

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
HAREKET VE ANTRENMAN ANABİLİM DALI**

**FUTBOLCULARDA KOMPLEKS ANTRENMAN
PROGRAMLARININ FARKLI SET YÖNTEMLERİYLE
UYGULANMASININ BAZI MOTORİK ÖZELLİKLERE
ETKİLERİNİN İNCELENMESİ**

Berkay LÖKLÜOĞLU

DOKTORA TEZİ

2023-ANTALYA

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
HAREKET VE ANTRENMAN ANABİLİM DALI

**FUTBOLCULARDA KOMPLEKS ANTRENMAN
PROGRAMLARININ FARKLI SET YÖNTEMLERİYLE
UYGULANMASININ BAZI MOTORİK ÖZELLİKLERE
ETKİLERİNİN İNCELENMESİ**

Berkay LÖKLÜOĞLU

DOKTORA TEZİ

DANIŞMAN
Prof. Dr. Alpay GÜVENÇ

“Kaynakça gösterilerek tezimden yararlanılabilir”

2023-ANTALYA

Sağlık Bilimleri Enstitüsü M¼d¼rl¼ę¼ne;

Bu alışma j¼rimiz tarafından Hareket ve Antrenman Anabilim Dalı Hareket ve Antrenman Programında Doktora tezi olarak kabul edilmiştir. .././20..

İmza

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Alpay G¼VEN
Akdeniz ¼niversitesi

.....

¼ye : Prof. Dr. Abdurrahman AKTOP
Akdeniz ¼niversitesi

.....

¼ye : Prof. Dr. Alper ASLAN
Hatay Mustafa Kemal ¼niversitesi

.....

¼ye : Prof. Dr. Yaşar SALCI
Hatay Mustafa Kemal ¼niversitesi

.....

¼ye : Doç. Dr. Emel ÇETİN ÖZDOğAN
Akdeniz ¼niversitesi

.....

Bu tez, Enstit¼ Y¼netim Kurulunca belirlenen yukarıdaki j¼ri ¼yeleri tarafından uygun g¼r¼lm¼ř ve Enstit¼ Y¼netim Kurulu'nun/...../..... tarih ve/..... sayılı kararıyla kabul edilmiştir.

Enstit¼ M¼d¼r¼

ETİK BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı beyan ederim.

Berkay LÖKLÜOĞLU

Tez Danışmanı
Prof. Dr. Alpay GÜVENÇ

TEŞEKKÜR

Tez çalışmamın gerçekleşmesi için tezin her aşamasında her türlü bilgi ve tecrübesini paylaşan ve her zaman her türlü konuda gelişimime katkı sağlayan saygı değer danışmanım, değerli hocam Sn. Prof. Dr. Alpay GÜVENÇ ‘e,

Tez çalışmamın oluşturulması, planlanması ve geliştirilmesi aşamalarında her türlü bilgi ve fikrini paylaşan ve görev yaptığım yaklaşık 6 yıldır her türlü desteği gösteren değerli hocalarım Sn. Prof. Dr. Alper ASLAN ‘a, Sn. Prof. Dr. Yaşar SALCI ‘ya ve verilerin istatistiksel analizi aşamasında destekleri olan Sn. Dr. Öğr. Üyesi Bilal BİÇER ‘e

Tez izleme komitesinde yer alan saygı değer hocalarım Sn. Prof. Dr. Abdurrahman AKTOP ‘a ve Sn. Doç. Dr. Emel ÇETİN ÖZDOĞAN ‘a

Araştırma örneklem grubunun oluşturulmasında yardımları olan Çağhan Buğra Ödül ÖZUS ‘a, veri toplamak amacıyla yapılan ölçümler esnasında büyük yardımları olan doktora arkadaşım Ersin AKILVEREN ‘e

Tez çalışmama gönüllü olarak katılan Muratpaşa Belediyesi U18 – U16 erkek futbol takımı sporcularına ve antrenörler Sn. Burak GÜLNAROĞLU ve Sn. Ahmet KERPİÇ ‘e

İzokinetik kuvvet ölçümlerinin uygulanmasında büyük emekleri olan Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi egzersiz eğitmeni Ahsen MERCAN ‘a

Lisansüstü eğitimim boyunca her türlü durumda yardımlarını esirgemeyen Sağlık Bilimleri Enstitüsü çalışanlarına,

Bu zorlu süreçte her anımda varlığını hissettiğim, hayatımı güzelleştiren ve her anlamda hiçbir zaman desteğini esirgemeyen hayat arkadaşım sevgili eşim Özge HAZAR LÖKLÜOĞLU’ na

Yaşamımın her anında maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen ve bugünlere gelmemde büyük emekleri olan babam Behiç LÖKLÜOĞLU, annem Gülsev LÖKLÜOĞLU ve ablam Begül LÖKLÜOĞLU ÖZUS ‘a teşekkürlerimi ve sevgilerimi sunarım.

ÖZET

Amaç: Bu araştırmanın amacı; futbolcularda müsabaka dönemi içerisinde kompleks antrenman programının farklı set yöntemleriyle uygulanmasının izokinetik kuvvet, sprint, sıçrama, çeviklik, hareket hızı gibi bazı motorik özelliklere etkilerinin incelenmesidir.

Yöntem: Araştırmaya 15-18 yaş arası düzenli olarak antrenman yapan ve en az bir yıl futbol antrenman geçmişine sahip 33 gönüllü erkek futbolcu katılmıştır. Katılımcılar rastgele şekilde kümeleme (cluster) kompleks (CK) antrenman grubu (n=12), geleneksel kompleks (GK) antrenman grubu (n=11) ve kontrol (KON) grubu (n=10) olmak üzere üç farklı gruba ayrılmıştır. Katılımcılara sekiz hafta boyunca haftada iki gün hem kuvvet hem pliyometrik egzersizler içeren kompleks antrenman programı uygulanmıştır. GK grup tüm egzersizleri geleneksel set yapısıyla, CK grup ise pliyometrik egzersizleri kümeleme set yapısıyla uygulamıştır. Katılımcılara kompleks antrenman programı öncesinde ve sonrasında vücut kompozisyonu, izokinetik kuvvet, sprint, sıçrama, çeviklik, hareket hızı ve AZD ölçümleri uygulanmıştır. Verilerin analizi SPSS 22 programıyla yapılmıştır.

Bulgular: Antrenman periyodu öncesi ve sonrası sprint (minimum güç ve yorgunluk indeksi hariç), sıçrama (AS-SS farkı hariç), çeviklik, izokinetik kuvvet ve hareket hızı değişkenlerinin tümünde CK ve GK grupta istatistiksel olarak anlamlı derecede gelişmeler bulunmuştur ($p<0,05$). KON grupta (10m ve 30m sprint süreleri hariç) hiçbir değişkende anlamlı değişimler bulunmamıştır ($p>0,05$). Gruplar arası karşılaştırmalar sonucunda ise CK ve GK grupta tüm değişkenlerde KON gruba göre anlamlı değişimler bulunurken, antrenman grupları arasında anlamlı farklılıklar bulunmamıştır. Tüm değişkenlerin grup içi ve gruplar arası AZD sonuçlarında anlamlı değişimler bulunmamıştır ($p>0,05$).

Sonuç: Genç futbolcularda sekiz hafta boyunca kompleks antrenman programında yer alan tüm egzersizlerin geleneksel set yapısıyla veya pliyometrik egzersizlerin kümeleme set yapısıyla uygulanması izokinetik kuvvet, sprint, sıçrama, çeviklik ve hareket hızı gibi motorik özelliklerin gelişimini sağlamaktadır. Bunlarla birlikte, farklı iki set yapısının birbirinden farklı sonuçlar göstermediği ve benzer gelişmeler sağladığı belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: kompleks antrenman, kümeleme set, kuvvet, güç

ABSTRACT

Objective: The aim of the study was to examine the effects of complex training in soccer players with different set methods during the competition period on some motoric abilities such as isokinetic strength, sprint, jumping, agility, and movement velocity.

Method: Thirty-three male soccer players between the ages of 15-18, who have been regularly participating in soccer training for at least one year, participated voluntarily in the study. Participants were randomly divided into three different groups: cluster complex training group (CK, n=12), traditional complex training group (GK, n=11) and control group (KON, n=10). Participants performed a complex training program that included both strength and plyometric exercises two days a week for eight weeks. While the GK group performed all the exercises with the traditional set method, the CK group performed the plyometric exercises with the cluster set method. Body composition, isokinetic strength, sprint, jump, agility, movement velocity and AZD were measured before and after the complex training program. SPSS 22 program was used for data analysis.

Results: Significant improvements were found in CK and GK groups in all variables of sprint (excluding minimum power and fatigue index), jumping (excluding AS-SS difference), agility, isokinetic strength, and movement velocity before and after the training period ($p<0.05$). As a result of the comparisons between the groups, while there were significant improvements in all variables in the CK and GK groups compared to the KON group ($p<0.05$), no significant differences were found between the training groups. No significant differences were found in the AZD results of all variables ($p>0.05$).

Conclusion: The performing of all exercises included in the eight-week complex training program in young soccer players with the traditional set structure or the plyometric exercises with the cluster set structure provides the development of motoric abilities such as isokinetic strength, sprint, jump, agility, and movement velocity. Also, it was determined that two different set structures did not show different results from each other and provided similar developments.

Key words: complex training, cluster set, strength, power

İÇİNDEKİLER

ÖZET	I
ABSTRACT.....	II
İÇİNDEKİLER.....	III
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VI
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	IX
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	6
2.1. Futbol	6
2.2. Motorik Özellikler.....	7
2.3. Kuvvet Antrenmanı	14
2.4. Pliyometrik Antrenman	16
2.5. Kompleks Antrenman Tanımı.....	17
2.6. Kuvvet Antrenmanlarında Kullanılan Set Yöntemleri.....	20
3. GEREÇ VE YÖNTEM	28
3.1. Araştırma Grubu.....	28
3.2. Araştırma Düzeni	28
3.3. Antrenman Protokolü	30
3.4. Vücut Kompozisyonu Ölçümleri	35
3.5. Bir Tekrar Maksimum (1 TM) Belirlenmesi.....	36
3.6. İzokinetik Kuvvet Ölçümü.....	36

3.7.	Sprint Ölçümleri.....	38
3.8.	Sıçrama Ölçümleri	40
3.9.	Çeviklik Ölçümleri.....	41
3.10.	Hareket Hızı Ölçümleri	44
3.11.	Algılanan Zorluk Derecesi (AZD)	45
3.12.	Verilerin Analizi.....	46
4.	BULGULAR.....	47
4.1.	Katılımcıların Demografik Değerleri.....	47
4.2.	Katılımcıların Elde Edilen Bulgularının Karşılaştırılması.....	48
5.	TARTIŞMA.....	74
5.1.	Vücut Kompozisyonu	74
5.2.	Sprint.....	75
5.3.	Sıçrama.....	79
5.4.	Çeviklik.....	83
5.5.	İzokinetik Kuvvet.....	87
5.6.	Hareket Hızı	90
5.7.	Algılanan Zorluk Derecesi (AZD)	92
6.	SONUÇ VE ÖNERİLER.....	94
	KAYNAKLAR.....	97
	EKLER	117
	ÖZGEÇMİŞ.....	119

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 4.1. Katılımcılara ilişkin tanımlayıcı değerler.....	47
Tablo 4.2. Vücut Kompozisyonu Değerlerinin Karşılaştırılması.....	48
Tablo 4.3. Vücut Kompozisyonu için tekrarlayan ölçümlerin ANOVA sonuçları.....	49
Tablo 4.4. Sprint Parkuru ve RAST Değerlerinin Karşılaştırılması.....	51
Tablo 4.5. Sprint için tekrarlayan ölçümlerin ANOVA sonuçları.....	53
Tablo 4.6. Sıçrama Değerlerinin Karşılaştırılması.....	55
Tablo 4.7. Sıçrama için tekrarlayan ölçümlerin ANOVA sonuçları.....	57
Tablo 4.8. Çeviklik Değerlerinin Karşılaştırılması.....	59
Tablo 4.9. Çeviklik için tekrarlayan ölçümlerin ANOVA sonuçları.....	60
Tablo 4.10. İzokinetik Kuvvet ($60^{\circ} \text{ sn}^{-1}$ açısal hız) Değerlerinin Karşılaştırılması.....	62
Tablo 4.11. İzokinetik Kuvvet ($60^{\circ} \text{ sn}^{-1}$) Tekrarlayan Ölçümlerin ANOVA Sonuçları..	63
Tablo 4.12. İzokinetik Kuvvet ($120^{\circ} \text{ sn}^{-1}$ açısal hız) Değerlerinin Karşılaştırılması.....	65
Tablo 4.13. İzokinetik Kuvvet ($120^{\circ} \text{ sn}^{-1}$) Tekrarlayan Ölçümlerin ANOVA Sonuçları	66
Tablo 4.14. Hareket Hızı Değerlerinin Karşılaştırılması.....	68
Tablo 4.15. Hareket Hızı için tekrarlayan ölçümlerin ANOVA sonuçları.....	70

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Araştırma Grupları.....	29
Şekil 3.2. Antrenman Görüntüsü	31
Şekil 3.3. Antrenman İçeriği.....	32
Şekil 3.4. Squat	32
Şekil 3.5. Leg Press.....	33
Şekil 3.6. Leg Curl	33
Şekil 3.7. Calf Raise	33
Şekil 3.8. Squat Sıçrama	33
Şekil 3.9. Çift Bacak Öne Sıçrama	34
Şekil 3.10. Topuklama	34
Şekil 3.11. Calf Sıçrama	34
Şekil 3.12. Stadiometre.....	35
Şekil 3.13. Tanita SC-330 Vücut Kompozisyonu Analiz Cihazı	35
Şekil 3.14. İzokinetik Kuvvet Ölçümü	37
Şekil 3.15. Microgate Witty fotosel cihazı	38
Şekil 3.16. 10m, hızlanmalı 20m ve 30m içeren Sprint Parkuru	38
Şekil 3.17. Tekrarlı Koşu Temelli Anaerobik Sprint Testi (RAST).....	40
Şekil 3.18. OptoJump cihazı	40
Şekil 3.19. Çeviklik Test Parkuru	42
Şekil 3.20. HÜFA Testi Parkuru.....	43
Şekil 3.21. İllinois Çeviklik Testi Parkuru.....	44
Şekil 3.22. Kinovea Kinematik Analiz	44
Şekil 4.1. Vücut Ağırlığı Grafiği	50
Şekil 4.2. TBW Grafiği.....	50
Şekil 4.3. Yağ Ağırlığı Grafiği	50
Şekil 4.4. VYY Grafiği	50
Şekil 4.5. YVK Grafiği	50
Şekil 4.6. BKİ Grafiği.....	50
Şekil 4.7. 10 metre Grafiği.....	53

Şekil 4.8. 20 metre Grafiği.....	53
Şekil 4.9. 30 metre Grafiği.....	54
Şekil 4.10. RAST zirve güç Grafiği.....	54
Şekil 4.11. RAST ortalama güç Grafiği.....	54
Şekil 4.12. RAST minimum güç Grafiği	54
Şekil 4.13. RAST yorgunluk indeksi Grafiği.....	54
Şekil 4.14. Sprint Değerlerinin Ön test - Son test % Değişimleri Grafiği	55
Şekil 4.15. AS Yüksekliği Grafiği	57
Şekil 4.16. AS Havada Kalma Süresi Grafiği.....	57
Şekil 4.17. SS Yüksekliği Grafiği.....	58
Şekil 4.18. SS Havada Kalma Süresi Grafiği	58
Şekil 4.19. AS - SS Fark Grafiği	58
Şekil 4.20. DUA Mesafesi Grafiği.....	58
Şekil 4.21. Sıçrama Ön test - Son test % Değişimleri Grafiği.....	58
Şekil 4.22. Illinois Testi Grafiği	60
Şekil 4.23. Topsuz HÜFA testi Grafiği	60
Şekil 4.24. Topla HÜFA testi Grafiği.....	61
Şekil 4.25. HÜFA Teknik İndeks Grafiği.....	61
Şekil 4.26. Çeviklik Ön test - Son test % Değişimleri Grafiği	61
Şekil 4.27. 60° sn ⁻¹ Eks. Tork (Nm) Grafiği.....	63
Şekil 4.28. 60° sn ⁻¹ Eks. Tork (kg ⁻¹) Grafiği	63
Şekil 4.29. 60° sn ⁻¹ Flek. Tork (Nm) Grafiği	64
Şekil 4.30. 60° sn ⁻¹ Flek. Tork (kg ⁻¹) Grafiği	64
Şekil 4.31. 60° sn ⁻¹ H/Q Oranı Grafiği.....	64
Şekil 4.32. 60° sn ⁻¹ Ön test - Son test % Değişimleri Grafiği	64
Şekil 4.33. 120° sn ⁻¹ Eks. Tork (Nm) Grafiği.....	67
Şekil 4.34. 120° sn ⁻¹ Eks. Tork (kg ⁻¹) Grafiği	67
Şekil 4.35. 120° sn ⁻¹ Flek. Tork (Nm) Grafiği	67
Şekil 4.36. 120° sn ⁻¹ Flek. Tork (kg ⁻¹) Grafiği	67
Şekil 4.37. 120° sn ⁻¹ H/Q Oranı Grafiği.....	67
Şekil 4.38. 120° sn ⁻¹ Ön test - Son test % Değişimleri Grafiği.....	68

Şekil 4.39. SS İtme Hızı Grafiği	71
Şekil 4.40. SS Yükselme Hızı Grafiği	71
Şekil 4.41. SS Yere Temas Süresi Grafiği.....	71
Şekil 4.42. CS İtme Hızı Grafiği.....	71
Şekil 4.43. CS Yükselme Hızı Grafiği.....	72
Şekil 4.44. CS Yere Temas Süresi Grafiği	72
Şekil 4.45. DUA İtme Hızı Grafiği.....	72
Şekil 4.46. DUA Yere Temas Süresi Grafiği.....	72
Şekil 4.47. Topuklama Hızı (Dom.) Grafiği	72
Şekil 4.48. Topuklama Hızı (Dom. Olm.) Grafiği.....	72
Şekil 4.49. SS ve CS Hareket Hızı Ön test - Son test % Değişimleri Grafiği	73
Şekil 4.50. DUA ve Topuklama Hareket Hızı Ön test - Son test % Değişimleri Grafiği	73

SİMGELER ve KISALTMALAR

AS	: Aktif Sıçrama
AZD	: Algılanan Zorluk Derecesi
BKİ	: Beden Kitle İndeksi
CK	: Cluster Kompleks
CM	: Santimetre
COD	: Yön değiştirme
CS	: Calf Sıçrama
DUA	: Durarak Uzun Atlama
GK	: Geleneksel Kompleks
KON	: Kontrol
MG	: Minimum Güç
OG	: Ortalama Güç
PAP	: Aktivasyon Sonrası Potansiyasyon
RAST	: Koşu Temelli Anaerobik Sprint Testi
SN	: Saniye
SS	: Squat Sıçrama
TM	: Tekrar maksimum
V	: Hız
VAM	: Vücut Ağırlığı Merkezi
VYY	: Vücut Yağ Yüzdesi
Yİ	: Yorgunluk İndeksi
YVK	: Yağsız Vücut Kütlesi
ZG	: Zirve Güç

1. GİRİŞ

Futbol, oyuncuların oyun sırasında rakipleri yenmek için sprint, sıçrama, yön değiştirme (COD) gibi kısa süreli maksimum ve maksimuma yakın fiziksel çaba göstermelerini gerektiren bir takım sporudur (Stølen, Chamari, Castagna, & Wisløff, 2005; Barnes, Archer, Hogg, Bush, & Bradley, 2014). Bu fiziksel uygunluk yetenekleri, bir oyuncunun müsabakalar ve turnuvalar sırasındaki performans potansiyelini belirlemede çok önemlidir ve alt ekstremitenin kuvveti ve gücü ile bağlantılıdır (Arnason ve ark., 2004). Futbolda kuvveti ve gücü artırmak için kuvvet ve plyometrik antrenman programları yaygın olarak kullanılmaktadır (De Hoyo ve ark., 2016). Kuvvet antrenman programları kuvveti, plyometrik antrenman programları da gücü geliştirebilse de, sıkışık bir haftalık mikro döngü içinde her bir yöntem için bağımsız birim antrenmanlar uygulamak, oyuncular ve antrenörler için zahmetli olabilmektedir (Thapa, Lum, Moran, & Ramirez-Campillo, 2021).

Kompleks antrenman; hem kuvvet egzersizleri hem de plyometrik egzersizleri bir birim antrenman içerisinde barındıran bir antrenman yöntemidir. Bu yöntem, son zamanlarda oldukça popüler hale gelmektedir. Bu yöntemde genellikle benzer yüksek yoğunluklu bir kuvvet egzersizi ve hemen sonrasında düşük yoğunluklu ya da yüksüz bir plyometrik egzersiz formatında çalışmalar gerçekleştirilmektedir. Örneğin; yüksek yoğunluklu bir kuvvet egzersizi 3-4 set şeklinde uygulanır ve sonrasında benzer özellikte düşük yoğunluklu veya yüksüz bir plyometrik egzersiz 3-4 set olarak uygulanır. Bir başka deyişle, antrenmanlardaki egzersizler önce kuvvet egzersizi sonrasında plyometrik egzersiz sıralamasıyla uygulanır. Kompleks antrenman prosedürü, birim antrenman içerisindeki egzersizlerin bu şekilde kombine edilmesine dayanmaktadır. Bu yöntemin birim antrenmanlarda güç yeteneğinin belirleyicisi olan kuvvet ve hız özelliklerinin gelişimine katkı sağlayabildiği (Sáez de Villarreal, Requena, Izquierdo, & Gonzalez-Badillo, 2013) ve bu özellikleri birlikte geliştirme sonucu zaman tasarrufu sağladığı (MacDonald, Lamont, & Garner, 2012; Tredrea M, 2017) ifade edilmekte, bu da futbola özgü çalışmalara daha fazla zaman ayırmaya olanak sağlayabilmektedir.

Futbolcularla yapılan çalışmalar; kuvvet ve pliometrik egzersizlerini birleştiren antrenman uygulamalarının msabakayla ilgili fiziksel bileşenlerde önemli gelişmelere yol açtığını göstermektedir (Kotzamanidis ve ark., 2005; Perez-Gomez ve ark., 2008). Futbol karmaşık bir takım sporudur ve kuvvet özelliklerinin yanı sıra atlama, sıçrama, yön değiştirme, sprint gibi patlayıcı tarzda özellikler gerektirir. Bu nedenle antrenmanlardaki uygulamaların büyük bir kısmı, oyuncuların müsabakanın belirli taleplerine hazırlıklı olmalarını sağlamak için atlama, sıçrama, sprint gibi pliometrik formattaki oyun özelliklerinin gelişimine odaklanmaktadır. Bu durum, oyuncuların kuvvet antrenmanları için haftalık döngü içerisinde çok az zamanlarının olabileceği müsabaka döneminde önemli bir sorundur (Thapa, Lum, Moran, & Ramirez-Campillo, 2021). Bu nedenle, antrenörler özellikle müsabaka döneminde oyuncuların performanslarını arttırabilmek amacıyla bir strateji olarak, kuvvet antrenman programlarına ayrılan zamanı ve hacmi rasyonelleştirme ihtiyaı hissedebilmektedir. Bu bağlamda, hem kuvvet hem de pliometrik egzersizleri tek birim antrenmanda barındıran kompleks antrenman yönteminin futbolda sezon içi müsabaka döneminde uygulanması önem taşımaktadır (Brito, Vasconcellos, Oliveira, Krustup, & Rebelo, 2014).

Kompleks antrenman yönteminde ağır direnç uyaranının motor nöron uyarımını arttırdığı ve sonraki patlayıcı türde egzersizler için optimal antrenman koşulları yarattığı ne sürülmüştür (Ebben, 2002). Ayrıca maksimum güç üretme yeteneğinin, büyük ölçüde sinir sisteminin aktivasyon büyüklüğü ile ilgili kasları aktive etme yeteneğine bağlı olduğu belirtilmektedir (Cormie, McGuigan, & Newton, 2011). Kompleks antrenmanların, aktivasyon sonrası potansiyasyon (PAP) olarak bilinen maksimum veya maksimuma yakın kasılmalar sonrası kasın patlayıcı kapasitesinin arttırılması nedeniyle performansı arttırdığı ifade edilmektedir (Docherty, Robbins, & Hodgson, 2004; Lim & Barley, 2016; Seitz & Haff, 2016). Dolayısıyla kompleks antrenman yönteminin nöromüsküler g ve atletik performansı geliştirmek için umut verici bir yöntem olabileceği, ancak antrenman değişkenlerinin organizasyonuna dair daha fazla çalışmaya ihtiyaç olduğu belirtilmektedir (Freitas, Martinez-Rodriguez, Calleja-Gonzalez, & Alcaraz, 2017).

Kompleks antrenman da dahil olmak üzere tüm antrenman yöntemlerinde performans çıktılarını optimize etmek amacıyla tekrar sayısı, antrenman yükü, egzersiz türü, set sayısı ve dinlenme süreleri gibi değişkenler manipüle edilebilir (Bompa & Haff, 2017).

Belirtilen bu değişkenlerden set içindeki dinlenme süresi, sporcuların maksimum düzeyde performans göstermelerini sağlamak için en kritik kısımlardan biridir. Bir seti kavramsallaştıırken, geleneksel set ve kümeleme set olmak üzere iki genel set yapısı kullanılabilir. Kümeleme set yapısının, set içerisindeki dinlenme süresini manipüle etmenin bir yolu olduğu belirtilmektedir (Haff, ve diğerleri, 2008). Kümeleme set yapısının kendi içerisinde; temel kümeleme, eşit çalışma-dinlenme oranı, dinlenmenin dağıtılması ve dinlenme-duraklama methodu gibi çeşitli formasyonları bulunmaktadır. Temel kümeleme set protokolü antrenmanlarda yaygın olarak kullanılır fakat geleneksel set yapısı ile aynı tekrar sayısı ve setler arası dinlenme süresi barındırmasına rağmen, set içi ve tekrarlar arası uygulanan ekstra dinlenme süreleri sebebiyle toplam dinlenme süresi daha fazla olmaktadır. Bir başka deyişle; set içi ve tekrarlar arası uygulanan dinlenme süreleri toplam dinlenme süresine eklenir. Bu da birim antrenman süresinin uzamasına neden olmaktadır. Bu bağlamda eşit çalışma-dinlenme oranı yapısı da benzerlikler taşımaktadır. Bu protokolde hareketin yapılış süresi kadar dinlenme süresi söz konusudur. Ayrıca toplam tekrar sayısı kontrol edilebilir değildir ve sporcudan sporcuya değişebilir. Kümeleme set yapıları arasında en çok kullanılan protokol dinlenmenin dağıtılması protokolüdür. Geleneksel set yapısıyla aynı tekrar sayısı ve toplam dinlenme süresi içermektedir. İkisi arasındaki farklılık ise toplam dinlenme süresinin toplam tekrar sayısı içerisine eşit olarak dağıtılmasıdır. Bir başka deyişle, toplam dinlenme süresi eşit tutularak, uzun setler arası dinlenmelerin daha kısa ve daha sık dinlenme aralıklarına bölünmesidir (Tufano, Brown, & Haff, 2017).

Kümeleme set yapıları set içi ya da tekrarlar arası dinlenmeler içerdiğinden akut olarak geleneksel set yapısında gözlemlenen hareket hızındaki ve güçteki kaybı azalttığı (Hansen, Cronin, & Newton, 2011; Hardee, Triplett, Utter, Zwetsloot, & McBride, 2012; Moreno, Brown, Coburn, & Judelson, 2014; Garcia-Ramos ve ark., 2015; Oliver ve ark., 2016), sporcuların set içerisindeki tekrarları daha düşük algılanan zorluk ile uygulayabildiğı (Mayo, Iglesias-Soler, & Fernandez-Del-Olmo, 2014; Iglesias-Soler, ve diğerleri, 2016), toplam yük hacmini arttırdığı ve alternatif şekilde aynı sayıda tekrarlarda daha ağır yüklerde çalışılabildiğı (Iglesias-Soler, Carballeira, Sanchez-Otero, Mayo, & Fernandez-Del-Olmo, 2013; Oliver ve ark., 2015; Tufano ve ark., 2017) ifade edilmektedir. Ayrıca tüm bu sebeplerden ötürü klasik, kompleks ve kontrast gibi diğer

antrenman yöntemleriyle de birlikte kullanılabileceği belirtilmiştir (Marshall, Bishop, Turner, & Haff, 2021). Bunlarla birlikte akut olarak dikey sıçrama performansını arttırdığı (Girman, Jones, Matthews, & Wood, 2014; Moreno, Brown, Coburn, & Judelson, 2014), uygulanan hareketlerin tekniğini ve kalitesini daha iyi koruyabildiği (Haff ve ark., 2003; Hardee ve ark., 2013) ve PAP açısından etkili olabileceği (Boullosa, Abreu, Beltrame, & Behm, 2013) belirtilmiştir.

Literatürde kümeleme set yapılarının geleneksel set yapısıyla kronik adaptasyonlar açısından karşılaştırıldığı birkaç çalışma mevcuttur. Bu çalışmalar farklı sonuçlar ortaya koymaktadır. Antrenman programları sonucu kuvvet kazanımı açısından her iki set yapısının benzer sonuçlar gösterdiği (Iglesias-Soler ve ark., 2016), geleneksel set yapısının daha fazla kuvvet kazanımı sağladığı (Lawton, Cronin, Drinkwater, Lindsell, & Pyne, 2004; Goto, Ishii, Kizuka, & Takamatsu, 2005; Hansen, Cronin, Pickering, & Newton, 2011; Zarezadeh-Mehrizi, Aminai, & Amiri-khorasani, 2013) ya da aksine kümeleme set yapılarının daha fazla kuvvet kazanımı sağladığı (Oliver ve ark., 2013; Samson & Pillai, 2018) tespit edilmiştir. Antrenman programları sonucu güç açısından her iki set yapısının da benzer artışlar gösterdiği (Lawton, Cronin, Drinkwater, Lindsell, & Pyne, 2004; Hansen, Cronin, Pickering, & Newton, 2011; Iglesias-Soler ve ark., 2016) ya da kümeleme set yapısının daha büyük artış gösterdiği (Oliver ve ark., 2013; Zarezadeh-Mehrizi, Aminai, & Amiri-khorasani, 2013; Asadi & Ramirez-Campillo, 2016) tespit edilmiştir. Yapılan bir derleme çalışmada, her iki set yapısının da benzer kassal ve nöromusküler adaptasyonlar gösterdiği ifade edilmiştir (Davies, Tran, Hogan, Haff, & Latella, 2021). Fakat ilgili literatürde antrenman programları sonucu geleneksel set yapısı kullanılarak kümeleme set yapılarına göre daha yüksek güç değerleri elde edilebildiği sonucuna varan çalışmaya rastlanmamıştır.

Araştırmacılar tarafından şimdiye kadar akut ve kronik adaptasyonların incelenmesi amacıyla çeşitli antrenman yöntemleri farklı set protokolleri kullanılarak uygulanmıştır. Bu çalışmalar farklı yaş kategorilerinde çeşitli spor dallarındaki amatör ve profesyonel sporcularla, rekreasyonel olarak aktif bireylerle, antrenmanlı ve antrenmansız bireylerle yürütülmüştür. Yaygın olarak kullanılan antrenman yöntemlerinden kompleks antrenman yöntemine ilgi, birim antrenman içerisinde farklı motorik özelliklere yönelik çalışmalar barındırdığından son zamanlarda oldukça artmıştır. Futbolcularda kompleks antrenman

yönteminin akut ve kronik etkilerini araştıran çalışmalar, bu yöntemin etkinliği ortaya koymaktadır. Bununla birlikte kullanılan antrenman yönteminin hangi set yapısıyla uygulanacağı, antrenman hedefleri ve verimi açısından son derece önemlidir. Kompleks antrenman yönteminin etkinliğini araştıran çalışmalar genellikle geleneksel set yapısıyla uygulanmıştır. Diğer antrenman yöntemleri set içi ya da tekrarlar arası dinlenmeler içeren kümeleme set yapılarıyla uygulanmasına rağmen, kompleks antrenman yönteminin kümeleme set yapılarıyla uygulandığı çalışmalar sayıca oldukça azdır. Bununla birlikte bu çalışmaların çoğunda kompleks antrenmanın kuvvet bölümünde kümeleme set yapısı uygulanırken, yalnızca bir çalışmada hem kuvvet hem pliyometrik bölümünde kümeleme set yapısı uygulanmıştır. Fakat söz konusu çalışmaların tümü akut adaptasyonlara odaklanmıştır. İlgili literatürde kompleks antrenmanın sadece pliyometrik bölümünde kümeleme set yapılarının kullanıldığı bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bununla birlikte bu protokolün futbolcularda kronik adaptasyonlarına odaklanan bir çalışmaya da rastlanmamıştır. Bu gerekçelerden hareketle bu çalışmanın amacı, futbolcularda müsabaka dönemi içerisinde kompleks antrenman programlarında yer alan kuvvet ve pliyometrik egzersizlerin farklı set yöntemleriyle uygulanmasının izokinetik kuvvet, sprint, sıçrama, çeviklik ve hareket hızı gibi bazı motorik özelliklere etkilerinin incelenmesidir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Futbol

Futbol, istisnasız her ulusta erkekler, kadınlar ve çocuklar tarafından oynanan dünyanın en popüler spor türüdür. Futbolun zengin bir tarihi vardır, ancak günümüzde bilinen haliyle 1863 yılında Futbol Federasyonu'nun kurulmasıyla resmîyet kazanmıştır. Kısa sürede Avrupa ülkelerine, sonra Güney Amerika ve diğer kıtalara yayılmıştır. Dünyada futbolun yönetim kurumu olan Uluslararası Futbol Birliği Federasyonu (FIFA), 1904 yılında kurulmuştur. Tarihteki ilk olimpiik futbol müsabakası federasyonunun kurulmasından 4 yıl sonra yapılmıştır. (Reilly & Williams, 2003).

2.1.1. Futbol Oyun Özellikleri

Futbol, normalde takım başına 11 oyuncu ile oynanan bir takım sporudur. 12 yaşından küçük yaş gruplarında (ve diğer bazı durumlarda) takım başına 7 oyuncu ile daha küçük sahalarda oynanır. Saha ölçüleri en fazla 68 m genişliğinde ve 105 m uzunluğunda olup, yüzeyi çimen veya toprak olan sahalarda oynanır. Son zamanlarda suni çim zeminlerde kullanılmaya başlanmıştır. Futbol oyun süresi, normalde devre arasında 15 dakikalık bir mola ile 45 dakikalık iki yarı olmak üzere toplam 90 dakikadadır. Alt yapı yaş gruplarında bu süreler daha az olacak şekilde değişiklik gösterir (Ekblom, 1986).

2.1.2. Futbolun Fizyolojik Temelleri

Bir futbol oyununda elit seviyedeki oyuncular 90 dakika boyunca anaerobik eşığe yakın bir ortalama yoğunlukta (maksimum kalp atış hızının %80-90'ı) yaklaşık 10 km koşmaktadır. Bu dayanıklılık bağlamında, savunmaya karşı dengeyi ve topun kontrolünü korumak için sıçrama, topa vurma, dönme, sprint atma, hız değıştirme, yön değıştirme ve güçlü kasılmaları devam ettirme dahil olmak üzere çok sayıda patlayıcı aktivite gereklidir. Futbol sürekli olmayan yüksek yoğunluklu aralıklı bir spordur. Ulusal üst düzey ve uluslararası futbol; kalp atım hızı ve vücut ısı ölçümleri değeriendirildiğinde oyuncunun aerobik gücü ve dayanıklılığı üzerine yüksek talepler gerektirir. Ayrıca uluslararası başarılı futbolcuların maksimum aerobik gücü yüksektir. Bu nedenle, maksimal aerobik güce özgü antrenmanların zaten teknik olarak yetenekli ve taktiksel özelliğı yüksek oyuncular için fiziksel antrenman programların temel parçalarından biri olması gerektiğı

belirtilmektedir (Davis & Brewer, 1993; Ekblom, 1986; Reilly, Bangsbo, & Franks, 2000; Strøyer, Hansen, & Hansen, 2004).

Yüksek kaliteli futbol aynı zamanda anaerobik güce olan yüksek taleplerle de nitelendirilir. Oyun sırasında kan laktat konsantrasyonu şaşırtıcı derecede yüksektir. Devre arasında ve oyunun bitiminden sonra 10 ila 12 mmol/L civarındaki değerler sıklıkla ölçülür. Kas glikojen depoları bir müsabakanın sonunda ve hatta birçok oyuncuda devre arasında boşalır. Bu, oyundan önceki gün veya günlerde çalışan kaslarda gerekli yüksek glikojen içeriğini sağlamak için farklı prosedürlerin gerçekleştirilmesi gerektiği anlamına gelir. Alt uzuvlardaki maksimum dinamik ve izometrik kas kuvveti, başarılı futbolcularda daha düşük seviyedeki oyunculara kıyasla üstün değildir. Hem sıradan antrenmanlar hem de oyunlar alt uzuvların esnekliğini azaltırken, bu fizyolojik parametreler bir futbol maçında değişmez. Bu nedenle sonraki antrenmanlarda veya maçlarda hareket açıklığını artırmak için antrenman ve oyunlardan sonra uygun esnetme programları uygulanmalıdır. Germe hareketleri, normal ısınmadan sonra bir antrenman veya oyun öncesi hazırlık kısmına dahil edilmelidir, çünkü bu tür bir prosedürün bazı futbol yaralanmalarını önleyebileceği açıkça belirtilmiştir (Ekblom, 1986; Hoff & Helgerud, 2004; Manson, Brughelli, & Harris, 2014; Reilly & Williams, 2003; Stølen ve ark., 2005).

2.2. Motorik Özellikler

Her bir sportif etkinlik öncelikli bir motorik özellik ile belirlenmektedir. Buna karşın sportif etkinlikleri karşılaştıran çalışmalar, çok sayıda motorik özelliğin spor dalı üzerinde etkili olduğunu göstermektedir. Genel olarak motorik özelliklerin kuvvet, sürat, dayanıklılık, esneklik ve koordinasyon (beceri) olduğu bilinmektedir. Bunlara ek olarak; çeviklik, patlayıcı kuvvet (güç), sıçrama ve hareket hızı gibi kuvvet ve sürat özelliklerinin etkileşimleriyle ortaya çıkan performans değişkenleri birçok spor dalında olduğu gibi futbolda da ön plana çıkmaktadır (Bompa & Haff, 2017).

2.2.1. Kuvvet

Kuvvet, bir kasın veya kas grubunun üretebileceği en yüksek seviyedeki direnç veya tork (dönme kuvveti) olarak tanımlanabilir. Nöromüsküler sistemin bir dış dirence karşı kuvvet üretme yeteneği olarak da başka bir şekilde tanımlanabilmektedir. Kuvvet, hemen hemen tüm spor dallarındaki sportif verim düzeyi ile yüksek derecede ilişki içerisindedir. Bu

motorik özelliğın geliştirilmesine yönelik yapılan çalışmalar, çoğu sporsal etkinlik için temel belirteç olarak görülmektedir (Haff, Whitley, & Potteiger, 2001; Bomp & Haff, 2017).

Bir sporcunun uygulayabileceği maksimum kuvvet, yedi temel faktöre bağlı olarak değişkenlik gösterebilmektedir. Bunlar;

- ✓ Harekete katılan motor ünitelerin sayısı (katılım),
- ✓ Motor nite ateşleme hızı (oran),
- ✓ Motor nite senkronizasyon miktarı,
- ✓ Gerilme-kısalma döngüsünün kullanımı,
- ✓ Nöromüsküler inhibisyon derecesi,
- ✓ Kas lifi tipi,
- ✓ Kas hipertrofisinin derecesi' dir (Bomp & Haff, 2009).

Kuvvet, birçok farklı yapıya sahip oldukça kapsamlı ve karmaşık bir motorik özelliktir. Bu özelliği daha iyi anlayabilmek ve farklılıkları ortaya koyabilmek amacıyla bazı sınıflandırmalar yapılmıştır. Bu sınıflandırmalardan birincisi amaçlarına göre genel kuvvet ve özel kuvvet olarak ikiye ayrılmasıdır. Genel kuvvet; herhangi bir spor dalına özgü olmayan vücudun tüm kaslarının kuvvet seviyesi olarak tanımlanmaktadır. Özel kuvvet ise, spor dalının gerektirdiği kasların ve kas gruplarının kuvvet seviyesi olarak tanımlanmaktadır. İkinci sınıflandırma; büyüklük açısından maksimal kuvvet, çabuk kuvvet ve kuvvette devamlılık olarak e ayrılmasıdır. Maksimal kuvvet; sinir-kas sistemin istemli şekilde kasılmasıyla ortaya çıkan en yüksek kuvvet seviyesidir. abuk kuvvet; kas kitlesinin en yüksek hızda ürettiği kuvvet olarak tanımlanır. Kuvvette devamlılık ise, kas kitlesinin yorgunluğa karşı direnebilme kapasitesi olarak tanımlanır. nc sınıflandırma; kas kasılma biçimine göre dinamik ve statik kuvvet olarak ayrılmasıdır. Dinamik kuvvet izotonik kasılma sonucu ortaya çıkan kuvvet iken, statik kuvvet kas ya da kas grubunun dirence karşı kas boyunu koruduğu izometrik kasılmayla ortaya çıkan kuvvet olarak tanımlanır. Dördüncü sınıflandırma; mutlak ve rölatif kuvvet olarak ikiye ayrılmasıdır. Mutlak kuvvet; kişinin vücut ağırlığı dikkate alınmaksızın üretilen toplam kuvvet seviyesi olarak tanımlanırken, rölatif (görece) kuvvet ise kişinin

vücut ağırlığının dikkate alınarak üretilen maksimal kuvvet ile vücut ağırlığının oranı olarak tanımlanmaktadır (Bompa & Haff, 2017; Muratlı & Hindistan, 2018).

2.2.2. Sürat

Sürat, genel olarak bir mesafeyi hızlı bir şekilde kat etme yeteneği olarak tanımlanmaktadır. Sürat; çeviklik ve süratte devamlılıkla birlikte çeşitli spor dallarında performansı etkileyebilecek çok önemli yeteneklerdir. Ayrıca bu yetenekler birbirleriyle güçlü ilişkili içerisindedir ve büyük ölçüde sporcuların kas gücüne bağlıdır. Sürat, çeviklik ve süratte devamlılık antrenmanlarını yıllık antrenman planına entegre etmek ve belirli antrenman değişkenlerini manipüle etmek performans kapasitesini en uygun hale getirebilir. Bu nedenle; bu yetenekleri etkileyen faktörleri anlamak, antrenörlerin performansı en üst düzeye çıkaran spora özel antrenman planları geliştirmelerini sağlamaktadır (Bompa & Haff, 2009). Doğrusal yönde hızlı hareket etme yeteneği, birçok spor dalında başarılı performansın ayrılmaz bir parçasıdır. Doğrusal yönde sprint üç ayrı aşamada değerlendirilir. Bunlar; ivmelenme, maksimum hıza ulaşma ve maksimum hızı korumadır (Delecluse ve ark., 1995; Moir ve ark., 2007).

İvmelenme, minimum sürede hareket hızını artırma yeteneğidir. İvmelenme, 5m veya 10m gibi kısa mesafelerde sprint performans yeteneklerini belirler ve genellikle hız (m/s) veya zaman birimi (saniye ya da dakika) olarak ölçülür (Murphy, Lockie, & Coutts, 2003). Futbol gibi birçok spor dalında performansın temelinde ivmelenme yeteneği yatmaktadır. Bir futbol maçı sırasında, ortalama sprint mesafesi 17m civarındadır ve bu mesafe aralığı 1,5 ile 105m arasındadır (Bangbo, 1994). Genellikle sprintler sporcu daha yavaş hızlarda hareket ederken başlatılır. Özellikle ilk birkaç adımda hızlı bir şekilde ivmelenme yeteneği etkili performans için esastır. Bu bilgiler, ivmelenme aşamasını hedefleyen bir sprint antrenman programının belirli güç özelliklerini ve mekanik becerileri geliştirmesi gerektiğini ortaya koymaktadır (Young ve ark., 2001).

Bir sprintin hızlanma aşamasını tamamladıktan sonra, sporcu maksimum koşu hızına ulaşır. Sporcular yüksek ivmelenme kapasitesine sahip olabilir, ancak bir sprintin bu aşamasında yüksek hızlara ulaşma ve bunları koruma yeteneği eksik olabilir. Bu da ivmelenme ve maksimum koşu hızının çok özel sprint nitelikleri olduğunu göstermektedir (Delecluse C, 1997; Young ve ark., 2001). Bir sprintin hızlanma ve maksimal hız

bölümlerinin kinematiğindeki farklılıklar bu değerlendirmeyi desteklemektedir ve koşu mekaniğinin ve spesifik kuvvet niteliklerinin maksimal koşu hızını geliştirmede rol oynadığını göstermektedir (McBride ve ark., 2002; Murphy, Lockie, & Coutts, 2003).

Doğrusal bir sprintin son aşaması, sporcunun maksimum hızı korumasını gerektirir. Sporcu maksimum hızda hareket etmesine rağmen, yorgunluğun gelişimi sporcunun güç çıktısını, etkili koşu mekaniğini ve dolayısıyla hızı sürdürme yeteneğini etkilemeye başlar. Bir maksimal sprint sırasında oluşan yorgunluk, vücudun hızlı glikolitik orana tepki olarak oluşan laktik asidi tamponlama yeteneğiyle ilişkili görünmektedir (Ross & Leveritt, 2001). Laktik asit arttıkça sporcunun kuvvet uygulama kapasitesini azaltabilen (Stackhouse, Reisman, & Binder-Macleod, 2001) ve koşu mekaniği ile mekanik verimde bozulmaya yol açabilen hidrojen iyonlarının (H^+) birikmesi ortaya çıkar. Kısa ve uzun aralıklı sprint antrenman programları kas tamponlama kapasitesini geliştirmede ve yorgunluğu azaltmada etkili görünmektedir (Dawson ve ark., 1998; Laursen & Jenkins, 2002).

