

**T.C.  
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KIZ VE ERKEK ÇOCUKLARIN OLGUNLAŞMA VE  
ANTRENMAN DÜZEYLERİNE GÖRE GERİLME  
KISALMA DÖNGÜSÜNÜN İNCELENMESİ**

**Caner MAVİLİ**

**Spor Bilimleri Teknolojisi Programı**

**Yüksek Lisans Tezi**

**ANKARA**

**2021**



**T.C.  
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KIZ VE ERKEK ÇOCUKLARIN OLGUNLAŞMA VE  
ANTRENMAN DÜZEYLERİNE GÖRE GERİLME  
KISALMA DÖNGÜSÜNÜN İNCELENMESİ**

**Caner MAVİLİ**

**Spor Bilimleri Teknolojisi Programı**

**Yüksek Lisans Tezi**

**TEZ DANIŞMANI**

**Doç.Dr. Şükrü Alpan CİNEMRE**

**ANKARA**

**2021**

**HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ**

**SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KIZ ve ERKEK ÇOCUKLARIN OLGUNLAŞMA ve ANTRENMAN  
DÜZEYLERİNE GÖRE GERİLME KISALMA DÖNGÜSÜNÜN  
İNCELENMESİ**

**CANER MAVİLİ**

Doç.Dr. Ş. Alpan Cinemre

Bu tez çalışması 05/07/2021 tarihinde jürimiz tarafından“Spor Bilimleri ve Teknolojisi Programı” nda yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı: *Prof.Dr. Ayşe KİN İŞLER* (imza)

*Hacettepe Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi*

Tez Danışmanı: *Doç.Dr. Ş. Alpan CİNEMRE* (imza)

*Hacettepe Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi*

Üye: *Prof.Dr. Mitat KOZ* (imza)

*Ankara Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi*

Üye: *Doç.Dr. Pınar ARPINAR AVŞAR* (imza)

*Hacettepe Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi*

Üye: *Doç.Dr. Gökhan DELİCELİOĞLU* (imza)

*Hacettepe Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi*

Bu tez Hacettepe Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki jüri tarafından uygun bulunmuştur.

27 Temmuz 2021

*Prof. Dr. Dicle ORHAN*

**Enstitü Müdürü**

## YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI

Enstitü tarafından onaylanan lisansüstü tezimin/raporumun tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı (kağıt) ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda verilen koşullarla kullanıma açma iznini Hacettepe Üniversitesine verdiğimi bildiririm. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet haklarım bende kalacak, tezimin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalarda (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanım hakları bana ait olacaktır.

Tezin kendi orijinal çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Tezimde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanılması zorunlu metinlerin yazılı izin alınarak kullandığımı ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederim.

Yükseköğretim Kurulu tarafından yayınlanan “**Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge**” kapsamında tezim aşağıda belirtilen koşullar haricince YÖK Ulusal Tez Merkezi / H.Ü. Kütüphaneleri Açık Erişim Sisteminde erişime açılır.

- Enstitü / Fakülte yönetim kurulu kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren 2 yıl ertelenmiştir. <sup>(1)</sup>
- Enstitü/ Fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren ... ay ertelenmiştir.<sup>(2)</sup>
- Tezimle ilgili gizlilik kararı verilmiştir. <sup>(3)</sup>

05/07/2021

(İmza)

Caner MAVİLİ

<sup>1</sup>“Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge”

(1) Madde 6. 1. Lisansüstü teze ilgili patent başvurusu yapılması veya patent alma sürecinin devam etmesi durumunda, tez **danışmanın** önerisi ve **enstitü anabilim dalının** uygun görüşü üzerine **enstitü** veya **fakülte yönetim kurulu** iki yıl süre ile tezin erişime açılmasının ertelenmesine karar verebilir.

(2) Madde 6. 2. Yeni teknik, materyal ve metotların kullanıldığı, henüz makaleye dönüşmemiş veya patent gibi yöntemlerle korunmamış ve internette paylaşılması durumunda 3. şahıslara veya kurumlara haksız kazanç imkanı oluşturabilecek bilgi ve bulguları içeren tezler hakkında tez **danışmanın** önerisi ve **enstitü anabilim dalının** uygun görüşü üzerine **enstitü** veya **fakülte yönetim kurulunun** gerekçeli kararı ile altı ayı aşmamak üzere tezin erişime açılması engellenebilir.

(3) Madde 7. 1. Ulusal çıkarları veya güvenliği ilgilendiren, emniyet, istihbarat, savunma ve güvenlik, sağlık vb. konulara ilişkin lisansüstü tezlerle ilgili gizlilik kararı, **tezin yapıldığı kurum** tarafından verilir \*. Kurum ve kuruluşlarla yapılan işbirliği protokolü çerçevesinde hazırlanan lisansüstü tezlere ilişkin gizlilik kararı ise, **ilgili kurum ve kuruluşun önerisi** ile **enstitü** veya **fakültenin** uygun görüşü üzerine **üniversite yönetim kurulu** tarafından verilir. Gizlilik kararı verilen tezler Yükseköğretim Kuruluna bildirilir. Madde 7.2. Gizlilik kararı verilen tezler gizlilik süresince enstitü veya fakülte tarafından gizlilik kuralları çerçevesinde muhafaza edilir, gizlilik kararının kaldırılması halinde Tez Otomasyon Sistemine yüklenir

\*Tez **danışmanın** önerisi ve **enstitü anabilim dalının** uygun görüşü üzerine **enstitü** veya **fakülte yönetim kurulu** tarafından karar verilir.

## ETİK BEYAN

Bu çalışmadaki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, kullandığım verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı, yararlandığım kaynaklara bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu, tezimin kaynak gösterilen durumlar dışında zgn olduğunu, Tez Danışmanım Doç. Dr. şükrü Alpan Cinemre danışmanlığında tarafımdan üretildiğini ve Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Yönergesine göre yazıldığını beyan ederim.

Caner MAVİLİ

## TEŞEKKÜR

Lisansüstü eğitime başladığım günden bugüne kadar, hayatımın her alanında yer edinmiş, fikir ve düşüncelerimi her zaman önemseyen, her konuda destek olduğunu hissettiren ve akademik anlamda hep yol gösterici olan tez danışmanım Sayın Doç. Dr. Şükrü Alban CİNEMRE' ye,

Bu uzun soluklu veri toplama aşamasında yanımda olan, geç vakitlere kadar ölçüm aldığımız, her zaman yardımcı olan ve pozitif tavrıyla ağabeylik yapan Sayın Arş. Göv. Evrim ÜNVER' e,

Ölçümlerimin birçoğunda bana yardımcı olan, dostluğunu asla esirgemeyen, akademik anlamda yaratıcı fikirleri olan ve her zaman iyi bir dost olarak arayabileceğim Sayın Arş. Gör. Ekrem YILMAZ' a

Her zaman bir arkadaştan daha fazlası olan, zor zamanlarda daima arayacağım ilk insan olan ve ölçümlerimin tamamlanmasında büyük emeği olan TED Ankara Koleji Beden Eğitimi Öğretmeni; kardeşim Halil GÜLCAN'a.

Lisans hayatım ve devamında desteğini asla saklamayan, fedakârlığı, daima destekleyici tavrı ve bana duyduğu güvene her zaman minnettar olduğum Sayın Doç. Dr. Oğuzhan YÜKSEL' e,

Beni bu yolda destekleyen ve motivasyonumun düşmesine asla izin vermeyen başta sevgili eşim Esmâ MAVİLİ ve sevgili aileme,

Sonsuz teşekkürlerimi sunmaktan onur duyarım.

## ÖZET

**MAVİLİ C. Kız ve Erkek Çocukların Olgunlaşma ve Antrenman Düzeylerine Göre Gerilme Kısalma Döngüsünün İncelenmesi. Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Spor Bilimleri ve Teknolojisi Programı Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 2021.** Bu çalışma, çocuk ve ergenlerin biyolojik olgunlaşma ve antrenman yapma durumlarına göre, gerilme kısalma döngüsünün (GKD) incelenmesi amacı ile yapılmıştır. Çalışmaya 141 erkek, 120 kız (Yaş: 13,1±2,0 ve 12,7±2,6 yıl, Boy: 12,7±2,6 ve 154,1±12,6 cm, Vücut Ağırlığı: 59,6±17,2 ve 51,0±12,8 kg) olmak üzere toplam 261 katılımcı katılmıştır. Katılımcılar cinsiyet farkı göz önüne alınarak, düzenli antrenman (Erkek n=65, Kız n=59) yapan ve yapmayan (Erkek n=76, Kız n=61) olmak üzere 2 gruba ayrılmışlardır. Katılımcılar, çalışmaya haftalık antrenman ve etkinliklere katılım sürelerine göre gruplandırılmışlardır. Antropometrik ölçümlerin ardından katılımcıların biyolojik olgunlaşma durumları Mirwald yöntemi ile hesaplanmıştır. Biyolojik olgunlaşma durumları ‘zirve boy uzama hızı (ZBUH)’ belirlenmiş olup 3 dönemde incelenmiştir (ZBUH öncesi n=87, ZBUH sırası n=70, ZBUH sonrası n=104). GKD ölçümü için, katılımcılara 20 metre sürat testi ve derinlik sıçraması (DS) testi yaptırılmıştır. Derinlik sıçraması testine, 20 cm yükseklikten başlamış ve yükseklik, 5 cm artırılarak devam etmiştir. Katılımcıların en yüksek reaktif kuvvet indeksi (RKİ) verisinin elde edildiği yükseklik, optimal düşüş yüksekliği (ODY) olarak belirlenmiştir. Derinlik sıçraması testinde, yerde kalış süresi (YKS), sıçrama yüksekliği (SY) ve reaktif kuvvet indeksi (RKİ) değerleri alınmıştır. Katılımcılar iki deneme yapmış, en iyi derece kayıt altına alınmıştır. Elde edilen veriler üç yönlü varyans analizi (ANOVA) ile değerlendirilmiştir. Sonuçlarda farklılık bulunması halinde farklılığı yaratan grupların araştırılmasında Tukey çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır. Bu çalışma için istatistiksel anlamlılık düzeyi,  $p<0.05$  olarak belirlenmiştir. Yapılan istatistiksel analiz sonucunda, 0-5 metre ( $p<0.05$ ), 5 – 10 metre ve 0 – 20 metre süresinde ( $p<0.001$ ); antrenman, cinsiyet ve olgunlaşma etkileşimlerinde anlamlı farklılıklar görülmüştür. Derinlik sıçraması testi, YYS parametresinde, antrenman ve olgunlaşma etkileşimlerinde ( $p<0.05$ ); SY parametresinde; antrenman, cinsiyet ve olgunlaşma etkileşimlerinde ( $p<0.001$ ); RKİ parametresinde; antrenman ve olgunlaşma etkileşimlerinde ( $p<0.001$ ) ve cinsiyette ( $p<0.05$ ) gruplar arasında anlamlı farklılıklar görülmüştür. Sonuç olarak GKD; daha fazla olgunlaşmış sporcular tarafından daha etkili kullanabilmektedir. Antrenman faktörü, GKD’yi olumlu etkilemekte ve cinsiyet farklılığı görülmektedir.

**Anahtar Kelimeler;** Gerilme kısalma döngüsü, sıçrama, sürat, olgunlaşma hızı, cinsiyet, antrenman etkisi, çocuk ve spor



## ABSTRACT

**MAVİLİ C. Investigation of Stretch Shortening Cycle of Girls and Boys According to Maturation and Training Levels. Hacettepe University Graduate School of Health Sciences, M.Sc. Thesis in Sport Sciences and Technology, Ankara, 2021.** This study was planned to examine the natural stretch shortening cycle (SSC) of children and adolescents according to their biological maturation and training status. 141 boys and 120 girls (Age:  $13.1 \pm 2.0$  and  $12.7 \pm 2.6$  years old, Height:  $12.7 \pm 2.6$  and  $154.1 \pm 12.6$  cm, Body Weight:  $59.6 \pm 12.2$  kg), summing up to 261 participants were examined in the study. According to gender and training status, the participants were divided into regular training (M=65, F=59) and non training groups. (M=76, F=61). Participants were grouped according to their participation in weekly training and activities. After the anthropometric measurements, the biological maturation status of the participants was calculated with the Mirwald equation. The biological maturation status of each participant was determined by peak height velocity (PHV) measurements and examined in 3 periods. (Pre PHV n=87, Mid PHV n=70, Post PHV n=104). For the SSC measurements, Participants were given a 20-meter speed test and a drop jump (DJ) test. The drop jump test was started from a height of 20 cm and continued by increasing the height by 5 cm. The DJ test was initiated at 20-cm drop height and the height was increased by 5 cm after each DJ. The drop height in which reactive strength index score reached its highest value was recorded as ODH. Contact times (CT) and jump height (JH) were recorded as test scores of DJ test. Participants made two attempts and the best score was recorded. The obtained data was evaluated with “three-way analysis of variance (ANOVA)” statistical test. Tukey's multiple comparison test was used to investigate differences between the groups. The statistical significance level for this study was determined as  $p < 0.05$ . As a result of the statistical analysis, significant differences were observed in the 0-5 m. ( $p < 0.05$ ), 5-10 m. ( $p < 0.001$ ) and 0-20 m. times ( $p < 0.001$ ) as well as interactions between training, gender and maturation were found to be significant ( $p < 0.019$ ). Statistically significant differences were observed in the DJ test, in which the contact times were significantly different as well as the training and maturation interactions ( $p < 0.005$ ). Significant differences were also observed in JH parameter for training, gender and PHV values ( $p < 0.001$ ). RSI parameter; Significant differences were observed in training and PHV values ( $p < 0.001$ ), gender and interactions ( $p < 0.005$ ). As a result, the SSC; It can be used more effectively by more mature athletes. The training factor positively affects the SSC and gender differences are observed.

**KeyWords:** Stretch shortening cycle, jump, sprint, maturation rate, gender, training effect, child and sport

## İÇİNDEKİLER

ONAY SAYFASI	iii
YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI	iv
ETİK BEYAN	v
TEŞEKKÜR	vi
ÖZET	vii
ABSTRACT	viii
İÇİNDEKİLER	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR	xii
ŞEKİLLER	xiii
TABLolar	xiv
<b>1.GİRİŞ</b>	1
1.1. Çalışmanın Amacı	3
1.2. Problem	3
1.3. Alt Problemler	3
1.4. Hipotezler	4
1.5. Sınırlılıklar	5
1.6. Sayıtlar	5
1.7. Araştırmanın Önemi	5
<b>2. GENEL BİLGİLER</b>	6
2.1. Büyüme	6
2.2. Olgunlaşma	8
2.2.1. İskelet Olgunlaşması	10
2.2.2. Somatik Olgunlaşma	11
2.2.3. Cinsel Olgunlaşma	13
2.3. Olgunlaşma Takibi ve Olgunlaşma Tespit Yöntemleri	14
2.3.1. Zirve Boy Uzama Hızı (ZBUH) Ölçüm Yöntemi	16
2.4. Gerilme Kısalma Döngüsü (GKD), Olgunlaşma ve Büyüme Etkileşimi	17
2.4.1. Gerilme Kısalma Döngüsünü Oluşturan Yapılar	20

2.4.2. Tendon	25
2.4.3. Gerilme Kısılma Döngüsü ve Performans	27
<b>3. YÖNTEM</b>	<b>33</b>
3.1. Araştırma Grubu	33
3.2. Veri Toplama Araçları	33
3.2.1. Antropometrik Ölçümler	33
3.2.2. Sprint Ölçümleri	34
3.2.3. Derinlik Sıçraması Ölçümleri	34
3.2.4. Boy, Oturma Boyu Uzunluğu ve Vücut Ağırlığı Ölçümleri	35
3.2.5. Biyolojik Olgunlaşma Hızının Hesaplaması	35
3.3. Verilerin Toplanması	36
3.3.1. Sprint Ölçümleri	37
3.3.2. Derinlik Sıçraması Ölçümleri	37
3.4. Verilerin Analizi	38
<b>4. BULGULAR</b>	<b>39</b>
4.1. Katılımcılara Ait Tanımlayıcı Bulgular	39
4.2. Katılımcıların Sprint Zamanı Değerleri	42
4.2.1. Katılımcıların 0-5 Metre Sprint Zamanı Değerleri	42
4.2.2. Katılımcıların 5 – 10 Metre Sprint Zamanı	45
4.2.3. Katılımcıların 0 – 20 Metre Sprint Zamanı Sonuçları	48
4.3. Katılımcıların Derinlik Sıçraması Parametreleri Sonuçları	54
4.3.1. Yerde Kalış Süresi Sonuçları	54
4.3.3. Katılımcıların Sıçrama Yüksekliği Sonuçları	56
4.3.4. Katılımcıların Reaktif Kuvvet İndeksi (RKİ) Sonuçları	59
<b>5. TARTIŞMA</b>	<b>62</b>
5.1. Biyolojik Olgunlaşma ve Performans İlişkisi	62
5.2. Sprint Performansı, Antrenman ve Biyolojik Olgunlaşma	63
5.3. Derinlik sıçraması Değerleri, Antrenman ve Biyolojik Olgunlaşma	67
<b>6. SONUÇ VE ÖNERİLER</b>	<b>73</b>

6.1. Sonuç	73
6.2.Öneriler	74
<b>7.KAYNAKLAR</b>	75
<b>8.EKLER</b>	92
EK – 1: Tez Çalışması Etik Kurul İzni	
EK – 2:Tez Çalışması Orijinallik Raporu	
EK – 3:Aydınlatılmış Onam Formu	
EK – 4: Çocuk Onay Formu	
EK – 5: Isınma Protokolü	

**SİMGELER VE KISALTMALAR**

<b>ATPaz</b>	AdonozinTrifosfataz
<b>cm</b>	Santimetre
<b>GKD</b>	Gerilme Kısalma Döngüsü
<b>kg</b>	Kilogram
<b>KTU</b>	Kas -Tendon Ünitesi
<b>ms</b>	Milisaniye
<b>ODY</b>	Optimal Düşüş Yüksekliği
<b>RKİ</b>	Reaktif Kuvvet İndeksi
<b>SY</b>	Sıçrama Yüksekliği
<b>YKS</b>	Yerde Kalış Süresi
<b>ZBUH</b>	Zirve Boy Uzama Hızı
<b>n<sup>2</sup></b>	Eta kare

**ŞEKİLLER**

<b>Şekil</b>	<b>Sayfa</b>
<b>3.1.</b> Portatif stadiometre	33
<b>3.2.</b> Dijital baskül	33
<b>3.3.</b> Çift kapılı fotosel sistemi	34
<b>3.4.</b> Sıçrama matı ve dijital sistemi	34
<b>3.5.</b> Sıçrama kutuları	34
<b>3.6.</b> Biyolojik olgunlaşma hızı eğrisi	37
<b>3.7.</b> Derinlik sıçraması gösterimi	38

## TABLOLAR

<b>Tablo</b>	<b>Sayfa</b>
<b>4.1.</b> Katılımcıların cinsiyet dağılımları ve antrenmanlı olma durumları	39
<b>4.2.</b> Katılımcıların antropometrik değerleri ve takvim yaşları	40
<b>4.3.</b> Katılımcıların VKİ persentil dağılımları	40
<b>4.4.</b> Katılımcıların zirve boy uzama hızı dağılımları	41
<b>4.5.</b> Katılımcıların haftalık antrenman saatleri ve antrenman geçmişleri	41
<b>4.6.</b> Antrenman durumu, cinsiyet ve ZBUH gruplarının sprint zamanı (sn) (0-5m) parametresi üzerindeki etkisinin incelenmesi	42
<b>4.7.</b> Cinsiyet ve zirve boy hızı gruplarının birlikte etkisi için sprint zamanı (sn) (0-5m) parametresi bakımından yapılan tukey çoklu karşılaştırma sonuçları	43
<b>4.8.</b> Antrenman durumu, cinsiyet ve ZBUH gruplarının sprint zamanı (sn) (5-10 m) parametresi üzerindeki etkisinin incelenmesi	45
<b>4.9.</b> ZBUH grupları için sprint zamanı (sn) (5-10m) parametresi bakımında yapılan tukey çoklu karşılaştırma sonuçları	46
<b>4.10.</b> Antrenman durumu ve cinsiyetin birlikte etkisi için sprint zamanı (sn) (5-10m) parametresi bakımından yapılan tukey çoklu karşılaştırma sonuçları	46
<b>4.11.</b> Cinsiyet ve ZBUH gruplarının birlikte etkisi için sprint zamanı (sn) (5-10m) parametresi bakımından yapılan tukey çoklu karşılaştırma sonuçları	47
<b>4.12.</b> Antrenman durumu, cinsiyet ve zirve boy hızı gruplarının sprint zamanı (sn) (0-20m) parametresi üzerindeki etkisinin incelenmesi	49
<b>4.13.</b> Zirve boy hızı grupları için sprint zamanı (sn) (0-20m) parametresi bakımında yapılan tukey çoklu karşılaştırma sonuçları	50
<b>4.14.</b> Antrenman durumu ve cinsiyetin birlikte etkisi için sprint zamanı (sn) (0-20 m) parametresi bakımından yapılan tukey çoklu karşılaştırma sonuçları	50
<b>4.15.</b> Antrenman durumu, cinsiyet ve ZBUH gruplarının yerde kalış süresi (ms) parametresi üzerindeki etkisinin incelenmesi	54

<b>4.16.</b> Zirve boy hızı grupları için yerde kalış süresi (ms) parametresi bakımında yapılan tukey çoklu karşılaştırma sonuçları	55
<b>4.17.</b> Cinsiyet ve ZBUH gruplarının birlikte etkisi için yerde kalış süresi (ms) parametresi bakımından yapılan tukey çoklu karşılaştırma sonuçları	55
<b>4.18.</b> Antrenman durumu, cinsiyet ve ZBUH gruplarının sıçrama yüksekliği (cm) parametresi üzerindeki etkisinin incelenmesi	56
<b>4.19.</b> ZBUH grupları için sıçrama yüksekliği (cm) parametresi bakımında yapılan tukey çoklu karşılaştırma sonuçları	57
<b>4.20.</b> Antrenman durumu ve cinsiyetin birlikte etkisi için sıçrama yüksekliği (cm) parametresi bakımından yapılan tukey çoklu karşılaştırma sonuçları	58
<b>4.21.</b> Antrenman durumu, cinsiyet ve ZBUH gruplarının RKİ parametresi üzerindeki etkisinin incelenmesi	59
<b>4.22.</b> ZBUH için RKİ parametresi bakımında yapılan tukey çoklu karşılaştırma sonuçları	60
<b>4.23.</b> Antrenman durumu ve cinsiyetin birlikte etkisi için RKİ parametresi bakımından yapılan tukey çoklu karşılaştırma sonuçları	60



## 1.GİRİŞ

Gerilme kısılma döngüsü (GKD); eksantrik bir kasılmayı takiben konsantrik kasılmanın meydana geldiği bir kas kasılma kombinasyonudur (1). GKD, üç fazdan meydana gelmektedir. Bunlar; eksantrik, izometrik ve konsantrik fazlardır. Bu döngü boyunca, elastik enerji, eksantrik faz sırasında kas-tendon ünitesinde (KTU) depolanır ve daha sonra konsantrik faz sırasında kullanılır (2). Bir başka ifade ile eksantrik faz sırasında depolanan potansiyel enerji, konsantrik faz ile birlikte kinetik enerjiye dönüşür ve yapılan lokomotor hareketin performansı ortaya çıkmış olur (3).

