 3.1. Hentbolcuların tanımlayıcı istatistikleri

Hentbolcular (n=17)	KG (n=6)		GS (n=5)		DYY (n=6)		p
	ORT	SS	ORT	SS	ORT	SS	
Yaş (yıl)	22.8	5.6	21.4	2.7	22.6	5.3	.874
Boy uzunluğu (cm)	172.5	7.5	170	5.9	169.5	7.1	.736
Vücut ağırlığı (kg)	69.1	13.8	65.5	10	63.6	8.1	.686
Vücut yağ yüzdesi (%)	23.6	4.9	20	4.9	18.9	4.4	.238

p<0,05*

3.2. Araştırma Dizaynı

Tablo 3.2. *Araştırma dizaynı*

Araştırma Takvimi							
Ön testler	1. gün	Antropometrik ölçümler Bisiklet ergometresinde ısınma (5 dk.) Germe egzersizleri (5 dk.) Aktif ve squat sıçrama testleri (3'er tekrar) İzokinetik diz eklemi kuvveti ölçümü					
	2. gün	Statik ve dinamik ısınma (10 dk.) Illinois çeviklik testi (3 tekrar) 20 m sprint testi (3 tekrar)					
8 Haftalık İzoinersiyal Antrenman Süreci	KG	Sezon içi kuvvet, teknik, taktik antrenmanları					
	GS	Sezon içi kuvvet, teknik, taktik antrenmanları İzoinersiyal leg curl egzersizleri					
	DYY	Sezon içi kuvvet, teknik, taktik antrenmanları İzoinersiyal leg curl egzersizleri					
İzoinersiyal	Pazartesi	Salı	Çarşamba	Perşembe	Cuma	Cumartesi	Pazar
Egzersiz ve	Kuvvet	Teknik	Kuvvet	Teknik	Teknik	Lig maçı	Dinlenme
antrenman	izoinersiyal	taktik	izoinersiyal	taktik	taktik		
günleri	ayakta leg		yatarak leg				
	curl		curl				
Son testler	1. gün	Bisiklet ergometresinde ısınma (5 dk.) Germe egzersizleri (5 dk.) Aktif ve squat sıçrama testleri (3'er tekrar) İzokinetik diz eklemi kuvveti ölçümü					
	2. gün	Statik ve dinamik ısınma (10 dk.) Illinois çeviklik testi (3 tekrar) 20 m sprint testi (3 tekrar)					

3.3. Veri Toplama Araçları

3.3.1. Antropometrik ölçüm araçları

Boy uzunluğu: Deneklerin boy uzunluğu $\pm 0.1\text{mm}$ hassasiyetli stadiometre (Holtain Ltd, UK) ile ölçülmüştür. Stadiometre cihaza ait 60 cm'lik ölçümleme çubuğu aracılığıyla ayarlanmıştır.



Görsel 3.1. Sabit stadiometre

Vücut ağırlığı ve yağ yüzdesi: Deneklerin vücut ağırlıkları ve vücut yağ yüzdeleri, biyoelektrik impedans cihazı (Tanita MC 180 Multi Frequency BIA, Japan) ile ölçülmüştür.



Görsel 3.2. *Biyoelektrik impedans cihazı*

3.3.2. İzokinetik kas kuvveti ölçümü

Deneklerin izokinetik kas kuvveti, diz ekleminde $60^{\circ}.\text{sn}^{-1}$, $180^{\circ}.\text{sn}^{-1}$ ve $300^{\circ}.\text{sn}^{-1}$ açısal hızlarda, CSMI (Humac Norm Testing & Rehabilitation System, USA) izokinetik cihazı ile ölçülmüştür.



Görsel 3.3. *İzokinetik test cihazı*

3.3.3. Sıçrama testleri ölçümü

Deneklerin sıçrama testleri ölçümü geçerliği ve güvenilirliği kanıtlanmış My Jump 2 telefon uygulaması ile yapılmıştır (Bogataj vd., 2020).



Görsel 3.4. My Jump 2 telefon uygulaması

3.3.4. Zaman ölçüm aracı

Deneklerin 20 m sprint ve illinois çeviklik testi ölçümleri için Fusion Sports Smart Speed fotosel sistemi kullanılmıştır.



Görsel 3.5. Fotosel sistemi

3.3.5. İzoinersiyal Antrenman Cihazı

Denekler 8 haftalık kuvvet antrenmanı protokollerini izoinersiyal antrenman cihazı (Desmotec D.11 Versiyon Sport Pro, İtalya) ile uygulamışlardır.



Görsel 3.6. İzoinersiyal kuvvet antrenman cihazı ve uygulaması

3.4. Uygulanan Testler

3.4.1. Isınma protokolü

Birinci gün laboratuvarda uygulanan testlerden önce ısınma protokolü olarak 5 dk. bisiklet ergometresi (Monark, Cardio Care 827 E), 5 dk. statik ve dinamik germe egzersizleri uygulanmıştır.



Görsel 3.7. Bisiklet ergometresi

İkinci gün spor salonunda uygulanan testlerden önce ısınma protokolü olarak 10 dakika statik germe ve dinamik ısınma uygulanmıştır.

3.4.2. Sıçrama testleri

Deneklerin sıçrama testi ölçümleri My Jump 2 telefon uygulaması kullanılarak kaydedilmiştir. Telefon uygulamasının protokolü takip edilerek testler öncesinde tüm katılımcıların diz ekleme açısı 90° olacak şekilde squat pozisyonunda iken iliak kemiğinin en ön kısmındaki çıkıntı ile zemin arasındaki dikey mesafe ve sırt üstü yatar pozisyonda iken iliak kemiğinin en ön kısmındaki çıkıntı ile ayak tam plantar fleksiyon pozisyonundayken parmak ucu arasındaki mesafe ölçülmüştür. Sonuçlar her sporcu için telefon uygulamasına kaydedilmiştir.

3.4.2.1. Squat sıçrama testi (SST)

My Jump 2 telefon uygulaması ile kamera kaydı başlatılmış ve deneklerin elleri belinde iken dizleri 90° açıda bükülü olacak şekilde pozisyon almaları ve hazır olduklarında yaylanma hareketi yapmadan maksimum kuvvetle yukarı sıçramaları istenmiştir. Kaydedilen görüntü ile deneğin yerden temas kesme anı ve sıçrama sonrası yere tekrar temas etme anı belirlenerek sıçrama ölçümü belirlenmiş ve ölçüm değeri kaydedilmiştir. Toplam 3 tekrar uygulanmış ve en yüksek değer dikkate alınmıştır.

3.4.2.2. Aktif sıçrama testi (AST)

My Jump 2 telefon uygulaması ile kamera kaydı başlatılmış ve deneklerin elleri belinde iken dik duruş pozisyonundan aşağıya doğru diz ekleminde 90° 'lik bir pozisyonuna kadar çömelme sonrası hızlı bir şekilde maksimum kuvvet ile sıçramaları istenmiştir. Kaydedilen görüntü ile deneğin yerden temas kesme anı ve sıçrama sonrası yere tekrar temas etme anı belirlenerek sıçrama ölçümü belirlenmiş ve ölçüm değeri kaydedilmiştir. Toplam 3 tekrar uygulanmış ve en yüksek değer dikkate alınmıştır.



Görsel 3.8. Sıçrama testi ölçümü uygulaması

3.4.3. İzokinetik diz eklemi kuvveti ölçümü

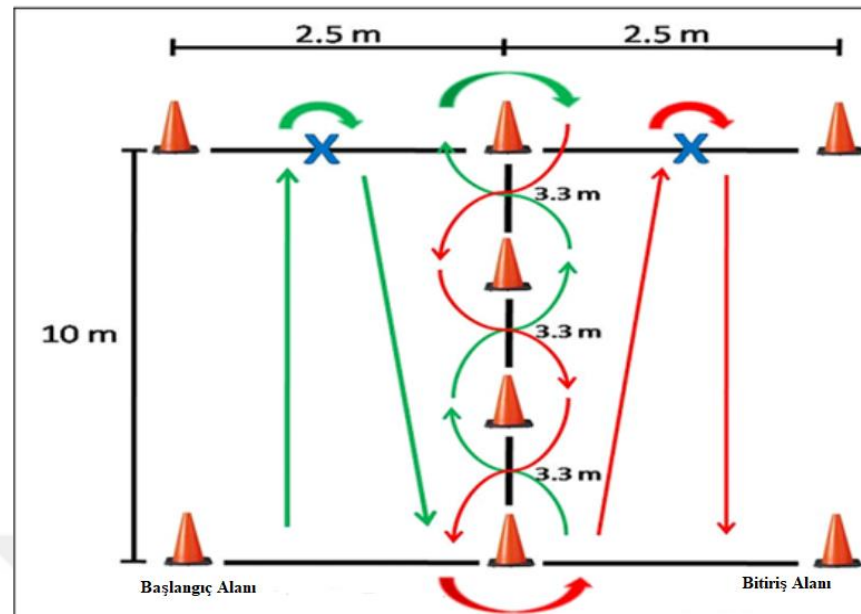
Deneklerin izokinetik kas kuvveti değerleri diz ekleminde ekstensiyon ve fleksiyon hareketinde $60^\circ.\text{sn}^{-1}$, $180^\circ.\text{sn}^{-1}$ ve $300^\circ.\text{sn}^{-1}$ açısal hızlarda baskın ve baskın olmayan eklem için eksantrik/konsantrik olarak izokinetik dinamometre (Humac Norm Testing & Rehabilitation System, USA) ile ölçülmüştür. Deneklere 3 deneme tekrarı, 5 maksimal tekrar yaptırılmış ve en yüksek değer zirve tork değeri olarak alınmıştır. Cihaz ile ilgili dinamometre ve koltuk ayarları test gününde üretici firmanın kullanım kılavuzunda belirtildiği gibi deneğe özgü olacak şekilde ayarlanmıştır. Testler süresince deneklere sözlü teşvik sağlanmıştır.



Görsel 3.9. İzokinetik diz eklemi kuvveti ölçümü uygulaması

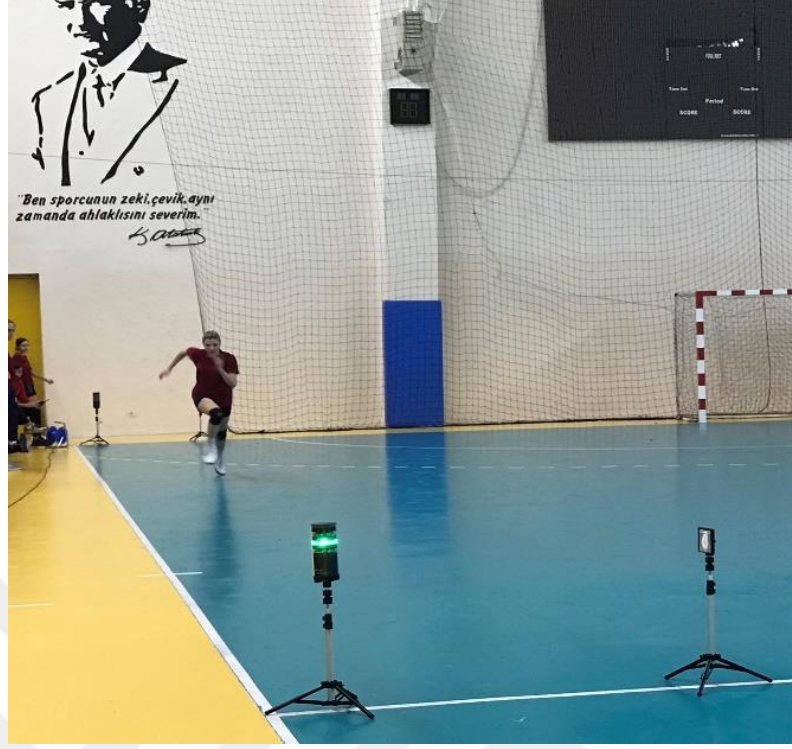
3.4.4. Illinois çeviklik testi

Çeviklik testi için hentbol salonunda 5m eninde, 10m uzunluğunda bir alan 4 adet huni köşelere gelecek şekilde yerleştirilmiştir. Alanın orta bölümüne aralarında 3.3m uzunluğunda mesafe olan 4 adet huni düz bir hat üzerinde olacak şekilde dizilerek parkur hazırlanmıştır. Test parkuru kenar bölümlerde 10 metrede bir 180° dönüşler içeren 40m'yi kapsayan düz, orta bölümde 180° ve 360°'lik dönüşler içeren 20 m'yi kapsayan huniler arasında slalom koşusundan oluşmaktadır. Illinois çeviklik testi parkurunun başlangıç ve bitiş noktalarına fotosel yerleştirilmiştir. Illinois çeviklik testi öncesinde testin tanıtımı uygulamalı şekilde gerçekleştirilmiştir. Test ölçümleri öncesinde deneklerden hafif tempoda 2 tekrar deneme yapmaları istenmiştir. Sonrasında her bir denek maksimum efor ile 3 tekrar test edilmiştir. Test uygulaması boyunca deneklere sözlü teşvik sağlanmıştır. Tekrarlar arasında denekler en az 3 dakika dinlendirilmiştir. Her deneğin en iyi derecesi değerlendirmeye alınmıştır.



3.4.5. 20 m sprint testi

Deneklerin sürat performanslarını değerlendirmek için 20 m sprint testi kullanılmıştır. 20 m sprint parkuru hentbol salonunda parkurun başında ve sonunda fotosel bulunacak şekilde kurulmuştur. Deneklere 20 m sprint testi 3 defa uygulanmıştır. 3 tekrar arasında her denek için en az 3 dakika dinlenme verilmiştir. Deneklerin en iyi derecesi değerlendirmeye alınmıştır.



