TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

# FUTBOLCULARDA YENİ ZİRVE GÜÇ TAHMİN DENKLEMİ GELİŞTİRME

**Mehmet GÜLÜ**

**SPOR BİLİMLERİ ANABİLİM DALI**
**DOKTORA TEZİ**

**DANIŞMAN**
**Prof. Dr. Cengiz AKALAN**

**ANKARA**
**2021**

**TÜRKİYE CUMHURİYETİ**
**ANKARA ÜNİVERSİTESİ**
**SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

# FUTBOLCULARDA YENİ ZİRVE GÜÇ TAHMİN DENKLEMİ GELİŞTİRME

**Mehmet GÜLÜ**

**SPOR BİLİMLERİ ANABİLİM DALI**
**DOKTORA TEZİ**

**DANIŞMAN**
**Prof. Dr. Cengiz AKALAN**

**ANKARA**
**2021**

# ETİK BEYAN

Ankara Üniversitesi
Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne

Doktora tezi olarak hazırlayıp sunduğum "Futbolcularda yeni zirve güç tahmin denklemi geliştirme" başlıklı tez; bilimsel ahlak ve değerlere uygun olarak tarafımdan yazılmıştır. Tezimin fikir/hipotezi tümüyle tez danışmanım ve bana aittir. Tezde yer alan deneysel çalışma/araştırma tarafımdan yapılmış olup, tüm cümleler, yorumlar bana aittir. Yukarıda belirtilen hususların doğruluğunu beyan ederim.

Ad-Soyad: Mehmet GÜLÜ
Tarih : 19.02.2021
İmza:

# İÇİNDEKİLER


| | |
|---|---|
| Etik Beyan | ii |
| Kabul ve Onay | iii |
| İçindekiler | iv |
| Önsöz | vi |
| Simgeler ve Kısaltmalar | vii |
| Şekiller | viii |
| Çizelgeler | ix |
| **1. GİRİŞ** | 1 |
| 1.1. Biyomotor Özellikler ve Atletik Perfomans | 6 |
| 1.2. Kuvvet | 6 |
| 1.3. Kuvvetin Sınıflandırılması | 8 |
| 1.3.1. Genel Kuvvet | 8 |
| 1.3.2. Özel Kuvvet | 8 |
| 1.3.3. Maksimal Kuvvet | 8 |
| 1.3.4. Çabuk Kuvvet | 10 |
| 1.3.5. Kuvvette Devamlılık | 11 |
| 1.4. Kasılma Türleri | 11 |
| 1.4.1. Eksantrik Kuvvet | 12 |
| 1.4.2. Konsantrik Kuvvet | 13 |
| 1.4.3. İzometrik Kuvvet | 13 |
| 1.5. Sporda Güç Kavramı | 14 |
| 1.6. Etki Kuvveti Gelişim Hızı | 15 |
| 1.7. Etki Kuvveti Zaman Eğrisi | 16 |
| 1.8. Güç Geliştirme Yöntemleri | 17 |
| 1.9. Futbolda yön değiştirme | 18 |
| 1.9.1. Yön Değiştirme Performansında Bacak Kuvveti ve Gücünün Etkisi | 19 |
| 1.10. Sıçrama | 20 |
| 1.10.1. Sıçrama Türleri | 21 |
| 1.10.2. Dikey Sıçrama Testleri | 23 |
| 1.11. Kuvvet ve Güç Ölçüm Yöntemleri | 25 |
| 1.11.1. İzometrik Kuvvet Testleri | 25 |
| 1.11.2. Dinamik Kuvvet Testleri | 26 |
| 1.11.3. Reaktif Kuvvet Testleri | 26 |
| 1.12. Amaç | 27 |
| 1.13. Problem Cümlesi | 27 |
| 1.14. Alt Problemler | 27 |
| 1.15. Denenceler | 28 |
| 1.16. Sınırlılıklar | 29 |
| 1.17. Araştırmanın Önemi | 29 |
| **2. GEREÇ VE YÖNTEM** | 30 |
| 2.1. Araştırma Grubu | 30 |

2.2. Veri Toplama Araçları 32
2.2.1. Amti Accupower Taşınabilir Force Platform 32
2.2.3. Zirve Kas Gücü Ölçümü ve Sıçrama Yüksekliği 33
2.2.4. Eller Belde ve Serbest Countermovement Sıçrama 34
2.2.5. Zirve Kas Gücü Tahmini'nin Hesaplanması 34
2.2.6. Vücut Kompozisyonunun Belirlenmesi 35
2.2.7. Çevre ölçümleri 36
2.3. Bilgilendirilmiş Onam Formunun Doldurulması 38
2.4. Etik Kurul Onayının Alınması 38
2.5. İstatistiksel Analiz 38

**3. BULGULAR** 40
3.1. Eller Serbest Countermovement Sıçrama Yüksekliği ve Vücut Ağırlığı Verileriyle Oluşturulan Model 40
3.2. Eller Belde Countermovement Sıçrama Yüksekliği ve Vücut Ağırlığı Verileriyle Oluşturulan Model 42
3.3. Farklı Araştırmacılar Tarafından Yapılmış Denklemlerle Bu Çalışmadaki Denklemin Karşılaştırılması 44

**4. TARTIŞMA** 47
**5. SONUÇ VE ÖNERİLER** 56
**ÖZET** 57
**SUMMARY** 58
**KAYNAKLAR** 59
**EKLER** 70
Ek- 1. Etik Kurul Formu 70
Ek- 1.2. Etik Kurul Formu 71
Ek- 2. Bilgilendirilmiş Gönüllü Onam Formu 72
**ÖZGEÇMİŞ** 74

# ÖNSÖZ

Günümüzde sporda başarıyı sağlamada atletik performans oldukça önemlidir. Anaerobik kas gücü birçok spor dalında atletik performansın önemli bir bileşenidir. Bu yüzden bu çalışmanın amacı, geniş bir örneklem kullanarak (n=188) dikey sıçramadan zirve-gücü tahmin etmek için yaşa ve futbol branşına özgü regresyon denklemi geliştirmektir. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlarla antrenörlere ve öğretmenlere yetenek seçiminde ve sporcunun performansının takibinde pahalı olmayan uygulanabilir bir model sunmaktır. Bu anlamda çalışmamızın sonuçlarının antrenörlere ve öğretmenlere katkı sağlayacağını düşünüyorum.

Tez çalışmamın planlanması ve gerçekleşmesinde tüm süreçte desteklerini sağlayan danışmanım Sn. Prof. Dr. Cengiz AKALAN ‘a teşekkürlerimi sunarım. Tez izleme komitesinde yer alan Sn. Prof. Dr. Hacı Ahmet PEKEL ve Sn. Doç. Dr. Dicle ARAS hocalarıma desteklerinden dolayı teşekkür ederim.

Çalışmam süresince verilerin alınmasında destek sağlayan Arş. Gör. Erdem AYYILDIZ ve Arş. Gör. Halil Erdem AKOĞLU’ na teşekkürlerimi sunarım. Verilerin analizinde katkılarından dolayı Arş. Gör. Hakan Karabıyık’a ve tezim süresince yardımcı olan Sn. Doç. Dr. Pelin Aksen CENGİZHAN hocama Sn. Dr. Öğr. Üyesi Aziz GÜÇLÜÖVER’e ve arkadaşım Sn. İshak GÖÇER’e yardımları için teşekkür ederim.

Akademik hayatım boyunca desteklerini esirgemeyen anneme, babama ve kardeşlerime, özellikle eğitim sürecimde her zaman en büyük destekçim olan ağabeyim Sn. Ahmet GÜLÜ’ ye teşekkürlerimi sunarım.

# SİMGELER VE KISALTMALAR

| | |
|---|---|
| **BKİ** | Beden Kitle İndeksi |
| **CMS** | Countermovement Sıçrama |
| **EKGH** | Etki Kuvveti Gelişim Hızı |
| **EKZ** | Etki Kuvveti Zamanı |
| **HK** | Hızlı Kasılan |
| **MS** | Milisaniye |
| **RKİmod** | Modifiye Edilmiş Reaktif Kuvvet İndeksi |
| **RKİ** | Reaktif Kuvvet İndeksi |
| **TM** | Tekrar Maksimum |
| **VA** | Vücut Ağırlığı |
| **VYY** | Vücut Yağ Yüzdesi |
| **YK** | Yavaş Kasılan |
| **ZG** | Zirve Güç |

# ŞEKİLLER

**Şekil 1.1.** CMS etki kuvveti-zaman eğrisi 17
**Şekil 3.1.** Gerçek zirve güç değerinin farklı modellerle yüzdesel farklılığı 45
**Şekil 3.2.** Gerçek zirve güç değerinin farklı modellerle Watt cinsinden farklılı 46
**Şekil 3.3.** Hesaplanan değerlerin gerçek zirve güç değerlerine uzaklığı 46

# ÇİZELGELER

**Çizelge 2.1.** Katılımcılara ait tanımlayıcı özellikler 31
**Çizelge 3.1.** Birinci Modelin ANOVA Sonuçları. 40
**Çizelge 3.2.** Yapılan Regresyon Modelinin Özeti. 41
**Çizelge 3.3.** Birinci Modelin Regresyon Analiz Sonuçları. 41
**Çizelge 3.4.** İkinci Modelin ANOVA Sonuçları 43
**Çizelge 3.5.** Yapılan Regresyon Modelinin Özeti 43
**Çizelge 3.6.** İkinci Modelin Regresyon Analiz Sonuçları. 43
**Çizelge 3.7.** Farklı denklemlerle gerçek değerlerin ortalama ve yüzde farkları 45

# 1.GİRİŞ

Futbol 196 ülkede oynanan dünyanın en popüler oyunlarından biridir. Bu popülerlik beraberinde futbolu her yaş kategorisine oynan bir aktivite haline getirmektedir. Futboldaki rekabet ortamı beraberinde takımları her anlamda profesyonel olarak en iyi olma yarışına itmektedir. Futbol teknik, taktik ve fiziksel becerilerin yanı sıra yüksek şiddetli maksimal tekrarlı hareketler gerektirmektedir (Shalfawi ve ark., 2013; Stølen ve ark., 2005). Normal bir maçta, sporcular sık sık oyunun her 90 saniyelik diliminde ortalama 6 saniyeden daha kısa süren sprintler, 1200-1400 arasında yüksek şiddetli yön değişikliği ve maksimum kalp atım hızlarının %80-90'ında müsabakayı gerçekleştirirler (Shalfawi ve ark., 2013; Stølen ve ark., 2005). Oyunun tüm bu ihtiyaçları dikkate alındığında kuvvet, güç ve dayanıklılık yetenekleri arasında denge kurmak, 90 dakikadan fazla süren bir oyunda başarı için kritik öneme sahiptir.

Anaerobik kas gücü veya patlayıcı güç farklı motor görevlerin, spor aktivitelerinin veya fiziksel performansın önemli bir bileşenidir (Margaria ve ark., 1966). Futbolun yanı sıra birçok spor dalında da, güç üretme yeteneği başarının kilit unsurlarından biridir (Aras ve ark., 2020; Kraemer ve ark., 2003). Ayrıca, güç üretme günlük yaşamdaki görevlerimiz açısından da önemlidir (Kraemer ve ark., 2001). Kas gücü, tüm kas hareketleri tarafından sergilenen ve bir hareket aralığı boyunca hız ve kassal kuvvet üretim hızı olarak tanımlanabilir (Fleck ve Kraemer, 2014). Kas gücü normal fonksiyonların yası sıra atletik performans için de gereklidir. Kas gücündeki artış aynı işi daha az zamanda yapabilmemize olanak sağlar. Kas gücü, çocuklarda kas-iskelet sistemi uygunluğunun önemli bir bileşenidir, performans ve motor beceri gelişiminin temelini oluşturur. Kas gücü, maksimal koşu hızı ve sıçrama gibi patlayıcı hareket gerektiren (Canavan ve Vescovi, 2004) atletik performans parametreleriyle pozitif yönde ilişkilidir (Dingley ve ark., 2015; Paavolainen ve ark., 1999).

Zirve kas gücü kuvvetin ve hızın maksimum potansiyel ürünü olarak belirtilen, hareket boyunca hız ve en yüksek güç çıktısı olarak gösterilir (Komi, 1992a). Zirve gücün hem kuvvet üretimi hem de hareket hızı ile ilgili olduğu göz önüne alındığında, kassal ZG kapasitesi, özellikle sprint ve sıçramayı içeren sporlar için kondisyon programlarında son derece önemli bir test değişkeni ve antrenman hedefi olarak görülmüştür (Peterson ve ark., 2006).

Alt vücut kuvveti, bir futbolcunun sahadaki performansında önemli rol oynamaktadır (Turner ve ark., 2013). Birçok çalışmada, alt vücut gücünün sürat performansı ve yön değiştirme hızı ile ilişkili olduğunu bulunmuştur (McFarland ve ark., 2016; Nimphius ve ark., 2010). Bu nedenle gücü geliştirmek birçok atletik performans antrenörü için birincil önceliklerdendir (Dawes ve Lentz, 2012). Dawes ve Lentz (2012)'e göre, hızı iyileştirmek için gücü geliştirmenin birkaç yolu vardır. Bunun için alt vücuda uygulanan halter ve pliometrik direnç antrenmanlarının kombinasyonuyla relatif ve salt kuvvet artırılabilir (Dawes ve Lentz, 2012). Burada vurgulanan alt vücut kuvvetinin etki kuvveti üretim kapasitesinde artış ve patlayıcı hareketlerle kombinasyonu sprint performansında artış sağlayabilir.

Futbolda yüksek şiddetli tekrarlı sprintlerin sayısını dikkate aldığımızda kuvveti arttırmak daha büyük güç üretme ve sürat performansını arttır. Patlayıcı hareketlerin 90 dakikalık futbol müsabakası içerisinde edindiği yer dikkate alındığında yetenek seçiminde ve performansın takibinde gücün değerlendirilmesi gerekmektedir. Aynı zamanda spor performansıyla ilgili olarak gücün değerlendirilmesi, spora özgü fizyolojik ihtiyaçların belirlenmesinde de önemlidir (Kalinski ve ark., 2002; Kraemer ve ark., 2003). Kas kuvvetinin ve gücünün değerlendirilmesi sporun birçok alanında önemli yer edinmektedir (Jaric, 2002). Gücü ölçmek için çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Laboratuvar ortamlarındaki gücü değerlendirmek için yaygın olarak kuvvet platformu kullanılmaktadır (Canavan ve Vescovi, 2004; Linthorne, 2001) ve bu yöntem kesin ve doğrudan bir güç ölçümü sağlarken, laboratuvar dışında erişimi zor ve maliyetinden dolayı sporcu grupların

kullanımı sınırlıdır. Tüm bunlar dikkate alındığında antrenörlerin ve spor kulüplerinin kullanabileceği daha pratik bir yöntem ihtiyacı ortaya çıkmaktadır. Özellikle gücün değerlendirmesinde de çeşitli sıçrama testleri kullanılmaktadır.

Sıçrama, vücudun üst ve alt bölümleri arasında, motor koordinasyon gerektiren bir harekettir. Dowling ve Vamos (1993), sıçrama yüksekliğinin maksimum güç ile büyük ölçüde ilişkili olduğu sonucuna varmıştır. Özellikle, dikey bir sıçrama sırasında alt vücudun itici etkisi, sporcuların patlayıcı özelliklerini değerlendirmek için kullanılabilir (Bosco, 1982; Bosco ve Komi, 1979b). Bu bağlamda zirve gücü belirlemede dikey sıçrama önem kazanmaktadır. Ayrıca, çoğu bireysel ve takım sporlarındaki sporcunun hızlı bir şekilde güç üretme yeteneğini belirlemede (Newton ve Kraemer, 1994), güvenilir ve geçerli test prosedürlerinin kullanımı için faydalı bir yöntemdir. Bosco ve ark. (1986), hızlı kasılan (HK) kas liflerinin daha yüksek yüzdesine sahip katılımcılarda, yavaş kasılan (YK) kas liflerinin daha yüksek yüzdesine sahip katılımcılara göre mekanik gücün daha yüksek olduğu sonucuna varmıştır. Bununla paralel olarak da Viitasalo ve ark. (1987), dikey sıçrama testi kullanılarak elde edilen güç değerlerinin kısa mesafe koşucular, atlayıcılar ve atıcılar için uzun mesafeli koşuculara göre daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Bu araştırma sonuçlarını da dikkate aldığımızda ZG tahmin denklemlerinin branşlara özel geliştirilmesi gerekmektedir.

Literatürde sıçrama yüksekliği ve vücut ağırlığı kullanılarak ortalama ve zirve güç tahmini için çeşitli denklemler geliştirilmiştir (Canavan ve Vescovi, 2004; Duncan ve ark., 2013; Shetty, 2002). Ancak, Canavan ve Vescovi (2004)'nin yaptığı son araştırmalar, bu denklemlerin geçerliliğini çeşitli nedenlerle sorgulamıştır. Zirve güç tahmin denklemlerini doğrulayan çalışmalarda (Harman ve ark., 1991; Sayers ve ark., 1999), aynı sıçramadan elde edilen değerleri kullanmak yerine dikey sıçrama yüksekliğini ve zirve gücü belirlemek için ayrı testler kullanmıştır. Yapılan çalışmalarda ZG kuvvet platformu kullanılarak belirlenirken sıçrama yüksekliği Sargent sıçrama testi kullanarak ölçülmüştür (Harman ve ark.,

1991; Sayers ve ark., 1999). Sıçrama yüksekliğini belirlemede Sargent sıçrama testinin kullanılması, kuvvet platformundaki Canavan ve Vescovi (2004), sıçramaya kıyasla sıçrama tekniğini engellemesi muhtemel olduğu için kendi içinde problemli bir yöntemdir. Sayers ve ark. (1999), yaptıkları çalışmada çeşitli atletik geçmişe sahip heterojen kadın ve erkek grubu yer almaktadır. Sıçrama tekniğinde, cinsiyetler arasında ve sporcu ve sporcu olmayan gruplar arasındaki koordinasyonda farklılıklar bulunduğundan (Bobbert ve ark., 1996; Caserotti ve ark., 2001; Hertogh ve Hue, 2002; Kalinski ve ark., 2002), bu denklemleri tam olarak doğrulamak için daha homojen bir gurubun gerekli olduğu söylenebilir. Canavan ve Vescovi (2004), özellikle sporcuları değerlendirirken countermovement sıçrama (CMS) kullanılması gerektiği belirtmiştir. Bununla birlikte, Harman ve ark. (1991), squat sıçrama yöntemini kullanmışlardır. Sayers ve ark. (1999), da CMS ile elde edilen tahmin denkleminin squat sıçramayla elde edilen tahmin denkleminden daha doğru sonuç verdiğini rapor etmiştir. Canavan ve Vescovi (2004), bu faktörlerin regresyon modellerinin değişkenliğine katkıda bulunabileceğini ve bunun da zirve güç tahminlerinin doğruluğunu artıracağını bildirmiştir.

Bir popülasyondaki herhangi bir performans değişkenini değerlendirmek için ya kriter performans seviyeleri ya da normatif referans verileri gereklidir. Gençlerde ve yetişkinlerde dikey sıçrama ve bacak gücü için normatif veriler mevcuttur (Patterson ve Peterson, 2004). Ancak ülkemizde 12-14 yaş erkek futbolcularda bacak gücünü tahmin etmede kullanılabilecek bir denklem mevcut değildir. Literatürdeki çalışmalarda da dikkate alındığında farklı ülkelerdeki insanların morfolojik yapılılarının birbirinden farklılık göstermesi bölgede yaşayan insanlara özgü dikey sıçrama ve antropometrik özellikler yoluyla bacak gücünü tahmin etmede kullanılabilecek yeni denklemlerin geliştirilmesini gerekli kılmaktadır. Bununla parelel olarak birçok araştırmacı her bir popülasyonun, gerçek ZG'nin (Duncan ve ark., 2008; Hertogh ve Hue, 2002; Lara ve ark., 2006) doğru tahminini sağlamak için kendi regresyon denklemini geliştirmek gerektiğini belirtmiştir, çünkü regresyon denklemlerinin doğruluğu, sıçrama yöntemleriyle (" Sargent sıçra ve uzan) " CMS veya squat sıçrama (Canavan ve Vescovi, 2004; Duncan ve ark., 2008; Lara ve

ark., 2006; Sayers ve ark., 1999) ile ya da örneklem büyüklüğü (Lara ve ark., 2006) cinsiyet ve spor branşı ve spor yaşıyla ilgilidir (Duncan ve ark., 2008; Lara ve ark., 2006). Yapılan literatür taramasına göre bu konuda çalışılmış çok az sayıda çalışma bulunmaktadır. Tüm bu değerlendirmeler dikkate alındığında güç tahmin denklemlerinin genel olarak her gruba uygulanması yani gruplara özel denklemler oluşturulması gerektiği sonucu ortaya çıkmaktadır. Yeni denklemlerin geliştirilmesi ve uygulanması, bir sporcuda ZG'yi değerlendirirken daha doğru ve güvenilir değerler elde etmesine olanak sağlayacaktır.

Literatürde yapılan çalışmalar incelendiğinde geliştirilen ZG tahmin denklemleri dikey sıçrama ve vücut ağırlığı kullanılarak yapılmıştır (Amonette ve ark., 2012; Sayers ve ark., 1999; Tufano ve ark., 2011). Daha önce yapılan dikey sıçrama çalışma vasıtasıyla geliştirilen modellerin çoğu, üniversite çağındaki veya genç bireyler üzerinde yapılmıştır (Adams, 1998; Canavan ve Vescovi, 2004; Güçlüöver ve Gülü, 2020). Bu araştırma 12-14 yaş futbolcular üzerinde geliştirilmiştir. Yaş aralığının kısa tutulma sebebi yapılan bir çalışmada 12 yaş erkek çocukların boy ve vücut ağırlıklarında doğum aylarına göre anlamlı farklılık olduğu performans testleri açısından bakıldığında, 11 yaş erkek çocukların doğum aylarına göre patlayıcılık özelliğinde anlamlı farklılıklar var iken, 12 yaş çocuklarda bu farklılığın çok az olduğu görülmüştür (Erdoğan ve ark., 2020). Özellikle gelişim dönemindeki bu yaş grubu çocuklarda 6 aylık ya da 1 yıllık yaş farklarının bile performans değerlerinde farklılıklar oluşturduğu görülmüştür. Tüm bunlar dikkate alındığında çocuklar arasındaki fiziksel ve performans parametreleri arasındaki farklılığı en aza indirmek için yaş aralığı olabildiğince dar tutulmuştur. Tüm bu bilgilerin ışığında yaş aralığı 12-14 yaş ile sınırlandırılmıştır. Bu çalışmanın amacı, geniş bir örneklem kullanarak (n=188) 12-14 yaş futbol oynayan çocukların dikey sıçrama yüksekliğinden zirve-gücü tahmin etmek için yaşa ve futbol branşına özgü regresyon denklemi geliştirmektir.

