



**FUTBOLCULARDA FARKLI AKTİVASYON
SONRASI PERFORMANS ARTIŞI
PROTOKOLLERİNİN FİZİKSEL PERFORMANS
ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI**

Erkan EMEÇ

Yüksek Lisans Tezi

Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Selim ASAN

2025

Her hakkı saklıdır.



**SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**FUTBOLCULARDA FARKLI AKTİVASYON SONRASI POTANSİYASYON
PROTOKOLLERİNİN FİZİKSEL PERFORMANS ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN
KARŞILAŞTIRILMASI**

Erkan EMEÇ

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Selim ASAN

Anabilim Dalı: Beden Eğitimi ve Spor

Erzurum

2025

Her hakkı saklıdır.

İÇİNDEKİLER

BEYANNAME	I
TEŞEKKÜR	II
ÖZET	III
ABSTRACT	IV
TABLolar DİZİNİ.....	V
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VI
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	VII
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1. Futbolun Tanımı	4
2.2. Futbolun Dünyadaki Gelişimi.....	5
2.3. Futbolun Türkiye’deki Gelişimi	6
2.4. Motorsal Gelişim Süreci	7
2.4.1. Kuvvetin Tanımı ve Özellikleri	7
2.4.2. Dayanıklılığın Tanımı ve Türleri	8
2.4.3. Esneklik.....	8
2.4.4. Koordinasyon.....	9
2.4.5. Sürat	9
2.5. Futbolda Güç ve Hız.....	9
2.6. Futbolda Kuvvet ve Patlayıcı Güç	10
2.7. Futbolda Sürat ve Çevikliğin Önemi	11
2.8. Aktivasyon Sonrası Potansiyasyon.....	12
2.9. Yorgunluk.....	13
2.10. Yüksek Yoğunluklu Egzersiz, Yorgunluk ve Toparlanma.....	14
3. YÖNTEM.....	16
3.1. Araştırma Modeli.....	16
3.2. Araştırma Grubu	16
3.3. Araştırma Prosedürü	17
3.4. Veri Toplama Araçları.....	19
3.4.1. Kişisel Bilgi Formu.....	19
3.4.2. Doğrusal sprint testi (10 m ivmelenme ve 20 m sürat ölçümü).....	19

3.4.3. Dikey sıçrama Testi	20
3.4.4. Yatay sıçrama testi	21
3.5 Araştırmanın Değişkenleri	21
3.5.1. Araştırmanın bağımsız değişkenleri	21
3.5.2. Araştırmanın bağımlı değişkenleri	22
3.5.3. Araştırmanın kontrol değişkeni	22
3.6. Verilerin Analizi	22
3.7. Etik Kurul	23
4. BULGULAR	24
5. TARTIŞMA	30
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	37
6.1. Çalışmanın Sınırlılıkları	37
6.2. Öneriler	37
KAYNAKLAR	39
EKLER	51
EK-1. Etik Kurul Belgesi	51

BEYANNAME

Bu tez çalışmasının Erzurum Teknik Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Hazırlama ve Yazım Kılavuzu standartlarına uygun olarak hazırlanarak yazıldığını; tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçların akademik ve etik kurallara bağlı kalınarak sunulduğunu; bu tezin özgün bir bilimsel araştırma olduğunu; tezde yer alan ve bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen tüm bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve kullanılan kaynakların kaynaklar listesinde yer aldığını; tezin çalışılması ve yazımı aşamalarında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını beyan ederim.

28/11/2025

İmzası

Erkan EMEÇ

TEŞEKKÜR

Bu tez çalışması boyunca, birçok kişinin destek, rehberlik ve katkılarıyla karşılaştım. Bu vesileyle, tezimin gerçekleştirilmesinde yardımcı olan herkese teşekkür etmek isterim.

İlk olarak, tez sürecimde bana rehberlik eden danışmanım Doç. Dr. Selim ASAN 'a derin minnettarlığımı ifade etmek isterim. Değerli yönlendirmeleri, deneyimleri ve sabrı, bu çalışmanın kalitesini artırmama önemli katkılarda bulundu. Ayrıca, bu çalışmanın gerçekleştirilmesine destek olan okul yöneticilerine, Beden Eğitimi ve Spor öğretmenlerine ve sporcu öğrencilerimize teşekkür etmek isterim. Sağladıkları araştırma ortamı, bu çalışmanın başarılı bir şekilde tamamlanmasına olanak sağladı. Tez sürecinde görüş, öneri ve eleştirileriyle bana rehberlik eden Doç Dr. Deniz BEDİR, Prof. Dr. Serhat ÖZBAY, Doç Dr. Süleyman ULUPINAR, Dr. Burak KARABABA ve Dr. Öğr. Üyesi CebraİL GENÇOĞLU hocalarıma teşekkür ederim. Çalışmanın istatistiksel analiz sürecinde katkı sunan ve desteğini esirgemeyen Arş. Gör. Salih ÇABUK'a da içten teşekkür ederim.

Son olarak, eğitim hayatım boyunca maddi ve manevi desteğini hiçbir zaman esirgemeyen, her koşulda yanımda olan saygıdeğer eşime ve tüm aileme sonsuz teşekkürlerimi ve sevgilerimi sunarım.

28/11/2025

İmza

Erkan EMEÇ

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Futbolcularda Farklı Aktivasyon Sonrası Potansiyasyon Protokollerinin Fiziksel Performans Üzerindeki Etkilerinin Karşılaştırılması

Amaç: Bu araştırmanın amacı, U17 yaş kategorisindeki futbolcularda dirençli (5–6 kg direnç bandıyla) ve dirençsiz (vücut ağırlığıyla) gerçekleştirilen dikey sıçrama egzersizleriyle uygulanan aktivasyon sonrası performans artışı (PAPE) protokollerinin sprint ve sıçrama performansları üzerindeki akut etkilerini incelemektir.

Yöntem: Çalışmaya düzenli olarak futbol antrenmanı yapan ve en az 4 yıllık spor geçmişine sahip 27 gönüllü erkek futbolcu katılmıştır (yaş: $15,93 \pm 0,78$ yıl; boy: $173,89 \pm 5,87$ cm; vücut ağırlığı: $61,07 \pm 7,98$ kg; spor yaşı: $5,11 \pm 0,89$ yıl). Araştırma, çapraz desenli deneysel modelde yürütülmüş olup, her katılımcıya randomize sırayla hem dirençli hem de dirençsiz PAPE protokolleri uygulanmıştır. Her bir protokol öncesinde ve sonrasında 10 m ivmelenme (S_{10m}), 20 m sprint (S_{20m}), dikey sıçrama ve yatay sıçrama testleri gerçekleştirilmiştir. PAPE protokolü, 3 set x 10 tekrar dikey sıçrama, setler arası 30 saniye dinlenme ve ardından 5 dakikalık pasif toparlanma şeklinde uygulanmıştır.

Bulgular: Elde edilen bulgular, dirençli PAPE protokolünün S_{10m} ($p=0,026$, $\% \Delta = -2,48$, $g = -0,432$), S_{20m} ($p=0,030$, $\% \Delta = -1,36$, $g = -0,278$) ve dikey sıçrama ($p=0,002$, $\% \Delta = 6,17$, $g = 0,439$) performanslarında istatistiksel olarak anlamlı ve küçük düzeyde etkiler yarattığını ortaya koymuştur. Her iki protokol de yatay sıçrama performansında anlamlı artış sağlamış, ancak dirençli protokol daha yüksek etki büyüklüğü ($p < 0,001$, $\% \Delta = 6,68$, $g = 0,672$) göstermiştir. Dirençsiz protokolün CMJ üzerindeki etkisi istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur ($p=0,706$, $\% \Delta = 0,72$, $g = 0,047$).

Sonuç: Sonuç olarak, direnç bantlarıyla desteklenmiş dikey sıçrama egzersizleriyle uygulanan PAPE protokolü, adolesan futbolcularda 10 metre ivmelenme, 20 metre sprint, dikey ve yatay sıçrama performanslarını akut olarak geliştirme potansiyeli taşımaktadır. Elde edilen bulgular, performansa yönelik kısa süreli iyileştirmelerin hedeflendiği antrenman planlamalarında, özellikle dirençli PAPE protokollerinin etkili ve uygulanabilir bir ergojenik strateji olarak değerlendirilebileceğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Alt Extremitate Kuvveti, Futbol, PAPE, Sürat

ABSTRACT

MS. Thesis

Comparing the Effects of Different Post-Activation Potentiation Protocols on Physical Performance in Soccer Players

Aim: The aim of this study is to examine the acute effects of post-activation performance enhancement (PAPE) protocols, performed through resisted (with 5-6 kg resistance bands) and unresisted (bodyweight) vertical jump exercises, on sprint and jump performance in U17 football players.

Methods: A total of 27 male football players (age: $15,93 \pm 0,78$ years; height: $173,89 \pm 5,87$ cm; body mass: $61,07 \pm 7,98$ kg; training age: $5,11 \pm 0,89$ years), all of whom had been training regularly and had a minimum of four years of sports experience, voluntarily participated in the study. The research employed a randomized crossover experimental design, in which each participant was exposed to both resisted and unresisted PAPE protocols in randomised order. Before and after each protocol, participants underwent 10-m acceleration (S_{10m}), 20-m sprint (S_{20m}), vertical jump, and horizontal jump tests. The PAPE protocol consisted of 3 sets of 10 vertical jumps, 30 seconds of rest between sets, and a 5-minute passive recovery period.

Results: The findings indicated that the resisted PAPE protocol led to statistically significant and small improvements in S_{10m} ($p = 0,026$, $\% \Delta = -2,48$, $g = -0,432$), S_{20m} ($p = 0,030$, $\% \Delta = -1,36$, $g = -0,278$), and vertical jump performance ($p = 0,002$, $\% \Delta = 6,17$, $g = 0,439$). Both protocols yielded significant improvements in horizontal jump performance, with the resisted protocol producing a greater effect size ($p < 0,001$, $\% \Delta = 6,68$, $g = 0,672$) compared to the unresisted protocol. However, the effect of the unresisted protocol on vertical jump height was not statistically significant ($p = 0,706$, $\% \Delta = 0,72$, $g = 0,047$).

Conclusion: The resisted PAPE protocol involving vertical jump exercises with resistance bands has the potential to acutely enhance 10-meter acceleration, 20-meter sprint, and both vertical and horizontal jump performances in adolescent football players. These findings suggest that resisted PAPE strategies are an effective and practical ergogenic approach in training programs aiming for short-term performance enhancement.

Keywords: Lower Limb Strength, Football, PAPE, Speed

TABLÖLAR DİZİNİ

Sayfa

Tablo 3.1. Katılımcıların tanımlayıcı özellikleri.....	17
Tablo 3.2. Dirençli ve dirençsiz PAPE gruplarında ivmelenme, sürat, yatay ve dikey sıçrama performanslarının Shapiro-Wilk Testi sonuçları.....	23
Tablo 4.1. İvmelenme performansı için 2 yönlü karışık desenli tekrarlı ANOVA testi sonuçları.....	24
Tablo 4.2. İvmelenme performansı için gruplar içi ve gruplar arası etki büyüklüğü ile çoklu karşılaştırma sonuçları	24
Tablo 4.3. Sürat performansı için 2 yönlü karışık desenli tekrarlı ANOVA testi sonuçları.....	25
Tablo 4.4. Sürat performansı için gruplar içi ve gruplar arası etki büyüklüğü ile çoklu karşılaştırma sonuçları	25
Tablo 4.5. Yatay sıçrama performansı için 2 yönlü karışık desenli tekrarlı ANOVA testi sonuçları	26
Tablo 4.6. Yatay sıçrama performansı için gruplar içi ve gruplar arası etki büyüklüğü ile çoklu karşılaştırma sonuçları	26
Tablo 4.7. Dikey sıçrama için 2 yönlü karışık desenli tekrarlı ANOVA testi sonuçları	27
Tablo 4.8. Dikey sıçrama için gruplar içi ve gruplar arası etki büyüklüğü ile çoklu karşılaştırma sonuçları	28

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 1: Dirençsiz PAPE	18
Şekil 2: Dirençli PAPE	19
Şekil 3: Sürat Testi	20
Şekil 4: Dikey Sıçrama Testi	21
Şekil 5: Yatay Sıçrama Testi.....	21
Şekil 6: Biyomotor becerilere ait test sonuçları	29



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

cm

Santimetre

kg

Kilogram

m

Metre

m/s

Metre/saniye

N

Kişi sayısı

P

Anlamlılık düzeyi

Kısaltmalar

PAPE

Aktivasyon Sonrası Performans Artışı

PAP

Post-aktivasyon potansiyasyonu

ANOVA

Varyans Analizi

EMG

Elektromiyografi

SD

Standart Sapma

1. GİRİŞ

Sportif performanstaki başarı, birçok spor dalında sıçrama, fırlatma ve yön değiştirme gibi hareketlerde yeterli güç, kuvvet ve hız üretme yeteneğine bağlıdır (Cormie ve ark., 2011; Coratella ve ark., 2019). Bu bağlamda, kas gücü gelişimini ve bunun sonucunda sportif performansı optimize etmeye yönelik yenilikçi stratejiler, yalnızca atletler ve antrenörler tarafından değil, aynı zamanda bilimsel topluluk tarafından da sistematik olarak araştırılmakta ve tanımlanmaktadır (Marin ve ark., 2021). Bu yenilikçi stratejilerden biri olan post-aktivasyon performans artışı (PAPE), son dönemde özellikle patlayıcı hareketlerin performansını artırmak amacıyla dikkat çekmektedir.

Post-aktivasyon potansiyasyonu (PAP), sprint gibi patlayıcı hareketlerden hemen önce uygulanan ön yükleme uygulamasını takiben ortaya çıkan akut bir performans artışını ifade etmektedir. Bu etki, kas lifi tipi, bireyin fitness seviyesi ve koşullandırma aktivitesinin özellikleri (tür, süre, hacim ve yoğunluk) gibi çeşitli faktörlerden etkilenebilmektedir (Çabuk ve İnce, 2025). Son dönemde bilimsel literatürde PAP ile PAPE arasındaki ayrımlar önem kazanmıştır. PAP, özellikle tip II kas liflerinde miyozin hafif zincir fosforilasyonu gibi hücresel mekanizmalar aracılığıyla kas seçirme kuvvetinde kısa süreli bir artışa neden olan fizyolojik bir yanıt olarak tanımlanırken; PAPE, kas sıcaklığındaki artış ve hücre içi sıvı birikimi gibi daha geniş faktörlere bağlı olarak gönüllü kas kuvvet üretiminde daha uzun süreli bir artışı ifade etmektedir. Bu bağlamda, performans odaklı bir yaklaşım benimsendiğinde, mekanistik bir terim olan PAP yerine PAPE teriminin kullanılması daha uygun görülmektedir (Çabuk ve İnce, 2025; Blazeovich ve Babault, 2019; Prieske ve ark., 2020).

Literatürde, PAPE protokollerinin etkinliğini değerlendiren çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmaların bazıları, kas kuvvetinde anlamlı artışlar, koşu hızı, dikey sıçrama performansı ve izometrik kuvvet değerlerinde iyileşmeler bildirmiştir. Ancak, bazı araştırmalar ise koşu hızı ve dikey sıçrama yüksekliğinde anlamlı bir değişiklik gözlemlenmemiştir. Bu çelişkili sonuçlar; kullanılan özgül koşullandırıcı aktivite, bu aktivite ile performans testi arasındaki dinlenme süresi ve katılımcıların antrenman durumu gibi değişkenler ile açıklanabilir ve bu faktörler, kullanılacak PAPE protokolünün seçimini doğrudan etkilemelidir (Krčmár ve ark., 2021). PAPE üzerine yapılan araştırmaların büyük çoğunluğu, serbest ağırlıklarla gerçekleştirilen geleneksel direnç egzersizlerini temel almıştır. Ancak son yıllarda, elastik bantlarla uygulanan değişken direnç antrenmanları,

güç ve kondisyon alanındaki uygulayıcılar arasında giderek daha fazla benimsenmeye başlamıştır (Joy ve ark., 2016; Soria-Gila ve ark., 2015). Bu artan ilginin temelinde, elastik bantların PAPE üzerindeki etkilerini ve dolayısıyla spor performansındaki akut iyileşmeleri destekleyici potansiyelini inceleyen çeşitli çalışmalar yer almaktadır (Aandahl ve ark., 2018, Aboodarda ve ark., 2014; Mina ve ark., 2019; Nickerson ve ark., 2019; Wallace ve ark., 2006; Wyland ve ark., 2015; Peng ve ark., 2021; Krčmár ve ark., 2021). Elastik bantların direnç egzersizlerinde kullanımı, çeşitli fizyolojik ve mekanik avantajlara dayanmaktadır. Öncelikle, elastik bantların eksantrik fazda artan direnç sağlaması, bu fazda kas aktivasyonunun artırılmasına olanak tanımakta ve bu durum, konsantrik faza geçişi daha etkili hâle getirebilmektedir. Bu mekanizma, özellikle kuvvet gelişim oranının (rate of force development, RFD) artırılmasında önemli bir rol oynayabilir. Ayrıca, değişken direnç sağlayan elastik bantlar, serbest ağırlıkla yapılan egzersizlerde sıklıkla karşılaşılan ve “sticking point” olarak adlandırılan, hareketin en zorlandığı kinetik bölgenin aşılmasına yardımcı olabilir. Ek olarak, elastik bantlar, hareketin son aşamalarında (yani eklem hareket açıklığının üst aralığında) hızlanmayı teşvik edebilir ya da aşırı yüklenme oluşturarak nöromüsküler uyarımı artırabilir (Krčmár ve ark., 2021).