Görsel 3.11. 20 m sprint testi uygulanişı

3.5. İzoinersiyal Kuvvet Antrenmanı

Ön testler sonrasında denekler (n=17) basit rastgele yöntem ile 3 gruba [KG (n=6), GS (n=5), DYY (n=6)] ayrılmıştır. İzoinersiyal kuvvet antrenmanlarından önce izoinersiyal antrenman yöntemine uyum sağlayabilmek amacı ile 2 familirizasyon seansı uygulanmıştır. KG, 8 haftalık antrenman müdahalesi boyunca sezon içi takım antrenmanlarına devam etmiş ancak izoinersiyal kuvvet antrenmanlarına katılmamışlardır. GS ve DYY grubu için normal antrenman takvimine bir seans ayakta bir seans yatarak olmak üzere haftada toplam 2 seans leg curl izoinersiyal kuvvet antrenmanı eklenmiştir. İzoinersiyal leg curl antrenmanı sağ ve sol bacak için unilateral olarak uygulanmıştır. Pazartesi günü sağ ve sol bacak için ayakta leg curl egzersizi, çarşamba günü ise sağ ve sol bacak için yatarak leg curl egzersizi uygulanmıştır. GS grubu, 3 set 9 tekrar setler arasında 60 sn. dinlenme ile toplam 27 tekrar izoinersiyal kuvvet antrenmanı uygulamışlardır. DYY grubu ise 9 set 3 tekrar setler arasında 15 sn. dinlenme ile toplam 27 tekrar izoinersiyal kuvvet antrenmanı uygulamışlardır. İzoinersiyal kuvvet antrenmanı uygulayan iki grup için toplam dinlenme süreleri ve toplam tekrar sayısı eşit tutulmuştur. Deneklerin uyguladığı her tekrardan sonra tekrarların güç çıktıkları ve set değerleri anlık olarak cihaza bağlanan tabletten izlenmiştir. Sporcu bir seansı tamamladıktan sonra antrenman desmotec android uygulamasına

(Dsoft) kaydedilmiştir. Kaydedilen bu veriler sonrasında dsoft.desmotec.com web adresinden trainer hesabıyla giriş yapıldığında pdf dosyası olarak görüntülenebilmektedir.

İzoinersiyal antrenman yönteminde çarka bağlı olan kayışın dönüşünü başlatmak için en az bir deneme tekrarı gerektiği için GS grubu setlerden önce 3'er deneme tekrarı (yani: toplam 9 deneme tekrarı), DYY grubu ise her setten önce 1 deneme tekrarı (yani: toplam 9 deneme tekrarı) uygulamışlardır. Deneme tekrarları güç çıktısı hesaplamalarında dikkate alınmamıştır. Denekler deneme tekrarını hafif bir tempoda uyguladıktan sonra maksimum efor ile diğer tekrarları uygulamışlardır. İzoinersiyal antrenman cihazının çalışma pratiği konsantrik fazda uygulanan hızı eksantrik fazda devam ettirdiği için deneklerden konsantrik fazda maksimum efor sergilemeleri, eksantrik fazda ise harekete direnmeleri ve eksantrik hareket aralığının son 1/3'lük kısmında ise tekrar konsantrik fazı başlatmaları istenmiştir. İzoinersiyal kuvvet antrenmanında antrenman hacmini değiştirmenin yolu cihaza bağlı eylemsizlik yükünü değiştirmektir. İzoinersiyal kuvvet antrenmanında gelişimin değerlendirilebilmesi için çalışma boyunca aynı eylemsizlik yükü kullanılmıştır (Desmotec, large eylemsizlik yükü diski = $0.02 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$, İtalya).



Görsel 3.12. Yatarak izoinersiyal leg curl egzersizinde eksantrik fazın sonu ve konsantrik fazın başlangıcı



Görsel 3.13. *Yatarak izoinersiyal leg curl egzersizinde konsantrik fazın sonu ve eksantrik faz başlangıcı*

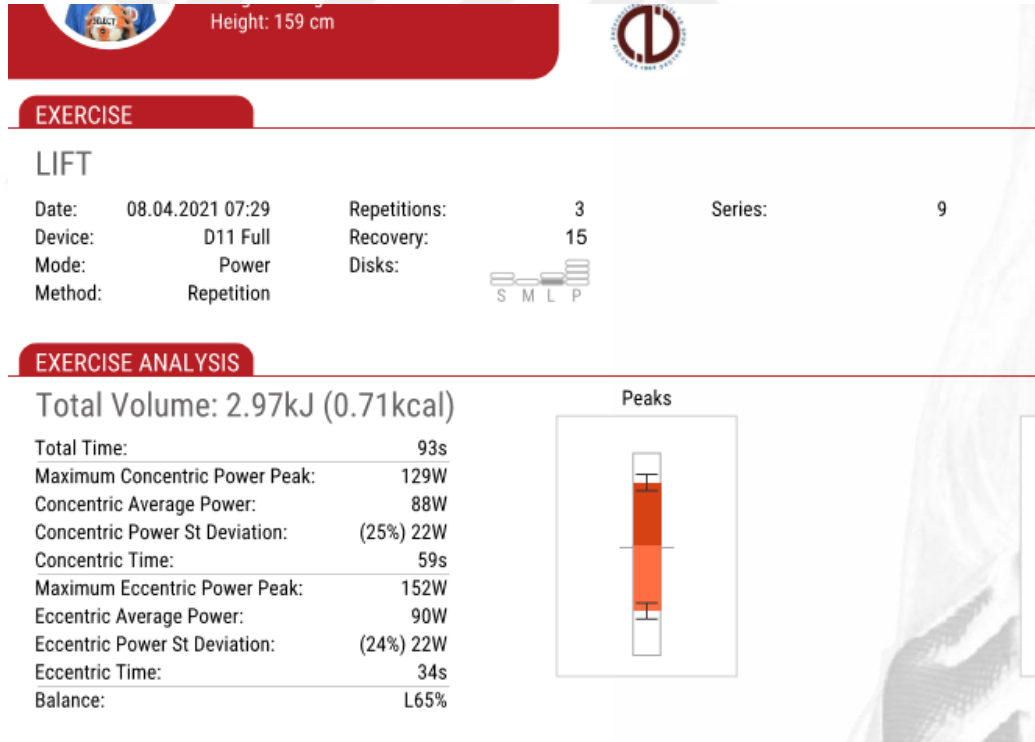
Yatarak ve ayakta leg curl egzersizlerinde konsantrik faz sonunda diz ekleminin 90° bükülü pozisyonundan hemen sonra eksantrik fazın başlamasını sağlamak amacı ile cihazda hareket ekleme açılığı deneğe özgü şekilde ayarlanmıştır.



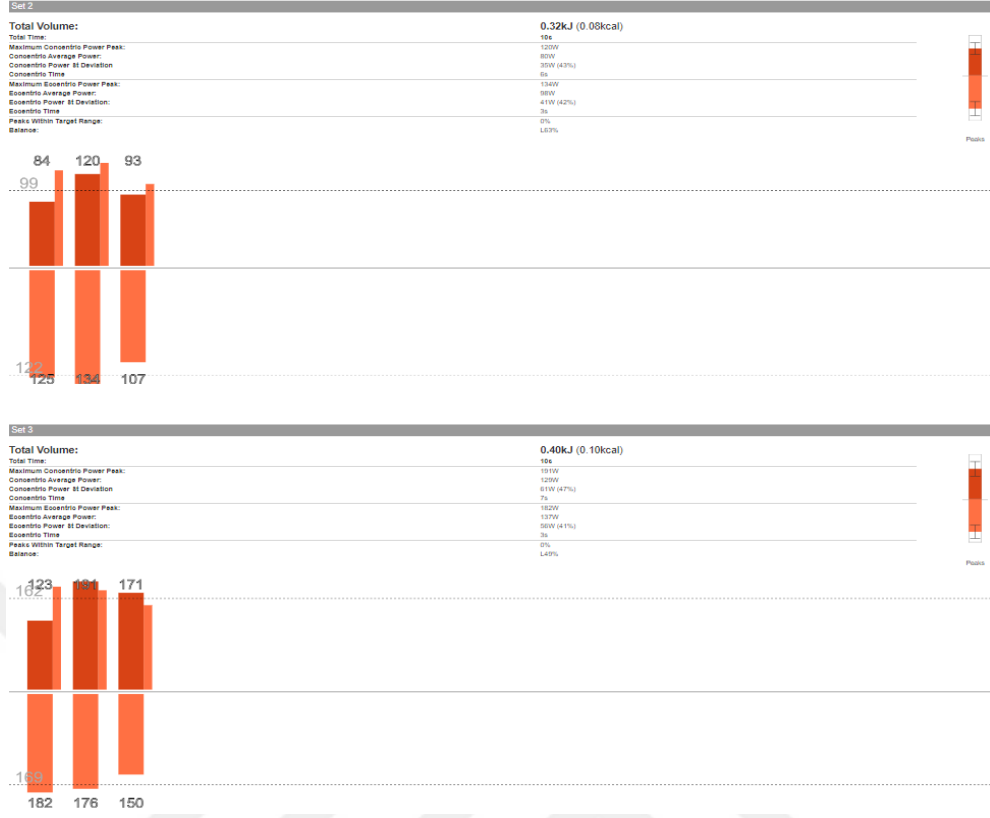
Görsel 3.14. *Ayakta izoinersiyal leg curl egzersizinde eksantrik fazın sonu ve konsantrik fazın başlangıcı*



Görsel 3.15. Ayakta izoinersiyal leg curl egzersizinde konsantrik fazın sonu ve eksantrik fazın başlangıcı



Görsel 3.16. Uygulanan bir izoinersiyal leg curl egzersizi sonrasında oluşan veriler (dsoft.desmotec.com)



Görsel 3.17. DYY grubunda izoinersiyal leg curl egzersizi setlerinden veri örneği (dsoft.desmotec.com)



Görsel 3.18. GS grubunda izoinersiyal leg curl egzersizi setlerinden veri örneği (dsoft.desmotec.com)

3.6. Verilerin İstatistiksel Analizi

Hentbolculara uygulanan testlerin sonucunda elde edilen performans verileri SPSS 22.0 istatistik paket programı ile incelenmiştir. Tüm değerler ortalama ve standart sapma olarak verilmiştir. Verilerin normalliği Shapiro Wilk testi sonuçları, çarpıklık ve basıklık değerleri ile histogram grafikleri incelenerek belirlenmiştir. Çarpıklık (Skewness) ve basıklık (Kurtosis) değerleri ± 3 olarak referans alınmıştır (Tabachnick ve Fidel, 2013). Gruplar arasındaki farkları değerlendirmek için tek yönlü varyans analizi (Anova test); grup içi farkların belirlenmesi için ise bağımlı gruplarda T-Test (Paired T- testi) kullanılmıştır. İzoinersiyal antrenman çıktılarının GS ve DYY grubundaki karşılaştırmalarında 2x3 (grup ve zaman) tekrarlı ölçümler Varyans Analizi (Repeated measures ANOVA) kullanılmıştır.

4. BULGULAR

Bu bölümde; farklı setleme yöntemiyle yapılan 8 haftalık izoinersiyal leg curl antrenmanlarının sonucunda, araştırmada yer alan grupların dinamik atletik performansındaki ve izokinetik diz eklemi kuvvetindeki ön test, son test verilerinin grup içi ve gruplar arasındaki farkları tablolar ile belirtilmiştir.

4.1. Gruplar Arası Ön Test Değerleri Karşılaştırmaları

Araştırmada yer alan 3 grubun dinamik atletik performans ön test sonuçları arasındaki farklar Tablo 4.1’de sunulmuştur.

Tablo 4.1. Gruplar arası dinamik atletik performans ön test değerleri fark tablosu

TESTLER	KG (n=6)		GS (n=5)		DYY (n=6)		F	p
	ORT	SS	ORT	SS	ORT	SS		
20 m Sprint (sn.)	3.51	.264	3.37	.212	3.41	.155	.709	.509
SST (cm)	22.42	4.331	25.29	4.26	22.14	4.482	.846	.450
AST (cm)	23.60	3.626	26.11	4.012	24.44	4.738	.504	.615
Çeviklik (sn.)	17.66	1.418	16.66	1.092	16.95	.639	1.230	.322

p<0.05*

AS=aktif sıçrama; SS= squat sıçrama

İstatistiksel işlemler değerlendirildiğinde grupların dinamik atletik performans ön test verileri arasındaki hiçbir değerde istatistiksel olarak anlamlı fark olmadığı gözlemlenmektedir. Sonuçlar değerlendirildiğinde grupların benzer özellikler taşıdığı görülmektedir.

Araştırmada yer alan 3 grubun izokinetik diz eklemi kuvveti ön test sonuçları arasındaki farklar Tablo 4.2’de sunulmuştur.

