



T.C.

TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

ANTRENÖRLÜK EĞİTİMİ ANABİLİM DALI

HAREKET VE ANTRENMAN BİLİMLERİ

YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

ÇEŞİTLİ AÇILARDA YAPILAN SQUAT

EGZERSİZLERİYLE UYGULANAN POSTAKTİVASYON

POTANSİYASYONUNUN GENÇ VOLEYBOLOYUNCULARINDA

DİKEY SIÇRAMA PERFORMANSI ÜZERİNE ETKİLERİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Hamza MENDİL

Tez Danışman: Prof. Dr. Erşan ARSLAN

TOKAT- 2025

ETİK SÖZLEŞME

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Çeşitli Açılarda Yapılan Squat Egzersizleriyle Uygulanan Postaktivasyon Potansiyasyonunun Genç Voleybol Oyuncularında Dikey Sıçrama Performansı Üzerine Etkileri” adlı bu çalışmada, tez içindeki tüm verilerin akademik kurallar çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu beyan ederim.

01.07.2025

Hamza MENDİL

JÜRİ KABUL VE ONAY SAYFASI

HAMZA MENDİL tarafından hazırlanan “Çeşitli Açılarda Yapılan Squat Egzersizleriyle Uygulanan Postaktivasyon Potansiyasyonunun Genç Voleybol Oyuncularında Dikey Sıçrama Performansı Üzerine Etkileri” adlı tez çalışmasının savunma sınavı 24/06/2025 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen Jüri tarafından Oy Birliği ile Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Antrenörlük Eğitimi Anabilim Dalı Hareket ve Antrenman Bölümü’nde Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri



ONAY

...../...../.....

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans çalışmamın yürütülmesi sırasında bilgi ve tecrübesiyle öğrencisi olmaktan gurur duyduğum, her türlü yardım ve desteğini esirgemeyen çok değerli tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Erşan ARSLAN'a teşekkürü bir borç bilirim. Yüksek Lisans Eğitimim süresi boyunca bilgilerinden faydalandığım Prof. Dr. Abdullah CANIKLI, Doç. Dr. Bülent KİLİT ve Doç. Dr. Yusuf SOYLU'ya ayrıca teşekkür ederim.

Tez çalışması sürecinde bütün imkanları sağlayan Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesinde görev alan bütün hocalarıma ayrı ayrı teşekkür ederim. Son olarak hayatımın her anında güven ve desteklerini yürekten hissettiğim ayrıca maddi manevi desteklerini esirgemeyen, her zaman bana güvendiğini ve arkamda olduğunu hissettiğim, haklarını hiçbir zaman ödeyemeyeceğim çok değerli aileme teşekkür ederim.

ÖZET

ÇEŞİTLİ AÇILARDA YAPILAN SQUAT EGZERSİZLERİYLE UYGULANAN POSTAKTİVASYON POTANSİYASYONUNUN GENÇ VOLEYBOL OYUNCULARINDA DİKEY SIÇRAMA PERFORMANSI ÜZERİNE ETKİLERİ

Mendil, Hamza

Yüksek Lisans, Antrenörlük Eğitimi Anabilim Dalı Hareket ve Antrenman Bilimleri
Bölümü

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Erşan ARSLAN

Haziran 2025, xii + 58 Sayfa

Bu çalışmanın amacı çeşitli açılarda yapılan squat egzersizleriyle uygulanan postaktivasyon potansiyasyonunun genç voleybol oyuncularında dikey sıçrama performansı üzerine etkilerinin incelenmesidir. Çalışmaya 19-24 yaş aralığında 18 genç erkek voleybol oyuncusu (yaş = $21,9 \pm 1,3$ yıl; antrenman yaşı = $7,4 \pm 1,2$ yıl) gönüllü olarak katılmıştır. Verilerin istatistiksel analizi için tekrarlı ölçümlerde çift yönlü varyans analizi kullanılmıştır. 60 ve 90 derecelerde yapılan squat egzersizleriyle uygulanan postaktivasyon potansiyasyonunun dikey sıçrama performansı üzerine etkilerini incelemek için yapılan 4 uygulama $\times$ 7 zaman içeren tekrarlı ölçümlerde iki yönlü varyans analizi sonuçlarına göre, uygulama $\times$ zaman etkisinde ($F = 4,618$; $p < 0.001$), uygulama etkisinde ($F = 5,332$; $p < 0.002$) ve zaman etkisinde ($F = 4,911$; $p < 0.001$) istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur. Bunun yanında uygulamalarda ön test uygulaması sonrasında yapılan uygulamalarda zamana bağlı istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p < 0.05$). Sonuç olarak 90 derece açıda yapılan squat egzersizleriyle uygulanan postaktivasyon potansiyasyonunun genç voleybol oyuncularında dikey sıçrama performansını daha fazla artırdığı bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Squat, Post Aktivasyon Potansiyeli, Voleybol, Açı.

ABSTRACT

EFFECTS OF POSTACTIVATION POTENTIAL APPLIED WITH VARIOUS ANGLES SQUAT EXERCISES ON VERTICAL JUMP PERFORMANCE IN YOUNG VOLLEYBALL PLAYERS.

Mendil, Hamza

Master's Degree, The Department Movement and Training Division

Thesis Advisor: Assistant. Prof. Dr. Erşan ARSLAN

June 2025, xii + 58 pages

The aim of this study was to investigate the effects of postactivation potentiation applied with squat exercises performed at various angles on vertical jump performance in young volleyball players. Eighteen young male volleyball players aged 19-24 years (age = 21.9 ± 1.3 years; training age = 7.4 ± 1.2 years) voluntarily participated in the study. Repeated measures two-way analysis of variance was used for statistical analysis of the data. According to the results of 4 treatments $\times$ 7 times repeated measures two-way analysis of variance to examine the effects of postactivation potentiation applied with squat exercises performed at 60 and 90 degrees on vertical jump performance, statistically significant differences were found in the treatment $\times$ time effect ($F = 4,618$; $p < 0.001$), treatment effect ($F = 5,332$; $p < 0.002$) and time effect ($F = 4,911$; $p < 0.001$). In addition, a statistically significant difference was found in the applications performed after the pre-test application depending on time ($p < 0.05$). As a result, it was found that postactivation potentiation applied with squat exercises performed at 90 degrees angle more increased vertical jump performance in young volleyball players.

Keywords: Squat, Postactivation Potential, Vertical Jump, Volleyball, Angle.

İÇİNDEKİLER

ETİK SÖZLEŞME.....	ii
JÜRİ KABUL VE ONAY SAYFASI.....	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
ÖZET	v
ABSTRACT.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
TABLolar LİSTESİ.....	ix
KISALTMALAR.....	x
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	5
2.1. Voleybolun Tanımı.....	5
2.2. Voleybolun Tarihi.....	5
2.3. Aktivasyon Sonrası Potansiyasyon.....	6
2.4. Aktivasyon Sonrası Potansiyasyon Yöntemleri.....	7
2.4.1. Pliometrik Egzersizler	7
2.4.2. Maksimum İstemli Kasılma	8
2.4.3. Ağırlık Yöntemi.....	9
2.4.4. Kompleks Antrenman.....	11
2.5. Aktivasyon Sonrası Potansiyasyonun Fizyolojik Mekanizmaları.....	12
2.5.1. Miyozin Hafif Zincir Fosforilizasyonu	12
2.5.2. Pennasyon Açısı	13
2.5.3. Hoffmann Refleksi (H Refleksi)	14
2.6. Aktivasyon Sonrası Potansiyasyonu Etkileyen Faktörler.....	15

2.7. Dikey Sıçrama Performansı.....	16
2.8. Aktivasyon Sonrası Potansiyasyonun Dikey Sıçrama Performansı Üzerine Etkisini İnceleyen Çalışmalar	17
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	21
3.1. Araştırma Grubu	21
3.2. Evren ve Örneklem.....	21
3.3. Veri Toplama Araçları	21
3.3.1. Vücut Kompozisyonu.....	21
3.3.2. Sıçrama Testi	22
3.3.3. Algılanan Zorluk Derecesi	22
3.3.4. 1 Tekrarlı Maksimum Ağırlığın Belirlenmesi.....	22
3.5. Verilerin Analizi	24
4. BULGULAR.....	26
5. TARTIŞMA	28
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	32
KAYNAKÇA.....	33
EKLER.....	46
ÖZGEÇMİŞ	48

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 4.1. Katılımcılara ait tanımlayıcı değerler

Tablo 4.2. 60° açıda yapılan squat egzersizleriyle uygulanan postaktivasyon potansiyasyonunun dikey sıçrama performansı üzerine etkileri

Tablo 4.3. 90° açıda yapılan squat egzersizleriyle uygulanan postaktivasyon potansiyasyonunun dikey sıçrama performansı üzerine etkileri

KISALTMALAR

Kısaltmalar	Açıklamalar
ASP	Aktivasyon Sonrası Potansiyalizasyon
PAP	Post Aktivasyon Potansiyalizasyonu
FIVB	Dünya Voleybol Federasyonu
1 TM	Bir Tekrarlı Maksimum
MDHZ	Miyozin Düzenleyici Hafif Zincir
H Refleksi	Hoffmann Refleksi
DS	Dikey Sıçrama
GRF	Yer Reaksiyon Kuvveti
IMP	Impulse
TOV	Kalkış Hızı
SSJ	Statik Squat Sıçraması

1. GİRİŞ

Voleybol 130 ülkede oynanan, bir asırdan fazla geçmişe sahip olan, çok sayıda sporcusu ve taraftarı olan dünyadaki en popüler spor branşlarından biridir (Patsiaouras vd., 2011; Saliba ve Small, 2004). Aynı zamanda bu spor, sporcuların atletik olmasının yanında, taktik ve yüksek teknik becerilere sahip olmasını gerektirmektedir (Koç ve Aslan, 2010; Koç ve Büyükipekçi, 2010). Son zamanlarda spor bilimlerindeki önemli gelişmeler ve bunun sonucunda ortaya çıkan değişimler sportif performansın birçok yönü ile değişimine neden olmuştur. Sportif performans, antrenman veya maç esnasında yapılan işin en iyi şekilde gerçekleştirilebilmesi için ortaya konan zihinsel ve fiziksel performansların toplamıdır (Tiryaki, 1991). Fiziksel performans kassal uyum, koordinasyon, denge, vücut kompozisyonu, çeviklik, sürat, denge, reaksiyon hızı gibi bileşenlerden oluşurken zihinsel performans ise motive olma, kaygıları yönetme, konsantre olma ve amaçları belirleme gibi bileşenlerden oluşmaktadır (Koç, 2004; Acsm, 2014).

Sportif performans sporcunun yaşı, cinsiyeti, vücut kompozisyonu gibi özelliklerle ilişkili görüldüğü kadar arttırılabilir ve ölçülebilir başka özelliklerle de ilişkilidir ve başarılı olmak için spora özgü amaca uygun özellikler üzerine gitmek gerekir (Pazarözyurt ve İnce, 2009; Koç ve Aslan, 2010). Sportif performansı gösteren en önemli motorik özelliklerden biri olarak sıçrama özellikle voleybol sporcularında performansı belirleyen en önemli özelliklerden biri olarak görülmektedir. Sıçrama yüksekliği ve aynı zamanda farklı alanlara olabildiğince seri hareket etme yeteneği (çeviklik) voleybolda en önemli performans kriterlerindendir (Şimşek vd., 2007; Sattler vd., 2012; Demir ve Çilli, 2018). Voleybolda teknik kuralları yerine getirmek için birden fazla dikey sıçrama gerekir ve bu olay alt ekstremite kaslarında patlayıcı kuvvet

gerektirir (Marques vd., 2009; Cosma vd., 2017). Patlayıcı dikey güç; ragbi, voleybol, futbol, basketbol gibi bir çok popüler takım sporlarında önemli hareketlerin temel bir bileşenini oluşturmaktadır (Benabdelkrim vd., 2010).

Spor bilimlerinde yaşanan yeni gelişmeler, sportif performansı artırmak ve korumak için sporcular ve antrenörler tarafından kullanılan yeni metotların ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Kuvvet, güç, hız sportif performansın önemli bileşenlerini oluşturmaktadır. Sporcuların performansını daha üst seviyeye çıkarmak için çeşitli metotlar uygulanmaktadır ve bu metotlardan biri aktivasyon sonrası potansiyasyondur (Till ve Cooke, 2009). Post aktivasyon potansiyelizasyonu (PAP) veya aktivasyon sonrası potansiyalizasyon (ASP); oluşan bir kas kasılmasını takip eden ikinci bir kasılmanın şiddetini artıracığı üzerine bir teoriden oluşmaktadır (Esformes ve Bampouras, 2013). Başka bir deyişle, maksimal ya da maksimale yakın istemli kas kasılmasından sonra kasın kasılabilen hafızasının bir sonucu olarak geçici (akut) güç çıktısındaki artışı ya da kas-sinir sistemine bağlı kuvvet gelişimini ifade eden fizyolojik bir olgu olarak tanımlanabilir (Robbins, 2005).