GKD verimliliği atletik performans açısından oldukça önemlidir. Literatürde yer alan çalışmalarda, eksantrik fazın verimliliğine bağlı olarak yapılan koşu veya sıçrama gibi hareketlerin daha efektif olabileceği belirtilmektedir (4, 5). Gerilme kısılma döngüsü, kasın mimarisinden oldukça etkilenen bir yapıdır. Özellikle kasların uzunluğu, enine kesit alanı, kasların ve tendonların pennasyon açıları döngünün etkinliğini belirleyen etkenlerdendir (10). Tendonların pennasyon açılarının daralması, GKD konsantrik güç çıktılarını etkileyebildiği gibi, tendonun sertliğinde elastik enerjinin oluşması üzerinde oldukça önemlidir (155).

GKD' nin verimliliği veya performansa yansımaları içerisinde GKD' yi oluşturan unsurları içeren antrenman yöntemleri ile geliştirilebilmektedir. Bu yöntemlerden başlıcaları kuvvet antrenmanı ve kuvvet antrenmanı sonucunda artan kuvvetin hıza aktarımında etkili bir yöntem olan pliometrik çalışmalardır (6). Bu yöntemler ile GKD' nin performansa olan yansımada önemli rol oynayan kuvvet ve hız özellikleri geliştirilebilmektedir (7). GKD, içerisindeki fazlarından dolayı temelde iki parametre ile değerlendirilmektedir. Bunlar yukarıda da belirtildiği gibi kuvvet ve hızdır. Bu iki parametrenin yapılan lokomotor harekete göre yansımaları bulunmaktadır. Örneğin bir sprint koşusunda adım uzunluğu kuvvetin çıktısı, yerde kalış süresi ise hızın çıktısı olarak değerlendirilmektedir. Dikey sıçramada ise sıçrama yüksekliği kuvvetin çıktısı ve yine yerde kalış süresi hızın çıktısı olarak değerlendirilebilir. Bu iki parametre birbirinden ayrı lokomotor hareketlerin performansı hakkında bilgi verse de birbirleri ile etkileşiminin bir ifadesi olan reaktif kuvvet hakkındaki bilgiyi bu iki parametrenin birbirine bölümünden elde edilen reaktif kuvvet indeksi (RKİ) vermektedir (8, 9). RKİ doğrudan GKD' nün

etkin kullanımını değerlendirmenin bir yöntemidir. Bu hesaplama sonrasında elde edilen değerin yüksekliği, döngünün etkin kullanımını gösterir. RKİ kolay ölçülebilir bir değerdir ve kolay tekrarlanması açısından, atletik performansın takibinde de kullanışlıdır. Özellikle genç sporcular gibi, büyüme atakları yaşayan ve bu değişimlerin farklı talepleri yarattığı sporcularda, sporcunun takibi açısından oldukça etkindir (190). Büyüme ve olgunlaşma süreci ile bireyin yaşadığı değişim, onu yaralanmalara açık hale getirmekte, RKİ değeri antrenmanların en verimli haline getirilmesi açısından da önem arz etmektedir (25).

Büyüme ve olgunlaşma süreci içerisinde GKD verimliliği ve performansa etkisi doğal gelişiminin yanı sıra düzenli antrenman yapma durumuna bağlı olarak da gelişebilmektedir (10). Olgunlaşma ile birlikte gelişen, kasın fonksiyonel kapasitesi ve kasın mimarik değişimi, performansı etkilemektedir. Özellikle artan kasın fonksiyonel gelişimi, kuvvet üretim hızını arttırmakta ve olgunlaşan sporcuların geç olgunlaşanlara göre daha iyi değerler elde etmesini sağlamaktadır (49). Bu değişim cinsiyet arasında da farklılık göstermektedir. Özellikle kızların erkeklere göre erken olgunlaşma ve büyüme dönemleri yaşamaları, cinsiyetler arasında farklı gelişim sürecine yol açar (17). Bu gelişim bütün biyomotorik özelliklerde olduğu gibi kız ve erkeklerin büyüme ve olgunlaşma süreci içerisinde farklı gelişim hızlarını içermektedir (11). Özellikle kuvvet ve hız gelişimi doğal süreci içerisinde cinsiyetler arasında farklı hızlarda devam ederken antrenman etkisi ile bu gelişim hızının değişebildiği bilinmektedir (12). Büyüme ve olgunlaşma süreci içerisinde düzenli antrenman yapma durumuna göre GKD'yi oluşturan ve özellikle sprint ve dikey sıçrama gibi performans unsurlarının cinsiyetler arasında nasıl bir fark oluşturduğu sorusu çalışılmakta olan bir konudur (13-15). Ancak, etkileşim içinde olabileceği düşünülen olgunlaşma düzeyi ile düzenli antrenman yapma durumu ve cinsiyet faktörlerinin bir arada incelendiği çalışma sayısı oldukça azdır. Bu çalışmada, GKD'nin, sprint ve derinlik sıçraması performansına belirtilen üç faktör göz önünde bulundurularak nasıl etkileşim içerisinde oldukları incelenmeye çalışılmıştır.

## 1.1. Çalışmanın Amacı

Bu çalışmanın amacı, ergenlik öncesi, sırası ve sonrası olgunlaşma düzeyindeki bireylerin, Gerilme Kısalma Döngüsü becerilerini, cinsiyet ve antrenman faktörünün etkisini gözeterek incelemektir.

## 1.2. Problem

1.2.1. Düzenli olarak antrenman yapan ve yapmayan kız ve erkek çocukların, biyolojik olgunlaşma durumlarına göre, gerilme kısalma döngüsü değerleri arasında fark var mıdır?

1.2.2. Biyolojik olgunlaşma, düzenli antrenman ve cinsiyet faktörlerinin gerilme kısalma döngüsü üzerindeki etkileşimleri arasında farklılık var mıdır?

## 1.3. Alt Problemler

1. Düzenli Düzenli olarak antrenman yapan ve yapmayan kız ve erkek çocukların, biyolojik olgunlaşma durumlarına göre 0-5 m sprint zamanı farklı mıdır?
2. Düzenli olarak antrenman yapan ve yapmayan kız ve erkek çocukların, biyolojik olgunlaşma durumlarına göre 5-10 m sprint zamanı farklı mıdır?
3. Düzenli olarak antrenman yapan ve yapmayan kız ve erkek çocukların, biyolojik olgunlaşma durumlarına göre 0-20m sprint zamanı farklı mıdır?
4. Düzenli antrenman, cinsiyet ve olgunlaşma düzeylerinin sprint zamanları üzerine etkileşimleri arasında fark var mıdır?
5. Düzenli olarak antrenman yapan ve yapmayan kız ve erkek çocukların, biyolojik olgunlaşma durumlarına göre derinlik sıçraması sıçrama yüksekliği farklı mıdır?
6. Düzenli olarak antrenman yapan ve yapmayan kız ve erkek çocukların, biyolojik olgunlaşma durumlarına göre derinlik sıçraması yerde kalış süresi farklı mıdır?

7. Düzenli olarak antrenman yapan ve yapmayan kız ve erkek çocukların, biyolojik olgunlaşma durumlarına göre derinlik sıçraması reaktif kuvvet indeksi değeri farklı mıdır?
8. Düzenli antrenman, cinsiyet ve olgunlaşma düzeylerinin derinlik sıçraması parametreleri üzerine etkileşimleri arasında fark var mıdır?

#### **1.4. Hipotezler**

1. Düzenli olarak antrenman yapan ve yapmayan kız ve erkek çocukların, biyolojik olgunlaşma durumlarına göre, gerilme kısalma döngüsü değerleri arasında fark vardır.
2. Biyolojik olgunlaşma, düzenli antrenman ve cinsiyet faktörlerinin gerilme kısalma döngüsü üzerindeki etkileşimleri arasında fark vardır.
3. Düzenli olarak antrenman yapan ve yapmayan kız ve erkek çocukların, biyolojik olgunlaşma durumlarına göre 0-5m sprint zamanı farklıdır.
4. Düzenli olarak antrenman yapan ve yapmayan kız ve erkek çocukların, biyolojik olgunlaşma durumlarına göre 5-10m sprint zamanı farklıdır.
5. Düzenli olarak antrenman yapan ve yapmayan kız ve erkek çocukların, biyolojik olgunlaşma durumlarına göre 0-20m sprint zamanı farklıdır.
6. Düzenli antrenman, cinsiyet ve olgunlaşma düzeylerinin sprint zamanları üzerine etkileşimleri arasında fark vardır.
7. Düzenli olarak antrenman yapan ve yapmayan kız ve erkek çocukların, biyolojik olgunlaşma durumlarına göre derinlik sıçraması sıçrama yüksekliği farklıdır.
8. Düzenli olarak antrenman yapan ve yapmayan kız ve erkek çocukların, biyolojik olgunlaşma durumlarına göre derinlik sıçraması yerde kalış süresi farklıdır.
9. Düzenli olarak antrenman yapan ve yapmayan kız ve erkek çocukların, biyolojik olgunlaşma durumlarına göre derinlik sıçraması reaktif kuvvet indeksi değeri farklıdır.
10. Düzenli antrenman, cinsiyet ve olgunlaşma düzeylerinin derinlik sıçraması parametreleri üzerine etkileşimleri arasında fark vardır.

### **1.5. Sınırlılıklar**

Çalışmamız yalnızca Ankara ilinde bulunan ve gönüllü olarak katılım gösteren antrene ve antrene olmayan farklı biyolojik olgunlaşma düzeylerindeki 161 kız ve 138 erkek çocuklardan oluşmuştur. Veri toplama aşaması pandemi koşulları nedeniyle zaman zaman kesintiye uğramıştır.

Antrene olan grubun verileri pandemi öncesi alınmıştır. Antrene olmayan katılımcılar ise Covid 19 salgını nedeniyle örgün eğitimlerine evden devam etmişlerdir. Bu süreç içerisinde katılımcıların herhangi bir ölçümü alınamamıştır. Ancak katılımcıların ölçümleri Eylül ayı itibari ile tekrar toplanmaya başlamıştır.

### **1.6. Sayıtlar**

Çalışmaya katılan bütün düzenli antrenman yapan ve yapmayan katılımcıların maksimum performans gösterdikleri varsayılmıştır.

### **1.7. Araştırmanın Önemi**

Uygulamada, henüz alt yapı olarak tanımlanan yaş gruplarında lokomotor hareketleri oluşturan GKD' nin, doğal gelişim süreci içerisinde hangi faktörlerden ve etkileşimlerinden etkilendiği bilgisinin hem antrenörlere hem de bu konu ile ilgilenen araştırmacılara yol gösterici olması düşünülmektedir. Bu çalışma ile elde edilen bilgilerin özellikle antrenörlerin, küçük yaş gruplarına yaklaşımını etkilemesi beklenmektedir. Bu çalışma antrenör ve uygulamacıların, benzer kronolojik yaştaki çocukların farklı büyüme ve olgunlaşma süreci içinde olduklarının farkındalığını artıracak ve daha çocuk yaştan itibaren antrenmanın bireyselleştirilmesinin gerekliliğine katkı sağlayacaktır.

## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. Büyüme

Büyüme; organizma üzerinde hücresel düzeyde artış olarak tanımlanmıştır (16). İnsanın doğumundan erişkinliğe kadar olan süreç genellikle 3 aşamaya ayrılmıştır, bu evreler sırasıyla; bebeklik, çocukluk ve ergenliktir. Bebeklik yaşamın ilk yıllarını kapsar. Çocukluk yılları ise bireyin bebeklik döneminin hemen bitmesi ile başlar ve ergenlik dönemine kadar süren dönemi kapsar. Ergenlik dönemi ise çocukluk döneminin bitmesiyle başlar. Kadınlar için genellikle 19, erkekler içinse 22 yaş arası dönemi kapsayan bir süreçtir (17).

Harris ve ark. büyümeyi “Nörolojik, genital, genel (kalp büyüklüğü, vücut bölümleri vb.)” ve lenfosit yapılar olarak 4 ayrı gelişim parçası olarak tanımlamıştır (18). Büyüme aşaması genel olarak incelendiğinde, her aşamanın doğru zamanda ve doğru hazır bulunuşluk düzeyinde olması gerekmektedir. Bir çocuk gelişim gösterirken içinde bulunduğu gelişim aşamasına göre, gelişim hızı farklılık göstermektedir (19).

Organizma üzerinde her bölüm ve komponent aynı büyüme hızı ve doğrusallığı göstermemektedir. Baş ve beyin büyüme doğumdan 7 yaşına kadar en hızlı büyümeye başlayan bölge iken, yaklaşık iki yakında yetişkinlik boyutlarının %50'sine gelmiş olmaktadır ve ergenlikle birlikte bu hız çok daha fazla düşmektedir (20). Çocuklarda hızlı büyümenin yaşandığı evre çocukluktan puberteye yani, ergenliğine geçiş aşamasındadır. Cinsel olgunlaşmanın başlaması ise androjenlerin devreye girmesi, ergenliğin başlangıç aşaması kabul edilmektedir (21). Ergenlik süresince ise, vücudun kemik, yağ ve kas gibi bağıl değişkenlerinin değiştiği gözlemlenmektedir (22).

Genitalya da cinsel olgunlaşma başladığında ise genital gelişim ciddi bir hız artışı gösterir. Bu evrede birincil ve ikincil cinsiyet karakteristikleri gelişir (23). Birincil cinsiyet karakteristiği kadınlarda rahim, vajina ve yumurtalık kanalları vb. yapılar iken erkeklerde ise; prostat, testis vb. yapılardır (24). İkincil cinsiyet karakterleri ise çoğunlukla dış görünümdeki değişiklikler ile de gözlemlenebilen yapılarıdır. İkincil cinsiyet karakteristikleri kadınlarda, göğüs ve kalça gelişimi,

pubik kıllanma vb. yapılar iken erkeklerde ise; sakal, vücutta kıllanma ve pubik kıllanmadır (24-27).

Çocukların uzama (boy uzunluğu) hızı ve limitleri bireysel farklılıklar göstermektedir. Ancak kız ve erkeklerin geçtikleri evreler ve bu evrelerdeki büyüme hızları ise cinsiyet farklılığına rağmen yakınlık göstermektedir. Çocuklar hızlı boy uzama evresinde oldukça hızlı büyürken daha sonra bu hız giderek azalmaktadır ve çocukların yetişkinliğe erişmeden önce en hızlı büyüdükleri evre, hızlı boy uzama evresidir (16). Bu evre aynı zamanda cinsel olgunlaşmanın da belirtisi olarak görülmektedir (28). Çocuklar bu evrede oldukça hızlı büyürler ancak büyüme hızları birbirleri ile aynı değildir. Kız çocukları bu boy uzama evresini, erkek çocuklarından yaklaşık 2 sene önce yakalar ve büyüme hormonlarının devreye girmesi bu döneme denk gelir (19). İnsan vücudun büyümesinde hormonal değişim ve enzimatik aktivite oldukça önemlidir. Özellikle 'Büyüme Hormonu (GrowthHormone)' ve 'İnsülin Büyüme Faktörü-1 (IGF-1)'nin insan vücudunun gelişiminde ve metabolik düzeninde kritik rol oynadığı görülmektedir (29, 30). Erken özelleşen ve büyüyen çocuklarda büyüme hormonu ve IGF-1 hormon seviyelerinin yüksek olduğu gözlemlenmiştir (31). Büyüme geriliği tespit edilen çocuklarda ise tam tersi olarak büyüme hormonu ve IGF-1 seviyeleri düşük olarak gözlenmiş, bu hormonlara takviyeler yapıldığında ise büyüme hız artışı gözlemlenmiştir (32). Büyüme hormonu ve IGF-1 hormonunun kemik dokusu üzerinde de oldukça önemli olduğu kabul edilmektedir. Bu hormonların eksikliği veya bulunmaması kemik yoğunluğunu azaltır, erişkinlik boyuna erişememe ya da gecikme ve ender durumlarda gözlemlenen Noonan Sendromu gibi sorunlar yaratabilir (33).

Çocuklarda büyüme hızına ve şekline baktığımızda öncelikle gelişen uzuvlardan gövdeye yöneldiğini görmekteyiz. Uzuvlar genellikle gövdeden önce büyür ve gelişirler. Bu yüzden ergenlik ve ergenliğin geç aşamalarında el ve kollarda zaman zaman gövdeye göre orantısızlık görülebilir. Nöral gelişim, yine aynı dönem içerisinde hızlı büyüme gösteren uzuvları, büyüme hızından dolayı tam olarak destekleyemeyebilir (34). Ergenliğin bu aşamalarında çocuklar genellikle hareketleri üzerinde tam kontrol sağlayamamakla birlikte, hareket bozukluklarından dolayı çeşitli yaralanmalar gözlemlenebilmektedir (35-37). Bu dönem içerisinde

nöromusküler sistemin hızla büyüyen vücut bölümlerini tam destekleyememesinden dolayı bir koordinasyon bozukluğu da görülmektedir. Bu dönemde ki genç sporcuların atletik performanslarında dalgalanmalar görülmesi oldukça doğaldır (38, 39). Ergenlikle birlikte çocukların antrenman içeriklerinin, spor yaralanmaları yaşamamaları adına optimize edilirken takvim yaşları yerine olgunlaşma durumlarına bakılması önerilmektedir (40, 41). Vücut bölümleri büyüme ile birlikte erkekler ve kızlarda farklı şekillerde gelişim göstermektedir. Erkeklerin yapısı itibari ile geniş omuz, dar kalça kemikleri (42) ve kadınların geniş kalça kemikleri ve dar omuzaralığı, bu yapıyı oluşturur (43). Cinsel olgunlaşmanın başlamasıyla birlikte devreye giren hızlı büyüme aşamasında erkeklerde çok baskın olarak bi-akromial oran gelişirken, kadınlarda ise ağırlıklı olarak bi-kristal oran gelişir (44). Sportif çalışmalar ve egzersizlerin bu yapıları ve kemik mineral yoğunluğunu geliştirdiği bilinmektedir (45).

