



**TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**



**TAKIM SPORCULARINDA FRANSIZ KONTRAST METODU
VE PLİOMETRİK EGZERSİZLER İLE UYGULANAN
AKTİVASYON SONRASI POTANSİYASYONUN YÖN
DEĞİŞTİRME PERFORMANSINA ETKİSİNİN BRANŞA VE
CİNSİYETE GÖRE İNCELENMESİ**

Mustafa Can ESER

**BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR ANABİLİM DALI
DOKTORA TEZİ**

DANIŞMAN

Prof. Dr. Dicle ARAS

ANKARA

2025

**TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**TAKIM SPORCULARINDA FRANSIZ KONTRAST METODU
VE PLİOMETRİK EGZERSİZLER İLE UYGULANAN
AKTİVASYON SONRASI POTANSİYASYONUN YÖN
DEĞİŞTİRME PERFORMANSINA ETKİSİNİN BRANŞA VE
CİNSİYETE GÖRE İNCELENMESİ**

Mustafa Can ESER

BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR ANABİLİM DALI

DOKTORA TEZİ

DANIŞMAN

Prof. Dr. Dicle ARAS

ANKARA

2025

ETİK BEYAN

Ankara Üniversitesi

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne,

Doktora Tezi olarak hazırlayıp sunduğum “Takım Sporcularında Fransız Kontrast Metodu ve Pliometrik Egzersizler ile Uygulanan Aktivasyon Sonrası Potansiyasyonun Yön Değiştirme Performansına Etkisinin Branşa ve Cinsiyete Göre İncelenmesi” başlıklı tez; bilimsel ahlak ve değerlere uygun olarak tarafımdan yazılmıştır. Tezimin fikir/hipotezi tümüyle tez danışmanım ve bana aittir. Tezde yer alan deneysel çalışma/araştırma tarafımdan yapılmış olup, tüm cümleler, yorumlar bana aittir. Yukarıda belirtilen hususların doğruluğunu beyan ederim.

Öğrencinin Adı Soyadı: Mustafa Can ESER

Tarih: 02.10.2025

İmza

KABUL VE ONAY

Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü

Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalında

Mustafa Can Eser tarafından hazırlanan

“Takım Sporcularında Fransız Kontrast Metodu ve Pliometrik Egzersizler ile Uygulanan Aktivasyon Sonrası Potansiyasyonun Yön Değiştirme Performansına Etkisinin Branşa ve

Cinsiyete Göre İncelenmesi.” adlı

tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından DOKTORA TEZİ olarak OY BİRLİĞİ ile kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: 02.10.2025

Prof. Dr. Filiz Fatma ÇOLAKOĞLU

Gazi Üniversitesi

Jüri Başkanı

Prof. Dr. Cengiz AKALAN

Ankara Üniversitesi

Raportör

Prof. Dr. Dicle ARAS

Ankara Üniversitesi

Üye

Prof. Dr. Gamze ERİKOĞLU ÖRER

Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi

Üye

Doç. Dr. Hakan KARABIYIK

Ankara Üniversitesi

Üye

Tez hakkında alınan jüri kararı, Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu tarafından onaylanmıştır.

İmza

Prof. Dr. Fügen AKTAN

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ÖZET

Takım Sporcularında Fransız Kontrast Metodu ve Pliometrik Egzersizler ile Uygulanan Aktivasyon Sonrası Potansiyasyonun Yön Değiştirme Performansına Etkisinin Branşa ve Cinsiyete Göre İncelenmesi

Çalışmanın amacı takım sporcularında iki farklı aktivasyon sonrası potansiyasyon (ASP) protokolünün yön değiştirme hızına (YDH) etkisini basketbol, futbol, hentbol, ragbi ve voleybol olmak üzere beş farklı takım sporu branşında cinsiyete göre incelemektir. Çalışmanın araştırma grubunu en az 3 senedir branşında yarışmalara katılan 18 yaşından büyük gönüllü erkek ve kadın futbol, basketbol, voleybol, hentbol ve ragbi sporcuları oluşturmuştur. Veri toplama süreci birinci ve ikinci gün arasında en az 24 saat; ikinci ve üçüncü gün arasında en az 48 saat olacak şekilde her bir katılımcı için 3 gün sürmüştür. Birinci gün katılımcıların boy uzunlukları, vücut kompozisyonları, back skuat egzersizi için 1 tekrar maksimum (1TM) kuvvetleri belirlenmiş ve ardından ASP protokolleri olan Fransız Kontrast Metodu (FKM) ve Pliometrik Egzersiz (PE) protokolleri; yön değiştirme testi olarak kullanılacak olan T-testi protokolleri tanıtılmıştır. İkinci gün ölçümleri sırasıyla şu şekildedir: Katılımcılar önce hafif tempolu koşu ve çeşitli ısınma hareketleri içeren standart ısınma protokolüyle ısınmış, ardından iki defa T-testine katılmış ve en iyi dereceleri YDH ön test derecesi olarak kaydedilmiştir. Ardından ASP uygulaması olarak FKM veya PE protokollerinden biri uygulanmıştır. ASP uygulamasının YDH üzerindeki etkisini belirlemek için, ASP protokolünün bitiminden 1 dakika, 4 dakika, 7 dakika, 10 dakika ve 13 dakika sonra olmak üzere katılımcılar 5 defa daha T-testine katılmıştır. Her bir T-testinin ardından kalp atım hızı (KAH) ve algılanan zorluk derecesi (AZD) değerleri kaydedilmiştir. Üçüncü gün ise sadece ASP uygulaması değiştirilerek ölçümler aynı sıra ile uygulanmıştır. Farklı zaman noktalarında YDH, KAH ve AZD değerleri için ASP protokolü, zaman, branş ve cinsiyet etkileşimleri tekrarlı ölçümlerde ANOVA ile incelenmiştir. Mutlak ve relatif 1TM ile ASP sonrası arasındaki ilişki Pearson korelasyon analizi ile belirlenmiştir. Çalışma bulgularına göre, ASP'nin YDH üzerindeki etkisinin zaman faktörüne bağlı olarak değiştiği ve en yüksek etkinin ön kondisyonlanma aktivitesinden sonraki 4. dakikada ortaya çıktığı belirlenmiştir. Her iki protokolle oluşturulan potansiyasyon etkisinin akut olarak YDH'yi artırdığı, ayrıca FKM'nin PE'ye kıyasla YDH'yi geliştirmede daha etkili olduğu saptanmıştır. Branşlar arasında ASP etkisi açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık görülmezken, erkek sporcuların ASP'ye verdiği yanıtın daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Bu sonuçlar, FKM ve PE'nin akut olarak YDH'yi geliştirmede etkili stratejiler olabileceğini ve ASP uygulama zamanlamasında 4. dakikanın kritik bir pencere sunduğunu ortaya koymaktadır.

Anahtar kelimeler: Aktivasyon sonrası potansiyasyonu, yön değiştirme hızı, takım sporları, fransız kontrast metodu, pliometrik egzersizler

SUMMARY

Investigation of the Effect of Post Activation Potentiation Applied with French Contrast Method and Plyometric Exercises on Change of Direction Performance in Team Athletes According to Branch and Gender

The aim of this study was to examine the effect of two different post-activation potentiation (PAP) protocols on change-of-direction speed (CODS) in team sport athletes, across five different sports (basketball, football, handball, rugby, and volleyball) considering gender differences. The research group consisted of male and female volunteer athletes over 18 years of age who had been competing in their sports for at least three years. The data collection process lasted three days for each participant, with at least 24 hours between the first and second day, and at least 48 hours between the second and third day. On the first day, participants' body height, body composition, and one-repetition maximum (1RM) back squat strength were assessed. They were also familiarized with the PAP protocols—French Contrast Method (FCM) and Plyometric Exercise (PE)—and the T-test protocol, which was used as the COD test. On the second day, the procedure was as follows: participants completed a standardized warm-up protocol including light jogging and various dynamic exercises, then performed the T-test twice, with the best score recorded as the CODS pre-test value. Subsequently, one of the PAP protocols (FCM or PE) was applied. To determine the effect of PAP on CODS, participants performed the T-test again at 1, 4, 7, 10, and 13 minutes after completion of the PAP protocol. After each T-test, heart rate (HR) and rating of perceived exertion (RPE) were recorded. On the third day, the same measurements were repeated, with only the PAP protocol switched. For CODS, HR, and RPE at different time points, $\text{PAP} \times \text{time} \times \text{sport} \times \text{gender}$ interactions were analyzed using repeated-measures ANOVA. The relationships between absolute and relative 1RM and performance gains were examined with Pearson correlation analysis. Findings indicated that the effect of PAP on CODS varied depending on time, with the greatest improvement observed at the 4th minute after the conditioning activity. Both protocols acutely enhanced CODS, but FCM was more effective than PE in improving performance. No significant differences were found between sports, while males exhibited a greater response to PAP than females. These results suggest that FCM and PE are effective acute strategies for improving CODS and that the 4th minute post-PAP represents a critical window for application.

Keywords: Post activation potentiation, change of direction speed, team sports, french contrast method, plyometric exercises

İÇİNDEKİLER

Etik Beyan	ii
Kabul ve Onay	iii
Özet	iv
Summary	v
İçindekiler	vi
Önsöz	ix
Simgeler ve Kısaltmalar	x
Şekiller	xi
Çizelgeler	xii

1. GİRİŞ	1
1.1. Aktivasyon Sonrası Potansiyasyon	2
1.1.1. Aktivasyon Sonrası Potansiyasyonun Fizyolojik Mekanizmaları	3
1.1.1.1. Miyozin Düzenleyici Hafif Zincir Fosforilasyonu	3
1.1.1.2. Motor Ünite Katılımında Artış ve H Refleksi	5
1.1.1.3. Pennasyon Açısı	6
1.1.2. Aktivasyon Sonrası Potansiyasyonu Etkileyen Faktörler	7
1.1.2.1. Antrenman Bileşenleri	7
1.1.2.2. Cinsiyet	8
1.1.2.3. Yaş	10
1.1.2.4. Bireysel Özellikler	10
1.1.2.5. Kas İçi Sıcaklık	12
1.1.3. Yorgunluk ve Aktivasyon Sonrası Potansiyasyon	13
1.1.4. Pliometrik Egzersizler	15
1.1.4.1. Pliometrik Egzersizler ile İlgili Aktivasyon Sonrası Potansiyasyon Çalışmaları	17
1.1.5. Fransız Kontrast Metodu	18
1.1.5.1. Fransız Kontrast Metodu ile İlgili Aktivasyon Sonrası Potansiyasyon Çalışmaları	19
1.2. Yön Değiştirme Hızı	20
1.2.1. Yön Değiştirme Hızını Etkileyen Faktörler	20
1.2.1.1. Yön Değiştirme Hızı ve Teknik Arasındaki İlişki	21
1.2.1.2. Yön Değiştirme Hızı ve Sürat Arasındaki İlişki	22
1.2.1.3. Yön Değiştirme Hızı ve Kuvvet Arasındaki İlişki	23
1.2.1.4. Yön Değiştirme Hızı ve Reaktif Kuvvet Arasındaki İlişki	24
1.2.1.5. Yön Değiştirme Hızı ve Alt Ekstremité Gücü Arasındaki İlişki	25
1.2.2. Yön Değiştirme Hızı ile İlgili Aktivasyon Sonrası Potansiyasyon Çalışmaları	26
1.3. Amaç	27

1.4. Problem Cümlesi	27
1.5. Alt Problemler	27
1.6. Araştırma Denenceleri	28
1.7. Sayıtlar	28
1.8. Sınırlılıklar	28
1.9. Araştırmanın Önemi	28
2. GEREÇ VE YÖNTEM	30
2.1. Araştırma Grubu	30
2.2. Veri Toplama Araçları	31
2.2.1. Boy Uzunluğunun Belirlenmesi	31
2.2.2. Vücut Ağırlığı ve Vücut Kompozisyonunun Belirlenmesi	31
2.2.3. Yön Değiştirme Hızının Belirlenmesi	32
2.2.4. Algılanan Zorluk Derecesinin Belirlenmesi	32
2.2.5. Kalp Atım Hızı	33
2.3. Verilerin Toplanması	34
2.3.1. Çalışma Tasarımı	34
2.3.2. Antropometrik Ölçümler	35
2.3.3. 1 Tekrar Maksimum Skuat Kuvvetinin Belirlenmesi	36
2.3.4. Yön Değiştirme Hızının Belirlenmesi	36
2.3.5. Kalp Atım Hızının Belirlenmesi	37
2.3.6. Algılanan Zorluk Derecesinin Belirlenmesi	38
2.3.7. Standart Isınma Protokolü	38
2.3.8. Fransız Kontrast Metodu Uygulaması	38
2.3.9. Pliometrik Egzersiz Uygulaması	39
2.3.10. Aktivasyon Sonrası Potansiyasyon Protokollerinin Rastgeleliğinin Sağlanması	39
2.4. Verilerin Analizi	40
3. BULGULAR	41
3.1. Tanımlayıcı Bulgular	41
3.2. Aktivasyon Sonrası Potansiyasyonun Yön Değiştirme Hızına Etkisine İlişkin Bulgular	44
3.3. Yorgunluk Bulguları	52
4. TARTIŞMA	54
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	65
KAYNAKLAR	67
EKLER	87
Ek-1 Etik Kurul Raporu	87

Ek-2 Etik Kurul Değişiklik Raporu	88
Ek-3 Laboratuvar ve Salon Kullanım İzni	89
Ek-4 Bilgilendirilmiş Gönüllü Onam Formu	90
Ek-5 Veri Toplama Formu	92



ÖNSÖZ

Bu tez çalışmasının hazırlanma sürecinde bana her zaman yol gösteren, bilgi ve tecrübeleriyle ufkumu genişleten, çalışmam boyunca sabırla ve anlayışla destek veren değerli danışmanım Prof. Dr. Dicle ARAS'a

Bu çalışmanın tamamlanabilmesinde büyük emeği olan, hayatımın her alanında her zaman yanımda olan annem Hamiyet, babam Turgay ve eşim Merve'ye

Veri toplama sürecinde değerli vaktini ve emeğini esirgemeyen çalışma arkadaşlarıma ve mümkün olan en üst düzey performanslarını gösteren değerli katılımcılara

Doktora sürecimde 2211/A Genel Yurt İçi Doktora Burs Programı kapsamında beni destekleyen TÜBİTAK Bilim İnsanı Destekleme Programı Başkanlığına

En içten teşekkürlerimi sunarım.

SİMGELER ve KISALTMALAR

1TM	1 Tekrar Maksimum
ASP	Aktivasyon Sonrası Potansiyasyon
ATP	Adenozin Trifosfat
AZD	Algılanan Zorluk Derecesi
FKM	Fransız Kontrast Metodu
GKD	Gerilme Kısalma Döngüsü
KAH	Kalp Atım Hızı
MDHZ	Miyozin Düzenleyici Hafif Zincir
MHZK	Miyozin Hafif Zincir Kinaz
PE	Pliometrik Egzersiz
YDH	Yön Değiştirme Hızı

ŞEKİLLER

Şekil 1.1. MDHZ mekanizması	4
Şekil 1.2. Potansiyasyon ve yorgunluk grafiği	14
Şekil 1.3. Gerilme kısıalma döngüsü	16
Şekil 1.4. Yön değiştirme hızını etkileyen faktörler	21
Şekil 2.1. Stadiometre	31
Şekil 2.2. Elektronik baskül ve biyoelektrik impedans analizörü	32
Şekil 2.3. Elektronik fotosel sistemi	32
Şekil 2.4. AZD skalası	33
Şekil 2.5. Kalp atım hızı monitörü	33
Şekil 2.6. Araştırma tasarımı	35
Şekil 2.7. T-testi parkuru	37
Şekil 3.1. PE uygulaması öncesi ve 1, 4, 7, 10, 13. dakikalarda YDH dereceleri	45
Şekil 3.2. FKM uygulaması öncesi ve 1, 4, 7, 10, 13. dakikalarda YDH dereceleri	46

ÇİZELGELER

Çizelge 1.1. ASP etkisinin büyüklüğünü belirleyen faktörler	7
Çizelge 2.1. FKM protokolü	39
Çizelge 2.2. PE protokolü	39
Çizelge 3.1. Katılımcıların yaşları, branş yaşları, antrenman süreleri	41
Çizelge 3.2. Katılımcıların boy uzunluğu ve vücut kompozisyonu verileri	42
Çizelge 3.3. Katılımcıların mutlak ve relatif 1TM verileri	43
Çizelge 3.4. ASP uygulaması öncesi ve 1, 4, 7, 10, 13. dakikalarda YDH dereceleri	44
Çizelge 3.5. ASP uygulamaları sonrası 1, 4, 7, 10, 13. dakikalarda yüzdelik YDH gelişimi	47
Çizelge 3.6. ASP uygulamaları sonrası YDH %3 ve üzeri gelişim gösteren katılımcı sayıları	49
Çizelge 3.7. YDH için Tekrarlı Ölçümlerde ANOVA Bulguları	50
Çizelge 3.8. 1TM kuvveti ile 1, 4, 7, 10 ve 13. dakikalarda YDH değişimi arasındaki ilişkiler	51
Çizelge 3.9. ASP uygulaması öncesi ve 1, 4, 7, 10, 13. dakikalarda yorgunluk parametreleri	52
Çizelge 3.10. KAH için Tekrarlı Ölçümlerde ANOVA bulguları	52
Çizelge 3.11. AZD için Tekrarlı Ölçümlerde ANOVA bulguları	53

1. GİRİŞ

Tüm sporcu ve antrenörlerin temel amaçlarından biri, sportif performansı geliştirmek ve müsabaka sırasında mümkün olan en üst düzey performansı ortaya koyabilmektir. Literatürde, sportif performansı kronik olarak artıran antrenman yöntemlerinin yanı sıra, akut performans artışı sağlayan antrenman yaklaşımlarına da yer verilmektedir (Blazevich ve Babault, 2019). Performansı kronik olarak geliştirmeyi amaçlayan antrenman yöntemleri, uzun süreli uygulanan ve sezon içerisinde dönemleme stratejilerine göre belirli dönemlere yerleştirilen egzersizlerden oluşmaktadır (Blazevich ve Babault, 2019). Öte yandan, akut performans artışı için çeşitli yöntemler antrenmanlarda, müsabakalarda veya müsabakalardan hemen önce kullanılmaktadır (Blazevich ve Babault, 2019).

Aktivasyon sonrası potansiyasyon (ASP) son yıllarda antrenörlerin ilgisini çeken akut antrenman stratejilerinden bir tanesidir (Baechle ve Earle, 2008) ve sıklıkla çalışmalara konu olmaktadır. ASP, iskelet kaslarında yüksek şiddetli kasılmalara bağlı olarak takip eden aktivitelerde kuvvet ve güç çıktısında akut artış olarak tanımlanan fizyolojik bir kavramdır (Robbins, 2005). Farklı bir ifadeyle ASP, maksimal ya da maksimale yakın şiddette egzersizlerle gerçekleştirilen yüksek şiddetli kasılmaların, akut maksimal kuvvet ve güç üretimini artırması ve bu akut artışa bağlı olarak sonrasında yapılan patlayıcı kuvvet egzersizlerine olumlu etkisi olarak tanımlanmaktadır (Tillin ve Bishop, 2009).

Yön değiştirme hızı (YDH), sportif performansın önemli bileşenlerinden biri olup, hem sporcular hem de antrenörler tarafından geliştirilmesi hedeflenen performans parametreleri arasında yer almaktadır. YDH, hareket halindeyken bir uyarana bağlı olmaksızın önceden belirlenmiş bir düzende yavaşlama, hareketin doğrultusunu değiştirme veya tekrar hızlanma olarak tanımlanan bir kavramdır (Sheppard ve Young, 2006). Başka bir deyişle YDH; bireyin, değiştirilecek yöne ilişkin uyarının anlık olarak verilmediği, önceden belirlenmiş bir düzende hareketin yönünü mümkün olan en hızlı şekilde değiştirme becerisini ifade etmektedir (Sheppard ve Young, 2006). YDH birçok branş için önemli olsa da başta futbol, basketbol, hentbol ve korumalı futbol olmak üzere takım sporlarında son derece kritik bir performans belirleyicisidir ve geliştirilmesi adına çalışmalar yapılmaktadır (Aytaç vd., 2024; Marshall vd., 2019; McFarland vd., 2016; Morrison vd., 2015; Spencer vd., 2005).

Takım sporlarında müsabaka sırasında yön değiştirme taleplerini inceleyen çalışmalar mevcuttur. Bir çalışmada futbol müsabakasında orta saha oyuncularının yaklaşık 500, hücum oyuncularının yaklaşık 600 ve savunma oyuncularının yaklaşık 700 ani yön değiştirme

manevrası yaptığını belirtilmiştir (Bloomfield vd., 2007). Başka bir çalışmada hentbol müsabakasında bir sporcunun hücumda yaklaşık 13 savunmada yaklaşık 17 olmak üzere 30'dan fazla yön değiştirme gerçekleştirdiği (Póvoas vd., 2012) saptanmıştır. Basketbol müsabakası sırasında basketbolcuların fizyolojik yüklerini inceleyen bir çalışmada, sporcuların oyunda kaldıkları sürede yaklaşık her 2 saniyede bir hareket paternlerini değiştirdiği ortaya konmuştur (McInnes vd., 1995).

Yukarıda bahsedilen bilgiler ışığında ASP'nin takım sporcularında YDH'yi artırmak için kullanılabilecek uygun stratejilerden biri olabileceği varsayımı akıllara gelmektedir. Son yıllarda ASP'nin kuvvet, sürat ve güç üzerine etkileri konulu çalışmalar sıklıkla yapılmaktadır (Aytaç ve Kin-İşler, 2025; Heynen vd., 2024; Ishak vd., 2023; Ulloa-Sánchez vd., 2024) ancak ASP'nin YDH'ye etkisini inceleyen çalışmalar sınırlı sayıdadır. Bu çalışmalara ilişkin detaylar ilgili başlıklar altında verilmiştir. ASP oluşturmak için kullanılabilecek ön kondisyonlanma protokollerin çeşitliliği ve bu protokollerin kendi içerisindeki egzersiz türü, dinlenme süresi, set sayısı gibi değişkenlerinin ASP büyüklüğünü etkilediği göz önüne alındığında, takım sporcularında ASP uygulamaları konusunda yeni çalışmalara ihtiyaç olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. Bu boşluğu doldurmak adına bu araştırmanın amacı takım sporcularında iki farklı ASP protokolünün farklı zaman noktalarında (1, 4, 7, 10, 13 dakika) YDH üzerindeki etkisini beş farklı takım sporu branşında cinsiyete göre incelemektir.

1.1. Aktivasyon Sonrası Potansiyasyon

ASP sporcuların performanslarını akut olarak artırmak için kullanılan mekanizmalardan biridir ve iskelet kaslarındaki istemli kasılmalar sonucu bir sonraki kas aktivasyonunda kuvvet çıktısındaki akut artış olarak tanımlanmaktadır (Robbins, 2005). İskelet kasında belirli bir zamandaki potansiyasyon etkisinin büyüklüğü, kasın kontraktıl geçmişine yani önceki kasılmaların şiddetine bağlıdır (Chavda vd., 2025).

ASP'nin optimal şekilde oluşması büyük ölçüde bireysel özelliklere bağlıdır. ASP'nin oluşmaya başlayacağı zaman noktası, ASP'nin büyüklüğü ve süresinin temel belirleyicileri, kişinin bağıl kuvveti ve yorgunluğa karşı koyma yeteneğidir (Chiu vd., 2003; Seitz vd., 2014). Kas aktivitesi sonrası oluşan yorgunluk, ASP etkisini maskeleyebilmektedir. Kasılmaların oluşturduğu ASP etkisinin, kasılma sonucu oluşan yorgunluktan etkisinden daha büyük olduğu durumlarda akut performans artışı görülmektedir. Birçok sportif performans parametresinde olduğu gibi ASP etkisi de bireysel özelliklerin yanında egzersizin tipi, süresi, dinlenme aralıkları, set sayısı gibi ASP protokolüne ilişkin öğelerden de etkilenmektedir (Rixon vd.,

2007; Seitz ve Haff, 2016). ASP'nin oluşmasında rol oynayan fizyolojik mekanizmalara ve ASP'yi etkileyen faktörlere aşağıdaki başlıklarda değinilmiştir.

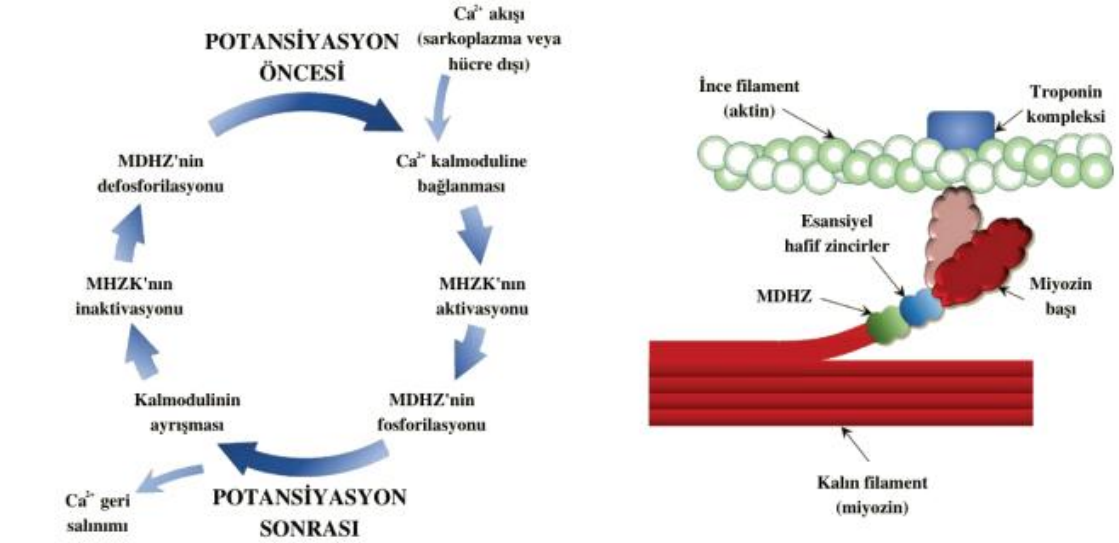
1.1.1. Aktivasyon Sonrası Potansiyasyonun Fizyolojik Mekanizmaları

Literatürde ASP oluşumunda rol oynayan çeşitli fizyolojik mekanizmalara değinilmiştir (Sale, 2002; Xenofondos vd., 2010). Bunlardan literatürde en sıklıkla bahsedilenler miyozin düzenleyici hafif zincir (MDHZ) fosforilasyonu, motor ünite katılımı, H refleksi ve pennasyon açısıdır.

1.1.1.1. Miyozin Düzenleyici Hafif Zincir Fosforilasyonu

ASP'nin kas kasılması sırasında kuvvet performansına etkisinin zirve tork ve tork geliştirme hızını artırma şeklinde olduğu bilinmektedir. Bu etkiyi açıklayan en kabul gören fizyolojik mekanizma, miyozinin küçük bir alt birimi olan MDHZ'nin fosforilasyonunu takiben aktin-miyozin kompleksinin kalsiyuma hassasiyetinin artmasıdır. Yapılan çalışmalar, kasılma yanıtındaki artışın büyüklüğü ile MDHZ fosforilasyonu arasında güçlü korelasyonlar raporlayarak bu mekanizmayı desteklemektedir (Klug vd., 1982; Manning ve Stull, 1979; Moore ve Stull, 1984; Vandenboom vd., 2013; Vandenboom, 2017). Miyozin molekülü, iki ağır zincir, dört hafif zincir içeren altı birimli bir yapıya sahiptir (Şekil 1.1) (Szczena-Cordary, 2003). Miyozin başı olarak adlandırılan ağır zincirin uçları iki MDHZ içerir (Blazevich ve Babault, 2019; Szczena-Cordary, 2003) ve her MDHZ'nin, bir fosfat molekülünün bağlanabilmesi için belirli bir bağlanma yeri vardır (Şekil 1.1).

Fosforilasyon süreci, kas hücresinde yeterli Ca^{2+} konsantrasyonu bulunduğunda, miyozin hafif zincir kinaz (MHZK) adı verilen spesifik bir enzim tarafından katalize edilir (Blazevich ve Babault, 2019). Kas aktivasyonu arttığında sarkoplazmik retikulumdan daha fazla Ca^{2+} salınır; Ca^{2+} kalmodulin kompleksi MHZK'yi aktive eder ve MDHZ'yi fosforile eder. Bu, Ca^{2+} duyarlılığını ve kuvvet gelişim kinetiğini artırarak daha hızlı ve güçlü kasılmaya katkı sağlar. (Blazevich ve Babault, 2019; Sweeney ve Stull, 1990; Szczena, 2002).



Şekil 1.1. MDHZ mekanizması (Blazevich ve Babault, 2019)

Kas aktivasyon düzeyi arttıkça, kas hücresindeki sarkoplazmada bulunan Ca^{2+} iyonlarının salınım süresi ve MDHZ fosforilasyon düzeyi de paralel olarak artar (Sale, 2002). Bu da, kasların daha yüksek kasılma ve kuvvet geliştirme hızlarına ulaşmasını sağlar (Baudry ve Duchateau, 2007). Bunun yanında MDHZ fosforilasyonunun, miyozin başının yapısını değiştirerek ve onu miyozin gövdesinden ayırarak takip eden kasılmaları güçlendirdiği düşünülmektedir (Szczena vd., 2002; Hodgson vd., 2005). Araştırmalar MDHZ fosforilasyonunun, aktin-miyozin bağlama kinetiği üzerinde etkili olduğunu da bildirmektedir (Sweeney ve Stull, 1990).

Hayvanlarda yapılan araştırmalarda, MDHZ fosforilasyonunda akut bir artış ve spesifik efferent nöral liflerin tetanik uyarımı sonrası kasılma yanıtlarının arttığı raporlanmıştır (Manning ve Stull, 1982; Moore ve Stull, 1984; Szczena vd., 2002; Vandenboom vd., 1993). İnsan iskelet kasında benzer bir yanıtı ölçmeye yönelik yapılan çalışmalar ise az sayıdadır. Bir çalışmada (Stuart vd., 1988) vastus lateralis kasında 10 saniyelik izometrik maksimal istemli kasılma sonrası belirgin şekilde yüksek MDHZ fosforilasyonu gözlenmiş ve diz ekstansörlerinin kasılma geriliminde anlamlı bir artış gözlemlenmiştir. Ayrıca kasılma kuvvetindeki artış ile bireysel MDHZ fosforilasyon miktarı ve tip II lif oranı arasında anlamlı olmasa da ilişkiler gözlenmiştir (Stuart vd., 1988). Bununla beraber hayvanlarda MDHZ fosforilasyonunu ASP ile ilişkilendiren birçok kanıt olsa da, insanlarda bu etkiye ilişkin kanıtlara az rastlanmaktadır (Vandenboom, 2017). Başka bir çalışmada araştırmacılar, rekreasyonel düzeyde aktif erkeklerde 1TM'nin %70'i şiddetinde 10 saniyelik maksimum istemli kasılmadan önce ve 7 dakika sonra vastus lateralis kasından biyopsi örnekleri olarak

MDHZ fosforilasyon düzeylerini incelemiş ve katılımcıların çoğunda artış gözlemlemişlerdir. Bu artışa rağmen MDHZ fosforilasyon düzeyi artan katılımcılar ve diğerleri arasında dinamik bacak ekstansiyon performansında belirgin bir değişiklik gözlemlemediklerini bildirmişlerdir (Smith ve Fry, 2007). Hayvanlarla insanlar arasındaki lif tipi dağılımındaki farklılıklar, ön kondisyonlanma kasılmasını takiben MDHZ fosforilasyonunda gözlenen artışın neden insanlarda hayvanlar kadar tutarlı olmadığını açıklayan sebeplerden biri olarak gösterilebilir (Vandenboom vd., 2013). Zhi vd. (2005), fare ekstansör digitorum longus kaslarının tetanik stimülasyonunun MDHZ fosforilasyonunu 4 kat ve kasılma kuvvetini ~1,8 kat arttırdığını, ancak MHZK eksikliği olan farelerde sadece küçük bir kuvvet artışının görüldüğünü saptamışlardır. Fosforilasyon sürecinde, miyozin başlarının aktin bağlama bölgelerine daha yakın bir konumda hareket etmeleri sağlanarak miyozin başı hareketliliği artmaktadır (Alamo vd., 2018; Levine vd., 1998). Kalın filamentten bağımsız koşullarda yapılan çalışmalarda, MDHZ fosforilasyonunun miyozin motor fonksiyonunu, özellikle aktin-miyozin bağlanma/dissosiyasyon kinetiğini ve değiştirdiği gösterilmiştir; bu koşullarda Ca^{2+} duyarlılığında kayma gözlenmemiştir (Greenberg vd., 2009). Buna karşılık, geçirgen iskelet kası liflerinde ve düzenlenmiş ince filament sistemlerinde MDHZ fosforilasyonu Ca^{2+} duyarlılığını artırır ve düşük-orta Ca^{2+} düzeylerinde kuvvet gelişimini artırır (Sweeney & Stull, 1990; Szczesna vd., 2002).

Kas aktivasyonu arttıkça, kas hücresindeki sarkoplazmadaki kalsiyum iyonlarının miktarı ve miyozin hafif zincirinin fosforilasyonu da artmaktadır. Bunun sonucu olarak, daha hızlı kasılma hızı ve kuvvet çıktısı gelişmektedir. Blazevich ve Babault (2019) kalsiyum hassasiyetini etkileyen, fosforilasyona bağlı olmayan kas kan akışı ve/veya su içeriği, kas ısı, kas pH düzeyi, kullanılan kas lif tipi, bağ dokusu/tendon uyumu, artmış kas-tendon sertliği gibi fizyolojik etkisi olabilecek mekanizmalardan da bahsetmişlerdir.

1.1.1.2. Motor Ünite Katılımında Artış ve H Refleksi

Antrenman veya yarışma öncesinde yapılan kuvvet temelli egzersizler, omurilikte sinaptik uyarılmayı artırmakta ve bu durum postsinaptik potansiyelin yükselmesine neden olmaktadır (Heckman ve Enoka, 2012). Yüksek şiddetli egzersiz sonrası kaslara giden istemli sinirsel uyarın düzeyinin artması, bireyin maksimum istemli kuvvet geliştirme oranını ve maksimum kas gücünü doğrudan etkileyerek performansı iyileştirmektedir (Heckman ve Enoka, 2012). Yapılan hayvan çalışmaları, elektriksel uyarılarla oluşturulmuş bir izometrik kasılmanın omurilikteki sinaptik kavşaklar boyunca sinirsel iletimi yükselttiğini göstermiştir (Gossard vd., 1994; Lüscher vd., 1983).

