



SPOR BİLİMLERİNDE SIÇRAMA TESTLERİ

Dr. Buket ŞERAN
Gülşen EBREN



SPOR BİLİMLERİNDE SIÇRAMA TESTLERİ

Dr. Buket ŞERAN

Gülşen EBREN

Editör: Doç. Dr. Süleyman ULUPINAR



Spor Bilimlerinde Sıçrama Testleri

Dr. Buket ŞERAN, Gülşen EBREN

Genel Yayın Yönetmeni: Berkan Balpetek

Editör. Doç. Dr. Süleyman ULUPINAR

Kapak ve Sayfa Tasarımı: Duvar Design

Baskı: Ekim 2025

Yayıncı Sertifika No: 49837

ISBN: 978-625-5698-82-7

© Duvar Yayınları

853 Sokak No:13 P.10 Kemeraltı-Konak/İzmir

Tel: 0 232 484 88 68

www.duvar yayinlari.com

duvarkitabevi@gmail.com

İÇİNDEKİLER

1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Sıçrama Kavramı.....	3
2.2. Sıçrama Performansının Önemi	4
3. SIÇRAMANIN TÜRLERİ	7
3.1. Dikey Sıçrama ve Türleri	7
3.1.1. Squat Jump (SJ).....	8
3.1.2. Countermovement Jump (CMJ) (Aktif Sıçrama).....	9
3.1.3. Eller Serbest Dikey Sıçrama	11
3.1.4. Drop Jump (DJ) (Derinlik).....	12
3.1.5. Repeated Jump (Tekrarlı Sıçrama).....	14
3.1.6. Maksimal Sıçrama.....	15
3.1.7. İzometrik Sıçrama	16
3.1.8. Sargent Sıçrama	17
3.2. Yatay Sıçrama ve Türleri	19
3.2.1. Broad Jump (Uzun Atlama)	19
3.2.2. Bounding (Alternatif Bacaklı) Sıçrama.....	20
3.3. Çok Yönlü Sıçrama Türleri	22
3.3.1. Lateral Jump (Yana Sıçrama).....	22
3.3.2. Diagonal Jump (Çapraz Sıçrama)	23
3.4. Tek ve Çift Bacaklı Sıçramalar	23
3.4.1. Tek Bacak Sıçrama	23
3.4.2. Çift Bacak Sıçrama	24
3.5. Sportif Branşlara Özgü Sıçrama Türleri.....	24
3.5.1. Voleybol Sıçramaları.....	24
4. SIÇRAMA PERFORMANSINI ETKİLEYEN FAKTÖRLER.....	26
4.1. Kas Kuvveti ve Gücü	26
4.2. Esneklik ve Mobilite	28
4.3. Sinir-Kas Koordinasyonu	29
4.4. Antropometrik Özellikler	31
5. SIÇRAMA ÖLÇÜM YÖNTEMLERİ.....	33
5.1. Kuvvet Platformları.....	33
5.2. Zamanlama Paspasları	33

5.3. Video Analizi (2D/3D)	34
5.4. Mobil Uygulamalar (MyJump, Vert vb.).....	34
5.5. Lazer ve Optik Sistemler	34
5.6. Alan Testleri (Serbest sıçrama, Broad Jump vb.).....	34
6. UYGULAMA ALANLARI VE ÖRNEK ARAŞTIRMALAR.....	36
6.1. Antrenman Takibi.....	36
6.2. Rehabilitasyon ve Geri Dönüş Süreci.....	38
6.3. Bilimsel Araştırmalarda Kullanımı	39
7. SONUÇ VE ÖNERİLER	42
KAYNAKLAR.....	44

1. GİRİŞ

Spor bilimlerinde performansın değerlendirilmesinde kullanılan testler arasında sıçrama, en yaygın ve en güvenilir yöntemlerden biri olarak öne çıkmaktadır (Klavora, 2000; Kobal et al., 2017). Alt ekstremitte kaslarının patlayıcı gücünü, kuvvet üretim kapasitesini ve sinir-kas sisteminin etkinliğini ortaya koyan sıçrama testleri; sporcuların güç, sürat, çeviklik ve reaktif kuvvet gibi temel performans özelliklerini objektif biçimde ölçmeye imkân tanır (Markovic & Mikulic, 2010; Ramirez-Campillo et al., 2020). Bu nedenle sıçrama yalnızca bireysel branşlarda değil, takım sporlarında da sporcuların fiziksel yeterliliklerinin belirlenmesinde kritik bir gösterge niteliği taşımaktadır (García-Pinillos et al., 2021; Markovic & Mikulic, 2010). Performans tespitinin yanı sıra sıçrama testleri, kondisyonel kapasitenin izlenmesi, sakatlık riskinin öngörülmesi, antrenman yüklerinin düzenlenmesi ve gelişimin objektif kriterlerle takip edilmesinde de önemli bir araçtır (García-Pinillos et al., 2021; Gómez-Carmona et al., 2020).

Sıçrama türlerinin çeşitliliği, farklı kas gruplarının aktivasyonunu ve biyomekanik özelliklerin çok yönlü olarak incelenmesini mümkün kılmaktadır. Dikey sıçramalar, alt ekstremitenin patlayıcı kuvvetini ölçmede en sık kullanılan yöntemler olup; squat jump, countermovement jump ve drop jump gibi varyasyonlarıyla kasların farklı fonksiyonlarını değerlendirmektedir (García-Pinillos et al., 2021; Kobal et al., 2017; Stanton et al., 2015). Squat jump, diz fleksiyonu sonrası kas gücünü ortaya koyarken, countermovement jump kas-tendon birimlerinin elastik enerji kullanım kapasitesini yansıtır (Laurson et al., 2022; Mahar et al., 2022). Drop jump ise uzama-kısalma döngüsünü ve reaktif kuvvet üretim kapasitesini değerlendirmede önemli veriler sunar (Philipp et al., 2023; Xu et al., 2023). Öte yandan yatay sıçramalar (broad jump, bounding) sporcunun sprint, denge ve koordinasyon yetenekleri ile ilişkilendirilirken; çok yönlü sıçramalar (lateral ve diagonal) çeviklik, yön değiştirme becerisi ve motor kontrolün değerlendirilmesinde tercih edilmektedir (Tomkinson et al., 2021). Bu çeşitlilik, sıçrama testlerini yalnızca

tek boyutlu bir güç ölçümü olmaktan çıkarak, performansın farklı bileşenlerini kapsayan bütüncül bir değerlendirme aracına dönüştürmektedir.

Sıçrama performansının ölçülmesi, spor bilimlerinde yalnızca kuvvet ve güç parametrelerinin belirlenmesi için değil, aynı zamanda antrenman etkinliğinin ve fiziksel uygunluğun izlenmesi için de yaygın şekilde kullanılmaktadır (García-Pinillos et al., 2021; Gómez-Carmona et al., 2020). Ölçüm teknikleri doğrudan ve dolaylı yöntemler olmak üzere farklı kategorilerde incelenmektedir. Kuvvet platformları ve yüksek hızlı kamera sistemleri doğrudan ölçüm yöntemlerine örnek teşkil ederken; uçuş süresine dayalı hesaplamalar veya yer işaretleri dolaylı yöntemler arasında yer almaktadır (Gençoğlu et al., 2023; Şentürk et al., 2025). Son yıllarda ivmeölçer tabanlı sistemler, giyilebilir sensörler ve akıllı telefon uygulamaları gibi taşınabilir teknolojiler de spor bilimciler için pratik ve düşük maliyetli alternatifler sunmaktadır (Conceição et al., 2022; Jimenez-Olmedo et al., 2022; Şentürk et al., 2025). Bu yöntemlerin her biri ölçüm hassasiyeti, uygulama kolaylığı, maliyet ve taşınabilirlik açısından farklı avantaj ve sınırlılıklara sahiptir.

Teknolojideki ilerlemelerle birlikte sıçrama performansının değerlendirilmesi hem daha hızlı hem de daha doğru hale gelmiştir (Barbalho et al., 2020; Bogataj, Pajek, Andrašić, et al., 2020; Sharp et al., 2019). Bu gelişmeler, antrenör ve spor bilimcilerin sporculara bireysel geri bildirim sunmasını, antrenman yüklerini optimize etmesini ve performans gelişimlerini objektif kriterlerle takip etmesini mümkün kılmaktadır. Böylece sıçrama testleri yalnızca saha içi performansın belirlenmesinde değil, aynı zamanda sporcunun sağlığının korunması ve uzun vadeli gelişiminin desteklenmesinde de stratejik bir rol üstlenmektedir.

Bu çalışma kapsamında, sıçrama kavramı ve önemi ele alınarak farklı sıçrama türleri ayrıntılı biçimde incelenecek; performansın değerlendirilmesinde kullanılan ölçüm yöntemleri karşılaştırmalı bir bakış açısıyla değerlendirilecektir. Bu sayede, sporcularda performans takibi, antrenman etkinliğinin izlenmesi ve rehabilitasyon süreçlerinin değerlendirilmesine yönelik kapsamlı bir çerçeve sunulması hedeflenmektedir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Sıçrama Kavramı

Sıçrama, insan hareket repertuarının en temel ve etkili motor becerilerinden biri olarak tanımlanmakta ve fiziksel performansın değerlendirilmesinde merkezi bir rol oynamaktadır (James et al., 2007; Sheppard et al., 2008). Yerçekimine karşı vücudun yukarıya doğru itilmesiyle gerçekleşen bu hareket, özellikle alt ekstremité kaslarının koordineli aktivasyonunu gerektirir. Spor ortamının yanı sıra merdiven çıkma, engel aşma veya koşu sırasında yön değiştirme gibi günlük aktivitelerde de sıkça kullanılan sıçrama, bireyin fonksiyonel kapasitesini doğrudan yansıtır (Krzyszowski et al., 2022).

Biyomekanik açıdan incelendiğinde sıçrama, kasların kuvvet üretme potansiyelini doğrudan ortaya koyar. Patlayıcı kuvvet, hız, çeviklik ve koordinasyon gibi performans bileşenlerinin ölçülmesinde önemli bir araçtır. Bu süreçte quadriceps, hamstring, gluteus ve gastrocnemius gibi büyük kas grupları, yerden itiş sırasında maksimum kuvvet üretmek üzere yüksek düzeyde aktive olur (Diker et al., 2022). Kasların hızlı kasılması, enerjinin etkin kullanımı ve vücut ağırlığının doğru yönlendirilmesi, sıçrama yüksekliği ve mesafesinin temel belirleyicileridir (Cabarkapa et al., 2023; Krzyszowski et al., 2022).

Sıçrama çalışmaları yalnızca performans geliştirme değil, kas-iskelet sağlığının desteklenmesi açısından da önemlidir. Düzenli uygulandığında kas kuvveti ve eklem stabilitesi artarken, kemik mineral yoğunluğu gelişir ve yaralanma riski azalır (Moran et al., 2018; Zhao et al., 2014). Ayrıca sıçrama testleri, kondisyonun izlenmesi, sinir-kas koordinasyonunun değerlendirilmesi ve motor öğrenme süreçlerinin takibinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Claudino et al., 2017). Spor branşlarına göre sıçrama kapasitesi, doğrudan performans belirleyicisi olabilir. Basketbol ve voleybolda blok veya smaç performansı, futbol ve hentbolda hava toplarında üstünlük, atletizmde uzun atlama ya da üç adım atlama dereceleri sıçrama yüksekliğiyle yakından ilişkilidir (Barbalho et al., 2020; Kobal et al., 2017; Shimizu et al., 2025). Bu nedenle antrenörler için

sıçrama testleri, sporcunun güçlü ve zayıf yönlerini belirlemede, asimetrisini tespit etmede ve antrenman planlarını düzenlemede vazgeçilmezdir.

Performansın artırılması amacıyla en sık başvurulan yöntemlerden biri pliometrik antrenmanlardır. Bu antrenmanlar kasların hızlı kasılıp gevşeme kapasitesini geliştirerek sıçrama yüksekliğini, patlayıcı kuvveti ve reaktif kuvvet üretimini artırır (Arazi et al., 2014; Khazaei et al., 2014). Esneklik ve denge çalışmaları ise enerji aktarımını optimize ederek performansa katkı sağlar ve iniş sırasında eklem yükünü azaltarak yaralanma riskini minimize eder (Racil et al., 2019; Silva et al., 2019).

Sıçrama yalnızca fiziksel kapasitenin değil, psikolojik faktörlerin de göstergesidir (Znazen et al., 2022). Sporcuların özgüveni, motivasyonu ve odaklanma düzeyi, sıçrama performansına doğrudan yansiyabilir (Ahsan et al., 2025). Bu nedenle sıçrama testleri hem fizyolojik hem de psikolojik parametreleri yansıtan çok boyutlu bir değerlendirme aracı olarak kabul edilmektedir. Sonuç olarak sıçrama, sporcuların motor beceri profillerinin çıkarılmasında, performanslarının objektif olarak ölçülmesinde ve antrenman süreçlerinin bilimsel temellere dayandırılmasında temel bir araçtır. Bu kavramın kapsamlı şekilde anlaşılması, sporcuların potansiyellerinin en üst düzeye çıkarılması ve spor bilimlerinde daha bütüncül yaklaşımlar geliştirilmesi açısından büyük önem taşımaktadır.

2.2. Sıçrama Performansının Önemi

Sıçrama, insan motor becerilerinin temel taşlarından biri olarak hem bireysel hem de takım sporlarında performansın belirlenmesinde kritik bir rol oynar (Gómez-Carmona et al., 2020). Alt ekstremité kaslarının patlayıcı kuvvetini ve güç üretme kapasitesini doğrudan yansıtan bu hareket, spor bilimciler, antrenörler ve performans analistleri tarafından sporcuların fiziksel yeterliliklerinin değerlendirilmesinde yaygın biçimde kullanılmaktadır (Markovic & Mikulic, 2010; Silva et al., 2019). Bununla birlikte, sıçrama yalnızca bir performans göstergesi değil; aynı zamanda motor kontrol, kas koordinasyonu ve sinir-kas

uyumunun gelişimini de ortaya koyan çok boyutlu bir parametredir (Claudino et al., 2017; Klavora, 2000).

Sıçrama performansının önemi spora özgü ölçümlerin ötesine uzanır. Düzenli sıçrama egzersizleri alt ekstremité kaslarının güçlenmesini, eklem stabilitesinin artmasını ve kemik yoğunluğunun yükselmesini sağlar (Zhao et al., 2014). Bu etkiler, özellikle gelişim çağındaki sporcular ve yaşlı bireyler için kritik olup, yaralanma riskini azaltır ve antrenmanların daha güvenli sürdürülmesine katkı sağlar (Al Attar et al., 2022; Ling et al., 2020). Ayrıca denge, koordinasyon ve proprioseptif yeteneklerin geliştirilmesi, sporcuların değişken oyun koşullarına ve ani hareketlere hızlı uyum göstermelerine imkân tanır. (Solberg et al., 2025)

Özellikle takım sporlarında sıçrama kapasitesi, oyun içi başarının kritik belirleyicisidir. Basketbol ve voleybolda blok ve smaç, futbolda ise hava toplarına hakimiyet ve hızlı yön değiştirme gibi beceriler doğrudan sıçrama yüksekliği ve hızıyla ilişkilidir (Ahsan et al., 2025; Diker et al., 2022). Bu nedenle sıçrama performansı, sporcuların maç içi etkinliklerini öngörmeye güçlü bir parametre olarak kabul edilmektedir.

Sıçrama yalnızca kas gücünü değil, sinir-kas koordinasyonu ve motor öğrenme süreçlerini de ortaya koyar (Claudino et al., 2017; Markovic & Mikulic, 2010). Kas liflerinin uyumlu çalışması ve sinir sisteminin hızlı tepki kapasitesi, sıçrama verimliliğini belirler (Macaluso et al., 2012). Bu nedenle sıçrama testleri, performansın nöromüsküler boyutunu da değerlendirir ve düzenli antrenmanlarla bu etkileşimi geliştirir. Özellikle plyometrik egzersizler, kasların hızlı kasılma-gevşeme kapasitesini artırarak hem sıçrama yüksekliğini hem de reaktif kuvvet üretimini optimize eder. Ayrıca iniş sırasında eklemlere binen yükün dengelenmesiyle yaralanma riski azaltılır (Deng et al., 2024).

Diğer taraftan farklı yaş gruplarında sıçramanın önemi değişmez. Çocuklarda motor becerilerin kazanımı ve koordinasyon gelişimi için kritik bir araç olan sıçrama, yetişkinlerde kas gücü ve performans artırımı, yaşlı bireylerde ise kemik yoğunluğunun korunması ve düşme riskinin azaltılması gibi sağlık yararları sağlar (Moran et al., 2017; Zhao et al., 2014). Sonuç olarak, sıçrama performansı

yalnızca fiziksel kapasitenin bir ölçütü değil; aynı zamanda sinir-kas koordinasyonu, psikolojik dayanıklılık ve genel sağlık düzeyinin bir göstergesidir. Antrenörler ve spor bilimciler için sıçrama testleri, performansın nesnel biçimde değerlendirilmesini, antrenman stratejilerinin optimize edilmesini ve sporcuların potansiyellerinin en üst düzeye çıkarılmasını sağlayan temel araçlardır (Özdemir & Kayantaş, 2020; Kayantaş, 2020).

3. SIÇRAMANIN TÜRLERİ

3.1. Dikey Sıçrama ve Türleri

Dikey sıçrama, insan gelişiminde ve günlük aktivitelerde olduğu kadar spor performansında da kritik bir motor beceri olarak kabul edilmektedir. Bu hareket; kuvvet, esneklik, koordinasyon ve doğru postüral hizalanma gibi çoklu bileşenlerin etkili bir şekilde kullanılmasını gerektirir (Hunter & Marshall, 2012). Sıçrama sırasında alt ekstremité kasları uzama-kısalma döngüsünü (stretch-shortening cycle, SSC) kullanır; yani hızlı bir eksantrik (gerilme) evresini izleyen konsantrik (kısalma) evre, kasların daha yüksek düzeyde kuvvet üretmesini sağlar (McGarrigal et al., 2025; Suchomel et al., 2016).