## **2.2. Olgunlaşma**

Olgunlaşma kavramına baktığımızda literatür üzerinde, büyümeden farklı tanımlandığını görmekteyiz. Büyüme, vücut bölümlerinde moleküler bazda artışı iken olgunlaşma ise; işlevsel olarak gelişme, daha gelişmiş ve uygun hale gelmek olarak tanımlanır (17). Olgunlaşma büyüyen çocukların, gerek hareket gerekse bilişsel anlamda daha karmaşık işleri yapabilmesi ve organizmanın işlevsel gelişimini ifade etmektedir. Sadece kütleli bir artıştan farklı olarak, kuvvet, motor beceriler, reaksiyon, sürat gibi çeşitli becerilerinde doğal bir gelişim göstermesidir (20).

Olgunlaşmanın, kronolojik yaş ya da takvim yaşından farklılaştığını görmekteyiz. Kronolojik ya da takvim yaşı çocuğun doğduğu günden bugüne kadar geçen süreyi ifade etmektedir (24). Ancak aynı yıl doğan çocukların farklı derecelerde olgunlaşmış olabileceğini belirleyemez ve bu durum literatür üzerinde 'Rölatif Yaş Etkisi' olarak adlandırılır (46-48). Rölatif yaş etkisi yılın ilk aylarında doğan çocukların yılın son aylarında doğan çocuklara göre hem bilişsel hem de sportif açıdan daha fazla gelişip olgunlaştığını göstermektedir (49). Özellikle kronolojik yaşa göre düzenlenen liglerde (örn:U12,U16 vb.) erken doğan çocukların yaşlılarına göre daha baskın oyun becerilene sahip olabileceği belirtilmektedir.



Yapılan çalışmalar, yılın ilk aylarında doğan çocukların, yılın son aylarında doğan çocuklara göre sportif anlamda daha başarılı olabileceklerini göstermiştir (50). Yılın ilk çeyreğinde doğan çocukların, aynı yılın son çeyreğinde doğan akranlarına göre daha fazla olgunlaşma gösterdiği belirlenmiş, bu büyüme farklılığının sonucu olarak, ilk çeyrekte doğan çocuklar fonksiyonel olarak daha gelişmiş olduğundan, olası sportif başarıların aslında aldatıcı olabileceği düşüncesi oldukça hâkimdir (51).

Özellikle genç sporcularda, yetenekli veya başarılı olarak tespit edilen sporcuların bir spor dalı üzerinde oldukça erken özelleştiği ve buna bağlı olarak yaşlılarından erken olgunlaştığı gözlemlenmektedir (52,194). Basketbol gibi boy uzunluğunun önemli farklar yarattığı spor branşlarında, erken olgunlaşma durumu avantaj sağladığı gibi erken olgunlaşmanın yetenek olup olmadığı tartışmalıdır ve genç sporcuların başarısı çoğu zaman aldatıcı olabilmektedir (53). Ancak bu duruma karşın, biyolojik olarak yaşlılarından daha erken olgunlaşan sporcuların, yetenek seçiminde ve gelecek planlamalarında daha etkin olarak seçilebildiği görülmektedir (54, 55). Genç sporcu seçimlerinde geç olgunlaşan sporcuların sayısının giderek azaldığı görülmektedir (56). Biyolojik olgunlaşmanın genç sporcuların antrenman yüklerinin hesaplanmasında ve monitorize edilmesinde de önemli bir yeri vardır. Genç sporcular için antrenmanlar bir dış yük oluşturmaktadır (21). Geç olgunlaşan sporcular ve erken olarak olgunlaşmış sporcuların benzer kategori ve takımlarda yarıştırılması belirli riskleri peşinde getirmektedir. Olgunlaşmış bir sporcu ile geç olgunlaşan bir sporcunun karşı karşıya mücadele etmesinin aynı anda aynı antrenmanı yaptıklarında bile hissettikleri dış ve iç yükler aynı değildir ve geç olgunlaşan sporcu yaralanma riski taşımaktadır. Aynı şekilde geç ve erken olgunlaşan sporcuların bir müsabaka içerisinde koştukları mesafeler aynı bile olsa da, koşunun yoğunluğu, gelişmemiş bir organizmada daha yüksek hissedilecektir (57).

Olgunlaşma işlevsel bir yapıdır, büyüme gibi kolaylıkla gözlemlenemez. Bireylerin olgunlaşma hızları da içinde buldukları duruma göre farklılık göstermektedir. İçinde bulunduğu yaşın özelliği ve olgunlaşma hızına göre de farklılıklar görülebilmektedir (24). Olgunlaşma hızlarına bakıldığında yakın

olgunlaşma durumlarında olan çocukların benzer performans ve antropometrik becerileri sergilediği görülmektedir.

### 2.2.1. İskelet Olgunlaşması

İskelet olgunlaşması, iskeletin çocukluk ve ergenlik dönemlerinde kemik boyutu, kemiğin şekli ve kemik yoğunluğunun artış göstererek yetişkin formuna ulaştığı gelişimsel bir süreç olarak tanımlanmaktadır (58). İskelet olgunlaşması, çocuklarda genellikle biyolojik olgunlaşma durumunu değerlendirmek için en iyi yöntemdir. İskelet, doğum öncesi kıkırdak yapıdan erken yetişkinlikte tamamen gelişmiş kemik yapıya kadar sürekli olarak gelişir. Kemik yoğunluğu, sertliği ve gelişimi ossifikasyon olarak adlandırılır (59).

İskelet olgunlaşması durumu, yetenek seçimi yapılırken, rölatif yaş etkisini belirten doğum çeyreklerinden daha iyi bir belirteç olarak gösterilmektedir. İskelet olgunlaşma durumu ve kemik gelişimi erken yaşlarda sportif başarıyı oldukça etkilemektedir. Genç sporcuların yetenek seçiminde kemik gelişim durumlarının göz önünde bulundurulmasının hem doğru yetenek tespitinde hem de sporcuların optimal antrenman uyumu sağlanmasında önemli olduğu belirtilmiştir (60, 61). Ancak iskelet olarak olgunlaşan sporcuların yetenek seçimlerinde önde olmalarına rağmen, spora özgü becerilerinde bir fark olmadığı görülmüştür. Yetenek seçiminde bulunan antrenör ve saha uygulayıcılarının gelişimsel farklardan dolayı ortaya çıkan performansı, yetenekle karıştırmamaları önerilmektedir (62). Kemik gelişimi yüksek olan sporcuların, olmayanlara göre el kavrama kuvvetlerin yüksek olduğu görülmüştür. İskelet gelişiminin yüksek olmasının kuvvet üzerinde olumlu etkileri olduğu görülmüştür (63, 64). Aynı şekilde, patlayıcı kuvvet parametresinin, iskelet yaşı ve gelişimi ile oldukça ilişkili olduğu görülmüştür. Cinsiyet faktörü gözlemlenmeden yapılan antrenmanlarda kuvvet türlerinin birçoğunda, iskelet gelişimi yaşlarına göre hızlı olan çocukların, daha iyi skorlar elde ettiği görülmüştür (65). Düzenli egzersiz yapan çocuklarda iskelet gelişimi, yaşlarına göre daha fazla gelişim göstermektedir. Aynı şekilde erken yaşlarda düzenli egzersiz yapan sporcuların yetişkinlik yaşamlarında da daha gelişmiş iskelet yapısını barındırdıkları görülmektedir (66). Kemik yoğunluğu düşük olan ve erken yaşlarda iskelet gelişimini tam anlamıyla oluşturamayan yaşlı yetişkinlerde ise genellikle düşmeye

bağlı risk faktörlerinin, ölüm içeren yaralanmalarla sonuçlandığı görülmektedir. Bu yüzden kemik gelişimi, sağlıklı bir yaşam için önemli bir kilometre taşıdır (67).

Düzenli egzersizlerin yanı sıra, yüksek ve orta yoğunlukta yer çekimine karşı düşme ve direnç içeren spor dallarıyla (basketbol, jimnastik, voleybol, dövüş sporları, atlama branşları vb.) ilgilenen katılımcıların kemik mineral birleşimi, kemik yoğunluğu ve kemik gelişiminde daha etkili olduğu görülmektedir (68). Kemik üzerinde hissedilen, yer çekimi ve düşme etkilerinin kemik üzerinde mekanik bir stres yarattığı ve kemik dokunun adapte olmaya zorlanması bu gelişimi meydana getirmektedir (69). Çeşitli spor dalların incelediği çalışmalara bakıldığında basketbol gibi yatay ve dikey hareketlerin baskın olduğu spor dallarında (örn. voleybol, hentbol vb.) ossifikasyon ve kemik mineral yoğunluğunun istatistiksel olarak da anlamlı farklar yarattığını görmekteyiz (70, 71).

Yer çekiminin tersine doğru hareket etmenin ossifikasyona olan etkisi kadar, yerçekiminin etkisinin nispeten azalması, yani yerçekimi etkisinin normalden az hissedildiği durumların, kemik doku üzerinde negatif bir etkisi olduğu gözlemlenmiştir (72). Yatay eksen ve yerçekimine karşı yapılan çalışmaların olmadığı yüzme gibi spor branşlarında, cinsiyet faktöründen bağımsız olarak, kemik mineral yoğunluğunun sedanter bireylerden daha düşük olduğu ancak kas kütlelerinin fazlalığı ise istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmüştür (73). Genel tanım, egzersiz ve fiziksel aktivitenin; adölesan, yetişkin ve yaşlılarda kemik gelişimi ve sertliğine pozitif etkisi olduğu yönündedir (74, 75).

### **2.2.2. Somatik Olgunlaşma**

Somatik olgunlaşma, gözlemlenebilir vücut bölümlerinin (Boy, vücut ağırlığı, yağsız kas kütlesi vb.) gelişerek, daha işlevsel bir yapıya bürünme sürecidir. Vücut proporsiyonları üzerinde hızlı artış olarak genellikle gözlemlenen somatik olgunlaşma, görsel olarak çocuğun biyolojik olgunlaşmasının en belirgin ifadesi olarak görülmektedir (20).

Puberte ile birlikte, vücut hızlı bir gelişim evresine girer. Ergenlik süresince bireylerin vücut ağırlığının hemen hemen yarısı kadar artış gerçekleşirken, vücut uzunluğunun %20'si kadar artış görülmektedir. Vücut kompozisyonunda

değişimlerin yanı sıra, yağsız kas kütlesi, yağ dokusu gibi değişimleri de içerir ve cinsiyetlere göre farklılık gösterir (76). Olgunlaşma süreçleri her birey için aynı yaşta gerçekleşmediği gibi olgunlaşma sürecinin büyük bir çoğunluğu, ortalama 4.5 yıllık bir süreçte gerçekleşir (77). Ergenliğin ilk yıllarında, postür ve vücut kütlesindeki artış pubertenin meydana getirdiği hormonal değişikliklerle ilişkilendirilmiştir (78).

Somatik gelişim sırasında, kas yapısı ve sinir sistemi arasında belirgin açıklar gelişmeye ve bu durum ise koordinasyon bozukluğunun gelişiminde rol oynamaktadır. Özellikle hareket çeşitliliği kısıtlı, tek bir spor dalı üzerinde özelleşen sporcuların diz ön ve arka çapraz bağlarında yaralanma riskinin arttığı gözlemlenirken, cinsiyet faktörü ele alındığında, kadınların bu riski daha fazla yaşadığı görülmektedir (79-81).

Somatik olarak akranlarına göre erken gelişen sporcularda, performans çıktılarının daha iyi olduğu bilinmektedir. Özellikle güç çıktılarında ve alt ekstremite patlayıcı kuvvetinde somatik olgunlaşmanın etkin olduğu bilinmektedir (82). Somatik olarak erken olgunlaşan sporcuların, kemik yoğunluklarının geç olgunlaşan akranlarına daha göre yüksek olduğu bilinmektedir (83). Ancak belirli spor dallarında bu durumun değiştiği görülmektedir. Özellikle yüzme gibi spor branşında, somatik olgunlaşma seviyeleri yüksek bile olsa, kara antrenmanı yapmayan yüzücülerin kemik yoğunluğunun istatistiksel olarak düşük olduğu görülmektedir. Bu durum somatik gelişim yüksek bulunsa bile, belirli antrenman ve egzersiz ortamlarının kemik yoğunluğu üzerinde etkili olabileceğini göstermiştir (84).

Obezite ve halk sağlığı çalışmaları incelendiğinde, obezitenin aşamaları üzerinde net olmayan etki alanları bulunmaktadır. Ancak yapılan çalışmalarla birlikte obezitenin çocukluktan ergenliğe geçiş döneminde hassas etkilerinin olduğu ortaya çıkmıştır (85). Özellikle boylamsal çalışmalarda ortaya çıkan sonuçlara göre, erken somatik olgunlaşma gösteren çocuklarda adipoz dokunun daha yüksek olduğu gözlemlenirken, geç somatik olgunlaşma gösteren çocuklarda ortalama bir ilişki gözlemlenmiştir (86).

Sportif performansın ve yetenek seçiminin yanı sıra, somatik olgunlaşma durumu; özellikle takım sporlarında ki pozisyon (mevki) belirlenmesinde de önemli

olabilmektedir (87). Özellikle basketbol gibi mevki ve rollerin belirgin olarak ayrıldığı takım sporlarında, oyun kurucu gibi genellikle daha kısa olan sporcuların, forvet ve pivot gibi fiziksel olarak daha büyük olan oyunculara göre geç somatik olgunlaşma gösterdikleri gözlemlenmiştir. Basketbolda genç sporcuların mevkilerinin belirlenirken, sporcuların somatik olgunlaşmalarının antrenörler tarafından, monitörize edilmeden pozisyon öğretildiğinin bir göstergesidir (88). Yine futbol branşında da benzer sonuçların bulunduğu görülmektedir. Futbol içinde genellikle erken somatik olgunluk gösteren çocukların, özellikle fiziksel olarak daha yıpratıcı ve fiziksel oyuna dayalı defansif roller aldıkları görülmüştür. Bu yetenek seçimlerinin ‘yanıltıcı’ rol dağılımı ve yetenek seçimi olduğu vurgulanmıştır (89).

Somatik olgunlaşmanın bir göstergesi olarak bireyin ‘Zirve Boy Uzama Hızı (Peak –HeightVelocity)’ etkin bir biçimde kullanılmaktadır. Zirve Boy Uzama Hızı puberte esnasında, boy uzunluğunda elde edilen maksimum kazanımlar olarak tanımlanmaktadır (59).

### **2.2.3. Cinsel Olgunlaşma**

Cinsel olgunlaşma evresinde bireyler, puberte olarak tanımlanan, çocukluktan ergenliğe geçişte cinsiyet hormonları ile başlayan, fizyolojik ve psikolojik bir süreçten geçmektedirler. Cinsel olgunlaşma, puberteyle birlikte başlar, bireysel, etnik farklılıklar, beslenme alışkanlıkları ve egzersiz gibi çeşitli faktörlerin etkilediği ortalama 4-5 yıllık bir süreçten oluşmaktadır (11).

Cinsel olarak olgunlaşma süreci, kızlar ve erkeklerde farklı zamanlarda başlar ve sonlanır. Kızlarda puberteye geçişin başlangıç zamanı erkeklere göre daha erken olmakta, bu sebeple puberte süreci kızlarda daha erken yaşlarda sonlanmaktadır (90). Aynı yaştaki kız ve erkekler puberte öncesi kıyaslandığında, genellikle kızların akranlarına göre daha boyları daha uzun ve vücut ağırlıkları fazladır. Kızlardapuberte başlangıç yaşı 8 – 13 yaş aralığında iken erkeklerde bu yaş 9 - 14 yaşına karşılık gelir (91), ancak günümüzde, kızlarda menarş yaşının daha erken görüldüğü belirtilmektedir (92). Pubertal gelişimin başlaması ve süreci, adrenal bezler (adrenarş) ve hipotalamikgonadal (gonadarş) yapıların işlevsel olarak gelişmesi ile kontrol edilir. Puberte öncesi ve sonrasında cinsiyet hormonlarının sekresyonunda bağımsız süreçleri ifade ederler (93).

Pubertal evrede ilk değişimler genellikle kızlarda göğüs büyümesi ve pubik kıllanma iken, erkeklerde testiküler genişlemedir. Pubertal zamanlamayı tanımlamak, erkeklere göre kızlarda daha kolaydır (94). “Menarş, cinsel olgunlaşmanın kesin bir kilometre taşını ifade etmektedir”. Ergenliğin tespitinde menarş oldukça önemli bir parametredir ve telarş ile yüksek ilişkilidir (95). Cinsel olgunlaşma evresine geçişle ve pubertenin devamıyla birlikte, pubik ve kol altı kıllanması, vücut kokusunda değişimler, sivilce ve akneler çok sık görülmeye başlamaktadır. Her iki cinsiyet içinde bu değişimler geçerlidir (96).

### **2.3. Olgunlaşma Takibi ve Olgunlaşma Tespit Yöntemleri**

Olgunlaşma durumunun, isabetli bir şekilde ölçülmesi, çocuk ve adölesanların büyüme ve gelişimi için iyi bir takip parametresi olabilmektedir. Olgunlaşma durumu için birçok farklı yöntem ve klinik çalışmalar yapılmaktadır.

Olgunlaşma takibi, farklı olgunlaşma süreçleri baz alınarak yapılmaktadır. Örneğin bazı takip süreçlerinin odakları ve hesaplama yöntemleri somatik olgunlaşma durumu ve çıktıları üzerine yoğunlaşırken, bazı yöntemler ise cinsel olgunlaşma sürecini baz alabilmektedir. İskelet olgunlaşmasının takibinde ‘Greulich–Pyle, Tanner – Whitehouse, Fels’ yöntemi kullanılırken; cinsel olgunlaşma süreçlerinin takibinde, ‘Tanner Skalası, mernaş, ikincil cinsiyet özelliklerinin soru yoluyla öğrenilmesi’ gibi yöntemler kullanılmaktadır (97).

İskelet olgunlaşmasının takibinde günümüzde halen yaygın kullanılan yöntemlerden birisi Greulich-Pyle Atlasıdır (98). Bu yöntem çocukların el bileği radyografisinin, normal gelişim aralığı kabul edilen bir başka radyografi ile karşılaştırılması esasına dayanmaktadır (99). Takvim yaşına göre çok daha isabetli bir takip verisi sunmakta ve günümüzde bilimsel çalışmalarda kullanılmaktadır. Bu yöntemde karşılaşılan problem ise büyük çoğunlukla etnik farklılıktır. Yöntem araştırmacılar tarafından araştırılırken sadece beyaz Amerikalı çocuklar üzerinde uygulanmıştır (97). Bu sebeple Greulich-Pyle yönteminde farklı etnik gruplarda dikkatli olmak gereklidir (100). İskelet olgunlaşması takibinde yine radyografi kullanılan ve çok yaygın olan bir diğer yöntem ise Tanner-Whitehouse yöntemidir. Bu yöntemde yine el bileği radyografisi kullanılır ancak, doğrudan eşleştirme yerine

karpal ve metakarpal kemiklerin uçlarında ki kemikleşme durumu, cinsiyet farklılığı gözetilerek skorlanır. Elde edilen skorlara göre olgunlaşma durumu tespiti ve hızlarının derecelendirilmesi yapılmaktadır. Bu yöntem Greulich-Pyle Atlasına göre daha isabetli olarak görülmesine karşılık, Greulich-Pyle Atlasıdır yöntemi daha hızlı ve basit olduğu gerekçesi ile daha çok tercih edilmektedir (101). Daha isabetli istatistiksel hesaplamalar yapabildiği belirtilen FELS yöntemide, yine el bileği radyografisi ile hesaplama prensibine dayalı bir olgunlaşma takip yöntemidir (102).

Cinsel olgunlaşmanın takibinde ise ikincil cinsiyet özellikleri yaygın olarak kullanılan 5 aşamalı parametrelerdir. Pubik kıllanma, göğüs gelişimi ve genital gelişim Tanner tarafından en yaygın kullanılan parametrelerdir (97). Cinsel olgunlaşma durumunun belirlenmesi için klinik bir muayene altın değerlendirme olarak kabul edilse de, Tanner tarafından 1962 yılında ortaya çıkarılan Tanner skalası uzun süre geçerli bir belirleme yöntemi olarak kullanılmıştır. Bu yöntemde katılımcıya çeşitli fotoğraflar ve belirli açıklamalar gösterilerek, içerisinde bulunduğu gelişim evresine uygun olanı seçmesini istenmektedir (103). Oldukça geçerli bir yöntem olmasına rağmen çeşitli problemleri içinde barındırır. Öncelikle katılımcılar, olduklarından farklı beyanlarda bulunabilir. Ayrıca ailelerin bu resimlerin kullanılmasından rahatsız olabileceği belirtilmiştir (104).