Kasılma geçmişinin nöromusküler yanıt üzerindeki etkilerini incelemek için kullanılan mekanizmalardan biri H refleksidir (Hodgson vd., 2005). Bu refleks, Paul Hoffmann tarafından ilk kez tanımlanmış ve kendi adıyla anılmaya başlanmıştır. H refleksi, geleneksel olarak kas sinirinin grup Ia aferentlerinin elektriksel uyarımı ile tetiklenen monosinaptik bir refleks olarak tanımlanmaktadır (Latash, 2008). Potansiye edilmiş bir H refleksi ile buna karşılık gelen istemli kuvvet üretimindeki artış arasındaki bağlantı şu şekilde açıklanmaktadır: H refleks genliği, aktive edilen motor ünitelerin miktar ve büyüklüğünün bir fonksiyonudur (Hugon, 1973). Ön kondisyonlanma aktivitesinin ardından H dalgasındaki bir artış, sinaptik bağlantılarda iletim veriminde ve daha yüksek sıralı motor nöron aktivasyonunda bir yükselişi temsil edebilmektedir. Bu durum omurilikte meydana gelen bir tür sinaptik modifikasyonun göstergesi olabilir ve üç olası senaryoyla açıklanabilir: birincisi motor nöronların uyarılabilirliğinde değişiklik; ikincisi afferent terminaller tarafından salınan nörotransmitter miktarındaki değişiklik ve üçüncüsü motor nöronların içsel özelliklerindeki çeşitliliktir (Misiaszek, 2003).

1.1.1.3. Pennasyon Açısı

Pennasyon açısı, kas liflerinin ilgili tendonlarla ve bağ doku ile yaptığı açıyı ifade etmektedir (Tillin ve Bishop, 2009). Tendona düşük açıyla bağlanan kaslarda birim enine-kesit alanındaki sarkomer yoğunluğu daha fazladır; bu da onlara daha yüksek kuvvet üretme kapasitesi sağlamaktadır. Bu nedenle pennasyon açısındaki değişiklikler tendona aktarılan kuvveti doğrudan etkiler (Tillin ve Bishop, 2009). Ayrıca mekanik olarak da pennasyon açısının düşük olması, kasın bağlı olduğu kemik ve tendon yapılarını daha kuvvetli çekmesine ve dolayısıyla daha yüksek kuvvet çıkışı oluşturmaya olanak vermektedir. Bu konuda yapılan bir çalışmada (Mahlfeld vd., 2004), vastus lateralis kasının izometrik kasılma sonrasındaki pennasyon açısı değişimleri ultrasonografi ile incelenmiştir. Kasılmaların hemen sonrasındaki açı değeri ile (15,7°) başlangıç değeri (16,2°) arasında istatistiksel olarak farklılık görülmemiştir. Buna karşın, kasılmalardan 3 ve 6 dakika sonra ölçülen pennasyon açısında belirgin bir düşüş (14,4°) tespit edilmiştir. Hesaplamalara göre bu düşüş, tendondaki kuvvet aktarım verimliliğinde yalnızca %0,9'luk bir iyileşmeye karşılık gelse de araştırmacılar bu minimal iyileşmenin bile ASP oluşumuna katkı sağlayabileceğini vurgulamışlardır. Bunun yanında, ön kondisyonlanma kasılmalarının bağ dokusu ile tendon uyumu da artırdığı ve bu sebeple daha yüksek güç çıkışına neden olduğu araştırmacılar tarafından belirtilmiştir.

1.1.2. Aktivasyon Sonrası Potansiyasyonu Etkileyen Faktörler

ASP etkisinin büyüklüğünü belirleyen faktörlerin başında ASP protokolüne ilişkin değişkenler gelmektedir. Bunun yanında birçok sportif performans parametresinde olduğu gibi cinsiyet, yaş ve bireysel özellikler de ASP etkisinin büyüklüğünü etkilemektedir. Konuya ilişkin detaylı bilgiler ve yapılan çalışmalar aşağıdaki başlıklarla verilmiştir.

1.1.2.1. Antrenman Bileşenleri

ASP etkisini belirleyen antrenman bileşenlerinin incelendiği bir derleme çalışmasında faktörlerin etki büyüklükleri çizelgedeki gibi listelenmiştir (Seitz ve Haff, 2016).

Çizelge 1.1. ASP etkisinin büyüklüğünü belirleyen faktörler

Değişkenler	Etki büyüklüğü	Standart sapma	%95 GA	n
Egzersiz türü				
Geleneksel	0,41	0,46	0,29-0,52	66
Geleneksel orta	0,19	0,20	0,11-0,27	24
Pliometrik	0,47	0,61	0,23-0,72	25
Maksimum	-0,09	0,19	-0,20-0,02	14
Skuat açısı				
Paralel veya daha	0,25	0,33	0,15-0,34	48
Paralelden az	0,58	0,49	0,34-0,82	19
Dinlenme aralığı				
0-4 dakika	0,17	0,32	0,10-0,25	67
5-7 dakika	0,49	0,47	0,33-0,64	38
8 dakikadan fazla	0,44	0,60	0,22-0,66	30
Set sayısı				
Tek set	0,24	0,32	0,17-0,3	103
Çok set	0,69	0,72	0,39-0,98	26
Şiddet				
Maksimuma	0,51	0,46	0,33-0,70	26
Submaksimal	0,34	0,46	0,24-0,43	89

GA: Güven aralığı

ASP etkisi ön kondisyonlanma protokolünün hacmi, şiddeti ve dinlenme süresi gibi değişkenlere bağlı olarak farklılık göstermektedir. Çeşitli şiddet ve hacimlerde uygulanan ön kondisyonlanma protokolleri, takip eden güç egzersizlerinde farklı nöromüsküler tepkilere yol açmaktadır (Seitz ve Haff, 2016; Wilson vd., 2013).

Farklı ön kondisyonlanma aktivitelerinin patlayıcı kuvvet üzerindeki etkisini inceleyen bir çalışmada; 3 saniye 3 tekrar maksimal istemli izometrik kasılma ile 5 saniye 3 tekrar maksimal istemli izometrik kasılmalar uygulanmış ve ardından performans değerlendirilmiştir. Sonuçta, 5 saniyelik kasılma sonrası aktif sıçramada değişim gözlenmezken 3 saniyelik kasılmayı takiben *drop jump* performansında ve maksimum güçte %5 artış kaydedilmiştir (French vd., 2003). 1TM'nin %60'ı, %70'i ve %85'i şiddetinde 2 set 4 tekrar *back skuat* egzersizini takiben 4 dakika dinlenme ile yapılan 40 metre sürat testinde ise düşük şiddetli uygulama sonrası ~%1, orta şiddetli uygulama sonrası ~ %1,8, yüksek şiddetli uygulama sonrası ~ %3 performans artışı saptanmıştır (Rahimi, 2007). Buna karşılık, 1TM'nin %90'ı şiddetinde bir tekrar yarım ve çeyrek *back skuatı* takiben 3 dakika sonra, sıçrama performansında her iki uygulamada da anlamlı bir etki görülmemiştir (Mangus vd., 2006). Fiziksel olarak aktif erkeklerde yürütülen bir diğer araştırmada, 1TM'nin %20'si ile %90'ı arasında her biri bir set olmak üzere 5 farklı şiddette 2 tekrar yarım skuat protokolü sonrası uygulanan aktif sıçrama testlerinde, ön kondisyonlanma protokolü sonrası dikey sıçrama yüksekliğinde %2,9'luk bir gelişme tespit edilmiş ve maksimum kuvveti daha iyi olanlarda, zayıf olanlara göre bu gelişimin daha yüksek olduğu raporlanmıştır (Gourgoulis vd., 2003). Ragbicilerde, farklı bir protokolda (1TM'nin %87'si şiddetinde 3 x 3 *back skuat*), 15. saniye ile 4., 8., 12., 16., 20. ve 24. dakikalarda ölçülen sıçrama performansı; 15. saniyede düşüş, 4. ve 8. dakikada artış, 12., 16., 20., ve 24. dakikalarda ise düşüş göstermiştir (Kilduff vd., 2008). Ayrıca uygulanan ön kondisyonlanma aktivitesinin set sayısının ASP etkisini belirleyen faktörlerden biri olduğu belirtilmiştir (Seitz ve Haff, 2016).

1.1.2.2. Cinsiyet

İnsanın gelişim evrelerinde yaşın ve olgunlaşmanın; atletik performans üzerindeki etkisi cinsiyete göre farklılık göstermektedir (Arabatzi vd., 2014). Yaşın etkisi kadınlarda erkeklere göre daha zayıf olmakla birlikte, ergenlik öncesi dönemde cinsiyet farklılıkları genellikle belirgin değildir; bu farklılıklar genellikle kişide yaşla birlikte artış gösterme eğilimindedir (Dipla vd., 2009). Literatürde akut egzersize verilen fizyolojik yanıtların da bazı protokollerde cinsiyete göre farklılık sergilediği bildirilmiştir (Arabatzi vd., 2014; Wilson vd., 2013). Antrenmanın kas gücünde yol açtığı cinsiyet farklılıklarını değerlendirirken mutlak ve bağlı

skorlar arasında ayrım yapmak kritik önem taşır. Mutlak güç açısından kadınlar erkeklerin yaklaşık üçte ikisi düzeyindedir (Laubach, 1976) ancak bağıl kuvvet değerleri incelendiğinde cinsiyetler arası farkı belirgin şekilde azalır (Haff ve Triplett, 2015).

Sıçrama protokollerinde ASP yanıtı cinsiyetler arasında genelde benzerdir (Witmer et al., 2010). Ayrıca, dikey sıçramada zirve erkeklerde daha yüksek olsa da, normalize edildiğinde kadınlarla benzer mekanik çıktılar görülebilir; buna rağmen kadınların sıçrama yüksekliği genellikle daha düşüktür (Jensen ve Ebben, 2003; Rodano vd., 1996)

Ağırlık kaldırma antrenmanı yapan ve yapmayan kadın ve erkekler üzerinde yapılan bir çalışmada erkeklerin maksimum izometrik ve dinamik skuat içeren ASP protokollerini takiben performanslarının her iki uygulamada da kadınlara göre daha olumlu etkilendiği görülmüştür (Rixon vd., 2007).

Cimnastikçiler üzerinde yapılan bir çalışmada (Dallas vd., 2019), iki farklı ASP protokolü sonrası *drop jump* performansı incelenmiş; 3, 6 ve 9 dakikalık dinlenmeler sonrasında hem kadın hem erkeklerde sıçrama yüksekliğinde artışı gözlenmiştir. Ancak, yere temas süresindeki iyileşme erkeklerde 6. ve 9. dakikalarda istatistiksel anlamlılık gösterirken, kadınlarda sadece 9. dakikada anlamlı bulunmuştur. Ayrıca, erkek cimnastikçilerin kadınlara göre daha belirgin potansiyasyon etkisi sergilediği belirtilmiştir.

Cinsiyetin ASP üzerindeki etkisi, kas lifi tiplerinin oranlarındaki farklılıklarla ilişkilendirilebilir (Hamada vd., 2000; Rixon vd., 2007). Erkekler, kadınlara kıyasla daha yüksek tip II lif kesit alanına ve daha hızlı zirve güce ulaşma kapasitesine sahiptir (Miller vd., 1993; Nuzzo, 2024). Dolayısıyla erkeklerde daha yüksek ASP etkisi görülmesi bu cinsiyetler arası farkla ilişkilendirilmektedir.

Üniversite düzeyinde spor yapan bir grupta 1TM'nin %70'i ağırlıkla yapılan skuat egzersizinin sıçrama performansının incelendiği bir çalışmada ise potansiyasyon etkisinin cinsiyete göre farklılaşmadığı görülmüştür (Witmer vd., 2010).

Çalışmaların genel bulguları incelendiğinde bazı protokollerde ASP etkisinin erkeklerde daha yüksek olduğu bazılarında ise cinsiyetler arası fark olmadığı görülmektedir. Kadınlarda ASP etkisini daha yüksek olduğu çalışmaya rastlanmasa da kadınların yorgunluğa daha yüksek direnç gösterdiği ve dolayısıyla ASP etkisinin maskelenmediğini raporlayan bir araştırmada, izometrik ASP protokolünün erkek eskrimcilerde bacak gücü çıktısını, pliometrik ASP protokolüne kıyasla önemli ölçüde azalttığı, ancak kadınlarda böyle bir azalma olmadığı

bildirilmiştir (Tsolakis vd., 2011). Konuyla ilgili çalışmaların genel bulgularına bakarak ASP etkisinin bazı ön kondisyonlanma protokollerinde erkeklerde kadınlara göre daha yüksek olduğu söylenebilir.

1.1.2.3. Yaş

ASP ve yaş etkisi ile ilgili çalışmalar az sayıda da olsa, ASP fizyolojik mekanizmaları gereği yaş faktörü ile doğrudan ilişkili olup nöromusküler sistemin yapısal ve fonksiyonel özelliklerindeki değişimlere bağlı olarak farklılık gösterebilmektedir. Genç sporcularda motor ünite senkronizasyonu, tip II kas lifi oranı ve hızlı kasılma kapasitesi daha yüksek olduğundan, yüksek şiddetli kısa süreli ön uyarılara verilen performans yanıtı genellikle daha belirgin olmaktadır (Arabatzi vd., 2014; Baudry vd., 2005). Bu durum, özellikle patlayıcı güç gerektiren sprint, sıçrama veya yön değiştirme gibi görevlerde ASP'nin etkisini güçlendirmektedir. Buna karşılık, yaştan ilerlemesiyle birlikte tip II kas liflerinde atrofi, kas içi elastik bileşenlerde sertleşme, sinir iletim hızında yavaşlama ve eksantrik-konsantrik geçişlerde reaktif kuvvet üretiminde azalma gözlenmektedir (Harridge ve Lazarus, 2017). Bunun da ASP etkisinin hem şiddetini hem de süresini sınırlandırabileceği düşünülebilir.

Yaş etkisini inceleyen bir çalışmada, yetişkin erkeklerde ($20,7 \pm 1,1$ yıl) ASP etkisi görülürken adölesan ($15,5 \pm 0,6$ yıl) ve adölesan öncesi ($10,5 \pm 0,5$ yıl) dönemdeki katılımcılarda ASP'nin skuat sıçrama performansına etkisi görülmemiştir (Arabatzi vd., 2014). Miller vd. (2017) yetişkin (22 ± 3 yıl) ve yaşlı (62 ± 5 yıl) bireylerde ön kondisyonlanma aktivitelerinden sonra ASP etkisini incelemiş ve yaşlı bireylerde belirgin şekilde daha düşük olduğunu raporlamıştır. Bu nedenle, ASP protokollerinin planlanmasında yaş faktörü hem optimal yükleme parametrelerinin hem de dinlenme sürelerinin belirlenmesinde kritik bir değişken olarak dikkate alınmalıdır.

1.1.2.4. Bireysel Özellikler

Literatürde bireyin antrenmanlılık durumunun ve kuvvetin de ASP ve yorgunluk tepkisi üzerinde belirleyici bir rol oynadığı belirtilmiştir (Wilson vd., 2013). Bireysel kas kuvveti seviyesinin ASP yanıtını etkileyebileceğine ilişkin bulgular mevcuttur. Bu bağlamda yapılan bir çalışmada, yüksek şiddetli *back skuat* antrenmanı yapan erkeklerde 5 set 2 tekrar yarım skuat egzersizinin ardından katılımcılar 1TM değerlerine göre kuvvetli ve zayıf olarak iki gruba bölünüp incelendiğinde kuvvetli grubun aktif sıçrama yüksekliğinde $\sim 4\%$ 'lük bir artış görülürken, zayıf grupta sadece $\sim 0,4\%$ artış görülmüştür (Gourgoulis vd., 2003). Kas kuvveti ile tip II kas lifi yüzdesi arasında pozitif yönde bir ilişki olduğu bilinmektedir (Fry vd., 2003).

Tip II liflerde, ön kondisyonlanma kasılmasını takiben MDHZ fosforilasyonundaki artış daha belirgindir (Moore ve Stull, 1984). Tip II lif oranı yüksek bireylerde görülen artmış motor ünite katılımı ve MDHZ fosforilasyon düzeyi, daha yüksek ASP yanıtının oluşmasını sağladığı öne sürülebilir.

Erkek ragbicilerde yapılan bir çalışmada, 1TM'nin %65'i şiddetinde 6 tekrar *benç press* egzersizini takiben uygulanan *benç press* güç çıktısında gruptaki kuvvetli sporcularda %6,2 artış raporlanırken grubun genelinde bir gelişme gözlenmemiştir (Baker, 2003). Kuvvet antrenmanı yapan kadın hokey ve softbol oyuncularını üzerinde yürütölen bir diğör araştırmada, katılımcılar yüksek ve düşük kuvvet grubu olarak sınıflandırıldığında, 3 set 3 TM yarım skuat sonrası uygulanan 4 tekrar skuat sıçrama testinde, yüksek kuvvet grubunda maksimum kuvvet değeriinin %2 daha fazla olduğu bulunmuştur (Duthie, 2002).

ASP ile kas lif tipi ilişkisini doğrudan inceleyen bir çalışmada, Tip II lif baskın katılımcılarda, 5 saniyelik maksimal istemli kasılma sonrası ASP yanıtının daha yüksek olduğu raporlanmıştır (Hamada vd., 2003). Ancak, yüksek tip II lif oranına sahip bireylerde, yüksek anaerobik ATP devir hızı, anaerobik depo kullanımı ve yorgunlukla ilişkili metabolit üretimi nedeniyle yorulmanın daha hızlı geliştiği ve set sayısı arttıkça zirve torkta daha belirgin düşüşler yaşandığı ifade edilmektedir (Hamada vd., 2000; Hamada vd., 2003).

Yüksek antrenmanlı ve kuvvetli bireylerin ağır yüklerle karşı geliştirdikleri yorgunluk direncin (Chiu ve Barnes, 2003). daha büyük bir ASP etkisi göstermelerini açıklayabilir. Bu sonuçlar, yüksek kuvvet kapasitesine ve antrenman seviyesine sahip bireylerin yorgunluğa karşı daha dirençli olduklarını ve ASP oluşturma olasılıklarının daha yüksek olduğunu göstermektedir. Bir çalışmada, 10 rekreasyonel erkek katılımcıda, 1TM'nin %90'ı şiddetinde çeyrek ve yarım *back* skuat egzersizlerini takiben 3 dakika dinlenmenin ardından dikey sıçrama performansında bir değışiklik görölmemiştir (Mangus vd., 2006). Antrenman geçmişinin ASP üzerindeki etkisini araştıran bir başka çalışmada, düzenli kuvvet antrenmanı yapanlar ile rekreasyonel sporcular karşılaştırılmış; ön kondisyonlanma aktivitesi olarak 1TM'nin %90'ı şiddetinde 5 set 1 tekrar *back skuat* uygulamasını takiben 5 dakika ve 18,5 dakika dinlenme sonrası *jump skuat* egzersizinde kuvvet ve güç parametrelerinde antrenmanlı grupta anlamlı düzeyde daha yüksek artışlar bulunmuştur (Chiu vd., 2003). Sonuç olarak, mevcut veriler, yüksek antrenman seviyesine ve kuvvet kapasitesine sahip bireylerin, maksimal ve yüksek şiddetli egzersiz sonrası yorgunluktan daha hızlı arınabildiklerini ve daha üst düzey bir ASP yanıtı oluşturabildiklerini düşöndörmektedir (Chiu ve Barnes, 2003; Seitz vd., 2014; Seitz ve Haff, 2016).

1.1.2.5. Kas İçi Sıcaklık

Brown ve Von Euler'in çalışmasında (1938), kedilere uygulanan 2–20 saniyelik tetanik uyarımlar sonrasında, intramüsküler sıcaklık artışları gözlemlenmiştir. Bu artışın zirveye ulaştığı ve ardından yavaşça başlangıç seviyesine döndüğü belirtilmiştir. İnsanlarda yapılan yoğun egzersizler ise, kas sıcaklığında egzersiz başladıktan birkaç dakika sonra zirveye ulaşan artışlar meydana getirebilmektedir (Gonzalez-Alonso vd., 2000; Saltin vd., 1968). Brown ve Von Euler'in (1938) çalışmasında gözlenen sıcaklık artışı, kan akışı kısıtlandığında kısmen azalmıştır; bu durum, sıcaklık artışının en azından bir kısmının arteriyel kan akışıyla ilişkili olduğunu, geri kalanının ise kas metabolizmasındaki artıştan kaynaklandığını düşündürmektedir. Kas perfüzyonunun sağlanması için gerekli damar genişlemesi süresi, kasılma sonrası sıcaklık artışındaki gecikmeyi açıklayabilir.

Daha yüksek egzersiz hacimleri ile daha büyük sıcaklık artışları elde edilebilir. Örneğin, 3 dakikalık dinamik diz ekstansör egzersizi, kuadriseps kas sıcaklığını yaklaşık 0,9°C artırmıştır (Gonzalez-Alonso vd., 2000). Bu değer, ASP oluşturmak amacıyla kullanılan kısa ve şiddetli kas aktiviteleriyle ulaşılabilecek maksimum artışa yakın olabilir. Bu verilere dayanarak, 0,3–0,9°C'lik sıcaklık artışlarının, kısa süreli ve şiddetli istemli kas kasılmalarıyla elde edilebileceği söylenebilir.

Kas sıcaklığındaki artışlar, hem hızlı hem yavaş kasılan kas liflerinde kuvvet gelişim hızı ve kasılma hızındaki artışlarla doğrudan ilişkilidir (Elmubarak ve Ranatunga, 1984; Ranatunga, 1982; Stein vd., 1982). Dolayısıyla, egzersizle oluşan kas içi sıcaklık artışlarının, yüksek güç üretimi gerektiren aktivitelerde (dikey sıçrama, sprint) performansı belirgin şekilde artırması beklenir (~%4–6 / °C) (Bergh ve Ekblom, 1979). Ayrıca bir çalışma suya daldırma yöntemiyle sağlanan sıcaklık artışının, maksimum el kavrama kuvvetinde artış sağladığını raporlamıştır (Binkhorst vd., 1977).

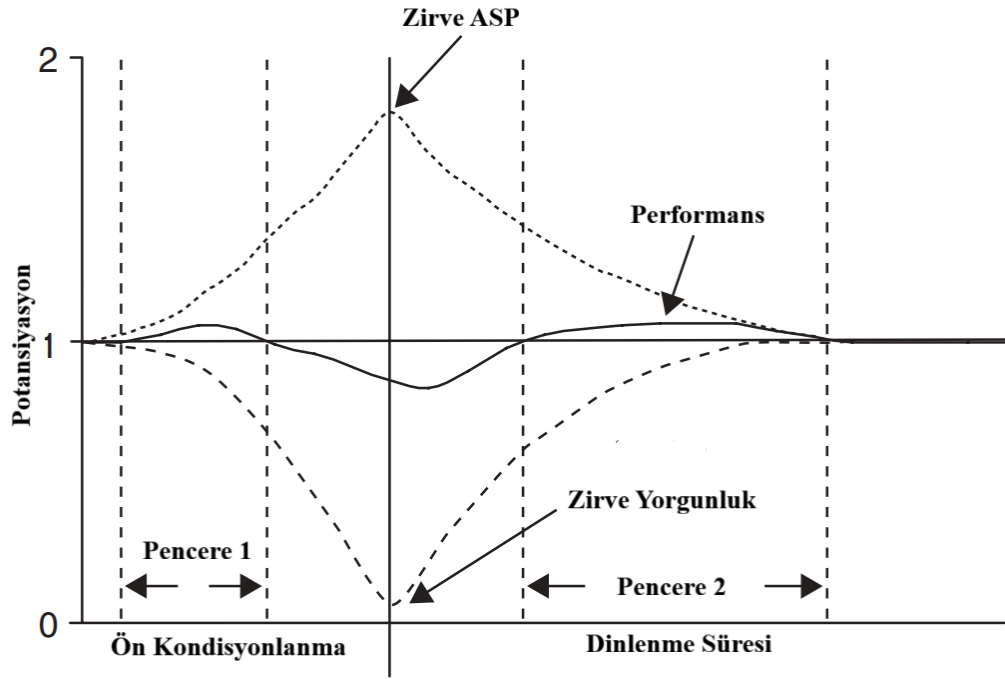
Kas sıcaklığındaki artışın egzersizin şiddetine bağlıdır. 54 devir/dk hızda yapılan bisiklet egzersizlerinde ~%2/°C artış, 140 devir/dk hızda ise ~%10/°C artış gözlenmiştir (Sargeant, 1987). 0,3–0,9°C'lik sıcaklık artışları ile yalnızca sıcaklık artışına bağlı olarak kas gücünde %1–5, hatta bazı durumlarda %10'a varan artış beklenebilir.

Zamanlama ve performans bileşenlerindeki etkisi göz önüne alındığında, kas içi sıcaklık artışlarının kısa ve yoğun egzersizler sonrası ASP'ye katkıda bulunması olasıdır. Özellikle dikey sıçrama veya yüksek kasılma hızı gerektiren testlerde bu etki belirgin olabilir. Ancak,

ASP'nin tip II lif oranı yüksek bireylerde daha fazla görülmesi yalnızca sıcaklık artışıyla açıklanamaz; çünkü sıcaklığa bağımlılık tüm lif tiplerinde benzerdir.

1.1.3. Yorgunluk ve Aktivasyon Sonrası Potansiyasyon

Ön kondisyonlanma aktivitesi hem yorgunluk hem de potansiyasyon oluşturmaktadır. Sonraki kasılma yanıtının artırılıp artırılmayacağını, azaltılıp azaltılmayacağını ya da değişmeden kalıp kalmayacağını belirleyen ikisi arasındaki dengedir. Optimal performans, yorgunluğun azaldığı ancak potansiyasyon etkisinin hâlâ mevcut olduğu bir fırsat penceresinde ortaya çıkar (Şekil 1.2.) (Tillin ve Bishop, 2009). ASP ve yorgunluğun birlikte gelişimi, antrenman uygulamasının yoğunluğu, hacmi ve süresiyle doğrudan ilişkilidir. Yorgunluk, kas içi kreatin fosfat seviyesindeki düşüş ve Ca^{2+} konsantrasyonundaki azalmaya bağlı kasılma tepkisindeki baskılanmadandır; ASP ise düzenleyici hafif zincir fosforilasyonunun artışıyla kas performansını artırır. Yorgunluk genellikle başlangıçta baskın iken, ASP daha çabuk ortadan kalkabildiğinden toparlanma sürecinin belirli bir noktasında performansta artış görülür. ASP'nin net etkisinin ortaya çıkıp çıkmaması, yorgunluk ve potansiyasyon süreçlerinin göreceli dengesi ve bu süreçlerin ortadan kalkma süreleriyle doğrudan ilişkilidir. ASP'nin ilk aşamalarındaki performans artışının gecikmesi, bu iki sürecin eş zamanlı ve zıt etkilerinden kaynaklanabilir (Allen vd., 2008; Blazevich ve Babault, 2019; Tillin ve Bishop, 2009).



Şekil 1.2. Potansiyasyon ve yorgunluk grafiği (Tillin ve Bishop, 2009)

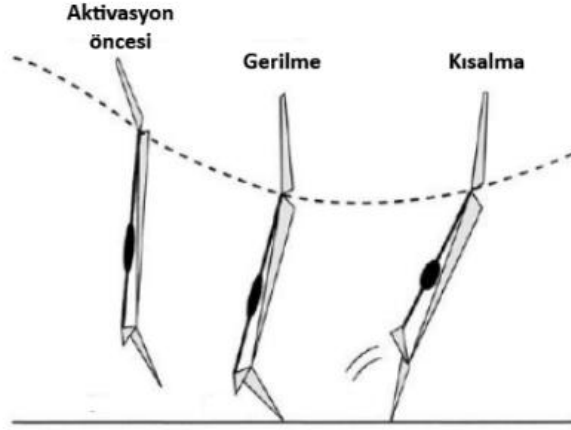
Literatürde fiziksel aktivite sonrası oluşan yorgunluğun değerlendirilmesinde kullanılan çeşitli araçlar vardır. Bunlardan biri olan algılanan zorluk derecesi (AZD), sporcunun yorgunluk düzeyi ve egzersiz şiddetinin belirlenmesinde kullanılan geçerli ve güvenilir bir araçtır (Borg, 1982). Fiziksel aktivite sırasındaki algılanan zorluk; hormon düzeyleri, kas aktivasyonu, psikolojik özellikler, çevresel faktörler ve bireysel farklılıklardan etkilenmektedir (Borg, 1982). AZD'nin belirlenmesinde çeşitli skalalar mevcuttur; AZD skalalarının kullanım amacı, egzersiz şiddetinin belirlenebilmesi ve egzersizin şiddetine bağlı oluşan yorgunluk düzeyi hakkında bilgi sahibi olmaktır. Bunlar arasında en yaygın kullanılanlardan biri Borg 6-20 skalasıdır (Borg, 1982; Eston, 2012). Bireyler arası farklılıkların değerlendirilmesi amacıyla Gunnar Borg tarafından geliştirilen AZD skalası, kas ve eklemlerden elde edilen verilerin yanı sıra kardiyovasküler, solunum ve merkezi sinir sisteminden toplanan bilgileri birleştirerek, algılanan eforun değerlendirilmesi için kapsamlı bir öznel yöntem sunmaktadır (Borg, 1982).

Kalp atım hızı (KAH), egzersiz sırasında kardiyovasküler sistemin verdiği fizyolojik yanıtı değerlendirmek için kullanılan, geçerli ve güvenilir bir ölçüm yöntemidir (Astrand ve Rodahl, 1986; Buchheit, 2014). Fiziksel aktivite sırasındaki KAH; yaş, cinsiyet, antrenman düzeyi, hormonal durum, çevresel koşullar ve psikolojik faktörlerden etkilenmektedir (Astrand ve Rodahl, 1986). KAH ölçümü; egzersiz şiddetinin belirlenmesi, antrenman yükünün kontrolü ve toparlanma sürecinin takibi gibi birçok amaçla kullanılmaktadır (Buchheit, 2014). Kalp atım hızının değerlendirilmesinde dinlenik, maksimum ve hedef kalp atım hızı gibi farklı

parametreler kullanılmaktadır. KAH, kardiyovasküler ve solunum sisteminin yanı sıra otonom sinir sisteminden gelen sinyallerin bütüncül bir göstergesi olarak, egzersiz yoğunluğunun objektif değerlendirilmesine olanak sağlar (Buchheit, 2014).

1.1.4. Pliometrik Egzersizler

Pliometrik egzersizler (PE), genellikle vücut ağırlığıyla gerçekleştirilen sıçrama, atlama, fırlatma savurma hareketlerini içeren, gerilme kısalma döngüsü (GKD) adı verilen nöromüsküler mekanizmaya dayanan egzersizlerdir (Chmielewski vd., 2006; Meylan ve Malatesta, 2009). Pliometrik egzersizler, doğru bir şekilde uygulanabilirse ağırlıklar kullanılarak yapılan yüksek şiddetli egzersizlere daha pratik bir alternatif sağlayabilir; bu tür aktiviteler ayrıca maksimum motor ünite katılımını elde etmeyi de amaçlar, ayrıca ağır ve hantal ekipmana ihtiyaç duyulmadan gerçekleştirilebilir (Maloney vd., 2014a). GKD, sıçrama benzeri hareketlerde eksantrik ve konsantrik kasılma evrelerinde kas ve tendon aktivitelerinin uyumlu bir şekilde çalışma mekanizmasını ifade etmektedir (Chmielewski vd., 2006). PE, kas ve tendonun elastik bileşenleri ve gerilme refleksinden yararlanarak birbirini takip eden hareketlerle kuvvet çıkısını artırmaktadır (Meylan ve Malatesta, 2009). Bu durum eksantrik aktivitenin, konsantrik aktiviteden önce gerçekleşmesinden ötürü meydana gelmektedir (Chmielewski vd., 2006). GKD, hareketin son bölümünde, yani konsantrik fazda performans artırıcı etkiyi ortaya çıkarmaktadır (Chmielewski vd., 2006) ve bu sayede çok hızlı bir şekilde kas-tendon birimlerinin maksimal kuvvet üretmesine imkan vermektedir. Bu etki sonucu görülen verim artışı eksantrik fazda elastik enerjinin yedeklenmesi ve gerilme refleksinin kas etkinliğine katılmasından kaynaklanmaktadır (Chmielewski vd., 2006). Pliometrik kas aktivitesi için önemli mekanizmalardan biri de proprioreseptörlerdir. Kas içcikleri iskelet kaslarının orta bölümünde yer alan, gerilime duyarlı reseptörlerdir (Proske ve Gandevia, 2012; Windhorst, 2007). Kas gerildiğinde aktive olan kas içciği uzunluktaki değişikliği kaydeder ve omuriliğe uyarılar gönderir ve ardından motor nöronların uyarılması neticesinde ilgili kas liflerini harekete geçirir (Proske ve Gandevia, 2012; Windhorst, 2007). Bu sayede gerilme refleksi agonist kas aktivitesini gerçekleştirir. Gerilme refleksi, kasılan kasın uzunluğundaki değişime direnç gösterir (Jami, 1992; Proske ve Gandevia, 2012; Windhorst, 2007). Golgi tendon organı ise kas gerilimi ve gerilim değişim hızı hakkında sinir sistemine bilgi aktaran bir sistemdir. Uyarıldığında, kas aktivitesini inhibe ederek aşırı kasılmayı ve dolayısıyla yaralanmayı önler. Özetle, kas içciği ve Golgi tendon organı; kas ve tendonların birincil reseptörleri olup, iç gerginliği algılar ve kas kasılmasına yanıt verirler (Jami, 1992; Proske ve Gandevia, 2012; Windhorst, 2007).