## 1.1. Biyomotor Özellikler ve Atletik Perfomans

Sporcunun bir alıştırmayı ya da bir performansı sergileyebilmesi için çeşitli özelliklere sahip olması gereklidir. Örneğin futbolun oyun yapısı içerinde ikili mücadelede kuvvet, müsabakayı 90 dakika sürdürebilecek dayanıklılık, müsabaka içerinde sonucu getirecek hareketlerde çabukluk gibi birçok biyomotor özelliğin üst düzeyde sergilenebilmesi için antrenmanlar yoluyla kazanılması gerekmektedir. Biyomotor özellikleri katagorik olarak beş ana başlıkta inceleyebiliriz (Bompa ve Buzzichelli, 2018)

-Kuvvet
-Dayanıklılık
-Sürat
-Koordinasyon
-Esneklik

Biyomotor özelliklerin performansla ilgili birçok parametresi özellikle yetenek seçimi ve branşa yönlendirme ve müsabakada üst düzey verim elde etmede önem taşımaktadır. Bu bağlamda bu araştırmada müsabaka sırasında birçok beceri ile doğrudan ilişkisi olan kuvvet ve güç kavramları üzerinde yoğunlaşacağız.

## 1.2. Kuvvet

Kuvvet kaslarımızı kullanarak bir dirence karşı durmamız ya da o direnci yenebilmemiz şeklinde tanımlanabilir (Günay ve ark., 2017). Kuvvet, etki kuvveti üretme yeteneği olarak da tanımlanabilir (Siff, 2000; Stone ve ark., 2002). Etki kuvveti vektörel bir nicelik olduğundan, gücün gösterimi büyüklük ve yön olacaktır. Liflerin pennasyon açısına, kas uzunluğuna, eklem açısına ve kasılma hızına göre dizilişi kas kuvveti ifadesini değiştirebilir (Gülch, 1994; Knapik ve ark., 1983). Kuvvet ayrıca güç üretim hızıyla da ilişkilendirilebilir. Kuvvet, kasılma tipi, motor

ünite aktivasyon hızı ve aktivasyon derecesi gibi bir dizi faktöre bağlı olarak dinamik ve izometrik olarak gösterilebilir.

Güç, kuvvet ve hızın ürünü olduğu için, güç üretimindeki uygulanan kuvvetteki değişikliklerden etkilenir (Stone ve ark., 2003). Kuvvet üretimi ayrıca motor ünitesi aktivasyonuna bağlıdır ve motor üniteleri, boyut prensibi olan daha hızlı (daha yüksek kuvvet üreten) ünitelerden önce tipik olarak daha yavaş (daha düşük kuvvet üreten) motor ünitelerinin aktivasyonunu devreye girer (Henneman ve ark., 1965). Maksimum kuvvet, güç çıktısını etkileyen temel niteliktir (Komi, 1992a). Kuvvet antrenmanı, bir fitness programının ayrılmaz bir parçası olmalı ve gücü, kas dayanıklılığını arttırmak ve yağsız kütleyi korumak için yeterli yoğunlukta olmalıdır. Kuvvet antrenmanı, doğası gereği gelişimle birlikte kademeli arttırılıp, bireyselleştirilmeli ve tüm ana kas gruplarına bir uyaran sağlamalıdır (Pollock ve ark., 1998).

Kuvvet artışının büyüklüğü, kullanılan programın türüne, yoğunluğuna, hacmine, egzersiz seçimi ve düzenine, setler arasındaki dinlenme sürelerine ve sıklığa bağlıdır (Kraemer ve Ratamess, 2004). Örneğin 2-3 gün 1 ana kas gruplarını yönelik 8-10 egzersizlik bir set önerilebilir. Çok setli yöntemler, zamansal engel yoksa daha büyük faydalar sağlayabilir. Çoğu kişi her egzersizi 8-12 tekrar yapmalıdır; ancak daha yaşlı ve daha zayıf kişiler için (yaklaşık 50-60 yaş ve üzeri) 10-15 tekrar daha uygun olabilir (Pollock ve ark., 1998). Elbette her insanın farklı fiziksel ve fizyolojik yapıya sahip olması, bunun yanında egzersiz geçmişi, herhangi bir sağlık problemi yaşayıp yaşamadığı ve mevcut sağlık ve kondisyon durumu gibi birçok parametre uygulanacak egzersizin reçetesini oluşturmada belirleyici rol oynamaktadır. Kuvvet özelinde inceleyecek olursak kuvvet antrenmanları kendi içerisinde çeşitli sınıflandırmalara ayrılmaktadır.

### 1.3. Kuvvetin Sınıflandırılması

Kuvvet çeşitli tanımları mevcuttur. Bu tanımları birbirinden ayırmadan bir bütün olarak ele aldığımızda kuvveti iki bölümde inceleyebiliriz (Günay ve ark., 2017).

#### 1.3.1. Genel Kuvvet

Bireyin tüm kas sisteminin kuvvetini ifade eder. Sporcu bir spor dalına yönlenmeden önce tüm kasların aynı oranda ortaya koyduğu ortaya koyduğu kuvvettir(Günay ve ark., 2017). Genel kuvvet çalışmaları özellikle spora başlandığı yaşlardan sporcunun özel makinalarla çalışmaya başladığı, branşa özel çalışmaların yoğunlaştığı yaşlara kadar devam eder.

#### 1.3.2. Özel Kuvvet

Belirli bir spor dalına özgü kuvvet olarak da ifade edilebilir. Herhangi bir spor dalında doğrudan etkin olan kasların geliştirilmesine öncelik verilmesidir. Kuvveti antrenman bilimi açısından sınıflama yaparsak; Maksimal kuvvet, çabuk kuvvet, kuvvette devamlılık olarak sınıflandırabiliriz (Günay ve ark., 2017).

#### 1.3.3. Maksimal Kuvvet

Kuvvet üretme yeteneği her tür hareket için gereklidir. Kasların kasılmasıyla elde edebileceğimiz en yüksek kas kuvvetidir (Günay ve ark., 2017). Maksimal kuvvet gelişiminden önce organizmanın adaptasyonu ve maksimal kuvvet gelişimine hazır olabilmesi için hipertrofi çalışmalarının yapılması gerekmektedir. Kas lifi kesit alanı, maksimum kuvvet üretimi ile pozitif olarak ilişkilidir (Finer ve ark., 1994).Kasın kesit alanı ve etki kuvveti üretimi arasındaki doğrudan ilişki göz önüne

alındığında (Maughan ve ark., 1983), antrenmanla oluşan kas hipertrofisi optimal kuvvet adaptasyonu ve kasılabilir elementler açısından önemlidir. Bu bağlamda kuvvet antrenmanları kassal adaptasyonu arttırmak için gereklidir. Yapılan çalışmalar, düzenli kuvvet antrenmanının, yaş ve cinsiyetten bağımsız olarak birlikte kas gücü ve hipertrofi de belirgin artışlar sağlayabileceğini göstermektedir (Ivey ve ark., 2000; Kosek ve ark., 2006).

Bir çok araştırma hipertrofik artış için antrenman yükünü belirlemede 1 tekrar maksimalin yüzde % 65'inde yapılan çalışmaların kas hipertrofisi için uygun olduğunu belirtmiştir (Kraemer ve Ratamess, 2004; McDonagh ve Davies, 1984). Kraemer ve Ratamess (2004), daha yüksek motor ünite eşiği için daha ağır yüklerin gerektiğini önermektedir. Bu öneriye dayanarak, kuvvet ve hipertrofide optimal gelişimin ancak ağır yüklerin kullanılmasıyla bunun da tüm motor ünitelerin aktivasyonu yoluyla gerçekleşebileceğini söyleyebiliriz. Ancak bu önerilerin aksine (Schoenfeld ve ark., 2015) yaptıkları çalışmada kas hipertrofisinin, düşük yükle, üst ve alt vücudun kas yoğunluğunu önemli ölçüde arttırdığı görülmüştür. Set başına 8-12 tekrarlı geleneksel hipertrofi antrenmanı protokolü ile karşılaştırıldığında düşük yük koşullarında sırasıyla; dirsek fleksör (% 5,3 vs 8,6), dirsek extansör (% 6,0 vs 5,2) ve quadriseps femoris (% 9,3 vs 9,5) benzer artışlar görülmüştür. Bu sonuçlar, iyi düzeyde antrenmanlı bireylerde kas hipertrofisini uyarmak için en az % 65'lik yüklerin gerekli olduğunu iddia eden (Kraemer ve Ratamess, 2004; McDonagh ve Davies, 1984), genel olarak kabul edilmiş hipertrofi antrenman yöntemlerinin tersi sonuçlar sunmaktadır.

Hipertrofi aşaması tamamlandıktan sonra çalışılması gerekli olan maksimal kuvvet çalışmaları kasların kasılmasıyla ve sinir sistemimizin iletiyle elde edebileceğimiz en yüksek kuvveti ifade etmektedir (Günay ve ark., 2017). Kuvvet birçok spor dalında geliştirilmesi gerekli biyomotor özelliklerdendir (Aras ve ark., 2020; Gülü, 2016). Yapılan araştırmalar daha kuvvetli sporcuların daha yüksek güç çıktıları sergilediği (Baker, 2001a; Stone ve ark., 2002) yani kuvvetin güç gelişimi

için mutlak gerekli özelliklerinden birisi olarak düşünülmelidir (Baker, 2001a; Bompa ve Haff, 2009; Minetti, 2002; Zamparo ve ark., 2002). Ayrıca daha fazla kas kuvvetine sahip kişiler daha zayıf kişilere göre daha fazla güç üretebilirler (Aagaard ve ark., 1994; Haff ve ark., 1997).

Genel olarak çocuklar yüksek düzeyde güç çıktısı üretebilmek için gerekli olan kuvvete sahip değildir. Bu sebeple kuvvet seviyesindeki artış tüm performans kapasitesinde ve güç çıktısında artış sağlayabilir (Cormie ve ark., 2010a; Cormie ve ark., 2010b; Gülü, 2016; Stone ve ark., 2002). Ayrıca, sporcular yeterli kuvvet seviyeleri antrene edildikten sonra, branşın gereksinimleri de dikkate alınarak güç gelişimini optimize etmek için tasarlanmış belirli antrenman modellerini (yani, pliometrik, balistik egzersizler ve sağlık topuyla egzersizler) dahil ederek sporcunun verim düzeyi arttırılabilir.

### 1.3.4. Çabuk Kuvvet

Bir kas ya da kas grubunun mümkün olan en büyük kuvvetle mümkün olan en kısa sürede gerekli olan hareketi yapmasıdır. Sinir kas sisteminin bir dirence yüksek bir kasılma hızıyla üstün gelme yeteneğidir (Günay ve ark., 2017). Yani sinir kas sisteminin yüksek bir kasılma hızıyla dirençleri yenebilme kuvveti şeklinde de tanımlayabiliriz. Çabuk kuvvet kas-sinir sisteminin, bir dirence karşı büyük bir hız ile kasılması ve hareketi oluşturmasıdır (Günay ve ark., 2017). Patlayıcı hareketler gerektiren birçok spor dalında atlamalar, atmalar ve büyük hızla yön değiştirme gerektiren sporlarda çabuk kuvvet performansın belirleyicisidir. Öztin ve ark. (2003), yapmış oldukları çalışmada 8 haftalık antrenman programı sonucunda, çabuk kuvvet antrenmanları uygulanan grubun dikey sıçrama, yatay sıçrama, 30 metre (m) sürat, anaerobik güç parametrelerinde anlamlı artış sağladığını tespit etmiştir.

### 1.3.5. Kuvvette Devamlılık

Kuvvette devamlılık maksimal kuvvetin gelişimine benzer. Hem kuvvetin hem de dayanıklılığın belli oranlardaki gelişimiyle oluşur (Bompa ve Haff, 2009). Organizmanın uzun süre devam eden kuvvet yüklenmelerde yorgunluğa karşı direnç yeteneğidir (Günay ve ark., 2017). Kuvvette devamlılık özellikle kürek ve kano (Akça ve Müniroğlu, 2006) gibi yüksek düzeyde kuvvet ve kuvvet dayanıklılığı gerektiren spor dallarında önemli performans belirleyicisidir. Kuvvet dayanıklılığını sağlamak için çeşitli antrenman yöntemleri bulunmaktadır. Her branşın kendi özgü yöntemleri bulunmaktadır kürek ya da kano sporcuları tekne ya da kano üzerinde de çalışabilmektedir. Ayrıca, setleme yöntemi, artan şiddetli setleme yöntemi, süper setleme yöntemi, double süper setleme yöntemi, burn yöntemi, giant setleme yöntemi gibi farklı yöntemlerle çalışılabilir. Kuvvette devamlılık çalışmalarında antrenman yükü 1 tekrar maksimalin %40-60'ı aralığında uygulanır (Bompa ve Buzzichelli, 2018).

Genel olarak incelediğimizde kuvvetin bu üç farklı sınıflandırmasının her biri farklı branşlarda farklı etkiye sahip olabilmektedir. Tüm bu farklılıkları dikkate aldığımız da antrenman programlarının hazırlanmasında branşın gereksinimlerini dikkate almamız gerekecektir.

## 1.4. Kasılma Türleri

Kasılma türüne göre Dinamik ve Statik olarak sınıflayabiliriz (Günay ve ark., 2017).

a) Dinamik (izotonik)kasılmalar

1.Eksantrik

2.Konsantrik

b) Statik (izometrik) kasılmalar

### 1.4.1. Eksantrik Kuvvet

Eksantrik hareketler, muskulotendinöz üniteye kastan daha fazla kuvvet uygulanmasının bir sonucu olarak kasılma boyunca muskulotendinöz ünitenin uzadığı ve daha fazla güç çıktısı oluşturan eylemlerdir (Suchomel ve ark., 2018). Maksimal istemli izokinetik egzersiz sırasında eksantrik eylemler, genellikle konsantrik eylemlerden (Fang ve ark., 2001) daha düşük kas aktivitesi ile sonuçlanır, ancak maksimum elde edilebilir kuvvet eksantrik kasılmalarda önemli ölçüde daha yüksektir (Franchi ve ark., 2017). Bir dış kuvvet kası zorladığında gerilimi artar ve kasın boyunda uzama meydana geldiğinde kas daha büyük güç çıktısı meydana getirir. Bu eksantrik hareket ya da negatif bir iş olarak bilinir. Koşan veya sıçrayan bir sporcu, vücut yere temas ettiğinde oluşan kuvvetleri elimine etmesi alt vücudun eksantrik hareketlerine bağlıdır. Vücudu yavaşlatan eksantrik hareketler olmasaydı, atlet sıçrama ya da koşma gibi her yere her temas ettiğinde düşerdi. Kaslar, vücudu koruyucu bir şekilde absorbe edecek ve yavaşlatacak şekilde yapılandırılmıştır (Chu ve Meyer, 2013).

Kas ve tendon yaralanmalarının ardından rehabilitasyon aşamasında, eksantrik hareketler rehabilitasyon programının ayrılmaz bir parçasıdır; bu hareketler ayrıca yaralanmaların önlenmesinde de önemli yer edinmektedir. Gülü (2016), yapmış olduğu çalışmada eksantrik çalışmaların performans üzerinde de olumlu etkileri olduğunu ortaya koymuştur. Eksantrik çalışmalar, kuvvet gelişimi için bir antrenman programında yer verilmesi verim düzeyini arttırmada yararlıdır. Eksantrik hareketler büyük miktarda etki kuvveti üretebildiğinden dolayı sadece konsantrik hareketlerle karşılaştırıldığında daha büyük yüklenmeler sağlar (Chu veMeyer, 2013). Aynı zamanda sakatlık ya da cerrahi operasyondan kaynaklı oluşan kas kaybını önlemede ya da yaşlılığa bağlı kas kaybını önlemede de önemli rol oynayabilir. Bu araştırmalar dikkate alındığında antrenman programlarına eksantrik tabanlı egzersizler yer verilmelidir.

### 1.4.2. Konsantrik Kuvvet

Kısalarak oluşan dinamik bir kasılmadır kasın tonusu aynı kalırken boyu kısalır. Örneğin elimize aldığımız bir ağırlıkla dirsek eklemimizi fleksiyona getirdiğimiz sırada dirsek bölgesini önden kat eden biceps brachi kası konsantrik olarak kasılma meydana getirmektedir. Konsatrik kasılma yoluyla ortaya çıkan güç çıktısı vasıtasıyla hareket gerçekleştirilmektedir.

Konsantrik kuvvet, uzama-kısalma döngüsünün "aksiyon" kısmıdır ve bir plyometrik egzersizin boşaltma aşaması sırasında elde edilen sonuçtur. Bu, kinetik enerji vücudun eksantrik yükü tarafından depolandıktan ve vücut eksantrikten konsantrik kas hareketine geçtikten sonra kas lifinin kısalmasının sonucudur (Chu ve Meyer, 2013). Günümüzde antrenörler, sporcunun ne kadar yükseğe veya uzağa sıçradığını, adım frekansı, adım uzunluğu veya topu ne kadar uzağa fırlattığını analiz etmektedir. Sporcular, sağlık topu antrenmanı da dahil olmak üzere çeşitli direnç antrenmanı yöntemlerini kullanarak özellikle konsantrik güçü geliştirmek için antrenman yapabilirler. Sonuç olarak, konsantrik odaklı antrenman, diğer kas hareketleriyle bağlantı kurmak için geliştirilmelidir, böylece sporcu pliometrik antrenmandan daha fazla kazanım elde edebilir.

### 1.4.3. İzometrik Kuvvet

İzometrik veya statik kas hareketleri, hiçbir görünür hareketin olmadığı eylemler olarak tanımlanır; bu bir pliometrik egzersizin bağlantı aşaması olarak bilinir. Çalışmalar statik bir tutuş sırasında kas fibrillerinin çok az hareket ettiğini gösterse de bağlantı aşamasında eklem hareketi çok az ya da hiç görülmez bu yüzden bu hareketlere izometrik kas hareketleri diyebiliriz. Koşarken veya zıplarken, bağlantı aşaması vücudun çok kısa bir süre "durduğu" noktadır.

Yapılan bir araştırma göstermektedir ki izometrik kuvvet özel hareket açıklıklarında çalışılarak geliştirilmelidir, eğer antrenmanda mekanik olarak dezavantajlı pozisyonlar çalışmaz ise bu alanlardaki kuvvet gelişimi zayıf kalacaktır (Chu veMeyer, 2013). Pliometrik antrenman için sporcular, izometrik kuvvetlerini geliştirmeye odaklanacağı belirli egzersiz tekniklerini kullanabilirler. Amortisman aşaması ne kadar kısa olursa ortaya çıkacak güç çıktısı da o kadar fazla olur. Benzer şekilde, sporcuların yerde geçirdikleri süre ne kadar kısa olursa, o kadar etkili ve hızlı olurlar. İzometrik kuvvet özellikle tırmanış gibi uzun süre statik kasılmalar gerektiren spor dallarında önemli yer edinmektedir.Yapılan bir çalışmada elektromiyostimulaiton artı fingerbord ve fingerbord izometrik antrenmanın el bileği dayanıklılıklarını ve güçlerini arttırdığı tespit edilmiştir (Aras ve ark., 2020). Antrenmanla elde edilen gelişim müsabaka içerindeki gerekli izometrik kuvvet için sporcuya önemli kazanım sağlayacaktır.

### 1.5. Sporda Güç Kavramı

Atletizmde atma ve atlama, halter gibi spor dallarında metabolik güç yalnızca yüksek enerjili fosfat bileşiklerinden elde edilir. Yaklaşık 10 saniye veya biraz daha uzun süren olaylar (örneğin 100 m), ATP yeniden sentezinde enerji için anaerobik glikoliz kullanır. Yoğunluk ne kadar düşük ve egzersizin süresi ne kadar uzunsa, enerjiye katkıda bulunabilen anaerobik glikoliz mekanizması o kadar iyidir. En az 60 saniye süren aktivitelerde karbonhidrat ve yağın aerobik metabolizması enerjiye katkıda bulunmaya başlar. Aktivite ne kadar uzun sürerse (dakikalar ve saatler süren), aerobik katkı o kadar büyük olur (Knuttgen ve Komi, 2003). Bu araştırmalarda dikkate alındığında güç gelişiminin birçok spor dalında başarı için gerekli temel unsur olduğunu söyleyebiliriz.

### 1.6. Etki Kuvveti Gelişim Hızı

Yapılan araştırmalar etki kuvveti gelişim hızı (EKGH) gücün zaman diliminde değişimi, artış hızı olarak ve aynı zamanda "patlayıcı güç" olarak tanımlamıştır (Aagaard ve ark., 2002). Gücün üretilme hızı, çok çeşitli spor etkinliklerinde başarının birincil faktörü olarak kabul edilir (Stone ve ark., 2002). EKGH parametresi, hızlı ve kuvvetli kas kasılmasında önemli fonksiyona sahiptir. Örneğin, sprint, karate veya boks gibi hızlı hareketlerde yaklaşık 50-250 milisaniye'lik kasılma sürelerini içerirken, çoğu insan kasında maksimum güce ulaşmak için yaklaşık 300 ms gibi daha uzun sürelere gereksinim vardır (Aagaard ve ark., 2002). Sonuç olarak, kasılma EKGH'sindeki herhangi bir artış, kas kasılmasının erken evresinde, örneğin ilk 100-200 ms kasılma içinde daha yüksek bir kas gücüne ulaşılmasına izin verdiği için oldukça önemli hale gelir (Aagaard ve ark., 2002). EKGH'ye ek olarak, diğer bir önemli güç parametresi, belirli bir kasılma süresi içinde üretilebilen toplam kasılma uyaranıdır (Baker ve ark., 1994).