2.2.3. Çeviklik

İvmelenme yeteneği önemli bir beceri olmakla birlikte, sporcunun spor dalının gerektirdiği koşullara tepki olarak hızla yön değiştirebilmesi de gerekmektedir (Little & Williams, 2005; Bloomfield ve ark., 2007). Durma, hızla yön değiştirme ve dış uyarana tepki olarak ivmelenme yetenekleri birçok spor dalı için son derece gereklidir (Gabbett, Kelly, & Sheppard, 2008). Bu yetenekler çevikliğin bir ifadesi olarak değerlendirilebilir. Bazı kaynaklar çabukluk terimini çeviklik veya yön değiştirme hızı ile eş anlamlı olarak kullanmaktadır. Bununla birlikte, çabukluk tanımının yavaşlamayı veya yön değiştirmeyi dikkate almadığını ve çabukluğun kendi başına çevikliğe katkıda bulunduğu ileri sürülmüştür (Little & Williams, 2005; Sheppard & Young, 2006).

Literatür çevikliğin yalnızca hızı değil aynı zamanda yavaşlama, yön değiştirme ve dış uyaranlara tepki olarak yeniden hızlanma yeteneğini de dikkate alması gerektiğini göstermektedir. Genel anlamda çeviklik; sporcunun bir dış uyarana hızlı bir yavaşlama, yön değiştirme ve yeniden hızlanma ile tepki vermesi için bir araya gelen, birbirine bağlı karmaşık bir dizi beceridir. Ayrıca çevikliğin sporcunun algısal ve karar verme

yeteneğinden ve hızla yön değiştirme yeteneğinden etkilendiği belirtilmiştir (Young, James, & Montgomery, 2002; Sheppard & Young, 2006).

Çevikliği etkileyen faktörler iki ana başlıkta incelenmektedir. Bunlardan biri algılama ve karar verme faktörleri iken, diğeri yön değiştirme hızına bağlı faktörlerdir.

Algılama ve karar verme faktörleri;

- Görsel odaklanma
- Beklenti
- Beceri düzenleme
- Taktik bilgi 'dir.

Yön değiştirme hızına bağlı faktörler;

- Teknik (vücut pozisyonu, bacak hareketi, kol hareketi ve yavaşlama mekaniği)
- Sprint hızı
- Kas özellikleri (maksimal kuvvet, reaktif kuvvet, güç, kuvvet gelişim oranı ve gerilme-kısalma döngüsü) 'dir (Young, James, & Montgomery, 2002; Sheppard & Young, 2006).

2.2.4. Çabuk Kuvvet (Güç)

Çabuk Kuvvet (Güç) temel olarak hızlı ve yüksek hızlarda kuvvet geliştirme yeteneği olarak tanımlanmaktadır. Güç yeteneği, birçok spor dalında olduğu gibi özellikle kısa sürede yüksek seviye kuvvet gerektiren hareketlerin olduğu spor dallarında oldukça önemlidir ve sıklıkla ön plana çıkmaktadır (Bompa & Haff, 2009).

Kuvvet ve hız arasındaki etkileşim, dış direnç arttıkça hareket hızının azaldığı ters bir ilişkinin var olduğunu göstermektedir (Kawamori & Haff, 2004). Periyodik olarak uygulanan kuvvet antrenmanlarının kuvvet-hız eğrisini değiştirme potansiyeline sahip olduğu belirtilmektedir (Duchateau & Hainaut, 1984; Moss ve ark., 1997; Jones ve ark., 2001). Araştırmacılar ağır kuvvet antrenmanının patlayıcı kuvvet antrenmanı ile görülenlerden daha farklı adaptasyonlara neden olduğunu ileri sürmektedir (Häkkinen & Komi, 1985; Wilson ve ark., 1993; Kawamori & Haff, 2004). Örneğin, ağır yük kullanımına odaklanan bir kuvvet antrenman programının, kuvvet-hız eğrisinin yüksek kuvvet kısmını değiştirme konusunda daha büyük bir potansiyele sahiptir. Fakat, patlayıcı

kuvvet antrenman programının, eğrinin yüksek hız bölümünü değiştireceği ifade edilmiştir (Kawamori & Haff, 2004).

Patlayıcı kuvvet antrenmanının kuvvet-hız eğrisinin yüksek hız kısmı üzerindeki etkisinin sporcuların patlayıcı kas kuvvetini veya kuvvet gelişim oranını değiştirme potansiyeline sahip olduğu yapılan çalışmalarla desteklenmektedir (Häkkinen & Komi, 1985; Haff, ve ark., 2005; Holtermann ve ark., 2007). Kuvvet gelişim oranı, kuvvetin ne kadar hızlı geliştirildiğini gösterir ve kuvvetteki değişimin zamandaki değişime bölünmesiyle hesaplanır. Sprint, sıçrama, fırlatma gibi patlayıcı hareketler içeren spor aktiviteleri için yüksek bir kuvvet gelişim oranı üretme yeteneğinin çok önemli olduğu görülmektedir ve sınırlı bir zaman diliminde (~50-250 ms) güç üretilmesini gerektirir. Bu süre genellikle maksimum güce ulaşma süresinden (>250 ms) önemli ölçüde daha azdır (Haff ve ark., 1997; Andersen & Aagaard, 2006). Bununla birlikte, maksimal güç ve kuvvet gelişim oranı birbiriyle ilişkilidir (Mirkov ve ark., 2004). Ayrıca her ikisi de spor performansı ile ilişkilidir. Çünkü her iki değişken de hareket hızını etkileyen ivmelenme yeteneği ile ilişkili olduğu belirtilmiştir (Andersen & Aagaard, 2006).

İnsan hareketinde hem kuvvet hem de hız değişkenleri birlikte gücü oluşturur (Kawamori & Haff, 2004). Maksimal kuvvet üretme kapasitesi, güç üretme kapasitesinin ana etkenidir. Güç üretme kapasitesinin veya performans oranının spordaki en önemli özellik olduğu ifade edilmektedir (Haff, Whitley, & Potteiger, 2001; Kawamori & Haff, 2004). Aslında sporcuların çeşitli güç üretme kapasitesi, sportif performans seviyeleri arasında farklılık olduğunu göstermektedir (Fry & Kraemer, 1991; Barker ve ark., 1993). Genellikle performansta iki tür güç çıkışı önemlidir. Bunlar; maksimum güç çıkışı ve ortalama güç çıkışıdır. Maksimum güç çıkışı en çok sıçrama, sprint, ağırlık kaldırma, yön değiştirme ve vurma gibi tek eforlu maksimal performanslarla ilişkilidir (Thomas, Fiatarone, & Fielding, 1996; Baker, 2001). Bunun tersine ortalama güç çıkışı ise dayanıklılık koşusu, bisiklete binme ve kayak gibi tekrarlayan hareketlerin performansı ile ilişkilidir (Noakes, 1988; Tanaka & Swensen, 1998; Østerås, Helgerud, & Hoff, 2002).

2.2.4.1. Sıçrama

Sıçrama temel anlamıyla sporcuların kendi vücut ağırlığına karşı yere uyguladığı kuvvet olarak tanımlanır. Ayaklarla ani şekilde yeri iterek kısa sürede havaya yükselme veya

ayakların itme gücüyle vücudu yerden ayırıp uzağa ya da havaya fırlatma gibi tanımlamalar da yapılmaktadır. Maksimal bir sıçrama, hızlı bir bacak uzatma sırasında vücudun büyük bir ivmeyle en yüksek dikey ve/veya yatay mesafeyi kat etmeyi amaçlar. Dolayısıyla sporcunun vücut kütleini sabit konumundan en yüksek sıçrama performansına ulaştırması, hızlı bir alt ekstremitte ekstansiyonu sırasında büyük miktarda dış kuvvet üretilmesine bağlıdır (Samozino ve ark., 2010).

Sıçrama yeteneği gövde, kollar ve bacaklardaki birkaç kas ya da kas grubunun koordinasyonunu gerektiren karmaşık bir harekettir. Ayrıca dikey sıçrama yeteneği, geniş bir popülasyonda kabul edilmiş olarak alt ekstremitte kuvvetinin güvenilir bir göstergesidir (Rittweger ve ark., 2004; Farias ve ark., 2013). Dikey sıçramanın kalitesi güç ve olmak üzere iki temel motor niteliğin birleşimidir. Dikey sıçrama temel olarak üç temel faktöre bağlıdır. Bunlar; aynı anda kasılan kas lifleri (kas içi koordinasyon), aktif kas liflerinin kasılma hızı ve kas liflerinin kasılma yeteneği (lif kalınlığı, enine kesit)‘ dir.

Sıçrama yeteneği, özellikle futbol, basketbol, voleybol, hentbol gibi çeşitli temel spor dallarında performansı belirleyen faktörlerden biridir. Pliometrik tarzda uygulanan temel egzersizlerin başında sıçrama egzersizleri (dikey sıçrama, yatay sıçrama, derinlik sıçramaları, sekmeler vb.) gelir (Chu, 1998). Antrenörler ve çalıştırıcılar, sporcularının sıçrama yeteneğini artırmak için sürekli olarak yeni egzersizler bulmaya çalışırlar. Alıştırmalar sadece daha fazla sıçrama yüksekliği sağlamakla kalmamalı, aynı zamanda çok verimli olmalıdır. Bunun nedeni, sezon boyunca genellikle antrenman seansları için çok az zaman bulunması ve antrenman seanslarının tamamen sıçrama becerisini geliştirmeye ayrılamamasıdır. Diğer yetenekler (örn. çeviklik, yön değiştirme vb.) de geliştirilmeli ve oyun stratejilerinin tekrarları yapılmalıdır. Egzersizlerle karşılanması gereken üçüncü bir gereklilik ise minimum yaralanma riskinin oluşturulmasıdır (Bobbett, 1990).

2.2.4.2. Hareket Hızı

Antrenörler ve sporcular gerçek zamanlı geri bildirim ile antrenman sahasında sporcuların performansını izlemek ve değerlendirmek için kullanımı kolay test araçlarına ihtiyaç duymaktadır. Bu bağlamda kinematik değişkenlerin analizleri, egzersizle kuvvet ve güç çıktılarını tahmin etmek için giderek daha fazla kabul görmektedir. Hareket hızı,

uygulanan kuvvet miktarı ile doğrudan bir ilişkiye sahip olduğundan, egzersiz yoğunluğunu izlemek için giderek daha fazla kullanılmaktadır (Miletello, Beam, & Cooper, 2009; Sanchez-Medina, Perez, & Gonzalez-Badillo, 2010).

Kuvvet antrenmanında hareket hızını ele alan araştırmaların çoğu ideal veya yaygın bir antrenman ortamı olmayan izokinetik dinamometreyi kullanan çalışmalardır. Her bir tekrarda gerçekleştirilen gerçek hız, sporcunun maruz kaldığı gerçek eforu ölçmek için en iyi referans olabilir. Bu, yeni ve çok daha doğru ve rasyonel bir antrenman paradigması olan “hıza dayalı kuvvet antrenmanı” denilen iyi ölçülmüş bir antrenman yöntemiyle başarılabılır. Söz konusu antrenman yönteminde hız çeşitli hız ölçer cihazlar, materyaller ve programlar kullanılarak belirlenebilmektedir (Gonzalez-Badillo, Marques, & Sanchez-Medina, 2011; Balsalobre-Fernández ve ark., 2017; Martinopoulou ve ark., 2022). Hareket hızı aynı zamanda bağlı yükün (% 1RM) iyi bir tahmini olarak da kullanılabilir ve ayrıca kuvvet antrenmanının neden olduğu nöromüsküler yorgunluğun kesin bir göstergesidir (Gonzalez-Badillo & Sanchez-Medina, 2010; Sanudo ve ark., 2016).

2.3. Kuvvet Antrenmanı

Kuvvet antrenmanının; kuvvet, güç ve hız gibi birkaç temel atletik bileşeni geliştirmek için etkili bir strateji olduğu belirtilmektedir (Bobbert & Van Soest, 1994; Stone ve ark., 2000; Seitz ve ark., 2014; Gentil, Fisher, & Steele, 2017). Bir kuvvet antrenman programı tasarlarken, istenen antrenman sonucunu elde etmek için hareket tipi, antrenman yükü, antrenman hacmi, set konfigürasyonu, setler arasındaki dinlenme süresi, hareket amacı ve egzersiz sırası gibi çeşitli değişkenler dikkate alınmalıdır. Tipik olarak, kuvvet egzersizlerinin hareket açıklığı boyunca dış yük sabittir. Bununla birlikte, sabit kuvvet antrenmanı belirli eklem açılarında mekanik dezavantajların bir sonucu olarak maksimum kas aktivasyonunu ortaya çıkarmak için en elverişli yol olmayabilir (Kompf & Arandjelović, 2016). Alternatif olarak, örneğin elastik bantların serbest ağırlıklarla birleştirildiği değişken kuvvet antrenmanı, tüm hareket açıklığı boyunca dış yükü değiştirebilir (Frost, Cronin, & Newton, 2010). Böyle bir yükleme modelinin, örneğin squat gibi artan bir kuvvet eğrisine sahip egzersizleri büyük ölçüde barındırdığı düşünülmektedir (Wallace, Bergstrom, & Butterfield, 2018).

Kuvvet antrenmanı, uzun yıllardır yoğun bir şekilde uygulanmaktadır ve çok yönlü bir antrenman programının ayrılmaz bir parçasıdır. Kuvvet antrenmanının bazı hastalıkların tedavisi ve önlenmesinin yanı sıra spor performansındaki gelişmelere katkıda bulunduğu belirtilmektedir. Kuvvet antrenmanının; kaslarda kuvvet, hipertrofi, kas dayanıklılığı ve gücünde artışlara yol açan kronik adaptasyonları uyardığı bilinmektedir. Literatürdeki çalışmalar farklı kas özelliklerine en iyi nasıl ulaşılacağını daha iyi anlayabilmek için kuvvet egzersizi programlarında yer alan farklı değişkenlerin manipüle edilmesine odaklanmaktadır (Freitas de Salles ve ark., 2009).

2.3.1. Kuvvet Antrenmanının Fizyolojisi

Kas kuvveti gelişimi; kas kesit alanı ve yapısı, kas-tendinöz sertliği, motor ünite katılımı, motor ünite senkronizasyonu ve nöromüsküler inhibisyon gibi morfolojik ve nöral faktörlerin bir kombinasyonu ile desteklenmektedir (Suchomel ve ark., 2018).

Kuvvet antrenman çerçevesi bir dizi aşamaya bölünebilen bir süreçten oluşmaktadır. İlk aşamada, örneğin ağırlık kaldırma gibi egzersizleri gerçekleştirme becerisinde hızlı bir gelişme olur ve bu da kas kasılmalarının doğru sırasının merkezi sinir sisteminde bir motor kalıp olarak yerleştirildiği bir öğrenme sürecinin sonucudur. Bu aşama, kasların boyutunda veya kuvvetinde artış olmaması ya da çok az artış olmasıyla ilişkilidir. İkinci aşama, anatomik kesitte eşleşen bir artış olmadan meydana gelen kasların kuvvetindeki artıştır. Bunun mekanizması net değildir ancak artan nöral aktivasyonun ya da lif düzenindeki veya bağ dokusu içeriğindeki bazı değişikliklerin bir sonucu olabilir. Üçüncü aşama, bilimsel çalışmaların genellikle sona erdiği bir noktada, atletik olmayan deneklerin tekrarlanan antrenman ve testlerden yorulmaya başladığı yaklaşık 12 haftada başlar. Bu noktadan sonra antrenman devam ederse, egzersiz yapılan kasların hem boyutunda hem de kuvvetinde yavaş ama istikrarlı bir artış olur. Bu değişiklikler için uyarının devam etmesiyle, uyarın neredeyse tamamen kasta yüksek güçler içerir ve muhtemelen uydu hücrelerinin bölünmesini ve mevcut kas liflerine dahil edilmesini teşvik eden bir tür hasara neden olur (Jones, Rutherford, & Parker, 1989).

Kuvvet antrenmanlarında yorgunluk üç farklı yolla oluşmaktadır. Bunlardan birincisi merkezi sinir sisteminin motor ünite aktivasyonunu ortaya çıkarma yeteneğinin azalmasıyla oluşan merkezi yorgunluktur (Macintosh & Rassier, 2002; Babault ve ark.,

2006). İkincisi sinirsel girdiye karşı azalmış kasılma tepkisine neden olan nöromüsküler kavşaktaki biyokimyasal değişikliklerden kaynaklanan nöromüsküler yorgunluktur (Bigland-Ritchie ve ark., 1978). Üçüncüsü ise lokal asidoz ve metabolik yan ürünlerin birikmesi yoluyla kas enzim aktivitesinin bozulmasıyla ilişkili metabolik yorgunluktur (Debold, Beck, & Warshaw, 2008; Walker ve ark., 2009).

2.4. Pliyometrik Antrenman

Pliyometrik egzersizler genel anlamda, bir kas ya da kas grubunun mümkün olan en kısa sürede maksimum kuvvet seviyesine ulaşmasını sağlayan egzersizler olarak tanımlanmaktadır. Pliyometrik antrenman, doğası gereği çok özeldir ancak uygulanabilirliği çok geniştir. Alt ekstremiteler için, sporcunun dikey veya yatay hızlanmasını geliştirmek amacıyla tasarlanmıştır. Koşma ve sıçramadaki tüm hareketler basitçe yere karşı dikey veya yatay bir kuvvetin uygulanmasıdır. Ayrıca yön değiştirmeler de bu kategoride yer almaktadır. Pliyometrik antrenman hemen hemen her spora uyarlanabilir ve sporcular gerçekleştirdikleri hareketleri geliştirmeye yardımcı olan egzersizler yapmalıdır (Chu, 1998).

Pliyometrik antrenman, kısa süreli yüksek şiddetli egzersizlerle vücudun hızlanması için gerekli kasın gerilmesi ve sonra kısılması olarak tanımlanan gerilme-kısalma döngüsü ile oluşan egzersizlerin kullanıldığı antrenman yöntemidir. Bu antrenman yöntemi doğru ve verimli uygulandığında sporcuların patlayıcı kuvvetlerini geliştirerek sportif performansı artırır. Bu nedenle kuvvet ve sürat özelliği arasında bağlantı olan bu egzersizlerin sporcuların antrenman programlarına dahil edilmesi performans artışı için oldukça önemlidir (Chu, 1998; Murray & Kenney, 2017).

2.4.1. Pliyometrik Antrenmanın Fizyolojisi

Pliyometrik egzersizler genellikle üç farklı aşamada değerlendirilmektedir. Bir pliometrik hareketin ilk aşaması, yükleme aşaması olarak sınıflandırılabilir. Yükleme aşamasında, alt ekstremitede tipik olarak yerçekimi önleyici kaslar olan ana hareket ettiricilerin ve sinergistlerin kas-tendon birimleri, ekleme uygulanan kinetik enerji veya yüklemenin bir sonucu olarak gerilir. Bu sırasında kas-tendon ünitesinin gerilmesi, gerilme yokluğuna kıyasla güç üretimi ve performansın artmasıyla sonuçlanan gerilme-kısalma döngüsünü ortaya çıkarır. (Bobbett ve ark., 1996; Rassier & Herzog, 2005).

Pliyometrik hareketin ikinci aşaması bağlanma aşaması olarak adlandırılmaktadır. Yükleme ve boşaltma aşaması arasındaki geçiş, bağlanma aşaması olarak tanımlanmaktadır. Bu aşama, rehabilitasyon literatüründe yaygın olarak amortisman aşaması olarak bilinir ve aktarım aşaması olarak da adlandırılır (Wilk ve ark., 1993; Horita ve ark., 2002). Bu aşama genellikle yarı izometrik kas hareketinin bir periyodudur. Çoğunlukla, eklem açısı, dikey yer reaksiyon kuvveti veya vücudun kütle merkezi yön değiştirmek üzereyken kas fasikül uzunluğu değişmez. Bağlanma aşaması, pliyometrik egzersizin kesin aşamasıdır. Geçiş sürekli değilse, gerilme-kısalma döngüsünün faydaları kaybolacağından aktivite artık pliyometrik olarak kabul edilmeyecektir. Eklem hareketinde gözle görülür bir duraklama ile gerilme-kısalma döngüsünü içeren egzersizler, kas güçlendirme avantajlarına sahip olabilir (Bosco, Komi, & Ito, 1981; Fukunaga ve ark., 2002; Ishikawa, Finni, & Komi, 2003).

Pliyometrik hareketin son aşaması ise boşaltma aşaması olarak adlandırılmaktadır. Bu aşama, bağlantı aşamasından hemen sonra meydana gelir ve kas-tendon ünitesinin kısalmasını içerir (Kubo ve ark., 2000). Bu aşama aynı zamanda geri tepme, kısalma veya itme aşaması olarak da adlandırılmıştır (Ishikawa & Komi, 2004). Tek bir alt ekstremit ekleminin için boşaltma aşaması; eklem açısı eğrisi yön değiştirdiğinde başlayıp yer reaksiyon kuvveti sıfıra düştüğünde veya kas-tendon ünitesi kısalmaya başladığında başlayıp parmak ucunda bittiğinde bitmesi olarak tanımlanır (Kurokawa ve ark., 2003). Yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlar; geliştirilmiş verimlilik ve kuvvet üretiminin izole bir mekanizmadan elde edilmediğini göstermektedir. Bundan ziyade, pliyometrik aktiviteden elde edilen performans artışı, elastik enerjinin depolanması ve yeniden kullanılması, kas güçlenmesi ve miyotatik gerilme refleksinin katkısının toplamından elde edilmektedir (Chmielewski ve ark., 2006)

2.5. Kompleks Antrenman Tanımı

Kompleks antrenman gücü artırmak amacıyla geliştirilen bir antrenman metodu olarak önerilmiştir (Docherty, Robbins, & Hodgson, 2004). Kompleks antrenman metodu temel olarak bir birim antrenman içinde yüksek yüklü ağırlık egzersizleri ile düşük yüklü veya yüksüz pliyometrik egzersizlerin kombinasyonunu içeren özel bir antrenman metodu olarak tanımlanmaktadır. Bu kombinasyonunun atletik gücü geliştirmek için faydalı olduğu

düşünülmektedir. Bununla birlikte spora özgü güç gelişimi için de uygun ve optimal bir antrenman stratejisi olduğu belirtilmiştir (Ebben, 2002).

2.5.1. Kompleks Antrenman Metodu

Kompleks antrenman; maksimal kuvvet, hipertrofi gibi ağır direnç egzersiz setlerini ve ardından sıçrama, sprint gibi daha hafif plyometrik egzersiz setlerini aynı birim antrenman içerisinde barındıran bir antrenman metodudur. (Duthie, Young, & Aitken, 2002). Birim antrenman içerisinde antrenmanın amacına bağlı olarak 3-6 set yüksek yüklü bir kuvvet egzersizi ardından 3-6 set düşük yüklü ya da yüksüz bir plyometrik egzersiz şeklinde uygulanmaktadır. Önce kuvvet egzersizi sonrasında plyometrik egzersiz sırasıyla tüm hareketler tamamlanarak uygulanmaktadır. Fakat, bu antrenman metodunda hareketlerin eşleştirilmesi önemlidir. Uygulama açısından benzer hareketlerin yapılması gerekmektedir. Örneğin; 3-6 set yüksek ağırlıklarla squat egzersizi, sonrasında ise 3-6 set düşük ağırlıklarla ya da vücut ağırlığıyla squat sıçrama egzersizi uygulanmaktadır (Ebben, 2002).

2.5.2. Kompleks Antrenmanın Fizyolojisi

Literatüre göre kuvvet ve güç antrenman programlarının sporcularda atletik yetenekleri geliştirmede etkili olduğu belirtilmiştir. Söz konusu olumlu adaptasyonların altında yatan nöromüsküler yönlerden bazıları; fizyolojik mekanizmalardaki (elastik enerjinin depolanması ve kullanılması veya gerilme-kısaltma döngüsü işlevi), morfolojik faktörlerdeki (kas yapısı veya lif tipi) ve nöral faktörlerdeki (motor ünite katılımı, senkronizasyon veya kaslar arası koordinasyon) değişikliklerle ilgili olabilir. Ayrıca, artan kuvvet gelişim oranı (bir kas kasılmasının erken evresinde kas kuvvetindeki maksimum artış oranı) müsabaka özelliklerinden dolayı güç antrenmanını takiben atletik performans iyileştirmelerini açıklamaya yardımcı olan bir diğer önemli husustur (Cormie, McGuigan, & Newton, 2011).

Kompleks antrenmanlarda ağır direnç uyarısının motor nöron uyarılabilirliğini arttırdığı ve sonraki patlayıcı egzersizler için optimal antrenman koşulları yarattığı öne sürülmüştür (Ebben, 2002). Artan nöral aktivasyon; daha fazla motor ünite katılımı, daha iyi motor ünite senkronizasyonu, presinaptik inhibisyonunda azalma veya motor nörona daha fazla merkezi girdi yoluyla gerçekleşebilir (Aagaard ve ark., 2002; Aagaard, 2003).

Egzersizlerin önce kuvvet sonra pliometrik sıralamasıyla uygulanmasının motor ünite katılımını uyaran performansın PAP özelliğini uyardığı, böylece belirli bir hareket içinde kullanılan kas sisteminin kuvvet üretme potansiyelinin arttığı belirtilmektedir. Ayrıca kasın patlayıcı kapasitesinin artmasıyla performans artışı görülebilmektedir (Healy & Comyns, 2017).

2.5.3. Kompleks Antrenmanın Avantajları

Kompleks antrenmanlar hem sporculara hem de çalıştırıcılara diğer antrenman metotlarından farklı olarak bazı avantajlar sağlamaktadır. Bunlardan en belirginini bir birim antrenman içerisinde hem genel kuvvet egzersizlerini hem de sprint, sıçrama gibi patlayıcı tarzda güç egzersizlerini ve bunların kombinasyonunu barındırmasıdır. Özellikle müsabaka dönemlerinde yoğun ve sıkışık takvimlerin haftalık döngüleri içerisinde farklı özelliklerin birim antrenmanda uygulanabilmesi, bunun zaman tasarrufu sağlayabilmesi ve böylece daha fazla branşa özgü çalışmalar yapılmasına olanak sağlayabilmesi açısından oldukça cazip bir antrenman metodudur (Thapa ve ark., 2021).

Kompleks antrenmanlar PAP olarak bilinen maksimum veya maksimuma yakın kasılmalar sonrası kasın patlayıcı kapasitesinin arttırılabilmesi ve dolayısıyla nöromusküler güç gelişimini sağlayabilmektedir. Bununla birlikte yüksek yük düşük hız ve düşük yük yüksek hız içeren egzersizlerin kombinasyonu ile kısa süreli ve yüksek yoğunluklu egzersizler için önemli olan hızlı kasılan kas liflerinin gelişimini destekleyebilmektedir. Ayrıca motor becerilerin gelişimi için aktif kas gruplarının daha iyi koordine edilmesini sağlayan konsantrik ve eksantrik kasılmalar arasındaki enerji transferini destekleyebilmektedir. Tüm bu avantajları sebebiyle kompleks antrenmanlar antrenörler ve çalıştırıcılar için ilgi çekici ve tercih edilen bir antrenman metodudur (Robbins, 2005).

2.5.4. Futbolda Kompleks Antrenmanın Önemi

Futbol karmaşık spordur ve kuvvet özelliklerinin yanı sıra atlama, sıçrama, yön değiştirme, sprint gibi patlayıcı tarzda performans özellikleri gerektirir. Bu bağlamda genel kuvvete ek olarak pliometrik çalışmalar yapılması futbolda oldukça önemlidir ve özellikle müsabaka dönemlerinde daha fazla pliometrik çalışmalarla performans gelişimine odaklanılmaktadır. Müsabaka dönemlerinde haftalık ve aylık döngülerde

yoğun takvim içerisinde teknik ve taktik çalışmalara ağırlık verilmektedir. Fakat kuvvet ve güç çalışmaları için zamansal açıdan problemler yaşanabilmektedir. Bu nedenle hem kuvvet hem pliyometrik egzersizleri bir birim antrenmanda barındıran kompleks antrenman yönteminin futbolda sezon içi müsabaka dönemlerinde kullanılması daha avantajlı ve verimli olabilmektedir (Thapa ve ark., 2021).

2.6. Kuvvet Antrenmanlarında Kullanılan Set Yöntemleri

Bir kuvvet antrenmanı programı tasarlarken; hedeflenen antrenman sonuçlarını optimize etmek için egzersiz seçimi, antrenman yükü, gerçekleştirilen tekrar ve set sayısı, egzersiz sırası, sıklığı ve belirlenen dinlenme sürelerinin uzunluğu gibi çeşitli faktörler dikkate alınmalıdır. Tüm bu program değişkenleri belirlendikten sonra antrenörler ya da çalıştırıcılar bir antrenman programını etkili bir şekilde tanımlayabilir ve uygulayabilir. Nihayetinde bu kararlar, bireysel sporcunun antrenman hedeflerine uygun olarak periyodik bir kuvvet antrenman programı oluşturmak için verilir. Bununla birlikte, bir kuvvet antrenman programı geliştirmenin büyük ölçüde gözden kaçan ve yeterince kullanılmayan yönü, setlerin yapısını değiştirebilme yeteneğidir (Haff ve ark., 2008). Örneğin; bir sette yer alan tekrar sayısı, antrenman yükü ve dinlenme süreleri, antrenman uyarımını değiştirmek için manipüle edilebilir. Bir set iki farklı şekilde kullanılabilir. Bunlar geleneksel set ve kümeleme (cluster) set yöntemleridir. Her iki tip set yapısını etkin bir şekilde kullanmak için, antrenör ve çalıştırıcıların her bir yöntemin temellerini iyi anlamaları gerekmektedir (Tufano, Brown, & Haff, 2017).

2.6.1. Geleneksel Set Yöntemi

Geleneksel set yöntemi, herhangi bir egzersiz sırasında bir set içerisinde dinlenme verilmeden belirlenen sayıdaki tüm tekrarların tamamlanması şeklinde uygulanan set yöntemi olarak tanımlanmaktadır (Marshall, Bishop, Turner, & Haff, 2021). Geleneksel olarak, bir setin tamamlanması setin içerdiği tekrarlar arasında herhangi bir dinlenme yapılmadan gerçekleşir. Set tamamlandığında, bir sonraki setin başlamasından önce toparlanmaya izin vermek için önceden belirlenmiş bir dinlenme aralığı sağlanır ve bu temel set yöntemi, antrenman seansında belirtilen hedef set sayısı için tekrarlanır. Bu yöntem kuvvet antrenmanı geleneksel set yöntemi olarak tanımlanabilir (Tufano, Brown, & Haff, 2017).

Set yapısından bağımsız olarak, tekrarların gerçekleştirilme şekli bir kuvvet antrenman programı tarafından uyarılan antrenman uyumlarını büyük ölçüde etkileyebilir. Örneğin, kuvvet ve kondisyon uzmanları genellikle sporculara konsantrik kas hareketlerini mümkün olan en kısa sürede gerçekleştirmeleri talimatını verir, çünkü patlayıcı konsantrik kas hareketleri tip II kas liflerinin güçlenmesini sağlar ve istemli olarak daha yavaş konsantrik kas hareketlerine kıyasla daha büyük antrenman etkileri sağlar (Hatfield ve ark., 2006; Padulo ve ark., 2012). Fakat, geleneksel set yapılarını kullanarak ek yüklerle tekrar tekrar patlayıcı hareketler gerçekleştirirken hızla yorgunluk oluşabilir (Duffey & Challis, 2007; Iglesias-Soler ve ark., 2012; Thomasson & Comfort, 2012).

Spora özgü hareketler sırasında yüksek güç çıkışının önemi düşünüldüğünde, bu bir sporcunun en önemli özelliklerinden biri olarak kabul edilir (Haff & Nimphius, 2012; Suchomel, Nimphius, & Stone, 2016). Bu nedenle güç çıkışı, sporcuların çeşitli sporlardaki performansları arasında ayırım yapan belirleyici faktör gibi görünmektedir (Bevan ve ark., 2010; Nimphius, McGuigan, & Newton, 2010) ve güç çıkışını artırmak için, kuvvet antrenmanları genellikle çeşitli yükler ve egzersizler kullanılarak uygulanır. Dolayısıyla antrenman uyumlarını optimize etmek için farklı kuvvet antrenman protokollerinin güç çıkışı üzerindeki etkilerini anlamak önemlidir (Jukic & Tufano, 2019).

Geleneksel set yöntemi kuvvet antrenman programlarında uzun yıllardır yaygın olarak kullanılmaktadır. Fakat bu set yönteminin daha fazla tekrar yapıldıkça hareket hızı ve güç çıkışında azalma eğiliminde olduğu belirtilmektedir. Bir kuvvet antrenman protokolünün nasıl tasarlandığından bağımsız olarak özellikle kuvvet gereksinimleri göz önüne alındığında, akut bir kuvvet antrenman seansı boyunca güç çıkışını korumanın anahtarı hareket hızını korumak gibi görünmektedir (Tufano ve ark., 2016). Ayrıca kuvvet antrenmanları sırasında hareket hızındaki azalmaların nöromüsküler yorgunluğun geçerli bir göstergesi olduğu gösterilmiştir, bu da güç gelişimine zarar verebilir (Sanchez-Medina & Gonzalez-Badillo, 2011). Geleneksel set yönteminde olduğu gibi art arda çoklu tekrarlar yapıldığında yorgunluk şiddetlenir. Bu nedenle son zamanlardaki çalışmalar, kuvvet antrenmanı sırasında yorgunluğu dağıtmak ve hareket hızını ve güç çıkışını korumak için farklı stratejilerin etkilerini araştırmaktadır (Gorostiaga ve ark., 2010; Moreno, Brown, Coburn, & Judelson, 2014).

2.6.2. Kümeleme (Cluster) Set Yöntemi

Kümeleme set yöntemi temel anlamıyla, bir set içinde önceden planlanmış dinlenme aralıklarının eşlik ettiği normal setler arası dinlenme sürelerini içeren set yapıları olarak tanımlanmaktadır (Haff ve ark., 2003). Bir başka deyişle; yapılan her tekrar ya da tekrarlar arasında 10-30 saniyelik dinlenme aralığı verilerek uygulanan bir set yöntemidir. Küme setinin düzenlenmesi, değişken dinlenme aralığı sürelerinin kullanılmasını veya periyodik antrenman programında kullanılan mevcut antrenman bloğunun amacına veya odağına bağlı olarak küme setinin her tekrarında kullanılan direncin manipüle edilmesini içererek çeşitli şekillerde manipüle edilebilir (Haff ve ark., 2008; Nagatani, Haff, Guppy, & Kendall, 2022; Vargas-Molina, ve ark., 2022).

Bir egzersizi tükenme noktasına yakın bir yerde tamamlamak, o yükte ifade edilen kuvvet bileşenini artıran bir uyaran sağlayabilirken, mümkün olan en yüksek hızlarda bir egzersizi yapmak hız bileşenini artırabilir. Hafif veya ağır egzersizde özellikle hız veya kuvvet uyumları elde etmek için geleneksel, kompleks ve kontrast antrenman yöntemleri kullanılabilir. Kümeleme antrenman varyasyonlarının egzersiz hızını korumak ve daha yüksek bir yükün kaldırılmasını sağlamak için diğer antrenman yöntemlerinin üçüyle birlikte kullanılabildiği ifade edilmektedir (Marshall, Bishop, Turner, & Haff, 2021). Kümeleme set yapılarını tanımlamak için kullanılan dinlenme periyodu terminolojisini anlamak gereklidir. İntra-(içinde) ve inter-(arasında) gibi ön ekler kullanılarak dinlenme periyotlarının tanımlanması, setin geri kalanına göre dinlenme aralığının konumunu tanımlar (Tufano, Brown, & Haff, 2017).

Setler arası dinlenme (Geleneksel set yöntemi)

Setler arasındaki dinlenme aralığını (yani, sırayla gerçekleştirilen çoklu tekrarlar) "setler arası" dinlenme süresi olarak tanımlamak en uygun olacaktır. Setler arasındaki toparlanmayı ve hedefe özel antrenman uyumlarını kolaylaştırmak için genellikle antrenman programının bir parçası olarak setler arası dinlenme periyotları oluşturulur (98-100). Örneğin; maksimum güç kazanımları için setler arası 2-3 dakikalık ara dinlenme aralıklarının kullanılması (yani geleneksel set yapısının kullanılması) önerilir (Willardson, 2006; Willardson & Burkett, 2008).

Set içi dinlenme (Cluster set yöntemi)

“Set içi” terimi kümeleme set yapıları içindeki tekrar grupları arasındaki dinlenme sürelerini tanımlarken kullanılmaktadır. Örneğin; 4 tekrarlı ve 2 set şeklinde uygulanan bir egzersizde her iki setteki 4 tekrar arasına 2 tekrarda bir 15 saniye dinlenme şeklinde uygulanabilir. Her bir küme içindeki tekrar sayısı ve set içi dinlenme süreleri büyük ölçüde değişebilse de set içi dinlenme aralıkları bir set içinde meydana gelen ancak setler arasında ve bireysel tekrarlar arasında olmayan dinlenme süreleri için geçerlidir (Tufano, Brown, & Haff, 2017).

Tekrarlar arası dinlenme (Cluster set yöntemi)

Bir setin tekrarları arasında meydana gelen dinlenme periyotları, en iyi şekilde “tekrarlar arası” dinlenme periyotları olarak tanımlanabilir. Örneğin; 4 tekrarlı ve 2 set şeklinde uygulanan bir egzersizde her bir tekrar sonrası 15 saniye dinlenme şeklinde uygulanabilir (Tufano, Brown, & Haff, 2017). Kümeleme set yönteminin farklı uygulama çeşitleri ve bazı avantajları olduğu ifade edilmektedir (Haff ve ark., 2008; Marshall, Bishop, Turner, & Haff, 2021).

2.6.2.1. Kümeleme Set Yönteminin Çeşitleri

Temel Kümeleme Set

Geleneksel set yönteminden farklı olarak bir set içerisinde belirlenen tekrarların aralarına dinlenme süreleri konulması şeklinde uygulanan bir kümeleme set yöntemidir. Setler arası dinlenme sürelerinin değişmeden kaldığı temel kümeleme set yapısı, geleneksel set yapısına kıyasla istenen sayıda tekrar elde etmek için daha uzun bir antrenman süresi gerektirir. Çünkü set içi veya tekrarlar arası dinlenme periyotları toplam dinlenme süresine eklenir. Örneğin; 2 set 12 tekrar şeklinde uygulanan bir egzersizde her bir setteki 12 tekrarın arasına ek olarak 4 tekrarda bir dinlenme verilmesi şeklinde uygulanabilir. Bu sayede toplam dinlenme süresi geleneksel set yöntemine göre daha fazla olur. Ayrıca setler arası dinlenme aralığını koruyarak setler arasındaki toparlanma normal şekilde kolaylaştırılır, böylece her sete kısmi dinlenme eklenmesiyle her set içindeki tekrarların kalitesi gerçekleştirilen tüm setlerde yükseltilebilir (Iglesias-Soler, Boullosa, Dopico, & Carballeira, 2010; Hardee ve ark., 2012; Arazi, Bagheri, & Kashkuli, 2013; Moir ve ark., 2013; Valverde-Esteve ve ark., 2013; Garcia-Ramos ve ark., 2015).

Dinlenmenin Dağıtılması

Uzun kümeler arası dinlenme aralıkları genellikle daha kısa ancak daha sık kümeler arası dinlenme aralıklarına bölünerek toplam dinlenme süresi eşit tutulur. Örneğin; 2 set 12 tekrar şeklinde uygulanan bir egzersizde toplam uygulanan 24 tekrarın içerisine eşit olarak 6 tekrar da bir 40 saniye dinlenme şeklinde dinlenmelerin set içerisine eşit olarak dağıtılması şeklinde uygulanabilir. Bu yöntemde toplam dinlenme süresi geleneksel set yöntemiyle aynı tutulur. Setler arasındaki dinlenme süresi set içlerine eşit şekilde dağıtılır. Dolayısıyla dinlenme sürelerinin sıklığı artmış olur. Bu yöntem temel kümeleme set yapılarının yaptığı gibi ek dinlenme süreleri eklemek yerine dinlenme sürelerini eşitleyen ve yeniden düzenleyen kümeleme set yapıları için uyarlanabilir. Bu nedenle, dinlenmenin dağıtılması protokolü temel kümeleme set yapısından biraz farklıdır. Çünkü dinlenmenin dağıtılması sırasında kümeler arası dinlenme süreleri kısaltılır, kümeler arası dinlenmeden çıkarılan süre protokol içinde yeniden dağıtılır ve fazladan dinlenme sağlanmaz (Joy ve ark., 2013; Oliver ve ark., 2013; Zarezadeh-Mehrizi, Aminai, & Amiri-Khorasani, 2013; Girman ve ark., 2014; Moreno ve ark., 2014; Asadi & Ramirez-Campillo, 2016).

Çalışma-Dinlenme Oranının Eşitlenmesi

Tüm birim antrenman için çalışma-dinlenme oranının eşitlendiği kümeleme set yöntemi olarak tanımlanmıştır. Bu yöntemde geleneksel set yöntemi baz alınarak çalışma-dinlenme oranı hesaplama yapılarak eşitlenir ve buna bağlı olarak egzersizler bitkinliğe kadar uygulanır. Tekrar sayısı ve dinlenme süresi belirlenen bir egzersizde toplam dinlenme süresi, belirlenen toplam tekrar sayısının 1 eksiğine bölünür. Böylece her bir tekrardan sonra verilecek dinlenme süresi hesaplanır. Örneğin; 24 tekrar 120 saniye şeklinde uygulanan bir egzersizde formül kullanılarak $[(120/(24-1))=5.2]$ saniye dinlenme süresi belirlenir ve bu dinlenme süresi her bir tekrardan sonra olacak şekilde uygulanır. Ayrıca egzersiz bitkinliğe varana kadar uygulanır. Bu yöntem geleneksel set yöntemi baz alınarak oluşturulmasına rağmen, daha fazla toplam dinlenme süresi içerir. Bu çalışma-dinlenme oranlarının çoğunlukla kişiye bağlı olacağı ve kişilerin eşit çalışma-dinlenme oranı protokolünde çok daha fazla tekrarı tamamlayabilecekleri belirtilmiştir. Bununla birlikte toplam tekrar sayısının kontrol edilmediği ve gerçekleştirilen toplam tekrar sayısının kişiler arasında değişebildiği bir yöntemdir (Lawton, Cronin, & Lindsell, 2006;

Hansen, Cronin, & Newton, 2011; Mayo, Iglesias-Soler, & Fernandez-Del-Olmo, 2014; Iglesias-Soler ve ark., 2015).

Dinlenme-Duraklama Yöntemi

Maksimuma yakın bir yükün birçok kez kaldırılmasına olanak sağlayan kümeleme set yapısının bir çeşidi olarak tanımlanmaktadır. Örneğin; 2 set başarısızlığa kadar tekrar şeklinde uygulanan egzersizde dinlenme süreleri eşit tekrar sayısı her bir sette kademeli şekilde azalarak uygulanabilir. Bu yöntem; başarısızlığa kadar antrenmanın sıklıkla gerçekleştiği, ardından toparlanmayı sağlamak için kısa bir dinlenme süresinin uygulandığı, istemli başarısızlık veya önceden belirlenmiş sayıda tekrar gerçekleşene kadar ek tekrarların tamamlanmasına olanak sağlayan bir yöntemdir. Ayrıca sporcunun günlük yorgunluk düzeyine göre değişen tekrarlar içermektedir. Dinlenme-duraklama yöntemi, kısa dinlenme aralıklarının dahil edilmesi bakımından diğer kümeleme set çeşitlerine benzese de, sürekli tanımlanmış bir yapının olmaması nedeniyle diğerlerinden oldukça farklılık göstermektedir (Byrd, Centry, & Boatwright, 1988; Keogh, Wilson, & Weatherby, 1999; Marshall, Robbins, Wrightson, & Siegler, 2012; Arazi, Bagheri, & Kashkuli, 2013; Giessing, ve diğerleri, 2016; Korak ve ark., 2018; Prestes ve ark., 2019).

2.6.2.2. Kümeleme Set Yönteminin Avantajları

Kümeleme set yönteminin geleneksel set yöntemine göre uygulama bakımından bazı avantajları olduğu ve performansla ilgili çeşitli farklılıklar barındırdığı ifade edilmektedir (Tufano, Brown, & Haff, 2017).

Kapsam ve şiddet artışı

Yorgunluk antrenman hacminin belirleyicisidir. Kümeleme set yapıları set içi dinlenmeler barındırdığından daha az yorucu olabilmektedir. Bu da sporcunun birim antrenmanda daha fazla sayıda set ve tekrar yapabilmesine olanak sağlayabilir. Bu sayede antrenmanın kapsamı arttırılabilir. Ayrıca set içindeki dinlenmeler sayesinde daha büyük yükler tolere edilebilir ve yük artışları sağlanabilir. Böylece antrenman şiddetinde artışa olanak sağlanabilir. Bu da maksimal kuvvet gelişimi için daha büyük uyaran oluşturur. Hatta her iki set yönteminde tekrar ve set sayıları aynı olsa bile, kümeleme set yapılarındaki yüksek yoğunluk (yük) ile çalışma olanağı sağlanabilir (Denton & Cronin, 2006; Iglesias-Soler ve ark., 2010; Oliver ve ark., 2015).