Tablo 4.2. Gruplar arası izokinetik diz eklemi kuvveti zirve tork ön test değerleri fark tablosu

			KG (n=6)		GS (n=5)		DYY (n=6)		F	p
TESTLER			ORT	SS	ORT	SS	ORT	SS		
60°.sn-1	baskın	bacak	143.66	20.69	167.2	39.93	149.5	18.81	1.09	.363
ekstensör (N·m)										
60°.sn-1	baskın	bacak	99.83	10.26	110.4	20.1	100.83	18.68	.648	.538
fleksör (N·m)										
180°.sn-1	baskın	bacak	97.16	11.72	107.4	24.41	84.66	16.76	2.23	.144
ekstensör (N·m)										
180°.sn-1	baskın	bacak	73.0	11.59	84.6	17.5	62.66	14.67	3.08	.077
fleksör (N·m)										
300°.sn-1	baskın	bacak	69.33	8.93	78.2	16.6	68.66	10.59	1.01	.387
ekstensör (N·m)										
300°.sn-1	baskın	bacak	53.66	14.55	67.6	11.86	56.66	11.2	1.78	.204
fleksör (N·m)										
60°.sn-1	baskın	olmayan	139.83	19.09	153.8	36.01	144.5	15.51	.463	.639
bacak ekstensör (N·m)										
60°.sn-1	baskın	olmayan	100.16	7.3	103.6	23.49	99.16	13.4	.120	.888
bacak fleksör (N·m)										
180°.sn-1	baskın	olmayan	97.5	16.82	105.0	18.78	90.66	12.45	1.08	.363
bacak ekstensör (N·m)										
180°.sn-1	baskın	olmayan	73.16	9.1	79.6	13.35	71.0	12.08	.804	.467
bacak fleksör (N·m)										
300°.sn-1	baskın	olmayan	74.33	11.34	77.0	11.72	67.16	7.8	1.364	.288
bacak ekstensör (N·m)										
300°.sn-1	baskın	olmayan	55.16	9.32	62.0	12.4	55.0	11.02	.713	.507
bacak fleksör (N·m)										

p<0.05*

İstatistiksel işlemler değerlendirildiğinde grupların izokinetik diz eklemi kuvveti ön test verileri arasındaki hiçbir değerde istatistiksel olarak anlamlı fark olmadığı gözlemlenmektedir. Sonuçlar değerlendirildiğinde grupların benzer özellikler taşıdığı görülmektedir.

4.2. Grupların Kendi İçinde Ön Test Son Test Karşılaştırmaları

Kontrol grubunun dinamik atletik performans verilerindeki ön test ve son test sonuçları arasındaki farklar Tablo 4.3'te sunulmuştur.

Tablo 4.3. Kontrol grubu dinamik atletik performans ön test-son test sonuçlarının karşılaştırılması

TESTLER		Ort.	SS	t	p
20 m Sprint (sn.)	Ön Test	3.51	.264	-.480	.651
	Son Test	3.52	.288		
SST (cm)	Ön Test	22.42	4.331	-1.829	.127
	Son Test	23.45	3.355		
AST (cm)	Ön Test	23.60	3.626	.007	.995
	Son Test	23.60	3.399		
Çeviklik (sn.)	Ön Test	17.66	1.418	.576	.590
	Son Test	17.61	1.519		

p<0.05*

İstatistiksel işlemler değerlendirildiğinde, hentbol takım antrenmanlarına ek olarak izoinersiyal antrenman uygulamayan kontrol grubunda dinamik atletik performans verilerindeki ön test ve son test sonuçları arasında dinamik atletik performans testlerinin hiçbirinde anlamlı fark olmadığı görülmüştür.

GS grubunun dinamik atletik performans verilerindeki ön test ve son test sonuçları arasındaki farklar Tablo 4.4'te sunulmuştur.

Tablo 4.4. GS grubu dinamik atletik performans ön test-son test sonuçlarının karşılaştırılması

TESTLER		Ort.	SS	t	p
20 m Sprint (sn.)	Ön Test	3.37	.212	1.298	.264
	Son Test	3.33	.241		
SST (cm)	Ön Test	25.29	4.260	.499	.644
	Son Test	25.03	3.193		
AST (cm)	Ön Test	26.11	4.012	-1.417	.229
	Son Test	26.86	3.970		
Çeviklik (sn.)	Ön Test	16.66	1.092	1.519	.203
	Son Test	16.52	.911		

p<0.05*

İstatistiksel işlemler değerlendirildiğinde hentbol takım antrenmanlarına ek olarak GS yöntemiyle 8 haftada 16 seanstan oluşan izoinersiyal leg curl antrenmanı yapan GS grubunda dinamik atletik performans verilerindeki ön test ve son test sonuçları arasında

dinamik atletik performans testlerinin hiçbirinde anlamlı fark gözlemlenmemiştir. Süper lig seviyesindeki bir kadın hentbol takımında sezon içinde geleneksel setleme yöntemi ile haftada 2 seanstan oluşan 8 haftalık izoinersiyal leg curl antrenmanı yapmanın dinamik atletik performans üzerinde önemli bir etkisi olmayacağı gözlemlenmiştir.

DYY grubunun dinamik atletik performans verilerindeki ön test ve son test sonuçları arasındaki farklar Tablo 4.5'te sunulmuştur.

Tablo 4.5. DYY grubu dinamik atletik performans ön test-son test sonuçlarının karşılaştırılması

TESTLER		Ort.	SS	t	p
20 m Sprint (sn.)	Ön Test	3.41	.155	1.000	.363
	Son Test	3.39	.151		
SST (cm)	Ön Test	22.14	4.482	-5.452	.003*
	Son Test	25.71	4.517		
AST (cm)	Ön Test	24.44	4.738	-4.949	.004*
	Son Test	27.23	4.882		
Çeviklik (sn.)	Ön Test	16.95	.639	1.701	.150
	Son Test	16.84	.721		

p<0.05*

İstatistiksel işlemler değerlendirildiğinde hentbol takım antrenmanlarına ek olarak DYY yöntemiyle 8 haftada 16 seanstan oluşan izoinersiyal leg curl antrenmanı yapan DYY grubunda, dinamik atletik performans testlerinde çeviklik ve sprint performansında ön test ve son test sonuçlarında anlamlı fark gözlemlenmezken aktif sıçrama (p=.004*) ve squat sıçrama (p=.003*) testlerinde ön test ve son test sonuçlarında anlamlı fark vardır. DYY yöntemiyle izoinersiyal leg curl antrenmanı yapmanın elit seviye kadın hentbol sporcuları için etkili olduğu gözükmemektedir.

Kontrol grubunun izokinetik diz eklemi kuvveti ön test ve son test sonuçları arasındaki farklar Tablo 4.6'da sunulmuştur.

Tablo 4.6. Kontrol grubu izokinetik diz eklemi kuvveti zirve tork ön test-son test değerleri sonuçlarının karşılaştırılması

TESTLER		Ort.	SS	t	p
60°.sn-1 baskın bacak ekstensör (N·m)	Ön Test	143.66	20.694	-.974	.375
	Son Test	147.16	23.583		
60°.sn-1 baskın bacak fleksör (N·m)	Ön Test	99.83	10.264	-.300	.776
	Son Test	100.33	11.552		
180°.sn-1 baskın bacak ekstensör (N·m)	Ön Test	97.16	11.720	-.964	.379
	Son Test	100.66	15.474		
180°.sn-1 baskın bacak fleksör (N·m)	Ön Test	73.00	11.593	-1.581	.175
	Son Test	75.66	9.831		
300°.sn-1 baskın bacak ekstensör (N·m)	Ön Test	69.33	8.936	.074	.944
	Son Test	69.00	10.059		
300°.sn-1 baskın bacak fleksör (N·m)	Ön Test	53.66	14.555	.000	1.000
	Son Test	53.66	15.590		
60°.sn-1 baskın olmayan bacak ekstensör (N·m)	Ön Test	139.83	19.093	-2.385	.063
	Son Test	147.00	23.672		
60°.sn-1 baskın olmayan bacak fleksör (N·m)	Ön Test	100.16	7.305	.000	1.000
	Son Test	100.16	8.183		
180°.sn-1 baskın olmayan bacak ekstensör (N·m)	Ön Test	97.50	16.825	-.663	.537
	Son Test	99.83	19.062		
180°.sn-1 baskın olmayan bacak fleksör (N·m)	Ön Test	73.16	9.108	-2.629	.047
	Son Test	78.83	10.476		
300°.sn-1 baskın olmayan bacak ekstensör (N·m)	Ön Test	74.33	11.343	.517	.628
	Son Test	70.83	13.585		
300°.sn-1 baskın olmayan bacak fleksör (N·m)	Ön Test	55.16	9.325	-1.451	.206
	Son Test	59.16	11.409		

p<0.05*

İstatistiksel işlemler değerlendirildiğinde, hentbol takım antrenmanlarına ek olarak izoinersiyal antrenman uygulamayan kontrol grubunda izokinetik diz eklemi kuvveti ön test ve son test sonuçları arasında test uygulanan açısız hızların hiçbirinde anlamlı fark olmadığı görülmüştür.

GS grubunun izokinetik diz eklemi kuvveti ön test ve son test sonuçları arasındaki farklar Tablo 4.7’de sunulmuştur.

Tablo 4.7. GS grubu izokinetik diz eklemi kuvveti zirve tork ön test-son test sonuçlarının karşılaştırılması

TESTLER		Ort.	SS	t	p
60°.sn-1 baskın bacak ekstensör (N·m)	Ön Test	167.20	39.939	.617	.571
	Son Test	163.80	34.895		
60°.sn-1 baskın bacak fleksör (N·m)	Ön Test	110.40	20.156	1.007	.371
	Son Test	107.80	18.281		
180°.sn-1 baskın bacak ekstensör (N·m)	Ön Test	107.40	24.419	-.681	.533
	Son Test	110.00	26.870		
180°.sn-1 baskın bacak fleksör (N·m)	Ön Test	84.60	17.501	.078	.942
	Son Test	84.20	17.224		
300°.sn-1 baskın bacak ekstensör (N·m)	Ön Test	78.20	16.604	-1.062	.348
	Son Test	82.40	21.255		
300°.sn-1 baskın bacak fleksör (N·m)	Ön Test	67.60	11.865	1.359	.246
	Son Test	65.00	10.344		
60°.sn-1 baskın olmayan bacak ekstensör (N·m)	Ön Test	153.80	36.016	-.665	.542
	Son Test	156.00	36.455		
60°.sn-1 baskın olmayan bacak fleksör (N·m)	Ön Test	103.60	23.490	1.500	.208
	Son Test	103.00	23.355		
180°.sn-1 baskın olmayan bacak ekstensör (N·m)	Ön Test	105.00	18.788	-.600	.581
	Son Test	108.40	18.487		
180°.sn-1 baskın olmayan bacak fleksör (N·m)	Ön Test	79.60	13.352	-.918	.411
	Son Test	84.40	20.082		
300°.sn-1 baskın olmayan bacak ekstensör (N·m)	Ön Test	77.00	11.726	-.259	.808
	Son Test	78.20	15.706		
300°.sn-1 baskın olmayan bacak fleksör (N·m)	Ön Test	62.00	12.409	-.883	.427
	Son Test	65.20	17.035		

p<0.05*

İstatistiksel işlemler değerlendirildiğinde hentbol takım antrenmanlarına ek olarak GS yöntemiyle 8 haftada 16 seanstan oluşan izoinersiyal leg curl antrenmanı yapan GS grubunda, izokinetik diz eklemi kuvveti ön test ve son test sonuçları arasında test uygulanan açısal hızların hiçbirinde anlamlı fark olmadığı görülmüştür. Süper lig seviyesindeki bir kadın hentbol takımında sezon içinde geleneksel setleme yöntemi ile haftada 2 seanstan oluşan 8 haftalık izoinersiyal leg curl antrenmanı yapmanın izokinetik diz eklemi kuvvetinde (konsantrik/konsantrik) önemli bir etkisi olmayacağı gözlemlenmiştir.

DYY grubunun izokinetik diz eklemi kuvveti ön test ve son test sonuçları arasındaki farklar Tablo 4.8’de sunulmuştur.

Tablo 4.8. DYY grubu izokinetik diz eklemi kuvveti zirve tork ön test-son test değerleri sonuçlarının karşılaştırılması

TESTLER		Ort.	SS	t	p
60°.sn-1 baskın bacak ekstensör (N·m)	Ön Test	149.50	18.812	-.183	.862
	Son Test	150.33	21.463		
60°.sn-1 baskın bacak fleksör (N·m)	Ön Test	100.83	18.680	.564	.597
	Son Test	98.50	15.241		
180°.sn-1 baskın bacak ekstensör (N·m)	Ön Test	84.66	16.765	.047	.964
	Son Test	84.50	16.955		
180°.sn-1 baskın bacak fleksör (N·m)	Ön Test	62.66	14.678	-1.208	.281
	Son Test	66.83	18.882		
300°.sn-1 baskın bacak ekstensör (N·m)	Ön Test	68.66	10.595	-.671	.532
	Son Test	70.33	11.395		
300°.sn-1 baskın bacak fleksör (N·m)	Ön Test	56.66	11.201	-3.379	.020*
	Son Test	61.00	11.419		
60°.sn-1 baskın olmayan bacak ekstensör (N·m)	Ön Test	144.50	15.514	-.428	.686
	Son Test	147.00	21.203		
60°.sn-1 baskın olmayan bacak fleksör (N·m)	Ön Test	99.16	13.407	.110	.917
	Son Test	98.83	16.363		
180°.sn-1 baskın olmayan bacak ekstensör (N·m)	Ön Test	90.66	12.452	.129	.902
	Son Test	90.16	13.482		
180°.sn-1 baskın olmayan bacak fleksör (N·m)	Ön Test	71.00	12.083	-1.320	.244
	Son Test	75.33	15.616		
300°.sn-1 baskın olmayan bacak ekstensör (N·m)	Ön Test	67.16	7.808	-.119	.910
	Son Test	67.50	11.674		
300°.sn-1 baskın olmayan bacak fleksör (N·m)	Ön Test	55.00	11.027	-.484	.649
	Son Test	56.83	9.907		

p<0.05*

İstatistiksel işlemler değerlendirildiğinde hentbol takım antrenmanlarına ek olarak DYY yöntemiyle 8 haftada 16 seanstan oluşan izoinersiyal leg curl antrenmanı yapan DYY grubunda, izokinetik diz eklemi kuvveti ön test ve son test sonuçları arasında 300°.sn-1 baskın bacak fleksör (N·m) testinde anlamlı fark (p=.020*) gözlemlenirken diğer açısızlı hızlardaki testlerin hiçbirinde anlamlı fark gözlemlenmemiştir. Süper lig

seviyesindeki bir kadın hentbol takımında sezon içinde DYY yöntemi ile haftada 2 seanstan oluşan 8 haftalık izoinersiyal leg curl antrenmanı yapmanın 300°.sn-1 baskın bacak fleksör (N·m) kuvveti hariç izokinetik diz eklemi kuvvetinde (konsantrik/konsantrik) önemli bir etkisi olmayacağı gözlemlenmiştir.