Kasılabilen hafıza sportif performansı iyi ya da kötü olarak etkileyebilmektedir. Kısa süren uyarılmalar kasın performansını artırabilirken uzun süren uyarılmalar ise ortaya konan performansı olumsuz şekilde etkileyebilmektedir (Rassier ve MacIntosh, 2000). Hareket öncesi birbirine benzer biyomekanik şartlarda, maksimale yakın ağırlıkla yapılan ön yüklenmelerde performans artışı hedeflenir. ASP, bu ön yüklenmeden sonra açığa çıkan kas-sinir sistemine ait durumu anlatmaktadır (Lim ve Kong, 2013). ASP'yi açığa çıkarmak için yapılan şiddetli önyüklenme hareketleri vücutta yorgunluğunda açığa çıkmasına neden olabilmektedir. Bu nedenle, kasın

performansını artıran asıl durum ASP ve yorgunluk arasındaki dengeyi sağlamak ve bunu oluşturmak için ASP'yi artıran yorgunluğu ise azaltan ön yüklenme programlarının uygulanmasını içerir (Johnson vd., 2019).

Diğer bir teoriye göre, PAP büyüklüğünü etkileyen en önemli kas özelliği kas lifinin tipi olmakla birlikte kasılma zamanı ve yarı gevşeme zamanının en kısa olduğu ve tip II kas liflerinin en fazla oranda olduğu kaslarda görülmektedir (Hamada vd., 2000). Literatürde PAP büyüklüğünün artışının nedenleri ile ilgili farklı teoriler bulunmaktadır.

Pääsuke vd. (1998), yaptığı çalışmada bu artışın nedeni olarak miyozin düzenleyici hafif zincir fosforilazasyonunu göstermektedir. Diğer bir teoriye göre ise bu etkinin artan sinirsel hareket ile harekete katılan motor ünite sayısındaki artış ve presinaptik inhibisyonun azalması ile oluştuğunu belirtilmektedir (Hultborn vd., 1996).

Tillin ve Bishop (2009), yaptığı çalışmada ise, bu artışın nedenlerinden diğerinin ise pennasyon açısındaki değişim olduğu gösterilmektedir. Pennasyon açısı, kas liflerinin tendona ve bağ dokuya göre konumunu belirtmektedir (Abe vd., 2002). Kas liflerinin tendonla aralarındaki açı enine kesit alana düşen sarkomer miktarı üzerinde etkili olduğu için kuvvet açığa çıkarabilme durumunu da etkilemektedir ve bu sayı pennat kaslarda daha çok olduğu için kuvvet açığa çıkarma becerileri daha iyi olarak belirtilmektedir (Baechle ve Earle, 2000).

Yukarıdaki bilgiler doğrultusunda ASP son zamanlarda üzerinde yoğun olarak çalışma yapılan ve antrenörler tarafından sıkça tercih edilen bir yöntem olarak görülmektedir. Birçok araştırmada farklı egzersiz ve ön yükleme protokolleri uygulanmıştır. Değişik yüklerle ve sürelerle uygulanan ön yüklenme egzersizlerinin

sürat, dikey sıçrama, yön değıştirme becerileri üzerine etkileri önceden yapılan çalışmalarla karşılaştırılmıştır. Bu çalışma farklı açılarda yapılan squat ön yüklenme egzersiziyle dikey sıçrama performansı üzerine etkilerini incelemiştir. Çıkan sonuçlar aktivasyon sonrası potansiyasyonun sporcular ve antrenörleri tarafından daha bilinçli olacak şekilde uygulanmasına imkan sağlayacaktır.



2. GENEL BİLGİLER

2.1. Voleybolun Tanımı

Dünya Voleybol Federasyonu (FIVB) tarafından yapılan tanımlamaya göre arası file ile ikiye bölünen bir oyun sahası içinde 6'şar kişilik 2 takım ile oynanan eller ile topu fileden karşı oyun sahasına gönderme ve yere değdirme esasına dayanan takım sporudur (FIVB, 2017). Başka bir tanıma göre, oyun süresinde sınır olmayan, temponun yüksek seviyelerde olduğu, hareketlilik, esneklik, çabukluk, dayanıklılık ve sıçrama gibi yeteneklere dayanan fiziksel bir oyundur (Erhan, 1995). Voleybol, farklı aralıklarla yüklenme ve dinlenmenin uygulandığı aralıklı bir spor olarak da tanımlanabilir (Turnagöl, 1994).

2.2. Voleybolun Tarihi

Voleybol, beden eğitimi öğretmeni William George Morgan tarafından Amerika Birleşik Devletlerinin Massachusetts eyaletinde bulunan 1895 yılında 'Mintonette' ismiyle oynanmaya başlanan Morgan'ın bir teşkilatta görev yaparken sıkıcı spor hareketlerine ek olarak eğlence amaçlı şekillendirdiği bir spordur (Urartu, 2006). Morgan oluşturduğu bu yeni oyunda file yüksekliğini yaklaşık 1.90 cm'ye yükselterek filenin her iki tarafına oyuncuları yerleştirmiş ve oyuncuların ellerini kullanarak topa vurmalarını isteyerek bugün oynanan voleybolun temellerini atmıştır (Bahr ve Reeser, 2003).

Oyunun ilk kuralları Wiliam George Morgan, Dr. Frank Wood ve John Lynch tarafından koyulmuştur. Morgan (1896), Mintonette'yi tanıtırken Prof. Albert T. Halsted tarafından volley-ball adını önermiştir ancak bu sözcük futbolda ve teniste farklı anlama

geldiğinden ve Amerika Birleşik Devletleri Voleybol Derneği tarafından bu iki sözcüğün birleştirilerek Volleyball şeklinde yazılması kararlaştırılmıştır (Morpa, 2005).

2.3. Aktivasyon Sonrası Potansiyasyon

ASP, kasların kasılma geçmişi nedeniyle kas gücündeki ani artışı ifade eden bir olgudur (Robbins, 2005; Sale, 2002). Sıklıkla ağır direnç egzersizlerinden sonra görülmektedir (Turner vd., 2015). ASP, kasın belirli kasılmalarla koşullandırılması sonucunda oluşur ve bu sayede yorgunluk minimuma indirilirken kas gücü çıktısı artırılır (Robbins, 2005; Downey, Deprez ve Chilibeck, 2022). Literatürde, aktivite sonrası potansiyel cevabın elde edilmesi amacıyla farklı ön yükleme protokollerinin kullanıldığı birçok çalışma bulunmaktadır. Bu protokoller arasında pliometrik sıçramalar, çeşitli şiddetlerde ağırlık barı kaldırışları, izometrik kasılmalarla yapılan egzersizler ve elektromyostimülasyon ile gerçekleştirilen kasılmalar gibi çeşitli yöntemler yer almaktadır (Requena vd., 2008; Naclerio vd., 2015; Yağcı vd., 2019).

PAP çalışmalarının bir sporcunun antrenman programına dahil edilmesinin amacı, performansta kısa süreli bir artış sağlamaktır. PAP, istemli kasılma aktivitesinin ardından kas performansında gözle görülür bir artışı tanımlar (Gervasi vd., 2018). Performansa yönelik hareketler ve kasılma türlerini içeren ön yükleme aktiviteleri, ASP'nin gelişimini desteklemektedir (Chorley ve Lamb, 2019).

PAP'ın mekanizmaları tam olarak açıklığa kavuşmamış olsa da, bu olgunun antrenman verimliliğini artırabileceği ve sporcu performansını geliştirebileceği düşünülmektedir. Bu nedenle, sporcular ve antrenörler, PAP protokollerini dikkatlice

uygulayarak antrenman programlarına dahil etmeyi düşünebilir ve kas performansındaki bu geçici artıştan yararlanma imkânı elde edebilirler (Simpson vd., 2018).

2.4. Aktivasyon Sonrası Potansiyasyon Yöntemleri

ASP etkisini tetiklemek için farklı yöntemler kullanılmaktadır. Özellikle performans öncesi yapılan aktiviteye uygun, benzer biyomekanik özelliklere sahip egzersizlerin seçilmesi önemlidir (Carter ve Greenwood, 2014). Ağırlık çalışmaları bir tekrarlı maksimumun (1 TM) %85 ve üzeri, kompleks antrenman, pliometrik egzersizler ve maksimum istemli kasılmalar, günümüzde uygulanan yaygın ASP yöntemleridir (Sönmez, 2020).

2.4.1. Pliometrik Egzersizler

Pliometrik egzersizler, sportif performansı artırmak amacıyla kullanılırken, son yıllardaki araştırmaların da etkisiyle yaralanma sonrası spora dönüş ve hazırlık sürecinde de yaygın olarak tercih edilmektedir. Pliometrik egzersizler, gerilme-kısalma döngüsü kas hareketini kullanarak vücut ağırlığıyla gerçekleştirilen sıçrama ve atlama türündeki egzersizleri içeren bir fiziksel kondisyonlama yöntemidir (Meylan ve Maletesta, 2009). Uzama-kısalma döngüsü, eksantrik ve konsantrik evrelerin kas faaliyetinin bir bütün olarak ele alınmasıdır ve bu durum, eksantrik kas aktivitesinin, konsantrik kas aktivitesinden önce meydana gelmesinden kaynaklanmaktadır (Chmielewski vd., 2006).

Pliometrik egzersizlerin temel amacı, kas ve tendonun elastik özelliklerini ve gerilme refleksini kullanarak sonraki hareketin gücünü artırmaktır (Meylan ve Maletesta, 2009). Gerilme-kısalma döngüsü, hareketin son aşaması olan konsantrik kasılma sırasında etkisini göstermektedir (Chmielewski vd., 2006). Bu döngü, kas-tendon

ünitesinin kısa sürede maksimum kuvvet üretmesini sağlamaktadır (Bobbert ve Huijing, 1987). Elde edilen verim artışı ise eksantrik aşamada depolanan elastik enerji, gerilme refleksinin harekete katılması ve kas aktivitesinin optimize edilmesi ile gerçekleşir (Chmielewski vd., 2006). Profesyonel ragbi oyuncularında pliometrik egzersizlerin sıçrama performansı üzerindeki akut etkilerini inceleyen bir araştırmada, 40 sıçrama aktivitesi sonrasında 1, 3 ve 5. dakikalarda sıçrama performansı tekrar ölçülmüştür. Sonuçlar, pliometrik egzersizlerin sıçrama yüksekliği ve zirve güç değerlerini özellikle 3. ve 5. dakikalarda anlamlı bir şekilde artırdığını göstermiştir (Tobin ve Delahunt, 2014).

2.4.2. Maksimum İstemli Kasılma

ASP etkisinin ortaya çıkması için çeşitli kasılma türleri kullanılmaktadır. Maksimal veya maksimale yakın (%85 ve üzeri 1 TM) yüklerle gerçekleştirilen dinamik hareketler ya da maksimum istemli izometrik kasılmalar, ASP etkisini yaratarak performans üzerinde bir etki göstermektedir (Marshall vd., 2019).

Hodgson ve arkadaşları (2005), 16 antrenmanlı birey ile yaptıkları bir çalışmada, ön yüklenme amacıyla izometrik maksimum istemli kasılma ile 3 set boyunca her biri 7 saniye süren ve setler arasında 8 dakika dinlenme verilen squat hareketi uygulamışlardır. Ancak 4 dakikalık dinlenmenin ardından aktif sıçrama performansında bir değişiklik gözlenmemiştir. Başka bir çalışmada, 30 antrenmanlı birey ile 3 TM dinamik squat hareketi sonrası 3 dakikalık dinlenme sonrasında aktif sıçrama performansındaki değişimler incelenmiştir. ASP uygulaması sonrası sıçrama yüksekliği % 2,9, zirve güç ise % 8,7 artış göstermiştir. Aynı araştırmada, katılımcılara 3x3 saniyelik izometrik maksimum istemli kasılma ile squat hareketi yaptırılarak, setler arasında 2 dakika

dinlenme verilmiştir. Sıçrama yüksekliğinde bir değişiklik görülmezken zirve güç % 8,0 oranında artmıştır (Rixon vd., 2007).