Hareket hızı ve gücü koruma

Set içi veya tekrarlar arası dinlenme süreleri sayesinde set içindeki tekrarlarda hareket hızları daha yüksek şekilde uygulanabilir. Dolayısıyla tekrarları yaparken daha fazla güç uygulanabilir. Ayrıca setin belirlenen sayıdaki son tekrarlarına doğru hareket hızının ve güç çıktılarının daha iyi korunması söz konusudur. Bu da güç kazanımlarının bir göstergesidir (Lawton, Cronin, & Lindsell, 2006; Iglesias-Soler, Boullosa, Dopico, & Carballeira, 2010; Hansen, Cronin, & Newton, 2011; Hardee ve ark., 2012; Valverde-Esteve ve ark., 2013; Garcia-Ramos ve ark., 2015; Tufano ve ark., 2016).

Hareket akışı ve tekniği koruma

Kümeleme set yapıları daha düşük yorgunluk oluşturabildiğinden birden fazla set ve tekrarlar sırasında egzersiz tekniğinin ve akışının korunmasına katkı sağlayabilmektedir. Bu nedenle, bir birim antrenman içindeki yorgunluğu en aza indirirken hareketleri daha doğru ve uygun teknik ve akış uygulayarak çalışmanın gerçekleştirilmesine olanak tanımaktadır (Haff ve ark., 2003; Hardee ve ark., 2013).

Düşük AZD seviyesi

Kümeleme set yapıları AZD açısından önemli bir role sahip olabilir ve ilgili kas kütlelerinden etkilenebilir. AZD, farklı set düzenlemelerine sahip protokoller arasındaki farklılıkları ve egzersizlerin mekanik performansını uygun şekilde yansıttığından kuvvet egzersizlerin değerlendirilmesi için pratik uygulamalara sahip olabilir. Kümeleme set yapılarının uygulanmasının zorluk algısını azalttığı ve yorgunluk oranıyla ters orantılı olduğu belirtilmiştir. Aynı antrenman hacminde, yoğunluğunda ve yüklenme-dinlenme oranında kümeleme set yöntemi geleneksel set yöntemine göre daha düşük AZD gösterir. Düşük AZD sporcuların direncini arttırabilir. Bu da güç gelişimini destekleyen fizyolojik uyumlar için uyaran artışı sağlayabilir (Hardee ve ark., 2012; Mayo, Iglesias-Soler, & Fernandez-Del-Olmo, 2014).

PAP etkisi yaratma ve gerilme-kısalma döngüsü

Kümeleme set yapısının geleneksel set yapısıyla karşılaştırıldığında sıçrama yüksekliğinde daha hızlı bir gelişme sağladığı ve dikey sıçrama sırasında çeşitli kinetik parametrelerde daha büyük PAP etkisi yarattığı ifade edilmektedir (Boullosa, Abreu, Beltrame, & Behm, 2013). Ayrıca, gerilme-kısalma döngüsü kullanılarak çoklu tekrar

içeren egzersizlerde set içi dinlenme aralıklarının akut güç çıkışının korunması sonucu faydalı olabileceği belirtilmiştir. Bununla birlikte, kümeleme set yapıları konsantrik gerilme altında geçen süresinin artması sonucu etkinin mekanik değişkeni için geleneksel yöntemlere göre daha yararlı olabileceği belirtilmiştir (Moir ve ark., 2013).

Akut kardiyovasküler stresi azaltma

Yüksek yoğunluklu kuvvet antrenmanlarında kümeleme set yapılarının akut kardiyovasküler yanıtları etkilediği belirlenmiştir. Yoğunluk, hacim ve çalışma-dinlenme oranı eşitlendiğinde, kümeleme set yapılarının kardiyovasküler açıdan daha az gereksinim oluşturduğu belirtilmiştir. Bu yüzden yüksek yoğunluklu kuvvet antrenmanlarında kümeleme set yapısının kardiyovasküler stresi azaltmada yararlı olacağı ifade edilmiştir (Iglesias-Soler ve ark., 2015).

3. GEREÇ ve YÖNTEM

3.1. Araştırma Grubu

Araştırmaya katılan örneklem büyüklüğünü belirlemek amacıyla G*Power 3.1 güç analizi programı kullanılmıştır. Analiz sonucuna göre; araştırmaya 15-18 yaş arası, en az 1 yıl futbol antrenman geçmişine sahip ve düzenli olarak antrenman yapan 36 erkek futbolcu (sakatlık sebebiyle 3 futbolcu araştırmadan çıkartılmış) gönüllü olarak katılmıştır. Katılımcılara araştırma protokolü hakkında yazılı ve sözlü bilgilendirme yapılmış ve gönüllü onam formuyla onayları alınmıştır. Ayrıca araştırma için Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar ve Etik Kurulu'ndan etik kurul onayı alınmıştır (KA EK-891 / 22.12.2021).

Araştırmaya Katılma Kriterleri;

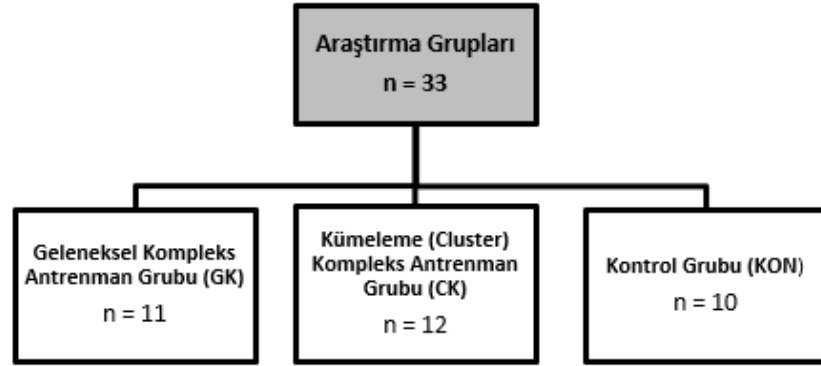
1. Gönüllü olma,
2. 15-18 yaş arası ve erkek olma,
3. En az 1 yıllık futbol antrenman geçmişine sahip olma,
4. Düzenli antrenman yapıyor olma,
5. Kaleci hariç diğer mevkilerde oynayan futbolcu olmadır.

Araştırmadan Çıkartma Kriterleri;

1. Katılımcının araştırmadan ayrılma isteği,
2. Katılımcının ölçümlere katılmaması,
3. Katılımcının belirlenen araştırma grubunda antrenman programına katılmamasıdır.

3.2. Araştırma Düzeni

Katılımcılar ön test ölçümlerinden önce rastgele şekilde; geleneksel kompleks (GK), kümeleme (cluster) kompleks (CK) ve kontrol (KON) olmak üzere eşit olarak üç farklı gruba ayrılmıştır ve bu şekilde antrenman grupları belirlenmiştir. Sezon içerisinde antrenman programı devam ederken geleneksel ve kontrol gruplarından birer olmak üzere toplam 3 futbolcu uzun süreli sakatlık nedeniyle araştırmadan çıkartılmıştır. Araştırma toplam 33 erkek futbolcu ile tamamlanmıştır.



Şekil 3.1. Araştırma Grupları

Katılımcılar, rutin futbol antrenmanlarına ek olarak haftada 2 gün (en az 48 saat ara ile) toplam 8 hafta boyunca belirlenen antrenman grubu (GK ya da CK) içerisinde antrenmanlarını uygulamışlardır. KON grubu ise rutin futbol antrenmanları dışında herhangi bir antrenman programı uygulamamıştır. Olası yaralanma risklerini azaltmak, egzersizleri uygun teknikleriyle uygulamak ve futbolcuların yapılacak olan egzersizlere alışmalarını sağlamak amacıyla, ön-test ölçümlerinden önce katılımcılara haftada 2 gün olmak üzere iki hafta boyunca ana antrenman programında yer alan düşük şiddetli kuvvet egzersizleri ve pliometrik egzersizleri içeren adaptasyon antrenmanları uygulanmıştır. Katılımcılara ön test-son test modeliyle 8 haftalık antrenman programı öncesinde ve sonrasında vücut kompozisyonu ve uygulanan kuvvet egzersizlerinin 1 TM değerlerinin belirlenmesinin (iki haftada bir) yanı sıra izokinetik kuvvet, sprint (10m, hızlanmalı 20m ve 30m içeren sprint parkuru ve Tekrarlı Koşu Temelli Anaerobik Sprint Testi (RAST)), sıçrama (aktif sıçrama (AS), squat sıçrama (SS) ve durarak uzun atlama (DUA)), çeviklik (Futbola Özgü Topla ve Topsuz Çeviklik Testi (HÜFA Testi) ve Illinois testi), egzersiz hareket hızı ölçümleri ve algılanan zorluk derecesi (AZD) ölçüğü uygulanmıştır.

Ölçümler bir hafta içerisinde 48 saat arayla üç farklı günde uygulanmıştır. Birinci test günü, katılımcıların vücut kompozisyonu ölçümlerinin yanı sıra her birinin antrenman yükünün belirlenmesi amacıyla 1 tekrarlı maksimum (TM) değerleri belirlenmiştir. Ayrıca aynı gün squat sıçrama, calf sıçrama, durarak uzun atlama ve topuklama olmak üzere 4 farklı egzersizin hareket hızı ölçümleri kamere kaydı alınarak yapılmıştır. İkinci test günü, izokinetik diz kuvvet ölçümleri uygulanmıştır. Üçüncü gün ise sprint, sıçrama ve çeviklik ölçümleri uygulanmıştır. Ayrıca katılımcılara tüm ölçümlerde algılanan zorluk

derecesi (AZD) ölçeği uygulanmıştır. Test günleri katılımcıların performans ölçümlerinden en az 2 saat önce son öğünlerini almış olmaları ve gece uykularını en az 8 saat almaları sağlanmıştır. Test günlerinden 48 saat öncesi ağır fiziksel aktivite yapmamaları ve testlere dinlenmiş şekilde gelmeleri sağlanmıştır. Söz konusu ölçümler 8 haftalık antrenman programı öncesinde ve sonrasında uygulanmıştır.

3.3. Antrenman Protokolü

Yapılan çalışmalar kompleks antrenman protokolünün erkek futbolcularda en az 6 hafta olarak uygulanması gerektiğini, 8 haftalık programın (haftada 2 gün) optimal düzeyde olduğunu ve bu sayede kuvvet, güç, sıçrama, sprint gibi futbolda önemli olan yetilerin daha fazla geliştirilmesine olanak sağlanabileceğini vurgulamaktadır (Thapa, Lum, Moran, & Ramirez-Campillo, 2021). Bu bilgilerden hareketle çalışmanın antrenman programı 8 hafta (haftada 2 gün) olarak uygulanmıştır. Olası yaralanma risklerini azaltmak, egzersizleri uygun teknikleriyle uygulamak futbolcuların yapılacak olan egzersizlere alışmalarını sağlamak amacıyla ön-test ölçümlerinden önce katılımcılara haftada 2 gün olmak üzere iki hafta adaptasyon antrenmanları uygulanmıştır. Adaptasyon antrenmanlarında uygulanan egzersizler ana antrenman programına uygun ve futbolda istenen kas gruplarına yönelik seçilmiştir (Alves, Rebelo, Abrantes, & Sampaio, 2010). Ayrıca öncelikle kuvvet egzersizlerinin yüklenme şiddeti (yük veya yoğunluk) 1 TM (tekrarlı maksimum) yöntemiyle belirlenmiştir. Adaptasyon antrenmanları; 1 TM 'nin %50'si yükte ana antrenman programında yer alan kuvvet egzersizlerinden (squat, leg press, leg curl, calf raise) ve yüksüz pliyometrik egzersizlerinden (squat jump (squat sıçrama), double leg front jump (çift bacak öne sıçrama), calf jump (calf sıçrama) ve butt kick (topuklama)) oluşmuştur.

Ana antrenman programında; GK grubu haftalık plana göre haftada 2 gün rutin futbol antrenmanlarının dışında kalan günlerde kompleks antrenman protokolünde yer alan tüm kuvvet ve pliyometrik egzersizleri geleneksel set yöntemiyle uygulamıştır. CK grubu ise, haftalık plana göre haftada 2 gün rutin futbol antrenmanlarının dışında kalan günlerde kompleks antrenman protokolünde yer alan pliyometrik egzersizleri kümeleme set yöntemiyle uygulamıştır. Her bir birim antrenman yaklaşık 90 dakika sürmüştür. KON grubu ise farklı bir antrenman programı uygulamaksızın, rutin futbol antrenmanlarına

devam etmiştir. Tüm grupların rutin futbol antrenmanları; teknik çalışmalar, taktik çalışmalar ve dar alan oyunları içermiştir ve haftada 3 gün şekilde her bir antrenman 1,5 - 2 saat sürmüştür.

Her iki grubun da birim antrenmanlardaki kuvvet ve pliometri egzersizleri aynı hareketlerden oluşmuştur. Ayrıca grupların birim antrenman süreleri, birim antrenman hacimleri ve toplam dinlenme süreleri eşit tutulmuştur. Uygulanan egzersizler, futbolda baskın olarak kullanılan alt ekstremite kas gruplarına yönelik hareketlerden oluşmuştur. Kuvvet egzersizleri; squat, leg press, leg curl ve calf raise hareketlerinden oluşmuştur. Antrenman programı öncesi tüm egzersizlerin yüklenme şiddeti (yük) 1 TM (tekrarlı maksimum) yöntemiyle belirlenmiştir. Ayrıca iki haftada bir 1 TM değerleri belirlenerek güncellenmiştir. Pliometrik egzersizler; squat sıçrama, çift bacak öne sıçrama, calf sıçrama ve topuklama egzersizlerinden oluşmuştur. Her bir birim antrenman; jog koşusu ve germe hareketleri içeren 15 dakikalık standart ısınma egzersizleriyle başlamış, yine jog koşusu ve germe hareketleri içeren 10 dakikalık soğuma egzersizleriyle sona ermiştir.



Şekil 3.2. Antrenman Görüntüsü

GK grup; her bir birim antrenmanın kuvvet bölümündeki hareketleri maksimal kuvvete yönelik olarak 1 TM 'nin %80 yükünde 3 set 10 tekrar (3x10) ve setler arası 150sn dinlenme şeklinde uygularken, pliometri bölümündeki hareketleri yük olmadan 3 set 8 tekrar (3x8) ve setler arası 180sn dinlenme şeklinde uygulamıştır. CK grup ise; kuvvet bölümündeki hareketleri yine maksimal kuvvete yönelik olarak 1 TM 'nin %80 yükünde GK grup ile aynı olarak 3 set 10 tekrar (3x10) ve setler arası 150 saniye dinlenme şeklinde uygularken, pliometri bölümündeki hareketleri ise yük olmadan 3 set 8 tekrar (3x8), setler arası 135 saniye ve set içi her iki tekrarda bir 15 saniye dinlenme şeklinde

uygulanmıştır. Antrenmanlarda kuvvet egzersizleri ve pliometrik egzersizleri arasında 180 saniye dinlenme uygulanmıştır. Maksimal kuvvet egzersizlerindeki her bir tekrarının uygulanış süresi 3 saniye olarak uygulanmıştır. Pliometrik egzersizlerdeki her bir tekrar ise olabildiğince en yüksek hızda uygulanmıştır.

	Kuvvet Egzersizleri (Squat, Leg press, Leg curl, Calf raise)				Pliometrik Egzersizler (Squat sıçrama, calf sıçrama, çift bacak öne sıçrama, topuklama)			
	1 TM (%)	Set x Tekrar	Setler Arası Dinlenme (sn)	Set İçi Dinlenme (sn)	1 TM (%)	Set x Tekrar	Setler Arası Dinlenme (sn)	Set İçi Dinlenme (sn)
Geleneksel Kompleks Grup (GK)	80	3 x 10	150	-	-	3 x 8	180	-
Kümeleme Kompleks Grup (CK)	80	3 x 10	150	-	-	3 x 8	135	15 (3x)

Şekil 3.3. Antrenman İçeriği

3.3.1. Kuvvet Egzersizleri

3.3.1.1. Squat

Katılımcı 1 TM 'ye göre belirlenmiş ağırlıklarla barı omuzlarının üzerine almış ve ellerini belirlenen yerlere koymuştur. Katılımcı ayakları omuz genişliğinde açık ve parmak uçları karşıyı gösterecek şekilde dizlerinden çökerek yere çömelmiş ve nefes vererek tekrar yukarı doğru kalkarak hareketi gerçekleştirmiştir.



Şekil 3.4. Squat

3.3.1.2. Leg press

Katılımcı makineye oturarak ellerini ve ayaklarını önceden belirlenen yerlere koymuştur. Katılımcı 1 TM 'ye göre belirlenmiş ağırlıkta nefes vererek mekanizmayı yukarı doğru tamamen itmiştir ve sonrasında dizlerini bükerek tekrar mekanizmayı aşağı indirmiştir.



Şekil 3.5. Leg Press

3.3.1.3. Leg curl

Katılımcı makineye oturarak ellerini ve bacaklarını önceden belirlenen yerlere koymuştur. Katılımcı 1 TM 'ye göre belirlenmiş ağırlıkta nefes vererek bacaklarını bükmiştir ve sonrasında bacaklarını eski haline getirmiştir.



Şekil 3.6. Leg Curl

3.3.1.4. Calf raise

Katılımcı makinede omuzlarını, ellerini ve ayaklarını belirlenen yerlere koymuştur. Katılımcı 1 TM 'ye göre belirlenmiş ağırlıkta nefes vererek parmak uçlarında yükselmiş ve sonrasında inerek tekrar eski haline gelmiştir.

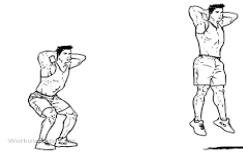


Şekil 3.7. Calf Raise

3.3.2. Pliyometrik Egzersizler

3.3.2.1. Squat sıçrama (Squat jump)

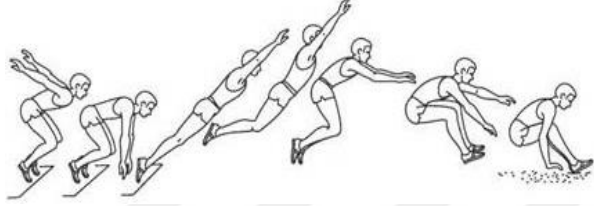
Katılımcılar kendi vücut ağırlıkları ile ayakları omuz genişliğinde açık, parmak uçları karşıyı gösterecek şekilde dizlerinden çömelmiş ve olabildiğince yüksek hızda sıçrama gerçekleştirmiştir.



Şekil 3.8. Squat Sıçrama

3.3.2.2. Çift bacak öne sıçrama (Double leg front jump)

Katılımcılar ayakları normal aralıkta ve yere paralel bir şekilde ayakta, hız almadan duruş pozisyonunda başlayarak kollar önde, dizler bükülü konumda, kolların salınımıyla birlikte iki ayağında aynı anda yerden kesileceği şekilde olabildiğince ileriye uzun sıçrama yapmışlardır.



Şekil 3.9. Çift Bacak Öne Sıçrama

3.3.2.3. Topuklama (Butt kick)

Katılımcılar ayakta ve her iki ayağın topuklarını kalçalarına doğru olabildiğince hızlı şekilde çekerek hareketi gerçekleştirmişlerdir.



Şekil 3.10. Topuklama

3.3.2.4. Calf sıçrama (Calf jump)

Katılımcılar ayakta, elleri belde şekilde dizlerini hafif bükerek sıçrama yapıp topukları yere değmeden yere inip parmak ucunda tekrar sıçrama yaparak hareketi gerçekleştirmişlerdir.



Şekil 3.11. Calf Sıçrama

3.4. Vücut Kompozisyonu Ölçümleri

3.4.1. Boy Uzunluğu Ölçümü

Katılımcının boy uzunluğu; vücut ağırlığı iki ayağa eşit dağıtılmış, topuklar birleşik, ayaklar çıplak, baş Frankfort düzleminde ve kollar omuzlardan serbestçe yanlara sarkıtılmış durumda iken stadiometre (Holtain Ltd., UK) kullanılarak $\pm 1\text{mm}$ hassasiyetle ölçülmüştür (Mitchell, Whaley, & Medicine, 2006).



Şekil 3.12. Stadiometre

3.4.2. Biyoelektrik Empedans

Katılımcıların vücut kompozisyonu; iki ayak tartıya eşit oranda basmış şekilde, dik ve hareketsiz durumdayken Tanita Body Composition Analyzer Type SC-330 kullanılarak biyoelektrik empedans yöntemi ile ölçülmüştür. (Mitchell, Whaley, & Medicine, 2006). Katılımcıların vücut ağırlığı, toplam vücut suyu yüzdesi, empedans, yağ ağırlığı, vücut yağ yüzdesi (VYY), yağsız vücut kitlesi (YVK) ve beden kitle indeksi (BKİ) gibi değerleri bu cihaz sayesinde belirlenmiştir.



Şekil 3.13. Tanita SC-330 Vücut Kompozisyonu Analiz Cihazı

3.5. Bir Tekrar Maksimum (1 TM) Belirlenmesi

Sekiz haftalık kompleks antrenman programında uygulanan kuvvet egzersizlerinin yüklenme şiddetinin belirlenmesi amacıyla squat, leg press, leg curl ve calf raise olmak üzere her bir kuvvet egzersizi için bir tekrar maksimum (1 TM) değerleri belirlenmiştir. Her bir katılımcının öncelikle tahmini belirlenen veya önceden bilinen 1 TM değerinin %50 'sinde 5-10 tekrar yaparak ısınma yapması sağlanmıştır. İki dakikalık dinlenmenin ardından aynı değer %80 'inde 5 tekrar yapması istenmiş ve üç dakika dinlenmesi sağlanmıştır. Tekrarları tamamladığında aynı değer %90 'ında 3 tekrar yapması istenmiş ve üç dakika dinlenmesi sağlanmıştır. Yine tekrarları tamamladığında aynı değer %95 'inde 2 tekrar yapması istenmiştir. Bu 2 tekrardan 1 tanesini yapabildiğinde, katılımcının yeni 1 TM değeri bu yük olarak belirlenmiştir. Ancak, 2 tekrarı da yapabildiğinde üç dakikalık dinlenme sonrası aynı değer %100 'ünde 1 tekrar yapması istenmiştir. Bu tekrarı yapamadığında, katılımcının yeni 1 TM değeri %95 'e karşılık gelen yük olarak belirlenmiştir. Tekrarı yapabildiğinde üç dakikalık dinlenme sonrası yük %2.5 arttırılarak 1 tekrar yapması istenmiştir. Tekrarı yapamadığında katılımcının 1 TM değeri belirlenmiş, yapabildiğinde ise yine üç dakikalık dinlenme sonrası yük arttırılmıştır. Bu işlem sırası, 1 tekrar yapılamadığında sonlandırılmış ve söz konusu yük 1 TM değeri olarak belirlenmiştir (Aşçı & Açıkada, 2007; Niewiadomski ve ark., 2008).

3.6. İzokinetik Kuvvet Ölçümü

İzokinetik dinamometre kullanılarak yapılan diz kuvvet ölçümleri alt ekstremitte kuvvetinin belirlenmesinde altın standart olarak kabul edilmekte ve yaygınlıkla kullanılmaktadır. Ölçümlerin sınıf içi korelasyon katsayılarının (ICC) 0,84 ile 0,90 arasında olduğu ve bu yöntemin yüksek güvenilirliğe sahip olduğu belirtilmektedir (Muñoz-Bermejo ve ark., 2019).

Tüm izokinetik kuvvet değerlendirmeleri Cybex izokinetik dinamometrede (NORM®, Humac, CA, USA) gerçekleştirilmiştir ve dinamometre çalışma kılavuzuna göre çalışmanın başlamasından önce kalibre edilmiştir. Katılımcılar 85° sırtlıklı dik pozisyonda oturmuş, diz rotasyon eksenini dinamometre rotasyon eksenine göre yerleştirilmiştir. Kaldıraçlı kol yastığı medial malleolün hemen proksimalinden sabitlenerek ayak bileğinin hareketinin kısıtlanmaması sağlanmıştır. Testler önceden tanımlanmış 90°-180° hareket

açıklığında gerçekleştirilmiştir. Test sırasında telafi edici gövde hareketlerini en aza indirmek amacıyla katılımcılar stabilize kayışlar kullanılarak sabitlenmiştir. (Habets, Staal, Tijssen, & van Cingel, 2018).

Katılımcılar, 60° ve $120^\circ/\text{sn}$ açısal hızlardaki konsantrik pik torkları için maksimal izokinetik kuvvet ölçümüne katılmışlardır. Katılımcılara test prosedürü ayrıntılı şekilde anlatılmış ve deneme yapmaları sağlanmıştır. Tüm izokinetik uygulamalardan önce, standart bir ısınma protokolünün (bisiklet ergometresinde yaklaşık 50 rpm'de beş dakikalık ısınmayı takiben açma germe egzersizleri) uygulanması sağlanmıştır. Dinamometrede ısınma amacıyla 60° ve $120^\circ/\text{sn}$ açısal hızda submaksimal bir eforla 2 tekrar diz ekstansiyonu ve fleksiyonu yaptırılmıştır. Isınmadan iki dakika sonra sırasıyla 60° ve $120^\circ/\text{sn}$ açısal hızlarda izokinetik diz kuvvet ölçümü yapılmıştır. Tüm ölçümler her bir katılımcının dominant olarak kullandığı bacağıyla uygulanmıştır. Test esnasında katılımcıların en iyi performanslarını göstermeleri için sözlü olarak teşvik sağlanmıştır. Dinamometrenin bilgisayar ortamındaki veri toplama sistemiyle katılımcıların fleksiyon ve ekstansiyon olarak en yüksek mutlak ve rölatif tork değerlerinin yanı sıra agonist-antagonist kas oran değerleri belirlenmiştir. (Brito ve ark., 2014).



Şekil 3.14. İzokinetik Kuvvet Ölçümü

3.7. Sprint Ölçümleri

Sprint performansı değerlendirmeleri fotosel cihazı (Microgate Witty, Bolzano, Italy) ile gerçekleştirilmiştir.

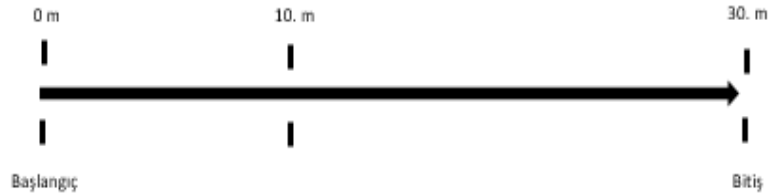


Şekil 3.15. Microgate Witty fotosel cihazı

3.7.1. 10m, hızlanmalı 20m ve 30m içeren Sprint Parkuru

Katılımcıların 10m, hızlanmalı 20m ve 30m içeren sprint süreleri parkur uygulanarak belirlenmiştir. Testin sınıf içi korelasyon katsayısının (ICC) 10m için 0,95-0,98 arasında, 20m için 0,92-0,96 arasında ve 30m için 0,90-0,96 arasında olduğu ve bu testin yüksek güvenilirliğe sahip olduğu belirtilmektedir (Coelho ve ark., 2016; Emmonds ve ark., 2019).

Sprint parkurunda belirlenen 30 metre boyunca başlangıç, onuncu metre ve bitiş noktalarına üç kapılı fotosel cihazı yerleştirilmiş ve süre ölçümü yapılmıştır. Katılımcılara test prosedürü ayrıntılı şekilde anlatılmış ve deneme yapmaları sağlanmıştır. Katılımcıların 30 metrelik parkuru en yüksek hızda koşmaları istenmiş ve sözlü olarak teşvik sağlanmıştır. Her katılımcıya iki deneme yaptırılmış ve denemeler arasında 3 dakikalık dinlenme süresi verilmiştir. İkişer deneme sonrasında en iyi zaman dereceleri saniye cinsinden belirlenmiş ve kaydedilmiştir.



Şekil 3.16. 10m, hızlanmalı 20m ve 30m içeren Sprint Parkuru

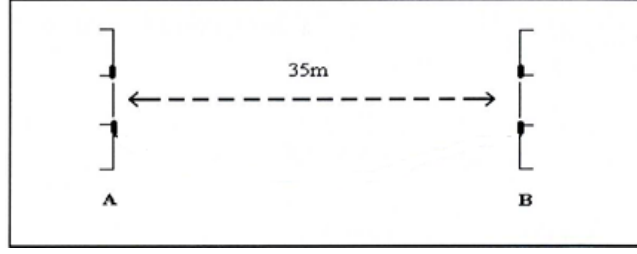
3.7.2. Tekrarlı Koşu Temelli Anaerobik Sprint Testi (RAST)

Tekrarlı koşu temelli anaerobik sprint testi (RAST), anaerobik güç ve kapasiteyi değerlendirmek amacıyla orijinal WAnT testinde uyarlanarak geliştirilmiş bir saha testidir. RAST protokolü koşu aralarında 10'ar saniyelik pasif dinlenmelerin olduğu 35

metrelik 6 adet tekrarlı sürat koşusunu içermektedir. Testin ve testten elde edilen güç değerlerinin sınıf içi korelasyon katsayılarının (ICC) 0,880 ile 0,970 arasında olduğu ve yüksek güvenirliğe sahip olduğu ifade edilmiştir (Zagatto, Beck, & Gobatto, 2009; Burgess, Holt, Munro, & Swinton, 2016).

Test için öncelikle çim futbol sahasında düz bir zeminde 35 metrelik koşu parkuru uygun işaretlemelerle hazırlanmıştır ve parkurun başlangıç ve bitiş noktalarına fotosel cihazı konulmuştur. Katılımcıların test öncesi, test sırasında üzerlerinde bulunacak spor kıyafetleri ile çıplak ayakla vücut ağırlıkları belirlenerek kaydedilmiştir. Katılımcılara test prosedürü ayrıntılı şekilde anlatılmış ve deneme yapmaları sağlanmıştır. Beş dakikalık jog temposunda koşu, 2-3 saniye süreli kısa sprint koşuları ve germe hareketleri içeren standart ısınma egzersizlerini takiben test uygulanmıştır. Katılımcı başlangıç noktasının en fazla bir adım gerisinde komut ile çıkış yapmış ve ilk 35 metrelik koşusunu tamamlamıştır. Ardından 10 saniyelik dinlenme süresi verilmiş ve süre sonunda ikinci sprint koşusunu çıkış yaparak tamamlamıştır. Bu uygulama aynı şekilde toplam altı defa tekrarlanmıştır ve katılımcının her bir koşuyu olabildiğince hızlı koşması istenmiştir. Testin ardından her bir katılımcı 10 dakika boyunca jog temposunda toparlanma koşusu gerçekleştirmiştir. Test boyunca tamamlanan 35 metrelik her bir koşu için saniye cinsinden süre kaydı yapılmıştır.

Her bir katılımcının test öncesi belirlenen vücut ağırlığı da dikkate alınarak 35 metrelik her bir koşusuna ilişkin güç değeri “ $Güç = Vücut\ ağırlığı * Koşu\ mesafesi^2 / Koşu\ süresi^3$ ” eşitliğinden hesaplanmıştır. Bu eşitlikte; güç değeri Watt (W), vücut ağırlığı kilogram (kg), koşu mesafesi metre (m) ve koşu süresi saniye (sn) cinsinden değerlendirilmiştir. Güç değeri hesaplamalarının ardından, elde edilen en yüksek güç değeri zirve güç (anaerobik güç), 6 adet güç değerinin aritmetik ortalaması ortalama güç (anaerobik kapasite) ve elde edilen en düşük güç değeri ise minimum güç olarak mutlak (Watt) değerlerde değerlendirilmiştir. Aynı zamanda vücut ağırlığına ve yağsız vücut kütlesine oranlı olarak rölatif ($Watt.kg^{-1}$) değerlerde de hesaplama yapılmıştır. Yorgunluk indeksi değerleri ise “ $Yİ = (zirve\ güç - minimum\ güç) * 100 / zirve\ güç$ ” eşitliğinden hesaplanmıştır. (Zagatto, Beck, & Gobatto, 2009; Keir, Thériault, & Serresse, 2013).



Şekil 3.17. Tekrarlı Koşu Temelli Anaerobik Sprint Testi (RAST)

3.8. Sıçrama Ölçümleri

Sıçrama performansı değerlendirmeleri OptoJump (Microgate, Bolzano, Italy) cihazıyla gerçekleştirilmiştir. Bu cihazın sınıf içi korelasyon katsayısının (ICC) 0,982 ile 0,989 arasında olduğu ve güvenilirliğinin yüksek olduğu belirtilmiştir (Glatthorn ve ark., 2011).



Şekil 3.18. OptoJump cihazı

3.8.1. Aktif Sıçrama (AS)

Aktif sıçrama testi, dikey olarak sıçrama performansının belirlenmesi amacıyla uzun yıllardır sıklıkla kullanılmaktadır. Testin sınıf içi korelasyon katsayısının (ICC) 0,980 olduğu ve yüksek güvenilirliğe sahip olduğu ifade edilmiştir (Goran, Drazan, Igor, & Marco, 2004).

Katılımcılara test prosedürü ayrıntılı şekilde anlatılmış ve deneme yapmaları sağlanmıştır. Katılımcılar aktif sıçramada; üst gövde dik pozisyonda elleri bellerinde, dizler tam olarak ekstansiyonda iken yaylanmaya izin verilerek dizlerden ani bir şekilde çökerek en yükseğe sıçramış ve tekrar aynı yere inerek testi tamamlamışlardır. Her bir katılımcıya iki deneme yaptırılmıştır. İki deneme arasında 3 dakikalık dinlenme süresi verilmiştir. Katılımcıların olabildiğince yükseğe sıçramaları istenmiştir. Cihazın bilgisayar ortamındaki veri toplama sistemiyle ikişer deneme sonunda en iyi yükseklik derecesi santimetre (cm) cinsinden, havada kalma süresi ise sn cinsinden kaydedilmiştir.

3.8.2. Squat Sıçrama (SS)

Squat sıçrama testi, dikey olarak sıçrama performansının belirlenmesi amacıyla uzun yıllardır sıklıkla kullanılmaktadır. Testin sınıf içi korelasyon katsayısının (ICC) 0,970 olduğu ve yüksek güvenilirliğe sahip olduğu belirtilmiştir (Goran, Drazan, Igor, & Marco, 2004).

Katılımcılara test prosedürü ayrıntılı şekilde anlatılmış ve deneme yapmaları sağlanmıştır. Katılımcılar squat sıçramada dizleri 90° lik bir açıyla başlayarak elleri bellerinde yaylanmadan en yükseğe sıçramış ve tekrar aynı yere inerek testi tamamlamışlardır. Her bir katılımcıya iki deneme yaptırılmıştır. İki deneme arasında 3 dakikalık dinlenme süresi verilmiştir. Katılımcıların olabildiğince yükseğe sıçramaları istenmiştir. Cihazın bilgisayar ortamındaki veri toplama sistemiyle ikişer deneme sonunda en iyi yükseklik derecesi cm cinsinden, havada kalma süresi ise sn cinsinden kaydedilmiştir. Elastik kuvvetin bir göstergesi olarak aktif ve squat sıçrama yükseklikleri arasındaki fark “aktif sıçrama yüksekliği – squat sıçrama yüksekliği” formülü kullanılarak hesaplanmıştır.

3.8.3. Durarak Uzun Atlama (DUA)

DUA testi, yatay olarak sıçrama performansının belirlenmesi amacıyla uzun yıllardır sıklıkla kullanılmaktadır. Testin sınıf içi korelasyon katsayısının (ICC) 0,950 olduğu ve yüksek güvenilirliğe sahip olduğu belirtilmiştir (Goran, Drazan, Igor, & Marco, 2004).

Katılımcılara test prosedürü ayrıntılı şekilde anlatılmış ve deneme yapmaları sağlanmıştır. Katılımcılar durarak uzun atlamada ayaklar normal aralıkta ve yere paralel bir şekilde, işaretlenmiş çizginin hemen arkasından ayakta, hız almadan duruş pozisyonunda başlayarak kollar önde, dizler bükülü konumda, kolların salınımıyla birlikte iki ayağında aynı anda yerden kesileceği şekilde olabildiğince ileriye uzun atlama yapmışlardır. Her bir katılımcıya iki deneme yaptırılmıştır. İki deneme arasında 3 dakikalık dinlenme verilmiştir. Katılımcıların olabildiğince uzağa atlamaları istenmiştir. İkişer deneme sonunda en iyi uzaklık derecesi cm cinsinden kaydedilmiştir.

3.9. Çeviklik Ölçümleri

Çeviklik performansı değerlendirmeleri fotosel cihazı (Microgate Witty, Bolzano, Italy) ile gerçekleştirilmiştir.

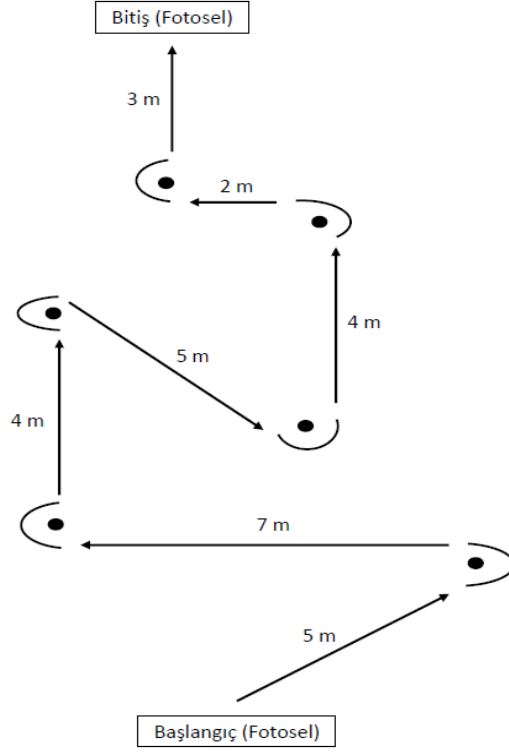


Şekil 3.19. Çeviklik Test Parkuru

3.9.1. Futbola Özgü Topla ve Topsuz Çeviklik Testi (HÜFA Testi)

Yön değiştirmeli süratle birlikte futbolda oldukça önemli olan top kontrol becerisi ve koordinasyona dayalı topla ve topsuz çabukluk becerilerini belirlemek amaçlı HÜFA testi uygulanmıştır. HÜFA testinin sınıf içi korelasyon katsayılarının (ICC) topla 0,92 ve topsuz 0,94 olduğu ve bu testin her iki protokolde de yüksek güvenilirliğe sahip olduğu belirtilmektedir (Açıkada ve ark., 1998).

Katılımcılara test prosedürü ayrıntılı şekilde anlatılmış ve deneme yapmaları sağlanmıştır. Test parkuru için gerekli işaretlemelerle birlikte başlama ve bitiş noktalarına fotosel düzeneği yerleştirilmiştir. Katılımcılar başlama noktasının bir metre gerisinden ayakta test parkuruna başlamışlardır. Toplam 30 metrelik yön değiştirmeli parkuru öncelikle topsuz olarak en kısa sürede koşarak bitirmişlerdir. Katılımcılar parkuru topsuz şekilde tamamladıktan sonra 5 dakikalık dinlenme verilerek aynı parkuru topla ikişer kez en kısa sürede tamamlamışlardır. Her bir deneme için zaman ölçümü yapılmıştır. Katılımcıların topla ve topsuz şekilde en iyi parkur süreleri saniye cinsinden kaydedilmiştir. Ayrıca katılımcıların teknik indeks değerleri; “topsuz koşu zamanı / topla koşu zamanı” formülü kullanılarak hesaplanmıştır. (Açıkada, Hazır, Aşçı, Turnagöl, & Özkara, 1998; Cerrah, Polat, & Ertan, 2011).

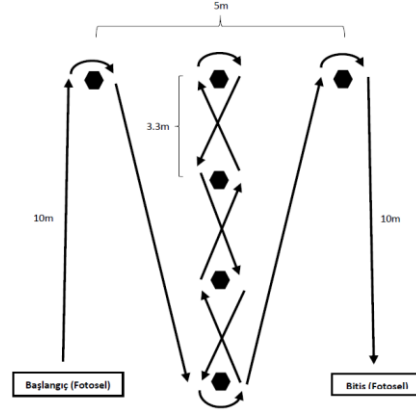


Şekil 3.20. HÜFA Testi Parkuru

3.9.2. Illinois Çeviklik Testi

Çeviklik performansını belirlemek amacıyla yaygın olarak kullanılan ve kat edilen mesafe ve geçirilen süre açısından en uzun test olan Illinois Çeviklik testi uygulanmıştır. Illinois çeviklik testinin sınıf içi korelasyon katsayısının (ICC) 0,96 olduğu ve bu testin yüksek güvenilirliğe sahip olduğu belirtilmektedir (Hachana ve ark., 2013).

Test 5 m genişliği ve 10 m uzunluğu olan bir alanda yapılmıştır. 10m uzunluğun orta hattı eşit aralıklarla (yaklaşık 3.3 m) yerleştirilen konilerle üçe bölünmüştür. Bu test yaklaşık 40 m düz koşu ve 20 m koniler arasında slalom koşusu içermektedir. Ayrıca 5 adet yaklaşık 180°'lik tam dönüşün yanı sıra, koniler arasında tam olmayan 6 adet dönüş daha içermektedir (Raya ve ark., 2013). Katılımcıların hazırlanan bu parkuru en kısa sürede bitirmesi istenmiştir ve fotosel yardımıyla zaman ölçümü yapılmıştır. Katılımcıların parkuru ikişer kez tamamlamaları sağlanmıştır ve en iyi parkur süreleri sn cinsinden kaydedilmiştir.



Şekil 3.21. İllinois Çeviklik Testi Parkuru

3.10. Hareket Hızı Ölçümleri

Squat sıçrama, calf sıçrama, durarak uzun atlama ve topuklama olmak üzere 4 farklı plyometrik egzersizin hareket hızları belirlenmiştir. Katılımcıların egzersizleri sırayla olabildiğince en yüksek eforla yapmaları sağlanmış ve bu esnada lateral yönde bir tripod üzerine yerleştirilen kamera aracılığıyla egzersizler kayıt altına alınmıştır. Elde edilen görüntüler daha sonra bilgisayar ortamına aktarılarak “Kinovea” programı aracılığıyla kinematik analizler yapılmıştır. Kinovea programı kuvvet antrenmanlarındaki egzersizlerin yanı sıra sıçrama, atlama gibi plyometrik egzersizlerin hareket hızlarını analiz etmede de kullanılmaktadır. Bu programın sıçrama yeteneğinin kinematik analizlerinde sınıf içi korelasyon katsayısının (ICC) 0,985-0,997 arasında olduğu ve yüksek güvenilirliğe sahip olduğu ifade edilmiştir (Balsalobre-Fernandez ve ark., 2014; Sanudo ve ark., 2016; Pueo, Penichet-Tomas, & Jimenez-Olmedo, 2020; Jiménez-Olmedo ve ark., 2021).



Şekil 3.22. Kinovea Kinematik Analiz

Squat sıçrama ve calf sıçrama hareketleri görüntü analizlerinde harekete başlangıç (A), parmak ucu (B) ve en yükseğe çıkış (C) pozisyonlarının her biri için ayrı şekilde süre (t) ve vücut ağırlık merkezi yüksekliği (VAMh) değerleri belirlenmiştir. Her iki sıçrama hareketinde aşağıdaki formüller kullanılarak her iki evre için de m/sn cinsinden hareket hızı (V) değerleri hesaplanmıştır:

$$V_{itme} = \frac{VAMhB - VAMhA}{tB - tA} \quad V_{yükselme} = \frac{VAMhC - VAMhB}{tC - tB}$$

Topuklama görüntü analizinde hem dominant hem de dominant olmayan bacakların başlangıç (A) ve bitiş (B) pozisyonlarının her biri için ayrı şekilde süre (t) ve yükseklik (h) değerleri belirlenmiştir. Bu harekette her iki bacak için aşağıdaki formül kullanılarak m/sn cinsinden hareket hızı (V) değerleri hesaplanmıştır:

$$V = \frac{hB - hA}{tB - tA}$$

Durarak uzun atlama görüntü analizinde ise harekete başlangıç (A) ve parmak ucu (B) pozisyonlarının süre (t) ve vücut ağırlık merkezi yüksekliği (VAMh) değerleri belirlenmiş ve bu değerler kullanılarak vücut ağırlık merkezinin yatay yer değiştirme (x) ve dikey yer değiştirme (y) değerleri ayrı şekilde belirlenmiştir. Ayrıca push-off (itme) süresi " $tB - tA$ " formülüyle belirlenmiştir. Daha sonra yatay hız (V_a) ve dikey hız (V_b) aşağıdaki formüller kullanılarak hesaplanmıştır:

$$V_a = \frac{x}{t_{itme}} \quad V_b = \frac{y}{t_{itme}}$$

Son olarak hesaplamalar sonucu elde edilen tüm verilerle birlikte durarak uzun atlama hareketinin itme evresi hareket hızı aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır:

$$V_{itme} = \sqrt{yatay\ hız\ (a)^2 + dikey\ hız\ (b)^2}$$

3.11. Algılanan Zorluk Derecesi (AZD)

İzokinetik kuvvet, sprint, sıçrama ve çeviklik ölçümlerinde uygulanan her bir testin bitişini takiben Borg Skalası kullanılarak katılımcıların algılanan zorluk dereceleri belirlenmiştir. Borg skalası 6' dan 20' ye kadar olan sayılardan ve bu sayıların bazılarının

yanında bulunan zorluk ifadelerinden (7-çok hafif, 19-çok çok zor vb.) oluşan bir ölçektir (Borg, 1974). Her bir katılımcıya her bir testi bitirdikten hemen sonra ölçek gösterilmiştir ve sözlü olarak testteki zorlanma seviyesini belirtmesi istenmiştir. Katılımcının belirttiği zorluk seviyesi kayıt altına alınmıştır.

