



T.C.

İSTANBUL RUMELİ ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**GENÇ SAĞLIKLI SPORCULARDA DİZ EKSTANSÖR
EKSANTRİK ANTRENMANLARININ DİNAMİK DENGE VE H/Q
ORANINA ETKİLERİ**

Yener EGEMEN

Egzersiz ve Hareket Bilimleri Anabilim Dalı

İSTANBUL

2025

T.C.
İSTANBUL RUMELİ ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS TEZİ

GENÇ SAĞLIKLI SPORCULARDA DİZ EKSTANSÖR
EKSANTRİK ANTRENMANLARININ DİNAMİK
DENGE VE H/Q ORANINA ETKİLERİ

Yener EGEMEN

Egzersiz ve Hareket Bilimleri Anabilim Dalı

Tezin Sunulduğu Tarih: 18/02/2025

Tez Danışmanı:

Dr. Öğr. Üyesi Engin Işık ABANOZ

İSTANBUL

2025

T.C. İSTANBUL RUMELİ ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

SAVUNMA SINAV TUTANAĞI

Öğrenci Adı Soyadı	Yener EGEMEN
Öğrencinin Numarası	231120101
Anabilim Dalı	Egzersiz ve Hareket Bilimleri Anabilim Dalı
Programın Adı	Egzersiz ve Hareket Bilimleri Tezli YLP
Çalışmanın Başlığı	GENÇ SAĞLIKLI SPORCULARDA DİZ EKSTANSÖR EKSANTRİK ANTRENMANLARININ DİNAMİK DENGİ VE H/Q ORANINA ETKİLERİ
Çalışmanın Türü	Yüksek lisans tezi ☒ Doktora tezi ☐ Sanatta yeterlilik tezi ☐ Proje ☐

Jürimiz **18.02.2025 tarihinde** toplanarak yukarıda detayı verilen tezi incelemiş ve **45 dakika** süreyle yapılan sözlü sınav sonunda **Yener EGEMEN'i oybirliği** ile başarılı bulmuştur.

Tez Sınav Jürisi	Unvanı, Adı Soyadı	Karar			İmza
		Başarılı	Başarısız	Düzeltilme	
Başkan	Doç. Dr. Atakan ÇAĞLAYAN	✓			
Üye	Dr.Öğr. Üyesi Engin Işık ABANOZ	✓			
Üye	Dr.Öğr.Üyesi Muhammet VAPUR	✓			
Üye					
Üye					

ABD Bildirim Tarihi	
EYK Kararı Tarih ve Sayısı	

TEZ SAVUNULABİLİRLİK VE ÖZGÜNLÜK BEYANI

Öğrenci Adı Soyadı	Yener EGEMEN		
ABD - Program	Egzersiz ve Hareket Bilimleri Anabilim Dalı		
Tez Başlığı	GENÇ SAĞLIKLI SPORCULARDA DİZ EKSTANSÖR EKSANTRİK ANTRENMANLARININ DİNAMİK DENGİ VE H/Q ORANINA ETKİLERİ		
Tez Türü	Yüksek lisans ☒	Doktora ☐	Sanatta yeterlilik ☐
Etik Kurul İncelemesi	Yapıldı. Sonuç olumlu ☒	Gerekli Değil ☐	
İntihal Raporu	Olumlu ☒		
Danışman Onayı	Var ☒		
Projeyi Destekleyen Kurum			Yok ☒

T.C. İstanbul Rumeli Üniversitesi (Üniversite) Lisansüstü Eğitim-Öğretim Yönetmeliği'ni ve Senato esaslarını inceledim. Tanımlanan azami benzerlik oranlarına göre yukarıda bilgileri verilen tez çalışmasının herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda verilen tüm bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim. Yukarıda bilgileri verilen tezin, bilimsel, şekilsel ve etik kurallar çerçevesinde, Üniversite Etik İlkeleri ve Etik Kurulu Yönergesine uygun hazırlandığını ve Jüri karşısında savunulabilir olduğunu bilgilerinize saygılarımla arz ederim.

Yener EGEMEN - İMZA

I declare that I have carefully read Rumeli University (The University) Graduate Regulations Senate Principles; that according to the maximum similarity index values specified in the principles, my thesis does not include any form of plagiarism; that in any future detection of possible infringement of the regulations I accept all legal responsibility; and that all the student information provided above is correct to the best of my knowledge. The thesis mentioned above is prepared compliance with The University Ethic Principles and Ethic Board Directives scientifically, formally and ethically. I hereby submit for your information that the thesis is defensible to committee members.

Sincerely

Yener EGEMEN

TEŞEKKÜR

Bu tezin hazırlanmasında bana destek değerli Danışman hocam Dr.sayın Engin Işık Abanoz'a, hiçbir desteğini esirgemeyen Doç.Dr.Sayın Atakan Çağlayan'a,Büşra Karslı'ya, hep destek olan aileme teşekkür ederim.

Yener EGEMEN
İstanbul, Şubat 2025



SİMGELER VE KISALTMALAR

ACL	Ön Çapraz Bağ
ÇG	Çalışma Grubu
H/Q	Hamstring/Quadriceps
KG	Kontrol Grubu
SEBT	Star Excursion Denge Testi
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences
u-16	2008 Doğumlu ve Daha Küçük Sporcular

ÖZET

GENÇ SAĞLIKLI SPORCULARDA DİZ EKSTANSÖR EKSANTRİK ANTRENMANLARININ DİNAMİK DENGİ VE H/Q ORANINA ETKİLERİ

Yener EGEMEN

İstanbul Rumeli Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Egzersiz ve Hareket Bilimleri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Engin Işık ABANOZ

18/02/2025, XLI

Sunulan çalışmada, genç sporculara uygulanan isonertial antrenman programı ile sporcuların dinamik dengeleri ve bacak kuvvetleri üzerindeki etkilerini ölçmek hedeflenmiştir. Araştırmaya 51 sporcu katılmış olup ($n=24$, Çalışma Grubu (ÇG); $n=27$, Kontrol Grubu (KG)), ÇG’de yer alan 24 sporcuya, ısınma programlarına ek olarak, alt ekstremitelerine yönelik isonertial antrenman programı uygulanırken, KG sporcularına herhangi bir ek antrenman müdahalesinde bulunulmamıştır. Hem ÇG hem de KG oluşturan sporcuların ön-son testleri kapsamında, vücut kütle indeksleri, dinamik denge ölçümleri ile Hamstring/Kuadriseps (H/Q) oranını belirlemek üzere hand-held dinamometre kullanılarak sporcuların H ve K kas kuvvetleri ölçülmüştür. Elde edilen veriler doğrultusunda grupların ön ve son testlerinin değerlendirilmesinde, KG sporcularında ön ve son test parametrelerinde istatistiksel olarak farklılığa rastlanmazken ($p>0,05$), ÇG sporcularında sağ bacak H/K ($p=0,01$), sol bacak H/K ($p=0,04$), sağ bacak Y balans ($p=0,01$) ve sol bacak Y balans ($p=0,04$) parametrelerinde istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar bulunmuştur ($p<0,05$). Çalışma ve kontrol grubunda yer alan sporcuların ön ve son testlerinin gruplar arası değişim farkları incelendiğinde ise y-balans sağ bacak değişim farkı ($p=0,00$), y- balans sol bacak değişim farkı ($p=0,02$), sağ bacak kuadriseps değişim farkı ($p=0,00$), sağ bacak hamstring değişim farkı ($p=0,00$), sol bacak kuadriseps değişim farkı ($p=0,04$) ve sol bacak hamstring değişim farkı ($p=0,01$) parametrelerinde çalışma grubunda yer alan sporcular lehinde istatistiksel olarak anlamlı gelişme tespit edilirken ($p<0,05$), grupların sol bacak ve sağ bacak H/K oranlarının gruplar arası değişim farkları arasında istatistiksel olarak anlamlı değişim

bulunmamıştır ($p>0,05$). Sonuç olarak, eksantrik antrenmanlar, özellikle hamstring kas grubu üzerinde etkili olmakla birlikte kuadriseps kas grubu üzerinde de etkilidir. Bu gelişim, diz eklemine stabilitesini artırarak, sporcuların performansını ve güvenliğini optimize eder. Sporcuların antrenman programlarına eksantrik egzersizleri dahil etmeleri, hem kas kuvveti ve dayanıklılığını artırmak hem de dinamik dengeyi geliştirmek için kritik öneme sahiptir.

Anahtar sözcükler: Eksantrik, Kuvvet, Dinamik denge, H/Q



ABSTRACT

EFFECTS OF KNEE EXTENSOR ECCENTRIC TRAINING ON DYNAMIC BALANCE AND H/Q RATIO IN YOUNG HEALTHY ATHLETES

Yener EGEMEN

İstanbul Rumeli University

Graduate Education Institute

Master of Science Thesis in Exercise and Movement Sciences

Advisor: Asst. Prof. Engin Işık ABANOZ

18/02/2025, XLI

In the presented study, it was aimed to measure the effects of the isonertial training program applied to young athletes on their dynamic balance and leg strength. 51 athletes participated in the study (n=24, Study Group (SG); n=27, Control Group (CG), while 24 athletes in WG were applied an isonertial training program for their lower extremities in addition to warm-up programs, no additional training intervention was made to CG athletes. Within the scope of pre-post tests of both SG and CG athletes, body mass indexes, dynamic balance measurements and Hamstring (H) and Quadriceps (Q) muscle strengths of athletes were measured using a hand-held dynamometer to determine H/Q ratio. In the evaluation of the pre- and post-tests of the groups in line with the obtained data, no statistically significant difference was found in pre- and post-test parameters in CG athletes ($p>0.05$), while statistically significant results were found in right leg H/K ($p=0.01$), left leg H/K ($p=0.04$), right leg Y balance ($p=0.01$) and left leg Y balance ($p=0.04$) parameters in SG athletes. ($p<0.05$). When the pre- and post-test differences between the groups of the athletes in the study and control groups were examined, statistically significant improvement was found in favor of the athletes in the SG, in the parameters of y-balance right leg change difference ($p=0.00$), y-balance left leg change difference ($p=0.02$), right leg quadriceps change difference ($p=0.00$), right leg hamstring change difference ($p=0.00$), left leg quadriceps change difference ($p=0.04$) and left leg hamstring change difference ($p=0.01$), while no statistically significant change was found between the change differences between the

groups in the left leg and right leg H/K ratios ($p>0.05$). In conclusion, eccentric training is effective especially on the hamstring muscle group, but it is also effective on the quadriceps muscle group. This improvement optimizes the performance and safety of the athletes by increasing the stability of the knee joint. It is critical for athletes to include eccentric exercises in their training programs to increase muscle strength and endurance, as well as improve dynamic balance.

Keywords: Eccentric, Strength, Dynamic balance, H/Q



İÇİNDEKİLER

Sayfa No

SAVUNMA SINAV TUTANAĞI.....	ii
TEZ SAVUNULABİLİRLİK VE ÖZGÜNLÜK BEYANI	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	v
ÖZET	vi
ABSTRACT.....	viii
TABLolar DİZİNİ	xii
BÖLÜM 1	
GİRİŞ.....	1
1.1. Araştırmanın Amacı.....	2
1.2. Araştırmanın Önemi.....	2
1.3. Araştırmanın Sınırlılıkları	2
1.4. Araştırmanın Hipotezleri.....	2
BÖLÜM 2	
KAVRAMSAL ÇERÇEVE.....	4
2.1. Futbol	4
2.2. Futbolun Fizyolojisi	4
2.3. Aerobik ve Anaerobik Dayanıklılık.....	5
2.4. Denge ve Propriyosepsiyon.....	6
2.5. Reseptörler ve Fonksiyonları.....	7
2.6. Kuvvet ve Kuvvet Çeşitleri	8
2.6.1. Maksimum kuvvet.....	9
2.6.2. Hızlı kuvvet.....	9
2.6.3. Dayanıklılık kuvveti.....	9
2.7. Kas Kasılmaları ve Çeşitleri.....	10
2.7.1. İzometrik kasılmalar	10
2.7.2. İzotonik kasılmalar	10
2.7.3. İzokinetik kasılmalar	10
2.8. Bacakta Ekstansör Kaslar	11
2.8.1. Kuadriseps femoris.....	11
2.8.2. Gluteus maksimus	11

2.9. Bacakta Konsantrik Kasılmayı Sağlayan Kaslar	12
2.9.1. Kuadriseps femoris.....	12
2.9.2. Hamstring kasları	13
2.9.3. Kalça fleksör kasları.....	13
2.10. Hamstring ve Kuadriseps Kas Oranının Önemi	14
2.11. Bacakta Ekstansör Kas Grubunun Önemi	15
2.12. Eksantrik Kasılmada İzoinertial Antrenman Yönteminin Kullanımı	16
2.13. İzoinertial Antrenman Cihazı	17
2.14. Eksantrik Antrenmanın H/Q Oranı ve Dinamik Denge Üzerine Etkisi	18
BÖLÜM 3	
YÖNTEM	20
3.1. Araştırmanın Evreni ve Örneklemi	20
3.2. Araştırma Grubu	20
3.2.1. Araştırmaya Alınma Kriterleri	20
3.2.2. Araştırmadan Çıkarılma Kriterleri	20
3.3. Antrenman Programının Uygulanması	20
3.4. Araştırmanın Hipotezleri.....	21
3.5. Araştırmanın Varsayımları	21
3.6. Araştırmanın Sınırlılıkları	21
3.7. Veri Toplama Yöntemi.....	21
3.7.1. Araştırmada Kullanılan Ölçüm ve Testler	22
3.7.1.1. Antropometrik ölçümler	22
3.7.1.2. Dinamik denge: Y-balans denge testi.....	23
3.7.1.3. Alt ekstremite kas kuvveti ölçümü	23
3.7.1.4. İzoinertial antrenman yükünün belirlenmesi.....	24
3.8. İstatistiksel Analiz.....	24
BÖLÜM 4	
BULGULAR	25
4.1. Çalışma Grubu ve Kontrol Grubu Tanımlayıcı İstatistikler	25
4.2. Çalışma Grup İçi ve Kontrol Grup İçi Karşılaştırma İstatistikleri.....	28
4.3. Çalışma Grubu ve Kontrol Grupları Arası Farklarının Karşılaştırmalarının Analizi	29
BÖLÜM 5	
TARTIŞMA VE SONUÇ	30
KAYNAKLAR	35
ÖZGEÇMİŞ	I

TABLÖLAR DİZİNİ

	Sayfa No
Tablo 1. Çalışma Grubu Tanımlayıcı Tablo	25
Tablo 2. Kontrol Grubu Tanımlayıcı Tablo	26
Tablo 3. Çalışma ve Kontrol Gruplarının Ön ve Son Test Sonuçlarının Karşılaştırılması .	25
Tablo 4. Çalışma ve Kontrol Grupları Değişim Farkları Tablosu	29



BÖLÜM 1

GİRİŞ

Futbol, oyuncular ve takımlar arasında karmaşık ve öngörülemeyen bir dinamikle sonuçlanan bir iş birliği ve karşılık verme oyunudur (Teoldo ve diğerleri, 2022). Bu şekilde, oyuncuların oyun alanı etrafındaki konumlandırılması ve hareketleri, takım arkadaşlarının, rakiplerin organizasyonuna ve dinamik olarak ve oyun boyunca sunulan ortamda mevcut olan bilgilerine bağlıdır (Dambroz ve diğerleri, 2022). Bu nedenle, oyunun farklı durumları ve bağlamları, oyun sırasında ortaya çıkan sorunları çözmek için oyuncuların belirli davranışlarını ve çok sayıda karar vermesini gerektirir (Teoldo ve diğerleri, 2022, Roca ve diğerleri, 2020).

Denge, basitçe vücut kütlelerinin yere düşmesini (Sucan ve diğerleri, 2005) veya vücudun destek tabanını ve ağırlık merkezini engelleyen dinamikleri tanımlayan genel bir terim olarak tanımlanabilir. Denge, vücuttaki birçok kasın koordinasyonundan ve duyuşal bilgilerin bütünleşmesinden oluşur (Çelenk ve diğerleri, 2018).

İnsanın denge yeteneğinin temel olarak statik denge yeteneği ve dinamik denge yeteneğinden oluştuğu bilinmektedir (Nikiforov ve diğerleri, 2021) ve denge yeteneği spor becerilerinin geliştirilmesinde önemli faktör olarak yer almaktadır (Kolias ve diğerleri, 2022). Sporcuların diz eklemlerinde yavaş kas kuvveti ile hızlı kas kuvveti arasında anlamlı bir ilişki olduğuna inanılmaktadır; zirve tork değeri ne kadar büyük olursa kas fonksiyonu da o kadar güçlü olur ve vücudun dengeyi koruma yeteneği de o kadar güçlü olur (Romahadi ve diğerleri, 2020).