Dikey sıçramada en temel performans göstergesi ulaşılan yüksekliktir. Bu, bireyin ayakta duruşta sahip olduğu ağırlık merkezi ile sıçrama sırasında ulaştığı en yüksek nokta arasındaki mesafe farkı üzerinden tanımlanır (Xu et al., 2023). Literatüre göre dikey sıçrama hareketi; başlangıç, ön gerilim, frenleme, itme, yerden ayrılma, uçuş ve yere iniş olmak üzere yedi evrede incelenmektedir (McMahon et al., 2018). Bu evreler, hareketin biyomekanik bütünlüğünü ve sporcunun performans kapasitesini değerlendirmede kritik veriler sunar.

Dikey sıçrama yalnızca alt ekstremité kas gücünü değil; patlayıcı kuvvet, reaksiyon süresi ve sinir-kas koordinasyonunu da yansıtan önemli bir parametredir (Claudino et al., 2017; Philipp et al., 2023). Bu nedenle atletizm, basketbol, voleybol ve futbol gibi birçok branşta kondisyon değerlendirmelerinde temel testlerden biri olarak kullanılmaktadır (Tønnessen et al., 2015). Ayrıca, antrenman yüklenmesinin takibi, sporcuların gelişim süreçlerinin izlenmesi, kas dengesizliklerinin belirlenmesi ve rehabilitasyon sürecinin değerlendirilmesinde de yaygın biçimde uygulanmaktadır (García-Pinillos et al., 2021; Gómez-Carmona et al., 2020).

Araştırmalar, koşu öncesi hızlanmayla gerçekleştirilen dikey sıçramaların, sabit duruştan yapılanlara göre daha yüksek performans sağladığını göstermektedir. Geleneksel yöntemlerde duvar kenarında tebeşirle yapılan

manuel ölçümler günümüzde yerini temas matları, optik sensörler, lazer sistemleri ve kuvvet platformu gibi daha hassas teknolojik araçlara bırakmıştır. Bu sayede ölçümlerin güvenilirliği artmış, antrenörlerin ve bilim insanlarının elde ettiği veriler daha detaylı hale gelmiştir (Gençoğlu et al., 2023; Xu et al., 2023).

Dikey sıçramanın farklı türleri, sporcunun değişik biyomekanik ve fizyolojik özelliklerini değerlendirmeyi mümkün kılar. En yaygın kullanılan türler şunlardır:

Squat Jump (SJ): Diz fleksiyonu sonrası kasların saf konsantrik güç üretim kapasitesini değerlendirir.

Countermovement Jump (CMJ / Aktif Sıçrama): Kas-tendon birimlerinin elastik enerji kullanım kapasitesini ve SSC verimliliğini ortaya koyar.

Drop Jump (DJ / Derinlik Sıçraması): Reaktif kuvvet üretimini, eksantrik-konsantrik geçiş hızını ve amortizasyon fazını değerlendirir.

Repeated Jump (Tekrarlı Sıçrama): Dayanıklılık, patlayıcı kuvvetin sürekliliği ve yorgunluğa karşı performansın korunmasını ölçer.

Eller Serbest / Kontrollü Sıçramalar: Kolların katkısını sınırlayarak alt ekstremite kas gücünü izole biçimde değerlendirmeyi sağlar.

Her bir sıçrama türü, sporcunun performans profilini farklı bir açıdan ortaya koyar ve antrenman planlarının özelleştirilmesine önemli katkılar sunar (Laurent et al., 2020).

3.1.1. Squat Jump (SJ)

Squat Jump (SJ), sporcuların alt ekstremite patlayıcı gücünü değerlendirmek ve geliştirmek amacıyla en sık kullanılan temel sıçrama testlerinden biridir (Van Hooren & Zolotarjova, 2017). Hareket, sporcunun belirli bir diz fleksiyonu pozisyonunda (genellikle 90° civarında) kısa süre sabit beklemesi ve ardından herhangi bir ön salınım yapmadan yalnızca konsantrik kas kasılmasıyla yukarıya doğru sıçraması şeklinde uygulanır. Bu nedenle SJ, kasların saf konsantrik kuvvet üretme kapasitesini izole bir biçimde ölçmesi açısından özel bir yere sahiptir (MacKenzie et al., 2014; Van Hooren & Zolotarjova, 2017).

SJ'nin statik varyasyonu, kasların ani patlayıcı kuvvetini test ederken; dinamik varyasyonları, ardışık ve ritmik şekilde yapılan sıçramalarla kas koordinasyonunu ve motor kontrolü geliştirmeyi hedefler (Klavora, 2000; Solberg et al., 2025). Bu yönüyle SJ, yalnızca alt ekstremitte kuvvetini değil, aynı zamanda vücut farkındalığını ve denge yeteneğini de destekleyen bir uygulamadır (MacKenzie et al., 2014). Buna karşın SJ, elastik enerji katkısı olmadan kasların patlayıcı gücünü yansıtmaması nedeniyle nöromusküler kapasitenin daha doğrudan ölçülmesinde tercih edilmektedir (Van Hooren & Zolotarjova, 2017).

SJ'nin performans testlerindeki değeri, antrenman uygulamalarıyla da desteklenmektedir. Plyometrik programlarda sıklıkla başlangıç hareketi olarak kullanılan bu egzersiz, çeviklik, hız ve güç geliştirme çalışmalarında temel bir bileşen olarak kabul edilmektedir (Klavora, 2000; MacKenzie et al., 2014; Mahar et al., 2022). Sporcular SJ'yi yalnızca vücut ağırlıklarıyla uygulayabileceği gibi, ek dirençlerle veya farklı pliometrik egzersizlerle kombine ederek kuvvet gelişimini optimize edebilir. Sonuç olarak Squat Jump, hem performans değerlendirmelerinde güvenilir bir test aracı hem de antrenmanlarda patlayıcı güç geliştirmeye yönelik etkili bir egzersizdir. Düzenli uygulamalar, sporcuların alt ekstremitte kuvvetini artırmanın yanı sıra sakatlık riskini azaltıcı faydalar da sağlayabilir. Bu nedenle SJ, spor bilimlerinde hem araştırma hem de uygulama bağlamında merkezi bir öneme sahiptir.

3.1.2. Countermovement Jump (CMJ) (Aktif Sıçrama)

Countermovement Jump (CMJ), Türkçede “aktif sıçrama” olarak adlandırılmakta olup sporcuların alt ekstremitte patlayıcı gücünü, kas kuvvetini ve koordinasyon kapasitesini değerlendirmede yaygın biçimde kullanılan temel sıçrama türlerinden biridir (Claudino et al., 2017; Ulupinar et al., 2021). Bu test, yalnızca fiziksel performansı ölçmekle kalmaz; aynı zamanda kas-tendon birimlerinin gerilme-kısalma döngüsünü (stretch-shortening cycle, SSC) incelemeye imkân tanır (McMahon et al., 2018; Van Hooren & Zolotarjova,

2017). CMJ özellikle basketbol, voleybol ve atletizm gibi patlayıcı güç gerektiren branşlarda performansın geliştirilmesi ve izlenmesinde önemli bir rol oynar (de Miranda Rohlf's et al., 2025; Krzyszkowski et al., 2022).

Hareket sırasında sporcu, ayakta dik pozisyonundan dizlerini hızlıca bükerek vücudu aşağı indirir (eksantrik faz) ve ardından güçlü bir konsantrik kasılmayla yukarı doğru sıçrar. Bu süreçte kaslarda depolanan elastik enerji serbest bırakılarak sıçrama yüksekliği artırılır. Kasların yalnızca kuvvet üretme değil, aynı zamanda hızlı tepki verme ve koordineli hareket etme kapasitesi de bu döngü sayesinde gelişir. CMJ'nin temel özelliği, doğal bir ritim ve süreklilik içinde gerçekleşmesidir; iniş sırasında dizlerin hafifçe bükülmesi hem performansı artırır hem de eklemlere binen yükü dengeler.

Fizyolojik açıdan CMJ, kuadriseps, hamstring, gluteus ve gastrocnemius kas gruplarının eşgüdümlü çalışmasını gerektirir (Diker et al., 2022; MacKenzie et al., 2014; Satkunskiene et al., 2021). Bu kaslar yüksek düzeyde aktive olarak hem patlayıcı güç hem de çeviklik gelişimine katkı sağlar. Ayrıca kaslar arası koordinasyonun güçlenmesi ve sinir-kas sisteminin hızlı tepki kapasitesinin artması, CMJ'nin nöromüsküler uyumu destekleyen önemli bir test olmasını sağlar (Markovic & Mikulic, 2010). Aktif sıçrama, sporda olduğu kadar günlük yaşamda da fonksiyonel öneme sahiptir. Merdiven çıkma, engel aşma veya ani yön değiştirme gibi aktivitelerde benzer mekanik prensipler devreye girer. Bu nedenle CMJ, yalnızca sporcuların değil, farklı yaş gruplarının motor becerilerinin geliştirilmesinde de kullanılabilir (Moran et al., 2017).

Uygulama açısından CMJ basit bir protokole sahiptir: Sporcu dik pozisyonundan hızlıca diz fleksiyonuna iner ve gecikme olmadan patlayıcı şekilde yukarı sıçrar. Düzenli uygulamalar, sıçrama yüksekliğini artırmanın yanı sıra kas esnekliği, eklem hareket açıklığı ve denge yeteneğini de geliştirir (Deng et al., 2024). Ayrıca doğru teknikle yapıldığında, sporcunun performans kapasitesini artırırken sakatlanma riskini de azaltır (Ling et al., 2020). Sonuç olarak Countermovement Jump, alt ekstremitte patlayıcı gücünü, kas koordinasyonunu ve atletik performansı geliştiren kritik bir test ve antrenman aracıdır. Düzenli olarak

uygulandığında yalnızca sıçrama kapasitesini artırmakla kalmaz; aynı zamanda genel atletik performansı optimize eder ve yaralanma riskini azaltır. Bu nedenle CMJ, spor bilimlerinde performans değerlendirme, antrenman planlama ve sakatlık önleme çalışmaları için en sık başvurulanan yöntemlerden biridir (Köklü, 2021).

3.1.3. Eller Serbest Dikey Sıçrama

Eller serbest dikey sıçrama, alt ekstremitte patlayıcı kuvvetinin, kas koordinasyonunun ve motor kontrol kapasitesinin değerlendirilmesinde spor bilimlerinde yaygın biçimde kullanılan bir yöntemdir (Hara et al., 2008; Mosier et al., 2019). Hareket sırasında sporcular, bacak kaslarının kısa süreli maksimum güç üretimiyle vücudu yerden yukarı doğru iter. Kolların serbest kullanılması, momentum transferini optimize ederek sıçrama yüksekliğini artırır ve hareketin daha doğal bir şekilde gerçekleştirilmesini sağlar (Mosier et al., 2019). Bu sıçrama türünde quadriceps, hamstring, gluteal ve baldır kaslarının senkronize çalışması kritik öneme sahiptir (Earp et al., 2010; Struzik & Pietraszewski, 2019). Kas liflerinin koordinasyonu ve eklem stabilitesi, vücudun yerden yükselme kapasitesini belirleyen ana faktörlerdir (McErlain-Naylor et al., 2014; Raffalt et al., 2016). Kolların sağladığı ek katkı, kalça ve diz eklemlerindeki açisal hızı artırarak toplam sıçrama yüksekliğini optimize eder. Böylece yalnızca kas gücü değil, aynı zamanda denge ve postüral kontrol de ölçülmüş olur.

Teknolojinin gelişimi, bu sıçrama türünün performans analizini daha hassas hale getirmiştir. Örneğin My Jump 2 gibi mobil uygulamalar, video tabanlı ölçümler aracılığıyla sıçrama yüksekliğini ve süresini belirleyerek sporcuların patlayıcı güç kapasitelerini objektif biçimde değerlendirme imkânı sunar (Gençoğlu et al., 2023; Stanton et al., 2015). Bu yöntemler, antrenörlerin sporcuların gelişim süreçlerini izlemelerine ve bireysel farklılıkları tespit etmelerine katkı sağlar. Eller serbest dikey sıçrama, farklı branşlarda performansın belirlenmesinde kritik bir göstergedir. Basketbol ve voleybol gibi sporlarda hücum ve savunmadaki üstünlük, atletizmde ise patlayıcı güç kapasitesi

doğrudan sıçrama yeteneğiyle ilişkilidir (Hara et al., 2008). Futbol gibi takım sporlarında da hava topu mücadeleleri ve ani yön değişiklikleri sırasında bu beceri önemli avantaj sağlar (Ahsan et al., 2025; Diker et al., 2022).

Rehabilitasyon süreçlerinde de bu testin önemi büyüktür. Kas kuvveti kaybı veya eklem yaralanmalarının ardından yapılan ölçümler, iyileşme düzeyinin ve eklem stabilitesinin değerlendirilmesine yardımcı olur (Al Attar et al., 2022; de Miranda Rohlf et al., 2025; Ling et al., 2020). Patlayıcı gücün ve motor kontrolün yeniden kazanılması, sıçrama yüksekliği ve teknik kalitedeki gelişimle yakından ilişkilidir (Bishop et al., 2023; Hart et al., 2019). Sonuç olarak, eller serbest dikey sıçrama; alt vücut patlayıcı kuvvetini, kas koordinasyonunu, dengeyi ve motor kontrol kapasitesini değerlendirmek için kullanılan temel bir testtir. Modern ölçüm teknolojileriyle birlikte bu sıçrama türü hem performans optimizasyonunda hem de rehabilitasyon süreçlerinde spor bilimciler ve antrenörler için değerli bilgiler sunmaktadır.

3.1.4. Drop Jump (DJ) (Derinlik)

Drop Jump (DJ), belirlenmiş bir platformdan yere inişin ardından gerçekleştirilen dikey sıçrama hareketini ifade eder ve özellikle uzama-kısalma döngüsünü (stretch-shortening cycle, SSC) değerlendirmek için kullanılan temel testlerden biridir (Bishop et al., 2022). Bu yöntemde amaç, kas-tendon birimlerinde depolanan elastik enerjinin hızlı ve etkin biçimde kullanılarak reaktif kuvvetin açığa çıkarılmasıdır (Wilson & Flanagan, 2008). Yere temas süresinin minimumda tutulması, alt ekstremite kaslarının patlayıcı güç üretimini ve SSC verimliliğini en doğru şekilde yansıtır (McGarrigal et al., 2025; Shimizu et al., 2025; Suchomel et al., 2016). Uygulama sırasında sporcu, platformdan kontrollü biçimde aşağı adım atar ve yere değdiği anda herhangi bir bekleme yapmadan maksimum dikey sıçrama gerçekleştirir. Eller genellikle belde tutulur, böylece kolların sağladığı ek momentum ortadan kaldırılarak yalnızca alt ekstremite kaslarının performansı ölçülür. Bu test, kuadriseps, hamstring, gluteus ve baldır kaslarının hızlı eksantrik-konsantrik geçiş kapasitesini ve eklem

stabilitesini değerlendirmek için güvenilir bir yöntemdir (Diker et al., 2022; Struzik & Pietraszewski, 2019).

Derinlik sıçramalarında platform yüksekliğine ilişkin farklı uygulamalar bulunmaktadır. Bazı çalışmalarda sabit yükseklikler (10 cm, 20 cm, 27 cm, 36 cm, 46 cm, 90 cm) kullanılırken, diğerlerinde bireysel özelliklere göre yükseklik belirlenmektedir (Addie et al., 2019; Bishop et al., 2022; Xu et al., 2023). Örneğin, sporcuların boyunun %40–50’si veya maksimum sıçrama yüksekliğinin %50–150’si referans alınmıştır. Bu eşitlilik, farklı yüksekliklerin sporcuların patlayıcı güç kapasitelerini ve SSC kullanım etkinliklerini ortaya koymasına olanak tanır. Yüksek platformlardan yapılan DJ uygulamaları, kas-tendon birimlerinin elastik özelliklerini daha fazla ortaya çıkarırken, çok yüksek yükseklikler eklem ve tendon yapılarında aşırı yüklenme riski taşıyabilir (Walsh et al., 2004; Zhang et al., 2021). Bu nedenle optimal yükseklik, sporcunun hem maksimum performans sergileyebileceği hem de sakatlanma riski taşımadan uygulamayı güvenli şekilde gerçekleştirebileceği değer olarak tanımlanır.

DJ uygulamaları, basketbol, voleybol ve futbol gibi sıçrama ve iniş becerisinin kritik olduğu branşlarda performansın artırılması açısından büyük önem taşır (Walsh et al., 2004; Xu et al., 2023). Ayrıca antrenman programlarında reaktif kuvvet gelişimini izlemek, kas kuvvetini değerlendirmek ve motor koordinasyonu geliştirmek için sıklıkla kullanılmaktadır (Bassa et al., 2022). Bunun yanı sıra, sakatlık riskinin azaltılması amacıyla da optimal yükseklik seçimi ve doğru teknikle uygulanması hayati öneme sahiptir. Sonuç olarak Drop Jump hem patlayıcı kuvvetin hem de SSC kapasitesinin değerlendirilmesinde yaygın kullanılan bir yöntemdir. Farklı yüksekliklerde uygulanabilmesi, sporcuların fiziksel profiline göre testin özelleştirilmesine olanak tanır. Bu yönüyle DJ hem performans takibi hem de güvenli antrenman programlarının tasarımında spor bilimciler ve antrenörler için değerli bir araçtır (Bishop et al., 2022; Earp et al., 2010).

3.1.5. Repeated Jump (Tekrarlı Sıçrama)

Tekrarlı sıçramalar, sporcularda anaerobik güç düzeyi, kas dayanıklılığı ve patlayıcı kuvvet üretme kapasitesini incelemek için kullanılan temel performans testlerinden biridir (Buchheit et al., 2010; Xu et al., 2022). Bu egzersiz, kısa süreli yüksek yoğunluklu kas aktivitesinin art arda sürdürülebilme becerisini ölçerek sporcunun sahadaki etkinliğini doğrudan yansıtır. Özellikle basketbol, voleybol ve futbol gibi dikey sıçramanın kritik olduğu takım sporlarında, ardışık sıçrama becerisi maç içi performansın belirleyici unsurlarından biri kabul edilmektedir (Dal Pupo et al., 2014).