4.3. Grupların Birbirleri Arasında Farkların Farkı Karşılaştırması

Grupların birbirleri arasındaki dinamik atletik performans son test ön test sonuçlarından elde edilen farkların farkı Tablo 4.9’da sunulmuştur.

Tablo 4.9. Grupların birbirleri arasındaki dinamik atletik performans son test ön test sonuçlarından elde edilen farkların farkının karşılaştırılması

TESTLER	KG (n=6)		GS (n=5)		DYY (n=6)		F	p
	ORT	SS	ORT	SS	ORT	SS		
20 m Sprint (sn.)	0.010	.050	-0.040	.068	-0.021	.053	1.083	.365
SST (cm)	1.026	1.374	-0.262	1.173	3.566*	1.602	10.691	.002*
AST (cm)	-0.003	1.20	0.754	1.189	2.793*	1.382	7.779	.005*
Çeviklik (sn.)	-0.050	0.212	-0.142	0.208	-0.110	.158	.324	.729

p<0.05*

İstatistiksel işlemler değerlendirildiğinde, 3 setleme yöntemi grubu arasında ön test ve son test farklarının farkı karşılaştırıldığında KG ve GS arasında dinamik atletik performans verilerinde bir fark olmadığı gözükürken DYY grubunda sprint ve çeviklik testlerinde fark oluşmamışken DYY grubunun ön test ve son test farklarının KG ve GS grubuna göre anlamlı farklar (SST (p=0.02*), AST (p=.005*)) oluşturduğu gözükmektedir. Gruplar arası dinamik atletik performans son test ön test sonuçlarından elde edilen farkların farkı değerlendirildiğinde, sadece DYY grubunun sıçrama testlerinde diğer gruplara kıyasla anlamlı fark görülmüştür.

Grupların birbirleri arasındaki izokinetik diz eklemi kuvveti son test ön test sonuçlarından elde edilen farkların farkı Tablo 4.10’da sunulmuştur.

Tablo 4.10. Grupların birbirleri arasındaki izokinetik diz eklemi kuvveti zirve tork son test ön test sonuçlarından elde edilen farkların farkının karşılaştırılması

			KG (n=6)		GS (n=5)		DYY (n=6)		F	p
TESTLER			ORT	SS	ORT	SS	ORT	SS		
60°.sn-1	baskın	bacak	3.50	8.80	-3.40	12.32	0.83	11.12	.567	.580
ekstensör (N·m)										
60°.sn-1	baskın	bacak	0.50	4.08	-2.60	5.77	-2.33	10.13	.327	.727
fleksör (N·m)										
180°.sn-1	baskın	bacak	3.50	8.89	2.60	8.53	-0.16	8.70	.285	.756
ekstensör (N·m)										
180°.sn-1	baskın	bacak	2.66	4.13	-0.40	11.52	4.16	8.44	.418	.666
fleksör (N·m)										
300°.sn-1	baskın	bacak	-0.33	11.09	4.20	8.84	1.66	6.08	.352	.709
ekstensör (N·m)										
300°.sn-1	baskın	bacak	0	10.21	-2.60	4.27	4.33	3.14	1.483	.261
fleksör (N·m)										
60°.sn-1	baskın	olmayan	7.16	7.35	2.20	7.39	2.50	14.29	.416	.668
bacak ekstensör (N·m)										
60°.sn-1	baskın	olmayan	0	4.28	-0.60	0.89	-0.33	7.42	.019	.981
bacak fleksör (N·m)										
180°.sn-1	baskın	olmayan	2.33	8.61	3.40	12.66	-0.50	9.48	.220	.806
bacak ekstensör (N·m)										
180°.sn-1	baskın	olmayan	5.66	5.27	4.80	11.69	4.33	8.04	.038	.963
bacak fleksör (N·m)										
300°.sn-1	baskın	olmayan	-3.50	16.59	1.20	10.35	0.33	6.88	.245	.786
bacak ekstensör (N·m)										
300°.sn-1	baskın	olmayan	4.00	6.75	3.20	8.10	1.83	9.28	.109	.897
bacak fleksör (N·m)										

p<0.05*

İstatistiksel işlemler değerlendirildiğinde, gruplar arasında izokinetik diz eklemi kuvveti ön test ve son test farklarının farkı karşılaştırıldığında gruplar arasında hiçbir açısal hızda anlamlı fark olmadığı gözlemlenmektedir. Süper lig seviyesinde bir kadın hentbol takımında sezon içinde 8 haftada toplam 16 seans izoinersiyal leg curl antrenmanı uygulamanın izokinetik diz eklemi (konsantrik/konsantrik) kuvveti üzerinde önemli bir gelişime sağlamayacağı gözükmemektedir.

4.4. İzoinersiyal Güç Çıktılarının Karşılaştırılması

İzoinersiyal antrenman gruplarının baskın bacak ayakta leg curl antrenmanındaki konsantrik izoinersiyal güç çıktıları (W) 1., 4. ve 8. haftalardaki verilere göre karşılaştırılmış ve Tablo 4.11’de sunulmuştur.

Tablo 4.11. İzoinersiyal antrenman gruplarının baskın bacak ayakta leg curl antrenmanında 1., 4. ve 8. haftalardaki konsantrik izoinersiyal güç çıktılarının ortalamalarının karşılaştırılması

Gruplar	1. Hafta Kons. Güç (W)		4. Hafta Kons. Güç (W)		8. Hafta Kons. Güç (W)		F	p
	ORT	SS	ORT	SS	ORT	SS		
GS (n=5)	109.15	43.97	130.0	53.62	159.4	82.26	1.396	.272
DYY (n=6)	85.20	17.87	89.8	29.86	102.46	30.01		

p<0.05*

Tablo 4.11’deki istatistiksel veriler incelendiğinde, iki setleme grubunda da süreç içerisinde baskın bacak ayakta leg curl konsantrik güç çıktıları aynı yönde artmıştır. Bununla birlikte iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı fark gözlemlenmemiştir.

İzoinersiyal antrenman gruplarının baskın bacak ayakta leg curl antrenmanındaki eksantrik izoinersiyal güç çıktıları (W) 1., 4. ve 8. haftalardaki verilere göre karşılaştırılmış ve Tablo 4.12’de sunulmuştur.

Tablo 4.12. İzoinersiyal antrenman gruplarının baskın bacak ayakta leg curl antrenmanında 1., 4. ve 8. haftalardaki eksantrik izoinersiyal güç çıktılarının ortalamalarının karşılaştırılması

Gruplar	1. Hafta Eks. Güç (W)		4. Hafta Eks. Güç (W)		8. Hafta Eks. Güç (W)		F	p
	ORT	SS	ORT	SS	ORT	SS		
GS (n=5)	122.24	52.73	143.15	61.93	192.62	76.95	5.187	.035*
DYY (n=6)	90.97	25.88	111.16	47.94	109.59	71.85		

p<0.05*

Tablo 4.12’deki istatistiksel veriler incelendiğinde, GS grubunda süreç içerisinde baskın bacak ayakta leg curl eksantrik güç çıktılarının 1. haftadan 4. haftaya ve 4. haftadan 8. haftaya doğru arttığı gözlemlenmektedir. Bununla birlikte DYY grubunda

baskın bacak ayakta leg curl eksantrik güç çıktılarının 1. haftadan 4. haftaya doğru arttığını ancak 4. haftadan 8. haftaya doğru bir artış olmadığı gözlemlenmektedir. Bu durum iki setleme grubu arasında ayakta baskın bacak leg curl eksantrik izoinersiyal güç çıktılarında anlamlı fark ($p=.035^*$) oluşturmuştur.

İzoinersiyal antrenman gruplarının baskın olmayan bacak ayakta leg curl antrenmanındaki konsantrik izoinersiyal güç çıktıları (W) 1., 4. ve 8. haftalardaki verilere göre karşılaştırılmış ve Tablo 4.13'te sunulmuştur.

Tablo 4.13. İzoinersiyal antrenman gruplarının baskın olmayan bacak ayakta leg curl antrenmanında 1., 4. ve 8. haftalardaki konsantrik izoinersiyal güç çıktıların ortalamlarının karşılaştırılması

Gruplar	1. Hafta Kons. Güç (W)		4. Hafta Kons. Güç (W)		8. Hafta Kons. Güç (W)		F	p
	ORT	SS	ORT	SS	ORT	SS		
GS (n=5)	104.39	33.17	103.18	47.10	133.29	74.47	.131	.878
DYY (n=6)	88.65	24.02	91.12	20.20	110.70	32.92		

$p<0.05^*$

Tablo 4.13'teki istatistiksel veriler incelendiğinde, iki setleme grubu arasında süreç içerisinde baskın olmayan bacak ayakta leg curl konsantrik güç çıktıların ortalamlarında anlamlı fark bulunmamıştır.

İzoinersiyal antrenman gruplarının baskın olmayan bacak ayakta leg curl antrenmanındaki eksantrik izoinersiyal güç çıktıları (W) 1., 4. ve 8. haftalardaki verilere göre karşılaştırılmış ve Tablo 4.14'te sunulmuştur.

Tablo 4.14. İzoinersiyal antrenman gruplarının baskın olmayan bacak ayakta leg curl antrenmanında 1., 4. ve 8. haftalardaki eksantrik izoinersiyal güç çıktıların ortalamlarının karşılaştırılması

Gruplar	1. Hafta Eks. Güç (W)		4. Hafta Eks. Güç (W)		8. Hafta Eks. Güç (W)		F	p
	ORT	SS	ORT	SS	ORT	SS		
GS (n=5)	108.22	37.39	108.72	53.61	149.39	85.20	.511	.608
DYY (n=6)	109.59	42.74	103.38	30.91	138.55	68.00		

$p<0.05^*$

Tablo 4.14'teki istatistiksel veriler incelendiğinde, iki setleme grubu arasında süreç içerisinde baskın olmayan bacak ayakta leg curl eksenrik güç çıktılarında anlamlı fark bulunmamıştır.

İzoinersiyal antrenman gruplarının baskın bacak yatarak leg curl antrenmanındaki konsantrik izoinersiyal güç çıktıları (W) 1., 4. ve 8. haftalardaki verilere göre karşılaştırılmış ve Tablo 4.15'te sunulmuştur.

Tablo 4.15. İzoinersiyal antrenman gruplarının baskın bacak yatarak leg curl antrenmanında 1., 4. ve 8. haftalardaki konsantrik izoinersiyal güç çıktılarının ortalamalarının karşılaştırılması

Gruplar	1. Hafta Kons. Güç (W)		4. Hafta Kons. Güç (W)		8. Hafta Kons. Güç (W)		F	p
	ORT	SS	ORT	SS	ORT	SS		
GS (n=5)	107.38	54.33	107.64	38.74	106.17	37.28	.347	.712
DYY (n=6)	88.19	21.12	78.87	17.35	83.25	13.85		

p<0.05*

Tablo 4.15'teki istatistiksel veriler incelendiğinde, iki setleme grubu arasında süreç içerisinde baskın bacak yatarak leg curl konsantrik güç çıktılarında anlamlı fark bulunmamıştır.

İzoinersiyal antrenman gruplarının baskın bacak yatarak leg curl antrenmanındaki eksenrik izoinersiyal güç çıktıları (W) 1., 4. ve 8. haftalardaki verilere göre karşılaştırılmış ve Tablo 4.16'da sunulmuştur.

Tablo 4.16. İzoinersiyal antrenman gruplarının baskın bacak yatarak leg curl antrenmanında 1., 4. ve 8. haftalardaki eksenrik izoinersiyal güç çıktılarının ortalamalarının karşılaştırılması

Gruplar	1. Hafta Eks. Güç (W)		4. Hafta Eks. Güç (W)		8. Hafta Eks. Güç (W)		F	p
	ORT	SS	ORT	SS	ORT	SS		
GS (n=5)	111.39	53.14	104.57	46.51	141.08	51.45	1.882	.181
DYY (n=6)	99.77	36.34	113.18	46.28	108.89	42.14		

p<0.05*

Tablo 4.16'daki istatistiksel veriler incelendiğinde, iki setleme grubu arasında süreç içerisinde baskın bacak yatarak leg curl eksantrik güç çıktılarında anlamlı fark bulunmamıştır.

İzoinersiyal antrenman gruplarının baskın olmayan bacak yatarak leg curl antrenmanındaki konsantrik izoinersiyal güç çıktıları (W) 1., 4. ve 8. haftalardaki verilere göre karşılaştırılmış ve Tablo 4.17'de sunulmuştur.