Kuvvet ve dinamik denge arasındaki ilişkiyi araştıran çalışmalar, kuvvet üretiminin konsantrik (Paterno ve diğerleri, 2009; Thorpe ve Ebersole, 2008) ve izometrik (Muehlbauer ve diğerleri, 2013) bileşenlerine odaklanmış ve şu sonuca varmıştır: kuvvet ve dinamik denge birbirinden bağımsızdır. Ancak çalışmalar, alt ekstremitenin eksantrik kuvvetinin dinamik dengede daha önemli bir rol oynayabileceğini göstermektedir. Örneğin, Norris ve Trudelle-Jackson (2011), yıldız denge testinin (SEBT) alçaltma aşaması sırasında, Vastus Medialis'in yüksek aktivasyon seviyelerini gözlemlemiştir. Bu muhtemelen vücudun kütle merkezine uygulanan kuvvetleri emen, yavaşlatan ve dengeleyen eksantrik kasılmaların bir sonucu olabilir (Earl ve Hertel, 2001).

Çeşitli çalışmalar eksantrik direnç eğitiminin önemli bir önleyici faktör olabileceğini göstermiştir. Hamstring kaslarının eksantrik eğitimi, öncelikle kuadriseps ve hamstring kas grupları arasındaki dengeyi düzelterek hamstring zorlanma yaralanma oranını azaltır (Croisier ve diğerleri, 2008). Eksantrik kas hareketlerinin daha düşük aktivasyon seviyesinde daha fazla kuvvet ürettiği, bunun daha az metabolik maliyet gerektirdiği ve kasları konsantrik hareketlere göre daha ciddi hasara maruz bıraktığı iyi bilinmektedir (LaStayo, 2003). Bu bakımdan eksantrik kas kuvvetinin artırılması yoluyla hem Hamstring/Quadriseps arasında varsa dengesizliği gidermek hem de sporcuların dinamik dengelerini iyileştirmek hedeflenmektedir.

1.1. Araştırmanın Amacı

Sunulacak çalışmada, sporcunun hareketleri sırasında dönen volanların ataletini kullanan izoataletsel bir cihaz tarafından oluşturulan eksantrik aşırı yüklerin uygulanmasına dayanan ve her tekrarda oluşan direncin aşırı yüklerini düzenleme olanağıyla, konsantrik ve eksantrik kas hareketleri sırasında sınırsız doğrusal direnç yüklerine izin veren egzersizlerden oluşan 6 haftalık isoinertial antrenman programı ile sporcuların dinamik dengeleri ve bacak kuvvetleri üzerindeki etkilerini ölçmek hedeflenmektedir.

1.2. Araştırmanın Önemi

Futbolda hamstring ve kuadriseps kas grupları arasındaki dengenin gerek olası yaralanmaların önüne geçilmesi gerekse de sportif performansın gelişimi açısından isoinertial cihazlar kullanılarak ekstarantik kuvvetin geliştirilmesi çalışmanın önemini ortaya koymaktadır.

1.3. Araştırmanın Sınırlılıkları

Araştırma sadece İstanbul Anadolu yakasında yer alan futbol takımlarının sporcuları ile sınırlıdır.

1.4. Araştırmanın Hipotezleri

H₁: Uygulanacak olan isoinertial kuvvet antrenmanlarının futbol sporcularında H/Q oranları üzerinde olumlu yönde etkiler yaratacağı varsayılmaktadır.

H₂: Uygulanacak olan isoinertial kuvvet antrenmanlarının futbol sporcularında top sürme becerileri üzerinde olumlu yönde etkiler yaratacağı varsayılmaktadır.

H₃: Uygulanacak olan isoinertial kuvvet antrenmanlarının futbol sporcularının dinamik dengeleri üzerinde olumlu yönde etkiler yaratacağı varsayılmaktadır.



BÖLÜM 2

KAVRAMSAL ÇERÇEVE

2.1. Futbol

Futbol, dünya genelinde milyarlarca insan tarafından takip edilen ve oynanan, dinamik ve stratejik bir takım sporudur. Bu spor dalı, iki takımın belirli kurallar çerçevesinde, topu rakip kaleye sokmaya çalışarak puan kazanması üzerine kuruludur (FIFA, 2022). Futbolun temel dinamikleri, oyunun temposunu ve stratejik yapısını belirleyen bir dizi faktörden oluşur. Bu faktörler arasında oyuncuların fiziksel yetenekleri, taktiksel zekâsı ve takım içi uyumları bulunmaktadır (Reilly ve Williams, 2003).

Fiziksel açıdan, futbol oyuncuları hızlı sprintler, ani duruşlar ve yön değiştirmeler gibi çeşitli hareketler sergilerler (Bangsbo ve diğerleri, 2006). Bu hareketler, oyuncuların yüksek kardiyovasküler dayanıklılık, güçlü alt ve üst vücut kasları ve iyi bir dengeye sahip olmalarını gerektirir (Stølen ve diğerleri, 2005). Fizyolojik açıdan bakıldığında, futbolcuların anaerobik kapasitesi ve laktat toleransı oyunun temposuna ayak uydurabilmek için kritik öneme sahiptir (Bangsbo ve diğerleri, 2006). Yapılan araştırmalar, yüksek yoğunluklu faaliyetlerin yanı sıra, düşük yoğunluklu hareketler ve dinlenme sürelerinin de bulunduğunu ve bu durumun futbolu benzersiz kılan sürekli değişken bir enerji talepleri profili yarattığını göstermektedir (Bangsbo, 1994).

2.2. Futbolun Fizyolojisi

Futbolun fiziksel ve fizyolojik özellikleri, oyuncuların performansını doğrudan etkileyen unsurlar arasında yer alır. Örneğin, oyuncuların aerobik kapasitesi, oyun boyunca sürdürülebilir bir enerji kaynağı sağlar (Reilly, 1994). Aynı zamanda, hızlı sprintler ve patlayıcı hareketler için gerekli olan anaerobik kapasite de oyuncuların maç esnasındaki ani ve yoğun faaliyetlerini destekler (Krustrup ve diğerleri, 2006). Ayrıca, kas kuvveti ve dayanıklılığı, futbolcuların sahada sergiledikleri performansın kalitesini artırır (Stølen ve diğerleri, 2005).

Futbolun, oyuncuların hem fiziksel hem de zihinsel kapasitelerini maksimum düzeyde kullanmalarını gerektiren kapsamlı bir spor dalı olmasının yanı sıra stratejik düşünme, hızlı karar verme yeteneği ve takım içi uyumu ön planda tutması ile birlikte yüksek düzeyde fiziksel performans ve dayanıklılık gerektirir (Williams ve Reilly, 2000). Bu nedenlerle, futbol, sadece bir spor dalı olmanın ötesinde, oyuncuların çok yönlü

gelişimlerine katkıda bulunan ve geniş kitleleri bir araya getiren küresel bir fenomendir (FIFA, 2022).

Dayanıklılık, motorik özelliklerin önemli bir bileşeni olup, fiziksel aktivitelerin uzun süre boyunca sürdürülebilme kapasitesi olarak tanımlanır (Reilly, 1996). Dayanıklılık, özellikle futbol gibi yüksek yoğunluklu ve sürekli değişen temposu olan sporlarda kritik bir rol oynar. Futbolcuların dayanıklılığı hem aerobik hem de anaerobik kapasiteyi içerir. Aerobik dayanıklılık, uzun süreli enerji sağlama kapasitesini belirlerken, anaerobik dayanıklılık, kısa süreli ve yüksek yoğunluklu aktivitelerde enerji sağlamada önemli bir rol oynar (Bangsbo, 1994).

Futbol maçları sırasında, oyuncular yaklaşık 10-12 km arasında koşar ve bu mesafenin büyük bir kısmı düşük ve orta yoğunluklu aktivite ile kat edilirken, kalan kısmı ise yüksek yoğunluklu sprintler ve ani hızlanmalar ile tamamlanır (Mohr ve diğerleri, 2003). Bu nedenle, futbolcuların hem aerobik hem de anaerobik dayanıklılıklarının yüksek seviyede olması, performanslarını doğrudan etkiler. Yüksek aerobik dayanıklılık, oyuncuların maç süresince enerji seviyelerini koruyabilmelerini sağlar ve toparlanma süreçlerini hızlandırır (Reilly, 1994). Anaerobik dayanıklılık ise, ani patlayıcı hareketler ve sprintlerde verimlilik sağlar, bu da oyun esnasında rakiplerine karşı avantaj elde etmelerini mümkün kılar (Krustrup ve diğerleri, 2006).

Araştırmalar, profesyonel futbolcuların antrenman programlarında dayanıklılık geliştirmeye yönelik özel egzersizlere önemli bir yer ayırdıklarını göstermektedir (Stølen ve diğerleri, 2005). Dayanıklılık antrenmanları, oyuncuların maç sırasındaki performanslarını artırmakla kalmaz, aynı zamanda sakatlanma riskini de azaltır (Bangsbo ve diğerleri, 2006). Bu nedenle, dayanıklılık, futbolcularda performansın sürdürülebilirliği ve oyun içi etkinliğin korunması açısından hayati bir motorik özellik olarak kabul edilir.

Literatürde dayanıklılık özelliğinin, futbol oyuncularının performansını optimize etmek ve maç boyunca yüksek seviyede kalmalarını sağlamak için kritik bir faktör olduğu, hem aerobik hem de anaerobik dayanıklılığın geliştirilmesinin, oyuncuların oyun içinde daha etkin olmalarını, stratejik hareket etmelerini ve sonuç olarak takım başarısına daha fazla katkıda bulunmalarını sağladığı bildirilmiştir (Williams ve Reilly, 2000).

2.3. Aerobik ve Anaerobik Dayanıklılık

Aerobik dayanıklılık, vücudun uzun süreli egzersiz sırasında oksijen kullanma kapasitesini ifade eder (Bassett ve Howley, 2000). Bu dayanıklılık türü, düşük ve orta yoğunluklu aktiviteler sırasında enerji sağlamada önemli bir rol oynar ve futbolcuların maç

boyunca yüksek enerji seviyelerini koruyabilmelerini sağlar. Aerobik dayanıklılık, oyuncuların sürekli hareket etmelerini, sahada geniş alanları kapsamalarını ve hızlı toparlanmalarını mümkün kılar (Reilly, 1996). Futbol maçlarında, oyuncuların çoğunlukla aerobik enerji sistemlerini kullanmaları, oyun süresince dayanıklılıklarını ve performanslarını korumalarına yardımcı olur (Bangsbo, 1994).

Anaerobik dayanıklılık ise, yüksek yoğunluklu ve kısa süreli aktiviteler sırasında vücudun oksijensiz ortamda enerji üretme kapasitesini ifade eder (Gastin, 2001). Futbolda, ani hızlanmalar, sprintler, şutlar ve ani yön değiştirmeler gibi yüksek yoğunluklu hareketler sırasında anaerobik enerji sistemleri devreye girer (Bangsbo ve diğerleri, 2006). Anaerobik dayanıklılık, oyuncuların bu tür yoğun aktiviteleri tekrar tekrar yapabilmelerini ve böylece oyun esnasında üstünlük sağlayabilmelerini sağlar (Krustrup ve diğerleri, 2006).

Futbolcuların her iki dayanıklılık türünü de yüksek seviyede geliştirmeleri, performanslarını optimize etmek için gereklidir. Aerobik dayanıklılık, oyuncuların maç boyunca sürdürülebilir enerji sağlamasına ve yorgunluk belirtilerini geciktirmesine yardımcı olurken, anaerobik dayanıklılık, ani ve patlayıcı hareketlerde etkili olmalarını sağlar (Stølen ve diğerleri, 2005). Araştırmalar, profesyonel futbolcuların antrenman programlarında hem aerobik hem de anaerobik dayanıklılığı geliştiren egzersizlere önemli bir yer verdiklerini göstermektedir (Bangsbo, 1994). Bu egzersizler, oyuncuların maç performanslarını artırmak, toparlanma sürelerini kısaltmak ve sakatlanma risklerini azaltmak için kritik öneme sahiptir (Williams ve Reilly, 2000).

Futbol oyununda, gerek aerobik gerekse de anaerobik dayanıklılık, futbolcuların performansını doğrudan etkileyen ve maç esnasında etkinliklerini belirleyen temel motorik özelliklerdir. Her iki dayanıklılık türünün geliştirilmesi, futbolcuların oyun içindeki dayanıklılıklarını, hızlarını ve genel performanslarını artırmalarını sağlar, bu da takım başarısına önemli katkılarda bulunur (Reilly, 1996).

2.4. Denge ve Propriyosepsiyon

Denge ve propriyosepsiyon, futbol gibi dinamik sporlarda oyuncuların performansını ve sakatlanma riskini doğrudan etkileyen kritik motorik becerilerdir. Denge, vücudun statik veya dinamik durumlarda dengede kalma yeteneği olarak tanımlanır ve merkezî sinir sistemi tarafından kontrol edilir (Shumway-Cook ve Woollacott, 2001). Bu yetenek, futbolcularda ani yön değişiklikleri, hızlanmalar ve yavaşlamalar sırasında önemlidir. Propriyosepsiyon ise, vücudun pozisyonunu ve hareketini algılama kabiliyeti olup, kas, tendon ve eklemlerde bulunan reseptörler aracılığıyla sağlanır (Lephart, ve diğerleri, 1997). Propriyosepsiyon,

oyuncuların topa hakimiyetini, hareketlerin doğruluğunu ve sakatlanma riskini azaltmada önemli bir rol oynar (Gandevia ve diğerleri, 2002).

Futbolda denge, oyuncuların hem statik pozisyonlarda hem de dinamik hareketler sırasında vücut kontrolünü sağlamaları açısından kritik öneme sahiptir (Paillard ve Noé, 2006). Örneğin, bir futbolcunun hava topu mücadelesi sırasında dengesini koruyabilmesi veya top sürme esnasında ani bir manevra yaparken düşmemesi, dengeli bir duruş ve hareket kabiliyeti ile mümkündür. Araştırmalar, denge antrenmanlarının futbolcularda performansı artırdığı ve sakatlanma riskini azalttığını göstermektedir (Zech ve diğerleri, 2010).

Propriyosepsiyon, özellikle ayak bileği ve diz eklemleri gibi sakatlanmaya açık bölgelerde, oyuncuların vücutlarının farkında olmalarını ve anında tepki verebilmelerini sağlar (Hewett ve diğerleri, 2006). Propriyoseptif antrenmanlar, futbolcularda refleks tepkilerini geliştirerek, ani hareketler ve darbelere karşı daha hızlı ve etkili tepki verebilmelerini sağlar (Gamble, 2006). Bu antrenmanlar, oyuncuların saha içindeki hareketliliklerini ve çevikliklerini artırırken, sakatlanma olasılıklarını da önemli ölçüde azaltır (Lephart ve diğerleri, 1997).

Literatürde motorik özelliklerin temelini oluşturan denge ve propriyosepsiyon özelliklerinin, futbolcuların saha içindeki performanslarını ve olası yaralanmalarını önleme anlamında güvenliklerini sağlamak için hayati öneme sahip iki motorik özelliktir. Denge, oyuncuların statik ve dinamik durumlarda vücut kontrolünü ve stabiliteyi sağlarken, derin duyu olarakta bilinen propriyosepsiyon, vücudun pozisyonunu ve hareketini doğru bir şekilde algılayarak, hızlı ve doğru tepkiler vermelerine yardımcı olur (Shumway-Cook ve Woollacott, 2001; Gandevia ve diğerleri, 2002). Bu özelliklerin geliştirilmesi, oyuncuların saha içindeki etkinliklerini artırır ve sakatlanma risklerini azaltır, böylece takım başarısına önemli katkılarda bulunur (Zech ve diğerleri, 2010).