Menarş olma durumu, pubertenitesbitinde en sık kullanılan göstergelerden biridir. Fizyolojik olduğu kadar psikolojik bir etmen olarak sayılması gerekir. Erkekler içinde pubertenin psikolojik etkileri yadsınamaz, ancak erkeklerin puberte süresince, menarşa denk gelen bir fizyolojik süreç yoktur (97). Menarşı etkileyen farklı parametler bulunmaktadır. Sosyoekonomik çevre, beslenme, egzersiz, etnik farklılık gibi faktörler doğrudan etkili olabilmektedir, ancak vücut kütle indeksi ve adipoz dokunun yoğunluğunun da etkili bir faktör olduğu bilinmektedir (105).

Somatik olgunlaşma takibi içinse en çok kullanılan yöntem ‘Zirve Boy Uzama Hızı (ZBUH)’dır. Bu kavram puberteye geçişle birlikte başlayan ve ergenliğin sonlarına kadar devam eden süreci ifade eder. Öncelikle hızlı bir büyüme atağı şeklinde başlar ergenliğin ortasında zirveye ulaşır, ardından ergenliğin sonuna doğru tamamen duracak şekilde düşmeye başlar. Cinsiyetler için farklı süreçlerde başlar biter. Kızlar için 9 -15 iken, erkekler için 11.5 – 17.5’lik bir yaş aralığı kapsar

(19). Bu süreçte insan vücudu hızlı büyüme ve olgunlaşma gösterir ve bireysel farklılıklar içerir. Özellikle sportif etkinliklerde müsabık olarak katılan çocuklarda, olgunlaşma durumunun takibinde takvim yaşına göre daha kullanışlı bilgiler sağlamaktadır. Örneğin kuvvet ve güç gelişimi ZBUH'den sonra etkin bir gelişim gösterir. Bu müsabık düzeyde sportif etkinliklere katılan adölesanlarda, antrenmanın doğru tasarlanması için önemlidir (106). Aynı zamanda temaslı ve temassız yaralanmalarından bu dönem içinde istatistiksel olarak arttığı görülmüştür. Hızlı büyüme atakları vücut gelişimini arttırsa da sinir sisteminin gelişimi bu hızı zaman zaman karşılayamamaktadır (107).

### **2.3.1. Zirve Boy Uzama Hızı (ZBUH) Ölçüm Yöntemi**

Zirve boy uzama hızının ölçümü gerek yetenek seçimi, gerek antrenmanların doğru dizayn edilmesi, gerekse çocukların gelişimini takip etmek açısından oldukça önemlidir. Radyografi gibi yöntemler bu ölçüm için kullanılsa bile günümüzde hesaplama formülleri oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır.

En yaygın olarak kullanılan hesaplama yöntemlerinden birisi 2002 yılında Mirwald ve arkadaşları tarafından geliştirilen hesaplama yöntemidir. Bu hesaplama yöntemi antropometrik verilerden bireyin olgunlaşma zamanını hesaplamaya çalışmasını amaçlamaktadır (108). Bu yöntemin diğer yöntemlere göre avantajı, oldukça pratik ve kolay tekrarlanabilir olmasıdır. Aynı zamanda müsabık ya da rekreasyonel sportif etkinliklere katılan bireylen büyüme ve olgunlaşma durumlarının monitorize edilmesi açısından kolaylık sağlamaktadır (109).

Mirwald ve arkadaşlarının geliştirdiği yöntemde, çocukların boy uzunluğu, bacak boyu, gövde boyu ve takvim yaşları bir denklemde kullanılır. Bu denklem sonucunda olgunlaşma zamanı hakkında bir sayısal veri elde edilir. Elde edilen veri 'eksi' ve 'artı' eksen arasında bir değerdir. Eksi bir ve artı bir arasında kalan bölge çocukların en hızlı büyüme atağı olması beklenen bölümü temsil ederken, eksi değerde henüz hızlı büyüme atağına ulaşılmadığını, artı bölümde ise büyüme atak hızının düştüğü belirtilir (108).

Mirwald ve arkadaşlarının geliştirdiği bu yöntem olgunlaşma takibinde yaygın olarak kullanılmasının yanında bilimsel yayınlarda olgunlaşma takibi için aktif



olarak kullanılmaktadır (110, 111). Özellikle spor bilimleri alanında yayımlanan çalışmalarda, oldukça pratik ve tekrarlanabilir olması sebebiyle tercih edilmektedir. Aynı zamanda boylamsal ve büyük popülasyonlu çalışmalarda idealdir (112).

#### **2.4. Gerilme Kısalma Döngüsü (GKD), Olgunlaşma ve Büyüme Etkileşimi**

Çocukluğumuzdan itibaren aktif oyunların içinde yer alır ve sıçrama, atlama, koşma ve çeşitli yön değiştirme hareketleri yaparız. Aynı şekilde bu hareketlerin gelişmiş versiyonları ise çeşitli spor dallarında temel biyomotor becerileri oluşturmaktadır. Bugün günümüzde sürat- zıplama ve atma becerileri hemen hemen bütün spor branşları için atletik performansın temelini oluşturur (113). GKD' nin hareket yapısına bakıldığında oldukça geniş bir hareket çevresinde değerlendirilmesi gereklidir. Gerçek yaşam koşullarıyla tutarlı hareketleri barındırır. Gerçek yaşamda çok az hareket izole ve yalnızca konsantrik yapıdadır. Gerilme kısalma döngüsü atletik performanstan başlayarak, günlük yaşam hareketlerinde bile görülmektedir (5).

Bu hareketlerin yapısı baktığımızda bir uzama fazından sonra ani bir kısalma aşamasının geldiğini görmekteyiz. Bu döngü yürüme, koşma, zıplama gibi tipik insan hareketinin her aşamasında rahatlıkla gözlemlenmektedir (114). Bir hareket esnasında, eksantrik aşama olarak adlandırılan gerilme (uzama) fazının ardından kısa bir amortizasyon - duraksama(steadystate) anı yaşanır, bu aşama izometrik faz olarak adlandırılır ve ardından konsantrik faz olan kısalma evresi gerçekleşir. Bu üç evrenin seri ve sorunsuz bir şekilde uygulanması ise 'Gerilme Kısalma Döngüsü (GKD) olarak adlandırılmaktadır (5).

Eksantrik fazda kasta ani bir uzama görülmektedir, kas uzayarak içerisinde elastik kuvvet depolar. Bu evrede kas tendon ünitesinin uzayarak, çapraz köprülerinde gerildiğinin ve potansiyel elastik enerjinin biriktiği düşünülmektedir. Aynı şekilde bu evrede ki kas fibrillerin yer değiştirmesinin de, kısalma fazından fazla olduğu düşünülmektedir (115). Kısalma evresine geçmeden önce kısa bir an olan amortizasyon (duraksama) yani izometrik kasılma evresine geçer. Bu evrede kas ve tendon yapısı depoladığı elastik kuvveti kaybetmeden kısalma evresine geçmeye

çalışır ve bu evrenin oldukça kısa olması gereklidir. Çünkü uzayan çapraz köprülerin tekrar normal durumlarına dönmesi için gereken süre 15-120 milisaniye arasında değişmektedir. Bu nedenle izometrik fazda amortizasyon süresinin minimum olması döngünün efektif hareket edebilmesi için kritik bir önemdedir (8). Amortizasyon evresinden sonra ise kısılma yani konsantrik evre gerçekleşir. Bu evrede oldukça hızlı bir şekilde kasılır ve hareketin gerçekleşmesi için kas ve tendon ünitelerinde biriken elastik kuvvet açığa çıkarılır. Açığa çıkarılan kuvvet ile birlikte hareket gerçekleştirilir (116). “Bir sıçrama esnasında, kas ilk olarak eksantrik, yoğun bir gerime maruz kaldığında, sadece konstriktör bir fazdan oluşan harekete göre daha iyi performans oluşturulduğu belirlenmiştir” (4). GKD atletik performans için geliştirilmesi gerekli bir yapıdır. Kuvvet ve gücün, patlayıcı hareketlere aktarımı içinde kullanılmaktadır. Pliometrik antrenmanlar gibi, seri ve ani güç çıktıları içeren antrenmanlarla birlikte antrene edilen GKD’ nin klasik kuvvet antrenmanlarına göre, uzun atlama ve patlayıcı kuvvet gibi parametrelerde daha verimli olduğu belirtilmiştir (117, 118). Gerilme kısılma döngüsünün performans üzerine etkisi yalnızca sıçrama ve sprint ile eşleştirilemez. Devamlı düz koşular esnasında da, gerekli etkinlikte kullanılmayan gerilme kısılma döngüsüne sahip sporcunun, tahmini olarak %30 – 40 daha fazla maksimal oksijen tüketimi (maksVO<sub>2</sub>)’ne sahip olduğu belirlenmiştir (119, 120).

GKD’ nin sınıflandırılması genellikle iki aşamada; hızlı ve yavaş GKD olarak değerlendirilmektedir. Bu döngünün sınıflandırılması için yerle temas süresi 250 milisaniye (ms) referans değer olarak kabul edilir. Gerçekleştirilen bir harekette yerde kalış süresi 250 ms’den az ise, ‘Hızlı Gerilme Kısılma Döngüsü’, 250 ms’ den fazla ise, ‘Yavaş Gerilme Kısılma Döngüsü’ olarak tanımlanır (121). Hızlı GKD kısa kasılma süreleri ve kalça, diz, ayak bileklerinin yer değiştirmesi ile karakterize edilir. Bu duruma örnek verilebilecek en iyi hareket, derinlik ve düşüş sıçramaları olabilir. Yavaş GKD ise daha uzun sürelerde kas kasılma sürelerine sahip ancak daha büyük güç çıktıları elde edilen hareketler ile karakterizedir. Yavaş eksantrik kasılmalarda kasın fazlar arası geçiş süreleri daha fazladır. Bu durum uzayan birim zamanda hızlı döngüye göre daha fazla kuvvet ve güç çıktısı üretmektedir (4).

GKD' nin nöromusküler sistem tarafından etkin bir şekilde reaksiyon verebilmesi için propriyoseptörlerin uyarılması gerekir. İki çeşit propriyoseptör GKD' de aktif olarak kullanılmaktadır, bu propriyoseptörler ise golgitendon organı ve kas içcikleridir (122). Genellikle tendonların bağlantı noktalarında bulunan golgitendon organı, kas gerilimini algılar, bu gerilimin regülasyonundan sorumludur (123). Kas içcikleri ise iskelet kaslarında bulunur ve gelen sinir uyarımlarını algılamakla yükümlüdür (124).

GKD' nin takibi ve antrenmanların bu döngüye göre dizayn edilmesi oldukça pratiktir. GKD doğrudan pliometrik antrenmanlar gibi kısa süreli ancak yüksek şiddette yapılan ve ağırlık merkezinin yer değiştirdiği egzersizlerle antrene edilebilmektedir (6, 125, 126). Ayrıca antrenmanların içeriklerini oluşturmak ve GKD' nin takibini yapmak içinse 'Reaktif Kuvvet' kavramı kullanılmaktadır. Reaktif kuvvet, sıçrama yüksekliğinin yerde kalış süresine bölünerek bulunan bir değere dönüşür. Bu değer sporcunun sıçrama eşiklerini belirlenmesinde ve onun antrenman yüklerinin belirlenmesinde koruyucu bir nitelik taşımaktadır. Özellikle pliometrik antrenmanlara benzer antrenmanlar, yüklerin, sıçrama ve düşük yüksekliklerinin iyi belirlenmesi gereken antrenmanlardır (127, 128).

GKD' nin etkilendiği yapısal ve nörofizyolojik birçok farklı parametre vardır. Bunların en başında gelen kas fibril tipi dağılımı, kas büyüklüğü, kas mimarisi, tendon ve kas tendon üniteleridir. Bu yapılar GKD kassal yapısını da açıklamaktadır. Bu yapıların büyüme ve olgunlaşma süreçlerinden doğrudan etkilenebildiği bilinmektedir. Çünkü büyüme ve olgunlaşma süreçlerinde kasların büyüklüğünden tendonların uzunluklarına kadar birçok faktör değişmektedir (10). GKD döngüsü genel olarak büyüme ve olgunlaşmadan pozitif olarak etkilenmektedir. Çünkü hem morfolojik hem de nöral gelişim, insanın büyümesi ile doğal olarak gelişip işlevsel hale gelir ve hareketin kalitesi nöromusküler olarak düzenlenir. Kas ve kası oluşturan yapılar doğal büyümenin sonucu olarak gelişen morfolojik yapılardır. Ayrıca büyüme ile gelişen sinir sistemi ile nöral aktivasyon gelişir. Buna bağlı olarak motor ünite katılımı, ateşleme sıklığı, kassal ve sinirsel koordinasyon, sinerjist destek de gelişir. Özellikle büyüme ile meydana gelen sinirsel uyum, doğal GKD gelişimine doğrudan destek sağlar (129). Çocuklarda bir hareket esnasında yetişkinlerin aksine

zıt etki gösteren kasların kasılmasının daha fazla gözlenmektedir. “Büyüme ile birlikte GKD çocuk daha fazla adapte olur, döngünün ve hareketin nöral kontrolü gelişir” (130).

Büyüme ile birlikte puberteye giren çocukta, kuvvet artışı görülmeye başlar. Bunun sebepleri hem nörolojik gelişim hem de kassal gelişimdir (131). Bu sebeple olgunlaşmayla birlikte çocuklar daha fazla kuvvet üretebilir ve kuvvet mekanizmalarına adapte olabilir. Kuvvet üretim hızında da artış görülmesi ile birlikte çocuk tarafından GKD daha efektif olarak kullanılabilir. Ayrıca büyüme ile doğal olarak artan kas kütlesi pozitif olarak GKD etkiler (132).

Büyüme ve olgunlaşma GKD kullanımını adaptasyonlarını geliştirir. Bu gelişim uyum hem nöral hem de nöromusküler olmaktadır.

#### **2.4.1. Gerilme Kısılma Döngüsünü Oluşturan Yapılar**

Gerilme kısılma döngüsü, gündelik hayattan, atletik performansa kadar hemen hemen bütün hareket yapılarında yer alsa da, birçok farklı yapının bir araya gelerek etkin olarak kullanılması sağlanır. Kas büyüklüğü, kas mimarisi, kasılabilir filamentler ve tendon yapısal bileşen olarak düşünebileceğimiz morfolojik yapıları oluştururken, gerilme refleksi, motor ünite katılımı, pre aktivasyon nöromusküler yapıyı oluşturmaktadır (8, 10).

#### **Kas Fibril Tipi Dağılımı**

İnsan organizmasında lokomasyon, kaslar, bağ doku ve iskelet birlikte gerçekleşmektedir. Hareketin temelini kas kasılması oluşturmaktadır. Kasların yapısına baktığımızda ise kasları oluşturan en küçük yapılar kas fibrilleri (lifleri) olarak adlandırılmaktadır (133).

İskelet kası, her biri farklı kuvvet, metabolik ve güç kapasitelerine sahip, heterojen dağılım göstermiş kas fibrillerinin bir araya gelmesiyle oluşur. Kas fibrilleri histokimyasal, biyokimyasal ve fiziksel özelliklerine dayalı olarak birkaç farklı lif tipi sınıflandırma sistemi geliştirilmiştir. Ancak genellikle yavaş ve hızlı kasılan kas fibril tipleri olarak değerlendirilmektedir (134). Yavaş kasılan kas fibrilleri, Tip-1 kas fibrilleri olarak, hızlı kasılan kas fibrilleri ise, Tip-2 olarak

adlandırılmaktadır. Bu kas fibrillerinin bir kas üzerinde baskın dağılımı ise kasın ne hızlı kasılabileceğini tanımlamaktadır. Ayrıca kollar genellikle tip-2 kas liflerinin baskın dağılımına sahipken, bacakların kas fibril dağılımı daha heterojendir. Kasılma hızlarında meydana gelen farklar, ATPaz-enzimlerinin yavaş ve hızlı olmasıyla ilişkilidir (135). Bazı kaslarda ise ekstremite lokasyonu fark etmeksizin belirgin kas fibril dağılımları bulunmaktadır. Gastroknemius kası, yüksek oranda baskın Tip-2 fibrillerden oluşur. Bu baskın dağılım daha patlayıcı ve ani kuvvet üretiminde fayda sağlar (136). Soleus kasında ise durum farklılaşır. Soleus kasında baskın olarak Tip-1 kas fibril dağılımı görürüz. Bu dağılım kuvvet ve patlayıcı aktiviteleri kısıtlarken, uzun süreli oksidatif iş süresini uzatır, yine de bu dağılımlar heterojendir (137).

Tip 1 ve Tip 2 kas fibrilleri arasında temel farklar bulunmaktadır. Öncelikle kas Tip-2 kas fibrillerinin çapları, Tip-1 kas fibril tipine göre daha kalındır ki bu durum maksimal gerilim ve salınımı kolaylaştırır. Enzimatik faaliyetlerde bu fibriller arasında değişiklik gösterir. Glikolitik enzimler hızlı kasılan fibrillerde daha yüksektir. Ayrıca kılcak kan damarları ve kapiler yapı hızlı kasılan liflerde oldukça az ya da gelişmemişken yavaş kasılan liflerde ise daha yoğundur. Aynı zamanda kalıtsal faktörler ve egzersiz bu dağılımları farklı oranlarda etkilemektedir (138).

GKD kas liflerinin yapısından ve dağılımından etkilenmektedir. Kas fibrilleri güç üretiminde doğrudan etkilidir ve GKD gibi hızlı kuvvet üretiminde aktif olan döngü için önemlidir. Antrenmanlar kuvvet gelişimi arttıkça, GKD daha yüksek kuvvet üretebilir ve daha patlayıcı tipte kas performansı gösterebilir (7). Büyüme ve olgunlaşma birlikte kaffibril tipi dağılımı üzerinde belirgin farklar gözlemlenmemektedir. Lif dağılımının genetik faktör olduğu ve büyümeden etkilenmediği düşünülmektedir. Doğumdan sonra çocuklarda büyüme ile birlikte var olan Tip 2c lifleri hızla azalırken, Tip 1 liflerinin oranlarının arttığı görülmektedir. Çocuk bir yaşına geldiğinde ise yetişkin Tip 1 dağılım oranının yaklaşmaktadır (139). Mevcut veriler üzerinde bir netlik olmamasına karşılık yetişkinler ve çocuklar arasında lif dağılım kompozisyonunun değiştiği düşünülmektedir. Tip 2 liflerinin daha fazla kuvvet ürettiği ve hızlı kısılabildiği göz önüne alındığında, olgunlaşmanın GKD'yi neden etkilediğini açıkladığı söylenebilir (10).

### **Kas Büyüklüğü**

Kas büyüklüğü kavramı, kasın enine kesit alanının büyüklüğü düşünülmektedir. İskelet kası bir insanın ömrü boyunca çeşitli nitelik ve nicelik bakımından çeşitli değişikliklere uğrar. Bu değişimler yaşa, beslenmeye, fiziksel aktiviteye bağlı olarak değişir. Doğru yüklerle uyarılan bir kas hipertrofi adı verilen bir mekanizma ile büyür, kasa gelen uyarım ve kasılma seviyeleri normalden düşükse atrofi ile küçülür (140).

Yetişkinlerde kasın sadece büyük olması ile üretilebilen kuvvet arasında kesin bir netlik yoktur. Kasların antrene edilmesiyle birlikte büyüyen kas kesit alanı, kuvvet artışı sağlamaktadır. Ancak kasların büyümesi sağlayan farmakolojik destekler ve farklı yöntemler ile kütle artışı olan bir kasta her zaman kuvvet artışı görülmemektedir. Kastaki kuvvet ve kütle artışı kasın antrene edilmesi ile ilişkilendirilebilir (141). Kasın sadece büyüklüğü ile kuvvet üretiminin doğrusal ilişkisini açıklamak için tek başına yeterli görülmemektedir. Kuvvet üretimi yetişkinler açısından, cinsiyet, egzersiz, yaşlanma gibi farklı parametreler içermektedir (142).

Çocuklar olgunlaşırken, özellikle puberte ile birlikte kas kütlelerinde artış görülmeye başlanır. Bu artış, büyüme ile birlikte kas üzerinde gözlemlenebilen en başlıca değişimlerden biridir. Ancak büyüme ile artan kas kuvvetini, doğrudan ve sadece kas kütlelerinde artış ile ilişkilendirmek doğru değildir(143). Kas kütlesi enine kesit alanı ve hacim olarak büyür ancak bunun işlevselliğini sağlayan kasın fonksiyonel çalışabilmesidir. Bunu sağlayan mekanik faktörlerden birisi kasın boyunun uzamasıdır. Aynı zamanda nöromusküler olarak gelişme kas üzerinde kuvvet üretim hızını arttırır. Devreye giren hormonlar anabolik süreçleri başlatır, bu da sinir sisteminin etkinliğini ve uyarım yoğunluğunu geliştirir (20).