Şekil 1.3. Gerilme Kısalma Döngüsü (Komi, 2000)

Kas elastikiyeti, GKD'nin tek bir kas hareketine kıyasla daha fazla güç üretmesinin temel nedenlerinden biridir. Kaslar, hızlı gerilmeyle oluşan enerjiyi kısa sürede depolayarak elastik potansiyel enerji biriktirir (Oxfeldt vd., 2019).. Bu prensip, gerilen bir lastiğin veya yayın eski haline dönme potansiyeline benzetilebilir

GKD sırasıyla eksantrik evre, amortizasyon evresi ve konsantrik evre olmak üzere üç evreden oluşur (Chmielewski vd., 2006). Eksantrik evre, kasın hızla uzadığı ve yerçekimine karşı direnç göstererek negatif iş yaptığı ilk aşamadır (Chmielewski vd., 2006; Kubo vd., 2000); bu evrede aktif kas gerilmesi, kas potansiyasyonu aktin-miyozin yakınlığını ve çapraz köprü oluşumunu artırarak daha yüksek kuvvete yol açar. Tendondaki golgi tendon organı bu gerilimle uyarılarak omurilik yoluyla inhibe edici sinyaller gönderir, ancak bağlama bağlı eksitator yanıt da görülebilir; kısaca bu fazda seri elastik bileşen enerji depolar, kas içcikleri uyarılır ve agonist kasın gerilmesini sağlayan sinyaller ventral köke iletilir (Chmielewski vd., 2006). Amortizasyon fazı, eksantrik ve konsantrik fazlar arasındaki çok kısa süreli kritik bağlantı evresidir; geçiş hızlı ve akıcı değilse depolanan enerji ısı enerjisine dönüşerek kaybolur ve gecikme olması durumunda aktivite pliometrik özelliğini ve GKD avantajlarını kaybeder (Chmielewski vd., 2006). Amortizasyon fazından hemen sonra gelen konsantrik faz ise kas-tendon ünitesinin kışalmasını içerir ve yükleme fazında devreye giren mekanizmaların (depolanmış elastik enerjinin salınımı, kas potansiyasyonu, gerilme refleksi) kuvvet üretim verimliliğini artırdığı dönemdir (Chmielewski vd., 2006); özetle bu fazda seri elastik bileşen dinlenme uzunluğuna döner, depolanan elastik enerji kullanılır ve sinirsel sinyaller kas aktivasyonunu tetikler.

1.1.4.1. Pliometrik Egzersizler ile İlgili Aktivasyon Sonrası Potansiyasyon Çalışmaları

Ragbi sporcularında pliometrik egzersizlerin sıçrama performansı üzerindeki akut etkisinin incelendiği araştırmada 20 bilek sıçraması, 15 engel sıçraması ve 5 derinlik sıçramasından oluşan 40 sıçramalık bir protokolün ardından 1., 3., ve 5. dakikalarda aktif sıçrama yükseklikleri ve zirve güç değerleri ölçülmüştür. Araştırmanın bulguları pliometrik egzersizlerin 1., 3. ve 5. dakikalarda sıçrama yüksekliği ile zirve güç değerlerinde anlamlı bir gelişmeye sebep olduğunu göstermiştir (Tobin ve Delahunt, 2014). Erkek atletlerde 1 set 5 tekrar ve 3 set 5 tekrar olmak üzere iki farklı hacimde 30 cm yükseklikten derinlik sıçraması protokolünün oluşturacağı ASP etkisinin 4 dakika, 8 dakika ve 12 dakika olmak üzere üç farklı zaman noktasında aktif sıçrama performansına etkisinin incelendiği araştırmada tüm zaman noktalarında anlamlı gelişmeler görülürken uygulama x zaman etkileşimleri incelendiğinde 4. dakikada düşük hacimli derinlik sıçraması protokolünün ($8,1 \pm 3,9$), yüksek hacimliye göre ($5,8 \pm 3,9$) aktif sıçrama yüksekliğinde daha büyük bir artışa neden olduğu görülmüştür (Baena-Raya vd., 2020). Erkek futbolcular üzerinde yapılan bir çalışmada *deadlift*, izometrik diz ekstansiyonu ve *tuck jump* olmak üzere 3 farklı ASP protokolü uygulanmıştır. Protokoller sonrasında 4., 5. ve 6. dakikalarda 10 metre ve 20 metre sprint performansı ile 7., 8. ve 9. dakikalarda dikey sıçrama performansı değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda herhangi bir protokolün çalışma grubunun sıçrama ve sprint performansına istatistiksel olarak anlamlı etkisi gözlenmemiştir ancak bireysel yanıtlarda yüksek dalgalanmalar görülmesinden dolayı bazı sporcuların sprint ve sıçrama performansının olumlu geliştiği ve bu bulguya dayanarak ASP etkisinin bireysel olarak da incelenebileceği vurgulanmıştır (Till ve Cooke, 2009). Antrenmanlı erkeklerde ağırlıklı pliometrik egzersizlerin farklı zaman noktalarında sürat performansı üzerindeki etkisinin incelendiği bir diğer çalışmada kontrol, ağırlıksız 3 set 10 tekrar *leg bound* ve vücut ağırlığının %10'u eklenerek uygulanan 3 set 10 tekrar *leg bound* olmak üzere üç uygulama yaptırılmış ve 15.sn, 2, 4, 6, 8, 12 ve 16. Dakikalarda 10m ve 20 m sürat performansındaki değişimler incelenmiştir. Çalışma sonucunda ağırlıksız pliometrik uygulamasında kontrol uygulamasına göre 4. dakikada 10m sürat performansında gelişme görülürken; ağırlıklı pliometrik uygulamasında kontrol uygulamasına göre 4. ve 8. dakikada 10m ve 20m sürat performansında artış görülmüştür (Turner vd., 2015). Farklı takım sporu branşlarından erkek üniversite sporcularında 20m sürat performansı üzerinde derinlik sıçraması ile oluşturulan ASP etkisinin incelendiği başka bir çalışmada kardiyovasküler ısınma”, dinamik ısınma ve dinamik ısınma ile beraber 3 tekrar derinlik sıçraması yapılan 3 protokol oluşturulmuş ve 20 metre sprint performansına etkileri incelenmiştir. Dinamik ısınma, sürat performansını kontrol uygulamasına göre %2,2 artırırken, dinamik ısınma ve

derinlik sıçraması kontrol uygulamasına göre %5,01 performans artışı sağlamıştır ($p=0,001$) (Byrne vd., 2014). Son yıllarda yapılan meta analiz sonuçlarına bakıldığında çıkarılacak sonuç pliometrik egzersizlerin ön kondisyonlanma egzersizi olarak kullanılmasının ağırlık kullanılarak yapılan geleneksel kuvvet egzersizlerine göre daha az yorgunluk yaratıyor olabileceği yönündedir. Bu nedenle bazı araştırmacılar pliometrik egzersizlerin ASP yöntemi olarak kullanıldığında daha olumlu etki sağlayacağını öngörmektedir (Seitz ve Haff, 2016).

1.1.5. Fransız Kontrast Metodu

Kontrast antrenman metodu, sinir-kas sistemini önceden uyararak performansı artırmayı hedefleyen bir kuvvet antrenmanı yaklaşımıdır. Tek bir set içerisinde farklı yüklerin kullanılması ve bunların pliometrik egzersizlerle desteklenmesi esasına dayanır. Sinir-kas sistemine yapılan bu ön uyarım, çeşitli performans bileşenlerinin daha etkin katılımını sağlayarak gelişim sürecini hızlandırır. İçerdiği egzersizlerle çeşitli kasılma türlerini kapsar ve bu çeşitlilik, kuvvet artışını destekler (García-Pinillos vd., 2014). Yöntemin temel mantığı, yüksek şiddette bir ağırlık çalışmasının hemen ardından daha düşük ağırlıkla yapılan, patlayıcı kuvvetin ön planda olduğu bir çalışmanın uygulanmasıdır. Pliometrik egzersizlerle birlikte kullanıldığında ise bu metod çabuk kuvvet gelişimine belirgin ölçüde katkı sağlamaktadır.

Son yıllarda kullanılmaya başlanan bir kontrast antrenman türü olan Fransız Kontrast Metodu (FKM), kontrast özellikli hareketlerin ASP temelli hareketlerin birleştirilmesiyle kurgulanan bir antrenman yöntemidir. Bu antrenman metodu ilk defa 2008’de atletizm antrenörü Gilles Cometti tarafından uygulanmıştır. Ardından 2012 yılında Dietz ve arkadaşları tarafından çeşitli antrenman programlarında kullanılmak üzere geliştirilmiş ve literatüre kazandırılmıştır (Dietz ve Peterson, 2012). Bu antrenman yaklaşımının özünde, sporcuların antrenman sırasındaki fizyolojik tepkilerini desteklemek ve kuvvet–hız eğrisinin tamamına yayılan yüklenmeleri sürdürebilmek için birbiriyle uyumlu dört farklı egzersiz türünün ardışık ve ilişkili biçimde kullanılması yer alır (Dietz ve Peterson, 2012). Yüksek ve düşük şiddetli kasılmaların peş peşe planlanması, mekanik güç üretimini artırarak kuvvet–hız bileşiminin gelişimine güçlü bir katkı sağlar. Bu nedenle atletizm, futbol, basketbol, güreş ve boks gibi çabuk kuvvetin belirleyici olduğu pek çok branşta performansı artırma amacıyla yaygın biçimde uygulanmaktadır (Cengizel ve Şenel, 2025; Salam ve Sherif, 2020; Türkarslan ve Deliceoğlu, 2024). Bahsedilen ilkeler doğrultusunda kurgulanan FKM, dört ayrı çalışma biçimini tek bir oturumda bütünleştirir. Birinci aşama, maksimale yakın şiddette birleşik bir direnç egzersizi, ikinci aşama maksimum güç üretmeyi amaçlayan pliometrik bir egzersiz, üçüncü aşama düşük şiddetli bir direnç egzersizi, dördüncü aşama ise daha hızlı ve zeminde

kalma süresinin kısa olması hedeflenen bir pliometrik egzersizdir (Hernández-Preciado vd., 2018).

1.1.5.1. Fransız Kontrast Metodu ile İlgili Aktivasyon Sonrası Potansiyasyon Çalışmaları

Kontrast antrenman metotlarını ASP oluşturmak için kullanan çok sayıda çalışma mevcuttur (Bauer vd., 2019; Lagrange vd., 2020; Smilios vd., 2005). Kuvvet antrenmanı yapan erkeklerde ön kondisyonlanma aktivitesi olarak ağırlıklı *jump skuat* ve yarım skuat egzersizlerinin kullanıldığı bir çalışmada düşük (1TM'nin %30'u) ve orta (1TM'nin %60'ı) şiddette egzersizlerin aktif sıçrama yüksekliğini akut olarak artırdığı görülmüştür (Smilios vd., 2005). Kuvvet antrenmanı yapan erkeklerde düşük ve yüksek şiddetli kontrast antrenman uygulamasının aktif sıçrama yüksekliğine etkisinin incelendiği bir çalışmada her iki uygulamada da kontrol uygulamasına göre anlamlı gelişmeler görülmüştür (Bauer vd., 2019). Genç buz hokeyi sporcularında yapılan bir kontrast antrenman çalışmasında ön kondisyonlanma aktivitesi olarak uygulanan 5 süperset skuat ve skuat sıçrama egzersizinin ardından kontrol grubuna göre tekrarlı sprint performansında gelişme görülürken sıçrama performansında bir değişiklik görülmemiştir (Lagrange vd., 2020).

Bahsedilen kontrast antrenman çalışmalarının yanında son yıllarda FKM'nin akut ön kondisyonlanma aktivitesi olarak kullanıldığı çalışmalar sınırlı sayıdadır. Rekreatif atletlerde 3 setlik FKM uygulamasının dikey sıçrama performansı üzerindeki etkisini inceleyen çalışmada her FKM setinin tamamlanmasından 5 dakika sonra dikey sıçrama performansı belirlenmiştir. FKM grubunda dikey sıçrama yüksekliğinde kontrole göre birinci setin ardından %5,1, ikinci setin ardından %6,8, üçüncü setin ardından %8,5'lik bir artış görülmüştür (Hernández-Preciado vd., 2018).

Bir diğer çalışmada genç erkek futbolcularda (~15 yaş) FKM sonrası 4, 8 ve 12. dakikalarda ASP etkisini incelenmiştir. Katılımcılar 1TM değerlerine göre düşük ve yüksek kuvvetli olmak üzere iki gruba ayrılmış ve sadece 4. dakikada yüksek kuvvetli olan grupta performans artışı görülmüştür (Gözlükaya Girginer vd., 2024).

Erkek basketbolcularda 3 x 3 basketbol müsabakası sırasında performansa etkisini inceleyen bir çalışmada 3 set FKM ile 1TM'nin %90'ı şiddetinde 1 set 3 tekrar *back skuat* protokolleri karşılaştırılmış ve FKM'nin toplam kat edilen mesafeyi, sıçrama yüksekliğini ve müsabaka içindeki toplam yön değiştirme manevrası sayısını artırdığı görülmüştür (Cengizel ve Şenel, 2025).

FKM temelde akut performans gelişimini hedeflese de uzun vadeli antrenman yöntemi olarak kullanıldığı çalışmalar da mevcuttur. Kuvvet antrenmanı yapan erkeklerde yapılan bir çalışmada FKM 6 hafta uygulanmış ve skuat sıçrama yüksekliğinde ~%11, aktif sıçrama yüksekliğinde ~%8 artış sağlanmıştır. Ayrıca 1TM skuat kuvveti ~%6, 1TM *deadlift* kuvveti ise ~ %7 oranında gelişmiştir (Welch vd., 2019).

Kadın atletler üzerinde yapılan bir çalışmada FKM 8 hafta boyunca haftada 3 gün uygulanmış, patlayıcı kuvvette ve 3 adım atlamaya ilişkin kinematik parametrelerde de olumlu gelişmeler gözlenmiştir (Elbadry vd., 2019).

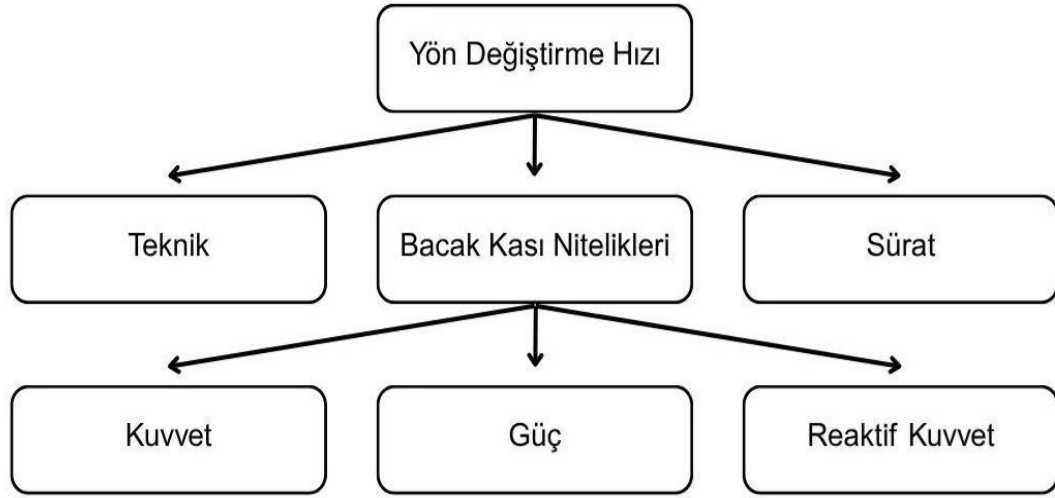
Erkek futbolcularda yapılan bir çalışmada FKM 6 hafta uygulanmış ve dikey sıçrama performansında ~%8, süratte ~%1, denge skorlarında değişken aralıklarda gelişmeler görülmüştür (Türkarslan ve Deliceoğlu, 2024).

1.2. Yön Değiştirme Hızı

Yön değiştirme hızı, hareket halindeyken bir uyarana bağlı olmaksızın önceden belirlenmiş bir düzende yavaşlama, hareketin yönünü değiştirme veya tekrar ivmelenme olarak tanımlanmaktadır (Sheppard ve Young, 2006). YDH, takım sporcularında yüksek hızlı yön değiştirmeli koşuların, ani hızlanma ve yavaşlama içeren manevraların kalitesini belirleyen temel performans parametrelerinden biridir. Takım sporlarında performansın önemli belirleyicilerinden biri olan YDH, elit sporcuyu diğer biyomotor becerilere kıyasla daha iyi ayıran bir özelliktir ve müsabaka performansının önemli belirleyicilerinden biridir (Drake vd., 2017; Reilly vd., 2000). Takım sporlarında yön değiştirmeye neden olan unsur çoğunlukla rakiptir ve yön değiştirme manevraları rakiplerin hareketine tepki olarak planlandığından ötürü anlık olarak planlanmaktadır. Literatürde takım sporlarında doğrusal sprintler, YDH, yavaşlama ve ivmelenmenin performansı etkileyen önemli faktörler olduğu vurgulanmaktadır (Bradshaw vd., 2011; Mann vd., 2016).

1.2.1. Yön Değiştirme Hızını Etkileyen Faktörler

Young vd. (2002), YDH'yi etkileyen temel faktörleri antropometri, teknik (ayak yerleşimi, adım uzunluğu, duruş), sürat ve bacak kası nitelikleri olarak tanımlamıştır. Bu model daha sonra Brughelli vd. (2008) tarafından güncellenmiştir (Şekil 1.4). Söz konusu faktörlerin YDH ile ilişkisinin ise cinsiyet, yaş, spor branşı ve kullanılan yön değiştirme testinin özelliklerine bağlı olarak farklılık gösterebileceği bildirilmiştir (Dawes, 2019).



Şekil 1.4. Yön değiştirme hızını etkileyen faktörler (Brughelli vd., 2008)

1.2.1.1. Yön Değiştirme Hızı ve Teknik Arasındaki İlişki

Teknik, yüksek verimli hareket oluşturma stratejisi olarak tanımlanmaktadır ve YDH'nin de kritik bir bileşenidir (Muratlı vd., 2007). Tüm spor dallarında, uygun tekniğin eksikliği veya yetersizliği, branşa özgü performansı düşüren temel bir faktör olarak kabul edilmektedir (Dawes, 2019). Sporcular doğru teknikle; vücut pozisyonlarını, içsel/dışsal kuvvetleri optimal şekilde aktarıp stabilize ederek daha etkin yön değiştirebilirler (Dawes, 2019). Sporcular genelde manevraları yavaşlayarak gerçekleştirir. Bu noktada, yavaşlama ve ardından hedefe doğru hızlanmayı optimize etmek adına ağırlık merkezinin kontrolü esastır (Sheppard ve Young, 2006). Yavaşlama sonrası, dönüş ayağıyla zemine tam ve doğru basış sağlanarak alt ekstremiteye binen eksantrik yük minimize edilmelidir (Bompa ve Haff, 2015). Alt ve üst ekstremita hareketleri ve koşu mekaniği de performansı etkileyen unsurlardır (Bompa ve Haff, 2015); hareket esnasında vücudun herhangi bir parçasının ideal pozisyon dışında olması optimal performansı engeller (Dawes, 2019). Literatür, daha iyi YDH'ye sahip sporcuların daha kısa yere temas süresi ve daha yüksek zemin reaksiyon kuvveti ürettiğini göstermektedir (Spiteri vd., 2015). Bu faktörleri inceleyen bir araştırmada üç boyutlu kamera sistemi kullanılmış (Morrison vd., 2015) ve YDH ile; yere temas süresi, zemin tepki kuvveti, pelvis/omurga rotasyonu ile kalça addüksiyon/abduksiyonu arasında korelasyonlar raporlanmıştır.

1.2.1.2. Yön Değiştirme Hızı ve Sürat Arasındaki İlişki

Sürat, vücudu veya bir bölümünü hedef yönde maksimum hızla hareket ettirme kapasitesi olarak tanımlanabilir (Clark vd., 2008). Sürat ile YDH arasındaki ilişkiyi inceleyen araştırmalar, bazı çelişkili sonuçlar içermekle birlikte, genel olarak anlamlı bir ilişkinin varlığına işaret etmektedir. Bu ilişkiyi destekleyen fizyolojik temeller mevcuttur. Artmış kas kesit alanı ve tip II lif yoğunluğu gibi faktörler hem sürati hem de kuvvet ve gücü olumlu etkiler (Harrison vd., 2004) Üstün sürat performansı, yüksek tip II lif oranı ve bunun sağladığı hızlı kuvvet üretimi ile ilişkilidir. Koordinasyon, farklı hareketleri amaca yönelik uyumlu şekilde yapabilme yetisi, özellikle agonist-antagonist kas uyumu, hareketin kesinliği ve doğruluğu için kritiktir (Muratlı vd., 2007) ve sürat ile YDH her ikisi için de temel bir performans belirleyicisidir.

Bu ilişkinin büyüklüğü ve anlamlılığı; cinsiyete, spor branşına, sporcu seviyesine, kullanılan sürat testinin mesafesine (ivmelenme, maksimum sürat) ve özellikle kullanılan YD testinin yapısına (açı sayısı, keskinlik, toplam mesafe, başlangıç yönü) bağlı olarak büyük ölçüde değişkenlik gösterebilmektedir. Erkek sporcular üzerinde yapılan araştırmalar, bu ilişkinin düzeyinde ve anlamlılığında önemli farklılıklar ortaya koymaktadır. Örneğin, erkek basketbolcularda 10 metre sürat zamanı ile T-testi performansı arasında ilişki saptanmazken, 30 metre zamanı ile T-testi arasında orta düzeyde bir korelasyon ($r=0,505$) raporlanmıştır (Alemdaroğlu, 2012). Erkek korumalı futbol sporcularında tüm mevkilerdeki sporcuları kapsayan bir çalışma, 40 yada sprint testi ile 20 yada mekik koşusu testi performansları arasında orta-kuvvetli düzeyde ilişkiler ($r=0,48-0,66$) olduğunu göstermiştir (Spaniol vd., 2010). Erkek hentbolcularda yapılan bir çalışmada ise ivmelenme ile T-testi arasında kuvvetli bir korelasyon ($r=0,76$) tespit edilmiştir (Hermassi vd., 2011). Profesyonel erkek futbolcularla yürütülen geniş kapsamlı bir çalışmada ($n=106$), 10 metre ivmelenme ve 20 metre maksimum sürat testleri ile zig zag yön değiştirme testi performansı arasında anlamlı ilişkiler raporlanmıştır (Little ve Williams, 2005). Draper ve Lancaster'ın (1985) yaptığı araştırmada, düz 20 metre sprint ile Illinois testi arasında orta düzey korelasyon ($r=0,47$) gözlenirken, erkek futbolcular üzerindeki bir başka çalışmada Illinois testi ile 10 metre, 20 metre ve 30 metre sprint zamanları arasında sırasıyla kuvvetli ilişkiler ($r=0,635$, $r=0,832$, $r=0,849$) saptanmış; buna karşın T-testi ve *Pro-Agility* testleri ile sürat arasında anlamlı ilişki bulunmamıştır (Çınarlı vd., 2018). Genç erkek futbolcularda (17-19 yaş) ise 30 metre sürat ile Illinois testi arasında anlamlı ilişkiye rastlanmamıştır (Baydemir ve Aksoy, 2017). Bir derleme çalışması (Brughelli vd., 2008), YDH ile sürat arasındaki ilişkinin genel olarak orta düzeyde olduğunu, ancak bu ilişkinin test türüne ve cinsiyete göre önemli farklılıklar gösterdiğini ortaya

koymuştur. Derlemeye göre, en düşük ilişki erkeklerde 20 metre sprint ile 505 testi arasında ($r=0,055$), en yüksek ilişki ise kadın sporcularda T-testi ile sprint zamanı ($r=-0,630$) ve ivmelenme ($r=-0,693$) arasında gözlenmiştir (Brughelli vd., 2008).

Kadın sporcular üzerinde yapılan çalışmaların bulguları genellikle sürat ile YDH arasında kadınlarda, erkeklere göre daha tutarlı ve çoğunlukla daha kuvvetli pozitif yönlü korelasyonlar olduğunu desteklemektedir. Kadın futbolcularla yapılan bir araştırmada, 505 testi ve modifiye 505 testi ile 10 metre sürat zamanı arasında ikinci lig oyuncularında orta düzey ilişkiler (sırasıyla $r=0,55$ ve $r=0,65$) bulunurken, birinci lig oyuncularında sadece standart 505 testinde düşük düzeyde bir ilişki ($r=0,39$) saptanmıştır (Lockie vd., 2018). Genç kızlarda (12-13 yaş) ise T-testi, T180 testi, 20 yarda testi ve ileriye-geriye koşu testi gibi dört farklı yön değiştirme testi ile 10 metre ve 15 metre sprint zamanları arasında orta ile kuvvetli düzeyde korelasyonlar ($r=0,30-0,68$) bildirilmiştir (Spasic vd., 2013). Farklı spor branşlarından kadın ve erkek sporcuların ($n=304$) katıldığı bir çalışmada, T-testi ile 40m sürati arasındaki ilişki erkeklerde orta düzeyde ($r=0,55$) iken kadınlarda kuvvetli düzeyde ($r=0,73$) bulunmuş; ayrıca kadınlarda hexagon test ile sürat arasında da orta düzeyde anlamlı ilişki ($r=0,40$) gözlenmiştir (Pauole vd., 2000).

Sonuç olarak, mevcut araştırmalar sürat ile YDH arasında genellikle anlamlı bir ilişki olduğunu göstermektedir. Ancak, araştırmacılar, antrenmanlı erkeklerde süratin YDH ile ilişkili olduğunu kabul etmekle birlikte, kadın sporcularda süratin YDH'nin daha belirgin ve kuvvetli bir belirleyicisi olabileceğine dikkat çekmektedir (Pauole vd., 2000).

1.2.1.3. Yön Değiştirme Hızı ve Kuvvet Arasındaki İlişki

Kuvvet, sportif bağlamda bir direnci yenebilme yeteneği olarak tanımlanırken (Hazeldine, 2000), biyolojik açıdan kas çalışmasıyla bir kütleyi hareket ettirme veya direnci etkileme kapasitesini ifade eder. Kuvvet oluşumunda iç dirençler (başlıca iskelet kaslarından kaynaklanan kasılmalar) ve dış dirençler (kütle teması, hareketin doğurduğu kuvvetler, sürtünme ve yer çekimi) rol oynar (Hazeldine, 2000). Kuvvet üretimi, motor ünite dinamikleri de dahil olmak üzere çeşitli faktörlerden etkilenir (Bompa ve Haff, 2015). Bir sinir hücresi ile onun innerve ettiği kas liflerinden oluşan motor ünitelerin katılım sayısı arttıkça kuvvet çıktısı da artar; bu katılım küçükten büyük motor birimlere doğru sıralı bir şekilde gerçekleşir (Henneman vd., 1965). Ateşleme hızı da kuvvet oluşumunda motor ünite katılımı kadar kritik bir öneme sahiptir. Skuat gibi yüksek şiddetli kuvvet egzersizleri, motor ünite ateşleme hızını artırarak kuvvet çıktısını yükseltir (Aagaard vd., 2002). Sinir-kas inhibisyonu ise kuvvet üretimini kısıtlayan bir faktördür; örneğin Golgi tendon organının yüksek şiddetli kasılmalara

karşı koruyucu inhibitör etkisinin azalması kuvvet çıktısını artırabilir. Nitekim 14 haftalık şiddetli kuvvet antrenmanının sinir-kas inhibisyon tepkisini azaltarak kuvvet performansına olumlu etki sağladığı görülmüştür (Aagaard vd., 2000). Kas lifi tipi dağılımı da kuvvet kapasitesini etkiler: Kuvvet sporcularında baskın olan tip II liflerin yoğunluğu ile maksimal kaldırma performansı (Fry vd., 2003) ve dikey sıçrama (Bompa ve Haff, 2015) arasında kuvvetli pozitif korelasyonlar bulunurken, tip I lif yoğunluğu yüksek bireylerde dayanıklılık parametreleri daha yüksek olma eğilimindedir (Bergh vd., 1978).

Kuvvet, kuvvette devamlılık, maksimal kuvvet, çabuk kuvvet olarak sınıflandırılır (Bompa ve Haff, 2015). Maksimal kuvvet, sinir-kas sisteminin istemli kasılmasıyla tek seferde üretilen en yüksek kuvvettir (Bompa ve Haff, 2015). Kuvvette devamlılık, uzun süreli direnç çalışmalarında yorgunluğa karşı direnci ifade eder ve düşük hareket hızıyla kas hipertrofisini hedefleyen antrenmanlarla geliştirilir (Bompa ve Haff, 2015). Çabuk kuvvet ise yüksek hızda kuvvet oluşturma yeteneği olup başlama kuvveti, patlayıcı kuvvet ve elastik (reaktif) kuvvet alt bileşenlerine ayrılır (Bergh vd., 1978; Brown ve Ferrigno, 2014). Takım sporlarında maksimal bacak kuvvetinin ivmelenme, sürat ve dikey sıçrama ile pozitif ilişkili olduğu bilinmekle birlikte (Sheppard ve Young, 2006), bu ilişkinin YDH'ye yansıması karmaşıktır. Örneğin skuat sıçrama antrenmanı sonrası kuvvetli erkeklerde maksimal kuvvette ~%8 artış gözlenirken, T-testi ile ölçülen YDH'deki iyileşme yalnızca ~%1,7 düzeyinde kalmıştır (McBride vd., 2002). Erkek basketbolcularda 5'li sıçrama testi ile YDH arasında negatif korelasyon ($r=-0,61$) bulunması da bu ilişkinin doğrusal olmadığını düşündürmektedir (Chaouachi vd., 2009). Ancak elit erkek futbolcularda ekstansör kas kuvvetinin ($60^\circ/\text{sn}$) T-testi performansının önemli bir belirleyicisi olduğu raporlanmıştır (Chaouachi vd., 2012).

1.2.1.4. Yön Değiştirme Hızı ve Reaktif Kuvvet Arasındaki İlişki

Reaktif kuvvet, gerilme kısalma döngüsünde eksantrik fazdan konsantrik faza hızlı geçiş yapabilme becerisidir (Young vd., 1999) ve YDH üzerinde önemli bir etkidir. Sıçrama performansı ile yön değiştirme becerileri arasındaki ilişki literatürde sıkça vurgulansa da, reaktif kuvvetin bu bağlamdaki etkisi daha az araştırılmıştır. Genç erkeklerde bilateral yana sıçrama testi ile T180, Illinois, T-testi, *forward-backward* ve zig-zag testleri arasında orta-kuvvetli düzeyde negatif korelasyonlar saptanmıştır (Sekulic vd., 2014). Antrenman çalışmaları da bu ilişkiyi desteklemektedir: 8 haftalık YD antrenmanının futbolcularda sıçrama performansını anlamlı düzeyde artırması (Jovanovic vd., 2011), reaktif kuvvet temelli pliometrik antrenmanların YD performansına olumlu etkileri (Asadi vd., 2016; Arazi vd., 2012; Arazi vd., 2014; Faigenbaum vd., 2007) ve orta düzey basketbolcularda 6 haftalık

pliometrik antrenman sonrası hem reaktif kuvvet parametrelerinde hem de YDH'de anlamlı artışlar gözlenmesi (Asadi, 2013) bu sinerjiyi göstermektedir. Benzer şekilde, 12-15 yaş erkek çocuklarda antrenman programlarına pliometrik egzersizler eklemenin sıçrama ve YDH'yi geliştirdiği (Faigenbaum vd., 2007) raporlanmıştır. Başka bir çalışmada erkek Avustralya futbolcularında *drop jump* ile belirlenen reaktif kuvvet ile YDH arasında orta düzey korelasyon olduğu raporlanmıştır (Young vd., 2015). Reaktif kuvvet ile YDH ilişkilerinde cinsiyet farklılıklarını inceleyen bir çalışmada üniversite öğrencilerinde reaktif kuvvet ile YDH arasında kadınlarda orta düzey ilişki saptanırken erkeklerde anlamlı ilişki bulunmamıştır (Sassi vd., 2009).

1.2.1.5. Yön Değiştirme Hızı ve Alt Ekstremitte Gücü Arasındaki İlişki

Yön değiştirme manevraları, alt ekstremitte ekstansörlerinin önce eksantrik bir yavaşlama, ardından konsantrik bir hızlanma fazıyla çalışmasını gerektirir (Bompa ve Haff, 2015). Bu durum, YDH'nin alt ekstremitte gücüyle ilişkili olabileceği varsayımını doğurmaktadır. Nitekim yüksek YDH için yerle temas süresinin mümkün olduğunca kısa tutulması kritiktir. Literatürde ilişkiye dair bulgular tutarlı değildir: bazı çalışmalar orta düzeyde pozitif ilişkiler rapor ederken (Davis vd., 2004; Pauole vd., 2000), bazıları zayıf ya da anlamsız ilişkiler bildirmiştir (Mayhew vd., 1989; Young vd., 2002). Bu araştırmalarda güç göstergesi olarak çoğunlukla dikey sıçrama ve elastik kuvvet kullanılmış (Sekulic vd., 2013) ve farklı sıçrama protokollerinden yararlanılmıştır (Brughelli vd., 2008). Ayrıca yatay sıçrama testleri ile YDH arasındaki bağlantıyı inceleyen çalışmalar da mevcuttur (Marković vd., 2007; Peterson vd., 2006). Barnes vd. (2007), 29 kadın voleybolcuda çoklu sıçrama ve *drop jump* performanslarını, 4 × 5 metre ve 180° dönüş içeren bir yön değiştirme testiyle ilişkilendirmiş ve çoklu sıçrama ile YDH arasında anlamlı, pozitif bir ilişki bulmuştur.

Cinsiyete özgü kanıtlar sınırlı olmakla birlikte, modifiye T-testi ile belirlenen YDH ile dikey sıçrama arasındaki ilişkinin kadınlarda anlamlı, erkeklerde ise anlamsız olduğu bildirilmiştir (Sassi vd., 2009). Genç basketbolcularda, YDH'nin en güçlü yordayıcısı kadınlarda sprint performansı, erkeklerde ise tek taraflı sıçrama performansı olarak saptanmıştır (Delextrat vd., 2015). Başka bir çalışmada kadın futbolcularda YDH ile dikey sıçrama performansı arasında anlamlı ilişki raporlanırken erkeklerde anlamlı ilişkiye rastlanmamıştır (McFarland vd., 2016). Genel tablo, bazı çalışmalar erkeklerde gücün YDH ile bağlantısını gösterse de, tüm bulgular birlikte değerlendirildiğinde gücün kadınlarda YDH'yi görece daha fazla etkileyebileceğine işaret etmektedir.