2.5. Reseptörler ve Fonksiyonları

Reseptörler, vücudun iç ve dış çevresinden gelen bilgileri algılayan ve bu bilgileri merkezi sinir sistemine ileten özel hücrelerdir. Bu hücreler, sinir sistemi ile çevresel uyarılar arasındaki temel bağlantıyı sağlar ve vücutta çok çeşitli işlevleri yerine getirirler (Purves ve diğerleri, 2001). Reseptörler, özellikle propriyosepsiyon ve denge gibi motor becerilerde kritik bir rol oynar. Propriyoseptif reseptörler, kas içcikleri, tendon organları ve eklem reseptörleri gibi yapılar aracılığıyla vücut pozisyonunu ve hareketini algılar (Guyton ve Hall, 2011). Bu reseptörler, vücudun mekansal farkındalığını artırır ve hareketlerin koordinasyonunu sağlar (Proske ve Gandevia, 2012).

Kas iğcikleri, kasların uzunluğunu ve gerilimini algılayan propiosepsiyon reseptörleridir. Bu reseptörler, kasın ani uzamaları veya kasılmaları sırasında merkezi sinir sistemine bilgi göndererek, kas tonusunun düzenlenmesine yardımcı olur (Matthews, 1981). Tendon organları ise, kas-tendon bileşkesinde yer alır ve kasın oluşturduğu gerilimi algılar. Bu organlar, kasın aşırı gerilmesini önleyerek, kas ve tendon yaralanmalarını azaltır (Houk ve Henneman, 1967). Eklem reseptörleri, eklem hareketlerini ve konumunu algılayan diğer önemli propiosepsiyon reseptörleridir. Bu reseptörler, eklemlerin hareket açıklığını ve hızını belirleyerek, koordineli ve dengeli hareketlerin gerçekleştirilmesine olanak tanır (Grigg, 1994).

Denge ile ilgili olarak, vestibüler sistemdeki reseptörler önemli bir rol oynar. Vestibüler sistem, iç kulakta yer alır ve başın hareketlerini ve konumunu algılayarak dengeyi sağlar (Goldberg ve diğerleri, 2012). Vestibüler reseptörler, yarım daire kanalları ve otolit organları olarak iki ana yapıdan oluşur. Yarım daire kanalları, başın dönme hareketlerini algılarken, otolit organları başın doğrusal hareketlerini ve yer çekimine karşı konumunu algılar (Fernández ve Goldberg, 1976).

Somatosensoriyel sistemde bulunan dokunma, basınç, sıcaklık ve ağrı reseptörleri de vücut farkındalığı ve motor kontrol için önemli bilgiler sağlar. Bu reseptörler, deri ve diğer dokularda yer alır ve çeşitli mekanik, termal ve kimyasal uyarılara tepki verir (Purves ve diğerleri, 2001). Mekanoreseptörler, dokunma ve basınç uyarılarını algılarken, termoreseptörler sıcaklık değişimlerine duyarlıdır. Nocireseptörler ise ağrı algısında kritik bir rol oynar ve doku hasarını veya potansiyel zararları algılar (Julius ve Basbaum, 2001).

Reseptörler, vücudun çeşitli çevresel ve içsel uyarıları algılayarak merkezi sinir sistemine ileten ve bu bilgilerin işlenmesini sağlayan hayati yapılardır. Proprioseptif reseptörler, kas, tendon ve eklem hareketlerini ve gerilimlerini algılayarak motor kontrol ve dengeyi sağlar (Proske ve Gandevia, 2012). Bu reseptörler ve işlevleri, motor becerilerin geliştirilmesi ve korunması için kritik öneme sahiptir.

2.6. Kuvvet ve Kuvvet Çeşitleri

Kuvvet, motorik özelliklerin temel bileşenlerinden biri olup, kasların kasılma kapasitesi ve bu kasılmanın sonucunda bir direnci yenme veya karşı koyma yeteneği olarak tanımlanır (Stone ve diğerleri, 2007). Kuvvet, sporcuların performansını doğrudan etkileyen kritik bir özelliktir ve futbol gibi yüksek performans gerektiren sporlarda önemli bir rol oynar. Kuvvetin farklı türleri vardır: maksimum kuvvet, hızlı kuvvet ve dayanıklılık kuvveti.

Her bir kuvvet türü, farklı fizyolojik ve mekanik özelliklere sahiptir ve farklı antrenman yaklaşımları gerektirir (Zatsiorsky ve Kraemer, 2006).

2.6.1. Maksimum kuvvet

Maksimum kuvvet, bir kas veya kas grubunun tek bir maksimal kasılma ile üretebileceği en yüksek kuvvet olarak tanımlanır. Maksimum kuvvet, futbolcuların fiziksel dayanıklılığını ve güç gerektiren pozisyonlarda üstünlük sağlamalarını destekler (Hoffman, 2002). Örneğin, bir futbolcunun topa şut çekerken bacak kaslarının üretebileceği maksimum kuvvet, topun hızını ve doğruluğunu etkiler. Maksimum kuvvet antrenmanları, genellikle yüksek dirençli ve düşük tekrar sayılı egzersizlerle yapılır (Bompa ve Haff, 2009).

2.6.2. Hızlı kuvvet

Hızlı kuvvet veya patlayıcı kuvvet, kasların en kısa sürede maksimum kuvvet üretme yeteneğidir. Bu kuvvet türü, futbolcuların ani hızlanma, sıçrama ve ani yön değiştirme gibi hareketlerde etkin olmalarını sağlar (Newton ve Kraemer, 1994). Hızlı kuvvet antrenmanları, genellikle pliometrik egzersizler ve düşük dirençli, yüksek hızda yapılan egzersizlerle gerçekleştirilir (Chu, 1998). Bu tür antrenmanlar, futbolcuların saha içindeki hızlı ve patlayıcı hareketlerini geliştirmelerine yardımcı olur.

2.6.3. Dayanıklılık kuvveti

Dayanıklılık kuvveti, kasların uzun süreli ve tekrarlı kasılmalar sırasında yorgunluğa karşı koyma yeteneğidir (Kraemer ve Ratamess, 2004). Dayanıklılık kuvveti, futbolcuların maç boyunca yüksek performanslarını sürdürebilmeleri için kritik öneme sahiptir. Örneğin, bir futbolcunun maç boyunca defalarca koşması, top sürmesi ve rakibiyle mücadele etmesi dayanıklılık kuvveti gerektirir. Dayanıklılık kuvveti antrenmanları, genellikle düşük dirençli ve yüksek tekrar sayılı egzersizlerle yapılır (Wilmore ve Costill, 1999).

Motorik özelliklerin temel bir bileşeni olan kuvvet özelliği, futbolcuların başarısını ve sonuç almasını doğrudan etkilemekle birlikte, maksimum kuvvet özelliği, çabuk kuvvet ve kuvvette dayanıklılık gibi farklı kuvvet türlerinin geliştirilmesi, oyuncuların çeşitli oyun durumlarında üstünlük sağlamalarını ve yaralanma insidanslarını azaltmalarını sağlar (Zatsiorsky ve Kraemer, 2006). Bu nedenle, kuvvet antrenmanları, futbolcuların fiziksel kapasitelerini en üst düzeye çıkarmak ve oyun içindeki performanslarını optimize etmek için önemli bir bileşendir (Hoffman, 2002).

2.7. Kas Kasılmaları ve Çeşitleri

Kas kasılmaları, kasların kasılma şekline göre farklı kategorilere ayrılır ve her biri belirli hareket türlerine hizmet eder. Temel olarak, izometrik, izotonik (konsantrik ve eksantrik), ve izokinetik kasılmalar olarak sınıflandırılırlar. Bu kasılma türleri, sporcuların performansını ve belirli hareketleri gerçekleştirme yeteneklerini doğrudan etkiler (Wilmore ve Costill, 1999).

2.7.1. İzometrik kasılmalar

İzometrik kasılmalar, kas uzunluğunun değişmediği ancak kas geriliminin arttığı kasılma türüdür. Bu tür kasılmalar, vücudun belirli bir pozisyonda sabit kalmasını ve dengeyi korumasını sağlar (Stone ve diğerleri, 2007). Örneğin, bir futbolcunun topu korumak için pozisyonunu sabit tutması veya bir serbest vuruş sırasında sabit durması izometrik kasılmalar gerektirir. İzometrik antrenmanlar, kas dayanıklılığını artırmak ve stabilizasyon sağlamak için kullanılır (Kraemer ve Ratamess, 2004).

2.7.2. İzotonik kasılmalar

İzotonik kasılmalar, kas uzunluğunun değiştiği ancak kas geriliminin sabit kaldığı kasılma türüdür. İzotonik kasılmalar, iki alt türe ayrılır: konsantrik ve eksantrik.

Konsantrik kasılmalar, kasın kısaldığı ve gerilimin arttığı kasılmalardır. Örneğin, bir futbolcunun topa vurması veya zıplaması sırasında kaslar konsantrik olarak kasılır (Bompa ve Haff, 2009).

Eksantrik kasılmalar, kasın uzadığı ve gerilimin devam ettiği kasılmalardır. Eksantrik kasılmalar, özellikle yavaşlama ve kontrol gerektiren hareketlerde önemlidir. Bir futbolcunun yere inişi sırasında veya aniden durması gerektiğinde eksantrik kasılmalar devreye girer (Newton ve Kraemer, 1994).

2.7.3. İzokinetik kasılmalar

İzokinetik kasılmalar, kas hızının sabit tutulduğu ve gerilimin hareket boyunca değiştiği kasılma türüdür. Bu tür kasılmalar, özel izokinetik makineler kullanılarak gerçekleştirilir ve kas gücünün belirli bir hızda ölçülmesini sağlar (Brown ve Whitehurst, 2003). İzokinetik antrenmanlar, sporcuların belirli hareketlerdeki güç ve hızlarını artırmak için kullanılır. Bu antrenman türü, kas dengesizliklerini düzeltmek ve kas-iskelet sistemi sağlığını iyileştirmek amacıyla da etkilidir (Dvir, 2004).

Her bir kas kasılma türü, futbolcuların performansını farklı şekillerde etkiler. İzometrik kasılmalar, denge ve stabilite gerektiren durumlarda önemlidir. Konsantrik kasılmalar, patlayıcı güç ve hız gerektiren hareketlerde kritik rol oynar. Eksantrik kasılmalar ise, kontrollü iniş ve yavaşlamalarda etkilidir. İzokinetik kasılmalar, kas gücünün ve hızının optimize edilmesinde yardımcı olur (Wilmore ve Costill, 1999; Kraemer ve Ratamess, 2004).

Literatürde kas kasılmalarının farklı türlerinin sporcuların hareket çeşitliliğini ve performansını artırmada hayati öneme sahip olduğu, her bir kasılma türünün antrenman programlarına dahil edilmesinin, sporcuların çeşitli fiziksel gereksinimlere uyum sağlamalarını ve oyun sırasında maksimum performans göstermelerini sağladığı bildirilmiştir (Stone ve diğerleri, 2007).

2.8. Bacakta Ekstansör Kaslar

Ekstansör kaslar, eklemleri açma ve uzatma hareketlerinden sorumlu kas gruplarıdır. Bacakta bulunan ekstansör kaslar, özellikle diz ve kalça eklemlerinin ekstansiyon hareketlerinde kritik rol oynar. Bu kaslar, günlük aktivitelerden spor performansına kadar geniş bir yelpazede hareketlerin gerçekleştirilmesini sağlar (Hamill ve Knutzen, 2009). Bacakta bulunan başlıca ekstansör kaslar arasında kuadriseps femoris kas grubu, gluteus maksimus ve hamstring kaslarının bazı bölümleri bulunur.

2.8.1. Kuadriseps femoris

Kuadriseps femoris, bacağın ön kısmında yer alan ve dört kastan oluşan büyük bir kas grubudur: rectus femoris, vastus lateralis, vastus medialis ve vastus intermedius. Bu kas grubu, diz ekleminin ekstansiyonunu sağlar ve bacakların düzleştirilmesi için ana kas grubudur (Neumann, 2010). Kuadriseps femoris, özellikle yürüme, koşma, zıplama ve merdiven çıkma gibi aktivitelerde aktif rol oynar. Örneğin, bir futbolcunun topa şut çekerken dizini hızla düzleştirmesi, kuadriseps kaslarının güçlü bir şekilde kasılmasını gerektirir (Bompa ve Haff, 2009).

2.8.2. Gluteus maksimus

Gluteus maksimus, kalçanın büyük ekstansör kasıdır ve kalça ekleminin ekstansiyonunu sağlar. Bu kas, bacakları arkaya doğru uzatırken ve kalça hareketlerini kontrol ederken devreye girer. Gluteus maksimus, özellikle yokuş yukarı koşma, ağırlık kaldırma ve sıçrama gibi yüksek kuvvet gerektiren hareketlerde önemli bir rol oynar

(Hermens ve diğeri, 2000). Kalça ekstansiyonunun güçlü olması, futbolcuların hız ve patlayıcı kuvvet gerektiren hareketlerde daha etkili olmalarını sağlar (Powers, 2003).

Hamstring kasları, bacağın arka kısmında yer alan ve hem kalça ekleminin ekstansiyonunu hem de diz ekleminin fleksiyonunu sağlayan kas grubudur. Bu kaslar, biceps femoris, semitendinosus ve semimembranosus kaslarından oluşur. Hamstring kaslarının kalça ekleminin ekstansiyonundaki rolü, özellikle koşma ve zıplama gibi dinamik hareketlerde önemlidir (Woods ve diğeri, 2004). Bu kaslar, ayrıca hızlanma ve ani durma gibi hareketlerde denge ve kontrol sağlamada da etkilidir.

Ekstansör kaslar, sadece hareketlerin gerçekleştirilmesinde değil, aynı zamanda denge ve stabilizasyonun korunmasında da önemli bir rol oynar. Güçlü ekstansör kaslar, sporcuların performansını artırırken, aynı zamanda sakatlanma riskini de azaltır (Escamilla ve diğeri, 1998). Bu kas gruplarının güçlendirilmesi, özellikle futbol gibi yüksek performans gerektiren sporlarda kritik öneme sahiptir. Ekstansör kasların etkin bir şekilde çalışması, sporcuların yüksek yoğunluklu ve tekrarlı hareketlerde daha uzun süre dayanıklılık göstermelerini sağlar (Komi, 2003).

Bacakta bulunan ekstansör kaslar, diz ve kalça eklemlerinin ekstansiyonunu sağlayarak, sporcuların performansını ve hareket kabiliyetini artıran hayati kas gruplarıdır. Kuadriseps femoris, gluteus maksimus ve hamstring kasları, güçlü ve etkili hareketler için gerekli olan temel kaslardır (Neumann, 2010). Bu kas gruplarının antrenmanı ve güçlendirilmesi, sporcuların fiziksel kapasitesini en üst düzeye çıkarmak ve sakatlanma risklerini en aza indirmek için önemlidir (Bompa ve Haff, 2009).

2.9. Bacakta Konsantrik Kasılmayı Sağlayan Kaslar

Bacakta konsantrik kasılmayı sağlayan kaslar, hareketlerin başlatılması ve sürdürülmesi için gerekli olan kasılma türünü gerçekleştirir. Konsantrik kasılma, kasın kısalarak kuvvet ürettiği kasılma şeklidir ve bu tür kasılma, vücudun farklı hareketlerini gerçekleştirmede hayati bir rol oynar (Hamill ve Knutzen, 2009). Bacakta konsantrik kasılmayı sağlayan başlıca kas grupları arasında kuadriseps femoris, hamstringler ve kalça fleksör kasları bulunur.

2.9.1. Kuadriseps femoris

Kuadriseps femoris, bacağın ön kısmında yer alan dört kasın birleşiminden oluşur: rectus femoris, vastus lateralis, vastus medialis ve vastus intermedius. Bu kas grubu, diz ekleminin ekstansiyonunu sağlar ve bacağın düzleştirilmesi için ana kas grubudur

(Neumann, 2010). Kuadriseps femoris, özellikle yürüme, koşma, zıplama ve merdiven çıkma gibi aktivitelerde aktif rol oynar. Konsantrik kasılma sırasında, bu kaslar kısalarak dizin hızlı bir şekilde düzleşmesini ve güç üretmesini sağlar (Bompa ve Haff, 2009). Örneğin, bir futbolcunun topa şut çekerken dizini hızla düzleştirmesi, kuadriseps kaslarının konsantrik olarak kasılmasının bir sonucudur.

2.9.2. Hamstring kasları

Hamstring kasları, bacağın arka kısmında yer alan biceps femoris, semitendinosus ve semimembranosus kaslarından oluşur. Bu kaslar hem kalça ekleminin ekstansiyonunu hem de diz ekleminin fleksiyonunu sağlar. Konsantrik kasılma sırasında, hamstring kasları diz ekleminin bükülmesini ve kalça ekleminin geriye doğru hareket etmesini sağlar (Woods ve diğerleri, 2004). Bu kasların etkin çalışması, özellikle koşma, zıplama ve ani hızlanma gibi hareketlerde kritik öneme sahiptir. Hamstring kaslarının konsantrik kasılması, futbolcuların hızlanma ve ani durma gibi dinamik hareketlerini destekler (Hoffman, 2002).