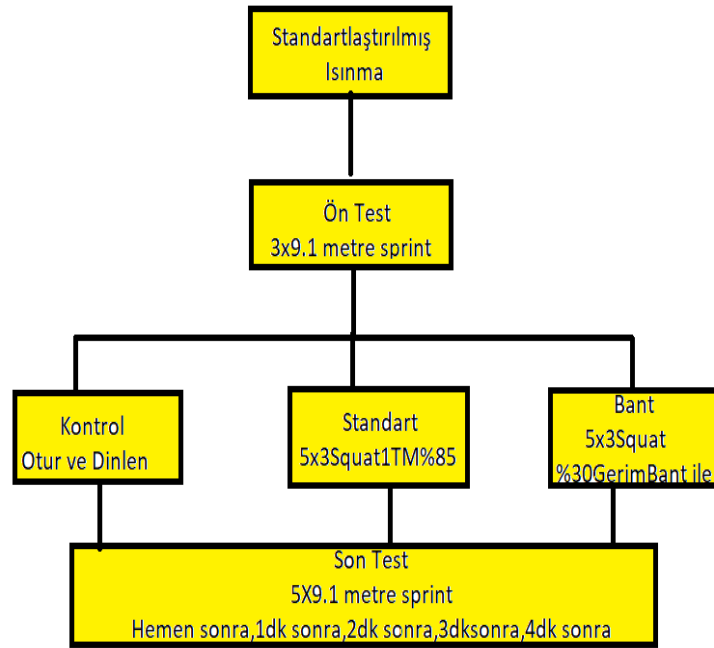
Hamada vd. (2000), yaptığı çalışmada 20 erkek gönüllü katılımcıya diz ekstansöründe 10 saniye boyunca maksimal istemli kasılma yaptırarak ASP'yi tetiklemişlerdir. Maksimal istemli kasılma sonrasında, 5 saniyelik dinlenmenin ardından zirve tork değerinde bir artış kaydedilmiştir. Ancak 30 ve 60 saniyelik dinlenme sürelerinin ardından zirve tork değerinde sırasıyla % 44 ve % 31 oranında bir azalma görülmüştür.

2.4.3. Ağrlık Yöntemi

Ağrlık yöntemi, kuvvet ya da hız odaklı performans artırmada kullanılan en sık yöntemlerden biridir. Güç veya hız odaklı bir aktiviteden önce ASP, genellikle kişinin maksimum tek tekrarının % 85'i veya daha fazlasıyla gerçekleştirilen kuvvet odaklı egzersizlerle sağlanır ve bu kuvvet odaklı egzersizler, ön yükleme olarak adlandırılır (Lockie vd., 2018). Dolayısıyla, ASP'yi ortaya çıkarmada en sık tercih edilen ön yükleme aktivitelerinden bir tanesi de ağrlık yöntemi olarak bilinmektedir. Kullanılan yükler, % 80-95 arasında yüksek şiddette olabileceği gibi, % 60-80 arasında orta şiddetli de olabilir. ASP etkisinin elde edilmesi için gereken şiddet, kişinin antrenman geçmişine ve kas lif yapısının yüzdesine göre değişiklik gösterebilir.

ASP etkisi, eksantrik, izometrik, veya konsantrik kasılmaları içeren yüksek şiddetli direnç egzersizleriyle ortaya çıkabilir. Eksantrik ön yükleme egzersizleri, sportif performansı artırmak amacıyla sıkça kullanılan ağrlık çalışmalarından biridir. Özellikle performans öncesi uygulanan squat egzersizlerinin, sıçrama yüksekliğini artırabildiği çeşitli araştırmalarla da kanıtlanmıştır (Beato vd., 2021).

Timothy vd. (2015), yaptığı çalışmada ağırlıkla yapılan squatla, elastik bantla yapılan squatın sürat performansı üzerine aktivasyon sonrası potansiyel etkilerini araştırmıştır. Çalışmada kontrol grubu ağırlıkla squat yapan standart grup ve elastik bantla çalışan bant grubu olmak üzere 3 grup bulunmaktadır. Birinci grup 5 dakika boyunca oturup dinlenirken, ikinci grup 5 set 3 tekrar 1 TM'lerinin % 85'inde çalışmaktadır. Üçüncü grup ise ikinci grupla aynı şiddete karşılık gelen % 30 bant gerimiyle (1 TM % 85'inde) 5 set 3 tekrar olacak şekilde uygulama yapmıştır. Sonuç olarak, squat kuvveti ile sürat süresi arasında anlamlı bir ilişki olmadığı, kontrol ve standart grup arasında son test sürecinde sürat değerlerinde anlamlı bir değişiklik olmadığı bant grubunda ise testin hemen sonrası ve 4 dakika sonrası yapılan 9.1 metrelik (m) sürat değerlerinde % 3,5'lik önemli bir azalma olduğu görülmektedir. Çalışma deseni şekil 2.1' de verilmiştir.



Şekil 2.1. Antrenman Modeli

(Timothy vd., 2015).

Beato vd. (2021), yılında yaptığı bir çalışmada ise 18 aktif erkek katılımcıyla yapılan bir çalışmada, maksimal yükte eksantrik ön yükleme egzersizi squat ile uygulanmıştır. Maksimal yükte gerçekleştirilen 3 set, 6 tekrar yarım squat egzersizinin ardından 15 saniye, 1, 3, 5, 7 ve 9. dakikalarda alt ekstremité gücü ve sıçrama performansı değerlendirilmiştir. Çalışma sonuçlarına göre, eksantrik ön yükleme egzersizi sıçrama performansını, zirve güç üretimini ve hamstring ile quadriceps kaslarının izometrik kuvvet değerlerini artırmıştır. Optimal performans artışının görüldüğü zaman aralığının ise 3 ile 9. dakikalar arasında olduğu belirlenmiştir.

2.4.4. Kompleks Antrenman

Kompleks antrenman, aynı antrenman döneminde hem kuvvet hem de güç gelişimini hedefleyen benzer biyomekanik özellikler taşıyan hem pliometrik egzersizler hem de ağır direnç antrenmanı ile sağlanabilen bir antrenman yöntemidir (Carter ve Greenwood, 2014). Ağır kuvvet egzersizi, ön yüklenme egzersizi olarak da adlandırılır ve bu yavaş hızda ağır yüklerle yapılan squat (5TM) ya da yüksek hızda orta yüklerle uygulanan güç ve kuvvet içeren hareketleri içerebilir ve aynı zamanda kompleks antrenman miyozin zincir fosforilizasyonunu ve motor ünite uyarımını artırarak kassal, sinirsel ve psikomotor sistemlerin optimal kapasitelerinin ortaya çıkmasını sağlamaktadır (Ebben ve Watts, 1998).

Dood ve Alvar (2007), beyzbol oyuncuları ile yaptığı çalışmada ağır direnç egzersizlerinden ve pliometrik egzersizlerden oluşan 4 haftalık kompleks antrenman programı uygulanarak oyuncuların dikey sıçrama, ayakta uzun atlama ve çeviklik

değerleri karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak, tüm performans parametrelerinde artış gözlemlenmiştir.

2.5. Aktivasyon Sonrası Potansiyasyonun Fizyolojik Mekanizmaları

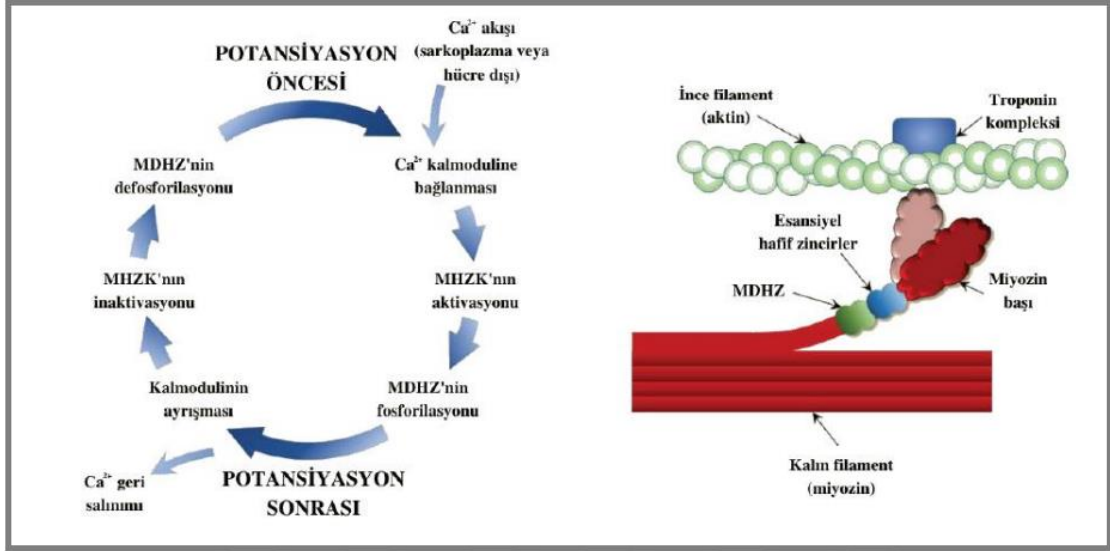
ASP etkisini tetiklediği düşünülen bir dizi fizyolojik mekanizma bulunmaktadır. ASP'nin üç ana mekanizma tarafından tetiklendiği düşünülmektedir (Hodgson vd., 2005). Bunlardan ilki miyozin hafif zincir fosforilasyonu, ikincisi pennasyon açısında meydana gelen değişiklikler ve üçüncüsü ise yüksek seviyede motor ünite katılımı olduğu bilinmektedir (Chiu vd., 2003).

2.5.1. Miyozin Hafif Zincir Fosforilasyonu

Yapılan araştırmalar, iskelet kaslarının içerdiği miyozin molekülünün fosforile edilebilen bir hafif zincir içerdiğini ve bu zincirin ASP'nin oluşum mekanizmasında önemli bir rol oynadığını ortaya koymuştur (Blazevich ve Babault, 2019). Miyozin düzenleyici hafif zincir (MDHZ) fosforilasyonunun kasın yapısında bulunan miyozinin Ca^{+2} 'a olan duyarlılığının ve miyozin-aktin bağlarının verimliliğini artırarak ASP'yi tetiklediği sonuç olarak da kuvvet ve kasılma hızında gelişime neden olduğu düşünülmektedir (Gago vd., 2020; Johnson vd., 2019).

ASP etkisini ortaya çıkarmak için uygulanan ön yüklenme aktivitesinin etkisi hem uygulanan şiddete hem de kas lifi tiplerinin dağılımına göre değişiklik göstermektedir (Johnson vd., 2019). Kasılma süresi ve yarı gevşeme süresinin en kısa ve tip II kas liflerinin en fazla olduğu olduğu kaslarda (kalfler ve kuadriseps gibi) daha yüksek oranda fosforilasyon sağlanmakta ve buda PAP'ın etkisini artırarak daha fazla güç üretimine

imkan sağlamaktadır (Hamada vd., 2000; Sweeney vd., 1993; Hodgson, 2005). MDHZ fosforilizasyonunun fizyolojisi şekil 2.2’ de gösterilmiştir.



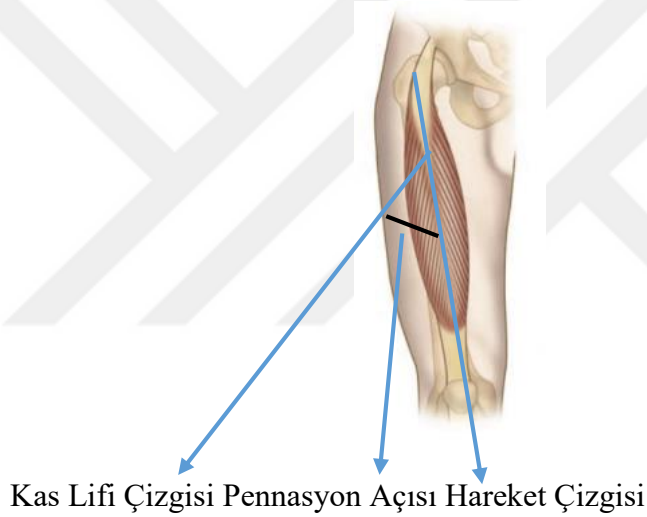
Şekil 2.2. ASP Mekanizmasına Neden Olan MDHZ Fosforilizasyonu
(Blazevich ve Babault, 2019).

2.5.2. Pennasyon Açısı

ASP'nin açığa çıkmasıyla ilgili öne sürülen bir diğer mekanizmayı pennasyon açısı oluşturmaktadır. Bu açı, kas liflerinin tendon ve bağ dokusuna bağlı olarak nasıl dağıldığını ifade eder ve kasın önemli bir fonksiyonel özelliğidir (Folland ve Williams, 2007). Pennasyon açısı şekil 2.3’ te verilmiştir. Kas kontraksiyonu esnasında tendona aktarılan bütün kuvvet bu açı tarafından azaltılır ve sonuçta daha az pennasyon açısına sahip kaslar, tendona aktarılan kuvvet açısından mekanik olarak daha avantajlı olmaktadır (Fukunaga, Ichinose, Ito, Kawakami ve Fukashiro, 1997). Örneğin soleus kasında kas

lifleriyle tendonlar aynı doğrultuda olduğunda bu açı 0 olur ve kasın ürettiği kuvvetin tamamı etkili bir şekilde tendona iletilir (Tillin ve Bishop, 2009; Lima vd., 2014).