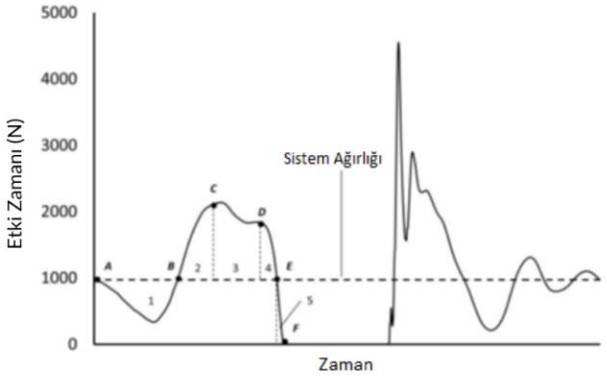
Güç ifade edildiğinde uyaran zaman diliminde güç üretme olarak tanımlanabilir. Uyaran dikey sıçrama ve ağırlık kaldırma performansını belirleyebilirken (Garhammer ve Gregor, 1992), maksimum kas gücüne ulaşmak için daha uzun bir süre (300 ms) gerekebileceğinden EKGH'nin önemi göz ardı edilemez (Aagaard ve ark., 2002). Çeşitli antrenman müdahalelerini incelendiğinde, direnç egzersizinin, daha zayıf ve antrenmansız bireylerde izometrik zirve etki kuvveti (Cormie ve ark., 2011; Newton ve Kraemer, 1994) ve EKGH'da artışa neden olduğu görülmektedir (Lovell ve ark., 2010).

Uzama kısalma döngüsü, kasın kasılmadan hemen önce gerildiği doğal bir kas işlevi türüdür (Flanagan ve Comyns, 2008). Kas kasılmasının bu eksantrik / konsantrik birleşimi, yalnızca tamamen konsantrik bir hareketten kaynaklanandan daha güçlü bir kasılma üretir(Komi, 1992b). Etki kuvveti hız eğrisi çok sayıda kas grubu ve eklem içeren karmaşık uzama kısalma döngülerinde ölçüldüğünde örneğin

dikey sıçrama da eksantrik aşamanın önce kullanımındaki değişiklikler etki kuvveti-hız eğrisini sağa kaydırmaktadır. Tamamen konsantrik hareketlerle karşılaştırıldığında, uzama kısalma döngüsü, konsantrik faz sırasında herhangi bir hızda daha büyük kuvvetlerin üretilmesine olanak sağlar (Komi, 1986). Uzama kısalma döngüsü, kas fonksiyonunun doğal bir formudur ve yürüme ve koşma gibi günlük aktivitelerde ve ayrıca fırlatma ve zıplama gibi daha zorlu eylemlerde belirgindir (Flanagan ve Comyns, 2008). Uzama kısalma döngüsü konsantrik aşamada depolanan elastik enerjinin yeniden kullanılmasına sebep olur (Komi ve Bosco, 1978). Eksantrik aşamada, aktif kaslar gerilir ve enerjiyi absorbe eder. Bu enerjinin bir kısmı geçici olarak depolanır ve daha sonra uzama kısalma döngüsünün konsantrik kasılma fazı sırasında yeniden kullanılır (Bobbert ve ark., 1996). Bu elastik enerjinin en iyi şekilde kullanılması için eksantrik ve konsantrik faz arasında kısa bir geçiş gereklidir. Bu evreyi etki kuvveti zaman eğrisi üzerinde daha net görebiliriz.

### 1.7. Etki Kuvveti Zaman Eğrisi

Gücü değerlendirmek için çeşitli yöntemler bulunmaktadır bir kuvvet platformu kullanarak dikey sıçramayı ölçmek, hareket sırasında üretilen gücün dolaylı olarak ölçülmesine izin verir(Linthorne, 2001). Zamana göre güç üretimini çizmek, bir etki kuvveti-zaman (EKZ) eğrisinin oluşturulmasıyla sonuçlanır (Şekil 1.1). İnsan hareketini analiz etmenin bir aracı olarak EKZ eğrilerinin incelenmesi en azından 1950'lerden beri yapılmıştır(Henry, 1952; Howell, 1956) ve dikey sıçrama dahil birçok atletik hareketi incelemenin etkili bir yöntemi olarak kabul edilmektedir (Payne ve ark., 1968). İlk uygulamasından bu yana, bir hareketin EKZ eğrisinin incelenmesi, neromusküler yorgunluk ve antrenmana adaptasyonun altında yatan potansiyel mekanizmanın anlanmasında ve performansın değerlendirilmesi ve optimize edilmesinde farklı seviyeye ve antrenman geçmişine sahip sporcularda bir teşis aracı olarak önerilen bir yöntem olarak kullanılmaktadır (Cormie ve ark., 2009; Cormie ve ark., 2010a; 2010b; 2010c; Gathercole ve ark., 2015; Rob Gathercole ve ark., 2015; Gathercole ve ark., 2015).




**Şekil 1.1. CMS etki kuvveti-zaman eğrisi**
CMS sırasında yer etki kuvvetinin dikey bileşenini gösterir.
A noktası: ağırlıksız başlangıç aşaması B noktası: dikey yer reaksiyon kuvvetinin sistem ağırlığına döndüğü zaman noktası, C noktası: eksantrik fazın sonu ve itici fazın başlangıcı, ve kütle merkezinin hızın negatiften pozitife geçtiği zaman noktası, D noktası: Sıçrayanın kütle merkezinin zirve hızı, E noktası: düşey yer tepki kuvveti sistem kütlesinin altına düşer, F noktası: sıçrayanın etki kuvveti platformdan havalandığı yer Noktalar A'dan B'ye: ağırlıksız faz, B'den C'ye: gerilme fazı, C'den D'ye noktalar: net uyaran fazı, C'den E'ye: hızlanma-itme fazı, noktalar D'den E'ye: ayrılma fazı, E'den F'ye noktalar: itme- yavaşlama aşaması. Alan 1: ağırlıksız uyaran, alan 2: gerilme uyaranı, alan 3: net itme, birleşik alanlar 3 ve 4: hızlanma-itme uyaranı, alan 4: ayrılma uyaranı, alan 5: itme-yavaşlama uyaranı

## 1.8. Güç Geliştirme Yöntemleri

Pliometrik antrenman, uzama kısalma döngüsünü içeren bir ön gerdirme veya zıt yönlü bir hareket kullanarak hızlı, güçlü hareketleri tanımlamak için kullanılan kullanılan bir terimdir (Baechle veEarle, 2008). Pliometrik antrenman sporcunun uzama kısalma döngüsü yeteneklerini geliştirmek için yaygın kullanılan bir antrenman yöntemidir. Pliometrik, güç ve sürat antrenmanlarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Uzama kısalma döngüsü gelişimi için uygulanan pliometrik antrenmanlar derinlik sıçramaları, sıçrama, sağlık topu fırlatma gibi patlayıcı hareketler gerektiren antrenman yöntemleri içermektedir. Yapılan hareketlerin kaslar ve eklemler üzerine oluşturacağı yük düşünüldüğünde hareketlerin gerçekleştirilmesi esnasında yaralanmaları önlemek için iyi antrene edilmiş bir kas yapısı gerekmektedir.

Pliometrik antrenman başlangıçta üst düzey sporcularda güç ve hız geliştirmek için kullanılacak bir egzersiz programı olarak düşünülmüştür. Bu nedenle, kuvvet temelinin iyi oluşturulması öncelikli olmuştur. Sporcuların yüksek düzeyde maksimum güç üretimi ve yüksek yoğunluklara dayanabilmesi için yüksek düzeyde bir alt vücut kuvvetine sahip olması gerekmaktedir (Chu veMeyer, 2013). Bu nedenle, sporcular güç geliştirmek için kullanılan yüksek şiddetli egzersizlere hazır olup olmadıkları çeşitli testlerle belirlenebilmektedir. Alt vücut kuvvetinin zayıf olması sıçrama sonrası inişlerde stabilite kaybı olmasına ve olası yaralanmalara da sebep olabilir (Chu veMeyer, 2013). Bu sebeple yüksek düzeyde antrene edilmiş bir alt vücut kuvveti hem müsabakada gerekli olan güç çıktısını ortaya koymada hem de kaslardaki kuvvet eksikliğinden kaynaklanabilecek yaralanmaları önlemede büyük öneme sahiptir**.**

### 1.9. Futbolda yön değiştirme

Futbol müsabaka içerisinde çok fazla performans parametresi gerektiren spor dalıdır. Futbol maçlarında sprint, sonucu değiştirebilen en sık karşılaşılan eylemlerden biridir (Faude ve ark., 2012).Hızlı ve etkili yön değiştirme sporda başarı için kritik öneme sahiptir (Allen Hedrick, 2007). Birçok yazar takım sporlarında hızı; ivmelenme hızı, maksimum sprint hızı ve yön değiştirme hızı olarak sınıflandırmıştır (Castillo-Rodríguez ve ark., 2012; Kawamori ve ark., 2013; Lockie ve ark., 2011). Yapılan bir araştırma futbol maçına sonuca götüren sprintin 10 metreden az olduğunu göstermiştir (Hoff ve Helgerud, 2004). Bu nedenle, ivmelenme hızı ile yön değiştirme hızı arasındaki ilişkiyi araştırmak mantıklıdır. Ayrıca başlangıçta statik bir pozisyondan düz bir sprint atmalarından dolayı ivmelenme hızının yön değiştirme hızıyla ortak özelliklere sahip olduğu varsayılmaktadır (Jones ve ark., 2009; Nimphius ve ark., 2010; Peterson ve ark., 2006; Young ve ark., 2002). Bununla birlikte, bazı korelasyon çalışmaları tutarsız sonuçlar ortaya çıkarmıştır. Yapılan birkaç çalışmada sprint ve yön değiştirme testleri istatistiksel olarak negatif korelasyon göstermiştir (Jones ve ark., 2009;

Peterson ve ark., 2006). Bunun aksine bazı çalışmalar pozitif korelasyon tespit etmişlerdir ( Young ve ark., 2001; Young ve ark., 2002). Sheppard ve Young (2006), bu tutarsız sonuçların farklı yön değiştirme testlerinden kaynaklanabileceğini öne sürmektedir.

### 1.9.1. Yön Değiştirme Performansında Bacak Kuvveti ve Gücünün Etkisi

Futbolda alt vücut müsabakanın içerisinde en belirleyici hareketlerde dominant rol oynamaktadır. Young ve ark. (2002), tarafından yapılan araştırmada sporcularda yön değiştirmede bacak kuvveti, bacak gücü ve reaktif kuvvet gibi özellikler belirleyici olabilir. Bacak kuvvetinin yön değiştirme ile ilişkisi üzerine de çalışmalar yapılmaktadır (Gabbett ve ark., 2008; Jones ve ark., 2009; Nimphius ve ark., 2012; Spiteri ve ark., 2013). Birçok spor dalında hız ve yön değiştirme hızının geliştirilmesi kondisyon programlarında birincil çalışılan özelliklerdendir. Kondisyonerler ve spor bilimciler, sporcunun bacak kuvvetini ve bacak gücünün ve yön değiştirme hızıyla ilişkisini incelemişlerdir ( Gonzalez ve ark., 2012; Gonzalez ve ark., 2013). Yapılan bir çalışmada alt vücut kuvveti ve yön değiştirme hızı arasında anlamlı ilişki tespit edilmiştir. Yani bu sonuçlar alt vücut kuvvetinin arttırılmasının yön değiştirme hızını arttıracağını göstermektedir (Tramel ve ark., 2019).

Kuvvet, bir kas veya kas gruplarının etki kuvveti üretme yeteneği olarak tanımlanabilir (Bompa ve Haff, 2009). Kas kuvveti birçok sporda sprint performansıyla ilişkilendirilmiştir (Comfort ve ark., 2012; Cunningham ve ark., 2016; Hori ve ark., 2008; McBride ve ark., 2009; Wisløff ve ark., 2004). Kuvvet futbol performansı için de büyük önem taşımaktadır (Hoff, 2005). Wisløff ve ark. (2004) futbolcular üzerinde yapmış oldukları çalışmada 1 TM yarım squat kuvveti ve 10 m sprint (r = -0,94), 30 m sprint (r = -0,71), ve dikey sıçrama yüksekliği (r = 0,87) arasında çok güçlü korelasyonlar tespit etmiştir. Benzer sonuçlar rugby, amerikan futbolu ve softbol oyunlarında da tespit edilmiştir (Argus ve ark., 2012; Harris ve

ark., 2000; Nimphius ve ark., 2010). Bu bağlamda yapılan araştırmalar dikkate alındığında bacak kuvvetinin birçok spor dalında başarıyı etkileyen biyomotor özellikler üzerine etkisi olduğu söylenebilir.

Güç çıktısındaki büyüklük kazanma ve kaybetmede büyük önem taşımaktadır (Stone ve ark., 2007). Sprint, dikey sıçrama gibi patlayıcılık gerektiren bir çok hareket ile yüksek güç çıkışı üretme kapasitesi arasındaki ilişki spor bilimi alanında kabul görmüştür (Haff veNimphius, 2012; Stone ve ark., 2007). Araştırmalar, güçlü sporcuların daha hızlı koşma (Cronin ve Hansen, 2005; Hori ve ark., 2008; Peterson ve ark., 2006; Wisløff ve ark., 2004) daha yükseğe sıçrama (Barnes ve ark., 2007; Stone ve ark., 2007) ve farklı yön değiştirme ve tekrarlı sprint performanslarının daha iyi olduğunu göstermektedir (Barnes ve ark., 2007; Hori ve ark., 2008; Nimphius ve ark., 2010).

Alt vücut gücünü belirlemede çeşitli ölçüm yöntemleri kullanılmaktadır. Birçok araştırmacı sporcunun fiziksel özelliklerini belirlemek ve değerlendirmek için pratik ve uygulaması kolay bir yöntem olan dikey sıçrama testleri kullanmıştır, örneğin basketbolda (Chaouachi ve ark., 2009) voleybolda (Barnes ve ark., 2007) softbolda (Nimphius ve ark., 2010) rugby de (Cronin ve Hansen, 2005) futbolda (Vescovi ve Mcguigan, 2008; Wisløff ve ark., 2004). Bu nedenle, dikey sıçrama genellikle spor bilimiyle ilgili araştırmalarda sporcuların bacak gücü performansını değerlendirmede kullanılmaktadır.

### 1.10. Sıçrama

Sıçrama, birçok spor dalında başarıda belirleyici etkisi olan temel atletik harekettir. Spor bilimciler ve antrenörler açısından, dikey sıçrama yeteneğini test etmek, bir sporcunun performans seviyesini ve nöromüsküler sistemin işlevsel durumunu dolaylı olarak değerlendirmek için yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. İster dikey ister yatay olsun, sıçrama hareketleri antrenmanlarda düzenli olarak

gerçekleştirilir ve genellikle spor müsabakalarında başarılı olmak için gereken birçok becerilerinin de parçasıdır. Bazı durumlarda, diğer yarışmacıdan daha yükseğe veya daha uzağa sıçrama yeteneği, yarışmayı kimin kazanacağını belirleyecektir (örneğin, yüksek atlama, uzun atlama, üç adım atlama), diğer sporlarda tekrarlayan sıçrama hareketleri kazananı belirlemez. Takım sporlarında, basketbolda ribaunt, voleybolda blok, futbolda kafa topuna çıkma vb. sırasında sıçrama becerisi kullanılabilir.

Müsabaka yada antrenmanda uyaran bireyin sıçrama (Garhammer ve Gregor, 1992) performansını belirleyebilirken, farklı EKZ özellikleri, oluşturulan uyaranın şeklini ve büyüklüğünü belirleyebilir (Mizuguchi, 2012; Sole, 2015). Yukarıda belirtildiği gibi, daha fazla kas kuvveti, bir bireyin EKZ özelliklerini değiştirebilir. Spesifik olarak, direnç egzersizi ile elde edilen kas kuvvetindeki artışlar hem en yüksek performans değişkenlerini hem de EKZ eğrisi şeklini değiştirebilir (Cormie ve ark., 2009; Cormie ve ark., 2010b, 2010c). Ayrıca, daha güçlü bireylerin, zayıf bireylere kıyasla farklı EKZ eğrisi özelliklerine sahip olabileceğini göstermiştir (örneğin, ağırlıksız faz süresi, sıçrama fazlarının relatif şekli, net uyaran güçleri), (Cormie ve ark., 2010a; Cormie ve ark., 2010b; Sole, 2015). Özellikle daha güçlü kişiler, daha zayıf olanlara kıyasla net uyarana karşılık gelen EKZ eğrisi alanında daha kısa ağırlıksız bir faz ve daha büyük güç üretirler (Cormie ve ark., 2010a; Sole, 2015).

### 1.10.1. Sıçrama Türleri

En sık kullanılan dikey sıçrama testleri statik ve countermovement sıçramalardır (Markovic ve ark., 2004). Statik sıçrama, hazırlık niteliğinde bir karşı hareket olmaksızın yarı squat pozisyonunda gerçekleştirilir. Countermovement sıçrama, sıçramanın itme aşamasından hemen önce meydana gelen başlangıç aşağı doğru hareketle gerçekleştirilir. Pliometrik bir kasılma, hızlı eksantrik yüklemeden oluşur, kısa bir amortisman aşaması ve konsantrik bir kasılma meydana gelir (Cavagna ve ark., 1965; Toumi ve ark., 2001).

Genel olarak sıçrama, sırasında aynı vücut pozisyonlarına ulaşıldığında bile, squat sıçramaya kıyasla CMS sırasında daha büyük sıçrama yüksekliklerine ve güç çıkışlarına ulaşılabilir (Anderson ve Pandy, 1993; Bobbert ve ark., 1996). Countermovement sıçramada performansı etkileyen birincil faktörün, kas sistemindeki aktif durumun gelişimi ile ilgili olduğu teorileştirilmiştir (Bobbert ve Casius, 2005). Bu teoriye göre, karşı bir hareket, sıçramanın itici fazından önce daha fazla çapraz köprü oluşumuna izin verir ve bu da hareketin itici fazının başlangıcında daha yüksek kuvvet üretimine yol açar. Ayrıca, nöromüsküler sistemin güç geliştirmesi uzama kısalma döngüsü zamanıyla ile ilişkili olduğu varsayılmıştır (Bobbert ve Casius, 2005).

Karşı hareketin başlaması ve ardından eksantrik kas hareketiyle birlikte, hareketten önce güç üretmek için daha uzun süreye izin verir, bu da itici fazın başlangıcında daha fazla kuvvet oluşumuna ve dolayısıyla daha büyük bir performansa neden olur. Ayrıca, CMS diz ekstansörünün ve plantar fleksörlerin uzamasına neden olduğu, dolaysıyla kas sistemiyle uzunluk gerilim ilişkisinin daha optimal gerçekleşmesi, başlangıçta ve hareket boyunca güç üretimiyle sonuçlanır (Ettema ve ark., 1992; Gordon ve ark., 1966a; Gordon ve ark., 1966b). Muskulotendinöz yapılar içinde ve arasında depolanan elastik enerjinin kullanımının da performansın artmasına katkıda bulunduğu düşünülmektedir. Hareket tersine dönerken karşı hareket ve frenleme fazı tarafından tetiklenen muskulotendinöz birimin gerilmesi, dokuların seri ve paralel elastik elemanlarında enerji depolamasına neden olur ve daha sonra eşmerkezli hareketi artırmak için kullanılır. Muskulotendinöz birimi oluşturan dokuların çoğu elastik enerjiyi depolayabilir, örneğin aktif olarak çapraz köprülere bağlanabilir. Bununla birlikte, tendonun, koşma ve sıçramada elastik enerji depolaması ve kullanımının birincil katkısı olduğu belirtilmiştir (Biewener ve Roberts, 2000; Kawakami ve ark., 2002; Kurokawa ve ark., 2001; Kurokawa ve ark., 2003). Bu nedenle, dikey sıçrama performansına katkıda bulunan depolanmış elastik enerjinin birincil kaynağının tendon olduğu sonucuna varılabilir.

Yapılan çalışmalar omurga reflekslerinin katılımıyla da, CMS performansında ve mekanizmasında bir iyileşme meydana geldiğini göstermektedir (Bosco ve ark., 1982). Karşı hareketin sağladığı hızlı gerilme, bu reflekslerin aktivasyonuna neden olabilir, bu da kas aktivasyonunu artırabilir ve ardından güç üretimi meydana gelir. Buradan yola çıkarak CMS, nöromüsküler sistemin mekanik ve fizyolojik yönlerinin karmaşık bir etkileşimi olduğu sonucuna varılabilir. Dikey sıçrama performansı, bu bileşenlerden birinin veya daha fazlasının işlevsel durumunu yansıtabilir. Sonuç olarak, CMS sporcuların nöromüsküler kapasiteleri ve performans durumu ile ilgili bilgi sağlayabilir.

### 1.10.2. Dikey Sıçrama Testleri

Dikey sıçramanın ölçülmesi insan kas performansının değerlendirmesi olarak ilk olarak Sargent tarafından önerilmiştir (Sargent, 1921). Geleneksel olarak Sargent (1921), testi, 40 yard mesafeye top fırlatma gibi çeşitli testler kullanılarak patlayıcı güç ölçülmüştür (Viitasalo, 1988). Araştırmalarda, sporcunun performansını değerlendirmede dikey sıçrama testleri en yaygın kullanılan testlerden biridir (Klavora, 2000; Taylor ve ark., 2012). Dikey sıçrama testlerinin bu kadar yaygın olarak kullanılmasının mantığı dikey sıçrama testindeki performans ile mevcut spor bilimleri literatüründe patlayıcı hareketler ile ilişkisinin ortaya konmasıyla ilişkilendirilebilir. Örneğin, çok sayıda çalışma, dikey sıçramadaki performansı ile sprint ve yön değiştirme (Barnes ve ark., 2007; Brughelli ve ark., 2008; Peterson ve ark., 2006) gibi patlayıcı hareketler ile performans arasında ilişki olduğunu tespit etmiştir (Berthoin ve ark., 2001; Bissas veHavenetidis, 2008; Peterson ve ark., 2006). Spora yönlendirmede birçok yetenek seçim test bataryası kullanılmaktadır (Aras ve ark., 2019; Güçlüöver ve ark., 2019; Pekel, 2007). Sonuç olarak, dikey sıçrama, yetenek seçiminde ve performansı değerlendirmede indirek ölçüm olarak kullanılan popüler yöntemdir.