1.2.2. Yön Değiştirme Hızı ile İlgili Aktivasyon Sonrası Potansiyasyon Çalışmaları

Literatürde ASP ile YDH arasındaki ilişkiyi doğrudan test eden çalışmalar sınırlıdır. Örneğin Sole vd. (2013), ABD kolej tenis ve basketbol sporcularında *back skuat* temelli yüksek şiddetli ısınmanın 10 metre yön değiştirmeli mekik performansına etkisini incelemiş ve dinamik ısınmaya kıyasla grup düzeyinde anlamlı fark bulmamıştır; bireysel yanıtlarda ise heterojenlik gözlenmiştir. Bu durum, ASP yanıtının protokol ve sporcunun özelliklerine duyarlı olduğuna işaret etmektedir.

Maloney vd. (2014b) elit badmintoncularda vücut ağırlığının %5–10’i kadar ağırlıklı yelek ile yapılan dinamik ısınmanın ardından YDH’de özellikle ilk 4–6 dakikada anlamlı ve pratik olarak yararlı iyileşmeler bildirmiştir. Bu bulgu, ağırlıklı yelek ile ısınmanın maç başlangıcına yakın kısa pencerede YDH’yi geliştirebildiğini göstermektedir.

Benzer biçimde Chua vd. (2021), yüksek antrenmanlı badmintoncularda kort üzerinde giyilebilir direnç ekipmanları ve bantla değişken direnç ısınmalarını karşılaştırmış; her iki uygulamada da kontrole kıyasla YDH’nin “erken faz” olarak ifade ettikleri 4. dakikada iyileştiğini raporlamıştır.

Futbolda Turki vd. (2020) genç erkek sporcularda ağırlıklı yelek ile dinamik ısınmanın tekrarlı yön değiştirme performansını 8. dakikaya kadar artırdığını göstermiştir. Profesyonel futbolcularda Petisco vd. (2019), ASP amaçlı ısınmada farklı *back skuat* şiddetlerini karşılaştırmış ve 1TM’nin %80’inde koşulunun hem tekil YDH hem de tekrarlı YDH ölçütlerinde en elverişli sonuçları verdiğini bildirmiştir.

Öte yandan, Marshall vd. (2019) elit akademi ragbide 3 x 3 saniye maksimal izometrik skuat sonrasında 5–10–5 *Pro-Agility* testinde 1. dakikada performansın kötüleştiğini, ilerleyen dakikalarda farkın kaybolduğunu raporlamıştır. Ön kondisyonlanma egzersizinin türü de performans artışı üzerinde belirleyicidir. Orjalo vd. (2020b), üniversite çağındaki sporcularda ağırlık ve ağırlıksız yanal sıçrama protokollerinin 505 testi performansına olumlu etkisi olmadığını bildirmiştir. Toprak vd. (2022) ergen futbolcularda dinamik ve izometrik ASP protokollerinin YDH üzerindeki zamansal etkilerini karşılaştırmış ve belirli zaman noktalarında anlamlı iyileşmeler raporlamıştır bu optimal etki noktasının önemini yinelemektedir.

Aytaç vd. (2024) 1TM'nin %90'ı şiddetinde 3 set 3 tekrar *back skuat* egzersizinin 505 ve T-testi olmak üzere iki farklı test ile belirlenen YDH üzerindeki etkilerini karşılaştırmış; özetlenen bulgular 505 testinde olumlu etki bulunmadığını, T-testinde ise yorgunluk etkisinin ortaya çıktığını göstermiştir.

Sánchez-Sánchez vd. (2024), vücut ağırlığıyla ve farklı yüklerde (vücut ağırlığının %5'i ve %10'u) ağırlıklı yeleklerle dar alan oyunları içeren ısınmaların sonrasında sürat ve ivmelenmeye dönük performans göstergelerinde ve müsabaka taleplerinde iyileşmeler bildirmiştir.

Son olarak Genç vd. (2025) basketbolcularda 1TM'nin %80'i şiddetinde *back skuat* egzersizini takiben 3 dakika sonra YDH süresini anlamlı biçimde iyileştirdiğini göstermiştir. Bu çalışmalar şiddet, egzersiz türü, antrenmanlılık durumu ve toparlanma zamanlamasının YDH çıktıları için belirleyici olduğunu göstermektedir.

1.3. Amaç

Bu çalışmanın amacı Fransız Kontrast Metodu ve pliometrik egzersizler ile uygulanan aktivasyon sonrası potansiyasyonun yön değiştirme hızı üzerindeki etkilerini; branş ve cinsiyet değişkenlerine göre incelemektir.

1.4. Problem Cümlesi

Fransız Kontrast Metodu ve pliometrik egzersizler takım sporcularında yön değiştirme performansını akut olarak geliştirebilecek düzeyde aktivasyon sonrası potansiyasyon etkisi oluşturabilir mi?

1.5. Alt Problemler

1. Fransız Kontrast Metodu ve pliometrik egzersizlerle oluşturulan aktivasyon sonrası potansiyasyon düzeyleri birbirinden farklı mıdır?
2. Yön değiştirme performansı üzerindeki aktivasyon sonrası potansiyasyon etkisi zamana göre farklılaşmakta mıdır?
3. Yön değiştirme performansı üzerindeki aktivasyon sonrası potansiyasyon etkisi cinsiyete göre farklılaşmakta mıdır?
4. Yön değiştirme performansı üzerindeki aktivasyon sonrası potansiyasyon etkisi branşa göre farklılaşmakta mıdır?

5. Aktivasyon sonrası potansiyasyon etkisi ile kuvvet değerleri arasında ilişki var mıdır?

1.6. Araştırma Denenceleri

1. Fransız Kontrast Metodu ve pliometrik egzersizlerle oluşturulan aktivasyon sonrası potansiyasyon düzeyleri birbirinden farklıdır.
2. Aktivasyon sonrası potansiyasyon etkisi zamana göre farklılaşmaktadır.
3. Aktivasyon sonrası potansiyasyon etkisi cinsiyete göre farklılaşmaktadır.
4. Aktivasyon sonrası potansiyasyon etkisi branşa göre farklılaşmaktadır.
5. Aktivasyon sonrası potansiyasyon etkisi ile kuvvet değerleri arasında ilişki vardır.

1.7. Sayıtlar

1. Katılımcıların testler süresince maksimum efor gösterdikleri varsayılmıştır.
2. Katılımcıların performans artırıcı maddeler kullanmadıkları varsayılmıştır.
3. Katılımcıların beyan ettiği yaş, branş yaşı ve haftalık antrenman süresi bilgilerinin doğru olduğu varsayılmıştır.

1.8. Sınırlılıklar

1. Yön değiştirme performansı yalnızca T-testi ile belirlenmiştir.
2. Bu çalışmada incelenen takım sporu branşları basketbol, futbol, hentbol, ragbi ve voleybol ile sınırlıdır.

1.9. Araştırmanın Önemi

Bu araştırmanın temel amacı, takım sporları başta olmak üzere birçok branşta başarı için kritik öneme sahip olan yön değiştirme performansını, bilimsel temellere dayalı güncel bilgi ve yöntemler ışığında geliştirmeye yönelik katkı sağlamaktır. YDH; sürat, teknik, patlayıcı kuvvet gibi çok boyutlu fiziksel özelliklerin birleşimini gerektirmesi sebebiyle antrenman bilimi açısından özel bir öneme sahiptir. Bu bağlamda, çalışmamızda ASP uygulamalarının YDH üzerindeki akut etkilerinin incelenmesi hedeflenmektedir.

Elde edilecek bulgular, ASP yöntemlerinin antrenman programlarına bilinçli bir şekilde entegre edilmesiyle, spor bilimcilere, antrenörlere ve sporculara performans artırıcı stratejiler konusunda somut yol gösterici veriler sunacaktır. Mevcut literatürde ASP'nin YDH'ye etkisini doğrudan inceleyen araştırmaların az sayıda olması, bu araştırmanın özgün değerini artıran unsurlardan biridir. Ayrıca, ASP etkisi oluşturmak için iki farklı yöntem kullanılacak olması ve elde edilecek verilerin cinsiyet ve branş farklılıkları açısından karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesi, çalışmanın hem metodolojik hem de uygulama açısından yenilikçi yönünü güçlendirmektedir.

Günümüz rekabetçi spor ortamında, takım sporcularının sadece temel kondisyonel özelliklere değil, aynı zamanda en üst düzey sportif becerilere de sahip olması beklenmektedir. Bu becerilerin önemli bir bölümü, bireysel gelişim ilkesi çerçevesinde sporcuya özel yaklaşımlar gerektirir. YDH gibi yüksek düzey koordinasyon ve güç üretimi isteyen bir becerinin, ASP temelli yöntemlerle geliştirilmesi; hem saha içi verimliliğin artırılmasına hem de sportif başarının sürekliliğine katkı sağlayacaktır. Bu nedenle, bu çalışma yalnızca akademik literatüre değil, aynı zamanda uygulamalı spor bilimleri alanına da değerli bir katkı sunmayı hedeflemektedir.

2. GEREÇ VE YÖNTEM

2.1. Araştırma Grubu

Araştırmaya en az 3 yıldır ilgili branşta yarışmalara katılan, herhangi bir sağlık problemi olmayan, ergojenik yardımcı kullanmayan 18 yaş ve üzeri gönüllü kadın ve erkek futbol, basketbol, voleybol, hentbol ve ragbi sporcuları katılmıştır. Çalışmaya toplam 140 katılımcı davet edilmiş, çeşitli sebeplerle çalışmadan ayrılanlar veya çıkartılanlar hariç 51 kadın 55 erkek olmak üzere toplam 106 katılımcının verileri analizlere dahil edilmiştir. Çalışmaya başlamadan önce gönüllülere çalışmayla ilgili bilgiler verilmiş, “Bilgilendirilmiş Gönüllü Onam Formu” okutularak imzalatılmıştır. Araştırma süresince Helsinki Bildirgesine riayet edilmiştir.

Gönüllülerin araştırmaya dahil edilme kriterleri aşağıdaki gibidir:

1. 18 yaş ve üzeri olmak.
2. En az 3 senedir futbol, basketbol, voleybol, hentbol, ragbi branşlarından birinde müsabık sporcu olmak.
3. Herhangi bir sağlık sorunu bulunmamak.
4. Herhangi bir ergojenik yardımcı kullanmıyor olmak.
5. Araştırmaya katılmaya gönüllü olmak.

Gönüllülerin araştırmadan dışlanma kriterleri aşağıdaki gibidir:

1. Kronik bir rahatsızlığı veya hastalığı bulunmak.
2. Çalışma sırasında akut solunumsal hastalık ya da kas-iskelet yaralanması ortaya çıkması.
3. Son altı ay içerisinde kas-iskelet sistemi yaralanması geçirmiş olmak.
4. Gönüllünün araştırmadan kendi isteği ile ayrılması.

2.2. Veri Toplama Araçları

2.2.1. Boy Uzunluğunun Belirlenmesi

Katılımcıların boy uzunlukları 1 mm hassasiyete sahip stadiometre (SECA 285, Almanya) kullanılarak ölçülmüştür.



Şekil 2.1. Stadiometre

2.2.2. Vücut Ağırlığı ve Vücut Kompozisyonunun Belirlenmesi

Katılımcıların vücut ağırlıkları ve vücut kompozisyonları üzerlerinde minimum düzeyde kıyafet olacak şekilde, çıplak ayakla biyoelektrik impedans analizörü (BIA) kullanılarak 100 gr hassasiyetle ölçülmüştür (Tanita BC-418, Japonya).



Şekil 2.2. Elektronik baskül ve biyoelektrik impedans analizörü

2.2.3. Yön Değiştirme Hızının Belirlenmesi

Katılımcıların T-testi performansları elektronik fotosel sistemi (Newtest Powertimer 300, Finlandiya) ile belirlenmiştir.



Şekil 2.3. Elektronik fotosel sistemi

2.2.4. Algılanan Zorluk Derecesinin Belirlenmesi

Bu çalışmada AZD, literatürde sıklıkla kullanılan 6-20 Borg Skalası (Borg, 1982) ile belirlenmiştir.

Skor	Algılanan Zorluk Düzeyi
6	Dinlenme Hali
7	Çok Hafif
8	Oldukça Hafif
9	Hafif
10	Hafif-Orta
11	Orta
12	Orta-Üstü
13	Biraz Zor
14	Zor
15	Çok Zor
16	Aşırı Zor
17	Aşırı Zor
18	Maksimuma Yakın
19	Maksimum
20	Tamamen Tükenme

Şekil 2.4. AZD Skalası

2.2.5. Kalp Atım Hızı

T-testlerinin her birinin ardından katılımcıların KAH değerleri kalp atım hızı monitörü (Polar Rs800, Finlandiya) kullanılarak kaydedilmiştir.



Şekil 2.5. Kalp atım hızı monitörü

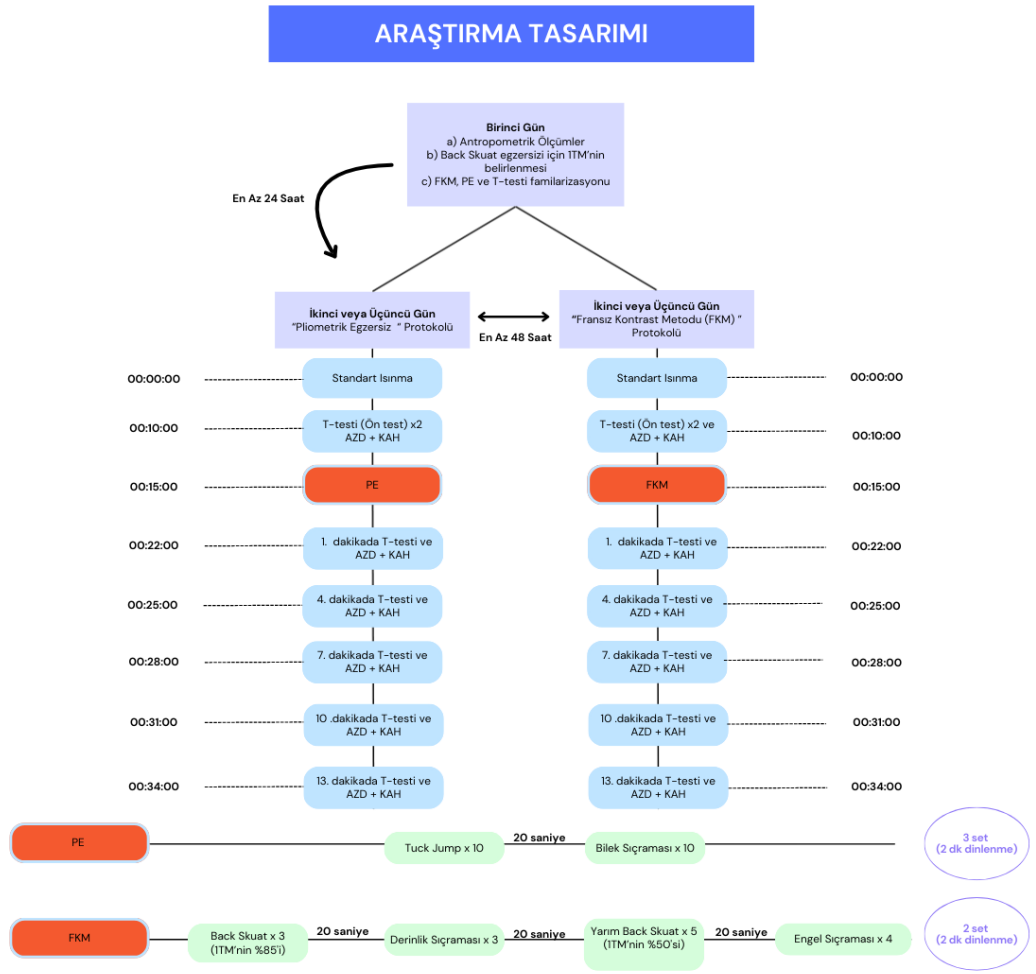
2.3. Verilerin Toplanması

2.3.1. Çalışma Tasarımı

Çalışma için Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi İnsan Araştırmaları Etik Kurulu Başkanlığından onay alınmıştır (Karar no: İ09-697-24). Çalışmaya başlamadan önce, çalışma ile ilgili tüm detaylar gönüllü adaylarına açıklanmış; araştırma süresince uyulması gereken kurallar kendilerine iletilmiştir. Çalışmaya katılmayı kabul eden gönüllülerden Bilgilendirilmiş Gönüllü Onam Formunu doldurmaları istenmiştir. Her bir katılımcı için ölçümler birinci ve ikinci gün arasında en az 24 saat; ikinci ve üçüncü gün arasında en az 48 saat olacak şekilde toplam 3 günde tamamlanmıştır.

Birinci gün katılımcıların sırasıyla boy uzunlukları ve vücut kompozisyonları ölçülmüş, ardından *back squat* egzersizi için 1 tekrar maksimum (1TM) kuvvet değerleri belirlenmiştir. Daha sonra FKM, PE ve T-testi protokolleri tanıtılmıştır. Birinci gün uygulamaları, her bir katılımcı için yaklaşık 1,5 saatte tamamlanmıştır.

İkinci ve üçüncü günde ise katılımcılar randomize olarak ASP protokollerine katılmıştır. İkinci ve üçüncü gün ölçümleri sırasıyla şu şekildedir: Katılımcılara öncelikle kalp atım monitörlerini nasıl bağlayacakları gösterilmiş ve AZD skalasının nasıl kullanılacağı ile ilgili bilgilendirme yapılmıştır. Sonrasında katılımcılar önce standart ısınma protokolüyle ısınmış, ardından üç dakika ara ile iki defa T-testine katılmış ve en iyi dereceleri ön test derecesi olarak kaydedilmiştir. Yaklaşık 2 dakikalık dinlenmeyi takiben ASP sağlamak için FKM veya PE protokollerinden biri uygulanmıştır. ASP uygulamasının YDH üzerindeki etkisini belirlemek için, ASP protokolünün bitiminden 1 dakika, 4 dakika, 7 dakika, 10 dakika ve 13 dakika sonra olmak üzere katılımcılar 5 defa daha T-testine katılmıştır. Her T-testi uygulamasının hemen ardından KAH ve AZD değerleri kaydedilmiştir. Her bir katılımcı için ikinci ve üçüncü gün uygulamaları hazırlık aşamalarıyla birlikte yaklaşık 1 saat sürmüştür. Çalışma tasarımı Şekil 2.6.'da şematize edilmiştir. Her aşama ile ilgili detaylar aşağıdaki başlıklarda açıklanmıştır.



Şekil 2.6. Araştırma tasarımı

2.3.2. Antropometrik Ölçümler

Katılımcıların boy uzunlukları ayakkabısız, topuklar bitişik, baş ve vücut dik pozisyonla 1 mm hassasiyete sahip stadiometre kullanılarak ölçülmüştür (SECA 285, Almanya). Ardından, katılımcıların vücut kompozisyonu, üzerlerinde mümkün olduğunca az kıyafet olacak şekilde, çıplak ayakla biyoelektrik impedans analizörü entegre baskül (Tanita BC-418, Japonya) kullanılarak 100 gr hassasiyetle ölçülmüştür. Katılımcılardan vücut kompozisyonu analizi tamamlanıncaya kadar kollarını vücudunun yanında dik bir şekilde, cihaza bağlı el elektrotlarını avuç içlerine tam temas edecek şekilde tutarak beklemeleri istenmiştir. Vücut kompozisyonu analizi öncesinde katılımcılar; üzerlerinde metal eşya bulunmaması, ölçümden 30 dakika öncesinde mesanelerini boşaltmaları, 4 saat öncesine kadar yemek yemiş olmaları, bir gün öncesinde zorlu bir fiziksel aktivite yapmamış ve alkol tüketmemiş olmaları konularında uyarılmıştır. Bu ölçümler sonucunda katılımcıların vücut ağırlığı, vücut yağ

yüzdesi, vücut yağ kütlesi, yağsız vücut ağırlığı ve vücut kitle indeksi parametreleri kaydedilmiştir.

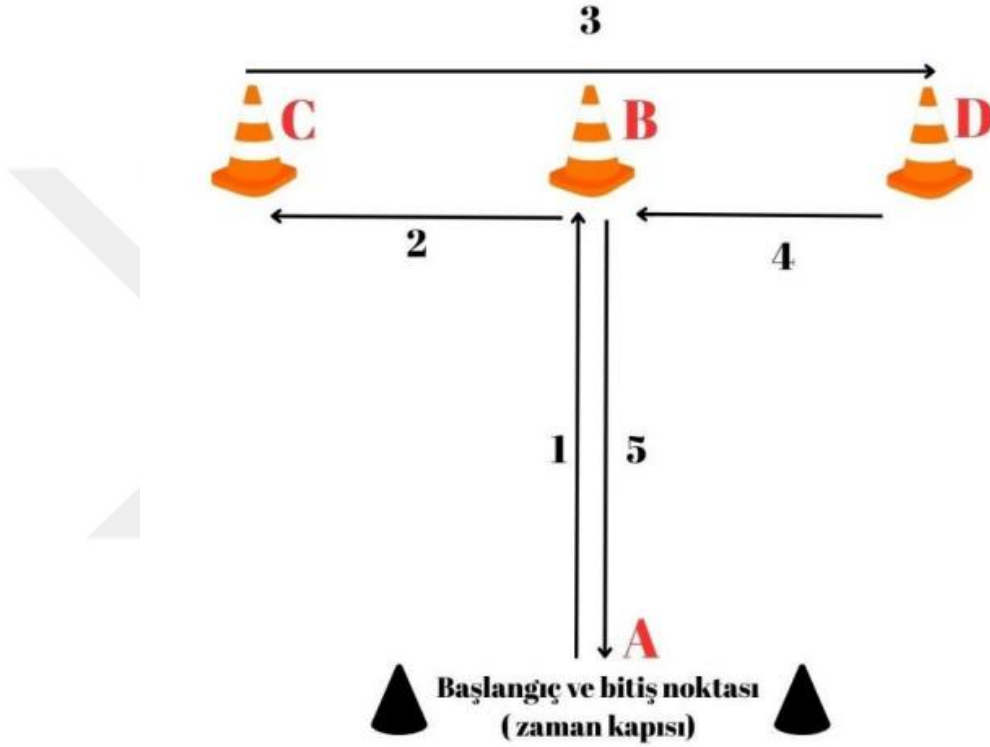
2.3.3. 1 Tekrar Maksimum Skuat Kuvvetinin Belirlenmesi

Katılımcıların 1TM skuat ağırlıklarının belirlenmesinde *Smith Makinesi* ve uyumlu ağırlık plakaları kullanılmıştır. Katılımcıların yüksüz bar (~20 kg) ile yaptıkları ısınmanın ardından ilk aşamada kendilerine tahmini olarak 5 tekrar kaldırabilecekleri bir yük seçmeleri istenmiştir. 1 dakikalık dinlenme sonrasında ağırlık %20 oranında artırılmış ve 5 tekrar kaldırmaları istenmiştir. Sonrasında 3 dakikalık bir dinlenme verilmiş ve ardından yük %20 artırılarak 2-3 tekrar kaldırılması istenmiştir. 3 dakikalık dinlenmenin ardından yük tekrar %20 oranında artırılarak katılımcıların bu ağırlığı en az 1 tekrar kaldırmaları istenmiştir. Eğer katılımcı bu ağırlığı başarılı bir şekilde kaldırırsa 3 dakikalık dinlenme aralıkları ile yük her defasında %20 artırılmış ve katılımcının en son kaldırabildiği ağırlık 1TM skuat değeri olarak kaydedilmiştir. Katılımcı ağırlığı kaldırmakta başarısız olduğunda 3 dakika dinlenme aralıkları ile yük her defasında %10 oranında azaltılarak katılımcının başarılı kaldırış yaptığı ağırlık 1 tekrar maksimum skuat değeri olarak kaydedilmiştir. En küçük ağırlık plakası 2,5 kg olduğundan dolayı ölçüm hassasiyeti 5 kg olarak ayarlanmıştır. Protokol her bir katılımcı için yaklaşık 45 dakika sürmüştür.

2.3.4. Yön Değiştirme Hızının Belirlenmesi

YDH, literatürde sıklıkla kullanılan testlerden biri olan T-testi ile belirlenmiştir (Semenick, 1990). Test; 9,14 metrelik (10 yarı) ileri yönde doğrusal koşu, sola 4,57 metre (5 yarı) kayma adımı, sağa 9,14 metre kayma adımı, sola 4,57 metre kayma adımı ve son olarak 9,14 metre geriye koşu aşamalarından oluşmaktadır (Pauole vd., 2000). Test alanında üç adet huni aralarında 4,57 metre mesafe olacak şekilde aynı hizaya yerleştirilmiştir. Test öncesinde katılımcılara testi olabildiğince hızlı şekilde tamamlamayı hedeflemeleri gerektiği bildirilmiştir. Katılımcı hazır olduğunda, başlangıç noktasına yerleştirilen fotoselin (Newstest Powertimer 300, Finlandiya) gerisinden ortadaki 9,14 metrelik mesafedeki huniye (B) doğru koşmuştur. Huninin tabanına eliyle dokunduktan sonra soldaki 4,57 metre mesafedeki huniye (C) kayma adımı ile hızlı bir şekilde gidip huninin tabanına eliyle dokunması istenmiştir. Daha sonra sağa kayma adımı ile hızlı bir şekilde 9,14 metre mesafedeki huninin (D) tabanına dokunup tekrar kayma adımı ile hızlı bir şekilde ortadaki huniye (B) gidip, huninin tabanına eliyle dokunduktan sonra geri geri hızlı bir şekilde başlangıç noktasına (A) koşarak testi bitirmiştir. Katılımcılar test süresince olabildiğince yüksek performans gösterebilmeleri için sözel olarak motive edilmiştir. Test öncesinde, hunilere gerektiği gibi dokunmayan veya

kayma adımıyla ihlal yapan katılımcıların derecelerinin iptal edileceği konusunda detaylı bilgilendirmeler yapılmıştır. Test, 2 kez ASP protokolünden önce tekrarlanmış ve en iyi derece ön test derecesi olarak kaydedilmiştir. Test ASP uygulamasından sonra 1, 4, 7, 10 ve 13. dakikalarda olmak üzere 5 kez daha tekrarlanmıştır. Her test arasında 3 dakika dinlenme süresi verilmiştir. ASP uygulaması sonrası T-testi protokolü, dinlenme aralıklarıyla birlikte her katılımcı için yaklaşık 15 dakika sürmüştür.



Şekil 2.7. T-testi parkuru

2.3.5. Kalp Atım Hızının Belirlenmesi

ASP uygulaması günlerinde, katılımcıların KAH değerleri kalp atım hızı monitörü (Polar Rs800, Finlandiya) ile belirlenmiştir. Standart ısınmanın ardından göğüs bantlarının sternumun hemen altına uygun şekilde yerleştirilmesi sağlanmıştır. Tüm T-testlerinin hemen ardından KAH değerleri ölçümü yapan araştırmacı tarafından kaydedilmiştir.

2.3.6. Algılanan Zorluk Derecesinin Belirlenmesi

Katılımcıların her iki ASP gününde gerçekleştirilen her bir T-testinden hemen sonra katılımcılara ölçücü tarafından AZD skalası gösterilerek testin zorluk derecesini sözel olarak puanlaması istenmiştir.

2.3.7. Standart Isınma Protokolü

Isınma protokolü, kapalı spor salonunda katılımcı grubunun kendisinin belirlediği ve ölçümü yapan araştırmacı tarafından kontrol edilen yavaş bir tempoda 5 dakikalık koşu (*jogging*) ile başlamıştır. Ardından 2 dakikalık dinamik esnetme hareketleri ve son olarak her biri yaklaşık 20 saniye olmak üzere diz çekme, topuk çekme, yürüyerek *lunge*, yana *lunge* ve skuat hareketleri ile tamamlanmıştır. ASP protokollerinin etkisini doğru şekilde değerlendirebilmek amacıyla ısınmanın tüm katılımcılar için aynı sırada ve içerikte uygulanmasına özen gösterilmiş ve dikkat edilmesi gereken noktalar katılımcılara önceden anlatılmıştır.

2.3.8. Fransız Kontrast Metodu Uygulaması

FKM protokolü 4 egzersiz içermektedir. Egzersizlerin uygulanacağı istasyonlar ve T-testi parkuru önceden hazırlanmıştır. İlk egzersiz olarak katılımcılar, 1TM kuvvetlerinin %85'ine denk gelecek ağırlık ile *Smith Makinesinde* 3 tekrar *back skuat* egzersizi yapmıştır. Ardından 40 cm yüksekliğinde ahşap bir kasa üzerinden iki ayağının üzerine serbest düşüş yapmasını takiben düştüğü noktadan olabildiğince yükseğe sıçraması suretiyle 3 derinlik sıçraması yapmıştır. Ardından vücut ağırlıklarının %50'sine denk gelecek ağırlıkla *Smith Makinesinde* 5 tekrar yarım *back skuat* egzersizi yapmıştır. Son olarak 50 cm yüksekliğinde ve 1,5 metre aralıklarla yerleştirilmiş 4 plastik engelin üzerinden yatay doğrultuda engel sıçraması yapmıştır. Egzersizler arasında 20 saniye dinlenme verilmiştir (Çizelge 2.1). FKM protokolü setler arası 2 dakika dinlenme verilerek arka arkaya 2 set uygulanmıştır. Dinlenme aralıkları dahil olmak üzere 2 setlik FKM protokolü yaklaşık 7 dakika sürmüştür.

Çizelge 2.1. Fransız kontrast metodu protokolü

	Y	D	Y	D	Y	D	Y
Egzersiz	Back Skuat	20 sn	Derinlik Sıçraması	20 sn	Yarım Back Skuat	20 sn	Engel Sıçraması
Şiddet	%85 1TM		Vücut Ağırlığı		%50 1TM		Vücut Ağırlığı
Tekrar Sayısı	3		3		5		4
Set Sayısı	2 Set (2 dakika set arası dinlenme)						

Y: yüklenme, D: dinlenme

2.3.9. Pliometrik Egzersiz Uygulaması

Protokol 2 farklı sıçrama egzersizinden oluşmaktadır. İlk egzersiz olan *tuck jump*, katılımcıların ayakları omuz genişliğinde açık bir pozisyondayken olabildiğince hızlı bir şekilde havalandırarak ve ardından dizlerini karnına çekerek gerçekleştirdikleri bir dikey sıçrama egzersizidir. Bu egzersiz 10 tekrar yapılmış ve her sıçramanın ardından katılımcılara aynı noktaya inmeyi amaçlamaları söylenmiştir. *Tuck jump* egzersizinden sonra 20 saniye dinlenme verilmiş ve ardından 10 tekrar bilek sıçraması egzersizi yaptırılmıştır. Bu egzersiz için katılımcı ayaklarını omuz genişliğinde açmış ve dizini bükmeden plantar fleksiyon hareketiyle olabildiğince yüksekliğe sıçramayı amaçlamıştır. İki egzersiz tamamlandıktan sonra 2 dakikalık set arası dinlenme verilmiştir (Çizelge 2.2.). PE protokolü 3 set tekrarlanmıştır. Protokol dinlenme aralıklarıyla birlikte yaklaşık 7 dakika sürmüştür.

Çizelge 2.2. Pliometrik egzersiz protokolü

	Y	D	Y
Egzersiz	<i>Tuck Jump</i>	20 saniye	Bilek Sıçraması
Şiddet	Vücut Ağırlığı		Vücut Ağırlığı
Tekrar Sayısı	10		10
Set Sayısı	3 Set (2 dakika set arası dinlenme)		

Y: yüklenme, D: dinlenme

2.3.10. Aktivasyon Sonrası Potansiyasyon Protokollerinin Rastgeleliğinin Sağlanması

Çalışmaya katılacağını beyan eden katılımcıların hangi ASP protokolüne önce katılacağına ilişkin rastgeleliği sağlamak adına her branş x cinsiyet grubu için en hedeflenen katılımcı sayısının 2 fazlası kadar katılımcı numarası ve katılımcı numaralarının yarısı kadar FKM,

yarısı kadar PE seçeneği hazırlanmış ve katılımcı numaraları kura çekmek suretiyle protokol isimleriyle eşleştirilmiştir. Çalışmaya katılacağını beyan eden adaylara ölçüme geldikleri tarihe göre katılımcı numaraları atanmış, böylece her branş x cinsiyet grubunda ASP protokollerinin öncelik sırasının benzer olması sağlanmıştır.

2.4. Verilerin Analizi

Her katılımcı için tanımlayıcı istatistikler yapılmıştır. Verilerin normal dağılıma uygunluğu Shapiro- Wilk analizi ile belirlenmiştir. Farklı zaman noktalarında elde edilen YDH, KAH ve AZD değerleri için ASP x zaman x branş x cinsiyet etkileşimleri tekrarlı ölçümlerde ANOVA ile incelenmiştir. F istatistiği anlamlı çıktığında farkların nereden kaynaklandığını belirlemek adına bonferroni post-hoc analizi yapılmıştır. Etkileşimlerin etki büyüklükleri kısmi Eta-kare (η^2_p) ile belirlenmiştir. η^2_p değeri 0,01-0,06 küçük etki, 0,06-0,14 orta etki, 0,14 ve üzeri büyük etki olarak değerlendirilmiştir (Richardson, 2011). Mutlak ve relatif 1TM *back skuat* kuvveti ile yüzdelik performans artışları arasındaki ilişkiler Pearson korelasyon katsayısı ile incelenmiştir. Korelasyon katsayıları Schober vd.'nin (2018) yaptığı sınıflandırmaya göre <0,10 önemsiz, 0,11-0,39 zayıf, 0,40-0,69 orta, 0,70-0,89 kuvvetli, 0,90-1,00 çok kuvvetli olarak sınıflandırılmıştır. Tüm istatistik analizler için SPSS 27.0 (IBM., 2021) programı kullanılmıştır. Yanılma düzeyi tüm analizler için 0,05 olarak belirlenmiştir.

3. BULGULAR

Bu çalışma, takım sporcularında PE ve FKM ile oluşturan ASP etkisinin YDH üzerindeki etkisini basketbol, futbol, hentbol, ragbi ve voleybol sporcularında cinsiyet faktörünü de dikkate alarak incelemek amacıyla yapılmıştır. Elde edilen bulgular aşağıdaki çizelgelerde sunulmuştur.