Tekrarlı sıçramalar sırasında kaslar yalnızca tek seferlik patlayıcı kuvvet üretmez; aynı zamanda bu kuvvetin ardışık tekrarlarla sürdürülebilme kapasitesi de değerlendirilir. Bu durum hem anaerobik enerji sistemlerinin etkinliğini hem de kas-tendon birimlerinin elastik geri dönüş kapasitesini ortaya koyar (Dal Pupo et al., 2014). Kısa ve yoğun sıçrama serilerinde ATP-CP sistemi ön plandayken, daha uzun süreli yüklenmelerde glikolitik enerji sistemi önemli katkı sağlar (Çular et al., 2018; Kaufmann et al., 2021). Böylece test, kasların hızlı enerji dönüşümünü ve devamlı güç üretebilme kapasitesini bütüncül şekilde değerlendirir. Bosco ve arkadaşlarının (1983) klasik çalışmalarında, belirli süre boyunca yapılan ardışık sıçramalarda uçuş süresi ve ortalama sıçrama yüksekliği incelenmiştir (Bosco et al., 1983). Bu parametreler yalnızca kas gücünü değil, aynı zamanda elastik enerji kullanımını ve sürekli efor üretme kapasitesini de yansıtmaktadır. Bulgular, tekrarlı sıçramaların yüksek güvenilirliğe sahip olduğunu ($r = 0,95$) ve Wingate anaerobik test sonuçlarıyla güçlü bir ilişki gösterdiğini ortaya koymuştur (Kaufmann et al., 2021).

Fizyolojik olarak, tekrarlı sıçramalar sporcunun kısa süreli maksimum güç üretimini ve metabolik yanıtlarını değerlendirmede etkilidir. Özellikle 30 saniyelik ardışık sıçramalarda ATP-CP sistemi hızlı enerji sağlarken, glikolitik katkı maksimuma ulaşır (Kaufmann et al., 2021). Bu süre zarfında performansın sürdürülebilmesi, kas dayanıklılığı ve sinir sistemi koordinasyonunun etkinliğini göstermektedir. Çalışmalar, kısa süreli (30 sn) yüklenmelerde üretilen güç

çıktılarının, daha uzun süreli protokollere göre daha yüksek olduğunu bildirmiştir (Čular et al., 2018; Dal Pupo et al., 2014; Kaufmann et al., 2021). Değerlendirmede sıklıkla Watt/kg cinsinden güç çıktısı hesaplanır; toplam uçuş süresi, toplam sıçrama sayısı ve ortalama sıçrama yüksekliği gibi parametreler kaydedilir. Ayrıca yorgunluk indeksi hesaplanarak kas dayanıklılığı ve enerji sistemlerinin etkinliği analiz edilir. Tekrarlı sıçramalar hem saha hem de laboratuvar ortamında uygulanabilir. Antrenörler bu test aracılığıyla sporcunun güç kapasitesini, yorgunluğa toleransını ve ardışık eforları sürdürme becerisini izleyebilir. Böylece antrenman programları daha doğru planlanabilir, kuvvet ve dayanıklılık çalışmalarının etkinliği artırılabilir. Sonuç olarak tekrarlı sıçramalar, kas gücü, anaerobik kapasite, elastik enerji kullanımı ve yorgunluk toleransını bir arada değerlendiren kapsamlı bir performans göstergesidir. Bu test, hem bireysel atletik kapasitenin hem de takım sporlarındaki saha performansının öngörülmesinde kritik bir araç olup, spor bilimlerinde performans analizi ve antrenman stratejilerinin geliştirilmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır.

3.1.6. Maksimal Sıçrama

Maksimal sıçrama, sporcunun ulaşabileceği en yüksek dikey sıçrama yüksekliğini ifade eder ve alt ekstremité kaslarının patlayıcı güç kapasitesinin yanı sıra kuvvet üretme becerisini değerlendirmek için kullanılan temel performans ölçütlerinden biridir (Domire & Challis, 2015). Bu test, kas-tendon kompleksinin elastik enerji depolama ve geri dönüşüm kapasitesini, eklem stabilitesini ve kasların kısa sürede maksimum kuvvet üretebilme yeteneğini ortaya koyar (Shimizu et al., 2025; Xu et al., 2022). Literatürde, pliometrik antrenman programlarının maksimal sıçrama performansını geliştirmede oldukça etkili olduğu geniş biçimde rapor edilmiştir (Ahsan et al., 2025; Laurent et al., 2020). Bu bulgular, düzenli ve planlı pliometrik yüklenmelerin kas kuvveti, patlayıcı güç ve nöromusküler koordinasyon üzerinde önemli gelişmeler sağladığını göstermektedir.

Maksimal sıçrama performansını değerlendirmek için farklı test protokolleri kullanılmaktadır. Squat Jump (çömelme pozisyonundan sıçrama), Split Squat Jump (biri önde biri arkada ayaklarla çömelerek yapılan sıçrama), Bounding (adım adım uzun sıçrama), Countermovement Jump (ön gerilmeli sıçrama, kollarla veya kolsuz), Drop Jump (yüksekten düşerek yapılan sıçrama) bu testler arasında yer alır. Daha ileri teknikler arasında Tuck Jump (dizlerin göğse çekildiği sıçrama), Depth Jump (yüksekten düşerek patlayıcı sıçrama) ve tek bacaklı sıçramalar bulunmaktadır (Laurent et al., 2020; Markovic & Mikulic, 2010). Bu varyasyonlar, yalnızca kas gücünü değil, aynı zamanda hareket ekonomisini ve sporcunun denge–koordinasyon kapasitesini de değerlendirmeye imkân tanır.

Maksimal sıçrama gelişimine yönelik antrenman programları incelendiğinde; haftada 1–5 seans, toplamda ise 6’dan 25’in üzerinde antrenman seansına kadar farklı protokoller rapor edilmiştir. Antrenman hacmi genellikle 400 ile 1700 sıçrama arasında değişmekte, kullanılan teknikler ve süre farklılık göstermektedir (Davies et al., 2015). Ancak tüm çalışmalarda ortak sonuç, düzenli pliometrik yüklenmelerin maksimal sıçrama performansında belirgin artış sağladığı yönündedir. Sonuç olarak, maksimal sıçrama hem sporcunun dikey sıçrama kapasitesini en üst düzeyde ortaya koyan bir ölçüm aracı hem de patlayıcı kuvvet gelişimini hedefleyen antrenman programlarının etkinliğini test etmede kritik bir parametredir. Bu nedenle, spor bilimlerinde performans değerlendirmesi, kuvvet antrenmanı planlaması ve antrenman etkinliğinin ölçülmesinde yaygın biçimde kullanılmaktadır.

3.1.7. İzometrik Sıçrama

İzometrik sıçrama, eklem açısının sabit tutulduğu koşullarda kasların maksimum kuvvet üretme kapasitesini değerlendirmek için kullanılan bir yöntemdir. Bu test, alt ekstremité kaslarının patlayıcı güç üretme yeteneğini ve kuvvet gelişim hızını (Rate of Force Development, RFD) objektif biçimde analiz etme imkânı sunar. İzometrik sıçrama testleri içerisinde en yaygın kullanılan

yöntemlerden biri Isometric Squat Test (ISqT)'tir (Bazyler et al., 2015; Blazeovich et al., 2002). Bu testte, diz eklemi genellikle 90° ve 120° fleksiyon açılarında sabitlenir ve katılımcılardan maksimum kuvvet uygulamaları istenir. Test, kuvvet platformu üzerinde gerçekleştirilir. Katılımcı, arka kısmına yerleştirilen barı olabildiğince hızlı ve kuvvetli şekilde yukarı itmeli ve bu eforu yaklaşık 3–4 saniye boyunca sürdürmelidir. Her bir diz açısında test en az iki kez uygulanır ve denemeler arasında yeterli dinlenme süresi bırakılır. Bu yöntemle elde edilen verilerden, maksimum kuvvet (Peak Force, PF) ve kuvvet gelişim hızı (RFD) hesaplanır (Wang et al., 2017). İzometrik sıçrama, sporcuların alt ekstremitte kaslarının maksimum kuvvet üretim kapasitelerini ve kontraksiyon hızlarını belirlemede güvenilir bir ölçüm aracıdır (Bazyler et al., 2015; Blazeovich et al., 2002). Hem performans gelişimi takiplerinde hem de yaralanma sonrası rehabilitasyon süreçlerinde sıkça tercih edilmektedir. Bu yönüyle ISqT, antrenman planlamasında kuvvet profillerinin belirlenmesine ve sporcunun gelişim alanlarının nesnel biçimde ortaya konmasına katkı sağlamaktadır.

3.1.8. Sargent Sıçrama

Sargent Sıçrama Testi, alt ekstremitte kaslarının patlayıcı kuvvetini ölçmek için geliştirilen en eski ve en yaygın saha testlerinden biridir (do Amaral Vasconcellos et al., 2012). 1921'de A. J. Sargent tarafından tanımlanan bu test, basit uygulanabilirliği ve özel ekipman gerektirmemesi nedeniyle spor bilimlerinde uzun yıllar boyunca popülerliğini korumuştur (McCloy, 1932; Van Dalen, 1940). Sporcuların patlayıcı kuvvet düzeylerini belirlemenin yanı sıra, kondisyon takibi, antrenman programlarının etkinliğinin değerlendirilmesi ve rehabilitasyon süreçlerinin izlenmesinde de yaygın olarak kullanılmaktadır. Testin uygulaması iki aşamadan oluşur. Öncelikle katılımcı duvara dik durarak kollarını yukarı uzatır ve ulaştığı en yüksek nokta maksimum erişim yüksekliği olarak kaydedilir. Ardından, alt ekstremitte kaslarını kullanarak çömelme pozisyonundan güçlü bir sıçrama yapar ve duvara tekrar dokunur. İki ölçüm arasındaki fark dikey sıçrama yüksekliği olarak kabul edilir. Bu değer, Watt veya Newton cinsinden mekanik güce dönüştürülerek kasların ürettiği kuvvetin nicel analizi de yapılabilir.

Sargent Testi'nin temel amacı, alt ekstremite kaslarının hızlı kasılma kapasitesini ve dolayısıyla patlayıcı kuvvet düzeyini belirlemektir. Patlayıcı kuvvet; basketbol, voleybol ve atletizm gibi dikey sıçramanın kritik rol oynadığı branşlarda, futbol ve hentbol gibi sprint ve yön değiştirme gerektiren sporlarda performansın belirleyici göstergelerinden biridir (do Amaral Vasconcellos et al., 2012; Harmandeep et al., 2015; Wen et al., 2018). Bu nedenle test, farklı spor dallarında antrenörler tarafından yaygın biçimde kullanılmaktadır. Fizyolojik açıdan test, özellikle kuadriseps, hamstring, gluteal ve baldır kaslarının kısa süreli maksimum güç üretme kapasitesini değerlendirir (Earp et al., 2010; Markovic & Mikulic, 2010). Bu bağlamda test, anaerobik enerji sistemlerinin etkinliğini dolaylı olarak yansıtır. Kas lif tipi (tip I–II), kas kütlesi ve nöromusküler aktivasyon düzeyi, test sonuçlarını etkileyen önemli faktörlerdir (Macaluso et al., 2012).

Testin güvenilirliğini artırmak için doğru duruş, kolların ve dizlerin uygun açılarda kullanılması ve maksimal çabanın gösterilmesi kritik öneme sahiptir. Ölçümlerin aynı koşullarda tekrarlanması güvenilirliği yükseltir. Bununla birlikte teknik farklılıklar, motivasyon düzeyi ve yorgunluk, testin sınırlılıkları arasında yer alır. Günümüzde testin klasik saha uygulamaları teknolojik ölçüm araçlarıyla desteklenmektedir. Optik sistemler, yüksek hızlı kameralar ve kuvvet platformları sayesinde sıçrama yüksekliği ve üretilen mekanik güç daha hassas ölçülebilmektedir. Ancak düşük maliyetli ve pratik olması nedeniyle saha ortamında hâlen yaygın biçimde kullanılmaktadır. Sonuç olarak, Sargent Sıçrama Testi, alt ekstremite patlayıcı kuvvetinin ölçümünde hem geçerli hem de güvenilir bir yöntemdir. Kolay uygulanabilirliği, düşük ekipman ihtiyacı ve saha koşullarına uygunluğu, onu spor bilimlerinde performans değerlendirmesi, antrenman verimliliği takibi ve rehabilitasyon süreçlerinde vazgeçilmez bir araç haline getirmiştir. Modern teknolojilerle desteklenen ölçümler doğruluğu artırsa da klasik saha testi olarak Sargent yöntemi, literatürde ve uygulamada önemini korumaktadır.

3.2. Yatay Sıçrama ve Türleri

Yatay sıçrama, alt ekstremite kaslarının üretebildiği kuvvetin ileri yönde aktarılmasını sağlayan temel performans testlerinden biridir (Ab Rahman et al., 2021; Tomkinson et al., 2021). Spor bilimlerinde sıklıkla kullanılan bu yöntem, yalnızca kas kuvvetini değil aynı zamanda hız, dayanıklılık, koordinasyon ve denge gibi motorik becerileri de değerlendirmeye olanak tanır. Bu bağlamda yatay sıçrama, sporcunun teknik kapasitesini, sinir-kas koordinasyonunu ve hareket ekonomisini ortaya koyan çok yönlü bir ölçüt olarak önemini korumaktadır.

Yatay sıçrama becerisi, insan gelişiminde erken çocukluk döneminde kazanılan temel hareket yetilerinden biri olarak kabul edilmektedir. Yürüme ve koşma davranışlarının ardından denge mekanizmalarının olgunlaşmasıyla birlikte bireyler, yalnızca dikey yönde değil, aynı zamanda yatay düzlemde de sıçrama yeteneğini geliştirirler. Bu durum, artan kas kuvveti ve gelişen motorik koordinasyonun doğal bir sonucu olarak görülmektedir. Literatürde yatay sıçrama genellikle kas kuvvetinin ileri yönlü aktarımı olarak tanımlanırken, daha teknik bir ifadeyle “iki ayak üzerinde öne doğru yapılan bir sıçrama” olarak açıklanmakta ve bu hareketin dikeyden yataya doğru evrimleşen bir beceri olduğu vurgulanmaktadır (Robertson & Fleming, 1987). Sonuç olarak, yatay sıçrama hem çocuklukta kazanılan doğal motor becerilerin bir parçası hem de spor bilimlerinde fiziksel performansın değerlendirilmesinde yaygın kullanılan bir yöntemdir. Bu test, yalnızca alt ekstremite kaslarının ürettiği kuvvetin ileri yönlü aktarımını değil, aynı zamanda sporcunun genel koordinasyon, denge ve teknik yeterlilik düzeyini de ortaya koymaktadır.

3.2.1. Broad Jump (Uzun Atlama)

Durarak uzun atlama, yatay sıçrama testleri arasında en yaygın kullanılan ve uygulanması en kolay yöntemlerden biridir (Ab Rahman et al., 2021; Robertson & Fleming, 1987). Temel amaç, başlangıç çizgisinden mümkün olan en uzak mesafeye ulaşmaktır. Katılımcı, çizginin gerisinde ayaklarını sabitler ve çift

ayakla güçlü bir itiş yaparak ileriye doğru sıçrar. Kolların ritmik salınımı, gövdenin öne yönelmesi ve iniş sırasındaki denge kontrolü, elde edilen mesafeyi doğrudan etkileyen faktörlerdir. Ölçüm sırasında sporcunun yere en son temas eden bölgesi (genellikle topuk) dikkate alınır ve santimetre cinsinden kaydedilir. Testin geçerli sayılabilmesi için başlangıç çizgisinin ihlal edilmemesi gerekir. Bu nedenle doğru başlangıç pozisyonu kritik önem taşır.

Durarak uzun atlama testi, özellikle alt ekstremite kaslarının patlayıcı kuvvetini (explosive strength) değerlendirmek için tercih edilmektedir. Kasların ani ve yüksek şiddetli kasılma kapasitesi, birçok spor dalında performansın belirleyici unsurlarından biridir (Tomkinson et al., 2021). Futbol, voleybol, basketbol ve atletizm gibi branşlarda sıçrama yeteneği, oyuncuların saha içi etkinliklerini doğrudan etkilemektedir (Ahsan et al., 2025; Sheppard et al., 2008; Silva et al., 2019). Bu nedenle test hem sporcularda hem de sedanter bireylerde alt ekstremite kuvvet düzeyinin belirlenmesinde kullanılmaktadır. Geçerlilik ve güvenilirliği artırmak amacıyla test en az iki veya üç kez tekrarlanmalı ve en iyi sonuç değerlendirmeye alınmalıdır. Katılımcının motivasyonunun yüksek tutulması ve standart prosedürlerin izlenmesi, ölçümlerin doğruluğunu artıran önemli unsurlardır.

3.2.2. Bounding (Alternatif Bacaklı) Sıçrama

Bounding, literatürde “alternatif bacaklı sıçrama” olarak tanımlanan ve atletik performansın hem geliştirilmesi hem de değerlendirilmesi amacıyla kullanılan temel pliometrik egzersizlerden biridir (Gu et al., 2024; Zen et al., 2021). Bu egzersizde sporcu, ardışık ve ritmik şekilde bir bacak üzerine basarak diğer bacakla güçlü bir ileri sıçrama gerçekleştirir. Temel amaç, alt ekstremite kaslarının kuvvetini ve patlayıcı gücünü kullanarak ileriye mümkün olan en uzun mesafeyi kat etmektir. Bounding’ın koşu hareketine benzer ritmik yapısı, sprint performansında adım uzunluğu ve frekansını artırmaya doğrudan katkı sağlar.

Bounding çalışmaları farklı yüksekliklerdeki squat sıçramalar veya engellerle çeşitlendirilebilir. Düşük engeller (10–30 cm) üzerinden yapılan ardışık

sıçramalar, sporcuları daha yüksek şiddetteki pliometrik egzersizlere ve “kasa drilleri” olarak bilinen ileri düzey uygulamalara hazırlamaktadır (Kariyama et al., 2018). Bu yönüyle bounding hem başlangıç seviyesindeki sporcular hem de elit düzeydeki atletler için uygulanabilir bir egzersizdir (Zisi et al., 2023). Bu sıçramalar sırasında kaslar, eksantrik kasılmadan konsantrik kasılmaya hızlı geçiş yapar ve bu süreç “stretch-shortening cycle” (gerilme-kısalma döngüsü) mekanizmasını devreye sokar (Suchomel et al., 2016; Xu et al., 2022). Böylece bounding yalnızca kuvveti değil, aynı zamanda sürat, çeviklik, koordinasyon ve ritim gibi çoklu motor becerileri geliştiren bir egzersiz niteliği kazanır. Kısa mesafe koşucuları, sıçrama branşları, futbolcular ve basketbolcular için performansı doğrudan destekleyen temel antrenman araçları arasında yer almaktadır.