### **Kas Mimarisi**

Kas mimarisi kavramını basitçe; “kas liflerinin kuvvetin oluştuğu yöne göre düzenlenmesi” olarak tanımlayabiliriz. Aynı şekilde kaslar arasındaki mimari farklar kasların kuvvet üretiminde ki belirleyici farkları oluşturmaktadır (144). “Kas

mimarisi, fasyal uzunluk, pennasyon açısı ve enine kesit alanı ile karakterize edilmektedir”(145).

İnsan vücuda her kas, farklı bir eklem için farklı bir düzende yapışır. Bu farklılıklar ortaya konacak işin optimize edilmesi içindir ve kas mimarisi olarak nitelendirilir. Kasın içinde kifibrillerin mimarisi, kasın fonksiyonel kapasitesinde önemli yer tutar. “Kasın enine kesit alanındaki artış, büyüme sırasındaki kuvvet çıktısıyla ilişkiliyken, kasın spesifik mimari gelişimi, çocukluktan yetişkinliğe geçişteki kuvvet kazanımında büyük bir rol oynayabilir” (10).

Kas mimarisi üzerinde olgunlaşmanın doğrudan etkisi vardır. Olgunlaşmanın bütün aşamalarında kas mimarisi morfolojik değişkenlik göstermektedir. Kas mimarisi üzerinde oluşan değişim, doğrudan kuvvet üretme hızını etkilemektedir, kuvvet üretme hızı ve olgunlaşmanın da pozitif ilişkisini kanıtlar (146).

### **Fasikül Uzunluğu**

Kas fasikül uzunluğu, doğrudan güç gerektiren fiziksel aktivitelerdeki performansla ilişkilendirilebilir. Uzun fasikül uzunlukları, daha geniş açılarda kasılabilir. Geniş açılarda kasılma, kasılma hızını artırır ve kuvvet, patlayıcılık gerektiren performans hareketleriyle eşleştirilir (147). Sedanter bireylerle karşılaştırıldığında müsabık sprinterlerin fasikül uzunluklarının daha fazla olduğu görülmüştür (15).

Fasikül uzunluğu antrenmanlarla birlikte arttırabildiği görülmüştür. Antrenmanların bir sonucu olarak kesit alanın ve boylamsal olarak uzayabildiği ve kuvvet üretimini arttırabileceği söylenmektedir. Fasikül içindeki sarkomer sayısında artışlar fasikül uzunluğunun artmasını sağlayabilmektedir. Artış gösteren sarkomer sayıları, dinamik kas kuvveti üzerinde hem kuvvet - uzunluk, hem de hem de kuvvet hız özelliklerini değiştirir. Fasikül uzunluğunu özellikle eksantrik kuvvet antrenmanları geliştirebilmektedir. Eksantrik bir kasılma sırasında çapraz köprülerin morfolojisinden dolayı elde edilen yüksek gerimin, fasikül uzamasında etkili olabileceği belirtilmektedir (148).

Fasikül uzunlukları genellikle iç (derin) apranözden, suprafasyalapranoz arasında ölçülür ve sarkomer sayısı hakkında hakkında bilgi verir. Olgunlaşmayla

birlikte performans üzerinde gelişme sağlar. Adölesanların fasikül uzunluklarının çocuklara oranla yüksek olduğu bilinmektedir. 15 yaşına gelmiş çocukların fasikül uzunlukları genellikle yetişkinlik boyuna ulaşmaktadır (149).

### **Pennasyon Açısı**

Pennasyon açısı, kas liflerinin tendon hareket çizgisine göre açısını ifade eder ve kasın önemli bir fonksiyonel özelliğidir. Pennasyon, fasiküllerin kas öbeğinin uzun eksenine paralel olarak yerleşen kas şeritlerine kıyasla, kas tendonuna eğik olarak bağlanan kas fasiküllerinin yerleşimini gösterir. Pennasyon açısı, kas demetlerinin kuvvet üretim eksenine veya "kuvvet üreten eksene doğru" uzandığı (yerleştiği) açı anlamına gelir (135).

Pennasyon açısının maksimal kısalma hızı üzerinde temel olarak 2 farklı fizyolojik etkiye sahiptir. Pennasyon açısında olabilecek bir artış, tendona bağlanan kas fasiküllerinin de sayısını artırmakta ve fizyolojik kesit alanını da artırmaktadır. Bu durum daha geniş pennasyon açılarına, geniş pennasyon açıları ise daha kısa fasiküllere sebep olmaktadır. Sonuç olarak kas daha düşük maksimum kısalma hızı ortaya çıkarır. (150). Kasın optimal pennasyon açısının 45 derece olduğu öne sürülmektedir. Çoğu kasın genel etki alanına yapışmasına karşılık, maalesef çok az kas 45'lik bir açıyla yapışır. Pennasyonaçısında ki bu değişiklik, kas kesit alanı artmadan da kuvvet üretimini sağladığı söylenmektedir (151). Ancak kesit alanının artması tendon fasiküllerini kısaltır ve tendon boyunca iletilebilen kuvvet oranı azalır (152).

Olgunlaşma boyunca gerilme kısalma döngüsündeki değişiklikler vücut bölümleri ve kasa göre farklılaşmaktadır. Belirli uzuvlardaki meydana gelen pennasyon farklılıkları kemik büyümesi ve gelişimine bağlı olarak, kasında büyümesinden etkilenmektedir. Olgunlaşma boyunca pennasyon açıları artmaktadır. Bu enine kesit alanının büyümesi ve kuvvet üretiminin artması beklenir (10, 153)

Ancak sadece pennasyon açısının değişmesi, doğrudan kas kuvvetini etkilemez. Çünkü artan kas kesit alanının yanında, kas ve tendonsertliği ve gelişen motor tendon ünitesinin etkisi büyüktür (154).



### 2.4.2. Tendon

Tendonlar; kasların kemiklere bağlanmasını sağlayan bir bağ dokusudur ve bir kasın üretebildiği kuvveti, bağlı olduğu iskelet sistemi ile ortaya çıkarmasını sağlar. Baskın olarak sudan meydana gelmektedir ve Tip 1 adı verilen kolajen yapılardan meydana gelir (155). Bir hareketin yapılmasını ve hareket esnasında dengelenmeyi sağlarlar. Tendonlar hafif ensek yapıdadır ve %6 ila 15 arasında boy uzunluklarına göre esneyebilmektedirler. Uzun ve güçlü bir tendonu germek için yüksek miktarlarda enerji gereksinimi duyulmaktadır. Gerilen bu tendonda meydana gelen gerilme enerjisi, tendon serbest bırakıldığında hızlıca kısalarak enerjinin salınımı sağlanır. Hareket esnasında tendonlarda oluşan gerginlik hissi ve tendonun gevşetilerek serbest bırakılması, kıkırdak yerine darbeleri tendonların emmesini ve doğal amortizasyon görevi görmesini sağlar (156).

“Tendon, tendonun uzun eksenine paralel uzanan kolajen yapı, fibriller, lif demetleri, fasiküller ve tendon birimlerinden oluşan çok birimli hiyerarşik bir yapıya sahiptir”(157). Bu yapı bütün lif demetlerini, bağlı bulunduğu tendonun uzun eksenine hizalar ve bu yöntemle kas üzerinde mukavemet oluşturabilir. Bir mikroskop yardımı ile fibriller incelendiğinde ise kıvrım modeli olarak adlandırılan yapı görünür (157).

Tendon, GKD’ de oldukça önemli bir parametredir. Kompleks kas ve tendon etkileşiminin, elastik enerjinin depolanması ve salınımında, uzama ve hızlı şekilde kısalmada ve potansiyel kuvvet üretiminde aktif olarak yer almaktadır (3).

### Tendon Boyu ve Özelliği

Tendonlar çocukluktan ergenliğe geçiş süreci boyunca hem boyut hem de yapısal olarak çeşitli değişimlere adaptasyon sağlarlar. Tendonların boyu ise özellikle işlevsel olarak etki yaratmaktadır. Uzun ve ince tendonlar elastik enerjinin depolanmasını kolaylaştırırken, kısa ve sert tendonların gerime dirençleri daha fazladır ve elastik enerji için fazla katı olarak tanımlanmaktadır (149).

Tendon boylarının uzun olması teorik olarak üretilebilecek olan potansiyel enerjinin fazla olacağını öne sürmektedir. Çünkü uzayan tendonda daha fazla elastik enerjinin depolanabileceği düşünülmektedir. Uzayan tendonun kısalmasıyla birlikte

ortaya çıkan kuvvet, tendon boyunun uzun olması ya da daha uzun gerimlerde işe tabi tutulmasıyla giderek artmaktadır. GKD gibi tendonların hızlıca uzayıp kısaldığı bir döngüde performans için önemli olduğu belirtilmiştir (153, 158). ZBUH dönemi ile birlikte organizma üzerinde hızlı kütle artışları görülmektedir. Kütle artışları ile tendonların gelişmesi arasında ilişki olduğu düşünülmektedir (159).

Büyüme ve olgunlaşma esnasında, tendonların boyunda ve enine kesit alanlarında önemli artışlar meydana gelir. Olgunlaşma süresince artan kas kütlesi, tendonlar üzerinde giderek artan bir iç yük meydana getirir. Olgunlaşma ile birlikte büyüme ve iç yükün işlevi tendon büyümesinde ikili bir uyaran görevi görebilmektedir. Bu durum tendonun boyutsal ebatlarında gelişme sağlarken aynı şekilde sertliğinin artmasını da sağlamaktadır (160).

GKD' nin en etkin belirleyicilerinden birisinin tendonların uzunluğundan daha çok tendonların sertliği olduğu belirtilmektedir. Tendon sertliği yaşla birlikte artmakta ve çeşitli iç adaptasyonlar oluşturmaktadır. Bu adaptasyonlarında doğrudan tendon sertliği üzerinde etkisi bilinmektedir. Tendonun sertliği kuvvet üretim hızını etkilemektedir (10).

### **Tendon Sertliği**

Sertlik tanımına baktığımızda, kelimenin kökeni fizik biliminden gelmektedir ve “uygulanan bir gerilmeye direnecek bir sistemin niteliği” olarak tanımlanabilir. “En basit anlamıyla, sertlik, belirli bir kuvvet ile bir cismin veya cismin deformasyonunun büyüklüğü arasındaki ilişkiyi tanımlar (161)”. Kas ve tendon yapıları üzerinde sertlik ile kuvvet çıktısı, hız ve iş ekonomisi üzerinde pozitif bir ilişki olduğu bilinmektedir (162). Tendon sertliğinde genellikle patlayıcı ve yüksek kuvvet üretimi gereken sporlarda etkili olduğu bilinmektedir. Farklı hareket parametrelerine sahip sporlar branşları üzerinden düşünüldüğünde tendon sertliği patlayıcı spor branşlarıyla uğraşan sporcularda da daha yüksek gözlemlenmiştir (163).

Tendonların mimari özellikleri ve sertliği antrenman ya da çeşitli dış etkilere adapte olabilecek özelliktedir. Yapılan düzenli pliometrik tipte antrenmanlara adapte olan tendon, kasılıp gevşeme esnasında kaybettiği güç oranını azaltarak, elastik

enerjiyi; tendon sertliğini artırarak daha verimli kullandığı bilinmektedir (164). Bir kasta oluşacak güç çıktısı için gerekli olan optimum fasikül uzunluğu ve tendon sertliği, ortaya çıkacak işin anahtar faktörüdür. Düşük fasikül uzunlukları ve beklenenden düşük sertlik değerlerine sahip olan tendonların, ancak çok büyük kas hacimlerine sahip olduğunda, koşu ve patlayıcı hareketler için gereken gücü üretebileceği belirtilmiştir (165). Koşu ekonomisi ve gücün aktarımı için tendonların sertliği önemlidir. Koşu için gerekli olan kuvvetin düşürülmesi ve ortaya çıkan gücün etkili bir şekilde taşınmasında tendon sertliği ile koşu ekonomisi arasında bir ilişki görülmektedir (166, 167). Hareket esnasındaki kas tendon sertliği kadar, pasif sertlikte sıçrama performansı ile ilişkilidir. Pasif sertlik, kas ve tendonun gerimden ve mekanik yükten ayrıştırıldığında (dinlenmede – dinlenik halde) gözlemlenen sertliktir. Pasif sertliğin derinlik sıçraması gibi GKD' nin doğrudan gözlemlenebildiği hareketlerde önemli olduğu belirtilmektedir (168).

Büyüme ve olgunlaşma ile birliktetendon sertliği gelişim göstermektedir. Tendonların sertliğindeki artış, büyüme bağlı olarak artan vücut kütesinin gelişimiyle paraleldir. Çünkü rutin hayat içerisinde tendon ve kas tendon ünitelerine binen yükler artmaktadır (149). Kubo ve ark. 2014 yılında büyüme, plantarfleksör kaslar ve tendonları incelemişlerdir. Çalışmaya göre kas mimarisi ve tendonların yapısal bütünlükleri büyüme ile ilişki göstermektedir (169). Çocuklarda ve yetişkinlerde tendon sertliğinin büyük bir kısmı, vücut kütesi ve kuvvet üretiminin ilişkisinden kaynaklanmaktadır (170). Ayrıca çocuklar ve yetişkinlerde kuvvet üretimi incelendiğinde, çocukların yetişkinlere göre daha fazla sinirsel gecikme ortaya koyduğu ve daha az kuvvet üretim hızına sahip olduğu görülmüştür. Ayrıca aşıltendon sertliğine bakıldığında, en küçük yaşa sahip çocukların daha az tendon sertliğine sahip olduğu ve büyümeyle beraber arttığı görülmüştür (171).

### **2.4.3. Gerilme Kısalma Döngüsü ve Performans**

GKD' nin doğası, enerjiyi ve kas aktivasyonunu arttıran hızlı bir eksantrik kasılmanın ardından, izometrik bir amortizasyon evresinin hemen ardından meydana gelen konsantrik bir kasılmadan oluşmaktadır. Ön aktivasyon (aktivasyon öncesi), gerçekleşecek hareket öncesinde kasların aktive edilmesi, gerilme refleksi ve kas uzunluklarının değişmesini içeren önemli bir fazdır. Sıçrama yüksekliğinin artması,

sıçrama esnasında kütle merkezinin yer değişmesi ve hızın oluşumukonsantrikevrede gerçekleşir (172, 173). Kasın boyunun doğrudan konsantrik olarak kasılıp kısılmasından önce gerçekleşen bir eksantrik bir gerimde, mekanik iş kas tendon ünitesinden elastik enerji olarak serbest bırakıldığında performansı geliştirir (174, 175).

GKD' nin verimli olarak kullanılması, atletik performansı geliştirebilmesi ve antrene edilebilmesi için, antrenman veya egzersizin şiddeti oldukça önemlidir. Pliometrik egzersizler gibi yüksek şiddetli ve dinamik yapıları egzersizler GKD takibinde kullanılan reaktif kuvvet indeks değerlerini geliştirmektedir. Pliometrik tipte antrenmanlar GKD geliştirir, optimize hale gelen GKD, atletik performansı yükseltebilmektedir (4). Yüksek şiddetli pliometrik antrenmanların, antrenman hacimleri ise farklı bir parametredir. Jeffreys ve ark. yaptıkları çalışmada, yüksek ve düşük hacimli pliometrik antrenmanlarda GKD incelenmiş, yapılan antrenman sonucunda reaktif kuvvet indeksinde, dar hacimli antrenmanların kullanılmasının antrenman planlanmasına daha uygun olacağı belirtilmiştir (6).

GKD dikey sıçrama ve yön değiştirmelerin çok olduğu spor branşlarında performansı etkileyen önemli bir parametredir. Dikey sıçrama olan spor branşlarında (basketbol, voleybol, hentbol vb.) dinamik sıçramaların hemen hemen hepsinde GKD faydalanılmaktadır (176-179). GKD yalnızca sıçramalarda atletik performans bileşeni değildir. Sprintler ve kısa oyun alarında seri yön değiştirme ve çeviklik becerilerinin sergilendiği spor branşlarında da önemlidir. Hem kısa hem de uzun GKD hareketleri sprint performansı ile ilişki göstermektedir. Sprint esnasında ayakların yerde kaldığı sürenin kısalığı bu parametreyi etkiler (180). Ayrıca dayanıklılık sporlarında da bir performans bileşenidir. Çünkü gelişmiş bir GKD koşu ekonomisini geliştirir ve sporcunun performansını belirleyicilerinden önemli bir tanesidir (181).

GKD içerisinde seri balistik hareketler ve elastik komponentlerin kullanıldığı hareketler için, performansı artıran en önemli parametrelerden birisidir.

### **Sürat ve İvmelenme**

Sprint biyomotor yeteneği, birçok spor için başarıyı sağlayan en önemli parametrelerden birisi olarak görülmektedir. Sprinterlerin ivmelenme becerisine bakıldığında başlangıçtan itibaren 30-50 metreye kadar sürebildiğini sonrasında ise en yüksek hıza erişildiğini görmekteyiz (182). Ancak birçok spor branşının oyun alanları incelendiğinde, atletizm pisti uzunluğunda olmadığını görmekteyiz. Özellikle salon sporlarının oyun alanı, atletizm pistindeki kısa mesafe koşuları gibi ivmelenme süratinin oluşması için yeterince uygun değildir. Bu durumlarda ivmelenme becerisi salon ve dar alanlarda yapılan branşlar için daha fazla önem arz etmektedir (183).

Meylan ve Malatesta sezon içinde yaptıkları 8 haftalık pliometrik kuvvet antrenmanının, genç sporcular üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Çalışma sonunda sporcuların sıçrama parametrelerinin yanısıra, 10 metre sprint ve çeviklik testlerinde istatistiksel olarak anlamlı düşüş görmüşlerdir (184). Salaj ve Markovic ise yaptıkları çalışmada, sıçramatemelli GKD' nin; sürat, zıplama ve yön değiştirme becerileri ile olan etkileşimine bakmışlardır. Çalışma sonunda sıçrama temelli GKD' nin diğer parametreler ile doğrudan etkileşimde olduğunu belirtmişlerdir (185). Pliometrik antrenmanların, GKD için en etkin antrene etme yöntemlerinden birisi olduğu, top ile oynanan ve beceri gerektiren sporlarda GKD' yi geliştirmek, atletik performansı yükseltmek için en ideal olduğu bilinmektedir. Genç sporcularda GKD' nin antrenmanlarla gelişiminin en önemli etkilerinden birisinin pliometrik antrenmanların sinerjistik kas uyumlarını geliştirmesinden kaynaklandığı da belirtilmiştir (186).

Farklı spor tiplerinde sprint ve ivmelenme becerisi de, antrenmanlarla birlikte zamanla yapılan spora özgü hale gelmektedir. Klasik bir sprint yarışında yarışmacıların atletizm pistinde kat ettikleri mesafe, salon veya geniş alanda yapılan topla oynanan takım sporlarında rasyonel değildir. Yapılan çalışmalarda takım sporlarının birkaçında koşulan sprint mesafesi 20 metreden kısa olmaktadır. Bu koşu profilinde ivmelenmek 6-10 metrelik alanlarda olduğu düşünülmektedir. Salon sporları ve toplu takım sporlarının bir çoğunda ivmelenme becerisi büyük önem arz eder (187). Sürat becerisinin en yüksek hıza ulaşması ve burada sürdürülmesi önemli bir atletik performans parametresidir. Young ve arkadaşları sprint biyomekaniği

üzerinde yaptıkları çalışmada GKD' nin sprint performansı üzerinde önemli bir etki oluşturduğunu söylemişlerdir. GKD ve ivmelenme, ivmelenmesirasındazayıf ilişki oluştururken, en yüksek hıza ulaşıldığında güçlü bir ilişki göstermiştir (188). İvmelenmenin geliştirilmesinde, 20 metrelik alanlar içerisinde, serbest sprint antrenmanları ile, dirençli sprint antrenmanlarının optimal gelişim sağlayacağı bildirilmiştir. Ancak çeşitliliğin önemi ve farklı tipte antrenmanlarında modaliteler içerisinde olması gerektiği bilinmektedir (187).

### **Sıçrama**

Sıçramak, bireyin kendisi yatay veya dikey ekseninde yerçekimini yenerek kütle merkezinin yer değiştirmesi olarak tanımlanmaktadır. Sıçrama döngüsünün kinematik yapısı gereği GKD oldukça kolay gözlemlenebilir. Olası sıçrama performansını yükselttiği bilinmektedir. Gerilme kısalma döngüsünün sıçrama üzerine potansiyel etkisi, elastik enerjinin depolanıp konsantrik bir kasılmaya göre daha fazla kuvvet üretmesini sağlamaktır (5).