Krčmár ve arkadaşları (2021), antrenmanlı kadın sporcularda 1TM'in %85'iyle uygulanan sırt squat egzersizinde toplam yükün %20–30'unun elastik bantlarla sağlandığı PAPE protokollerinin, yalnızca serbest ağırlıkla yapılan protokollere kıyasla 3 m, 5 m ve 10 m sprint sürelerinde ve dikey sıçrama yüksekliğinde anlamlı iyileşmelere yol açtığını rapor etmiştir (Krčmár ve ark., 2021). Benzer şekilde, Peng ve arkadaşları (2021), 3TM ve 5TM elastik bantlı squat protokollerinin, özellikle 4. dakikada ölçülen 20 m sprint testinde belirgin performans artışları sağladığını göstermiştir (Peng ve ark., 2021). Wyland ve arkadaşları (2015) ise 1TM'in %85'i yükü uygulanan 5 set 3 tekrar elastik bant destekli squat egzersizinin 9,1 metrelik sprint süresini anlamlı düzeyde azaltarak ($p = 0.002$) kısa süreli ivmelenme performansını artırdığını bildirmiştir (Wyland ve ark., 2015). Literatür taraması kapsamında elde edilen bilgilere göre, genç futbol oyuncularında direnç egzersizleriyle gerçekleştirilen farklı PAPE protokollerinin fiziksel performans parametreleri üzerindeki etkilerini doğrudan karşılaştıran çalışmaların sınırlı olduğu görülmüştür.

Bu bağlamda, araştırmanın temel amacı, 15-17 yaş aralığındaki futbolcularda farklı post-aktivasyon sonrası performans artışı (PAPE) protokollerinin fiziksel performans

parametreleri üzerindeki etkilerini incelemektir. Bu amaç doğrultusunda aşağıdaki araştırma sorularına yanıt aranmıştır;

1. Farklı PAPE protokollerinin uygulanması, futbolcularda ivmelenme performansı üzerinde anlamlı bir farka yol açmakta mıdır?
2. Farklı PAPE protokolleri sonrası, futbolcularda sürat performansı değerlerinde anlamlı düzeyde bir değışim gözlenmekte midir?
3. Dirençli ve dirençsiz PAPE protokolleri, futbolcularda yatay sıçrama performansını farklı düzeylerde etkilemekte midir?
4. Uygulanan PAPE protokollerinin futbolcularda dikey sıçrama performansı üzerindeki etkisi anlamlı mıdır?

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Futbolun Tanımı

“Football” kavramı, İngilizce kökenli olup “foot” (ayak) ve “ball” (top) sözcüklerinin birleşiminden oluşmaktadır. Bu terim Türkçeye “futbol” olarak geçmiş ve günümüzde yaygın biçimde kullanılmaktadır (Arıkan, 2007). Futbol, iki takım arasında oynanan bir spor dalı olup kuralları Uluslararası Futbol Federasyonu (FIFA) tarafından belirlenmiştir. Dünya genelinde en fazla ilgi gören sporların başında yer almakta ve genellikle 11’er oyuncudan oluşan iki takım arasında oynanmaktadır. Oyunun temel amacı, topu rakip takımın kalesine göndererek gol elde etmektir (İnal, 2013).

Futbolun tarihsel gelişimi 19. yüzyıla dayandırılmakta, modern kurallarının ise İngiltere’de ortaya çıktığı belirtilmektedir. Zaman içinde uluslararası bir nitelik kazanmış olan futbol, hem profesyonel hem de amatör düzeyde milyonlarca kişi tarafından oynanmaktadır. Bu spora olan ilgi, farklı kıtalarda düzenlenen turnuvalar ve ligler aracılığıyla daha da artmaktadır. FIFA Dünya Kupası ve UEFA Şampiyonlar Ligi gibi organizasyonlar, futbolun küresel ölçekteki etkisinin önemli göstergeleri arasında değerlendirilmektedir (Orta, 2020).

Resmi müsabakalar iki devreden oluşmakta, her devre 45 dakika sürmekte ve aralarda 15 dakikalık dinlenme süresi bulunmaktadır. Futbol, oyuncuların farklı teknik ve taktiksel hareketleri yüksek yoğunlukta ve ardışık olarak gerçekleştirmesini gerektiren aralıklı bir spor dalı niteliği taşımaktadır. Bu nedenle performans, hem aerobik hem de anaerobik enerji sistemlerinin yoğun kullanımını içeren karmaşık fizyolojik taleplere bağlıdır (Dolci ve ark., 2020).

Futbol, yalnızca fiziksel beceriler değil aynı zamanda zihinsel yeterlilikler de gerektirmektedir. Sporcuların disiplin, kararlılık, stratejik düşünme ve zihinsel dayanıklılık gibi özelliklerinin gelişimine katkı sunduğu ifade edilmektedir. Takım çalışması, liderlik, hedef belirleme ve başarıya ulaşma gibi konularda önemli kazanımlar sağlamanın yanı sıra, futbolun kültürel ve toplumsal etkileri de dikkate değerdir. Bu spor, farklı toplumları ve kültürleri bir araya getirerek sosyal bütünleşmeye destek olmaktadır (Aşçı, 2009).

Futbolun doğası gereği sporcular, maç süresince kalp atım hızlarının yaklaşık %80-90 aralığında mücadele etmekte ve ortalama 10-12 kilometre mesafe kat etmektedir. Bu

süreçte sıçrama, yüksek hızda koşu ve patlayıcı hareketler gibi yoğun efor gerektiren aktiviteler sıklıkla görülmektedir. Dolayısıyla üst düzey futbolcularda yalnızca tek bir alana odaklanmak yerine, oyunun gerektirdiği farklı fiziksel ve fizyolojik özelliklerin dengeli bir biçimde geliştirilmesi önem arz etmektedir (Aslan, 2012).

2.2. Futbolun Dünyadaki Gelişimi

Futbolun kesin olarak hangi coğrafyada ortaya çıktığına dair net bir bilgi bulunmamaktadır. Bununla birlikte, 17. yüzyıldan itibaren İngiltere’de oynandığı bilinmektedir. Bu dönemde farklı okullar ve kulüpler arasında oynanan çeşitli top oyunları, zaman içerisinde standart kurallar çerçevesinde bir araya getirilmiş ve modern futbolun temelleri atılmıştır. 1863 yılında İngiltere Futbol Federasyonu’nun kurulması ve federasyon tarafından ilk resmi kuralların yayımlanması, futbolun düzenli bir spor dalı olarak kabul edilmesinde önemli bir gelişme olmuştur (Orta, 2020).

Futbol, 19. yüzyılın başlarından itibaren Avrupa ve Güney Amerika’da hızla yaygınlaşarak önemli bir popülerlik kazanmıştır. 1930 yılında Uruguay’da düzenlenen ilk FIFA Dünya Kupası, futbolun uluslararası alanda güçlü bir konuma ulaşmasına katkıda bulunmuştur. Dünya Kupası’nın yanı sıra UEFA Şampiyonlar Ligi ve Copa Libertadores gibi kulüpler arası turnuvalar da futbolun küresel düzeyde gelişimini destekleyen organizasyonlar arasında yer almaktadır (Bozköylü, 2007).

Teknolojinin ilerlemesi ve medyanın yaygınlaşması, futbolun dünya genelindeki tanınırlığını artıran faktörlerden biri olmuştur. Televizyon yayınları ve internetin yaygınlaşması sayesinde milyonlarca insan maçları takip edebilmekte ve futbolla doğrudan etkileşim kurabilmektedir. Bununla birlikte, futbolun ekonomik boyutu da dikkat çekmektedir. Sponsorluk anlaşmaları, yayın hakları ve transfer piyasası, futbolun sadece bir oyun olmanın ötesine geçerek küresel ölçekte bir endüstri haline gelmesine katkı sağlamaktadır (Bozköylü, 2007). Futbolun gelişimi, toplumsal ve kültürel dinamiklerle de yakından ilişkilidir. Bu spor, farklı kültürler arasında bir etkileşim alanı sunmakta ve bireyleri ortak bir tutku etrafında bir araya getirmektedir. Ayrıca, toplumsal eşitlik ve adalet konularında bir platform işlevi görmekte, dünyanın farklı bölgelerindeki insanları sosyal meseleler hakkında bilinçlendirmekte ve harekete geçirmektedir (Özgen, 2015).

2.3. Futbolun Türkiye'deki Gelişimi

Futbolun dünyaya yayılmasında İngilizlerin önemli bir rol üstlendiği belirtilmektedir. Çeşitli nedenlerle farklı bölgelere göç eden İngilizler, yerleştikleri şehirlerde futbolu da beraberlerinde götürmüşlerdir. Özellikle Osmanlı Devleti döneminde Anadolu'da ve diğer liman kentlerinde tütün ve pamuk ticareti amacıyla yerleşen İngiliz aileler, askerler ve tüccarlar aracılığıyla futbolun tanıtıldığı ifade edilmektedir. Türkiye'de futbolun gelişimi, ülkenin sosyal ve kültürel yapısıyla yakından ilişkili olmuş ve modernleşme süreciyle paralel bir ilerleme göstermiştir. Bu sporun ilk kez oynanması, Osmanlı İmparatorluğu'nun son dönemlerine rastlamaktadır (Atabeyoğlu, 1991).

1923 yılında Türkiye Futbol Federasyonu'nun kurulması, Türk futbolunun kurumsallaşması açısından önemli bir dönüm noktasıdır. Bu süreçte futbol kulüplerinin kurulması ve ulusal liglerin organize edilmesi, altyapının güçlenmesine ve futbolun profesyonel bir yapıya kavuşmasına katkı sağlamıştır. Türkiye'nin ilk profesyonel futbol ligi olan Milli Küme'nin 1937 yılında başlaması, Türk futbolunun gelişiminde hızlandırıcı bir etki yaratmıştır (Güven, 1999).

Türkiye'de futbol, yalnızca bir spor dalı olmanın ötesine geçerek toplumsal ve kültürel bir olguya dönüşmüştür. Büyük kulüplerin taraftarları ülke genelinde yoğun bir tutku ve bağlılık göstermekte, derbiler ve önemli müsabakalar geniş kitleler tarafından ilgiyle takip edilmektedir. Bu durum, futbolun toplumun farklı kesimlerini bir araya getirerek toplumsal birlikteliğe katkı sunan bir unsur haline geldiğini göstermektedir (Acar ve ark., 2009).

Türk futbolu uluslararası alanda da dikkate değer başarılar elde etmiştir. Türkiye Millî Futbol Takımı'nın 2002 FIFA Dünya Kupası'nda üçüncülük kazanması, tarihsel açıdan önemli bir dönemeç olarak kabul edilmektedir. Bu başarı, Türk futbolunun uluslararası düzeyde rekabet gücünü ortaya koymuş ve genç sporcular için bir motivasyon kaynağı oluşturmuştur. Ayrıca, Türk kulüplerinin Avrupa kupalarındaki performansları, futbolun hem ülke içinde hem de uluslararası arenada gelişimini destekleyen örnekler arasında değerlendirilmektedir. Bu bağlamda, Türk futbolunun gelecekteki gelişimi, hem sportif hem de toplumsal açıdan önemini korumaktadır (Bozköylü, 2007).

2.4. Motorsal Gelişim Süreci

Motorsal gelişim, spor bilimleri alanında önemli bir çalışma alanı olarak görülmekte ve bireylerin yaşamlarının farklı boyutlarını anlamalarına katkı sunmaktadır. Zihinsel ve duygusal gelişimi de etkileyen temel bir unsur olarak motorik gelişim, doğum öncesinden başlayan ve yaşam boyu devam eden dinamik bir süreçtir. Motorsal gelişime ilişkin elde edilen bilgiler, bireylerin hareket özelliklerini anlamak ve bu süreçteki yetersizlikleri belirleyerek uygun eğitim programları geliştirmek açısından kritik bir öneme sahiptir (Mirzaoğlu, 2005).

Alan yazındaki araştırmalar, özellikle çocukların erken dönemdeki zihinsel gelişiminde çevresel faktörlerin dikkate değer bir rol oynadığını ortaya koymaktadır. Sağlıklı çevresel koşulların gelişim üzerinde olumlu etkiler yarattığı, bu koşullardan yoksun bireylerde ise gerilemelerin görülebildiği ifade edilmektedir (Kalkavan, 1996).

Motorsal yeteneklerin gelişimi, zihinsel, duygusal ve sosyal boyutlarla doğrudan ilişkili olup bu alanların birbirinden bağımsız olarak gelişemeyeceği belirtilmektedir. Motorsal becerilerdeki yeterlilik, bireylerin fiziksel aktivitelere ve spora katılım konusundaki motivasyonlarını artırmakta; bu durum, hem fiziksel hem de ruhsal uyumun güçlenmesine katkı sağlamaktadır (Aracı, 2006). Motorsal gelişim, organizmanın fiziksel büyümesi ve merkezi sinir sistemi gelişimine paralel olarak istemli hareket yeteneğinin kazanılmasıyla açıklanmaktadır. Bu süreç, özünde hareket becerilerinin edinilmesini kapsamakta ve bireyin yaşam döngüsünün tamamında devam eden bir özellik göstermektedir (Özer, 1998).

2.4.1. Kuvvetin Tanımı ve Özellikleri

Kuvvet, temel motorsal nitelikler arasında önemli bir yere sahiptir ve spor bilimleri alanında farklı araştırmacılar tarafından çeşitli biçimlerde tanımlanmıştır. Genel olarak kuvvet, bir dirence karşı koyabilme ya da bir mukavemeti aşabilme yeteneği olarak ifade edilmektedir (Atha, 1981). Kuvvet antrenmanlarının, kas dayanıklılığının yanı sıra bireylerin kuvveti etkili bir biçimde kullanabilme becerisini geliştirdiği belirtilmektedir (Yılmaz, 2014).

Kas kuvvetini etkileyen faktörler arasında kasın enine kesit alanı, kas lifi tipi (yavaş kasılan Tip I ve hızlı kasılan Tip II lifleri), kasılma şekli, çevresel koşullar, yorgunluk düzeyi, beslenme, cinsiyet ve yaş gibi unsurlar yer almaktadır (Otman, 2014). Kas

kuvvetinin yüksek olması, sporculara rakiplerine karşı avantaj sağlamasının yanı sıra sakatlık riskinin azalmasına da katkı sunmaktadır. Kuvvet, genel olarak içsel ve dışsal bir dirence karşı ortaya konan nöromüsküler kapasite biçiminde tanımlanmaktadır (Faigenbaum, 2000).

Kuvvet farklı kategoriler altında incelenmektedir.

- Maksimal kuvvet, çabuk kuvvet ve kuvvette devamlılık
- Statik kuvvet ve dinamik kuvvet
- Relatif kuvvet ve mutlak kuvvet

2.4.2. Dayanıklılığın Tanımı ve Türleri

Dayanıklılık, fiziksel ve fizyolojik yorgunluğa karşı koyabilme kapasitesi olarak tanımlanmaktadır. Özellikle laktik asit birikiminin yol açtığı yorgunluk durumlarında, organizmanın bu sürece direnme yeteneğini ifade etmektedir. Enerji üretimi açısından dayanıklılık, aerobik ve anaerobik olmak üzere iki temel kategoriye ayrılmaktadır (Marangoz, 2008).

Aerobik dayanıklılık, kalp ve akciğer kapasitesini artıran düşük şiddetli ve ritmik egzersizlerle geliştirilebilmektedir. Koşu, yüzme ve bisiklet gibi aktiviteler bu kapsamda değerlendirilmektedir (Altinkaya, 2016). Düzenli yapılan dayanıklılık antrenmanlarının, kalp atım hızını düşürerek kardiyovasküler sistemin verimliliğini artırdığı belirtilmektedir. Bu süreçte kalp hacminde büyüme gibi fizyolojik adaptasyonlar da ortaya çıkmakta ve bu durum sporcuların dayanıklılığa yönelik ihtiyaçlarıyla bağlantılı olarak gelişmektedir (Yorulmaz, 2005).

2.4.3. Esneklik

Esneklik, bir veya birden fazla eklemin sahip olduğu hareket açıklığı olarak tanımlanmaktadır. Bu özellik hipomobil (kısıtlı hareket açıklığı) veya hiperomobil (aşırı hareket açıklığı) şeklinde sınıflandırılabilir. Fiziksel uygunluğun önemli bir bileşeni olan esneklik, günlük yaşam aktivitelerinin etkin bir biçimde gerçekleştirilebilmesi için temel bir rol üstlenmektedir. Esnekliğin değerlendirilmesinde en sık kullanılan yöntemlerden biri “sit and reach” testidir (Corbin, 1997; Ayala, 2012).

2.4.4. Koordinasyon

Koordinasyon, teknik ve taktiksel becerilerin uygulanmasında önemli bir motorik özellik olarak tanımlanmaktadır. Özellikle yüksek stres koşullarında teknik yeterliliğin sürdürülebilmesi açısından kritik bir beceridir. Kuvvet, dayanıklılık, esneklik ve sürat gibi diğer motorik özelliklerle yakından ilişkili olup değişken durumlara hızlı ve etkili uyum sağlayabilme kapasitesini içermektedir (Çakıroğlu, 1997).

2.4.5. Sürat

Sürat, bireyin tüm vücudunu ya da vücudunun belirli bir bölümünü en hızlı şekilde hareket ettirme yeteneği olarak açıklanmaktadır. Koşu hızı ve çeşitli sportif faaliyetlerde sergilenen hız, bireyin sürat kapasitesini belirleyen temel unsurlar arasında yer almaktadır (Zileli, 2021). Süratin büyük ölçüde genetik özelliklerle ilişkili olduğu ifade edilmekle birlikte, uygun antrenman programları ile gelişim göstermesi mümkündür (Akçay, 2001).