Mahlfeld vd. (2004), yaptığı bir çalışmada kuadriseps kasının vastus lateralis parçasında maksimum istemli kasılma yaptıktan önce ve sonra dinlenme halindeyken pennat açı ölçülmüş ve sonuç olarak kasılmadan sonraki 3-6 dakikada ölçülen pennat açının anlamlı derecede azaldığı gözlemlenmiştir. Yani kas kasıldıktan bir süre sonra açı belirgin bir şekilde küçülmüştür. Buda tendonlara aktarılan kuvvette % 0.9'luk bir artışa yol açmış ve ASP'yi tetiklediği düşünülmüştür.



Şekil 2.3. Kas Lifi Çeşitlerine Göre Pennasyon Açısı

(McArdle vd., 2010)

2.5.3. Hoffmann Refleksi (H Refleksi)

Merkezi sinir sisteminin işleyişini ve refleksi α motor nöronların uyarılabilirliğini değerlendirme yöntemlerinden biri de H refleksidir (Hoffmann Refleksi). H refleksi, Ia afferent nöronlar vasıtasıyla motor nöronların uyarılmasını inceleyen bir yöntemdir (Zehr, 2002). ASP'den yararlanmak için yapılan bir ön yüklenme egzersizi sonrasında, α motor nöronların uyarılmasının artması ya da Ia afferent sinirler

üzerindeki presinaptik inhibisyonun azalması gerekir. Bu iki durumda da refleks yoluyla daha fazla motor ünite aktive edilerek kasın ürettiği güçte artma beklenir (Hodgson, Docherty ve Robbins, 2005).

2.6. Aktivasyon Sonrası Potansiyasyonu Etkileyen Faktörler

Tüm antrenman türlerinde olduğu gibi ASP'yi de etkileyen birçok değişken vardır. ASP'nin kas kuvveti ve sportif performansa etkisini değiştiren unsurlar arasında, yapılan kondisyon çalışmasının türü ve şiddeti, ön yüklenme sonrası geçen dinlenme süresi, sporcu deneyimi ve cinsiyet yer alır (Sarramian vd., 2015). ASP'nin gelişiminde kas kasılma tipi ve kas lifi dağılımı önemli rol oynarken, genetik faktörler de bu süreçte etkilidir. Yapılan araştırmalar, yüksek oranda tip II kas lifi içeren ve kesit alanı geniş kasların, ASP'nin etkisiyle maksimum kuvvete daha hızlı ulaşabildiğini ortaya koymaktadır.

Kişinin anatomisine bağlı kas lifi dağılımına ek antrenman geçmişi de kas lifi özelliklerini değiştirerek tip II kas liflerinde artışa neden olarak antrenman esnasında daha fazla motor ünitenin aktif hale gelmesine olanak tanır (Rixon vd., 2007). Araştırmalar, ASP etkisini tetiklemek için düşük hızda ve yüksek yoğunlukta yapılan ön yüklenme aktivitelerinin etkili olduğunu önerirken 1 TM'nin % 80'i ve üzerindeki direnç antrenmanlarının, maksimum ASP etkisinin elde edilmesi için önemli olduğu belirtmiştir (Hanson vd., 2007).

ASP'yi etkileyen diğer bir faktör ise yorgunluktur. Antrenman sonrasında ortaya çıkan yorgunluk ve potansiyasyon, antrenmanın yoğunluk ve hacmine göre değişkenlik gösterir (Stone vd., 2008). Yorgunluk, kas aktivasyonunu azaltarak ASP'nin performans üzerindeki etkisini olumsuz yönde etkiler. Bunun nedeni olarak önceki aktivitenin sonucunda oluşan kuvvetteki düşüş, ortalama sarkoplazmik serbest kalsiyumun veya

kalsiyum iyonlarına olan duyarlılığın azalmasından kaynaklandığı vurgulanmaktadır (Allen vd., 1989). Yorgunluk ve potansiyasyon, iskelet kaslarının kuvvet üretimi üzerinde ters etkiler yaratırken bu iki kavram bir arada da bulunabilir (Rassier ve MacIntosh, 2000). Bu iki mekanizmanın dengelenmesi ve performansın en iyi seviyeye ulaşması, yapılan ön yüklenme aktivitesinin türüne, uygulama süresine ve dinlenme süresine bağlıdır (Anthi vd., 2014).

Hız yada güç odaklı bir harekette ASP, çoğunlukla kişinin tek seferde kaldırabileceği maksimum yükün % 85'i ya da daha fazlasıyla yapılan ön yüklenme egzersizinin ardından ortaya çıkar ve buna ön yüklenme aktivitesi adı verilir (Lockie vd., 2018; Ebben, 2002). Ön yüklenme şiddeti az olduğunda, ASP yorgunluktan daha etkilidir ve patlayıcı performansta hemen bir iyileşme görülürken, yüklenme şiddeti arttıkça yorgunluk baskın hale gelir, sonraki performans olumsuz etkilenir ve yorgunluk, ASP'den daha hızlı bir şekilde azalarak toparlanma sürecinin bir noktasında performans artışıyla sonuçlanır (Hamada vd., 2003). Yapılan birçok çalışmada ASP'nin dirençli egzersizlerden 3 dakika sonra başlayıp 10. dakikaya kadar devam ettiği bulunmuştur (Nibali vd., 2015; Turner vd., 2015). Beato ve arkadaşlarının 2021 yılında yaptığı bir çalışmada orta ve ağır şiddetteki eksantrik ön yüklenme aktivitelerinin yön değiştirme ve sıçrama performansı üzerindeki etkilerini inceleyen bir çalışmada, her iki yüklenme türünün de performansı en üst düzeye çıkarırken toparlanma evresinin ilk döneminde (ilk 30 saniye) yorgunluk daha belirginken ikinci dönemde (3. ve 6. dakikalar) potansiyasyon daha etkili hale geldiği belirtilmiştir.

2.7. Dikey Sıçrama Performansı

Sıçrama, insan vücudun alt ve üst kısımları arasında motor kontrol gerektiren kompleks bir harekettir (Markovic vd., 2004). Dikey sıçrama yüksekliği ise, kişinin

dururken eliyle ulaştığı nokta ile sıçradığında ulaştığı nokta arasında kalan mesafe farkı olarak tanımlanır (Günay vd., 2013). Dikey sıçramalar, patlayıcı kuvvet egzersizleri arasında yer alır ve bir sporcunun en iyi performansına ulaşabilmesi için geliştirmesi gereken en önemli yeteneklerden biridir.

Dikey sıçrama sırasında alt ekstremitelerde oluşan itici gücün, profesyonel sporcularda patlayıcı özellikleri test etmek için uygun olduğu düşünölmüştür ve bu test, aynı zamanda fiziksel uygunluk değerlendirmelerinde ve yetenek sınavı süreçlerinde sıkça kullanılmaktadır (Markovic vd., 2004; Castagna ve Castellini, 2013).

2.8. Aktivasyon Sonrası Potansiyasyonun Dikey Sıçrama Performansı Üzerine Etkisini İnceleyen Çalışmalar

Till ve Cooke (2009), yaptığı bir çalışmada ASP'nin futbolcularda sıçrama ve sürat performansı üzerine etkisini incelemişlerdir. Araştırmanın amacı hem dinamik kasılmaların hem de izometrik maksimum istemli kasılmaların (MVC) sürat ve sıçrama performansına ASP etkilerini değerlendirmek ve ASP yöntemlerinin futbolcular için ısınma protokollerinde etkili bir şekilde kullanılıp kullanılamayacağını belirlemektir. Bu etkiyi açığa çıkarmak için 4 farklı gruba sırasıyla deadlift (maksimum 5 tekrar), tuck jump (5 tekrar), izometrik diz ekstansiyonu (3 saniye boyunca 3 tekrar) uygulanırken kontrol grubu yalnız ısınma egzersizleri uygulanmıştır. Bu ön yükleme egzersizlerinden sonra 4, 5 ve 6. dk'lardan sonra 10 m ve 20 m sürat testi; 7, 8 ve 9.dakikalarda dikey sıçrama testi gerçekeştirilmiştir. 2 farklı hareketli egzersiz çeşidi ve izometrik kasılmanın ASP'yi nasıl etkilediğini bulmayı hedefleyen çalışmada kontrol grubuyla yapılan karşılaştırmada anlamlı fark bulunmamıştır. Tüm protokollerden sonra performans parametrelerinde anlamlı bir değerışim olmamış ancak deadlift programının ardından performans

parametrelerinde artışlar gözlemlenmiştir. Bu çalışmanın diğer önemli bulgusu da ASP'nin egzersizin yükü, hacmi ve kişisel değişkenlere bağlı olarak performans artırma potansiyelinde farklılıklar göstermesidir.

Khamoui vd. (2009), yaptığı çalışmada rekreasyonel amaçlı eğitim alan erkeklerde egzersiz hacminin güçlendirilmesinin dikey sıçrama parametreleri üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Bu çalışmanın amacı, rekreasyonel olarak antrenman yapan erkeklerde yüksek kuvvetli back squat hacminin dikey sıçrama (DS) yüksekliği, yer reaksiyon kuvveti (GRF), impulse (IMP) ve kalkış hızı (TOV) üzerindeki etkisini araştırmaktır. Çalışma en az 1 yıllık spor tecrübesine sahip 16 amatör erkek ile yapılmıştır. Antrenman en az 72 saat arayla ayrılmış 5 seanstan oluşmaktaydı. Seans 1'de denekler, bir potansiyasyon açığa çıkaracak egzersiz müdahalesi olmadan (kontrol durumu) dikey sıçrama (DS) testi yaptı ve test-tekrar yöntemiyle (3 DS, 5 dakika oturarak dinlenme ve 3 DS daha) 1RM squat testi gerçekleştirmiştir. Denekler, sonraki 4 test seansını test-tekrar yöntemiyle (3 DS, deneysel durum, 5 dakika oturarak dinlenme ve 3 DS daha) rastgele sırayla tamamlamıştır. Dört deneysel durum, deneklerin squat yaparken 1RM'lerinin % 85'lik bir yük ile 1×2 , 1×3 , 1×4 veya 1×5 şeklinde genişletilmiş hacimde çalışmalarını gerektirmiştir. Sonuç olarak, herhangi bir bağımlı değişken için durum zaman etkileşimlerinde anlamlı bir sonuç bulamadı ($p > 0.05$); ancak, GRF ve IMP için zaman açısından anlamlı ($p < 0.05$) ana etkiler bulunmuştur, ancak DS veya TOV için bulunmamıştır. Bu sonuçlar, % 85 1RM squat hacimlerinin, rekreasyonel olarak eğitilmiş amatör erkeklerde DS potansiyasyon tepkisi üretmediğini göstermektedir.

Yapılan diğer bir çalışmada yükselen yoğunluklu squat egzersiz protokolünün dikey sıçrama performansı üzerine akut etkilerini incelenmiştir. Çalışmada amaç tek tekrar egzersizlerden oluşan ve giderek yoğunlaşan squat protokolünün dikey sıçrama

performansına sağladığı akut etkileri incelemektir. 14 kişilik ağırlık kaldıran öğrenciden oluşan denekler 2 test seansına katılmıştır. Gruplar squat (sq) ve kontrol (con) grubundan oluşmaktadır. Squat grubunda, submaksimal bisiklet sürme ve statik esnetme sonrasında 3 dakikalık zaman aralıkları ile artan yüklerle (20% TM 40% 1TM, 60% 1TM, 80% 1TM ve maksimum izometrik (MI) (yarı squat egzersizi) squat egzersizleri yapıldı. Maksimum dikey sıçrama yüksekliği oturumun başında ve bisiklet sürme, statik esnetme ve SQ koşulundaki her squat egzersizinden sonra ölçülmüştür. Kontrol grubunda, dikey sıçrama yüksekliği aynı zaman dilimlerinde, bisiklet sürme ve esnetmeden sonra bir sandalyede dinlenen deneklerin ölçümleri ile alınmıştır. Dikey sıçrama yüksekliği, 60% 1TM, 80% 1TM ve MI squat egzersizlerinden sonra, başlangıç değerlerine (yani, dikey sıçramanın ilk denemesi) kıyasla kademeli olarak artmıştır; CON koşulunda ise hiçbir değişiklik gözlemlenmemiştir. Bu sonuçlar, yeterli şiddetteki tek tekrar egzersizlerinden oluşan artan şiddette bir squat protokolünün, yüksek kas gücüne ihtiyaç duyan sporcular için faydalı olabileceğini önermektedir (Hirayama, 2014).