Tablo 4.17. İzoinersiyal antrenman gruplarının baskın olmayan bacak yatarak leg curl antrenmanında 1., 4. ve 8. haftalardaki konsantrik izoinersiyal güç çıktılarının ortalamalarının karşılaştırılması

Gruplar	1. Hafta Kons. Güç (W)		4. Hafta Kons. Güç (W)		8. Hafta Kons. Güç (W)		F	p
	ORT	SS	ORT	SS	ORT	SS		
GS (n=5)	96.11	39.59	100.57	40.78	100.25	45.09	.601	.559
DYY (n=6)	77.87	19.10	74.58	14.51	86.20	28.24		

p<0.05*

Tablo 4.17'deki istatistiksel veriler incelendiğinde, iki setleme grubu arasında süreç içerisinde baskın olmayan bacak yatarak leg curl konsantrik güç çıktılarından anlamlı fark bulunmamıştır.

İzoinersiyal antrenman gruplarının baskın olmayan bacak yatarak leg curl antrenmanındaki eksantrik izoinersiyal güç çıktıları (W) 1., 4. ve 8. haftalardaki verilere göre karşılaştırılmış ve Tablo 4.18'de sunulmuştur.

Tablo 4.18. İzoinersiyal antrenman gruplarının baskın bacak yatarak leg curl antrenmanında 1., 4. ve 8. haftalardaki eksantrik izoinersiyal güç çıktılarının ortalamalarının karşılaştırılması

Gruplar	1. Hafta Eks. Güç (W)		4. Hafta Eks. Güç (W)		8. Hafta Eks. Güç (W)		F	p
	ORT	SS	ORT	SS	ORT	SS		
GS (n=5)	100,58	43,94	105,06	34,34	123,52	60,45	.415	.578
DYY (n=6)	82,93	24,94	110,16	54,54	112,38	71,46		

p<0.05*

Tablo 4.18’deki istatistiksel veriler incelendiğinde, iki setleme grubu arasında süreç içerisinde baskın olmayan bacak yatarak leg curl eksantrik güç çıktılarında anlamlı fark bulunmamıştır.



5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu araştırmada 2020/2021 sezonunda Türkiye Kadın Hentbol Süper Liginde mücadele eden Anadolu Üniversitesi Gençlik ve Spor Kulübü oyuncularına sezon içinde 8 hafta boyunca farklı setleme yöntemleri kullanılarak izoinersiyal hamstring kas grubu antrenmanlarını (ayakta ve yatarak leg curl) yaptırılmıştır. Antrenman müdahalesi öncesinde ve sonrasında sporculara dinamik atletik performans testleri olan 20 m sprint, aktif sıçrama, squat sıçrama ve illinois çeviklik testleri uygulanmıştır. İzoinersiyal antrenman sürecine katılmayan kontrol grubundaki denekler ve iki farklı setleme yöntemiyle izoinersiyal antrenman yapan deneklerin ön test ve son test sonuçları grup ortalamalarına göre karşılaştırılmıştır. Üst seviyede antrenman yapan ve sezon içinde belirli bir performans seviyesine ulaşmış olan takım hentbolu kadın sporcularında ön test ve son test değerleri karşılaştırıldığında DYY grubunda sıçrama testlerinde anlamlı fark elde edilmiştir. DYY grubunda 20 m sprint ve illinois çeviklik ön test ve son testleri arasında anlamlı fark bulunmazken kontrol grubu ve GS grubunda da dinamik atletik performans ön test ve son test verilerinin hiçbirinde anlamlı fark tespit edilmemiştir.

Ayrıca 3 gruba da izokinetik diz eklemi kuvveti testleri $60^{\circ}.\text{sn}^{-1}$, $180^{\circ}.\text{sn}^{-1}$ ve $300^{\circ}.\text{sn}^{-1}$ açısal hızlarda bilateral olarak uygulanmıştır. İzokinetik diz eklemi ön test ve son test verileri karşılaştırıldığında DYY grubunda $300^{\circ}.\text{sn}^{-1}$ baskın bacak fleksör ön test ve son test değerleri arasında anlamlı fark ($p=0.20^*$) bulunurken DYY grubundaki diğer açısal hızlarda ve diğer gruplardaki tüm açısal hızlarda anlamlı farka rastlanmamıştır.

Dinamik atletik performans ön test ve son testleri haricinde bu araştırmada karşılaştırması yapılan bir başka veri ise antrenman uygulayan iki setleme grubunun izoinersiyal konsantrik ve eksantrik güç çıktıları (W) antrenman sürecinin başında (1. hafta), ortasında (4. hafta) ve sonunda (8. hafta) değerlendirerek iki yöntemin gelişimini karşılaştırmaktır. Yapılan değerlendirmelerde antrenman sürecinde izoinersiyal güç çıktıları artış elde edilse de iki grup arasında baskın bacak ayakta leg curl eksantrik güç çıktısı ($p=0,035^*$) hariç anlamlı fark tespit edilmemiştir. Araştırmamızda test ettiğimiz ve karşılaştırmalarını yaptığımız parametreler aşağıda ayrıntılı şekilde tartışılacaktır.

5.1. Dinamik Atletik Performans

5.1.1.20 m sprint

Hentbolde performans için önemli olan teknik ve taktik yönler gibi birçok faktör vardır ve bu niteliklerden tam olarak yararlanabilmek için üstün fiziksel kondisyona ihtiyaç vardır. Zaman-hareket analizi, hentbolcuların sprint olarak tanımlanan koşu hızlarında düşük zaman harcadıklarını göstermektedir. Bunun nedeni, hentbolde oyuncuların maksimum hıza ulaşmalarına izin vermeyen küçük etkili oyun alanı olabilir. Sprint olarak tanımlanan hızlarda harcanan zaman düşük olmasına rağmen bir sprintin hızlanma aşaması hentbolde performans için maksimum hızdan daha büyük bir öneme sahiptir (Luteberget vd., 2015).

Araştırmamızda hentbolun 40 m uzunluğundaki oyun alanında iki takıma ait 6 metre uzunluğundaki savunma alanlarına saha oyuncularının girememesi göz önüne alınarak genellikle sporcuların yüksek hızlarda mesafe kat edebildikleri uzunluk olan 20 m sprint testi kullanılmıştır. Seitz vd., (2014) direnç antrenmanından kaynaklanan sprint performansında artış sağlayabilmenin özellikle kısa/orta (<30 m) mesafelerdeki spor aktivitelerinde antrenörler ve sporcular için pratik açıdan önemli olduğunu belirtmişlerdir.

Üst düzeyde antrene kadın hentbol sporcularında uygulanan 8 haftalık izoinersiyal hamstring antrenmanının sprint performansına etki edip etmeyeceğini araştırdığımız bu çalışmada 20 m sprint performansında ön test ve son test verileri değerlendirildiğinde KG için (3.518 ± 0.264 sn'den 3.528 ± 0.288 sn'ye) gerileme olduğunu ve bu sonucun istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşturmadığı ($p=0.651$, $p>0.05$) gözükmemektedir. GS grubu için 20 m sprint performansında ön test ve son test verileri değerlendirildiğinde (3.37 ± 0.212 sn'den 3.33 ± 0.241 sn'ye) iyileşme görülmektedir. Bununla birlikte istatistiksel işlemler değerlendirildiğinde bu iyileşmenin istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşturmadığı ($p=0.264$, $p>0.05$) gözükmemektedir. DYY grubu için 20 m sprint performansında ön test ve son test verileri değerlendirildiğinde (3.41 ± 0.155 sn'den 3.39 ± 0.151 sn'ye) iyileşme görülmekteyken istatistiksel işlemler değerlendirildiğinde bu iyileşmenin anlamlı bir fark oluşturmadığı ($p=0.361$, $p>0.05$) gözükmemektedir. Üç grubun 20 m sprint testi ölçüm sonuçlarının birbirleri arasındaki farkları farkı istatistiği incelendiğinde, GS ve DYY için az miktarda gelişim (GS: -0.040 ± 0.068 , DYY: -0.021 ± 0.053) sağlarken kontrol grubunda az miktarda gerileme (0.010 ± 0.050) yaşanmıştır.

Bu sonuçlara göre gruplar arasında farkların farkı istatistikinde anlamlı fark oluşmamıştır ($p=0.365$, $p>0.05$).

İzoinersiyal yöntem ile yapılan araştırmalarda sprint performansının değerlendirildiği diğer araştırmalar incelendiğinde, Nunez vd., (2018) yılında haftada 2 seans olmak üzere 6 hafta boyunca erkek sporcuları iki gruba bölerek izoinersiyal yöntem ile unilateral lunge egzersizi veya bilateral squat egzersizi uygulamışlardır. Araştırmacılar sprint testi olarak 10 m sprint testini kullanmışlar ve ön test ile son test verileri arasında iki grupta da gelişim açısından anlamlı fark bulmamışlardır. Sabido vd., (2017) yaptıkları çalışmada erkek hentbol sporcularına 7 hafta boyunca haftada birer seanstan oluşan set başına 7 tekrar toplam 4'er set yarım squat ve unilateral lunge egzersizi eklemişler ve oluşturdukları kontrol grubu ile izoinersiyal deney grubunun antrenman hacimlerini eşitleyerek araştırma öncesindeki test sonuçları ile son test sonuçlarını karşılaştırmışlardır. Yazarlar sprint performansını değerlendirmek için bizim de çalışmamızda tercih ettiğimiz 20 m sprint testini kullanmışlardır. Sprint performansı için ön test ve son test sonuçları arasında iki grupta da gelişim elde edilirken iki grup arasında anlamlı fark oluşmamıştır. Coratella vd., (2019) yarı profesyonel futbolcularda, sezon içinde haftada 1 seans olmak üzere 8 hafta boyunca izoinersiyal squat (eylemsizlik yükü= $0.11 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$) ile geleneksel squat ($\%80 - 1 \text{ TM}$) uygulatmış ve iki grubun dinamik atletik performanslarını karşılaştırmışlardır. 10 m ve 30 m sprint performansının da değerlendirildiği çalışmada iki antrenman yönteminde de sprint performanslarında ön test ve son testler arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. Sagelv vd., (2020) yaptıkları araştırmada 6 hafta boyunca uygulanan $\%85 \text{ 1TM}$ ile uygulanan barbell squat ile izoinersiyal squatın dinamik etkilerini karşılaştırmışlar ve sprint testi olarak 10 m sprint testini kullanmışlardır iki antrenman grubunda da kontrol grubuna göre daha anlamlı fark belirten yazarlar, iki antrenman grubu arasında ise gelişim açısından anlamlı fark bulunmadığını bildirmişlerdir. Bu sonuçlara göre izoinersiyal squat uygulamanın sprint performansına etkisi bildirilmiştir. Maroto-Izquierdo, Garcia Lopez ve De Paz (2017) araştırmalarında erkek hentbol sporcularında 6 hafta boyunca (15 seans) 4 set 7 tekrar izoinersiyal leg press ve 7TM 4 set geleneksel leg press uygulamışlar ve dinamik atletik performans verilerini ön test ve son test sonuçlarına göre karşılaştırmışlardır. Sprint testi olarak 20 m sprint testini kullanan araştırmacılar izoinersiyal leg press antrenmanının geleneksel leg press antrenmanına göre oldukça anlamlı fark oluşturduğunu belirtmişlerdir. Fiorilli vd., (2020) genç erkek futbolcularda spesifik futbol egzersizlerini

izoinersiyal yöntem ile ve pliometrik yöntem ile 6 hafta boyunca uygulayarak dinamik atletik performans ön test ve son test sonuçlarını karşılaştırmışlardır. Araştırmada 60 m sprint testini uygulayan araştırmacılar izoinersiyal yöntem ile antrenman yapan grupta ön test ve son test verileri arasında anlamlı fark bulurken pliometrik antrenman grubunda anlamlı fark gözlenmemiştir.

İzoinersiyal kuvvet antrenmanı yöntemi ile bilimsel araştırmaların sayısı artmasına rağmen elit seviyedeki kadın sporcularda çalışma sayısının kısıtlılığı (Beato ve Iacono, 2020) ve hentbol sporunda sprint performansının göz ardı edilmesinden dolayı (Luteberget vd., 2015) 8 haftalık 16 seanslık izoinersiyal hamstring antrenmanının üst düzey antrene kadın sporcularda 20 m sprint performansına etkisine araştırmamızda yer verdik. Sonuçlar değerlendirildiğinde iki farklı setleme yönteminin de 20 m sprint performansında kontrol grubuna göre anlamlı bir fark oluşturmadığı görülmesine rağmen kontrol grubunda az miktarda gerileme görülürken iki antrenman grubunda da az miktarda gelişim olması böyle bir çalışmada denek ve seans sayısını arttırmanın veya araştırmayı kapsayan sürenin arttırılmasının daha anlamlı sonuçlar verebileceğini düşündürmektedir.

5.1.2. Sıçrama performansı

Hentbol sporunda defans ve atak fazında sıklıkla kullanılan parametrelerden birisi sıçramadır (Michalsik, Madsen ve Aagard, 2015). Eksantrik aşırı yük oluşturma temeline dayanan bir antrenman yöntemini üst seviyede antrene kadın hentbol takımında uygulamanın etkisini gözlemlediğimiz araştırmamızda sıçrama testleri olarak aktif sıçrama testi (AST) ve squat sıçrama testini (SST) kullandık.