3.12. Verilerin Analizi

Araştırmadaki tüm veriler SPSS 22 paket programı kullanılarak analiz edilmiştir. Tüm değişkenler için aritmetik ortalama, standart sapma ($\bar{x} \pm SS$), minimum ve maksimum gibi tanımlayıcı istatistik değerler belirlenmiştir. Elde edilen verilerin normal dağılıp dağılmadığını tespit etmek için Shapiro-Wilk testi uygulanmıştır. Normal dağılmayan veriler için çarpıklık ve basıklık değerleri kontrol edilmiş ve ± 2 içindekiler normal dağılım olarak kabul edilmiştir (George & Mallery, 2016). Analizlere göre tüm ölçümlerin AZD değerleri hariç elde edilen tüm verilerin normal dağıldığı tespit edilmiştir ve parametrik testler uygulanmıştır. Ön-test ve son-test ölçümlerinden elde edilen verilerin gruplar arası farklılıkları Tek Yönlü Varyans Analizi (One-Way ANOVA) ile belirlenmiştir. AZD verileri için parametrik olmayan Kruskal Wallis testi uygulanmıştır. İki'den fazla grup olduğundan karşılaştırmalarda oluşan farkların hangi gruplardan kaynaklandığını belirlemek amacıyla Tukey Post-Hoc testi kullanılmıştır. AZD verileri için Mann-Whitney U testi kullanılmıştır. Ön test-son test ölçümlerinden elde edilen verilerin grup içi değerlendirmeleri için Eşleştirilmiş Bağımlı Örneklem T testi (Paired Sample T test) kullanılmıştır. AZD verileri için ise Wilcoxon testi kullanılmıştır. Tüm grupların ön testten son teste değişim yüzdeleri hesaplanmıştır. Ayrıca tekrarlayan ölçümlerin varyans analizi ile Grup, Zaman ve Grup*Zaman etkileşim değerleri belirlenmiştir. Verilerin anlamlılık düzeyleri $p < 0.05$ olarak belirlenmiştir.

4. BULGULAR

4.1. Katılımcıların Demografik Değerleri

Araştırmaya 15-18 yaş arası, en az bir yıl futbol antrenman geçmişine sahip ve düzenli olarak antrenman yapan cluster kompleks (CK, n=12), geleneksel kompleks (GK, n=11) ve kontrol (KON, n=10) olmak üzere üç farklı grupta toplam 33 erkek futbolcu gönüllü olarak katılmıştır. Katılımcıların tanımlayıcı değerleri Tablo 4.1 'de gösterilmiştir.

Tablo 4.1. Katılımcılara ilişkin tanımlayıcı değerler

Değişkenler	Grup	$\bar{x} \pm SS$	Minimum	Maksimum
Yaş (yıl)	CK	16,13 $\pm$ 0,58	15,42	17,58
	GK	16,67 $\pm$ 0,44	16,08	17,33
	KON	16,28 $\pm$ 0,33	16,00	17,00
Antrenman Yaşı (yıl)	CK	5,83 $\pm$ 0,39	5,0	6,0
	GK	5,00 $\pm$ 1,00	3,0	6,0
	KON	4,50 $\pm$ 1,18	3,0	6,0
Boy (cm)	CK	174,67 $\pm$ 5,93	164,0	184,0
	GK	174,91 $\pm$ 6,86	163,0	184,0
	KON	178,30 $\pm$ 6,29	170,0	190,0

CK: Cluster kompleks grubu; GK: Geleneksel kompleks grubu; KON: Kontrol grubu; $\bar{x}$: Aritmetik ortalama.

Katılımcıların yaş ortalamaları CK grubu (16,13 $\pm$ 0,58 yıl), GK grubu (16,67 $\pm$ 0,44 yıl) ve KON grubu (16,28 $\pm$ 0,33 yıl) belirlenmiştir. Antrenman yaşları CK grubu (5,83 $\pm$ 0,39 yıl), GK grubu (5,00 $\pm$ 1,00 yıl) ve KON grubu (4,50 $\pm$ 1,18 yıl) belirlenmiştir. Boyları CK grubu (174,67 $\pm$ 5,93 cm), GK grubu (174,91 $\pm$ 6,86 cm) ve KON grubu (178,30 $\pm$ 6,29 cm) belirlenmiştir (Tablo 4.1).

4.2. Katılımcıların Elde Edilen Bulgularının Karşılaştırılması

Katılımcıların vücut kompozisyonu grup içi ön test-son test değerleri, ön test-son test farkları, değişim yüzdeleri ve gruplar arası farkları Tablo 4.2 'de gösterilmiştir.

Tablo 4.2. Vücut Kompozisyonu Değerlerinin Karşılaştırılması

Değişkenler	Grup	Ön Test	Son Test	Grup içi Ön-Son farkı		Değişim
		$\bar{x} \pm SS$	$\bar{x} \pm SS$	t	p	Yüzdesi
Vücut Ağırlığı (kg)	CK	60,77 $\pm$ 7,20	60,56 $\pm$ 2,48	0,398	0,699	% 0,35
	GK	62,19 $\pm$ 6,89	62,47 $\pm$ 2,49	-0,401	0,697	% -0,45
	KON	63,17 $\pm$ 4,41	63,19 $\pm$ 1,80	-0,090	0,930	% -0,03
	p	0,678	0,598	-	-	-
TBW (kg)	CK	40,19 $\pm$ 4,03	37,35 $\pm$ 0,18	0,804	0,439	% 7,07
	GK	40,83 $\pm$ 3,89	41,54 $\pm$ 0,19	-2,148	0,057	% -1,74
	KON	42,22 $\pm$ 2,87	42,40 $\pm$ 0,13	-0,891	0,396	% -0,43
	p	0,435	0,199	-	-	-
Yağ Ağırlığı (kg)	CK	5,62 $\pm$ 2,02	4,41 $\pm$ 2,02	3,030	0,011*	% 21,53
	GK	6,40 $\pm$ 2,15	5,70 $\pm$ 2,15	1,581	0,145	% 10,94
	KON	5,50 $\pm$ 1,97	5,27 $\pm$ 1,97	0,770	0,461	% 4,18
	p	0,545	0,168	-	-	-
VYY (%)	CK	9,47 $\pm$ 2,94	7,54 $\pm$ 2,94	3,671	0,004*	% 20,38
	GK	10,09 $\pm$ 2,91	9,04 $\pm$ 2,91	1,757	0,109	% 10,41
	KON	8,64 $\pm$ 2,86	8,25 $\pm$ 2,86	0,870	0,407	% 4,51
	p	0,527	0,372	-	-	-
YVK (kg)	CK	54,91 $\pm$ 5,50	55,90 $\pm$ 5,50	-2,415	0,034*	% 1,80
	GK	55,79 $\pm$ 5,29	56,77 $\pm$ 5,29	-2,142	0,058	% 1,76
	KON	57,67 $\pm$ 3,92	57,92 $\pm$ 3,92	-0,943	0,370	% 0,43
	p	0,437	0,667	-	-	-
BKİ (kg/m ²)	CK	19,87 $\pm$ 1,56	19,64 $\pm$ 1,56	1,333	0,210	% 1,16
	GK	20,29 $\pm$ 1,91	20,24 $\pm$ 1,91	0,199	0,846	% 0,25
	KON	19,68 $\pm$ 1,45	19,63 $\pm$ 1,45	0,361	0,726	% 0,25
	p	0,689	0,594	-	-	-

TBW: Toplam vücut su miktarı; VYY: Vücut yağ yüzdesi; YVK: Yağsız vücut kütlesi; BKİ: Beden kitle indeksi; CK: Cluster kompleks grubu; GK: Geleneksel kompleks grubu; KON: Kontrol grubu; $\bar{x}$: Aritmetik ortalama; Anlamlılık düzeyi: *p<0,05.

Katılımcıların gruplar arası ön test ve son test vücut ağırlığı, TBW, yağ ağırlığı, VYY, YVK ve BKİ değerleri karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmamıştır (p>0,05). Katılımcıların grup içi ön test-son test karşılaştırmasına bakıldığında, CK grubun yağ ağırlığı (%21,53) ve VYY (%20,38) değerleri istatistiksel olarak anlamlı derecede azalırken, YVK (%1,80) ise anlamlı derecede artış göstermiştir

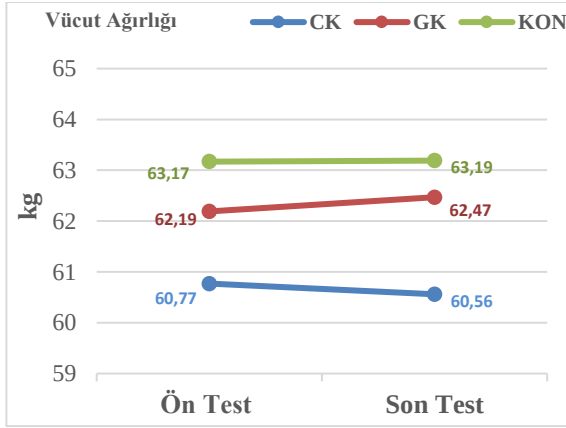
($p<0,05$). Ancak diğer grup ve değişkenlerde istatistiksel olarak anlamlı değişimlere rastlanmamıştır.

Katılımcıların vücut kompozisyonu için tekrarlayan ölçümlerin ANOVA sonuçları Tablo 4.3 'de gösterilmiştir.

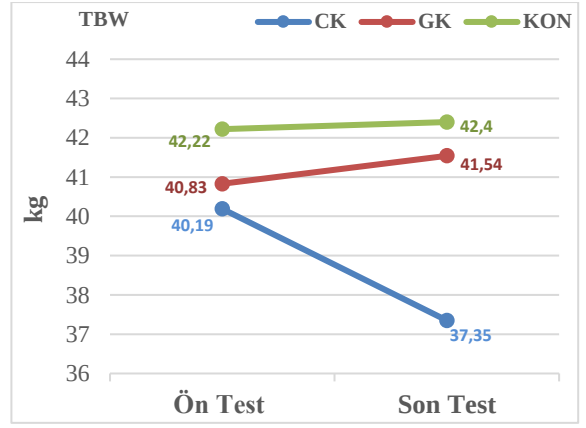
Tablo 4.3. Vücut Kompozisyonu için tekrarlayan ölçümlerin ANOVA sonuçları

Değişkenler	Etkileşim	df	F	p
Vücut Ağırlığı (kg)	G	2	0,463	0,634
	Z	1	0,008	0,929
	G*Z	2	0,219	0,805
TBW (kg)	G	2	2,133	0,136
	Z	1	0,248	0,622
	G*Z	2	0,764	0,475
Yağ Ağırlığı (kg)	G	2	1,048	0,363
	Z	1	9,891	0,004*
	G*Z	2	1,557	0,227
VYY (%)	G	2	0,657	0,525
	Z	1	13,236	0,001*
	G*Z	2	2,103	0,140
YVK (kg)	G	2	0,614	0,548
	Z	1	10,463	0,003*
	G*Z	2	1,099	0,346
BKİ (kg/m ²)	G	2	0,458	0,637
	Z	1	0,890	0,353
	G*Z	2	0,267	0,767

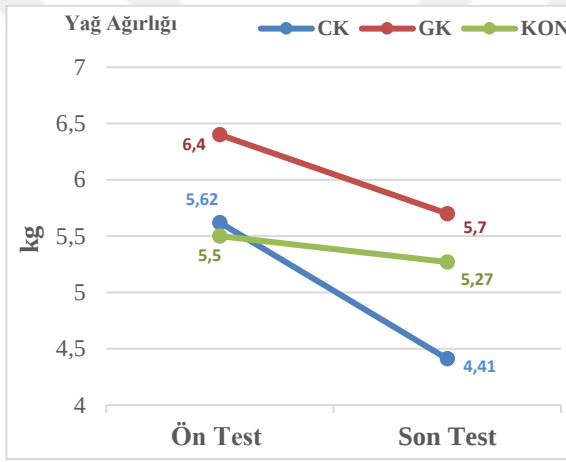
G: Grup; Z: Zaman; G*Z: Grup-Zaman etkileşimi; TBW: Toplam vücut su miktarı; VYY: Vücut yağ yüzdesi; YVK: Yağsız vücut kütlesi; BKİ: Beden kitle indeksi; Anlamlılık düzeyi: * $p<0,05$.



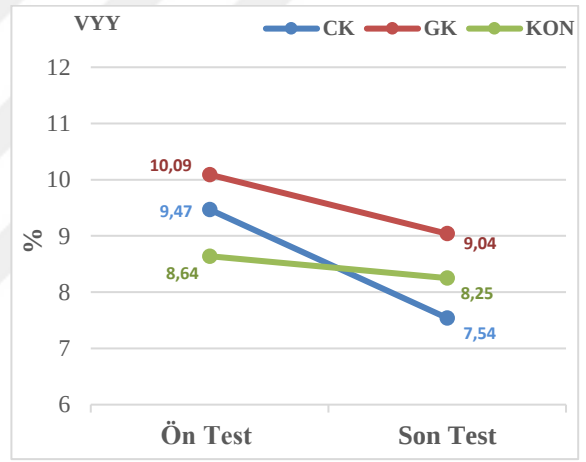
Şekil 4.1. Vücut Ağırlığı Grafiği



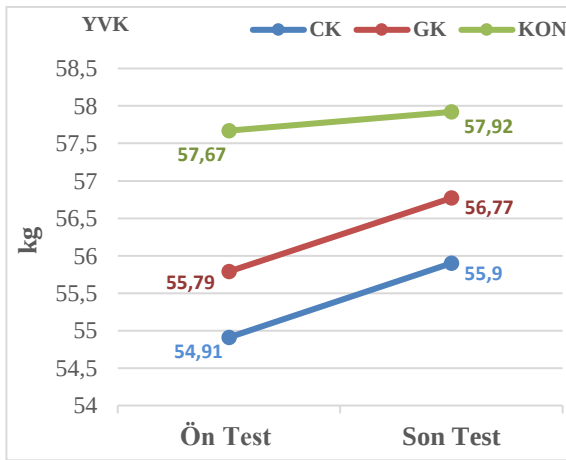
Şekil 4.2. TBW Grafiği



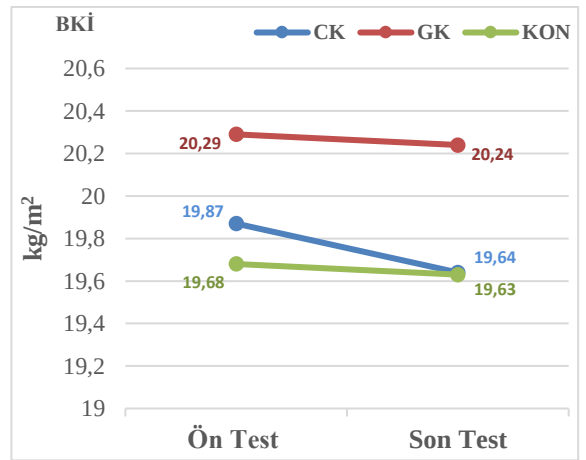
Şekil 4.3. Yağ Ağırlığı Grafiği



Şekil 4.4. VYY Grafiği



Şekil 4.5. YVK Grafiği



Şekil 4.6. BKİ Grafiği

Katılımcıların sprint grup içi ön test-son test değerleri, ön test-son test farkları, değişim yüzdeleri ve gruplar arası farkları Tablo 4.4 'de gösterilmiştir.

Tablo 4.4. Sprint Parkuru ve RAST Değerlerinin Karşılaştırılması

Değişkenler	Grup	Ön Test	Son Test	Grup içi Ön-Son farkı		Değişim Yüzdesi
		$\bar{x} \pm SS$	$\bar{x} \pm SS$	t	p	
10m (sn)	CK	1,809 $\pm$ 0,05	1,632 $\pm$ 0,05	16,876	0,000*	% 9,78 ^a
	GK	1,797 $\pm$ 0,07	1,659 $\pm$ 0,07	16,240	0,000*	% 7,68 ^b
	KON	1,785 $\pm$ 0,06	1,754 $\pm$ 0,06	2,793	0,021*	% 1,74
	p	0,667	0,000*	-	-	-
20m (sn)	CK	2,685 $\pm$ 0,07	2,596 $\pm$ 0,07	5,222	0,000*	% 3,31 ^a
	GK	2,694 $\pm$ 0,08	2,542 $\pm$ 0,06	11,050	0,000*	% 5,64 ^b
	KON	2,632 $\pm$ 0,04	2,650 $\pm$ 0,04	-1,536	0,159	% -0,68
	p	0,107	0,001*	-	-	-
30m (sn)	CK	4,494 $\pm$ 0,09	4,228 $\pm$ 0,09	19,358	0,000*	% 5,92 ^a
	GK	4,491 $\pm$ 0,13	4,201 $\pm$ 0,11	16,846	0,000*	% 6,46 ^b
	KON	4,417 $\pm$ 0,06	4,404 $\pm$ 0,06	2,751	0,022*	% 0,29
	p	0,146	0,000*	-	-	-
Sprint AZD	CK	18,42 $\pm$ 0,51	18,33 $\pm$ 0,49	-0,577	0,564	% 0,49
	GK	18,27 $\pm$ 0,47	18,36 $\pm$ 0,50	-0,577	0,564	% -0,49
	KON	18,40 $\pm$ 0,52	18,40 $\pm$ 0,52	0,000	1,000	% 0,00
	p	0,749	0,950	-	-	-
Zirve Güç (W.Kg ⁻¹)	CK	9,46 $\pm$ 1,13	10,38 $\pm$ 1,37	-6,627	0,000*	% 9,81 ^a
	GK	9,45 $\pm$ 0,71	10,10 $\pm$ 0,70	-7,656	0,000*	% 6,81 ^b
	KON	9,35 $\pm$ 0,93	9,45 $\pm$ 0,92	-2,044	0,071	% 1,07
	p	0,960	0,127	-	-	-
Ortalama Güç (W.Kg ⁻¹)	CK	7,54 $\pm$ 0,99	8,11 $\pm$ 1,14	-6,025	0,000*	% 7,48 ^a
	GK	7,70 $\pm$ 0,54	8,25 $\pm$ 0,59	-7,774	0,000*	% 7,14 ^b
	KON	7,82 $\pm$ 0,93	7,80 $\pm$ 0,91	0,156	0,879	% -0,19
	p	0,750	0,525	-	-	-
Minimum Güç (W.Kg ⁻¹)	CK	5,63 $\pm$ 0,95	5,83 $\pm$ 1,01	-1,785	0,102	% 3,55
	GK	5,95 $\pm$ 0,71	6,40 $\pm$ 0,95	-3,828	0,003*	% 7,68
	KON	6,28 $\pm$ 1,02	6,15 $\pm$ 1,00	0,672	0,519	% -2,09
	p	0,262	0,392	-	-	-
Yİ (%)	CK	39,69 $\pm$ 4,49	43,93 $\pm$ 5,35	-3,466	0,005*	% 10,70 ^a
	GK	36,85 $\pm$ 8,25	36,32 $\pm$ 10,27	0,420	0,683	% 1,45
	KON	34,08 $\pm$ 6,09	35,13 $\pm$ 6,70	-0,553	0,594	% 3,08
	p	0,202	0,021*	-	-	-
RAST AZD	CK	18,67 $\pm$ 0,78	19,00 $\pm$ 0,74	-1,633	0,102	% -1,77
	GK	19,18 $\pm$ 0,60	19,00 $\pm$ 0,45	-0,816	0,414	% 0,94
	KON	18,90 $\pm$ 0,87	19,10 $\pm$ 0,74	-1,000	0,317	% -1,06
	p	0,249	0,913	-	-	-

CK: Cluster kompleks grubu; GK: Geleneksel kompleks grubu; KON: Kontrol grubu; sn: saniye; Yİ: Yorgunluk indeksi; $\bar{x}$: Aritmetik ortalama; ^a: CK-KON farkı; ^b: GK-KON farkı; Anlamlılık düzeyi: *p<0,05.

Katılımcıların gruplar arası ön test 10m, hızlanmalı 20m ve 30m sprint süreleri karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmamıştır. Bununla birlikte

gruplar arası ön test RAST ‘tan elde edilen rölatif güç değerleri ve yorgunluk indeksi değerleri karşılaştırıldığında anlamlı farklılıklar bulunmamıştır ($p>0,05$).

Katılımcıların grup içi ön test-son test karşılaştırmasına bakıldığında, CK grubun 10m (%9,78), 20m (%3,31) ve 30m (%5,92) olmak üzere sprint sürelerinde istatistiksel olarak anlamlı derecede azalma, RAST rölatif zirve güç (%9,81), ortalama güç (%7,48) ve Yİ (%10,70) değerlerinde anlamlı derecede artış bulunmuştur ($p<0,05$). GK grubun 10m (%7,68), 20m (%5,64) ve 30m (%6,46) olmak üzere sprint sürelerinde anlamlı derecede azalma ve RAST rölatif zirve güç (%6,81), ortalama güç (%7,14) ve minimum güç (%7,68) değerlerinde anlamlı derecede artış bulunurken ($p<0,05$), Yİ değerinde anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$). KON grubunda ise 10m (%1,74) ve 30m (%0,29) sprint sürelerinde anlamlı azalma bulunurken ($p<0,05$), RAST rölatif güç ve Yİ değerlerinde anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$).

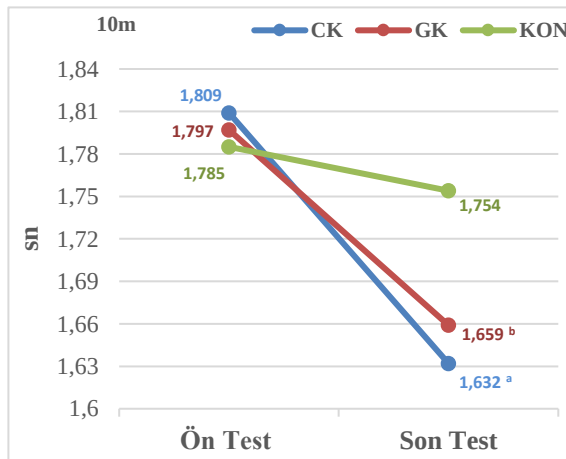
Son test sprint sürelerinde gruplar arası anlamlı farklılıklar bulunmuştur. CK ve GK grup KON gruba göre anlamlı derecede düşük bulunurken, CK ve GK grup arasında anlamlı farklılık bulunmamıştır. Son test RAST rölatif güç değerlerinde gruplar arası anlamlı farklılıklar bulunmamıştır. Fakat Yİ değerleri CK grupta, GK ve KON gruplarına göre anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p<0,05$). AZD değerlerinde grup içi ve gruplar arası farklılıklar bulunmamıştır ($p>0,05$).

Katılımcıların sprint için tekrarlayan ölçümlerin ANOVA sonuçları Tablo 4.5 ‘de gösterilmiştir.

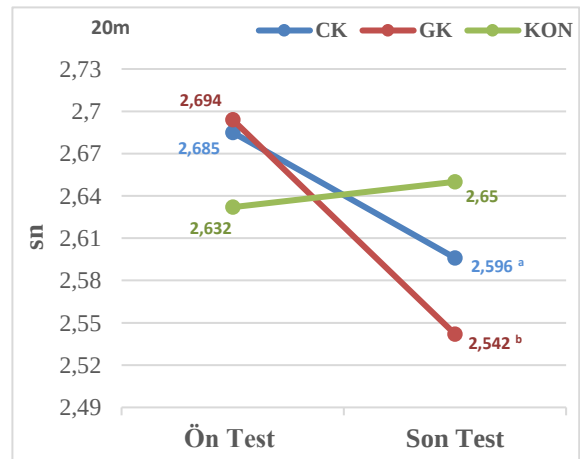
Tablo 4.5. Sprint için tekrarlayan ölçümlerin ANOVA sonuçları

Değişkenler	Etkileşim	df	F	p
10m (sn)	G	2	2,089	0,142
	Z	1	390,347	0,000*
	G*Z	2	54,315	0,000*
20m (sn)	G	2	0,560	0,577
	Z	1	75,951	0,000*
	G*Z	2	32,170	0,000*
30m (sn)	G	2	1,436	0,254
	Z	1	594,878	0,000*
	G*Z	2	123,665	0,000*
Zirve Güç (W.Kg ⁻¹)	G	2	0,784	0,466
	Z	1	85,363	0,000*
	G*Z	2	15,943	0,000*
Ortalama Güç (W.Kg ⁻¹)	G	2	0,123	0,885
	Z	1	50,649	0,000*
	G*Z	2	13,175	0,000*
Minimum Güç (W.Kg ⁻¹)	G	2	0,971	0,390
	Z	1	4,559	0,041*
	G*Z	2	4,094	0,027*
Yİ (%)	G	2	3,163	0,057
	Z	1	3,530	0,070
	G*Z	2	2,930	0,069

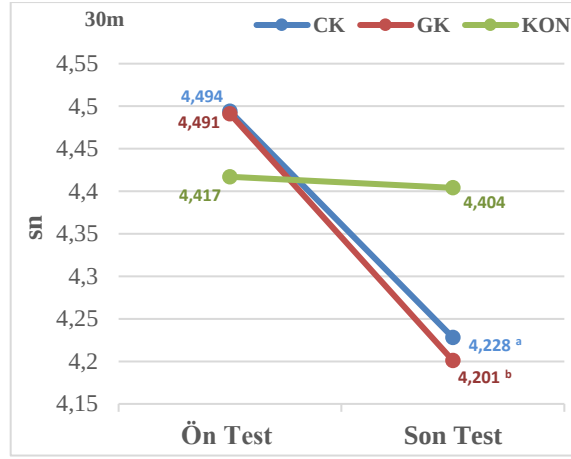
G: Grup; Z: Zaman; G*Z: Grup-Zaman etkileşimi; Yİ: Yorgunluk indeksi; Anlamlılık düzeyi: *p<0,05.



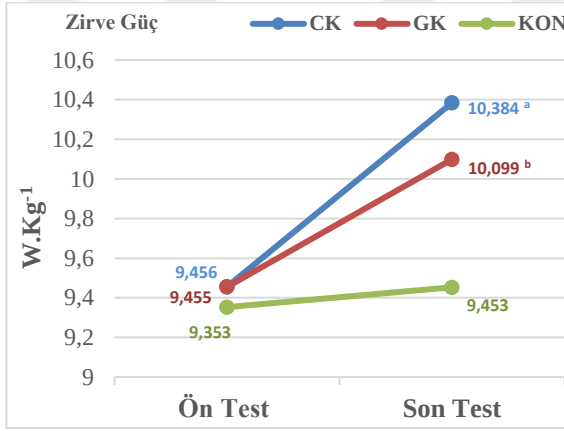
Şekil 4.7. 10 metre Grafiği



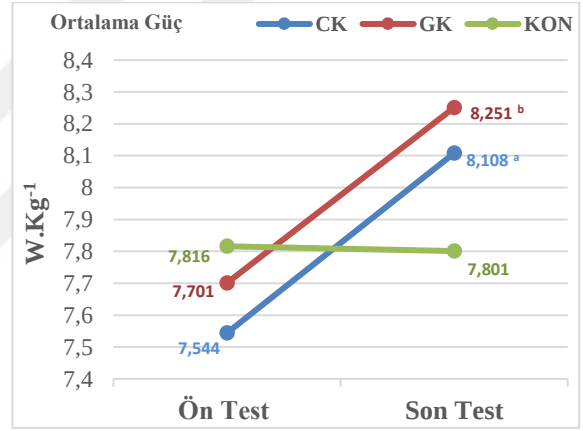
Şekil 4.8. 20 metre Grafiği



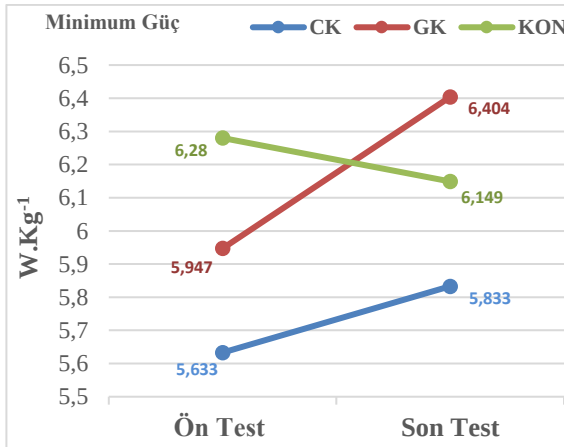
Şekil 4.9. 30 metre Grafiği



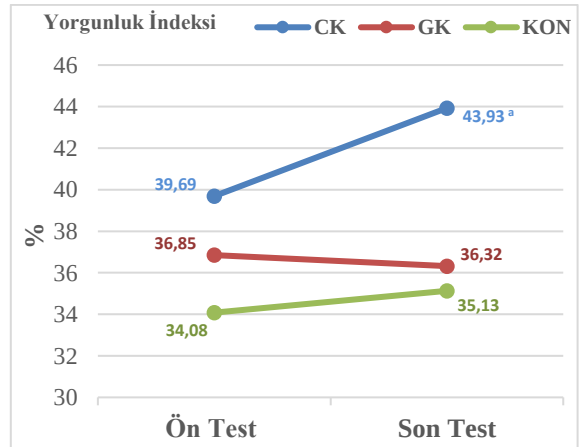
Şekil 4.10. RAST zirve güç Grafiği



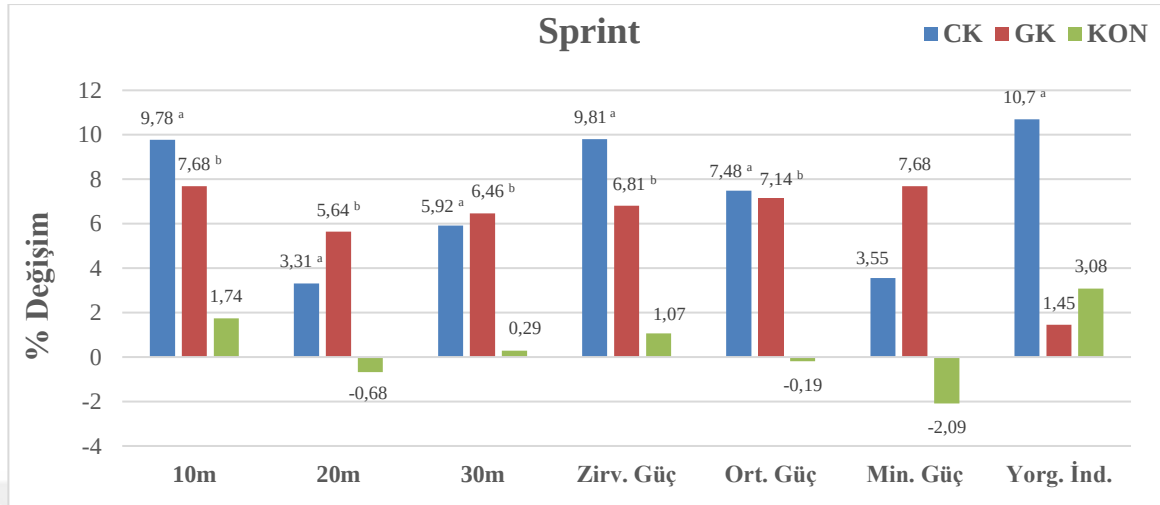
Şekil 4.11. RAST ortalama güç Grafiği



Şekil 4.12. RAST minimum güç Grafiği



Şekil 4.13. RAST yorgunluk indeksi Grafiği



Şekil 4.14. Sprint Değerlerinin Ön test - Son test % Değişimleri Grafiği

Katılımcıların sıçrama grup içi ön test-son test değerleri, ön test-son test farkları, değişim yüzdeleri ve gruplar arası farkları Tablo 4.6 'da gösterilmiştir.

Tablo 4.6. Sıçrama Değerlerinin Karşılaştırılması

Değişkenler	Grup	Ön Test	Son Test	Grup içi Ön-Son farkı		Değişim Yüzdesi
		$\bar{x} \pm SS$	$\bar{x} \pm SS$	t	p	
AS _{yükseklik} (cm)	CK	32,37 ± 2,31	36,78 ± 2,48	-19,761	0,000*	% 13,62 ^a
	GK	33,25 ± 2,55	37,08 ± 2,49	-23,646	0,000*	% 11,51 ^b
	KON	34,35 ± 1,84	34,40 ± 1,80	-0,745	0,475	% 0,44
	p	0,143	0,024*	-	-	-
AS _{hav. kal. sür.} (sn)	CK	0,514 ± 0,02	0,547 ± 0,18	-19,158	0,000*	% 6,61 ^a
	GK	0,520 ± 0,02	0,549 ± 0,19	-21,297	0,000*	% 5,58 ^b
	KON	0,531 ± 0,01	0,530 ± 0,13	0,599	0,475	% -0,19
	p	0,100	0,024*	-	-	-
AS AZD	CK	18,42 ± 0,51	18,50 ± 0,52	-0,577	0,564	% -0,43
	GK	18,27 ± 0,47	18,45 ± 0,52	-0,816	0,414	% -0,99
	KON	18,50 ± 0,53	18,50 ± 0,53	0,000	1,000	% 0,00
	p	0,416	0,971	-	-	-
SS _{yükseklik} (cm)	CK	29,62 ± 1,95	33,72 ± 2,47	-11,196	0,000*	% 13,81
	GK	30,35 ± 2,94	34,02 ± 2,93	-9,809	0,000*	% 12,07
	KON	31,69 ± 2,16	31,78 ± 2,02	-0,770	0,461	% 0,28
	p	0,144	0,105	-	-	-
SS _{hav. kal. sür.} (sn)	CK	0,491 ± 0,02	0,524 ± 0,02	-11,237	0,000*	% 6,72
	GK	0,493 ± 0,03	0,526 ± 0,02	-7,759	0,000*	% 6,69
	KON	0,508 ± 0,02	0,509 ± 0,02	-0,307	0,766	% 0,20
	p	0,150	0,109	-	-	-
SS AZD	CK	18,50 ± 0,52	18,50 ± 0,52	-0,577	0,564	% 0,00
	GK	18,27 ± 0,47	18,45 ± 0,52	-0,816	0,414	% -0,82

	KON	18,40 ± 0,52	18,40 ± 0,52	0,000	1,000	% 0,00
	p	0,484	0,899	-	-	-
AS – SS_{farkı} (cm)	CK	2,75 ± 1,08	3,07 ± 1,24	-0,819	0,430	% 11,53
	GK	2,90 ± 0,88	3,06 ± 0,84	-0,483	0,639	% 5,66
	KON	2,66 ± 0,68	2,62 ± 0,85	0,346	0,737	% -1,50
	p	0,829	0,515	-	-	-
DUA_{mesafe} (cm)	CK	193,5 ± 5,40	207,00 ± 7,58	-17,910	0,000*	% 6,98^a
	GK	197,8 ± 8,58	207,82 ± 9,05	-5,739	0,000*	% 5,06^b
	KON	198,3 ± 5,83	199,00 ± 6,05	-2,090	0,066	% 0,35
	p	0,191	0,025*	-	-	-
DUA AZD	CK	18,50 ± 0,52	18,58 ± 0,51	-0,447	0,655	% -0,43
	GK	18,36 ± 0,50	18,45 ± 0,52	-0,577	0,564	% -0,49
	KON	18,60 ± 0,52	18,70 ± 0,48	-1,000	0,317	% 0,54
	p	0,250	0,533	-	-	-

CK: Cluster kompleks grubu; GK: Geleneksel kompleks grubu; KON: Kontrol grubu; sn: saniye; cm: santimetre; AS: Aktif sıçrama; SS: Squat sıçrama; DUA: Durarak uzun atlama; $\bar{x}$: Aritmetik ortalama; ^a: CK-KON farkı; ^b: GK-KON farkı; Anlamlılık düzeyi: *p<0,05.

Katılımcıların gruplar arası ön test aktif sıçrama ve squat sıçrama yüksekliği, aktif sıçrama ve squat sıçrama havada kalma süreleri karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmamıştır. Ayrıca AS – SS farkı ve DUA değerleri açısından gruplar arasında anlamlı farklılık bulunmamıştır (p>0,05).

Katılımcıların grup içi ön test-son test karşılaştırmalarına bakıldığında, AS – SS farkı hariç AS yükseklik (%13,62), AS havada kalma süresi (%6,61), SS yükseklik (%13,81), SS havada kalma süresi (%6,72) ve DUA mesafesi (%6,98) olmak üzere tüm değişkenlerde CK grupta anlamlı derecede artışlar bulunmuştur (p<0,05). Bunlarla birlikte AS – SS farkı hariç AS yükseklik (%11,51), AS havada kalma süresi (%5,58), SS yükseklik (%12,07), SS havada kalma süresi (%6,69) ve DUA mesafesi (%5,06) olmak üzere tüm değişkenlerde GK grupta da anlamlı derecede artışlar bulunmuştur (p<0,05). Fakat KON grupta anlamlı farklılıklar bulunmamıştır (p>0,05).

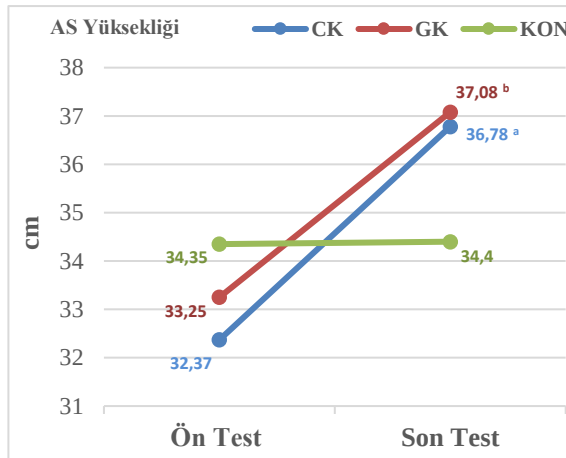
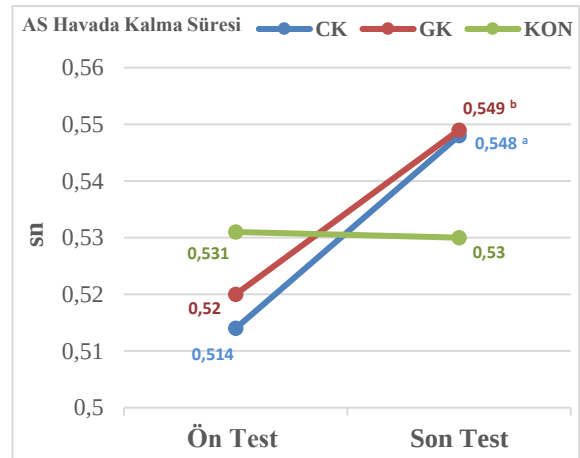
Son test AS yükseklik ve havada kalma süresinin yanı sıra DUA değerlerinde gruplar arası anlamlı farklılıklar bulunmuştur. CK ve GK grup KON gruba göre anlamlı derecede yüksek bulunurken, CK ve GK grup arasında anlamlı farklılık bulunmamıştır (p>0,05). AZD değerlerinde grup içi ve gruplar arası farklılıklar bulunmamıştır (p>0,05).

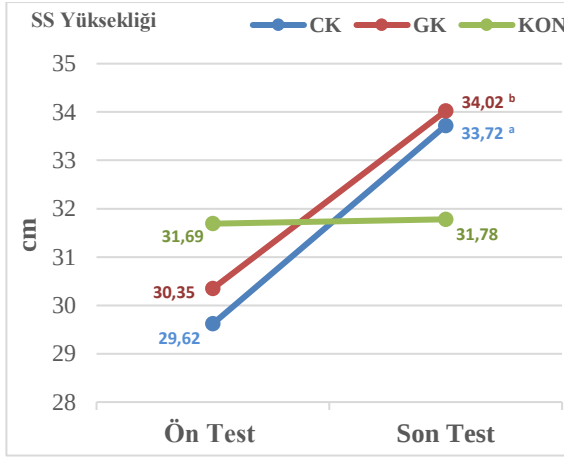
Katılımcıların sıçrama için tekrarlayan ölçümlerin ANOVA sonuçları Tablo 4.7 'de gösterilmiştir.

Tablo 4.7. Sıçrama için tekrarlayan ölçümlerin ANOVA sonuçları

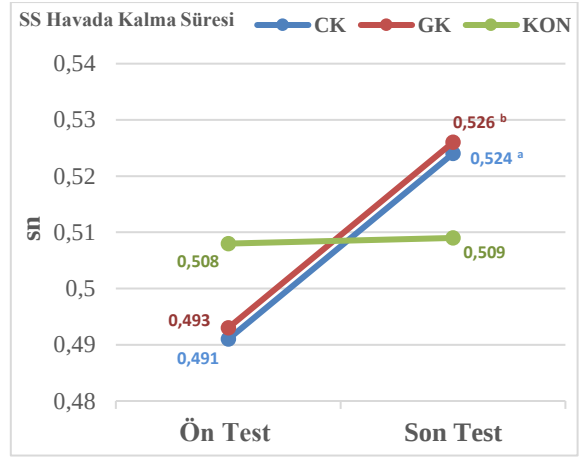
Değişkenler	Etkileşim	df	F	p
AS _{yükseklik} (cm)	G	2	0,354	0,705
	Z	1	761,965	0,000*
	G*Z	2	179,560	0,000*
AS _{hav. kal. sür.} (sn)	G	2	0,214	0,808
	Z	1	431,438	0,000*
	G*Z	2	117,321	0,000*
SS _{yükseklik} (cm)	G	2	0,154	0,858
	Z	1	196,849	0,000*
	G*Z	2	44,527	0,000*
SS _{hav. kal. sür.} (sn)	G	2	0,035	0,966
	Z	1	148,283	0,000*
	G*Z	2	34,444	0,000*
AS – SS _{farkı} (cm)	G	2	0,523	0,598
	Z	1	0,632	0,433
	G*Z	2	0,311	0,735
DUA _{mesafe} (cm)	G	2	0,957	0,396
	Z	1	152,862	0,000*
	G*Z	2	33,396	0,000*

G: Grup; Z: Zaman; G*Z: Grup-Zaman etkileşimi; sn: saniye; cm: santimetre; AS: Aktif sıçrama; SS: Squat sıçrama; DUA: Durarak uzun atlama; Anlamlılık düzeyi: *p<0,05.

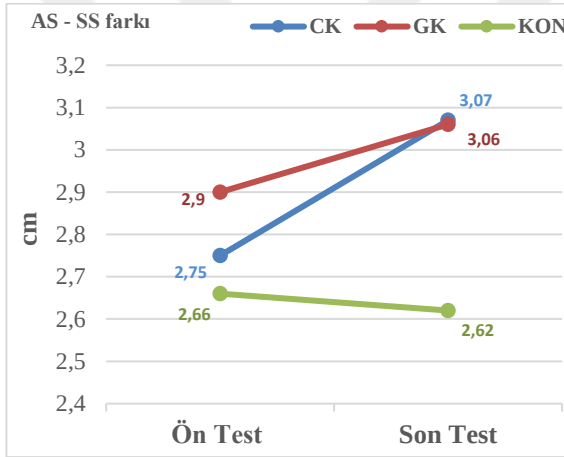
**Şekil 4.15.** AS Yüksekliği Grafiği**Şekil 4.16.** AS Havada Kalma Süresi Grafiği



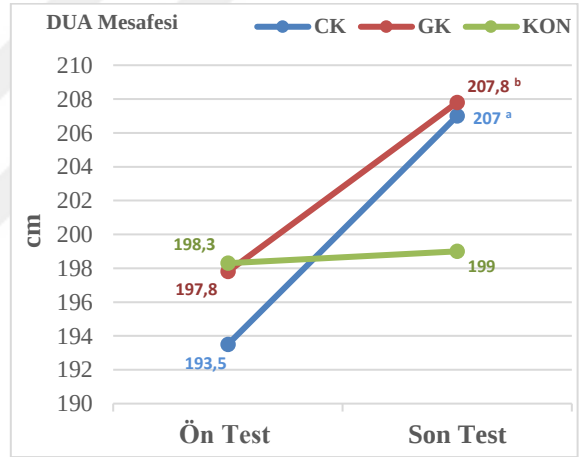
Şekil 4.17. SS Yüksekliği Grafiği



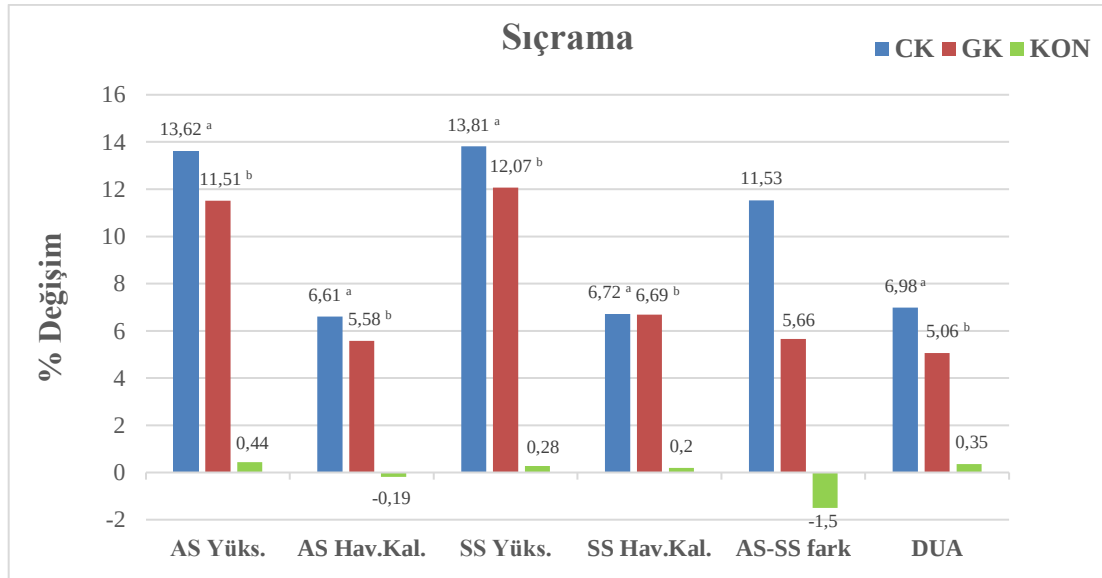
Şekil 4.18. SS Havada Kalma Süresi Grafiği



Şekil 4.19. AS - SS Fark Grafiği



Şekil 4.20. DUA Mesafesi Grafiği



Şekil 4.21. Sıçrama Ön test - Son test % Değişimleri Grafiği

Katılımcıların çeviklik grup içi ön test-son test değerleri, ön test-son test farkları, değişim yüzdeleri ve gruplar arası farkları Tablo 4.8 'de gösterilmiştir.