### **Aktif Sıçrama**

Aktif sıçrama, GKD' de yavaş gerilme kısalma döngüsü ile değerlendirilmektedir. Genellikle 250 milisaniye üzünde yerde kalış süresine sahiptir, aktif sıçramada üretilen hareket hızı diğer sıçrama türlerine göre yüksektir. Gerilme, hareketin yapıldığı süre boyunca devam eder (149). Aktif sıçrama hareketi diğer zıplama türlerine göre biraz farklı olarak tanımlanır. Derinlik sıçraması gibi gerim düşerek sağlanmadığı, squat sıçrama gibi gerilim sağladıktan sonra sıçrama yapılmaz. Aktif sıçramada birey ellerini beline sabitler ve dik durumda başlar. Ardından hızlı bir şekilde diz ekstansiyonu yapar ve hemen konsantrik aşamaya geçerek sıçrar. Bu sıçrama yerde kalış olarak süresi olarak düşüş sıçramalarından uzun görünmesine rağmen üretilen kuvvet ve kuvvet hızı olarak büyüktür (189).

### **Derinlik (Depth) Sıçraması**

Derinlik sıçraması basitçe bir sporcunun belirlenen bir yüksekten düşmesini ve yere temas eder etmez tekrar bir dikey sıçrama gerçekleştirmesi gereken sıçrama tipidir. GKD' nin reaktif kuvvetini geliştirmek, sıçrama yüksekliğini arttırmak için günümüzde sıklıkla uygulanan bir pliometrik antrenman yöntemidir. Derinlik

sıçramalarında antrenman yükleri ve etkinliği yükseklik ile ayarlanmalıdır ve sporcuya yönelik olmalıdır (190).

Derinlik sıçramasında ortaya çıkan güç çıktıları oldukça yüksektir, çünkü karşı mukavemet oldukça yüksektir. Derinlik sıçramaları sıçrama yüksekliğini geliştiren en önemli sıçrama yöntemlerinden birisi olduğu düşünülebilir. Derinlik sıçramaları maksimal kuvvet çıktıları hedefler. Bu yüzden derinlik sıçramalarının antrenman hacimleri yüksek olmamalıdır (191).

### **Düşüş Sıçraması**

Düşüş sıçraması, bir yükselti üzerinden yere düşüp, düşer düşmez tekrar karşı mukavemet göstererek, dikey sıçrama prensibine dayanır. Derinlik sıçramalarına oldukça benzese de düşüş sıçramalarında ana odak yerde en az süre kalmaya çalışmaktır. Düşüş sıçramaları mutlaka bir yükseltide kutu üzerinden ve başlamadan önce tamamen gevşemiş durumda olmalıdır (192). Derinlik ve düşüş sıçramaları tanımlamaları ilk olarak Verkhoshansky' ye kadar gidebilir. İki sıçrama arasında en belirgin fark olarak, düşüş sıçramalarında bacak fleksiyonunda bir sınırın olmasıdır. Sıçramayı yapan bireye bacakların çok fazla fleksiyon yapmaması istenirken derinlik sıçramasında bacak fleksiyonu kısıtlılığında söz edilmez, birey serbest bırakılır. Bu farkın sonucu olarak; yerde kalış süreleri arasında ciddi farklar görülmektedir. Düşüş sıçramasının yerde kalış süresi genellikle 250 milisaniyenin altında olması beklenirken, derinlik sıçramasının yerde kalış süresi 250 milisaniyeden oldukça fazladır. Sıçrama çalışmalarının çıktısı da farklı beklenmektedir. Düşüş sıçramasında nöromusküler ve merkezi sinir sisteminin hızlı yanıtları beklenirken, derinlik sıçramalarında maksimal kuvvet çıktısı hedeflenir (193).

Düşüş sıçramaları iki farklı harekette kategorize edilir. Düşüşün ardından sekerek yapılan sıçrama (Bounce Drop Jump) ve düşüş ardından aktif sıçrama (Drop Countermovement Jump) haline dönen sıçrama. Sekerek yapılan sıçramanın ani ve hızlı olması gerekirken, aktif sıçramayla devam eden şekilde, bacak fleksiyonu ve yerde kalma süresi, yer çekimine karşı mukavemet oluşturması açısından fazladır (193).

### **Optimal Düşüş Yüksekliği (ODY) ve Reaktif Kuvvet İndeksi (RKİ)**

Optimal düşüş yüksekliği ve reaktif kuvvet indeksi kavramları birbirleri ile iç içe kullanılan kavramlardır. Bir bireyin ODY' ni belirlemek için mutlaka RKİ' ne ihtiyaç duyulmaktadır.

RKİ temelinde, GKD ve pliometrik antrenmanların etkilerini veya efektifliklerini pratik olarak tanımlamaya yarar. RKİ 'Kuvvet Nitelikleri Değerlendirme Testi (StrengthQualitiesAssessment Test)' nin bir bataryası olarak geliştirilmiştir. RKİ, santimetre cinsinden sıçrama yüksekliğinin, milisaniye cinsinden yerde kalış süresine bölümünden hesaplanmaktadır. Young patlayıcılığı ölçmeye yaradığı tanımında bulunmuştur (4).

ODY tanımı ise, bir sporcunun pliometrik antrenmanlarda kullandığı düşüş ve derinlik sıçramalarında, düşmek için kullanacağı ideal yüksekliği tanımlar. Çünkü bireysel olarak optimize edilmemiş düşüş yüksekliği, sporcunun antrenman verimini kısıtlayacağı gibi onu yaralanmalara açık hale getirir. ODY giderek yükseltisi artan bir derinlik sıçraması antrenmanında RKİ değerlerinin kayıt alınmasıyla oluşur. RKİ giderek artacaktır ancak RKİ değerinin en yüksek değerden düşmeye başladığı nokta kırılma kabul edilir. Kırılmanın yaşandığı yükseklik ise sporcunun ODY' ni ifade eder (190).



### 3. YÖNTEM

#### 3.1. Araştırma Grubu

Çalışmaya Ankara ilinde bulunan, yaş ortalaması  $13,1 \pm 2,0$  ve  $12,7 \pm 2,6$  yıl olan, müsabık seviyedeki düzenli antrenman sporcular ve düzenli antrenman yapmayı yalnızca rekreatif etkinliklere katılan çocuklardan oluşan 261 çocuk gönüllü olarak katılmıştır. Katılımcılar, GKD'nin yoğun olarak kullanıldığı basketbol ve voleybol branşlarından seçilmişlerdir. Çalışma başlamadan önce Hacettepe Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Çalışmalar Etik Kurulundan etik kurul izni (GO18/845) alınmıştır (EK-1). Bütün katılımcılar, aileleri ve antrenörlerine çalışma öncesi bilgi verilmiş, karşılaşılabilecekleri riskler bildirilmiş ve onam formu okutulup imzalatılmıştır (EK-2). Düzenli antrenman grubunu oluşturan katılımcılar, haftalık en az 4.5 saat antrenman yapması ve en az 1 yıldır müsabık olması şartı aranmıştır. Düzenli antrenman yapmayan grup ise, yalnızca haftada iki saati geçmemek üzere, rekreatif olarak spor etkinliklerine katılması şartı aranmıştır.

#### 3.2. Veri Toplama Araçları

##### 3.2.1. Antropometrik Ölçümler

Katılımcıların boy uzunluğu ve gövde boyu ölçümlerinde; 0,1 cm ölçüm hassasiyetine sahip portatif stadiometre (Holtain, İngiltere) kullanılmıştır.

Vücut ağırlığı ölçümleri elektronik baskül (Tanita BC730, İngiltere) ile ölçülmüştür.



Şekil 3.1. Portatif Stadiometre



Şekil 3.2. Dijital Baskü

### 3.2.2. Sprint Ölçümleri

Sprint sürelerini belirlemek için çift kapılı fotosel sistemi ( FusionSport, SmartSpeed, Avustralya) kullanılmıştır. Ölçülen bütün veriler kablosuz bir dijital ekran yardımıyla kayıt altına alınmıştır.



**Şekil 3.3.** Çift Kapılı Fotosel Sistemi

### 3.2.3. Derinlik Sıçraması Ölçümleri

Derinlik Sıçraması; çeşitli yüksekliklere ait atlama kutuları üzerinden, sıçrama matı (Fusion Spor, Smart Jump) üzerine yapılan sıçramalar sırasında ölçülmüştür. Elde edilen verilerin kablosuz dijital bir ekran yardımı ile kayıt altına alınmıştır.



**Şekil 3.4.** Sıçrama Matı ve Dijital Sistemi



**Şekil 3.5.** Sıçrama Kutuları

### 3.2.4. Boy, Oturma Boyu Uzunluğu ve Vücut Ağırlığı Ölçümleri

Çalışmaya katılan katılımcıların antropometrik ölçümleri aynı ölçüm gününde gerçekleştirilmiştir. Katılımcılardan Stadiometre üzerinde elleri yanda dik bir durumda durmaları istenmiştir. Derin bir nefes aldıktan sonra düz bir biçimde karşıya bakmaları istenmiş ve elde edilen veriler santimetre (cm) cinsinden kayıt altına alınmıştır.

Katılımcıların oturma boyları uzunluğunun ölçümünde portatif Stadiometre üzerinde çeşitli yükseklikler kullanılarak ölçüm gerçekleştirilmiştir. Katılımcıların diz fleksiyon açısının 90 derecelik tam açı oluşturmasına dikkat edilerek, bir yükselti üzerinde oturtulmuş, ölçülen değerden yüksekliği çıkarılarak gövde boyu hesaplanmıştır (230). Ayrıca her katılımcıya göre yükseklik belirlenmiş ve diz fleksiyon açısı gözetilmiştir. Elde edilen değerler santimetre (cm) cinsinden kayıt altına alınmıştır.

Katılımcıların bacak boyu ölçümleri ise, ölçülen boy uzunluğundan, gövde uzunluğunun çıkarılması ile elde edilmiştir. Santimetre cinsinden kayıt altına alınmıştır.

Katılımcıların vücut ağırlıkları, baskül üzerine ayakkabısız olarak çıkarılarak, dik duruşla birlikte katılımcının hareketsiz konumda kalması istenmiş, baskül üzerinde yazan değer kilogram (kg) cinsinden kayıt altına alınmıştır. Covid – 19 salgını nedeniyle tüm antropometrik ölçümleri tamamlanan bir katılımcıdan sonra, ekipmanlar temizleyici özelliğe sahip ürünler ile dezenfekte edilmiştir.

### 3.2.5. Biyolojik Olgunlaşma Hızının Hesaplanması

Biyolojik olgunlaşma hızı kullanılırken Mirwald denklemi kullanılmıştır (108). Bu denklemlerde elde edilen değerler yerlerine yazılmış ve her bir katılımcı için ayrı ayrı hesaplanmıştır. Denklemler ise cinsiyetlere göre şöyledir;

Denklem 1:

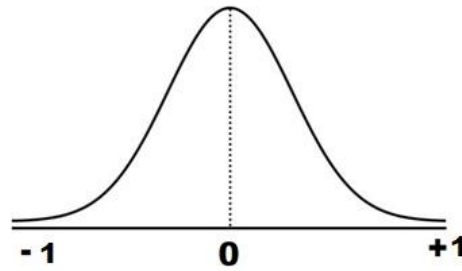
$$\text{Erkek katılımcılar için,} = (0.0002708 * (\text{Bacak uzunluğu}) * (\text{oturma boyu})) - (0.001663 * (\text{kronolojik yaş}) * (\text{Bacak uzunluğu})) + (0.007216 *$$

$$(kronolojik\ yaş) * (oturma\ boyu)) + (0.02292 * (vücut\ ağırlığı) / (boy\ uzunluğu)) - 9.236$$

Denklem 2:

$$\begin{aligned} \text{Kadın katılımcılar için,} &= (0.0001882 * (Bacak\ uzunluğu) * (oturma\ \\ &boyu)) + (0.0022 * (kronolojik\ yaş) * (Bacak\ uzunluğu)) + (0.005841 * \\ &(kronolojik\ yaş) * (oturma\ boyu)) - (0.002658 * (kronolojik\ yaş) * (vücut \\ &uzunluğu)) + (0.07693 * (vücut\ ağırlığı) / (boy\ uzunluğu)) - 9.376 \end{aligned}$$

Belirlenen denklemlere göre biyolojik olgunlaşma hızları belirlenmiştir. Biyolojik olgunlaşma hızları antropometrik ölçümlerden elde edilmiş olup, katılımcıların olgunlaşma gruplarına ayrılması ise 3 kategoride olmuştur. Denklem sonuçlarındaki değerlere göre, ZBUH Öncesi -1 ve öncesi, ZBUH Esnası -1 ve 1 değerleri arası, ZBUH Sonrası Dönem ise 1 ve sonrası olarak belirlenmiştir.



Şekil 3.6. Biyolojik Olgunlaşma Hızı Eğrisi

### 3.3. Verilerin Toplanması

Çalışmaya katılan bütün katılımcıların, antropometrik değerleri ve GKD için tanımlayıcı olan sprint ve Derinlik Sıçraması ölçümleri yapılmıştır. Antropometrik ölçümler ve performans ölçümleri aynı gün içerisinde yapılmıştır. Antropometrik ölçümler, performans testlerinden önce yapılmıştır. Covid – 19 salgını sebebiyle katılımcılar ölçümlere tek tek dahil edilmiş ve sosyal mesafe kurallarına uygun davranılmıştır.

Katılımcıların antrenman ve etkinliklere katılım saatleri ve spora başladıkları yaşın tespiti için sorulan sorular, antropometrik ölçümlerden sonra ısınma evresinden önce yapılmıştır. Covid – 19 salgını nedeniyle katılımcılara verilen kalemler başka katılımcıya verilmeden dezenfekte edilmiş, kağıtlar ise yalnızca araştırmacılar tarafından teslim alınmıştır.

Bütün katılımcılar aynı ısınma protokolünden geçirilmiştir. Isınma protokolü 5 dakikalık düşük – orta tempo koşu ve 5 dakikalık dinamik ısınma şeklinde gerçekleştirilmiştir. Isınmada yapılacak hareketler araştırmacıların yönergeleri ile gerçekleştirilmiştir. Isınma protokolünün tam hali ekte verilmiştir (EK -3). Isınma protokolünden sonra katılımcılar sprint ölçümlerine dahil edilmiştir. Sprint ölçümlerinin bitiminin ardından 5 dk'lık ara verilmiş ve katılımcılar derinlik sıçraması ölçümlerine dahil edilmişlerdir.

### **3.3.1. Sprint Ölçümleri**

Sprint ölçümleri çift kapılı fotosel yardımı ile, toplamda 20 metrelik bir mesafe içerisinde yapılmıştır. Ölçümlerde aynı zamanda ivmelenme süreleri de ölçülmüştür. Başlangıç noktasına, 5. metreye, 10. metreye ve 20. Metreye yerleştiren fotoseller ile ivmelenme süresi ve 20 metrelik sürat süresi ölçülmüştür.

Katılımcılara kapılar arasından normal koşu formunda geçmeleri söylenmiş, bitiş noktasını geçmeden yavaşlamamaları bildirilmiştir. Katılımcılar 2 tekrar yapmışlar, en iyi dereceleri kayıt altına alınmıştır. Tekrarlar arasında 3 dakikalık dinlenme arası verilmiştir.

### **3.3.2. Derinlik Sıçraması Ölçümleri**

Derinlik Sıçraması ölçümleri, 20 cm yükseklikten başlamış ve her başarılı ölçümden sonra 5'er cm yükselmiştir. Sporcunun elde edilen, sıçrama yüksekliği, yerde kalış süresi ve reaktif kuvvet indeksi değerleri anlık olarak kayıt altına alınmıştır. Reaktif kuvvet indeksi değeri, sıçrama yükselişinin, yerde kalış süresine bölümünden elde edildi ve anlık olarak kablosuz ekran ile kayıt altına alındı. RKİ değeri, ulaştığı en yüksek noktadan, düşüşe geçtiği noktaya vardığında katılımcının derinlik sıçraması ölçümleri sonlandırılmıştır. Derinlik sıçraması ölçümleri sprint ölçümlerinden sonra, 5 dk dinlenme aralığı verdikten sonra alınmıştır.

Derinlik sıçraması sırasında eller belde sabit olarak yaptırılmış, sıçrama bitene kadar ellerin bozulmaması söylenmiştir. Katılımcılara derinlik sıçramasında, yerle temas ettikleri anda hemen en yükseğe sıçraması gerektiği ve çok fazla bacak fleksiyonu yapmaması gerektiği belirtildi. Sıçrama tekniğini doğru anlamaları için ölçümlerden önce familirizasyon oluşturmak için 1-2 sıçrama denemesi yapmalarına izin verildi. Ölçüm esnasında katılımcılar her yükseltide aralarında 2 dk bulunan 2 sıçrama gerçekleştirdiler ve en yüksek reaktif kuvvet değeri olan sıçrama kayıt altına alındı. Kayıt altına alınan reaktif kuvvet indeksi değeri ondalık sayı cinsinden kayıt altına alınmıştır (örn:1,2 – 0,1vb.).

Katılımcıların sıçrama kutularından düşmeden önce, yer matı ve kutu arasındaki mesafe katılımcının boy uzunluğu göz önünde bulundurularak, her katılımcının rahat hissettiği uzaklıkta sıçramayı gerçekleştirmesi istenmiştir. Bu uzaklık alıştırma sıçramasının olduğu bölümde katılımcı ile görüşülerek verilmiştir. Ayrıca sıçrama yüksekliği arttıkça katılımcının rahat sıçrama gerçekleştirebileceği uzaklık göz önünde bulundurularak tekrar ayarlanmıştır.



**Şekil 3.7.** Derinlik Sıçraması Gösterimi

### 3.4. Verilerin Analizi

İstatistiksel analizler IBM SPSS ver 23.0 istatistiksel paket programı kullanılarak yapılmıştır. Tanımlayıcı istatistikler sayısal değişkenler için ortalama, standart sapma, ortanca, 1. çeyreklik, 3. çeyreklik, en küçük ve en büyük değer ile kategorik değişkenler ise sayı ve yüzdelerle sunulmuştur. Verilerin normal dağılım uyum gösterip göstermediği Kolmogorov-Smirnov testi ile incelenmiştir. Varyansların homojenliği Levene testi ile incelenmiştir. Antrenman durumu, cinsiyet ve

ZBUH gruplarının sprint zamanı, yerde kalış süresi, sıçrama yüksekliği, RSI ve optimal düşüş yüksekliği parametreleri üzerindeki etkisi “üç yönlü varyans analizi (ANOVA)” ile değerlendirilmiştir. Üç yönlü ANOVA sonucunda farklılık bulunması halinde farklılığı yaratan grupların araştırılmasında Tukey çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır. İstatistiksel anlamlılık düzeyi olarak  $p < 0.05$  alınmıştır.

#### 4. BULGULAR

Bu araştırma, düzenli antrenmanyapan ve yapmayan çocuk ve ergenlerin, biyolojik olgunlaşma durumlarına göre GKD'nin incelenmesi amacı ile yapılmıştır. Bu çalışmaya, 141 erkek, 120 kız katılımcı olmak üzere toplamda 261 katılımcı katılmış, sprint zamanı, biyolojik olgunlaşma durumları ve derinlik sıçraması ölçümleri yapılmıştır. Elde edilen bütün bulgular, aşağıda verilmiştir.

##### 4.1. Katılımcılara Ait Tanımlayıcı Bulgular

Katılımcıların cinsiyet dağılımları ve antrenmanlı olma durumları Tablo 4.1.'de verilmiştir.

**Tablo 4.1.** Katılımcıların Cinsiyet Dağılımları ve Antrenmanlı Olma Durumları

	Sayı	Yüzde
<b>Cinsiyet</b>		
Erkek	141	54,0
Kız	120	46,0
<b>Antrenman Durumu</b>		
Düzenli Antrenman Grubu	124	47.5
Düzenli Antrenman Yapmayan Grup	137	52.5

Tablo 4.1.'e göre, çalışmaya 141 erkek 120 kız çocuk katılmıştır. Katılımcıların 124'ü düzenli antrenman yaparken, 137'si düzenli antrenman yapmamaktadır.