Egzersizin uygulandığında süreklilik ve ritmik düzen kritik öneme sahiptir. Bir bacak sıçrama görevini üstlenirken diğer bacak ileriye aktif salınım yapar; bu sayede hem mesafe artar hem de koordinatif uyum sağlanır. Çalışmalar, genellikle belirlenen mesafe (ör. 20 m parkur) veya tekrar sayısı (10–12 tekrar) üzerinden planlanır. Bounding, simetrik kuvvet gelişimini desteklemesi nedeniyle özellikle tek taraflı kuvvet farklılıklarının giderilmesinde ve yaralanma risklerinin azaltılmasında etkilidir. Bu nedenle yalnızca performans artırıcı değil, aynı zamanda koruyucu ve rehabilite edici bir egzersiz olarak da kullanılır. Fizyoterapistler ve antrenörler, sakatlık sonrası güç dengesizliklerini gidermek için bounding’i sıklıkla rehabilitasyon programlarına dahil etmektedir (Voight & Tippet, 2024).

Bounding aynı zamanda bir test protokolü olarak da kullanılmaktadır. Sporcuların belirlenen mesafe boyunca yaptıkları ardışık sıçramalar ölçülerek toplam mesafe kaydedilir. Bu değer, sporcunun alt ekstremité patlayıcı kuvveti ve pliometrik kapasitesi hakkında doğrudan bilgi verir (Van de Hoef et al., 2017). Sonuç olarak bounding, yalnızca bir sıçrama türü değil; patlayıcı kuvvet, sürat, denge, koordinasyon ve ritim gibi çoklu motorik özellikleri aynı anda geliştiren kapsamlı bir antrenman aracıdır. Kolay uygulanabilirliği ve yüksek aktarım

değerleri nedeniyle hem performans geliştirme hem de rehabilitasyon süreçlerinde yaygın olarak tercih edilmektedir.

3.3. Çok Yönlü Sıçrama Türleri

Çok yönlü sıçramalar, sporcuların yalnızca ileriye doğru patlayıcı kuvvetlerini değil, aynı zamanda farklı yönlerde hareket etme kapasitelerini geliştiren egzersizlerdir (Hewit et al., 2012; Jlid et al., 2020). Bu sıçrama türleri; yön değiştirme becerisi, denge kontrolü, çeviklik ve koordinasyonun artırılmasında kritik rol oynar (Jlid et al., 2019). Özellikle takım sporlarında sporcunun farklı yönlere hızlı ve etkili biçimde hareket edebilmesi, oyun içi performansın önemli bir bileşenidir. Antrenmanlarda kasa, engel veya düşük yükseklikli platformlar kullanılarak egzersizin şiddeti düzenlenebilir. Engel yüksekliği arttıkça alt ekstremiteler kaslarına binen yük artar ve sporcunun daha yüksek düzeyde patlayıcı güç üretmesi gerekir (Bishop et al., 2022). Bu nedenle çok yönlü sıçrama çalışmaları hem performans geliştirme hem de yaralanma önleme amaçlı dikkatle planlanmalıdır. Literatürde öne çıkan iki temel çok yönlü sıçrama türü Lateral Jump (Yana Sıçrama) ve ‘Diagonal Jump (Çapraz Sıçrama)’dır (Delahunt et al., 2012; Henry et al., 2016; Meylan et al., 2010).

3.3.1. Lateral Jump (Yana Sıçrama)

Lateral jump, sporcunun yatay düzlemde sağa ve sola doğru ardışık sıçramalar yapmasını içeren bir egzersizdir (Henry et al., 2016; Meylan et al., 2010). Temel amaç, yan yönlü kuvvet üretim kapasitesini geliştirmek ve yanal denge kontrolünü artırmaktır (Turgut, 2017). Basketbol, futbol, hentbol ve voleybol gibi hızlı yön değiştirme gerektiren branşlarda lateral jump hem defansif hem de ofansif manevralarda başarı için kritik bir beceri kazandırır. Bu egzersiz, çevikliği artırmanın yanı sıra diz ve ayak bileği stabilitesini güçlendirerek sakatlık riskini azaltır. Uygulamada, lateral jump engel veya kasa kullanılarak yapılabileceği gibi serbest şekilde de gerçekleştirilebilir. Engelin yüksekliği arttıkça yüklenme

şiddeti artar ve kaslar daha fazla patlayıcı güç üretmek zorunda kalır. Antrenörler, sporcunun seviyesine göre engel yüksekliği ve tekrar sayılarını planlamalıdır.

3.3.2. Diagonal Jump (Çapraz Sıçrama)

Diagonal jump, sporcuların çapraz yönlerde yaptığı sıçramaları ifade eder. Amaç, yalnızca ileri-geri veya yan değil, aynı zamanda çapraz düzlemlerde de güçlü ve dengeli sıçrama yapabilmektir (Delahunt et al., 2012; Meylan et al., 2010). Çapraz sıçramalar, üç boyutlu hareket paternlerini desteklediği için fonksiyonel antrenmanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu egzersizler, özellikle futbolda ani çapraz koşular, basketbolda hızlı yön değişimleri ve teniste çapraz toplara yetiştirme gibi oyun içi durumlara doğrudan katkı sağlar. Çapraz sıçramalar aynı zamanda gövde stabilitesini güçlendirir ve merkez kas grubunun (core) aktif kullanımını teşvik eder. Uygulamada sporcu genellikle bir çizginin iki yanına çapraz şekilde sıçar. İleri seviyelerde engel veya kasa kullanılarak egzersizin yoğunluğu artırılabilir. Çapraz sıçrama sırasında hem yön değişimi hem de patlayıcı kuvvet üretimi gerçekleştiğinden, alt ekstremitte kuvveti ve sinir-kas koordinasyonu aynı anda gelişir (Delahunt et al., 2012; Meylan et al., 2010).

3.4. Tek ve Çift Bacaklı Sıçramalar

3.4.1. Tek Bacak Sıçrama

Tek bacaklı sıçramalar, kalkış ve inişin yalnızca bir bacak üzerinden gerçekleştirildiği hareketlerdir (Stephens et al., 2007; Swearingen et al., 2011; van Melick et al., 2024). Bu sıçramalarda yük ve yer reaksiyon kuvveti tek bacağı aktarıldığından, ilgili kas ve tendonlar daha yüksek düzeyde gerilme kuvveti üretir ve elastik enerji depolama kapasitesi artar (Taylor et al., 2016). Bu özellik, kas-tendon kompleksinin elastik potansiyelini geliştirmesi açısından önemlidir.

Tek bacaklı sıçramalar özellikle denge kontrolü, koordinasyon ve unilateral (tek taraflı) kuvvet gelişimini desteklemesi nedeniyle spor bilimlerinde önemli bir egzersiz modeli olarak öne çıkar. Yaklaşım hızı ve kasların ön gerilmesi hem sıçrama yüksekliği hem de patlayıcı güç üretiminde belirleyici rol oynar.

Mekanik açıdan hareket, destek fazı ile kalkış ve iniş fazı olmak üzere iki alt faza ayrılır (Taylor et al., 2016). Bu süreçlerde kalça, diz ve ayak bileği eklemlerindeki açılar ve oluşan momentler toplam mekanik çıktıyı belirler. Ayrıca tek taraflı yüklenme, kas ve eklemlerin stabilite adaptasyonlarını artırır ve sakatlık sonrası rehabilitasyon süreçlerinde de etkili bir uygulama biçimi sunar (Brown et al., 2012).

3.4.2. Çift Bacak Sıçrama

Çift bacaklı sıçramalarda kalkış ve iniş sırasında yük her iki bacak arasında dengeli şekilde dağılır (Stephens et al., 2007; van Melick et al., 2024). Böylece yerle temas esnasında oluşan kuvvet eşit paylaşılır ve her iki bacak benzer ölçüde kuvvet üretir. Bu özellik, çift bacaklı sıçramaları hem performans geliştirme hem de yaralanma riskini azaltma açısından uygun hale getirir. Çift bacaklı sıçramalarda da yaklaşım hızı ve kasların ön gerilmesi performansı etkiler; ancak yükün iki bacağa dağılması, tek bacaklı sıçramalara kıyasla eklem ve kaslara binen gerilimi azaltır. Destek fazı yine iniş ve kalkış olarak ikiye ayrılır, eklem açıları ile momentlerin analizi toplam mekanik çıktının hesaplanmasına olanak sağlar. Bu sıçrama türü, kas simetrisini desteklemesi, güvenli iniş mekanizmalarını öğretmesi ve genel motor performansı artırması açısından önemlidir. Ayrıca çift taraflı yüklenme, vücut simetrisi ve koordinasyonu geliştirerek sporcuların çok yönlü performansına katkı sağlar.

3.5. Sportif Branşlara Özgü Sıçrama Türleri

3.5.1. Voleybol Sıçramaları

Voleybol, servis, pas, set, blok, smaç ve hücum gibi temel becerilere dayalı bir oyundur ve bu beceriler birbirleriyle sürekli etkileşim içindedir (Lidor & Ziv, 2010). Her bir teknik becerinin etkinliği, diğerlerinin başarısını doğrudan etkiler (Malikov et al., 2020). Oyuncu performansını belirleyen motor beceriler arasında sıçrama kapasitesi, özellikle smaç, blok ve servis gibi hareketlerde kritik bir fiziksel unsur olarak öne çıkmaktadır. Voleybol antrenman programları,

oyuncuların hem teknik hem de fiziksel yeterliliklerini geliştirmeyi amaçlamalıdır. Bu nedenle programların, antrenörler, kuvvet ve kondisyon uzmanları, fizyoterapistler ve spor hekimlerinin disiplinler arası iř birliğiyle hazırlanması büyük önem taşır. Oyuncuların morfolojik özellikleri performansla yakından ilişkilidir. Özellikle boy uzunluğu, vücut kütlesi ve uzuv oranları, oyunun belirleyici morfolojik faktörleridir (Marques et al., 2009). Antropometrik ölçümler ve vücut kompozisyonu değerlendirmeleri, oyuncuların oyun sırasında motor becerilerini daha verimli kullanabilmelerinde kritik rol oynar. Bunun yanı sıra, hızlı reaksiyon süreleri ve koordinasyon becerileri de sıçrama yüksekliği ile doğrudan bağlantılıdır (Ling et al., 2020; Macaluso et al., 2012; Ramirez-Campillo et al., 2020).

Modern voleybolun fiziksel talepleri, oyuncuların patlayıcı güç, çeviklik ve tekrarlı sprint kapasitesi gibi özelliklerini ön plana çıkarmaktadır (Milić et al., 2017; Ramirez-Campillo et al., 2020). Oyunun yapısı gereği, kısa süreli yüksek yoğunluklu aktiviteler ile bunları takip eden kısa dinlenme periyotları arasında performansın korunması büyük önem taşır. Bu nedenle oyuncuların hem dayanıklılık hem de güç dengesini optimize etmesi gerekir. Genç oyunculara patlayıcı güç, teknik beceriler (pas, sma, blok) ve oyun zekâsı birlikte gelişerek başarıya katkı sağlar (Duncan et al., 2006). Voleybol hareketlerinin ani ve kısa süreli olması, enerji üretiminde çoğunlukla anaerobik enerji sistemlerini devreye sokar (Kaufmann et al., 2021).

Sıçrama yeteneği hem sayı üretimi hem de savunma açısından oyunun en kritik unsurlarından biridir. Bu yeteneğin oyun başarısı ile doğrudan ilişkisi, önemini bir kez daha ortaya koymaktadır. Servis, sma, blok ve sıçrama gibi hareketler sırasında hız, kuvvet ve çeviklik unsurları oyunculara belirgin avantaj sağlar (Ramirez-Campillo et al., 2020; Silva et al., 2019). Son yıllarda yapılan araştırmalar, düzenli kuvvet ve sıçrama antrenmanlarının voleybolcularda yalnızca performans artışı sağlamakla kalmadığını, aynı zamanda yaralanma riskini azalttığını da göstermektedir (Jlid et al., 2019; Markovic & Mikulic, 2010; Ramirez-Campillo et al., 2020). Ayrıca üst düzey voleybol performansı, fiziksel kapasite ile taktiksel farkındalığın bütünleşmesi sonucunda ortaya çıkmaktadır.

4. SİÇRAMA PERFORMANSINI ETKİLEYEN FAKTÖRLER

4.1. Kas Kuvveti ve Gücü

Kuvvet, en genel tanımıyla bir dirence karşı koyabilme ya da bir direnci belirli bir süre boyunca sürdürebilme kapasitesi olarak açıklanmaktadır (Özbay & Ulupınar, 2022; Stone et al., 2022). Spor bilimleri açısından kuvvet, yalnızca kasların mekanik gerilim üretme yetisi değil; motorik özelliklerin gelişmesi, hareketin ekonomik biçimde icrası ve sporcunun performans düzeyinin yükseltilmesinde temel bir unsur olarak kabul edilmektedir (Bazyler et al., 2015; Sheppard et al., 2008). Bu nedenle kuvvet, sportif başarının en belirleyici fiziksel yeteneklerinden biridir. En yalın haliyle kuvvet, bir kas veya kas grubunun maksimum çabayla bir direnci yenebilme kapasitesidir. Kuvvet düzeyi, hızlanma, dayanıklılık ve çeviklik gibi diğer motorik niteliklerin temelini oluşturur. Özellikle kısa zaman aralıklarında yüksek güç üretimi gerektiren sıçrama performansında kuvvet, doğrudan belirleyici rol oynar (Bazyler et al., 2015; Sheppard et al., 2008). Kuvvet; maksimal kuvvet, çabuk kuvvet ve kuvvette devamlılık olmak üzere üç alt başlıkta ele alınmaktadır:

Maksimal kuvvet, kasların istemli olarak üretebildiği en yüksek kuvvet düzeyidir. Sıçramada güçlü bir yer itiş bu özelliğe bağlıdır.

Çabuk kuvvet, kısa süre içinde yüksek kuvvet üretme yeteneğidir ve patlayıcı sıçramalarda kritik öneme sahiptir.

Kuvvette devamlılık, uzun süreli veya tekrarlı kasılmaları sürdürebilme kapasitesidir; müsabaka boyunca tekrarlanan sıçramalarda belirleyicidir.

Kas kuvvetini etkileyen faktörler oldukça çeşitlidir. Boy uzunluğu, vücut ağırlığı, vücut kompozisyonu, yaş, cinsiyet, kas lifi tipi, sinir-kas etkileşiminin etkinliği, ekstremiteler uzunlukları ve eklem yapısı kuvvet düzeyini doğrudan belirler (Bazyler et al., 2015; do Amaral Vasconcellos et al., 2012; Stone et al., 2022). Örneğin hızlı kasılan (Tip II) lif oranı yüksek bireylerde patlayıcı kuvvet potansiyeli daha fazladır. Kas-iskelet yapısının morfolojik özellikleri de sıçrama yüksekliği üzerinde önemli etkiye sahiptir (Macaluso et al., 2012). Yaş faktörü kuvvet gelişiminde kritik rol oynar. Kuvvet kapasitesi yaklaşık 20 yaşına kadar

hızlı bir artış gösterir; 20–30 yaş arası daha yavaş artarken, 30 yaş sonrasında kademeli olarak azalmaya başlar. Bu durum sıçrama performansını da etkiler; genç yaşlarda daha yüksek patlayıcı kuvvet üretilirken, ileri yaşlarda bu kapasite azalır. Ancak düzenli ve uygun planlanmış antrenmanlarla bu düşüş büyük ölçüde yavaşlatılabilir (Gustafsson & Ulfhake, 2024; Nuzzo, 2025).

Kas kuvveti yalnızca sıçrama performansını değil; hızlanma, yavaşlama, yön değiştirme gibi sporun farklı bileşenlerini de etkiler (Gustafsson & Ulfhake, 2024). Yeterli kuvvet düzeyi, sakatlık riskini azaltır, hareket ekonomisini artırır ve teknik becerilerin daha doğru uygulanmasına katkı sağlar (Straub & Powers, 2023). Bu bağlamda kuvvet, sadece kaslara özgü bir özellik değil; sinir sistemi ile bütünleşik bir kapasite olarak değerlendirilmelidir. Sıçrama performansında özellikle alt ekstremité kas grupları kritik rol oynar. Quadriceps, hamstring, gastrocnemius, soleus ve gluteal kaslar hareketin ana itici gücünü oluştururken; gövde kasları denge ve stabiliteyi sağlar (Earp et al., 2010; Mahar et al., 2022). Karın ve sırt kaslarının güçlü olması, yerden üretilen kuvvetin gövdeye verimli şekilde aktarılmasına katkıda bulunur (Aslan & Kahraman, 2023). Ayrıca kolların salınım hareketi, sıçrama yüksekliğini artırıcı destekleyici bir faktördür (Hara et al., 2008; Mosier et al., 2019).

Kuvvet gelişimine yönelik antrenmanlar sıçrama performansının artırılmasında temel araçlardır. Pliometrik egzersizler kasların kısa sürede yüksek kuvvet üretme kapasitesini geliştirirken, ağırlık çalışmaları, izometrik egzersizler ve fonksiyonel kuvvet antrenmanları hem kas kuvvetini hem de nöromüsküler koordinasyonu artırır (Ahsan et al., 2025; Davies et al., 2015; Deng et al., 2024). Güncel literatür, bu antrenmanların kombine edilerek uygulanmasının sıçrama performansına daha büyük katkı sağladığını vurgulamaktadır (Davies et al., 2015; Ramirez-Campillo et al., 2020). Sonuç olarak, kas kuvveti ve gücü sıçrama performansının temel belirleyicilerindendir. Maksimal kuvvet, çabuk kuvvet ve kuvvette devamlılığın dengeli şekilde geliştirilmesi; sporcunun yalnızca tek sıçramada değil, tüm müsabaka süresince yüksek performansı sürdürebilmesini sağlar. Ayrıca bireysel farklılıkların

dikkate alınmasıyla planlanan sistematik antrenman programları, sıçrama performansını üst düzeye çıkarırken sakatlık riskini de azaltmaktadır (Al Attar et al., 2022; Ling et al., 2020).