Başka bir çalışmada eksantrik ön yüklenmenin ASP üzerindeki etkisi ile sıçrama performansı ve alt ekstremité gücü incelenmiştir. Araştırmaya 18 aktif erkek gönüllü katılmıştır. Deney grubundaki katılımcılar, maksimum güçle 3 set halinde 6 tekrar yarım squat egzersizi yapmışlar; setler arasında 2 dakika pasif dinlenme verilmiştir. Kontrol grubundaki gönüllüler ise sadece ısınma protokolünü uygulamışlardır. Her iki grupta, 15 saniye, 1, 3, 5, 7 ve 9. dakikalarda sıçrama performansı ve izokinetik kas kuvveti ölçümleri alınmıştır. Sonuçlar, eksantrik ön yüklenme uygulanan grupta sıçrama performansında ve hamstring ile quadriceps kaslarının zirve kuvvetinde anlamlı bir gelişme olduğunu göstermiştir. Ayrıca, ASP etkisinin en belirgin olduğu zaman diliminin 3. ve 9. dakikalar arasında olduğu belirtilmiştir (Beato vd., 2021).

Mike vd. (2017), yaptığı diğ er bir çalışmada farklı eksantrik kasılma sürelerinin kas gücü, dikey sıçrama ve yorgunluk üzerindeki etkileri incelenmiştir. Katılımcılar, 1 TM %80 ağırlıkla 4 set 6 tekrar squat egzersizi yapmışlardır. Egzersizlerde eksantrik faz süreleri 2 saniye, 4 saniye ve 6 saniye olarak rastgele uygulanmıştır ve bu süreç 4 hafta boyunca devam etmişlerdir. Sonuçlar incelendiğinde, eksantrik fazın 2 saniye olduğu grupta dikey sıçrama performansında anlamlı bir artış gözlemlenmiştir. Ancak, 4 saniye ve 6 saniye sürelerle yapılan egzersiz gruplarında anlamlı bir değişiklik bulunmamıştır. Bu durum, daha kısa eksantrik faz sürelerinin performans üzerindeki olumlu etkilerini göstermektedir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Araştırma Grubu

Araştırma grubu, Tokat Belediye Plevne Spor kulübünde oynayan 18 gönüllü erkek voleybol oyuncusundan oluşmaktadır.

3.2. Evren ve Örneklem

Çalışmanın evrenini, Tokat ilinde lisanslı olarak voleybol oynayan 19-24 yaşındaki genç erkek voleybolcular oluştururken, örneklem grubunu ise bu evren içerisinde, Tokat Belediye Plevnespor Klübü alt yapısında voleybol oynayan 18 erkek oyuncu oluşturmaktadır. Araştırmaya, 18 genç erkek voleybolcu (yaş = $21,9 \pm 1,3$ yıl; antrenman yaşı = $7,4 \pm 1,2$ yıl) gönüllü olarak katılmıştır. Çalışma sezon içi dönemde yapılmıştır. Çalışma öncesinde araştırma grubunda bulunan genç voleybolcuların tümüne çalışma ile ilgili risk ve rahatsızlıkları içeren ayrıntılı bilgi verilmiş, “Bilgilendirilmiş Gönüllü Onam Formu” sporculara ve velilere okutularak imzalatılmıştır (Ek-1). Ayrıca çalışma öncesinde Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Sosyal ve Beşeri Bilimler Araştırmaları Etik Kurulu Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürlüğünün 09.05.2024 tarih ve 428191 sayılı yazısı ile Etik Kurulu’ndan izin alınmıştır.

3.3. Veri Toplama Araçları

3.3.1. *Vücut Kompozisyonu*

Araştırmaya katılan sporcuların boy uzunlukları duvara sabitlenmiş stadiometre (Holtain Ltd, İngiltere) ile (± 1 cm hata ile) ölçülmüştür. Ayrıca vücut ağırlıkları, beden kütle indeksi (kg/m^2), vücut yağ yüzdesi, kas kütlesi ve yağ kütlesi (kg), şort ve tshirt ile, çıplak ayak anatomik duruş pozisyonunda (Tanita DC 360, ABD) ile (± 100 gr hata ile) ölçülmüştür.

3.3.2. Sıçrama Testi

Araştırmaya katılan sporcuların sıçrama yüksekliği ölçümü için sıklıkla kullanılan dikey sıçrama testlerinden biri olan squat sıçrama testi kullanılmıştır. Ayaklar omuz genişliğinde açık olacak şekilde, yaklaşık 90° diz fleksiyonu pozisyonunda sabit bir şekilde 2–3 saniye beklenmiş, ardından araştırmacı tarafından verilen sözel komutla (örn. “hazır – sıçra”) maksimum dikey sıçrama gerçekleştirilmiştir. Test iki tekrar olarak uygulanmış ve en iyi sonuç kaydedilmiştir. Sıçrama performansı cep telefonunda uygulama olarak yer alan geçerliği ve güvenilirliği yüksek olan MyJump 2 uygulaması ile yapılmıştır (Bogataj vd., 2020).

3.3.3. Algılanan Zorluk Derecesi

Algılanan zorluk, bireysel algılamaya dayanan subjektif bir yöntem olmakla birlikte, egzersiz yoğunluğunun belirlenmesinde de yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir (Borg, 1998). Bu çalışmada 6-20’li Borg Skalası kullanılmıştır.

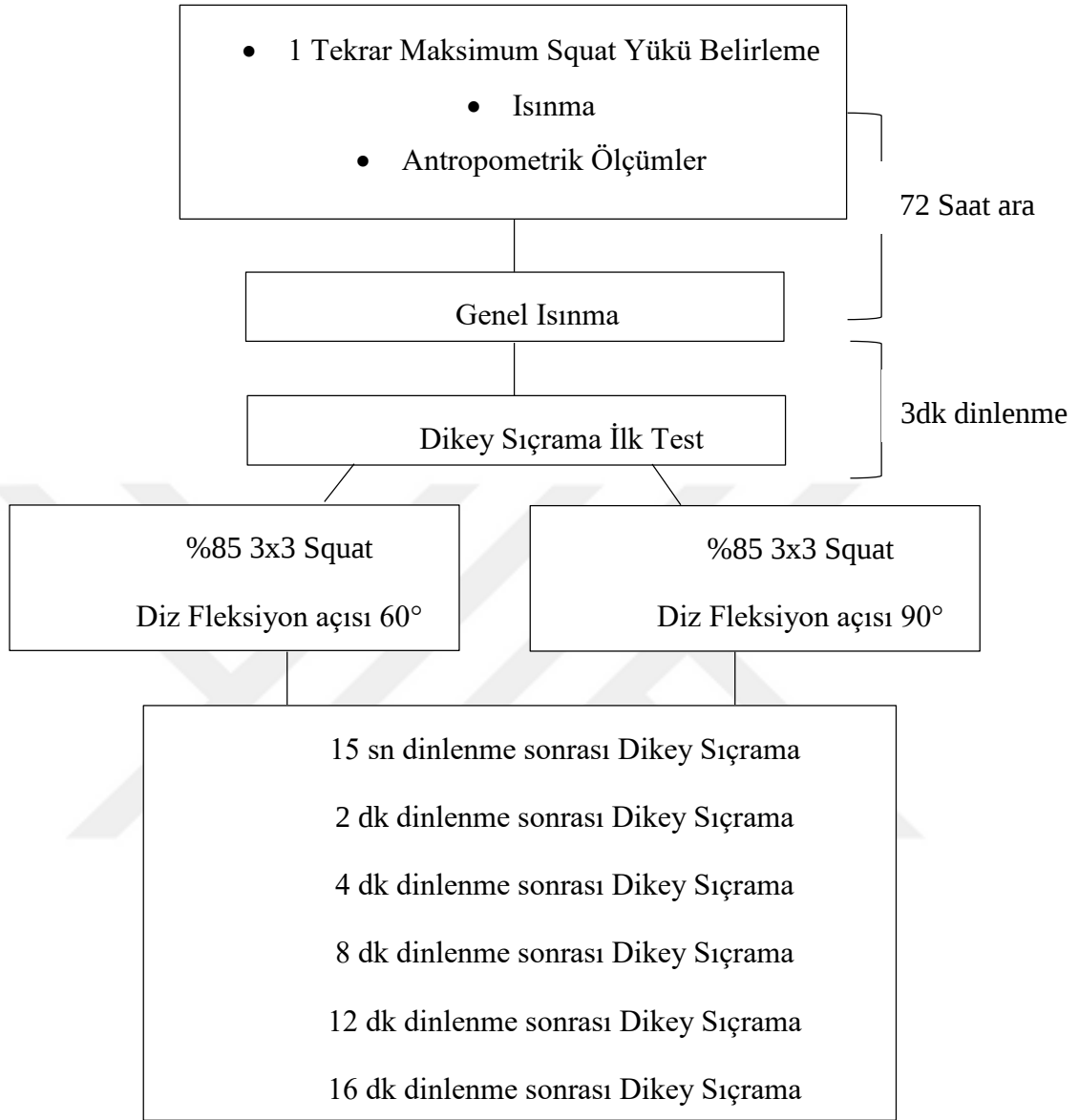
3.3.4. 1 Tekrarlı Maksimum Ağırlığın Belirlenmesi

Katılımcıların 1 Tekrar Maksimum (TM) ağırlığının belirlenmesi için standart ısınma sonrası diz fleksiyon açısının 90 derece olduğu yarım squat egzersizi ile test gerçekleştirilmiştir. Katılımcılar, araştırmacının belirlediği ve kendi tercih ettikleri ağırlıkla ilk sette 7-10 tekrar arası kaldırış yapmışlardır. Kaldırılan ağırlık ve hissedilen zorluğa göre ağırlığa 2,5-5 kg eklenerek tekrar etmeleri istenmiştir. Bu süreç, katılımcının yalnızca 1 tekrar yapabildiği ağırlığa ulaşılan kadar devam etmiştir. Araştırmacı, kaldırılan 1 tekrar ağırlığını kilogram cinsinden kaydetmiştir. Katılımcılara bir gün içinde en fazla 5 set deneme hakkı verilmiş ve eğer başarılı olunamamışsa, test 48 saat sonra tekrarlanmıştır (Kafkas vd., 2018).

3.4. Verilerin Toplanması

Katılımcılara veri toplamadan önce test uygulamaları detaylı bir şekilde açıklanmıştır. Aynı gün içinde, dikey sıçrama testi hakkında bilgi verildi ve katılımcılardan deneme yapmaları istendi ve böylelikle uyum süreci gerçekleştirilmiştir. Her katılımcı, çapraz deney deseni yöntemiyle tüm uygulamalara katıldı ve 72 saat arayla testlere alınmıştır. İlk ölçümlerden 72 saat önce, tüm katılımcıların antropometrik ölçümleri gerçekleştirildikten sonra herkes için standart bir genel ve ısınma süreci ile 1 Tekrar Maksimum (TM) squat yükleri belirlenmiştir. Katılımcılara, testten iki gün önce başlamak koşuluyla alkol ve kafein içeren içecekleri tüketmemeleri, ağır direnç antrenmanı yapmamaları ve ölçümden en az 2 saat önce herhangi bir şey yememeleri hatırlatılarak tüm testler öğleden sonra 16.00-18.00 saatleri arasında gerçekleştirilmiştir.

Her ölçüm öncesinde katılımcılardan 5 dakika koşu bandında kendi belirledikleri hızlarda yürüyüş yapmaları ve daha sonrasında kişisel olarak belirlenen 1 Tekrar Maksimum (TM) ağırlığının %50'siyle 10 tekrar yarım squat yapmaları istenmiştir. Bu süreçten sonra katılımcılara 3 dk dinlenme süresi verilmiş ve peşinden sırasıyla (15 sn, 2, 4, 8, 12 ve 16. Dakikalarda) ve rasgele farklı açılarda dikey sıçrama yapmaları istenmiştir. Daha sonra ASP'yi açığa çıkarabilmek için ön yükleme olarak 1 TM %85 i olacak şekilde 3 set 3 tekrar squat egzersizi yaptırılmıştır (Carbone vd., 2020; Beato vd., 2021). Bu egzersizi katılımcılar rasgele şekilde diz fleksiyon açısı 60° ve 90° olacak şekilde hareketi tamamlamıştır. Her set arasında 3 dk dinlenme verilmiş ve tüm setler bittikten 6 dk sonra dikey sıçrama testi tekrar yapılmıştır (Beato vd., 2021). Antrenman deseni şekil 3.1'de verilmiştir.