2.5. Futbolda Güç ve Hız

Plyometrik antrenman, sporcularda anaerobik kuvvet, hız ve performansın üst düzeye çıkarılması amacıyla birçok spor branşında kullanılan etkili bir yöntem olarak kabul edilmektedir (Chu, 1998). Futbolda bacak kuvvetinin, hızın ve anaerobik kondisyonun geliştirilmesi performansa doğrudan katkı sağlamakta ve oyunculara önemli avantajlar sunmaktadır. Futbol, oyunun doğası gereği yüksek düzeyde anaerobik güç gerektiren bir spor dalı olup maçın sonucunu da büyük ölçüde bu kapasite belirleyebilmektedir. Anaerobik güç, özellikle şut çekme, şut hızı ve top sürme gibi yoğun efor gerektiren teknik becerilerde kritik bir rol oynamaktadır (Reilly ve ark., 2000).

Futbol müsabakalarında oyuncuların sprint sürelerinin yaklaşık 1 dakika olduğu, ortalama ve maksimum sprint mesafelerinin ise 15 ila 40 metre arasında değiştiği rapor edilmektedir. Bir maç boyunca futbolcuların bu mesafeleri yaklaşık 60 kez tekrar ettiği, tek seferde koşulan mesafenin genellikle 10-15 metre olduğu ve bu sürecin ortalama 2 saniye sürdüğü belirtilmektedir (Bangsbo, 1996; Bangsbo & Lindquist, 1991; Ekblom, 1994; Eniseler ve ark., 1996). Oyunda bacak kuvvetinin önemi göz ardı edilmemelidir. Kale önünde maksimuma yakın şutlar, rakip üzerinde baskı oluşturmakta ve savunma oyuncularıyla kaleciyi yıpratmaktadır. Hızlı şut atan bir oyuncunun oyunun kritik anlarında belirleyici olabildiği ifade edilmektedir. Bu noktada anaerobik dayanıklılık ve güç,

oyuncuların maç süresince şut becerilerini sürdürebilmeleri açısından önem taşımaktadır (Hoff & Helgerud, 2004; Hazar & Bozkurt, 2004).

Bir futbol karşılaşmasında oyuncuların ortalama 10 kilometre mesafe kat ettiği, bunun yaklaşık 4 kilometresinin yürüyüş, 3 kilometresinin hafif tempo koşu, 2 kilometresinin orta tempo koşu ve 1 kilometresinin yüksek hızda koşudan oluştuğu bildirilmektedir. Bu mesafeler sprint ve yüksek yoğunluklu eforları da kapsamaktadır. Çeşitli araştırmalara göre, uzun mesafe koşularının yaklaşık %85'inin yüksek anaerobik düzeylerde gerçekleştiği, patlayıcı güç ve şutların da bu seviyelerde ortaya çıktığı belirtilmektedir. Futbolda atılan gollerin önemli bir kısmının anaerobik kapasite kullanılarak gerçekleştiği vurgulanmaktadır (Bangsbo & Lindquist, 1991; Günay & Yüce, 2001; Hazır ve ark., 2010; Konter, 1997; Rienzi ve ark., 2000).

2.6. Futbolda Kuvvet ve Patlayıcı Güç

Futbol, aerobik çalışmalara ek olarak sıçrama, sürat koşuları, ani yer değiştirmeler ve top kontrolü gibi patlayıcı nitelikte hareketleri içeren dinamik bir spor dalıdır. Bu bağlamda maksimum ve patlayıcı güç, futbol performansının temel bileşenlerinden biri olarak değerlendirilmektedir. Sporcular, sezon boyunca hem antrenmanlarda hem de müsabakalarda futbola özgü bu kuvvet özelliklerini farklı düzeylerde kullanmaktadır. Kuvvetin değerlendirilmesinde, çeşitli hızlarda ve eklem açılarına göre ölçüm yapabilen izokinetik dinamometrelerin kullanıldığı çalışmalar bulunmaktadır. Ayrıca futbolcularda alt ekstremita kas kuvvetini değerlendirmek amacıyla sıçrama testleri yaygın olarak uygulanmaktadır (Hoff & Helgerud, 2004).

Futbol maçlarında oyuncuların başlıca görevlerinden biri, oyunun akışı içinde yüksek şiddetli ve dinamik hareketleri yerine getirebilmektir. Bunlar arasında kafa vuruşu, rakibi durdurma, koşu ve şut gibi aksiyonlar yer almakta, bu becerilerin her biri yüksek derecede kas gücü ve dayanıklılık gerektirmektedir. Futbolda hareket yoğunluğunun büyük ölçüde kuvvet kapasitesi ile bağlantılı olduğu ifade edilmektedir (Wisløff ve ark., 2004). Örneğin, kaleciler için topa sıçrama, planjon yapma, degaj, elle top atma gibi eylemler belirleyici iken; saha oyuncuları için hızlı koşular, ani yön değişiklikleri, şut, pas, serbest vuruş, kafa vuruşu, topu uzaklaştırma, ikili mücadeleler ve uzun taç atışları öne çıkan kuvvet gerektiren hareketlerdir. Buna ek olarak, rüzgârlı veya çamurlu saha gibi çevresel koşullar da oyuncuların kuvvet ihtiyacını artıran faktörler arasında yer almaktadır (Başpınar, 2009).

Bir futbol karşılaşmasında, kuvvet oyuncular için en önemli motorsal özelliklerden biri olarak öne çıkmaktadır. Futbolun dinamik ve hareketli yapısı nedeniyle sporcular sezon boyunca sürekli olarak bu özelliği kullanmaktadır. Kas kuvveti ve dayanıklılığını geliştirmeye yönelik antrenmanların, sporcuların performanslarını artırdığı vurgulanmaktadır. Alt ekstremité kaslarının kuvveti, özellikle sürat, sıçrama ve ani hareketlerin ön planda olduğu futbol gibi branşlarda ayrı bir önem taşımaktadır. Futbolcuların izokinetik kuvvet düzeyleri ve vuruş hızları, performans üzerinde belirleyici unsurlar arasında gösterilmektedir. Alanyazında yapılan çalışmalar, kuvvet antrenmanlarının güç kazanımlarına yol açtığını belirtmekle birlikte, bazı durumlarda elde edilen gelişimlerin beklenen düzeye ulaşmadığı veya istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermediği de ifade edilmektedir (Wisløff ve ark., 2004; Ateş & Ateşoğlu, 2007).

2.7. Futbolda Sürat ve Çevikliğin Önemi

Futbolda fizyolojik gerekliliklerden biri de sürat ve çeviklik kapasitesidir. Pek çok spor dalında olduğu gibi, bu iki motorik özellik performansın temel paydaşları arasında yer almaktadır. Sprint, hızın düz bir hat üzerinde sergilenmesini ifade ederken; çeviklik, farklı yönlerde hareket etme hızını kapsayan bir beceri olarak tanımlanmaktadır. Kısa sürede maksimum hız gerektiren aktivitelerde adenosin trifosfat (ATP) ve fosfokreatin (PC) gibi yüksek enerjili bileşenlerin devreye girdiği belirtilmektedir. Kavramsal açıdan sürat, “bir noktadan diğerine en kısa sürede hareket edebilme yeteneği” şeklinde açıklanmaktadır. Bununla birlikte, genetik faktörlerin sürat üzerinde belirleyici olduğu ve doğal motor becerilerin bireysel farklılık yarattığı da ifade edilmektedir (Yaman, 2021).

Oyuncuların bireysel özellikleri sürat gelişiminde önemli rol oynamaktadır. Ancak üst düzey bir antrenman programı dahi, genetik sınırlılıklar nedeniyle bu yeteneğin gelişimini her zaman istenen düzeye çıkaramayabilir. Yine de sürat, kas gruplarının geliştirilmesi ve hareket kapasitesinin artırılmasıyla belirli ölçüde ilerletilebilmektedir. Çocukluk döneminden itibaren uygulanan düzenli antrenmanların, ergenlik sürecine kadar hız gelişimine katkı sağladığı ve bu sürecin yalnızca sprint yetenekleri değil, kas grupları arasındaki koordinasyonu da geliştirdiği ifade edilmektedir.

Futbol performansının bir diğer önemli bileşeni çevikliktir. Çeviklik, dışsal bir uyarana tepki olarak yön değiştirme ve tüm vücudu hızlı bir şekilde hareket ettirme kapasitesi olarak tanımlanmaktadır. Top sürme becerisinin futbolda temel yetkinliklerden

biri olduğu ve çevikliğin bu beceriye yaklaşık %43 oranında katkı sağladığı yapılan çalışmalarla ortaya konulmaktadır (Yaman, 2021).

2.8. Aktivasyon Sonrası Potansiyasyon

İskelet kasının kasılma performansı, kasın kontraktıl geçmişinden etkilenmektedir. Kontraktıl geçmişin en belirgin sonucu yorgunluk olup performansı olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Bununla birlikte, kasın önceki aktivasyonu sonrası ortaya çıkan ve kas gücü çıktısındaki akut artışı ifade eden “aktivasyon sonrası potansiyasyon” (ASP) fenomeni de söz konusudur (Robbins, 2005; Sale, 2002). Kasılma geçmişi, yorgunluk veya ASP etkisi ile performansı azaltabilir, geliştirebilir ya da herhangi bir değişikliğe yol açmayabilir. ASP, kasın belirli kontraksiyonlarla koşullandırılması sonucunda ortaya çıkmakta ve yorgunluğu en aza indirirken kas gücü çıktısını artırmaktadır (Robbins, 2005; Downey, Deprez ve Chilibeck, 2022).

Sporcularda yarışma ve antrenman öncesinde uygulanan farklı ısınma protokolleri bulunmaktadır. Geleneksel protokoller genellikle düşük yoğunluklu aerobik aktivitelerden sonra statik ve dinamik germeler ile aktiviteye özgü kısa uygulamaları içermektedir. Bu tür hazırlık programlarının, performansı geliştirmeye katkı sağladığı ve aynı zamanda sporcuları olası yaralanmalara karşı koruduğu belirtilmektedir (Chiu ve ark., 2003).

Antrenörler, sporcuların fiziksel hazırlık süreçlerinde direnç antrenmanlarından sıklıkla yararlanmaktadır. Direnç antrenmanları, kısa vadede akut, orta vadede birikimli ve uzun vadede kalıcı etkiler gösterebilmektedir. Bu uygulamalar sonucunda yön değiştirme, sprint ve sıçrama gibi performans bileşenlerinde gelişmeler rapor edilmiştir (Wagle ve ark., 2021). Direnç antrenmanları, merkezi sinir sistemi ile motor nöronların aktivasyonunu artırmaktadır. ASP’nin indüklenmesi ise genellikle ağır direnç egzersizleri yoluyla sağlanmaktadır. Performansa özgü hareketleri ve kasılma tiplerini içeren ön yüklenme aktivitelerinin, ASP’nin ortaya çıkmasında etkili olduğu ifade edilmektedir (Hanson ve ark., 2007; Chorley ve Lamb, 2019).

ASP, özellikle yüksek yoğunluklu direnç antrenmanları sonrasında akut kas gücü çıktısını artırmaktadır. Maksimal ya da maksimale yakın kas kasılmaları sonrasında elektriksel uyarım ile kas kontraktıl fonksiyonlarında artış gözlenebilmektedir. Ön yüklenme uygulamaları sonrasında kas seğirmesinde ve düşük frekanslı tetanik kuvvette yükselme olduğu rapor edilmiştir (Sarramian, Turner ve Greenhalgh, 2015; Sale, 2002).

ASP'nin özellikle patlayıcı aktivitelerde performans gelişimini desteklediği çeşitli çalışmalarda vurgulanmaktadır. Bu nedenle sporcular ve antrenörler tarafından son yıllarda daha yaygın şekilde tercih edilmektedir (Gago ve ark., 2020; Tobin ve Delahunt, 2014; Coratella ve ark., 2018). Örneğin, Güllich ve Schmidbleicher'in (1996) çalışmasında yüksek yoğunluklu maksimal kasılmaların, yatay ve dikey sıçrama performansını geliştirdiği bildirilmektedir. Benzer şekilde, maksimal yüke yakın squat egzersizleri ve kısa süreli dinlenme sonrasında ASP'nin dikey sıçrama performansını artırdığı, ancak daha düşük yüklerde anlamlı bir gelişim sağlanmadığı tespit edilmiştir (Hanson ve ark., 2007).

ASP protokollerinin, özellikle patlayıcı aktiviteler öncesinde akut performansı artırmak için ısınma egzersizi niteliğinde uygulanabildiği belirtilmektedir. Sıçrama aktivitelerinde optimal performans gelişiminin yaklaşık 8–12 dakika arasında gerçekleştiği, farklı kas aktivasyonlarıyla birlikte ASP etkisinin hem performans artışı hem de yorgunluk oluşturabildiği ifade edilmektedir. Yorgunluğun azaldığı ve performansın en üst düzeye çıktığı bu zaman aralığı ise “fırsat penceresi” olarak adlandırılmaktadır (Marshall ve ark., 2019; Beato ve ark., 2021; Carbone ve ark., 2020).

2.9. Yorgunluk

Yorgunluk, genel olarak güç üretmek için gerekli olan fiziksel dirence karşı koyamama, kasılma kuvvetinde veya dayanıklılıkta azalma olarak tanımlanmaktadır (Plowman & Smith, 2007). Kas egzersizleri bağlamında ise yorgunluk, gerekli güç düzeyinin sürdürülememesi durumunu ifade etmektedir (Duchateau & Hainaut, 1993). Yorgunluğun bireylerin tutumları, performansları ve fizyolojik süreçleri üzerindeki olumsuz etkileri literatürde açıkça ortaya konmuştur. Yetersiz uyku, biyolojik ritimdeki bozulmalar ve çeşitli diğer faktörler sonucunda gelişen aşırı yorgunluk, uyanıklığı azaltarak performansın ve ruh halinin olumsuz yönde etkilenmesine yol açabilmektedir (Kenney, 1999).

Fiziksel yorgunluk, sıklıkla kas yorgunluğu olarak değerlendirilmekte olup kasların geçici olarak hareketi devam ettirememesi şeklinde tanımlanmaktadır. Kas yorgunluğuna neden olan iki temel mekanizma mevcuttur: merkezi (santral) yorgunluk ve çevresel (periferik) yorgunluk. Merkezi yorgunluk enerji eksikliğinin bir göstergesi iken, kas hareket mekanizmalarının iş üretmede yetersizliği çevresel yorgunluğu oluşturmaktadır (Kent-Braun, 1999; Boyas & Guevel, 2011). Yorgunluk akut ve kronik olmak üzere iki ana başlıkta incelenmektedir. Akut yorgunluk, birkaç gün veya hafta boyunca dinlenme ile

egzersiz arasındaki dengenin bozulması sonucunda ortaya çıkmakta ve neden ortadan kalktığına hızlıca kaybolmaktadır. Buna karşın, kronik yorgunluk, bireyin yaşam kalitesini olumsuz etkileyen enerji yetersizliği, performans düşüklüğü ve psikolojik zayıflık hissi ile karakterizedir. Belirgin bir nedeni bulunmadığından grip benzeri semptomlar aylarca hatta yıllarca sürebilmektedir. Kronik yorgunluk, orta ve yoğun şiddette egzersiz sırasında yüksek düzeyde asidoza yol açarken, dinamik egzersizlerde performans üzerinde olumsuz etkiler göstermektedir (Güney ve ark., 2017).

2.10. Yüksek Yoğunluklu Egzersiz, Yorgunluk ve Toparlanma

Yüksek yoğunluklu fiziksel aktiviteler, organizmanın homeostatik dengesini bozarak yorgunluğa yol açabilmektedir (Aslan ve ark., 2011). Bu bağlamda toparlanma, sporcuların ağır yüklenmeler sonrasında yaşadığı yorgunluğu azaltarak antrenman veya müsabaka öncesindeki fizyolojik ve psikolojik durumlarına geri dönmeleri süreci olarak tanımlanmaktadır (Köseoğlu & Kin, 2008). Toparlanma süreci, yalnızca yorgunluğun giderilmesi değil, aynı zamanda egzersiz sonrası yeniden yapılanmanın (rejenerasyon) hızlanmasını da kapsamaktadır.

Egzersiz sonrası yorgunluğun temel nedenlerinden biri, kaslarda ve kanda biriken laktik asittir. Laktat, hidrojen iyonları aracılığıyla yorgunluk hissinin oluşmasında rol oynamaktadır. Bu nedenle, biriken laktatın kaslardan ve kandan hızlı bir şekilde uzaklaştırılması toparlanma sürecinin önemli bir parçasıdır. Laktatın uzaklaştırılma hızı, üretim miktarı ile eliminasyon kapasitesi arasındaki dengeye bağlıdır. Araştırmalar, egzersiz sonrası laktat düzeylerinin istirahat seviyesine dönmesinin genellikle bir saatten uzun sürdüğünü, aktif dinlenmenin ise bu süreci hızlandırdığını ortaya koymuştur. Dolayısıyla, hızlı toparlanma sporculara daha kısa dinlenme süreleriyle yüksek yoğunlukta egzersiz yapabilme olanağı sağlamakta, böylece tekrar sayılarının artırılmasına ve antrenman kapsamının genişletilmesine katkıda bulunmaktadır. Özellikle çok tekrarlı egzersiz gerektiren spor dallarında veya aralıklı dinlenmeye dayalı takım sporlarında, yüksek aerobik kapasiteye bağlı hızlı toparlanma kritik öneme sahiptir (Bompa, 1999).

Kaslarda ve kanda biriken laktatın vücuttan uzaklaştırılması birkaç biyokimyasal yolla gerçekleşmektedir:

- Yeniden glikoz veya glikojene dönüştürülerek,
- Karbondioksit ve suya metabolize edilerek,

- Proteine dönüştürülerek,
- Ter ve idrar yoluyla atılarak (Sönmez, 2002; Juel, 1998).