2.9.3. Kalça fleksör kasları

Kalça fleksör kasları, bacağın öne doğru hareket etmesini sağlayan iliopsoas, sartorius ve rectus femoris kaslarını içerir. Bu kaslar, kalça ekleminin fleksiyonunu sağlayarak bacağın yukarı ve öne doğru çekilmesini mümkün kılar (Neumann, 2010). Kalça fleksör kasları, özellikle koşma ve sprint sırasında bacağın hızlı bir şekilde öne doğru hareket etmesini sağlar. Konsantrik kasılma sırasında, bu kaslar kısalarak kalça eklemini bükerek ve bacağı yukarı çeker (Powers, 2003).

Bu kas gruplarının konsantrik kasılması, sporcuların performansını ve hareket kabiliyetini artırmada hayati öneme sahiptir. Güçlü ve etkili konsantrik kasılmalar, futbolcuların oyun sırasında hız, güç ve patlayıcı kuvvet gerektiren hareketleri başarıyla gerçekleştirmelerini sağlar (Komi, 2003). Konsantrik kasılmayı sağlayan kasların düzenli antrenmanlarla güçlendirilmesi, sporcuların fiziksel kapasitesini artırarak sakatlanma riskini azaltır (Escamilla ve diğerleri, 1998).

Bacakta konsantrik kasılmayı sağlayan kaslar, hareketlerin başlatılması ve sürdürülmesinde kritik bir rol oynar. Kuadriseps femoris, hamstringler ve kalça fleksör kasları, çeşitli aktivitelerde bacağın hareketini sağlayan temel kas gruplarıdır (Neumann, 2010). Bu kasların etkin ve güçlü çalışması, sporcuların performansını optimize eder ve oyun sırasında üstünlük sağlamalarını mümkün kılar (Bompa ve Haff, 2009).

2.10. Hamstring ve Kuadriseps Kas Oranının Önemi

Hamstring ve kuadriseps kas oranı, alt ekstremité kas dengesi ve performansı açısından kritik bir öneme sahiptir. Bu oran, hamstring kaslarının kuvvetinin kuadriseps kaslarına oranını ifade eder ve genellikle H/Q oranı olarak adlandırılır (Coombs ve Garbutt, 2002). Optimal bir H/Q oranı, diz ekleminin stabilizasyonunu sağlamak, yaralanma riskini azaltmak ve genel atletik performansı artırmak için gereklidir (Aagaard ve diğérleri, 1998).

Kuadriseps Kasları, bacağın ön kısmında yer alan ve diz ekleminin ekstansiyonunu sağlayan dört kastan oluşur: rectus femoris, vastus lateralis, vastus medialis ve vastus intermedius. Bu kaslar, özellikle koşma, zıplama ve merdiven çıkma gibi hareketlerde ana rol oynar (Neumann, 2010). Hamstring Kasları ise bacağın arka kısmında bulunur ve biceps femoris, semitendinosus ve semimembranosus kaslarından oluşur. Bu kaslar, diz ekleminin fleksiyonunu ve kalça ekleminin ekstansiyonunu sağlar (Woods ve diğérleri, 2004).

Hamstring ve kuadriseps kasları arasındaki kuvvet dengesi, diz ekleminin stabilitesi için hayati önem taşır. H/Q oranının düşük olması, yani kuadriseps kaslarının hamstring kaslarına göre çok daha kuvvetli olması, diz yaralanmalarına yol açabilir. Özellikle ön çapraz bağ (ACL) yaralanmaları, düşük H/Q oranı ile ilişkilendirilmiştir (Hewett ve diğérleri, 2006). Hamstring kaslarının zayıf olması, dizin ani duruş ve yön değışikliklerinde yeterince stabilize edilememesine neden olabilir, bu da ACL yaralanma riskini artırır (Aagaard ve diğérleri, 1998).

Optimal bir H/Q oranı, genellikle 0.5 ila 0,8 arasında kabul edilir, yani hamstring kaslarının kuvveti kuadriseps kaslarının kuvvetinin %50 ila %80'i kadar olmalıdır (Croisier ve diğérleri, 2008). Bu oran, diz ekleminin hem fleksiyon hem de ekstansiyon hareketlerinde dengeli bir şekilde çalışmasını sağlar. Ayrıca, hamstring kaslarının eksantrik kuvveti, kuadriseps kaslarının konsantrik kuvveti ile orantılı olmalıdır. Bu denge, sporcuların ani hızlanma ve yavaşlama hareketlerinde diz ekleminin güvenliğini sağlar (Coombs ve Garbutt, 2002).

Düzenli ve dengeli antrenman programları, hamstring ve kuadriseps kaslarının kuvvet dengesini sağlamak için önemlidir. Kuadriseps kaslarını güçlendirmek için yapılan egzersizler, hamstring kasları ile denge içinde olmalıdır. Pliometrik egzersizler, direnç antrenmanları ve esneme programları, bu kas gruplarının dengeli bir şekilde geliştirilmesine yardımcı olur (Bompa ve Haff, 2009). Bu tür antrenmanlar, sporcuların performansını optimize ederken, sakatlanma riskini de minimize eder.

Hamstring ve kuadriseps kas oranı, alt ekstremité stabilitesi ve performansı için kritik öneme sahiptir. Optimal bir H/Q oranı, diz ekleminin stabilitesini artırır, yaralanma riskini

azaltır ve atletik performansı destekler (Neumann, 2010). Bu nedenle, sporcuların antrenman programlarında hamstring ve kuadriseps kaslarının kuvvet dengesini korumak ve geliştirmek için özel bir önem verilmelidir (Hewett ve diğerkleri, 2006).

2.11. Bacakta Ekstansör Kas Grubunun Önemi

Bacakta yer alan ekstansör kas grubu, alt ekstremitelerin hareket kabiliyetini ve genel stabilitesini sağlayan temel kaslardan oluşur. Bu kaslar, özellikle kuadriseps femoris ve gluteus maksimus gibi büyük kas gruplarını içerir ve diz ve kalça eklemlerinin ekstansiyon hareketlerinde kritik rol oynar (Neumann, 2010). Ekstansör kas grubu, günlük aktivitelerden spor performansına kadar geniş bir yelpazede önemli işlevler üstlenir ve vücut mekaniklerini destekler.

Kuadriseps Femoris, bacağın ön kısmında yer alan ve dört kastan oluşan büyük bir kas grubudur: rectus femoris, vastus lateralis, vastus medialis ve vastus intermedius. Bu kas grubu, diz eklemının ekstansiyonunu sağlar ve bacağın düzleştirilmesi için ana kas grubudur (Neumann, 2010). Kuadriseps femoris, yürüme, koşma, zıplama ve merdiven çıkma gibi aktivitelerde aktif rol oynar. Ayrıca, sporcularda güçlü bir kuadriseps kası, diz eklemının stabilitesini artırarak sakatlanma riskini azaltır (Hewett ve diğerkleri, 2006).

Gluteus Maksimus, kalçanın büyük ekstansör kasıdır ve kalça eklemının ekstansiyonunu sağlar. Bu kas, bacakları arkaya doğru uzatırken ve kalça hareketlerini kontrol ederken devreye girer. Gluteus maksimus, yokuş yukarı koşma, ağırlık kaldırma ve sıçrama gibi yüksek kuvvet gerektiren hareketlerde önemli bir rol oynar (Powers, 2003). Gluteus maksimus kasının güçlü olması, atletlerin patlayıcı güç üretmesini ve performanslarını artırmasını sağlar.

Ekstansör kas grubunun önemi, sadece hareketlerin gerçekleştirilmesinde değil, aynı zamanda denge ve stabilizasyonun korunmasında da belirgindir. Güçlü ekstansör kaslar, alt ekstremitelerin denge ve koordinasyonunu sağlayarak sporcuların performansını artırır ve sakatlanma riskini azaltır (Escamilla ve diğerkleri, 1998). Örneğin, bir futbolcunun topa şut çekerken veya zıplarken kuadriseps ve gluteus kaslarının güçlü bir şekilde kasılması gereklidir. Bu kaslar, ayrıca ani duruşlar ve yön değişiklikleri sırasında diz ve kalça eklemlerinin stabilitesini sağlar (Bompa ve Haff, 2009).

Ekstansör kas grubunun etkinliği, sporcuların genel performansını ve hareket verimliliğini doğrudan etkiler. Bu kasların düzenli antrenmanlarla güçlendirilmesi, sporcuların yüksek yoğunluklu ve tekrarlı hareketlerde daha uzun süre dayanıklılık

göstermelerini sağlar (Komi, 2003). Ayrıca, güçlü ekstansör kaslar, vücut mekaniğinin iyileştirilmesine ve hareket ekonomisinin artırılmasına katkıda bulunur (Neumann, 2010).

Bacakta yer alan ekstansör kas grubu, alt ekstremitelerin hareket kabiliyeti, stabilitesi ve genel performansı için kritik öneme sahiptir. Kuadriseps femoris ve gluteus maksimus gibi kaslar, diz ve kalça eklemlerinin hareketlerini ve stabilitesini sağlayarak sporcuların performansını optimize eder ve sakatlanma riskini azaltır (Powers, 2003). Bu nedenle, ekstansör kas grubunun güçlendirilmesi, sporcuların fiziksel kapasitelerini en üst düzeye çıkarmak ve oyun içindeki performanslarını artırmak için önemlidir (Hewett ve diğerleri, 2006).

2.12. Eksantrik Kasılma İzoinertial Antrenman Yönteminin Kullanımı

Eksantrik kasılma, kasın uzaması sırasında kuvvet üretmesini ifade eder ve kas gücü ile dayanıklılığın artırılmasında önemli bir rol oynar (Enoka, 1996). İzoinertial antrenman yöntemi, sabit bir direncin hem konsantrik hem de eksantrik kasılma fazlarında kullanıldığı bir egzersiz türüdür (Tous-Fajardo ve diğerleri, 2006). Bu yöntem, eksantrik kasılmaların etkili bir şekilde antrene edilmesi için yaygın olarak kullanılmaktadır ve kas hipertrofisi, güç artışı ve yaralanma riskinin azaltılmasına yardımcı olur (Hollander ve diğerleri, 2007).

İzoinertial antrenman, kaslara uygulanan direncin sabit kaldığı, ancak kasın hızının ve uzunluğunun değiştiği bir egzersiz biçimidir. Bu tür antrenman, genellikle serbest ağırlıklar veya özel olarak tasarlanmış izoinertial cihazlar kullanılarak gerçekleştirilir. Bu cihazlar, kasın hem konsantrik hem de eksantrik fazlarında eşit direnç sağlar, böylece kasların her iki fazda da dengeli bir şekilde çalışmasını sağlar (Roig ve diğerleri, 2009).

Eksantrik kasılma fazı, kasın gerilimi altındayken uzadığı dönemi kapsar. İzoinertial antrenman sırasında, eksantrik fazda kasın daha fazla kuvvet üretmesi gerektiği için, kas liflerinde daha yüksek düzeyde gerilim oluşur. Bu durum, kas hipertrofisini ve gücünü artırmada oldukça etkilidir (Franchi ve diğerleri, 2017). Araştırmalar, eksantrik kasılmaların kas liflerinde daha büyük mikrotravmalara neden olduğunu ve bu sayede kas büyümesini teşvik ettiğini göstermektedir (Hoppeler, 1986).

İzoinertial antrenmanın bir diğer önemli faydası, yaralanma riskini azaltmasıdır. Eksantrik kasılmalar, kas-tendon ünitesinin esnekliğini ve dayanıklılığını artırarak, ani gerilmeler ve zorlanmalara karşı daha dirençli hale getirir (LaStayo ve diğerleri, 2003). Özellikle hamstring kas yaralanmalarının önlenmesinde izoinertial antrenmanın etkinliği kanıtlanmıştır (Arnason ve diğerleri, 2008). Bu antrenman yöntemi, sporcuların eksantrik

kas gücünü artırarak, hareketlerinin kontrolünü ve stabilitesini geliştirmelerine yardımcı olur.

İzoinertial antrenman, ayrıca atletik performansı da artırır. Eksantrik kasılmalar, patlayıcı güç ve hız gerektiren hareketlerde önemli bir rol oynar. Örneğin, bir futbolcunun hızlanma, ani durma veya yön değiştirme gibi hareketlerde güçlü eksantrik kasılmalar gereklidir (Higbie ve diğerleri, 1996). İzoinertial antrenman, bu tür hareketlerde kasların daha etkin ve güçlü bir şekilde çalışmasını sağlar, böylece sporcuların performansını optimize eder.

Eksantrik kasılmada izoinertial antrenman yöntemi, kas gücünü ve dayanıklılığını artırmanın, yaralanma riskini azaltmanın ve atletik performansı geliştirmenin etkili bir yoludur. Bu antrenman yöntemi, özellikle futbolda antrenmanlarda ihmal edilen eksantrik kasılmaların konsantrik faz kadar olmasa da etkin bir şekilde kullanıldığı böylelikle kas hipertrofisine ve güç kazanımının katkıda bulunduğu bildirilmiştir (Roig ve diğerleri, 2009). Sporcuların antrenman programlarına izoinertial egzersizleri dahil etmeleri, fiziksel kapasitelerini en üst düzeye çıkarmak ve sakatlanma risklerini minimize etmek için önemlidir (Franchi ve diğerleri, 2017).

2.13. İzoinertial Antrenman Cihazı

İzoinertial antrenman cihazları hem konsantrik hem de eksantrik kasılma fazlarında sabit bir direncin sağlanması prensibi üzerine tasarlanmış özel ekipmanlardır. Bu cihazlar, sporcuların kas gücünü ve dayanıklılığını artırırken aynı zamanda yaralanma riskini azaltmalarına yardımcı olmak amacıyla kullanılır (Tesch ve diğerleri, 2004). İzoinertial antrenman, kasların farklı hızlarda ve değişen dirençlerle çalışmasını sağlayarak, kas kuvveti ve kas hipertrofisini etkili bir şekilde geliştirir (Norrbrand ve diğerleri, 2010).

İzoinertial cihazlar, genellikle bir volan (flywheel) sistemi kullanır. Bu sistemde, bir ip veya kablo, volanın merkezine bağlıdır ve sporcu bu ipi çekerek volanı döndürür. Volanın dönme momenti hem konsantrik hem de eksantrik fazlarda sabit bir direnç sağlar. Sporcu, ipi çekerken (konsantrik kasılma) ve ipi geri salarken (eksantrik kasılma) aynı direnci hisseder (Petersen ve diğerleri, 2007). Bu yöntem, kasların her iki fazda da dengeli bir şekilde çalışmasını ve maksimal kas geriliminin elde edilmesini sağlar.

İzoinertial antrenman cihazlarının en büyük avantajlarından biri, eksantrik yüklemenin kolaylıkla ayarlanabilmesidir. Eksantrik kasılmalar sırasında kaslar daha fazla kuvvet üretebilir, bu nedenle izoinertial cihazlar, eksantrik fazda daha yüksek direnç sağlama yeteneğine sahiptir. Bu durum, kas hipertrofisini ve gücünü artırmada oldukça

etkilidir (Tesch ve diğ erleri, 2004). Araştırmalar, izoinertial antrenmanın kas liflerinde daha fazla mikrotravmaya neden olduğunu ve böylece kas büyümesini teşvik ettiğini göstermektedir (Norrbrand ve diğ erleri, 2010).

 zoinertial antrenman cihazları, spor yaralanmalarının rehabilitasyonunda da yaygın olarak kullanılır. Özellikle hamstring yaralanmalarının önlenmesi ve rehabilitasyonunda etkili olduğu kanıtlanmıştır (Askling ve diğ erleri, 2003). Bu cihazlar, sporcuların eksantrik kas gücünü artırarak, kas-tendon ünitesinin esnekliğini ve dayanıklılığını geliştirir. Ayrıca, izoinertial antrenman, sporcuların patlayıcı kuvvet ve hız gerektiren hareketlerde daha etkin ve g c l  olmalarını sağlar (Fernandez-Gonzalo ve diğ erleri, 2014).

 zoinertial antrenman cihazları, aynı zamanda fonksiyonel antrenmanlar için de uygundur. Bu cihazlar, sporcuların gerçek yaşam hareketlerine benzer şekilde antrenman yapmalarına olanak tanır. Örneğin, futbolcular için diz ve kalça eklemlerinin hem konsantrik hem de eksantrik kasılmalarla çalıştırılması, oyun sırasında ihtiyaç duyulan kas kuvveti ve dayanıklılığını artırır (Petersen ve diğ erleri, 2007).