AST için ön test ve son test sonuçları arasındaki farklar değerlendirildiğinde izoinersiyal antrenman yapmayan ve takım antrenmanlarına devam eden KG'de (ön test: 23.608 ± 3.62 cm, son test: 23.605 ± 3.39 cm) iki testin sonuçlarının birbirine çok yakın olduğu ve anlamlı fark olmadığı ($p=0.995$, $p>0.05$) gözükmektedir. Set başına 9 tekrardan oluşan toplam 3 setlik izoinersiyal antrenmanlar yapan GS grubunda (ön test: 26.112 ± 4.01 cm, son test: 26.866 ± 3.97 cm) son testte ön teste göre bir gelişim olduğu ancak bunun anlamlı fark oluşturmadığı ($p=0.229$, $p>0.05$) gözükmektedir. Set başına 3 tekrar toplam 9 setlik izoinersiyal antrenmanlar yapan DYY grubunda (ön test: 24.400 ± 4.73 cm, son test: 27.233 ± 4.88 cm) anlamlı fark olduğu ($p=0.004$, $p<0.05$) gözükmektedir.

Grupların birbiriyle karşılaştırmasının yapıldığı son test ön test farklarının farkının karşılaştırılmasında da DYY grubundaki bu değişimin anlamlı fark ($p=0.005$, $p<0.05$) oluşturduğu gözükmemektedir.

SST için ön test ve son test sonuçları arasındaki farklar değerlendirildiğinde KG'de (ön test: 22.425 ± 4.33 cm, son test: 23.451 ± 3.35 cm) bir artış olduğu ancak bunun anlamlı fark oluşturmadığı gözükmemektedir. GS grubu için (ön test: 25.298 ± 4.26 cm, son test: 25.036 ± 3.19 cm) çok az bir düşüş yaşanmasına rağmen iki testin sonuçları benzer sonuç vermiştir ve bu durum da anlamlı fark oluşturmamıştır ($p=0.664$, $p>0.05$). DYY grubu için ise (ön test: 22.146 ± 4.48 cm, son test: 25.713 ± 4.51 cm) anlamlı fark olduğu ($p=0.003$, $p<0.05$) gözükmemektedir.

Grupların birbiriyle karşılaştırmasının yapıldığı son test ön test farklarının farkının karşılaştırılmasında da DYY grubundaki bu değişimin anlamlı fark ($p=0.002$, $p<0.05$) oluşturduğu gözükmemektedir.

Sonuçlar incelendiğinde iki sıçrama testinde (SST ve AST) benzer sonuçlar ortaya çıktığını ve sadece DYY grubunda anlamlı fark olduğu görülmektedir. Bildiğimiz kadarıyla izoinersiyal yöntem ile cluster setleme yöntemi uygulanan ilk araştırma olan araştırmamızdaki en önemli bulgu GS yöntemi ile sıçrama performansında anlamlı fark elde edilmezken DYY yönteminin önemli gelişim sağlayarak anlamlı fark oluşturmasının altı çizilmelidir.

İzoinersiyal yöntem ile yapılan diğer çalışmaların sıçrama performanslarına etkisi incelendiğinde, Sabido vd., (2017) yaptıkları çalışmada erkek hentbol sporcularına 7 hafta boyunca haftada birer seanstan oluşan set başına 7 tekrar toplam 4'er set yarım squat ve unilateral lunge egzersizi ekledikleri çalışmada AST performansında kontrol grubu ile aynı boyutta az bir gelişme bulmuşlar ve gruplar arası anlamlı fark olmadığını belirtmişlerdir. Sagelv vd., (2020) yaptıkları çalışmada 6 hafta boyunca uygulanan izoinersiyal squat ve %85 1TM ile uygulanan barbell squatın etkilerini sıçrama performansı için AST'yi kullanarak değerlendirmişlerdir. Ön test ve son test sonuçları değerlendirildiğinde araştırmacılar iki antrenman grubunda da anlamlı fark olduğunu ve izoinersiyal yöntem ile uygulanan squatın sıçrama performansına olumlu etkisi olduğunu belirtmişlerdir. Maroto-Izquierdo, Garcia Lopez ve De Paz (2017) araştırmalarında erkek hentbol sporcularında 6 hafta boyunca (15 seans) 4 set 7 tekrar izoinersiyal leg press ve 7TM 4 set geleneksel leg press uygulamışlar ve dinamik atletik performans verilerini ön test ve son test sonuçlarına göre karşılaştırmışlardır. Sıçrama testi olarak hem AST hem

ST'yi kullanan araştırmacılar iki sıçrama testinde de izoinersiyal leg press antrenmanı yapan grupta geleneksel leg press grubuna göre daha anlamlı fark meydana geldiğini belirtirlerken AST performansının ST performansına göre daha fazla gelişim gösterdiğini belirtmişlerdir. Coratella vd., (2019) yarı profesyonel futbolcularda, sezon içinde haftada 1 seans olmak üzere 8 hafta boyunca izoinersiyal squat (eylemsizlik yükü=0.11 kg·m-2) ile geleneksel squat (%80 - 1 TM) uygulattıkları araştırmalarında sıçrama testi olarak hem AST hem ST'yi kullanmışlardır. İki antrenman grubunda da sıçrama testlerinde ön test ve son test sonuçları arasında anlamlı fark bulan araştırmacılar izoinersiyal yöntemdeki etki büyüklüğünü orta, geleneksel yöntemdeki etki büyüklüğünü küçük olarak belirtmişlerdir.

Bizim çalışmamızda kontrol grubu ve GS grubunda sıçrama performansında iki sıçrama testinde de anlamlı fark meydana gelmezken DYY grubunda iki sıçrama testinde de anlamlı fark bulunmuştur. Sonuçlar değerlendirdiğinde, eksantrik temele dayanan bir antrenman yönteminde gerilme-kısalma döngüsünün meydana geldiği sıçrama testlerinde anlamlı fark bulunması beklenen bir durum iken izoinersiyal antrenman yapan iki setleme grubu arasında anlamlı fark oluşması dikkat çeken bir sonuç gibi gözükmemektedir.

İzoinersiyal yöntemde sporcudan talep edilen ve özellikle vurgulanan egzersizin deneme tekrarlarından sonraki ilk tekrarında konsantrik başlama hareketini maksimum hızda yapma, DYY grubunda daha fazla başlatma hareketi yapılması nedeni ile bu sonucu ortaya çıkartmış olabilir. Ancak çalışmamızın en önemli sınırlılıklarından olan denek sayısının az olması ve böyle bir yöntemde setleme çalışmasının ilk defa yapılması bu tür bir çalışmanın daha fazla denek sayısı ile uygulanması veya daha uzun süreli bir antrenman sürecinden sonra nasıl bir sonuca yol açacağı konusunda merak uyandırmaktadır.

5.1.3. Çeviklik Performansı

Hentbol sporunda oyuncuların yeteneklerini ve fiziksel düzeylerini anlamak için çeviklik performansı göz önünde bulundurulur (Popowczak vd., 2021). Hızlanma, hızlı durma, yön değiştirme ve tekrar hızlanma yeteneği bir hentbol oyuncusunun becerilerinin önemli bir parçasıdır (Bayraktar, 2017; Esfahankalati ve Venkatesh, 2013). Bu taleplerin tümünü içeren illinois çeviklik testi çalışmamızda çeviklik performansını değerlendirmek için kullanılmıştır.

İllinois çeviklik testi için ön test ve son test sonuçları arasındaki farklar değerlendirildiğinde izoinersiyal antrenman yapmayan ve takım antrenmanlarına devam eden KG'de (ön test: 17.665 ± 1.418 sn, son test: 17.615 ± 1.519 sn) çok az miktarda bir gelişim gözükse de testlerin sonuçları neredeyse aynıdır. Bu durum KG'de çeviklik performansı ön test ve son test ölçümleri arasında anlamlı fark oluşturmamıştır ($p=0.590$, $p>0.05$). GS yöntemi ile izoinersiyal leg curl antrenmanlarına katılan GS grubunda (ön test: 16.668 ± 1.092 sn, son test: 16.526 ± 0.911 sn) az miktarda gelişime rağmen ön test ve son test sonuçları anlamlı farka rastlanmamıştır ($p=0.203$, $p>0.05$). Dinleme süreleri yeniden düzenleyerek izoinersiyal leg curl antrenmanı yapan DYY grubunda da (ön test: 16.955 ± 0.639 sn, son test: 16.845 ± 0.721 sn) gelişim yaşanırken bu gelişim de anlamlı fark oluşturmamıştır ($p=0.150$, $p>0.05$). Antrenman gruplarının ikisi için de kontrol grubuna kıyasla son test ve ön test farklarının farkında daha olumlu sonuçlar (KG: -0.050 ± 0.212 ; GS: -0.142 ± 0.208 ; DYY: -0.110 ± 0.158) gözükmesine rağmen 3 grubun farklarının farkının karşılaştırılmasında da anlamlı farka rastlanmamıştır ($p=0.729$, $p>0.05$).

İzoinersiyal yöntem ile yapılan diğer çalışmaların çeviklik performanslarına etkisi incelendiğinde Fiorilli vd., (2020) genç erkek futbolcularda spesifik futbol egzersizlerini izoinersiyal yöntem ile ve pliometrik yöntem ile 6 hafta boyunca uygulayarak dinamik atletik performans ön test ve son test sonuçlarını karşılaştırmışlardır. Çeviklik performansını değerlendirmede illinois çeviklik testini kullanan araştırmacılar izoinersiyal antrenman yapan grupta ön test ve son test sonuçları arasında anlamlı fark bulurken pliometrik antrenman grubunda yaşanan gelişimin anlamlı fark oluşturmadığını belirtmişlerdir. Coratella vd., (2019) yarı profesyonel futbolcularda, sezon içinde haftada 1 seans olmak üzere 8 hafta boyunca izoinersiyal squat (eylemsizlik yükü= $0.11 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$) ile geleneksel squat (%80 - 1 TM) uygulatmışlar ve çeviklik testi olarak T-testini kullanmışlardır. Ön test ve son test sonuçlarını karşılaştıran yazarlar T-testinde izoinersiyal grupta anlamlı fark bulurken kontrol grubunda anlamlı fark belirtmemişlerdir. Madruga-Parera vd., (2020) izoinersiyal antrenman ve kablo antrenmanı metotlarını hentbola özgü egzersizler ile 8 hafta boyunca uygulayarak motorsal yeteneklerin gelişimini karşılaştırdıkları araştırmada yön değiştirme performansını COD180 ve RCOD testleri ile değerlendirmişlerdir. COD180 testinde denekler hem baskın hem de baskın olmayan bacak için her denemede aynı bacağı kullanarak iki adet 180° yön değişikliği gerçekleştirmişlerdir. İlk yön değişikliği starttan

7,5 m sonra, ikincisi ise ilk yön değişikliğinden 5 m sonra yapılmıştır. RCOD testinde ise her 10 metrelik sprintin yarısında (5 m) 180° yön değişikliği gerektiren 10 metrelik bir sprintin sekiz sürekli tekrarını içeriyordu. Sonuçlar incelendiğinde COD180 testinde iki antrenman grubu arasında anlamlı fark bulamayan yazarlar RCOD testinde ise özellikle baskın bacak için izoinersiyal antrenman grubu lehine anlamlı fark belirtmişlerdir. Ancak bu çalışmanın antrenman hacmi bizim çalışmamıza göre çok daha yüksektir. Araştırmacılar bu çalışmada set başına 12 tekrar 3 set olmak üzere 3 farklı fonksiyonel hareketi bir antrenman müdahalesi olarak eklemiş ve haftada 2’şer seans uygulatmışlardır.

Eksantrik temele dayanan bir antrenmanın yön değiştirme içeren bir çeviklik testinde performansı daha iyi yavaşlama ve hızlanmaya neden olarak geliştirebileceği (Fiorilli vd., 2020) düşünülse de bizim çalışmamızda yüksek düzeyde antrene kadın sporcularda anlamlı fark elde edememiş olmamızın nedeni çalışmanın süresinin bu düzey için kısa olması ve sporcuların ön test performanslarında yüksek seviyede (görsel 5.1) olmaları olabilir (Çeviklik ön test sonuçları: KG: 17.66; GS: 16.68; DYY: 16.95).

	Erkekler	Kadınlar
Mükemmel	<15.2	<17.0
İyi	15.2-16.1	17.0-17.9
Ortalama	16.2-18.1	18.0-21.7
Zayıf	18.2-18.3	21.8-23.0
Kötü	>18.3	>23.0

Görsel 5.1. *İllinois çeviklik testi norm değerleri. Brown ve Khamoui (2012).*

5.2. İzokinetik Diz Eklemi Kuvveti

İzokinetik dinamometreler kuvvet testleri için altın standarttır (van Melick, van der Weegen ve van der Horst, 2022). Quadriceps ve hamstring kas kuvvetini ölçmek için sıklıkla kullanılan bu dinamometreler sporcuların fiziksel durumunu belirlemeye yardımcı olur (Risberg vd., 2018). Sporcuların quadriceps ve hamstring kuvvetlerini belirlemek sakatlık riskini değerlendirme açısından fayda sağlar. Bu cihazda diz eklemi hareketinde (ekstensiyon – fleksiyon, konsantrik – konsantrik) quadriceps ve hamstring kas grubunun uyguladığı zirve tork kas kuvvetine işaret eden bir terimdir (Beam ve Adams, 2013, s. 56). Quadriceps kuvvetine göre zayıf kalan hamstring kuvveti sporcuların alt ekstremité sakatlık riskini arttırabilir (Beam ve Adams, 2013, s. 63).