Carlock ve ark. (2004), 64 Olimpik düzey haltercide yaptığı araştırmada dikey sıçrama ZG'nin bir haltercinin mevcut müsabaka performansı ile güçlü bir şekilde ilişkili olduğunu tespit etmiştir. Ayrıca, Fry ve ark. (2006), elit ve elit olmayan haltercileri ayırt edebilen performans değişkenlerini araştırmıştır. Dikey sıçrama yüksekliğinin, haltercinin durumunun değerlendirilmesinde elit veya elit olmayan olarak tanımlanmasında önemli bir katkı sağladığı bulunmuştur. Spor müsabakalarında ve antrenmanlarda bulunan patlayıcı hareketlere ek olarak, dikey sıçrama ile patlayıcı kuvvetin değerlendirmede kullanılan yöntemler ve arasındaki ilişkiler literatürde yer almaktadır. Wisløff ve ark. 2004), erkek futbolcularda yarım squat ve dikey sıçrama yüksekliğini kullanılarak ölçülen maksimum güç arasında güçlü korelasyon tespit etmişlerdir. Birçok çalışma, maksimum dinamik kuvvet ve sıçrama performansı ile ilgili benzer sonuçlar bildirmiştir (Carlock ve ark., 2004; Haff ve ark., 2005; Nuzzo ve ark., 2008). Literatürdeki bu çalışmalar dikey sıçrama performans değişkenlerinin maksimum alt vücut kuvvetinin seviyesini yansıttığını tespit etmiştir.

Dikey sıçrama performansı ile diğer patlayıcı hareketler arasında belirtilen ilişkiler, muhtemelen her iki harekette de performanstan sorumlu ortak temel mekanizmalarla ilgilidir; bunda spesifik olarak, kuvvet üretimine katkıda bulunan nöromüsküler sistemin özellikleri etkili olabilir. Böyle bir özellik, kas fibril tipi ve bileşimidir. Bosco ve Komi (1979a), sporcu olmayan otuz dört katılımcı üzerinde yaptığı bir çalışmada hem statik hem de CMS etki kuvveti gelişim oranının yanı sıra sıçrama yüksekliği ve itici uyaran büyüklüğüyle katılımcıların tip II kas fibril yüzdesi arasında istatistiksel olarak anlamalı ilişki tespit etmişlerdir. Benzer şekilde, Olimpiyat seviyesinde halterciler üzerinde yapılan bir çalışmada Fry ve ark. (2003), hem halter performansı hem de dikey sıçrama gücünün, tip IIa liflerin varlığı ve tip II miyozin ağır zincir izoform içeriği ile önemli ölçüde ilişkili olduğunu bulmuştur. Tüm bu bilimsel bilgiler sporcunun performans takibinde ve değerlendirilmesinde dikey sıçrama testlerinin ne kadar etkili bir yöntem olduğunu ortaya koymaktadır.

## 1.11. Kuvvet ve Güç Ölçüm Yöntemleri

Bir sporcunun performansının düzenli olarak test edilmesi ve izlenmesi, sporcunun antrenman durumu hakkında antrenörlere yararlı bilgiler sağlamanın en etkili yöntemlerindendir (Sole ve ark., 2014; Suchomel veBailey, 2014). Sporcularda alt vücudun kas gücü değerlendirmesi, sıklıkla serbest ağırlıklar (Wisloeff ve ark., 1998) veya izoinertiyal (Murphy ve Wilson, 1996) veya izokinetik dinamometri kullanılarak yapılmaktadır (Askling ve ark., 2003).

Bu yöntemler dolaylı ölçüm yöntemleri olarak da değişebilmektedir. Örneğin belirli bir yük ile gerçekleştirilen tekrarların sayısından 1 tekrar maksimali tahmin etmek için çok sayıda yöntem geliştirilmiştir (Brzycki, 1993; Kravitz ve ark., 2003; Shimano ve ark., 2006). Ayrıca, bu bilgiler sporcular için optimal bir antrenman uyarıcısı sağlamak için antrenman programları yazmak ve uyarlamak için kullanılabilir. Bir sporcunun gücünü test etmek ve takip etmek ile ilgili olarak, spor bilimciler ve antrenörler sporcunun izometrik, dinamik ve reaktif güç özelliklerini incelemek için çeşitli testler kullanabilirler. Sporcunun performansını değerlendirmek veya belirlemek için düzenli olarak test edilmesi ve değerlendirilmesi büyük önem taşımaktadır.

### 1.11.1. İzometrik Kuvvet Testleri

Birçok çalışmada belirtildiği gibi, izometrik squat veya izometrik yarım squat gibi izometrik güç testi kullanarak katılımcıların maksimum gücünü değerlendirilebilir. Bu testler maksimum yük kaldırmayı sağlamazken, yapılan araştırmalar izometrik güç testleri ile dinamik güç performansı arasında dikkate değer ilişkiler olduğunu göstermiştir (Bazyler ve ark., 2015; Mcguigan ve ark., 2010; McGuigan ve Winchester, 2008).

### 1.11.2. Dinamik Kuvvet Testleri

İzometrik kuvvet testinin de dinamik kuvvet testinin de avantajları ve dezavantajları vardır. Dinamik kuvvet testi, bir bireyin kuvvetini ölçmenin en yaygın yöntemlerinden birisidir. Örneğin, bireyin belirli sayıda tekrarda mümkün olduğunca fazla ağırlık kaldırdığı tekrar maksimum (TM) testi ile değerlendirilir. Bu ağırlıkları belirlemek için çeşitli modellemeler geliştirilmiştir (Kravitz ve ark., 2003). Dinamik kuvvet testleri, çeşitli sporlarda hareketlerle benzerliklerinden dolayı bir sporcunun yetenekleriyle daha fazla ilişkilendirilebilir. Yapılan araştırmalar, belirli antrenman programlarının müsabaka döneminin kas gücü üzerindeki etkisini ve sporcunun performansını etkileyen faktörleri incelemek için dinamik güç testleri kullanmıştır (Baker, 2001b; Gorostiaga ve ark., 2006; Granados ve ark., 2008; Rønnestad ve ark., 2011).

### 1.11.3. Reaktif Kuvvet Testleri

Reaktif kuvvet, bir sporcunun eksantrik bir kas kasılmasından konsantrik bir kasılmaya olabildiğince hızlı geçebilmesidir (Warren Young, 1995). Eksantrik bir kasılmadan sonra gerçekleştirilen konsantrik kasılmada sadece konsantrik kasılmaya göre daha güçlü bir kasılma meydana gelir(Komi, 1992b). Reaktif kuvveti değerlendirmenin iki ana yöntemi, drop jump ya da CMS hesaplanan reaktif kuvvet indeksi (RKİ: Drop jump yüksekliği* yer temas zamanı ya da modifiye edilmiş reaktive kuvvet indeksi (RKİmod: CMS* havalanma süresi). Maksimum izometrik ve dinamik kuvvet testinden farklı olmasına rağmen, araştırmalar maksimum izometrik kuvvet ile RKİmod arasında güçlü ilişkiler olduğunu göstermiştir (Beckham ve ark., 2014). Ayrıca, reaktif kuvvet testi, sporcunun belirli bir dinamik performans standardına nasıl ulaştığı konusunda antrenörlere daha fazla bilgi sağlayabilir.

## 1.12. Amaç

Bu çalışmanın amacı, geniş bir örneklem kullanarak (n=188) 12-14 yaş futbol oynayan çocukların dikey sıçrama yüksekliğinden zirve-gücü tahmin etmek için yaşa ve futbol branşına özgü regresyon denklemi geliştirmektir.

## 1.13. Problem Cümlesi

Dikey Sıçrama ve çeşitli antropometrik parametrelerden elde edilen veriler yoluyla 12-14 yaş futbolcuların zirve gücü tahmin etmeye yarayan model geçerli olacak mı dır ?

## 1.14. Alt Problemler

1) Zirve gücü tahmin modeli oluşturmada dikey sıçrama yüksekliği ile birlikte vücut ağırlığı etkili midir?
2) Zirve gücü tahmin modeli oluşturmada dikey sıçrama yüksekliği ile birlikte vücut kitle indeksi etkili midir?
3) Zirve gücü tahmin modeli oluşturmada dikey sıçrama yüksekliği ile birlikte yağsız vücut kütlesi ve vücut yağ yüzdesi etkili midir?
4) Zirve gücü tahmin modeli oluşturmada dikey sıçrama yüksekliği ile birlikte yağsız vücut kütlesi ve vücut yağ yüzdesi etkili midir?
5) Zirve gücü tahmin modeli oluşturmada dikey sıçrama yüksekliği ile üst vücut uzunluğu etkili midir?
6) Zirve gücü tahmin modeli oluşturmada dikey sıçrama yüksekliği ile alt vücut uzunluğu etkili midir?
7) Zirve gücü tahmin modeli oluşturmada dikey sıçrama yüksekliği ile çift kol uzunluğu etkili midir?
8) Zirve gücü tahmin modeli oluşturmada dikey sıçrama yüksekliği ile pazu çevresi etkili midir ?

9) Zirve gücü tahmin modeli oluşturmada dikey sıçrama yüksekliği ile baldır çevresi etkili midir ?
10) Zirve gücü tahmin modeli oluşturmada dikey sıçrama yüksekliği ile bacak çevresi etkili midir?
11) Zirve gücü tahmin modeli oluşturmada dikey sıçrama yüksekliği ile kalça çevresi etkili midir ?

## 1.15. Denenceler

1) Zirve gücü tahmin modeli oluşturmada dikey sıçrama yüksekliği ile birlikte vücut ağırlığı etkilidir.
2) Zirve gücü tahmin modeli oluşturmada dikey sıçrama yüksekliği ile birlikte vücut kitle indeksi etkilidir.
3) Zirve gücü tahmin modeli oluşturmada dikey sıçrama yüksekliği ile birlikte yağsız vücut kütlesi ve vücut yağ yüzdesi etkilidir.
4) Zirve gücü tahmin modeli oluşturmada dikey sıçrama yüksekliği ile birlikte yağsız vücut kütlesi ve vücut yağ yüzdesi etkilidir.
5) Zirve gücü tahmin modeli oluşturmada dikey sıçrama yüksekliği ile üst vücut uzunluğu etkilidir.
6) Zirve gücü tahmin modeli oluşturmada dikey sıçrama yüksekliği ile alt vücut uzunluğu etkilidir.
7) Zirve gücü tahmin modeli oluşturmada dikey sıçrama yüksekliği ile çift kol uzunluğu etkilidir.
8) Zirve gücü tahmin modeli oluşturmada dikey sıçrama yüksekliği ile pazu çevresi etkilidir.
9) Zirve gücü tahmin modeli oluşturmada dikey sıçrama yüksekliği ile baldır çevresi etkilidir.
10) Zirve gücü tahmin modeli oluşturmada dikey sıçrama yüksekliği ile bacak çevresi etkilidir.
11) Zirve gücü tahmin modeli oluşturmada dikey sıçrama yüksekliği ile kalça çevresi etkilidir.

## 1.16. Sınırlılıklar

Bu çalışma Ankara'da bulunan çeşitli futbol kulüplerinin alt yapılarında oynayan en az 1 yıldır futbol oynayan 12-14 yaş erkek futbolcularla sınırlandırılmıştır.

## 1.17. Araştırmanın Önemi

Yetenek seçiminde ve performansın değerlendirilmesinde çeşitli testler kullanılmaktadır. Gücün değerlendirilmesi de antrenörlere yetenek seçiminde ve sporcunun performansının takibinde önemli veriler sağlamaktadır. Kuvvet platformları gücün değerlendirilmesinde sıklıkla kullanılmaktadır. Kuvvet platformaları genellikle labratuvarda sabit cihazlar olmakla birlikte son zamanlarda taşınabilir olanları da kullanılmaktadır. Ancak cihazın çok pahalı olması sebebiyle birçok spor kulübünün ulaşması mümkün değildir. Bu noktada kuvvet platformlardan elde ettiğimiz güç ölçümünü daha basit ölçülebilen antropometrik veriler ve dikey sıçrama gibi yöntemler kullanarak regresyon modeliyle tahmin edebileceğimiz bir denklem oluşturma ihtiyacı oluşmuştur. Tüm bu değerlendirmeler dikkate alındığında güç tahmin denklemlerinin genel olarak her gruba uygulanması yani gruplara özel denklemler oluşturulması gerektiği sonucu ortaya çıkmaktadır. Bu çalışma, yapılan literatür taramasına göre örneklem gurubu demografik özellikleri bakımından yapılan ülkemizde ilk çalışmadır.

Yeni denklemlerin geliştirilmesi ve uygulanması, bir sporcunun zirve gücünü değerlendirirken daha doğru ve güvenilir değerler elde edilmesine olanak sağlayacaktır. Literatürde yapılan çalışmalar incelendiğinde geliştirilen zirve güç tahmin denklemleri dikey sıçrama ve vücut ağırlığı kullanılarak yapılmıştır. Bu çalışmalarla paralel olarak 12-14 yaş futbolcularda dikey sıçrama ve vücut ağırlığı değerleri kullanılarak bir model geliştirilmiştir.

# 2. GEREÇ VE YÖNTEM

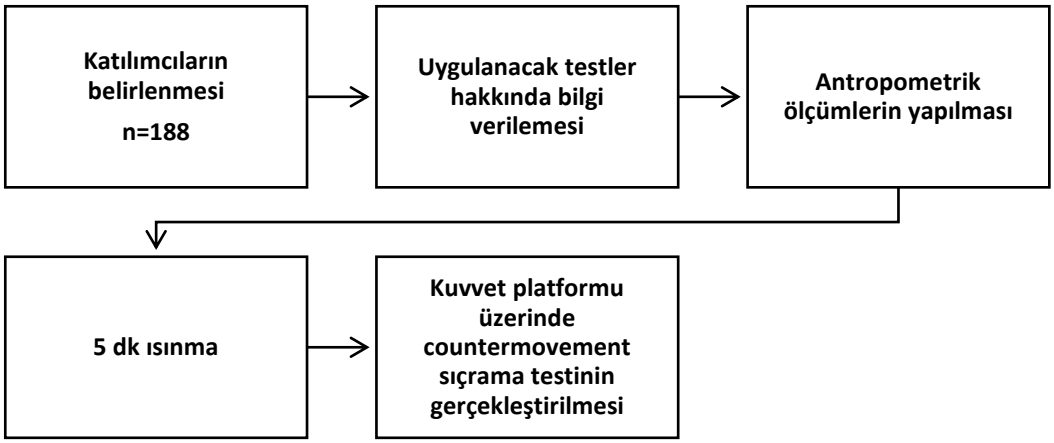
## 2.1. Araştırma Grubu

Bu çalışmada 12-14 yaş erkek futbolcularda dikey sıçramadan kas gücünü tahmin etmek için yeni bir denklem geliştirmek amacıyla yapılan kesitsel bir çalışma olarak tasarlanmıştır. Örneklem grubu futbol kulüplerinin alt yapılarında en az 1 yıldır lisanslı olarak futbol oynayan 12-14 yaş grubu 188 erkek futbolcudan oluşmaktadır. Çalışmanın örneklem sayısı power analiz sonuçlarına göre belirlenmiştir (Faul ve ark., 2007). Çalışmaya dahil edilmek için son altı ay içerisinde herhangi bir yaralanma yaşamamış olması kriteri koyulmuştur. Sıçrama tekniği her bir katılımcıya gösterilmiştir ve sıçrama ve germe işlemlerinden oluşan standart bir ısınma yapılmıştır. Her katılımcı, her biri 1 dakikalık bir dinlenme izleyen maksimum 3 CMS gerçekleştirmiştir. Kuvvet platformda CMS eller belde, CMS eller serbest sıçrama tekniği kullanarak 188 futbolcudan elde edeceğimiz gerçek zirve kas gücünü vücut ağırlığı ve dikey sıçrama yüksekliği de kullanarak zirve güç tahmin modeli geliştirilmiştir.

## Çizelge 2.1. Katılımcılara ait tanımlayıcı özellikler

| | N | En düşük | En yüksek | Ortalama | Std. Sapma |
|---|---|---|---|---|---|
| Yaş | 188 | 12,00 | 14,00 | 12,64 | 0,04 |
| Futbol yaşı | 188 | 1,00 | 7,00 | 4,01 | 0,11 |
| Boy | 188 | 134,00 | 175,00 | 153,32 | 0,61 |
| Vücut ağırlığı (kg) | 188 | 28,90 | 62,80 | 43,65 | 0,55 |
| Vücut yağ yüzdesi (%) | 188 | 12,40 | 31,10 | 19,35 | 0,29 |
| Yağsız vücut yüzesi (%) | 188 | 50,20 | 82,80 | 76,04 | 0,33 |
| Beden kitle indeksi | 188 | 13,36 | 26,94 | 18,55 | 0,21 |
| Üst vücut uzunluğu (cm) | 188 | 72,00 | 81,00 | 76,48 | 0,13 |
| Alt vücut uzunluğu (cm) | 188 | 65,00 | 84,00 | 76,35 | 0,31 |
| Çift kol uzunluğu (cm) | 188 | 146,00 | 262,00 | 157,42 | 0,63 |
| Pazu Çevre (cm) | 188 | 16,00 | 27,00 | 22,72 | 0,13 |
| Bel çevre (cm) | 188 | 48,00 | 79,00 | 62,45 | 0,36 |
| Kalça çevre (cm) | 188 | 64,00 | 92,00 | 76,06 | 0,29 |
| Bacak çevre (cm) | 188 | 30,00 | 46,00 | 36,45 | 0,23 |
| Baldır çevre (cm) | 188 | 21,00 | 36,00 | 30,47 | 0,16 |
| Eller serbest Sıçrama (cm) | 188 | 12,24 | 48,01 | 27,83 | 0,36 |
| Eller serbest güç (Watt) | 188 | 1251,64 | 3924,59 | 2013,21 | 31,67 |
| Eller belde sıçrama (cm) | 188 | 15,49 | 36,58 | 24,20 | 0,32 |
| Eller serbest güç (Watt) | 188 | 1138,93 | 3321,21 | 1820,02 | 29,19 |

## Araştırma Desenini Gösteren Şema



## 2.2. Veri Toplama Araçları

### 2.2.1. Amti Accupower Taşınabilir Force Platform

Kuvvet platformları, insan hareketinde konma yada iniş dinamiklerini güç ve etki kuvveti üretiminin ölçümünde kullanılan altın standart bir araçtır. AMTI'nin AccuPower ürünü, büyük bir ölçüm yüzeyi olan ve darbelerden zarar görmeyecek sensörlerinin bir araya getirilmesi ile özellikle patlayıcı hareketlerin değerlendirilmesi için tasarlanmıştır. AccuPower force platform, USB veya RS-232 bağlantısı yoluyla bir bilgisayarla doğrudan arayüz oluşturur ve AccuPower yazılımı ile birlikte kolaylıkla kullanılabilir**.** Kompozit yapısı, düşük ağırlıklı ve taşınabilir olması dolayısıyla montaj gerektirmez. Bir tutamak ve iki tekerlek platformun taşınabilirliğini kolaylaştırırken, sağlam, kaymayan bir yüzey sporcuların performansını sergilemesine yardımcı olmaktadır. AccuPower force platform test öncesinde hızlı ve kolay dengeleme sağlayan dört dengeleme ayağına sahiptir. Kuvvet platformu bize; dikeyin yanı sıra yatay sıçrama yoluyla ZG (Negatif/pozitif), güç değişkenliği, 3D kuvvet vektörü izleme yavaş geri izleme, gerçek sıçrama yüksekliği, X ve Y ekseninde grafikler vermektedir. Cihazın standart testleri: tek bacak dikey sıçrama, 10 saniye tekrarlı dikey sıçrama, 30 saniye tekrarlı dikey sıçramalardır.



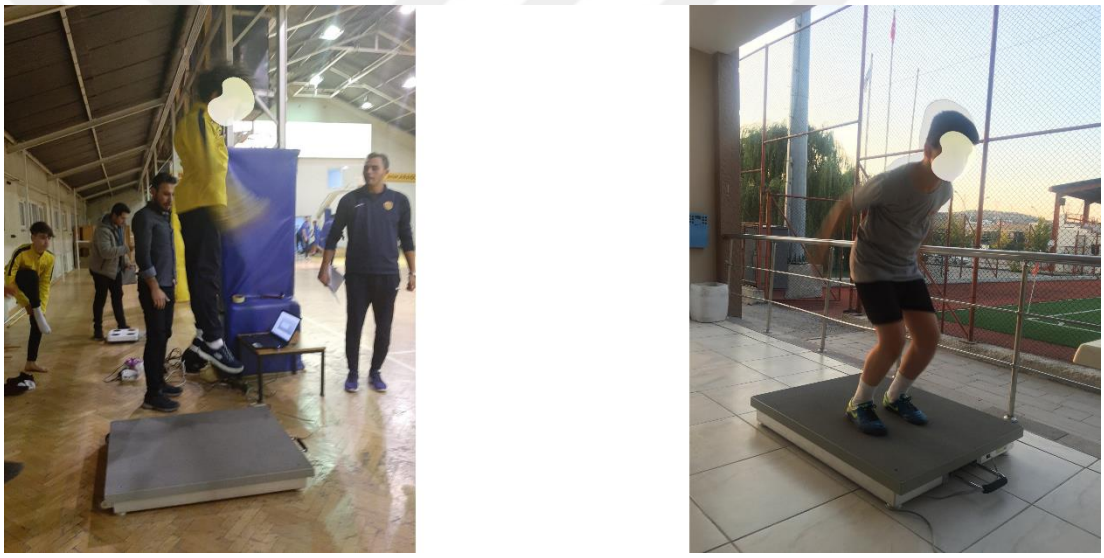
**Resim 2.1. Amti accupower taşınabilir kuvvet platformu**

### 2.2.3. Zirve Kas Gücü Ölçümü ve Sıçrama Yüksekliği

Dikey sıçrama sırasında kas gücü (watt cinsinden) ve dikey sıçrama yüksekliğini (santimetre cinsinden) ölçmek için bir Accupower 2.0 taşınabilir kuvvet platform sistemi (Accupower 2.0, USA) kullanılarak değerlendirilmiştir. Cihazın ölçüm frekansı 500 Hz olarak ayarlanmıştır. Sıçrama protokolü tüm katılımcılara standart bir şekilde açıklanmıştır. Her katılımcıya sıçrama esnasında ellerinin bellerinde ve serbest olarak sıçramaları gerektiği belirtilmiştir. Bilgisayardan bir ses duyduktan sonra, katılımcılardan aşağı doğru bir hareket başlatmaları ve hemen mümkün olduğunca yükseğe sıçramaları istenmiştir. Katılımcılar her iki ayağının da platformda olması gerektiği konusunda bilgilendirilmiş ve denemeden sonra bilgisayar sinyal sesini duyana kadar platform üzerinde hareketsiz beklemeleri söylenmiştir. Her katılımcı 3 deneme sıçraması gerçekleştirmiştir. Analiz için en iyi değer kullanılmıştır**.**

### 2.2.4. Eller Belde ve Serbest Countermovement Sıçrama

Ölçümlerde iki farklı sıçrama tekniği kullanılmıştır. Countermovement sıçramada katılımcılar dik bir pozisyonda kolları sallamadan eller kalça bölgesinde sabit bir şekilde hareket gerçekleştirmiştir. Countermovement sıçramada hızlı ve aşağı doğru bir hareketin, hemen ardından olabildiğince yüksek, hızlı, yukarı doğru dikey hareket izler. Aynı yöntem eller serbest CMS içinde gerçekleştirilmiştir.