Sonuc olarak, izoinertial antrenman cihazları, kas gücünü, dayanıklılığını ve hipertrofisini artırmanın etkili bir yoludur. Bu cihazlar, sabit bir direnç sağlayarak kasların her iki fazda da dengeli bir şekilde çalışmasını sağlar ve eksantrik yüklemeyi optimize eder (Norrbrand ve diğ erleri, 2010). Sporcuların antrenman programlarına izoinertial egzersizleri dahil etmeleri, fiziksel kapasitelerini en üst düzeye çıkarmak ve sakatlanma risklerini minimize etmek için önemlidir (Tesch ve diğ erleri, 2004).

2.14. Eksantrik Antrenmanın H/Q Oranı ve Dinamik Denge  zerine Etkisi

Eksantrik antrenman, kasların uzama fazında kuvvet üretme yeteneğini geliştirir ve bu antrenman türünün hamstring/kuadriseps (H/Q) oranı ile dinamik denge üzerine önemli etkileri vardır. H/Q oranı, hamstring kaslarının kuvvetinin kuadriseps kaslarına oranını ifade eder ve diz ekleminin stabilitesi ile yaralanma riskinin belirlenmesinde kritik bir  l  t t r (Croisier ve diğ erleri, 2008). Optimal bir H/Q oranı, hamstringlerin kuadrisepslerle oranla yeterli kuvvete sahip olmasını gerektirir ve bu denge, özellikle  n çapraz bağ (ACL) yaralanmalarının önlenmesinde önemli bir rol oynar (Hewett ve diğ erleri, 2006).

Eksantrik antrenman, hamstring kaslarının kuvvetini artırarak H/Q oranını olumlu yönde etkiler. Araştırmalar, eksantrik antrenmanın hamstring kaslarının kuvvetini ve dayanıklılığını artırarak, kuadriseps kaslarına kıyasla daha dengeli bir kuvvet oranı sağladığını göstermektedir (Proske ve Morgan, 2001). Bu, diz ekleminin stabilitesini artırır

ve ani duruş, yön değişikliği gibi hareketlerde ACL yaralanma riskini azaltır (Coombs ve Garbutt, 2002).

Ayrıca, eksantrik antrenman dinamik dengeyi de geliştirir. Dinamik denge, hareket sırasında vücudun dengeyi koruma yeteneğidir ve sporcuların performansı ile yaralanma riskini doğrudan etkiler (Hrysomallis, 2011). Eksantrik kasılmalar, kas-tendon ünitesinin esnekliğini ve kuvvetini artırarak, eklemlerin stabilitesini ve hareket kontrolünü iyileştirir (Higbie ve diğerleri, 1996). Bu, özellikle sporcularda denge gerektiren hareketlerin daha etkili ve güvenli bir şekilde gerçekleştirilmesini sağlar.

Eksantrik antrenmanın dinamik denge üzerindeki olumlu etkileri, hamstringlerin eksantrik kuvvet üretim kapasitesinin artması ile ilişkilidir. Güçlü hamstringler, diz ekleminin hem fleksiyon hem de ekstansiyon hareketlerinde daha iyi kontrol sağlar (Croisier ve diğerleri, 2008). Bu da sporcuların ani hareketlerde ve dengesiz pozisyonlarda daha güvenli ve kontrollü bir şekilde hareket etmelerini mümkün kılar.

Eksantrik antrenmanın H/Q oranı ve dinamik denge üzerindeki bu olumlu etkileri, sporcuların genel performansını artırır ve yaralanma riskini azaltır (Mjølsnes ve diğerleri, 2004). Özellikle futbol gibi yüksek performans gerektiren sporlarda, eksantrik antrenman programlarının düzenli olarak uygulanması, sporcuların fiziksel kapasitelerini optimize etmek ve sakatlanma risklerini minimize etmek için önemlidir (Askling ve diğerleri, 2003).

Literatürde birçok araştırmacının da ortaya koyduğu üzere eksantrik antrenman, hamstring kuvvetini artırarak H/Q oranını iyileştirir ve dinamik dengeyi geliştirir. Bu, diz ekleminin stabilitesini artırarak, sporcuların performansını ve güvenliğini optimize eder (Proske ve Morgan, 2001). Sporcuların antrenman programlarına eksantrik egzersizleri dahil etmeleri, hem kas kuvveti ve dayanıklılığını artırmak hem de dinamik dengeyi geliştirmek için kritik öneme sahiptir (Croisier ve diğerleri, 2008).

BÖLÜM 3

YÖNTEM

3.1. Araştırmanın Evreni ve Örneklemi

Araştırmaya katılmış olan katılımcıların evrenini İstanbul Anadolu Yakası ve Kocaeli ilinde yer alan amatör takımların altyapılarında u-16 kategorisinde futbol oynayan sporcular oluştururken, örneklem grubunu Tuzlaspor ve Başiskele spor kulüplerinin u-16 yaş grubunda futbol oynayan adölesan sporcular oluşturmaktadır.

3.2. Araştırma Grubu

Araştırmaya 51 sporcu katılmış olup Çalışma Grubu (ÇG) n=24, Kontrol Grubu (KG) n=27 yer almıştır. Araştırma ön testler, çalışma grubuna uygulanacak olan 6 haftalık isoinertial antrenman programı ve son testler olarak planlanmıştır.

3.2.1. Araştırmaya Alınma Kriterleri

Amatör takımların altyapılarında u-16 kategorisinde futbol oynayan adölesan sporcular, araştırma programında yer alan 6 haftada boyunca çalışmaya katılmaya uygunluk göstermek ve herhangi bir sağlık sorununun veya sakatlıklarının olmaması çalışmaya alınma kriterleri arasında yer almaktadır.

3.2.2. Araştırmadan Çıkarılma Kriterleri

Araştırma da belirtilen 6 haftalık programa devam edilmemesi, herhangi bir sakatlığın ortaya çıkması ya da oluşması ve sporculardan kendi istekleri doğrultusunda çalışmadan ayrılmayı talep edilmesi çalışmadan çıkarılma kriterleri olarak belirlenmiştir.

3.3. Antrenman Programının Uygulanması

Araştırmaya katılan sporcular, çalışma grubu (ÇG) ve kontrol grubu (KG) olmak üzere iki gruba ayrılmıştır. Çalışma grubunda yer alan sporculara haftada 4 gün düzenli olarak yaptıkları klasik futbol antrenman programlarına ek olarak isoinertial kuvvet cihazı kullanılarak ek olarak eksantrik kas kuvvetini geliştirmeye yönelik isoinertial antrenmanlar yaptırılmıştır. Öncelikle kullanılacak çarkların büyüklüğünü belirlemek ve yükü ayarlamak için çalışma öncesinde sporculara örnek uygulama yapılmıştır. Hem kontrol grubuna hem de kuvvet egzersizleri öncesi çalışma grubunda ki sporculara 10 dk jog sonrası statik ve

dinamik germeleri içeren bir ısınma protokolü uygulanmıştır (Ayala ve diğerleri, 2017). Çalışma grubunda yer alan sporculara uygulama programı hafta içi salı-çarşamba-perşembe günleri hemen ısınma protokolü sonrası uygulanmış ve sporcular stardart futbol antrenmanlarına devam etmişlerdir (Korkmaz ve Çamlıgüney, 2022). Antrenman programı; skuat, sağ öne lunge, sol öne lunge, sağ yana lunge ve sol yana lunge olmak üzere 5 hareketten meydana gelmiştir. Hareketler 6 tekrar ve 4 setten oluşmuştur. Setler arası dinlenme 3 dakika olarak belirlenmiştir (Picerno, 2017).

3.4. Araştırmanın Hipotezleri

H₁: Uygulanacak olan isoinertial kuvvet antrenmanlarının futbol sporcularında H/Q oranları üzerinde olumlu yönde etkiler yaratacağı varsayılmaktadır.

H₂: Uygulanacak olan isoinertial kuvvet antrenmanlarının futbol sporcularında top sürme becerileri üzerinde olumlu yönde etkiler yaratacağı varsayılmaktadır.

H₃: Uygulanacak olan isoinertial kuvvet antrenmanlarının futbol sporcularının dinamik dengeleri üzerinde olumlu yönde etkiler yaratacağı varsayılmaktadır.

3.5. Araştırmanın Varsayımları

Araştırmaya katılan amatör takımların altyapılarında u-16 kategorisinde futbol oynayan adölesan sporcuların evreni temsil ettiği varsayılmıştır.

Araştırmaya katılan sporcuların çalışma hakkında gerekli bilgilerin yeterli düzeyde açıklandığı varsayılmıştır.

Araştırmada en uygun istatistik yönteminin uygulandığı varsayılmıştır.

Araştırma konusu ile ilgili yapılan literatür taraması sonucunda elde edilen bilgilerin objektifliği yansıttığı varsayılmıştır.

3.6. Araştırmanın Sınırlılıkları

Araştırma sadece İstanbul Anadolu yakasında yer alan futbol takımlarının sporcuları ile sınırlıdır.

3.7. Veri Toplama Yöntemi

Araştırma, katılım kriterine uygunluğu tespit edilen amatör takımların altyapılarında u-16 kategorisinde futbol oynayan adölesan sporcular üzerinden gerçekleştirilmiştir. 6 haftalık isoinertial antrenman programı ve son testler uygulanmıştır.

Testler kapsamında sporcuların antropometrik ölçümleri, y balans denge ölçümleri ve bacak kuvveti ölçümleri alınmıştır. Uygulama grubuna; sürtünme kuvvetinin olmaması nedeniyle konsantrik ve eksantrik fazların enerjisini aynı tutan ve çok düşük bir metabolik maliyetle büyük bir eksantrik efora olanak tanıyan, oyuncak yo-yo mekanizmasını simüle eden volan teknolojisi ile her tekrarda direnç aşırı yüklerini düzenleme olanağıyla konsantrik ve eksantrik kas hareketleri sırasında sınırsız doğrusal direnç yüklerine izin veren isoinertial cihaz ile 6 hafta süresince haftada 3 gün, ısınma programının arkasından 10-12 dk süresince uygulanacaktır.

6 haftalık antrenman programının ardından son testler aynı ekip tarafından, aynı yerde, aynı ortamda, aynı ölçüm cihazları ile gerçekleştirilecektir. Çalışma ön testler, çalışma grubuna uygulanacak olan 6 haftalık izoinersiyal antrenman programı ve son testler olarak planlanmıştır. Kontrol grubunu oluşturan sporcular geleneksel antrenman programlarına devam etmişlerdir. Çalışma başlangıçta ön test verilerinin belirlenen 6 haftalık antrenman süresinden önce ve son test verilerinin uygulanan antrenman programı sonrasında alınmasını içermektedir. Bu sayede uygulanacak olan hamstring kuvvet antrenmanlarının çalışma grubu üzerinde yarattığı etkiyi ölçümlemeyi hedeflemektedir. Çalışma grubu adölesan dönemdeki futbol sporcularının belirlenmiş olan dinamik denge, top sürme becerisi ve şut hızı değerlerinin ölçümlenmesini içermektedir.

3.7.1. Araştırmada Kullanılan Ölçüm ve Testler

Araştırmada 6 haftalık antrenman programının katılımcılar üzerindeki etkisini değerlendirmek amacıyla antrenman programı öncesi ve sonrasında bazı antropometrik ölçümler ve fiziksel performans testleri yapılmıştır.

3.7.1.1. Antropometrik ölçümler

Antropometrik ölçümler kapsamında sporcuların boy ve kilo ölçümleri alınarak vücut kütle indeksleri belirlenmiştir. Boy ölçümü testi için düz bir duvarda sabit bir şekilde duran mezurayla düzenek kurulmuştur. Katılımcıların topukları ve ayakuçlarını birleştirerek yaklaşık 60 derecelik bir açıda tutup dik pozisyonda beklemeleri istenmiş ve ölçüm esnasında cetvel verteks üzerine yerleştirilmiş olup çıplak ayaklarıyla ve dik bir biçimde dururken ölçümler alınmıştır.

Vücut ağırlığı, Felix marka, 150 kg. ve 0.1 hassasiyet de ölçüm yapan dijital baskül ile ölçülmüştür. Katılımcılar üzerlerinde şort, tişört ve ayakları çıplak şekilde ölçümler alınmış ve değerler kg cinsinden kaydedilmiştir (Kocadağ, 2014). Sporcuların vücut kütle

indeksleri vücut ağırlığı (kg) / boy² (m) formülü kullanılarak hesaplanmıştır.

3.7.1.2. Dinamik denge: Y-balans denge testi

Y Balans denge testi, tek bacakla sırayla öne, arkaya içeriye ve arkaya dışarıya uzanmaların gerçekleştirildiği ve yıldız testi olarak da biline Star Excursion Balance Test'in kısaltılmış bir uyarlamasıdır (Xixirry ve diğerleri, 2019).

Bu test sırasında sporcular test bataryasının ortasında bulunan plakasında tek ayak üzerinde durarak diğer bacakları ile sırasıyla yukarıda belirtilen üç yöne uzanacaklardır. Daha sonra bacak değiştirerek diğer bacakları ile uzanacaklardır. Test 2 kez gerçekleştirilecek ve en iyi değerler kaydedilecektir. Aşağıdaki durumlar gerçekleştiğinde test durdurularak tekrar yapılmıştır;

- Plaka üzerindeki ayakta denge bozulduğunda
- Uzanma sırasında uzanma tahtasına şiddetli temas edilirse veya basarak denge sağlandığında
- Uzanma sırasında yere basılıp denge sağlandığında

Bileşik normalleştirilmiş uzanma mesafesi, sağ ve sol bacaklar için ayrı ayrı için (öne + arkaya içeriye + arkaya dışarıya)/(3 x ekstremité uzunluğu) x 100 olarak hesaplandı (Lisman ve diğerleri, 2018).

3.7.1.3. Alt ekstremité kas kuvveti ölçümü

Kuadriseps ve hamstring kas gruplarının ölçümleri el dinamometresi (DynaMo, VALD Performance) ile gerçekleştirilmiştir. Katılımcılar ilk olarak uygulama konusunda bilgilendirilmiş ve cihaz kullanılmadan uygulayıcının eli ile uyguladığı kuvvete karşı direnç göstererek kas gruplarının submaksimal kasılması sağlanmıştır. Katılımcıların Kuadriseps kas kuvveti 90° oturma pozisyonunda fleksiyonda eller göğüslerinde konumlanacak şekilde ve destek almaları önlenerek şekilde ölçülmüştür. El dinamometresi, ölçüm esnasında ayak bileğinin ön yüzeyinde olacak şekilde maksimal kas kuvveti ölçülmüştür (De Vroey ve diğerleri, 2019). Hamstring kuvvet ölçümü ise katılımcılar yüz üstü yatarlarken kalçaları 90° diz fleksiyonunda iken el dinamometresi, ayak bileklerinin proksimal arka yüzeyine yerleştirilerek gerçekleştirilmiştir (Leporace ve diğerleri, 2020).

3.7.1.4. İsoinertial antrenman yükünün belirlenmesi

Çalışma grubunda yer alan sporculara, isoinertial antrenman cihazında skuat egzersizi esnasında bellerinde yer alan kemerdeki kuvvet ölçer sensör (PowrLink Loadcell) ile, maksimal eksantrik fazdaki kuvvet yüklerine göre ağırlık çarkları belirlenmiş ve daha sonraki çalışma esnasında tespit edilen maksimal yüklerinin %80 şiddetlerine denk gelen ağırlık çarklarıyla uygulama yapmışlardır (Martinez-Aranda ve Fernandez- Gonzalo, 2017).

3.8. İstatistiksel Analiz

Elde edilen verilerin istatistiksel analizleri SPSS 22 ve paket programı kullanılarak yapılmıştır. Verilerin normal dağılım gösterdiği gözlemlenmiştir. Çalışma ve Kontrol Gruplarının grup içi karşılaştırılmasında parametrik testlerden Paired Samples Test (ikili eşleştirme) ve gruplar arası karşılaştırmalarda Independent Samples T Test uygulanmıştır. Anlamlılık değeri $p<0,05$ olarak kabul edilmiştir. Verileri değerlendirilirken tanımlayıcı olarak sayı, yüzde, ortalama ve standart sapma değerleri kullanılmıştır.