Toparlanma süreci, metabolik açıdan dört temel olayla açıklanabilmektedir (Wilmore & Costill, 1999):

1. Dinlenme oksijeninin yeniden sağlanması,
2. Enerji kaynaklarının yenilenmesi,
3. Laktik asidin uzaklaştırılması,
4. Oksijen depolarının yenilenmesi.



3. YÖNTEM

3.1. Araştırma Modeli

Bu araştırma, çapraz desenli (cross-over design) ve karşılaştırmalı deneysel bir model kullanılarak yürütülmüştür. Çapraz desen yaklaşımı, her katılımcının her iki deneysel koşulda (dirençli ve dirençsiz PAPE protokolleri) test edilmesini sağlayarak bireyler arası varyansı kontrol altına almayı ve istatistiksel gücü artırmayı hedefler (Jones & Kenward, 2014; Senn, 2002). Bu yöntem, özellikle akut egzersiz etkilerinin karşılaştırıldığı çalışmalarda tercih edilmekte olup, sporda performans ölçümlerinin güvenilirliğini artıran bir tasarım olarak kabul edilmektedir.

Araştırma süreci, katılımcıların randomize sırayla iki farklı PAPE protokolüne maruz bırakılmasını içermekte ve her bir protokol uygulamasından sonra aynı test bataryası kullanılarak performans ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Oturumlar arasında en az 48 saatlik toparlanma süresi bırakılmış ve böylece taşıma etkisi (carry-over effect) minimize edilmiştir (Wellek & Blettner, 2012). Bu yapı, her bir katılımcının kendi kontrolü olduğu bir deneysel çerçeve sunarak, ölçülen değişikliklerin daha yüksek iç geçerlilikle yorumlanmasına olanak tanımaktadır. Çalışmanın bu tasarımı sayesinde, post-aktivasyon potansiyasyonun farklı biçimlerinin (dirençli ve dirençsiz) sprint, sıçrama ve ivmelenme gibi temel biyomotorik özellikler üzerindeki kısa süreli etkileri doğrudan karşılaştırmalı olarak analiz edilmiştir.

3.2. Araştırma Grubu

Bu çalışma, U17 yaş kategorisinde yer alan, düzenli olarak futbol antrenmanı yapan ve en az 4 yıllık spor geçmişine sahip gönüllü erkek futbolculardan oluşturulmuştur. G*Power 3.1 yazılımı ile yapılan ön analizde, $f = 0,25$ etki büyüklüğü, $\alpha = 0.05$ anlamlılık düzeyi ve %80 test gücü parametrelerine göre çapraz desenli yapıda minimum 24 kişilik örneklem büyüklüğü yeterli bulunmuştur. Olası veri kayıplarına karşı çalışmaya başlangıçta 28 katılımcı dahil edilmiş ve nihai analiz 27 kişiyle tamamlanmıştır. Katılımcılar, araştırmanın kapsamı, uygulama protokolleri ve olası deneysel riskler hakkında detaylı biçimde bilgilendirilmiştir. Araştırmaya katılım süreci, etik kurallara uygun şekilde yürütülmüş; katılımcıların yazılı onamları ve yasal velilerinin imzalı

ebeveyn onay formları alınmıştır. Çalışmadan çıkarılma kriterleri aşağıdaki şekilde belirlenmiştir:

- Son üç ay içinde alt veya üst ekstremitayı etkileyen akut ya da kronik bir sakatlık öyküsüne sahip olmak,
- Kardiyovasküler, nöromusküler veya ortopedik bir hastalığa sahip olmak,
- Deneysel protokole uyum sağlamayı reddetmek ya da ebeveyn onam formunun eksik olması. Katılımcılara ait tanımlayıcı bilgiler tablo 3.1 de sunulmuştur.

Tablo 3.1. Katılımcıların tanımlayıcı özellikleri

Değişken	<i>n</i>	$\bar{X}$ (%95GA)	SS
Yaş (yıl)	27	15,93 (15,62 – 16,23)	0,781
Boy Uzunluğu (cm)	27	173,89 (171,57 – 176,21)	5,873
Vücut Ağırlığı (kg)	27	61,07 (57,92 – 64,23)	7,985
Beden Kütle İndeksi (kg/m ²)	27	20,17 (19,29 – 21,05)	2,221
Antrenman Yaşı (yıl)	27	5,11 (4,76 – 5,46)	0,892

$\bar{X}$: Ortalama; SS: Standart sapma; %95GA: %95 güven aralığı

Tablo 3.1’de araştırmamıza katılan katılımcıların tanımlayıcı özellikleri sunulmuştur. Katılımcıların yaş ortalaması 15,93±0,781 yıl, boy uzunluğu ortalaması 173,89±5,873 cm, vücut ağırlığı ortalaması 61,07±7,985 kg, beden kütle indeksi (BKİ) ortalaması 20,17±2,221 kg/m² ve antrenman yaşı ortalaması 5,11±0,892 yıl olarak tespit edilmiştir.

3.3. Araştırma Prosedürü

Bu çalışma, çapraz desenli deneysel bir tasarım kullanılarak, her biri post-aktivasyon potansiyasyon (PAPE) protokolü içeren toplam dört test seansında gerçekleştirilmiştir. Katılımcılar hem dirençli (5-6 kg direnç bantlı) hem de dirençsiz (vücut ağırlığıyla) PAPE protokollerine maruz bırakılmıştır. Her seansta, PAPE öncesi (ön-test) ve PAPE sonrası (son-test) olmak üzere çift ölçüm yapılmıştır. Seanslar arasında en az 24 saatlik toparlanma süresi bırakılmıştır.

Uygulanan PAPE protokolü, her seansta aynı olacak şekilde yapılandırılmıştır:

- 3 set x10 tekrar dikey sıçrama (dirençli ya da dirençsiz)
- Setler arası 30 saniye dinlenme
- 5-6 kg direnç bantları
- Tüm setlerin tamamlanmasının ardından 5 dakikalık pasif dinlenme

1. Seans – Dirençsiz PAPE + İvmelenme ve Sprint Performansı

Katılımcılara önce 10 metre ivmelenme ve 20 metre sprint testleri uygulanmış, ardından vücut ağırlığıyla yapılan 3x10 tekrar dirençsiz dikey sıçrama protokolü uygulanmıştır. PAPE sonrası 5 dakikalık pasif dinlenmenin ardından aynı testler son-test olarak tekrar edilmiştir.

2. Seans – Dirençsiz PAPE + Sıçrama Performansı

Ön-test olarak dikey ve yatay sıçrama testleri yapılmıştır. Sonrasında dirençsiz PAPE protokolü uygulanmış, 5 dakika pasif dinlenmenin ardından testler tekrar edilerek son-test verileri toplanmıştır.



Şekil 1: Dirençsiz PAPE

3. Seans – Dirençli PAPE + İvmelenme ve Sprint Performansı

Katılımcılara ön-test olarak 10 metre ivmelenme ve 20 metre sprint testleri uygulanmıştır. Daha sonra direnç bantlarıyla gerçekleştirilen 3x10 tekrar dirençli dikey sıçrama uygulanmış, ardından pasif dinlenme sonrasında sprint testleri tekrar edilmiştir.

4. Seans – Dirençli PAPE + Sıçrama Performansı

Bu seansta dikey ve yatay sıçrama testleri ön-test olarak uygulanmıştır. Takiben direnç bantlı PAPE protokolü uygulanmış ve son-test ölçümleri gerçekleştirilmiştir.

Tüm testler sabah saatlerinde, kontrollü ortamda, aynı ekipman ve uygulayıcılarla gerçekleştirilmiş; iç geçerliliği sağlamak amacıyla katılımcıların dinlenme, beslenme ve egzersiz durumları standartlaştırılmıştır. Bu yapı, PAPE protokollerinin sprint ve sıçrama performansları üzerindeki akut etkilerini birey içi temelde karşılaştırmalı olarak değerlendirmeye olanak sağlamıştır.



Şekil 2: Dirençli PAPE

3.4. Veri Toplama Araçları

Bu çalışmada veri toplama araçları olarak “Kişisel Bilgi Formu,” “10 Metre İvmelenme Testi,” “20 Metre Sürat Testi,” “Dikey Sıçrama Testi” ve “Yatay Sıçrama Testi” kullanıldı.

3.4.1. Kişisel Bilgi Formu

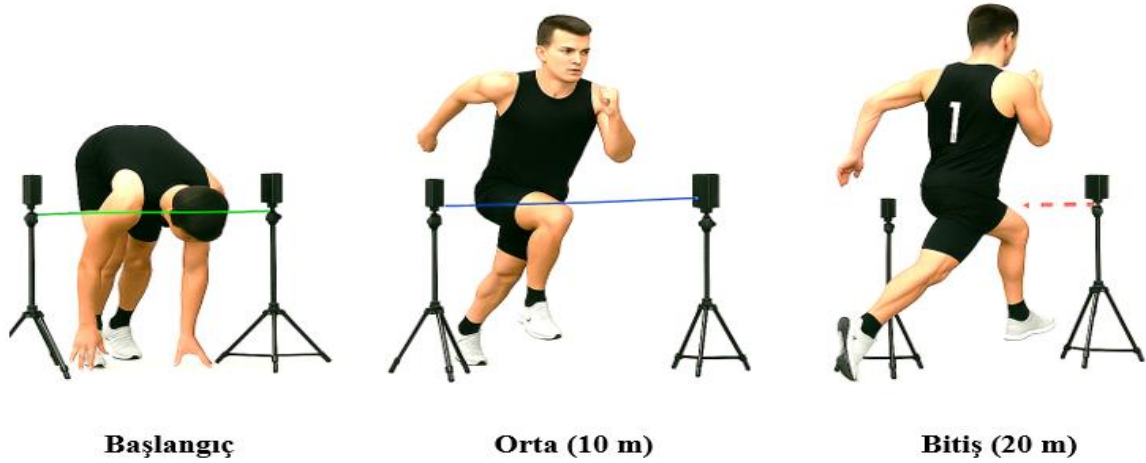
Katılımcıların yaş, kilo, boy ve spor yaşı gibi tamamlayıcı sorularını içermektedir.

3.4.2. Doğrusal sprint testi (10 m ivmelenme ve 20 m sürat ölçümü)

Katılımcıların doğrusal hız ve ivmelenme kapasitelerini aynı koşu içinde değerlendirmek amacıyla çift bölmeli fotosel destekli sprint testi uygulanmıştır. Bu test, katılımcının 0-10 metre arasındaki ivmelenme performansını ve 0-20 metre arasındaki

maksimal sprint performansını aynı anda değerlendirme imkânı sunmaktadır. Katılımcılara test öncesinde uygulama hakkında detaylı bilgi verilmiş ve standart bir 5 dakikalık dinamik ısınma protokolü uygulanmıştır. Ardından, sporcu başlangıç çizgisine 1 metre geriden yerleştirilmiş ve sesli komutla koşuya başlaması istenmiştir. Koşu hattı boyunca 10. metreye ve 20. metreye yerleştirilen çift fotosel cihazları yardımıyla sprint süresi iki ayrı kesitte otomatik olarak ölçülmüştür.

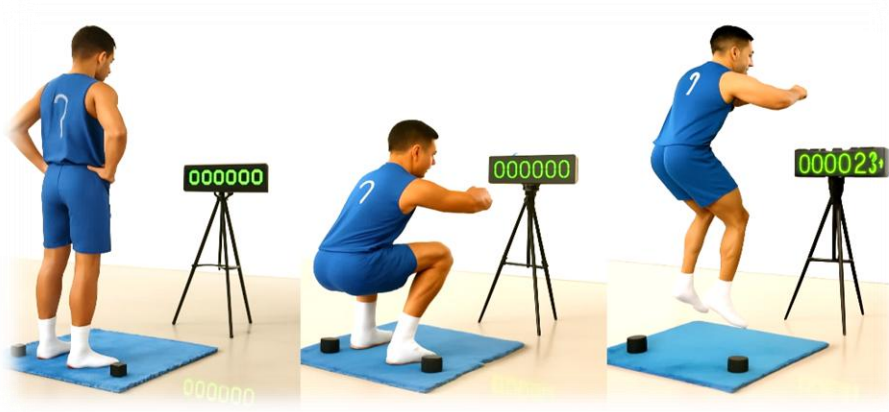
Her katılımcıya test için 3 deneme hakkı verilmiş; her deneme arasında 3-5 dakikalık dinlenme süresi tanınmıştır. Analizlerde her iki mesafede de en iyi derece dikkate alınmıştır. Bu yöntem, hem sprint başlangıcıyla ilgili ivmelenme performansını hem de kısa mesafe sprint kapasitesini objektif ve karşılaştırmalı şekilde değerlendirmeye olanak tanımaktadır (Moir ve ark., 2004).



Şekil 3: Sürat Testi

3.4.3. Dikey sıçrama Testi

Dikey sıçrama testi, bacak kaslarının patlayıcı kuvvetini değerlendirmek amacıyla yaygın olarak kullanılan geçerli ve güvenilir bir ölçüm aracıdır. Testte katılımcı, dik bir şekilde durarak elleri belde olacak şekilde başlangıç pozisyonunu alır. Ardından maksimum kuvvetle yukarı doğru zıplar. Sıçrama yüksekliği, dijital bir platform kullanılarak cm cinsinden kaydedilir. Her katılımcı teste üç kez tabi tutulur ve en yüksek değer analizlerde kullanılır (Markovic ve ark., 2004).



Şekil 4: Dikey Sıçrama Testi

3.4.4. Yatay sıçrama testi

Yatay sıçrama testi alt ekstremit kaslarının yatay düzlemdeki patlayıcı gücünü değerlendirmek amacıyla uygulanır. Katılımcılar ayaklar omuz genişliğinde açık şekilde başlangıç pozisyonunu alır, kollarını kullanarak maksimum kuvvetle ileriye doğru sıçar. Sıçrama mesafesi, topuk hizasından itibaren cm cinsinden ölçülür. Üç tekrar yapılır ve en iyi değer değerlendirmeye alınır (Sayers ve ark., 1999).



Şekil 5: Yatay Sıçrama Testi

3.5 Araştırmanın Değişkenleri

3.5.1. Araştırmanın bağımsız değişkenleri

Bu araştırmada bağımsız değişken, uygulanan PAPE protokolünün türüdür. Dirençli PAPE protokolü (direnç bantlı dikey sıçrama) ve dirençsiz PAPE protokolü (vücut ağırlığıyla uygulanan dikey sıçrama) olmak üzere iki farklı deneysel koşul uygulanmıştır.

3.5.2. Araştırmanın bağımlı değişkenleri

- 10 metre ivmelenme süresi (saniye),
- 20 metre sürat süresi (saniye),
- Yatay sıçrama mesafesi (cm),
- Dikey sıçrama yüksekliği (cm).

3.5.3. Araştırmanın kontrol değişkeni

Kontrol değişkenleri olarak katılımcıların yaş, boy, kilo, spor yaşı ve test sırası sabit tutulmuş; tüm katılımcılara benzer çevresel koşullar (günün aynı saatinde testler, sabit zemin ve ekipman, yeterli ısınma protokolü) sağlanarak deneysel bütünlük korunmuştur.

3.6. Verilerin Analizi

Araştırmaya dahil edilen katılımcılardan elde edilen verilerin istatistiksel analizi için Windows 11 altında çalışan Statistical Package for Social Sciences (SPSS) versiyon 27 yazılımı kullanılmıştır. Ayrıca, verilerin görselleştirilmesi için GraphPad Prism versiyon yazılımı tercih edilmiştir. Değişkenlerin normal dağılım şartları Shapiro-Wilk ve histogram grafiği aracılığıyla değerlendirilmiştir. Normal dağılım şartına uyan değişkenler ortalama±standart sapma ($\bar{X} \pm SS$) ve %95 güven aralığı (%95GA) olarak sunulmuştur. Dirençli ve dirençsiz gruplarda PAPE öncesi ve sonrası ölçümü alınan bağımlı değişkenleri incelemek ve gruplar arasındaki farkları saptamak için tekrarlı ölçümlerde 2 yönlü karışık desenli ANOVA (2x2) testi kullanılmıştır. Tekrarlı ölçümlerde 2 yönlü karışık desenli ANOVA testinde etki büyüklüğü kısmi eta kare (η_p^2) olarak gösterilmiştir (η_p^2 ; küçük > 0,01, orta $\geq$ 0,06, büyük $\geq$ 0,14). Küresellik varsayımının uyumu, Mauchly'nin Testiyle değerlendirilmiştir. Eğer küresellik varsayımı karşılanmamışsa ve değişkenlerde Epsilon (ϵ) <0,75 ise, Greenhouse-Geisser düzeltmesi uygulanmıştır. Eğer ϵ >0,75 ise, Huynh-Feldt düzeltmesi tercih edilmiştir.