**Resim 2.2. Dikey Sıçrama Ölçümü**

### 2.2.5. Zirve Kas Gücü Tahmini'nin Hesaplanması

Zirve kas gücü kuvvet platform üzerinde dikey sıçrama dan elde edilmiştir. Kuvvet platformundan, dikey sıçrama yüksekliğinden ve antropometrik ölçümlerden elde edilen veriler kullanılarak zirve güç tahmin denklemi oluşturulmuştur.

### 2.2.6. Vücut Kompozisyonunun Belirlenmesi

#### 2.2.6.1. Boy Uzunluğunun Ölçülmesi

Katılımcıların boy uzunlukları (BU) belirlenirken; çıplak ayakla ve dik durmaları istenmiştir. Ayaklar topuklardan bitişik pozisyonda, gözleri karşıya bakarken, derin bir inspirasyon sonrası nefeslerini tuttuklarında başın üzerinde en yüksek nokta 1mm hassasiyetle ölçülmüştür. Ölçüm Seca stadiometre (Seca, 213, Hamburg Germany) ile cm cinsinden alınmıştır (Şekil 1.1).



**Resim 2.3. Seca, 213, Hamburg Germany**

#### 2.2.6.2. Vücut Ağırlığının Ölçülmesi

Vücut ağırlığı ve vücut kompozisyonu ölçümü Tanita (Tanita , USA) analizörü ile belirlenmiştir (Şekil 2.2).



**Resim 2.4. Tanita Mc-780 USA**

Ölçümler için normal hidrasyon durumunu sağlamak için katılımcılardan aşağıdaki ön test gereksinimlerine uymaları istenmiştir:

(a) testten 2 saat önce yemek yememeleri istenmiştir;

(b) testten sonraki 12 saat içinde kafein tüketilmemesi istenmiştir;

(c) testten sonraki 12 saat içinde şiddetli egzersiz yapılmamaları istenmiştir.

Katılımcıların (yaş, cinsiyet, fiziksel aktivite düzeyi) gibi bilgileri cihaza girildikten sonra çıplak ayak ve şortla cihazın üzerine çıkmaları istemiş cihaza girilen verilerin cihaz ekranına gelmesi beklenmiş, bunu takiben el elektrotları da tutturulmuş ve kollar iki yanda yaklaşık 30° açıkta ve gergin pozisyonda iken yaklaşık 10 sn boyunca ölçüm alınmıştır. Katılımcıların vücut ağırlığı (VA), vücut yağ yüzdesi (VYY), yağsız vücut kütlesi (YVK) ve vücut kütle indeksi (VKİ) değerleri kaydedilmiştir.

### 2.2.7. Çevre ölçümleri

Katılımcıların çevre ölçümleri 1,5 metre uzunluğunda çift yönlü, çok amaçlı mezura ile ölçülmüştür.



**Resim 2.5. Mezura**

Üst vücut uzunluğu: Katılımcılar ayaklarını öne dik uzatılmış durumda zemine oturarak üst vücut uzunluğu ölçümü alınmıştır.

Alt vücut uzunluğu: Boy uzunluğundan üst vücut uzunluğu çıkarılarak alt vücut uzunluğu ölçülmüştür (Alt Vücut Uzunluğu = Boy Uzunluğu- Üst Vücut Uzunluğu).

Çift kol uzunluğu: Katılımcılar, duvara yere paralel olarak monte edilen metrenin bulunduğu alana gelerek kollarını açıp beklemişlerdir bu sırada parmak uçları baz alınarak çift kol uzunlukları ölçülmüştür.

Pazu çevresi: Katılımcılar pazularının ölçümleri kolları çıplak durumda mezura kullanılarak ölçülmüştür.

Bel çevresi: Mezura kullanılarak bel çevreleri ölçüldü

Kalça çevre uzunluğu: Mezura kullanılarak kalça çevresinin uzunluğu ölçüldü

Üst bacak çevresi: Bacakları çıplak durumunda mezura kullanılarak ölçüm yapıldı

Alt bacak çevresi: Bacakları çıplak durumunda mezura kullanılarak ölçüm yapıldı.

### 2.3. Bilgilendirilmiş Onam Formunun Doldurulması

Katılımcılar için hazırlanmış olan Bilgilendirilmiş Olur Formları, her katılımcıya araştırmanın açıklaması sözlü olarak yapıldıktan ve katılımcılar ölçümlere başlamadan önce okutulmuş ve katılımcılar 18 yaşın altında olduğundan dolayı ailesi tarafından imzalatılmıştır.

### 2.4. Etik Kurul Onayının Alınması

Bu araştırmanın onayı Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan alınmış olup (Ek-1), onaylanan bu Onam formları da Ek-2' de sunulmuştur.

### 2.5. İstatistiksel Analiz

Tüm veriler IBM SPSS (sürüm 21) istatistiksel analiz programında analiz edilmiştir. Herhangi bir istatistiksel analiz yapılmadan önce, verilerde herhangi bir sorun olup olmadığı verilerin dağılımı, normallik, homojenlik, aykırı değerler, eksik değerler açısından incelenmiştir. Bu çalışmada istatistiksel analiz olarak testlerden regresyon modeli kullanılmıştır. Regresyon analizlerine girilen değişkenler, gerçek zirve güç değeri, sıçrama yüksekliği, vücut ağırlığı, bacak çevresi, baldır çevresi, çift kol uzunluğu, alt vücut uzunluğu, üst vücut uzunluğu, bel çevresi, kalça çevresi ve biseps çevresi ölçülmüştür. Her parametrenin ilişkisi incelendikten sonra aralarında en güçlü ilişkili olduğunu tespit ettiğimiz CMS ve vücut ağırlığı modelde ele alınmıştır. Bu modellerin belirleme katsayıları, korelasyon katsayıları

yorumlanmıştır. Modellerin anlamlılık yani F testleri yapılmıştır. Yapılan F testi sonucunda modellerin ve modelleri temsil eden değişkenlerin anlamlı olduğu görülmüştür. Zirve Gücün en iyi tahminini oluşturmak için çoklu regresyon yöntemi kullanılmıştır. Regresyon denklemlerinin doğruluğu, bir korelasyon katsayısı, ayarlanmış $R^2$ değeri ve zirve gücün ölçülen ve tahmin edilen zirve güç arasındaki tahmini standart hata kullanılarak belirlenmiştir. İstatistiksel anlamlılık için 0.05'ten küçük veya buna eşit bir alfa seviyesi belirlenmiştir.

# 3.BULGULAR

Bu çalışmanın amacı, geniş bir örneklem kullanarak (n=188), 12-14 yaş futbol oynayan çocukların dikey sıçrama yüksekliğinden zirve-gücü tahmin etmek için yaşa ve futbol branşına özgü regresyon denklemi geliştirmektir. Katılımcılara ölçümlerden önce testler hakkında bilgi verilmiştir. Daha sonra modelimiz için gerekli olan antropometrik ölçümler ve kuvvet platformu vasıtasıyla dikey sıçrama yükseklikleri tespit edilmiştir. Katılımcılardan iki farklı sıçrama tekniği kullanmaları istenmiştir. İlk olarak eller belde olarak CMS daha sonra eller serbest CMS gerçekleştirmeleri istenmiştir. Sıçramalar üç kez tekrar edilmiş en iyi değerleri kaydedilmiştir. Her sıçrama arasında 5 dakikalık bir dinlenme verilmiştir. Elde edilen verilere ilişkin oluşturulan en iyi ZG regresyon modelimiz; Güç = - 1714,116 + [(47,788 * vücut ağırlığı (kg)] + [(58,976 * Dikey sıçrama yüksekliği (cm)] ($R^2$) 0,876 tahmin oranına sahiptir.

## 3.1. Eller Serbest Countermovement Sıçrama Yüksekliği ve Vücut Ağırlığı Verileriyle Oluşturulan Model

Bu modelde sıçrama tekniği olarak eller serbest countermovement sıçrama gerçekleştirilmiştir. Sıçrama Yüksekliği değeri ve vücut ağırlığı değerine göre tahmin modeli oluşturulmuştur.

**Çizelge 3.1. Birinci Modelin ANOVA Sonuçları.**

| | Model | Kare Toplamı | S.d. | Kare Ortalaması | F | p-değeri |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Regresyon | 3,089 | 2 | 1,544 | 652,96 | 0,000 |
| | Artık | 4375495,49 | 185 | 23651,33 | | |
| | Toplam | 3,526 | 187 | | | |

Çizelge 3.1.'de görüldüğü üzere, Regresyon Analizi yöntemiyle regresyon modelinin istatistiksel açıdan anlamlılığını kontrol etmek için ANOVA tablosu incelendiğinde, ortaya çıkan model % 95 güven düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p=0.000 < \alpha=0,05$).

**Çizelge 3.2. Yapılan Regresyon Modelinin Özeti.**

| Model | $R$ | $R^2$ | Düzeltilmiş $R^2$ | Tahminlerin Standart Hatası |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 0,936 | 0,876 | 0,875 | 153,78 |

Çizelge 2.2. incelendiğinde, belirleme katsayısının karekökü olan çoklu korelasyon katsayısı model için 0.936. Modelin belirleme katsayısının ($R^2$) 0,876 olduğu görülmektedir. Modelin düzeltilmiş belirleme katsayısı ($R^2$) 0,875 olduğu görülmektedir.

**Çizelge 3.3. Birinci Modelin Regresyon Analiz Sonuçları.**

| Tahmin | Katsayı | Standart Hata | $t$ | $p$-değeri |
|---|---|---|---|---|
| **Sabit** | -1714,116 | 104,485 | -16,405 | 0,000 |
| **Vücut ağırlığı** | 47,788 | 1,530 | 31,228 | 0,000 |
| **Eller Serbest Sıçrama** | 58,976 | 2,322 | 25,395 | 0,000 |

Çizelge 3.3.'de yer alan regresyon analizi sonuçlarına göre modelin bir bütün olarak % 5 anlam düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir ($p < 0,05$). Modelin açıklayıcılık gücü ($R^2$=% 87,6) yüksektir. Buna göre, bağımlı değişkendeki değişmelerin % 87,6'sının bağımsız değişkenler tarafından açıklandığı söylenebilir.

Yapılan regresyon analizi sonucunda eller serbest CMS'den elde edilen ZG değişkeni ile vücut ağırlığı ve eller serbest CMS değişkenleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmuştur. İlişkinin yönüne bakıldığında CMS'den elde edilen ZG bağımlı değişkeni ile vücut ağırlığı ve eller serbest CMS bağımsız değişkenlerinin aynı yönlü (pozitif) bir ilişkiye sahip olduğu görülmüştür. Elde edilen regresyon analizi sonuçlarına göre kullanılan regresyon modeli aşağıdaki gibi olacaktır:

$\hat{Y} = -1714{,}116 + 47{,}788\hat{X}_1 + 58{,}976\hat{X}_2$ , Burada $\hat{Y}$ = Güç, $\hat{X}_1$: Vücut ağırlığı, $\hat{X}_2$: CMS

yani, Güç = - 1714,116 + [(47,788 * vücut ağırlığı (kg)] + [(58,976 * Dikey sıçrama yüksekliği (cm)]

Standart Hata eklendiğinde formülümüz; katılımcılardan birisine ait değerlerin formüle uygulanarak örnek hesaplaması

Güç$= -1714{,}116 + [(47{,}788 * 46{,}10\ (\text{kg})] + [(58{,}976 * 26{,}67\ (\text{cm})] \pm 153{,}78$

Tahmini değere standart hata dahil edildiğinde; Güç= 2061,80 ± 153,78

Kurulan regresyon modeli üzerinde, eller serbest CMS'den elde edilen güç değişkeninde meydana gelen 1 birimlik bir artış, ortalama olarak vücut ağırlığı değişkeninde 47,788 birimlik ve eller serbest CMS değişkeninde 58,976 birimlik bir artış meydana getirmektedir.

### 3.2. Eller Belde Countermovement Sıçrama Yüksekliği ve Vücut Ağırlığı Verileriyle Oluşturulan Model

Bu modelde sıçrama tekniği olarak eller belde countermovement sıçrama gerçekleştirilmiştir. Sıçrama Yüksekliği değeri ve vücut ağırlığı değerine göre tahmin modeli oluşturulmuştur.

**Çizelge 3.4. İkinci Modelin ANOVA Sonuçları**

| | Model | Kare Toplamı | S.d. | Kare Ortalaması | F | p-değeri |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Regresyon | 2.046 | 2 | 1.023 | 199.12 | 0,000 |
| | Artık | 9503042.165 | 185 | 51367.795 | | |
| | Toplam | 2.996 | 187 | | | |

Çizelge 3.4.'de görüldüğü üzere, Regresyon analizi yöntemiyle regresyon modelinin istatistiksel açıdan anlamlılığını kontrol etmek için ANOVA tablosu incelendiğinde, ortaya çıkan model % 95 güven düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p=0,000 < \alpha=0,05$).

**Çizelge 3.5. Yapılan Regresyon Modelinin Özeti**

| Model | $R$ | $R^2$ | Düzeltilmiş $R^2$ | Tahminlerin Standart Hatası |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 0,826 | 0,683 | 0,679 | 226,644 |

Çizelge 3.5. incelendiğinde, belirleme katsayısının karekökü olan çoklu korelasyon katsayısı model için 0,826. Modelin belirleme katsayısının ($R^2$) 0,683 olduğu görülmektedir. Modelin düzeltilmiş belirleme katsayısı ($R^2$) 0,679 olduğu görülmektedir.

**Çizelge 3.6. İkinci Modelin Regresyon Analiz Sonuçları**

| Tahmin | Katsayı | Standart Hata | $t$ | $p$-değeri |
|---|---|---|---|---|
| Sabit | -989,316 | 148,593 | -6,658 | 0,000 |
| Vücut ağırlığı | 41,525 | 2,227 | 18,643 | 0,000 |
| Eller Belde Sıçrama | 41,179 | 3,871 | 10,637 | 0,000 |

Çizelge 3.6.'da yer alan regresyon analizi sonuçlarına göre modelin bir bütün olarak %5 anlam düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir ($p$ < 0.05). Modelin açıklayıcılık gücü ($R^2$=% 68,3) yükseğe yakındır. Buna göre, bağımlı değişkendeki değişmelerin % 68,3'ünün bağımsız değişkenler tarafından açıklandığı söylenebilir.

Yapılan regresyon analizi sonucunda eller belde CMS'den elde edilen güç değişkeni ile vücut ağırlığı ve eller belde CMS yüksekliği değişkenleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmuştur. İlişkinin yönüne bakıldığında eller belde CMS'den elde edilen güç bağımlı değişkeni ile vücut ağırlığı ve eller belde CMS yüksekliği bağımsız değişkenlerinin aynı yönlü (pozitif) bir ilişkiye sahip olduğu görülmüştür. Elde edilen regresyon analizi sonuçlarına göre kullanılan regresyon modeli aşağıdaki gibi olacaktır:

$$\hat{Y} = -989.316 + 41.525\hat{X}_1 + 41.179\hat{X}_2$$

Burada , $\hat{Y}$ = eller belde power, $\hat{X}_1$ : vücut ağırlığı, $\hat{X}_2$ : eller belde CMS yüksekliği

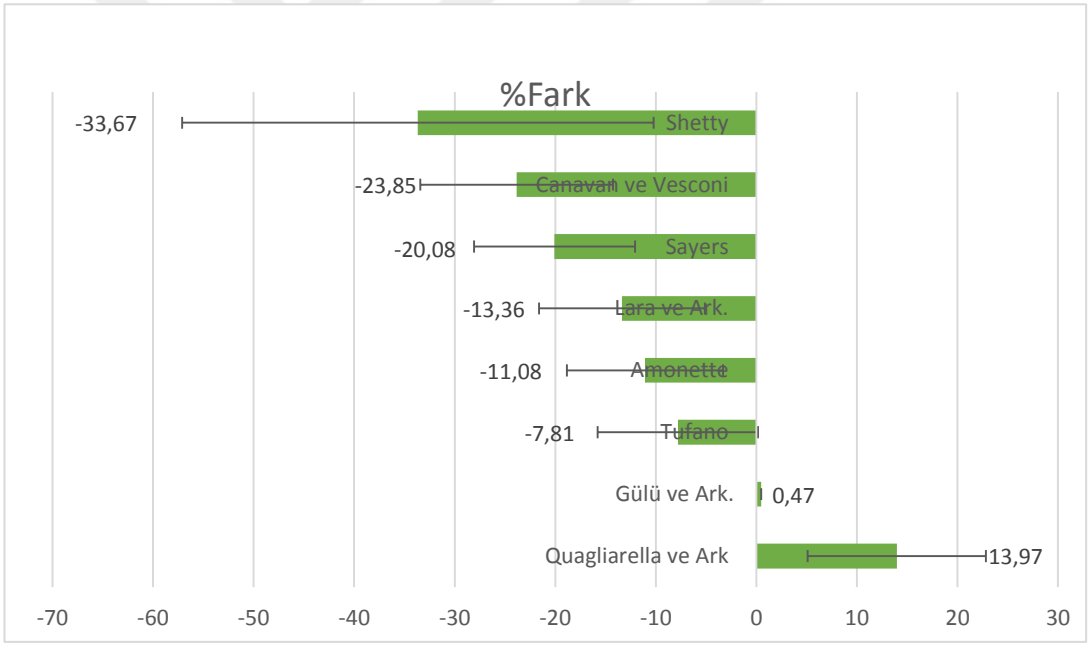
Kurulan regresyon modeli üzerinde, eller belde CMS'den elde edilen güç değişkeninde meydana gelen 1 birimlik bir artış, ortalama olarak vücut ağırlığı değişkeninde 41,525 birimlik ve eller belde CMS yüksekliği değişkeninde 41,179 birimlik bir artış meydana getirmektedir.

### 3.3. Farklı Araştırmacılar Tarafından Yapılmış Denklemlerle Bu Çalışmadaki Denklemin Karşılaştırılması

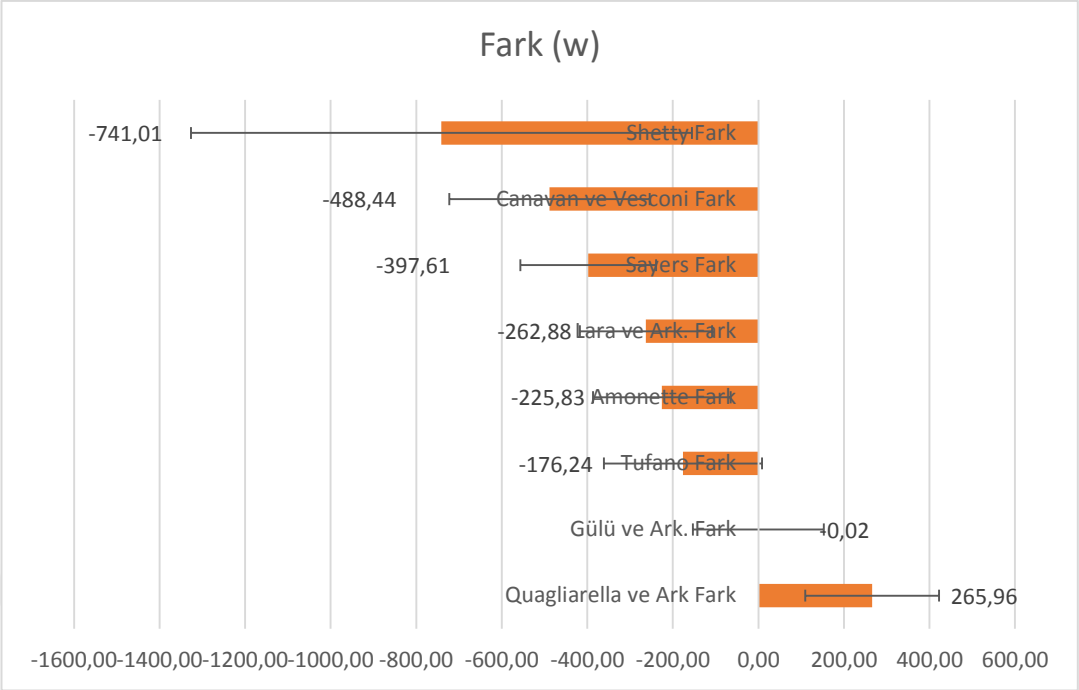
Benzer yöntemlerle geliştirilmiş denklemlerle bu çalışmadan elde edilen denklemlerin yüzde fark, watt cinsinden fark ve rakamsal farklılıkları incelenmiştir.