Araştırmamızda izoinersiyal hamstring antrenmanının dinamik atletik performansa etkisini değerlendirmenin dışında sporcuların sakatlık riskini değerlendirmede kullanılan izokinetik kas kuvvetine etkisini değerlendirdik. Sonuçlar incelendiğinde, KG için bacak ekstensiyonu ve bacak fleksiyonu hareketlerinde ön test ve son test sonuçları incelendiğinde hiçbir açısal hızda anlamlı fark bulunamamıştır (Bkz. Tablo 4.6). GS grubunda bacak ekstensiyonu ve bacak fleksiyonu hareketlerinde ön test ve son test sonuçları incelendiğinde hiçbir açısal hızda anlamlı fark gözükmemektedir (Bkz. Tablo 4.7). DYY grubunda bacak ekstensiyonu ve bacak fleksiyonu hareketlerinde ön test ve son test sonuçları incelendiğinde 300°.sn⁻¹ baskın bacak fleksiyonu hareketinde ön test ve son test sonuçları arasında anlamlı fark ($p=0.02$, $p<0.05$) bulunurken diğer açısal hızlarda anlamlı farka rastlanmamıştır (Bkz. Tablo 4.8). Grupların birbirleri arasındaki izokinetik diz eklemi kuvveti son test ön test sonuçlarından elde edilen farkların farkının karşılaştırılmasında ise hiçbir açısal hızda anlamlı fark gözükmemektedir (Bkz. Tablo 4.10).

Literatürde izoinersiyal yöntem ve izokinetik kuvvet testlerine yer veren diğer çalışmalar incelendiğinde Maroto-Ízquierdo vd., (2020) elit erkek hentbol sporcularında basınçlı bir hava ile sabit bir kuvvet üretimini sağlayan pnömatik antrenman yöntemi ile izoinersiyal antrenman yöntemini karşılaştırmışlardır. Bu yazarlar bizim çalışmamızın aksine üst ekstremité egzersizlerini kullanmışlar ve 6 hafta boyunca iki ayrı gruba bu yöntemler ile antrenman yaptırarak ön test ve son testlerde omuz eklemi kuvvetini 60,180 ve 240°.sn⁻¹ açısal hızlarda test etmişlerdir. Çalışmanın sonuçları incelendiğinde yazarlar iki grup için de tüm açısal hızlarda önemli gelişim olduğunu belirtmişler ve izoinersiyal grup için özellikle internal rotasyondaki 60 ve 240°.sn⁻¹ açısal hızlardaki zirve torklarda gelişimin daha anlamlı olduğunu belirtmişlerdir. Monajati vd., (2018) araştırmalarında kullandıkları grupları kadın ve erkek denek sayısı bakımından eşitleyerek rekreasyonel seviyedeki voleybolcularda izoinersiyal antrenman yöntemi ve geleneksel antrenman yöntemindeki 6 benzer alt ekstremité hareketini 6 hafta boyunca uygulatmış ve izokinetik test değerlendirmesi olarak 60°.sn⁻¹ hamstring eksantrik zirve tork, 60°.sn⁻¹ hamstring konsantrik zirve tork ve 60°.sn⁻¹ quadriceps zirve torklarını kullanmışlardır. Araştırmacılar çalışma sonucunda bizim de araştırmamızda test ettiğimiz 60°.sn⁻¹ hamstring konsantrik zirve tork için önemli gelişim ile ön teste göre anlamlı fark bildirmişlerdir. Coratella vd., (2019) yarı profesyonel futbolcularda, sezon içinde haftada 1 seans olmak üzere 8 hafta boyunca izoinersiyal squat (eylemsizlik yükü=0.11 kg·m⁻²)

ile geleneksel squat (%80 - 1 TM) uygulattıkları çalışmada izokinetik dinamometre ile hamstring ve quadriceps kuvvetini değerlendirmişlerdir. Araştırmacılar son test ölçümlerinde iki grubun da quadriceps ve hamstring zirve torklarında önemli gelişim olduğunu belirtmişlerdir. İzokinetik test ve izoinersiyal antrenman yönteminin kombine olduğu akut çalışmalar incelendiğinde Beato vd., (2019) yaptıkları çalışmada aktif spor yapan erkeklerde set başına 6 tekrardan 3 set izoinersiyal yarım squat uyguladıktan sonra akut güç kazanımını değerlendirmek için PAP etkisini incelemişler ve izoinersiyal yarım squat egzersizinin sonrasında (3-9 dk) quadriceps konsantrik zirve torku, hamstring konsantrik zirve torku ve hamstring eksantrik zirve torkunda akut güç kazanımı elde edildiğini belirtmişlerdir. Beato vd., (2020) amatör erkek üniversite sporcularında izoinersiyal squat ve izoinersiyal deadlift egzersizlerinden sonra PAP etkisini incelemişler ve iki egzersizin de izokinetik hamstring eksantrik zirve torkuna akut olarak katkıda bulunacağı sonucunu belirtmişlerdir.

Genel olarak literatürdeki çalışmalar değerlendirildiğinde erkek sporcularla ve bizim çalışmamızda kullandığımız örneklem grubuna göre genel antrenman hacmi daha az olan sporcularda yapıldığı gözükülmektedir. Bizim çalışmamızda kullandığımız setleme yöntemlerini izoinersiyal yöntem ile kombine ederek izokinetik değerlendirme yapan bir çalışma mevcut değildir.

Çalışmamızda ulaştığımız sonuçlara göre ön test ve son test karşılaştırmalarında sadece DYY grubunda $300^{\circ}.\text{sn}^{-1}$ açısal hızda baskın bacak fleksiyonu hareketinde anlamlı fark elde edilirken grupların birbirleri ile karşılaştırılmasında ise hiçbir açısal hızda anlamlı fark bulunmamıştır. Bunun sebebi üst düzey antrene sporcuların örneklem grubumuzu oluşturması ve çalışmanın sezon içindeki ikinci devrenin ortasında sporcuların belirli bir kuvvet seviyesine ulaşmış oldukları dönemde yapılması olabilir. Ayrıca izoinersiyal antrenman protokolünde eylemsizlik yükü (large eylemsizlik yükü diski = $0.02 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$) izoinersiyal güç kazanımını değerlendirmek için 8 haftalık antrenman periyodu boyunca sabit tutulmuştur. Bu cihazda sporcunun uyguladığı kuvvete göre hareket hızı değişebildiği için tüm sporcular farklı hızlarda antrenman yapmışlardır bu durum da grupların gelişimini sabit açısal hız veren izokinetik dinamometre ile değerlendirmeyi zorlaştırmıştır. DYY grubunda $300^{\circ}.\text{sn}^{-1}$ açısal hızda daha anlamlı gelişim elde edilmesi ise bu yoruma bağlanabilir. İzoinersiyal kuvvet antrenmanı yöntemi için uygulama önerileri adıyla bir derleme çalışması yapan Beato ve Iacono (2020) adlı araştırmacıların da belirttiği gibi bilimsel çalışmalar için izoinersiyal yöntemde

sporculara bireysel eylemsizlik yükü ile çalışma yaptırmak bu yöntem için hala kullanılmayan bir eksiklik olarak gözükmektedir.

5.3. İzoinersiyal Kuvvet Antrenmanı

İzoinersiyal kuvvet antrenmanında değerlendirme yapılabilecek bir diğer parametre ise egzersizin her tekrarındaki konsantrik ve eksantrik fazlarda sporcunun oluşturduğu güç çıktısının (W) anlık olarak verilmesidir. Spor koçlarına ve spor bilimcilere egzersizi anlık olarak takip etme imkânı veren bu sistemin farklı üreticileri bulunmaktadır. Weakley vd., (2019) excentric markasının anlık güç takibi sağlayan uygulaması olan kMeter app için geçerlik çalışması yapmışlar ve uygulamanın güç çıktısı anlamında geçerli olduğu sonucunu sunmuşlardır. Literatürde farklı eylemsizlik yüklerini akut olarak karşılaştıran çalışmalar ise eylemsizlik yükü arttıkça güç çıktısının (W) azaldığını belirtmişlerdir (Sabido vd., 2018; Piqueras-Sanchiz vd., 2019). Bununla birlikte Martinez-Aranda ve Fernandez -Gonzalo (2017) eylemsizlik yükü arttıkça güç çıktısı azalmasına rağmen egzersizin toplam hacminin eylemsizlik yükü arttıkça daha fazla olduğunu belirtmişlerdir.

İzoinersiyal yöntem, eksantrik aşırı yük oluşturma yani bir tekrardaki eksantrik güç çıktısının konsantrik güç çıktısını geçmesini hedefler. Bu amacı başarabilmek için en az 2 seans familirizasyona ihtiyaç olduğunu belirten Beato ve Iacono (2020) adlı yazarların önerisi ile 2 familirizasyon seansından sonra veri toplamaya başladığımız çalışmamızda izoinersiyal antrenmandaki güç çıktıılarını iki setleme grubu arasında karşılatırdık. İki setleme yönteminde de 1. hafta, 4. hafta ve 8. haftadaki grup ortalamalarını konsantrik ve eksantrik faz için hesapladık. Unilateral olarak iki ayrı leg curl egzersizi uyguladığımız çalışmada GS lehine anlamlı fark elde ettiğimiz ($p=0.035$, $p<0.05$) baskın bacak ayakta leg curl eksantrik güç çıktısı hariç iki setleme grubu arasında anlamlı farka rastlanmamıştır. Ancak izoinersiyal güç çıktıılarında oluşturduğumuz tablolar incelendiğinde (s. 43 - 47) iki grubun da güç çıktıılarında artışlar meydana geldiği gözükmektedir. Bu artışa rağmen sporculara uygulanan dinamik atletik performans testlerinde sadece sıçrama testleri için anlamlı gelişim elde edilmesi örneklem grubumuzun üst seviyede antrenman yapan sporculardan oluşması ve sezon içinde sporcular belirli bir fiziksel seviyeye ulaştıkları periyotta uygulanmış olması olabilir. Bununla birlikte bu seviye için uygulanan izoinersiyal antrenman müdahalesinin antrenman hacmi üst seviye sporcular için yeterli olmayabilir. Ayrıca tablolar

incelendiğinde grup ortalamaları için standart sapmanın çok yüksek olması her sporcunun antrenmandan farklı etkilenmiş olabileceğini düşündürmektedir.

Sonuç olarak izoinersiyal güç çıktılarının arttığı gözükse de bunun dinamik atletik performansa etkisinin az olması üst seviye sporcular için benzer çalışmaların yapılmasının faydalı olacağını düşündürmektedir.



6. ÖNERİLER

Literatür için bu çalışma üst düzey kadın sporcularda izoinersiyal yöntem ile yapılan özgün bir çalışma olma özelliği taşımasının yanında izoinersiyal yöntemde set ve tekrar sayısına göre fark karşılaştırması yapan ilk çalışmadır. Çalışmamızda izoinersiyal güç çıktılarının sürekli artışına rağmen dinamik atletik performansa etkinin az olduğu gözükmemektedir. Bununla birlikte setleme yöntemleri için çalışmanın ana bulgusu DYY yöntemi kullanarak sıçrama performansında daha anlamlı gelişim sağlanabileceğidir. Böyle bir çalışmanın daha farklı örneklem gruplarında yapılması veya üst düzey sporcu gruplarında sezonun farklı bir periyodunda ya da daha uzun süreli bir antrenman müdahalesi ile yapılması farklı sonuçlar meydana çıkartabilir. Ayrıca belirtmek gerekir ki çalışmamız sadece bir hentbol takımını içerdiği için örneklem sayımız azdır. Böyle bir çalışmanın daha büyük bir örneklem grubuna uygulanması literatüre önemli katkı sunacaktır. Bu çalışmada dikkat çekilmesi gereken bir başka nokta ise grup ortalamalarındaki standart sapmanın yüksek olmasının sporcuların antrenman müdahalelerinden farklı seviyede etkilenmiş olabileceğidir. İzoinersiyal yöntem için bireyselleştirilmiş antrenman yükleri ile çalışma yapmak literatüre önemli katkı sunacaktır.

KAYNAKÇA

- (2020). *Anatomy and Physiology*. National Science Foundation. <http-1:https://med.libretexts.org/@go/page/7549> (Eriřim tarihi: 03.05.2022).
- Baltzopoulos, V. and Brodie, D. A. (1989). Isokinetic dynamometry. Applications and limitations. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 8(2), 101–116.
- Bayraktar, I. (2017). The Influences of Speed, Cod Speed and Balance on Reactive Agility Performance in Team Handball. *Int J Env Sci Ed*, 12(3), 451–461.
- Beam W. and Adams G. (2013). *Egzersiz fizyolojisi laboratuvar el kitabı*. (Çev: T. Bağırgan). Ankara: Spor Yayınevi ve Kitabevi.
- Beato, M. and Dello Iacono, A. (2020). Implementing flywheel (isoinertial) exercise in strength training: current evidence, practical recommendations and future directions. *Frontiers in Physiology*, 11(June), 1–6.
- Beato, M., de Keijzer, K. L., Fleming, A., Coates, A., La Spina, O., Coratella, G., and McErlain-Naylor, S. A. (2020). Post flywheel squat vs. flywheel deadlift potentiation of lower limb isokinetic peak torques in male athletes. *Sports biomechanics*, 1–14. Advance online publication.
- Berg, H. E. and Tesch, P. A. (1994). A gravity-independent ergometer to be used for resistance training in space. *Aviation Space and Environmental Medicine*, 65(8), 752–756.
- Bogataj, S., Pajek, M., Andrašic, S. and Trajkovic, N. (2020). Validity and reliability of my jump 2 app for measuring vertical jump height in recreationally active adults. *Applied Sciences*, 10 (11), 1-11.
- Bompa O.T. ve Haff G.G. (2017). *Dönemleme antrenman kuramı ve yöntemi* (Çev: T. Bağırgan). Ankara: Spor Yayınevi ve Kitabevi.
- Brown, L.E. and Khamoui A.V. (2012). Agility training. J.R. Hoffman, (Ed.), Nsca's guide to program design. in *Training for agility* (s. 169). Human Kinetics.