Tablo 4.8. Çeviklik Değerlerinin Karşılaştırılması

Değişkenler	Grup	Ön Test	Son Test	Grup içi Ön-Son farkı		Değişim Yüzdesi
		$\bar{x} \pm SS$	$\bar{x} \pm SS$	t	p	
Illinois (sn)	CK	17,15 $\pm$ 0,39	16,55 $\pm$ 0,39	28,066	0,000*	% 3,49 ^a
	GK	17,06 $\pm$ 0,30	16,49 $\pm$ 0,27	22,594	0,000*	% 3,33 ^b
	KON	17,18 $\pm$ 0,16	17,18 $\pm$ 0,17	-0,327	0,751	% -0,01
	p	0,624	0,000*	-	-	-
Illinois AZD	CK	18,25 $\pm$ 0,45	18,25 $\pm$ 0,45	0,000	1,000	% 0,00
	GK	18,18 $\pm$ 0,40	18,27 $\pm$ 0,47	-1,000	0,317	% -0,50
	KON	18,40 $\pm$ 0,52	18,50 $\pm$ 0,53	-0,447	0,655	% -0,54
	p	0,531	0,416	-	-	-
Topsuz HÜFA (sn)	CK	10,48 $\pm$ 0,25	9,99 $\pm$ 0,17	11,141	0,000*	% 4,67 ^a
	GK	10,36 $\pm$ 0,23	9,93 $\pm$ 0,15	8,747	0,000*	% 4,10 ^b
	KON	10,55 $\pm$ 0,07	10,54 $\pm$ 0,06	2,025	0,074	% 0,11
	p	0,098	0,000*	-	-	-
Topla HÜFA (sn)	CK	13,32 $\pm$ 0,51	12,82 $\pm$ 0,49	17,492	0,000*	% 3,75 ^a
	GK	13,28 $\pm$ 0,41	12,83 $\pm$ 0,41	11,039	0,000*	% 3,39 ^b
	KON	13,58 $\pm$ 0,11	13,57 $\pm$ 0,11	0,073	0,943	% 0,01
	p	0,194	0,000*	-	-	-
HÜFA AZD	CK	18,25 $\pm$ 0,45	18,25 $\pm$ 0,45	0,000	1,000	% 0,00
	GK	18,00 $\pm$ 0,00	18,18 $\pm$ 0,40	-1,414	0,157	% -1,00
	KON	18,30 $\pm$ 0,48	18,40 $\pm$ 0,52	-0,447	0,655	% -0,55
	p	0,162	0,531	-	-	-
Teknik İndeks	CK	0,787 $\pm$ 0,03	0,780 $\pm$ 0,03	2,978	0,013*	% 0,89
	GK	0,780 $\pm$ 0,02	0,774 $\pm$ 0,02	2,304	0,044*	% 0,77
	KON	0,777 $\pm$ 0,01	0,776 $\pm$ 0,01	-1,164	0,274	% -0,13
	p	0,535	0,836	-	-	-

CK: Cluster kompleks grubu; GK: Geleneksel kompleks grubu; KON: Kontrol grubu; sn: saniye; AZD: Algılanan zorluk derecesi; SS: Standart sapma; $\bar{x}$: Aritmetik ortalama; ^a: CK-KON farkı; ^b: GK-KON farkı; Anlamlılık düzeyi: *p<0,05.

Katılımcıların gruplar arası ön test illinois, topsuz ve topla HÜFA test süreleri ve teknik indeks değerleri karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmamıştır (p>0,05).

Katılımcıların grup içi ön test-son test karşılaştırmasına bakıldığında; illinois (%3,49), topsuz HÜFA (%4,67), topla HÜFA (%3,75) test sürelerinde ve teknik indeks (%0,89) değerlerinde CK grupta anlamlı derecede azalma bulunmuştur. Bunlarla birlikte illinois (%3,33), topsuz HÜFA (%4,10), topla HÜFA (%3,39) test sürelerinde ve teknik indeks

(%0,77) değerlerinde CK grupta da anlamlı derecede azalmalar bulunmuştur ($p<0,05$). Fakat KON grupta farklılıklar bulunmamıştır ($p>0,05$).

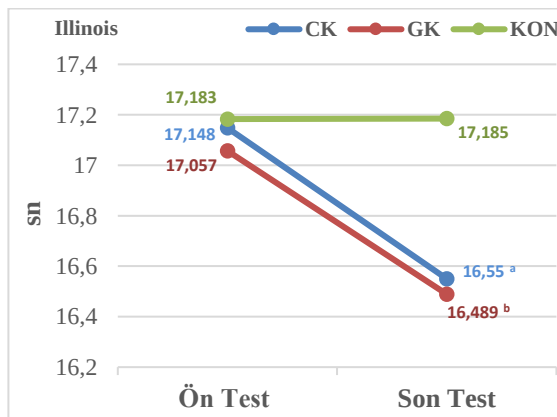
Son test illinois, topsuz ve topla HÜFA test sürelerinde gruplar arası anlamlı farklılıklar bulunmuştur. CK ve GK grup KON gruba göre anlamlı derecede düşük bulunurken ($p<0,05$), CK ve GK grup arasında anlamlı farklılık bulunmamıştır. Bununla birlikte son test teknik indeks değerlerinde gruplar arası anlamlı farklılık bulunmamıştır. AZD değerlerinde grup içi ve gruplar arası farklılıklar bulunmamıştır ($p>0,05$).

Katılımcıların çeviklik için tekrarlayan ölçümlerin ANOVA sonuçları Tablo 4.9 'da gösterilmiştir.

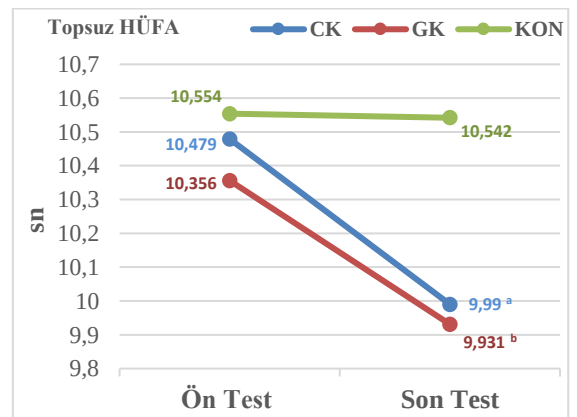
Tablo 4.9. Çeviklik için tekrarlayan ölçümlerin ANOVA sonuçları

Değişkenler	Etkileşim	df	F	p
Illinois (sn)	G	2	5,435	0,010*
	Z	1	1115,899	0,000*
	G*Z	2	270,516	0,000*
Topsuz HÜFA (sn)	G	2	17,756	0,000*
	Z	1	181,353	0,000*
	G*Z	2	40,952	0,000*
Topla HÜFA (sn)	G	2	6,133	0,006*
	Z	1	321,507	0,000*
	G*Z	2	77,354	0,000*
Teknik İndeks	G	2	0,351	0,707
	Z	1	12,315	0,001*
	G*Z	2	2,147	0,134

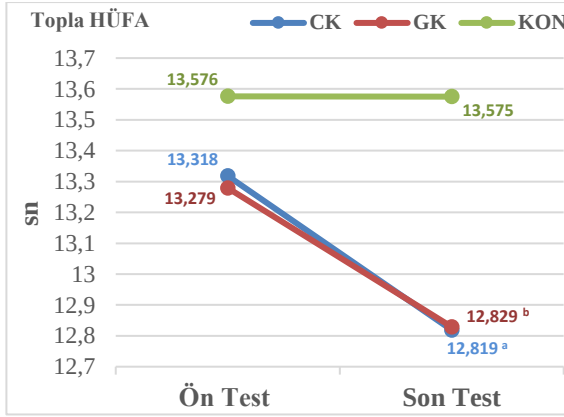
G: Grup; Z: Zaman; G*Z: Grup-Zaman etkileşimi; sn: saniye; SS: Standart sapma; Anlamlılık düzeyi: * $p<0,05$.



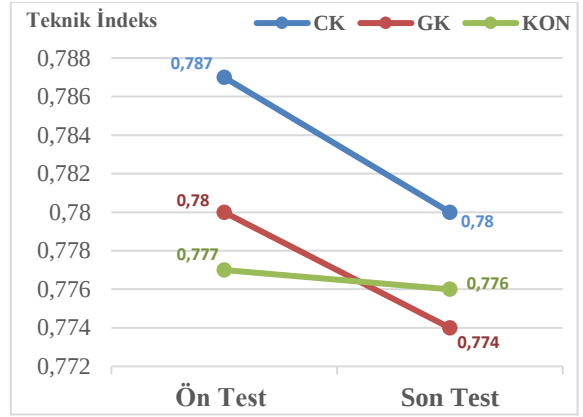
Şekil 4.22. Illinois Testi Grafiği



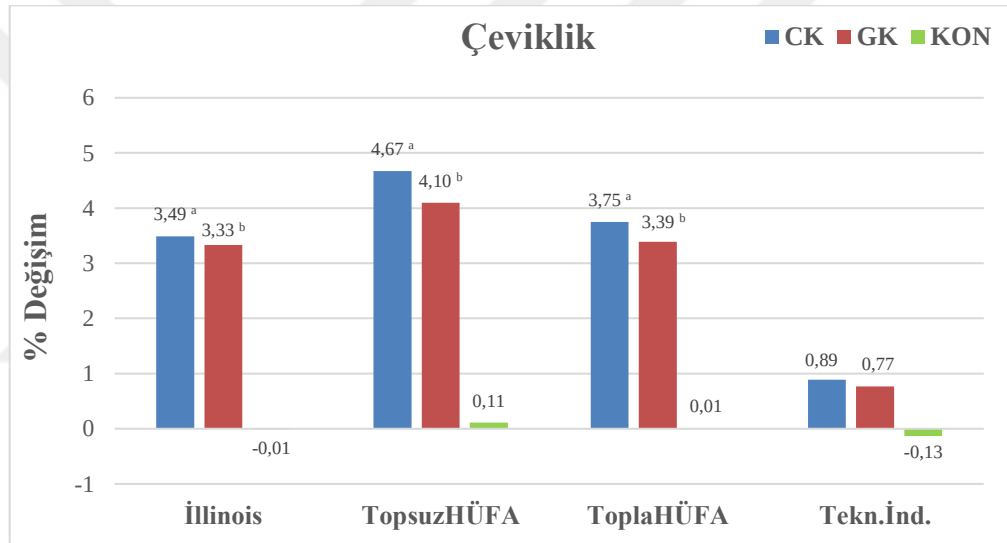
Şekil 4.23. Topsuz HÜFA testi Grafiği



Şekil 4.24. Topla HÜFA testi Grafiği



Şekil 4.25. HÜFA Teknik İndeks Grafiği



Şekil 4.26. Çeviklik Ön test - Son test % Değişimleri Grafiği

Katılımcıların izokinetik kuvvet ($60^{\circ} \text{sn}^{-1}$ açısal hız) grup içi ön test-son test değerleri, ön test-son test farkları, değişim yüzdeleri ve gruplar arası farkları Tablo 4.10 'da gösterilmiştir.

Tablo 4.10. İzokinetik Kuvvet (60° sn^{-1} açısal hız) Değerlerinin Karşılaştırılması

Değişkenler	Grup	Ön Test	Son Test	Grup içi Ön-Son farkı		Değişim Yüzdesi
		$\bar{x} \pm SS$	$\bar{x} \pm SS$	t	p	
60° sn^{-1} ekstansiyon (Nm)	CK	181,08 $\pm$ 25,40	233,67 $\pm$ 22,43	-11,427	0,000*	% 29,04 ^a
	GK	180,73 $\pm$ 29,11	236,45 $\pm$ 27,25	-9,025	0,000*	% 30,83 ^b
	KON	187,60 $\pm$ 25,15	188,30 $\pm$ 22,18	-0,454	0,661	% 0,37
	p	0,804	0,000*	-	-	-
60° sn^{-1} ekstansiyon (kg ⁻¹)	CK	2,99 $\pm$ 0,41	3,88 $\pm$ 0,38	-8,618	0,000*	% 29,77 ^a
	GK	2,91 $\pm$ 0,36	3,79 $\pm$ 0,32	-9,220	0,000*	% 30,24 ^b
	KON	2,97 $\pm$ 0,32	2,98 $\pm$ 0,26	0,455	0,660	% 0,34
	p	0,857	0,000*	-	-	-
60° sn^{-1} fleksiyon (Nm)	CK	119,08 $\pm$ 18,80	169,08 $\pm$ 16,64	-22,226	0,000*	% 41,99 ^a
	GK	110,91 $\pm$ 12,34	162,27 $\pm$ 18,92	-11,584	0,000*	% 46,31 ^b
	KON	117,90 $\pm$ 18,27	118,60 $\pm$ 18,15	-1,137	0,285	% 0,59
	p	0,469	0,000*	-	-	-
60° sn^{-1} fleksiyon (kg ⁻¹)	CK	1,97 $\pm$ 0,32	2,81 $\pm$ 0,32	-15,717	0,000*	% 42,64 ^a
	GK	1,79 $\pm$ 0,18	2,60 $\pm$ 0,20	-15,323	0,000*	% 45,25 ^b
	KON	1,87 $\pm$ 0,26	1,88 $\pm$ 0,25	0,248	0,810	% 0,53
	p	0,279	0,000*	-	-	-
60° sn^{-1} H/Q oranı (%)	CK	65,83 $\pm$ 6,18	72,42 $\pm$ 4,17	-6,973	0,000*	% 10,00 ^a
	GK	62,27 $\pm$ 8,12	68,64 $\pm$ 3,58	-3,557	0,005*	% 10,22 ^b
	KON	63,50 $\pm$ 10,66	63,30 $\pm$ 10,52	0,327	0,751	% -0,31
	p	0,589	0,012*	-	-	-

CK: Cluster kompleks grubu; GK: Geleneksel kompleks grubu; KON: Kontrol grubu; H/Q: Hamstring/Quadriceps; Nm: Newton metre; $\bar{x}$: Aritmetik ortalama; ^a: CK-KON farkı; ^b: GK-KON farkı; Anlamlılık düzeyi: *p<0,05.

Katılımcıların gruplar arası ön test 60° sn^{-1} açısal hızda mutlak ve rölatif tork değerler olarak fleksiyon ve ekstansiyon olmak üzere izokinetik kuvvet değerleri karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmamıştır. Ayrıca H/Q oranı değerlerinde de anlamlı farklılıklar bulunmamıştır (p>0,05).

Katılımcıların grup içi ön test-son test karşılaştırmalarında; CK grupta 60° sn^{-1} açısal hızda mutlak (%29,04) ve rölatif (%29,77) ekstansiyon, mutlak (%41,99) ve rölatif (%42,64) fleksiyon ve H/Q oranı (%10,00) olmak üzere tüm değişkenlerde istatistiksel olarak anlamlı derecede artışlar bulunmuştur. Bununla birlikte GK grupta da 60° sn^{-1} açısal hızda mutlak (%30,83) ve rölatif (%30,24) ekstansiyon, mutlak (%46,31) ve rölatif (%45,25) fleksiyon ve H/Q oranı (%10,22) olmak üzere tüm değişkenlerde istatistiksel olarak anlamlı derecede artışlar bulunmuştur (p>0,05). Fakat KON grupta anlamlı farklılıklar bulunmamıştır (p>0,05).

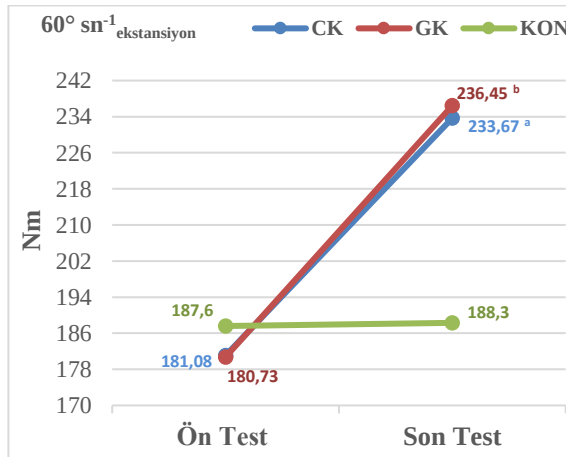
Son test izokinetik kuvvet tüm değişkenlerde gruplar arası anlamlı farklılıklar bulunmuştur. CK ve GK grup KON gruba göre anlamlı derecede yüksek bulunurken ($p<0,05$), CK ve GK grup arasında anlamlı farklılıklar bulunmamıştır ($p>0,05$). AZD değerlerinde grup içi ve gruplar arası farklılıklar bulunmamıştır ($p>0,05$).

Katılımcıların izokinetik kuvvet (60° sn^{-1} açılal hız) için tekrarlayan ölçümlerin ANOVA sonuçları Tablo 4.11 'de gösterilmiştir.

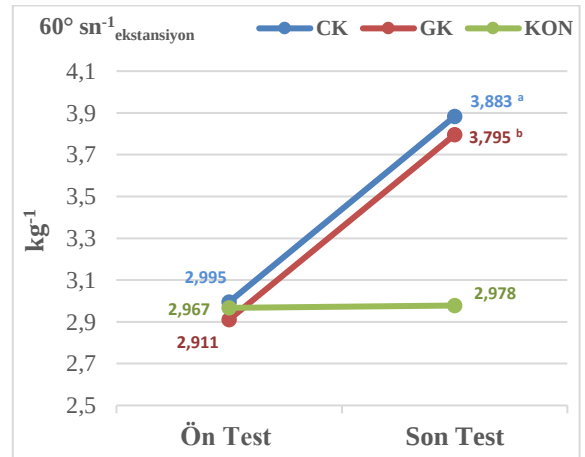
Tablo 4.11. İzokinetik Kuvvet (60° sn^{-1}) Tekrarlayan Ölçümlerin ANOVA Sonuçları

Değişkenler	Etkileşim	df	F	p
60° sn^{-1} ekstansiyon (Nm)	G	2	2,395	0,108
	Z	1	180,467	0,000*
	G*Z	2	41,485	0,000*
60° sn^{-1} ekstansiyon (kg^{-1})	G	2	6,525	0,004*
	Z	1	139,721	0,000*
	G*Z	2	32,190	0,000*
60° sn^{-1} fleksiyon (Nm)	G	2	6,830	0,004*
	Z	1	397,794	0,000*
	G*Z	2	91,119	0,000*
60° sn^{-1} fleksiyon (kg^{-1})	G	2	11,464	0,000*
	Z	1	431,862	0,000*
	G*Z	2	99,918	0,000*
60° sn^{-1} H/Qoramı (%)	G	2	1,775	0,187
	Z	1	34,916	0,000*
	G*Z	2	9,167	0,001*

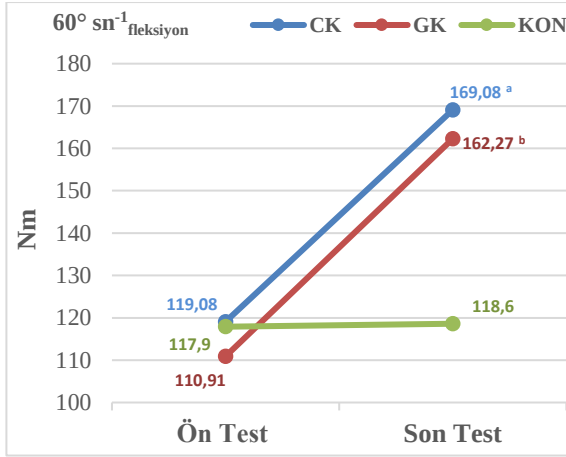
G: Grup; Z: Zaman; G*Z: Grup-Zaman etkileşimi; H/Q: Hamstring/Quadriceps; Nm: Newton metre; Anlamlılık düzeyi: * $p<0,05$.



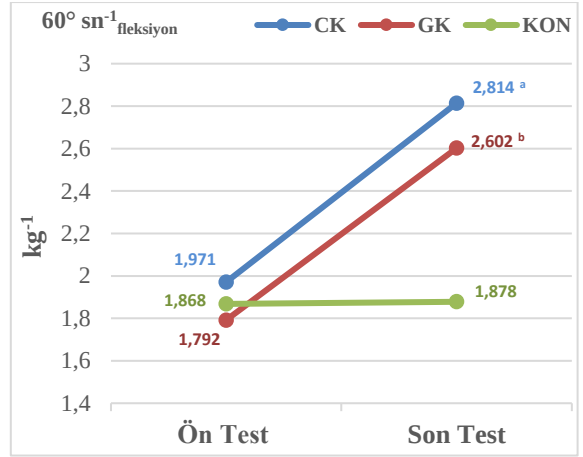
Şekil 4.27. 60° sn^{-1} Eks. Tork (Nm) Grafiği



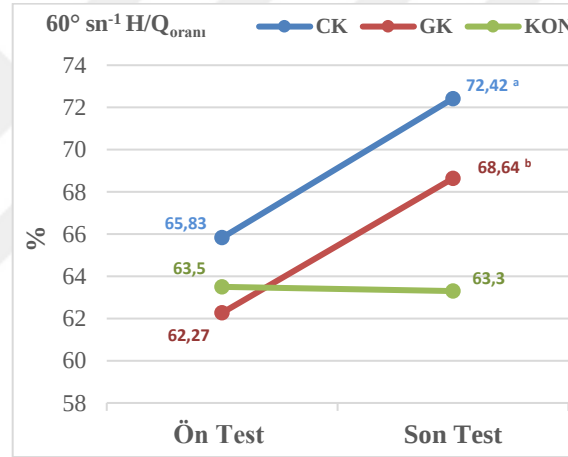
Şekil 4.28. 60° sn^{-1} Eks. Tork (kg^{-1}) Grafiği



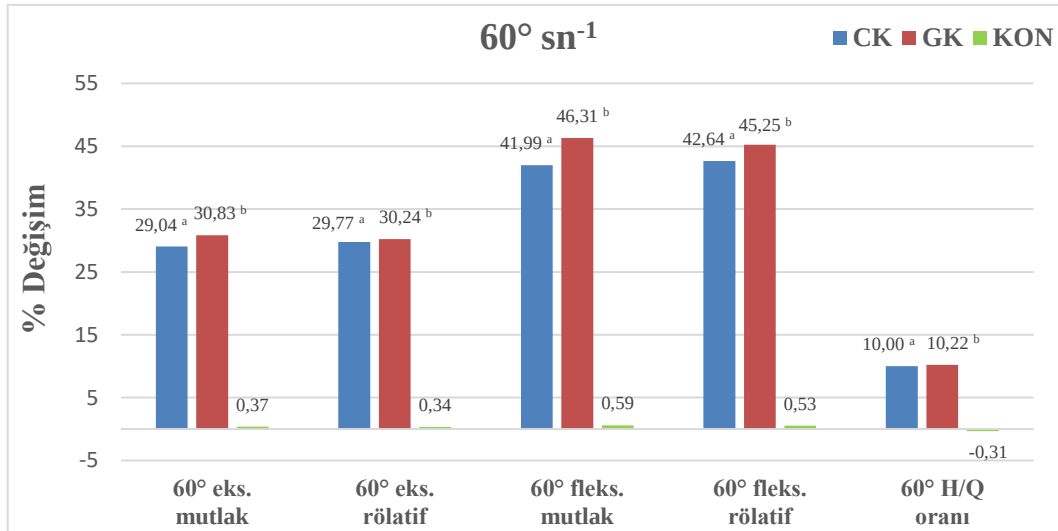
Şekil 4.29. 60° sn⁻¹ Flek. Tork (Nm) Grafiği



Şekil 4.30. 60° sn⁻¹ Flek. Tork (kg⁻¹) Grafiği



Şekil 4.31. 60° sn⁻¹ H/Q Oranı Grafiği



Şekil 4.32. 60° sn⁻¹ Ön test - Son test % Değişimleri Grafiği

Katılımcıların izokinetik kuvvet ($120^\circ \text{ sn}^{-1}$ açısal hız) grup içi ön test-son test değerleri, ön test-son test farkları, değişim yüzdeleri ve gruplar arası farkları Tablo 4.12 'de gösterilmiştir.

Tablo 4.12. İzokinetik Kuvvet ($120^\circ \text{ sn}^{-1}$ açısal hız) Değerlerinin Karşılaştırılması

Değişkenler	Grup	Ön Test	Son Test	Grup içi Ön-Son farkı		Değişim
		$\bar{x} \pm SS$	$\bar{x} \pm SS$	t	p	Yüzdesi
$120^\circ \text{ sn}^{-1}$ ekstansiyon (Nm)	CK	136,00 $\pm$ 22,22	175,25 $\pm$ 19,97	-10,570	0,000*	% 28,86 ^a
	GK	134,64 $\pm$ 23,63	175,45 $\pm$ 19,70	-17,254	0,000*	% 30,31 ^b
	KON	149,10 $\pm$ 26,44	151,50 $\pm$ 22,61	-0,897	0,393	% 1,61
	P	0,330	0,018*	-	-	-
$120^\circ \text{ sn}^{-1}$ ekstansiyon (kg ⁻¹)	CK	2,25 $\pm$ 0,35	2,90 $\pm$ 0,22	-8,067	0,000*	% 28,89 ^a
	GK	2,15 $\pm$ 0,18	2,81 $\pm$ 0,13	-13,527	0,000*	% 30,70 ^b
	KON	2,35 $\pm$ 0,33	2,39 $\pm$ 0,27	-0,505	0,626	% 1,70
	P	0,336	0,000*	-	-	-
$120^\circ \text{ sn}^{-1}$ fleksiyon (Nm)	CK	98,33 $\pm$ 15,35	141,50 $\pm$ 15,16	-16,627	0,000*	% 43,90 ^a
	GK	103,73 $\pm$ 12,29	140,45 $\pm$ 17,18	-11,018	0,000*	% 35,40 ^b
	KON	109,30 $\pm$ 15,95	110,00 $\pm$ 16,67	-0,805	0,442	% 0,64
	P	0,230	0,000*	-	-	-
$120^\circ \text{ sn}^{-1}$ fleksiyon (kg ⁻¹)	CK	1,63 $\pm$ 0,25	2,35 $\pm$ 0,21	-14,028	0,000*	% 44,17 ^a
	GK	1,67 $\pm$ 0,15	2,26 $\pm$ 0,23	-9,520	0,000*	% 35,33 ^b
	KON	1,73 $\pm$ 0,22	1,74 $\pm$ 0,24	0,171	0,868	% 0,58
	P	0,530	0,000*	-	-	-
$120^\circ \text{ sn}^{-1}$ H/Q _{oranı} (%)	CK	72,83 $\pm$ 7,02	80,92 $\pm$ 4,77	-5,045	0,000*	% 11,21 ^a
	GK	77,18 $\pm$ 9,11	83,00 $\pm$ 3,90	-2,297	0,044*	% 7,54 ^b
	KON	74,00 $\pm$ 6,63	72,70 $\pm$ 7,33	1,065	0,315	% -1,76
	P	0,391	0,000*	-	-	-
AZD	CK	18,50 $\pm$ 0,52	18,58 $\pm$ 0,51	-1,000	0,317	% -0,43
	GK	18,63 $\pm$ 0,50	18,73 $\pm$ 0,47	-1,000	0,317	% -0,54
	KON	18,50 $\pm$ 0,53	18,60 $\pm$ 0,52	-0,447	0,655	% -0,54
	P	0,766	0,749	-	-	-

CK: Cluster kompleks grubu; GK: Geleneksel kompleks grubu; KON: Kontrol grubu; H/Q: Hamstring/Quadriceps; Nm: Newton metre; $\bar{x}$: Aritmetik ortalama; ^a: CK-KON farkı; ^b: GK-KON farkı; Anlamlılık düzeyi: *p<0,05.

Katılımcıların gruplar arası ön test $120^\circ \text{ sn}^{-1}$ açısal hızda mutlak ve rölatif tork değerler olarak fleksiyon ve ekstansiyon olmak üzere izokinetik kuvvet değerleri karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmamıştır. Ayrıca H/Q oranı değerlerinde de anlamlı farklılıklar bulunmamıştır (p>0,05).

Katılımcıların grup içi ön test-son test karşılaştırmalarına bakıldığında, CK grupta $120^{\circ} \text{sn}^{-1}$ açısal hızda mutlak (%28,86) ve rölatif (%28,89) ekstansiyon, mutlak (%43,90) ve rölatif (%44,17) fleksiyon ve H/Q oranı (%11,21) olmak üzere tüm değişkenlerde istatistiksel olarak anlamlı derecede artışlar bulunmuştur. Bunlarla birlikte GK grupta da $120^{\circ} \text{sn}^{-1}$ açısal hızda mutlak (%30,31) ve rölatif (%30,70) ekstansiyon, mutlak (%35,40) ve rölatif (%35,33) fleksiyon ve H/Q oranı (%7,54) olmak üzere tüm değişkenlerde istatistiksel olarak anlamlı derecede artışlar bulunmuştur ($p < 0,05$). Fakat KON grupta anlamlı farklılıklar bulunmamıştır ($p > 0,05$).

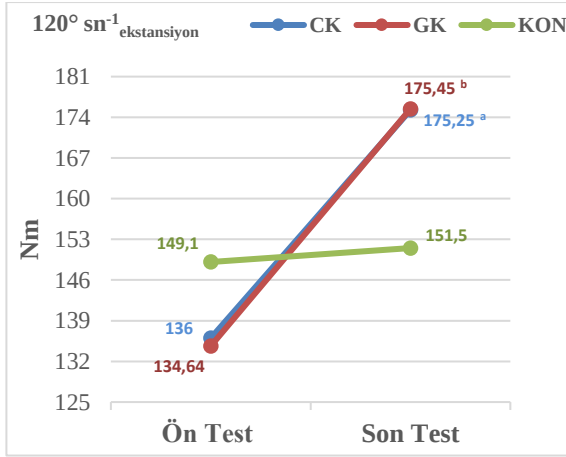
Son test izokinetik kuvvet tüm değişkenlerde gruplar arası anlamlı farklılıklar bulunmuştur. CK ve GK grup KON gruba göre anlamlı derecede yüksek bulunurken ($p < 0,05$), CK ve GK grup arasında anlamlı farklılıklar bulunmamıştır ($p > 0,05$). AZD değerlerinde grup içi ve gruplar arası farklılıklar bulunmamıştır ($p > 0,05$).

Katılımcıların izokinetik kuvvet ($120^{\circ} \text{sn}^{-1}$ açısal hız) tekrarlayan ölçümlerin ANOVA sonuçları Tablo 4.13 'de gösterilmiştir.

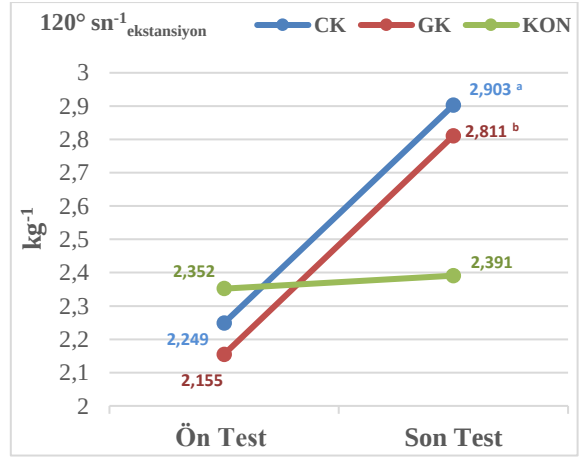
Tablo 4.13. İzokinetik Kuvvet ($120^{\circ} \text{sn}^{-1}$) Tekrarlayan Ölçümlerin ANOVA Sonuçları

Değişkenler	Etkileşim	df	F	p
$120^{\circ} \text{sn}^{-1}$ ekstansiyon (Nm)	G	2	0,188	0,829
	Z	1	241,528	0,000*
	G*Z	2	48,052	0,000*
$120^{\circ} \text{sn}^{-1}$ ekstansiyon (kg^{-1})	G	2	2,005	0,152
	Z	1	149,351	0,000*
	G*Z	2	29,760	0,000*
$120^{\circ} \text{sn}^{-1}$ fleksiyon (Nm)	G	2	2,073	0,143
	Z	1	325,946	0,000*
	G*Z	2	76,036	0,000*
$120^{\circ} \text{sn}^{-1}$ fleksiyon (kg^{-1})	G	2	4,863	0,015*
	Z	1	279,251	0,000*
	G*Z	2	66,401	0,000*
$120^{\circ} \text{sn}^{-1}$ H/Qoranı (%)	G	2	3,484	0,044*
	Z	1	14,578	0,001*
	G*Z	2	6,421	0,005*

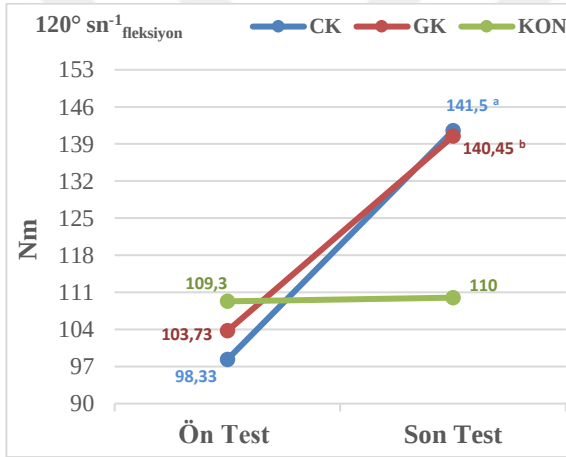
G: Grup; Z: Zaman; G*Z: Grup-Zaman etkileşimi; H/Q: Hamstring/Quadriceps; Nm: Newton metre; Anlamlılık düzeyi: * $p < 0,05$.



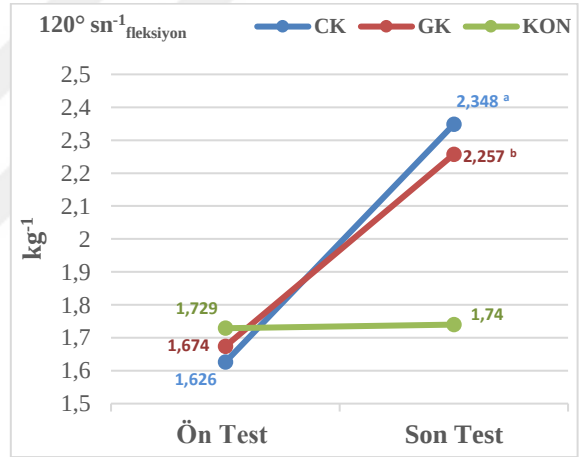
Şekil 4.33. 120° sn⁻¹ Eks. Tork (Nm) Grafiği



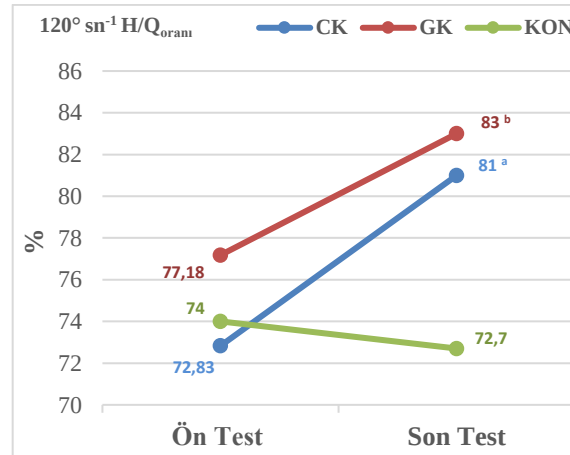
Şekil 4.34. 120° sn⁻¹ Eks. Tork (kg⁻¹) Grafiği



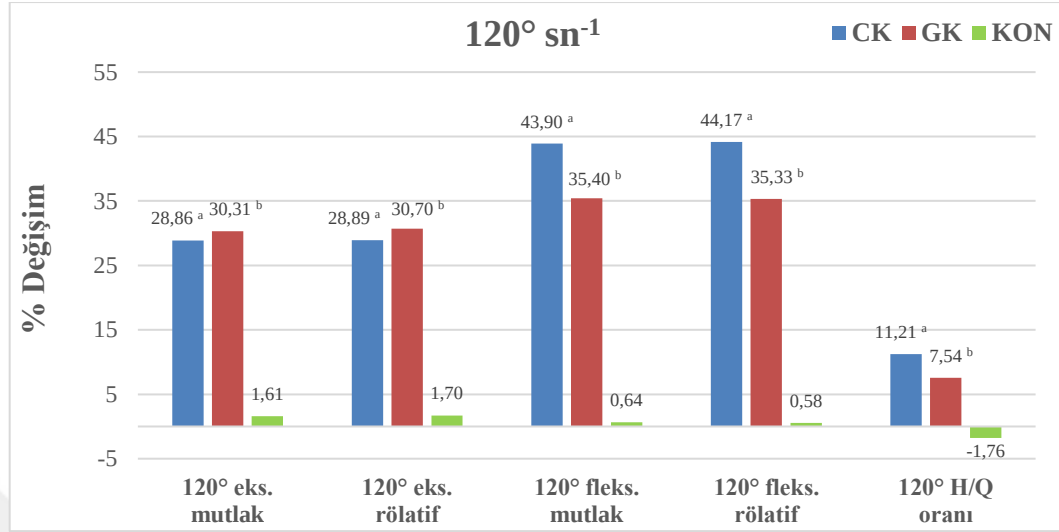
Şekil 4.35. 120° sn⁻¹ Flek. Tork (Nm) Grafiği



Şekil 4.36. 120° sn⁻¹ Flek. Tork (kg⁻¹) Grafiği



Şekil 4.37. 120° sn⁻¹ H/Q Oranı Grafiği



Şekil 4.38. 120° sn⁻¹ Ön test - Son test % Değişimleri Grafiği

Katılımcıların hareket hızı grup içi ön test-son test değerleri, ön test-son test farkları, değişim yüzdeleri ve gruplar arası farkları Tablo 4.14 'de gösterilmiştir.

Tablo 4.14. Hareket Hızı Değerlerinin Karşılaştırılması

Değişkenler	Grup	Ön Test	Son Test	Grup içi Ön-Son farkı		Değişim Yüzdesi
		$\bar{x} \pm SS$	$\bar{x} \pm SS$	t	p	
SS _{itme} (m/sn)	CK	1,37 ± 0,16	1,59 ± 0,19	-11,583	0,000*	% 16,31
	GK	1,38 ± 0,17	1,53 ± 0,17	-10,022	0,000*	% 10,92
	KON	1,49 ± 0,22	1,50 ± 0,22	-1,286	0,231	% 1,07
	p	0,256	0,592	-	-	-
SS _{yükselme} (m/sn)	CK	1,47 ± 0,14	1,66 ± 0,13	-6,605	0,000*	% 18,23
	GK	1,47 ± 0,15	1,63 ± 0,16	-14,403	0,000*	% 10,38
	KON	1,55 ± 0,11	1,57 ± 0,10	-2,168	0,058	% 1,68
	p	0,281	0,354	-	-	-
SS _{yere temas süresi} (sn)	CK	0,398 ± 0,02	0,343 ± 0,03	8,521	0,000*	% 13,82 ^a
	GK	0,414 ± 0,04	0,364 ± 0,04	5,177	0,000*	% 12,08 ^b
	KON	0,386 ± 0,03	0,389 ± 0,03	-0,307	0,766	% -0,78
	p	0,176	0,024*	-	-	-
CS _{itme} (m/sn)	CK	1,25 ± 0,07	1,59 ± 0,10	-14,487	0,000*	% 26,43 ^a
	GK	1,26 ± 0,08	1,55 ± 0,09	-14,891	0,000*	% 22,76 ^b
	KON	1,29 ± 0,07	1,30 ± 0,08	-2,196	0,056	% 1,16
	p	0,516	0,000*	-	-	-
CS _{yükselme} (m/sn)	CK	1,27 ± 0,10	1,68 ± 0,10	-27,805	0,000*	% 33,57 ^a
	GK	1,25 ± 0,10	1,60 ± 0,10	-14,911	0,000*	% 27,51 ^b
	KON	1,36 ± 0,12	1,37 ± 0,11	-1,483	0,172	% 0,81
	p	0,076	0,000*	-	-	-
	CK	0,170 ± 0,05	0,130 ± 0,05	4,464	0,001*	% 23,53

CS_{yere temas süresi} (sn)	GK	0,177 ± 0,04	0,127 ± 0,02	4,282	0,002*	% 28,25
	KON	0,161 ± 0,02	0,160 ± 0,02	0,110	0,915	% 0,62
	p	0,641	0,071	-	-	-
DUA_{itme} (m/sn)	CK	1,48 ± 0,11	1,83 ± 0,06	-20,790	0,000*	% 23,25^a
	GK	1,56 ± 0,04	1,88 ± 0,05	-31,910	0,000*	% 20,51^b
	KON	1,54 ± 0,13	1,56 ± 0,14	-1,077	0,310	% 1,04
	p	0,174	0,000*	-	-	-
DUA_{yere temas süresi} (sn)	CK	0,462 ± 0,04	0,372 ± 0,04	8,443	0,000*	% 19,48^a
	GK	0,488 ± 0,04	0,398 ± 0,03	7,707	0,000*	% 18,44^b
	KON	0,485 ± 0,02	0,489 ± 0,03	-0,379	0,714	% -0,82
	p	0,170	0,000*	-	-	-
Topuklama_D (m/sn)	CK	3,01 ± 0,29	3,54 ± 0,25	-16,075	0,000*	% 17,35^a
	GK	2,97 ± 0,21	3,49 ± 0,25	-16,144	0,000*	% 17,37^b
	KON	2,90 ± 0,21	2,92 ± 0,20	-1,770	0,110	% 0,59
	p	0,549	0,000*	-	-	-
Topuklama_{ND} (m/sn)	CK	3,00 ± 0,30	3,51 ± 0,26	-14,265	0,000*	% 16,70^a
	GK	2,95 ± 0,21	3,44 ± 0,25	-14,427	0,000*	% 16,36^b
	KON	2,86 ± 0,22	2,88 ± 0,20	-1,127	0,289	% 0,59
	p	0,419	0,000*	-	-	-

CK: Cluster kompleks grubu; GK: Geleneksel kompleks grubu; KON: Kontrol grubu; SS: Squat sıçrama; D: Dominant; ND: Dominant olmayan; DUA: Durarak uzun atlama; $\bar{x}$: Aritmetik ortalama; ^a: CK-KON farkı; ^b: GK-KON farkı; Anlamlılık düzeyi: *p<0,05.

Katılımcıların gruplar arası ön test squat sıçrama (itme, yükselme, yere temas süresi), calf sıçrama (itme, yükselme, yere temas süresi), DUA (itme, yere temas süresi) ve topuklama (dominant ve dominant olmayan taraf) hareket hızı değerleri karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmamıştır (p>0,05).

Katılımcıların grup içi ön test-son test karşılaştırmalarında; CK grubun SS itme (%16,31), CS itme (%26,43), DUA itme (%23,25), SS yükselme (%18,23) ve CS yükselme (%33,57) yanı sıra dominant (%17,35) ve dominant olmayan (%16,70) bacak topuklama değerlerinde anlamlı derecede artış bulunurken, SS (%13,82), CS (%23,53) ve DUA (%19,48) için yere temas süresi değerlerinde anlamlı derecede azalma bulunmuştur. Benzer şekilde GK grubun da SS itme (%10,92), CS itme (%22,76), DUA itme (%20,51), SS yükselme (%10,38) ve CS yükselme (%27,51) yanı sıra dominant (%17,37) ve dominant olmayan (%16,36) bacak topuklama değerlerinde anlamlı derecede artış bulunurken, SS (%12,08), CS (%28,25) ve DUA (%18,44) için yere temas süresi değerlerinde anlamlı derecede azalmalar bulunmuştur (p<0,05). Fakat KON grupta anlamlı farklılıklar bulunmamıştır (p>0,05).

Son test SS yere temas süresi, CS itme ve yükselme, DUA itme ve yükselme ve topuklama değerlerinde gruplar arası anlamlı farklılıklar bulunmuştur. CK ve GK grubun KON gruba göre SS yere temas süresi anlamlı derecede düşük bulunurken; CS itme ve yükselme, DUA itme ve yükselme ve topuklama değerleri yüksek bulunmuştur ($p<0,05$). Tüm değişkenlerde CK ve GK grup arasında anlamlı farklılıklar bulunmamıştır ($p>0,05$).

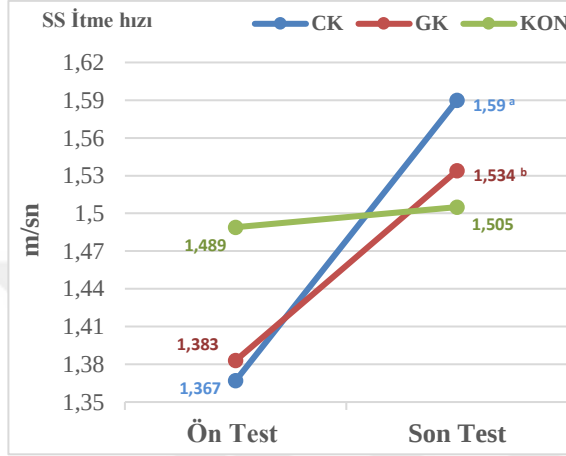
Katılımcıların hareket hızı tekrarlayan ölçümlerin ANOVA sonuçları Tablo 4.15’de gösterilmiştir.