**Çizelge 3.7. Farklı denklemlerle gerçek değerlerin ortalama ve yüzde farkları**

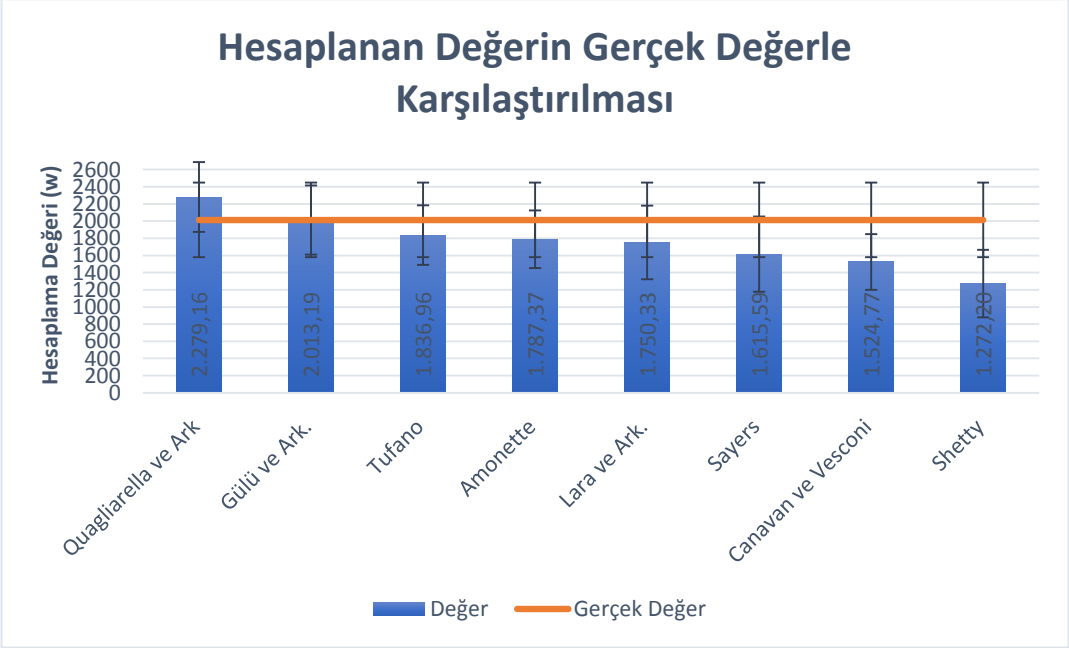
| | Değer (w) Ortalama ± SS | Fark (w) Ortalama ± SS | Fark (%) Ortalama ± SS | r |
|---|---|---|---|---|
| Gerçek Değer | 2013,21 ± 434,24 | | | |
| Quagliarella ve ark. (2011) | 2279,16 ± 436,59 | 265,96 ± 156,55 | 13,97 ± 8,86 | 0,935 |
| Gülü, (2021) | 2013,19 ± 406,39 | -0,02 ± 152,98 | 0,47 ± 7,88 | 0,936 |
| Tufano ve ark. (2011) | 1836,96 ± 324,31 | -176,24 ± 185,01 | -7,81 ± 7,96 | 0,921 |
| Amonette ve ark. (2012) | 1787,37 ± 393,39 | -225,83 ± 393,39 | -11,08 ± 7,78 | 0,929 |
| Lara ve ark. (2006) | 1750,33 ± 428,83 | -262,88 ± 154,62 | -13,36 ± 8,26 | 0,936 |
| Sayers ve ark. (1999) | 1615,59 ± 402,17 | -397,61 ± 158,72 | -20,08 ± 8,00 | 0,931 |
| Canavan ve Vescovi (2004) | 1524,77 ± 335,44 | -488,44 ± 233,95 | -23,85 ± 9,58 | 0,946 |
| Shetty, (2002) | 1272,20 ± 347,10 | -741,01 ± 585,27 | -33,67 ± 23,45 | 0,111 |




**Şekil 3.1. Gerçek zirve güç değerinin farklı modellerle yüzdesel farklılığı**




**Şekil 3.2. Gerçek zirve güç değerinin farklı modellerle Watt cinsinden farklılığı**




**Şekil 3.3. Hesaplanan değerlerin gerçek zirve güç değerlerine uzaklığı**

# 4.TARTIŞMA

Yapılan araştırmalar, yetişkin popülasyonlar üzerinde geliştirilen zirve-güç tahmin denklemlerinin çocuklarda ve gençlerde ZG tahmin etmek için uygun olmayabileceğini belirlemiştir (Taylor ve ark., 2010). Bu bağlamda, bu popülasyondaki kişilere uygulamak için kuvvet platformundan elde edilen verileri kullanarak yeni bir tahmin denklemine ihtiyaç olduğu tespit edilmiştir (Taylor ve ark., 2010). Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar, daha önce dikey sıçrama yüksekliği ve vücut ağırlığı kullanılarak elde edilen ve zirve gücü tahmin etmek için kullanılan farklı popülasyonlar üzerinde yapılmış regresyon denklemlerinin, 12-14 yaş grubu futbolcularda gerçek ZG'yi olduğundan daha farklı düzeyde tahmin ettiğini göstermektedir.

Bu çalışmanın amacı, geniş bir örneklem kullanarak (n=188) 12-14 yaş futbol oynayan çocukların dikey sıçrama yüksekliğinden zirve-gücü tahmin etmek için yaşa ve futbol branşına özgü regresyon denklemi geliştirmektir. Ayrıca geliştirmiş olduğumuz bu tahmin denkleminin daha önce farklı araştırmacılar tarafından geliştirilen denklemlerle karşılaştırması yapılmıştır. Bu çalışmada oluşturulan model Güç = -1714.116 + [(47.788 * Vücut ağırlığı (kg)] + [(58.976 * dikey sıçrama yüksekliği (cm)] , 12-14 yaş grubu futbolcularda ($R^2$=% 87.6) oranında ZG'yi tahmin etmektedir. Elde edilen modelin n=188 kişilik katılımcıya elde edilen Güç = -1714.116 + [(47.788 * Vücut ağırlığı (kg)] + [(58.976 * Dikey sıçrama yüksekliği (cm)] formül üzerinde uygulandığında ortalama ZG değerini %0,47 oranında fazla tahmin ettiği görülmektedir. Yani bu modelin 12-14 yaş futbolcularda gerçek ZG değerlerine oldukça yakın yüzdelerde tahmin oranı verdiğini söyleyebiliriz.

Mevcut çalışmadan elde edilen sonuçlar, sporcunun performansını iyileştirme ve spora özgü performansın takibine katkı sağlarken aynı zamanda daha homojen örneklerde regresyon denklemlerinin geliştirilmesinin gerekli olduğunu belirten

önerilere de destek sağlamaktadır (Hertogh ve Hue, 2002). Bunların yanında farklı sıçrama teknikleri kullanılarak geliştirilen modellerde de farklılıklar olabilmektedir. Örneğin farklı sıçrama tekniği kullanarak geliştirmiş olduğumuz iki farklı modelde tahmin oranları arasında büyük farklılık bulunmaktaydı Sayers ve ark. (1999) 'nın CMS kullanarak geliştirdiği ZG tahmin denklemi bu çalışmanın aksine gerçek ZG arasındaki benzerlik göstermektedir, bu çalışmada CMS kullanarak geliştirmiş olduğumuz modelin tahmin oranı Sayers ve ark. (1999)'in çalışmalarının aksine düşük tahmin oranı göstermektedir. Bunun sebebi Sayer ve ark. (1999)'in yaptığı çalışmasında daha büyük yaş grubunda katılımcılar kullanmış olmasından kaynaklı olabilir. Bu çalışmada 12-14 yaş aralığındaki katılımcılardan elde edilen veriler kullanıldığından bu yaş aralığındaki katılımcılar CMS esnasında elleri belde olduğundan dolayı gerçek sıçrama değerlerini yansıtamamış olabilirler. Sayers ve ark. (1999)'in eller belde CMS kullanarak geliştirdiği denkleminde olduğu gibi geliştirilecek modellerin eller belde CMS temelinde olması beklenemez, nitekim bizim çalışmamızda eller belde CMS temelli modelimiz eller serbest CMS tabanlı oluşturulan modele göre tahmin yüzdesi daha düşük kalmıştır. Ancak diğer farklı denklemler (Canavan ve Vescovi, 2004; Harman ve ark., 1991) squat sıçrama temelinde oluşturulmuştur.

Sıçrama yüksekliği, CMS ile squat sıçrama karşılaştırıldığında CMS daha fazla iş üretildiğinden genel olarak güç çıktısı daha yüksektir (Bobbert ve ark., 1996). Gerçek zirve gücü değerlendirmede çeşitli zorluklar olsa da vücut ağırlığı ve dikey sıçrama kullanılarak çeşitli modeller geliştirilmiştir (Amonette ve ark., 2012; Canavan veVescovi, 2004; Harman ve ark., 1991; Johnson ve Bahamonde, 1996; Lara ve ark., 2006; Quagliarella ve ark., 2011; Shetty, 2002; Tufano ve ark., 2011). Birçok model geliştirilmiş olsa da bazı modeller tartışmalı hale gelmiştir. Belirli bir denklem kullanıldığında, popülasyonun yaşına, cinsiyetine, aktivite düzeyine vb. dikey sıçrama yüksekliğini ölçmek için kullanılan sıçrama türüne bağlı olarak önemli tahmin hataları olması beklenir (örneğin, bir CMS eller belde veya kolar serbest) olması bazı farklılıklar oluşturabilir (Canavan ve Vescovi, 2004; Harman ve ark., 1991; Lara ve ark., 2006; Quagliarella ve ark., 2011; Shetty, 2002). Nitekim bu

çalışmada da eller serbest olarak gerçekleştirilen CMS, eller belde sıçramaya göre daha yüksek güç çıktısı ve oluşturulan modelde daha yüksek tahmin oranı sağlamıştır. Bununla paralel olarak (Viitasalo, 1988) 10-12 yaş çocuklarda sıçrama sırasında kolların serbest olmasının patlayıcı güç çıktısını artırdığını tespit etmiştir. Bu bakımdan bizim bulgularımız Viitasalo (1988), bulgularını desteklemektedir. Bu farklılıklar yapılan yeni çalışmalarla daha detaylı olarak ele alınmıştır. Önceki yıllarda Lewis formülü (Fox ve Mathews, 1974) yaygın olarak kullanılmıştır, ancak daha sonraları Harman ve diğerleri tarafından bu model yanlış olarak kabul edilmiştir (Harman ve ark., 1991), formülün sıçramadan elde edilen zirve gücü ölçmediğini, bunun yerine düşen cisim üzerindeki ortalama güç ve yerçekiminin hesaplanmasına dayanarak dolaylı olarak tahmin modeli oluşturduğunu belirtmiştir. Sonuç olarak daha sonra (Harman ve ark., 1991) yapmış oldukları çalışmada 17 kişilik genç bir popülasyon üzerinde yeni bir regresyon modeli geliştirilmiş ve daha sonra bu modelin Sayers ve ark. (1999), tarafından kadın ve erkeklerin de yer aldığı daha geniş popülasyonda çapraz geçerliliği yapılmıştır.

Regresyon modellerindeki benzerlik ve farklılıklar açısından baktığımızda Canavan ve Vescovi (2004), tarafından yapılan araştırmalarla paralel olarak bizim çalışmamızdaki gerçek ZG ve tahmini ZG arasındaki düşük farklılık mevcuttur. Bununla birlikte, Canavan ve Vescovi (2004), yaptıkları çalışmada, lise çağındaki kadınlarda yapılan güç tahmin denklemlerin zirve-gücü yüksek düzeyde tahmin ettiğini tespit etmiştir. Bu çalışmalarla zıt olarak lise dönemi genç kızlarda yapılan bir çalışmada gerçek ZG ve tahmini ZG arasında da önemli farklılıklar tespit edilmiştir (Güçlüöver ve ark., 2019). Buradaki farklılık Güçlüöver ve Gülü (2020), modelinde vücut ağırlığı yerine yağsız vücut kitlesi ve vücut yağ yüzdesi verileriyle oluşturmuş olmasından kaynaklı olabilir. Buna ilave olarak bu farklılık lise dönemi çağındaki bireylerin gelişimsel olarak birbirinden farklılık gösterebilmesiyle açıklanabilir. Bunun aksine Gomez-Bruton ve ark. (2019) ‘un 9-17 yaş çocuk ve gençlerde yapmış olduğu araştırma Power (W) = [54,23* dikey sıçrama (cm)] + [34,43* vücut ağırlığı (kg) ] - 1,520 bu çalışmayla oldukça benzer sonuçlar

göstermektedir. Bu durum yaş aralığı 9-17 olsa da ortalama yaşın bu çalışmadaki yaş grubuna yakın olmasından kaynaklı olabilir.

Literatürde farklı popülasyonlar üzerinde geliştirilmiş modeller mevcuttur (Amonette ve ark., 2012; Canavan ve Vescovi, 2004; Güçlüöver ve Gülü, 2020; Sayers ve ark., 1999; Shetty, 2002; Tufano ve ark., 2011) ancak bu çalışmalardaki örneklem grubu ya da kullanılan yöntemlerdeki farklılıklar gibi bazı sınırlamalardan dolayı bu modellerin incelenmesi gerekmektedir. Yaygın olarak kullanılan ZG tahmin modellerini incelediğimizde bu çalışmadaki katılımcılardan elde edilen dikey sıçrama, vücut ağırlığı verilerini kullanarak farklı formüllerde nasıl bir değişim gösterdiği tespit edilmiştir. Sayers ve ark. (1999), formülünde bu çalışmadaki gerçek ZG değerlerini % 20,08 eksi yönde tahmin ettiği tespit edilmiştir. Ayrıca Sayers ve ark. (1999), formülünde ($R^2$=% 69) oranında tahmin oranı bulunmuştur. Bu oran bizim çalışmamızdaki orana göre oldukça düşük görülmektedir. Bu eksiklik muhtemelen farklı yaş grubunun kullanılması ve örneklem sayıları gibi farklılıklardan kaynaklanmış olabilir. Shetty (2002) tarafından geliştirilen bir formülde ise bu çalışmadaki gerçek ZG değerlerini % 33,67 oranında eksi yönlü tahmin ettiği tespit edilmiştir. Bu farklılık muhtemelen Shetty'nin formülünde kullandığı katılımcıların 18-22 yaş antrenmansız erkek bireylerden oluşması ve katılımcılara sıçrama tekniği olarak sıçra uzan testi uygulanmasından kaynaklı olabilir. Bu testte, katılımcılar sıçrama noktasının tepesine parmaklarıyla (tebeşir kullanarak) duvara işaret koyarlar. Bu metodolojinin kullanımı sorunludur çünkü gövde bükülmesinin ve omuz yüksekliğinin katkısı, sıçrarken kütle merkezindeki değişikliği kesin olarak ölçemeyebilir.

Canavan ve Vescovi (2004), yapmış olduğu modelde ise bu modeldeki gerçek ZG değerine göre % 23,85 eksi yönlü farklı tahmin ettiği görülmüştür. Canavan ve Vescovi (2004), formülü ($R^2$=% 92) oranında tahmin vermesine rağmen bu formüldeki katılımcılara uygulandığında farklı sonuç vermesi yaş gurubundaki farklılıklardan kaynaklı olabilir. Ayrıca Canavan veVescovi (2004) çalışmasında

($R^2$=% 92) yüksek düzeyli tahmin oranını çıkması bizim çalışmamıza göre oldukça düşük sayıda katılımcı üzerinde çalışılmış olmasından kaynaklı olabilir. Bizim çalışmamızda daha geniş popülasyon üzerinde model geliştirilmiştir (n=188).

Bu çalışmadaki gerçek ZG değerlerini Lara-Sánchez ve ark. (2011), formülü % 13,36 eksi yönlü tahmin etmiştir. Bu çalışmanın bizim çalışmamıza yüzdesel olarak daha yakın tahmin oranları olması muhtemelen bu çalışmada kullanılan sıçrama yöntemiyle aynı yöntemin kullanılması ve yaş grubunun bizim çalışmamızdaki katılımcılarda daha yakın yaş aralığında olmasıyla açıklanabilir. Ayrıca % 13,36 oranındaki farklılık Lara ve ark (2011) çalışmalarında kadın ve erkek olarak heterojen grup kullanmalarından kaynaklı olabilir. Bununla birlikte bu çalışmadaki bulgularla paralel olarak Lara ve Sayers'in çalışmaları arasında gerçek ZG'ü tahmin etmede farklılıklar ortaya çıkmıştır (sırasıyla % 9,9 - 12,4 ve % 22,4 – 22,2) (Lara-Sánchez ve ark., 2011). Bu çalışmayla paralel olarak (Quagliarella ve ark., 2011) formülü % 13,97 eksi yönlü tahmin oranı tespit edilmiştir. Ouagliarelle ve ark. ($R^2$=% 92), çalışmalarında standart hata 302.9 tespit etmişlerdir. Bu çalışmada ise ($R^2$=% 87.6), standart hata :153,78 olarak tespit edilmiştir. Regresyon modeli çalışmalarında $R^2$ değeri çok önemli olsa da tahminlerin standart hatası da formüllerin gerçek değerlere yakın tahmini için büyük önem taşımaktadır. Bu bakımdan bu çalışma Quagliarella ve ark. (2011)'nın çalışmasına göre daha iyi sonuçlar gösterdiğini söyleyebiliriz. Ayrıca Quagliarella ve ark. (2011) 'nın çalışmasının bizim sonuçlarımızı tahmin etmede % 13,97 gibi yakın değerler vermesi futbolcular üzerinde ve yaş olarak bizim çalışmamızdaki yaş grubuna yakın olmasıyla açıklanabilir. Buna ilave olarak da kuvvet platformdan gerçek zirve gücü elde etmede kullanılan sıçrama tekniğinin benzer olması da bizim çalışmamıza yakın değerler sağlamasında etkili olmuş olabilir.

İstatistiksel olarak çapraz doğrulamalar sonucunda bu çalışmayla en yakın % -7,81 tahmin oranı tespit edilen (Tufano ve ark., 2011) çalışmasıdır. Tufano ve ark. (2011), yapmış olduğu bu çalışmada 15 yaş grubundaki futbol oynayan katılımcılar

üzerinde formülünü oluşturmuştur. Ayrıca hipotezimizle de uyumlu olarak aynı sıçrama tekniğinden elde edilen zirve güç üzerinden model geliştirilmesi ve örneklem büyüklüğü bakımından oldukça geniş tabanlı uygulanması formülümüzün Tufano ve ark. (2011), formülü ile yakın tahmin oranları vermesinde etkili olmuş olabilir. Geniş bir örneklem üzerinde çalışan (Amonette ve ark., 2012) bu çalışmadaki gerçek zirve güç değerini % -11,08 farklı tahmin etmiştir. Farklılığı sebebi yaş grubunun farklı branşlarda yer alan daha heterojen katılımcılardan oluşması olabilir.

Modellerdeki sınırlılıkları birkaç farklı boyuttan inceleyecek olursak ilk olarak, yapılan çalışmalarda bazı araştırmacılar iki değişkeni aynı sıçramadan eşleştirmek yerine dikey sıçrama yüksekliğini ve ZG belirlemek için farklı testler kullanmıştır (Harman ve ark., 1991; Sayers ve ark., 1999). Bu testler sırasında güç çıktısı bir kuvvet platformda ölçülürken sıçrama yüksekliği farklı bir yöntemle sıçra uzan testiyle ölçülmüştür. Bu çalışmada eller belde CMS ve eller serbest CMS arasında farklılığın çok çıkması 12-14 yaş grubundaki çocukların temel sıçrama tekniğini daha etkin öğretilmesi gerektiğini göstermektedir. Bu bağlamda alt yapılarda sporcularda sıçrama tekniklerinin iyi düzeyde öğretilmemesi de bunda rol oynayabilir. Bir diğer problemli durum ise, Sayers ve ark. tarafından yapılan çapraz doğrulama çalışması Sayers ve ark. (1999), son derece heterojen bir erkek ve kadın grubunu ve sporcu ve sporcu olmayanların bir kombinasyonunu içermektedir. Cinsiyetler arasında ve sporcu olan ve olmayanlar arasında da dikey sıçrama tekniğinde, koordinasyonlarında ve ürettikleri güç çıktısında farklılıklar olabilir(Caserotti ve ark., 2001; Hertogh veHue, 2002). Modellerin oluşturulmasında kullanılan grupların heterojen olması tartışmaya açık konular olmuştur. Yapılan bu çalışmaların aksine mevcut çalışmada daha homojen grup kullanılmıştır. Grubun homojen olması şuan ki çalışmada standart hatanın daha düşük çıkmasında etkili olmuştur.

Literatürde yapılmış mevcut modellerde de görüldüğü gibi farklı araştırmacılar tarafından farklı popülasyonlarda oluşturulan formüllerin 12-14 yaş grubundaki futbolcuların gerçek ZG değerlerini olduğundan farklı tahmin ettiği tespit edilmiştir. Bu sonuçlar yapılan çalışmadaki hipotezle de uyumludur. Yani gerçek zirve gücü tahmin etmede kullanılan tüm denklemler, daha geniş yelpazede gerçek zirve gücü tahmin etmede zayıf kalmıştır. Bu sebeple ZG tahmin denklemlerinin yaş, cinsiyet ve farklı spor branşı gibi değişkenler göz önüne alınarak her gruba özel geliştirilmesi daha güvenilir ve doğru sonuçlar elde etmemizi sağlayacaktır.

Bulgularımız, genç yetişkinler ve sporcu popülasyonlarından elde edilen veriler kullanılarak geliştirilen mevcut tahmin denklemlerinin 12-14 yaş futbolcularda uygulanmasının yanlış olabileceğini ve bu nedenle de 12-14 yaş sağlıklı çocuklara ve futbolculara uygulandığında doğru olmayan sonuçlar verebileceğini göstermektedir. Yaptığımız incelemelerde çocuklar ve ergenlerde ZG'yi yüksek oranda tahmin eden denklemleri belirledik ve bu denklemlerde aşırılıklar ve yanlılıklar görülmüştür. Yapılan araştırmalardaki bulgular ve diğerler araştırmacıların bulguları (Amonette ve ark., 2012; Dugan ve ark., 2004; Duncan ve ark., 2013; Quagliarella ve ark., 2011) yetişkinlerden elde edilen veriler kullanılarak geliştirilen denklemlerin çocuklarda veya ergenlerde kas gücünü tahmin etmek için kullanıldığında önemli sistematik yanlılıklar oluşturduğuna dair kanıtlar göstermektedir. Bunun birkaç nedeni vardır. Yetişkinlerden elde edilen verilerden oluşturulan denklemler, çocukların ve ergenlerin hem yavaş hem de daha hızlı büyüme dönemlerinde yaşadığı vücut kütlesi, sıçrama yüksekliği ve kas gücündeki önemli değişimleri hesaba katmaz. Ayrıca, sporcu gençlerde ya da çocuklarda oluşturulan denklemler, bu tahmin modellerinde hesaba katılmayan koordinasyon, denge ve sıçrama tekniği gibi parametrelerde aralarında önemli farklılıklar olacağından sporcu olmayanlar için geçerli olmayabilir. Örneğin, futbolcularda ve sporcu gençlerde ve yetişkinlerde geliştirilen kas gücü tahmin denklemleri, ortalama kas gücü değerlerini % 46 kadar fazla hesaplamıştır (Amonette ve ark., 2012; Quagliarella ve ark., 2011; Tufano ve ark., 2011). Nitekim bu çalışmada daha önce geliştirilen formüllerin 12-14 yaş grubu futbolculara uygulandığında doğru olmayan

sonuçlar ortaya çıkarmıştır. Bu nedenle, bu çalışmanın bulguları ve diğer araştırmacıların sonuçları (Amonette ve ark., 2012; Quagliarella ve ark., 2011) tahmin denklemlerinin geçerli olması için, özellikle yaş (yani genç ve yetişkin) ve sporcu ve sporcu olmayan dikkate alarak model oluşturmuşlardır. Mevcut denklemin 12-14 yaş futbolcularda ve çeşitli çocuk popülasyonunda geçerli olduğunu, ancak sporcu olmayan, farklı yaş grubundakilere veya klinik gruplara uygulandığında geçerli olmayabilir. Bu nedenle, farklı yaş gruplarındaki sporcu popülasyonlarla (yani futbol (Quagliarella ve ark., 2011; Tufano ve ark., 2011) basketbol (Duncan ve ark., 2013) veya genç yetişkinlerle (Amonette ve ark., 2012) formülleri mevcuttur.