BÖLÜM 4

BULGULAR

4.1. Çalışma Grubu ve Kontrol Grubu Tanımlayıcı İstatistikler

Tablo 1. Çalışma Grubu Tanımlayıcı Tablo

					Standart
	N	Minimum	Maksimum	Ortalama	Sapma
Yaş (yıl)	24	14,000	16,000	15,042	0,690
Boy (m)	24	1,600	1,840	1,717	0,064
Vücut Ağırlığı (kg)	24	44,00	82,00	58,934	9,717
Vücut Kütle İndeksi (kg/m ²)	24	15,581	25,991	19,878	2,425
Bacak Uzunluğu (cm)	24	73,000	88,000	79,500	4,568
Sağ Komposit Ön Test (%)	24	67,490	110,965	81,492	10,878
Sağ Komposit Son Test (%)	24	73,485	115,789	89,164	10,732
Sağ Komposit Değişim Farkı (%)	24	2,551	18,919	9,634	4,127
Sol Komposit Ön Test (%)	24	68,724	113,596	84,862	10,878
Sol Komposit Son Test (%)	24	73,563	120,614	91,553	11,651
Sol Komposit Değişim Farkı (%)	24	3,286	15,196	7,917	2,668
Sağ Kuad Ön Test (N)	24	414,000	965,000	642,917	146,588
Sağ Kuad Son Test (N)	24	545,000	1204,000	742,292	158,398
Sağ Kuad Değişim Farkı (%)	24	1,471	35,024	16,348	9,998
Sağ Hamst Ön Test (N)	24	139,000	941,000	421,083	192,961
Sağ Hamst Son Test (N)	24	321,000	932,000	512,708	157,178
Sağ Hamst Değişim Farkı (%)	24	-0,956	147,647	33,481	39,944
Sol Kuad Ön Test (N)	24	258,000	849,000	552,542	151,735
Sol Kuad Son Test (N)	24	523,000	1087,000	664,250	130,289
Sol Kuad Değişim Farkı (%)	24	-10,245	128,897	26,894	34,893
Sol Hamst Ön Test (N)	24	107,000	638,000	324,333	152,081
Sol Hamst Son Test (N)	24	338,000	897,000	487,333	133,984
Sol Hamst Değişim Farkı (%)	24	2,347	275,701	77,735	28,175
Sol Hamst/Kuad Ön Test (%)	24	0,259	0,936	0,572	0,186
Sol Hamst/Kuad Son Test (%)	24	0,573	0,926	0,728	0,095
Sağ Hamst/Kuad Ön Test (%)	24	0,234	0,994	0,643	0,199
Sağ Hamst/Kuad Son Test (%)	24	0,400	0,985	0,695	0,156
Sağ/Sol Hamst Oranı Ön Test (%)	24	0,710	3,699	1,498	0,814
Sağ/Sol Hamst Oranı Son Test (%)	24	0,599	1,328	1,061	0,181

Tablo 1. (Devamı)

Sağ/Sol Kuad Oranı Ön Test (%)	24	0,741	0,986	0,865	0,073
Sağ/Sol Kuad Oranı Son Test (%)	24	0,939	1,500	1,120	0,136
Sol Hamst/Kuad Değişim Farkı (%)	24	-0,075	1,609	0,398	0,162
Sağ Hamst/Kuad Değişim Farkı (%)	24	-0,139	0,977	0,144	0,030

N: Sayı, m: metre, kg:kilogram, cm:santim, N:Newton, Hamst: Hamstring, Kuad:Kuadriseps, %:Yüzde

Tablo 1’de Çalışma Grubunda yer alan sporcuların tanımlayıcı verileri yer almaktadır, buna göre katılımcıların yaşları $15,04 \pm 0,69$ yıl, boyları $1,71 \pm 0,06$ m, vücut ağırlıkları $58,93 \pm 9,71$ kg, vücut kütle indeksleri $19,87 \pm 2,42$ kg/m², bacak uzunluğu $79,9 \pm 4,56$ cm, sağ komposit ön test $81,49 \pm 10,87$ %, sağ komposit son test $89,16 \pm 10,73$ %, sağ komposit değişim farkı $9,63 \pm 4,12$ %, sol komposit ön test $84,86 \pm 10,87$ %, sol komposit son test $91,55 \pm 11,65$ %, sol komposit gelişim farkı $7,91 \pm 2,66$ %, sağ kuadriseps ön test $642,91 \pm 146,58$ N, sağ kuadriseps son test $742,29 \pm 158,39$ N, sağ kuadriseps değişim farkı $16,34 \pm 9,98$ %, sağ hamstring ön test $421,08 \pm 192,96$ N, sağ hamstring son test $512,70 \pm 157,17$ N, sağ hamstring değişim farkı $33,48 \pm 39,94$ %, sol kuadriseps ön test $552,54 \pm 151,73$ N, sol kuadriseps son test $664,25 \pm 130,28$ N, sol kuadriseps değişim farkı $26,89 \pm 34,89$ %, sol hamstring ön test $324,33 \pm 152,08$ N, sol hamstring son test $487,33 \pm 133,98$ N, sol hamstring değişim farkı $77,73 \pm 28,17$ %, sol hamstring/kuadriseps oranı ön test $0,57 \pm 0,18$ %, sol hamstring/kuadriseps oranı son test $0,72 \pm 0,09$ %, sağ hamstring/kuadriseps oranı ön test $0,64 \pm 0,19$ %, sağ hamstring/kuadriseps oranı son test $0,69 \pm 0,15$ %, sağ/sol hamstring oranı ön test $1,49 \pm 0,81$ %, sağ/sol hamstring oranı son test $1,06 \pm 0,18$ %, sağ/sol kuadriseps oranı ön test $0,86 \pm 0,07$ %, sağ/sol kuadriseps oranı son test $1,12 \pm 0,13$ %, sol hamstring/kuadriseps değişim farkı $0,39 \pm 0,16$ %, sağ hamstring/kuadriseps değişim farkı $0,144 \pm 0,03$ % olarak tespit edilmiştir.

Tablo 2. Kontrol Grubu Tanımlayıcı Tablo

					Standart
	N	Minimum	Maksimum	Ortalama	Sapma
Yaş (yıl)	27	14,000	16,000	15,148	0,718
Boy (m)	27	1,570	1,830	1,692	0,065
Vücut Ağırlığı (kg)	27	44,5	60,5	59,77	5,814
Vücut Kütle İndeksi (kg/m²)	27	16,345	26,758	20,938	2,345
Bacak Uzunluğu (cm)	27	69,000	90,000	78,074	5,427
Sağ Komposit Ön Test (%)	27	62,452	98,734	81,852	10,125

Tablo 2. (Devamı)

Sağ Komposit Son Test (%)	27	65,517	101,316	83,962	10,019
Sağ Komposit Değişim Farkı (%)	27	-5,128	7,732	2,696	3,499
Sol Komposit Ön Test (%)	27	63,985	101,316	84,234	9,631
Sol Komposit Son Test (%)	27	64,751	103,070	85,636	9,475
Sol Komposit Değişim Farkı (%)	27	-6,220	7,407	1,763	3,324
Sağ Kuad Ön Test (N)	27	418,000	872,000	627,926	128,264
Sağ Kuad Son Test (N)	27	450,000	843,000	662,185	122,244
Sağ Kuad Değişim Farkı (%)	27	-5,752	21,272	6,160	8,601
Sağ Hamst Ön Test (N)	27	206,000	862,000	394,630	146,936
Sağ Hamst Son Test (N)	27	208,000	856,000	424,556	136,462
Sağ Hamst Değişim Farkı (%)	27	-16,389	87,189	10,179	18,917
Sol Kuad Ön Test (N)	27	253,000	869,000	517,667	148,265
Sol Kuad Son Test (N)	27	330,000	797,000	560,778	117,499
Sol Kuad Değişim Farkı (%)	27	-11,738	54,150	11,976	19,866
Sol Hamst Ön Test (N)	27	107,000	813,000	275,296	165,405
Sol Hamst Son Test (N)	27	125,000	810,000	338,111	140,526
Sol Hamst Değişim Farkı (%)	27	-9,545	257,143	44,142	72,704
Sol Hamst/Kuad Ön Test (%)	27	0,221	1,124	0,522	0,231
Sol Hamst/Kuad Son Test (%)	27	0,213	1,056	0,603	0,190
Sağ Hamst/Kuad Ön Test (%)	27	0,258	0,989	0,628	0,169
Sağ Hamst/Kuad SonTest (%)	27	0,258	1,015	0,640	0,146
Sağ/Sol Hamst Oranı Ön Test (%)	27	0,740	3,516	1,711	0,760
Sağ/Sol Hamst Oranı Son Test (%)	27	0,651	3,208	1,368	0,529
Sağ/Sol Kuad Oranı Ön Test (%)	27	0,825	1,061	0,948	0,075
Sağ/Sol Kuad Oranı Son Test (%)	27	0,830	1,982	1,207	0,245
Sol Hamst/Kuad Değişim Farkı (%)	27	-0,227	1,693	0,260	0,474
Sağ Hamst/Kuad Değişim Farkı (%)	27	-0,285	0,623	0,041	0,167

N: Sayı, m: metre, kg:kilogram, cm:santim, N:Newton, Hamst: Hamstring, Kuad:Kuadriseps, %:Yüzde

Tablo 2’de kontrol grubunda yer alan sporcuların tanımlayıcı verileri yer almaktadır, buna göre katılımcıların yaşları $15,14 \pm 0,71$ yıl, boyları $1,69 \pm 0,06$ m, vücut ağırlıkları $59,77 \pm 5,81$ kg, vücut kütle indeksleri $20,93 \pm 2,34$ kg/m², bacak uzunluğu $78,02 \pm 5,47$ cm, sağ komposit ön test $81,85 \pm 10,12$ %, sağ komposit son test $83,96 \pm 10,01$ %, sağ komposit değişim farkı $2,69 \pm 3,49$ %, sol komposit ön test $84,23 \pm 9,63$ %, sol komposit son test $85,63 \pm 9,47$ %, sol komposit gelişim farkı $1,76 \pm 3,32$ %, sağ kuadriseps ön test $627,92$

$\pm 128,26$ N, sağ kuadriseps son test $662,18 \pm 122,24$ N, sağ kuadriseps değişim farkı $6,16 \pm 8,16$ %, sağ hamstring ön test $394,63 \pm 146,93$ N, sağ hamstring son test $424,55 \pm 136,46$ N, sağ hamstring değişim farkı $10,17 \pm 18,91$ %, sol kuadriseps ön test $517,66 \pm 148,26$ N, sol kuadriseps son test $560,77 \pm 117,49$ N, sol kuadriseps değişim farkı $11,97 \pm 19,86$ %, sol hamstring ön test $275,29 \pm 165,40$ N, sol hamstring son test $338,11 \pm 140,52$ N, sol hamstring değişim farkı $44,14 \pm 72,70$ %, sol hamstring/kuadriseps oranı ön test $0,52 \pm 0,23$ %, sol hamstring/kuadriseps oranı son test $0,60 \pm 0,19$ %, sağ hamstring/kuadriseps oranı ön test $0,62 \pm 0,16$ %, sağ hamstring/kuadriseps oranı son test $0,64 \pm 0,14$ %, sağ/sol hamstring oranı ön test $1,71 \pm 0,76$ %, sağ/sol hamstring oranı son test $1,36 \pm 0,52$ %, sağ/sol kuadriseps oranı ön test $0,94 \pm 0,07$ %, sağ/sol kuadriseps oranı son test $1,20 \pm 0,24$ %, sol hamstring/kuadriseps değişim farkı $0,26 \pm 0,47$ %, sağ hamstring/kuadriseps değişim farkı $0,04 \pm 0,16$ % olarak tespit edilmiştir.

4.2. Çalışma Grup İçi ve Kontrol Grup İçi Karşılaştırma İstatistikleri

Tablo 3. Çalışma ve Kontrol Gruplarının Ön ve Son Test Sonuçlarının Karşılaştırılması

	F	t	df	P	Ağırlıklı Ortalama	Standart hata	95% CoF	
							Alt	Üst
KG-Sağ H/K ÖT-ST	6,24	2,93	49,00	0,27	0,13	0,04	0,04	0,21
KG-Sol H/K ÖT-ST	1,04	1,31	49,00	0,32	0,06	0,04	-0,03	0,14
KG-Sağ/Sol H Oranı ÖT-ST	8,83	-2,71	49,00	0,09	-0,31	0,11	-0,54	-0,08
KG-Sağ/Sol K Oranı ÖT-ST	2,98	-1,54	49,00	0,13	-0,09	0,06	-0,20	0,03
KG- Y Balans Sağ ÖT-ST	4,21	2,34	49,00	0,12	0,72	0,18	0,09	0,12
KG- Y Balans Sol ÖT-ST	3,24	1,88	49,00	0,18	0,58	0,11	0,06	0,15
ÇG-Sağ H/K ÖT-ST	4,68	1,88	49,00	0,01*	0,07	0,06	0,05	0,29
ÇG-Sol H/K ÖT-ST	1,42	0,28	49,00	0,04*	0,01	0,08	-0,09	0,20
ÇG-Sağ/Sol H Oranı ÖT-ST	0,09	-0,97	49,00	0,12	-0,21	0,22	-0,66	-0,07
ÇG-Sağ/Sol K Oranı ÖT-ST	0,34	-3,95	49,00	0,09	-0,08	0,02	-0,12	-0,06
ÇG- Y Balns Sağ ÖT-ST	2,27	1,89	49,00	0,01*	0,49	0,18	0,01	0,05
ÇG- Y Balns Sol ÖT-ST	2,21	1,36	49,00	0,04*	0,21	0,09	0,04	0,17

$p < 0,05^*$, KG: Kontrol Grubu ÇG: Çalışma Grubu df: serbestlik derecesi, CoF: Güven aralığı, H: Hamstring, K: Kuadriseps ÖT: Ön test ST: Son Test

Tablo 3’de Çalışma ve Kontrol Gruplarının ön ve son test sonuçlarının karşılaştırılması yapılmıştır, elde edilen sonuçlar doğrultusunda KG sporcularında ön ve son test parametrelerinde istatistiksel olarak farklılığa rastlanmazken ($p > 0,05$), ÇG sporcularında Sağ bacak H/K ($p = 0,01$), sol bacak H/K ($p = 0,04$), Sağ bacak Y balans ($p = 0,01$)

ve Sol bacak Y balans ($p=0,04$) parametrelerinde istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar bulunmuştur ($p<0,05$).

4.3. Çalışma Grubu ve Kontrol Grupları Arası Farklarının Karşılaştırmalarının Analizi

Tablo 4. Çalışma ve Kontrol Grupları Değişim Farkları Tablosu

	f	t	df	p
Y-balans Sağ Değişim Farkı	,306	6,497	49	0,000*
Y- balans Sol Değişim Farkı	,584	7,231	49	0,02*
Sağ K Değişim Farkı	,261	3,912	49	0,000*
Sağ H Değişim Farkı	7,339	2,711	49	0,000*
Sol K Değişim Farkı	2,469	1,903	49	0,04*
Sol H Değişim Farkı	,220	1,590	49	0,01*
Sol H/K Değişim Farkı	,136	1,046	49	0,301
Sağ H/K Değişim Farkı	5,225	1,536	49	0,131

$p<0,05^*$, df=serbestlik derecesi, H: Hamstring, K=Kuadriseps

Tablo 4 'de çalışma ve kontrol grubunda yer alan sporcuların ön ve son testlerinin gruplar arası değişim farkları incelenmiştir, buna göre y-balans sağ bacak değişim farkı ($p=0,00$), y- balans sol bacak değişim farkı ($p=0,02$), sağ bacak kuadriseps değişim farkı ($p=0,00$), sağ bacak hamstring değişim farkı ($p=0,00$), sol bacak kuadriseps değişim farkı ($p=0,04$) ve sol bacak hamstring değişim farkı ($p=0,01$) parametrelerinde çalışma grubunda yer alan sporcular lehinde istatistiksel olarak anlamlı gelişme tespit edilirken ($p<0,05$), grupların sol bacak ve sağ bacak H/K oranlarının gruplar arası değişim farkları arasında istatistiksel olarak anlamlı değişim bulunmamıştır ($p>0,05$).