Şekil 3.1. Antrenman Deseni

3.5. Verilerin Analizi

Araştırmanın istatistiksel analizinde kullanılmak üzere toplanan verilerin normallik dağılımı için Kolmogorov-Smirnov testi kullanılarak belirlenmiştir. Ölçümler arasındaki farkın belirlenmesi için tekrarlı ölçümlerde varyans analizi testi kullanılmıştır. Her bir bağımlı değişken için etki büyüklükleri (Cohen's d)

hesaplanmıştır. Etki b y kl   ıstatistikleri için eşikler aşağıdaki gibidir: 0.2, önemsiz; 0.6, küçük; 1.2, orta; 2.0, büyük ve 2.0 veya daha büyük, çok büyük (Hopkins ve ark., 2009).  statistiksel analizler SPSS 26.0 (SPSS Inc, Chicago, IL, ABD) programı kullanılmış ve anlamlılık değeri $p \leq 0.05$ olarak belirlenmiştir.



4. BULGULAR

Bu çalışma, farklı açılarda yapılan squat egzersizleriyle uygulanan postaktivasyon potansiyasyonunun genç voleybol oyuncularında dikey sıçrama performansı üzerine etkilerini araştırmak amacıyla yapılmıştır. Bu bölümde yapılan çalışmadan elde edilen bulgular sunulmaktadır.

Katılımcılara ait tanımlayıcı değerler Tablo 4.1.'de gösterilmektedir.

Tablo 4.1. Katılımcılara ait tanımlayıcı değerler

	Yaş (yıl)	Antrenman Yaşı (yıl)	Kilo (kg)	Boy (cm)	BKİ (kg/m ²)	VYY (%)	1-TM (kg)	1-TM (%)
Oyuncu-1	23,0	9,0	87,0	182,0	26,3	13,7	108,0	1,2
Oyuncu-2	24,0	8,0	72,0	185,0	21,0	12,1	97,0	1,3
Oyuncu-3	24,0	10,0	88,0	185,0	25,7	11,6	109,0	1,2
Oyuncu-4	23,0	6,0	71,2	175,0	23,2	15,4	106,0	1,5
Oyuncu-5	19,0	6,0	67,4	172,0	22,8	12,6	91,0	1,4
Oyuncu-6	21,0	8,0	70,4	175,0	23,0	19,9	97,0	1,4
Oyuncu-7	20,0	7,0	73,1	172,0	24,7	14,1	96,0	1,3
Oyuncu-8	22,0	6,0	74,1	187,0	21,2	18,2	99,0	1,3
Oyuncu-9	21,0	8,0	72,8	173,0	24,3	11,9	94,0	1,3
Oyuncu-10	23,0	8,0	78,5	178,0	24,8	15,7	110,0	1,4
Oyuncu-11	22,0	8,0	87,6	176,0	28,3	19,3	101,0	1,2
Oyuncu-12	22,0	6,0	70,0	181,0	21,4	13,3	89,0	1,3
Oyuncu-13	22,0	7,0	74,5	175,0	24,3	13,1	97,0	1,3
Oyuncu-14	21,0	7,0	75,1	174,0	24,8	12,6	106,0	1,4
Oyuncu-15	23,0	9,0	69,8	170,0	24,2	14,9	97,0	1,4
Oyuncu-16	21,0	6,0	72,2	171,0	24,7	19,3	108,0	1,5
Oyuncu-17	22,0	8,0	75,6	179,0	23,6	18,5	102,0	1,3
Oyuncu-18	21,0	7,0	72,3	182,0	21,8	17,9	108,0	1,5
Ortalama	21,9	7,4	75,1	177,3	23,9	15,2	100,8	1,3
Standart Sapma	1,3	1,2	6,2	5,3	1,9	2,9	6,5	0,1

Tablo 4.2. 60° açıda yapılan squat egzersizleriyle uygulanan postaktivasyon potansiyasyonunun dikey sıçrama performansı üzerine etkileri

		Ön test	15 sn	2 dk	4 dk	8 dk	12 dk	16 dk
DF 60°	Ort	37,05	38,56	39,05	38,10	37,32	36,60	36,32
Kontrol (cm)	Ss	1,13	1,31	1,29	1,23	1,53	1,77	1,92
DF 60°	Ort	37,38	38,76	39,65	40,58	40,33	39,46	38,64
PAP (cm)	Ss	1,09	1,26	1,11	1,07	0,75	0,62	1,05
Fark (cm)		0,33	0,20	0,59	2,47	3,01	2,85	2,32

DF: Diz Fleksiyonu; PAP: Postaktivasyon potansiyasyonu

Tablo 4.3. 90° açıda yapılan squat egzersizleriyle uygulanan postaktivasyon potansiyasyonunun dikey sıçrama performansı üzerine etkileri

		Ön test	15 sn	2 dk	4 dk	8 dk	12 dk	16 dk
DF 90°	Ort	37,09	38,79	39,49	38,63	38,01	37,62	36,78
Kontrol (cm)	Ss	1,17	1,20	1,17	1,10	0,97	1,03	0,88
DF 90°	Ort	36,98	39,29	40,53	41,78	42,08	41,19	39,92
PAP (cm)	Ss	1,27	1,05	0,82	0,82	0,67	0,51	0,59
Fark (cm)		0,33	-0,11	0,50	1,04	3,15	4,06	3,57

DF: Diz Fleksiyonu; PAP: Postaktivasyon potansiyasyonu

60 ve 90 derecelerde yapılan squat egzersizleriyle uygulanan postaktivasyon potansiyasyonunun dikey sıçrama performansı üzerine etkilerini incelemek için yapılan 4 uygulama $\times$ 7 zaman içeren tekrarlı ölçümlerde iki yönlü varyans analizi sonuçlarına göre, uygulama $\times$ zaman etkisinde ($F = 4,618$; $p < 0.001$), uygulama etkisinde ($F = 5,332$; $p < 0.002$) ve zaman etkisinde ($F = 4,911$; $p < 0.001$) istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur. Bunun yanında uygulamalarda ön test uygulaması sonrasında yapılan uygulamalarda zamana bağlı istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p < 0.05$).

5. TARTIŞMA

Bu çalışmanın amacı 60 ve 90 derece açılarda yapılan squat egzersizleriyle uygulanan postaktivasyon potansiyasyonunun genç voleybol oyuncularında dikey sıçrama performansı üzerine etkilerini araştırmak amacıyla yapılmıştır. Bu bölümde çalışmada sonucunda elde edilen tüm bulgular ve değerler literatürde bulunan çalışmalarla değerlendirilecektir. Son yıllarda giderek artan şekilde literatürde yer bulan postaktivasyon potansiyasyonunun uygulaması özellikle sıçramanın en önemli motorik özellik olarak ortaya konduğu voleybol sporcularında sporcular ve antrenörler tarafından sıçrama performansını akut ve kronik olarak artırmak için daha yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Bu çalışma, ileride gerçekleştirilecek araştırmalara temel oluşturabilir ve ilgili alanda daha kapsamlı çalışmalar yapılmasına katkı sağlayabilir.

Direnç antrenmanları kasın kuvvet, güç ve dayanıklılığında artış sağlamaktadır (Kilit vd., 2023). ASP (etkisini ortaya çıkarmak amacıyla, squat egzersizleri sıklıkla tercih edilen bir yöntemdir. Squat egzersizleri, hem uygulanmasının pratik olması hem de spor performansını artırmadaki etkisinin bilimsel olarak kanıtlanmış olması sayesinde, sporcular ve antrenörler tarafından sıklıkla tercih edilmektedir. Yapılan çalışmalar incelğinde squat egzersizlerinin ASP etkisini ortaya çıkardığı görülen pek çok çalışma mevcuttur. Bu çalışmalardan birinde, 20-22 yaş arası 15 atletizm sporcusu ile yapılan çalışmada barbell squatla %75 1RM, %85 1RM ve %95 1RM yüklerinde egzersiz yaptırılmış; her bir çömelme kombinasyonunun ardından 3., 6., 9. ve 12. dakikalarda düz squat sıçrama yükseklikleri ölçülmüştür. Sonuç olarak 120° diz açısı ve %95 1RM kombinasyonu, uyarım sonrası en iyi squat sıçrama performansını üretmiştir ve zirve performans uyarımdan 9 dakika sonra ortaya çıkmıştır (Hengyuan vd., 2024).

Yapılan başka bir çalışmada ASP etkisinin kadın ve erkek sporcular arasındaki sıçrama performansı farkı incelenmiştir. Çalışmaya katılan 40 voleybol oyuncusu rastgele olarak kontrol ve deney gruplarına ayrılmıştır. Deney grubu, %50, %75 ve %100 oranlarında (10 tekrar maksimuma göre) üç setlik 10 tekrar barbell squat içeren bir PAP protokolü uygulanmıştır. Son setin sonunda katılımcılar art arda 3 dikey sıçrama gerçekleştirmişlerdir. Sonuçlar, hem kadın hem erkek sporcularda dikey sıçrama yüksekliği öncesi ve sonrası arasında anlamlı bir fark olduğunu ortaya koymaktadır. Bunun yanında, erkek sporcuların sıçrama performansındaki artışın kadınlara kıyasla istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha fazla olduğu da belirlenmiştir (Sarika vd., 2019).

Basketbol, softbol ve voleybol takımlarında oynayan kadın sporcular ile yapılan bir çalışmada back squat egzersizinin statik squat sıçraması (SSJ) performansı üzerindeki ASP etkisi araştırılmıştır. Katılımcılar öncelikle 3 kez SSJ yaptıktan sonra, 1 tekrar maksimumlarının %90'ı ile 3 tekrar back squat uygulamışlardır. Daha sonra 5 dakikalık dinlenme süresi sonrası tekrar 3 kez maksimum yüksekliğe ulaşmayı hedefleyen SSJ gerçekleştirmişlerdir. İstatistiksel olarak analiz sonuçlarında zaman ve takım arasında anlamlı bir etkileşim gözlemlenmiştir ($p = 0.022$). Ancak zamanın ana etkisi anlamlı bulunmamıştır ($p = 0.279$), bu da grup genelinde PAP etkisinin gözlemlenmediği anlamına gelmektedir. Aynı şekilde, takımın ana etkisi de anlamlı değildir ($p = 0.173$), bu sonuç ise takımlar arasında güç çıktıları açısından anlamlı bir fark bulunmadığı şeklinde yorumlanabilir (Sygulla ve Fountaine, 2014).

Khamoui vd. (2009), tarafından gerçekleştirilen çalışmada, ön yüklenme aktivitesi kapsamında 1 tekrar maksimumun (1TM) %85'i ile dört farklı gruba sırasıyla 2, 3, 4 ve 5 tekrar içeren squat protokolleri uygulanmıştır. Çalışma bulgularına göre, rekreasyonel düzeyde aktif bireylerde bu şiddette gerçekleştirilen ön yüklenme uygulamasının dikey

sıçrama performansı üzerinde olumsuz etkiler oluşturduğu gözlemlenmiştir. Araştırmacılar, bu sonucun olası nedenleri arasında katılımcı grubunun yetersiz kas kuvvetine sahip olması ve yüksek şiddetli yüklenme sonrasında yeterli toparlanma süresinin (5 dakika) sağlanamamasını göstermiştir. Bu faktörlerin bir araya gelmesiyle akut performans artışı (ASP) etkisinin ortaya çıkmadığı ifade edilmektedir.

Direnç egzersizi ile karmaşık egzersizin postaktivasyon potansiyasyonu (PAP) etkisinin korunumu açısından voleybol oynayan sporcularda dikey sıçrama performansı üzerindeki etkilerini incelemeyi amaçlayan bir çalışmada katılımcılardan iki gün olacak şekilde iki farklı test oturumuna katılmaları istenmiştir. Her oturumda biri direnç egzersizi, diğeri ise karmaşık egzersizler olmak üzere farklı bir egzersiz rutini uygulanmıştır. Çalışma sonucunda, her iki ısınma protokolü için de anlamlı bir etkileşim olduğunu ortaya çıkmıştır. PAP etkisinin korunumu üzerine yapılan analizde ise, her iki ısınma yöntemi arasında dikey sıçrama performansı açısından anlamlı bir fark olduğu ortaya konmuştur. Sonuç olarak, bu çalışma her iki egzersiz türünün de voleybolcularda PAP etkisini artırabildiğini göstermektedir. Ancak, kompleks egzersizin PAP etkisini direnç egzersizine kıyasla daha uzun süre koruyabildiği için ısınma programlarına dâhil edilmesi önerilmektedir (Ling vd., 2021).