Tablo 4.15. Hareket Hızı için tekrarlayan ölçümlerin ANOVA sonuçları

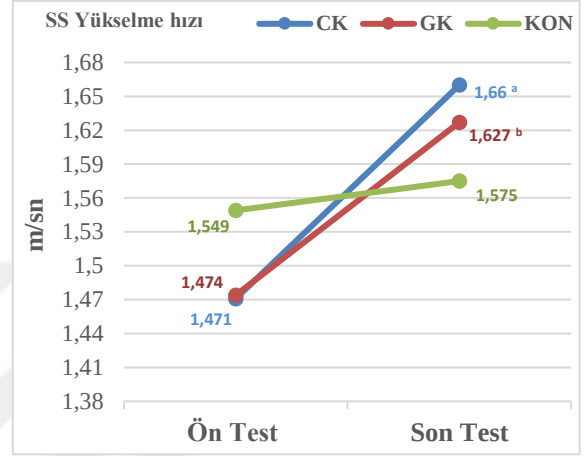
Değişkenler	Etkileşim	df	F	p
SS _{itme} (m/sn)	G	2	0,115	0,892
	Z	1	189,023	0,000*
	G*Z	2	40,162	0,000*
SS _{yükselme} (m/sn)	G	2	0,043	0,958
	Z	1	167,398	0,000*
	G*Z	2	26,412	0,000*
SS _{yere temas süresi} (sn)	G	2	1,151	0,330
	Z	1	46,578	0,000*
	G*Z	2	13,385	0,000*
CS _{itme} (m/sn)	G	2	7,787	0,002*
	Z	1	384,826	0,000*
	G*Z	2	81,594	0,000*
CS _{yükselme} (m/sn)	G	2	3,460	0,044*
	Z	1	698,872	0,000*
	G*Z	2	159,271	0,000*
CS _{yere temas süresi} (sn)	G	2	0,298	0,745
	Z	1	27,376	0,000*
	G*Z	2	6,317	0,005*
DUA _{itme} (m/sn)	G	2	8,535	0,001*
	Z	1	741,350	0,000*
	G*Z	2	153,757	0,000*
DUA _{yere temas süresi} (sn)	G	2	16,732	0,000*
	Z	1	84,629	0,000*
	G*Z	2	23,071	0,000*
Topuklama _D (m/sn)	G	2	7,727	0,002*
	Z	1	468,815	0,000*
	G*Z	2	101,698	0,000*

Topuklama_{ND} (m/sn)	G	2	7,852	0,002*
	Z	1	359,008	0,000*
	G*Z	2	77,854	0,000*

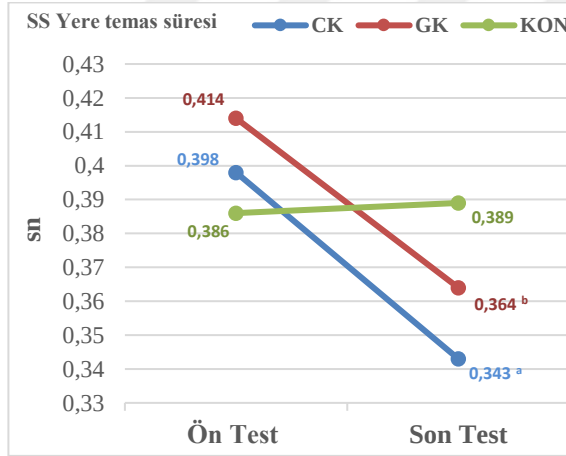
G: Grup; Z: Zaman; G*Z: Grup-Zaman etkileşimi; SS: Squat sıçrama; D: Dominant; DUA: Durarak uzun atlama; ND: Dominant olmayan; Anlamlılık düzeyi: *p<0,05.



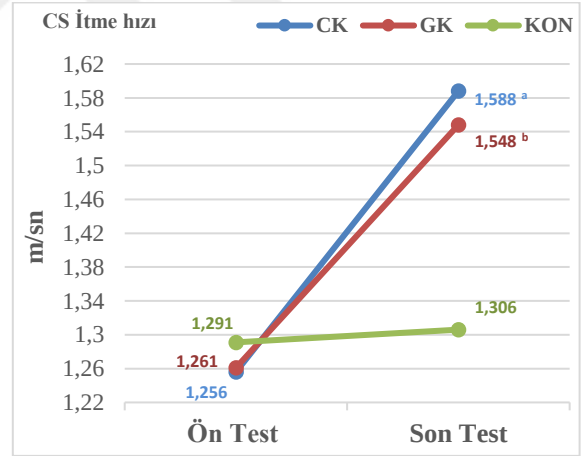
Şekil 4.39. SS İtme Hızı Grafiği



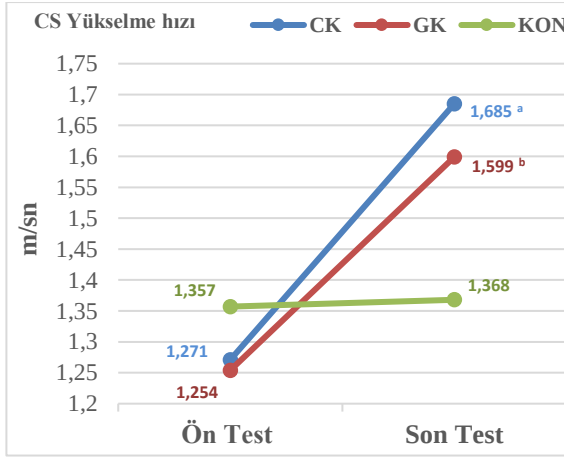
Şekil 4.40. SS Yükselme Hızı Grafiği



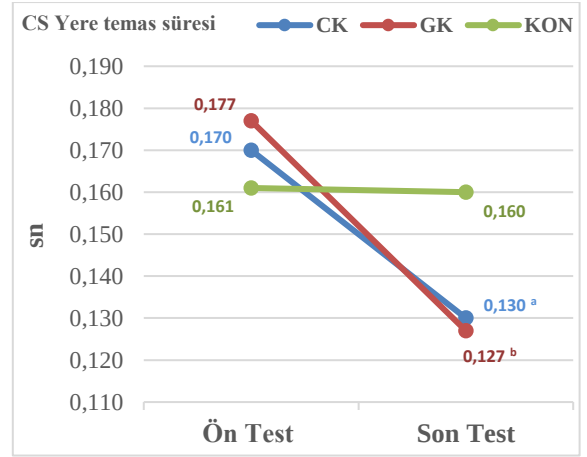
Şekil 4.41. SS Yere Temas Süresi Grafiği



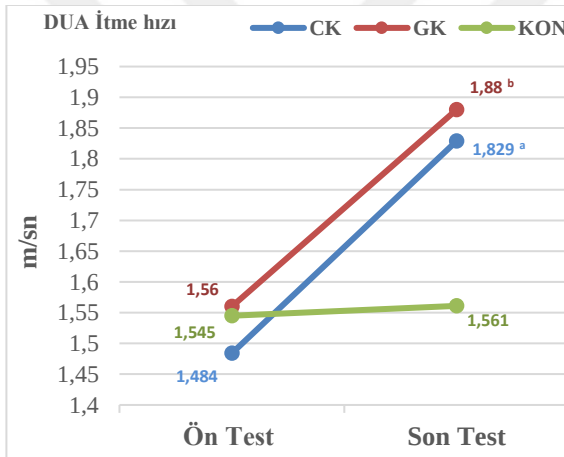
Şekil 4.42. CS İtme Hızı Grafiği



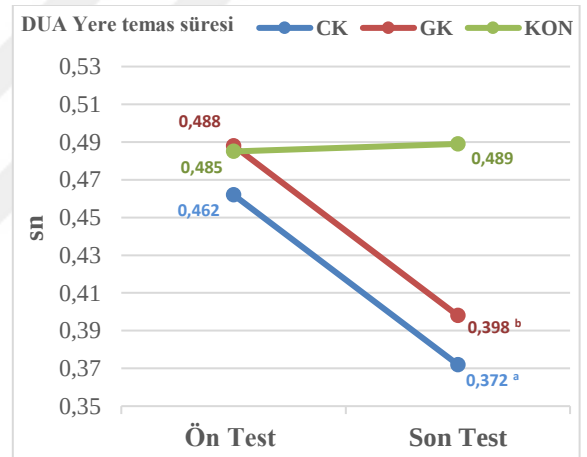
Şekil 4.43. CS Yükselme Hızı Grafiği



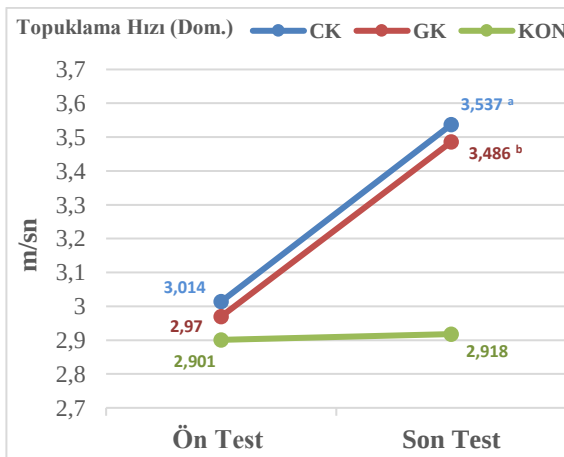
Şekil 4.44. CS Yere Temas Süresi Grafiği



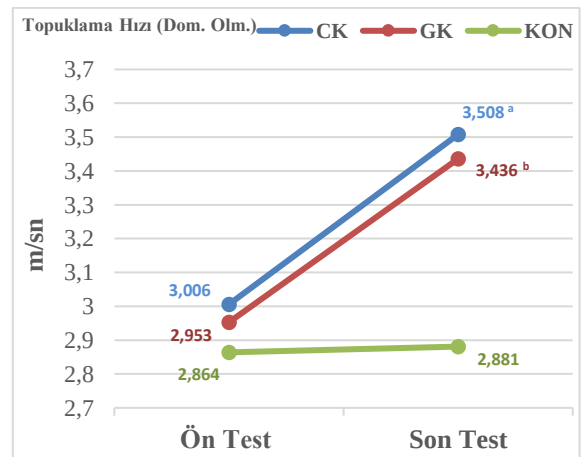
Şekil 4.45. DUA İtme Hızı Grafiği



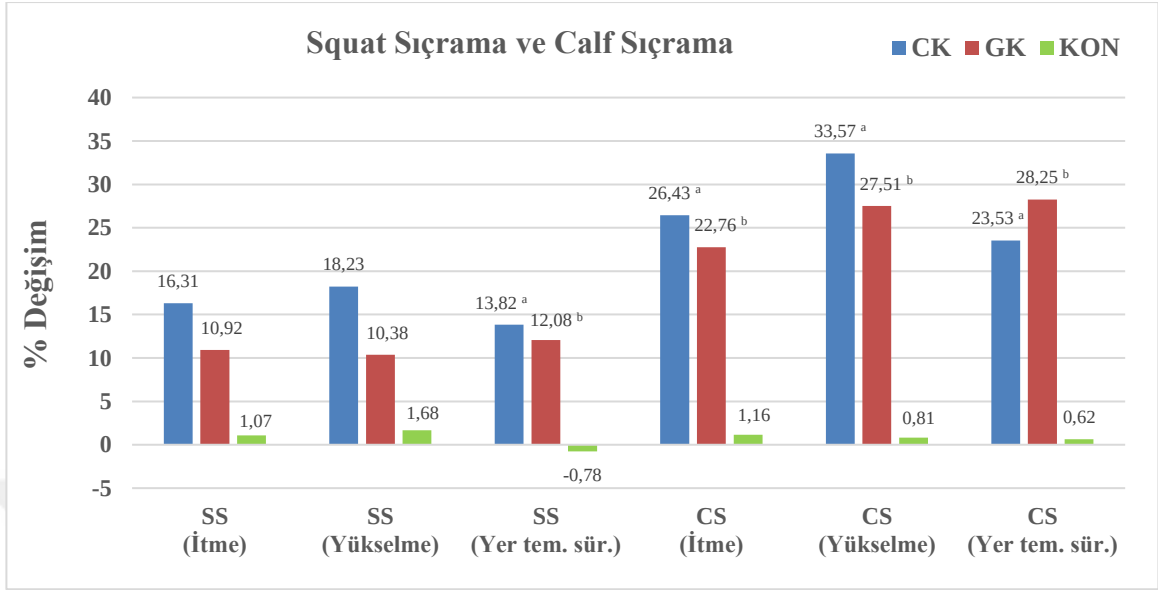
Şekil 4.46. DUA Yere Temas Süresi Grafiği



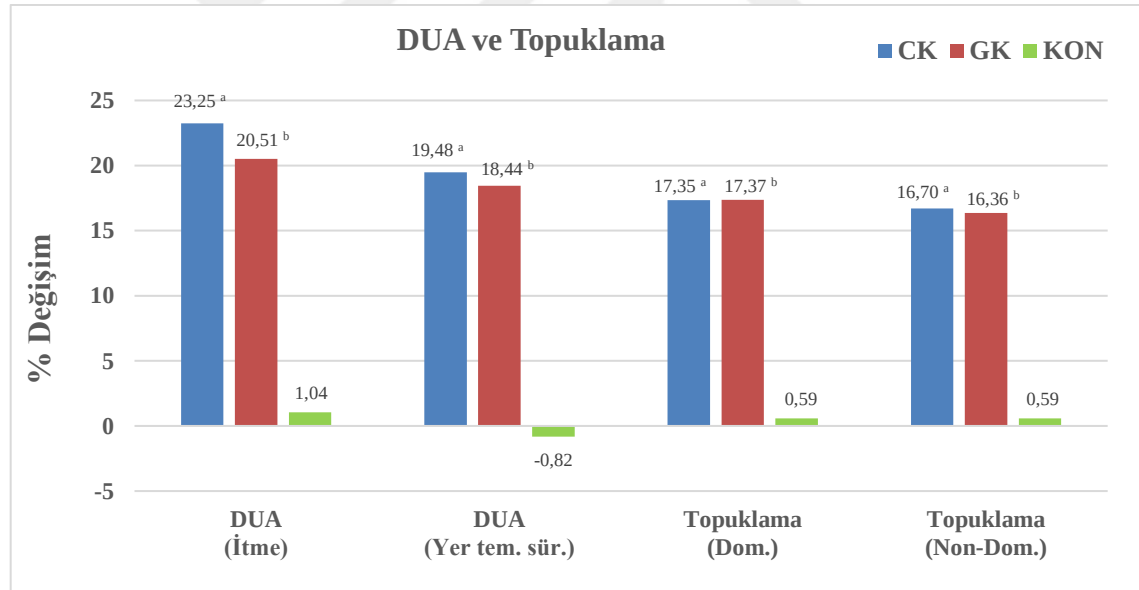
Şekil 4.47. Topuklama Hızı (Dom.) Grafiği



Şekil 4.48. Topuklama Hızı (Dom. Olm.) Grafiği



Şekil 4.49. SS ve CS Hareket Hızı Ön test - Son test % Değişimleri Grafiği



Şekil 4.50. DUA ve Topuklama Hareket Hızı Ön test - Son test % Değişimleri Grafiği

5. TARTIŞMA

Bu araştırma futbolcularda müsabaka dönemi içerisinde kompleks antrenman programlarında yer alan kuvvet ve pliometrik egzersizlerin farklı set yöntemleriyle uygulanmasının izokinetik kuvvet, sprint, sıçrama, çeviklik ve hareket hızı gibi bazı motorik özelliklere etkilerinin incelenmesi amacıyla yapılmıştır. Bu amaç doğrultusunda genç futbolculara 8 hafta boyunca farklı set yöntemleriyle kompleks antrenman programı uygulanmıştır. Antrenman programı öncesi ve sonrası vücut kompozisyonu, izokinetik kuvvet, sprint, sıçrama, çeviklik ve hareket hızı gibi performans değişkenleri için bazı testler ve ölçümler uygulanmıştır. Aşağıda araştırma sonucunda elde edilen performans değişkenlerine ait bulgular ve sonuçlar kendi içlerinde birbirleriyle ilişkileri dikkate alınarak değerlendirilmiştir.

5.1. Vücut Kompozisyonu

Araştırmaya katılan sporcuların gruplar arası ön test ve son test vücut ağırlığı, TBW, yağ ağırlığı, VYY, YVK ve BKİ değerleri karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmamıştır. Katılımcıların grup içi ön test-son test karşılaştırmalarında CK grubun yağ ağırlığı (%21,53) ve VYY (%20,38) değerleri istatistiksel olarak anlamlı derecede azalırken, YVK (%1,80) ise anlamlı derecede artış göstermiştir ($p<0,05$). Ancak diğer grup ve değişkenlerde anlamlı farklılıklar belirlenmemiştir. ($p>0,05$). Vücut kompozisyonu değişkenlerinin çoğunda kompleks antrenmanlar ile değişimler belirlenmiştir, fakat sadece kümeleme set yapısının kullanıldığı CK grubun yağ ağırlığı ve yağ yüzdesi değerlerindeki artışlar anlamlı bulunmuştur. Literatürde kompleks antrenmanların antropometrik etkilerini araştıran çalışmalar mevcuttur. MacDonald ve ark. (2012) antrenmanlı genç erkek sporcularda 6 haftalık kompleks antrenman programını geleneksel set yapısıyla uygulamışlardır. Araştırma sonucunda 6 haftalık kompleks antrenmanlar sonucu vücut kütlesi ve vücut yağ yüzdesinin (%1,0) anlamlı değişim göstermediğini belirlemişlerdir. Thomas ve ark. (2022) antrenmanlı genç sporcularda 8 haftalık geleneksel set yapısıyla uygulanan kompleks antrenman programıyla vücut kütlesinde anlamlı değişiklik bulunmadığını, yağsız vücut kitlesinin anlamlı arttığını (%4,0) ve vücut yağ yüzdesinin anlamlı azaldığını (%3,64) tespit etmişlerdir. Freitas ve ark. (2018) yarı profesyonel erkek basketbolcularda 8 haftalık

modifiye kompleks antrenman programını geleneksel set yapısıyla uygulamışlardır. Araştırma programı sonucunda kas kitlesinde (%2,3) ve vücut yağ yüzdesinde azalma (%1,1) bulmuşlar, fakat bu değişimlerin anlamlı olmadığını ifade etmişlerdir. Chatzinikolaou ve ark. (2018) antrenmanlı genç erkek futbolcularda 6 haftalık kompleks antrenman programının vücut ağırlığı (%0,04) ve BKİ (%0,46) için anlamlı değişiklikler oluşturmadığını, VYY 'yi ise anlamlı derecede azalttığını (%3,33) tespit etmişlerdir. Sonuç olarak, geleneksel set yapısıyla uygulanan kompleks antrenman programının ve program içerisindeki pliyometrik egzersizlerin farklı set yöntemleri ile uygulanmasının vücut kompozisyonu üzerine önemli etkiler göstermediği söylenebilir. Bu yaş kategorisindeki sporcularda her ne kadar kontrol edilmeye çalışılsa da bazı beslenme farklılıkları ortaya çıkabilmektedir. Bu da özellikle vücut kompozisyonu değerlerini etkileyebilir. Çalışmaların bulgularındaki farklılıklar, katılımcıların antrenman etkileriyle kalori alımlarına bağlı olarak beslenme değişikliklerinden kaynaklanıyor olabilir.

5.2. Sprint

Futbol oyun özelliği bakımından içerisinde düşük, orta ve yüksek şiddetlerde kısa ve uzun sprintler barındıran yüksek eforlu bir spordur. Dolayısıyla futbolda sprint yeteneğinin önemi yadsınamaz bir gerçektir. Antrenörler ve çalıştırıcılar sporcularının sprint performanslarını belirlemek amacıyla çeşitli testler ve ölçümler yapmaktadır (Stølen, Chamari, Castagna, & Wisløff, 2005). Araştırmamızda sporcuların sprint seviyelerini belirlemek amacıyla 10m, hızlanmalı 20m ve 30m sprint parkur testi ve RAST testi uygulanmıştır.

Tüm sprint değişkenleri için ön test ölçümlerinde gruplar arası istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmaması, antrenman programı öncesi tüm grupların sprint seviyelerinin benzer olduğunu göstermektedir. Katılımcıların grup içi ön test-son test karşılaştırmalarında; CK grubun 10m (%9,78), 20m (%3,31) ve 30m (%5,92) sprint sürelerinde istatistiksel olarak anlamlı azalma bulunurken, RAST rölatif güç (minimum güç hariç) ve Yİ (%10,70) değerlerinde anlamlı artışlar bulunmuştur. Aynı şekilde GK grubun 10m (%7,68), 20m (%5,64) ve 30m (%6,46) sprint sürelerinde istatistiksel olarak anlamlı azalma bulunurken, RAST rölatif güç değerlerinde anlamlı artışlar bulunmuştur. KON grupta ilginç şekilde 10m (%1,74) ve 30m (%0,29) sprint sürelerinde (20m hariç)

anlamli azalma bulunurken, RAST rölatif güç ve Yİ değerlerinde anlamli farklılık bulunmamıştır. Son test ölçümlerinde gruplar arası anlamli farklılıklar bulunmuştur. CK ve GK grup KON gruba göre anlamli derecede düşük bulunurken, iki antrenman grubu arasında anlamli farklılık bulunmamıştır. Son test RAST rölatif güç değerlerinde gruplar arası anlamli farklılıklar bulunmamıştır. Fakat Yİ değerleri CK grupta, GK ve KON gruplarına göre anlamli derecede yüksek bulunmuştur. Ayrıca uygulanan her iki testin AZD değerlerinde grup içi ve gruplar arası farklılıklar bulunmamıştır ($p>0,05$).

Literatürde kompleks antrenmanların sprint özelliğine kronik etkilerini farklı testlerle araştıran birçok çalışma yapılmıştır. Garcia-Pinillos ve ark. (2014) yarı profesyonel genç futbolcularda 12 haftalık kompleks antrenman programıyla 10m (%15,42), 20m (%9,12) ve 30m (%6,68) sprint sürelerinde anlamli gelişmeler bulmuşlardır. Ali ve ark. (2019) profesyonel erkek futbolcularda yaptıkları araştırmada 6 haftalık kompleks antrenmanlar sonucu 20m sprint (%7,74) süresinde anlamli düşüş bulmuşlardır. Hammami ve ark. (2019) toplam 28 genç kadın hentbolcuda 10 haftalık kompleks antrenman programı sonucu 10m sprint süresinde (%11,7) anlamli düşüş bulmuşlardır. Alves ve ark. (2010) genç erkek futbolcularda 6 haftalık iki farklı protokoldeki kompleks antrenman programının 5m (%9,17 ve %6,19) ve 15m (%7,03 ve %3,11) sprint sürelerinde anlamli düşüşler sağladığını belirlemişlerdir. Hammami ve ark. (2017) genç erkek futbolcularda 8 haftalık kompleks antrenman programıyla 10m (%8,09), 20m (%9,21) ve 30m (%8,04) sprint sürelerinde anlamli düşüşler belirlemişlerdir. Brito ve ark. (2014) genç erkek futbolcularda 9 haftalık kompleks antrenman programı sonucu 20m sprint süresinde (%7,8) anlamli düşüş belirlemişlerdir. Ingle ve ark. (2006) tarafından yapılan bir çalışmada erkek çocuklarda 12 haftalık kompleks antrenman programı sonucu 40m (%3,15) sprint süresinde istatistiksel olarak anlamli düşüşler bulunmuştur ($p<0,05$). Söz konusu çalışmaların tümü geleneksel set yapısıyla uygulanan kompleks antrenman programlarının sprint özelliğini geliştirebildiğini göstermektedir. Bu çalışmalara benzer olarak araştırmamıza katılan genç futbolcuların sprint özelliklerinin 8 haftalık geleneksel set yapısıyla uygulanan kompleks antrenman programıyla geliştirilebildiği belirlenmiştir. Dolayısıyla yapılan çalışmaların sonuçları ile çalışmamızın sonuçları benzerlik göstermektedir.

Literatürde kümeleme set yapısıyla uygulanan kuvvet ve/veya pliyometrik antrenmanların sprint özelliğine kronik etkilerini farklı testlerle araştıran birçok çalışma yapılmıştır. Asadi ve Ramirez-Campillo (2016) düzenli antrenman yapan genç erkeklerde 6 haftalık pliyometrik antrenman programını geleneksel ve kümeleme olmak üzere iki farklı set yöntemiyle uygulamışlardır. Söz konusu çalışmada 20m ve 40m sprint yeteneğinin gelişimi incelenmiştir. Çalışma sonucunda 20m sprint sürelerinde geleneksel set grubunda (%12,14) ve kümeleme set grubunda (%6,35) istatistiksel olarak anlamlı düşüşler bulunmuştur. Ayrıca 40m sprint sürelerinde de geleneksel grupta (%9,47) ve kümeleme grupta (%7,47) anlamlı düşüşler bulunmuştur. Fakat sprint performansının gelişimi geleneksel set yönteminde kümeleme set yöntemine göre daha yüksek bulunmuştur (Asadi & Ramirez-Campillo, 2016). Bir başka çalışmada Arazi ve ark. (2017) kadın voleybolcularda 8 haftalık kuvvet antrenman programını geleneksel ve kümeleme set yöntemleriyle uygulamışlardır. Çalışma sonucunda 20m sprint performansı açısından her iki set yönteminde de benzer gelişmeler tespit etmişlerdir ($p<0,05$). Bunun sebebinin de sprint özelliğiyle yüksek derecede ilişkili olan alt ekstremitte kuvvetindeki benzer artışlardan kaynaklandığını ifade etmişlerdir (Arazi, Khanmohammadi, Asadi, & Haff, 2018). Farklı bir çalışmada Farias ve ark. (2019) aktif sporcularda 3 haftalık güç antrenmanlarını iki farklı kümeleme set yöntemiyle uygulamışlardır. Çalışma sonucunda her iki yöntemde de 10m ve 20m sprint performanslarında istatistiksel olarak anlamlı gelişmeler belirlemişlerdir ($p<0,05$) (Farias ve ark., 2020). Cin ve ark. (2021) profesyonel erkek voleybolcularda 6 haftalık kuvvet antrenman programını geleneksel ve kümeleme olmak üzere iki farklı set yapısıyla uygulamışlardır. Çalışmada 10m ve 20m sprint performansının gelişimini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda 10m sprint sürelerinde geleneksel set grubunda (%1,48) ve kümeleme set grubunda (%5,10) istatistiksel olarak anlamlı derecede gelişimler bulmuşlardır. Ayrıca 20m sprint sürelerinde de geleneksel set grubunda (%1,81) ve kümeleme set grubunda (%6,48) istatistiksel olarak anlamlı derecede gelişimler bulmuşlardır ($p<0,05$). Fakat her iki değişken için de performans gelişiminin kümeleme set yönteminde geleneksel set yöntemine göre daha yüksek seviyede olduğu belirlenmiştir (Cin, Çabuk, Demirarar, & Özçaldıran, 2021).

Sprint performansındaki gelişimler, patlayıcılık özelliğindeki (dikey sıçrama ve öne atlama) gelişmelerle ve yere zemin temas sürelerindeki azalmalarla bağlantılı olabilir. Ayrıca pliometrik egzersizler gücü arttırdığından ve alt ekstremitenin gücü sprint performansına olumlu aktarıldığından artan sprint performansı kas gücündeki gelişmelerle ilişkilendirilebilir (Adams, O'Shea, O'Shea, & Climstein, 1992; Markovic, Jukic, Milanovic, & Metikos, 2007; Seitz ve ark., 2014).

Sprint performansı ile alt ekstremita kuvveti ve gücü arasında önemli ilişkiler olduğu bilinmektedir. Sprint performansındaki gelişmeler öncelik olarak nöral adaptasyondan kaynaklanmaktadır. Sinir iletim hızı, maksimum kas aktivitesi ve motor ünite katılımı fiziksel antrenmana uyum olarak değişiklik gösterebilir (Hammami, Negra, Shephard, & Chelly, 2017). Kompleks antrenmanlarla elde edilen performans gelişimleri pliometrik egzersizlere bağlı nöral adaptasyonların bir sonucu olabilir (Thomas, French, & Hayes, 2009). Agonist kaslara artan nöral dürtüyle (impuls) oluşan nöral adaptasyon, kas aktivasyon stratejilerindeki değişiklikler (gelişmiş kaslar arası koordinasyon) veya kas-tendon kompleksinin mekanik özelliklerindeki değişikliklerden oluşur (Markovic & Mikulic, 2010). Bu nörofizyolojik değişikliklerle birlikte, sporcuların sprint becerilerini geliştiren gerilme-kısalma döngüsü sırasında elastik enerjiyi depolama ve serbest bırakma yeteneği geliştirilebilir (Kotzamanidis ve ark., 2005; Alves, Rebelo, Abrantes, & Sampaio, 2010). Dolayısıyla çalışmamızdaki sonuçlarında elde edilen sprint yeteneğinin gelişiminin; kompleks antrenman programlarındaki genel kuvvet egzersizleriyle oluşan alt ekstremita kuvvet adaptasyonlarından (nöral adaptasyon, biyokimyasal uyum, hipertrofi, hormonal değişiklikler) ve pliometrik egzersizlerle oluşan gerilme-kısalma döngüsü gelişiminden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Araştırmamızda antrenman grupları arasında görülen benzer orandaki gelişimler, antrenmanların geleneksel veya kümeleme set yöntemiyle uygulanmasının sprint özelliğinin gelişimi açısından herhangi bir farklılık oluşturmadığını göstermektedir. Ayrıca literatürde kompleks antrenman programının birçok sprint testleriyle etkilerinin araştırıldığı çalışma yapılmasına rağmen, RAST ile etkilerini inceleyen bir çalışma yapılmamıştır. Bununla birlikte kompleks antrenmanlardaki pliometrik egzersizlerin

kümeleme set yapısıyla uygulanarak sprint özelliklerine etkilerini araştıran çalışma da yapılmamıştır.

5.3. Sıçrama

Birçok spor dalında olduğu gibi bir futbol müsabakasında sıçrama formatında birçok hareket yapılmaktadır. Sıçrama yeteneği futbolda performansı belirleyen önemli faktörlerden biridir. Antrenörler ve çalıştırıcılar pliometrik tarzda dikey sıçrama, yatay sıçrama, derinlik sıçramaları, sekmeler vb. gibi egzersizlerle sporcularının sıçrama özelliklerini geliştirmeyi amaçlamaktadır. Ayrıca sporcuların sıçrama yeteneklerini belirlemek için bazı testler ve ölçümler kullanılmaktadır (Strøyer, Hansen, & Hansen, 2004). Araştırmamızda sporcuların sıçrama seviyelerini belirlemek amacıyla aktif sıçrama (AS), squat sıçrama (SS) ve durarak uzun atlama (DUA) testleri uygulanmıştır.

Katılımcıların gruplar arası antrenman öncesi ön test tüm sıçrama değişkenlerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmamıştır. Bu da antrenman programı öncesi tüm grupların sıçrama seviyelerinin benzer olduğunu göstermektedir. Katılımcıların grup içi ön test-son test karşılaştırmalarında kompleks antrenmanlarla CK grupta AS (%13,62), SS (%13,81) yükseklikleri ve DUA mesafesi (%6,98) anlamlı derecede artış göstermiştir. Bununla birlikte GK grupta da AS (%11,51), SS (%12,07) yükseklikleri ve DUA mesafesi (%5,06) anlamlı derecede artış göstermiştir. Fakat, AS-SS farkı ve AZD değerlerinde her iki antrenman grubunda farklılıklar bulunmamıştır. Ayrıca KON grupta farklılıklar bulunmamıştır. Son test AS yükseklik ve havada kalma süresinin yanı sıra DUA değerlerinde gruplar arası anlamlı farklılıklar bulunmuştur. CK ve GK grup KON gruba göre anlamlı derecede yüksek bulunurken, antrenman grupları arasında anlamlı farklılık bulunmamıştır. Ayrıca uygulanan tüm testlerin AZD değerlerinde grup içi ve gruplar arası farklılıklar bulunmamıştır ($p>0,05$).

Literatürde kompleks antrenmanların kronik etkilerinin araştırıldığı çalışmalar çoğunlukla sıçrama özelliğine etkilerine odaklanmıştır. Talpey ve ark. (2016) futbol, basketbol ve rugby gibi spor dallarındaki 20 erkek sporcuda 9 haftalık kompleks antrenman programı sonucu AS (%8,2) ve dikey sıçrama (%9,6) yükseklik değerlerinde anlamlı derecede artışlar bulmuşlardır. Hammami ve ark. (2019) toplam 28 genç kadın hentbolcuda 10 haftalık kompleks antrenman programı sonucu AS (%20,3) ve SS (%19,0)

yüksekliklerinde anlamlı derecede artışlar bulmuşlardır. Alves ve ark. (2010) genç erkek futbolcularda 6 haftalık kompleks antrenman programının AS (%2,42) ve SS (%9,63) yüksekliklerini anlamlı derecede arttırdığını belirlemişlerdir. Alemdaroğlu ve ark. (2013) tarafından yapılan bir çalışmada antrenmanlı sporcularda 6 haftalık kompleks antrenman programının AS (%11) ve SS (%6,4) performanslarını istatistiksel olarak anlamlı derecede arttırdığı belirlenmiştir ($p<0,05$). Chatzinikolaou ve ark. (2018) genç erkek futbolcularda 6 haftalık kompleks antrenman programının AS (%6,58) ve SS (%6,07) yüksekliklerini anlamlı derecede arttırdığını tespit etmişlerdir. Hammami ve ark. (2017) genç futbolcularda 8 haftalık kompleks antrenmanlar sonucu AS (%23,04) ve SS (%23,37) yüksekliklerinde anlamlı artışlar bulmuşlardır. Wallenta ve ark. (2016) elit genç erkek futbolcularda 6 kompleks antrenman programı sonucu AS yüksekliğinde anlamlı artış bulmuşlardır ($p=0,046$). Juarez ve ark. (2009) antrenmanlı gençlerde 8 haftalık kompleks antrenman programı sonucu AS (%11,76) ve SS (%11,49) yüksekliklerinde anlamlı artışlar bulmuşlardır. Santos ve ark. (2008) tarafından yapılan bir çalışmada, 10 haftalık kompleks antrenman programı sonucu AS (%10,5) ve SS (%13) yüksekliklerinde istatistiksel olarak anlamlı artışlar tespit edilmiştir. Kobal ve ark. (2017) elit genç futbolcularda 8 haftalık kompleks antrenman programı sonrası AS yüksekliklerinde (%13,0) anlamlı artışlar belirlemişlerdir. Ramirez-Campillo ve ark. (2018) genç erkek futbolcularda 8 haftalık kompleks antrenman programı sonucu AS (%8,6) ve SS (%6,5) yüksekliklerinde anlamlı artışlar bulmuşlardır. Literatürde kompleks antrenman programlarında DUA mesafelerinin değerlendirildiği çalışmalara bakıldığında, Freitas ve ark. (2018) yarı profesyonel erkek basketbolcularda 8 haftalık modifiye kompleks antrenman programı uygulamışlardır. Antrenman programı sonucunda DUA mesafesinde (%2,5) anlamlı artış belirlemişlerdir (Freitas ve ark., 2018). Ingle ve ark. (2006) tarafından yapılan bir çalışmada erkek çocuklarda 12 haftalık kompleks antrenman programı sonucu AS (%4) yüksekliğinde istatistiksel olarak anlamlı artışlar bulunmuştur ($p<0,05$). Fakat, DUA mesafelerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmamıştır ($p>0,05$). Çalışmada bunun sebebinin antrenman yükünün performansı artıracak kadar spesifik olmaması ve antrenman programındaki pliometrik egzersizlerin çoğunun dikey yönlü hareketler içermesi olabileceği ifade edilmiştir (Ingle, Sleaf, & Tolfrey, 2006).

Literatürde kümeleme set yapısıyla uygulanan kuvvet ve/veya pliyometrik antrenmanların sıçrama özelliğine kronik etkilerini farklı testlerle araştıran bazı çalışmalar vardır. Zarezadeh-Mehrizi ve ark. (2013) genç erkek futbolcularda 10 haftalık kuvvet antrenman programını geleneksel ve kümeleme set yöntemiyle uygulamışlar ve SS performansına etkilerini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda her iki grupta istatistiksel olarak anlamlı gelişmeler görülse de bu gelişimlerin kümeleme grupta geleneksel gruba göre daha yüksek bulunduğu ifade edilmiştir ($p<0,05$)(Zarezadeh-Mehrizi, Aminai, & Amiri-Khorasani, 2013). Cin ve ark. (2021) profesyonel erkek voleybolcularda 6 haftalık kuvvet antrenman programını geleneksel ve kümeleme olmak üzere iki farklı set yapısıyla uygulamışlardır. Çalışmada AS performansının gelişimini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda AS yüksekliğinde geleneksel set grubunda (%2,13) ve kümeleme set grubunda (%6,21) istatistiksel olarak anlamlı artışlar bulmuşlardır ($p<0,05$). Fakat AS gelişiminin kümeleme set yönteminde geleneksel set yöntemine göre daha yüksek seviyede olduğu belirlenmiştir (Cin, Çabuk, Demirarar, & Özçaldıran, 2021). Hansen ve ark. (2011) elit düzeydeki rugby oyuncularında 8 haftalık kuvvet antrenman programını geleneksel ve kümeleme olmak üzere iki farklı set yöntemiyle uygulamışlardır. Çalışma sonucunda her iki set yönteminin sıçrama performanslarında istatistiksel olarak benzer gelişmeler gösterdiği tespit edilmiştir (Hansen, Cronin, Pickering, & Newton, 2011). Nicholson ve ark. (2016) antrenmanlı genç erkeklerde 6 hafta boyunca kuvvet antrenman programını geleneksel, hipertrofi ve iki farklı kümeleme olmak üzere toplam dört farklı set yöntemiyle uygulamışlar ve çalışmada AS yüksekliklerinin gelişimini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda tüm set yöntemlerinde AS yükseklikleri bakımından benzer gelişimler (%5 - %13) tespit etmişlerdir (Nicholson, Ispoglou, & Bissas, 2016). Asadi ve Ramirez-Campillo (2016) düzenli antrenman yapan genç erkeklerde 6 haftalık pliyometrik antrenman programını geleneksel ve kümeleme olmak üzere iki farklı set yöntemiyle uygulamışlardır. Söz konusu çalışmada AS ve DUA performanslarının gelişimi incelenmiştir. Çalışma sonucunda AS yüksekliklerinde geleneksel set grubunda (%10,10) ve kümeleme set grubunda (%12,64) istatistiksel olarak anlamlı düşüşler bulunmuştur. Ayrıca DUA mesafelerinde geleneksel grupta (%6,20) ve kümeleme grupta yine (%6,20) anlamlı düşüşler bulunmuştur ($p<0,05$). Fakat sıçrama performansı bakımından tüm değişkenlerdeki gelişimler kümeleme set yönteminde geleneksel set yöntemine göre daha

yüksek bulunmuştur (Asadi & Ramirez-Campillo, 2016). Aminaie ve ark. (2017) elit karatecilerde 7 haftalık kuvvet ve güç antrenman programını geleneksel ve kümeleme set yöntemleriyle uygulamışlardır. Farklı set yöntemlerinin SS performansına etkilerini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda SS performanslarının geleneksel set (%39,32) ve kümeleme set (%28,08) olmak üzere her iki set yapısında da benzer gelişmeler gösterdiğini belirlemişlerdir (Aminaie, Yazdani, & Amirseyfaddini, 2017). Bir başka çalışmada Dias ve ark. (2020) sağlıklı yetişkinlerde 12 haftalık kuvvet antrenman programını geleneksel set ve kümeleme set yöntemiyle uygulamışlardır. Çalışmada AS, SS ve DUA performanslarının gelişimi incelenmiştir. Çalışma sonucunda AS performansı geleneksel set (%4,7) ve kümeleme set (%11,9) gruplarında istatistiksel olarak anlamlı gelişimler göstermiştir. Ayrıca SS performansı için geleneksel set (%11,2) ve kümeleme set (%5,7) gruplarındaki gelişmeler anlamlı seviyededir. Bunlarla birlikte DUA performansında da geleneksel set (%16,3) ve kümeleme set (%14,0) gruplarında da anlamlı gelişmeler bulunmuştur. Fakat tüm değişkenlerdeki gelişimlerin her iki set yöntemi için de benzer olduğu tespit edilmiştir (Dias R, ve ark., 2020). Her iki antrenman grubunda da plyometrik egzersizlerle benzer gelişimlerin görülmesi; kas lifi boyutu gibi morfolojik değişikliklerden ziyade kaslar arası koordinasyon gelişimi, kas-tendon mekaniksel sertlik özelliklerindeki değişiklikler, kas yapısındaki değişiklikler, lif mekaniğindeki değişiklikler ve kasların gerilme-kısalma döngüsünü kullanma yeteneğinin artması gibi nöral adaptasyonlarla ve bunların benzer oranlarda gelişimleriyle açıklanabilir (McClenton, Brown, Coburn, & Kersey, 2008; Saez De Villarreal, Kells, Kraemer, & Izquierdo, 2009; Arazi, Coetzee, & Asadi 2012; Mirzaei, Norasteh, Saez De Villarreal, & Asadi, 2014).

Sıçrama performansı ile alt ekstremitte kuvveti ve gücü arasında doğrudan yüksek ilişki olduğu bilinmektedir. Kompleks antrenmanlarla elde edilen sprint performansındaki gelişmeler, kompleks antrenman ile uyarılan kümülatif PAP etkisi yoluyla güçlendirilebilen maksimal güç, hormonal etki, yapısal ve nöromekanik uyumlar dahil olmak üzere bazı adaptasyon mekanizmalarıyla ilişkili olabilir (Sale, 2002; Santos & Janeira, 2008; Carter & Greenwood, 2014). Erkek futbolcularda maksimal kuvvet; sıçrama ile güçlü şekilde ilişkili olduğundan, maksimal kuvvetteki gelişmeler kompleks antrenmandan elde edilen ek ve amaca uygun yarar sağlayabilir (Wisloff ve ark., 2004).

Buna ek olarak, kompleks antrenman sonrası sıçrama performansındaki gelişmeler, hormonal (örn. testosteron artışı) ve kuvvet-güç üretimine uygun hücrel adaptasyonlarla ilişkili olabilir (Beaven, Gill, Ingram, & Hopkins, 2011; Ali ve ark., 2019). Ayrıca futbolcularda kompleks antrenmanlar sonrasında yüksek yüklü kuvvet egzersizlerinin sayesinde bacak kası hacminde artış gözlemlenebilir, bu da hipertrofik gelişmelere işaret eder. Kompleks antrenmanların motor becerileri iyileştirmek ve geliştirmek için aktif kas gruplarının daha iyi koordinasyonunu ve senkronizasyonunu sağlayarak konsantrik ve eksantrik kas hareketleri arasında enerji transferini destekleyebilir (Cronin, McNair, & Marshall, 2001; Robbins, 2005). Dolayısıyla çalışmamızdaki sonuçlarından elde edilen sıçrama yeteneğindeki gelişmelerin; bacak kas hacmindeki artışa bağlı hipertrofik artışlardan, PAP etkisiyle maksimal güç, hormonal etki, yapısal ve nöromekanik gibi bazı adaptasyonlardan ve konsantrik ve eksantrik kas hareketleri arasındaki enerji transferinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Araştırmaya katılan genç futbolcuların sıçrama özelliklerinin kompleks antrenman programıyla geliştirildiği belirlenmiştir. Fakat, antrenman grupları arasında görülen benzer orandaki gelişmeler, antrenmanların geleneksel veya kümeleme set yöntemiyle uygulanmasının sıçrama özelliğinin gelişimi açısından herhangi bir farklılık oluşturmadığını göstermektedir. Literatürde kompleks antrenmanlardaki plyometrik egzersizlerin kümeleme set yapısıyla uygulanarak sıçrama özelliklerine etkilerini araştıran çalışma yapılmamıştır.

5.4. Çeviklik

Futbolda sprint ve sıçrama özelliklerinin yanı sıra ivmelenme, yavaşlama, yön değiştirme gibi özellikleri içerisinde barındıran çeviklik yeteneği önemli performans belirteçlerinden biridir. Futbolun oyun yapısı gereği çeviklik ve buna bağlı özelliklerin müsabaka içerisinde sıklıkla uygulandığı bilinmektedir. Dolayısıyla çeviklik yeteneğinin belirlenmesi ve geliştirilmesi performans artışı için gereklidir. Antrenörler ve çalıştırıcılar sporcularının bu özelliğini belirlemek amacıyla bazı testler yapmaktadır. (Sheppard & Young, 2006). Araştırmamızda sporcuların çeviklik seviyelerini belirlemek amacıyla illinois, topla ve topsuz HÜFA testleri uygulanmıştır.

Katılımcıların gruplar arası ön test illinois, topsuz ve topla HÜFA test süreleri ve teknik indeks değerleri karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmamıştır. Bu da antrenman programı öncesi tüm grupların çeviklik seviyelerinin benzer olduğunu göstermektedir. Katılımcıların grup içi ön test-son test karşılaştırmalarında; illinois, topsuz ve topla HÜFA test sürelerinde ve teknik indeks değerlerinde CK ve GK grupta anlamlı derecede azalma bulunmuştur. Fakat KON grupta farklılıklar bulunmamıştır ($p>0,05$). Son test illinois, topsuz ve topla HÜFA test sürelerinde gruplar arası anlamlı farklılıklar bulunmuştur. CK ve GK grup KON gruba göre anlamlı derecede düşük bulunurken, araştırma grupları arasında anlamlı farklılık bulunmamıştır. Bununla birlikte son test teknik indeks değerlerinde gruplar arası anlamlı farklılık bulunmamıştır. Ayrıca uygulanan tüm testlerin AZD değerlerinde grup içi ve gruplar arası farklılıklar bulunmamıştır ($p>0,05$).