3.1. Tanımlayıcı Bulgular

Çizelge 3.1. Katılımcıların yaşları, branş yaşları, antrenman süreleri

		Cinsiyet	N	Ortalama $\pm$ SS	Minimum	Maksimum
Yaş (yıl)	Basketbol	K	10	20,70 $\pm$ 2,45	18	26
		E	12	20,17 $\pm$ 2,29	18	24
	Futbol	K	11	22,91 $\pm$ 3,02	19	28
		E	10	20,10 $\pm$ 1,29	18	23
	Hentbol	K	10	19,60 $\pm$ 1,51	18	22
		E	10	20,50 $\pm$ 1,72	18	23
	Ragbi	K	10	20,30 $\pm$ 1,77	18	23
		E	13	21,15 $\pm$ 2,79	18	26
	Voleybol	K	10	20,20 $\pm$ 1,75	18	24
		E	10	21,00 $\pm$ 2,16	18	24
Branş Yaşı (yıl)	Basketbol	K	10	5,30 $\pm$ 2,54	3	9
		E	12	7,17 $\pm$ 3,13	3	12
	Futbol	K	11	7,82 $\pm$ 2,99	3	12
		E	10	8,50 $\pm$ 2,80	5	13
	Hentbol	K	10	7,10 $\pm$ 3,51	3	13
		E	10	6,20 $\pm$ 2,74	3	11
	Ragbi	K	10	4,80 $\pm$ 2,44	3	9
		E	13	5,15 $\pm$ 1,91	3	8
	Voleybol	K	10	7,20 $\pm$ 3,05	3	11
		E	10	6,50 $\pm$ 3,69	3	12
Haftalık Antrenman Süresi (Saat)	Basketbol	K	10	10,10 $\pm$ 1,10	8	11
		E	12	13,83 $\pm$ 4,15	10	22
	Futbol	K	11	9,54 $\pm$ 1,43	7	12
		E	10	9,90 $\pm$ 1,91	7	13
	Hentbol	K	10	9,60 $\pm$ 1,17	8	12
		E	10	9,80 $\pm$ 2,09	8	13
	Ragbi	K	10	10,40 $\pm$ 3,09	7	17
		E	13	12,15 $\pm$ 3,18	7	17
	Voleybol	K	10	10,30 $\pm$ 1,25	8	12
		E	10	12,30 $\pm$ 3,97	7	21

SS: standart sapma, K: kadın, E: erkek

Çizelge 3.1.'de her branş x cinsiyet grubuna ilişkin yaş, branş yaşı, haftalık antrenman süresi verileri verilmiştir. Bunun yanında branş farkı olmaksızın tüm kadın sporcuların yaş ortalamaları 20,78 $\pm$ 2,41 yıl, branş yaşı 6,47 $\pm$ 3,06 yıl, haftalık antrenman süresi 9,98 $\pm$ 1,74 saat, olarak bulunmuştur. Erkeklerde ise yaş ortalamaları 20,60 $\pm$ 2,13 yıl, branş yaşı 6,64 $\pm$ 2,98 yıl, haftalık antrenman süresi 11,71 $\pm$ 3,48 saat olarak bulunmuştur.

Çizelge 3.2. Katılımcıların boy uzunluğu ve vücut kompozisyonu verileri

		Cinsiyet	N	Ortalama $\pm$ SS	Minimum	Maksimum
BU (cm)	Basketbol	K	10	167,73 $\pm$ 5,87	158,40	178,50
		E	12	181,20 $\pm$ 7,91	164,90	191,50
	Futbol	K	11	160,99 $\pm$ 4,95	153,40	170,30
		E	10	176,90 $\pm$ 6,51	166,70	187,90
	Hentbol	K	10	168,50 $\pm$ 4,25	160,00	175,20
		E	10	176,29 $\pm$ 3,45	170,40	180,20
	Ragbi	K	10	161,07 $\pm$ 3,89	152,40	167,60
		E	13	175,12 $\pm$ 7,22	167,90	189,70
VA (kg)	Basketbol	K	10	61,45 $\pm$ 4,06	54,90	67,60
		E	12	78,23 $\pm$ 14,56	49,60	102,90
	Futbol	K	11	57,64 $\pm$ 12,63	37,40	80,10
		E	10	66,80 $\pm$ 12,36	53,70	96,30
	Hentbol	K	10	65,00 $\pm$ 11,37	46,70	84,10
		E	10	70,53 $\pm$ 8,94	61,20	93,20
	Ragbi	K	10	56,15 $\pm$ 4,10	49,40	63,80
		E	13	77,91 $\pm$ 12,91	62,70	105,90
VYY (%)	Basketbol	K	10	18,09 $\pm$ 8,11	7,40	28,40
		E	12	13,39 $\pm$ 4,82	3,50	20,80
	Futbol	K	11	19,82 $\pm$ 8,70	9,40	36,20
		E	10	9,81 $\pm$ 4,25	5,60	18,70
	Hentbol	K	10	19,54 $\pm$ 7,85	6,20	30,00
		E	10	11,66 $\pm$ 4,22	4,60	18,90
	Ragbi	K	10	19,81 $\pm$ 8,26	2,80	28,30
		E	13	13,18 $\pm$ 5,36	6,30	25,90
VYK (kg)	Basketbol	K	10	22,02 $\pm$ 8,32	4,70	29,90
		E	10	13,56 $\pm$ 6,61	4,80	23,80
	Futbol	K	10	11,17 $\pm$ 5,27	4,40	19,20
		E	12	11,01 $\pm$ 5,32	2,50	21,40
	Hentbol	K	11	12,07 $\pm$ 7,89	3,50	29,00
		E	10	6,95 $\pm$ 4,54	3,40	18,00
	Ragbi	K	10	13,06 $\pm$ 6,75	3,90	23,40
		E	10	8,35 $\pm$ 3,45	2,80	14,00
YVK (kg)	Basketbol	K	10	11,24 $\pm$ 4,91	1,50	16,80
		E	13	10,75 $\pm$ 5,94	4,70	23,70
	Futbol	K	10	14,37 $\pm$ 6,47	3,20	21,80
		E	10	11,38 $\pm$ 6,85	3,00	23,10
	Hentbol	K	10	50,29 $\pm$ 5,56	41,90	62,10
		E	12	67,24 $\pm$ 10,04	46,60	84,10
	Ragbi	K	11	45,57 $\pm$ 6,86	33,60	56,00
		E	10	59,86 $\pm$ 8,22	50,00	78,30
VKİ (indeks)	Basketbol	K	10	51,94 $\pm$ 7,90	37,50	63,20
		E	10	59,19 $\pm$ 12,25	31,20	81,50
	Futbol	K	10	44,93 $\pm$ 4,58	39,50	53,10
		E	13	67,16 $\pm$ 8,27	56,30	85,50
	Hentbol	K	10	49,62 $\pm$ 5,95	43,20	63,90
		E	10	68,19 $\pm$ 9,71	49,50	80,90
	Ragbi	K	10	22,04 $\pm$ 1,84	19,90	25,30
		E	12	23,65 $\pm$ 3,31	18,20	30,40
VKİ (indeks)	Basketbol	K	11	22,19 $\pm$ 4,27	15,80	29,40
		E	10	21,25 $\pm$ 2,64	17,10	27,20
	Futbol	K	10	22,88 $\pm$ 3,81	18,20	30,20
		E	10	22,71 $\pm$ 2,70	19,30	28,80
	Hentbol	K	10	21,41 $\pm$ 1,71	18,60	24,20
		E	13	25,28 $\pm$ 2,82	21,50	30,90
	Ragbi	K	10	22,92 $\pm$ 2,78	19,50	27,50
		E	10	23,97 $\pm$ 3,78	17,90	30,20

BU: boy uzunluğu, VA: vücut ağırlığı, VYY: vücut yağ yüzdesi, VYK: vücut yağ kütlesi, YVK: yağsız vücut kütlesi, VKİ: vücut kütle indeksi, SS: standart sapma, K:kadın, E: erkek

Çizelge 3.2.'de her branş x cinsiyet grubuna ilişkin boy uzunluğu ve vücut kompozisyonu verileri verilmiştir. Çizelge 3.2.'de sunulanların yanında, branş farkı olmaksızın tüm kadın sporcuların boy uzunlukları $167,17 \pm 5,89$ cm, vücut ağırlıkları $60,78 \pm 9,17$ kg, vücut yağ yüzdeleri $19,85 \pm 8,02$, vücut yağ kütleleri $12,38 \pm 6,24$ kg, yağsız vücut kütleleri $48,41 \pm 6,64$ kg, vücut kitle indeksleri $22,29 \pm 3,02$ kg/m² olarak bulunmuştur. Erkek sporcularda ise boy uzunlukları $178,22 \pm 7,42$ cm, vücut ağırlıkları $74,92 \pm 13,34$ kg, vücut yağ yüzdeleri $12,41 \pm 5,13$, vücut yağ kütleleri $9,80 \pm 5,46$ kg, yağsız vücut kütleleri $64,59 \pm 10,15$ kg, vücut kitle indeksleri $23,49 \pm 3,26$ kg/m² olarak bulunmuştur.

Çizelge 3.3. Katılımcıların mutlak ve relatif 1TM verileri

		Cinsiyet	N	Ortalama $\pm$ SS	Minimum	Maksimum
1TM (kg)	Basketbol	K	10	73,00 $\pm$ 10,06	60,00	95,00
		E	12	131,25 $\pm$ 25,95	90,00	180,00
	Futbol	K	11	69,55 $\pm$ 15,72	40,00	95,00
		E	10	101,00 $\pm$ 18,53	75,00	125,00
	Hentbol	K	10	78,00 $\pm$ 14,76	50,00	95,00
		E	10	110,50 $\pm$ 17,39	95,00	135,00
	Ragbi	K	10	68,00 $\pm$ 8,23	55,00	80,00
		E	13	125,77 $\pm$ 21,49	90,00	175,00
	Voleybol	K	10	73,50 $\pm$ 7,47	60,00	85,00
		E	10	124,00 $\pm$ 22,21	90,00	165,00
1TM relatif (kg/kg)	Basketbol	K	10	1,18 $\pm$ 0,15	0,96	1,41
		E	12	1,70 $\pm$ 0,29	1,08	2,31
	Futbol	K	11	1,20 $\pm$ 0,11	1,03	1,41
		E	10	1,51 $\pm$ 0,15	1,29	1,74
	Hentbol	K	10	1,20 $\pm$ 0,15	1,02	1,49
		E	10	1,57 $\pm$ 0,24	1,31	2,04
	Ragbi	K	10	1,21 $\pm$ 0,11	1,09	1,46
		E	13	1,65 $\pm$ 0,36	0,84	2,35
	Voleybol	K	10	1,15 $\pm$ 0,10	1,02	1,41
		E	10	1,59 $\pm$ 0,36	1,25	2,39

1TM: 1 tekrar maksimum, SS: standart sapma, K: kadın, E: erkek

Çizelge 3.3.'de her branş x cinsiyet grubuna ilişkin *back skuat* kuvveti değerleri verilmiştir. Bunun yanında branş farkı olmaksızın tüm kadın sporcuların ortalama 1TM değerleri $72,35 \pm 11,89$ kg, relatif 1TM değerleri $1,19 \pm 0,12$ kg/kg olarak bulunmuştur. Erkeklerde ise mutlak 1TM değerleri $119,4 \pm 23,49$ kg, relatif 1TM değerleri $1,61 \pm 0,29$ kg/kg olarak bulunmuştur.

3.2. Aktivasyon Sonrası Potansiyasyonun Yön Değiştirme Hızına Etkisine İlişkin Bulgular

Çizelge 3.4. ASP uygulaması öncesi ve 1, 4, 7, 10, 13. dakikalarda YDH dereceleri

		Ön test (ort ± ss)		1. dakika (ort ± ss)		4. dakika (ort ± ss)		7. dakika (ort ± ss)		10. dakika (ort ± ss)		13. dakika (ort ± ss)	
Branş	C	PE	FKM	PE	FKM	PE	FKM	PE	FKM	PE	FKM	PE	FKM
B	K	13,102 ± 1,27	12,975 ± 1,22	13,088 ± 1,29	12,547 ± 1,20***	12,873 ± 1,26	12,398 ± 1,30***	12,934 ± 1,10	12,643 ± 1,31*	13,098 ± 1,09	12,765 ± 1,24	13,144 ± 1,25	12,829 ± 1,31
	E	10,395 ± 0,82	10,549 ± 0,73	10,462 ± 0,77	10,134 ± 0,53***	10,145 ± 0,59*	9,994 ± 0,58***	10,132 ± 0,60*	10,265 ± 0,70**	10,217 ± 0,65	10,368 ± 0,60	10,121 ± 0,66*	10,282 ± 0,76
F	K	12,179 ± 1,19	12,409 ± 1,24	12,086 ± 1,24	11,778 ± 1,24**	11,944 ± 1,35	11,555 ± 1,21***	12,126 ± 1,20	11,934 ± 1,15*	12,260 ± 1,30	12,132 ± 1,18	12,271 ± 1,36	12,073 ± 1,05
	E	10,960 ± 1,04	11,098 ± 1,09	10,950 ± 0,93	10,857 ± 0,87	10,649 ± 0,73	10,576 ± 0,70*	10,613 ± 0,78*	10,612 ± 0,69*	10,583 ± 0,70	10,682 ± 0,67	10,546 ± 0,84*	10,776 ± 0,75
H	K	12,242 ± 1,63	12,403 ± 1,99	12,124 ± 1,73	11,990 ± 1,96**	11,951 ± 1,68*	11,758 ± 1,74**	11,889 ± 1,51*	12,030 ± 1,58	11,854 ± 1,61*	11,981 ± 1,68*	12,042 ± 1,65	12,089 ± 1,73
	E	11,267 ± 1,06	11,339 ± 1,12	11,112 ± 0,84	11,085 ± 0,79	10,984 ± 0,91	10,867 ± 0,83*	10,969 ± 0,88*	10,955 ± 0,84	11,183 ± 0,90	11,018 ± 0,85	11,273 ± 0,94	11,020 ± 0,87
R	K	12,459 ± 0,94	12,449 ± 0,90	12,509 ± 1,12	12,129 ± 1,02**	12,404 ± 0,99	12,056 ± 0,94**	12,457 ± 0,94	12,352 ± 1,15	12,326 ± 0,87	12,447 ± 1,08	12,105 ± 0,83*	12,414 ± 1,17
	E	11,201 ± 0,72	11,281 ± 1,02	11,052 ± 1,03	10,863 ± 0,81*	10,724 ± 0,96**	10,401 ± 0,83***	10,621 ± 0,84**	10,446 ± 0,89***	10,698 ± 1,02**	10,597 ± 1,06**	10,254 ± 0,73***	10,451 ± 0,94***
V	K	12,634 ± 1,32	12,899 ± 0,98	13,032 ± 1,11	12,794 ± 1,02*	12,726 ± 1,20	12,400 ± 1,14*	12,802 ± 1,28	12,695 ± 1,17	12,761 ± 1,18	12,897 ± 1,26	12,701 ± 1,02	12,822 ± 1,22
	E	11,713 ± 1,25	11,764 ± 1,18	11,897 ± 0,73	11,544 ± 0,82*	11,534 ± 1,17	11,116 ± 0,94*	11,400 ± 1,13	11,328 ± 1,01	11,233 ± 1,15	11,483 ± 1,00	11,093 ± 0,89*	11,395 ± 1,00

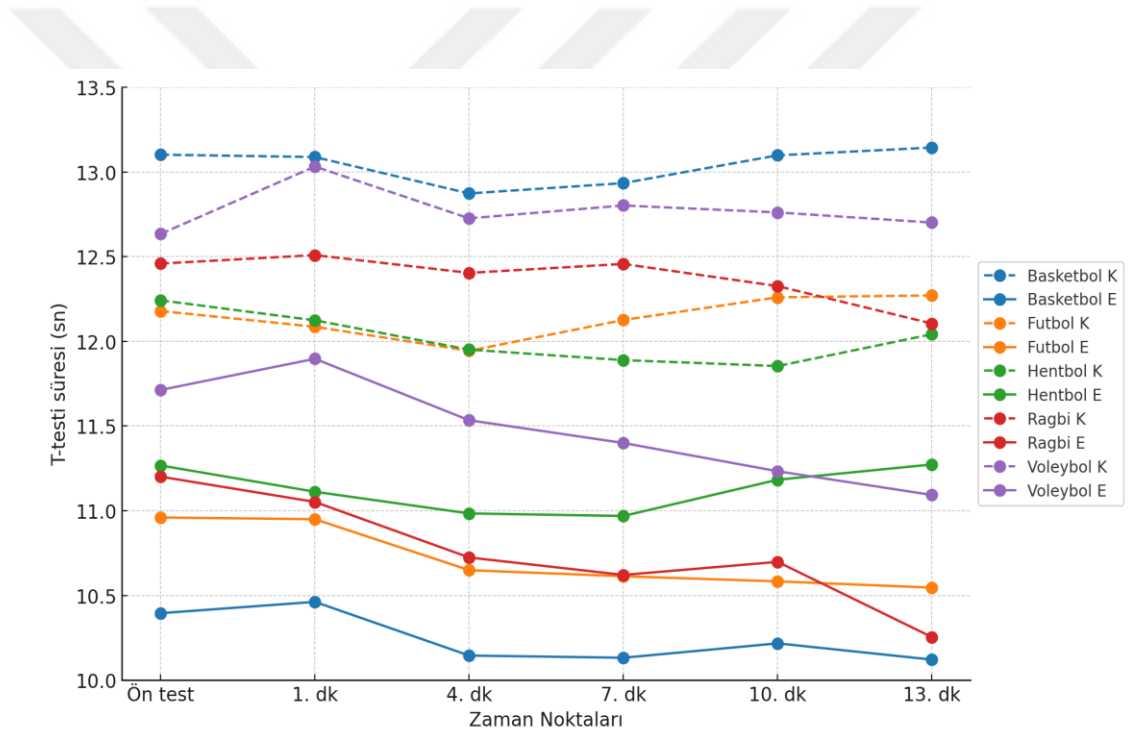
PE: pliometrik egzersiz, FKM: Fransız Kontrast Metodu, ort: ortalama, ss: standart sapma, C: cinsiyet, B: basketbol, F: futbol, H: hentbol, R: ragbi, V: voleybol K: kadın,

E: erkek, Ön test dereceleri ile anlamlı fark: *p<0,05, **p<0,01, ***p<0,001

Çizelge 3.4.'de branş x cinsiyet gruplarında ASP uygulaması sonrası T-testi ortalamaları değerleri saniye cinsinden gösterilmiştir. Çizelgede verilenlerin yanı sıra:

Tüm kadın sporcuların PE uygulaması günü T-testi ortalamaları zaman noktalarında sırasıyla ön testte $12,517 \pm 1,27$ sn; 1. dakikada $12,558 \pm 1,33$ sn; 4. dakikada $12,372 \pm 1,31$ sn; 7. dakikada $12,436 \pm 1,23$ sn; 10. dakikada $12,456 \pm 1,26$ sn; 13. dakikada $12,449 \pm 1,27$ sn olarak bulunmuştur.

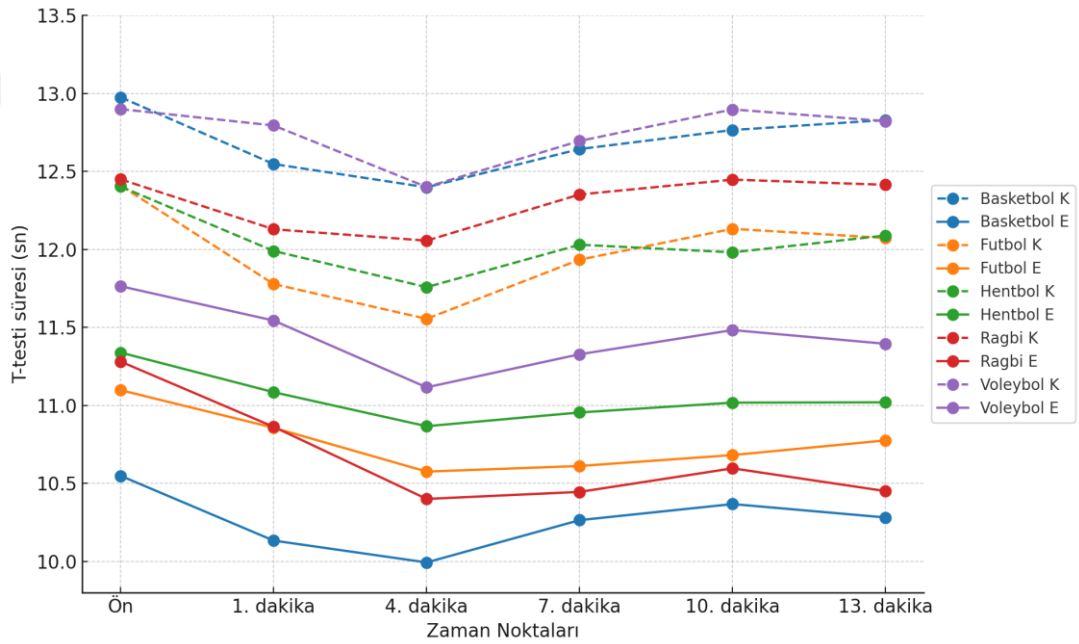
Erkek sporcular için ise sırasıyla ön testte $11,087 \pm 1,03$ sn; 1. dakikada $11,069 \pm 0,95$ sn; 4. dakikada $10,779 \pm 0,96$ sn; 7. dakikada $10,718 \pm 1,23$ sn; 10. dakikada $10,758 \pm 0,94$ sn; 13. dakikada $10,616 \pm 0,90$ sn olarak bulunmuştur. Şekil 3.1'de bu bulgular grafiklendirilmiştir.



Şekil 3.1. PE uygulaması öncesi ve 1, 4, 7, 10, 13. dakikalarda YDH dereceleri

Tüm kadın sporcuların FKM uygulaması günü T-testi ortalamaları zaman noktalarında sırasıyla ön test için $12,623 \pm 1,29$ sn; 1. dakika için $12,238 \pm 1,33$ sn; 4. dakika için $12,024 \pm 1,28$ sn; 7. dakika için $12,323 \pm 1,26$ sn; 10. dakika için $12,438 \pm 1,29$ sn; 13. dakika için $12,438 \pm 1,30$ sn olarak bulunmuştur.

Erkek sporcular için ise sırasıyla ön testte $11,187 \pm 1,06$ sn, 1. dakikada $10,867 \pm 0,87$ sn; 4. dakikada $10,559 \pm 0,84$ sn; 7. dakikada $10,690 \pm 0,88$ sn; 10. dakikada $10,800 \pm 0,91$ sn; 13. dakikada $10,748 \pm 0,92$ sn olarak bulunmuştur. Şekil 3.2.'de bu bulgular grafiklendirilmiştir.



Şekil 3.2. FKM uygulaması öncesi ve 1, 4, 7, 10, 13. dakikalarda YDH dereceleri

Çizelge 3.5. ASP uygulamaları sonrası 1, 4, 7, 10, 13. dakikalarda yüzdelik YDH gelişimi

Brans	Cinsiyet	1. dakika		4. dakika		7. dakika		10. dakika		13. dakika	
		PE	FKM	PE	FKM	PE	FKM	PE	FKM	PE	FKM
Basketbol	K	% 0,11	% 3,30	% 1,75	% 4,45	% 1,28	% 2,56	% 1,28	% 1,62	-% 0,32	% 1,13
	E	-% 0,64	% 3,93	% 2,41	% 5,26	% 2,53	% 2,69	% 2,53	% 1,72	% 2,64	% 2,53
Futbol	K	% 0,76	% 5,09	% 1,93	% 6,88	% 0,44	% 3,83	% 0,44	% 2,23	-% 0,76	% 2,71
	E	% 0,09	% 2,17	% 2,84	% 4,70	% 3,17	% 4,38	% 3,17	% 3,75	% 3,78	% 2,90
Hentbol	K	% 0,96	% 3,33	% 2,38	% 5,20	% 2,88	% 3,01	% 2,88	% 3,40	% 1,63	% 2,53
	E	% 1,38	% 2,24	% 2,51	% 4,16	% 2,64	% 3,39	% 2,64	% 2,83	-% 0,05	% 2,81
Ragbi	K	-% 0,40	% 2,57	% 0,44	% 3,16	% 0,02	% 0,78	% 0,02	% 0,02	% 2,84	% 0,28
	E	% 1,33	% 3,71	% 4,26	% 7,80	% 5,18	% 7,40	% 5,18	% 6,06	% 8,45	% 7,36
Voleybol	K	-% 3,15	% 0,81	-% 0,73	% 3,87	-% 1,33	% 1,58	-% 1,33	% 0,02	-% 0,53	% 0,60
	E	-% 1,57	% 1,87	% 1,53	% 5,51	% 2,67	% 3,71	% 2,67	% 2,39	% 5,29	% 3,14

PE: pliometrik egzersiz, FKM: Fransız Kontrast Metodu, K: kadın, E: erkek

Çizelge 3.5.'de ASP uygulaması sonrası tüm branş x cinsiyet grupları için farklı zaman noktalarında ön teste göre yüzdelik performans artışları verilmiştir. Buna ek olarak:

Her bir branş x cinsiyet grubunda en yüksek performans gelişimi gösteren katılımcının yüzdelik performans artışları incelendiğinde PE uygulaması sonrası 1. dakikada kadın basketbolcularda %5,93, futbolcularda %6,07, hentbolcularda %6,14, ragbicilerde %5,09, voleybolcularda %1,82; erkek basketbolcularda %6,37, futbolcularda %6,07, hentbolcularda %8,62, ragbicilerde %8,24, voleybolcularda %5,88 olarak bulunmuştur.

4. dakikada kadın basketbolcularda %6,38, futbolcularda, hentbolcularda %6,67, ragbicilerde %5,09, voleybolcularda %4,25; erkek basketbolcularda %6,68, futbolcularda %10,54, hentbolcularda %8,62, ragbicilerde %11,94, voleybolcularda %9,80 olarak bulunmuştur.

7. dakikada kadın basketbolcularda %7,35, futbolcularda %7,25, hentbolcularda %7,66, ragbicilerde %4,38, voleybolcularda %5,39; erkek basketbolcularda %9,87, futbolcularda %8,66, hentbolcularda %9,91, ragbicilerde %10,26, voleybolcularda %13,39 olarak bulunmuştur.

10. dakikada kadın basketbolcularda %6,08, futbolcularda, %7,34, hentbolcularda %7,55, ragbicilerde %4,24, voleybolcularda %4,72; erkek basketbolcularda %9,60, futbolcularda %13,16, hentbolcularda %8,12, ragbicilerde %12,63, voleybolcularda %14,88 olarak bulunmuştur.

13. dakikada kadın basketbolcularda %4,15, futbolcularda %8,73, hentbolcularda %6,02, ragbicilerde %5,75, voleybolcularda %6,09; erkek basketbolcularda %11,86, futbolcularda %10,91, hentbolcularda %6,92, ragbicilerde %12,92, voleybolcularda %15,39 olarak bulunmuştur.

FKM uygulaması sonrası ise en yüksek performans gelişimi gösteren katılımcının yüzdelik performans artışı incelendiğinde 1. dakikada kadın basketbolcularda %7,09, futbolcularda %14,41, hentbolcularda %10,19, ragbicilerde %6,31, voleybolcularda %4,98; erkek basketbolcularda %8,07, futbolcularda %15,68, hentbolcularda %13,77, ragbicilerde %10,94, voleybolcularda %11,01 olarak bulunmuştur.

4. dakikada kadın basketbolcularda %7,95, futbolcularda %15,22, hentbolcularda %11,06, ragbicilerde %5,52, voleybolcularda %11,68; erkek basketbolcularda %7,21, futbolcularda %15,71, hentbolcularda %16,10, ragbicilerde %11,03, voleybolcularda %15,14 olarak bulunmuştur.

7. dakikada kadın basketbolcularda %7,69, futbolcularda %14,45, hentbolcularda %8,82, ragbicilerde %4,21, voleybolcularda %5,90; erkek basketbolcularda %5,76, futbolcularda %14,93, hentbolcularda %13,70, ragbicilerde %11,80, voleybolcularda %13,57 olarak bulunmuştur.

10. dakikada kadın basketbolcularda %5,35, futbolcularda %12,18, hentbolcularda %8,55, ragbicilerde %4,23, voleybolcularda %5,98; erkek basketbolcularda %8,44, futbolcularda %14,52, hentbolcularda %12,40, ragbicilerde %11,58, voleybolcularda %12,53 olarak bulunmuştur.

13. dakikada kadın basketbolcularda %6,43, futbolcularda %12,93, hentbolcularda %9,55, ragbicilerde %5,06, voleybolcularda %6,54; erkek basketbolcularda %7,66, futbolcularda %13,55, hentbolcularda %12,58, ragbicilerde %12,79, voleybolcularda %12,55 olarak bulunmuştur.

Çizelge 3.6. ASP uygulamaları sonrası YDH %3 ve üzeri gelişim gösteren katılımcı sayıları

Branş	Cinsiyet	1. dakika		4. dakika		7. dakika		10. dakika		13. dakika	
		PE	FKM	PE	FKM	PE	FKM	PE	FKM	PE	FKM
Basketbol	K	2	6	4	8	3	3	2	4	1	1
	E	2	9	6	10	6	5	5	3	5	6
Futbol	K	2	8	5	9	3	5	2	4	2	3
	E	2	4	5	8	6	5	5	4	6	4
Hentbol	K	3	4	3	7	6	4	6	5	5	5
	E	1	4	5	6	3	5	0	5	2	5
Ragbi	K	1	3	1	5	2	3	3	1	5	1
	E	5	9	9	13	9	11	8	11	12	10
Voleybol	K	0	3	2	7	1	3	2	3	2	2
	E	2	4	3	6	4	4	6	4	4	4
Toplam	K	8	24	15	36	15	18	15	17	15	12
	E	12	30	28	43	28	30	24	27	29	29

PE: pliometrik egzersiz, FKM: Fransız Kontrast Metodu, K: kadın, E: erkek

Çizelge 3.6.'da her branş x cinsiyet grubu için tüm zaman noktalarında ön test değerlerine göre %3 ve üzeri performans artışı gösteren katılımcı sayıları verilmiştir.

Çizelge 3.7. YDH için Tekrarlı Ölçümlerde ANOVA Bulguları

Değişkenler	F	p	η^2_p
ASP	10,74	0,001	0,101
ASP x Branş	1,25	0,293	0,050
ASP x Cinsiyet	4,04	0,047	0,040
ASP x Branş x Cinsiyet	4,02	0,005	0,143
Zaman	29,00	< 0,001	0,232
Zaman x Branş	1,70	0,030	0,066
Zaman x Cinsiyet	6,49	< 0,001	0,063
Zaman x Branş x Cinsiyet	1,54	0,063	0,060
ASP x Zaman	24,70	< 0,001	0,204
ASP x Zaman x Branş	2,04	0,005	0,078
ASP x Zaman x Cinsiyet	0,66	0,651	0,006
ASP x Zaman x Branş x Cinsiyet	1,19	0,256	0,047

Çizelge 3.7.'de ASP protokolleri, farklı zaman noktalarında ölçülen YDH değerleri, katılımcıların branş ve cinsiyetleri arasındaki etkileşimlerin anlamlılık düzeyleri ve etki büyüklükleri verilmiştir. Uygulama (ASP) ana etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($F=10,74$, $p=0,001$). Bu bulgu, PE ve FKM uygulamalarının YDH'ye etkileri arasında anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir. Etki büyüklüğü orta düzeydedir ($\eta^2_p=0,101$).

ASP x cinsiyet etkileşimi ($F=4,04$, $p=0,047$) istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Etki büyüklüğü küçük düzeydedir ($\eta^2_p=0,040$). Post-hoc analizine göre erkeklerde beklendiği üzere her iki protokolde de YDH süreleri kadınlarda düşüktür ($p< 0,001$). FKM protokolünün oluşturduğu ASP etkisi kadınlarda PE protokolünden daha yüksektir ($p=0,002$).

ASP x branş x cinsiyet etkileşimi ($F=4,02$, $p=0,005$) istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Etki büyüklüğü büyük düzeydedir ($\eta^2_p=0,143$). ASP x zaman etkileşimi ($F=24,70$, $p<0,001$) istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Etki büyüklüğü büyük düzeydedir ($\eta^2_p=0,204$).

Zaman ana etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($F=29,00$, $p<0,001$). Bu durum, YDH değişkeninin ölçüm zaman noktaları arasında genel olarak anlamlı bir değişim gösterdiğini belirtmektedir. Etki büyüklüğü büyük düzeydedir ($\eta^2_p=0,232$).

Zaman x branş etkileşimi ($F=1,70$, $p=0,030$) istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Etki büyüklüğü orta düzeydedir ($\eta^2_p=0,066$). Post-hoc analizine göre basketbolcularda ön test ile 4. dakika ($p= 0,046$); futbolcularda ön test ile 4. dakika ($p=0,004$); hentbolcularda ön test ile 4. dakika ($p=0,043$); ragbicilerde ön test ile 4. dakika ($p<0,001$), ön test ile 7. dakika ($p<0,001$), ön test ile 10. dakika ($p=0,016$), ön test ile 13. dakika ($p<0,001$), 1. dakika ile 13. dakika

($p=0,007$), 10. dakika ile 13. dakika ($p<0,001$); voleybolcularda 1. dakika ile 4. dakika ($p<0,001$) YDH değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark görülmüştür.

Zaman x cinsiyet etkileşimi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($F=6,49$, $p<0,001$). Etki büyüklüğü büyük düzeydedir ($\eta^2_p=0,204$). ASP x zaman x branş etkileşimi ($F=2,004$, $p=0,005$) istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Etki büyüklüğü orta düzeydedir ($\eta^2_p=0,078$).

Çizelge 3.8. 1TM kuvveti ile 1, 4, 7, 10 ve 13. dakikalarda YDH değişimi arasındaki ilişkiler

	PE					FKM				
	1. dk (r)	4. dk (r)	7. dk (r)	10. dk (r)	13. dk (r)	1. dk (r)	4. dk (r)	7. dk (r)	10. dk (r)	13. dk (r)
1TM mutlak	0,02	0,17	0,19*	0,17	0,33***	-0,04	0,06	0,16	0,15	0,22*
1TM relatif	-0,01	0,26**	0,25**	0,24*	0,24*	0,04	0,07	0,24*	0,30**	0,22*

PE: pliometrik egzersiz, FKM: Fransız Kontrast Metodu, * $p<0,05$, ** $p<0,01$, *** $p<0,001$

Çizelge 3.8.'de 1TM *back skuat* kuvveti ile yüzdelik YDH değişimi arasındaki korelasyonlar verilmiştir. Mutlak 1TM kuvvet ile PE protokolü sonrası 7. ($r=0,19$) ve 13. dakikada ($r=0,33$); 1TM kuvveti ile FKM protokolü sonrası 13. dakikada ($r=0,22$) performans artışı arasında pozitif yönde anlamlı korelasyonlar görülmüştür. Relatif 1TM kuvvet ile PE protokolü sonrası 4. ($r=0,26$), 7. ($r=0,25$), 10. ($r=0,24$) ve 13. dakikada ($r=0,24$); relatif 1TM kuvvet ile FKM protokolü sonrası 7. ($r=0,24$), 10. ($r=0,30$) ve 13. dakikada ($r=0,22$) performans artışı arasında pozitif yönde anlamlı korelasyonlar görülmüştür. Bahsedilen tüm korelasyonlar zayıf düzeydedir. Kuvvet değerleri ile performans değişimi arasındaki ilişkiler branş x cinsiyet gruplarında tek tek incelendiğinde ise anlamlı bir korelasyon görülmemiştir.