Sonuç olarak, mevcut çalışmada dikey sıçrama yüksekliğinden ZG tahmin etmek için kullanılan önceden doğrulanmış regresyon denklemleri, 12-14 yaş futbolcularda gerçek ZG yeterince tahmin etmemiştir. Futbol için güç ve kondisyon programlarını ayarlarken ve değerlendirirken en yüksek gücün doğru bir şekilde tahmin edilmesi önemlidir. Bu nedenle, gelecek çalışmalarda tahmini zirve güç denklemlerinin geçerliliğinin test edilmesi için karşılaştırılabilir daha fazla örneklere ihtiyaç vardır. Ayrıca spor bilimcilerinin, genel olarak sporcu gruplar arasında en yüksek ZG tahmin etmek için spora özgü olarak geliştirilecek regresyon denklemleri geliştirmelerine ihtiyaç vardır. Bu çalışmadan elde ettiğimiz denklemimiz araştırmacılara, öğretmenlere ve antrenörlere 12-14 yaş arası futbolcular için basit bir dikey sıçramadan kas gücünü tahmin etmek için pratik, uygulanabilir ve geçerli bir ölçüm aracı sağlayacaktır. Ayrıca yetenek seçim aşamasında antrenörlere ve öğretmenlere alternatif ölçüm yöntemi sağlayacaktır.

Bu çalışmadaki sınırlılıklar sıçrama yüksekliğini ve kas gücünü tahmin etmek için kuvvet platformu kullanılarak ölçüm hatasının yükseltilebilir (Dingley ve ark., 2015). Kuvvet platformundan sıçrama yüksekliğini ölçmek, geleneksel alan temelli sıçrama yüksekliği ölçüleri kadar yaygın olarak kullanılmamaktadır. Bununla birlikte, bazı alan temelli ölçümler, laboratuarda kuvvet platformları kullanılarak elde

edilen sıçrama yüksekliğine kıyasla sıçrama yüksekliğini daha düşük ölçmüştür. Spesifik olarak, Vertec cihazı kullanılarak ölçülen sıçrama yüksekliği, bir kuvvet platformu kullanılarak ölçülen sıçrama yüksekliğine kıyasla ortalama 2,4 cm daha düşük tespit edilmiştir (Buckthorpe ve ark., 2012). Bu, alan temelli çalışmalarda ZG'nin olduğundan az tahmin edilmesine neden olabilir. Kuvvet platformundan sıçrama yüksekliğinin kullanılması, tahmin denklemimizin faydasını ve doğruluğunu azaltmamaktadır, çünkü bir kuvvet platformu kullanılarak elde edilen sıçrama yüksekliği değerleri yayınlanan tahmin denklemlerinin 3'ü (Armstrong ve ark., 2001; Sayers ve ark., 1999; Shetty, 2002) hariç tümü için ortaktır (Amonette ve ark., 2012; Canavan veVescovi, 2004; Duncan ve ark., 2013; Duncan ve ark., 2013; Güçlüöver ve Gülü, 2020; Lara ve ark., 2006; Quagliarella ve ark., 2011; Tufano ve ark., 2011).

# 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu araştırmanın sonucunda çok pahalı bir cihazla elde edilen ZG ölçümü basit, uygulanabilir bir şekilde oluşturduğumuz modelle Güç = -1714.116 + [(47.788 * Vücut ağırlığı (Kg)] + [(58.976 * Dikey sıçrama yüksekliği (CM)], ($R^2$=% 87.6) doğrulukla tespit edilebilmektedir. Patlayıcı zirve kas gücü, birçok spor aktivitesinde performansın belirleyicisi olduğundan, bunu tahmin etmek için geçerli bir araç, sporda yetenek seçiminde ve antrenman elde edilen gelişmeleri değerlendirmek veya antrenman yöntemlerinin eksikliği veya etkisiz olması nedeniyle bir ZG düşüşünü tespit etmek için kullanılabilir. Ayrıca, doğrudan kas gücü ölçümlerinde, araştırmacıların veya antrenörlerin maliyetli ve karmaşık ölçüm araçlarına erişebilmelerini gerekmektedir. Bu ihtiyaç, basit bir dikey sıçrama yüksekliği ölçümünden ve vücut ağırlığından türetilen kas gücü tahmin denklemleriyle telafi edilebilir. Bununla birlikte, belirli bir popülasyonda geliştirilen denklemler diğerlerine uygulandığında dikkatli olunması gerekmektedir. Geliştirdiğimiz kas gücü tahmin denklemi, 12-14 yaş futbolcu popülasyonunda kas gücünü tahmin etmek için kullanıldığında daha doğru sonuçlar sağlar. Antrenör ve öğretmenler özellikle yetenek seçim aşamasında kas gücü ölçümünü bu yöntemle yapabilecekler ve bu da daha doğru branşa yönlendirmeyi beraberinde getirecektir.

Bu çalışma 12-14 yaş futbolcular üzerinde yapılmıştır. Gelecekte yapılan çalışmalar basketbol, voleybol, atletizm gibi patlayıcı özellik gerektiren diğer spor dalları içinde farklı modeller geliştirebilirler. Ayrıca farklı yaş grubunda yer alan sporcu ve sporcu olmayan popülasyonlar üzerinde de yeni modellerin geliştirilmesine ihtiyaç vardır.

# ÖZET

**Futbolcularda Yeni Zirve Güç Tahmin Denklemi Geliştirme**

Anaerobik kas gücü birçok spor dalında atletik performansın önemli bir bileşenidir. Bu çalışmanın amacı, geniş bir örneklem kullanarak (n=188) 12-14 yaş futbol oynayan çocukların dikey sıçrama yüksekliğinden zirve-gücü tahmin etmek için yaşa ve futbol branşına özgü regresyon denklemi geliştirmektir. Araştırmada yaşı 12,6 ± 0,55, boy uzunluğu 153,31±8,38, vücut ağırlığı 43,65±7,58 olan futbol oynayan 188 erkek katılımcı yer almıştır. Kuvvet platformu kullanılarak dikey sıçramadan elde edilen gerçek ZG değerleri kaydedilmiştir. Katılımcıların vücut ağırlıkları Tanita cihazıyla ölçülmüştür. Vücut ağırlığı ve dikey sıçrama değerleri kullanılarak regresyon modeli geliştirilmiştir. Tüm veriler IBM SPSS (versiyon 21) istatistiksel analiz programına analiz edilmiştir. Zirve Gücün gücünün en iyi tahminini oluşturmak için çoklu doğrusal regresyon modeli kullanılmıştır. Bu çalışmadan elde edilen regresyon modelimiz Güç = -1714,116 + [(47,788 * vücut ağırlığı (kg)] + [(58,976 * Countermovement sıçrama yüksekliği (cm)] önerilen denklemimizde, 12-14 yaş futbolcularda gerçek ZG yüksek oranda tahmin edilebilmektedir. Yeni modele paralel olarak Tufano formülünden elde edilen tahmini ZG değerleri bu çalışmada elde edilmiş olan gerçek ZG değerlerine yakın sonuçlar vermiştir. Bunun nedeni, her iki denklemin modeli için kullanılan daha büyük örneklem boyutları ve aynı branş üzerinde yapılmış olması olabilir.

**Anahtar sözcükler:** dikey sıçrama, futbol, kuvvet platformu, zirve güç

## SUMMARY

**Developing a New Peak Power Prediction Equation in Soccer Players**

Anaerobic muscle strength is an important component of athletic performance in many sport branches. Therefore, the purpose of this study was to develop an age and soccer specific regression equation to estimate peak power from the vertical jump height of children aged 12-14 with using a large sample (n = 188). This study included 188 male soccer players; age (12.6 ± 0.55), height (153.31 ± 8.38), body weight (43.65 ± 7.58). Actual peak power values obtained from vertical jump were recorded by using the force platform. Body weights of the participants were mesured by using Tanita. A regression model was developed by using body weight and vertical jump values. All data were analyzed in IBM SPSS (version 21) statistical analysis program. Multiple linear regression model was used to generate the best estimation of the peak power. In this regression model, Power = - 1714,116 + [(47.788 * body weight (kg)] + [(58,976 * Countermovement jump height (cm)], the actual peak power is highly predictable for 12-14 year old football players. In parallel with the new model, actual peak power values obtained in this study gave close results to the estimated peak power values obtained from Tufano formula. This may be because of the larger sample sizes used for both equation models and the same branch.



**Key words:** vertical jump, soccer, force platform, peak power

# KAYNAKLAR


AAGAARD P, SIMONSEN EB, ANDERSEN JL, MAGNUSSON P, DYHRE-POULSEN P (2002). Increased rate of force development and neural drive of human skeletal muscle following resistance training. *Journal of applied physiology,* **93:** 1318-1326.

AAGAARD P, SIMONSEN EB, TROLLE M, BANGSBO J, KLAUSEN K (1994). Effects of different strength training regimes on moment and power generation during dynamic knee extensions. *European journal of applied physiology and occupational physiology,* **69:** 382-386.

ADAMS GM (1998). *Exercise physiology: Laboratory manual*: William C Brown Pub. 82-91

AKÇA F, MÜNIROĞLU RS (2006). *Türkiye Kano Milli Takımı durgunsu kayakçılarının antropometrik-somatotip özellikleri ve çeşitli performans testi sonuçlarının performansla ilişkisinin incelenmesi.* Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı.

ALLEN HEDRICK M (2007). Training for high level performance in women's collegiate volleyball: Part I training requirements. *Strength and Conditioning Journal,* **29:** 30-50.

AMONETTE WE, BROWN LE, DE WITT JK, DUPLER TL, TRAN TT, TUFANO JJ, SPIERING BA (2012). Peak vertical jump power estimations in youths and young adults. *The Journal of Strength & Conditioning Research,* **26:** 1749-1755.

ANDERSON FC, PANDY MG (1993). Storage and utilization of elastic strain energy during jumping. *Journal of biomechanics,* **26:** 1413-1427.

ARAS D, BıLDıRCıN CÇ, GÜLER Ö, GÜLÜ M, AKÇA F (2019). Spor tırmanış yetenek seçimi test bataryasi örneği. *Spormetre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi,* **17:** 41-52.

ARAS D, GÜL S, AKÇA F, GÜLÜ M, GÜLER Ö, BILDIRCIN CC, ARSLAN E, ÇETINKAYA G (2020). Four-week of local electromyostimulaiton training on fingerboard increases the isokinetic wrist strength and endurance. *Physical education of students,* **24:** 127-134.

ARGUS CK, GILL ND, KEOGH JW (2012). Characterization of the differences in strength and power between different levels of competition in rugby union athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research,* **26:** 2698-2704.

ARMSTRONG N, WELSMAN J, CHIA M (2001). Short term power output in relation to growth and maturation. *British Journal of Sports Medicine, **35*:** 118-124.

ASKLING C, KARLSSON J, THORSTENSSON A (2003). Hamstring injury occurrence in elite soccer players after preseason strength training with eccentric overload. *Scandinavian journal of medicine & science in sports,* **13:** 244-250.

BAECHLE TR, EARLE RW (2008). *Essentials of strength training and conditioning*: Human kinetics. 50-68

BAKER D (2001a). Comparison of upper-body strength and power between professional and college-aged rugby league players. *Journal of Strength and Conditioning research,* **15:** 30-35.

BAKER D (2001b). The effects of an in-season of concurrent training on the maintenance of maximal strength and power in professional and college-aged rugby league football players. *Journal of Strength and Conditioning research,* **15:** 172-177.

BAKER D, WILSON G, CARLYON B (1994). Generality versus specificity: a comparison of dynamic and isometric measures of strength and speed-strength. *European journal of applied physiology and occupational physiology,* **68:** 350-355.

BARNES JL, SCHILLING BK, FALVO MJ, WEISS LW, CREASY AK, FRY AC (2007). Relationship of jumping and agility performance in female volleyball athletes. *Journal of Strength and Conditioning research,* **21:** 78-92.

BAZYLER CD, BECKHAM GK, SATO K (2015). The use of the isometric squat as a measure of strength and explosiveness. *The Journal of Strength & Conditioning Research,* **29:** 1386-1392.

BECKHAM GK, SUCHOMEL TJ, BAILEY CA, SOLE CJ, GRAZER JL (2014). *The relationship of the reactive strength index-modified and measures of force development in the isometric mid-thigh pull.* Paper presented at the ISBS-Conference Proceedings Archive.

BERTHOIN S, DUPONT G, MARY P, GERBEAUX M (2001). Predicting sprint kinematic parameters from anaerobic field tests in physical education students. *The Journal of Strength & Conditioning Research,* **15:** 75-80.

BIEWENER AA., veROBERTS TJ. (2000). Muscle and tendon contributions to force, work, and elastic energy savings: a comparative perspective. *Exerc Sport Sci Rev,* **28:** 99-107.

BISSAS A, HAVENETIDIS K (2008). The use of various strength-power tests as predictors of sprint running performance. *Journal of sports medicine and physical fitness,* **48:** 49-54.

BOBBERT MF, CASIUS LJR (2005). Is the effect of a countermovement on jump height due to active state development? *Medicine & science in sports & exercise,* **37:** 440-446.

BOBBERT MF, GERRITSEN KG, LITJENS MC, VAN SOEST AJ (1996). Why is countermovement jump height greater than squat jump height? *Medicine and science in sports and exercise,* **28:** 1402-1412.

BOMPA T, BUZZICHELLI C (2018). *Periodization-: theory and methodology of training*: Human kinetics. 120-138

BOMPA T, HAFF G (2009). Periodization: Theory and methodology of training.[5-th Edition]. *Champaign, IL, USA: Human Kinetics*. 75-87

BOSCO C (1982). POTENTIATION OF MYELECTRICAL ACTIVITY OF HUMAN MUSCLES IN VERTICAL JUMPS. 68-86

BOSCO C, KOMI P (1979a). Mechanical characteristics and fiber composition of human leg extensor muscles. *European journal of applied physiology and occupational physiology,* **41:** 275-284.

BOSCO C, KOMI P. (1979b). Potentiation of the mechanical behavior of the human skeletal muscle through prestretching. *Acta Physiologica Scandinavica,* **106:** 467-472.

BOSCO C, TIHANYI J, ATTERI F, FEKETE G, APOR P, RUSKO H (1986). The effect of fatigue on store and re- use of elastic energy in slow and fast types of human skeletal muscle. *Acta Physiologica Scandinavica,* **128:** 109-117.

BOSCO C, TIHANYI J, KOMI P, FEKETE G, APOR P (1982). Store and recoil of elastic energy in slow and fast types of human skeletal muscles. *Acta Physiologica Scandinavica,* **116:** 343-349.

BRUGHELLI M, CRONIN J, LEVIN G, CHAOUACHI A (2008). Understanding change of direction ability in sport. *Sports Medicine,* **38:** 1045-1063.

BRZYCKI M (1993). Strength testing—predicting a one-rep max from reps-to-fatigue. *Journal of Physical Education, Recreation & Dance,* **64:** 88-90.

BUCKTHORPE M, MORRIS J, FOLLAND JP (2012). Validity of vertical jump measurement devices. *Journal of sports sciences,* **30:** 63-69.

CANAVAN PK, VESCOVI JD (2004). Evaluation of power prediction equations: peak vertical jumping power in women. *Med Sci Sports Exerc,* **36:** 1589-1593.

CARLOCK JM, SMITH SL, HARTMAN MJ, MORRIS RT, CIROSLAN DA, PIERCE KC, NEWTON RU, HARMAN EA, SANDS WA, STONE MH (2004). The relationship between vertical jump power estimates and weightlifting ability: a field-test approach. *The Journal of Strength & Conditioning Research,* **18:** 534-539.

CASEROTTI P, AAGAARD P, SIMONSEN EB, PUGGAARD L (2001). Contraction-specific differences in maximal muscle power during stretch-shortening cycle movements in elderly males and females. *European journal of applied physiology,* **84:** 206-212.

CASTILLO-RODRÍGUEZ A, FERNÁNDEZ-GARCÍA JC, CHINCHILLA-MINGUET JL, CARNERO EÁ (2012). Relationship between muscular strength and sprints with changes of direction. *The Journal of Strength & Conditioning Research,* **26:** 725-732.

CAVAGNA G, SAIBENE F, MARGARIA R (1965). Effect of negative work on the amount of positive work performed by an isolated muscle. *Journal of applied physiology,* **20:** 157-158.

CHAOUACHI A, BRUGHELLI M, CHAMARI K, LEVIN GT, ABDELKRIM NB, LAURENCELLE L, CASTAGNA C (2009). Lower limb maximal dynamic strength and agility determinants in elite basketball players. *The Journal of Strength & Conditioning Research,* **23:** 1570-1577.

CHU DA, MEYER GC (2013). *Plyometrics*: Human kinetics. 57-76

COMFORT P, HAIGH A, MATTHEWS MJ (2012). Are changes in maximal squat strength during preseason training reflected in changes in sprint performance in rugby league players? *The Journal of Strength & Conditioning Research,* **26:** 772-776.

CORMIE P., MCBRIDE JM., veMCCAULLEY GO. (2009). Power-time, force-time, and velocity-time curve analysis of the countermovement jump: impact of training. *The Journal of Strength & Conditioning Research,* **23:** 177-186.

CORMIE P., MCGUIGAN M., veNEWTON R. (2010a). Influence of strength on magnitude and mechanisms of adaptation to power training. *Medicine & science in sports & exercise,* **42:** 1566-1581.

CORMIE P., MCGUIGAN MR., veNEWTON RU. (2010b). Adaptations in athletic performance after ballistic power versus strength training. *Medicine & science in sports & exercise,* **42:** 1582-1598.

CORMIE P., MCGUIGAN MR., veNEWTON RU. (2010c). Changes in the eccentric phase contribute to improved stretch-shorten cycle performance after training. *Medicine & science in sports & exercise,* **42:** 1731-1744.

CORMIE P., MCGUIGAN MR., veNEWTON RU. (2011). Developing maximal neuromuscular power. *Sports Medicine,* **41:** 17-38.

CRONIN JB., veHANSEN KT. (2005). Strength and power predictors of sports speed. *J Strength Cond Res,* **19:** 349-357.

CUNNINGHAM D, WEST D, OWEN N, SHEARER D, FINN C, BRACKEN R, CREWTHER B, SCOTT P, COOK C, KILDUFF L (2016). Strength and power predictors of sprinting performance in professional rugby players. **17:** 36-42

DAWES J., veLENTZ D. (2012). Methods of Developing Power to Improve Acceleration for the Non-Track Athlete. *Strength & Conditioning Journal,* **34:** 44-51.

DINGLEY AA, PYNE DB, YOUNGSON J, BURKETT B (2015). Effectiveness of a dry-land resistance training program on strength, power, and swimming performance in paralympic swimmers. *The Journal of Strength & Conditioning Research,* **29:** 619-626.

DOWLING JJ, VAMOS L (1993). Identification of kinetic and temporal factors related to vertical jump performance. *Journal of applied biomechanics,* **9:** 95-110.

DUGAN EL, DOYLE TL, HUMPHRIES B, HASSON CJ, NEWTON RU (2004). Determining the optimal load for jump squats: a review of methods and calculations. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, **18:** 668-674.

DUNCAN MJ, HANKEY J, LYONS M, JAMES RS, NEVILL A. (2013). Peak power prediction in junior basketballers: comparing linear and allometric models. *J Strength Cond Res*, **27:** 597-603.

DUNCAN MJ, HANKEY J, NEVILL A (2013). Peak-power estimation equations in 12-to 16-year-old children: comparing linear with allometric models. *Pediatric exercise science*, **25:** 385-393.

DUNCAN MJ, LYONS M, NEVILL A (2008). Evaluation of peak power prediction equations in male basketball players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, **22:** 1379-1381.

ERDOĞAN Y, PEKEL HA, BAĞCI E 11-12 Yaşındaki Erkek Çocukların Bazı Fiziksel ve Motorik Özelliklerinin Bağıl Yaş Etkisi Açısından İncelenmesi. *Gazi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, **25:** 331-347.

ETTEMA G, HUIJING P, DE HAAN A (1992). The potentiating effect of prestretch on the contractile performance of rat gastrocnemius medialis muscle during subsequent shortening and isometric contractions. *Journal of Experimental Biology*, **165:** 121-136.

FANG Y, SIEMIONOW V, SAHGAL V, XIONG F, YUE GH (2001). Greater movement-related cortical potential during human eccentric versus concentric muscle contractions. *Journal of Neurophysiology*, **86:** 1764-1772.

FAUDE O, KOCH T, MEYER T (2012). Straight sprinting is the most frequent action in goal situations in professional football. *Journal of sports sciences*, **30:** 625-631.

FAUL F, ERDFELDER E, LANG A, BUCHNER A (2007). G* Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behavior research methods*, **39:** 175-191.

FINER JT, SIMMONS RM, SPUDICH JA (1994). Single myosin molecule mechanics: piconewton forces and nanometre steps. *Nature*, **368:** 113-119.

FLANAGAN EP., veCOMYNS TM. (2008). The use of contact time and the reactive strength index to optimize fast stretch-shortening cycle training. *Strength & Conditioning Journal*, **30:** 32-38.

FLECK SJ, KRAEMER W (2014). *Designing resistance training programs, 4E*: Human Kinetics. 120-44

FOX EL, MATHEWS DK (1974). *Interval Training: Conditioning for Sports and General Fitness. Par Edward L. fox Et Donald K. Mathews. Illus. Par Nancy Allison Close*: Saunders. 35-56

FRANCHI M, REEVES N, NARICI M. (2017). Skeletal muscle remodeling in response to eccentric vs. concentric loading: morphological, molecular, and metabolic adaptations. *Frontiers in physiology*, **8:** 402-447.

FRY AC, CIROSLAN D, FRY MD, LEROUX CD, SCHILLING BK, CHIU LZ (2006). Anthropometric and performance variables discriminating elite American junior men weightlifters. *Journal of Strength and Conditioning research*, **20:** 802-861.

FRY AC, SCHILLING BK, STARON RS, HAGERMAN FC, HIKIDA RS, THRUSH JT (2003). Muscle fiber characteristics and performance correlates of male Olympic-style weightlifters. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, **17:** 746-754.