4.2. Esneklik ve Mobilite

Sıçrama performansını etkileyen temel faktörlerden biri esneklik ve mobilitedir (Berisha, 2021; Hunter & Marshall, 2012). Esneklik, eklemlerin geniş açıyla serbestçe hareket edebilmesi, yani mevcut hareket açıklığının en üst seviyeye kadar kullanılabilmesi olarak tanımlanır (Church et al., 2001). Ölçüm birimi derece veya santimetre olabilir. Bir ya da birden fazla eklemin mümkün olan sınırlarına kadar hareket etmesi, bireyin esneklik düzeyini belirler. Esneklik ne kadar gelişmişse, eklemler o ölçüde geniş hareket açıklığına sahip olur ve bu durum doğrudan motorik performansa, özellikle de sıçrama kapasitesine katkı sağlar.

Mobilite ise esnekliğin dinamik boyutu olarak tanımlanır ve eklemlerin aktif hareket sırasında fonksiyonel şekilde kullanılabilme kapasitesini ifade eder (Godinho et al., 2019). Başka bir deyişle, esneklik pasif bir özellikken mobilite, kas kuvveti ve sinir-kas koordinasyonunun desteğiyle ortaya çıkan aktif bir yetenektir. Bu iki kavram birbirini tamamlar ve sıçrama performansının gelişimi açısından birlikte ele alınmalıdır. Esneklik ve mobilitayı etkileyen birçok faktör bulunmaktadır. Bunların başında eklem yapısı ve tipi gelir. Kalça ve diz eklemlerinin morfolojik özellikleri, sporcunun çömelme derinliğini ve dolayısıyla sıçrama esnasında üretebileceği kuvveti belirler. Eklem çevresindeki kasların uzunluğu ve elastikiyeti de hareket açıklığını doğrudan etkiler. Kas kısalıkları veya gerginlikler, hareket açısını sınırlandırarak sıçramanın hem yüksekliğini hem de tekniğini olumsuz yönde etkileyebilir (Ritzmann et al., 2018).

Isınma, esneklik ve mobilitenin geliştirilmesinde kritik bir unsurdur. Genel vücut ısısı ve lokal kas ısısının artışı, kas-tendon ünitelerinin daha elastik hale gelmesini sağlar (Cetin et al., 2020). Bu nedenle sıçrama gerektiren spor

dallarında antrenman ve müsabaka öncesi yapılan ısınma egzersizleri, performans artışının yanı sıra sakatlıkların önlenmesi açısından da önemlidir. Yorgunluk, düşük enerji düzeyi ve yetersiz kas kuvveti ise esnekliği olumsuz etkileyen faktörlerdir. Bireysel özellikler de belirleyici rol oynar. Yaş ilerledikçe kasların elastikiyeti azalır ve esneklik düşer. Cinsiyet farklılıkları da göz önünde bulundurulmalıdır; kadın sporcular genellikle erkeklere göre daha yüksek esneklik düzeyine sahiptir. Bununla birlikte aşırı esneklik eklem stabilitesini zayıflatarak sakatlık riskini artırabilir. Bu nedenle ideal olan, yeterli esnekliğin yanı sıra kuvvet ve kontrolü içeren dengeli bir mobilité düzeyidir.

Esneklik ve mobilitenin yetersizliği, sıçrama performansında birçok olumsuz etkiye yol açabilir (Church et al., 2001; Godinho et al., 2019; Hunter & Marshall, 2012). Teknik hareketlerin öğrenilmesi ve uygulanması zorlaşır, eklem hareket açıklığı kısıtlanır ve hareket kalitesi düşer (Godinho et al., 2019; Hunter & Marshall, 2012). Ayrıca kas-tendon ünitelerine aşırı yük bindirerek sakatlık riskini artırır (Perrier et al., 2011). Örneğin basketbol veya voleybol gibi spor dallarında yetersiz kalça ve ayak bileği mobilitesi, sıçrama yüksekliğini ve kuvvet üretimini doğrudan sınırlar. Sonuç olarak, esneklik ve mobilité, sıçrama performansının kritik belirleyicileridir. Eklemlerin hareket açıklığının korunması, kas kuvveti ile denge ve koordinasyonun desteklenmesi, sıçrama verimliliği için zorunludur. Bu nedenle antrenman programlarında statik ve dinamik esneklik çalışmaları, mobilité egzersizleri ve uygun ısınma protokolleri mutlaka yer almalıdır (Cetin et al., 2020; Perrier et al., 2011).

4.3. Sinir-Kas Koordinasyonu

Sıçrama performansını etkileyen en önemli unsurlardan biri sinir-kas koordinasyonudur (Cleather & Cushion, 2019; Jo & Lee, 2023). Koordinasyon, performansın daha az eforla daha verimli gerçekleştirilmesini sağlayan temel bir motorik özelliktir (Lopez et al., 2025). Başka bir ifadeyle, amaca yönelik bir hareket sırasında iskelet kaslarının merkezi sinir sistemiyle uyumlu çalışmasıdır.

Yüksek düzeyde sinir-kas koordinasyonu, hareketlerin hem daha verimli hem de daha az enerji harcanarak yapılmasına olanak tanır.

Koordinasyon karmaşık bir motorik yeti olup sürat, kuvvet, dayanıklılık ve esneklik gibi diğer fiziksel özelliklerle yakından ilişkilidir (Knih et al., 2022). Özellikle sıçrama performansında, kuvvetin doğru zamanda ve doğru kas gruplarıyla devreye sokulabilmesi tamamen etkili bir sinir-kas koordinasyonuna bağlıdır. Kasların yüksek kuvvet kapasitesi tek başına yeterli değildir; bu kuvvetin sıçramaya dönüştürülebilmesi için merkezi sinir sistemi ile kaslar arasında hızlı, uyumlu ve doğru bir iletişim gereklidir (Dennis et al., 2025). Koordinasyon genel ve özel olarak ikiye ayrılmaktadır. Genel koordinasyon, bireyin farklı hareket becerilerini öğrenme ve uygulama kapasitesini ifade eder. Denge, reaksiyon zamanı ve hareket sürati gibi özellikler bu kapsama girer. Çocukluk ve ergenlik dönemlerinde iyi geliştirilen genel koordinasyon, ilerleyen yaşlarda farklı branşlara uyumu kolaylaştırır. Özel koordinasyon, belirli bir spor dalına özgü hareketlerin hızlı, akıcı ve uyumlu biçimde yapılmasını sağlar. Basketbol, voleybol veya atletizm gibi sıçrama odaklı branşlarda kollar, bacaklar ve gövdenin eş zamanlı çalışması yüksek düzeyde özel koordinasyon gerektirir (Jo & Lee, 2023; Knih et al., 2022).

Koordinasyonun gelişiminde motor öğrenme önemli rol oynar. Tekrarlanan hareketlerle sinir sistemi, kas gruplarını doğru sırada aktive etmeyi öğrenir ve bu süreç “motor bellek” olarak tanımlanır (DiCesare et al., 2020). Düzenli antrenmanlarla sinirsel iletim hızlanır, kas aktivasyon sırası oturur ve hareketin akıcılığı artar. Çocukluk ve ergenlik dönemleri koordinatif becerilerin en hızlı geliştiği evrelerdir; yetişkinlikte de gelişim mümkündür ancak daha uzun süreli ve planlı çalışmalar gerektirir (Gantiraga et al., 2006). Cinsiyet farklılıkları da koordinatif beceriler üzerinde etkili olabilir; kadın ve erkek sporcular arasında sinirsel aktivasyon hızları ve motor kontrol mekanizmalarında küçük farklılıklar gözlemlenebilir (Rodacki et al., 2002).

Yetersiz sinir-kas koordinasyonu, sıçrama performansını olumsuz etkileyen pek çok probleme yol açar. Zamanlama hataları, kasların uyumsuz çalışması veya

yanlış kas gruplarının devreye girmesi, sıçramanın yüksekliğini ve etkinliğini sınırlar (Dennis et al., 2025; DiCesare et al., 2020). Ayrıca koordinasyon eksikliği teknik öğrenmeyi güçleştirir ve sakatlık riskini artırır (DiStefano et al., 2010). Zıt kasların eşzamanlı aktivasyonu, eklem üzerine gereksiz yük bindirerek bağ ve tendon yaralanmalarına neden olabilir. Sonuç olarak, sinir-kas koordinasyonu sıçrama performansının kalitesini belirleyen temel faktörlerden biridir. Merkezi sinir sistemi ile kaslar arasındaki uyumlu iletişim, kasların doğru zamanda ve doğru sırayla çalışmasını sağlayarak sıçrama yüksekliğini ve verimliliğini artırır. Bu nedenle antrenman programlarında kuvvet, sürat ve esneklik çalışmalarına ek olarak koordinasyon egzersizlerine mutlaka yer verilmelidir. Böylelikle sporcular, minimum enerji harcayarak maksimum performansa ulaşabilir.

4.4. Antropometrik Özellikler

Sporcularda sıçrama performansını etkileyen en önemli faktörlerden biri antropometrik özelliklerdir (Bekele et al., 2022; Radu et al., 2015). Antropometri, insan vücudunun ölçülebilir fiziksel boyutlarını inceleyen bilim dalıdır ve boy uzunluğu, vücut ağırlığı, ekstremiteler uzunlukları, gövde oranları, çevre ölçüleri, deri kıvrım kalınlıkları ve vücut kompozisyonu gibi değişkenleri kapsar (Wyon et al., 2007). Bu özellikler, sporcunun yapısal kapasitesini belirleyen temel bileşenler olup, özellikle sıçrama gibi hız ve güç gerektiren hareketlerde doğrudan belirleyici rol oynar. Sıçrama performansında öne çıkan antropometrik unsurların başında boy uzunluğu ve bacak uzunluğu gelir. Uzun bacaklara sahip sporcular, uygun kuvvet, mobilite ve koordinasyon desteği ile sıçramada avantaj sağlayabilirler. Ancak tek başına uzun boy ya da uzun bacak performansı garanti etmez; bu avantajın kullanılabilmesi için yeterli kas gücü ve sinir-kas koordinasyonu da gereklidir. Özellikle basketbol ve voleybol gibi branşlarda boy uzunluğu hem sıçrama yüksekliği hem de ulaşılabilen mesafe açısından kritik bir faktördür (Pocek et al., 2021).

Vücut ağırlığı da sıçrama performansını doğrudan etkiler. Aşırı kütle, yerçekimine karşı daha fazla kuvvet üretmeyi gerektirdiği için dikey sıçrama

yüksekliğini sınırlandırabilir (Pocek et al., 2021). Burada kas kütlesi ile yağ oranının ayrı ayrı değerlendirilmesi gerekir. Yağsız kas kütlesi sıçramada itici güç sağlarken, yüksek yağ oranı taşınması gereken ek yük oluşturarak performansı düşürür. Bu nedenle elit sporcularda optimum vücut kompozisyonunun korunması büyük önem taşır (MACIEJEWSKI & BOBULA, 2025). Kas kütlesinin dağılımı ve alt ekstremitte kaslarının orantılı gelişimi (quadriceps, hamstring, gluteus maximus, gastrocnemius) sıçrama performansında belirleyici rol oynar. Bu kas grupları güçlü ve dengeli geliştiğinde hem kuvvet üretimi hem de postüral stabilite sağlanır. Ayrıca gövde (core) kaslarının kuvveti, sıçrama sırasında enerjinin alt ekstremiteden gövdeye verimli aktarılmasına katkı yapar. Antropometrik özellikler arasında ekstremitte oranları da öne çıkar. Bacak uzunluğunun gövde uzunluğuna oranı, sıçrama biyomekaniğini ve kuvvet aktarımını etkiler. Daha uzun femur ve tibia kemikleri sıçrama açısını değiştirebilir. Benzer şekilde ayak uzunluğu ve taban yapısı, yerle temas yüzeyini ve kuvvet aktarımını belirleyerek sıçrama ekonomisini etkiler (Shahidi et al., 2023; Sulejmani et al., 2023).

Branşa özgü farklılıklar da dikkate alınmalıdır. Basketbol ve voleybolda uzun boy, uzun kol ve bacak yapısı avantaj sağlarken, cimnastik gibi branşlarda daha kısa boy ve düşük vücut ağırlığı sıçrama ve dönüşlerde üstünlük kazandırabilir. Bu durum, antropometrik özelliklerin yalnızca performansı değil; sporcu seçiminde ve yetenek yönlendirmede de kritik bir rol üstlendiğini göstermektedir. Sonuç olarak, boy, vücut ağırlığı, yağ oranı, kas kütlesi, ekstremitte uzunlukları ve gövde oranları sporcunun sıçrama kapasitesini belirleyen temel antropometrik bileşenlerdir. Antrenman yoluyla bu özelliklerin performansa daha etkin yansıtılması mümkün olsa da genetik faktörlerin de önemli bir belirleyici olduğu unutulmamalıdır. Dolayısıyla sporcu seçiminde, performans analizinde ve antrenman planlamasında antropometrik ölçümler vazgeçilmez bir araçtır.

5. SİÇRAMA ÖLÇÜM YÖNTEMLERİ

Sıçrama, alt ekstremité kaslarının kuvvet ve güç üretme kapasitesini ortaya koyan temel bir fiziksel performans göstergesidir ve özellikle anaerobik enerji sistemlerinin baskın olduğu hareketler arasında yer alır. (Kaufmann et al., 2021) Bu nedenle sıçrama performansının ölçülmesi; sporcu seçimi, performansın izlenmesi, rehabilitasyon süreçleri ve yorgunluk takibi gibi alanlarda kritik öneme sahiptir. Sıçrama yüksekliği ve performansı hem laboratuvar hem de saha koşullarında farklı yöntemlerle değeriendirilebilir. Kuvvet platformları altın standart kabul edilirken; zamanlama paspasları, video analiz yazılımları, mobil uygulamalar, lazer/optik sistemler ve alan testleri daha pratik alternatifler sunmaktadır (Gençoğlu et al., 2023). Yöntem seçiminde bireyin seviyesi, test ortamı, bütçe, ulaşılabilirlik ve zaman faktörleri belirleyicidir. Amatör sporcular ve yeni başlayan bireyler için düşük maliyetli ve kolay uygulanabilir yöntemler tercih edilirken, elit sporcular ve bilimsel araştırmalarda daha gelişmiş teknolojiler kullanılmaktadır (Sharp et al., 2019; Stanton et al., 2015; Xu et al., 2022).

5.1. Kuvvet Platformları

Kuvvet platformları, dikey sıçrama ölçümlerinde altın standart kabul edilen cihazlardır (Plakoutsis et al., 2023; Walsh et al., 2006). Yere uygulanan kuvvetleri yüksek hassasiyetle algılayarak sıçrama yüksekliği, yerden itme kuvveti, hız ve güç gibi parametreleri sunar. Squat Jump ve Countermovement Jump (CMJ) gibi farklı protokolleri analiz edebilir. En önemli avantajı güvenilirliktir; dezavantajları ise yüksek maliyet, taşınabilirlik zorluğu ve uzman operatör gerekliliğidir. Bu nedenle daha çok elit sporcularda ve bilimsel araştırmalarda tercih edilir.

5.2. Zamanlama Paspasları

Zamanlama paspasları, uçuş süresine dayalı olarak sıçrama yüksekliğini hesaplayan saha araçlarıdır (Xu et al., 2023). Elektrik veya optik sensörlerle

yerden kalkış ve iniş zamanı tespit edilir. Taşınabilirlik, hızlı uygulama ve düşük maliyet avantajdır. Ancak detaylı kuvvet/güç analizleri sınırlıdır ve sensör yerleşimi doğruluğu önemlidir.

5.3. Video Analizi (2D/3D)

Video analiz sistemleri, sıçrama hareketini farklı açılardan kaydederek uçuş süresi, segment hareketleri ve eklem açılarını ayrıntılı inceleme imkânı sunar (Barbalho et al., 2020; Sharp et al., 2019). Teknik hataların belirlenmesi ve performans optimizasyonu açısından güçlüdür. Ancak yüksek maliyet, analiz süresinin uzunluğu ve uzmanlık gereksinimi sınırlılıklarıdır. Günümüzde akıllı cihaz kameraları ve mobil yazılımlarla saha uygulamalarına da uyarlanabilmektedir.

5.4. Mobil Uygulamalar (MyJump, Vert vb.)

Mobil uygulamalar, akıllı cihazlarla sıçrama ölçümünü kolaylaştıran düşük maliyetli çözümlerdir. My Jump 2 ve Vert, yüksek hızlı video kaydı üzerinden uçuş süresi ve sıçrama yüksekliği hesaplar; geçerliliği kuvvet platformlarıyla karşılaştırılarak desteklenmiştir (Barbalho et al., 2020; Sharp et al., 2019). Pratik ve erişilebilir olmaları avantajdır; ancak ölçüm doğruluğu cihazın kamera kalitesine ve ışık koşullarına bağlıdır (Xu et al., 2023).

5.5. Lazer ve Optik Sistemler

Bu sistemler, sıçrama yüksekliği ve uçuş süresini lazer/ışık bariyerleri aracılığıyla hassas şekilde ölçer (Xu et al., 2023). Yüksek doğruluk ve hızlı veri avantajına sahiptir. Grup testlerinde de kullanılabilir. Ancak maliyetli, taşınması zor ve kurulum açısından uzmanlık gerektirir.

5.6. Alan Testleri (Serbest sıçrama, Broad Jump vb.)

Alan testleri, saha koşullarında uygulanabilen düşük maliyetli ve pratik yöntemlerdir (Ruiz et al., 2011; Ulupinar & Özbay, 2020). Serbest sıçrama, broad

jump veya Sargent testi, minimum ekipmanla uygulanabilir. Büyük grupların kısa sürede değerlendirilmesi mümkündür. Laboratuvar cihazları kadar hassas değildir ancak ulaşılabilirlik ve kullanım kolaylığı açısından avantajlıdır. Performans takibi, kondisyon değerlendirmesi ve motivasyon artırıcı işlevleri vardır.