3.3. Yorgunluk Bulguları

Çizelge 3.9. ASP uygulaması öncesi ve 1, 4, 7, 10, 13. dakikalarda yorgunluk parametreleri

		Ön test (ort ± ss)		1. dakika (ort ± ss)		4. dakika (ort ± ss)		7. dakika (ort ± ss)		10. dakika (ort ± ss)		13. dakika (ort ± ss)	
	C	PE	FKM	PE	FKM	PE	FKM	PE	FKM	PE	FKM	PE	FKM
KAH (atım /dk)	K	146,1 ± 18,4	148,1 ± 15,2	150,8 ± 18,6	151,1 ± 15,2	151,7 ± 18,0	151,1 ± 15,7	156,7 ± 18,2**	157,3 ± 14,5**	157,2 ± 15,3**	156,1 ± 14,7**	154,8 ± 15,5**	155,7 ± 14,6**
		150,8 ± 19,2	151,5 ± 16,4	156,6 ± 19,9	156,4 ± 17,0	158,5 ± 18,6	15,4 ± 14,1	160,5 ± 19,1**	158,9 ± 16,8**	161,0 ± 18,3**	159,8 ± 16,7**	159,6 ± 18,2**	158,1 ± 18,9**
	E	9,68 ± 1,56	10,08 ± 1,63	9,70 ± 1,65	10,71 ± 1,65	9,74 ± 1,93	10,39 ± 1,67	9,70 ± 1,83	10,43 ± 1,87	9,78 ± 2,12	10,31 ± 1,93	9,92 ± 2,09	10,29 ± 1,96
		9,54 ± 2,12	10,16 ± 2,07	9,67 ± 2,21	10,0 ± 2,26	9,69 ± 2,13	9,98 ± 1,98	9,90 ± 2,16	9,92 ± 1,80	9,85 ± 1,99	10,04 ± 2,27	9,96 ± 2,22	9,72 ± 1,81

PE: pliometrik egzersiz; FKM: Fransız Kontrast Metodu, ort: ortalama, ss:standart sapma, C: cinsiyet, K: kadın, E: erkek, Ön test dereceleri ile anlamlı fark: **p<0,01

Çizelge 3.9.'da ASP uygulamaları sonrasında farklı zaman noktalarında KAH ve AZD değerleri verilmiştir. Bunun yanı sıra hiçbir branş x cinsiyet grubunda ön test KAH ve AZD değerleri ile farklı zaman noktalarında KAH ve AZD değerleri arasında anlamlı fark görülmemiştir (p>0,05).

Çizelge 3.10. KAH için Tekrarlı Ölçümlerde ANOVA bulguları

Değişkenler	F	p	η^2_p
ASP	0,337	0,563	0,004
ASP x Branş	0,551	0,698	0,028
ASP x Cinsiyet	0,328	0,568	0,004
ASP x Branş x Cinsiyet	0,078	0,989	0,004
Zaman	6,219	<0,001	0,075
Zaman x Branş	0,433	0,985	0,022
Zaman x Cinsiyet	1,126	0,346	0,014
Zaman x Branş x Cinsiyet	1,149	0,296	0,056
ASP x Zaman	0,389	0,856	0,005
ASP x Zaman x Branş	0,602	0,911	0,030
ASP x Zaman x Cinsiyet	1,225	0,296	0,016
ASP x Zaman x Branş x Cinsiyet	0,989	0,474	0,049

Çizelge 3.10'da verilen etkileşim bulgularına bakıldığında farklı zaman noktalarında belirlenen KAH değerleri arasında anlamlı fark görülmüştür (F=6,219; p<0,001; η^2_p =0,075). Etki büyüklüğü orta düzeydedir. Post-hoc analizine göre ön test KAH değerleri ile 7. dakika

($p=0,008$), 10. dakika ($p<0,001$) ve 13. dakika ($p=0,049$) KAH değerleri arasında anlamlı fark görülmüştür.

Çizelge 3.11. AZD için Tekrarlı Ölçümlerde ANOVA bulguları

Değişkenler	F	p	η^2_p
ASP	10,853	0,001	0,102
ASP x Branş	2,733	0,033	0,102
ASP x Cinsiyet	2,503	0,117	0,025
ASP x Branş x Cinsiyet	0,943	0,442	0,038
Zaman	0,325	0,898	0,003
Zaman x Branş	0,858	0,641	0,035
Zaman x Cinsiyet	0,451	0,813	0,005
Zaman x Branş x Cinsiyet	1,163	0,282	0,046
ASP x Zaman	2,377	0,038	0,024
ASP x Zaman x Branş	0,659	0,867	0,027
ASP x Zaman x Cinsiyet	1,710	0,131	0,017
ASP x Zaman x Branş x Cinsiyet	1,130	0,314	0,045

Çizelge 3.11.'de verilen etkileşim bulgularına bakıldığında ASP protokollerine ilişkin AZD değerleri arasında ($F=10,853$; $p=0,001$), ASP protokolü x branş etkileşiminde ($F=2,733$; $p=0,033$) ve ASP protokolü x zaman etkileşiminde ($F=2,377$; $p=0,038$) anlamlı fark görülmüştür. Etki büyüklükleri sırasıyla, orta ($\eta^2_p = 0,102$), orta ($\eta^2_p = 0,102$) ve küçüktür ($\eta^2_p = 0,024$).

ASP x branş etkileşimi için post-hoc analizine göre voleybolcularda PE uygulaması ile voleybolcularda FKM uygulaması arasında anlamlı fark görülmüştür ($p=0,003$).

ASP x zaman etkileşimi için post-hoc analizine göre PE ve FKM protokollerinin kendi içlerinde herhangi iki zaman noktası arasında AZD skorlarında anlamlı fark görülmemiştir ($p>0,05$). ASP x zaman etkileşiminde görülen anlamlılık protokoller arası etkileşimlerden kaynaklanmaktadır.

4. TARTIŞMA

Bu araştırma, takım sporcularında ASP'nin YDH üzerindeki etkisini kapsamlı bir şekilde incelemek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Çalışmamız, FKM ve PE olmak üzere iki farklı ASP protokolünün etkilerini, beş farklı zaman noktasında, futbol, basketbol, voleybol, hentbol ve ragbi olmak üzere beş farklı takım sporu branşında cinsiyete göre değerlendirmiştir. Elde edilen bulgular aşağıda tartışılmıştır.

Genel olarak tanımlayıcı bulgular incelendiğinde, grupların birbirine oldukça benzer özelliklerde olduğu görülmektedir. Yaş ortalamalarına bakıldığında en küçük grubun erkek futbolcular ($20,10 \pm 1,29$ yıl), en büyük grubun ise kadın futbolcular ($22,91 \pm 3,01$ yıl) olduğu görülmektedir. Bununla birlikte yaş ortalamalarının cinsiyete göre ($p=0,711$) ve branşa göre ($p=0,297$) farklılık göstermediği yani benzer olduğu görülmektedir. ASP üzerine yaş etkisinin incelendiği literatürde, yaştan belirleyici bir faktör olduğu ifade edilmektedir. Yaş etkisini inceleyen bir çalışmada, yetişkin erkeklerde ASP etkisi görülürken ($20,7 \pm 1,1$ yıl) adölesan ($15,5 \pm 0,6$ yıl) ve adölesan öncesi ($10,5 \pm 0,5$ yıl) dönemdeki katılımcılarda ASP'nin skuat sıçrama performansına etkisi görülmemiştir (Arabatzi vd., 2014). Çalışmamızda hem yaş ortalamasının bu çalışmadaki yaş grubuna benzer olması hem de branş x cinsiyet gruplarında yaş ortalamalarının benzer olması, yaş faktörünün etkisini ortadan kaldırarak branş ve cinsiyet değişkenlerinin etkilerinin daha sağlıklı ve doğru biçimde incelenmesine olanak sağlamaktadır.

Katılımcıların ortalama branş yaşları incelendiğinde cinsiyetler arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. Branşlar arası karşılaştırmalarda ise sadece en deneyimli grup olan ortalaması olan futbolcular ($8,14 \pm 2,85$ yıl) ile en düşük deneyime sahip grup olan ragbiciler ($5,00 \pm 2,11$ yıl) arasında anlamlı fark olduğu görülmektedir ($p=0,005$). Sporcuların müsabakalar dışında haftalık antrenman süreleri değerlendirildiğinde erkek sporcuların ($11,71 \pm 3,48$ saat) kadın sporculardan ($9,98 \pm 1,74$ saat) anlamlı düzeyde daha fazla antrenman yaptığı tespit edilmiştir ($p=0,002$) ancak branş x cinsiyet etkileşimine ilişkin post-hoc analizine göre sadece erkek basketbol ile erkek futbol ($p=0,034$), erkek hentbol ($p=0,027$), kadın basketbol ($p=0,034$), kadın futbol ($p=0,004$), kadın hentbol ($p=0,007$) arasında anlamlı fark olduğu görülmektedir. Bu bulgular, erkek basketbolcuların haftalık antrenman süresi bakımından diğer gruplardan anlamlı şekilde ayrıştığını, ancak kalan grupların birbirine benzer antrenman düzeyine sahip olduğunu göstermektedir.

Beklendiği üzere mutlak 1TM kuvvet değerleri incelendiğinde erkeklerin kadınlardan anlamlı derecede daha kuvvetli olduğu ($p<0,001$) görülmektedir. Branşlar arası mutlak kuvvet farkları incelendiğinde ise sadece basketbolcuların futbolculardan daha kuvvetli olduğu ($p=0,023$); diğer tüm branş ortalamalarının benzer olduğu görülmüştür ($p>0,05$). Relatif 1TM kuvvetleri incelendiğinde ise yine erkeklerin kadınlardan daha kuvvetli olduğu ($p<0,001$), branşlar arasında ise anlamlı bir fark olmadığı görülmüştür ($p>0,05$). Branş x cinsiyet gruplarına göre kuvvet değerleri incelendiğinde kadın sporcularda tüm branş ortalamalarının benzer olduğu ($p>0,05$); erkeklerde ise en kuvvetli grup olan basketbolcuların futbolculardan ($p=0,005$) kuvvetli olduğu, diğer tüm branş ortalamalarının benzer olduğu görülmüştür ($p>0,05$). Bu bulgulara dayanarak erkek basketbolcular hariç grupların *back skuat* egzersizindeki kuvvet düzeylerinin benzer olduğu söylenebilir. Antrenman düzeyi yüksek sporcuların ASP uygulamalarına daha hızlı (Seitz vd., 2014) ve daha yüksek yanıt verdiği bilinmektedir (Seitz ve Haff, 2016). Literatürdeki bu bilgiye dayanarak araştırma grubumuz aktif olarak antrenmanlarına devam eden sporculardan oluşturulmuş olup ASP yanıtlarının yüksek olması beklenmektedir.

Chiu vd., (2003) çalışmasında ASP protokolü olarak 1TM'nin %90'ı şiddetinde 5 set 1 tekrar *back skuat* egzersizi uygulanmış; bu uygulamanın ardından 5. ve 18,5. dakikada ölçülen *jump skuat* performansında antrenmanlı bireylerde gelişme olduğunu, rekreasyonel antrenmanlı bireylerde ise ilerleme olmadığını raporlamıştır.

Seitz vd. (2014) erkek ragbicilerde yaptıkları çalışmada katılımcıları 1TM *back skuat* kuvvetleri vücut ağırlıklarının 2 katının üzerinde olanlar ve altında olanlar şeklinde iki gruba ayırmış, 1TM'nin %90'ı şiddetinde 1 set 3 tekrar *back skuat* uygulaması sonrası 15. sn, 3., 6., 9., ve 12. dakikalarda kuvvet platformunda skuat sıçrama egzersizi yaptırmış ve güçlü grubun performans gelişimlerinin daha yüksek olduğunu raporlamıştır. Aynı zamanda güçlü grup 6. dakikada zirve performans gösterirken zayıf grup 9. dakikada zirve performansa ulaşmış ve araştırmacılar bu durumu antrenmanlı bireylerde ASP etkisinin daha hızlı oluştuğu şeklinde yorumlamışlardır.

Başka bir çalışmada *back skuat* egzersizinde relatif kuvveti 1,5 kg/kg ve üzeri olanların daha iyi ASP yanıtı oluşturduğu görülmüştür (Seitz ve Haff, 2016). Bizim çalışmamızda erkeklerin relatif kuvvetleri tüm branşlarda 1,5 kg/kg üzerinde olsa da kadınlarda tüm branşlarda bu değerlerin altındadır yani Seitz ve Haff'ın (2016) bulgusuyla örtüşür şekilde relatif kuvveti yüksek olan cinsiyette ASP etkisi daha yüksektir.

Bizim bulgularımız, literatür ile örtüşmektedir. Çalışmamızın sonuçlarına baktığımızda, 1 TM *back skuat* kuvveti ile ASP uygulamaları sonrası yüzdelik YDH artışı arasındaki korelasyonlar incelendiğinde her iki uygulamada da hem mutlak ($r=0,19-0,33$) hem relatif kuvvet ($r=0,22-0,30$) ile ASP yanıtları arasında zayıf düzeyde anlamlı ilişkiler olduğu görülmektedir. Bununla beraber relatif kuvvet ile ASP arasında daha fazla zaman noktasında ilişki olduğu görülmektedir. Bu bulguya dayanarak relatif kuvvetin mutlak kuvvete göre ASP etkisinin daha önemli bir belirleyicisi olduğu söylenebilir.

Her iki ASP protokolünde de YDH’de belirlenen zaman noktalarının tümünde olumlu etkiler görülmüştür. Bu bulgu çalışmamızın en değerli bulgularından biri olarak nitelendirilebilir. Ayrıca bir diğer önemli bulgu, FKM protokolünün PE’den daha yüksek ASP yanıtı oluşturmuş olmasıdır. YDH’ye ilişkin ANOVA bulguları incelendiğinde, FKM ve PE uygulamalarının YDH’ye etkileri arasında anlamlı fark görülmüştür ($F=13,44$; $p<0,001$). Post-hoc analizine göre bu farkın sadece kadınlarda görüldüğü söylenebilir. ASP x branş ($F=1,25$; $p=0,293$) etkileşimi incelendiğinde ise anlamlı bir etkileşim olmadığı; ASP x cinsiyet ($F=4,04$; $p=0,047$) ve ASP x branş x cinsiyet ($F=4,02$; $p=0,005$) etkileşimlerinde ise anlamlılık görülmektedir ($p=0,002$).

FKM’nin ASP oluşturmada PE’ye göre sağladığı bu üstünlük, metodun çok modlu yapısından kaynaklanan fizyolojik ve biyomekanik etkilere dayandırılabilir. FKM, yüksek şiddetli birleşik egzersiz, güç odaklı pliometri, düşük şiddetli egzersiz ve reaktif pliometrik gibi farklı egzersiz tiplerini birleştirerek kuvvet-hız eğrisinin tamamına yönelik bir uyarım sağlamayı hedeflemektedir. Bu bütünsel uyarım, tek modlu bir yaklaşım olan saf pliometriye göre daha derin ve geniş nöromüsküler adaptasyonlara ve dolayısıyla daha büyük bir genel ASP etkisine yol açabilir. *Back skuat* egzersizlerinin FKM’de ön kondisyonlanma aktivitesi olarak kullanılması, nöral uyarımı ve motor ünite katılımını önemli ölçüde artırarak akut bir potansiyasyon sağlar. Yüksek ağırlıklar kaldırmaktan kaynaklanan akut potansiyasyon, ardından gelen patlayıcı hareketlerin güç çıktısını, pliometrik bir egzersizlere kıyasla daha etkili bir şekilde artırabilir. Adaptasyonun özgülüğü açısından, pliometrik egzersizler GKD’yi geliştirmede mükemmel olsa da, FKM’nin farklı yük tipleri aracılığıyla yapılandırılmış ilerlemesi, daha geniş bir kas aktivasyon paterni ve kuvvet üretim yeteneği yelpazesini hedefleyerek, karmaşık atletik hareketlerle ilgili daha belirgin genel performans kazanımlarına yol açıyor olabilir.

ASP etkisi birçok performans parametresini artırsa da bizim çalışmamızda sadece YDH üzerindeki etkisi incelenmiştir. Literatürde ASP ile YDH arasındaki ilişkiyi inceleyen

alışmalar sınırlı sayıdadır. Chua vd. (2021), yüksek antrenmanlı badmintoncularda kort üzerinde giyilebilir direnç ekipmanları ve bantla değişken direnç ısınmalarını karşılaştırmış; her iki uygulamada da kontrole kıyasla YDH'nin "erken faz" olarak ifade ettikleri 4. dakikada iyileştiğini raporlamıştır. Tekrarlı yn değiştirmeli sprint ölçümleri için yön değiştirmeli 6 × 30 metre testinin kullanıldığı ve n kondisyonlanma aktivitesi olarak 1TM'nin %50'inde 1 set 5 tekrar, 1TM'nin %70'inde 1 set 3 tekrar, 1TM'nin %90'ında 5 set 1 tekrar yarım skuat egzersizinin uygulandığı bir diğer çalışmada (Okuno vd., 2013), en iyi test süresi ve ortalama test süresi sırasıyla orta ve küçük etki büyüklükleriyle olumlu yönde etkilenmiştir. Genel olarak literatürde ASP'nin YDH'ye etkisini inceleyen birçok çalışmada bizim çalışmamıza benzer şekilde YDH performansında artış görülmüştür (Chua vd., 2021; Genç vd., 2025; Maloney vd., 2014b; Petisco vd., 2019; Toprak vd., 2022; Turki vd., 2020; Snchez-Snchez vd., 2024).

Çalışmamızın bir diğer özgün noktası olan, ASP etkisini cinsiyete göre inceleyen bulgularımıza bakıldığında, branş x cinsiyet gruplarının çoğunda erkeklerin kadınlara göre daha fazla zaman noktasında ASP uygulamasından olumlu etkilendiği görülmektedir. Bunun yanında etki büyüklüğü küçük de olsa ($\eta^2_p=0,040$), T-testi performansında erkeklerde kadınlardan anlamlı düzeyde ($p=0,047$) daha fazla gelişme görülmüştür. Ayrıca nceki paragraflarda bahsedildiği gibi, ASP x cinsiyet etkileşimi bulguları, kadınların FKM uygulaması sonrası YDH'lerinin PE uygulamasına göre daha fazla geliştiğini ($p=0,002$), erkeklerde ise iki uygulama arasında bir fark olmadığını göstermektedir.

Literatürdeki ASP'ye cinsiyet etkisini inceleyen çalışmaların bulguları bizim çalışmamızla örtüşmektedir. Arabatzi vd. (2014) alışmasına benzer şekilde bizim çalışmamızda da ASP etkisinin cinsiyete göre farklılaştığı görülmüştür. Bahsedilen alışmada ASP etkisi erkeklerde kadınlara göre daha fazla zaman noktasında görülmüştür ve anlamlılık düzeyi daha yüksektir. Araştırmacılar skuat sıçrama performansındaki bu bulgularını, erkeklerin zirve kuvvet gelişim hızı ve g kapasitelerinin daha fazla olmasıyla ilişkilendirmiştir.

Başka bir ekip, izometrik ve dinamik ASP protokollerinin kadın ve erkeklerde sıçrama yüksekliliği ve ge etkisini inceledikleri çalışmada erkeklerin daha stn ASP yanıtı gösterdiğini ve bunun tip II kas lifi oranının fazla olmasıyla ilişkili olabileceğini vurgulamışlardır (Rixon vd., 2007).

Elit kadın ve erkek sprinterlerde dirençli (vct ağırlığının %10'u yüklü yelek) ve yardımcı sprint ASP protokollerinin etkilerinin kıyaslandığı çalışmada dirençli protokol sonrası hem kadın hem erkeklerde 50 metre süratinde akut iyileşme görülürken; yardımcı sprint protokolü

sonrası iyileşme görülmemiştir ve ASP etkisinin erkeklerde daha fazla olduğu belirtilmiştir (Matusinski vd., 2022).

Antrenmanlı kadın ve erkeklerde izometrik *back skuat* ardından sıçrama performansındaki değişimleri karşılaştıran çalışmada her iki cinsiyette de 3. dakikada artış gözlenirse de kadınlarda etkinin 9. dakikaya doğru azalırken erkeklerde daha uzun sürdüğü raporlanmıştır (Kozlenia ve Domaradzki, 2023).

12 kadın 12 erkek takım sporcusunda *back skuat* sonrası 4, 8 ve 12 dk dinlenme aralıklarının karşılaştırıldığı çalışmada. 12 dakika dinlenme sonrası hem kadınlarda hem erkeklerde aktif sıçrama, YDH ve 20 m sprint için en yüksek performans değerleri gözlenirse de tüm testlerde erkeklerde performans artışının daha yüksek olduğu saptanmıştır (Ishak vd., 2023).

Çalışmamızda ASP etkisi cinsiyetin yanında branşa göre de incelenmiş ancak bulgulara bakıldığında ASP etkisinin branşa göre farklılaşmadığı görülmüştür. Ragbicilerde diğer branşlara göre daha fazla zaman noktasında anlamlı ASP etkisi görülse ASP x branş etkileşimi istatistiksel olarak anlamlı değildir ($F=1,25$; $p=0,293$). Literatürde, ASP etkisini takım sporları branşlarına göre karşılaştıran bir çalışmaya rastlanmamıştır. Dolayısıyla bu çalışma bu eksikliği kapatmayı da amaçlamıştır. Farklı takım sporu branşlarının özelleşmiş talepleri göz önüne alındığında, spor branşı etkisinin olmaması da sezgisel olarak ters gelebilir. Gözlemlenen bu etkilerin yokluğuna dair olası nedenler incelendiğinde, çalışmaya katılan sporcuların kendi cinsiyetleri ve sporlar branşları için benzer, yüksek bir antrenman durumuna veya kuvvet seviyesine sahip olmaları muhtemel bir açıklamadır.

Bununla birlikte ASP etkisinin branşa göre değişmediği bulgusu, günümüz literatüründeki bulgular ASP'nin fizyolojik mekanizmalarının spor branşından bağımsız olarak benzer şekilde işlediğini işaret ettiğinden dolayı makul görülebilir. Bununla birlikte, her spor branşının özgün teknik ve fiziksel talepleri göz önüne alındığında, bu evrensel mekanizmaların branşa özgü hareket desenlerine nasıl yansıtacağı halen yeterince araştırılmamıştır. Bu durum, yani branşa özgü uygulamaların incelenmemiş olması literatürde önemli bir boşluğa işaret etmektedir. Bu da, farklı sporların özgün taleplerini dikkate alan daha bağlamsal ve hedeflenmiş ASP araştırmalarına duyulan ihtiyacı vurgulamaktadır.

Antrenörlerin, ASP protokollerini uygularken sporcuların antrenman geçmişi, kuvvet düzeyi ve bireysel yanıtlarını dikkate alarak egzersiz şiddetini, hacmini ve özellikle dinlenme sürelerini kişiye özel olarak ayarlaması büyük önem taşımaktadır. Bu, her sporcu için en yüksek potansiyasyon etkisinin elde edilmesini sağlayacaktır. Grup ortalamalarının ötesinde,

her sporcunun benzersiz fizyolojik yanıtını anlamak, performans optimizasyonunun anahtarıdır. İstatistiksel olarak anlamlı olmasa da, özellikle süreli testlerde küçük performans artışları sporcu ve antrenörler için önemli olabilmektedir. Örneğin elit atletlerin katıldığı 100m sprint yarışlarında birinci ile sonuncu sporcu arasında sadece yaklaşık %2'lik zaman farkı bulunmaktadır.

Literatürde ASP yanıtlarını bireysel olarak inceleyen çalışmalar mevcuttur. Elit voleybolcularda yapılan bir çalışmada 1TM %80 şiddetinde *trap-bar deadlift* sonrası aktif sıçrama ve skuat sıçrama yüksekliğinde grup düzeyinde performans değişimleri anlamlı bulunmazken; bireysel analiz yapıldığında, skuat sıçramada 11 sporcunun 8'i (~%73), aktif sıçramada 12 sporcunun 6'sı (%50) sportif olarak anlamlı performans gelişimi gösterdikleri raporlanmıştır (Masel ve Maciejczyk, 2022).

Milli ragbicilerde 45 cm *drop jump* ve eksantrik *flywheel* protokollerini takiben 5 dakika ve 10 dakika sonra aktif sıçrama, sürat ve YDH grup düzeyinde anlamlı değişim gözlenmezken; bireysel farkların incelenmesine olanak veren *true-changes* analizi uygulandığında birey seviyesinde sportif olarak anlamlı olumlu ve olumsuz performans değişimleri saptanmıştır (Loturco vd., 2024).

Elit erkek voleybolcularda 3 set kompleks antrenman uygulaması sonrası hiçbir setin ardından grup ortalaması bazında sıçrama yüksekliğinde anlamlı değişim görülmemiştir. Buna karşın bireysel analiz, bazı oyuncuların tutarlı biçimde iyileştiğini, bazılarının karışık/negatif yanıt verdiğini göstermektedir (Masel ve Maciejczyk, 2024).

Yukarıdaki bilgiler ışığında bu çalışmada ASP etkisini bireysel olarak incelemek adına ANOVA bulguları dışında her bir katılımcı için ön test ile her zaman noktasında YDH arasındaki yüzdelik farklar incelenmiştir. Literatürde yön değiştirme testlerinin tipik hata oranlarının %1.5–3 arasında raporlandığı (Taylor vd., 2019) bir çalışma dikkate alınarak, çalışmamızda bireysel yanıtlar incelenirken %3'ün üzerindeki gelişmeler istatistiksel olarak olmasa da pratik olarak anlamlı kabul edilmiştir. Yüzdesel olarak en yüksek performans artışı PE protokolünde %15,39 (13. dakika), FKM protokolünde ise %16,1 (4. dakika) olarak bulunmuştur. Bulgular bölümünde detayları verilen %3 ve üzeri performans artışı görülen zaman noktaları incelendiğinde FKM uygulamasında daha fazla zaman noktasında performans artışı gözlenmiştir. Bu bulgulara bakarak bizim çalışmamızda gruplarda görülen anlamlı etkiler görülmüştür. Bununla birlikte anlamlı performans gelişimleri görülmeyen zaman noktalarında da bireysel incelemeler sonucu performans artışları görüldüğü söylenebilir.

Sportif performans çalışmalarında, istatistiksel olarak anlamlı bir etkinin olmaması, pratikte hiçbir etkinin olmadığı anlamına gelmeyebilir. Daha ziyade, çalışmanın spesifik tasarımı, örneklem özellikleri veya ölçüm hassasiyeti göz önüne alındığında, potansiyel herhangi bir etkinin tespit edilemediği anlamına gelir. Bu durum, bireysel yanıtların doğasındaki karmaşıklığı ve daha hedefe yönelik araştırmalara duyulan devam eden ihtiyacı vurgulamaktadır.

Bulgular incelendiğinde YDH etkisinin zamana göre değiştiği görülmektedir. Her branş x cinsiyet grubu farklı zaman noktalarında incelendiğinde birçok noktada birbirinden farklı düzeyde anlamlı etki olduğu görülmektedir ve detayları bulgular bölümünde verilmiştir. Ayrıca ANOVA bulguları dışında bireysel olarak performans artışları incelendiğinde her zaman noktasında performans artışı gösteren en az bir katılımcıya rastlanmaktadır. Grubun tamamının verileri incelendiğinde ise en yüksek ASP etkisi 4. dakikada görülmüştür.

Takım sporlarında ön kondisyonlanma aktivitelerinin uygulanabileceği en uygun an müsabaka öncesi veya oyuncu değişikliği öncesidir. Çalışmamıza dahil ettiğimiz takım branşlarından basketbol, futbol, hentbol ve ragbinin müsabaka süreleri 14 dakika ile 90 dakika arasında değişmektedir. Voleybol müsabakaları ise bir süre sınırı olmasa da toplam süre olarak 60-180 dakika arasında tamamlanmaktadır. Bugüne kadar yapılan çalışmalara bakıldığında ASP etkisinin en fazla 20 dakikaya kadar gözlemlendiği görülmektedir (Maroto vd., 2020; Seitz ve Haff, 2016). Bu süre birçok takım branşı için müsabaka süresinin çok altındadır. Dolayısıyla, ASP etkisinin müsabaka içerisinde istenilen noktada oluşabilmesi için sporcuların bu etkiden uygulamadan ne kadar sonra fayda sağlayabileceğini bilmeleri kritik önem taşımaktadır.

Literatüre göre, ASP etkisi en geç 20. dakikada görülse bile (Maroto vd., 2020), ASP etkisinin oluşması için gereken optimal süre genellikle 3 ila 12 dakika arasında değişmektedir. Bu süre sabit değildir ve bireysel faktörlere ve spesifik ön kondisyonlanma protokolüne göre farklılık gösterebilir. Eski tarihli derleme çalışmaları, 7-10 dakikalık dinlenme sürelerinin, daha kısa (3-7 dakika) veya daha uzun (10 dakikadan fazla) sürelerle göre daha anlamlı bir ASP etkisi yarattığını öne sürmektedir (Wilson vd., 2013). Günümüzde ASP çalışmaları popülerliğini artırarak devam etmektedir ve zaman etkisini hala incelenmekte olan bir faktördür. Güncel çalışmalar antrenmanlı bireylerde ASP etkisinin daha hızlı oluştuğunu bildirmektedir (Formiglio vd., 2024; Seitz ve Haff, 2016). Konuyla ilgili bazı literatür çalışmaları aşağıda verilmiştir.

Pliometrik egzersizlerin sürat performansı üzerindeki akut etkisinin incelendiği bir çalışmada vücut ağırlığı ile ve vücut ağırlığına ek %10 ağırlıkla *leg bound* egzersizi kullanılmış ve 15 sn

ile 16. dakika arasında farklı zaman noktalarında 10m ve 20m performansındaki etkiler incelenmiştir. Çalışma sonucunda 10m performansında her iki uygulama sonrasında da performans artışı görülürken yalnızca ağırlıklı grupta kontrol uygulamasına göre 4. ve 8. dakikada 10m ve 20m sürat performansında artış görülmüştür (Turner vd., 2015).

Erkek atletlerde derinlik sıçraması protokolünün oluşturacağı ASP etkisinin 4 dakika, 8 dakika ve 12 dakika olmak üzere üç farklı zaman noktasında aktif sıçrama performansına etkisinin incelendiği çalışmada (Baena-Raya vd., 2020) en yüksek etki 4. dakikada görülmüştür.

Orjalo vd. (2020b) üniversite sporcularında *lateral bound* egzersizi (ağırlıksız ve vücut ağırlığının %10'u ağırlık yelekli) sonrasında 505 testini 15. sn, 4., 8., 12. ve 16. dakikalarda uygulamış; grup düzeyinde gelişim bulamamış. Aynı ekibin *barbell hip thrust* (85% 1TM, 3x5) çalışmasında (Orjalo vd., 2020a) 505 testi 4, 8, 12 ve 16. dakikalarda tekrarlanmış; zaman ana etkisi görülse de koşul x zaman etkisi bulunmamış ve 4–16. dakikalardaki iyileşmeler 6 dakika pasif dinlenme ile benzer kalmıştır.

Genç futbolcularda yapılan bir çalışmada (Toprak vd., 2022), 3 x 3 saniye izometrik skuat ve 1TM'nin %85'i şiddetinde dinamik *back skuat* sonrasında YDH 15 sn, 2, 4, 6, 8, 10, 12 ve 14. dakikalarda izlenmiş; 4–6. dakikalarda kontrol uygulamasından daha yüksek performans, 8. dakikada zirve performans ve 10–14. dakikalarda performansta kademeli bir düşüş raporlanmıştır.

Dann vd. (2023), kadın takım sporcularında yaptığı çalışmada vücut ağırlığıyla yapılan *alternate leg bound* egzersizi sonrasında farklı zeminlerde *Pro-Agility* testinde 4. dakikada performans artışı oluşmazken 8. dakikada anlamlı performans artışı görüldüğü, 12. dakikada ise bu etkinin korunduğunu bildirmiştir.

1TM'nin %85'i şiddetinde *back skuat* protokolüyle Ishak vd. (2023), aktif sıçrama, YDH ve sprinti 4, 8 ve 12. dakikalarda değerlendirerek 12. dakikanın en optimal performans artışı sonuçlarını verdiğini, 4. dakikanın ise en zayıf etkiyi sunduğunu bildirmiştir.

Aytaç vd., (2024) dakikalarda 1TM'nin %90'ı şiddetinde 3 set 3 tekrar *back skuat* egzersizinin 505 ve T-testi ile ölçülen YDH üzerindeki etkilerini 15 sn, 2, 4, 8, 12 ve 15. dakikalarda incelemiştir. Bulgular 505 testinde etki bulunmadığını, T-testinde ise yorgunluk etkisinin ortaya çıktığını göstermektedir.

Elit ragbicilerde Marshall vd. (2019) 3 x 3 saniye maksimal izometrik skuat sonrası *Pro-Agility* testiyle çevikliği 1., 3., 5. ve 7. dakikalarda ölçmüş; 1. dakikada bozulma, 3–7. dakikalarda

bazal performansa dönüş saptamış ve potansiyasyon etkisi bulmamıştır.