Araştırma gruplarında, PAPE protokolü öncesi ve sonrası ölçümlerdeki değişimlerin etkisi (grup içi etki büyüklüğü) ile dirençli ve dirençsiz grupların PAPE sonrası performans karşılaştırmaları (gruplar arası etki büyüklüğü), Hedge'nin g değeri kullanılarak özetlenmiştir. Etki büyüklüğünün önem derecesi, şu sınıflandırma esas alınarak değerlendirilmiştir: önemsiz (0,00- 0,19), küçük (0,20- 0,59), orta (0,60- 1,19),

büyük (1,20- 1,99) ve çok büyük ($\geq 2,00$) (Hopkins 2002). Tüm bunlara ek olarak, araştırmanın grupları arasındaki PAPE öncesi ile PAPE sonrası ölçüm zamanlarının yüzdelik değişimleri ($\% \Delta$) aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır. Tüm analizlerde yanılma düzeyi $\alpha < 0,05$ olarak kabul edilmiştir.

$$\% \Delta = \frac{\text{Kondisyonlanma Öncesi} - \text{Kondisyonlanma Sonrası}}{\text{Kondisyonlanma Öncesi}} \times 100$$

Tablo 3.2. Dirençli ve dirençsiz PAPE gruplarında ivmelenme, sürat, yatay ve dikey sıçrama performanslarının Shapiro-Wilk Testi sonuçları

Bağımlı Değişkenler	Dirençli		Dirençsiz	
	PAPE Öncesi	PAPE Sonrası	PAPE Öncesi	PAPE Sonrası
İvmelenme	0,223	0,375	0,768	0,338
Sürat	0,407	0,179	0,335	0,632
Yatay Sıçrama	0,238	0,290	0,471	0,328
Dikey Sıçrama	0,197	0,200	0,550	0,180

Tablo 4.1’de, dirençli ve dirençsiz PAPE gruplarındaki ivmelenme, sürat, yatay sıçrama ve dikey sıçrama performanslarına ilişkin Shapiro-Wilk testi sonuçları sunulmuştur. Elde edilen bulgulara göre, her iki grupta da ivmelenme, sürat, yatay sıçrama ve dikey sıçrama performans verilerinin normal dağılıma uygun olduğu belirlenmiştir. Normal dağılım varsayımını doğrulamak amacıyla Shapiro-Wilk testi ile birlikte, araştırmacı tarafından histogram grafikleri ve diğer görsel analiz yöntemleri de kullanılmıştır. Bu analizler sonucunda, verilerin normal dağılıma uygunluğu istatistiksel ve görsel olarak doğrulanmış ve parametrik testlerin uygulanabilirliği teyit edilmiştir.

3.7. Etik Kurul

Bu çalışma, tez yazım ilkeleri, akademik yayın standartları ve araştırma etiği kurallarına tam olarak uygun şekilde yürütülmüştür. Araştırma, Erzurum Teknik Üniversitesi Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu’nun 21.04.2025 tarihli ve 06 sayılı toplantısında alınan 40 numaralı karar doğrultusunda etik kurul onayı alınarak gerçekleştirilmiştir. Çalışma süresince tüm katılımcılardan veli onam formu alınmış ve etik ilkelere uygunluk gözetilmiştir.

4. BULGULAR

Tablo 4.1. İvmelenme performansı için 2 yönlü karışık desenli tekrarlı ANOVA testi sonuçları

Değişkenler	$F_{(1,26)}$	p	η_p^2
Grup	0,363	0,550	0,007
Zaman	5,007	0,028*	0,089
Grup×zaman	0,844	0,362	0,016

η_p^2 : Kısmi eta kare.

* $p < 0,05$

İvmelenme performansı için 2 yönlü karışık desenli tekrarlı ANOVA testi sonuçları Tablo 4.2’te sunulmuştur. Elde edilen bulgulara göre; grup ana etkisinin ($F_{(1,26)} = 0,363$; $p = 0,550$; $\eta_p^2 = 0,007$) ve grup×zaman ortak etkisinin ($F_{(1,26)} = 0,844$; $p = 0,362$; $\eta_p^2 = 0,016$) istatistiksel olarak anlamlı olmadığı belirlenmiştir. Öte yandan zaman ana etkisinde ($F_{(1,26)} = 5,007$; $p = 0,028$; $\eta_p^2 = 0,089$) ise istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir.

Tablo 4.2. İvmelenme performansı için gruplar içi ve gruplar arası etki büyüklüğü ile çoklu karşılaştırma sonuçları

Grup	Zaman	$\bar{X}$ (%95GA)	SS	%Δ	Hedge'nin g Değeri	
					Grup İçi	Gruplar Arası
İvmelenme (sn)	Dirençli	PAPE öncesi	1,61 (1,57- 1,65)	-2,48	-0,432 (-1,196- 0,331)	0,204 (-0,553- 0,960)
		PAPE sonrası	1,57 [§] (1,54- 1,60)			
	Dirençsiz	PAPE öncesi	1,61 (1,57- 1,66)	-1,24	-0,179 (-0,935- 0,577)	
		PAPE sonrası	1,59 (1,55- 1,64)			

$\bar{X}$: Ortalama; SS: Standart sapma; %95GA: %95 güven aralığı; %Δ: Yüzdelik değişim, sn: saniye

§: Dirençli grubunda PAPE öncesinden istatistiksel olarak $p < 0,05$ düzeyinde farklı.

İvmelenme performansı için grup içi ve gruplar arası etki büyüklüğü ile çoklu karşılaştırma sonuçları Tablo 4.3’te sunulmuştur. Elde edilen bulgulara göre; dirençli grubunda uygulanan PAPE sonrasındaki ivmelenme değeri ($1,57 \pm 0,078$), PAPE uygulanmadan öncesine ($1,61 \pm 0,105$) kıyasla istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşüktür ($p = 0,026$, $\% \Delta = -2,48$). Öte yandan, dirençsiz grubunda ise PAPE öncesi ($1,61 \pm 0,105$) ile uygulanan PAPE sonrasında ($1,59 \pm 0,115$) istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmamıştır ($p = 0,376$, $\% \Delta = -1,24$). Grup içi etki büyüklüğü değerleri değerlendirildiğinde, dirençli grupta uygulanan PAPE protokolünün ivmelenme

performansı üzerindeki etkisinin küçük düzeyde olduğu ($g = -0,432$) gözlenmiştir. Buna karşılık, dirençsiz grupta uygulanan PAPE protokolünün ivmelenme performansı üzerindeki etkisi önemsiz düzeyde ($g = -0,179$) bulunmuştur. Gruplar arası etki büyüklüğü değerlerinde ise, dirençli PAPE protokolünün dirençsiz PAPE protokolüne kıyasla ivmelenme performansı üzerinde küçük düzeyde bir etkisi olduğu tespit edilmiştir ($g = 0,204$).

Tablo 4.3. Sürat performansı için 2 yönlü karışık desenli tekrarlı ANOVA testi sonuçları

Değişkenler	$F_{(1,26)}$	p	η_p^2
Grup	0,040	0,843	0,001
Zaman	5,184	0,027*	0,091
Grup×zaman	0,699	0,407	0,013

η_p^2 : Kısmi eta kare. * $p < 0,05$

Sürat performansı için 2 yönlü karışık desenli tekrarlı ANOVA testi sonuçları Tablo 4.4’de sunulmuştur. Elde edilen bulgulara göre; grup ana etkisinin ($F_{(1,26)} = 0,040$; $p = 0,843$; $\eta_p^2 = 0,001$) ve grup×zaman ortak etkisinin ($F_{(1,26)} = 0,699$; $p = 0,407$; $\eta_p^2 = 0,013$) istatistiksel olarak anlamlı olmadığı belirlenmiştir. Öte yandan zaman ana etkisinde ($F_{(1,26)} = 5,184$; $p = 0,027$; $\eta_p^2 = 0,091$) ise istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir.

Tablo 4.4. Sürat performansı için gruplar içi ve gruplar arası etki büyüklüğü ile çoklu karşılaştırma sonuçları

	Grup	Zaman	$\bar{X}$ (%95GA)	SS	%Δ	Hedge'nin g Değeri	
						Grup İçi	Gruplar Arası
Sürat (s)	Dirençli	PAPE öncesi	2,95 (2,89- 3,01)	0,140	-1,36	-0,278 (-1,036- 0,480)	0,138 (-0,617- 0,893)
		PAPE sonrası	2,91 [§] (2,85- 2,97)	0,148			
	Dirençsiz	PAPE öncesi	2,95 (2,89- 3,00)	0,141	-0,68	-0,138 (-0,893- 0,617)	
		PAPE sonrası	2,93 (2,87- 2,99)	0,149			

$\bar{X}$: Ortalama; SS: Standart sapma; %95GA: %95 güven aralığı; %Δ: Yüzdelik değişim, sn: saniye

§: Dirençli grubunda PAPE öncesinden istatistiksel olarak $p < 0,05$ düzeyinde farklı.

Sürat için grup içi ve gruplar arası etki büyüklüğü ile çoklu karşılaştırma sonuçları Tablo 4.5’de sunulmuştur. Elde edilen bulgulara göre; dirençli grubunda uygulanan PAPE sonrasındaki sürat değeri ($2,91 \pm 0,148$), PAPE uygulanmadan öncesine ($2,95 \pm 0,140$) kıyasla istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşüktür ($p = 0,030$, $\% \Delta = -1,36$). Öte yandan, dirençsiz grubunda ise PAPE öncesi ($2,95 \pm 0,141$) ile uygulanan PAPE sonrasında

(2,93±0,149) istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmamıştır ($p= 0,336$, $\% \Delta= -0,68$). Grup içi etki büyüklüğü değerleri değerlendirildiğinde, dirençli grupta uygulanan PAPE protokolünün sürat performansı üzerindeki etkisinin küçük düzeyde olduğu ($g= -0,278$) gözlenmiştir. Buna karşılık, dirençsiz grupta uygulanan PAPE protokolünün sürat performansı üzerindeki etkisi önemsiz düzeyde ($g= -0,138$) bulunmuştur. Gruplar arası etki büyüklüğü değerlerinde ise, dirençli PAPE protokolünün dirençsiz PAPE protokolüne kıyasla ivmelenme performansı üzerinde önemsiz düzeyde bir etkisi olduğu tespit edilmiştir ($g= 0,138$).

Tablo 4.5. Yatay sıçrama performansı için 2 yönlü karışık desenli tekrarlı ANOVA testi sonuçları

Değişkenler	$F_{(1,26)}$	p	η_p^2
Grup	0,244	0,624	0,005
Zaman	36,075	< 0,001*	0,410
Grup×zaman	3,058	0,058	0,068

η_p^2 : Kısmi eta kare. * $p < 0,001$

Yatay sıçrama için 2 yönlü karışık desenli tekrarlı ANOVA testi sonuçları Tablo 4.6’da sunulmuştur. Elde edilen bulgulara göre; grup ana etkisinin ($F_{(1,26)}= 0,244$; $p= 0,624$; $\eta_p^2= 0,005$) ve grup×zaman ortak etkisinin ($F_{(1,26)}= 3,058$; $p= 0,058$; $\eta_p^2= 0,068$) istatistiksel olarak anlamlı olmadığı belirlenmiştir. Öte yandan zaman ana etkisinde ($F_{(1,26)}= 36,075$; $p < 0,001$; $\eta_p^2= 0,410$) ise istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir.

Tablo 4.6. Yatay sıçrama performansı için gruplar içi ve gruplar arası etki büyüklüğü ile çoklu karşılaştırma sonuçları

	Grup	Zaman	$\bar{X}$ (%95GA)	SS	%Δ	Hedge’nin g Değeri	
						Grup İçi	Gruplar Arası
Yatay Sıçrama (cm)	Dirençli	PAPE öncesi	190,63 (183,97-198,06)	18,794	6,68	0,672 (-0,104-1,447)	-0,289 (-1,048- 0,469)
		PAPE sonrası	203,37§ (195,80- 210,93)	19,143			
	Dirençsiz	PAPE öncesi	191,30 (183,97- 198,06)	19,233	3,40	0,338 (-0,422- 1,098)	
		PAPE sonrası	197,81‡ (190,18- 205,45)	19,299			

$\bar{X}$: Ortalama; SS: Standart sapma; %95GA: %95 güven aralığı; %Δ: Yüzdelik değişim, sn: saniye

§: Dirençli grubunda PAPE öncesinden istatistiksel olarak $p < 0,001$ düzeyinde farklı.

‡: Dirençsiz grubunda PAPE öncesinden istatistiksel olarak $p < 0,01$ düzeyinde farklı.

Yatay sıçrama performansı için grup içi ve gruplar arası etki büyüklüğü ile çoklu karşılaştırma sonuçları Tablo 4.7’de sunulmuştur. Elde edilen bulgulara göre; dirençli grubunda uygulanan PAPE sonrasındaki yatay sıçrama değeri ($203,37 \pm 19,143$), PAPE uygulanmadan öncesine ($190,63 \pm 18,794$) kıyasla istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksektir ($p < 0,001$, $\% \Delta = 6,68$). Benzer şekilde, dirençsiz grubunda PAPE sonrasındaki yatay sıçrama değeri ($197,81 \pm 19,299$), PAPE uygulanmadan öncesine ($191,30 \pm 19,233$) kıyasla istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksektir ($p = 0,004$, $\% \Delta = 3,40$). Grup içi etki büyüklüğü değerleri değerlendirildiğinde, dirençli grupta uygulanan PAPE protokolünün yatay sıçrama performansı üzerindeki etkisinin orta düzeyde olduğu ($g = 0,672$) gözlenmiştir. Buna karşılık, dirençsiz grupta uygulanan PAPE protokolünün yatay sıçrama performansı üzerindeki etkisi küçük düzeyde ($g = 0,338$) bulunmuştur. Gruplar arası etki büyüklüğü değerlerinde ise, dirençli PAPE protokolünün dirençsiz PAPE protokolüne kıyasla yatay sıçrama performansı üzerinde önemsiz küçük düzeyde bir etkisi olduğu tespit edilmiştir ($g = -0,289$).

Tablo 4.7. Dikey sıçrama için 2 yönlü karışık desenli tekrarlı ANOVA testi sonuçları

Değişkenler	$F_{(1,26)}$	p	η_p^2
Grup	0,518	0,475	0,010
Zaman	7,201	0,010*	0,122
Grup×zaman	4,526	0,038*	0,080

η_p^2 : Kısmi eta kare

* $p < 0,05$

Dikey sıçrama için 2 yönlü karışık desenli tekrarlı ANOVA testi sonuçları Tablo 4.8’de sunulmuştur. Elde edilen bulgulara göre; grup ana etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı belirlenmiştir ($F_{(1,26)} = 0,518$; $p = 0,475$; $\eta_p^2 = 0,010$). Öte yandan zaman ana etkisinin ($F_{(1,26)} = 7,201$; $p = 0,010$; $\eta_p^2 = 0,122$) ve grup×zaman ortak etkisinin ($F_{(1,26)} = 4,526$; $p = 0,038$; $\eta_p^2 = 0,080$) istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edilmiştir.

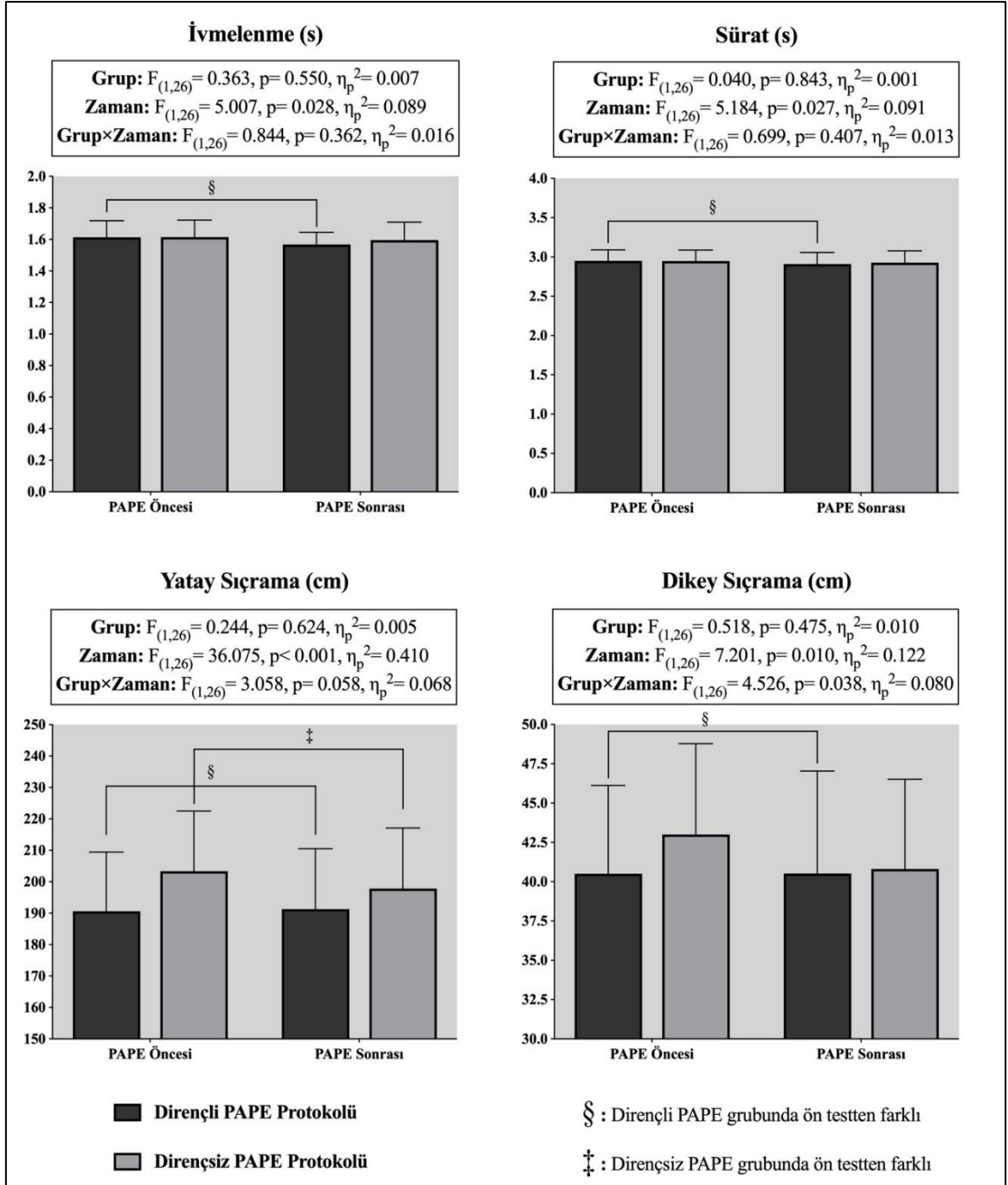
Tablo 4.8. Dikey sıçrama için gruplar içi ve gruplar arası etki büyüklüğü ile çoklu karşılaştırma sonuçları

Grup	Zaman	$\bar{X}$ (%95GA)	SS	%A	Hedge'nin g Değeri	
					Grup İçi	Gruplar Arası
Dikey Sıçrama (cm)	Dirençli	PAPE öncesi	40,51 (38,29- 42,73)	5,613	6,17	0,439 (-0,325- 1,202)
		PAPE sonrası	43,01 [§] (40,73- 45,30)	5,779		
	Dirençsiz	PAPE öncesi	40,52 (37,94- 43,10)	6,518	0,72	0,047 (-0,707- 0,802)
		PAPE sonrası	40,81 (38,55- 43,07)	5,714		
						-0,383 (-1,144- 0,378)

$\bar{X}$: Ortalama; SS: Standart sapma; %95GA: %95 güven aralığı; %Δ: Yüzdelik değişim, sn: saniye

§: Dirençli grubunda PAPE öncesinden istatistiksel olarak p< 0,01 düzeyinde farklı.