Literatürde kompleks antrenmanların futbol performansı için oldukça önemli olan çeviklik yeteneğine kronik etkilerinin çeşitli testler uygulanarak araştırıldığı birçok çalışma mevcuttur. Wallenta ve ark. (2016) elit 18 genç erkek futbolcuda 6 kompleks antrenman programı sonucu çeviklik test sürelerinde anlamlı azalma bulmuşlardır ($p=0,046$). Hammami ve ark. (2019) toplam 28 genç kadın hentbolcuda 10 haftalık kompleks antrenman programının T-test (%5,1) ve illinois (%4,2) olmak üzere çeviklik testlerinin sürelerinde anlamlı düşüşler sağladığını tespit etmişlerdir. Faude ve ark. (2013) yüksek seviye amatör 16 erkek futbolcuda sezon içi 7 haftalık kompleks antrenman programı uygulamışlardır. Antrenman programı sonucu koşu, dönüş ve yön değiştirmeler içeren çeviklik parkuru sürelerinin anlamlı derecede düştüğünü tespit etmişlerdir ($p<0,05$). Freitas ve ark. (2018) yarı profesyonel erkek basketbolcularda 8 haftalık modifiye kompleks antrenman programı uygulamışlardır. Antrenman programı sonucunda T çeviklik test sürelerinde (%3) istatistiksel olarak anlamlı düşüş belirlemişlerdir (Freitas ve ark., 2018). Ramirez-Campillo ve ark. (2018) genç erkek futbolcularda 8 haftalık kompleks antrenman programı sonucu çeviklik performansına etkilerini araştırmışlardır. Antrenman programı sonucu çeviklik test süresinde (%3,7) anlamlı düşüş tespit etmişlerdir (Ramirez-Campillo ve ark., 2018). Benzer şekilde Hammami ve ark. (2017) genç futbolcularda 8 haftalık kompleks antrenmanlar sonucu çeviklik performansının anlamlı şekilde geliştirildiğini belirlemişlerdir ($p<0,05$).

Yukarıdaki çalışmaların sonuçlarının tersine kompleks antrenman programının çeviklik performansına etkilerinin olmadığını belirleyen bazı çalışmalar da mevcuttur. Alves ve ark. (2010) genç erkek futbolcularda 6 haftalık kompleks antrenman programının sprint yeteneğini geliştirmesine rağmen çeviklik özelliğinin gelişimine herhangi bir katkı sağlamadığını tespit etmişlerdir ($p>0,05$). Bunun sebebinin ise düz koşu hızı ve çeviklik faktörlerinin birbirinden bağımsız olması olabileceğini ifade etmişlerdir. Ayrıca başka bir sebebin de çeviklik testinin yön değiştirme, yavaşlama, yeniden hızlanma gibi hareket kalıplarını içermesi ve antrenman protokolünde bunlara yönelik egzersizler bulunmaması olabileceğini belirtmişlerdir (Alves ve ark., 2010). Tricoli ve ark. (2005) aktif erkek sporcularda kompleks antrenman programı sonucu kullandıkları çeviklik testinde benzer şekilde herhangi bir performans artışı bulmamışlardır. Harsley ve ark. (2015) genç erkek akademi futbolcularında yaptıkları araştırmada 10 haftalık kompleks antrenman programı uygulamışlar ve çeviklik özelliğine etkilerini araştırmışlardır. Araştırma sonucunda 10 haftalık kompleks antrenman programının çeviklik performansı üzerine istatistiksel olarak anlamlı etkileri olmadığını tespit etmişlerdir ($p>0,05$)(Harsley, Bishop , & Gee, 2015). Benzer şekilde Brito ve ark. (2014) genç erkek futbolcularda 9 haftalık kompleks antrenman programı uygulamışlardır. Antrenman programı sonucunda çeviklik performansında istatistiksel olarak anlamlı değişiklikler bulmamışlardır ($p>0,05$)(Bruto ve ark., 2014). Kobal ve ark. (2017) elit genç futbolcularda 8 haftalık kompleks antrenman programı sonrası çeviklik performansında herhangi bir anlamlı değişiklik bulmamışlardır ($p>0,05$). Benzer şekilde Cavaco ve ark. (2014) genç erkek futbolcularda 6 haftalık kompleks antrenman programı uygulamışlar ve çeviklik performansına etkilerini araştırmışlardır. Antrenman programının çeviklik performansına herhangi bir anlamlı etkisi olmadığını belirlemişlerdir ($p>0,05$)(Cavaco ve ark., 2014). Çeviklik becerilerinde kompleks antrenmanlarla önemli gelişmelerin olmaması, futbolcuların antrenman geçmişiyile bağlantılı olabileceği ifade edilmiştir. Rutin antrenman programlarında hem genel kuvvet hem de pliyometrik çalışmaları kullanma yetersizliklerinden kaynaklanabileceği belirtilmiştir. Böylece takım sporlarında kuvvet antrenmanı seanslarına nöromüsküler adaptasyonların hız ile ilgili kapasitelere olumlu transferlerini ortaya çıkarmak için özel olarak tasarlanmış pliyometrik tarzda egzersizlerin dahil

edilmesi gerektiği vurgulanmıştır (Loturco ve ark., 2014; Loturco ve ark., 2015; Kobal ve ark., 2017).

Çeviklik performansı gerektiren hareketlerin, maksimum güç veya kas gücünden ziyade motor kontrol faktörlerine bağlı olduğu öne sürülmüştür. Dolayısıyla söz konusu çalışmalarda kompleks antrenmanlarla çeviklik performansının geliştirilememesinin bu durumdan kaynaklanabileceği ifade edilmiştir (Young, Mcdowell, & Scarlett, 2001; Tricoli, Lamas, Carnevale, & Ugrinowitsch, 2005; Little & Williams, 2005; Alves, Rebelo, Abrantes, & Sampaio, 2010). Çeviklik performansının çok sayıda teknik ve fiziksel faktöre bağlı olduğu ve sporcuların bu karmaşık yeteneği önemli ölçüde geliştirmek için çok özel motor kontrol çalışmalar uygulaması gerektirdiği ifade edilmiştir (Stølen, Chamari, Castagna, & Wisløff, 2005; Kobal ve ark., 2017).

Literatürde kümeleme set yapısıyla uygulanan kuvvet ve/veya pliometrik antrenmanların çeviklik özelliğine kronik etkilerini araştıran çalışma sayısı oldukça azdır. Asadi ve Ramirez-Campillo (2016) düzenli antrenman yapan genç erkeklerde 6 haftalık pliometrik antrenman programını geleneksel ve kümeleme olmak üzere iki farklı set yöntemiyle uygulamışlardır. Söz konusu çalışmada T testi uygulanarak çeviklik performansının gelişimi incelenmiştir. Çalışma sonucunda T test sürelerinde geleneksel set grubunda (%0,55) ve kümeleme set (%8,93) grubunda istatistiksel olarak anlamlı düşüşler bulunmuştur ($p<0,05$). Fakat çeviklik performansının gelişimi kümeleme set yönteminde geleneksel set yöntemine göre daha yüksek bulunmuştur (Asadi & Ramirez-Campillo, 2016). Bir başka çalışmada Cin ve ark. (2021) profesyonel erkek voleybolcularda 6 haftalık kuvvet antrenman programını geleneksel ve kümeleme olmak üzere iki farklı set yapısıyla uygulamışlar ve T çeviklik test performansının gelişimini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda geleneksel set grubunda (%2,28) ve kümeleme set grubunda (%11,35) istatistiksel olarak anlamlı derecede çeviklik performans gelişimleri bulmuşlardır ($p<0,05$). Fakat bu performans gelişiminin kümeleme set yönteminde geleneksel set yöntemine göre daha yüksek seviyede olduğu belirlenmiştir. Aynı çalışmada kümeleme set yönteminin ATP' nin sentez oranını artırdığından, fosfokreatinin yenilenmesine izin verdiğinden ve metabolik atıkları ortadan kaldırdığından dolayı set içi kısa dinlenme sürelerinin hareket hızını koruduğu ve daha yüksek yoğunlukta egzersiz

yapılabildiği ifade edilmiştir. Böylece geleneksel set yöntemine göre kümeleme set yönteminin daha yüksek nöromüsküler adaptasyona yol açtığı ifade edilmiştir (Cin, Çabuk, Demirara, & Özçaldıran, 2021).

Araştırmamıza katılan genç futbolcuların çeviklik özelliklerinin 8 haftalık kompleks antrenman programının araştırmamızda uygulanan protokolleri kullanılarak geliştirildiği belirlenmiştir. Araştırmamız sonuçlarından elde edilen çeviklik performansındaki gelişimlerin; kompleks antrenman programında yer alan kuvvet egzersizlerinin yanı sıra pliometrik egzersizlerin güç, hız, reaktif kuvvet, eksantrik kuvvet gibi özelliklerin gelişimlerinin sağlamasından kaynaklanıyor olabilir. Ayrıca çeviklik performansındaki gelişimlerin nöral adaptasyondan, daha spesifik olarak artan kas içi koordinasyondan ve gelişmiş PAP etkisinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Bunlarla birlikte, performans gelişimi bulunamayan diğer çalışmalardan farklı olarak araştırmamızdaki test seçimi (uzunluk, süre, yön değiştirme sayısı, yön değiştirme açıları ve ileri veya geri koşma gereklilikleri), katılımcı türü (genç, erkek ve profesyonel) ve kompleks antrenman programında uygulamak amacıyla seçilen egzersizler dahil olmak üzere birçok faktörden kaynaklanıyor olabilir. Fakat, iki farklı set yapısıyla uygulanan iki farklı antrenman grubu arasında görülen benzer orandaki gelişimler, antrenmanların geleneksel veya kümeleme set yöntemiyle uygulanmasının çeviklik özelliğinin gelişimi açısından herhangi bir farklılık oluşturmadığını göstermektedir.

5.5. İzokinetik Kuvvet

Diz ekstansiyon hareketinde kaslar açılar değiştikçe farklı kuvvet çıktıları oluşturabilirler bu yüzden 1TM testleri tüm açıların kuvvet değerlerini veremeyebilir. Ancak izokinetik dinamometreler hareketin sabit tempolarda her açıda kuvvet değerlerini tork (Newton metre) cinsinden verebilmektedir (Kelly ve ark., 2015). Ayrıca izokinetik kuvvet ölçümleri, kuvvet üretiminin belirlenmesi için oldukça güvenilir ve altın standart olarak kabul edilen bir yöntemdir (Gleeson & Mercer, 1996). Araştırmamızda sporcuların 60° ve 120° sn⁻¹ açısal hızlarda dominant bacak diz eklemi izokinetik kuvvet ölçümleri yapılmıştır.

Katılımcıların gruplar arası antrenman programı öncesi ön test 60° sn⁻¹ ve 120° sn⁻¹ açısal hızlarda mutlak ve rölatif tork değerler olarak fleksiyon ve ekstansiyon olmak üzere

izokinetik kuvvet değerleri karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmamıştır. Ayrıca H/Q oranı değerlerinde de anlamlı farklılıklar bulunmamıştır ($p>0,05$). Bu da antrenman programı öncesi tüm grupların izokinetik kuvvet seviyelerinin benzer olduğunu göstermektedir. Katılımcıların grup içi ön test-son test karşılaştırmalarına bakıldığında, CK ve GK grupta tüm değişkenlerde istatistiksel olarak anlamlı derecede artışlar bulunmuştur ($p<0,05$). Fakat KON grupta anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$). Son test izokinetik kuvvet için tüm değişkenlerde gruplar arası anlamlı farklılıklar bulunmuştur. CK ve GK grup KON gruba göre anlamlı derecede yüksek bulunurken, antrenman grupları arasında anlamlı farklılıklar bulunmamıştır. Ayrıca uygulanan ölçümlerin AZD değerlerinde grup içi ve gruplar arası farklılıklar bulunmamıştır ($p>0,05$).

Literatürde kompleks antrenmanların kuvvet özelliğine kronik etkilerinin çeşitli testler ve yöntemler uygulanarak araştırıldığı çalışmalar sayıca fazladır. Bunların birçoğu 1TM ölçüm yöntemi kullanılarak değerlendirilmiştir. Fakat, kompleks antrenman programının etkilerinin kuvvet üretiminin belirlenmesinde altın standart olarak kabul edilen izokinetik kuvvet ölçümleriyle değerlendirildiği çalışma sayıca azdır. Chatzinikolaou ve ark. (2018) genç erkek futbolcularda $60^{\circ} \text{ sn}^{-1}$ ve $180^{\circ} \text{ sn}^{-1}$ açısal hızlarda fleksiyon ve ekstansiyon konsantrik tork değerlerini 6 haftalık kompleks antrenman programı öncesi ve sonrası ölçmüşlerdir. Araştırma sonucunda antrenman programıyla $60^{\circ} \text{ sn}^{-1}$ açısal hızda her iki bacak diz fleksiyon ve ekstansiyon konsantrik tork değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı artışlar bulmuşlardır ($p<0,05$). Aynı çalışmada $180^{\circ} \text{ sn}^{-1}$ açısal hızda her iki bacak diz fleksiyon konsantrik tork değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı artışlar bulmuşlardır ($p<0,05$). Fakat H/Q oranı değerlerinde de anlamlı farklılıklar bulunmamıştır ($p>0,05$)(Chatzinikolaou ve ark., 2018). Brito ve ark. (2014) genç erkek futbolcularda 9 haftalık kompleks antrenman programının $60^{\circ} \text{ sn}^{-1}$ açısal hızda diz fleksiyon ve ekstansiyon konsantrik tork ve H/Q oranı değerlerine etkilerini incelemişlerdir. Araştırma sonucunda $60^{\circ} \text{ sn}^{-1}$ açısal hızda dominant bacak diz fleksiyon ve ekstansiyon konsantrik tork değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı artışlar bulmuşlardır ($p<0,05$). Fakat dominant olmayan bacakta diz fleksiyon ve ekstansiyon konsantrik tork değerlerindeki artışlar istatistiksel olarak anlamlı değildir. Ayrıca H/Q oranı değerlerinde de anlamlı farklılıklar bulunmamıştır ($p>0,05$) (Brato ve ark., 2014). Alemdaroğlu ve ark. (2013)

tarafından yapılan bir çalışmada antrenmanlı sporcularda 6 haftalık kompleks antrenman programı öncesi ve sonrası $60^{\circ} \text{ sn}^{-1}$ ve $180^{\circ} \text{ sn}^{-1}$ açısal hızlarda her iki taraf için fleksiyon ve ekstansiyon konsantrik tork değerleri belirlenmiştir. Söz konusu çalışmada kompleks antrenman programı sonucu $60^{\circ} \text{ sn}^{-1}$ açısal hızda ekstansiyon (sağ: %2,5; sol: %2,1) ve fleksiyon (sağ: %6,4; sol: %11), $180^{\circ} \text{ sn}^{-1}$ açısal hızda ekstansiyon (sağ: %7,5; sol: %3,9) ve fleksiyon (sağ: %8,9; sol: %15,6) konsantrik tork değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı artışlar bulunmuştur ($p < 0,05$) (Alemdaroğlu ve ark., 2013). Firdaus ve ark. (2018) tarafından yapılan bir başka çalışmada elit güreşçilerde 6 haftalık kompleks antrenman programı öncesi ve sonrası $60^{\circ} \text{ sn}^{-1}$ açısal hızda dominant bacak fleksiyon ve ekstansiyon konsantrik tork değerleri belirlenmiştir. Söz konusu çalışma sonuçlarına göre diz ekstansiyon (%12,74) ve diz fleksiyon (%15,31) konsantrik tork değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı artışlar bulunmuştur (Firdaus, Kuan, & Krasilshchikov, 2018).

Rooney ve ark. (1994) kompleks antrenmanlar gibi daha fazla yorgunluk yaratan antrenman protokollerinin, daha az yorgunluk yaratan antrenmanlara göre daha fazla motor ünite aktivasyonuna yol açabileceğini ve motor ünite aktivasyon seviyesinin antrenmana uyumun büyüklüğünü belirlediğini öne sürmüşlerdir. Ayrıca koşullandırma aktivitesi ile sonraki performans arasındaki zaman farkı ne kadar büyük olursa, yorgunluk sonrası toparlanmanın o kadar büyük olacağı, aynı zamanda PAP' daki azalmanın da o kadar büyük olacağı ifade edilmiştir (Jeffreys, 2008). Araştırmamızdaki alt ekstremite maksimal kuvvetindeki pozitif artışlar, pliyometrik antrenmana uyum olarak ortaya çıkması muhtemel nöromüsküler fonksiyondaki gelişmelerle (agonist kaslara artan nöral uyum, kas aktivasyon stratejilerindeki değişiklikler vb.) ilişkili olabilir.

Literatürde kümeleme set yapısıyla uygulanan kuvvet ve/veya pliyometrik antrenmanların izokinetik kuvvete kronik etkilerini araştıran çalışma sayısı oldukça azdır. Benzer amaçla yapılan çalışmaların büyük çoğunluğunda 1 TM ölçüm yöntemi uygulanmış ve antrenman programının dinamik kuvvete etkileri incelenmiştir. İzokinetik kuvvete odaklanan çalışmalardan birinde Goto ve ark. (2005) sağlıklı genç erkeklerde 12 haftalık kuvvet antrenman programını geleneksel ve kümeleme olmak üzere iki farklı set yöntemiyle uygulamışlar ve diz ekstansiyon hareketinde $60, 120, 180, 240$ ve $300^{\circ} \text{ sn}^{-1}$ açısal hızlarda izokinetik kuvvete etkilerini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda her iki set yönteminin de

antrenman programıyla diz ekstansiyon kuvvetinde tüm açısal hızlarda gelişme gösterdiği, fakat bu gelişimin geleneksel set yönteminde daha fazla olduğu ifade edilmiştir ($p<0,05$) (Goto ve ark., 2005). Bir diğer çalışmada ise Nicholson ve ark. (2016) antrenmanlı genç erkeklerde 6 hafta boyunca kuvvet antrenman programını geleneksel, hipertrofi ve iki farklı kümeleme olmak üzere toplam dört farklı set yöntemiyle uygulamışlardır. Çalışmada antrenman programının diz fleksiyon ve ekstansiyon hareketinde 60 ve 180° sn^{-1} açısal hızlarda izokinetik kuvvete etkileri incelenmiştir. Çalışma sonucunda her iki açısal hızda zirve tork değerleri açısından tüm set yöntemlerinde benzer gelişimler tespit edilmiştir (Nicholson, Ispoglou, & Bissas, 2016).

Araştırmaya katılan genç futbolcuların izokinetik diz kuvvet performanslarının kompleks antrenman programıyla geliştirildiği belirlenmiştir. Fakat, antrenman grupları arasında görülen benzer orandaki gelişimler, kompleks antrenmanların geleneksel veya kümeleme set yöntemiyle uygulanmasının izokinetik kuvvet gelişimi açısından herhangi bir farklılık oluşturmadığını göstermektedir.

5.6. Hareket Hızı

Antrenörler ve çalıştırıcılar gerçek zamanlı geri bildirim ile antrenman sahasında sporcuların performansını izlemek ve değerlendirmek için kullanımı kolay test araçlarına ihtiyaç duymaktadır. Bu bağlamda kinematik analizler, egzersizle kuvvet ve güç çıktılarını tahmin etmek için kullanılmaktadır. Ayrıca hareket hızı, uygulanan kuvvet miktarı ile doğrudan bir ilişkiye sahip olduğundan, egzersiz yoğunluğunu izlemek için de giderek daha fazla kullanılmaktadır (Miletello, Beam, & Cooper, 2009; Sanchez-Medina, Perez, & Gonzalez-Badillo, 2010). Araştırmamızda sporcuların squat sıçrama, calf sıçrama, durarak uzun atlama ve topuklama egzersizlerinin hareket hızı ölçümleri ve analizleri yapılmıştır.

Katılımcıların gruplar arası antrenman programı öncesi ön test hareket hızı değerleri karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmamıştır ($p>0,05$). Bu da antrenman programı öncesi tüm grupların hareket hızı değerlerinin benzer olduğunu göstermektedir. Katılımcıların grup içi ön test-son test karşılaştırmalarında; CK ve GK grubun tüm hareket hızı değişkenlerinde anlamlı derecede artışlar bulunmuştur. Ancak, KON grupta anlamlı farklılıklar bulunmamıştır ($p>0,05$). Son test SS yere temas süresi,

CS itme ve yükselme, DUA itme ve yükselme ve topuklama değerlerinde gruplar arası anlamlı farklılıklar bulunmuştur. CK ve GK grupta KON gruba göre tüm değişkenlerde anlamlı gelişmeler bulunmuştur ($p<0,05$). Fakat, tüm değişkenlerde iki antrenman grubu arasında anlamlı farklılıklar bulunmamıştır ($p>0,05$).

Literatürde kümeleme set yapısıyla uygulanan kuvvet ve/veya pliyometrik antrenmanların egzersiz hareket hızına kronik etkilerini araştıran çalışma sayısı oldukça azdır. Morales-Artacho ve ark. (2017) aktif genç erkeklerde 3 haftalık kuvvet antrenman programını geleneksel ve kümeleme set yöntemleriyle uygulamışlar ve farklı yüklerde AS hareket hızına etkilerini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda kümeleme set yönteminin çeşitli yüklerde hareket hızında daha etkili olduğunu ifade etmişlerdir (Morales-Artacho, ve ark., 2017). Davies ve ark. (2020) antrenmanlı genç sporcularda 8 haftalık kuvvet antrenman programını geleneksel ve kümeleme olmak üzere iki farklı set yapısıyla uygulamışlar ve bench press hareket hızına etkilerini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda her iki set yönteminde de hareket hızlarının benzer oranda arttığını tespit etmişlerdir (Davies, ve ark., 2020). Başka bir çalışmada Rial-Vazquez ve ark. (2020) antrenmanlı gençlerde 5 haftalık kuvvet antrenman programını geleneksel ve kümeleme set yöntemleriyle uygulamışlardır. Çalışmada bench press ve squat hareketlerinin hızları incelenmiştir. Çalışma sonucunda özellikle squat hareket hızının kümeleme set yönteminde daha fazla artış gösterdiği belirlenmiştir ve antrenman amacının alt ekstremitenin hız gelişimi olduğunda kümeleme set yönteminin iyi bir seçenek olabileceği ifade edilmiştir. (Rial-Vazquez, ve ark., 2020).

Literatürde kompleks antrenman programlarının kinematik analizler sonucu elde edilen hareket hızı değişkenlerine kronik etkilerini inceleyen bir çalışma yoktur. Bu yönüyle araştırmamız benzersizdir. Hareketlerin kinematik analizleri, egzersizle kuvvet ve güç çıktılarının tahmini için uygulanır ve uygulanan kuvvet miktarı ile doğrudan bir ilişkiye sahiptir. Ayrıca her bir tekrarda gerçekleştirilen gerçek hız, sporcunun uyguladığı gerçek eforu ölçmek için en iyi referans olabilir ve antrenmanın neden olduğu nöromüsküler yorgunluğun belirtecidir. Araştırmamızın bulgularına göre özellikle tüm sıçrama ve izokinetik kuvvet değişkenlerinde performans artışları olduğu ve analiz edilen hareket hızı değişkenlerinin de paralel şekilde artış gösterdiği düşünüldüğünde, söz konusu hareket hızı artışlarının sıçrama ve izokinetik kuvvet gelişimlerine neden olan nöral uyum,

hipertrofi, PAP etkisi, hormonal etki, konsantrik ve eksantrik kas hareketleri arasındaki enerji transferi vb. gibi benzer sebeplerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Araştırmaya katılan genç futbolcularda analiz edilen hareketlerin hızlarının kompleks antrenman programıyla artış gösterdiği belirlenmiştir. Fakat, iki antrenman grubu arasında görülen benzer orandaki gelişimler, kompleks antrenmanların geleneksel veya kümeleme set yöntemiyle uygulanmasının hareket hızlarının gelişimi açısından herhangi bir farklılık oluşturmadığını göstermektedir.

5.7. Algılanan Zorluk Derecesi (AZD)

Yapılan çalışmalarda kardiyorespiratuar uygunluk veya performans tahmini, antrenmanın iç yüklerinin takibi, egzersiz yoğunluğunun düzenlenmesi vb. gibi amaçlarla AZD değerleri çeşitli ölçeklerle belirlenmektedir. Araştırmamızda AZD değerleri; sprint, sıçrama, çeviklik ve izokinetik kuvvet olmak üzere antrenman programı öncesi ve sonrası uygulanan testler ve ölçümler sırasında kompleks antrenman programının olası etkilerini incelemek amacıyla Borg skalası kullanılarak belirlenmiştir. Araştırmamız sonucunda AZD değerlerinde tüm gruplar için antrenman programı sonrası istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmamıştır. Ayrıca iki antrenman grubu arasında da herhangi bir farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$). Bu da kompleks antrenmanların geleneksel veya kümeleme set yöntemiyle uygulanmasının AZD açısından herhangi bir farklılık oluşturmadığını göstermektedir. Bir başka deyişle, testler ve ölçümler sırasında hissedilen zorluk seviyesinin kompleks antrenman programıyla herhangi bir değişiklik göstermediği belirlenmiştir.

Literatürde AZD ölçümlerinin değerlendirildiği çalışmaların büyük çoğunluğu egzersiz sırasında akut etkilere odaklanmıştır. Bununla birlikte literatürde kompleks antrenman programının motorik özelliklere yönelik testler ve ölçümler sırasında algılanan zorluğa etkilerini inceleyen bir çalışma bulunmamaktadır. Pierce ve ark. (1993) sekiz haftalık kapsamı yüksek kuvvet antrenmanlarının algılanan zorluk üzerine etkilerini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda antrenmanlar sonucu AZD değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı düşüşler bulmuşlardır ($p<0,05$). Bu sayede katılımcıların söz konusu antrenman programıyla egzersizler sırasında daha düşük zorluk hissettikleri ifade edilmiştir (Pierce, Rozenek, & Stone, 1993).

Araştırmamız sonuçlarına göre AZD açısından antrenman gruplarında kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmaması, her iki antrenman grubunda da tüm testlerde ve ölçümlerde önemli performans gelişimlerinin olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Testler ve ölçümlerde hissedilen zorluk seviyesinin kompleks antrenmanlar sonucu benzerlik göstermesi, antrenman programı sonrası gelişen kuvvet özelliklerine bağlı olarak yüksek performans artışına dayandırılabilir. Diğer yandan AZD ölçüm sonuçlarında farklılıklar bulunmamasının bir başka nedeni, AZD ölçümlerinin kompleks antrenman programı içerisinde 8 hafta boyunca uygulanan egzersizler yerine farklı testler ve ölçümlerde uygulanması olabilir. Sonuçta algılanan zorlukta kompleks antrenman programı sonucu farklılıklar hissedilmemesine rağmen, tüm motorik özelliklerde önemli performans artışları belirlenmiştir. Ayrıca her ne kadar kümeleme set yönteminin set içi dinlenmelerle egzersizler sırasında düşük algılanan zorluk içerdiği bilinse de iki antrenman grubu arasında kronik etkiler anlamında farklılıklar belirlenmemiştir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu araştırmada genç futbolculara 8 hafta boyunca hem kuvvet hem pliometrik egzersizler içeren kompleks antrenman programı geleneksel ve kümeleme olmak üzere iki farklı set yöntemiyle uygulanmıştır. İki araştırma grubundan birinde kuvvet ve pliometrik egzersizler geleneksel set yapısıyla uygulanırken, diğerinde pliometrik egzersizler kümeleme set yapısıyla uygulanmıştır. Antrenman programı öncesi ve sonrası izokinetik kuvvet, sprint, sıçrama, çeviklik ve hareket hızı ölçümleri yapılmıştır. Böylece kompleks antrenman programının belirlenen motorik özelliklere etkileri ve iki farklı set yönteminin karşılaştırılması amaçlanmıştır.

İlgili literatürde kompleks antrenmanlar çoğunlukla geleneksel set yapısıyla uygulanmıştır. Bununla birlikte kompleks antrenmanların kümeleme set yapısıyla uygulandığı çalışma sayısı oldukça azdır. Bu çalışmalarda da kümeleme set yapısı sadece kuvvet egzersizlerinde kullanılmıştır. Ayrıca bu çalışmalarda akut etkilere odaklanılmıştır. Literatürde kompleks antrenman yönteminin kümeleme set yapısıyla uygulanarak kronik etkilerinin araştırıldığı çalışmaya rastlanmamıştır.

Genç futbolcuların kuvvet ve güç özelliklerini tek birim antrenmanda kombine ederek birlikte geliştirme imkanı sağlayan ve bu sayede yoğun müsabaka takvimi içerisinde zaman tasarrufu sağlayan kompleks antrenman yönteminin araştırmamızdaki protokolünün futbolun gerektirdiği patlayıcı kuvvet, sprint, çeviklik, hareket hızı gibi önemli özellikleri geliştirmesi beklenmekteydi. Bu beklentiye paralel olarak araştırmamızın sonuçlarında, kompleks antrenman programındaki hem kuvvet hem pliometrik egzersizlerin geleneksel set yapısıyla uygulanmasının söz konusu motorik özelliklerin tümünde gelişme gösterdiği belirlenmiştir. Bununla birlikte, antrenman programındaki pliometrik egzersizlerin kümeleme set yapısıyla uygulamasının da söz konusu motorik özelliklerin tümünde gelişme gösterdiği belirlenmiştir.

Çeşitli antrenman yöntemleriyle uygulanan ve set içi dinlenmeler içeren kümeleme set yapısının patlayıcı kuvvete olan yüksek verimliliği göz önüne alındığında, kompleks antrenmanlardaki pliometrik egzersizlerin bu set yapısıyla uygulanmasının patlayıcı

kuvvet, sprint, çeviklik, hareket hızı gibi önemli özellikleri geliştirmede geleneksel set yapısına göre daha verimli ve etkili olması beklenmekteydi. Fakat çalışmamızın sonuçlarında, iki farklı set yapısının uygulanmasının motorik özelliklere etkileri arasında kayda değer farklılıklar bulunmamıştır. Bir başka deyişle, her iki set yapısının da tüm motorik özelliklerde beklentinin tersine benzer şekilde gelişme gösterdiği belirlenmiştir.

Sonuç olarak, genç futbolcularda 8 haftalık kompleks antrenman programında yer alan kuvvet ve plyometrik egzersizlerin geleneksel set yapısıyla uygulanması izokinetik kuvvet, sprint, sıçrama, çeviklik ve hareket hızı gibi motorik özelliklerin gelişimini sağlamaktadır. Ayrıca aynı antrenman programındaki plyometrik egzersizlerin kümeleme set yapısıyla uygulanması da söz konusu motorik özelliklerin gelişimini sağlamaktadır. Bunlarla birlikte, farklı iki set yapısının birbirinden farklı sonuçlar göstermediği ve tüm performans değişkenleri için benzer gelişmeler sağladığı belirlenmiştir. Dolayısıyla kümeleme set yapısının set içi dinlenmelerle hareketin hızını korumak, hareket akışını ve kalitesini korumak, şiddet ve kapsamı arttırmak, kastaki stresi azaltarak yorgunluğu geciktirmek, PAP etkisi yaratmak, algılanan zorluğu azaltmak gibi geleneksel set yapısına göre mevcut avantajları düşünüldüğünde ve çalışmamızın bulgularına göre iki set yapısının da tüm değişkenler için benzer sonuçlar gösterdiği göz önüne alındığında, sezon içerisinde kompleks antrenman programlarında kümeleme set yönteminin kullanımı önerilebilir.

Araştırmamızda kompleks antrenmanlarda squat, leg press, leg curl ve calf raise olmak üzere kuvvet egzersizleri; squat sıçrama, calf sıçrama, çift bacak öne sıçrama ve topuklama olmak üzere plyometrik egzersizler uygulanmıştır. Gelecek çalışmalarda antrenman içeriği olarak farklı kuvvet ve plyometrik egzersizler seçilerek bunların vücut kompozisyonu, sprint, sıçrama, çeviklik, izokinetik kuvvet, hareket hızı vb. performans değişkenlerine etkileri incelenebilir. Ayrıca kümeleme set yönteminin farklı dinlenme süreleri ve kombinasyonları içeren diğer çeşitleri kullanılarak bunların etkinliği değerlendirilebilir.

Araştırmamız 8 hafta boyunca haftada iki gün kompleks antrenman programı uygulamasını içermektedir. Gelecek çalışmalarda kompleks antrenman programı müsabaka takvimi uygunluğuna göre 10 ya da 12 hafta şeklinde antrenman programının

süresi uzatılarak uygulanabilir. Araştırmamıza örneklem grubu olarak 15-18 yaş grubunda düzenli futbol antrenmanı yapan 33 erkek futbolcu katılmıştır. Gelecek çalışmalarda farklı yaş gruplarında ve/veya farklı spor branşındaki sporcular değerlendirilebilir. Ayrıca araştırmaya katılan sporcu sayısı arttırılarak çalışmanın niteliği arttırılabilir.

Araştırmamızda uygulananlar dışında aynı performans özelliklerine yönelik farklı testler ve ölçümler uygulanabilir. Ayrıca EMG, MRI, hormonsal etki vb. gibi çeşitli fizyolojik ve metabolik değişkenler ölçülüp araştırmanın sınırları genişletilebilir.



KAYNAKLAR

- Aagaard, P. Training induced changes in neural function. *Exerc Sport Sci Rev.* 2003; 31(2), 61-7.
- Aagaard, P., Simonsen, E. B., Andersen, J. L., Magnusson, P., & Dyhre-Poulsen, P. Neural adaptations to resistance training: Evoked V-wave and H-reflex responses. *J Appl Physiol.* 2002; 92, 2309-18.
- Açıkada, C., Hazır, T., Aşçı, A., Turnagöl, H., & Özkara, A. Bir ikinci lig futbol takımının sezon öncesi hazırlık döneminde fiziksel ve fizyolojik profili. *Spor Bilimleri Dergisi: Hacettepe Üniversitesi.* 1998; 9(1), 3-14.
- Adams, K., O'Shea, J., O'Shea, K., & Climstein, M. The effects of six weeks of squat, plyometric and squat-plyometric training on power development. *J Appl Sports Sci Res.* 1992; 6, 36-41.
- Alemdaroğlu, U., DüNDAR, U., Köklü, Y., Aşçı, A., & Findikoğlu, G. The effect of exercise order incorporating plyometric and resistance training on isokinetic leg strength and vertical jump performance: A comparative study. *Isokinet Exerc Sci.* 2013; 21, 211-7.
- Ali, K., Verma, S., Ahmad, I., Singla, D., Saleem, M., & Hussain, M. E. Comparison of Complex Versus Contrast Training on Steroid Hormones and Sports Performance in Male Soccer Players. *J Chiropr Med.* 2019; 18(2), 131-8.
- Alves, J. V., Rebelo, A. N., Abrantes, C., & Sampaio, J. Short-term effects of complex and contrast training in soccer players' vertical jump, sprint, and agility abilities. *J Strength Cond Res.* 2010; 24(4), 936-41.
- Aminaei, M., Yazdani, S., & Amirseyfaddini, M. Effects of Plyometric and Cluster Resistance Training on Explosive Power and Maximum Strength in Karate Players. *Int J Appl Exerc Physiol.* 2017; 6(2), 1-11.
- Andersen, L. L., & Aagaard, P. Influence of maximal muscle strength and intrinsic muscle contractile properties on contractile rate of force development. *Eur J Appl Physiol.* 2006; 96, 46-52.
- Arazi, H., Bagheri, A., & Kashkuli, V. The effect of different inter-repetition rest periods on the sustainability of bench and leg press repetition. *Kinesiologica Slovenica.* 2013; 19, 5-13.

- Arazi, H., Coetzee, B., & Asadi, A. Comparative effect of land and aquatic based plyometric training on jumping ability and agility of young basketball players. *S Afr J Res Sport Phys Edu Recreat.* 2012; 34, 1-14.
- Arazi, H., Khanmohammadi, A., Asadi, A., & Haff, G. G. The effect of resistance training set configuration on strength, power, and hormonal adaptation in female volleyball players. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2018; 43(2), 154-64.
- Arnason, A., Sigurdsson, S. B., Gudmundsson, A., Holme, I., Engebretsen, L., & Bahr, R. Physical fitness, injuries, and teamperformance in soccer. *Med Sci Sports Exerc.* 2004; 36(2), 278-85.
- Asadi, A., & Ramirez-Campillo, R. Effects of cluster vs. traditional plyometric training sets on maximal-intensity exercise performance. *Medicina.* 2016; 52, 41-5.
- Aşçı, A., & Açıkada, C. Power Production Among Different Sports With Similar Maximum Strength. *J Str Cond Res.* 2007; 21(1), 10-16.
- Babault, N., Desbrosses, K., Fabre, M. S., Michaut, A., & Pousson, M. Neuromuscular fatigue development during maximal concentric and isometric knee extensions. *J Appl Physiol.* 2006; 100, 780-5.
- Baker, D. A series of studies on the training of high-intensity muscle power in rugby league football players. *J Strength Cond Res.* 2001; 15, 198-209.
- Balsalobre-Fernández, C., Marchante, D., Baz-Valle, E., Alonso-Molero, I., Jiménez, S. L., & Muñoz-López, M. Analysis of wearable and smartphone-based technologies for the measurement of barbell velocity in different resistance training exercises. *Front Physiol.* 2017; 8, 1-10.
- Balsalobre-Fernandez, C., Tejero-Gonzalez, C. M., del Campo-Vecino, J., & Bavaresco, N. The concurrent validity and reliability of a low-cost, high-speed camera-based method for measuring the flight time of vertical jumps. *J Strength Cond Res.* 2014; 28(2), 528-33.
- Bangbo, J. The physiology of soccer with special reference to intense intermittent exercise. *Acta Physiol Scand Suppl.* 1994; 619, 1-155.
- Barker, M., Wyatt, T. J., Johnson, R. L., Stone, M. H., O'Bryant, H. S., Poe, C., & Kent, M. Performance factors, physiological assessment, physical characteristics, and football playing ability. *J Strength Cond Res.* 1993; 7, 224-33.
- Barnes, C., Archer, D. T., Hogg, B., Bush, M., & Bradley, P. S. The evolution of physical and technical performance parameters in the English Premier League. *Int J Sports Med.* 2014; 35, 1095-100.

- Beaven, C. M., Gill, N. D., Ingram, J. R., & Hopkins, W. G. Acute salivary hormone responses to complex exercise bouts. *J Strength Cond Res.* 2011; 25, 1072-8.
- Bevan, H. R., Bunce, P. J., Owen, N. J., Bennett, M. A., Cook, C. J., Cunningham, D. J., . . . Kilduff, L. P. Optimal loading for the development of peak power output in professional rugby players. *J Strength Cond Res.* 2010; 24(1), 43-7.
- Bigland-Ritchie, B., Jones, D. A., Hosking, G. P., & Edwards, R. H. Central and peripheral fatigue in sustained maximum voluntary contractions of human quadriceps muscle. *Clin Sci Mol Med.* 1978; 54(6), 609-14.
- Bloomfield, J., Polman, R., O'Donoghue, P., & McNaughton, L. Effective speed and agility conditioning methodology for random intermittent dynamic type sports. *J Strength Cond Res.* 2007; 21, 1093-110.
- Bobbert, M. F. Drop Jumping as a Training Method for Jumping Ability. *Sports Med.* 1990; 9(1), 7-22.
- Bobbert, M. F., & Van Soest, A. J. Effects of muscle strengthening on vertical jump height: a simulation study. *Med Sci Sports Exerc.* 1994; 26(8), 1012-20.
- Bobbert, M. F., Gerritsen, K. G., Litjens, M. C., & Van Soest, A. J. Why is countermovement jump height greater than squat jump height? *Med Sci Sports Exerc.* 1996; 28, 1402-12.
- Bompa, T. O., & Haff, G. G. *Periodization; Theory and Methodology of Training* (Cilt Fifth Edition). 2009; Human Kinetics.
- Bompa, T. O., & Haff, G. G. *Dönemleme: Antrenman Kuramı ve Yöntemi* (5 b.). 2017; Ankara: Spor Yayınevi ve Kitabevi.
- Borg, G. A. Perceived exertion. *Exerc Sport Sci Rev.* 1974; 2, 131-53.
- Bosco, C., Komi, P. V., & Ito, A. Prestretch potentiation of human skeletal muscle during ballistic movement. *Acta Physiol Scand.* 1981; 111, 135-40.
- Boullosa, D. A., Abreu, L., Beltrame, L. G., & Behm, D. G. The acute effect of different half squat set configurations on jump potentiation. *J Strength Cond Res.* 2013; 27, 2059-66.
- Brito, J., Vasconcellos, F., Oliveira, J., Krustup, P., & Rebelo, A. Short-term performance effects of three different low-volume strength-training programmes in college male soccer players. *J Hum Kinet.* 2014; 40.

- Burgess, K., Holt, T., Munro, S., & Swinton, P. Reliability and validity of the running anaerobic sprint test (RAST) in soccer players. *J Trainol.* 2016; 5, 24-9.
- Byrd, R., Centry, R., & Boatwright, D. Effect of inter-repetition rest intervals in circuit weight training on PWC170 during arm-cranking exercise. *J Sports Med Phys Fit.* 1988; 28(4), 336-40.
- Carter, J., & Greenwood, M. Complex training reexamined: review and recommendations to improve strength and power. *Strength Cond J.* 2014; 36, 11-9.
- Cavaco, B., Sousa, N., Reis, V. M., Garrido, N., Saavedra, F., Mendes, R., & Vilaça-Alves, J. Short-Term Effects of Complex Training on Agility with the Ball, Speed, Efficiency of Crossing and Shooting in Youth Soccer Players. *J Hum Kinet.* 2014; 43, 105-12.
- Cerrah, A. O., Polat, C., & Ertan, H. Süper Amatör Lig Futbolcularının Mevkilerine Göre Bazı Fiziksel ve Teknik Parametrelerinin İncelenmesi. *Niğde Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi.* 2011; 5(1), 1-6.
- Chatzinikolaou, A., Michaloglou, K., Avloniti, A., Leontsini, D., Deli, C. K., Vlachopoulos, D., . . . Fatouros, I. G. The trainability of adolescent soccer players to brief periodized complex training. *Int J Sports Physiol Perform.* 2018; 13, 645-55.
- Chmielewski, T. L., Myer, G. D., Kauffman, D., & Tillman, S. M. Plyometric Exercise in the Rehabilitation of Athletes: Physiological Responses and Clinical Application. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2006; 36(5), 308-19.
- Chu, D. A. *Jumping into plyometrics.* 1998; California: Human Kinetics.
- Cin, M., Çabuk, R., Demirarar, O., & Özçaldıran, B. Cluster Resistance Training Results Higher Improvements on Sprint, Agility, Strength and Vertical Jump in Professional Volleyball Players. *Türkiye Klinikleri J Sports Sci.* 2021; 13(2), 234-40.
- Coelho, D., Pimenta, E., Rosse, I., Veneroso, C., Becker, L., Carvalho, M. R., . . . Silami-Garcia, E. The alpha-actinin-3 R577X polymorphism and physical performance in soccer players. *J Sports Med Phys Fitness.* 2016; 56, 241-8.
- Cormie, P., McGuigan, M. R., & Newton, R. U. Developing maximal neuromuscular power: part 2-training considerations for improving maximal power production. *Sports Med.* 2011; 41(2), 125-46.
- Cronin, J., McNair, P. J., & Marshall, R. N. Velocity specificity, combination training and sport specific tasks. *J Sci Med Sport.* 2001; 4, 168-78.

- Davies, T. B., Halaki, M., Orr, R., Helms, E. R., & Hackett, D. A. Changes in Bench Press Velocity and Power After 8 Weeks of High-Load Cluster- or Traditional Set Structures. *J Strength Cond Res.* 2020; 34(10), 2734-42.
- Davies, T. B., Tran, D. L., Hogan, C. M., Haff, G. G., & Latella, C. Chronic Effects of Altering Resistance Training Set Configurations Using Cluster Sets: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Med.* 2021; 51(4), 707-36.
- Davis, J. A., & Brewer, J. Applied physiology of female soccer players. *Sports Med.* 1993; 16(3), 180-9.
- Dawson, B., Fitzsimons, M., Green, S., Goodman, C., Carey, M., & Cole, K. Changes in performance, muscle metabolites, enzymes and fibre types after short sprint training. *Eur J Appl Physiol.* 1998; 78, 163-9.
- De Hoyó, M., Gonzalo-Skok, O., Sañudo, B., Carrascal, C., Plaza-Armas, J. R., Camacho-Candil, F., & Otero-Esquina, C. Comparative Effects of In-Season Full-Back Squat, Resisted Sprint Training, and Plyometric Training on Explosive Performance in U-19 Elite Soccer Players. *J Strength Cond Res.* 2016; 30(2), 368-77.
- Debold, E. P., Beck, S. E., & Warshaw, D. M. Effect of low pH on single skeletal muscle myosin mechanics and kinetics. *Am J Physiol Cell Physiol.* 2008; 295(1), 173-9.
- Delecluse, C. Influence of strength training on sprint running performance. Current findings and implications for training. *Sports Med.* 1997; 24, 147-56.
- Delecluse, C. H., Van Coppenolle, H., Willems, E., Diels, R., Goris, M., Van Leemputte, M., & Vuylsteke, M. Analysis of 100 m sprint performance as a multi-dimensional skill. *J Hum Mov Studies.* 1995; 28, 87-101.
- Denton, J., & Cronin, J. B. Kinematic, kinetic, and blood lactate profiles of continuous and intraset rest loading schemes. *J Strength Cond Res.* 2006; 20, 528-34.
- Dias R, K. N., Penna, E. M., Noronha A, S. N., de Azevedo A, B. C., Barbalho, M., Gentil, P. V., & Coswig, V. S. Cluster-sets resistance training induce similar functional and strength improvements than the traditional method in postmenopausal and elderly women. *Exp Gerontol.* 2020; 138, 111011.
- Docherty, D., Robbins, D., & Hodgson, M. Complex Training Revisited: A Review of its Current Status as a Viable Training Approach. *Strength Cond J.* 2004; 26(6), 52-7.
- Duchateau, J., & Hainaut, K. Isometric or dynamic training: differential effects on mechanical properties of a human muscle. *J Appl Physiol.* 1984; 56, 296-301.