- Clark, R.A., Bryant, A.L., Culgan, J., and Hartley, B. (2005). The effects of eccentric hamstring strength training on dynamic jumping performance and isokinetic strength parameters: a pilot study on the implications for the prevention of hamstring injuries. *Physical Therapy in Sport*, 6, 67-73.
- Coratella, G., Beato, M., Cè, E., Scurati, R., Milanese, C., Schena, F., and Esposito, F. (2019). Effects of in-season enhanced negative work-based vs traditional weight training on change of direction and hamstrings-to-quadriceps ratio in soccer players. *Biology of sport*, 36(3), 241–248.
- De Hoyo, M., Sañudo, B., Carrasco, L., Mateo-Cortes, J., Domínguez-Cobo, S., Fernandes, O., Del Ojo, J. J., and Gonzalo-Skok, O. (2016). Effects of 10 week eccentric overload training on kinetic parameters during change of direction in football players. *Journal of sports sciences*, 34(14), 1380–1387.
- Dello Iacono, A., Karcher, C. and Michalsik, L.B. (2018). *Physical Training in Team Handball. In Handball Sports Medicine-Basic Science, Injury Management and Return to Sport* içinde (s. 521-535). Almanya.
- Dello Iacono, A., Martone, D. and Hayes, L. (2020). Acute mechanical, physiological and perceptual responses in older men to traditional-set or different cluster-set configuration resistance training protocols. *European Journal of Applied Physiology*, 120(10), 2311–2323.
- Dündar, U. (2017). *Antrenman teorisi*. (10. basım). Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.
- Esfahankalati, A., & Venkatesh, C. (2013). Relationship between Psychomotor Variables and Performance in Elite Female Handball Players. *European Academic Research*, 1(9), 2574–2585.
- Fiorilli, G., Mariano, I., Iuliano, E., Giombini, A., Ciccarelli, A., Buonsenso, A., Calcagno, G., and Di Cagno, A. (2020). Isoinertial eccentric-overload training in young soccer players: Effects on strength, sprint, change of direction, agility and soccer shooting precision. *Journal of Sports Science and Medicine*, 19(1), 213–223.

- Franchi, M. V., Reeves, N. D., and Narici, M. V. (2017). Skeletal muscle remodeling in response to eccentric vs. concentric loading: morphological, molecular and metabolic adaptations. *Frontiers in physiology*, 8, 447.
- Gülü, M. and Doğan, A. A. (2021). The effect of 6 week nordic hamstring exercise on sprint and jumping performance. *Spor Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 6 (2), 421-430.
- Günay M., Şıktar Erd. ve Şıktar Elif, (2018). *Antrenman Bilimi*. Ankara: Gazi Kitabevi.
- Gürol, B. ve Yılmaz, İ. (2013). İzokinetik kuvvet antrenmanı. *Spormetre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 11 (1), 1-11.
- Haff, G.G., Hobbs, R.T., Haff, E.E., Sands, W.A., Pierce, K.C. and Stone, M.H. (2008). Cluster training: A novel method for introducing training program variation. *Strength and Conditioning Journal*, 30, 67–76.
- Hermassi, S., Chelly, M. S., Fathloun, M., and Shephard, R. J. (2010). The effect of heavy- vs. moderate-load training on the development of strength, power, and throwing ball velocity in male handball players. *Journal of strength and conditioning research*, 24(9), 2408–2418.
- Luteberget, L. S., Raastad, T., Seynnes, O. and Spencer, M. (2015). Effect of Traditional and Resisted Sprint Training in Highly Trained Female Team Handball Players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 10(5), 642–647.
- Madruga-Parera, M., Bishop, C., Fort-Vanmeerhaeghe, A., Beato, M., Gonzalo-Skok, O., and Romero-Rodríguez, D. (2020). Effects of 8 weeks of isoinertial vs. cable-resistance training on motor skills performance and interlimb asymmetries. *Journal of strength and conditioning research*. 36(5), 1200–1208.
- Maroto-Izquierdo, S., García-López, D. and de Paz, J. A. (2017). Functional and muscle-size effects of flywheel resistance training with eccentric-overload in professional handball players. *Journal of human kinetics*, 60, 133–143.

- Maroto-Izquierdo, S., McBride, J. M., Gonzalez-Diez, N., García-López, D., González-Gallego, J., and de Paz, J. A. (2020). Comparison of flywheel and pneumatic training on hypertrophy, strength, and power in professional handball players. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 93(1), 1–15.
- Martinez-Aranda, L. M., and Fernandez-Gonzalo, R. (2017). Effects of Inertial Setting on Power, Force, Work, and Eccentric Overload During Flywheel Resistance Exercise in Women and Men. *Journal of strength and conditioning research*, 31(6), 1653–1661.
- McBride, J. M., Blow, D., Kirby, T. J., Haines, T. L., Dayne, A. M., and Triplett, N. T. (2009). Relationship between maximal squat strength and five, ten, and forty yard sprint times. *Journal of strength and conditioning research*, 23(6), 1633–1636.
- Michalsik, L. B. and Aagaard, P. (2015). Physical demands in elite team handball: Comparisons between male and female players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 55(9), 878–891.
- Michalsik, L. B., Madsen, K. and Aagaard, P. (2015). Technical match characteristics and influence of body anthropometry on playing performance in male elite team handball. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(2), 416–428.
- Monajati, A., Larumbe-Zabala, E., Goss-Sampson, M., & Naclerio, F. (2018). Injury Prevention Programs Based on Flywheel vs. Body Weight Resistance in Recreational Athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 1
- Muñoz-López, A., Fonseca, F. S., Ramírez-Campillo, R., Gantois, P., Nuñez, F. J., and Nakamura, F. Y. (2021). The use of real-time monitoring during flywheel resistance training programmes: how can we measure eccentric overload? A systematic review and meta-analysis. *Biology of sport*, 38(4), 639–652.
- Muñoz-López, A., Pozzo, M. and Floria, P. (2021). Real-time mechanical responses to overload and fatigue using a flywheel training device. *Journal of Biomechanics*, 121.

- Myklebust, G. (2014). The risk of injury in handball. *Aspetar Sports Medicine Journal*, 3, 138–141.
- Norrbrand, L., Pozzo, M. and Tesch, P. A. (2010). Flywheel resistance training calls for greater eccentric muscle activation than weight training. *European Journal of Applied Physiology*, 110(5), 997–1005.
- Núñez, F. J., Santalla, A., Carrasquilla, I., Asian, J. A., Reina, J. I., & Suarez-Arrones, L. J. (2018). The effects of unilateral and bilateral eccentric overload training on hypertrophy, muscle power and COD performance, and its determinants, in team sport players. *Plos one*, 13(3), e0193841.
- O' Brien, J., Browne, D., Earls, D., and Lodge, C. (2022). The efficacy of flywheel inertia training to enhance hamstring strength. *Journal of functional morphology and kinesiology*, 7(1), 14.
- Özer M.K. (2020). *Fiziksel Uygunluk*. (7. Basım). Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.
- Pehlivan, M. (1991). *Değişik branş sporcularında izokinetik kas kuvvetinin değerlendirilmesinin önemi* Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Ankara: Hacettepe Üniversitesi. Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
- Peterson, M. D., Alvar, B. A., and Rhea, M. R. (2006). The contribution of maximal force production to explosive movement among young collegiate athletes. *Journal of strength and conditioning research*, 20(4), 867–873.
- Petré, H., Wernstål, F. and Mattsson, C. M. (2018). Effects of Flywheel Training on Strength-Related Variables: a Meta-analysis. *Sports Medicine-Open*, 4(1).
- Piqueras-Sanchiz, F., Martín-Rodríguez, S., Martínez-Aranda, L. M., Lopes, T. R., Raya-González, J., García-García, Ó. and Nakamura, F. Y. (2019). Effects of moderate vs. High iso-inertial loads on power, velocity, work and hamstring contractile function after flywheel resistance exercise. *Plos One*, 14(2), 1–16.

- Popowczak, M., Cichy, I., Rokita, A., & Domaradzki, J. (2021). The Relationship Between Reactive Agility and Change of Direction Speed in Professional Female Basketball and Handball Players. *Frontiers in Psychology*, 12(September), 1–9.
- Raya, M. A., Gailey, R. S., Gaunaud, I. A., Jayne, D. M., Campbell, S. M., Gagne, E., Manrique, P. G., Muller, D. G. and Tucker, C. (2013). Comparison of three agility tests with male servicemembers: Edgren Side Step Test, T-Test, and Illinois Agility Test. *Journal of Rehabilitation Research and Development*, 50(7), 951–960.
- Raya-González, J., Prat-Luri, A., López-Valenciano, A., Sabido, R. and Hernández-Davó, J. L. (2021). Effects of flywheel resistance training on sport actions. A systematic review and meta-analysis. *Journal of human kinetics*, 77, 191–204.
- Risberg, M. A., Steffen, K., Nilstad, A., Myklebust, G., Kristianslund, E., Moltubakk, M. M., and Krosshaug, T. (2018). Normative quadriceps and hamstring muscle strength values for female, healthy, elite handball and football players. *Journal of strength and conditioning research*, 32(8), 2314–2323.
- Sabido, R., Hernández-Davó, J. L. and Pereyra-Gerber, G. T. (2018). Influence of different inertial loads on basic training variables during the flywheel squat exercise. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 13(4), 482–489.
- Sabido, R., Hernández-Davó, J. L., Botella, J., Navarro, A., and Tous-Fajardo, J. (2017). Effects of adding a weekly eccentric-overload training session on strength and athletic performance in team-handball players. *European Journal of Sport Science*, 17(5), 530–538.
- Sagelv, E. H., Pedersen, S., Nilsen, L. P. R., Casolo, A., Welde, B., Randers, M. B., Pettersen, S. A. (2020). Flywheel squats versus free weight high load squats for improving high velocity movements in football. A randomized controlled trial. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 12(1), 1–13.

- Salci, Y. (2008). *Effects of Eccentric Hamstring Training on Lower Extremity*. Thesis of PhD. Ankara. Middle of East Technical University, The Department of Physical Education Of Sports.
- Seitz, L. B., Reyes, A., Tran, T. T., de Villarreal, E. S., & Haff, G. G. (2014). Increases in Lower-Body Strength Transfer Positively to Sprint Performance: A Systematic Review with Meta-Analysis. *Sports Medicine*, 44(12), 1693–1702.
- Suchomel, T. J., Nimphius, S., Bellon, C. R. and Stone, M. H. (2018). The Importance of Muscular Strength: Training Considerations. *Sports Medicine*.
- Swinton PA, Lloyd R, Keogh J.W., Agouris I. and Stewart AD. (2014). Regression models of sprint, vertical jump, and change of direction performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 28(7):1839-48.
- Şahin, Ö. (2010). Rehabilitasyonda izokinetik değerlendirmeler. *Cumhuriyet Tıp Dergisi* (Elektronik), 32(4), 386-396.
- Tabachnick, B. G. and Fidell, L. S. (2013). Using multivariate statistics. (6. Edition). Needham Heights, MA: Allyn & Bacon.
- Tesch, P. A., Fernandez-Gonzalo, R., and Lundberg, T. R. (2017). Clinical applications of iso-inertial, eccentric-overload (YoYoTM) resistance exercise. *Frontiers in Physiology*, 8(APR).
- Tous-Fajardo, J., Maldonado, R. A., Quintana, J. M., Pozzo, M., and Tesch, P. A. (2006). The flywheel leg-curl machine: offering eccentric overload for hamstring development. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 1(3), 293–298.
- Tufano JJ, Conlon JA, Nimphius S, Brown LE, Seitz LB, Williamson B.D. and Haff G.G. (2016). Maintenance of velocity and power with cluster sets during high-volume back squats. *International Journal of Sports Physiology and Performance*. 11(7), 885-892.

- Tufano, J. J., Brown, L. E., and Haff, G. G. (2017). Theoretical and practical aspects of different cluster set structures: A systematic review. *Journal of strength and conditioning research*, 31(3), 848–867.
- Uysal, H.Ş. ve Dalkıran, O. (2021). Hentbolda pliometrik antrenman uygulamaları. *Farklı yaklaşımlarla spor bilimi*. Yayın evi: Lap Lambert Academic Publishing.
- van Melick, N., van der Weegen, W., and van der Horst, N. (2022). Quadriceps and Hamstrings Strength Reference Values for Athletes With and Without Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Who Play Popular Pivoting Sports, Including Soccer, Basketball, and Handball: A Scoping Review. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy*, 52(3), 142–155.
- Weakley, J., Fernández-Valdés, B., Thomas, L., Ramirez-Lopez, C., and Jones, B. (2019). Criterion Validity of Force and Power Outputs for a Commonly Used Flywheel Resistance Training Device and Bluetooth App. *Journal of strength and conditioning research*, 33(5), 1180–1184.
- Yalnız, F.İ. ve Oral, O. (2016). *Antrenmanın yüklenme yöntemleri*. D. Özkal (Editör), *Antrenman bilgisi ve sporcu sağlığı* içinde (s. 31). Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı: Cem Dilek

Yabancı Dil: İngilizce

Eposta:

Eğitim ve Mesleki Geçmişi

2015 – 2019, Sakarya Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Öğretmenliği

2021 - (devam etmekte), Millî Eğitim Bakanlığı, Beden Eğitimi ve Spor Öğretmeni