Dikey sıçrama için grup içi ve gruplar arası etki büyüklüğü ile çoklu karşılaştırma sonuçları Tablo 4.9'da sunulmuştur. Elde edilen bulgulara göre; dirençli grubunda uygulanan PAPE sonrasındaki dikey sıçrama değeri (43,01±5,779), PAPE uygulanmadan öncesine (40,51±5,613) kıyasla istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksektir (p= 0,002, %Δ= 6,17). Öte yandan, dirençsiz grubunda ise PAPE öncesi (40,52±6,18) ile uygulanan PAPE sonrasında (40,81±5,714) istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmamıştır (p= 0,706, %Δ= 0,72). Grup içi etki büyüklüğü değerleri değerlendirildiğinde, dirençli grupta uygulanan PAPE protokolünün dikey sıçrama performansı üzerindeki etkisinin küçük düzeyde olduğu (g= 0,439) gözlenmiştir. Buna karşılık, dirençsiz grupta uygulanan PAPE protokolünün dikey sıçrama performansı üzerindeki etkisi önemsiz düzeyde (g= 0,047) bulunmuştur. Gruplar arası etki büyüklüğü değerlerinde ise, dirençli PAPE protokolünün dirençsiz PAPE protokolüne kıyasla yatay sıçrama performansı üzerinde küçük düzeyde bir etkisi olduğu tespit edilmiştir (g= -0,383).



Şekil 6: Biyomotor becerilere ait test sonuçları

5. TARTIŞMA

Bu çalışma, dirençli (5-6 kg direnç bantlı) ve dirençsiz (vücut ağırlığıyla) PAPE protokollerinin adolesan futbolcularda ivmelenme, sürat, yatay ve dikey sıçrama performansları üzerindeki akut etkilerini karşılaştırmalı olarak değerlendirmiştir. Bulgular, her iki protokolün yatay sıçrama performansında anlamlı artışlar sağladığını gösterirken, yalnızca dirençli PAPE protokolü ivmelenme, sürat ve dikey sıçrama performanslarında istatistiksel olarak anlamlı iyileşmeler ortaya koymuştur. Bu sonuçlar, dirençli PAPE uygulamalarının alt ekstremitte patlayıcı güç üretimi ve kısa mesafeli hareket kabiliyetini geçici olarak artırabileceğini göstermektedir. Buna karşın, dirençsiz protokolün performans parametreleri üzerindeki etkisi sınırlı kalmıştır. Bu çalışmanın, direnç bantlı ve vücut ağırlığıyla uygulanan PAPE protokollerini adolesan futbolcularda karşılaştırmalı olarak incelemedeki yeniliği, literatürle doğrudan karşılaştırmayı zorlaştırmaktadır. Bu bağlamda, araştırmanın temel bulguları, farklı ön koşullama aktiviteleri kullanan diğer çalışmalarla karşılaştırılabilir; böylece protokol farklılıklarından kaynaklanan etkiler dikkate alınabilir. Ayrıca, PAPE etkisinin, dinlenme süresi, set sayısı, kas lifi kompozisyonu, direnç antrenmanı deneyimi ve uygulanan yük yoğunluğu gibi çok sayıda faktörden etkilendiği bilinmektedir. Ayrıca, farklı egzersiz türlerinin kendine özgü etkiler yarattığı ve amatör sporculara uygulanan uyarıların, profesyonel sporculara kıyasla farklı sonuçlar doğurabileceği belirtilmektedir. Bu doğrultuda, en uygun PAPE protokolünün belirlenmesi önemli bir hedef olsa da her sporcu grubu için evrensel bir optimal protokol oluşturma zorluğu literatürde vurgulanmaktadır (Wilson ve ark., 2013; Blazevich & Babault, 2019).

Bu çalışmanın birinci alt problemi, farklı PAPE protokollerinin (dirençli ve dirençsiz) ivmelenme performansı üzerindeki etkilerini incelemeyi amaçlamıştır. Bulgular, dirençli PAPE protokolünün ivmelenme performansı üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir iyileşme sağladığını ($p=0,026$, $\% \Delta=-2,48$) ortaya koymuştur. Buna karşılık, dirençsiz PAPE protokolü uygulanan grupta istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir ($p=0,376$, $\% \Delta=-1,24$). Bu sonuçlar, dirençli PAPE protokolünün ivmelenme performansını geliştirmede daha etkili olduğunu göstermektedir. Dirençli PAPE protokolünde grup içi etki büyüklüğü (Hedge'nin $g=-0,432$) küçük düzeyde bir etkiyi işaret etmektedir. Bu bulgu, direnç bantları ile uygulanan yüklenmelerin, nöromüsküler sistem üzerinde uyarıcı bir etki oluşturarak kasların patlayıcı güç üretimini geçici olarak artırabildiğini göstermektedir. Kasicki ve arkadaşları (2024), PAPE etkisinin bireysel fizyolojik özellikler ve uygulanan

protokolün özelliklerine göre değişmekle birlikte, optimal uygulama ile kısa süreli performans artışlarının sağlanabildiğini belirtmişlerdir. Peng ve arkadaşları (2021), elastik bantlarla gerçekleştirilen 3-TM (3 tekrar maksimal) ve 5-TM squat uygulamalarının 4. dakikada sprint ve yön değiştirme performansında anlamlı iyileşmelere yol açtığı saptamışlardır. Aynı zamanda, Krčmár ve arkadaşları (2021) tarafından kadın sporcularla yürütülen çalışmada, elastik bantla desteklenen %85 1-TM squat uygulamasının özellikle 10 metrelik sprintte anlamlı performans artışı sağladığı, 3 m ve 5 m sprintlerde ise yalnızca %30 oranında elastik katkı içeren protokolde anlamlı gelişim görüldüğü bildirilmiştir. Bu çalışmalar, elastik dirençle yapılan PAPE protokollerinin, ivmelenme fazında yüksek kas aktivasyonu gerektiren hareketleri desteklemede etkili olabileceğini göstermektedir. Öte yandan, dirençsiz PAPE protokolünde grup içi etki büyüklüğü (Hedge'nin $g=-0,179$) önemsiz düzeyde olduğu saptanmıştır. Bu durum, yalnızca vücut ağırlığına dayalı aktivasyonların yeterli nöromusküler uyarımı sağlayamadığını düşündürmektedir. Sousa ve arkadaşları (2025), elastik bantlı direnç antrenmanlarının akut etkilerine dair sınırlı sayıda çalışma bulunmakla birlikte, yüksek yoğunluk eşiğini aşan protokollerin daha belirgin etkiler sağladığını vurgulamışlardır. Bu bağlamda, Wilson ve arkadaşları (2013) tarafından ortaya konan PAPE etkisinin belirli bir yoğunluk eşik değerine ihtiyaç duyduğu yönündeki görüş, dirençsiz protokolün etkisizliğini açıklayabilir ve dirençsiz protokolün bu eşiği karşılayamamış olması, performans artışının sınırlı kalmasına neden olmuş olabilir. Gruplar arası etki büyüklüğü incelendiğinde, dirençli protokolün dirençsiz protokole kıyasla ivmelenme performansında pratik anlamda küçük düzeyde üstünlük sağladığı görülmektedir (Hedge's $g = 0,204$). Bu fark, direnç bantlarının eklediği değişken yükün, özellikle hareketin eksantrik fazında daha fazla mekanik gerilim oluşturarak tip II kas liflerinin aktivasyonunu artırdığını ve bu sayede kas-tendon ünitesinin daha etkili çalışmasına katkı sağladığını düşündürmektedir (Krčmár ve ark., 2021; Kasicki ve ark., 2024). Ancak bu etkinin büyüklüğünün küçük olması, pratik uygulamalarda dikkatli bir programlama gerektirdiğini ortaya koymaktadır.

Bu çalışmanın ikinci alt problemi, farklı PAPE protokollerinin (dirençli ve dirençsiz) 20m sürat performansı üzerindeki etkilerini değerlendirmeyi amaçlamıştır. Bulgular, dirençli PAPE protokolünün sürat performansı üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir iyileşme sağladığını ($p=0,030$, $\% \Delta=-1,36$) göstermektedir. Buna karşılık, dirençsiz PAPE protokolü uygulanan grupta istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir ($p=0,336$, $\% \Delta=-0,68$). Bu sonuçlar, dirençli PAPE protokolünün sürat

performansını geliştirmede daha etkili olduğunu ortaya koymaktadır. Dirençli PAPE protokolünde grup içi etki büyüklüğü (Hedge'nin $g=-0,278$) küçük düzeyde bir etkiyi işaret etmektedir. Bu bulgu, direnç bantlarıyla uygulanan PAPE protokolünün, kasların nöromüsküler aktivasyonunu artırarak sürat performansına katkı sağladığını düşündürmektedir. Bu durum, direnç bantlarının sağladığı dışsal yükle birlikte özellikle eksantrik fazda kas-tendon biriminin daha fazla gerilmesine neden olmasıyla açıklanabilir. Kasın bu fazda yük altında daha fazla çalışması hem motor ünite rekrutmanını hem de merkezi sinir sistemi aktivitesini artırır. Samozino ve arkadaşları (2022), hızlı kuvvet üretimi gerektiren sprint benzeri aktivitelerde kas-tendon kompleksinin önceden aktive edilmesi, güç-zaman eğrisinin erken fazında daha verimli bir çıktı sağladığını belirtmişlerdir. Direnç bantlarının oluşturduğu yk, özellikle eksantrik fazda mekanik gerilimi artırarak kas-tendon biriminde daha fazla nöromüsküler aktivasyon sağlamaktadır (Lanza ve ark., 2017). Sousa ve arkadaşları (2025), elastik bantlarla yapılan direnç antrenmanlarının özellikle sprint ve sıçrama gibi patlayıcı eylemlerde kronik anlamda olumlu etkiler yarattığını belirtilmiştir (Sousa ve ark., 2025). Eksantrik fazdaki motor ünite rekrutmanını ve miyozin hafif zincir fosforilasyonunu gibi mekanizmalar, daha fazla kuvvet üretimini mümkün kılmaktadır çünkü fosforilasyon süreci aktin-miyozin etkileşimini kolaylaştırmaktadır. Bu nörofizyolojik süreçler, Sale (2002) ve Hodgson ve arkadaşları (2005) tarafından da açıklanmıştır (Sale, 2002; Hodgson ve ark., 2005). Bu artış, sprint gibi kısa süreli ve yüksek yoğunluklu aktivitelerde başlangıç ivmelenmesini doğrudan etkileyebilir.

Öte yandan, dirençsiz protokolde gözlenen etki büyüklüğünün çok düşük olması (Hedge's $g= -0,138$), vücut ağırlığıyla yapılan sıçramaların kasları yeterince şiddetli şekilde uyaramadığını ve PAPE etkisini oluştırmakta yetersiz kaldığını göstermektedir. Dirençsiz protokolde uygulanan sıçrama egzersizinin bu eşiği karşılayamaması, sprint performansında anlamlı bir değişim yaratmamasının temel nedeni olabilir. Bu durum, uyarıcı yükün yeterli olmaması durumunda motor ünite senkronizasyonunun ve nöromüsküler iletimin etkili şekilde aktive edilemediğini göstermektedir. Ayrıca, PAPE'nin ortaya çıkışı yükleme tipi (pliometrik, izometrik, balistik), yoğunluk seviyesi, dinlenme süresi ve sporculardaki eğitim geçmişi gibi çok sayıda faktöre bağlıdır (Wilson ve ark., 2013). Gruplar arası etki büyüklüğü değerlendirildiğinde, dirençli PAPE protokolünün dirençsiz protokole kıyasla sürat performansı üzerinde önemsiz düzeyde bir üstünlük sağladığı grlmştir (Hedge'nin $g=0,138$). Bu, dirençli protokolün sürat

performansını geliştirmede dirençsiz protokole göre daha etkili olduğunu, ancak bu farkın pratik anlamda sınırlı olduğunu göstermektedir. Gruplar arası etki büyüklüğünün önemsiz düzeyde olması, direnç bantlarının sağladığı ek yükün sürat performansında küçük bir fark yarattığını, ancak bu farkın belirgin bir pratik önem taşımadığını düşündürmektedir. Direnç seviyesinin (yaklaşık 5–6 kg) veya protokol yapısının (3x10 tekrar, 30 sn dinlenme) sprint performansı açısından optimal olmaması, gözlenen düşük etki büyüklüğünü açıklayabilir. Zira optimal olmayan yükleme ve yetersiz dinlenme süreleri, kasların tam anlamıyla uyarılmasını engelleyebilir. Sousa ve arkadaşları (2025), elastik bant uygulamalarında direnç seviyelerinin standardize edilmemiş olmasının, sonuçların genellenebilirliğini sınırladığını vurgulamıştır (Sousa ve ark., 2025).

Bu çalışmanın üçüncü alt problemi, farklı PAPE protokollerinin (dirençli ve dirençsiz) yatay sıçrama performansı üzerindeki akut etkilerini incelemeyi amaçlamıştır. Elde edilen bulgular, her iki protokolün de yatay sıçrama mesafesini anlamlı düzeyde artırdığını ortaya koymuştur. Dirençli protokolde $\% \Delta = 6,68$ ($p < 0,001$), dirençsiz protokolde ise $\% \Delta = 3,40$ ($p = 0,004$) oranında gelişim gözlenmiştir. Dirençli PAPE protokolünün grup içi etki büyüklüğü orta düzeyde (Hedge's $g = 0,672$), dirençsiz protokolnki ise küçük düzeyde (Hedge's $g = 0,338$) bulunmuştur. Bu durum hem dirençli hem de dirençsiz dikey sıçrama temelli PAPE uygulamalarının, yatay sıçrama performansını iyileştirme potansiyeli taşıdığını göstermektedir. Bu bulgular, ilk bakışta kuvvet-vektör teorisi ile çelişiyor gibi görünse de literatürde özellikle nöromüsküler uyarımının genel bir performans artışına katkı sağlayabileceği yönündeki görüşlerle uyumludur (Ling ve ark., 2023; Granacher ve ark., 2023). Kuvvet-vektör teorisine göre (Morin & Samozino, 2016), hareketin kuvvet üretim yn ile test edilen performansın yn örtüştüğünde transfer etkisi artar. Ancak bu çalışmada PAPE egzersizi olarak dikey sıçrama uygulanmasına rağmen, iyileşmenin yatay sıçrama performansında gözlenmesi, kuvvetin yönünden bağımsız olarak nöromüsküler uyarımının sistemik etkisini yansıtıyor olabilir. Dirençli PAPE grubunda kullanılan 5-6 kg'lık direnç bantları, squat sıçrama sırasında gluteus maximus, hamstring ve quadriceps gibi büyük kas gruplarının daha yüksek düzeyde aktive olmasına neden olmuş olabilir. Kamandulis ve arkadaşları (2020), elastik bantla yapılan yüksek hızlı hamstring egzersizlerinin sıçrama performansını artırabildiğini göstermiştir (Kamandulis ve ark., 2020). Benzer şekilde, Seitz ve ark. (2016) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada, elastik bantlı dirençli egzersizlerin yatay sıçrama performansını birden fazla sette anlamlı düzeyde artırabildiği rapor edilmiştir (Seitz ve

ark., 2016). Özellikle gluteus maximus ve hamstring kaslarının daha yüksek düzeyde aktive edilmesi, yatay kuvvet üretimi gerektiren hareketlerde (örneğin standing broad jump) performans artışına katkı sağlayabilmektedir (Morin ve ark., 2015; Bourne ve ark., 2020).