**Tablo 4.2.** Katılımcıların Antropometrik Değerleri ve Takvim Yaşları

Cinsiyet	Antrenman Durumu		Sayı	Ort±SS	Ortanca (Q <sub>1</sub> -Q <sub>3</sub> )	En küçük değer- En büyük değer
Erkek	Düzenli Antrenman Yapan	Boy uzunluğu (cm)	65	167.1±11.1	168,7 (157,0-173,8)	145,3-191,2
		Vücut ağırlığı (kg)	65	58.3±13.1	56,8 (49,6-65,1)	36,0-93,9
		Yaş (yıl)	65	13.7±1.5	13,0 (12,6-15,0)	10,6-16,0
		BKİ (kg/m <sup>2</sup> )	65	20.7±2.8	20,2 (18,9-21,8)	15,4-28,5
	Düzenli Antrenman Yapmayan	Boy uzunluğu (cm)	76	160.0±14.2	159,4 (147,8-172,2)	133,7-187,0
		Vücut ağırlığı (kg)	76	60.8±20.1	58,3 (46,3-71,0)	29,5-113,0
		Yaş (yıl)	76	12.6±2.3	12,7 (11,0-14,5)	8,0-16,9
		BKİ (kg/m <sup>2</sup> )	76	23.2±5.1	21,6 (19,5-26,0)	15,1-35,9
Kız	Düzenli Antrenman Yapan	Boy uzunluğu (cm)	59	155.4±11.6	157,0 (145,5-165,9)	133,1-175,3
		Vücut ağırlığı (kg)	59	51.2±12.0	52,7 (40,5-60,0)	27,6-80,4
		Yaş (yıl)	59	13.1±2.6	13,0 (10,7-15,3)	7,5-16,7
		BKİ (kg/m <sup>2</sup> )	59	21.1±2.8	20,7 (19,1-23,1)	15,7-28,9
	Düzenli Antrenman Yapmayan	Boy uzunluğu (cm)	61	152.9±13.4	154,9 (142,0-162,0)	121,5-177,3
		Vücut ağırlığı (kg)	61	50.9±13.6	50,0 (42,0-57,7)	23,0-85,0
		Yaş (yıl)	61	12.3±2.5	12,2 (10,3-14,3)	7,3-16,5
		BKİ (kg/m <sup>2</sup> )	61	21.4±3.9	21,5 (18,5-23,6)	13,6-33,5

Ort: Ortalama, Q<sub>1</sub>: 1.Çeyreklik, Q<sub>3</sub>: 3.Çeyreklik

Katılımcıların boy uzunluğu, vücut ağırlığı, takvim yaşları ve beden kitle indeksi değerleri Tablo 4.2.'de verilmiştir.

Katılımcıların beden kitle indeksi değerlerine göre, Türk popülasyonuna göre güncel persentil değerlerinin (195) verildiği bulgular Tablo 4.3.'de verilmiştir.

**Tablo 4.3.** Katılımcıların VKİ Yüzdebirlik dağılımları

BKİ Persentil	Erkek				Kız			
	Düzenli Antrenman Yapan		Düzenli Antrenman Yapmayan		Düzenli Antrenman Yapan		Düzenli Antrenman Yapmayan	
	Sayı	Yüzde <sup>1</sup>	Sayı	Yüzde <sup>1</sup>	Sayı	Yüzde <sup>1</sup>	Sayı	Yüzde <sup>1</sup>
5	7	10,8	4	5,3	2	3,4	7	11,5
15	7	10,8	4	5,3	4	6,8	4	6,6
25	13	20,0	9	11,8	11	18,6	3	4,9
50	22	33,8	16	21,1	14	23,7	9	14,8
75	6	9,2	5	6,6	10	16,9	10	16,4
85	8	12,3	12	15,8	9	15,3	10	16,4
95	2	3,1	26	34,2	9	15,3	18	29,5

<sup>1</sup>Sütun Yüzdesi

Tablo 4.3.' de görüldüğü gibi, katılımcıların yüzdebirlik dağılımları tek bir değer üzerine yoğunlaşmadığı, hemenherdeğerde, yakın sayılarda katılım görülmüştür.



Katılımcıların Zirve Boy Uzama Hızı dağılımları tablo 4.4.'de verilmiştir.

**Tablo 4.4.** Katılımcıların Zirve Boy Uzama Hızı Dağılımları

Cinsiyet	Antrenman Durumu	Zirve Boy Hızı grupları					
		ZBUH Öncesi		ZBUH Sırası		ZBUH Sonrası	
		Sayı	Yüzde <sup>1</sup>	Sayı	Yüzde <sup>1</sup>	Sayı	Yüzde <sup>1</sup>
Erkek	Düzenli Antrenman Yapan	23	35.4	21	32.3	21	32.3
	Düzenli Antrenman Yapmayan	31	40.8	20	26.3	25	32.9
Kız	Düzenli Antrenman Yapan	15	25.4	14	23.7	30	50.8
	Düzenli Antrenman Yapmayan	18	29.5	15	24.6	28	45.9

<sup>1</sup>Satır Yüzdesi

Tablo 4.4.'de görüldüğü gibi, katılımcıların olgunlaşma durumlarının, gruplara göre normal dağılım gösterdiği görülmektedir ( $p>0.05$ ).

**Tablo 4.5.** Katılımcıların Haftalık Antrenman Saatleri ve Antrenman Geçmişleri

Cinsiyet	Antrenman Durumu	Sayı	Ort±SS	Ortanca (Q <sub>1</sub> -Q <sub>3</sub> )	En küçük değer- En büyük değer	
Erkek	Düzenli Antrenman Yapan	Eksiksiz bir katılım gerçekleştirdiğinizde, haftalık antrenman saatiniz toplamda kaç saattir?	65	5,1+0,6	5 (5-5)	2-6
		Yapmakta olduğunuz spor dalına kaç yaşında başladınız?	65	9,2+2,4	9 (7-11)	6-14
	Düzenli Antrenman Yapmayan	Eksiksiz bir katılım gerçekleştirdiğinizde, haftalık antrenman saatiniz toplamda kaç saattir?	76	2,0+0,0	2 (2-2)	2-2
		Yapmakta olduğunuz spor dalına kaç yaşında başladınız?	76	11,1+2,3	10 (10-13)	7-16
Kız	Düzenli Antrenman Yapan	Eksiksiz bir katılım gerçekleştirdiğinizde, haftalık antrenman saatiniz toplamda kaç saattir?	59	5,2+2,3	4 (4-4)	2-10
		Yapmakta olduğunuz spor dalına kaç yaşında başladınız?	59	9,8+1,8	10 (9-11)	6-14
	Düzenli Antrenman Yapmayan	Eksiksiz bir katılım gerçekleştirdiğinizde, haftalık antrenman saatiniz toplamda kaç saattir?	61	2,1+0,4	2 (2-2)	2-4
		Yapmakta olduğunuz spor dalına kaç yaşında başladınız?	61	10,3+2,6	10 (8-12)	6-16

Ort: Ortalama, Q<sub>1</sub>: 1.Çeyreklik, Q<sub>3</sub>: 3.Çeyreklik

Tablo 4.5.'e göre, düzenli antrenman yapan erkek katılımcıların haftalık antrenman saatleri ortalama, 5,1+0,6; yaptıkları branşa başladıkları yaş ortalama 9,2+2,4' dür. Düzenli antrenman yapmayan erkek katılımcıların ise, haftalık ortalama katılım saatleri, 2,0+0,0; yaptıkları spor branşına başlama yaşı ortalama 11,1+2,3'dür. Düzenli antrenman yapan kız katılımcıların haftalık ortalama antrenman saatleri, 5,2+2,3; yaptıkları branşa başladıkları yaş ortalama 9,8+1,8'dir. Düzenli antrenman yapmayan kız katılımcıların ise, haftalık ortalama katılım saatleri 2,1+0,4; yaptıkları spor branşına başlama yaşı ortalama 10,3+2,6'dir.

## 4.2. Katılımcıların Sprint Zamanı Değerleri

### 4.2.1. Katılımcıların 0-5 Metre Sprint Zamanı Değerleri

Katılımcıların 0 – 5 metrelik sprint zamanı, grup, cinsiyet ve ZBUH değişkenlerine göre etkisi Tablo 4.6' de verilmiştir.

**Tablo 4.6.** Antrenman durumu, cinsiyet ve ZBUH gruplarının sprint zamanı (sn) (0-5m) parametresi üzerindeki etkisinin incelenmesi

	Cinsiyet	Zirve Boy Hızı Grupları		
		ZBUH Öncesi	ZBUH Sırası	ZBUH Sonrası
		Ort ± SS	Ort ± SS	Ort ± SS
<b>Düzenli Antrenman yapan</b>	<b>Erkek</b>	1,07 ± 0,08	1,25 ± 0,38	1,37 ± 0,41
	<b>Kız</b>	1,29 ± 0,12	1,27 ± 0,08	1,12 ± 0,15
<b>Düzenli Antrenman Yapmayan</b>	<b>Erkek</b>	1,20 ± 0,12	1,25 ± 0,15	1,15 ± 0,18
	<b>Kız</b>	1,35 ± 0,14	1,25 ± 0,09	1,22 ± 0,09
		<i>F</i>	<i>p değeri</i>	<i>n<sup>2</sup></i>
<i>Antrenman</i>		0,088	0,767	
<i>Cinsiyet</i>		1,941	0,165	
<i>Zirve-Boy Hızı</i>		0,918	0,401	
<i>Antrenman * Cinsiyet Etkileşimi</i>		2,691	0,102	
<i>Antrenman * Zirve-Boy Hızı Etkileşimi</i>		2,831	0,05	
<i>Cinsiyet * Zirve-Boy Hızı Etkileşimi</i>		11,278	<b>&lt;0,001</b>	0,076
<i>Antrenman * Cinsiyet * Zirve-Boy Hızı Etkileşimi</i>		6,585	<b>0,002</b>	0,044

Cinsiyet ve ZBUH gruplarının, sprint zamanı (0-5m) parametresi üzerindeki etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $F(2,249)=11,278$ ,  $p<0,001$ ,  $\eta^2 = 0,076$ ). Antrenman durumu, cinsiyet ve olgunlaşma gruplarının, sprint zamanı (0-5m) parametresi üzerindeki birlikte etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $F(2,249)= 6,585$ ,  $p=0,002$ ,  $n^2 = 0,044$ ).

Tablo 4.6.'ya göre katılımcıların 0 – 5 metre sprint parametresi, antrenman cinsiyet ve ZBUH'dan tekil olarak etkilenmemekte yalnızca cinsiyet ZBUH etkileşimi ve Antrenman, Cinsiyet ve ZBUH üçlü etkileşiminde anlamlı farklar görülmüştür.

#### **Katılımcıların 0-5 Metre Sprint Zamanı Tukey Çoklu Karşılaştırma Sonuçları**

Hangi Cinsiyet - ZBUH etkileşiminin farklılığının tespit edilmesi için yapılan Tukeyçoklu karşılaştırma sonuçları Tablo 4.7.'de belirtilmiştir.

**Tablo 4.7.** Cinsiyet ve Zirve-Boy hızı gruplarının birlikte etkisi için sprint zamanı (sn) (0-5m) parametresi Tukey çoklu karşılaştırma sonuçları

Cinsiyet	Zirve Boy Hızı Grupları		
	ZBUH Öncesi	ZBUH Sırası	ZBUH Sonrası
	Ort ± SS	Ort ± SS	Ort ± SS
<b>Erkek</b>	1,14 ± 0,12 <sup>a b</sup>	1,25 ± 0,29	1,25 ± 0,32 <sup>b</sup>
<b>Kız</b>	1,32 ± 0,13 <sup>a c</sup>	1,26 ± 0,08	1,17 ± 0,13 <sup>c</sup>

Tukey çoklu karşılaştırma testine göre;  
 Erkek, ZBUH Öncesi- Kız, ZBUH Öncesi (p<0,001)<sup>a</sup>;  
 Erkek, ZBUH Öncesi- Erkek, ZBUH Sonrası (p=0,022)<sup>b</sup>;  
 Kız, ZBUH Öncesi- Kız, ZBUH Sonrası (p=0,006)<sup>c</sup>;

ZBUH Öncesi döneminde olan erkekler ile ZBUH Öncesi döneminde olan kızlar arasında sprint zamanı (0-5m) parametresinin değerlerine bakıldığında erkek katılımcıların daha kısa süre elde ettiği görülmektedir (p<0,001). ZBUH Öncesi döneminde olan erkekler, ZBUH Sonrası döneminde olan erkeklere göre sprint zamanı (0-5m) parametresinin değerleri bakımından daha kısa süreler elde etmişlerdir. (p=0,022). ZBUH Öncesi döneminde olan kızlar ile ZBUH Sonrası döneminde olan kızlar arasında sprint zamanı (0-5m) parametresinin değerleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur (p=0,006).

Hangi Antrenman – Cinsiyet - ZBUH etkileşiminin farklılık yarattığının tespit edilmesi için yapılan Tukey çoklu karşılaştırma sonuçları aşağıda verilmiştir.

Antrenman – Cinsiyet – ZBUH üçlü etkileşiminin Tukey çoklu karşılaştırma sonuçları; olgunlaşma aşamaları ve antrenman grupları, cinsiyet durumlarına göre

anlamli farkliliklar gostermistir. Duzenli antrenman yapan erkek gruplarinin sonuclari disinda; gruplar arasinda olgunlasma, cinsiyet ve antrenman etkilesiminde anlamli farkliliklar gorulmüstür.

ZBUH Öncesi döneminde olan ve antrenman yapan erkekler ile ZBUH Öncesi döneminde olan ve antrenman yapan kızlar arasında sprint zamanı (0-5m) parametresinin değerleri bakımından istatistiksel olarak anlamli farklilik bulunmuştur ( $p=0,039$ ).

ZBUH Öncesi döneminde olan ve antrenman yapan erkekler ile ZBUH Öncesi döneminde olan düzenli antrenman yapmayan kızlar arasında sprint zamanı (0-5m) parametresinin değerleri bakımından istatistiksel olarak anlamli farklilik bulunmuştur ( $p<0,001$ ). ZBUH Öncesi döneminde olan ve düzenli antrenman yapan erkekler ile ZBUH Sonrası döneminde olan ve düzenli antrenman yapan erkekler arasında sprint zamanı (0-5m) parametresinin değerleri bakımından istatistiksel olarak anlamli farklilik bulunmuştur ( $p<0,001$ ).

ZBUH Öncesi döneminde olan düzenli antrenman yapmayan kızlar ile ZBUH Sonrası döneminde olan düzenli antrenman yapmayan erkekler arasında sprint zamanı (0-5m) parametresinin değerleri bakımından istatistiksel olarak anlamli farklilik bulunmuştur ( $p=0,049$ ).

ZBUH Öncesi döneminde olan düzenli antrenman yapmayan kızlar ile ZBUH Sonrası döneminde olan ve düzenli antrenman yapan kızlar arasında sprint zamanı (0-5m) parametresinin değerleri bakımından istatistiksel olarak anlamli farklilik bulunmuştur ( $p=0,005$ ).

ZBUH Sonrası döneminde olan ve düzenli antrenman yapan erkekler ile ZBUH Sonrası döneminde olan düzenli antrenman yapmayan erkekler arasında sprint zamanı (0-5m) parametresinin değerleri bakımından istatistiksel olarak anlamli farklilik bulunmuştur ( $p=0,010$ ). ZBUH Sonrası döneminde olan ve düzenli antrenman yapan erkekler ile ZBUH Sonrası döneminde olan ve düzenli antrenman yapan kızlar arasında sprint zamanı (0-5m) parametresinin değerleri bakımından istatistiksel olarak anlamli farklilik bulunmuştur ( $p<0,001$ ).

#### 4.2.2. Katılımcıların 5 – 10 Metre Sprint Zamanı

**Tablo 4.8.** Antrenman durumu, cinsiyet ve ZBUH gruplarının sprint zamanı (sn) (5-10 m) parametresi üzerindeki etkisinin incelenmesi

Antrenman Durumu	Cinsiyet	Zirve Boy Hızı Grupları		
		ZBUH Öncesi	ZBUH Sırası	ZBUH Sonrası
		Ort ± SS	Ort ± SS	Ort ± SS
Düzenli	Erkek	1,40 ± 0,55	1,65 ± 0,39	1,49 ± 0,43
Antrenman Yapan	Kız	2,32 ± 0,22	2,31 ± 0,22	2,01 ± 0,18
Düzenli	Erkek	2,17 ± 0,32	2,20 ± 0,25	2,00 ± 0,26
Antrenman Yapmayan	Kız	2,40 ± 0,26	2,23 ± 0,15	2,21 ± 0,12
		<i>F</i>	<i>p değeri</i>	<i>n<sup>2</sup></i>
<i>Antrenman</i>		73,279	<0,001	0,141
<i>Cinsiyet</i>		118,579	<0,001	0,228
<i>Zirve-Boy Hızı</i>		8,055	<0,001	0,031
<i>Antrenman * Cinsiyet Etkileşimi</i>		47,911	<0,001	0,092
<i>Antrenman * Zirve-Boy Hızı Etkileşimi</i>		1,674	0,190	
<i>Cinsiyet * Zirve-Boy Hızı Etkileşimi</i>		3,678	0,027	0,014
<i>Antrenman * Cinsiyet * Zirve-Boy Hızı Etkileşimi</i>		2,445	0,089	

Tablo 4.8.'e göre tek başına antrenman, cinsiyet ve olgunlaşma durumu istatistiksel olarak anlamlı farklar göstermiştir. Ayrıca antrenman – cinsiyet faktörü ile cinsiyet – ZBUH etkileşimi istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar göstermektedir.

Antrenman durumunun sprint zamanı (5-10m) parametresi üzerindeki etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $F(1,249)=73,279$ ,  $p<0,001$ ,  $\eta^2 = 0,141$ ). Cinsiyetin sprint zamanı (5-10m) parametresi üzerindeki etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $F(1,249)=118,579$ ,  $p<0,001$ ,  $\eta^2 = 0,228$ ). ZBUH gruplarının sprint zamanı (5-10m) parametresi üzerindeki etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $F(2,249)=8,055$ ,  $p<0,001$ ,  $\eta^2 = 0,031$ ). Antrenman durumu ve cinsiyetin, sprint zamanı (5-10m) parametresi üzerindeki birlikte etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $F(1,249)=47,911$ ,  $p<0,001$ ,  $\eta^2 = 0,092$ ). Cinsiyet ve ZBUH gruplarının, sprint zamanı (5-10m) parametresi üzerindeki birlikte etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $F(2,249)=3,678$ ,  $p=0,027$ ,  $\eta^2 = 0,014$ ).

### Katılımcıların 5 – 10 Metre Süresi Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi Sonuçları

**Tablo 4.9.** ZBUH grupları için sprint zamanı (sn) (5-10m) parametresi bakımında yapılan Tukey çoklu karşılaştırma sonuçları

	Zirve Boy Hızı Grupları			
	ZBUH Öncesi	ZBUH Sırası	ZBUH Sonrası	Toplam
	Ort ± SS	Ort ± SS	Ort ± SS	Ort ± SS
Sprint Zamanı (5-10m)	2,04 ± 0,54 <sup>a</sup>	2,06 ± 0,39 <sup>b</sup>	1,96 ± 0,36 <sup>a,b</sup>	2,01 ± 0,43

Tukey çoklu karşılaştırma testine göre;

ZBUH Öncesi-ZBUH Sonrası (p=0,004)<sup>a</sup>; ZBUH Sırası- ZBUH Sonrası (p=0,001)<sup>b</sup>

Tablo 4.9.'a göre olgunlaşma gruplarının sprint parametresi üzerine farklılıkları, sadece ZBUH sonrası grup daha kısa sprint zamanı elde ederken, bu fark, ZBUH öncesi ve sırası gruplarına göre istatistiksel olarak anlamlıdır.

Hangi ZBUH grubunun farklılığı yarattığının tespit edilmesi için yapılan Tukey çoklu karşılaştırma sonuçları Tablo 4.10'de verilmiştir. Buna göre, ZBUH Öncesi ile ZBUH Sonrası grubu arasında Sprint zamanı (5-10m) parametresinin değerleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur (p=0,004). ZBUH Sırası ile ZBUH Sonrası grubu arasında Sprint zamanı (5-10m) parametresinin değerleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur (p=0,001).

**Tablo 4.10.** Antrenman durumu ve cinsiyetin birlikte etkisi için sprint zamanı (sn) (5-10m) parametresi bakımından yapılan Tukey çoklu karşılaştırma sonuçları

Antrenman Durumu	Cinsiyet	
	Erkek	Kız
	Ort ± SS	Ort ± SS
Düzenli Antrenman Yapan	1,51 ± 0,47 <sup>abc</sup>	2,16 ± 0,25 <sup>b</sup>
Düzenli Antrenman Yapmayan	2,12 ± 0,29 <sup>ad</sup>	2,27 ± 0,20 <sup>cd</sup>

Tukey çoklu karşılaştırma testine göre;

Düzenli Antrenman Yapan, Erkek - Düzenli Antrenman Yapmayan, Erkek (p<0,001)<sup>a</sup>;

Düzenli Antrenman Yapan, Erkek - Düzenli Antrenman Yapan, Kız (p<0,001)<sup>b</sup>;

Düzenli Antrenman Yapan, Erkek - Düzenli Antrenman Yapmayan, Kız (p<0,001)<sup>c</sup>;

Düzenli Antrenman Yapmayan, Erkek - Düzenli Antrenman Yapmayan, Kız (p=0,022)<sup>d</sup>;

Hangi Antrenman, Cinsiyet etkileşiminin farklılığı yarattığının tespit edilmesi için yapılan Tukey çoklu karşılaştırma sonuçları Tablo 4.10.'da verilmiştir. Tabloya göre, düzenli antrenman yapan erkek katılımcılar diğer gruplara göre en iyi süreleri elde etmiştir. Ayrıca cinsiyetler arasındaki farka baktığımızda erkeklerin kızlardan daha hızlı olduğu görülmektedir.