McCan vd. (2010) yaptıkları çalışmada güç egzersizinin kuvvet egzersizine kıyasla daha yüksek düzeyde postaktivasyon potansiyasyonu (PAP) oluşturup oluşturmadığını, 4 veya 5 dakikalık dinlenme aralığının PAP üzerindeki etkisini, PAP'nin bireysel bir fenomen olup olmadığını ve PAP'nin dikey sıçrama (VJ) sırasında yer tepkisi kuvveti (GRF) üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Katılımcılar, birinci lig seviyesinde üniversitede öğrenim gören 8 erkek ve 8 kadın olmak üzere toplam 16 voleybolcudan oluşmaktadır. Katılımcılardan, egzersiz öncesi dikey sıçrama yüksekliğini ölçmek için

karşı hareketli bir sıçrama (CMJ) yapmaları istenmiştir. Bu sıçramanın ardından, katılımcılar beş tekrar maksimum (5RM) yükle squat ya da mid-thigh pozisyonundan hang clean egzersizi uygulamıştır. Bu direnç egzersizinden 4 veya 5 dakika sonra, katılımcılar tekrar CMJ gerçekleştirmiştir. Yer tepkisi kuvveti, zemine gömülü kuvvet platformu ile ölçülürken; dikey sıçrama yüksekliği ise Vertec cihazı kullanılarak değerlendirilmiştir. Sonuç olarak, tüm katılımcılar için VJ yüksekliğinde en büyük artışı sağlayan sabit bir egzersiz türü ya da dinlenme aralığı olmadığını ve cinsiyete bağlı anlamlı bir fark gözlemlenmediğini belirlenmiştir.. Her birey için VJ yüksekliğinde en fazla artışı sağlayan koşul ortalama %5,7'lik bir gelişmeye ($2,72 \pm 1,21$ cm; $p < 0.001$) yol açmıştır. Zirve GRF'de anlamlı bir fark ($p > 0.05$) bulunmamış ve VJ yüksekliğindeki artış ile zirve GRF artışı arasında anlamlı bir ilişki ($r = -0.110$, $p = 0.707$) tespit edilmemiştir. Bu sonuçlar, kompleks antrenman değişkenlerinin bireysel olarak belirlenmesinin dikey sıçrama yüksekliğini artırabileceğini ve böylece sportif performansın akut olarak geliştirilebileceğini göstermektedir (McCan ve Flanagan, 2010).

Çalışmamıza benzer bir çalışmada farklı açılarda yapılan squat egzersizlerinde açı değerinin artmasıyla birlikte postaktivasyon potansiyasyonun etkisinde arttığı görülmektedir (Hengyuan ve ark., 2024). Bu çalışmanın sonuçlarına destek veren bir diğer çalışmada akademi liginde futbol oynayan oyunculara postaktivasyon potansiyasyonun sürat ve sıçrama gibi motorik özelliklere etkisinin incelendiği çalışma sonucunda kasa etki eden yük ile postaktivasyon potansiyasyonun etkisinin olduğu ortaya konmuştur (Till ve Cooke, 2009). Bu sonuçlara yola çıkarak postaktivasyon potansiyasyonun etkisini belirleyen en önemli faktörlerin yük ve yapılan hareket olduğu unutulmamalıdır.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmanın amacı 60 ve 90 derece açılarda yapılan squat egzersizleriyle uygulanan postaktivasyon potansiyasyonunun genç voleybol oyuncularında dikey sıçrama performansı üzerine etkilerini araştırmak amacıyla yapılmıştır.

Yapılan uygulamalar abkıldığında uygulama açısı arttıkça postaktivasyon potansiyasyonun etkisinin arttığı bununla beraber kontrol sonrası zamana bağlı değişimin 8. Dakikada en iyi etkiyi oluşturduğu ve bu zamandan sonra etkinin giderek azaldığı görülmektedir.

1. Farklı dinlenme sürelerinin modellenmesi ile etkiler incelenebilir.
2. Farklı açılar ile etkiler incelenebilir.
3. Farklı süre ve açılarının kombinasyonları ile etkiler incelenebilir.

KAYNAKÇA

- Abdelkrim, N. B., Chaouachi, A., Chamari, K., Chtara, M., & Castagna, C. (2010). Positional role and competitive-level differences in elite-level men's basketball players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(5), 1346–1355.
- Allen, D. G., Lee, J. A., & Westerblad, H. (1989). Intracellular calcium and tension during fatigue in isolated single muscle fibres from *Xenopus laevis*. *The Journal of Physiology*, 415(1), 433–458. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.1989.sp017730>
- Anthi, X., Dimitrios, P., & Christos, K. (2014). On the mechanisms of post-activation potentiation: The contribution of neural factors. *Journal of Physical Education and Sport*, 14(2), 134.
- Baechle, T.R., Earle, R.W. (2000). *Essential of Strength Training and Conditioning*. 2 nd edition. Hong Kong; Human Kinetics, 25 – 56.
- Bahr, R., & Reeser, J. C. (2003). Injuries among World-Class Professional Beach Volleyball Players: The Fédération Internationale de Volleyball Beach Volleyball Injury Study. *The American Journal of Sports Medicine*, 31(1), 119–125. <https://doi.org/10.1177/03635465030310010401>
- Beato, M., Stiff, A., & Coratella, G. (2021). Effects of postactivation potentiation after an eccentric overload bout on countermovement jump and lower-limb muscle strength. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 35(7), 1825–1832.
- 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.

- Bobbert, M. F., Huijing, P. A., & Schenau, G. J. V. I. (1987). Drop jumping. I. The influence of jumping technique on the biomechanics of jumping. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 19(4), 332–338.
- Bogataj, Š., Pajek, M., Hadžić, V., Andrašić, S., Padulo, J., & Trajković, N. (2020). Validity, reliability, and usefulness of My Jump 2 App for measuring vertical jump in primary school children. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(10), 3708.
- Borg, G. (1998). Borg's perceived exertion and pain scales. İçinde Borg's perceived exertion and pain scales. *Human Kinetics*
- Carbone, L., Garzón, M., Chulvi-Medrano, I., Bonilla, D., Alonso, D., Benítez-Porres, J., Petro, 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), 325–331.
- Carter, J., & Greenwood, M. (2014). Complex training reexamined: Review and recommendations to improve strength and power. *Strength & Conditioning Journal*, 36(2), 11–19.
- Castagna, C. ve Castellini, E. (2013). Vertical jump performance in Italian male and female national team soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(4), 1156-1161.
- Chiu, L. Z., Fry, A. C., Weiss, L. W., Schilling, B. K., Brown, L. E., & Smith, S. L. (2003). Postactivation potentiation response in athletic and recreationally trained individuals. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 17(4), 671–677.
- Chmielewski, T. L., Myer, G. D., Kauffman, D., & Tillman, S. M. (2006). Plyometric Exercise in the Rehabilitation of Athletes: Physiological Responses and Clinical Application.

Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy, 36(5), 308–319.
<https://doi.org/10.2519/jospt.2006.2013>

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. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 33(1), 57–65.

Cosma, G., Nanu, M., Burcea, B., Barbu, D., Cosma, A. (2017). Pregătirea fizică în sportul de performanță. Craiova, Editura Universitaria.

Demir, I. C., & Çilli, M. (2018). 12 haftalık pilates mat egzersizinin 14-15 yaş voleybol kız öğrencilerinin bazı biyomotor özellikler ve teknik performans üzerine etkilerinin incelenmesi. *Online Türk Sağlık Bilimleri Dergisi*, 1–11.
<https://doi.org/10.26453/otjhs.364026>

Dodd, D. J., & Alvar, B. A. (2007). Analysis of acute explosive training modalities to improve lower-body power in baseball players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 21(4), 1177–1182.

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. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 36(1), 259–261.

Ebben, W. P. (2002). Complex training: A brief review. *Journal of Sports Science & Medicine*, 1(2), 42.

Ebben, W. P., & Watts, P. B. (1998). A review of combined weight training and plyometric training modes: Complex training. *Strength & Conditioning Journal*, 20(5), 18–27.

- Erhan, S. (1995). *Elit düzeydeki voleybolcuların Fizyolojik Özelliklerinin Analizi ve Mukayesesi Yüksek Lisans Tezi, İnönü Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Çorum.*
- Esformes, J. I., & Bampouras, T. M. (2013). Effect of back squat depth on lower-body postactivation potentiation. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(11), 2997–3000.
- Essentials of Strength Training and Conditioning, 2E | Request PDF.* (n.d.). Retrieved 7 April 2025, from https://www.researchgate.net/publication/298559742_Essentials_of_Strength_Training_and_Conditioning_2E
- FIVB Uluslararası Voleybol Oyun Kuralları Kitapçığı, 2017.
- Folland, J. P., & Williams, A. G. (2007). The Adaptations to Strength Training: Morphological and Neurological Contributions to Increased Strength. *Sports Medicine*, 37(2), 145–168. <https://doi.org/10.2165/00007256-200737020-00004>
- Fukunaga, T., Ichinose, Y., Ito, M., Kawakami, Y., & Fukashiro, S. (1997). Determination of fascicle length and pennation in a contracting human muscle in vivo. *Journal of Applied Physiology*, 82(1), 354–358. <https://doi.org/10.1152/jappl.1997.82.1.354>
- Gago, P., Zoellner, A., Da Silva, J. C. L., & Ekblom, M. M. (2020). Post activation potentiation and concentric contraction performance: Effects on rate of torque development, neuromuscular efficiency, and tensile properties. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 34(6), 1600–1608.
- Gervasi, M., Calavalle, A. R., Amatori, S., Grassi, E., Benelli, P., Sestili, P., & Sisti, D. (2018). Post-Activation Potentiation Increases Recruitment of Fast Twitch Fibers: A Potential Practical Application in Runners. *Journal of Human Kinetics*, 65, 69.

- Günay, M., Tamer, K., & Cicioğlu, H. (2013). *Spor Fizyolojisi ve Performans Ölçümü*.
<https://avesis.gazi.edu.tr/yayin/408ffc30-afd7-4172-b584-dae6e4b36ad2/spor-fizyolojisi-ve-performans-olcumu>
- Hamada, T., Sale, D. G., MacDougall, J. D., & Tarnopolsky, M. A. (2000). Postactivation potentiation, fiber type, and twitch contraction time in human knee extensor muscles. *Journal of Applied Physiology*, 88(6), 2131–2137.
<https://doi.org/10.1152/jappl.2000.88.6.2131>
- Hamada, T., Sale, D. G., MacDougall, J. D., & Tarnopolsky, M. A. (2003). Interaction of fibre type, potentiation and fatigue in human knee extensor muscles. *Acta Physiologica Scandinavica*, 178(2), 165–173. <https://doi.org/10.1046/j.1365-201X.2003.01121.x>
- 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. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 21(4), 1012–1017.
- Hengyuan, L., Sinclair, J. K., Te, B., Zhi, M., Chenchen, S., Grecic, D., & Changfa, T. (2024). The Effect of PAP Produced by Back Squats with Different Squat Methods on the Ability of Squat Jump.
- Hirayama, K. (2014). Acute effects of an ascending intensity squat protocol on vertical jump performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(5), 1284–1288.
- Hodgson, M., Docherty, D., & Robbins, D. (2005). Post-Activation Potentiation: Underlying Physiology and Implications for Motor Performance. *Sports Medicine*, 35(7), 585–595.
<https://doi.org/10.2165/00007256-200535070-00004>

- Hopkins, W., Marshall, S., Batterham, A., & Hanin, J. (2009). Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. *Medicine+ Science in Sports+ Exercise*, 41(1), 3.
- Hultborn, H., Illert, M., Nielsen, J., Paul, A., Ballegaard, M., & Wiese, H. (1996). On the mechanism of the post-activation depression of the H-reflex in human subjects. *Experimental Brain Research*, 108(3). <https://doi.org/10.1007/BF00227268>
- Johnson, M., Baudin, P., Ley, A. L., & Collins, D. F. (2019). A warm-up routine that incorporates a plyometric protocol potentiates the force-generating capacity of the quadriceps muscles. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 33(2), 380–389.
- Johnson, M., Baudin, P., Ley, A. L., & Collins, D. F. (2019). A warm-up routine that incorporates a plyometric protocol potentiates the force-generating capacity of the quadriceps muscles. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 33(2), 380–389.
- Kafkas, M. E., İlbağ, İ., Eken, Ö., Çınarlı, F., Yılmaz, N., & Kafkas, A. Ş. (2018). Farklı Isınma Protokollerinin 1-Maksimum Tekrar Skuat Performansı Üzerine Akut Etkisi. *Spor ve Performans Araştırmaları Dergisi*, 9(3), 192–205.
- Khamoui, A. V., Brown, L. E., Coburn, J. W., Judelson, D. A., Uribe, B. P., Nguyen, D., Tran, T., Eurich, A. D., & Noffal, G. J. (2009). Effect of potentiating exercise volume on vertical jump parameters in recreationally trained men. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(5), 1465–1469.
- Kilit, B., Arslan, E., & Soylu, Y. (2023). Direnç Antrenmanları. *Bilim Ve Spor Araştırmaları*, 23.