6. UYGULAMA ALANLARI VE ÖRNEK ARAŞTIRMALAR

6.1. Antrenman Takibi

Antrenman bilimi, sporcuların performansını artırmayı, fiziksel kapasitelerini en üst düzeye çıkarmayı ve bu seviyeyi sürdürülebilir kılmayı amaçlayan disiplinler arası bir süreçtir. Bu sürecin en kritik unsurlarından biri, antrenman yüklenmelerinin düzenli takibi ve elde edilen verilerin analiz edilerek programların bilimsel temellere göre güncellenmesidir. Performansın yalnızca müsabaka sonuçlarıyla değil, düzenli yapılan ölçümlerle takip edilmesi gerektiği anlayışı spor bilimlerinde giderek yaygınlaşmaktadır. Bu noktada sıçrama testleri hem uygulanabilirlikleri hem de sundukları nöromusküler veriler nedeniyle modern antrenman takibinde merkezi bir araç haline gelmiştir (Claudino et al., 2017; García-Pinillos et al., 2021; Gómez-Carmona et al., 2020).

Sıçrama testleri, alt ekstremité kaslarının kuvvet ve güç üretim kapasitesini, elastik özelliklerini ve sinir-kas koordinasyonunu değerlendirmek için kullanılır. Squat Jump (SJ), Countermovement Jump (CMJ) ve Drop Jump (DJ) gibi farklı protokoller, sporcuların fonksiyonel durumlarını ve kuvvet-zaman ilişkilerini ortaya koyar. Örneğin, SJ sporcunun izole patlayıcı kuvvetini ölçerken, CMJ stretch-shortening cycle (gerilme-kısalma döngüsü) verimliliğini değerlendirir. DJ ise kuvvet üretim hızını ve elastik enerji kullanımını belirlemede öne çıkar (Bishop et al., 2023; Gheller et al., 2023; Satkunskiene et al., 2021).

Günümüzde sıçrama testleri yalnızca sıçrama yüksekliği ölçmekle sınırlı değildir. Uçuş süresi, yerle temas süresi, kuvvet üretim hızı, güç eğrileri ve asimetric yüklenme dağılımları gibi parametreler de analiz edilmektedir (Xu et al., 2023). Kuvvet platformları, optik lazer sistemleri, yüksek hızlı kameralar ve taşınabilir ivmeölçerler sayesinde bu veriler milisaniye düzeyinde incelenebilmekte; antrenörler yüklenme, toparlanma ve adaptasyon süreçleri hakkında somut veriler elde etmektedir (Klavora, 2000; Kobal et al., 2017; Xu et al., 2023). Mobil uygulamalar ve bulut tabanlı yazılımlar sayesinde saha ortamında anlık ölçümler yapılabilmekte ve uzun dönemli performans trendleri

grafiksel olarak raporlanabilmektedir (Bogataj, Pajek, Hadžić, et al., 2020; Gençoğlu et al., 2023; Stanton et al., 2015).

Sıçrama testleri ayrıca nöromüsküler yorgunluğun tespitinde kritik bir rol oynar. Yoğun antrenman veya müsabaka dönemlerinde görülen performans düşüşleri, özellikle CMJ değerlerindeki ani azalmalarla kolayca saptanabilir. Bu durum kas içi enerji depolarının tükenmesi, motor ünite etkinliğinin azalması veya sinir-kas iletişimindeki aksaklıklarla ilişkilidir. Düzenli ölçümler, sporcuların aşırı yüklenme (overtraining) riskini erken dönemde ortaya koyarak toparlanma süreçlerinin planlanmasına katkı sağlar (Al Attar et al., 2022; de Miranda Rohlf et al., 2025; Delahunt et al., 2012).

Bunun yanında, sıçrama testleri sporcuların gelişimsel süreçlerinin objektif değerlendirilmesine olanak tanır. Sezon boyunca yapılan düzenli ölçümler, uygulanan kuvvet, dayanıklılık ve pliometrik antrenmanların etkinliğini yansıtır. Örneğin, stretch-shortening cycle verimliliğini artırmayı hedefleyen pliometrik çalışmaların başarısı, CMJ performansındaki artışlarla takip edilebilir (Satkunskiene et al., 2021; Suchomel et al., 2016; Xu et al., 2022). Testler aynı zamanda yaralanma risklerinin öngörülmesinde de kullanılmaktadır. Tek bacak sıçrama testleri ve asimetrik kuvvet analizleri, alt ekstremitte sakatlıklarına yatkınlığı ortaya koyar. Özellikle ön çapraz bağ yaralanmalarına yatkın sporcularda görülen performans farklılıkları, erken uyarı sinyalleri olarak değerlendirilebilir (Al Attar et al., 2022; Hart et al., 2019; Ling et al., 2020).

Araştırmalar, farklı branşlarda sıçrama testlerinin uygulanabilirliğini ortaya koymaktadır. Futbolda yoğun maç periyotları sonrası CMJ performansındaki düşüşler; basketbol ve voleybolda sezon boyunca oyuncu yüklenmelerinin ve sakatlık risklerinin öngörülmesi; atletizmde sprint ve uzun atlama sporcularında patlayıcı kuvvetin takibi bu duruma örnek teşkil etmektedir (Cetin et al., 2020). Son yıllarda yapay zekâ tabanlı analiz sistemleri ve sensör teknolojilerinin gelişimi, sıçrama testlerini daha da erişilebilir hale getirmiştir. Bu sistemler yalnızca güncel performansı analiz etmekle kalmayıp, uzun dönemli büyük veri setlerinden elde edilen öngörülerle gelecekteki performans zirvelerini ve olası

sakatlık risklerini tahmin etme imkânı sunmaktadır (Al Attar et al., 2022; Hart et al., 2019; Ling et al., 2020).

Ancak sıçrama testlerinden güvenilir sonuç elde edilebilmesi için standart protokollere uyum kritik önem taşır. Testlerin aynı koşullarda, günün benzer saatlerinde ve uygun ısınma sonrasında yapılması verilerin karşılaştırılabilirliğini artırır (Klavora, 2000; Perez-Gomez & Calbet, 2013). Ayrıca sonuçların yalnızca mutlak değerlerle değil, bireysel gelişim eğilimleriyle birlikte değerlendirilmesi daha sağlıklı çıkarımlar yapılmasına katkı sağlar. Sonuç olarak, sıçrama testleri modern antrenman biliminin ayrılmaz bir parçası haline gelmiştir. Performans gelişimi, yorgunluk düzeyi ve yaralanma riski hakkında sunduğu nesnel veriler sayesinde hem bireysel hem de takım bazında bilimsel temelli antrenman yönetimini mümkün kılmaktadır.

6.2. Rehabilitasyon ve Geri Dönüş Süreci

Rehabilitasyon ve geri dönüş süreci, sporcuların yaralanma sonrası güvenli ve etkili biçimde eski performans düzeylerine ulaşmalarını amaçlayan multidisipliner bir uygulamadır. Bu süreç yalnızca fiziksel iyileşmeyi değil; nöromüsküler kontrolün, kuvvet üretim kapasitesinin ve patlayıcı özelliklerin yeniden kazanılmasını da içerir. Son yıllarda sıçrama testleri, rehabilitasyon programlarının etkinliğini değerlendirmede giderek daha sık kullanılan araçlar haline gelmiştir (Bishop et al., 2023; Samudra et al., 2024; Voight & Tippett, 2024).

Sıçrama testleri, özellikle diz, ayak bileği ve kalça yaralanmalarından sonra geri dönüşte kritik öneme sahiptir. CMJ, SJ ve DJ testleri, sporcunun patlayıcı kuvvet üretimini, elastik enerji kullanımını ve zeminle temas sürelerini değerlendirir (Maciejewska-Skrendo et al., 2020; Wilson & Flanagan, 2008). Bu veriler, sporcunun hangi antrenman yoğunluklarına güvenle adapte olabileceğini belirlemede yol göstericidir. Örneğin, DJ sırasında iniş fazında asimetrik yüklenme görülmesi, diz eklemine stabilitenin tam sağlanmadığını ve ek kuvvetlendirme gerektiğini gösterebilir (Lopez et al., 2025; Xu et al., 2023). Rehabilitasyonda sıçrama testlerinin bir diğer avantajı, güç dengesizliklerinin ve

kompanseasyon stratejilerinin erken tespit edilmesidir. Yaralanma sonrası sporcular bazı hareketleri telafi mekanizmalarıyla gerçekleştirebilir; düzenli ölçümler, her iki ekstremitenin kuvvet üretim kapasitesini karşılaştırarak bu eşitsizlikleri ortaya çıkarır. Böylece programlar bireyselleştirilebilir, aşırı yüklenme önlenir ve tekrar sakatlanma riski azaltılır.

Testler ayrıca rehabilitasyonun ilerleyişini nesnel olarak takip etme olanağı sunar. Belirli aralıklarla yapılan ölçümler, kas kuvveti ve patlayıcı gücün geri kazanımını gösterir. Özellikle kuvvet ve pliometrik egzersizlerle desteklenen programlarda, sıçrama yüksekliğindeki artış ve temas süresindeki azalma, iyileşmenin somut göstergeleridir (do Amaral Vasconcellos et al., 2012; Maciejewska-Skrendo et al., 2020). Rehabilitasyon sürecinde psikolojik güven de kritik bir faktördür. Sporcuların hareket sırasında kendilerini güvende hissetmeleri, performans kalitesi ve motivasyon için önemlidir. Nesnel sıçrama verileri, sporcuların iyileşme durumlarını görmelerini sağlayarak psikolojik güveni artırır ve tekrar sakatlanma riskini azaltır.

Çeşitli branşlarda yapılan çalışmalar, bu testlerin rehabilitasyondaki değerini desteklemektedir. Futbolda ACL yaralanmalarında CMJ ve SJ testleri diz stabilitesini değerlendirmek için standart yöntemlerden biridir (Straub & Powers, 2023). Basketbol ve voleybolda, sıçrama yüksekliği ve iniş kuvvetlerindeki gelişmeler geri dönüş sürecinin göstergeleri olarak kullanılırken, atletizmde özellikle sprint ve uzun atlama sporcularında patlayıcı gücün yeniden kazanımı sıçrama testleriyle takip edilmektedir (Philipp et al., 2023; Ramirez-Campillo et al., 2020; Silva et al., 2019). Teknolojik gelişmeler, rehabilitasyonda sıçrama ölçümlerini daha erişilebilir hale getirmiştir. Taşınabilir kuvvet sensörleri, ivmeölçerler, yüksek hızlı kameralar ve mobil uygulamalar sayesinde veriler saha ortamında anında elde edilebilmekte ve bulut tabanlı sistemlerde uzun dönemli olarak izlenebilmektedir (Cetin et al., 2020; Pueo et al., 2020; Sharp et al., 2019).

6.3. Bilimsel Araştırmalarda Kullanımı

Sıçrama testleri, spor bilimi, fizyoloji, biyomekanik ve rehabilitasyon araştırmalarında kritik bir değerlendirme aracıdır. Özellikle CMJ, SJ ve DJ

testleri, alt ekstremite kas gücü, patlayıcı kuvvet kapasitesi, kuvvet üretim zamanlaması ve nöromüsküler kontrolün nesnel biçimde ölçülmesini sağlar (Turan et al., 2022; Ulupinar et al., 2021). Bu testler yalnızca saha performansını değerlendirmekle kalmaz, aynı zamanda deneysel araştırmalarda bağımsız değişkenlerin etkilerini ölçmek için standart yöntemler arasında yer alır.

Araştırmalarda sıçrama testleri, performans artışlarını ve rehabilitasyon süreçlerini incelemek için tekrarlanabilir protokoller ile uygulanır. Örneğin, plyometrik antrenmanların etkinliğini araştıran çalışmalarda CMJ ve SJ testleri belirli aralıklarla tekrarlanarak patlayıcı kuvvetteki değişimler kaydedilir (Macaluso et al., 2012; Markovic & Mikulic, 2010; Ramirez-Campillo et al., 2020). Bu veriler, gruplar arası karşılaştırmalar yapılmasına, antrenman programlarının etkinliğinin değerlendirilmesine ve bireysel adaptasyon farklılıklarının ortaya konmasına imkân tanır. Sıçrama testlerinin en önemli avantajlarından biri hem akut hem de kronik adaptasyonların izlenmesine olanak sağlamasıdır. Kısa süreli yüklenmelerin etkileri anlık performans değişimleriyle, uzun vadeli adaptasyonlar ise haftalar veya aylar boyunca yapılan ölçümlerle değerlendirilebilir.

Sıçrama testleri ayrıca, farklı yükleme düzeyleri, antrenman protokolleri veya yorgunluk durumlarının etkilerini araştırmada kullanılır (Arazi et al., 2014; Harmandeep et al., 2015; Znazen et al., 2022). Ölçülen parametreler arasında sıçrama yüksekliği, iniş fazı kuvvetleri ve uçuş süreleri yer alır. Bu veriler, performans kazançlarının nicel olarak değerlendirilmesini ve antrenman yöntemlerinin bilimsel olarak doğrulanmasını mümkün kılar.

Branşa özgü araştırmalarda da sıçrama testleri yoğun şekilde kullanılmaktadır. Basketbol ve voleybol gibi sıçrama temelli sporlarda DJ ve CMJ performansları, alt ekstremite kuvvet simetrilerini ve patlayıcı güç profillerini ortaya koyar (Knihs et al., 2022; Kobal et al., 2017; Marques et al., 2009). Atletizm branşlarında, özellikle sprint, uzun atlama ve üç adım atlama disiplinlerinde, sıçrama ölçümleri performans takibinin temel bileşenidir. Teknolojik gelişmeler, sıçrama testlerinin bilimsel araştırmalarda kullanılabilirliğini artırmıştır. Yük

hücreleri, ivmeölçerler, hareket analizi sistemleri ve mobil uygulamalar sayesinde saha koşullarında da yüksek doğrulukta ölçümler yapılabilmektedir (Brooks et al., 2018; Cetin et al., 2020; Concei  o et al., 2022). Bu teknolojiler ölçüm hatalarını azaltmakta, verilerin dijital tabanlarda uzun vadeli izlenmesini sağlamaktadır.

Ayrıca sıçrama testleri, yalnızca performans analizi değil, nöromüsküler yorgunluk ve kas-iskelet dengesizliklerinin incelenmesi için de kullanılır (Bishop et al., 2023; Knihs et al., 2022; Rodacki et al., 2002). Müsabaka veya antrenman sonrası performans d    leri, CMJ veya DJ sonuçlarındaki değişimlerle nesnel biçimde saptanabilir. Son olarak, sıçrama ölçümleri istatistiksel analizlerle birleştirildiğinde performans parametreleri arasındaki ilişkiler açığa çıkar. Örneğin, CMJ yüksekliği ile sprint süresi veya çeviklik arasındaki korelasyonlar, sıçrama testlerinin bağımsız değişkenlerle performans  ıktıları arasındaki bağlantıları incelemede etkin bir araç olduğunu göstermektedir (Buchheit et al., 2010; Cetin et al., 2020; Ince & Ulupinar, 2020; önce et al., 2021).

Özetle, sıçrama testleri bilimsel araştırmalarda metodolojik açıdan kritik bir rol oynamaktadır. Standart protokoller ve teknolojik destek ile birleştiğinde, alt ekstremite gücü, patlayıcı kuvvet ve nöromüsküler kontrol kapasitesinin güvenilir ve hassas biçimde analiz edilmesini sağlar. Farklı branşlarda yapılan çalışmalar, sıçrama ölçümlerinin hem bilimsel bilgi üretiminde hem de uygulamalı spor performansının geliştirilmesinde vazgeçilmez bir araç olduğunu ortaya koymaktadır.

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma, farklı sıçrama türleri ve ölçüm yöntemlerinin spor bilimlerindeki kullanımını sistematik olarak ele almış; saha ve laboratuvar koşullarında sporcu performansının değerlendirilmesine ilişkin önemli çıkarımlar sunmuştur. Sıçrama testleri, sporcuların fiziksel kapasitelerine dair çok boyutlu bilgiler sağlamaktadır. Dikey sıçramalar, alt ekstremite kuvveti, patlayıcı güç ve hızlı kasılma kapasitesini ölçmede öne çıkarken; yatay sıçramalar, koordinasyon, denge ve yatay kuvvet üretim becerisini daha doğru yansıtmaktadır. Bu durum, branşa özgü testlerin seçiminin ve testlerin bireyselleştirilmesinin performans analizinde kritik önem taşıdığını göstermektedir. Ölçüm yöntemleri açısından, kuvvet platformları yüksek hassasiyetleri nedeniyle bilimsel araştırmalarda altın standart olarak kullanılmaya devam etmektedir. Bununla birlikte, zamanlama paspasları ve mobil uygulamalar saha koşullarında pratik, hızlı ve düşük maliyetli çözümler sunmaktadır. Son yıllarda yapılan geçerlik ve güvenilirlik çalışmaları, modern mobil uygulamaların kuvvet platformlarıyla yüksek korelasyon gösterdiğini ortaya koymuş; böylece bu teknolojilerin saha antrenmanlarında ve genç sporcuların takibinde güvenle kullanılabileceği doğrulanmıştır.

Sıçrama testlerinin uygulama alanı yalnızca performans geliştirme ile sınırlı değildir. Rehabilitasyon süreçlerinde, sporcunun spora dönüş aşamalarının takibi ve sakatlanma riskinin değerlendirilmesi açısından da önemli bir rol üstlenmektedir. Düzenli yapılan ölçümler, yüklenme ve iyileşme süreçlerinin nesnel biçimde izlenmesini sağlamakta; performans optimizasyonu ve sakatlık riskinin azaltılmasına katkıda bulunmaktadır. Ayrıca, yapay zekâ tabanlı video analiz sistemleri, giyilebilir sensörler ve mobil ölçüm teknolojileri, veri toplama süreçlerini daha erişilebilir ve güvenilir hâle getirmiştir. Geçerlik ve güvenilirlik çalışmalarının artması, bu teknolojilerin spor bilimlerinde daha yaygın kullanımını destekleyecektir.