BÖLÜM 5

TARTIŞMA VE SONUÇ

Futbol, genç nesil arasında dünyanın en popüler takım sporlarından biridir ve her yıl gençlik sektörünü geliştirmek için 735'ten fazla proje düzenlenmektedir (Mangion, 2017). Literatürde elit seviyelerde oynayan oyuncuların elit olmayan kategorilerde oynayan genç oyunculara kıyasla daha iyi bir hız ve güç seviyesine sahip olmasını gerektirdiği belirtilmiştir (Rebello ve diğerleri, 2014). Yapılan çalışmalar elit ve elit olmayan futbol oyuncuları arasında 15 m'lik bir sprintte 0,12 saniyelik bir fark ($2,44 \pm 0,07$ cm'ye karşı $2,56 \pm 0,12$ saniye) ve ayakta dikey sıçramada 5 cm'lik bir fark ($55,80 \pm 5,82$ cm'ye karşı $50,21 \pm 7,58$ cm) olduğunu göstermiştir ve bu da futbolda hız ve gücün temel önemini doğrulamaktadır (Reilly, 2000).

Bu farklılıklar, müsabaka esnasında, topu ele geçirmek için kısa sprintler, hareket yönünü değiştirme, müdahalelerde bulunma, oyuncuları tutma ve ayrıca duran toplar ve serbest vuruşlar sırasında topa kafayla vurma gibi çeşitli durumlarda önemli hale gelir (Rebello ve diğerleri, 2014). Özellikle genç elit seviyesinde hızı ve gücü geliştirmenin bir yolu kuvvet antrenmanıdır (Sander ve diğerleri, 2013).

Hem kuvvet açıları hem de bu açılarda üretilen güçte yüksek düzeyde dinamik uyum sağlaması nedeniyle, squat ve lunge egzersizleri birçok kuvvet ve kondisyon antrenörü tarafından hız ve güç bileşenlerini geliştirmek için kullanılan en yaygın kuvvet egzersizlerinden biridir (Hunter ve diğerleri, 2005; Mero ve diğerleri, 1992; Alves ve diğerleri, 2010). Farklı ekipmanlar kullanılarak, aynı squat hareketi izotonik bir hareket (barbell back squat) veya sunulan çalışmadaki gibi isoinertial bir hareket (volan squat) olabilir (Norrbrand ve diğerleri, 2011).

Sporcunun hareketleri sırasında dönen volanların ataletini kullanan isoataletsel bir cihaz tarafından oluşturulan eksantrik aşırı yüklerin uygulanmasına dayanan ve her tekrarda oluşan direncin aşırı yüklerini düzenleme olanağıyla, konsantrik ve eksantrik kas hareketleri sırasında sınırsız doğrusal direnç yüklerine izin veren egzersizlerden oluşan 6 haftalık isoinertial antrenman programı ile sporcuların dinamik dengeleri ve bacak kuvvetleri üzerindeki etkilerini ölçmek hedefleyen çalışmada elde edilen veriler doğrultusunda grupların ön ve son testlerinin değerlendirilmesinde, el dinamometresi kullanılarak yapılan izole kuvvet ölçümleri sonuçları doğrultusunda KG sporcularında ön ve son test parametrelerinde istatistiksel olarak farklılığa rastlanmazken ($p>0,05$), ÇG sporcularında

Sağ bacak H/K($p=0,01$) ve sol bacak H/K ($p=0,04$) değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı gelişme tespit edilmiştir ($p<0,05$).

KG sporcuları lehinde olan bu farkın ÇG yer alan sporculara uygulanan antrenman programı neticesinde yakın değerlere ulaştığı ve son testlerde gruplar arası istatistiksel farklılığa rastlanmadığı görülmüştür ($p>0,05$). Çalışma grubuna uygulanan antrenman programının ön ve son testler karşılaştırıldığında hamstring kas grubu ile birlikte kuadriseps kas grubu üzerinde de Kontrol Grubunda yer alan ve sadece standart futbol antrenmanları yapan sporculara oranla daha iyi gelişim gösterdiği ortaya koyulmuştur. El dinamometresi kullanılarak alınan ölçümlerin literatürde yaygın olarak geçerliği ve güvenilirliği hakkında araştırmalar yapılmıştır. Bunlardan birisinde Kittelson ve diğerleri, (2021), elde taşınabilir dinamometrenin total diz artroplastisi öncesi ve sonrası hastalarda kuadriseps kuvvetinin izlenmesinde umut vadeden bir araç olduğunu gösterirlerken, Baron ve diğerleri, (2024), sağlıklı yetişkinlerde değişen kas uzunluklarında diz kas gücünü ölçmek için klinik ortamda bir el dinamometresinin kullanımı desteklenmekte olduğunu, ancak uzatılmış pozisyondaki (kalça fleksiyonda ve diz uzatılmış) hamstringler için desteklenmediğini, bu sonuçların spora özgü popülasyonlarda doğrulanması gerektiğini bildirmişlerdir (Baron ve diğerleri, 2024).

Grupların kendi içlerinde ön ve son testleri arasındaki değişim farkları incelendiğinde y-balans sağ bacak kompozit ($p=0,00$), y-balans sol bacak kompozit ($p=0,00$), sağ bacak K ($p=0,00$) ve sağ bacak H ($p=0,09$) parametrelerinde çalışma grubunda yer alan sporcular lehinde istatistiksel olarak anlamlı gelişme tespit edilirken ($p<0,05$), diğer parametrelerde istatistiksel olarak anlamlı değişim bulunmamıştır ($p>0,05$). Çalışma ve kontrol grubunda yer alan sporcuların ön ve son testlerinin değişim farklarının gruplar arası değişim farkları incelenmiştir, buna göre sağ bacak kuadriseps değişim farkı ($p=0,00$), sağ bacak hamstring değişim farkı ($p=0,00$), sol bacak kuadriseps değişim farkı ($p=0,04$) ve sol bacak hamstring değişim farkı ($p=0,01$) parametrelerinde çalışma grubunda yer alan sporcular lehinde istatistiksel olarak anlamlı gelişme tespit edilirken ($p<0,05$), grupların sol bacak ve sağ bacak H/K oranlarının gruplar arası değişim farkları arasında istatistiksel olarak anlamlı değişim bulunmamıştır ($p>0,05$).

Uygulanan antrenman programının kuvvet parametreleri ile birlikte sporcuların özellikle hamstring kas grubu üzerindeki iyileştirmelerle birlikte sporcuların gerek hamstring gerekse de kuadriseps kasları üzerinde etkili sonuçlar verdiği görülmektedir, hamstring/kuadriseps (H/K) kas dengesini ise daha iyi sağladığı fakat bu durumun

istatistiksel olarak anlam kazanmadığı görülmektedir, elde edilen bunsonucun katılımcı sayısının az olması veya çalışma süresinin kısa tutulması ile ilgili olduğu söylenebilir, fakat her iki bacakta elde edilen kas kuvvetinin sporcularda dizin stabilitesini sağlayarak daha iyi bir denge durumuna yol açtığı söylenebilir.

Çalışmamızda uygulanan eksantrik antrenman, kasların uzama fazında kuvvet üretme yeteneğini geliştirir ve bu antrenman türünün H/K oranı ile dinamik denge üzerine önemli etkileri vardır. H/K oranı, hamstring kaslarının kuvvetinin kuadriseps kaslarına oranını ifade eder ve diz eklemının stabilitesi ile yaralanma riskinin belirlenmesinde kritik bir ölçüttür (Croisier ve diğerleri, 2008). Optimal bir H/K oranı, hamstringlerin kuadrisepslere oranla yeterli kuvvete sahip olmasını gerektirir ve bu denge, özellikle ön çapraz bağ (ACL) yaralanmalarının önlenmesinde önemli bir rol oynar (Hewett ve diğerleri, 2006). Sunulan çalışmada da isoinertial cihaz kullanılarak gerçekleştirilen eksantrik antrenmanlar yoluyla özellikle hamstring kas grubunda iyileşmeler olduğu bulunmuştur.

Literatürde yer alan ve çalışmamızı destekleyen yayınlardan birisinde Proske ve Morgan (2001), eksantrik antrenmanın, hamstring kaslarının kuvvetini artırarak H/K oranını olumlu yönde etkilediğini, hamstring kaslarının kuvvetini ve dayanıklılığını artırarak, kuadriseps kaslarına kıyasla daha dengeli bir kuvvet oranı sağladığını göstermişlerdir. Bu durumun diz eklemının stabilitesini arttırdığı, özellikle futbolda sıklıkla yer alan ve sportif performansta önemli bir yer tutan, ani duruş, yön değişikliği gibi hareketlerde iyileştirme gösterdiği gibi, özellikle ön çapraz bağ yaralanma riskini azalttığı bildirilmiştir (Coombs ve Garbutt, 2002).

Literatürde yapılan çalışmalar sıklıkla isoinertial antrenmanları diğer antrenman metotları ile karşılaştırıp isoinertial antrenmanların etkisini ortaya koyarken bu görüşün aksine, her iki grubun da aynı yükte (10 tekrar x 3 set) çalıştığı ve izotonik antrenmanları isoinertial antrenmanlar ile karşılaştıran kısa süreli bir çalışmada (haftada 10 hafta-3 seans), izotonik antrenmanların (%18,4), 1RM skuat sırasında üretilen kuvvetinde isoinertial antrenmanlara göre (%6.8) daha büyük bir iyileşme sergilediğini göstermiştir (Higbie ve diğerleri, 1996). Yazarlar kas liflerindeki daha büyük mekanik gerginlik nedeniyle, izoinertial antrenmanın, izotonik antrenmana kıyasla uyuk çevre yüzey alanı üzerinde daha büyük bir etkiye sahip olduğu gösterebilir de izometrik antrenmanın daha etkili olduğu görüşünü savunmuşlardır (Higbie ve diğerleri, 1996). Literatürde yapılan farklı bir çalışmada ise izotonik güç antrenmanına kıyasla isoinertial antrenmanı takiben kas hipertrofisinde önemli ölçüde daha fazla iyileşme olduğu (21%- 5%) bulunmuştur. Yazar bu durumun, katılımcıların farklı cinsiyet ve yaşlarından kaynaklanıyor olabileceğini belirtirler

de kas hipertrofisi için izotonik güç antrenmanına göre isoinertial güç antrenmanının tercih edilmesini önermiştir (Mangion, 2017).

İnsanın denge yeteneğinin temel olarak statik denge yeteneği ve dinamik denge yeteneğinden oluştuğu bilinmektedir (Nikiforov ve diğerleri, 2021) ve denge yeteneği spor becerilerinin geliştirilmesinde önemli faktör olarak yer almaktadır (Kolias ve diğerleri, 2022). Sporcuların diz eklemlerinde yavaş kas kuvveti ile hızlı kas kuvveti arasında anlamlı bir ilişki olduğuna inanılmaktadır; zirve tork değeri ne kadar büyük olursa kas fonksiyonu da o kadar güçlü olur ve vücudun dengeyi koruma yeteneği de o kadar güçlü olur (Romahadi ve diğerleri, 2020).

Kuvvet ve dinamik denge arasındaki ilişkiyi araştıran çalışmalar, kuvvet üretiminin konsantrik (Paterno ve diğerleri, 2009; Thorpe ve Ebersole, 2008) ve izometrik (Muehlbauer ve diğerleri, 2013) bileşenlerine odaklanmış ve şu sonuca varmıştır: kuvvet ve dinamik denge birbirinden bağımsızdır. Ancak çalışmalar, alt ekstremitenin eksantrik kuvvetinin dinamik dengede daha önemli bir rol oynayabileceğini göstermektedir. Örneğin, Norris ve Trudelle-Jackson (2011), yıldız denge testinin (SEBT) alçaltma aşaması sırasında, Vastus Medialis'in yüksek aktivasyon seviyelerini gözlemlemiştir. Bu muhtemelen vücudun kütle merkezine uygulanan kuvvetleri emen, yavaşlatan ve dengeleyen eksantrik kasılmaların bir sonucu olabilir (Earl ve Hertel, 2001).

Çeşitli çalışmalar eksantrik direnç eğitiminin önemli bir önleyici faktör olabileceğini göstermiştir. Hamstring kaslarının eksantrik eğitimi, öncelikle kuadriseps ve hamstring kas grupları arasındaki dengeyi düzelterek hamstring zorlanma yaralanma daha az metabolik maliyet gerektirdiği ve kasları konsantrik hareketlere göre daha ciddi hasara maruz bıraktığı iyi bilinmektedir (LaStayo, 2003).

Sunulan çalışmada eksantrik antrenman programının dinamik dengeyi de geliştirdiği ortaya koyulmuştur. ÇG yer alan sporcuların hem sağ bacak ($p=0,01$) hemde sol bacak ($p=0,04$) ön-son test değişimlerinde istatistiksel olarak anlamlı gelişmeler tespit edilirken ($p<0,05$), elde edilen bu gelişimlerin grupların değişim farklarının gruplararası değerlendirmesinde de ortaya koyulmuştur, buna göre sağ bacak y balans değişim farkları ($p=0,00$) ve sol bacak y balans değişim farklarının ($p=0,02$) çalışma grubunda yer alan sporcular lehinde istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir ($p<0,05$).

Bu duruma eksantrik kasılmaların, kas-tendon ünitesinin esnekliğini ve kuvvetini artırarak, eklemlerin stabilitesini ve hareket kontrolünü iyileştirmesinin yol açtığı bildirilmiştir (Higbie ve diğerleri, 1996). Bu, özellikle sporcularda denge gerektiren hareketlerin daha etkili ve güvenli bir şekilde gerçekleştirilmesini sağlamakla birlikte

dinamik dengenin, hareket sırasında vücudun dengeyi koruma yeteneği olduğu ve sporcuların performansını olumlu yönde geliştirdiği gibi yaralanma riskini doğrudan etkilediği ortaya koyulmuştur (Hrysomallis, 2011).

Çalışmamızda bulduğumuz sonuçları destekleyecek başka bir yayında yazarlar, eksantrik antrenmanın dinamik denge üzerindeki olumlu etkilerinin, hamstringlerin eksantrik kuvvet üretim kapasitesinin artması ile ilişkili olduğunu, güçlü hamstringlerin, diz ekleminin hem fleksiyon hem de ekstansiyon hareketlerinde daha iyi kontrol sağladığını bildirmişlerdir (Croisier ve diğerleri, 2008). Bu da sporcuların ani hareketlerde ve dengesiz pozisyonlarda daha güvenli ve kontrollü bir şekilde hareket etmelerini mümkün kılarak performanslarında iyileşmelere yol açacağı düşünülmektedir.

Literatürde bu konuyla ilgili başka bir yayında eksantrik antrenmanın H/K oranı ve dinamik denge üzerindeki bu olumlu etkilerinin, sporcuların genel performansını arttırdığı ve yaralanma riskini azalttığı bulunmuştur (Mjølsnes ve diğerleri, 2004). Özellikle futbol gibi yüksek performans gerektiren sporlarda, eksantrik antrenman programlarının düzenli olarak uygulanması, sporcuların fiziksel kapasitelerini optimize etmek ve sakatlanma risklerini minimize etmek için önemlidir (Askling ve diğerleri, 2003).

Sonuç olarak, eksantrik antrenmanlar, özellikle hamstring kas grubu üzerinde etkili olmakla birlikte kuadriseps kas grubu üzerinde de etkilidir. Bu gelişim, diz ekleminin stabilitesini artırarak, sporcuların performansını ve güvenliğini optimize eder (Proske ve Morgan, 2001). Sporcuların antrenman programlarına eksantrik egzersizleri dahil etmeleri, hem kas kuvveti ve dayanıklılığını artırmak hem de dinamik dengeyi geliştirmek için kritik öneme sahiptir (Croisier ve diğerleri, 2008).