ASP etkisinin oluşması için gereken dinlenme sürelerinin fizyolojik gerekçeleri çeşitli faktörlere dayanmaktadır. Yüksek şiddetli, kısa süreli eforlar için kritik olan ATP-PC (adenozin trifosfat-fosfokreatin) depoları 2-3 dakika içinde büyük ölçüde yenilenirken (Turner ve Stewart, 2013) literatürde en yüksek ASP etkisi için raporlanan daha 3 dakikadan uzun optimal dinlenme süreleri, optimal ASP noktasının enerji sistemlerinden başka faktörlerden de etkilenebileceğini düşündürmektedir. Şiddetli ön kondisyonlanma aktivitesinden kaynaklanan akut yorgunluk etkilerinin (metabolik yan ürünler, merkezi sinir sistemi yorgunluğu vb.) dağılması ve fosfojen depolarının tamamen yenilenmesi için daha uzun dinlenme süreleri gereklidir. Bu, MDHZ fosforilasyonu ve artan nöral uyarılabilirlik gibi potansiyelize edici etkilerin, yorgunluk tarafından maskelenmeden maksimum düzeyde ortaya çıkmasına olanak tanır. Literatürde, 7 dakikalık veya 8 dakikalık dinlenme sürelerinin ASP için etkili olduğu gösterilmiştir. Bizim bulgularımız en yüksek ASP etkisinin 4. dakikada oluştuğunu göstermektedir. 7. dakikada ASP etkisi daha düşük olsa da istatistiksel olarak anlamlı düzeyde devam etmektedir. Bu noktada bulgularımız literatürle örtüşmektedir. Bireysel yanıtlar incelendiğinde ise tüm noktalarda %3 ve üzeri performans gelişimi gösteren katılımcılara rastlanmıştır.

KAH için ANOVA bulguları incelendiğinde, farklı zaman noktalarında ölçülen KAH değerleri arasında anlamlı fark olduğu görülmektedir ($F=6,219$; $p<0,001$; $\eta^2=0,075$). Ön test KAH değerleri ile 7. dakika ($p=0,008$), 10. dakika ($p<0,001$) 13. dakika $p=0,049$ anlamlı fark görülmektedir. FKM ve PE protokollerinde KAH yanıtları arasında anlamlı fark görülmemektedir. Bu bulguya bakarak katılımcıların 1. ve 4. dakikada katıldıkları T-testinde yorgunluk oluşmadığı, ancak 7., 10. ve 13. dakikalarda yorgunluk etkisi görüldüğü söylenebilir. Katılımcı grubumuzun yaş ortalamaları göz önüne alındığında maksimum KAH değerlerinin ~190 atım/dk üzeri olması beklenmektedir (Tanaka vd., 2001). ASP x zaman x cinsiyet gruplarında en yüksek KAH ortalaması PE protokolünde erkeklerde 10. dakikada görülmüştür ($161,02 \pm 18,30$ atım/dk) ve bu değer maksimumun oldukça altındadır. Bu bilgiye dayanarak hiçbir zaman noktasında katılımcıların tükenmeye ulaşmadıkları söylenebilir.

AZD için ANOVA bulguları incelendiğinde ise zaman noktaları arasında fark yoktur ancak FKM uygulamasında PE uygulamasına göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek AZD yanıtı alındığı görülmektedir ($F=10,853$; $p=0,001$; $\eta^2=0,102$). Protokoller arasında anlamlı fark olsa da AZD yanıtlarının ortalamaları ASP x zaman x cinsiyet gruplarının tümünde incelendiğinde en düşük grupta 9,54 en yüksek grupta 10,71 aralığında olması her

iki protokolün algısal zorluğunun “hafif orta- orta” düzeyinde olduğunu yani protokollerin katılımcıları yüksek düzeyde zorlamadığını göstermektedir. AZD skalalarının öznel olması ve katılımcıların daha önceden bu skalaya aşına olmamaları aradaki küçük farkın ihmal edilebilir olduğunu düşündürülebilir. Bunun yanında bu çalışmada FKM protokollerinde daha yüksek AZD yanıtı alınması, beklenen ve fizyolojik olarak temellendirebilecek bir sonuçtur. FKM'deki daha yüksek AZD'ye katkıda bulunan faktörler arasında egzersiz şiddeti birincil öneme sahiptir. FKM'nin direnç egzersizi bölümünde yüksek şiddetli yüklerin kullanılmasının, AZD'nin yükselmesine katkıda bulunan ana faktör olduğu düşünülebilir. Bu çalışmada FKM protokolünde literatür ışığında skuat egzersizi için 1TM %85 şiddeti seçilmiştir. FKM'nin tasarımı, ağır bileşik egzersizleri (örn. *back skuat*, *deadlift*) doğal olarak içerir. Bu egzersizler, vücut ağırlığı veya daha hafif ağırlıklı pliometrik egzersizlere kıyasla daha fazla talepkardır ve önemli ölçüde daha yüksek algılanan eforu tetikler. FKM, ağır yüklerin ve çeşitli patlayıcı hareketlerin entegrasyonu yoluyla daha büyük bir genel fizyolojik ve nöromüsküler stres uygulamayı amaçlamaktadır. Bu tasarımın, tek bir seans içinde çeşitli egzersiz tiplerini entegre etmesi, tek bir modaliteye kıyasla daha büyük genel fizyolojik ve psikolojik strese yol açabilir. Uygun dinlenme süreleri olsa bile, kompleks boyunca kümülatif talep algılanan eforu artırabilir. ASP protokolleri yorgunluğu minimize etmeyi amaçlasa da, başlangıçtaki şiddetli ön kondisyonlanma egzersizi bir miktar yorgunluk yaratacaktır. Bu akut yorgunluk daha yüksek bir AZD'ye katkıda bulunmuş olabilir. AZD, sporcu tarafından deneyimlenen gerçek içsel yükü yansıtan kritik bir biyogeribildirim mekanizması olarak hizmet eder. Sporcu, fizyolojik olarak olmasa da algısal olarak daha fazla yorulduğunu hissedebilir. Nitekim, çalışmamızın diğer yorgunluk belirteci olan KAH bulgularına bakıldığında ASP protokolleri arasında fark görülmemektedir.

Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde T-testinden sonra toparlanma için 3 dakikalık dinlenme süresinin yeterli dinlenme süresinin yeterli olduğu düşünülmektedir (Pauole vd., 2000). T-testi yaklaşık 10 saniyelik süresi nedeniyle temelde ATP-PC enerji sistemini kullanmaktadır. Kısa süreli yüksek şiddetli aktivitelerde tükenen ATP-PC depoları 2-3 dakikada büyük ölçüde yenilenmektedir (Turner ve Steward, 2013). Çalışmamızda 7. dakikadan itibaren görülen KAH artışı düzeyi, sporcuların yeterli toparlanmayı sağlayamadığını söylemek için yeterli bir yorgunluk bulgusu olmasa da, ASP etkisini bir miktar maskeleyebileceği göz önünde bulundurulmalıdır.

Antrenman hacminin etkisini inceleyen çalışmalar, ASP protokollerinde çok setli uygulamaların daha yüksek etki oluşturduğunu göstermektedir (Seitz ve Haff, 2016). Örneğin rekreasyonel atletlerde yapılan bir çalışmada FKM metodunun sıçrama yüksekliğine etkisi

incelenmiş, her bir FKM setinin ardından dikey sıçrama yükseklikleri ölçülmüş ve her setin sonunda ölçülen değerlerin ilk ölçümden daha yüksek olduğu görülmüştür (Hernández-Preciado vd., 2018). Bunun aksine bazı çalışmalar set sayısının ASP etkisini etkilemediğini, hatta tek set uygulamanın daha etkili olduğunu da raporlamıştır. Chen vd. (2013) erkek voleybolcularda 1×5 drop jump ile 2×5 drop jump protokollerinin etkilerini dikey sıçrama üzerindeki etkilerini karşılaştırmışlardır. Her iki hacimde de dikey sıçrama yüksekliği benzer düzeyde artmıştır. Araştırmacılar bu bulgularına dayanarak drop jump egzersizi için tek set uygulamanın yeterli olduğu, ikinci sete gerek olmadığı yorumunu yapmıştır. Başka bir çalışmada (Baena-Raya vd., 2020) ön kondisyonlanma aktivitesi olarak drop jump kullanılmış ve set sayısının etkisi incelenmiş ve tek set uygulamanın tek çok sete göre daha etkili olduğu sonucuna varılmıştır. Bizim çalışmamızda FKM protokolü 2 set, PE protokolü 3 set uygulanmıştır. Set sayısı etkisi incelenmemiş ancak her iki protokolün toplam süresinin de yaklaşık 7 dakika olacak şekilde birbirine benzer olması sağlanmıştır.

Bizim çalışmamızda yön değiştirme testi olarak T-testi kullanılmıştır. Literatürde kullanılan yön değiştirme testlerinin içerikleri birbirinden oldukça farklıdır (Brughelli vd., 2008). T-testi 4 adet yön değiştirme içermektedir ve tamamlama süresi göreceli olarak diğer testlere göre daha uzundur. ASP'nin sürat üzerinde olumlu etkileri olduğu bilinmektedir. T-testi performansı ile sürat ve ivmelenme arasında önceki çalışmalarda korelasyon olduğu (Alemdaroğlu, 2012; Hermassi vd., 2011) göz önüne alındığında bizim çalışmamızdaki pozitif ASP etkisinin T-testinin içeriğindeki 9,14 metrelik doğrusal sprint içeren bölümden kaynaklanmış olabileceği söylenebilir. Bu da, farklı yön değiştirme testleri kullanıldığında ASP etkisinin farklılaşabileceği fikrini akıllara getirmektedir. Nitekim, bu çalışmada olduğu gibi takım sporcularında ASP'nin YDH üzerindeki etkisini inceleyen başka bir çalışmada T-testi ile beraber daha kısa süreli ve tek bir yön değiştirme manevrası içeren 505 testi kullanılmış ve ASP etkisinin iki yön değiştirme testi için farklılaştığı görülmüştür (Aytaç vd., 2024). Bu bulguya dayanarak ASP'nin YDH üzerindeki etkisini inceleyen gelecek çalışmalarda farklı nitelikte yön değiştirme testleri kullanılması önerilebilir.

FKM'nin ASP oluşturmada geleneksel pliometrik egzersizlere göre üstünlüğü, bu yöntemin takım sporlarında YDH'yi akut olarak geliştirmek etmek için güçlü bir araç olduğunu gösterse de PE protokolü daha az ekipman ve ön hazırlık gerektirmesi nedeniyle tercih edilebilir bir alternatif olabilir. Antrenörler ve kuvvet-kondisyon uzmanları, YDH'yi akut olarak artırmak amacıyla hem PE hem FKM'yi ısınma protokollerine veya antrenman seanslarına dahil etmeyi düşünebilirler. Bununla birlikte çalışmamızın bulgularına dayanarak, bu tür uygulamalarda optimal dinlenme aralığının 4 dakika civarında olabileceği göz önünde bulundurulmalıdır.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Aktivasyon sonrası potansiyasyonun yön değiştirme performansına etkisini belirlemek amacıyla yapılan bu çalışmada FKM ve PE ön kondisyonlanma protokollerinin YDH'yi akut olarak geliştirecek düzeyde ASP oluşturduğu görülmüştür. Çalışmadan elde edilen sonuçlar aşağıda yer almaktadır.

1. ASP etkisi uygulanan protokollere göre farklılaşmaktadır. Her iki protokolde de ASP etkisi YDH'yi olumlu etkilese de kadınlarda FKM protokolünün etkisi PE protokolünün etkisinden daha yüksek bulunmuştur.
2. ASP'nin yön değiştirme performansı üzerindeki etkisi zamana göre değişmektedir. Gruplarda farklı zaman noktalarında çeşitli anlamlı etkiler görülmekle birlikte en yüksek etki ön kondisyonlanma aktivitesinden sonraki 4. dakikada gözlemlenmiştir.
3. ASP etkisi cinsiyete göre farklılaşmaktadır. ASP etkisinin erkeklerde daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir.
4. ASP etkisinin incelenen takım sporu branşları (futbol, basketbol, voleybol, hentbol, ragbi) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermediği belirlenmiştir.
5. ASP uygulamaları sonrası akut YDH gelişimi yüzdeleri ile sporcuların *back skuat* egzersizi için relatif 1TM değerleri arasında korelasyon bulunmuştur. Başka bir ifadeyle daha kuvvetli sporcularda ASP yanıtı daha yüksektir.

Bu çalışmanın bulguları ve sınırlılıkları ışığında, gelecekteki araştırmalar ve spor bilimleri ile kuvvet ve kondisyon alanındaki pratik uygulamalar için aşağıdaki öneriler sunulmuştur:

1. ASP yanıtlarının bireysel farklılıklar gösterdiği gözlemlendiğinden, antrenörlerin ve araştırmacıların her sporcu için en uygun koşullandırma aktivitesi, şiddet ve dinlenme aralığını belirlemek amacıyla kişiselleştirilmiş yaklaşımlar geliştirmesi önerilir.
2. Bu çalışmada ASP etkisinin branşa göre değişmediği bulunmuştur. Çalışmaya dahil edilen takım sporlarında, sporcuların fiziksel özelliklerinin ve becerilerinin mevkilere göre değişebileceği düşünüldüğünde, gelecekteki çalışmalarda benzer talepleri olan mevkiler arasında kıyaslamalar yapılması önerilebilir. Ayrıca gelecekteki çalışmalar, farklı spor branşları arasında ASP'nin potansiyel nüanslarını daha derinlemesine incelemek için daha spesifik gruplarla ve spora özgü testlerle yapılabilir.

3. Bu çalışmada kullanılan yön değiştirme testleri ve ASP protokolleri göz önüne alındığında, gelecekteki çalışmalarda farklı ön kondisyonlanma aktiviteleri veya bilişsel ve algısal becerileri de içeren ve daha farklı özelliklere sahip birden fazla yön değiştirme testi kullanabilirler.
4. Bu çalışmada katılımcılar kuvvetlerine göre sınıflandırılmamıştır. Daha geniş relatif kuvvet aralığına sahip bir katılımcı grubunda alt kuvvet grupları oluşturularak kuvvet ve ASP arasındaki ilişki daha detaylı incelenebilir.
5. Bu çalışmada ASP etkisi fizyolojik yöntemler kullanılmadan, saha testiyle belirlenmiştir. Gelecek çalışmalarda ASP etkisini ve mekanizmalarını daha direkt incelemeye olanak verecek olan girişimsel laboratuvar testleri yapılabilir.

KAYNAKLAR

- Aagaard, P., Simonsen, E. B., Andersen, J. L., Magnusson, P., & Dyhre-Poulsen, P. (2002). Increased rate of force development and neural drive of human skeletal muscle following resistance training. *Journal of applied physiology*, 93(4), 1318-1326.
- Aagaard, P., Simonsen, E. B., Andersen, J. L., Magnusson, S. P., Halkjaer-Kristensen, J., & Dyhre-Poulsen, P. (2000). Neural inhibition during maximal eccentric and concentric quadriceps contraction: effects of resistance training. *Journal of Applied Physiology*, 89(6), 2249-2257.
- Alamo, L., Pinto, A., Sulbarán, G., Mavárez, J., & Padrón, R. (2018). Lessons from a tarantula: new insights into myosin interacting-heads motif evolution and its implications on disease. *Biophysical Reviews*, 10(5), 1465-1477.
- Alemdaroğlu, U. (2012). The relationship between muscle strength, anaerobic performance, agility, sprint ability and vertical jump performance in professional basketball players. *Journal of human kinetics*, 31, 149.
- Allen, D. G., Lamb, G. D., & Westerblad, H. (2008). Skeletal muscle fatigue: cellular mechanisms. *Physiological reviews*, 88(1), 287-332.
- Arabatzi, F., Patikas, D., Zafeiridis, A., Giavroudis, K., Kannas, T., Gourgoulis, V., & Kotzamanidis, C. M. (2014). The post-activation potentiation effect on squat jump performance: age and sex effect. *Pediatric exercise science*, 26(2), 187-194.
- Arazi, H., Asadi, A., & Roohi, S. (2014). Enhancing muscular performance in women: compound versus complex, traditional resistance and plyometric training alone. *Journal of Musculoskeletal Research*, 17(02), 1450007.
- Arazi, H., Coetzee, B., & Asadi, A. (2012). Comparative effect of land-and aquatic-based plyometric training on jumping ability and agility of young basketball players. *South African Journal for Research in Sport, Physical Education and Recreation*, 34(2), 1-14.
- Asadi, A. (2013). Effects of in-season short-term plyometric training on jumping and agility performance of basketball players. *Sport Sciences for Health*, 9, 133-137.
- Asadi, A., Arazi, H., Young, W. B., & de Villarreal, E. S. (2016). The effects of plyometric training on change-of-direction ability: a meta-analysis. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 11(5), 563-573.

Åstrand, P. O., & Rodahl, K., (1986). *Textbook of Work Physiology*. New York: McGraw Hill.

Aytaç T., & Kin-İsler A. (2025). Beyond the warm-up: understanding the post-activation performance enhancement. *Turkish Journal Sports Medicine*. Online First May 2025. <https://doi.org/10.47447/tjism.0879>

Aytaç, T., Esatbeyoglu, F., & Kin-İsler, A. (2024). Post-activation performance enhancement on change of direction speed: effects of heavy back-squat exercise. *Science & Sports*, 39(2), 196-205.

Baechle, T. R., & Earle, R. W. (Eds.). (2008). *Essentials of strength training and conditioning*. Human kinetics.

Baena-Raya, A., Sánchez-López, S., Rodríguez-Pérez, M. A., García-Ramos, A., & Jiménez-Reyes, P. (2020). Effects of two drop-jump protocols with different volumes on vertical jump performance and its association with the force–velocity profile. *European Journal of Applied Physiology*, 120(2), 317-324.

Baker, D. (2003). Acute effect of alternating heavy and light resistances on power output during upper-body complex power training. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 17(3), 493-497.

Barnes, J. L., Schilling, B. K., Falvo, M. J., Weiss, L. W., Creasy, A. K., & Fry, A. C. (2007). Relationship of jumping and agility performance in female volleyball athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 21(4), 1192-1196.

Baudry, S., Klass, M., & Duchateau, J. (2005). Postactivation potentiation influences differently the nonlinear summation of contractions in young and elderly adults. *Journal of Applied Physiology*, 98(4), 1243-1250.

Baudry, S., & Duchateau, J. (2007). Postactivation potentiation in a human muscle: effect on the rate of torque development of tetanic and voluntary isometric contractions. *Journal of Applied Physiology*, 102(4), 1394-1401.

Bauer, P., Sansone, P., Mitter, B., Makivic, B., Seitz, L. B., & Tschan, H. (2019). Acute effects of back squats on countermovement jump performance across multiple sets of a contrast training protocol in resistance-trained men. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 33(4), 995-1000.

- Baydemir, B., & Aksoy, D. (2017). 17 ve 19 Yaş Amatör Futbolcuların Maksimum Sürat ve Yüksek Hızda Yön Değiştirme Performanslarının Karşılaştırılması. *Kilis 7 Aralık Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 3(1), 1-7.
- Bergh, U., Thorstensson, A., Sjödin, B., Hulten, B., Piehl, K., & Karlsson, J. (1978). Maximal oxygen uptake and muscle fiber types in trained and untrained humans. *Medicine and Science in Sports*, 10(3), 151-154.
- Bergh, U., & Ekblom, B. (1979). Influence of muscle temperature on maximal muscle strength and power output in human skeletal muscles. *Acta Physiologica Scandinavica*, 107(1), 33-37.
- Binkhorst, R. A., Hoofd, L., & Vissers, A. C. (1977). Temperature and force-velocity relationship of human muscles. *Journal of Applied Physiology*, 42(4), 471-475.
- Blazevich, A. J., & Babault, N. (2019). Post-activation potentiation versus post-activation performance enhancement in humans: historical perspective, underlying mechanisms, and current issues. *Frontiers in physiology*, 10, 1359.
- Bloomfield, J., Polman, R., & O'Donoghue, P. (2007). Physical demands of different positions in FA Premier League soccer. *Journal of Sports Science & Medicine*, 6(1), 63.
- Bompa, T. O. (2013). *Sporda çabuk kuvvet antrenmanı: üst düzeyde çabuk kuvvet gelişimi için plyometrik*. (E. Tüzemen, Çev.). Ankara: Spor Yayınevi ve Kitabevi.
- Bompa, T. O., Haff, G. G. (2015). *Dönemleme: Antrenman kuramı ve yöntemi*. (T. Bağırhan, Çev.). Beşinci Basım, Ankara: Spor Yayınevi ve Kitabevi.
- Borg, G. A. (1982). Psychophysical bases of perceived exertion. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 14(5), 377-381.
- Bradshaw, R. J., Young, W. B., Russell, A., & Burge, P. (2011). Comparison of offensive agility techniques in Australian Rules football. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 14(1), 65-69.
- Brown, G. L., & Von Euler, U. S. (1938). The after effects of a tetanus on mammalian muscle. *The Journal of Physiology*, 93(1), 39.
- Brown, L., and Ferrigno, V. (Eds.). (2014). *Training for speed, agility, and quickness*, 3E. Champaign, IL: Human Kinetics.

- Brughelli, M., Cronin, J., Levin, G., & Chaouachi, A. (2008). Understanding change of direction ability in sport: a review of resistance training studies. *Sports medicine*, 38(12), 1045-1063.
- Buchheit, M. (2014). Monitoring training status with HR measures: do all roads lead to Rome?. *Frontiers in physiology*, 5, 73.
- Byrne, P. J., Kenny, J., & O'Rourke, B. (2014). Acute potentiating effect of depth jumps on sprint performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(3), 610-615.
- Cengizel, Ç. Ö., & Şenel, Ö. (2025). Acute effects of the French Contrast Method and post activation potentiation on 3× 3 basketball game demands and thermal asymmetry responses. *Applied Sciences*, 15(2), 678.
- Chaouachi, A., Brughelli, M., Chamari, K., Levin, G. T., Abdelkrim, N. B., Laurencelle, L., & Castagna, C. (2009). Lower limb maximal dynamic strength and agility determinants in elite basketball players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(5), 1570-1577.
- Chaouachi, A., Manzi, V., Chaalali, A., Wong, D. P., Chamari, K., & Castagna, C. (2012). Determinants analysis of change-of-direction ability in elite soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(10), 2667-2676.
- Chavda, S., Sorensen, A., Vernau, J., Hills, F., Bishop, C., & Turner, A. N. (2025). Effect of post-activation potentiation on weightlifting performance and endocrinological responses. *Applied Sciences*, 15(2), 748.
- Chen, Z. R., Wang, Y. H., Peng, H. T., Yu, C. F., & Wang, M. H. (2013). The acute effect of drop jump protocols with different volumes and recovery time on countermovement jump performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(1), 154-158.
- Chiu, L. Z., Fry, A. C., Weiss, L. W., Schilling, B. K., Brown, L. E., & Smith, S. L. (2003). Postactivation potentiation response in athletic and recreationally trained individuals. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 17(4), 671-677.
- Chiu, L. Z., & Barnes, J. L. (2003). The fitness-fatigue model revisited: Implications for planning short- and long-term training. *Strength & Conditioning Journal*, 25(6), 42-51.
- Chua, M. T., Chow, K. M., Lum, D., Tay, A. W. H., Goh, W. X., Ihsan, M., & Aziz, A. R. (2021). Effectiveness of on-court resistive warm-ups on change of direction speed and smash velocity

- during a simulated badminton match play in well-trained players. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, 6(4), 81.
- Chmielewski, T. L., Myer, G. D., Kauffman, D., & Tillman, S. M. (2006). Plyometric exercise in the rehabilitation of athletes: physiological responses and clinical application. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 36(5), 308-319.
- Clark, M. A., Lucett, S., & Corn, R. J. (2008). *NASM essentials of personal fitness training*. Lippincott Williams & Wilkins.
- Çınarlı, F. S., Kafkas, A. Ş., & Kafkas, M. E. (2018). Relationship between linear running and change of direction performances of male soccer players. *Turkish Journal of Sport and Exercise*, 20(2), 93-99.
- Dallas, G. C., Dallas, C. G., & Tsolakis, C. (2019). Acute enhancement of jumping performance after different plyometric stimuli in high level gymnasts is associated with postactivation potentiation. *Medicina Dello Sport*, 72(1), 25-36.
- Dann, E., Quinn, S., Russell, M., Kilduff, L. P., Turner, A. N., & Hills, S. P. (2023). Alternate leg bounding acutely improves change of direction performance in women's team sports players irrespective of ground type. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 37(6), 1199-1203.
- Davis, D. S., Barnette, B. J., Kiger, J. T., Mirasola, J. J., & Young, S. M. (2004). Physical characteristics that predict functional performance in Division I college football players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 18(1), 115-120.
- Dawes, J. (Ed.). (2019). *Developing agility and quickness*. Champaign, IL: Human Kinetics Publishers.
- Delextrat, A., Grosgeorge, B., & Bieuzen, F. (2015). Determinants of performance in a new test of planned agility for young elite basketball players. *International journal of sports physiology and performance*, 10(2), 160-165.
- DeRenne, C. (2010). Effects of postactivation potentiation warm-up in male and female sport performances: A brief review. *Strength & Conditioning Journal*, 32(6), 58-64.
- Dietz, C., & Peterson, B. (2012). Triphasic training: A systematic approach to elite speed and explosive strength performance. Farmington Hills, Michigan: Dietz Sports Enterprise.

- Dipla, K., Tsirini, T., Zafeiridis, A., Manou, V., Dalamitros, A., Kellis, E., & Kellis, S. (2009). Fatigue resistance during high-intensity intermittent exercise from childhood to adulthood in males and females. *European journal of applied physiology*, 106, 645-653.
- Drake, D., Kennedy, R., Godfrey, M., MacLeod, S., Davis, A., & Maguire, M. (2017). A step towards a field based agility test in team sports. A perspective on return to play criteria. *Physical Therapy in Sport*, 28, e20.
- Draper, J. A., & Lancaster, M. G. (1985). The 505 test: A test for agility in the horizontal plane. *Australian Journal of Science and Medicine in Sport*, 17(1), 15–18.
- Duthie, G. M., Young, W. B., & Aitken, D. A. (2002). The acute effects of heavy loads on jump squat performance: An evaluation of the complex and contrast methods of power development. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 16(4), 530-538.
- Ebben, W. P., Jensen, R. L., & Blackard, D. O. (2000). Electromyographic and kinetic analysis of complex training variables. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 14(4), 451-456.
- Elbadry, N., Hamza, A., Pietraszewski, P., Alexe, D. I., & Lupu, G. (2019). Effect of the French contrast method on explosive strength and kinematic parameters of the triple jump among female college athletes. *Journal of Human Kinetics*, 69(1), 225-230.
- Elmubarak, M. H., & Ranatunga, K. W. (1984). Temperature sensitivity of tension development in a fast-twitch muscle of the rat. *Muscle & Nerve: Official Journal of the American Association of Electrodiagnostic Medicine*, 7(4), 298-303.
- Eston, R. (2012). Use of ratings of perceived exertion in sports. *International journal of sports physiology and performance*, 7(2), 175-182.
- Faigenbaum, A. D., McFarland, J. E., Keiper, F. B., Tevlin, W., Ratamess, N. A., Kang, J., & Hoffman, J. R. (2007). Effects of a short-term plyometric and resistance training program on fitness performance in boys age 12 to 15 years. *Journal of Sports Science & Medicine*, 6(4), 519.
- Formiglio, E., Patti, A., Fernández-Peña, E., Giustino, V., Vicari, D. S. S., Tamassia, A., & Gervasi, M. (2024). The effects of multiple factors on post-activation potentiation and performance enhancement: A narrative review: Factors affecting potentiation in post-activation. *Acta Kinesiologica*, 18(1), 75-91.

- French, D. N., Kraemer, W. J., & Cooke, C. B. (2003). Changes in dynamic exercise performance following a sequence of preconditioning isometric muscle actions. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 17(4), 678-685.
- Fry, A. C., Schilling, B. K., Staron, R. S., Hagerman, F. C., Hikida, R. S., & Thrush, J. T. (2003). Muscle fiber characteristics and performance correlates of male Olympic-style weightlifters. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 17(4), 746-754.
- García-Pinillos, F., Martínez-Amat, A., Hita-Contreras, F., Martínez-López, E. J., & Latorre-Román, P. A. (2014). Effects of a contrast training program without external load on vertical jump, kicking speed, sprint, and agility of young soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(9), 2452-2460.
- Gourgoulis, V., Aggeloussis, N., Kasimatis, P., Mavromatis, G., & Garas, A. (2003). Effect of a submaximal half-squats warm-up program on vertical jumping ability. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 17(2), 342-344.
- Gözlükaya Girginer, F., Soyugür, B., & Alemdaroğlu, B. U. (2024). Futbolcularda Fransız Kontrast yönteminin aktivasyon sonrası performans artışına etkisi: Deneysel araştırma. *Türkiye Klinikleri Journal of Sports Sciences*, 16(2).
- Greenberg, M. J., Mealy, T. R., Watt, J. D., Jones, M., Szczesna-Cordary, D., & Moore, J. R. (2009). The molecular effects of skeletal muscle myosin regulatory light chain phosphorylation. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 297(2), R265-R274.
- Gossard, J. P., Floeter, M. K., Kawai, Y., Burke, R. E., Chang, T., & Schiff, S. J. (1994). Fluctuations of excitability in the monosynaptic reflex pathway to lumbar motoneurons in the cat. *Journal of neurophysiology*, 72(3), 1227-1239.
- González-Alonso, J., Quistorff, B., Krstrup, P., Bangsbo, J., & Saltin, B. (2000). Heat production in human skeletal muscle at the onset of intense dynamic exercise. *The Journal of physiology*, 524(2), 603-615.
- Haff, G. G., & Triplett, N. T. (2015). *Essentials of strength training and conditioning, 4th edition*. Human kinetics.

- Hamada, T., Sale, D. G., MacDougall, J. D., & Tarnopolsky, M. A. (2000). Postactivation potentiation, fiber type, and twitch contraction time in human knee extensor muscles. *Journal of Applied Physiology*, 88(6), 2131-2137.
- Hamada, T., Sale, D. G., MacDougall, J. D., & Tarnopolsky, M. A. (2003). Interaction of fibre type, potentiation and fatigue in human knee extensor muscles. *Acta Physiologica Scandinavica*, 178(2), 165-173.
- Harridge, S. D., & Lazarus, N. R. (2017). Physical activity, aging, and physiological function. *Physiology*, 32(2), 152-161.
- Harrison, A. J., Keane, S. P., & Cogan, J. (2004). Force-velocity relationship and stretch-shortening cycle function in sprint and endurance athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 18(3), 473-479.
- Hazeldine R. (2000). *Fitness for sport*. Ramsbury, UK: The Crowood Press Ltd.
- Heckman, C. J., & Enoka, R. M. (2012). Motor unit. *Comprehensive physiology*, 2(4), 2629-2682.
- Henneman, E., Somjen, G., & Carpenter, D. O. (1965). Excitability and inhibibility of motoneurons of different sizes. *Journal of Neurophysiology*, 28(3), 599-620.
- Hermassi, S., Fadhloun, M., Chelly, M. S., & Bensbaa, A. (2011). Relationship between agility T-test and physical fitness measures as indicators of performance in elite adolescent handball players. *Pedagogics, Psychology, Medical-biological Problems of Physical Training and Sports*, (5), 125-131.
- Hernández-Preciado, J. A., Baz, E., Balsalobre-Fernández, C., Marchante, D., & Santos-Concejero, J. (2018). Potentiation effects of the French Contrast method on vertical jumping ability. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 32(7), 1909-1914.
- Heynen, R., Gross, M., Betschen, T., & Hübner, K. (2024). Post-activation performance enhancement (PAPE) increases jumping power in elite female volleyball athletes. *Sports*, 12(1), 22.
- Hodgson, M., Docherty, D., & Robbins, D. (2005). Post-activation potentiation: underlying physiology and implications for motor performance. *Sports Medicine*, 35(7), 585-595.
- Hoffman, J. (2006). Norms for fitness, performance, and health. Human Kinetics.

- Hugon, M. (1973). Methodology of the Hoffmann reflex in man. In J. E. Desmedt (Ed.), *New developments in electromyography and clinical neurophysiology* (pp. 277–293). Karger.
- IBM (2021). *IBM SPSS Statistics for Windows* (Version 27.0) [Yazılım]
- Ishak, A., Wong, F. Y., Beattie, C., Varamenti, E., Adhikari, R., Savoia, C., ... & Pullinger, S. A. (2023). Post-activation potentiation: Effect of recovery duration and gender on countermovement jump, agility, and linear speed in team-sport athletes. *Asian Journal of Sports Medicine*, 14(3).
- Jami, L. (1992). Golgi tendon organs in mammalian skeletal muscle: functional properties and central actions. *Physiological reviews*, 72(3), 623-666.
- Jensen, R., Blackard, D., Ebben, W., McLaughlin, W., & Watts, P. (1999). Kinetic and electromyographic analyses of combined strength and plyometric training in women basketball players. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 31(5), S193.
- Jensen, R. L., & Ebben, W. P. (2003). Kinetic analysis of complex training rest interval effect on vertical jump performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 17(2), 345-349.
- Jovanovic, M., Sporis, G., Omrcen, D., & Fiorentini, F. (2011). Effects of speed, agility, quickness training method on power performance in elite soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(5), 1285-1292.
- Kilani, H. A., Palmer, S. S., Adrian, M. J., & Gapsis, J. J. (1989). Block of the stretch reflex of vastus lateralis during vertical jumps. *Human Movement Science*, 8(3), 247-269.
- Kilduff, L. P., Owen, N., Bevan, H., Bennett, M., Kingsley, M. I., & Cunningham, D. (2008). Influence of recovery time on post-activation potentiation in professional rugby players. *Journal of Sports Sciences*, 26(8), 795-802.
- Klug, G. A., Botterman, B. R., & Stull, J. T. (1982). The effect of low frequency stimulation on myosin light chain phosphorylation in skeletal muscle. *Journal of Biological Chemistry*, 257(9), 4688-4690.
- Komi, P. V. (2000). Stretch-shortening cycle: a powerful model to study normal and fatigued muscle. *Journal of biomechanics*, 33(10), 1197-1206.