Pratik uygulamalarda, hızlı ve güvenilir veri için mobil uygulamalar ve zamanlama paspasları tercih edilebilirken; detaylı kuvvet-güç analizi gerektiren

bilimsel araştırmalar ve üst düzey sporcularda kuvvet platformları hâlen en güvenilir yöntemdir. Sporcuların yaş, performans seviyesi ve branş özelliklerine göre testlerin özenle seçilmesi; tek bir protokol yerine farklı test kombinasyonlarının kullanılması daha kapsamlı ve güvenilir değerlendirmeler sunacaktır. Rehabilitasyon ve performans takibinde testlerin düzenli tekrarlanması, elde edilen verilerin yüklenme, toparlanma ve genel performans ile ilişkilendirilerek yorumlanması büyük önem taşımaktadır.

Gelecek araştırmalarda, yeni nesil sensör teknolojileri, yapay zekâ tabanlı analiz sistemleri ve mobil uygulamaların geçerlik-güvenirlik çalışmalarına ağırlık verilmesi gerekmektedir. Ayrıca, farklı yaş grupları, cinsiyet, branş ve performans seviyelerine özgü standart sıçrama protokollerinin geliştirilmesi, ölçümlerin karşılaştırılabilirliği açısından kritik önemdedir. Uzun dönemli takip çalışmaları ve performans ile sakatlık verilerinin entegre analizi, sporcu sağığı ve antrenman optimizasyonu için bilimsel temelli stratejiler geliştirilmesine katkı sağlayacaktır.

Sonuç olarak, sıçrama testleri ve ölçüm yöntemleri, spor bilimlerinde hem akademik araştırmalar hem de saha uygulamaları için vazgeçilmez araçlardır. Teknolojik gelişmeler sayesinde ölçümlerin daha hızlı, erişilebilir ve güvenilir hâle gelmesi; performans optimizasyonu, sakatlık riskinin azaltılması ve rehabilitasyon süreçlerinin etkin takibi için önemli fırsatlar sunmaktadır. Bu kapsamda, sıçrama testlerinin bilinçli, planlı ve bireyselleştirilmiş şekilde uygulanması, spor bilimleri disiplininin hem teorik bilgi üretimine hem de pratik uygulamalarına değerli katkılar sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- Ab Rahman, Z., Kamal, A. A., Noor, M. A. M., & Geok, S. K. (2021). Reliability, validity, and norm references of standing broad jump. *Revista Geintec-Gestao Inovacao E Tecnologias*, 11(3), 1340-1354.
- Addie, C. D., Arnett, J. E., Neltner, T. J., Straughn, M. K., Greska, E. K., Cosio-Lima, L., & Brown, L. E. (2019). Effects of drop height on drop jump performance. *International Journal of Kinesiology and Sports Science*, 7(4), 28-32.
- Ahsan, M., Ali, M. F., Al Zahrani, A., Alhusayni, A., & Aljohany, M. (2025). Plyometric exercises training improve psychological and physical performance among rugby and soccer players: a comparative study. *Cogent Social Sciences*, 11(1), 2461736.
- Al Attar, W. S. A., Bakhsh, J. M., Khaledi, E. H., Ghulam, H., & Sanders, R. H. (2022). Injury prevention programs that include plyometric exercises reduce the incidence of anterior cruciate ligament injury: a systematic review of cluster randomised trials. *Journal of physiotherapy*, 68(4), 255-261.
- Arazi, H., Asadi, A., Mahdavi, S. A., & Nasiri, S. O. M. (2014). Cardiovascular responses to plyometric exercise are affected by workload in athletes. *Advances in Interventional Cardiology/Postępy w Kardiologii Interwencyjnej*, 10(1), 2-6.
- Aslan, T. V., & Kahraman, M. Z. (2023). The effect of core exercise program on vertical jump, speed, agility and strength parameters in junior male soccer players. *Journal of Education and Recreation Patterns*, 4(2), 610-627.
- Barbalho, M., Kleiner, A. F. R., Callegari, B., de Lima, R. C., da Silva Souza, G., e Silva, A. d. A. C., & Coswig, V. S. (2020). Assessing interlimb jump asymmetry in young soccer players: the my jump 2 APP. *International journal of sports physiology and performance*, 16(1), 19-27.

- Bassa, E., Adamopoulos, I., Panoutsakopoulos, V., Xenofondos, A., Yannakos, A., Galazoulas, C., & Patikas, D. A. (2022). Optimal drop height in prepubertal boys is revealed by the performance in squat jump. *Sports*, 11(1), 1.
- Bazyler, C. D., Beckham, G. K., & Sato, K. (2015). The use of the isometric squat as a measure of strength and explosiveness. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(5), 1386-1392.
- Bekele, B. A., Adane, A. K., & Kabiso, T. A. (2022). Anthropometric characteristics of volleyball players with respect to playing positions: In ethiopian female premier league. *Central European Journal of Sport Sciences and Medicine*, 39, 65-73.
- Berisha, M. (2021). Determination of flexibility and mobility levels for female physical education students and motor asymmetry analysis. *Physical education of students*, 25(5), 272-279.
- Bishop, C., Jordan, M., Torres-Ronda, L., Loturco, I., Harry, J., Virgile, A., Mundy, P., Turner, A., & Comfort, P. (2023). Selecting metrics that matter: comparing the use of the countermovement jump for performance profiling, neuromuscular fatigue monitoring, and injury rehabilitation testing. *Strength & Conditioning Journal*, 45(5), 545-553.
- Bishop, C., Turner, A., Jordan, M., Harry, J., Loturco, I., Lake, J., & Comfort, P. (2022). A framework to guide practitioners for selecting metrics during the countermovement and drop jump tests. *Strength & Conditioning Journal*, 44(4), 95-103.
- Blazevich, A. J., Gill, N., & Newton, R. U. (2002). Reliability and validity of two isometric squat tests. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 16(2), 298-304.
- Bogataj, Š., Pajek, M., Andrašić, S., & Trajković, N. (2020). Concurrent validity and reliability of my jump 2 app for measuring vertical jump height in recreationally active adults. *Applied Sciences*, 10(11), 3805.

- 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.
- Bosco, C., Luhtanen, P., & Komi, P. V. (1983). A simple method for measurement of mechanical power in jumping. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 50(2), 273-282.
- Brooks, E. R., Benson, A. C., & Bruce, L. M. (2018). Novel technologies found to be valid and reliable for the measurement of vertical jump height with jump-and-reach testing. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 32(10), 2838-2845.
- Brown, C., Bowser, B., & Simpson, K. J. (2012). Movement variability during single leg jump landings in individuals with and without chronic ankle instability. *Clinical biomechanics*, 27(1), 52-63.
- Buchheit, M., Spencer, M., & Ahmaidi, S. (2010). Reliability, usefulness, and validity of a repeated sprint and jump ability test. *International journal of sports physiology and performance*, 5(1), 3-17.
- Cabarkapa, D. V., Cabarkapa, D., Philipp, N. M., & Fry, A. C. (2023). Impact of the anatomical accelerometer placement on vertical jump performance characteristics. *Sports*, 11(4), 92.
- Cetin, O., Ozkan, I., & Yasar, M. N. (2020). The acute effects of a dynamic warm-up including hip mobility exercises on sprint, agility and vertical jump performance. *European Journal of Human Movement*, 45.
- Church, J. B., Wiggins, M. S., Moode, F. M., & Crist, R. (2001). Effect of warm-up and flexibility treatments on vertical jump performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 15(3), 332-336.
- Claudino, J. G., Cronin, J., Mezêncio, B., McMaster, D. T., McGuigan, M., Tricoli, V., Amadio, A. C., & Serrão, J. C. (2017). The countermovement jump to monitor neuromuscular status: A meta-analysis. *Journal of science and medicine in sport*, 20(4), 397-402.

- Cleather, D. J., & Cushion, E. J. (2019). Muscular coordination during vertical jumping. *Journal of Human Performance and Health*, 1, a1-a10.
- Conceição, F., Lewis, M., Lopes, H., & Fonseca, E. M. (2022). An evaluation of the accuracy and precision of jump height measurements using different technologies and analytical methods. *Applied Sciences*, 12(1), 511.
- Čular, D., Ivančev, V., Zagatto, A. M., Milić, M., Beslija, T., Sellami, M., & Padulo, J. (2018). Validity and reliability of the 30-s continuous jump for anaerobic power and capacity assessment in combat sport. *Frontiers in physiology*, 9, 543.
- Dal Pupo, J., Gheller, R. G., Dias, J. A., Rodacki, A. L., Moro, A. R., & Santos, S. G. (2014). Reliability and validity of the 30-s continuous jump test for anaerobic fitness evaluation. *Journal of science and medicine in sport*, 17(6), 650-655.
- Davies, G., Riemann, B. L., & Manske, R. (2015). Current concepts of plyometric exercise. *International journal of sports physical therapy*, 10(6), 760.
- de Miranda Rohlfs, I. C. P., Noce, F., Wilke, C. F., Gabbett, T. J., Terry, V. R., Montenegro, A., Assis, C. A., Magalhães, P. M., de Miranda Jr, P. O., & Terry, P. C. (2025). Mood States, Injury Status, and Countermovement Jump Performance in Brazilian High-Level Sports. *Sports*, 13(9), 303.
- Delahunt, E., Prendiville, A., Sweeney, L., Chawke, M., Kelleher, J., Patterson, M., & Murphy, K. (2012). Hip and knee joint kinematics during a diagonal jump landing in anterior cruciate ligament reconstructed females. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 22(4), 598-606.
- Deng, N., Soh, K. G., Abdullah, B. B., Huang, D., Xu, F., Bashir, M., & Zhang, D. (2024). Effects of plyometric training on health-related physical fitness in untrained participants: a systematic review and meta-analysis. *Scientific Reports*, 14(1), 11272.
- Dennis, J. D., Holmes, S. C., Heredia, C., Shumski, E. J., & Pamukoff, D. N. (2025). Lower extremity joint angle, moment, and coordination throughout

- a double limb drop vertical jump in individuals with anterior cruciate ligament reconstruction. *Sports Biomechanics*, 24(6), 1753-1768.
- DiCesare, C. A., Minai, A. A., Riley, M. A., Ford, K. R., Hewett, T. E., & Myer, G. D. (2020). Distinct coordination strategies associated with the drop vertical jump task. *Medicine and science in sports and exercise*, 52(5), 1088.
- Diker, G., Struzik, A., Ön, S., & Zileli, R. (2022). The relationship between the hamstring-to-quadriceps ratio and jumping and sprinting abilities of young male soccer players. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(12), 7471.
- DiStefano, L. J., Padua, D. A., Blackburn, J. T., Garrett, W. E., Guskiewicz, K. M., & Marshall, S. W. (2010). Integrated injury prevention program improves balance and vertical jump height in children. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(2), 332-342.
- do Amaral Vasconcellos, F. V., Fonseca, R. T., & Dantas, E. H. M. (2012). Validity and reproducibility of the sargent jump test in the assessment of explosive strength in soccer players. *Journal of human kinetics*, 33, 115.
- Domire, Z. J., & Challis, J. H. (2015). Maximum height and minimum time vertical jumping. *Journal of Biomechanics*, 48(11), 2865-2870.
- Duncan, M., Woodfield, L., & Al-Nakeeb, Y. (2006). Anthropometric and physiological characteristics of junior elite volleyball players. *British journal of sports medicine*, 40(7), 649-651.
- Earp, J. E., Kraemer, W. J., Newton, R. U., Comstock, B. A., Fragala, M. S., Dunn-Lewis, C., Solomon-Hill, G., Penwell, Z. R., Powell, M. D., & Volek, J. S. (2010). Lower-body muscle structure and its role in jump performance during squat, countermovement, and depth drop jumps. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(3), 722-729.
- Gantiraga, E., Katartzi, E., Komsis, G., & Papadopoulos, C. (2006). Strength and vertical jumping performance characteristics in school-aged boys and girls. *Biology of sport*, 23(4), 367.

- García-Pinillos, F., Ramírez-Campillo, R., Boullosa, D., Jiménez-Reyes, P., & Latorre-Román, P. Á. (2021). Vertical jumping as a monitoring tool in endurance runners: a brief review. *Journal of human kinetics*, 80(1), 297-308.
- Gençoğlu, C., Ulupınar, S., Özbay, S., Turan, M., Savaş, B. Ç., Asan, S., & İnce, İ. (2023). Validity and reliability of “My Jump app” to assess vertical jump performance: a meta-analytic review. *Scientific Reports*, 13(1), 20137.
- Gheller, R., Kons, R., Dal Pupo, J., & Detanico, D. (2023). Methods to calculate lower-body stretch–shortening cycle utilization in the vertical jump: Which is the best for athletes of different sports? *Science & Sports*, 38(5-6), 626-630.
- Godinho, I., Pinheiro, B. N., Júnior, L. D. S., Lucas, G. C., Cavalcante, J. F., Monteiro, G. M., & Uchoa, P. A. G. (2019). Effect of reduced ankle mobility on jumping performance in young athletes. *Motricidade*, 15(2-3), 46-51.
- Gómez-Carmona, C. D., Bastida-Castillo, A., Ibáñez, S. J., & Pino-Ortega, J. (2020). Accelerometry as a method for external workload monitoring in invasion team sports. A systematic review. *PloS one*, 15(8), e0236643.
- Gu, S., Meng, F., Liu, B., Gao, J., & Huang, Q. (2024). High dynamic bounding and jumping motion of quadruped robot based on stable optimization control. *Journal of Bionic Engineering*, 21(1), 101-111.
- Gustafsson, T., & Ulfhake, B. (2024). Aging skeletal muscles: what are the mechanisms of age-related loss of strength and muscle mass, and can we impede its development and progression? *International journal of molecular sciences*, 25(20), 10932.
- Hara, M., Shibayama, A., Takeshita, D., Hay, D. C., & Fukashiro, S. (2008). A comparison of the mechanical effect of arm swing and countermovement on the lower extremities in vertical jumping. *Human movement science*, 27(4), 636-648.

- Harmandeep, S., Satinder, K., Amita, R., & Anupriya, S. (2015). Effects of six-week plyometrics on vertical jumping ability of volleyball players. *Research Journal of Physical Education Sciences*, 2320, 9011.
- Hart, L. M., Cohen, D. D., Patterson, S. D., Springham, M., Reynolds, J., & Read, P. (2019). Previous injury is associated with heightened countermovement jump force-time asymmetries in professional soccer players. *Translational Sports Medicine*, 2(5), 256-262.
- Henry, G. J., Dawson, B., Lay, B. S., & Young, W. B. (2016). Relationships between reactive agility movement time and unilateral vertical, horizontal, and lateral jumps. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 30(9), 2514-2521.
- Hewitt, J. K., Cronin, J. B., & Hume, P. A. (2012). Asymmetry in multi-directional jumping tasks. *Physical Therapy in Sport*, 13(4), 238-242.
- Hunter, J. P., & Marshall, R. N. (2012). Effects of power and flexibility training on vertical jump technique. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 34(3), 478-486.
- Ince, I., & Ulupinar, S. (2020). Prediction of competition performance via selected strength-power tests in junior weightlifters. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 60(2), 236-243.
- İnce, İ., Ulupinar, S., Özbay, S., & Gençoğlu, C. (2021). Olimpik Halter Performansı İle Sıçrama Testleri Arasındaki İlişkiler: Bir Sistemik Derleme ve Meta-Analiz Çalışması. *SPORMETRE Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 19(4), 93-108.
- James, R. S., Navas, C. A., & Herrel, A. (2007). How important are skeletal muscle mechanics in setting limits on jumping performance? *Journal of Experimental Biology*, 210(6), 923-933.
- Jimenez-Olmedo, J. M., Pueo, B., Mossi, J. M., & Villalon-Gasch, L. (2022). Reliability of My Jump 2 Derived from Crouching and Standing Observation Heights. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(16), 9854.

- Jlid, M. C., Coquart, J., Maffulli, N., Paillard, T., Bisciotti, G. N., & Chamari, K. (2020). Effects of in season multi-directional plyometric training on vertical jump performance, change of direction speed and dynamic postural control in U-21 soccer Players. *Frontiers in physiology*, 11, 374.
- Jlid, M. C., Racil, G., Coquart, J., Paillard, T., Bisciotti, G. N., & Chamari, K. (2019). Multidirectional plyometric training: very efficient way to improve vertical jump performance, change of direction performance and dynamic postural control in young soccer players. *Frontiers in physiology*, 10, 1462.
- Jo, I., & Lee, H.-D. (2023). Joint coordination and muscle-tendon interaction differ depending on the level of jumping performance. *Journal of Sports Science & Medicine*, 22(2), 189.
- Kariyama, Y., Hobara, H., & Zushi, K. (2018). The effect of increasing jump steps on stance leg joint kinetics in bounding. *International Journal of Sports Medicine*, 39(09), 661-667.
- Kaufmann, S., Hoos, O., Beck, A., Fueller, F., Latzel, R., & Beneke, R. (2021). The metabolic relevance of type of locomotion in anaerobic testing: Bosco continuous jumping test versus Wingate anaerobic test of the same duration. *International journal of sports physiology and performance*, 16(11), 1663-1669.
- Khazaei, M., Hashemi, A. Y., Hematfar, A., & Goodarzi, B. (2014). The Effect of 6 Weeks Plyometric Exercises on Some Cardiovascular Risk Factors in 30-40-Year Athlete Men.
- Klavora, P. (2000). Vertical-jump tests: A critical review. *Strength & Conditioning Journal*, 22(5), 70.
- Knihs, D. A., Dias, J. A., & Pupo, J. D. (2022). Effects of different levels of fatigue on vertical jump performance, vertical stiffness, and intralimb coordination. *Montenegrin Journal of Sports Science and Medicine*, 11(1), 9-14.