- Koç, H. (2004). *Profesyonel Futbolcularda Durumluk Kaygı Düzeylerini Etkileyen Faktörlerin Değerlendirilmesi*, Dumlupınar Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü , Yüksek Lisans Tezi, Kütahya.
- Koç, H., & Aslan, C. S. (2010). Erkek hentbol ve voleybol sporcularının seçilmiş fiziksel ve motorik özelliklerinin karşılaştırılması. *Selçuk Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Bilim Dergisi*, 12(3), 227-231.
- Koç, H., Sarıtaş, N., & Büyükipekci, S. (2010). Sporcular İle Sedanterlerin Kan Hematolojik Düzeylerinin Karşılaştırılması. *Sağlık Bilimleri Dergisi*, 19(3), 196-201.
- Lim, J. J., & Kong, P. W. (2013). Effects of isometric and dynamic postactivation potentiation protocols on maximal sprint performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(10), 2730–2736.
- Lima, L. C. R., Oliveira, F. B. D., Oliveira, T. P., Assumpção, C. D. O., Greco, C. C., Cardozo, A. C., & Denadai, B. S. (2014). Postactivation Potentiation Biases Maximal Isometric Strength Assessment. *BioMed Research International*, 2014, 1–7. <https://doi.org/10.1155/2014/126961>
- Ling, D. Z., Soon, C. C., Wazir, M. R. W. N., & Yee, K. L. (2021). Effects of Post-Activation Potentiation (PAP) Warm-up on Vertical Jump Performance among Volleyball Players. *International Journal of Human Resource Studies*, 11(4S), 196204–196204.
- Lockie, R. G., Lazar, A., Davis, D. L., & Moreno, M. R. (2018). Effects of postactivation potentiation on linear and change-of-direction speed: Analysis of the current literature and applications for the strength and conditioning coach. *Strength & Conditioning Journal*, 40(1), 75–91.

- Mahlfeld, K., Franke, J., & Awiszus, F. (2004). Postcontraction changes of muscle architecture in human quadriceps muscle. *Muscle & Nerve*, 29(4), 597–600. <https://doi.org/10.1002/mus.20021>
- Markovic, G., Dizdar, D., Jukic, I., & Cardinale, M. (2004). Reliability and factorial validity of squat and countermovement jump tests. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 18(3), 551–555.
- Marques, M. C., & Marinho, D. A. (2009). Physical parameters and performance values in starters and non-starters volleyball players: A brief research note. *Motricidade*, 5(3), 7–11.
- Marshall, J., Turner, A. N., Jarvis, P. T., Maloney, S. J., Cree, J. A., & Bishop, C. J. (2019). Postactivation potentiation and change of direction speed in elite academy rugby players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 33(6), 1551–1556.
- McArdle, W. D., Katch, F. I., & Katch, V. L. (2010). *Exercise physiology: Nutrition, energy, and human performance*. Lippincott Williams & Wilkins.
- McCann, M. R., & Flanagan, S. P. (2010). The effects of exercise selection and rest interval on postactivation potentiation of vertical jump performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(5), 1285–1291.
- Meylan, C., & Malatesta, D. (2009). Effects of in-season plyometric training within soccer practice on explosive actions of young players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(9), 2605–2613.
- Mike, J. N., Cole, N., Herrera, C., VanDusseldorp, T., Kravitz, L., & Kerksick, C. M. (2017). The effects of eccentric contraction duration on muscle strength, power production,

- vertical jump, and soreness. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 31(3), 773–786.
- Morpa, (2005), Spor Ansiklopedisi, s-z İçinde Voleybol (s:136-173). Ankara: Morpa Kültür Yayınları.
- Müderrişoğlu, E. G. (2022). *Farklı SQUAT egzersizleriyle uygulanan aktivasyon sonrası potansiyasyonunun sıçrama performansına etkileri*, Hitit Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Çorum.
- Naclerio, F., Chapman, M., Larumbe-Zabala, E., Massey, B., Neil, A., & Triplett, T. N. (2015). Effects of three different conditioning activity volumes on the optimal recovery time for potentiation in college athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(9), 2579–2585.
- Nibali, M. L., Chapman, D. W., Robergs, R. A., & Drinkwater, E. J. (2015). Considerations for determining the time course of post-activation potentiation. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 40(11), 1163–1170. <https://doi.org/10.1139/apnm-2015-0175>
- Pääsuke, M., Ereline, J., & Gapeyeva, H. (1998). Twitch potentiation capacity of plantarflexor muscles in endurance and power athletes. *Biology of Sport*, 15, 171–178.
- Patsiaouras, A., Moustakidis, A., Charitonidis, K., & Kokaridas, D. (2011). Technical skills leading in winning or losing volleyball matches during Beijing Olympic Games. *Journal of Physical Education and Sport*, 11(2), 149.
- Pazarözyurt, İ., & İnce, G. (2009). Elit bayan basketbolcularda antropometrik özellikler, dikey sıçrama ve omurga esnekliğinin mevkilere göre incelenmesi. *Spormetre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 7(1), 9–18.

- Pescatello, L. S. (n.d.). *American College of Sports Medicine (2014) ACSM's guidelines for exercise testing and prescription*. Philadelphia: Wolters Kluwer/Lippincott Williams & Wilkins Health.
- Rassier, D. E., & Macintosh, B. R. (2000). Coexistence of potentiation and fatigue in skeletal muscle. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 33, 499–508.
- Requena, B., Gapeyeva, H., García, I., Ereline, J., & Pääsuke, M. (2008). Twitch potentiation after voluntary versus electrically induced isometric contractions in human knee extensor muscles. *European Journal of Applied Physiology*, 104(3), 463–472.
<https://doi.org/10.1007/s00421-008-0793-8>
- Rixon, K. P., Lamont, H. S. ve Bembien, M. G. (2007). Influence of type of muscle contraction, gender, and lifting experience on postactivation potentiation performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(2), 500.
- Rixon, K. P., Lamont, H. S., & Bembien, M. G. (2007). Influence of type of muscle contraction, gender, and lifting experience on postactivation potentiation performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 21(2), 500–505.
- Robbins, D. W. (2005). Postactivation potentiation and its practical applicability. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 19(2), 453–458.
- Sale, D. G. (2002). Postactivation potentiation: Role in human performance. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 30(3), 138–143.
- Sarika, S., Kaur, M. B., & Shenoy, S. (2019). Analyzing the effect of post activation potentiation on vertical jump height in volleyball players. *European Journal of Physical Education and Sport Science*. <http://oapub.org/edu/index.php/ejep/article/view/2493>

- Sarramian, V. G., Turner, A. N., & Greenhalgh, A. K. (2015). Effect of postactivation potentiation on fifty-meter freestyle in national swimmers. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(4), 1003–1009.
- Sattler, T., Sekulic, D., Hadzic, V., Uljevic, O., & Dervisevic, E. (2012). Vertical jumping tests in volleyball: Reliability, validity, and playing-position specifics. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(6), 1532–1538.
- Simpson, C. L., Flatman, M. M., Kim, B. D., Bouwmeester, N. M., & Jakobi, J. M. (2018). Increase in post activation potentiation in females following a cycling warmup. *Human Movement Science*, 57, 171–177.
- Sönmez, Ç. (2020). Farklı ön yüklenmeli pliometrik egzersizlerle uygulanan aktivasyon sonrası potansiyasyonunun sürat performansına etkisi. (Yüksek Lisans Tezi). Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü. Ankara.
- Stone, M. H., Sands, W. A., Pierce, K. C., Ramsey, M. W., & Haff, G. G. (2008). Power and power potentiation among strength–power athletes: Preliminary study. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 3(1), 55–67.
- Sweeney, H. L., Bowman, B. F., & Stull, J. T. (1993). Myosin light chain phosphorylation in vertebrate striated muscle: Regulation and function. *American Journal of Physiology-Cell Physiology*, 264(5), C1085–C1095. <https://doi.org/10.1152/ajpcell.1993.264.5.C1085>
- Sygulla, K. S., & Fountaine, C. J. (2014). Acute post-activation potentiation effects in NCAA division II female athletes. *International Journal of Exercise Science*, 7(3), 212.
- Şimşek, B., Ertan, H., Göktepe, A. S., & Yazıcıoğlu, K. (2007). Bayan voleybolcularda diz kas kuvvetinin sıçrama yüksekliğine etkisi. *Egzersiz*, 1(1), 36–43.

- Timothy, P. W., 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.
- Till, K. A., & Cooke, C. (2009). The effects of postactivation potentiation on sprint and jump performance of male academy soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(7), 1960-1967.
- Tillin, N. A., & Bishop, D. (2009). Factors Modulating Post-Activation Potentiation and its Effect on Performance of Subsequent Explosive Activities: *Sports Medicine*, 39(2), 147–166. <https://doi.org/10.2165/00007256-200939020-00004>
- Tiryaki, Ş. (1991). Sportif performans ile Edwards kişisel tercih envanteri verilerinin ilişkisi. *Spor Bilimleri Dergisi*, 2(2), 32–37.
- Tobin, D. P., & Delahunt, E. (2014). The acute effect of a plyometric stimulus on jump performance in professional rugby players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(2), 367–372.
- Turnagöl, H. (1994). Voleybolda enerji sistemleri. *Voleybol Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 2. <https://avesis.hacettepe.edu.tr/yayin/9772cd35-6937-4ca7-b871-7b6af2e4acf9/voleybolda-enerji-sistemleri>
- Turner, A. P., Bellhouse, S., Kilduff, L. P., & Russell, M. (2015). Postactivation potentiation of sprint acceleration performance using plyometric exercise. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(2), 343–350.
- Urartu, Ü. (2006). *Voleybol: Teknik-taktik-kondisyon*. İnkılap Kitabevi.

Zehr, E. P. (2002). Considerations for use of the Hoffmann reflex in exercise studies. *European Journal of Applied Physiology*, 86(6), 455–468. <https://doi.org/10.1007/s00421-002-0577-5>

Yağcı, S., Pelvan, S. O. (2019). Farklı Kasılma Çeşitlerinin Postaktivasyon Potansiyeline Etkisinin İncelenmesi. *Türkiye Klinikleri Journal of Sports Sciences*, 11(3).

Hodgson, M., Docherty, D., & Robbins, D. (2005). Post-Activation Potentiation: Underlying Physiology and Implications for Motor Performance. *Sports Medicine*, 35(7), 585–595. <https://doi.org/10.2165/00007256-200535070-00004>

EKLER

EK 1: ETİK KURUL KARARI

T.C.
TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL VE BEŞERİ BİLİMLER ARAŞTIRMALARI
ETİK KURULU KARARLARI

KARAR TARİHİ	OTURUM NO	KARAR SAYISI
21.05.2024	09	01-32

Üniversitemiz Sosyal ve Beşerî Bilimler Araştırmaları Etik Kurulu Başkanı Prof. Dr. Nail YILDIRIM Başkanlığında toplandı.

KARAR 09.06- Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürlüğünün 09.05.2024 tarih ve 428191 sayılı yazısı görüşüldü.

Aşağıda bilgileri yer alan araştırmacıların yapmak istediği uygulamaların ve kullanacağı veri toplama araçlarının etik açıdan uygunluğuna oy birliği ile karar verildi.

ÇALIŞMANIN TÜRÜ	Yüksek Lisans Tezi
BAŞLIK	Çeşitli Açılarda Yapılan Squat Egzersizleriyle Uygulanan Postaktivasyon Potansiyasyonunun Genç Voleybol Oyuncularında Dikey Sıçrama Performansı Üzerine Etkileri
TEZ YÜRÜTÜCÜSÜ/ ÇALIŞMANIN YAZARI	Doç. Dr. Erşan ARSLAN Hamza MENDİL (Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı)
RAPORTÖR GÖRÜŞÜ	OLUMLU

Prof. Dr. Nail YILDIRIM
Etik Kurul Başkanı
(İmza)

Prof. Dr. Mehmet Serkan UMUZDAŞ
Başkan Yardımcısı
(İmza)

Prof. Dr. Emine ÖĞÜK
Üye
(İmza)

Prof. Dr. Mehmet KARGÜN
Üye
(İmza)

Prof. Dr. Muhittin DEMİRAY
Üye
(İmza)

Doç. Dr. Tuğba KILIÇER
Üye
(İmza)

Doç. Dr. Hüseyin Baha ÖZTUNÇ
Üye
(İmza)

EK 2: ALGILANAN ZORLUK DERCESİ

6
7 VERY, VERY LIGHT (ÇOK ÇOK HAFİF)
8
9 VERY LIGHT (ÇOK HAFİF)
10
11 FAIRLY LIGHT (HAFİF)
12
13 MODERATELY HARD (NORMAL)
14
15 HARD (ZOR)
16
17 VERY HARD (ÇOK ZOR)
18
19 VERY, VERY HARD (ÇOK ÇOK ZOR)
20 EXHAUSTION (BİTİRİCİ)

EK 3: ÖZGEÇMİŞ