Direnç bantları, egzersiz boyunca mekanik gerilim seviyesini artırarak hem motor ünite rekrutmanını hem de patlayıcı güç üretimini geliştirmiş olabilir. Öte yandan, dirençsiz protokolde sadece vücut ağırlığı kullanılarak yapılan dikey sıçrama egzersiziyle elde edilen anlamlı fakat sınırlı gelişim, daha az uyarıcı yoğunlukla açıklanabilir. Blazeovich & Babault (2019), PAPE etkisinin büyüklüğünün yapılan kasılmanın yoğunluğuna, motor ünite tipine (tip II liflerin oranı), ve egzersizin süresine bağlı olduğunu vurgulamaktadır (Blazeovich & Babault, 2019). Bu bağlamda, dirençsiz protokol potansiyel olarak nöromüsküler sistemi aktive etmiş, ancak yoğunluk eşiği açısından sınırlı kalmış olabilir. Gruplar arası karşılaştırmada dirençli protokol, dirençsize kıyasla küçük düzeyde bir üstünlük sağlamıştır (Hedge's $g=-0,289$). Bu, pratikte anlamlı olabilir; özellikle elit sporcularda küçük kazanımlar bile performans farkı yaratabilmektedir. Sonuç olarak, her iki PAPE protokolü de yatay sıçrama performansını artırmıştır. Ancak dirençli protokol, hem daha yüksek nöromüsküler aktivasyon sağlaması hem de kuvvet üretim düzeyini artırması nedeniyle daha etkili bir seçenek olarak öne çıkmaktadır. Bu durum, kuvvet yönüyle doğrudan eşleşmese dahi, dikey yönlü güçlü bir uyarıcının yatay performansa da transfer etkisi yaratabileceğini göstermektedir. Bu bulgu, hem kuvvet-vektör teorisinin hem de sistemik nöromüsküler etkilerin birlikte değerlendirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

Bu çalışmanın dördüncü alt problemi, farklı PAPE protokollerinin (dirençli ve dirençsiz) dikey sıçrama performansı üzerindeki etkilerini değerlendirmeyi amaçlamıştır. Bulgular, dirençli PAPE protokolünün dikey sıçrama performansında istatistiksel olarak anlamlı bir iyileşme sağladığını ($p= 0,002$, $\% \Delta= 6,17$) gösterirken; dirençsiz PAPE protokolü uygulanan grupta anlamlı bir fark gözlenmemiştir ($p= 0,706$, $\% \Delta= 0,72$). Dirençli gruptaki etki büyüklüğü (Hedge's $g= 0,439$) küçük düzeyde olmakla birlikte, pratik anlamda dikkate değer bir performans kazanımı ortaya koymaktadır. Bu sonuçlar, literatürde elastik bantlarla yapılan dirençli egzersizlerin PAPE etkisini artırabildiğine dair bulgularla örtüşmektedir (Marin ve ark., 2021; Peng ve ark., 2021; Shi ve ark., 2023). Özellikle elastik bantlarla yapılan squat benzeri egzersizlerde, eksantrik fazda direncin azalması ve konsantrik fazda artması, kasın elastik enerji depolama ve geri kazanım

kabiliyetini (stretch-shortening cycle, GKD) optimize etmektedir (Markovic & Mikulic, 2010; Dobbs ve ark., 2019). Bu sayede kas-tendon kompleksinde daha yüksek gerilim oluşturulmakta ve buna karşılık nöromüsküler sistem daha etkin bir şekilde aktive olmaktadır. Söz konusu mekanizma, çalışmamızda gözlemlenen dikey sıçrama yüksekliğindeki anlamlı artışı açıklayan temel biyomekanik ve nörofizyolojik unsurlar arasında değerlendirilebilir.

Ayrıca, değişken dirençle yapılan bu tür uygulamalar kasın metabolik çevresini de etkileyerek artan lokal sıcaklık, kas içi sıvı geçişi ve kan akımı yoluyla motor birimlerin daha hızlı ve güçlü kasılmalar üretmesini desteklemektedir (Wilson ve ark., 2013; Pietraszewski ve ark., 2025). Shi ve arkadaşlarının (2023) 40% elastik direnç içeren back squat protokolüyle yürüttükleri çalışmada, benzer şekilde, dikey sıçrama yüksekliğinde 3 ila 9 dakikalık sürede anlamlı artışlar (1,2- 1,9 cm) gözlenmiştir (Shi ve ark., 2023). Bu, PAPE'nin geçici etkisinin zamanlamayla optimize edilmesi gerektiğine işaret etmektedir. Bununla birlikte, araştırmamızda dirençsiz PAPE protokolü uygulanan grupta anlamlı bir gelişim gözlenmemesi (Hedge's $g = 0,047$) ve oldukça düşük etki büyüklüğü, uygulanan yüklenmenin nöromüsküler sistemde yeterli bir uyarım oluşturmadığını göstermektedir. Kasicki ve arkadaşları (2024), yalnızca düşük yoğunluklu aktivasyonların kullanıldığı PAPE protokollerinin dikey sıçrama üzerindeki etkisinin sınırlı olduğunu belirtmişlerdir (Kasicki ve ark., 2024). Benzer şekilde, Lucas ve arkadaşları (2024) çalışmasında izometrik aktivasyonla yapılan ısınma protokolü sprint performansında gelişim sağlarken, dikey sıçrama üzerindeki etkisi bireyler arasında değişkenlik göstermiştir (Lucas ve ark., 2024). Hodgson ve arkadaşları (2005) da PAPE etkisinin ortaya çıkabilmesi için uygulanan egzersizin belirli bir yoğunluk eşiğini aşması gerektiğini vurgulamaktadır. Dolayısıyla, dirençsiz protokolün bu eşiği karşılayamaması, çalışmamızda gözlemlenen etkisizliği açıklamaktadır. Gruplar arası etki büyüklüğü değerlendirildiğinde, dirençli PAPE protokolünün dirençsiz protokole kıyasla dikey sıçrama performansı üzerinde küçük düzeyde bir üstünlük sağladığı görülmüştür (Hedge'nin $g = -0,383$). Bu, dirençli protokolün dikey sıçrama performansını geliştirmede dirençsiz protokole göre daha etkili olduğunu, ancak bu farkın pratik anlamda sınırlı olduğunu göstermektedir. Gruplar arası etki büyüklüğünün küçük düzeyde olması, direnç bantlarının sağladığı ek yükün dikey sıçrama performansında fark yarattığını, ancak bu farkın belirgin bir pratik önem taşımadığını düşündürmektedir. Dirençli PAPE protokolleri, özellikle elastik bantların sağladığı değişken direnç yoluyla hem mekanik (GKD etkinliği, tendon rijiditesi) hem de fizyolojik

(kas sıcaklığı, motor birim senkronizasyonu) açılardan dikey sıçrama performansını geçici olarak artırabilmektedir. Bu bulgular, Liu ve arkadaşları (2024) ve Krčmár ve arkadaşları (2021) gibi meta-analiz ve deneysel çalışmaların ortaya koyduğu genel eğilimle örtüşmektedir (Liu ve ark., 2024; Krčmár ve ark., 2021). Bu bağlamda dirençli, yüksek yoğunluklu egzersizlere dayalı PAPE protokolleri, dirençsiz protokole kıyasla özellikle alt ekstremiteye yönelik patlayıcı güç üretimi gereken hareketlerde (örneğin dikey sıçrama) etkili bir ergojenik yaklaşım sunması beklenen bir sonuçtur.



6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma, dirençli ve dirençsiz PAPE protokollerinin genç erkek futbolcularda kısa süreli fiziksel performans üzerindeki etkilerini karşılaştırmıştır. Bulgular, özellikle dirençli PAPE protokolünün dikey ve yatay sıçrama gibi patlayıcı kuvvet gerektiren görevlerde anlamlı ve etkili performans artışları sağladığını göstermiştir. Ayrıca, ivmelenme ve sürat parametrelerinde de dirençli protokol lehine küçük fakat istatistiksel olarak anlamlı gelişmeler gözlenmiştir. Sonuç olarak, dirençli PAPE uygulamaları, müsabaka öncesi performansın geçici olarak artırılmasında etkili bir yöntem olabilir.

6.1. Çalışmanın Sınırlılıkları

Bu çalışmanın bulguları önemli bilgiler sunmakla birlikte, bazı sınırlılıkları da dikkate almak gerekmektedir. Öncelikle araştırma, yalnızca 15-17 yaş aralığındaki erkek futbolcular üzerinde yürütülmüş ve farklı yaş gruplarına, cinsiyetlere ya da spor branşlarına genellenebilirlik sınırlandırılmıştır. Ayrıca, çalışma yalnızca akut etkileri incelemiş; uzun vadeli antrenman adaptasyonları ya da sürdürülebilir performans gelişimi değerlendirilmemiştir. Kullanılan PAPE protokolleri belirli bir yapı ve direnç düzeyine göre tasarlanmış olup, farklı yükleme parametrelerinin olası etkileri bu kapsamda ele alınmamıştır. Performans testlerinin saha ortamında gerçekleştirilmiş olması, müsabaka koşullarında ortaya çıkabilecek farklı etkilerin değerlendirilmesine olanak tanımamıştır. Son olarak, örneklem sayısı yeterli olsa da, daha geniş ve farklı antrenman geçmişine sahip gruplarda yapılacak çalışmalar, bulguların genellenebilirliğini güçlendirebilir.

6.2. Öneriler

- Dirençli PAPE protokolleri, müsabaka öncesi ısınma süreçlerine entegre edilerek kısa süreli performans artışı sağlayabilir.
- PAPE uygulamaları, sporcunun bireysel fizyolojik özelliklerine göre uyarlanarak performans üzerindeki etkisini artırabilir.
- Farklı spor branşlarında yapılan karşılaştırmalı çalışmalar, PAPE protokollerinin branşa özgü etkinliğini ortaya koyabilir.

- PAPE uygulamalarının uzun vadeli etkileri, boylamsal çalışmalarla değerlendirildiğinde kalıcı performans kazanımları hakkında bilgi sağlayabilir.
- EMG gibi nörofizyolojik ölçüm yöntemleri, PAPE etkisi altındaki kas aktivasyon düzeylerini daha objektif biçimde ortaya koyabilir.
- Farklı dinlenme sürelerinin (örneğin 5, 7, 10 dakika) karşılaştırılması, potansiyasyon-zayıflama dengesine en uygun zamanı belirleyebilir.
- Örneklem sayısının artırılması ve sporcuların sertifikasyon ya da antrenman yaşı gibi değişkenlere göre gruplandırılması, sonuçların genellenebilirliğini güçlendirebilir.
- PAPE protokollerinde kullanılan direnç seviyeleri çeşitlendirilerek (düşük, orta, yüksek), optimal yükleme düzeyi belirlenebilir.
- Dikey sıçrama dışında farklı kuvvet-temelli ve balistik egzersizler, PAPE etkisi oluşturabilecek alternatif uygulamalar olarak değerlendirilebilir.

KAYNAKLAR

- Aandahl, H. S., Von Heimburg, E., & Van den Tillaar, R. (2018). Effect of postactivation potentiation induced by elastic resistance on kinematics and performance in a roundhouse kick of trained martial arts practitioners. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 32(4), 990-996. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001947>
- Aboodarda, S. J., Byrne, J. M., Samson, M., Wilson, B. D., Mokhtar, A. H., & Behm, D. G. (2014). Does performing drop jumps with additional eccentric loading improve jump performance?. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(8), 2314-2323. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000498>
- Akçay, H. (2001). *İlköğretim okullarındaki 8–10 yaş grubu öğrencilerin yetenek ve performans profillerinin tespiti ve ekonomik durumlarının buna etkisi* Doktora tezi, Marmara Üniversitesi.
- Altinkaya, N. (2016). *Sağlıklı genç bireylerde karada ve su içinde yapılan kısa dönem yüksek şiddetli aralıklı egzersiz eğitiminin aerobik kapasite ve kas performansı üzerine etkilerinin karşılaştırılması* Yüksek lisans tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi.
- Aracı, H. (2006). *Öğretmenler ve öğrenciler için okullarda beden eğitimi*. Nobel Yayın Dağıtım.
- Arıkan, Y. (2007). Futbolda şiddet ve polis. *Polis Bilimleri Dergisi*, 9(1–4), 109–132.
- Aslan, A., Güvenç, A., Hazır, T., & Açıkada, C. (2011). Genç futbolcularda yüksek şiddette yüklenme sonrasında toparlanma dinamikleri. *Hacettepe Journal of Sport Sciences*, 22(3), 93–103.
- Aslan, C. (2012). *Dar alan oyunları ile interval koşu antrenman yöntemlerinin futbolcuların seçilmiş fiziksel, fizyolojik ve teknik kapasiteleri üzerine etkilerinin karşılaştırılması*. Doktora tezi, Ankara Üniversitesi.
- Aşçı, A. (2009). Futbolcularda kuvvet performansının değerlendirilmesi. *Ulusal Futbol Bilim Kongresi Bildiri Kitabı*.
- Atabeyoğlu, C. (1991). *Tercüman spor ansiklopedisi: Cilt I. Türk spor tarihi ansiklopedisi*. Tercüman Yayınları.

- Ateş, M., & Ateşoğlu, U. (2007). Pliometrik antrenmanın 16–18 yaş grubu erkek futbolcuların üst ve alt ekstremitelerine kuvvet parametreleri üzerine etkisi. *Spormetre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 5(1), 21–29. https://doi.org/10.1501/Sporm_0000000123
- Atha, D. H., & Ingham, K. C. (1981). Mechanism of precipitation of proteins by polyethylene glycols: Analysis in terms of excluded volume. *Journal of Biological Chemistry*, 256(23), 12108–12117. [https://doi.org/10.1016/S0021-9258\(18\)43240-1](https://doi.org/10.1016/S0021-9258(18)43240-1)
- Ayala, F., de Baranda, P. S., Croix, M. D. S., & Santonja, F. (2012). Reproducibility and criterion-related validity of the sit-and-reach test and toe-touch test for estimating hamstring flexibility in recreationally active young adults. *Physical Therapy in Sport*, 13(4), 219–226. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2011.11.001>
- Bangsbo, J. (1994). *The physiology of soccer: With special reference to intense intermittent exercise*. Acta Physiologica Scandinavica, 24(07), 665–674.
- Bangsbo, J. (1996). *Futbolda fizik kondisyon antrenmanı: Bilimsel bir yaklaşım* (H. Gündüz, Çev.). TFF Eğitim Yayınları.
- Bangsbo, J., & Lindquist, F. (1991). Do young soccer players need specific physical training? In T. Reilly, J. Clarys, & A. Stibbe (Eds.), *Science and Football II* (pp. 275–280). E & FN Spon.
- Başpınar, Ö. (2009). *Futbolcularda izometrik kas kuvvetinin anaerobik güce etkisi* Yüksek lisans tezi. Pamukkale Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Denizli, Türkiye.
- 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. <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.01359>
- Bompa, T. O. (1999). *Periodization training: Theory and methodology* (4th ed., pp. 57–60). Human Kinetics.
- Bourne, M., Schuermans, J., Witvrouw, E., Aagaard, P., & Shield, A. (2020). Neuromuscular factors related to hamstring muscle function, performance and injury. *Prevention and Rehabilitation of Hamstring Injuries*, 117–143. https://doi.org/10.1007/978-3-030-31638-9_5

- Boyas, S., & Guével, A. (2011). Neuromuscular fatigue in healthy muscle: Underlying factors and adaptation mechanisms. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, 54(2), 88–108. <https://doi.org/10.1016/j.rehab.2011.01.001>
- Bozköylü, E. (2007). *Dünyada ve Türkiye’de futbolun değişim süreci, 2002–2005 verileriyle Türkiye’de oyuncu performansı üzerine ekonometrik bir inceleme* Yüksek lisans tezi. İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Carbone, L., Garzón, M., Chulvi-Medrano, I., Bonilla, D. A., Alonso, D. A., Benítez-Porres, J., & Vargas-Molina, S. (2020). Effects of heavy barbell hip thrust vs back squat on subsequent sprint performance in rugby players. *Biology of Sport*, 37(4), 325–332. <https://doi.org/10.5114/biolSport.2020.96316>
- 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. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17(4), 671–677. <https://doi.org/10.1519/00124278-200311000-00008>
- Chorley, A., & Lamb, K. L. (2019). The effects of a cycling warm-up including high-intensity heavy-resistance conditioning contractions on subsequent 4-km time trial performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 33(1), 57–65. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001908>
- Chu, D. A. (1998). *Jumping into plyometrics*. Human Kinetics.
- Coratella, G., Beato, M., Cè, E., Scurati, R., Milanese, C., Schena, F., & Esposito, F. (2019). Effects of in-season enhanced negative work-based vs traditional weight training on change of direction and hamstrings-to-quadriceps ratio in soccer players. *Biology of Sport*, 36(3), 241–248. <https://doi.org/10.5114/biolSport.2019.87045>
- Coratella, G., Beato, M., Milanese, C., Longo, S., Limonta, E., Rampichini, S., Cè, E., Bisconti, A. V., Schena, F., & Esposito, F. (2018). Specific adaptations in performance and muscle architecture after weighted jump-squat vs. body mass squat jump training in recreational soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(4), 921–929. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002463>

- Corbin, C. B., & Lindsey, R. (1997). *Concepts of physical fitness*. Brown & Benchmark Publishers.
- Cormie, P., McGuigan, M. R., & Newton, R. U. (2011). Developing maximal neuromuscular power: part 2—training considerations for improving maximal power production. *Sports Medicine*, 41, 125-146. <https://doi.org/10.2165/11538500-000000000-00000>
- Çabuk, S., & İnce, İ. (2025). The acute effects of hip thrust and glute bridge exercises with different loads on sprint performance and horizontal force–velocity profile in adolescent soccer players: A post-activation performance enhancement approach. *European Journal of Sport Science*, 25(2), e12255. <https://doi.org/10.1002/ejsc.12255>
- Çakıroğlu, M. İ. (1997). *Antrenman bilgisi: Antrenman teorisi ve sistematigi*. Şeker Matbaacılık.
- Dobbs, W. C., Toluoso, D. V., Fedewa, M. V., & Esco, M. R. (2019). Effect of postactivation potentiation on explosive vertical jump: a systematic review and meta-analysis. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 33(7), 2009-2018. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002750>
- Dolci, F., Hart, N., Kilding, A., Chivers, P., Piggott, B., & Spiteri, T. (2020). Physical and energetic demand of soccer: A brief review. *Strength & Conditioning Journal*, 42(3), 70–77. <https://doi.org/10.1519/SSC.0000000000000503>
- Downey, R. J., Deprez, D. A., & Chilibeck, P. D. (2022). Effects of postactivation potentiation on maximal vertical jump performance after a conditioning contraction in upper-body and lower-body muscle groups. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 36(1), 259–261. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000004171>
- Duchateau, J., & Hainaut, K. (1993). Behaviour of short and long latency reflexes in fatigued human muscles. *The Journal of Physiology*, 471(1), 787–799. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.1993.sp019928>
- Eklom, B. (1994). *Handbook of sports medicine and science: Football (soccer)*. Blackwell Scientific Publications. <https://doi.org/10.1249/00005768-199508000-00024>