- Koźlenia, D., & Domaradzki, J. (2023). The sex effects on changes in jump performance following an isometric back squat conditioning activity in trained adults. *Frontiers in Physiology*, 14, 1156636.
- Kubo, K., Kanehisa, H., Takeshita, D., Kawakami, Y., Fukashiro, S., & Fukunaga, T. (2000). In vivo dynamics of human medial gastrocnemius muscle-tendon complex during stretch-shortening cycle exercise. *Acta Physiologica Scandinavica*, 170(2), 127-135.
- Kubo, K., Kanehisa, H., Kawakami, Y., & Fukunaga, T. (2001). Effects of repeated muscle contractions on the tendon structures in humans. *European journal of applied physiology*, 84(1), 162-166.
- Lagrange, S., Ferland, P. M., Leone, M., & Comtois, A. S. (2020). Contrast training generates post-activation potentiation and improves repeated sprint ability in elite ice hockey players. *International Journal of Exercise Science*, 13(6), 183.
- Laubach, L. L. (1976). Comparative muscular strength of men and women: A review of the literature. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, 47(5), 534-542.
- Laursen, P. B., and Jenkins, D. G. (2002). The scientific basis for high-intensity interval training. *Sports Medicine*, 32(1), 53-73.
- Latash, M. L. (2008). *Neurophysiological basis of movement* (2nd ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Levine, R. J., Yang, Z., Epstein, N. D., Fananapazir, L., Stull, J. T., & Sweeney, H. L. (1998). Structural and functional responses of mammalian thick filaments to alterations in myosin regulatory light chains. *Journal of Structural Biology*, 122(1-2), 149-161.
- Little, T., & Williams, A. G. (2005). Specificity of acceleration, maximum speed, and agility in professional soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 19(1), 76-78.
- Lockie, R. G., Dawes, J. J., & Jones, M. T. (2018). Relationships between linear speed and lower-body power with change-of-direction speed in national collegiate athletic association divisions I and II women soccer athletes. *Sports*, 6(2), 30.
- Loturco, I., Pereira, L. A., Zabalo, S., Mercer, V. P., Moura, T. B., Freitas, T. T., & Boulosa, D. (2024). No post-activation performance enhancement following a single set of plyometric or flywheel exercises in national team rugby players. *Applied Sciences*, 14(21).

- Lüscher, H. R., Ruenzel, P. A., & Henneman, E., (1983). Composite EPSPs in motoneurons of different sizes before and during PTP: implications for transmission failure and its relief in Ia projections. *Journal of neurophysiology*, 49(1), 269-289.
- Mahlfeld, K., Franke, J., & Awiszus, F. (2004). Postcontraction changes of muscle architecture in human quadriceps muscle. *Muscle & Nerve: Official Journal of the American Association of Electrodiagnostic Medicine*, 29(4), 597-600.
- Mann, J. B., Ivey, P. A., Mayhew, J. L., Schumacher, R. M., & Brechue, W. F. (2016). Relationship between agility tests and short sprints: reliability and smallest worthwhile difference in National Collegiate Athletic Association Division-I football players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 30(4), 893-900.
- Manning, D. R., & Stull, J. T. (1979). Myosin light chain phosphorylation and phosphorylase a activity in rat extensor digitorum longus muscle. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 90(1), 164-170.
- Maloney, S. J., Turner, A. N., & Fletcher, I. M. (2014a). Ballistic exercise as a pre-activation stimulus: a review of the literature and practical applications. *Sports Medicine*, 44, 1347-1359.
- Maloney, S. J., Turner, A. N., & Miller, S. (2014b). Acute effects of a loaded warm-up protocol on change of direction speed in professional badminton players. *Journal of Applied Biomechanics*, 30(5), 637-642.
- Mangus, B. C., Takahashi, M., Mercer, J. A., Holcomb, W. R., McWhorter, J. W., & Sanchez, R. (2006). Investigation of vertical jump performance after completing heavy squat exercises. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 20(3), 597-600.
- Marcovic, G. (2007). Poor relationship between strength and power qualities and agility performance. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 47(3), 276.
- Marković, G., Sekulić, D., & Marković, M. (2007). Is agility related to strength qualities? Analysis in latent space. *Collegium Antropologicum*, 31(3).
- Maroto-Izquierdo, S., Bautista, I., & Rivera, F. (2020). Post-activation performance enhancement (PAPE) after a single-bout of high-intensity flywheel resistance training. *Biology of Sport*, 37(4), 343-350.

- Marshall, J., Turner, A. N., Jarvis, P. T., Maloney, S. J., Cree, J. A., & Bishop, C. J. (2019). Postactivation potentiation and change of direction speed in elite academy rugby players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 33(6), 1551-1556.
- Masel, S., & Maciejczyk, M. (2022). Effects of post-activation performance enhancement on jump performance in elite volleyball players. *Applied Sciences*, 12(18), 9054.
- Masel, S., & Maciejczyk, M. (2024). No effects of post-activation performance enhancement in elite male volleyball players under complex training. *Scientific Reports*, 14(1), 13708.
- Matusiński, A., Gołas, A., Zajac, A., & Maszczyk, A. (2022). Acute effects of resisted and assisted locomotor activation on sprint performance. *Biology of Sport*, 39(4), 1049-1054.
- Mayhew, J. L., Piper, F. C., Schwegler, T. M., & Ball, T. E. (1989). Contributions of speed, agility and body composition to anaerobic power measurement in college football players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 3(4), 101-106.
- McBride, J. M., Triplett-McBride, T., Davie, A., & Newton, R. U. (2002). The effect of heavy-vs. light-load jump squats on the development of strength, power, and speed. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 16(1), 75-82.
- McFarland, I. T., Dawes, J. J., Elder, C. L., & Lockie, R. G. (2016). Relationship of two vertical jumping tests to sprint and change of direction speed among male and female collegiate soccer players. *Sports*, 4(1), 11.
- McInnes, S. E., Carlson, J. S., Jones, C. J., & McKenna, M. J. (1995). The physiological load imposed on basketball players during competition. *Journal of sports sciences*, 13(5), 387-397.
- Meylan, C., & Malatesta, D. (2009). Effects of in-season plyometric training within soccer practice on explosive actions of young players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(9), 2605-2613.
- Miller, A. E. J., MacDougall, J. D., Tarnopolsky, M. A., & Sale, D. G. (1993). Gender differences in strength and muscle fiber characteristics. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 66(3), 254-262.

- Miller, J. D., Herda, T. J., Trevino, M. A., Sterczala, A. J., Ciccone, A. B., & Nicoll, J. X. (2017). Age-related differences in twitch properties and muscle activation of the first dorsal interosseous. *Clinical Neurophysiology*, 128(6), 925-934.
- Misiaszek, J. E. (2003). The H-reflex as a tool in neurophysiology: Its limitations and uses in understanding nervous system function. *Muscle & Nerve: Official Journal of the American Association of Electrodiagnostic Medicine*, 28(2), 144-160.
- Moore, R. L., & Stull, J. T. (1984). Myosin light chain phosphorylation in fast and slow skeletal muscles in situ. *American Journal of Physiology-Cell Physiology*, 247(5), C462-C471.
- Morrison, K., Albert, W. J., & Kuruganti, U. (2015). Biomechanical assessment of change of direction performance in male university soccer players. In ISBS-Conference Proceedings Archive.
- Muratlı S., Kalyoncu O., Şahin G. (2007) *Antrenman ve müsabaka*. İstanbul: Ladin Matbaası.
- Myklebust, G., Engebretsen, L., Brækken, I. H., Skjølberg, A., Olsen, O. E., & Bahr, R. (2003). Prevention of anterior cruciate ligament injuries in female team handball players: a prospective intervention study over three seasons. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 13(2), 71-78.
- Nuzzo, J. L. (2024). Sex differences in skeletal muscle fiber types: A meta-analysis. *Clinical anatomy*, 37(1), 81-91.
- Okuno, N. M., Tricoli, V., Silva, S. B., Bertuzzi, R., Moreira, A., & Kiss, M. A. (2013). Postactivation potentiation on repeated-sprint ability in elite handball players. *The journal of strength & conditioning research*, 27(3), 662-668.
- O'Leary, D. D., Hope, K., & Sale, D. G. (1998). Influence of gender on post-tetanic potentiation in human dorsiflexors. *Canadian Journal of Physiology and Pharmacology*, 76(7-8), 772-779.
- Orjalo, A. J., Callaghan, S. J., & Lockie, R. G. (2020a). The effects of the barbell hip thrust on post-activation performance enhancement of change of direction speed in college-aged men and women. *Sports*, 8(12), 151.
- Orjalo, A. J., Lockie, R. G., Balfany, K., & Callaghan, S. J. (2020b). The effects of lateral bounds on post-activation potentiation of change-of-direction speed measured by the 505 test in college-aged men and women. *Sports*, 8(5), 71.

- Oxfeldt, M., Overgaard, K., Hvid, L. G., & Dalgas, U. (2019). Effects of plyometric training on jumping, sprint performance, and lower body muscle strength in healthy adults: A systematic review and meta-analyses. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 29(10), 1453-1465.
- Pauole, K., Madole, K., Garhammer, J., Lacourse, M., & Rozenek, R. (2000). Reliability and validity of the T-test as a measure of agility, leg power, and leg speed in college-aged men and women. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 14(4), 443-450.
- Peterson, M. D., Alvar, B. A., & Rhea, M. R. (2006). The contribution of maximal force production to explosive movement among young collegiate athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 20(4), 867-873.
- Póvoas, S. C., Seabra, A. F., Ascensão, A. A., Magalhães, J., Soares, J. M., & Rebelo, A. N. (2012). Physical and physiological demands of elite team handball. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(12), 3365-3375.
- Proske, U., & Gandevia, S. C. (2012). The proprioceptive senses: their roles in signaling body shape, body position and movement, and muscle force. *Physiological reviews*.
- Ranatunga, K. W. (1982). Temperature-dependence of shortening velocity and rate of isometric tension development in rat skeletal muscle. *The Journal of Physiology*, 329(1), 465-483.
- Rahimi, R. (2007). The acute effects of heavy versus light-load squats on sprint performance. *Facta Universitatis: Series Physical Education & Sport*, 5(2).
- Reilly, T., Williams, A. M., Nevill, A., & Franks, A. (2000). A multidisciplinary approach to talent identification in soccer. *Journal of sports sciences*, 18(9), 695-702.
- Richardson, J. T. (2011). Eta squared and partial eta squared as measures of effect size in educational research. *Educational research review*, 6(2), 135-147.
- Rixon, K. P., Lamont, H. S., & Bemben, M. G. (2007). Influence of type of muscle contraction, gender, and lifting experience on postactivation potentiation performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 21(2), 500-505.
- Robbins, D. W. (2005). Postactivation potentiation and its practical applicability. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 19(2), 453-458.

- Rodano, R., Squadrone, R., & Mingrino, A. (1996). Gender Differences in Joint Moment and Power Measurements During Vertical Jump Exercises. In *ISBS-Conference Proceedings Archive*.
- Salam, M. B., & Sherif, S. (2020). Effect of French contrast training on bone mineral density and complex skills performance for soccer players. *Ovidius University Annals, Series Physical Education & Sport/Science, Movement & Health*, 20(2).
- Sale, D. G. (2002). Postactivation potentiation: role in human performance. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 30(3), 138-143.
- Saltin, B., Gagge, A. P., & Stolwijk, J. A. (1968). Muscle temperature during submaximal exercise in man. *Journal of Applied Physiology*, 25(6), 679-688.
- Sanchez-Sanchez, J., Raya-González, J., Ramirez-Campillo, R., Clemente, F. M., & Rodriguez-Fernandez, A. (2024). Improvement of physical performance and match demands after warm-ups with small-sided soccer games wearing weighted vests of different loads. *Science & Sports*, 39(8), 688-697.
- Sassi, R. H., Dardouri, W., Yahmed, M. H., Gmada, N., Mahfoudhi, M. E., & Gharbi, Z. (2009). Relative and absolute reliability of a modified agility T-test and its relationship with vertical jump and straight sprint. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(6), 1644-1651.
- Sargeant, A. J. (1987). Effect of muscle temperature on leg extension force and short-term power output in humans. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 56(6), 693-698.
- Schober, P., Boer, C., & Schwarte, L. A. (2018). Correlation coefficients: Appropriate use and interpretation. *Anesthesia & Analgesia*, 126(5), 1763-1768.
- Seitz, L. B., & Haff, G. G. (2016). Factors modulating post-activation potentiation of jump, sprint, throw, and upper-body ballistic performances: A systematic review with meta-analysis. *Sports Medicine*, 46, 231-240.
- Seitz, L. B., de Villarreal, E. S., & Haff, G. G. (2014). The temporal profile of postactivation potentiation is related to strength level. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(3), 706-715.

- Seitz, L. B., Trajano, G. S., Dal Maso, F., Haff, G. G., & Blazeovich, A. J. (2015). Postactivation potentiation during voluntary contractions after continued knee extensor task-specific practice. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 40(3), 230-237.
- Sekulic, D., Spasic, M., & Esco, M. R. (2014). Predicting agility performance with other performance variables in pubescent boys: a multiple-regression approach. *Perceptual and Motor Skills*, 118(2), 447-461.
- Sekulic, D., Spasic, M., Mirkov, D., Cavar, M., & Sattler, T. (2013). Gender-specific influences of balance, speed, and power on agility performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(3), 802-811.
- Semenick, D. (1990). Tests and measurements: The T-test. *Strength & Conditioning Journal*, 12(1), 36-37.
- Sheppard, J. M., & Young, W. B. (2006). Agility literature review: Classifications, training and testing. *Journal of Sports Sciences*, 24(9), 919-932.
- Simonsen, E. B., Magnusson, S. P., Bencke, J., Naesborg, H., Havkrog, M., Ebstrup, J. F., & Sørensen, H. (2000). Can the hamstring muscles protect the anterior cruciate ligament during a side-cutting maneuver?. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 10(2), 78-84.
- Smith, J. C., & Fry, A. C. (2007). Effects of a ten-second maximum voluntary contraction on regulatory myosin light-chain phosphorylation and dynamic performance measures. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 21(1), 73-76.
- Smilios, I., Pilianidis, T., Sotiropoulos, K., Antonakis, M., & Tokmakidis, S. P. (2005). Short-term effects of selected exercise and load in contrast training on vertical jump performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 19(1), 135-139.
- Sole, C. J., Moir, G. L., Davis, S. E., & Witmer, C. A. (2013). Mechanical analysis of the acute effects of a heavy resistance exercise warm-up on agility performance in court-sport athletes. *Journal of Human Kinetics*, 39(1), 147-156.
- Spaniol, F., Flores, J., Bonnette, R., Melrose, D., & Ocker, L. (2010). The relationship between speed and agility of professional arena league football players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24, 1.

- Spasic, M., Uljevic, O., Coh, M., Dzelalija, M., & Sekulic, D. (2013). Predictors of agility performance among early pubescent girls. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 13(2), 480-499.
- Stein, R. B., Gordon, T., & Shriver, J. (1982). Temperature dependence of mammalian muscle contractions and ATPase activities. *Biophysical Journal*, 40(2), 97-107.
- Stuart, D. S., Lingley, M. D., Grange, R. W., & Houston, M. E. (1988). Myosin light chain phosphorylation and contractile performance of human skeletal muscle. *Canadian Journal of Physiology and Pharmacology*, 66(1), 49-54.
- Spencer, M., Bishop, D., Dawson, B., & Goodman, C. (2005). Physiological and metabolic responses of repeated-sprint activities: specific to field-based team sports. *Sports Medicine*, 35, 1025-1044.
- Spiteri, T., Newton, R. U., Binetti, M., Hart, N. H., Sheppard, J. M., & Nimphius, S. (2015). Mechanical determinants of faster change of direction and agility performance in female basketball athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(8), 2205-2214. doi:10.1519/JSC.0000000000000876
- Szczesna-Cordary, D. (2003). Regulatory light chains of striated muscle myosin. Structure, function and malfunction. *Current Drug Targets-Cardiovascular & Hematological Disorders*, 3(2), 187-197.
- Szczesna, D., Zhao, J., Jones, M., Zhi, G., Stull, J., & Potter, J. D. (2002). Phosphorylation of the regulatory light chains of myosin affects Ca²⁺ sensitivity of skeletal muscle contraction. *Journal of Applied Physiology*, 92(4), 1661-1670.
- Sweeney, H. L., & Stull, J. T. (1986). Phosphorylation of myosin in permeabilized mammalian cardiac and skeletal muscle cells. *American Journal of Physiology-Cell Physiology*, 250(4), C657-C660.
- Sweeney, H. L., & Stull, J. T. (1990). Alteration of cross-bridge kinetics by myosin light chain phosphorylation in rabbit skeletal muscle: implications for regulation of actin-myosin interaction. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 87(1), 414-418.
- Tanaka, H., Monahan, K. D., & Seals, D. R. (2001). Age-predicted maximal heart rate revisited. *Journal of the American College of Cardiology*, 37(1), 153-156.

- Taylor, J. M., Cunningham, L., Hood, P., Thorne, B., Irvin, G., & Weston, M. (2019). The reliability of a modified 505 test and change-of-direction deficit time in elite youth football players. *Science and Medicine in Football*, 3(2), 157-162.
- Till, K. A., & Cooke, C. (2009). The effects of postactivation potentiation on sprint and jump performance of male academy soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(7), 1960-1967.
- Tillin, N. A., & Bishop, D. (2009). Factors modulating post-activation potentiation and its effect on performance of subsequent explosive activities. *Sports Medicine*, 39, 147-166.
- Tobin, D. P., & Delahunt, E. (2014). The acute effect of a plyometric stimulus on jump performance in professional rugby players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(2), 367-372.
- Tsolakis, C., Bogdanis, G. C., Nikolaou, A., & Zacharogiannis, E. (2011). Influence of type of muscle contraction and gender on postactivation potentiation of upper and lower limb explosive performance in elite fencers. *Journal of Sports Science & Medicine*, 10(3), 577.
- Turner, A. P., Bellhouse, S., Kilduff, L. P., & Russell, M. (2015). Postactivation potentiation of sprint acceleration performance using plyometric exercise. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(2), 343-350.
- Turner, A., & Stewart, P. (2013). Repeat sprint ability. *Strength and Conditioning Journal*, 35(1), 37–41.
- Türkarslan, B., & Deliceoğlu, G. (2024). The effects of the French Contrast method on soccer player's jumping, sprinting and balance performance. *Journal of Musculoskeletal & Neuronal Interactions*, 24(2), 209.
- Ulloa-Sánchez, P., Hernández-Elizondo, J., Thapa, R. K., Sortwell, A., & Ramirez-Campillo, R. (2024). Post-activation performance enhancement methods in team sport athletes: a systematic review with meta-analysis. *German Journal of Exercise and Sport Research*, 1-29.
- Vandenboom, R., Grange, R. W., & Houston, M. E. (1993). Threshold for force potentiation associated with skeletal myosin phosphorylation. *American Journal of Physiology-Cell Physiology*, 265(6), C1456-C1462.

- Vandenboom, R., Gittings, W., Smith, I. C., Grange, R. W., & Stull, J. T. (2013). Myosin phosphorylation and force potentiation in skeletal muscle: evidence from animal models. *Journal of Muscle Research and Cell Motility*, 34(5), 317-332.
- Vandenboom, R. (2017). Modulation of skeletal muscle contraction by myosin phosphorylation. *Comprehensive Physiology*, 7(1), 171-212.
- Welch, M. L., Lopatofsky, E. T., Morris, J. R., & Taber, C. B. (2019). *Effects of the French Contrast Method on maximum strength and vertical jumping performance*. 14th Annual Coaching and Sport Science College. East Tennessee State University. Johnson City, TN.
- Wilson, J. M., Duncan, N. M., Marin, P. J., Brown, L. E., Loenneke, J. P., Wilson, S. M., ... & Ugrinowitsch, C. (2013). Meta-analysis of postactivation potentiation and power: effects of conditioning activity, volume, gender, rest periods, and training status. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(3), 854-859.
- Windhorst, U. (2007). Muscle proprioceptive feedback and spinal networks. *Brain research bulletin*, 73(4-6), 155-202.
- Witmer, C. A., Davis, S. E., & Moir, G. L. (2010). The acute effects of back squats on vertical jump performance in men and women. *Journal of Sports Science & Medicine*, 9(2), 206.
- Young, W. B., James, R., & Montgomery, I. (2002). Is muscle power related to running speed with changes of direction?. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 42(3), 282-288.
- Young, W. B., Miller, I. R., & Talpey, S. W. (2015). Physical qualities predict change-of-direction speed but not defensive agility in Australian rules football. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(1), 206-212.
- Young, W., Wilson, G., & Byrne, C. (1999). Relationship between strength qualities and performance in standing and run-up vertical jumps. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 39(4), 285.
- Zhi, G., Ryder, J. W., Huang, J., Ding, P., Chen, Y., Zhao, Y., ... & Stull, J. T. (2005). Myosin light chain kinase and myosin phosphorylation effect frequency-dependent potentiation of skeletal muscle contraction. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 102(48), 17519-17524.

Xenofondos, A., Laparidis, K., Kyranoudis, A., Galazoulas, C., Bassa, E., & Kotzamanidis, C. (2010).
Post-activation potentiation: factors affecting it and the effect on performance. *Journal of
Physical Education & Sport/Citius Altius Fortius*, 28(3).



EKLER

Ek-1 Etik Kurul Raporu

İNSAN ARAŞTIRMALARI ETİK KURULU KARAR FORMU	
ETİK KURULUN ADI	ANKARA ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ İNSAN ARAŞTIRMALARI ETİK KURULU
AÇIK ADRES	Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Morfoloji Binası 06100 Sıhhiye/ANKARA
TELEFON	0312 595 82 27
E-POSTA	tipinsanetik@ankara.edu.tr

BAŞVURU BİLGİLERİ	ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Başvuru No: 2024000273(2024/273) Sorumlu Koordinatör: Araştırma: Fransız Kontrast Metoduyla Uygulanan Aktivasyon Sonrası Potansiyasyonun Yön Değiştirme Performansına Etkisi	
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACI UNVANI/ADI/SOYADI	Doç. Dr. Dicle ARAS	
	PROJE YÜRÜTÜCÜSÜ UNVANI/ADI/SOYADI (TÜBİTAK vb. gibi kaynaklardan destek alanlar için)		
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ UZMANLIK ALANI	Beden Eğitimi ve Spor	
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ BULUNDUĞU MERKEZ	Ankara Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi	
	ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	TEK MERKEZ ☒	ÇOK MERKEZLİ ☐

KARAR BİLGİLERİ	Karar No:104-313-24	Tarih: 25 Nisan 2024
	Yukarıda bilgileri verilen başvuru dosyası ile ilgili belgeler araştırmanın/çalışmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve uygun bulunmuş olup araştırmanın/çalışmanın başvuru dosyasında belirtilen merkezde gerçekleştirilmesinde etik ve bilimsel sakınca bulunmadığına toplantıya katılan etik kurul üye tam sayısının salt çoğunluğu ile karar verilmiştir.	

İNSAN ARAŞTIRMALARI ETİK KURULU				
ÇALIŞMA ESASI	İyi Klinik Uygulamaları Kılavuzu			
BASKANIN UNVANI / ADI / SOYADI:	Prof.Dr.Hakan ERGÜN			
Unvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Araştırma ile İlişki	İmza
Prof.Dr.Hakan ERGÜN	Tıbbi Farmakoloji	A.Ü. Tıp Fakültesi	E ☐ H ☒	
Prof.Dr.Berna ARDA	Tıp Tarihi ve Etik	A.Ü. Tıp Fakültesi	E ☐ H ☒	
Prof.Dr.Hatice ILGIN RUHI	Tıbbi Genetik	A.Ü. Tıp Fakültesi	E ☐ H ☒	
Prof.Dr.Sevim AYDIN	Histoloji ve Embriyoloji	A.Ü. Tıp Fakültesi	E ☐ H ☒	
Prof.Dr.Berna SAVAŞ	Tıbbi Patoloji	A.Ü. Tıp Fakültesi	E ☐ H ☒	
Prof.Dr.Yüksel ÜRÜN	Tıbbi Onkoloji	A.Ü. Tıp Fakültesi	E ☐ H ☒	
Prof.Dr.Cihangir AKYOL	Genel Cerrahi	A.Ü. Tıp Fakültesi	E ☐ H ☒	
Prof.Dr.Başak Ceyda MEÇO	Anesteziyoloji ve Reanimasyon	A.Ü. Tıp Fakültesi	E ☐ H ☒	
Doç.Dr.Emel OKULU	Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları	A.Ü. Tıp Fakültesi	E ☐ H ☒	
Doç.Dr.Zahide Çiler BÜYÜKATALAY YALDIZ	Kulak, Burun ve Boğaz Hastalıkları	A.Ü. Tıp Fakültesi	E ☐ H ☒	
Doç.Dr.Rezzak YILMAZ	Nöroloji	A.Ü. Tıp Fakültesi	E ☐ H ☒	
Doç.Dr.Serkan AKBULUT	Cerrahi Onkoloji	A.Ü. Tıp Fakültesi	E ☐ H ☒	
Doç.Dr.Miray YILDIRIM	Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları	A.Ü. Tıp Fakültesi	E ☐ H ☒	
Dr.İrem KAR	Biyostatistik	A.Ü. Tıp Fakültesi	E ☐ H ☒	

Ek-2 Etik Kurul Değişiklik Raporu



İNSAN ARAşTIRMALARI ETİK KURULU KARARI



Tarih: 17.10.2024

Sayın
Doç. Dr. Dicle ARAS
Ankara Üniversitesi Spor Bilimleri Fakóltesi Öğretim Üyesi

Sorumluluğunuzda yürütölmekte olan “Başvuru No: 2024000273(2024/273 Fransız Kontrast Metoduyla Uygulanan Aktivasyon Sonrası Potansiasyonun Yön Değiştirme Performansına Etkisi” başlıklı araştırmanızın, başlığının “Başvuru No: 2024000273-2(2024/273) Takım Sporcularında Fransız Kontrast Metodu ve Pliometrik Egzersizler ile Uygulanan Aktivasyon Sonrası Potansiasyonun Yön Değiştirme Performansına Etkisinin Branşa ve Cinsiyete Göre İncelenmesi” olarak değiştirilmesi, gönüllü sayısı ve yöntemde yapılan değişiklik ile güncel Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu incelenerek, etik açıdan uygun bulunmuştur.

Karar no: İ09-697-24

Prof.Dr.Hakan ERGÜN
İnsan Araştırmaları Etik Kurulu
Başkanı

Ek-3 Laboratuvar ve Salon Kullanım İzni

ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SPOR BİLİMLERİ FAKÜLTESİ DEKANLIĞI'NA

Fakülteniz numaralı doktora öğrencisiyim. "Takım Sporcularında Fransız Kontrast Metodu ve Plimetrik Egzersizler ile Uygulanan Aktivasyon Sonrası Potansiasyonun Yön Değiştirme Performansına Etkisinin Branşa ve Cinsiyete Göre İncelenmesi" başlıklı doktora tez çalışmamın ölçümleri için 01.12.2024 - 31.03.2025 tarihleri arasında fakülteniz kapalı spor salonu ve Fiziksel Aktivite ve Antrenman Bilimleri Laboratuvarını kullanmam gerekmektedir. Gereğini arz ederim.

Uygundur.

Doç. Dr. Caner CENGİZ
Ankara Üniversitesi
Spor Bilimleri Fakültesi
Dekan Yardımcısı

02.10.2024

Mustafa Can ESER

Ek-4 Bilgilendirilmiş Gönüllü Onam Formu

ARAŞTIRMA AMAÇLI BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ ONAM FORMU

Revizyon Tarihi: 10.10 2024

Revizyon No: 1

Sevgili Katılımcı,

Benim adım Doç. Dr. Dicle ARAS. Doktora öğrencim Mustafa Can ESER ile beraber “Takım Sporcularında Fransız Kontrast Metodu ve Pliometrik Egzersizler ile Uygulanan Aktivasyon Sonrası Potansiyasyonun Yön Değiştirme Performansına Etkisinin Branşa ve Cinsiyete Göre İncelenmesi” başlıklı bu araştırmayı planladık. Performansı çok kısa bir sürede akut olarak artırmaya yarayan bir yöntem olan aktivasyon sonrası potansiyasyonun yön değiştirme performansına etkisini inceleyeceğiz. Araştırma kapsamında ölçümlemimizi 18 yaşını bitirmiş, en az 3 senedir müsabakalara katılan ve kas-iskelet yaralanması, solunum rahatsızlığı veya kardiyovasküler rahatsızlığı olmayan 60 kadın 60 erkek olmak üzere 120 sporcu üzerinde yapacağız.

Araştırmaya katılım gönüllülük esasına dayalıdır. Kararınızdan önce sizi araştırma hakkında bilgilendirmek istiyoruz. Bu bilgileri okuyup anladıktan sonra araştırmaya katılmak isterseniz formu imzalayınız. Özellikle takım sporlarında yön değiştirmelerin olabildiğince hızlı yapılması önem taşımaktadır ve bu yüzden bu becerinin antrene edilmesi gerekmektedir. Bu araştırmayı planlamamızın nedeni yön değiştirme performansının aktivasyon sonrası potansiyasyon ile geliştirilebilir olup olmadığını incelemek.

Eğer araştırmaya katılmayı kabul ederseniz araştırma kapsamında en az ikişer gün arayla toplamda 3 kez Ankara Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi’ne gelmenizi ve her seferinde 1 saat vakit ayırmanızı isteyeceğiz. Birinci gününüzde Ankara Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi Fiziksel Aktivite ve Antrenman Bilimleri Laboratuvarı’nda antropometrik ölçümlerinizi yapılacak (boy, vücut ağırlığı ve vücut kompozisyonu) ve skuat egzersizi için 1 tekrarlı maksimal kuvvetinizi belirlemeye yönelik bir protokol uygulanacaktır.

İkinci gün Ankara Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi Kapalı Spor Salonunda, yön değiştirme testlerinden düz sprint, yan adımlar ve geriye koşu içeren bir test olan T-testine ve 4 farklı egzersiz uygulaması içeren “Fransız Kontrast Metodu” veya 2 farklı sıçrama egzersizi içeren “Pliometrik Egzersiz” uygulamasından birine katılacaksınız. Üçüncü gün ise ikinci güne benzer şekilde T-testine ve “Fransız Kontrast Metodu” veya “Pliometrik Egzersiz” uygulamalarından hangisine daha önce katılmadıysanız ona katılacaksınız. Uygulanacak bu testler geçici bir yorgunluğa sebep olabilir ancak kısa bir dinlenmeyle kendinizi toparlayabileceksiniz. Tüm testler öncesinde size detaylı bilgi verilecek ve sorularınız cevaplanacaktır. Bu çalışmaya katılmanız için sizden herhangi bir ücret istenmeyecektir. Çalışmaya katıldığınız için size ek bir ödeme de yapılmayacaktır. Sizinle ilgili bilgiler gizli tutulacak, ancak çalışmanın kalitesini denetleyen görevliler, etik kurullar ya da resmi makamlarca gereği halinde incelenebilecektir. Bu araştırmanın sonuçları başka araştırmacılarla da paylaşılacaktır ama adınız kesinlikle gizli tutulacaktır. Bu araştırmaya katılmak tamamen sizin isteğinize bağlıdır, istemezseniz katılmayabilirsiniz. Önce çalışmaya katılmayı kabul etseniz bile sonradan vazgeçebilirsiniz, çalışmaya devam edip etmemek tamamen sizin isteğinize bağlıdır. Aklınıza şimdi gelen veya daha sonra gelecek olan soruları istediğiniz zaman bana sorabilirsiniz. Telefon numaram ve adresim bu kağıtta yazıyor. Telefon numaramdan bana günün herhangi bir saatinde ulaşabilirsiniz.

Katılımcının beyanı

Sayın Doç. Dr. Dicle ARAS tarafından Ankara Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi'nde yapılacak bu araştırmaya katılımcı olarak davet edildim. Araştırma ile ilgili yukarıdaki bilgiler bana aktarıldı.

Yukarıda yer alan ve araştırmaya başlanmadan önce gönüllülere verilmesi gereken bilgileri içeren metni okudum (ya da sözlü olarak dinledim). Eksik kaldığını düşündüğüm konularda sorularımı araştırmacılara sordum ve doyurucu yanıtlar aldım. Yazılı ve sözlü olarak tarafıma sunulan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anladığımı kanıslındayım. Çalışmaya katılmayı isteyip istemediğim konusunda karar vermem için yeterince zaman tanındı. Bu koşullar altında, araştırma kapsamında elde edilen şahsıma ait bilgilerin bilimsel amaçlarla kullanılmasını, gizlilik kurallarına uyulmak kaydıyla sunulmasını ve yayınlanmasını, hiçbir baskı ve zorlama altında kalmaksızın, kendi özgür irademle kabul ettiğimi beyan ederim.

Muhtemel risk ve rahatsızlıklar

Maksimal kuvvet belirleme protokolleri, Fransız Kontrast Metodu, pliometrik egzersizler ve yön değıştirme testlerinin sonunda bir yorgunluk hissedebilirsiniz ancak bu geçici bir durumdur.

Tarih:

Katılımcı

Adı, soyadı:

Adres:

Tel.

İmza

Görüşme tanığı

Adı, soyadı:

Adres:

Tel.

İmza:

Katılımcı ile görüşen araştırmacı

Adı soyadı, unvanı: Doç. Dr. Dicle ARAS

Adres: Ankara Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi Antrenörlük Eğitimi Bölümü, Gölbaşı - Ankara

Tel. İş: Cep: e-posta:

İmza

Ek-5 Veri Toplama Formu

"Takım Sporcularında Fransız Kontrast Metodu ve Pliometrik Egzersizler ile Uygulanan Aktivasyon Sonrası Potansiyonun Yön Değiştirme Performansına Etkisinin Branşa ve Cinsiyete Göre İncelenmesi"

Veri Toplama Formu

Katılımcının:

Adı-Soyadı	
Doğum Tarihi	
Cinsiyeti	
Spor Branşı	
Branş Yaşı	
Haftalık Antrenman Saati	
Gün içindeki Sıra Numarası	

Ortamin:

Sıcaklığı (°C)	
Nem Oranı (%)	

Antropometrik ve Vücut Kompozisyonu	
Boy Uzunluğu (cm)	
VA (kg)	
VYY (%)	
VYA (kg)	
YVA (kg)	
BMH (kcal)	
VKİ (indeks)	
1TM (kg)	

Pliometrik Egzersiz Uygulaması			
	Süre (sn)	KAH (atım/dk)	AZD (Skor)
T-Testi (Kontrol 1)			
T-Testi (Kontrol 2)			
T-Testi (1. dk)			
T-Testi (4. dk)			
T-Testi (7 dk)			
T-Testi (10. dk)			
T-Testi (13. dk)			

Fransız Kontrast Metodu Uygulaması			
	Süre (sn)	KAH (atım/dk)	AZD (Skor)
T-Testi (Kontrol 1)			
T-Testi (Kontrol 2)			
T-Testi (1. dk)			
T-Testi (4. dk)			
T-Testi (7 dk)			
T-Testi (10. dk)			
T-Testi (13. dk)			