- Kobal, R., Nakamura, F., Kitamura, K., Abad, C. C., Pereira, L., & Loturco, I. (2017). Vertical and depth jumping performance in elite athletes from different sports specialties. *Science & Sports*, 32(5), e191-e196.
- Krzyszowski, J., Chowning, L. D., & Harry, J. R. (2022). Phase-specific predictors of countermovement jump performance that distinguish good from poor jumpers. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 36(5), 1257-1263.
- Laurent, C., Baudry, S., & Duchateau, J. (2020). Comparison of plyometric training with two different jumping techniques on achilles tendon properties and jump performances. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 34(6), 1503-1510.
- Laurson, K. R., Baptista, F., Mahar, M. T., Welk, G. J., & Janz, K. F. (2022). Long jump, vertical jump, and vertical jump power reference curves for 10-18 year olds. *Measurement in Physical Education and Exercise Science*, 26(4), 306-314.
- Lidor, R., & Ziv, G. (2010). Physical characteristics and physiological attributes of adolescent volleyball players—A Review. *Pediatric exercise science*, 22(1), 114-134.
- Ling, D. I., Cepeda, N. A., Marom, N., Jivanelli, B., & Marx, R. G. (2020). Injury prevention programmes with plyometric and strengthening exercises improve on-field performance: a systematic review. *Journal of ISAKOS*, 5(1), 48-59.
- Lopez, E. T., Limone, P., Cassese, F. P., Setyawan, H., Orhan, B., Amato, G., Latino, F., & Tafupj, F. (2025). Drop jump coordination differences in professional and amateur athletes. *Journal of Physical Education and Sport*, 25(1), 38-43.
- Macaluso, F., Isaacs, A. W., & Myburgh, K. H. (2012). Preferential type II muscle fiber damage from plyometric exercise. *Journal of athletic training*, 47(4), 414-420.

- Maciejewska-Skrendo, A., Leżnicka, K., Leońska-Duniec, A., Wilk, M., Filip, A., Cięszczyk, P., & Sawczuk, M. (2020). Genetics of muscle stiffness, muscle elasticity and explosive strength. *Journal of human kinetics*, 74, 143.
- MACIEJEWSKI, M., & BOBULA, G. (2025). Relationship between fundamental volleyball techniques and somatic indicators and types among volleyball players. *Journal of Physical Education & Sport*, 25(9).
- MacKenzie, S. J., Lavers, R. J., & Wallace, B. B. (2014). A biomechanical comparison of the vertical jump, power clean, and jump squat. *Journal of sports sciences*, 32(16), 1576-1585.
- Mahar, M. T., Welk, G. J., Janz, K. F., Laurson, K., Zhu, W., & Baptista, F. (2022). Estimation of lower body muscle power from vertical jump in youth. *Measurement in Physical Education and Exercise Science*, 26(4), 324-334.
- Malikov, N., Konoh, A., Korobeynikov, G., Korobeynikova, L., Dudnyk, O., & Ivashchenko, E. (2020). Physical condition improvement in elite volleyball players.
- Markovic, G., & Mikulic, P. (2010). Neuro-musculoskeletal and performance adaptations to lower-extremity plyometric training. *Sports medicine*, 40(10), 859-895.
- Marques, M. C., Van den Tillaar, R., Gabbett, T. J., Reis, V. M., & González-Badillo, J. J. (2009). Physical fitness qualities of professional volleyball players: determination of positional differences. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(4), 1106-1111.
- McCloy, C. H. (1932). Recent studies in the Sargent jump. *Research Quarterly. American Physical Education Association*, 3(2), 235-242.
- McErlain-Naylor, S., King, M., & Pain, M. T. G. (2014). Determinants of countermovement jump performance: a kinetic and kinematic analysis. *Journal of sports sciences*, 32(19), 1805-1812.

- McGarrigal, L. D., Morse, C. I., Sims, D. T., & Stebbings, G. K. (2025). Development of stretch-shortening cycle function in girls during maturation and in response to training: a narrative review. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 39(8), e1043-e1051.
- McMahon, J. J., Suchomel, T. J., Lake, J. P., & Comfort, P. (2018). Understanding the key phases of the countermovement jump force-time curve. *Strength & Conditioning Journal*, 40(4), 96-106.
- Meylan, C. M., Nosaka, K., Green, J., & Cronin, J. B. (2010). Temporal and kinetic analysis of unilateral jumping in the vertical, horizontal, and lateral directions. *Journal of sports sciences*, 28(5), 545-554.
- Milić, M., Grgantov, Z., Chamari, K., Ardigo, L. P., Bianco, A., & Padulo, J. (2017). Anthropometric and physical characteristics allow differentiation of young female volleyball players according to playing position and level of expertise. *Biology of sport*, 34(1), 19-26.
- Moran, J., Ramirez-Campillo, R., & Granacher, U. (2018). Effects of jumping exercise on muscular power in older adults: a meta-analysis. *Sports medicine*, 48(12), 2843-2857.
- Moran, J. J., Sandercock, G. R., Ramirez-Campillo, R., Meylan, C. M., Collison, J. A., & Parry, D. A. (2017). Age-related variation in male youth athletes' countermovement jump after plyometric training: a meta-analysis of controlled trials. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 31(2), 552-565.
- Mosier, E. M., Fry, A. C., & Lane, M. T. (2019). Kinetic contributions of the upper limbs during counter-movement vertical jumps with and without arm swing. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 33(8), 2066-2073.
- Nuzzo, J. L. (2025). Sex Differences in Grip Strength From Birth to Age 16: A Meta-Analysis. *European Journal of Sport Science*, 25(3), e12268.
- Özbay, S., & Ulupinar, S. (2022). Strength-power tests are more effective when performed after exhaustive exercise in discrimination between top-elite

- and elite wrestlers. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 36(2), 448-454.
- Perez-Gomez, J., & Calbet, J. (2013). Training methods to improve vertical jump performance. *J Sports Med Phys Fitness*, 53(4), 339-357.
- Perrier, E. T., Pavol, M. J., & Hoffman, M. A. (2011). The acute effects of a warm-up including static or dynamic stretching on countermovement jump height, reaction time, and flexibility. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(7), 1925-1931.
- Philipp, N. M., Cabarkapa, D., Nijem, R. M., Blackburn, S. D., & Fry, A. C. (2023). Vertical jump neuromuscular performance characteristics determining on-court contribution in male and female NCAA division 1 basketball players. *Sports*, 11(12), 239.
- Plakoutsis, G., Zapantis, D., Panagiotopoulou, E.-M., Paraskevopoulos, E., & Papandreou, M. (2023). Validity and reliability of the portable Kforce plates system with the use of a smartphone application for measuring countermovement jump. *Gait & Posture*, 106, S167-S168.
- Pocck, S., Milosevic, Z., Lakicevic, N., Pantelic-Babic, K., Imbronjev, M., Thomas, E., Bianco, A., & Drid, P. (2021). Anthropometric characteristics and vertical jump abilities by player position and performance level of junior female volleyball players. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(16), 8377.
- Pueo, B., Penichet-Tomas, A., & Jimenez-Olmedo, J. M. (2020). Validity, reliability and usefulness of smartphone and kinovea motion analysis software for direct measurement of vertical jump height. *Physiology & Behavior*, 227, 113144.
- Racil, G., Jlid, M. C., Bouzid, M. S., Sioud, R., Khalifa, R., Amri, M., Gaied, S., & Coquart, J. (2019). Effects of flexibility combined with plyometric exercises vs isolated plyometric or flexibility mode in adolescent male hurdlers. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 60(1), 45-52.

- Radu, L.-E., Popovici, I.-M., & Puni, A.-R. (2015). Comparison of anthropometric characteristics between athletes and non-athletes. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 191, 495-499.
- Raffalt, P. C., Alkjær, T., & Simonsen, E. B. (2016). Joint dynamics and intra-subject variability during countermovement jumps in children and adults. *Journal of Biomechanics*, 49(13), 2968-2974.
- Ramirez-Campillo, R., Andrade, D. C., Nikolaidis, P. T., Moran, J., Clemente, F. M., Chaabene, H., & Comfort, P. (2020). Effects of plyometric jump training on vertical jump height of volleyball players: a systematic review with meta-analysis of randomized-controlled trial. *Journal of Sports Science & Medicine*, 19(3), 489.
- Ritzmann, R., Freyler, K., Kümmel, J., Gruber, M., Belavy, D. L., Felsenberg, D., Gollhofer, A., Kramer, A., & Ambrecht, G. (2018). High intensity jump exercise preserves posture control, gait, and functional mobility during 60 days of bed-rest: an RCT including 90 days of follow-up. *Frontiers in physiology*, 9, 1713.
- Robertson, D., & Fleming, D. (1987). Kinetics of standing broad and vertical jumping. *Can J Sport Sci*, 12(1), 19-23.
- Rodacki, A. L. F., Fowler, N. E., & Bennett, S. J. (2002). Vertical jump coordination: fatigue effects. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 34(1), 105-116.
- Ruiz, J. R., Castro-Piñero, J., España-Romero, V., Artero, E. G., Ortega, F. B., Cuenca, M. M., Jimenez-Pavón, D., Chillón, P., Girela-Rejón, M. J., & Mora, J. (2011). Field-based fitness assessment in young people: the ALPHA health-related fitness test battery for children and adolescents. *British journal of sports medicine*, 45(6), 518-524.
- Samudra, A. D., Purwanto, B., & Utomo, D. N. (2024). Differences in Limb Muscle Strength Affecting Vertical Jump Heights in Soccer Players after Chronic Ankle Injury. *Journal of Modern Rehabilitation*.

- Satkunskiene, D., Kamandulis, S., Brazaitis, M., Snieckus, A., & Skurvydas, A. (2021). Effect of high volume stretch-shortening cycle exercise on vertical leg stiffness and jump performance. *Sports Biomechanics*, 20(1), 38-54.
- Shahidi, S. H., Yalçın, M., & Holway, F. E. (2023). Anthropometric and somatotype characteristics of top elite Turkish national jumpers. *International Journal of Kinanthropometry*, 3(2), 45-55.
- Sharp, A. P., Cronin, J. B., & Neville, J. (2019). Using smartphones for jump diagnostics: A brief review of the validity and reliability of the my jump app. *Strength & Conditioning Journal*, 41(5), 96-107.
- Sheppard, J. M., Cronin, J. B., Gabbett, T. J., McGuigan, M. R., Etxebarria, N., & Newton, R. U. (2008). Relative importance of strength, power, and anthropometric measures to jump performance of elite volleyball players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(3), 758-765.
- Shimizu, T., Tsuchiya, Y., Ueda, H., Izumi, S., & Ochi, E. (2025). Eight-Week Flywheel Training Enhances Jump Performance and Stretch-Shortening Cycle Function in Collegiate Basketball Players. *European Journal of Sport Science*, 25(2), e12257.
- Silva, A. F., Clemente, F. M., Lima, R., Nikolaidis, P. T., Rosemann, T., & Knechtle, B. (2019). The effect of plyometric training in volleyball players: A systematic review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(16), 2960.
- Solberg, P., Hopkins, W. G., Andersen, V., Lindberg, K., Bjørnsen, T., Saeterbakken, A., & Paulsen, G. (2025). Force-velocity profile based training to improve vertical jump performance a systematic review and meta analysis. *Scientific Reports*, 15(1), 22468.
- Stanton, R., Kean, C. O., & Scanlan, A. T. (2015). My Jump for vertical jump assessment. *British journal of sports medicine*, 49(17), 1157-1158.
- Stephens, T. M., Lawson, B. R., DeVoe, D. E., & Reiser, R. F. (2007). Gender and bilateral differences in single-leg countermovement jump performance

- with comparison to a double-leg jump. *Journal of Applied Biomechanics*, 23(3), 190-202.
- Stone, M. H., Hornsby, W. G., Suarez, D. G., Duca, M., & Pierce, K. C. (2022). Training specificity for athletes: Emphasis on strength-power training: A narrative review. *Journal of functional morphology and kinesiology*, 7(4), 102.
- Straub, R. K., & Powers, C. M. (2023). Is muscular strength a predictor for primary or secondary ACL injury? A scoping review of prospective studies. *Physical Therapy in Sport*, 61, 91-101.
- Struzik, A., & Pietraszewski, B. (2019). Relationships between Hamstrings-to-Quadriceps Ratio and Variables Describing Countermovement and Drop Jumps. *Applied Bionics and Biomechanics*, 2019(1), 4505481.
- Suchomel, T. J., Sole, C. J., & Stone, M. H. (2016). Comparison of methods that assess lower-body stretch-shortening cycle utilization. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 30(2), 547-554.
- Sulejmani, B., Ismaili, H., Ademi, A., & Iseni, A. (2023). The influence of anthropometric characteristics and speed on long jump performance. *Research in Kinesiology*, 50(2), 43-46.
- Swearingen, J., Lawrence, E., Stevens, J., Jackson, C., Waggy, C., & Davis, D. S. (2011). Correlation of single leg vertical jump, single leg hop for distance, and single leg hop for time. *Physical Therapy in Sport*, 12(4), 194-198.
- Şentürk, D., Yüksel, O., & Akyildiz, Z. (2025). The concurrent validity and reliability of the My Jump Lab smartphone app for the real-time measurement of vertical jump performance. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part P: Journal of Sports Engineering and Technology*, 239(3), 559-566.
- Taylor, J. B., Ford, K. R., Nguyen, A.-D., & Shultz, S. J. (2016). Biomechanical comparison of single-and double-leg jump landings in the sagittal and

frontal plane. *Orthopaedic journal of sports medicine*, 4(6), 2325967116655158.

- Tomkinson, G. R., Kaster, T., Dooley, F. L., Fitzgerald, J. S., Annandale, M., Ferrar, K., Lang, J. J., & Smith, J. J. (2021). Temporal trends in the standing broad jump performance of 10,940,801 children and adolescents between 1960 and 2017. *Sports medicine*, 51(3), 531-548.
- Tønnessen, E., Svendsen, I. S., Olsen, I. C., Guttormsen, A., & Haugen, T. (2015). Performance development in adolescent track and field athletes according to age, sex and sport discipline. *PloS one*, 10(6), e0129014.
- Turan, M., Ulupinar, S., Özbay, S., Gençoğlu, C., Savaş, B. Ç., & İnce, İ. (2022). Validity and reliability of “My Jump app” to assess vertical jump performance: A meta-analytic review.
- Ulupinar, S., & Özbay, S. (2020). An Easy-to-Apply Series of Field Test for Physical Education Teachers in an Educational Setting: ALPHA Test Battery. *Journal of Pedagogical Research*, 4(3), 262-271.
- Ulupinar, S., Özbay, S., & Gençoğlu, C. (2021). Counter movement jump and sport specific frequency speed of kick test to discriminate between elite and sub-elite kickboxers. *Acta Gymnica*, 50(4), 141-146.
- Van Dalen, D. (1940). New studies in the Sargent jump. *Research Quarterly. American Association for Health, Physical Education and Recreation*, 11(2), 112-115.
- Van de Hoef, S., Huisstede, B., Brink, M., De Vries, N., Goedhart, E. A., & Backx, F. (2017). The preventive effect of the bounding exercise programme on hamstring injuries in amateur soccer players: the design of a randomized controlled trial. *BMC musculoskeletal disorders*, 18(1), 355.
- Van Hooren, B., & Zolotarjova, J. (2017). The difference between countermovement and squat jump performances: a review of underlying mechanisms with practical applications. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 31(7), 2011-2020.

- van Melick, N., van der Weegen, W., van der Horst, N., & Bogie, R. (2024). Double-leg and single-leg jump test reference values for athletes with and without anterior cruciate ligament reconstruction who play popular pivoting sports, including soccer and basketball: a scoping review. *journal of orthopaedic & sports physical therapy*, 54(6), 377-390.
- Voight, M. L., & Tippet, S. R. (2024). Plyometric exercise in rehabilitation. In *Rehabilitation Techniques for Sports Medicine and Athletic Training* (pp. 279-304). Routledge.
- Walsh, M., Arampatzis, A., Schade, F., & Brüggemann, G.-P. (2004). The effect of drop jump starting height and contact time on power, work performed, and moment of force. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 18(3), 561-566.
- Walsh, M. S., Ford, K. R., Bangen, K. J., Myer, G. D., & Hewett, T. E. (2006). The validation of a portable force plate for measuring force-time data during jumping and landing tasks. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(4), 730.
- Wang, C.-Z., Guo, J.-Y., Li, T.-J., Zhou, Y., Shi, W., & Zheng, Y.-P. (2017). Age and sex effects on the active stiffness of vastus intermedius under isometric contraction. *BioMed research international*, 2017(1), 9469548.
- Wen, N., Dalbo, V. J., Burgos, B., Pyne, D. B., & Scanlan, A. T. (2018). Power testing in basketball: Current practice and future recommendations. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 32(9), 2677-2691.
- Wilson, J. M., & Flanagan, E. P. (2008). The role of elastic energy in activities with high force and power requirements: a brief review. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(5), 1705-1715.
- Wyon, M. A., Deighan, M. A., Nevill, A. M., Doherty, M., Morrison, S. L., Allen, N., Jobson, S. J., & George, S. (2007). The cardiorespiratory, anthropometric, and performance characteristics of an international/national touring ballet company. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 21(2), 389-393.

- Xu, J., Turner, A., Comfort, P., Harry, J. R., McMahon, J. J., Chavda, S., & Bishop, C. (2023). A systematic review of the different calculation methods for measuring jump height during the countermovement and drop jump tests. *Sports medicine*, 53(5), 1055-1072.
- Xu, J., Turner, A., Jordan, M. J., Comyns, T. M., Chavda, S., & Bishop, C. (2022). A Narrative Review of Rebound Jumping and Fast Stretch-Shortening Cycle Mechanics. *Strength & Conditioning Journal*, 10.1519.
- Zen, M. Z., Setiono, H., & Widyah, N. (2021). The Effect of Single Leg and Double Leg Bounding Exercise Program (BEP) on Increasing the Physical Ability of Agility, Strength, Balance and Leg Muscle Power. *Britain International of Humanities and Social Sciences (BloHS) Journal*, 3(2), 396-402.
- Zhang, K.-K., Chen, Y.-M., Li, Y.-G., Yao, S., Su, Y., & Wang, I.-L. (2021). Different drop heights in bilateral asymmetry and interjoint coordination during repetitive drop-jumps. *Symmetry*, 13(9), 1590.
- Zhao, R., Zhao, M., & Zhang, L. (2014). Efficiency of jumping exercise in improving bone mineral density among premenopausal women: a meta-analysis. *Sports medicine*, 44(10), 1393-1402.
- Zisi, M., Stavridis, I., Bogdanis, G., Terzis, G., & Paradisis, G. (2023). The acute effects of plyometric exercises on sprint performance and kinematics. *Physiologia*, 3(2), 295-304.
- Znazen, H., Hammami, A., Bragazzi, N. L., Hadadi, A., & Slimani, M. (2022). Effects of different acute plyometric training intensities on attention and psychological states. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(22), 14959.