- Eniseler, N., Çamlıyer, H., & Göde, O. (1996). Çeşitli lig seviyelerine ve bu liglerde futbol oynayan oyuncuların oynadıkları mevkilere göre 30 m mesafe içindeki sprint derecelerinin karşılaştırılması. *Celal Bayar Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 2(1), 38–47.
- Faigenbaum, A. D. (2000). Strength training for children and adolescents. *Clinics in Sports Medicine*, 19(4), 593–619. [https://doi.org/10.1016/S0278-5919\(05\)70228-3](https://doi.org/10.1016/S0278-5919(05)70228-3)
- Gago, P., Zoellner, A., Da Silva, J. C. L., & Ekblom, M. M. (2020). Postactivation potentiation and concentric contraction performance: Effects on rate of torque development, neuromuscular efficiency, and tensile properties. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 34(6), 1600–1608. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002427>
- Granacher, U., Behm, D. G., & Faigenbaum, A. D. (2023). Neuromuscular training effects on performance, Book: Armstrong N, & Van Mechelen W, editors Oxford textbook of children's sport and exercise medicine. <https://doi.org/10.1093/med/9780192843968.003.0036>
- Gllich, A., & Schmidtbleicher, D. (1996). MVC-induced short-term potentiation of explosive force. *New Studies in Athletics*, 11, 67–84.
- Gnay, M., & Yüce, İ. (2001). *Futbol antrenmanının bilimsel temelleri* (2. baskı). Baron Ofset.
- Gney, M., şıktar, E., Tamer, K., & Cicioğlu, İ. (2017). *Spor fizyolojisi ve performans lm testleri* (Geliştirilmiş 4. baskı, s. 601). Gazi Kitabevi.
- Hanson, E. D., Leigh, S., & Mynark, R. G. (2007). Acute effects of heavy- and light-load squat exercise on the kinetic measures of vertical jumping. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(4), 1012–1017. <https://doi.org/10.1519/00124278-200711000-00005>
- Hazar, F., & Bozkurt, S. (2004, Eylül 17–20). Futbol oyun mevkilerinde anaerobik güç ve aerobik dayanıklılık. 8. *Uluslararası Spor Bilimleri Kongresi*, Antalya, Türkiye.
- Hazır, T., Mahir, ., & Açıkada, C. (2010). Genç futbolcularda çeviklik ile vücut kompozisyonu ve anaerobik güç arasındaki ilişki. *Spor Bilimleri Dergisi*, 21(4), 146–153.

- Hodgson, M., Docherty, D., & Robbins, D. (2005). Post-activation potentiation: underlying physiology and implications for motor performance. *Sports Medicine*, 35, 585-595. <https://doi.org/10.2165/00007256-200535070-00004>
- Hoff, J., & Helgerud, J. (2004). Endurance and strength training for soccer players: Physiological considerations. *Sports Medicine*, 34(3), 165–180. <https://doi.org/10.2165/00007256-200434030-00003>
- Hopkins, W. G. (2002). A scale of magnitudes for effect statistics. *A New View of Statistics*, 502(411), 321. https://cengizolmez.com/mekik-kosusu-shuttle-run-beep-test/#google_vignette
- İnal, A. N. (2013). *Futbolda eğitim ve öğretim* (4. baskı). Nobel Yayın Dağıtım.
- Jones, B., & Kenward, M. G. (2014). *Design and analysis of cross-over trials* (3rd ed.). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/b17537>
- Joy, J. M., Lowery, R. P., de Souza, E. O., & Wilson, J. M. (2016). Elastic bands as a component of periodized resistance training. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 30(8), 2100-2106. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3182986bef>
- Juel, C. (1998). Muscle pH regulation: Role of training. *Acta Physiologica Scandinavica*, 162(3), 359–366. <https://doi.org/10.1046/j.1365-201X.1998.0305f.x>
- Kalkavan, A., Zorba, E., Ağaoğlu, S. A., Karakuş, S., & Çolak, H. (1996). Farklı spor branşlarında bazı fiziksel uygunluk değerlerinin sedanter grupla karşılaştırılması. *Gazi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 1(3), 25–35.
- Kamandulis, S., Janusevicius, D., Snieckus, A., Satkunskenė, D., Skurvydas, A., & Degens, H. (2020). High-velocity elastic-band training improves hamstring muscle activation and strength in basketball players. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 60(3), 380-387. <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.19.10244-7>
- Kasicki, K., Rydzik, Ł., Ambroży, T., Spieszny, M., & Koteja, P. (2024). The Impact of Post-Activation Performance Enhancement Protocols on Vertical Jumps: Systematic Review. *Applied Sciences*, 14(21), 9664. <https://doi.org/10.3390/app14219664>

- Kenney, D. (1999). *Police and policing: Contemporary issues*. Greenwood Publishing Group. <https://doi.org/10.5040/9798216994046>
- Kent-Braun, J. A. (1999). Central and peripheral contributions to muscle fatigue in humans during sustained maximal effort. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 80(1), 57–63. <https://doi.org/10.1007/s004210050558>
- Konter, E. (1997). *Futbolda süratin teorisi ve pratiği (Antrenman planlaması ve test örnekleriyle)* (1. baskı). Bağırhan Yayınevi.
- Köseoğlu, A., & Kin, A. (2008). Supramaksimal bir bacak egzersizi sonrası farklı sürelerde uygulanan bacak masajının toparlanmaya etkisi. *10. Uluslararası Spor Bilimleri Kongresi Özet Kitabı* (s. 49). Abant İzzet Baysal Üniversitesi.
- Krčmár, M., Krčmárová, B., Bakalár, I., & Šimonek, J. (2021). Acute performance enhancement following squats combined with elastic bands on short sprint and vertical jump height in female athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 35(2), 318-324. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003881>
- Lanza, M. B., Pertence, A. E., Andrade, A. G., Peixoto, G. H., Felix, L. B., & Chagas, M. H. (2017). Acute neuromuscular response during eccentric overload protocol by using a mechanical device to increase the load. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano*, 19(4), 375-384. <https://doi.org/10.5007/1980-0037.2017v19n4p375>
- Ling, D. I., Janosky, J., Schneider, B., Russomano, J., Boyle, C., Kinderknecht, J., & Marx, R. G. (2023). A controlled trial of the effects of neuromuscular training on physical performance in male and female high school athletes. *Sports Health*, 15(3), 386-396. <https://doi.org/10.1177/19417381221089917>
- Liu, L., Niu, X., & Zhou, Z. (2024). Acute effects of different conditioning activities on the post-activation performance enhancement in athletes' jumping and sprinting performances: A systematic review and meta-analysis. *Applied Sciences* (2076-3417), 14(20). <https://doi.org/10.3390/app14209301>
- Lucas, C. G., Anita Mendes Sá, S., Nobre Pinheiro, B., Godinho, I., Casanova, F., Reis, V. M., ... & Vilaça-Alves, J. (2024). Comparison between warm-up protocols in post-activation potentiation enhancement (PAPE) of sprint and vertical jump

performance in a female futsal team. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 1-8.

Marangoz, İ. (2008). *Kahramanmaraş Spor ve Siirt Spor profesyonel futbol takımlarının müsabaka döneminde seçilmiş bazı fiziksel ve fizyolojik özelliklerinin karşılaştırılması* Yüksek lisans tezi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kahramanmaraş.

Marin, D. P., Astorino, T. A., Serafim, A. I. S., Urtado, C. B., Prestes, J., Polito, L. F. T., & Otton, R. (2021). Comparison between traditional resistance exercise and variable resistance with elastic bands in acute vertical jump performance. *Human Movement*, 22(4), 28-35. <https://doi.org/10.5114/hm.2021.103287>

Markovic, G., & Mikulic, P. (2010). Neuro-musculoskeletal and performance adaptations to lower-extremity plyometric training. *Sports Medicine*, 40, 859-895. <https://doi.org/10.2165/11318370-000000000-00000>

Markovic, G., Dizdar, D., Jukic, I., & Cardinale, M. (2004). Reliability and factorial validity of squat and countermovement jump tests. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18(3), 551–555. <https://doi.org/10.1519/00124278-200408000-00028>

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. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 33(6), 1551–1556. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001834>

Mina MA, Blazeovich AJ, Tsatalas T, et al. Variable, but not free-weight, resistance back squat exercise potentiates jump performance following a comprehensive task-specific warm-up. *Scand. J. Med. Sci. Sports*, 29: 380–392, 2019. <https://doi.org/10.1111/sms.13341>

Mirzaoglu, D., Efe, F., & Doğan, U. (2005). Aktif öğrenme etkinliklerine dayalı olarak işlenen 8. sınıf beden eğitimi ve spor dersinin öğrencilerin bilişsel ve devinişsel erişilerine etkisi. *Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 2(11), 69–82. <https://doi.org/10.11616/AbantSbe.143>

- Morin, J. B., & Samozino, P. (2016). Interpreting power-force-velocity profiles for individualized and specific training. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 11(2), 267-272. <https://doi.org/10.1123/ijspp.2015-0638>
- Morin, J. B., Gimenez, P., Edouard, P., Arnal, P., Jiménez-Reyes, P., Samozino, P., ... & Mendiguchia, J. (2015). Sprint acceleration mechanics: the major role of hamstrings in horizontal force production. *Frontiers in Physiology*, 6, 404. <https://doi.org/10.3389/fphys.2015.00404>
- Nickerson, B. S., Williams, T. D., Snarr, R. L., & Park, K. S. (2019). Individual and combined effect of inter-repetition rest and elastic bands on jumping potentiation in resistance-trained men. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 33(8), 2087-2093. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002593>
- Orta, L. (2020). Futbolun değişimi ve dönüşümü (1863–2020). *The Journal of Social Science*, 497–510. <https://doi.org/10.30520/tjsosci.735912>
- Otman, K. A. M. (2014). *Corporate governance and firm performance in listed companies in the United Arab Emirates* Doktora tezi. Victoria University.
- Özer, D. S., & Özer, M. K. (1998). *Çocuklarda motor gelişim*. Nobel Yayın Dağıtım.
- Özgen, C. (2015). *2014–2015 sezonunda Türkiye futbol süper ligindeki seyirci azalmasının nedenlerinin seyirci görüşlerine göre incelenmesi* Yüksek lisans tezi. Ankara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Peng, H. T., Zhan, D. W., Song, C. Y., Chen, Z. R., Gu, C. Y., Wang, I. L., & Wang, L. I. (2021). Acute effects of squats using elastic bands on postactivation potentiation. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 35(12), 3334-3340. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003618>
- Pietraszewski, P., Gołaś, A., Zajac, A., Maćkała, K., & Krzysztofik, M. (2025). The acute effects of combined isometric and plyometric conditioning activities on sprint acceleration and jump performance in elite junior sprinters. *Applied Sciences*, 15(4), 2125. <https://doi.org/10.3390/app15042125>
- Plowman, S. A., & Smith, D. L. (2013). *Exercise physiology for health, fitness, and performance*. Lippincott Williams & Wilkins.
- Prieske, O., Behrens, M., Chaabene, H., Granacher, U., & Maffiuletti, N. A. (2020). Time to differentiate postactivation “potentiation” from “performance enhancement” in

- the strength and conditioning community. *Sports Medicine*, 50(9), 1559-1565. <https://doi.org/10.1007/s40279-020-01300-0>
- Reilly, T., Bangsbo, J., & Franks, A. (2000). Anthropometric and physiological predispositions for elite soccer. *Journal of Sports Sciences*, 18(9), 669–683. <https://doi.org/10.1080/02640410050120050>
- Rienzi, E., Drust, B., Reilly, T., Carter, J., & Martin, A. (2000). Investigation of anthropometric and work-rate profiles of elite South American international soccer players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 40(2), 162–169.
- Robbins, D. W. (2005). Postactivation potentiation and its practical applicability. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(2), 453–458. <https://doi.org/10.1519/00124278-200505000-00035>
- Russell, M., Rees, G., & Kingsley, M. (2013). Technical demands of soccer match play in the English championship. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(10), 2869–2873. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318280cc13>
- Sale, D. G. (2002). Postactivation potentiation: Role in human performance. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 30(3), 138–143. <https://doi.org/10.1097/00003677-200207000-00008>
- Samozino, P., Peyrot, N., Edouard, P., Nagahara, R., Jimenez-Reyes, P., Vanwanseele, B., & Morin, J. B. (2022). Optimal mechanical force-velocity profile for sprint acceleration performance. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 32(3), 559-575. <https://doi.org/10.1111/sms.14097>
- Sarramian, V. G., Turner, A. N., & Greenhalgh, A. K. (2015). Effect of postactivation potentiation on fifty-meter freestyle in national swimmers. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(4), 1003–1009. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000708>
- Sayers, S. P., Harackiewicz, D. V., Harman, E. A., Frykman, P. N., & Rosenstein, M. T. (1999). Cross-validation of three jump power equations. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 31(4), 572–577. <https://doi.org/10.1097/00005768-199904000-00013>
- Seitz, L. B., Mina, M. A., & Haff, G. G. (2016). Postactivation potentiation of horizontal jump performance across multiple sets of a contrast protocol. *The Journal of*

- Strength & Conditioning Research*, 30(10), 2733-2740.
<https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001383>
- Senn, S. (2002). *Cross-over trials in clinical research* (2nd ed.). Wiley.
<https://doi.org/10.1002/0470854596>
- Shi, L., Ye, X., Han, D., Yang, C., & Tu, Y. (2023). Acute effects of back squat combined with different elastic band resistance on vertical jump performance in collegiate basketball players. *Journal of Sports Science & Medicine*, 22(3), 502.
<https://doi.org/10.52082/jssm.2023.502>
- Soria-Gila, M. A., Chiroso, I. J., Bautista, I. J., Baena, S., & Chiroso, L. J. (2015). Effects of variable resistance training on maximal strength: A meta-analysis. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(11), 3260-3270.
<https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000971>
- Sousa, H., Abade, E., Maia, F., Costa, J. A., & Marcelino, R. (2025). Acute and chronic effects of elastic band resistance training on athletes' physical performance: a systematic review. *Sport Sciences for Health*, 1-14. <https://doi.org/10.1007/s11332-024-01310-9>
- Sönmez, G. T. (2002). *Egzersiz ve spor fizyolojisi* (ss. 163–167). Ata Ofset Matbaacılık.
- Tavşan, O. (1997). *09–11 yaş grubu çocuklarında denge, çabukluk, sürat ve atlama yetenekleri konusunda bir araştırma* Doktora tezi. Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Tobin, D. P., & Delahunt, E. (2014). The acute effect of a plyometric stimulus on jump performance in professional rugby players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(2), 367–372. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318299a214>
- Wagle, J. P., Cunanan, A. J., Carroll, K. M., Sams, M. L., Wetmore, A., Bingham, G. E., & Stone, M. H. (2021). Accentuated eccentric loading and cluster set configurations in the back squat: A kinetic and kinematic analysis. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 35(2), 420–427.
<https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002677>
- Wallace, B. J., Winchester, J. B., & McGuigan, M. R. (2006). Effects of elastic bands on force and power characteristics during the back squat exercise. *The Journal of*

Strength & Conditioning Research, 20(2), 268-272.
<https://doi.org/10.1519/00124278-200605000-00006>

- Wellek, S., & Blettner, M. (2012). On the proper use of the crossover design in clinical trials: part 18 of a series on evaluation of scientific publications. *Deutsches Ärzteblatt International*, 109(15), 276. <https://doi.org/10.3238/arztebl.2012.0276>
- Wilmore, J. H., & Costill, D. L. (1999). *Physiology of sport and exercise* (2nd ed., pp. 310–341). Human Kinetics.
- 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. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31825c2bdb>
- Wyland, T. P., Van Dorin, J. D., & Reyes, G. F. C. (2015). Postactivation potentiation effects from accommodating resistance combined with heavy back squats on short sprint performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(11), 3115-3123. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000991>
- Yaman, İ., & Özpak, N. (2021). Futbolcularda uygulanan sürat ve çeviklik antrenmanlarının bazı performans parametrelerine etkisi. *Akdeniz Spor Bilimleri Dergisi*, 1–10. <https://doi.org/10.38021/asbid.839069>
- Yeadon, M. R., Kato, T., & Kerwin, D. G. (1999). Measuring running speed using photocells. *Journal of Sports Sciences*, 17(3), 249–257. <https://doi.org/10.1080/026404199366154>
- Yılmaz, E. (2014). 8–12 yaş çocuklara uygulanan yüzme antrenmanlarının fiziksel, fizyolojik ve bazı biyomotorik özelliklerine etkisinin incelenmesi Yüksek lisans tezi. Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Yorulmaz, H. (2005). *Trakya Üniversitesi Kırkpınar Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulunda okuyan öğrencilerin bazı fiziksel biyomotorik özelliklerinin karşılaştırılması* Yüksek lisans tezi. Trakya Üniversitesi, Edirne.
- Zileli, R., & Söyler, M. (2021). The examination of the relationship between sprint and vertical jump in soccer players. *MANAS Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 10(1), 485–491. <https://doi.org/10.33206/mjss.726101>