KAYNAKLAR

- Aagaard, P., Simonsen, E. B., Magnusson, S. P., Larsson, B., ve Dyhre-Poulsen, P. (1998). A new concept for isokinetic hamstring: quadriceps muscle strength ratio. *The American Journal of Sports Medicine*, 26(2), 231-237.
- Arnason, A., Andersen, T. E., Holme, I., Engebretsen, L., ve Bahr, R. (2008). Prevention of hamstring strains in elite soccer: an intervention study. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 18(1), 40-48.
- Askling, C., Karlsson, J., ve Thorstensson, A. (2003). Hamstring injury occurrence in elite soccer players after preseason strength training with eccentric overload. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 13(4), 244-250.
- Ayala, F., Calderón-López, A., Delgado-Gosálbez, J. C., Parra-Sánchez, S., Pomares-Noguera, C., Hernández-Sánchez, S., ve De Ste Croix, M. (2017). Acute effects of three neuromuscular warm-up strategies on several physical performance measures in football players. *PloS one*, 12(1).
- Bangsbo, J. (1994). The physiology of soccer-with special reference to intense intermittent exercise. *Acta Physiologica Scandinavica Supplementum*, 619, 1-155.
- Bangsbo, J., Mohr, M., ve Krstrup, P. (2006). Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football player. *Journal of Sports Sciences*, 24(7), 665-674.
- Bassett, D. R., ve Howley, E. T. (2000). Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 32(1), 70-84.
- Bompa, T. O., ve Haff, G. G. (2009). *Periodization: Theory and Methodology of Training* (5th ed.). Human Kinetics.
- Brown, L. E., ve Whitehurst, M. (2003). The effect of short-term isokinetic training on force and rate of velocity development. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17(1), 88-94.
- Chu, D. A. (1998). *Jumping into plyometrics*. Human Kinetics.
- Coombs, R., ve Garbutt, G. (2002). Developments in the use of the hamstring/quadriceps ratio for the assessment of muscle balance. *Journal of Sports Science & Medicine*, 1(3), 56-62.
- Croisier, J. L., Ganteaume, S., Binet, J., Genty, M., ve Ferret, J. M. (2008). Strength

- imbalances and prevention of hamstring injury in professional soccer players: a prospective study. *The American Journal of Sports Medicine*, 36(8), 1469-1475.
- Çelenk, Ç., Arslan, H., Aktuğ, Z. B., ve Şimşek, E. (2018). The comparison between static and dynamic balance performances of team and individual athletes. *European Journal of Physical Education and Sport Science*.
- Dambroz, F., Clemente, F. M., ve Teoldo, I. (2022). The effect of physical fatigue on the performance of soccer players: A systematic review. *PloS one*, 17(7).
- De Vroey, H., Staes, F., Weygers, I., Vereecke, E., Van Damme, G., ve Hallez, H., (2019). Hip and knee kinematics of the forward lunge one year after unicondylar and total knee arthroplasty. *J Electromyogr Kinesiol*, 48, 24-30.
- Dvir, Z. (2004). *Isokinetics: Muscle Testing, Interpretation, and Clinical Applications*. Churchill Livingstone.
- Earl, J. E., ve Hertel, J. (2001). Lower-extremity muscle activation during the star excursion balance tests. *Journal of Sport Rehabilitation*, 10, 93–104.
- Enoka, R. M. (1996). Eccentric contractions require unique activation strategies by the nervous system. *Journal of Applied Physiology*, 81(6), 2339-2346.
- Escamilla, R. F., Fleisig, G. S., Zheng, N., Barrentine, S. W., ve Andrews, J. R. (1998). Biomechanics of the knee during closed kinetic chain and open kinetic chain exercises. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 30(4), 556-569.
- Fernández, C., ve Goldberg, J. M. (1976). Physiology of peripheral neurons innervating semicircular canals of the squirrel monkey. II. Response to sinusoidal stimulation and dynamics of peripheral vestibular system. *Journal of Neurophysiology*, 39(5), 985-995.
- Fernandez-Gonzalo, R., Lundberg, T. R., Alvarez-Alvarez, L., ve De Paz, J. A. (2014). Muscle damage responses and adaptations to eccentric-overload resistance exercise in men and women. *European Journal of Applied Physiology*, 114(5), 1075-1084.
- FIFA. (2022). Laws of the Game 2022/23. Erişim adresi (2024): <https://www.fifa.com>
- Franchi, M. V., Reeves, N. D., ve Narici, M. V. (2017). Skeletal muscle remodeling in response to eccentric vs. concentric loading: morphological, molecular, and metabolic adaptations. *Frontiers in Physiology*, 8, 447.
- Gamble, P. (2006). *Strength and Conditioning for Team Sports: Sport-Specific Physical Preparation for High Performance*. Routledge.
- Gandevia, S. C., McCloskey, D. I., ve Burke, D. (2002). Proprioception: Peripheral inputs and perceptual interactions. S. C. Gandevia, D. I. McCloskey, ve D. Burke (Eds.),

- Sensorimotor Control of Movement and Posture* (s. 128-134) içinde. Springer.
- Gastin, P. B. (2001). Energy system interaction and relative contribution during maximal exercise. *Sports Medicine*, 31(10), 725-741.
- Goldberg, J. M., Wilson, V. J., ve Cullen, K. E. (2012). *The vestibular system: a sixth sense*. Oxford University Press.
- Gonzalo-Skok, O., Tous-Fajardo, J., Suarez-Arrones, L., Arjol-Serrano, J. L., Casajús, J. A., ve Mendez-Villanueva, A. (2017). Single-leg power output and between-limbs imbalances in team-sport players: Unilateral versus bilateral combined resistance training. *International journal of sports physiology and performance*, 12(1), 106-114.
- Grigg, P. (1994). Peripheral neural mechanisms in proprioception. *Journal of Sport Rehabilitation*, 3(1), 2-17.
- Guyton, A. C., ve Hall, J. E. (2011). *Textbook of Medical Physiology* (12th ed.). Elsevier Saunders.
- Hamill, J., ve Knutzen, K. M. (2009). *Biomechanical Basis of Human Movement* (3rd ed.). Lippincott Williams & Wilkins.
- Hermens, H. J., Freriks, B., Disselhorst-Klug, C., ve Rau, G. (2000). Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 10(5), 361-374.
- Hewett, T. E., Myer, G. D., ve Ford, K. R. (2006). Anterior cruciate ligament injuries in female athletes: Part 1, mechanisms and risk factors. *The American Journal of Sports Medicine*, 34(2), 299-311.
- Higbie, E. J., Cureton, K. J., Warren, G. L., ve Prior, B. M. (1996). Effects of concentric and eccentric training on muscle strength, cross-sectional area, and neural activation. *Journal of Applied Physiology*, 81(5), 2173-2181.
- Hoffman, J. R. (2002). *Physiological Aspects of Sport Training and Performance*. Human Kinetics.
- Hollander, D. B., Kraemer, R. R., Kilpatrick, M. W., Ramadan, Z. G., Reeves, G. V., Francois, M., ve Tryniecki, J. L. (2007). Maximal eccentric and concentric strength discrepancies between young men and women for dynamic resistance exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(1), 34-40.
- Hoppeler, H. (1986). Exercise-induced ultrastructural changes in skeletal muscle. *International Journal of Sports Medicine*, 7(4), 187-204.
- Houk, J., ve Henneman, E. (1967). Responses of Golgi tendon organs to active contractions of the soleus muscle of the cat. *Journal of Neurophysiology*, 30(3), 466-481.

- Hrysomallis, C. (2011). Balance ability and athletic performance. *Sports Medicine*, 41(3), 221-232.
- Julius, D., ve Basbaum, A. I. (2001). Molecular mechanisms of nociception. *Nature*, 413(6852), 203-210.
- Kocadağ, M. (2014). The effects of an eight weeks football workout on the physical and physiological features of students in the 14-16 age group. (Yüksek Lisans Tezi).
- Kolias, P., Stavropoulos, N., Papadopoulou, A., ve Kostakidis, T. (2022). Evaluating basketball player's rotation line-ups performance via statistical markov chain modelling. *Int J Sports Sci Coach*. 17(1), 178-88.
- Komi, P. V. (2003). *Strength and Power in Sport* (2nd ed.). Blackwell Science.
- Korkmaz, H., ve Çamlıgüney, F. (2022). The Effect of Isoinertial Training on Jumping Performance on Young Football Players. *International Journal of Sport Exercise and Training Sciences-IJSETS*, 8(3), 94-102.
- Kraemer, W. J., ve Ratamess, N. A. (2004). Fundamentals of resistance training: progression and exercise prescription. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36(4), 674-688.
- Krustrup, P., Mohr, M., Ellingsgaard, H., ve Bangsbo, J. (2006). Physical demands during an elite female soccer game: importance of training status. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 38(7), 1245-1251.
- LaStayo P.C., Woolf, J. M., Lewek, M. D., Snyder-Mackler, L., Reich, T., ve Lindstedt S. L. (2003). Eccentric muscle 134 G.D.A. Espinosa et al. contractions: their contribution to injury, prevention, rehabilitation, and sport. *J. Orthop Sports Phys Ther*. 33(10), 557-571.
- Lephart, S. M., Pincivero, D. M., Giraldo, J. L., ve Fu, F. H. (1997). The role of proprioception in the management and rehabilitation of athletic injuries. *The American Journal of Sports Medicine*, 25(1), 130-137.
- Leporace, G., Tannure, M., Zeitoune, G., Metsavaht, L., Marocolo, M., ve Souto Maior, A. (2020). Association between knee-to-hip flexion ratio during single-leg vertical landings, and strength and range of motion in professional soccer players. *Sports Biomech*, 19(3), 411-20.
- Lisman, P., Nadelen, M., Hildebrand, E., Leppert, K., ve De la Motte, S. (2018). Functional movement screen and Y-Balance test scores across levels of American football players. *Biology of Sport*, 35(3), 253-260.
- Matthews, P. B. C. (1981). Muscle spindles: their messages and their fusimotor supply.

Comprehensive Physiology, 1011-1049.

- Mjølsnes, R., Arnason, A., Østhagen, T., Raastad, T., ve Bahr, R. (2004). A 10-week randomized trial comparing eccentric vs. concentric hamstring strength training in well-trained soccer players. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 14(5), 311-317.
- Mohr, M., Krustrup, P., ve Bangsbo, J. (2003). Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. *Journal of Sports Sciences*, 21(7), 519-528.
- Muehlbauer, T., Gollhofer, A., ve Granacher, U. (2013). Association of balance, strength, and power measures in young adults. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27, 582–589.
- Neumann, D. A. (2010). *Kinesiology of the Musculoskeletal System: Foundations for Rehabilitation* (2nd ed.). Mosby.
- Newton, R. U., ve Kraemer, W. J. (1994). Developing explosive muscular power: implications for a mixed methods training strategy. *Strength & Conditioning Journal*, 16(5), 20-31.
- Nikiforov, A., Rekovets, A., Galerkin, Y., Petukhov, E., Rekstin, A., Semenovskiy, V., ve diğerleri (2021). Theory and practice of neural networks application to building mathematical model of centrifugal compressor vane diffusers. *IOP Conf Ser: Mater Sci Eng*, 1180(1), 12025.
- Norrbrand, L., Pozzo, M., ve Tesch, P. A. (2010). Flywheel resistance training calls for greater eccentric muscle activation than weight training. *European Journal of Applied Physiology*, 110(5), 997-1005.
- Norris, B., ve Trudelle-Jackson, E. (2011). Hip- and thigh-muscle activation during the star excursion balance test. *Journal of Sport Rehabilitation*, 20, 428–441.
- Paillard, T., ve Noé, F. (2006). Effect of expertise and visual contribution on postural control in soccer. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 16(5), 345-348.
- Paterno, M. V., Schmitt, I. C., Ford, K., ve Hewett, T. (2009). Contribution of lower extremity strength and postural stability to performance on the star excursion balance test. Sports physical therapy section abstracts. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 39, A101.
- Petersen, J., Thorborg, K., Nielsen, M. B., Budtz-Jørgensen, E., ve Hölmich, P. (2007). Preventive effect of eccentric training on acute hamstring injuries in men's soccer: a cluster-randomized controlled trial. *The American Journal of Sports Medicine*, 39(11),

2296-2303.

- Picerno, P. (2017). Good practice rules for the assessment of the force-velocity relationship in isoinertial resistance exercises. *Asian Journal of Sports Medicine*, 8(3).
- Powers, C. M. (2003). The influence of abnormal hip mechanics on knee injury: a biomechanical perspective. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 33(11), 639-646.
- Proske, U., & Morgan, D. L. (2001). Muscle damage from eccentric exercise: mechanism, mechanical signs, adaptation and clinical applications. *The Journal of Physiology*, 537(2), 333-345.
- Proske, U., ve Gandevia, S. C. (2012). The proprioceptive senses: their roles in signaling body shape, body position and movement, and muscle force. *Physiological Reviews*, 92(4), 1651-1697.
- Purves, D., Augustine, G. J., Fitzpatrick, D., Hall, W. C., LaMantia, A.-S., McNamara, J. O., ve White, L. E. (2001). *Neuroscience* (2nd ed.). Sinauer Associates.
- Reilly, T. (1994). *Motion analysis and physiological demands*. T. Reilly (Ed.), Science and soccer (s. 65-81) içinde. London: E & FN Spon.
- Reilly, T. (1996). *Fitness assessment*. T. Reilly (Ed.), Science and Soccer (s. 25-49) içinde. London: E & FN Spon.
- Reilly, T., ve Williams, A. M. (2003). *Science and Soccer* (2nd ed.). Routledge.
- Roca, A., Ford, P. R., ve Memmert, D. (2021). Perceptual-cognitive processes underlying creative expert performance in soccer. *Psychological research*, 85(3), 1146–1155.
- Roig, M., O'Brien, K., Kirk, G., Murray, R., McKinnon, P., Shadgan, B., ve Reid, W. D. (2009). The effects of eccentric versus concentric resistance training on muscle strength and mass in healthy adults: a systematic review with meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 43(8), 556-568.
- Romahadi, D., Anggara, F., Sudarma, A. F., ve Xiong, H. (2020). The implementation of artificial neural networks in designing intelligent diagnosis systems for centrifugal machines using vibration signal. *Sinergi*, 25(1):87-100.
- Shumway-Cook, A., ve Woollacott, M. H. (2001). *Motor Control: Theory and Practical Applications*. Lippincott Williams & Wilkins.
- Stølen, T., Chamari, K., Castagna, C., ve Wisløff, U. (2005). Physiology of soccer: An update. *Sports Medicine*, 35(6), 501-536.
- Stone, M. H., Stone, M., ve Sands, W. A. (2007). *Principles and Practice of Resistance Training*. Human Kinetics.

- Sucan, S., Yılmaz, A., Can, Y., ve Süel, C. (2005). The different balance parameters evaluation of the active soccer players. *Journal of Health Sciences*, 14(1): 36-42.
- Teoldo, I., Guilherme, J., ve Garganta, J. (2022). *Football intelligence: training and tactics for soccer success*. Routledge,
- Tesch, P. A., Ekberg, A., Lindquist, D. M., ve Trieschmann, J. T. (2004). Muscle hypertrophy following 5-week resistance training using a non-gravity-dependent exercise system. *Acta Physiologica Scandinavica*, 180(1), 89-98.
- Thorpe, J. L., ve Ebersole, K. T. (2008). Unilateral balance performance in female collegiate soccer athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22, 1429–1433.
- Tous-Fajardo, J., Maldonado, R. A., Quintana, J. M., Pozzo, M., ve Tesch, P. A. (2006). The flywheel leg-curl machine: offering eccentric overload for hamstring development. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 1(3), 293-298.
- Williams, A. M., ve Reilly, T. (2000). Talent identification and development in soccer. *Journal of Sports Sciences*, 18(9), 657-667.
- Wilmore, J. H., ve Costill, D. L. (1999). *Physiology of Sport and Exercise* (2nd ed.). Human Kinetics.
- Woods, C., Hawkins, R. D., Maltby, S., Hulse, M., Thomas, A., ve Hodson, A. (2004). The football association medical research programme: an audit of injuries in professional football--analysis of hamstring injuries. *British Journal of Sports Medicine*, 38(1), 36-41.
- Xixirry, M. G., Riberto, M., ve Manoel, L. S. (2019). Analysis of y balance test and dorsiflexion lunge test in professional and amateur soccer players. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 25, 490-493.
- Zatsiorsky, V. M., ve Kraemer, W. J. (2006). *Science and Practice of Strength Training* (2nd ed.). Human Kinetics.
- Zech, A., Hübscher, M., Vogt, L., Banzer, W., Hansel, F., ve Pfeifer, K. (2010). Balance training for neuromuscular control and performance enhancement: A systematic review. *Journal of Athletic Training*, 45(4), 392-403.

ÖZGEÇMİŞ

Yener EGEMEN

E-posta Adresi :
ORCID : 0009-0000-9109-7933

EĞİTİM DURUMU

Lisans Öğrenimi :CELAL BAYAR ÜNV.EĞİTİM FAK.SINIF ÖĞR.
Yüksek Lisans Öğrenimi () :
Bildiği Yabancı Diller :

İŞ DENEYİMİ

Çalıştığı Kurumlar ve Yıl : MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI 29.YIL