GABBETT TJ, KELLY JN, SHEPPARD JM (2008). Speed, change of direction speed, and reactive agility of rugby league players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, **22:** 174-181.

GARHAMMER J, GREGOR R (1992). Propulsion forces as a function of intensity for weightlifting and vertical jumping. *J Appl Sport Sci Res*, **6:** 129-134.

GATHERCOLE R, SPORER B, STELLINGWERFF T (2015). Countermovement jump performance with increased training loads in elite female rugby athletes. *International journal of sports medicine,* **36:** 722-728.

GATHERCOLE R, SPORER B, STELLINGWERFF T, SLEIVERT G (2015). Alternative countermovement-jump analysis to quantify acute neuromuscular fatigue. *International journal of sports physiology and performance,* **10:** 84-92.

GATHERCOLE RJ, STELLINGWERFF T, SPORER BC (2015). Effect of acute fatigue and training adaptation on countermovement jump performance in elite snowboard cross athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research,* **29:** 37-46.

GOMEZ-BRUTON A, GABEL L, NETTLEFOLD L, MACDONALD H, RACE D, MCKAY H (2019). Estimation of peak muscle power from a countermovement vertical jump in children and adolescents. *The Journal of Strength & Conditioning Research,* **33:** 390-398.

GONZALEZ AM, HOFFMAN JR, ROGOWSKI JP, BURGOS W, MANALO E, WEISE K, FRAGALA MS, STOUT JR (2013). Performance changes in NBA basketball players vary in starters vs. nonstarters over a competitive season. *The Journal of Strength & Conditioning Research,* **27:** 611-615.

GONZALEZ A, HOFFMAN J., SCALLIN-PEREZ J, STOUT J, FRAGALA MS (2012). Performance changes in National Collegiate Athletic Association Division I women basketball players during a competitive season: Starters vs. nonstarters. *The Journal of Strength & Conditioning Research,* **26:** 3197-3203.

GORDON A, HUXLEY A, JULIAN F (1966a). Tension development in highly stretched vertebrate muscle fibres. *The Journal of physiology,* **184:** 143-169.

GORDON A, HUXLEY AF, JULIAN F (1966b). The variation in isometric tension with sarcomere length in vertebrate muscle fibres. *The Journal of physiology,* **184:** 170-192.

GOROSTIAGA EM, GRANADOS C, IBAÑEZ J, GONZÁLEZ-BADILLO JJ, IZQUIERDO M (2006). Effects of an entire season on physical fitness changes in elite male handball players. *Medicine & science in sports & exercise,* **38:** 357-366.

GRANADOS C, IZQUIERDO M, IBANEZ J, RUESTA M, GOROSTIAGA EM (2008). Effects of an entire season on physical fitness in elite female handball players. *Medicine & science in sports & exercise,* **40:** 351-361.

GÜÇLÜÖVER A, GÜLÜ M (2020). Developing a new muscle power prediction equation through vertical jump power output in adolescent women. *Medicine,* **99:** 20-25.

GÜÇLÜÖVER A, ŞAHIN İ, GÜLÜ M, ESEN HT. (2019). Sporda Yetenek Seçimi ve Spora Yönlendirmede 9-10 Yaş Çocukların Bazı Fiziksel Özellikleri ve Performans Profillerinin İncelenmesi: Kırıkkale Örneği. *Gaziantep Üniversitesi Spor Bilimleri Dergisi,* **4:** 199-210.

GÜLCH RW (1994). Force-velocity relations in human skeletal muscle. *Int J Sports Med, 15 Suppl 1*, 2-10.

GÜLÜ M (2016). Eksantrik hamstring kuvvet antrenmanın sürat, dikey sıçrama ve esneklik üzerindeki etkisi. (Master's thesis, Kırıkkale Üniversitesi)

GÜLÜ M (2016). Eksantrik hamstring kuvvet antrenmanın sürat, dikey sıçrama ve esneklik üzerindeki etkisi. (Master's thesis, Kırıkkale Üniversitesi)

GÜNAY M, ŞIKTAR E, ŞIKTAR E. (2017). *Antrenman bilimi*. 120-160

HAFF GG, CARLOCK JM, HARTMAN MJ, KILGORE JL (2005). Force-time curve characteristics of dynamic and isometric muscle actions of elite women olympic weightlifters. *Journal of Strength and Conditioning research,* **19:** 690-741.

HAFF GG, NIMPHIUS S (2012). Training principles for power. *Strength & Conditioning Journal,* **34:** 2-12.

HAFF GG, STONE M, O'BRYANT HS, HARMAN E, DINAN C, JOHNSON R, HAN K (1997). Force-time dependent characteristics of dynamic and isometric muscle actions. *The Journal of Strength & Conditioning Research,* **11:** 269-272.

HARMAN EA, ROSENSTEIN MT, FRYKMAN PN, ROSENSTEIN RM, KRAEMER WJ (1991). Estimation of human power output from vertical jump. *The Journal of Strength & Conditioning Research,* **5:** 116-120.

HARRIS GR, STONE MH, O'BRYANT HS, PROULX CM, JOHNSON RL (2000). Short-term performance effects of high power, high force, or combined weight-training methods. *The Journal of Strength & Conditioning Research,* **14:** 14-20.

HENNEMAN E., SOMJEN G., veCARPENTER DO. (1965). FUNCTIONAL SIGNIFICANCE OF CELL SIZE IN SPINAL MOTONEURONS. *J Neurophysiol,* **28:** 560-580.

HENRY FM (1952). Force-time characteristics of the sprint start. *Research Quarterly. American Association for Health, Physical Education and Recreation,* **23:** 301-318.

HERTOGH C, HUE O (2002). Jump evaluation of elite volleyball players using two methods: jump power equations and force platform. *Journal of sports medicine and physical fitness,* **42:** 280-300.

HOFF J (2005). Training and testing physical capacities for elite soccer players. *Journal of sports sciences,* **23:** 573-582.

HOFF J, HELGERUD J (2004). Endurance and strength training for soccer players. *Sports Medicine,* **34:** 165-180.

HORI N, NEWTON RU, ANDREWS WA, KAWAMORI N, MCGUIGAN MR, NOSAKA K (2008). Does performance of hang power clean differentiate performance of jumping, sprinting, and changing of direction? *The Journal of Strength & Conditioning Research,* **22:** 412-418.

HOWELL ML (1956). Use of force-time graphs for performance analysis in facilitating motor learning. *Research Quarterly. American Association for Health, Physical Education and Recreation,* **27:** 12-22.

IVEY FM, ROTH SM, FERRELL RE, TRACY BL, LEMMER JT, HURLBUT DE, MARTEL GF, SIEGEL EL, FOZARD JL, METTER EJ (2000). Effects of age, gender, and myostatin genotype on the hypertrophic response to heavy resistance strength training. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences,* **55:** 641-648.

JARIC S (2002). Muscle Strength Testing. *Sports Medicine,* **32:** 615-631.

JOHNSON DL, veBAHAMONDE R (1996). Power output estimate in university athletes. *Journal of Strength and Conditioning research,* **10:** 161-166.

JONES P, BAMPOURAS T, MARRIN K (2009). An investigation into the physical determinants of change of direction speed. *Journal of sports medicine and physical fitness,* **49:** 97-104.

KALINSKI M, NORKOWSKI H, KERNER M, TKACZUK W (2002). Anaerobic power characteristics of elite athletes in national level team-sport games. *European Journal of Sport Science, 2***:** 1-21.

KAWAKAMI Y, MURAOKA T, ITO S, KANEHISA H, FUKUNAGA T (2002). In vivo muscle fibre behaviour during counter- movement exercise in humans reveals a significant role for tendon elasticity. *The Journal of physiology,* **540:** 635-646.

KAWAMORI N, NOSAKA K, NEWTON RU (2013). Relationships between ground reaction impulse and sprint acceleration performance in team sport athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research,* **27:** 568-573.

KLAVORA P. (2000). Vertical-jump tests: A critical review. *Strength and Conditioning Journal,* **22:** 70-75.

KNAPIK J, MAWDSLEY R, RAMOS M (1983). Angular Specificity and Test Mode Specificity of Isometric and lsokinetic Strength Training *. *J Orthop Sports Phys Ther,* **5:** 58-65.

KNUTTGEN H, KOMI P (2003). Strength and power in sport. *UK: Blackwell Science*. 86-104

KOMI P (1986). The stretch-shortening cycle and human power output. *Human muscle power*, 27-39.

KOMI P (1992a). *Strength and power in sport*: Blackwell scientific publications Oxford. 75-93

KOMI P (1992b). Stretch-shortening cycle. *Strength and power in sport, 3*. 102-126

KOMI P, BOSCO C (1978). Muscles by men and women. *Med Sci Sport,* **10:** 261-265.

KOSEK DJ, KIM JS, PETRELLA JK, CROSS JM, BAMMAN M (2006). Efficacy of 3 days/wk resistance training on myofiber hypertrophy and myogenic mechanisms in young vs. older adults. *Journal of applied physiology,* **101:** 531-544.

KRAEMER WJ, HÄKKINEN K, TRIPLETT-MCBRIDE NT, FRY AC, KOZIRIS LP, RATAMESS NA, BAUER JE, VOLEK JS, MCCONNELL T, NEWTON R (2003). Physiological changes with periodized resistance training in women tennis players. *Medicine & science in sports & exercise,* **35:** 157-168.

KRAEMER WJ, MAZZETTI SA, NINDL BC, GOTSHALK LA, VOLEK JS, BUSH JA, MARX JO, DOHI K, GOMEZ AL, MILES M (2001). Effect of resistance training on women's strength/power and occupational performances. *Medicine & science in sports & exercise,* **33:** 1011-1025.

KRAEMER WJ, RATAMESS NA (2004). Fundamentals of resistance training: progression and exercise prescription. *Medicine & science in sports & exercise,* **36:** 674-688.

KRAVITZ L, AKALAN C, NOWICKI K, KINZEY SJ (2003). Prediction of 1 repetition maximum in high-school power lifters. *J Strength Cond Res,* **17:** 167-172.

KUROKAWA S, FUKUNAGA T, FUKASHIRO S (2001). Behavior of fascicles and tendinous structures of human gastrocnemius during vertical jumping. *Journal of applied physiology*. **82:** 178-192.

KUROKAWA S, FUKUNAGA T, NAGANO A, FUKASHIRO S (2003). Interaction between fascicles and tendinous structures during counter movement jumping investigated in vivo. *Journal of applied physiology,* **95:** 2306-2314.

LARA-SÁNCHEZ AJ, ZAGALAZ ML, BERDEJO-DEL-FRESNO D, MARTÍNEZ-LÓPEZ EJ (2011). Jump peak power assessment through power prediction equations in different samples. *The Journal of Strength & Conditioning Research,* **25:** 1957-1962.

LARA A, ALEGRE L, ABIAN J, JIMENEZ L, URENA A, AGUADO X (2006). The selection of a method for estimating power output from jump performance. *Journal of Human Movement Studies,* **50:** 399-410.

LARA AJ, ABIÁN J, ALEGRE LM, JIMÉNEZ L, AGUADO X (2006). Assessment of power output in jump tests for applicants to a sports sciences degree. *Journal of sports medicine and physical fitness,* **46:** 402-419.

LINTHORNE NP (2001). Analysis of standing vertical jumps using a force platform. *American Journal of Physics,* **69:** 1198-1204.

LOCKIE R, MURPHY A, DE JONGE XJ (2011). Quantifying training load for free sprint, resisted sprint, plyometrics and weights training with session-RPE in field sport athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research,* **25:** 14-20.

LOVELL DI, CUNEO R, GASS GC (2010). The effect of strength training and short-term detraining on maximum force and the rate of force development of older men. *European journal of applied physiology,* **109:** 429-435.

MARGARIA R, AGHEMO P, ROVELLI E (1966). Measurement of muscular power (anaerobic) in man. *Journal of applied physiology,* **21:** 1662-1664.

MARKOVIC G, DIZDAR D, JUKIC I, CARDINALE M (2004). Reliability and factorial validity of squat and countermovement jump tests. *The Journal of Strength & Conditioning Research,* **18:** 551-555.

MAUGHAN R, WATSON JS, WEIR J (1983). Strength and cross- sectional area of human skeletal muscle. *The Journal of physiology, **338*:** 37-49.

MCBRIDE JM, BLOW D, KIRBY TJ, HAINES TL, DAYNE A, TRIPLETT N (2009). Relationship between maximal squat strength and five, ten, and forty yard sprint times. *The Journal of Strength & Conditioning Research,* **23:** 1633-1636.

MCDONAGH MJ, DAVIES C (1984). Adaptive response of mammalian skeletal muscle to exercise with high loads. *European journal of applied physiology and occupational physiology,* **52:** 139-155.

MCFARLAND I, DAWES J., ELDER C, LOCKIE R (2016). Relationship of Two Vertical Jumping Tests to Sprint and Change of Direction Speed among Male and Female Collegiate Soccer Players. *Sports (Basel), 4*(1). **19:** 86-108.

MCGUIGAN MR, NEWTON MJ, WINCHESTER JB, NELSON AG (2010). Relationship between isometric and dynamic strength in recreationally trained men. *The Journal of Strength & Conditioning Research,* **24:** 2570-2573.

MCGUIGAN MR, WINCHESTER JB (2008). The relationship between isometric and dynamic strength in college football players. *Journal of sports science & medicine,* **7:** 101-120.

MINETTI AE (2002). On the mechanical power of joint extensions as affected by the change in muscle force (or cross-sectional area), ceteris paribus. *European journal of applied physiology,* **86:** 363-369.

MIZUGUCHI S (2012). Net impulse and net impulse characteristics in vertical jumping. 67-86

MURPHY A, WILSON G (1996). The assessment of human dynamic muscular function: a comparison of isoinertial and isokinetic tests. *The Journal of sports medicine and physical fitness,* **36:** 155-169.

NEWTON R, KRAEMER W (1994). Developing explosive muscular power: Implications for a mixed methods training strategy. *Strength & Conditioning Journal,* **16:** 20-31.

NIMPHIUS S, MCGUIGAN MR, NEWTON R (2010). Relationship between strength, power, speed, and change of direction performance of female softball players. *The Journal of Strength & Conditioning Research,* **24:** 885-895.

NIMPHIUS S, MCGUIGAN MR, NEWTON R (2012). Changes in muscle architecture and performance during a competitive season in female softball players. *The Journal of Strength & Conditioning Research,* **26:** 2655-2666.

NUZZO JL, MCBRIDE JM, CORMIE P, MCCAULLEY G (2008). Relationship between countermovement jump performance and multijoint isometric and dynamic tests of strength. *The Journal of Strength & Conditioning Research,* **22:** 699-707.

ÖZTIN S, EMRE E, PULUR A (2003). 15-16 YAŞ GRUBU BASKETBOLCULARA UYGULANAN ÇABUK KUVVET VE PLİOMETRİK ÇALIŞMALARININ FİZİKSEL VE FİZYOLOJİK ÖZELLİKLERE ETKİSİ. *Gazi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi,* **8:** 41-52.

PAAVOLAINEN L, HAKKINEN K, HAMALAINEN I, NUMMELA A, RUSKO H (1999). Explosive-strength training improves 5-km running time by improving running economy and muscle power. *Journal of applied physiology,* **86:** 1527-1533.

PATTERSON DD, PETERSON DF (2004). Vertical jump and leg power norms for young adults. *Measurement in Physical Education and Exercise Science,* **8:** 33-41.

PAYNE A, SLATER W, TELFORD T (1968). The use of a force platform in the study of athletic activities. A preliminary investigation. *Ergonomics,* **11:** 123-143.

PEKEL H (2007). Atletizmde yetenek aramasına bağlı olarak 10-12 yaş grubu çocuklarda bazı değişkenler üzerinde normatif çalışma. *Yayınlanmamış Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara*.

PETERSON MD, ALVAR BA, RHEA MR (2006). The contribution of maximal force production to explosive movement among young collegiate athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research,* **20:** 867-873.

POLLOCK ML, GAESSER GA, BUTCHER J, DESPRÉS JP, DISHMAN RK, FRANKLIN BA, GARBER CE (1998). ACSM position stand: the recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults. *Journals AZ Medicine & Science, **30*:** 6-20.

QUAGLIARELLA L, SASANELLI N, BELGIOVINE G, MORETTI L, MORETTI B (2011). Power output estimation in vertical jump performed by young male soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research,* **25:** 1638-1646.

RØNNESTAD BR, NYMARK BS, RAASTAD T (2011). Effects of in-season strength maintenance training frequency in professional soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research,* **25:** 2653-2660.

SARGENT D (1921). The physical test of a man. *American physical education review,* **26:** 188-194.

SAYERS SP, HARACKIEWICZ DV, HARMAN EA, FRYKMAN PN, ROSENSTEIN MT (1999). Cross-validation of three jump power equations. *Med Sci Sports Exerc,* **31:** 572-577.

SCHOENFELD BJ, PETERSON MD, OGBORN D, CONTRERAS B, SONMEZ GT (2015). Effects of low-vs. high-load resistance training on muscle strength and hypertrophy in well-trained men. *The Journal of Strength & Conditioning Research,* **29:** 2954-2963.

SHALFAWI SA, HAUGEN T, JAKOBSEN TA, ENOKSEN E, TØNNESSEN E (2013). The effect of combined resisted agility and repeated sprint training vs. strength training on female elite soccer players. *J Strength Cond Res,* **27:** 2966-2972.

SHEPPARD JM, YOUNG W (2006). Agility literature review: Classifications, training and testing. *Journal of sports sciences,* **24:** 919-932.

SHETTY AB (2002). Leg Power: Estimation of leg power: a two- variable model. *Sports Biomechanics,* **1:** 147-155.

SHIMANO T, KRAEMER WJ, SPIERING BA, VOLEK JS, HATFIELD DL, SILVESTRE R, VINGREN JL, FRAGALA MS, MARESH CM, FLECK SJ (2006). Relationship between the number of repetitions and selected percentages of one repetition maximum in free weight exercises in trained and untrained men. *The Journal of Strength & Conditioning Research,* **20:** 819-823.

SIFF M. (2000). Biomechanical foundations of strength and power training. In Wiley Online Library. 103-139.

SOLE CJ (2015). Analysis of countermovement vertical jump force-time curve phase characteristics in athletes. 78-88

SOLE CJ, MIZUGUCHI S, SUCHOMEL TJ, SANDS WA, STONE MH (2014). *Longitudinal monitoring of countermovement jump mechanical variables: A preliminary investigation.* Paper presented at the ISBS Meeting. 150-182

SPITERI T, COCHRANE JL, HART NH, HAFF GG, NIMPHIUS S (2013). Effect of strength on plant foot kinetics and kinematics during a change of direction task. *European Journal of Sport Science,* **13:** 646-652.

STØLEN T, CHAMARI K, CASTAGNA C, WISLØFF U (2005). Physiology of Soccer. *Sports Medicine,* **35:** 501-536.

STONE MH, MOIR G, GLAISTER M, SANDERS R (2002). How much strength is necessary? *Physical Therapy in Sport*, **3:** 88-96.

STONE MH, SANBORN K, O'BRYANT HS, HARTMAN M, STONE ME, PROULX C, WARD B, HRUBY J (2003). Maximum strength-power-performance relationships in collegiate throwers. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, **17:** 739-745.

STONE MH, STONE M, SANDS WA (2007). *Principles and practice of resistance training*: Human Kinetics. 110-142

SUCHOMEL TJ, BAILEY CA (2014). Monitoring and managing fatigue in baseball players. *Strength & Conditioning Journal*, **36:** 39-45.

SUCHOMEL TJ, NIMPHIUS S, BELLON CR, STONE MH (2018). The importance of muscular strength: training considerations. *Sports Medicine*, **48:** 765-785.

TAYLOR K, CHAPMAN D, CRONIN J, NEWTON MJ, GILL N (2012). Fatigue monitoring in high performance sport: a survey of current trends. *J Aust Strength Cond*, **20:** 12-23.

TAYLOR MJ, COHEN D, VOSS C, SANDERCOCK GR (2010). Vertical jumping and leg power normative data for English school children aged 10–15 years. *Journal of sports sciences*, **28:** 867-872.

TOUMI H, THIERY C, MAITRE S, MARTIN A, VANNEUVILLE G, POUMARAT G (2001). Training effects of amortization phase with eccentric/concentric variations-the vertical jump. *International journal of sports medicine*, **22:** 605-610.

TRAMEL W, LOCKIE RG, LINDSAY KG, DAWES JJ (2019). Associations between absolute and relative lower body strength to measures of power and change of direction speed in Division II female volleyball players. *Sports*, **7:** 145-160.

TUFANO J, AMONETTE W, BROWN D, BROWN L, DUPLER T, TRAN T, XU J, SPIERING B (2011). A novel equation to estimate peak power in young athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, **24:** 25-31.

TURNER E, MUNRO AG, COMFORT P (2013). Female Soccer: Part 1—A Needs Analysis. *Strength & Conditioning Journal*, **35:** 51-57.

VESCOVI JD, MCGUIGAN MR (2008). Relationships between sprinting, agility, and jump ability in female athletes. *Journal of sports sciences*, **26:** 97-107.

VIITASALO J, ÖSTERBACK L, ALEN M, RAHKILA P, HAVAS E (1987). Mechanical jumping power in young athletes. *Acta Physiologica Scandinavica*, **131:** 139-145.

VIITASALO JT (1988). Evaluation of explosive strength for young and adult athletes. *Research quarterly for exercise and sport*, **59:** 9-13.

WISLOEFF U, HELGERUD J, HOFF J (1998). Strength and endurance of elite soccer players. *Medicine & science in sports & exercise*, **30:** 462-467.

WISLØFF U, CASTAGNA C, HELGERUD J, JONES R, HOFF J (2004). Strong correlation of maximal squat strength with sprint performance and vertical jump height in elite soccer players. *British Journal of Sports Medicine*, **38:** 285-288.

YOUNG W (1995). Laboratory strength assessment of athletes. *New studies in athletics*, **10:** 89-89.

YOUNG W, JAMES R, MONTGOMERY I (2002). Is muscle power related to running speed with changes of direction? *Journal of sports medicine and physical fitness*, **42:** 282-288.

YOUNG WB., MCDOWELL MH., veSCARLETT BJ. (2001). Specificity of sprint and agility training methods. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, **15:** 315-319.

ZAMPARO P., MINETTI A., veDI PRAMPERO P. (2002). Interplay among the changes of muscle strength, cross-sectional area and maximal explosive power: theory and facts. *European journal of applied physiology*, **88:** 193-202.