- Duffey, M. J., & Challis, J. H. Fatigue effects on bar kinematics during the bench press. *J Strength Cond Res.* 2007; 21, 556-60.
- Duthie, G. M., Young, W. B., & Aitken, D. A. The acute effects of heavy loads on jump squat performance: an evaluation of the complex and contrast methods of power development. *J Strength Cond Res.* 2002; 16(4), 530-8.
- Ebben, W. P. Complex training: A brief review. *J Sports Sci Med.* 2002; 1, 42-6.
- Eklom, B. Applied Physiology of Soccer. *Sports Med.* 1986; 3, 50-60.
- Emmonds, S., Nicholson, G., Beggs, C., Jones, B., & Bissas, A. Importance of Physical Qualities for Speed and Change of Direction Ability in Elite Female Soccer Players. *J Strength Cond Res.* 2019; 33(6), 1670-8.
- Farias, D. A., Santana, H. G., Tenorio, V. A., Coelho, O. N., Willardson, J. M., & Miranda, H. Effectiveness of a power-training block with two cluster set configurations in recreationally trained young adults on sprint performance. *Rev Andal Med Deporte.* 2020; 13(1), 29-34.
- Farias, D. L., Teixeira, T. G., Madrid, B., Pinho, D., Boullousada, D. A., & Prestes, J. Reliability of vertical jump performance evaluated with contact mat in elderly women. *Clin Physiol Funct Imaging.* 2013; 33, 288-92.
- Faude, O., Roth, R., Di Giovine, D., Zahner, L., & Donath, L. Combined strength and power training in high-level amateur football during the competitive season: a randomised-controlled trial. *J Sports Sci.* 2013; 31(13), 1460-7.
- Firdaus, W., Kuan, G., & Krasilshchikov, O. The effects of using complex training method on muscular strength among male weightlifters. *Jurnal Sains Sukan & Pendidikan Jasmani.* 2018; 7(1), 1-12.
- Freitas de Salles, B., Simao, R., Miranda, F., Novaes, J. S., Lemos, A., & Willardson, J. M. Rest Interval between Sets in Strength Training. *Sports Med.* 2009; 39(9), 765-77.
- Freitas, T. T., Calleja-Gonzalez, J., Carlos-Vivas, J., Marin-Cascales, E., & Alcaraz, P. E. Short-term optimal load training vs a modified complex training in semi-professional basketball players. *J Sports Sci.* 2018; 37(1), 1-9.
- Freitas, T. T., Martinez-Rodriguez, A., Calleja-Gonzalez, J., & Alcaraz, P. E. Short-term adaptations following Complex Training in team-sports: A meta-analysis. *PLoS ONE.* 2017; 12(6), 1-19.

- Frost, D. M., Cronin, J., & Newton, R. U. A biomechanical evaluation of resistance: fundamental concepts for training and sports performance. *Sports Med.* 2010; 40(4), 303-26.
- Fry, A. C., & Kraemer, W. J. Physical performance characteristics of American collegiate football players. *J Appl Sport Sci Res.* 1991; 5, 126-38.
- Fukunaga, T., Kawakami, Y., Muraoka, T., & Kanehisa, H. Muscle and tendon relations in humans: power enhancement in counter-movement exercise. *Adv Exp Med Biol.* 2002; 508, 501-5.
- Gabbett, T. J., Kelly, J. N., & Sheppard, J. M. Speed, change of direction speed, and reactive agility of rugby league players. *J Strength Cond Res.* 2008; 22, 174-81.
- García-Pinillos, F., Martínez-Amat, A., Hita-Contreras, F., Martínez-López, E. J., & Latorre-Román, P. A. Effects of a contrast training program without external load on vertical jump, kicking speed, sprint, and agility of young soccer players. *J Strength Cond Res.* 2014; 28(9), 2452-60.
- Garcia-Ramos, A., Padial, P., Haff, G. G., Arguelles-Cienfuegos, J., Garcia-Ramos, M., Conde-Pipo, J., & Feriche, B. Effect of different inter-repetition rest periods on barbell velocity loss during the ballistic bench press exercise. *Strength Cond Res.* 2015; 9, 2388-96.
- Gentil, P., Fisher, J., & Steele, J. A review of the acute effects and long-term adaptations of single- and multi-joint exercises during resistance training. *Sports Med.* 2017; 47(5), 843-55.
- George, D., & Mallery, P. *IBM SPSS statistics 23 step by step: A simple guide and reference.* 2016; New York: Routledge.
- Giessing, J., Fisher, J., Steele, J., Rothe, F., Raubold, K., & Eichmann, B. The effects of low-volume resistance training with and without advanced techniques in trained participants. *J Sports Med Phys Fitness.* 2016; 56(3), 249-58.
- Girman, J. C., Jones, M. T., Matthews, T. D., & Wood, R. J. Acute effects of a cluster-set protocol on hormonal, metabolic and performance measures in resistance-trained males. *Eur J Sport Sci.* 2014; 14, 151-9.
- Glatthorn, J. F., Gouge, S., Nussbaumer, S., Stauffacher, S., Impellizzeri, F. M., & Maffiuletti, N. A. Validity and reliability of Optojump photoelectric cells for estimating vertical jump height. *J Strength Cond Res.* 2011; 25(2), 56-60.
- Gleeson, N. P., & Mercer, T. H. The utility of isokinetic dynamometry in the assessment of human muscle function. *Sports Med.* 1996; 21(1), 18-34.

- Gonzalez-Badillo, J. J., & Sanchez-Medina, L. Movement velocity as a measure of loading intensity in resistance training. *Int J Sports Med.* 2010; 31, 347-52.
- Gonzalez-Badillo, J. J., Marques, M. C., & Sanchez-Medina, L. The Importance of Movement Velocity as a Measure to Control. *J Hum Kinet.* 2011; 29, 15-9.
- Goran, M., Drazan, D., Igor, J., & Marco, C. Reliability and Factorial Validity of Squat and Countermovement Jump Tests. *J Strength Cond Res.* 2004; 18(3), 551-5.
- Gorostiaga, E. M., Navarro-Amezqueta, I., Cusso, R., Hellsten, Y., Calbet J, A. L., Guerrero, M., . . . Izquierdo, M. Anaerobic energy expenditure and mechanical efficiency during exhaustive leg press exercise. *PLoS One.* 2010; e13486.
- Goto, K., Ishii, N., Kizuka, T., & Takamatsu, K. The impact of metabolic stress on hormonal responses and muscular adaptations. *Med Sci Sports Exerc.* 2005; 37, 955-63.
- Habets, B., Staal, B. J., Tijssen, M., & van Cingel, R. Intrarater reliability of the Humac NORM isokinetic dynamometer for strength measurements of the knee and shoulder muscles. *BMC research notes.* 2018; 11(15), 1-5.
- Hachana, Y., Chaabène, H., Nabli, M. A., Attia, A., Moualhi, J., Farhat, N., & Elloumi, M. Test-retest reliability, criterion-related validity, and minimal detectable change of the Illinois agility test in male team sport athletes. *J Strength Cond Res.* 2013; 27(10), 2752-9.
- Haff, G. G., & Nimphius, S. Training principles for power. *Strength Cond J.* 2012; 34(6), 2-12.
- Haff, G. G., Carlock, J. M., Hartman, M. J., Kilgore, J. L., Kawamori, N., Jackson, J. R., . . . Stone, M. H. Forcetime curve characteristics of dynamic and isometric muscle actions of elite women Olympic weightlifters. *J Strength Cond Res.* 2005; 19, 741-748.
- Haff, G. G., Hobbs, R. T., Haff, E. E., Sand, W. A., Pierce, K. C., & Stone, M. H. Cluster training: A novel method for introducing training program variation. *Strength Cond J.* 2008; 30, 67-76.
- Haff, G. G., Stone, M. H., O'Bryant, H. S., Harman, E., Dinan, C. N., Johnson, R., & Han, K. H. Force-time dependent characteristics of dynamic and isometric muscle actions. *J Strength Cond Res.* 1997; 11, 269-72.
- Haff, G. G., Whitley, A., & Pottenger, J. A. A brief review: explosive exercises and sports performance. *Natl Strength Cond Assoc.* 2001; 23, 13-20.

- Haff, G. G., Whitley, A., McCoy, L. B., O'Bryant, H. S., Kilgore, J. L., Haff, E. E., . . . Stone, M. H. Effects of different set configurations on barbell velocity and displacement during a clean pull. *Strength Cond Res.* 2003; 17, 95-103.
- Häkkinen, K., & Komi, P. V. Changes in electrical and mechanical behavior of leg extensor muscles during heavy resistance strength training. *Scand J Sports Sci.* 1985; 7, 55-64.
- Häkkinen, K., & Komi, P. V. Effect of explosive type strength training on electromyographic and force production characteristics of leg extensor muscles during concentric and various stretch-shortening cycle exercises. *Scand J Sports Sci.* 1985; 7, 65-76.
- Hammami, M., Gaamouri, N., Aloui, G., Shephard, R. J., & Chelly, M. S. Effects of a Complex Strength-Training Program on Athletic Performance of Junior Female Handball Players. *Int J Sports Physiol Perform.* 2019; 14(2), 163-9.
- Hammami, M., Negra, Y., Shephard, R. J., & Chelly, M. S. The effect of standard strength vs. contrast strength training on the development of sprint, agility, repeated change of direction, and jump in junior male soccer players. *J Strength Cond Res.* 2017; 31(4), 901-12.
- Hansen, K. T., Cronin, J. B., & Newton, M. J. The effect of cluster loading on force, velocity, and power during ballistic jump squat training. *Int J Sports Physiol Perf.* 2011; 6, 455-68.
- Hansen, K. T., Cronin, J. B., Pickering, S. L., & Newton, M. J. Does cluster loading enhance lower body power development in preseason preparation of elite rugby union players? *J Strength Cond Res.* 2011; 25, 2118-26.
- Hardee, J. P., Lawrence, M. M., Utter, A. C., Triplett, N. T., Zwetsloot, K. A., & McBride, J. M. Effect of inter-repetition rest on ratings of perceived exertion during multiple sets of the power clean. *Eur J Appl Physiol.* 2012; 112, 3141-7.
- Hardee, J. P., Lawrence, M. M., Zwetsloot, K. A., Triplett, N. T., Utter, A. C., & McBride, J. M. Effect of cluster set configurations on power clean technique. *Sports Sci.* 2013; 31, 488-96.
- Hardee, J. P., Triplett, N. T., Utter, A. C., Zwetsloot, K. A., & McBride, J. M. Effect of interrepetition rest on power output in the power clean. *Strength Cond Res.* 2012; 26, 883-9.
- Harsley, P., Bishop, D. C., & Gee, T. I. The effect of a 10-week complex training programme, utilising optimal PAP recovery duration, on the sprint, power and

- agility capabilities of elite academy footballers. University of Lincoln, School of Sport and Exercise Science. 2015; Lincoln: Scunthorpe United Football Club Academy.
- Hatfield, D. L., Kraemer, W. J., Spiering, B. A., Hakkinen, K., Volek, J. S., Shimano, T., . . . Maresh, C. M. The impact of velocity of movement on performance factors in resistance exercise. *J Strength Cond Res.* 2006; 20, 760-6.
- Healy, R., & Comyns, T. M. The application of postactivation potentiation methods to improve sprint speed. *Strength Cond J.* 2017; 39, 1-9.
- Hoff, J., & Helgerud, J. Endurance and strength training for soccer players: physiological considerations. *Sports Med.* 2004; 34(3), 165-80.
- Holtermann, A., Roeleveld, K., Vereijken, B., & Ettema, G. The effect of rate of force development on maximal force production: acute and training-related aspects. *Eur J Appl Physiol.* 2007; 99, 605-13.
- Horita, T., Komi, P. V., Nicol, C., & Kyrolainen, H. Interaction between pre-landing activities and stiffness regulation of the knee joint musculoskeletal system in the drop jump: implications to performance. *Eur J Appl Physiol.* 2002; 88, 76-84.
- Iglesias-Soler, E., Boullosa, D. A., Carballeira, E., Sanchez-Otero, T., Mayo, X., Castro-Gacio, X., & Dopico, X. Effect of set configuration on hemodynamics and cardiac autonomic modulation after high-intensity squat exercise. *Clin Physiol Funct Imaging.* 2015; 35, 250-7.
- Iglesias-Soler, E., Boullosa, D. A., Dopico, X., & Carballeira, E. Analysis of factors that influence the maximum number of repetitions in two upper-body resistance exercises: Curl biceps and bench press. *J Strength Cond Res.* 2010; 24, 1566-72.
- Iglesias-Soler, E., Carballeira, E., Sanchez-Otero, T., Mayo, X., & Fernandez-Del-Olmo, M. Performance of maximum number of repetitions with cluster set configuration. *Int J Sports Physiol Perf.* 2013; 9, 637–42.
- Iglesias-Soler, E., Carballeira, E., Sanchez-Otero, T., Mayo, X., Jimenez, A., & Chapman, M. L. Acute effects of distribution of rest between repetitions. *Int J Sports Med.* 2012; 33, 351-8.
- Iglesias-Soler, E., Mayo, X., Rio-Rodriguez, D., Carballeira, E., Farinas, J., & Fernandez-Del-Olmo, M. Inter-repetition rest training and traditional set configuration produce similar strength gains without cortical adaptations. *J Sports Sci.* 2016; 34, 1473-84.

- Ingle, L., Sleaf, M., & Tolfrey, K. The effect of a complex training and detraining programme on selected strength and power variables in early pubertal boys. *J Sports Sci.* 2006; 24(9), 987-97.
- Ishikawa, M., & Komi, P. V. Effects of different dropping intensities on fascicle and tendinous tissue behavior during stretch-shortening cycle exercise. *J Appl Physiol.* 2004; 96, 848-52.
- Ishikawa, M., Finni, T., & Komi, P. V. Behaviour of vastus lateralis muscle-tendon during high intensity SSC exercises in vivo. *Acta Physiol Scand.* 2003; 178, 205-13.
- Jeffreys, I. A review of post activation potentiation and its application in strength and conditioning. UK Strength and Conditioning Association. 2008; 12, 17-25.
- Jiménez-Olmedo, J. M., Penichet-Tomás, A., Villalón-Gasch, L., & Pueo, B. Validity and reliability of smartphone high-speed camera and Kinovea for velocity-based training measurement. *J Hum Sport Exerc.* 2021; 16(4), 878-88.
- Jones, D. A., Rutherford, O. M., & Parker, D. F. Physiological Changes in Skeletal Muscle as a Result of Strength Training. *Q J Exp Physiol.* 1989; 74, 233-56.
- Jones, K., Bishop, P., Hunter, G., & Fleisig, G. The effects of varying resistance-training loads on intermediate- and high-velocity-specific adaptations. *J Strength Cond Res.* 2001; 15, 349-56.
- Joy, J. M., Oliver, J. M., McCleary, S. A., Lowery, R. P., & Wilson, J. M. Power output and electromyography activity of the back squat exercise with cluster sets. *J Sports Sci.* 2013; 1, 37-45.
- Juarez, D., Gonzalez-Rave, J. M., & Navarro, F. Effects of complex vs non complex training programs on lower body maximum strength and power. *Isokinet Exerc Sci.* 2009; 17, 233-41.
- Jukic, I., & Tufano, J. J. Shorter but More Frequent Rest Periods: No Effect on Velocity and Power Compared to Traditional Sets not Performed to Failure. *J Hum Kinet.* 2019; 66, 257-68.
- Kawamori, N., & Haff, G. G. The optimal training load for the development of muscular power. *J Strength Cond Res.* 2004; 18, 675-84.
- Keir, D. A., Thériault, F., & Serresse, O. Evaluation of the running-based anaerobic sprint test as a measure of repeated sprint ability in collegiate-level soccer players. *J Str Cond Res.* 2013; 27(6), 1671-8.

- Kelly, S. B., Brown, L. E., Hooker, S. P., Swan, P. D., Buman, M. P., Alvar, B. A., & Black, L. E. Comparison of concentric and eccentric bench press repetitions to failure. *J Strength Cond Res.* 2015; 29(4), 1027-32.
- Keogh, J. W., Wilson, G. J., & Weatherby, R. E. A cross-sectional comparison of different resistance training techniques in the bench press. *J Strength Cond Res.* 1999; 13, 247-58.
- Kobal, R., Loturco, I., Barroso, R., Gil, S., Cuniyochi, R., Ugrinowitsch, C., . . . Tricoli, V. Effects of different combinations of strength, power, and plyometric training on the physical performance of elite young soccer players. *J Strength Cond Res.* 2017; 31(6), 1468-76.
- Kompf, J., & Arandjelović, O. Understanding and overcoming the sticking point in resistance exercise. *Sports Med.* 2016; 46(6), 751-62.
- Korak, J. A., Paquette, M. R., Fuller, D. K., Caputo, J. L., & Coons, J. M. Effect of a rest-pause vs. traditional squat on electromyography and lifting volume in trained women. *Eur J Appl Physiol.* 2018; 118, 1309-14.
- Kotzamanidis, C., Chatzopoulos, D., Michailidis, C., Papaiakevou, G., & Patikas, D. The effect of a combined high-intensity strength and speed training program on the running and jumping ability of soccer players. *J Strength Cond Res.* 2005; 19(2), 369-75.
- Kubo, K., Kanehisa, H., Takeshita, D., Kawakami, Y., Fukashiro, S., & Fukunaga, T. In vivo dynamics of human medial gastrocnemius muscle-tendon complex during stretch-shortening cycle exercise. *Acta Physiol Scand.* 2000; 170, 127-35.
- Kurokawa, S., Fukunaga, T., Nagano, A., & Fukashiro, S. Interaction between fascicles and tendinous structures during counter movement jumping investigated in vivo. *J Appl Physiol.* 2003; 95, 2306-14.
- Laursen, P. B., & Jenkins, D. G. The scientific basis for high-intensity interval training: optimising training programmes and maximising performance in highly trained endurance athletes. *Sports Med.* 2002; 32, 53-73.
- Lawton, T. W., Cronin, J. B., & Lindsell, R. P. Effect of interrepetition rest intervals on weight training repetition power output. *J Strength Cond Res.* 2006; 20, 172-6.
- Lawton, T., Cronin, J., Drinkwater, E., Lindsell, R., & Pyne, D. The effect of continuous repetition training and intra-set rest training on bench press strength and power. *J Sports Med Phys Fit.* 2004; 44, 361-7.

- Lim, J. H., & Barley, C. I. Complex Training for Power Development: Practical Applications for Program Design. *Str Cond J*. 2016; 38(6), 33-43.
- Little, T., & Williams, A. G. Specificity of acceleration, maximum speed, and agility in professional soccer players. *J Strength Cond Res*. 2005; 19, 76-8.
- Loturco, I., Pereira, L. A., Kobal, R., Zanetti, V., Kitamura, K., Cal Abad, C. C., & Nakamura, F. Y. Transference effect of vertical and horizontal plyometrics on sprint performance of high-level U-20 soccer players. *J Sports Sci*. 2015; 33, 2182-2191.
- Loturco, I., Tricoli, V., Roschel, H., Nakamura, F. Y., Cal Abad, C. C., Kobal, R., . . . Gonzalez-Badillo, J. J. Transference of traditional versus complex strength and power training to sprint performance. *J Hum Kinet*. 2014; 41, 265-73.
- MacDonald, C. J., Lamont, H. S., & Garner, J. C. A comparison of the effects of 6 weeks of traditional resistance training, plyometric training, and complex training on measures of strength and anthropometrics. *J Strength Cond Res*. 2012; 26(2), 422-31.
- Macintosh, B. R., & Rassier, D. E. What is fatigue? *J Appl Physiol*. 2002; 27(1), 42-55.
- Manson, S. A., Brughelli, M., & Harris, N. K. Physiological characteristics of international female soccer players. *J Strength Cond Res*. 2014; 28(2), 308-18.
- Markovic, G., & Mikulic, P. Neuro-musculoskeletal and performance adaptations to lower-extremity plyometric training. *Sports Med*. 2010; 40(10), 859-95.
- Markovic, G., Jukic, I., Milanovic, D., & Metikos, D. Effects of sprint and plyometric training on muscle function and athletic performance. *J Strength Cond Res*. 2007; 21, 543-9.
- Marshall, J., Bishop, C., Turner, A., & Haff, G. G. Optimal Training Sequences to Develop Lower Body Force, Velocity, Power, and Jump Height: A Systematic Review with Meta-Analysis. *Sports Med*. 2021; 51, 1245-71.
- Marshall, P. W., Robbins, D. A., Wrightson, A. W., & Siegler, J. C. Acute neuromuscular and fatigue responses to the rest-pause method. *J Sci Med Sport*. 2012; 15, 153-8.
- Martinopoulou, K., Tsoukos, A., Donti, O., Katsikas, C., Terzis, G., & Bogdanis, G. C. Comparison of movement velocity and force-velocity parameters using a free video analysis software and a linear position transducer during unilateral and bilateral ballistic leg press. *Biomed Hum Kinet*. 2022; 14, 25-32.

- Mayo, X., Iglesias-Soler, E., & Fernandez-Del-Olmo, M. Effects of set configuration of resistance exercise on perceived exertion. *Percept Mot Skills*. 2014; 119(3), 825-37.
- McBride, J. M., Triplett-McBride, T., Davie, A., & Newton, R. U. The effect of heavy- vs. light-load jump squats on the development of strength, power, and speed. *J Strength Cond Res*. 2002; 16, 75-82.
- McClenton, L., Brown, L. E., Coburn, J. W., & Kersey, R. D. The effect of short-term vertimax vs. depth jump training on vertical jump performance. *J Strength Cond Res*. 2008; 22, 321-5.
- Miletello, W. M., Beam, J. R., & Cooper, Z. C. A biomechanical analysis of the squat between competitive collegiate, competitive high school, and novice powerlifters. *J Strength Cond Res*. 2009; 23, 1611-7.
- Mirkov, D. M., Nedeljkovic, A., Milanovic, S., & Jaric, S. Muscle strength testing: evaluation of tests of explosive force production. *Eur J Appl Physiol*. 2004; 91, 147-54.
- Mirzaei, B., Norasteh, A. A., Saez De Villarreal, E., & Asadi, A. Effects of 6 weeks of depth jump vs. countermovement jump training on sand on muscle soreness and performance. *Kinesiology*. 2014; 46, 97-108.
- Mitchell, H., Whaley, P., & Medicine, A. S. *Acsm's guidelines for exercise testing and prescription*. 2006; Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- Moir, G. L., Graham, B. W., Davis, S. E., Guers, J. J., & Witmer, C. A. Effect of Cluster Set Configurations on Mechanical Variables During the Deadlift Exercise. *J Hum Kinet*. 2013; 39, 15-23.
- Moir, G., Sanders, R., Button, C., & Glaister, M. The effect of periodized resistance training on accelerative sprint performance. *Sports Biomech*. 2007; 6, 285-300.
- Morales-Artacho, A. J., Padial, P., Garcia-Ramos, A., Perez-Castilla, A., & Feriche, B. Influence of a cluster set configuration on the adaptations to short-term power training. *J Strength Cond Res*. 2017; 32(4), 930-7.
- Moreno, S. D., Brown, L. E., Coburn, J. W., & Judelson, D. A. Effect of cluster sets on plyometric jump power. *J Strength Cond Res*. 2014; 28, 2424-8.
- Moss, B. M., Refsnes, P. E., Abildgaard, A., Nicolaysen, K., & Jensen, J. Effects of maximal effort strength training with different loads on dynamic strength, cross-sectional area, load-power and load-velocity relationships. *Eur J Appl Physiol*. 1997; 75, 193-9.

- Muñoz-Bermejo, L., Pérez-Gómez, J., Manzano, F., Collado-Mateo, D., Villafaina, S., & Adsuar, J. C. Reliability of isokinetic knee strength measurements in children: A systematic review and meta-analysis. *PLoS ONE*. 2019; 14(12), e0226274.
- Muratlı, S., & Hindistan, İ. E. Sporda kuvvet antrenmanı. 2018; Ankara: Spor yayınevi ve kitabevi.
- Murphy, A. J., Lockie, R. G., & Coutts, A. J. Kinematic determinants of early acceleration in field sport athletes. *J Sports Sci Med*. 2003; 2, 144-50.
- Murray, B., & Kenney, W. L. Egzersiz Fizyolojisi Uygulama Kılavuzu (T. Bağırhan, Çev.). 2017; Ankara: Spor Yayınevi ve Kitabevi.
- Nagatani, T., Haff, G. G., Guppy, S. N., & Kendall, K. L. Practical Application of Traditional and Cluster Set Configurations Within a Resistance Training Program. *Str Cond J*. 2022; 44(5), 87-101.
- Nicholson, G., Ispoglou, T., & Bissas, A. The impact of repetition mechanics on the adaptations resulting from strength-, hypertrophy- and cluster-type resistance training. *Eur J Appl Physiol*. 2016; 116, 1875-88.
- Niewiadomski, W., Laskowska, D., Gqsiorowska, A., Cybulski, G., Strasz, A., & Langfort, J. Determination and Prediction of One Repetition Maximum (1RM): Safety Considerations. *J Hum Kinet*. 2008; 19, 109-20.
- Nimphius, S., McGuigan, M. R., & Newton, R. U. Relationship between strength, power, speed, and change of direction performance of female softball players. *J Strength Cond Res*. 2010; 24(4), 885-95.
- Noakes, T. D. Implications of exercise testing for prediction of athletic performance: a contemporary perspective. *Med Sci Sports Exerc*. 1988; 20, 319-30.
- Oliver, J. M., Jagim, A. R., Sanchez, A. C., Mardock, M. A., Kelly, K. A., Meredith, H. J., . . . Kreider, R. B. Greater gains in strength and power with intraset rest intervals in hypertrophic training. *J Strength Cond Res*. 2013; 27, 3116-31.
- Oliver, J. M., Kreutzer, A., Jenke, S. C., Phillips, M. D., Mitchell, J. B., & Jones, M. T. Velocity drives greater power observed during back squat using cluster sets. *J Strength Cond Res*. 2016; 30, 235–43.
- Oliver, J. M., Kreutzer, A., Jenke, S., Phillips, M. D., Mitchell, J. B., & Jones, M. T. Acute response to cluster sets in trained and untrained men. *Eur J Appl Physiol*. 2015; 115, 2383-93.

- Østerås, H., Helgerud, J., & Hoff, J. Maximal strength-training effects on force-velocity and force-power relationships explain increases in aerobic performance in humans. *Eur J Appl Physiol.* 2002; 88, 255-63.
- Padulo, J., Mignogna, P., Mignardi, S., Tonni, F., & D'Ottavio, S. Effect of different pushing speeds on bench press. *Int J Sports Med.* 2012; 33, 376-80.
- Perez-Gomez, J., Olmedillas, H., Delgado-Guerra, S., Ara, I., Vicente-Rodriguez, G., Ortiz, R. A., . . . Calbet, J. A. Effects of weight lifting training combined with plyometric exercises on physical fitness, body composition, and knee extension velocity during kicking in football. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2008; 33(3), 501-10.
- Pierce, K., Rozenek, R., & Stone, M. H. Effects of High Volume Weight Training on Lactate, Heart Rate, and Perceived Exertion. *J Strength and Cond Res.* 1993; 7(4), 211-5.
- Prestes, J., Tibana, R. A., Sousa, E. A., Nascimento, D. C., Rocha, P. O., Camarço, N. F., . . . Willardson, J. M. Strength and muscular adaptations after 6 weeks of rest-pause vs. traditional multiple-sets resistance training in trained subjects. *J Strength Cond Res.* 2019; 33(7), 113-21.
- Pueo, B., Penichet-Tomas, A., & Jimenez-Olmedo, J. M. Validity, reliability and usefulness of smartphone and kinovea motion analysis software for direct measurement of vertical jump height. *Physiol Behav.* 2020; 227, 113144.
- Ramirez-Campillo, R., Sanchez-Sanchez, J., Gonzalo-Skok, O., Rodriguez-Fernandez, A., Carretero, M., & Nakamura, F. Y. Specific Changes in Young Soccer Player's Fitness After Traditional Bilateral vs. Unilateral Combined Strength and Plyometric Training. *Front Physiol.* 2018; 9, 265.
- Rassier, D. E., & Herzog, W. Force enhancement and relaxation rates after stretch of activated muscle fibres. *Proc Biol Sci.* 2005; 272, 475-80.
- Raya, M. A., Gailey, R. S., Gaunaard, I. A., Jayne, D. M., Campbell, S. M., Gagne, E., . . . Tucker, C. Comparison of three agility tests with male servicemembers: Edgren Side Step Test, T-Test, and Illinois Agility Test. *J Rehabil Res Dev.* 2013; 50(7), 951-60.
- Reilly, T., & Williams, A. M. *Science and soccer.* London: Taylor & Francis. 2003.
- Reilly, T., Bangsbo, J., & Franks, A. Anthropometric and physiological predispositions for elite soccer. *J Sports Sci.* 2000; 18(9), 669-83.

- Rial-Vazquez, J., Mayo, X., Tufano, J. J., Farinas, J., Rua-Alonso, M., & Iglesias-Soler, E. Cluster vs. traditional training programmes: changes in the force-velocity relationship. *Sports Biomech.* 2020; 5, 1-19.
- Rittweger, J., Schiessl, H., Felsenberg, D., & Runge, M. Reproducibility of the jumping mechanography as attest of mechanical power output in physically competent adult and elderly subjects. *J Am Geriatr Soc.* 2004; 52, 128-31.
- Robbins, D. W. Postactivation potentiation and its practical applicability: a brief review. *J Strength Cond Res.* 2005; 19, 453-8.
- Rooney, K. J., Herbert, R. D., & Balnave, R. J. Fatigue contributes to the strength training stimulus. *J Med Sci Sports Exerc.* 1994; 26(9), 1160-4.
- Ross, A., & Leveritt, M. Long-term metabolic and skeletal muscle adaptations to short-sprint training: implications for sprint training and tapering. *Sports Med.* 2001; 31, 1063-82.
- Saez De Villarreal, E., Kells, E., Kraemer, W. J., & Izquierdo, M. Determining variables of plyometric training for improving vertical jump height performance: a meta-analysis. *J Strength Cond Res.* 2009; 23, 495-506.
- Sáez de Villarreal, E., Requena, B., Izquierdo, M., & Gonzalez-Badillo, J. J. Enhancing sprint and strength performance: Combined versus maximal power, traditional heavy-resistance and plyometric training. *J Sci Med Sport.* 2013; 16, 146-50.
- Sale, D. G. Postactivation potentiation: role in human performance. *Exerc Sport Sci Rev.* 2002; 30, 138-43.
- Samozino, P., Morin, J. B., Hintzy, F., & Belli, A. Jumping ability: A theoretical integrative approach. *J Theor Biol.* 2010; 264(1), 11-8.
- Samson, A., & Pillai, P. S. Effect of cluster training versus traditional training on muscular strength among recreationally active males: a comparative study. *Indian J Physiother Occup Ter.* 2018; 12(1), 122-7.
- Sanchez-Medina, L., & Gonzalez-Badillo, J. J. Velocity loss as an indicator of neuromuscular fatigue during resistance training. *Med Sci Sports Exerc.* 2011; 43(9), 1725-34.
- Sanchez-Medina, L., Perez, C. E., & Gonzalez-Badillo, J. J. Importance of the propulsive phase in strength assessment. *Int J Sports Med.* 2010; 31, 123-9.
- Santos, E. A., & Janeira, M. A. Effects of complex training on explosive strength in adolescent male basketball players. *J Strength Cond Res.* 2008; 22(3), 903-9.

- Sanudo, B., Rueda, D., Pozo-Cruz, B. D., Hoyo, M. D., & Carrasco, L. Validation of a video analysis software package for quantifying movement velocity in resistance exercises. *J Strength Cond Res.* 2016; 30(10), 2934-41.
- Seitz, L. B., & Haff, G. G. Factors Modulating Post-Activation Potentiation of Jump, Sprint, Throw, and Upper-Body Ballistic Performances: A Systematic Review with Meta-Analysis. *Sports Med.* 2016; 46(2), 231-40.
- Seitz, L. B., Reyes, A., Tran, T. T., De Villarreal, E. S., & Haff, G. G. Increases in lower-body strength transfer positively to sprint performance: a systematic review with meta-analysis. *Sports Med.* 2014; 44, 1693-702.
- Sheppard, J. M., & Young, W. B. Agility literature review: classifications, training and testing. *J Sports Sci.* 2006; 24, 919-32.
- Stackhouse, S. K., Reisman, D. S., & Binder-Macleod, S. A. Challenging the role of pH in skeletal muscle fatigue. *Phys Ther.* 2001; 81, 1897-1903.
- Stølen, T., Chamari, K., Castagna, C., & Wisløff, U. Physiology of soccer:an update. *Sports Med.* 2005; 35, 501-36.
- Stone, M. H., Collins, D., Plisk, S., Haff, G. G., & Stone, M. E. Training principles: evaluation of modes and methods of resistance training. *Strength Cond J.* 2000; 22(3), 65-76.
- Strøyer, J., Hansen, L., & Hansen, K. Physiological profile and activity pattern of young soccer players during match play. *Med Sci Sports Exerc.* 2004; 36(1), 168-74.
- Suchomel, T. J., Nimphius, S., & Stone, M. H. The importance of muscular strength in athletic performance. *Sport Med.* 2016; 46(10), 1419-49.
- Suchomel, T. J., Nimphius, S., Bellon, C. R., & Stone, M. H. The Importance of Muscular Strength: Training Considerations. *Sports Med.* 2018; 48, 765-85.
- Talpey, S. W., Young, W. B., & Saunders, N. Is nine weeks of complex training effective for improving lower body strength, explosive muscle function, sprint and jumping performance? *Int J Sports Sci Coach.* 2016; 11(5), 1-10.
- Tanaka, H., & Swensen, T. Impact of resistance training on endurance performance: a new form of cross-training? *Sports Med.* 1998; 25, 191-200.
- Thapa, R. K., Lum, D., Moran, J., & Ramirez-Campillo, R. Effects of Complex Training on Sprint, Jump, and Change of Direction Ability of Soccer Players: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Front Psychol.* 2021; 11, 1-15.

- Thomas, K., French, D., & Hayes, P. R. The effect of two plyometric training techniques on muscular power and agility in youth soccer players. *J Strength Cond Res.* 2009; 23(1), 332-5.
- Thomas, K., Spyridon, M., Nikolaos, Z., Angeliki-Nikolleta, S., Giorgos, K., Giorgos, G., & Gerasimos, T. Effects of Complex Vs. Compound Training on Competitive Throwing Performance. *J Strength Cond Res.* 2022; 36(7), 1866-74.
- Thomas, M., Fiatarone, M. A., & Fielding, R. A. Leg power in young women: relationship to body composition, strength, and function. *Med Sci Sports Exerc.* 1996; 28, 1321-6.
- Thomasson, M. L., & Comfort, P. Occurrence of fatigue during sets of static squat jumps performed at a variety of loads. *J Strength Cond Res.* 2012; 26, 677-83.
- Tredrea M, S. J. Applied Complex Training: An Updated Review and Practical Applications. *J Australian Strength Cond.* 2017; 25(3), 71-85.
- Tricoli, V., Lamas, L., Carnevale, R., & Ugrinowitsch, C. Short-term effects on lower-body functional power development: Weightlifting vs. vertical jump training programs. *J Strength Cond Res.* 2005; 19(2), 433-7.
- Tufano, J. J., Brown, L. E., & Haff, G. G. Theoretical and Practical Aspects of Different Cluster Set Structures: A Systematic Review. *J Strength Cond Res.* 2017; 31(3), 848-67.
- Tufano, J. J., Conlon, J. A., Nimphius, S., Brown, L. E., Banyard, H. G., & Williamson, B. D. Cluster sets: permitting greater mechanical stress without decreasing relative velocity. *Int J Sports Physiol Perform.* 2017; 12(4), 463-9.
- Tufano, J. J., Conlon, J. A., Nimphius, S., Brown, L. E., Seitz, L. B., Williamson, B. D., & Haff, G. G. Maintenance of velocity and power with cluster sets during high-volume back squats. *Int J Sports Physiol Perform.* 2016; 11(7), 885-92.
- Valverde-Esteve, T., Garcia-Manso, J. M., Pablos-Monzo, A., Pablos-Abella, C., Martin-Gonzalez, J. M., & Rodriguez-Ruiz, D. Effect of the inter-repetition rest length in the capacity to repeat peak power output. *Br J Sports Med.* 2013; 47, e3.
- Vargas-Molina, S., Petro, J. L., Bonilla, D. A., Baz-Valle, E., Carbone, L., Cannataro, R., & Benitez-Porres, J. Cluster Sets for Muscle Hypertrophy: A Short Review. *OBM Integr Complement Med.* 2022; 7(1), 1-7.
- Walker, S., Peltonen, J., Ahtiainen, J. P., Avela, J., & Hakkinen, K. Neuro-muscular fatigue induced by an isotonic heavy-resistance loading protocol in knee extensors. *J Sports Sci.* 2009; 27(12), 1271-9.

- Wallace, B. J., Bergstrom, H. C., & Butterfield, T. A. Muscular bases and mechanisms of variable resistance training efficacy. *Int J Sports Sci Coach*. 2018; 13(6), 1177-88.
- Wallenta, C., Granacher, U., Lesinski, M., Schünemann, C., & Mühlbauer, T. Effects of Complex Versus Block Strength Training on the Athletic Performance of Elite Youth Soccer Players. *Sportverl Sportschad*. 2016; 30, 31-7.
- Wilk, K. E., Voight, M. L., Keirns, M. A., Gambetta, V., Andrews, J. R., & Dillman, C. J. Stretch-shortening drills for the upper extremities: theory and clinical application. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1993; 17, 225-39.
- Willardson, J. M. A brief review: Factors affecting the length of the rest interval between resistance exercise sets. *J Strength Cond Res*. 2006; 20, 978-84.
- Willardson, J. M., & Burkett, L. N. The effect of different rest intervals between sets on volume components and strength gains. *J Strength Cond Res*. 2008; 22, 146-52.
- Wilson, G. J., Newton, R. U., Murphy, A. J., & Humphries, B. J. The optimal training load for the development of dynamic athletic performance. *Med Sci Sports Exerc*. 1993; 25, 1279-86.
- Wisløff, U., Castagna, C., Helgerud, J., Jones, R., & Hoff, J. Strong correlation of maximal squat strength with sprint performance and vertical jump height in elite soccer players. *Br J Sports Med*. 2004; 38, 285-8.
- Young, W. B., James, R., & Montgomery, I. Is muscle power related to running speed with changes of direction? *J Sports Med Phys Fitness*. 2002; 42, 282-8.
- Young, W. B., Mcdowell, M. H., & Scarlett, B. J. Specificity of Sprint and Agility Training Methods. *J Strength Cond Res*. 2001; 15(3), 315-9.
- Young, W., Benton, D., Duthie, G., & Pryor, J. Resistance training for short sprints and maximum speed sprints. *Strength Cond*. 2001; 23, 7-13.
- Zagatto, A. M., Beck, W. R., & Gobatto, C. A. Validity of the running anaerobic sprint test for assessing anaerobic power and predicting short-distance performances. *J Str Cond Res*. 2009; 23(6), 1820-7.
- Zarezadeh-Mehrizi, A., Aminai, M., & Amiri-Khorasani, M. Effects of traditional and cluster resistance training on explosive power in soccer players. *Iranian J Health Phys Act*. 2013; 4, 51-6.

EKLER

EK 1. Klinik Araştırmalar Etik Kurul Kararı

	T.C. AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ Klinik Araştırmalar Etik Kurulu	
Sayı : 70904504/ gal		2021
Konu :		
Sayın	Prof.Dr.Alpay GÜVENÇ Akdeniz Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi Öğretim Üyesi	
Değerlendirilmek üzere Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'na başvuruda bulunduğunuz, "Futbolcularda Kompleks Antrenman Programlarının Farklı Set Yöntemleriyle Uygulanmasının Bazı Motorik Özelliklere Etkilerinin İncelenmesi" adlı çalışmaya ait Kurul Kararı ekte sunulmuştur. Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.		
Prof.Dr.Arda TAŞATARGİL Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Başkanı		
Eki: Etik Kurul Kararı		
Adres	: Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi Dekanlığı 1. Kat ANTALYA	
Te1	: (242)249 69 54	
Faks	: (242) 249 69 03	
e-posta	: etik@akdeniz.edu.tr	

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU

2021

ETİK KURUL BİLGİLERİ	ETİK KURULUN ADI	Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu
	AÇIK ADRESİ:	Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi Dekanlığı Morfoloji Binası A Blok 1. Kat No: A1-05 Kampüs /ANTALYA
	TELEFON	0 (242) 249 69 54
	FAKS	0 (242) 249 69 03
	E-POSTA	etik@akdeniz.edu.tr
	ETİK KURUL KODU	2012-KAEK-20
PROJE YÜRÜTÜCÜSÜ UNVANI/ADI/SOYADI		Prof.Dr.Alpay GÜVENÇ
ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI		Futbolcularda Kompleks Antrenman Programlarının Farklı Set Yöntemleriyle Uygulanmasının Bazı Motorik Özelliklere Etkilerinin İncelenmesi
KARAR BİLGİLERİ	Karar No:KAEK- 891	Tarih: 22.12.2021
	Yukarıda bilgileri verilen çalışmanın yapılmasında bilimsel ve etik açısından sakınca olmadığına oy birliği ile karar verilmiştir.	

Prof.Dr. Arda TASATARGİL
Klinik Araştırmalar Etik Kurul Başkanı

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı	BERKAY	Uyruğu	T.C
Soyadı	LÖKLÜOĞLU	Tel no	
Doğum tarihi		e-posta	

Eğitim Bilgileri

Mezun olduğu kurum		Mezuniyet yılı
Lise	Antalya 75.Yıl Cumhuriyet Lisesi	2007
Lisans	Akdeniz Üniversitesi, Antrenörlük Eğitimi	2013
Yüksek Lisans	Akdeniz Üniversitesi, Hareket ve Antrenman ABD	2018
Doktora	Akdeniz Üniversitesi, Hareket ve Antrenman ABD	

İş Deneyimi

Görevi	Kurum	Süre (yıl-yıl)
Araştırma Görevlisi	Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi / Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu Antrenörlük Eğitimi Bölümü	2017 - ...

Yabancı Dilleri	Sınav türü	Puanı
İngilizce	YDS	67.50
İngilizce	YÖKDİL (Sağlık Bilimleri)	83.75

Yayınlar

1. Tatlıcı, A., & **Löklüoğlu, B.** (2022). Comparison of hamstring quadriceps strength ratios in different combat sports branches. *Physical Education of Students*, 26(1), 35-40.
2. **Löklüoğlu, B.**, Güvenç, A., & Aslan, A. (2022). Comparison of Anaerobic Performance with Laboratory and Field Tests in Trained Children. *European Journal of Human Movement*, 49, 1-11.
3. Küçükkubaş, N., Günay, A., **Löklüoğlu, B.**, Kakil, B. (2019). Relationship Between Body Composition Vertical Jump 30 M Sprint Static Strength and Anaerobic Power for Athletes. *International Journal of Sport, Exercise Training Sciences*, 5(2), 68-78.
4. Işın, A., **Löklüoğlu, B.**, Türk, A., & Melekoğlu, T. (2018). Maksimal Aerobik Egzersiz Sonrası Laktat Seviyelerinde Cinsiyet Farklılıkları. *Ulusal Spor Bilimleri Dergisi*, 2(2), 146-154.

Bildiriler

1. Melekoğlu T., Arslan B., **Löklüoğlu B.**, Işın A. (2017). 12-16 Yaş Arası Adölesanlarda Kuvvet Parametrelerinin Korelasyonu. 15. Uluslararası Spor Bilimleri Kongresi, 656-657.
2. **Löklüoğlu B.**, Tatlıcı A., Işın A., Melekoğlu T. (2017). Maksimal Aerobik Performans ve Laktat Seviyelerinde Cinsiyet Farklılıkları. 15. Uluslararası Spor Bilimleri Kongresi, 662-663.
3. Küçükkubaş N., Kakil B., **Löklüoğlu B.**, Günay A. (2017). Genç Sporcularda Vücut Kompozisyonu, Sürat, Statik Kuvvet Ve Anaerobik Güç Arasındaki İlişkinin Belirlenmesi. Dünya Spor Bilimleri Araştırmaları Kongresi, 543-544.
4. Jontürk, Y., **Löklüoğlu, B.**, Ağlamaz, A., & Aslan, A. (2018). Serbest Stil Yüzmede Tekrarlayan Sprint Antrenmanlarında Toparlanma Süresinin Antrenman

Kalitesine Etkisi. Cemil Meriç 10. Uluslararası Sosyal Bilimler ve Spor Kongresi, Hatay.

5. Karakuş, Ş., Yaşar, G., **Löklüoğlu, B.**, Güvenç, A., & Aslan, A. (2018). Investigation of Internal and External Load Levels During Tennis in Recreational Participants. Cemil Meriç 10. Uluslararası Sosyal Bilimler ve Spor Kongresi, Hatay.
6. Tatlıcı, A., & **Löklüoğlu, B.** (2018). The Effect of Bicycles Training Performed in High Altitude on Fat Percentage of Elite Cyclists. Cemil Meriç 10. Uluslararası Sosyal Bilimler ve Spor Kongresi, Hatay.
7. Biçer, B., **Löklüoğlu, B.**, Ördek, H., Törer, D., Günaydın, C., Tosun, T. S., Aytekin, E., Yılmaz, O., Ay, A., Aydoğmuş, O. (2022). Kademeli Artan Yürüyüş Sırasında Cerrahi Maske Kullanımının Toparlanma Kalp Atım Hızına Etkisi. 1st International Conference on Innovative Academic Studies, Konya.