Düzenli antrenman yapan erkekler ile düzenli antrenman yapmayan erkekler arasında Sprint zamanı (5-10m) parametresi bakımından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ( $p<0,001$ ). Düzenli antrenman yapan erkekler ile düzenli antrenman yapan kızlar arasında Sprint zamanı (5-10m) parametresi bakımından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ( $p<0,001$ ). Düzenli antrenman yapan erkekler ile düzenli antrenman yapmayan kızlar arasında Sprint zamanı (5-10m) parametresi bakımından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ( $p<0,001$ ). düzenli antrenman yapmayan erkekler ile düzenli antrenman yapmayan kızlar arasında Sprint zamanı (5-10m) parametresi bakımından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ( $p=0,022$ ).

**Tablo 4.11.** Cinsiyet ve ZBUH gruplarının birlikte etkisi için sprint zamanı (sn) (5-10m) parametresi bakımından yapılan Tukey çoklu karşılaştırma sonuçları

Cinsiyet	Zirve Boy Hızı Grupları		
	ZBUH Öncesi	ZBUH Sırası	ZBUH Sonrası
	Ort $\pm$ SS	Ort $\pm$ SS	Ort $\pm$ SS
<b>Erkek</b>	1,84 $\pm$ 0,57 <sup>abc</sup>	1,92 $\pm$ 0,43 <sup>dgh</sup>	1,77 $\pm$ 0,43 <sup>ejk</sup>
<b>Kız</b>	2,37 $\pm$ 0,24 <sup>def</sup>	2,27 $\pm$ 0,19 <sup>gij</sup>	2,11 $\pm$ 0,18 <sup>cfhk</sup>

Tukey çoklu karşılaştırma testine göre;

Erkek,ZBUH Öncesi - Kız, ZBUH Öncesi ( $p<0,001$ )<sup>a</sup>; Erkek, ZBUH Öncesi - Kız, ZBUH Sırası ( $p<0,001$ )<sup>b</sup>; Erkek, ZBUH Öncesi -Kız, ZBUH Sonrası ( $p<0,001$ )<sup>c</sup>; Kız, ZBUH Öncesi - Erkek, ZBUH Sırası ( $p<0,001$ )<sup>d</sup>; Kız, ZBUH Öncesi -Erkek, ZBUH Sonrası ( $p<0,001$ )<sup>e</sup>;Kız, ZBUH Öncesi - Kız, ZBUH Sonrası ( $p=0,003$ )<sup>f</sup>; Erkek, ZBUH Sırası -Kız, ZBUH Sırası ( $p<0,001$ )<sup>g</sup>;Erkek, ZBUH Sırası - Kız, ZBUH Sonrası ( $p=0,044$ )<sup>h</sup>; Kız, ZBUH Sırası -Erkek, ZBUH Sonrası ( $p<0,001$ )<sup>j</sup>; Erkek,ZBUH Sonrası - Kız, ZBUH Sonrası ( $p<0,001$ )<sup>k</sup>

Hangi Cinsiyet – ZBUH grubu etkileşiminin farklılığı yarattığının tespit edilmesi için yapılan Tukey çoklu karşılaştırma sonuçları Tablo 4.11.'de verilmiştir. Buna göre elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir. Tabloya göre cinsiyet ve olgunlaşma etkileşimine bakıldığında, kız katılımcıların değerleri ile erkek katılımcıların değerleri arasında belirgin istatistiksel farklar varken, olgunlaşma

sonuçlarında kızlar, olgunlaşma sürecinden doğrudan etkilenirken, erkeklerde bu parametre yalnızca ZBUH sonrasında etkilidir.

ZBUH Öncesi erkekler ile ZBUH' na göre cinsiyet farklılıklarında, ZBUH Öncesi, Sırası ve Sonrası döneminde olan kızlar ile istatistiksel olarak anlamlı farklar gözlemlenmiştir ( $p<0,001$ ). ZBUH Öncesi kızlar ile ZBUH 'na göre cinsiyet farklılıklarında ise, sadece ZBUH Sırası ve Sonrasında ( $p<0,001$ ) erkeklerde fark bulunmuştur. ZBUH kızların kendi içinde farklılığında ise, yalnızca sonrası kız grubunda istatistiksel olarak anlamlı fark görülmüştür ( $p=0,003$ ).

ZBUH Sırasında bulunan erkekler ile cinsiyet farklılıklarında, yalnızca ZBUH Sırası ( $p<0,001$ ) ve sonrasında ( $p=0,044$ ) olan kız grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar gözlemlenmiştir. ZBUH Sırası kız gruplarında cinsiyet farklılıklarında ise, yalnızca ZBUH Sonrası erkekler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar görülmüştür ( $p<0,001$ ).

ZBUH Sonrası döneminde olan erkekler ile ZBUH Sonrası döneminde olan kızlar arasında Sprint zamanı (5-10m) parametresi bakımından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ( $p<0,001$ ).

#### 4.2.3. Katılımcıların 0 – 20 Metre Sprint Zamanı Sonuçları

**Tablo 4.12.**Antrenman durumu, cinsiyet ve zirve boy hızı gruplarının sprint zamanı (sn) (0-20m) parametresi üzerindeki etkisinin incelenmesi

Antrenman Durumu	Cinsiyet	Zirve Boy Hızı Grupları		
		ZBUH Öncesi	ZBUH Sırası	ZBUH Sonrası
		Ort ± SS	Ort ± SS	Ort ± SS
<b>Düzenli</b>	<b>Erkek</b>	3,47 ± 0,22	3,34 ± 0,23	3,23 ± 0,20
<b>Antrenman Yapan</b>	<b>Kız</b>	4,28 ± 0,46	4,11 ± 0,35	3,65 ± 0,29
<b>Düzenli</b>	<b>Erkek</b>	3,97 ± 0,37	4,03 ± 0,55	3,60 ± 0,49
<b>Antrenman Yapmayan</b>	<b>Kız</b>	4,40 ± 0,49	4,07 ± 0,29	3,93 ± 0,22
		<i>F</i>	<i>p değeri</i>	<i>n<sup>2</sup></i>
<i>Antrenman</i>		48,881	<b>&lt;0,001</b>	0,098
<i>Cinsiyet</i>		103,42	<b>&lt;0,001</b>	0,207
<i>Zirve-Boy Hızı</i>		33,308	<b>&lt;0,001</b>	0,133
<i>Antrenman * Cinsiyet Etkileşimi</i>		18,728	<b>&lt;0,001</b>	0,037
<i>Antrenman * Zirve-Boy Hızı Etkileşimi</i>		0,009	0,991	
<i>Cinsiyet * Zirve-Boy Hızı Etkileşimi</i>		2,817	0,062	
<i>Antrenman * Cinsiyet * Zirve-Boy Hızı Etkileşimi</i>		4,023	<b>0,019</b>	0,016



Antrenman durumu, cinsiyet ve zirve-boy hızı gruplarının sprint zamanı (0-20m) parametresi üzerindeki etkisinin araştırıldığı üç yönlü ANOVA sonuçları 4.12.'de verilmiştir. Tabloya göre, antrenman, cinsiyet ve olgunlaşma durumları tek başına istatistiksel farklılık oluştururken, antrenman – cinsiyet ikili etkileşiminde ve antrenman, cinsiyet ve olgunlaşma üçlü etkileşiminde de istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmüştür.

Antrenman durumunun sprint zamanı (0-20m) parametresi üzerindeki etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $F(1,249)=48,881$ ,  $p<0,001$ ,  $\eta^2 = 0,098$ ). Cinsiyetin sprint zamanı (0-20m) parametresi üzerindeki etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $F(1,249)=103,42$ ,  $p<0,001$ ,  $\eta^2 = 0,207$ ). ZBUH gruplarının sprint zamanı (0-20m) parametresi üzerindeki etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $F(2,249)=33,308$ ,  $p<0,001$ ,  $\eta^2 = 0,133$ ). Antrenman durumu ve cinsiyetin, sprint zamanı (0-20m) parametresi üzerindeki birlikte etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $F(1,249)=18,728$ ,  $p<0,001$ ,  $\eta^2 = 0,037$ ). Antrenman durumu, cinsiyet ve zirve-boy hızı gruplarının, sprint zamanı (0-20m) parametresi üzerindeki birlikte etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $F(2,249)=4,023$ ,  $p=0,019$ ,  $\eta^2 = 0,016$ ).

### **Katılımcıların 0 – 20 Metre Sprint Zamanı Sonuçları Tukey Çoklu Karşılaştırma Sonuçları**

**Tablo 4.13.** Zirve-boy hızı grupları için sprint zamanı (sn) (0-20m) parametresi bakımında yapılan Tukey çoklu karşılaştırma sonuçları

	<b>Zirve Boy Hızı Grupları</b>			
	<b>ZBUH Öncesi</b>	<b>ZBUH Sırası</b>	<b>ZBUH Sonrası</b>	<b>Toplam</b>
	Ort $\pm$ SS	Ort $\pm$ SS	Ort $\pm$ SS	Ort $\pm$ SS
Sprint Hızı (5-10m)	3,98 $\pm$ 0,51 <sup>a b</sup>	3,85 $\pm$ 0,50 <sup>a c</sup>	3,63 $\pm$ 0,40 <sup>b c</sup>	3,80 $\pm$ 0,49

Tukey çoklu karşılaştırma testine göre;  
 ZBUH Öncesi -ZBUH Sırası ( $p=0,046$ )<sup>a</sup>;  
 ZBUH Öncesi -ZBUH Sonrası ( $p<0,001$ )<sup>b</sup>;  
 ZBUH Sırası -ZBUH Sonrası ( $p<0,001$ )<sup>c</sup>

Hangi ZBUH grubunun farklılığı yarattığının tespit edilmesi için yapılan Tukey çoklu karşılaştırma sonuçları 4.13.'de verilmiştir. Buna göre, olgunlaşma etkisi ZBUH öncesi ve sırası arasında belirgin değilken, ZBUH sonrasında anlamlıdır.

ZBUH Öncesi ile ZBUH Sonrası arasında Sprint zamanı (0-20m) parametresinin değerleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ( $p<0,001$ ). ZBUH Sırası ile ZBUH Sonrası grubu arasında Sprint zamanı (0-20m) parametresinin değerleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ( $p<0,001$ ).

**Tablo 4.14.**Antrenman durumu ve cinsiyetin ikili etkisi için sprint zamanı (sn) (0-20 m) bakımından yapılan Tukey çoklu karşılaştırma sonuçları

Antrenman Durumu	Cinsiyet	
	Erkek	Kız
	Ort $\pm$ SS	Ort $\pm$ SS
<b>Düzenli Antrenman Yapan</b>	3,35 $\pm$ 0,23 <sup>a b c</sup>	3,92 $\pm$ 0,45 <sup>b</sup>
<b>Düzenli Antrenman Yapmayan</b>	3,86 $\pm$ 0,50 <sup>a d</sup>	4,11 $\pm$ 0,39 <sup>c d</sup>

Tukey çoklu karşılaştırma testine göre;

Düzenli Antrenman Yapan,Erkek - Düzenli Antrenman Yapmayan,Erkek ( $p<0,001$ )<sup>a</sup>;

Düzenli Antrenman Yapan,Erkek - Düzenli Antrenman Yapan,Kız ( $p<0,001$ )<sup>b</sup>;

Düzenli Antrenman Yapan,Erkek - Düzenli Antrenman Yapmayan ,Kız ( $p<0,001$ )<sup>c</sup>;

Düzenli Antrenman Yapmayan,Erkek - Düzenli Antrenman Yapmayan ,Kız ( $p<0,001$ )<sup>d</sup>;

Antrenman - cinsiyet etkileşiminin farklılığı yarattığının tespit edilmesi için yapılan Tukey çoklu karşılaştırma sonuçları Tablo 4.14.'de verilmiştir. Buna göre antrenman yapan erkekler, diğer gruplara göre daha kısa sprint zamanlarına sahiptir ve cinsiyet farklılığı açıkça görülmektedir.

Düzenli antrenman yapan erkekler ile düzenli antrenman yapmayan erkekler arasında Sprint zamanı (0-20m) parametresi bakımından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ( $p<0,001$ ). Düzenli antrenman yapan erkekler ile düzenli antrenman yapan kızlar ( $p<0,001$ ), düzenli antrenman yapmayan kızlar ( $p<0,001$ ) arasında, Sprint zamanı (0-20m) parametresi bakımından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur. Düzenli antrenman yapmayan erkekler ile ise sadece düzenli antrenman yapmayan kızlar arasında Sprint zamanı (0-20m) parametresi bakımından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ( $p<0,001$ ).

Antrenman – Cinsiyet - ZBUH etkileşiminin test edilmesi;

Antrenman – cinsiyet – zirve boy hızı etkileşiminin farklılığı yarattığının tespit edilmesi için yapılan Tukey çoklu karşılaştırma sonuçları aşağıda verilmiştir. Buna göre 0 – 20 metre sprint süresi, olgunlaşmadan istatistiksel olarak anlamlı şekilde etkilenmekte, olgunlaşma arttıkça süre düşmektedir. Ayrıca antrenmanlı gruplar arasında, düzenli antrenman yapmayan gruplar arasında farklılıklar görülürken, cinsiyetler arasında da istatistiksel farklılıklar anlamlı bulunmuştur.

ZBUH Öncesi döneminde olan ve düzenli antrenman yapan erkekler ile ZBUH Öncesi döneminde olan düzenli antrenman yapmayan erkekler ( $p<0,001$ ), düzenli antrenman yapan kızlar( $p<0,001$ ) ve düzenli antrenman yapmayan kızlar arasında Sprint zamanı (0-20m) parametresinin değerleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ( $p<0,001$ ).

ZBUH Öncesi döneminde olan ve düzenli antrenman yapan erkekler ile ZBUH Sırası döneminde olan düzenli antrenman yapmayan erkekler ( $p<0,001$ ), düzenli düzenli antrenman yapan kızlar ( $p<0,001$ ), düzenli antrenman yapmayan kızlar, Sprint zamanı (0-20m) parametresinin değerleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ( $p<0,001$ ). ZBUH Öncesi döneminde olan ve düzenli antrenman yapan erkekler ile ZBUH Sonrası döneminde sadece düzenli antrenman yapmayan kızlar arasında Sprint zamanı (0-20m) parametresinin değerleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ( $p<0,001$ ).

ZBUH Öncesi döneminde olan düzenli antrenman yapmayan erkekler ile ZBUH Öncesi döneminde olan düzenli antrenman yapmayan kızlar ( $p=0,004$ ), ZBUH Sırası ve sonrası döneminde olan ve düzenli antrenman yapan erkekler ( $p<0,001$ ) ve ZBUH sonrası düzenli antrenman yapmayan erkekler ( $p=0,008$ ) arasında, Sprint zamanı (0-20m)' da istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur. ZBUH Öncesi döneminde olan düzenli antrenman yapmayan erkekler ile ZBUH Sonrası döneminde olan ve düzenli antrenman yapan kızlar arasında Sprint zamanı (0-20m) parametresinin değerleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ( $p=0,031$ ).

ZBUH Öncesi döneminde olan ve düzenli antrenman yapan kızlar ile ZBUH Sırası ve sonrası döneminde olan ve düzenli antrenman yapan erkekler ( $p<0,001$ ), ZBUH Sonrası düzenli antrenman yapmayan erkekler ( $p<0,001$ ) ile ZBUH Sonrası döneminde olan ve düzenli antrenman yapan kızlar arasında Sprint zamanı (0-20m)'da, istatistiksel farklılıklar gözlemlenmiştir ( $p<0,001$ ).

ZBUH Öncesi döneminde olan düzenli antrenman yapmayan kızlar ile ZBUH Sırası döneminde olan ve düzenli antrenman yapan erkekler ( $p<0,001$ ), ZBUH Sonrası düzenli antrenman yapan ve düzenli antrenman yapmayan erkekler arasında Sprint zamanı (0-20m) parametresinin değerleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ( $p<0,001$ ). Aynı şekilde, ZBUH Sonrası döneminde olan ve düzenli antrenman yapan ve düzenli antrenman yapmayan kızlar arasında Sprint zamanı (0-20m) parametresinin değerleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ( $p<0,001$ ).

ZBUH Sırası düzenli antrenman yapan erkekler ile ZBUH Sırası düzenli antrenman yapmayan erkekler ve düzenli antrenman yapan kızlar arasında Sprint zamanı (0-20m) parametresinin değerleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ( $p<0,001$ ). ZBUH Sırası döneminde olan ve düzenli antrenman yapan erkekler ile ZBUH Sırası düzenli antrenman yapmayan kızlar ve ZBUH Sonrası döneminde olan düzenli antrenman yapmayan kızlar arasında Sprint zamanı (0-20m) parametresinin değerleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ( $p<0,001$ ).

ZBUH Sırası döneminde olan düzenli antrenman yapmayan erkekler ile ZBUH Sonrası döneminde olan ve düzenli antrenman yapan ( $p<0,001$ ) ve düzenli antrenman yapmayan ( $p=0,005$ ) erkekler arasında ve ZBUH Sonrası düzenli antrenman yapan kızlar arasında Sprint zamanı (0-20m) parametresinin değerleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ( $p=0,018$ ).

ZBUH Sırası döneminde olan ve düzenli antrenman yapan kızlar ile ZBUH Sonrası düzenli antrenman yapan ( $p<0,001$ ) ve düzenli antrenman yapmayan erkekler ( $p=0,002$ ) arasında Sprint zamanı (0-20m) parametresinin değerleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur. Aynı şekilde ZBUH

sonrası düzenli antrenman yapanlar kızlar arasında da farklılık görülmüştür ( $p=0,007$ ).

ZBUH Sırası döneminde olan düzenli antrenman yapmayan kızlar ile ZBUH Sonrası düzenli antrenman yapan ( $p<0,001$ ), düzenli antrenman yapmayan ( $p=0,004$ ) erkekler arasında ve ZBUH Sonrası düzenli antrenman yapan kızlar arasında Sprint zamanı (0-20m) parametresinin değerleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ( $p=0,014$ ).

ZBUH Sonrası döneminde olan ve düzenli antrenman yapan erkekler ile ZBUH Sonrası döneminde olan düzenli antrenman yapmayan erkekler arasında Sprint zamanı (0-20m) parametresinin değerleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ( $p=0,031$ ).

ZBUH Sonrası döneminde olan ve düzenli antrenman yapan erkekler ile ZBUH Sonrası antrenman( $p=0,003$ ). yapan ve düzenli antrenman yapmayan ( $p<0,001$ ) kızlar arasında, Sprint zamanı (0-20m) parametresinin değerleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur. Ayrıca ZBUH Sonrası döneminde olan düzenli antrenman yapmayan erkekler ile ZBUH Sonrası döneminde olan düzenli antrenman yapmayan kızlar arasında Sprint zamanı (0-20m) parametresinin değerleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ( $p=0,039$ ).

### 4.3. Katılımcıların Derinlik Sıçraması Parametreleri Sonuçları

#### 4.3.1. Yerde Kalış Süresi Sonuçları

**Tablo 4.15.** Antrenman durumu, cinsiyet ve ZBUH gruplarının yerde kalış süresi (ms) parametresi üzerindeki etkisinin incelenmesi

Antrenman Durumu	Cinsiyet	Zirve Boy Hızı Grupları		
		ZBUH Öncesi	ZBUH Sırası	ZBUH Sonrası
		Ort ± SS	Ort ± SS	Ort ± SS
<b>Düzenli Antrenman Yapan</b>	<b>Erkek</b>	237,48 ± 77,27	319,90 ± 68,71	300,10 ± 51,87
	<b>Kız</b>	279,60 ± 91,80	285,29 ± 129,39	230,90 ± 37,29
<b>Düzenli Antrenman Yapmayan</b>	<b>Erkek</b>	322,77 ± 125,79	306,20 ± 93,48	320,20 ± 80,80
	<b>Kız</b>	324,00 ± 87,83	354,33 ± 81,75	260,29 ± 73,38
		<i>F</i>	<i>p değeri</i>	<i>n<sup>2</sup></i>
<i>Antrenman</i>		12,726	<0,001	0,043
<i>Cinsiyet</i>		1,208	0,273	
<i>Zirve-Boy Hızı</i>		4,161	0,017	0,028
<i>Antrenman * Cinsiyet Etkileşimi</i>		0,605	0,437	
<i>Antrenman * Zirve-Boy Hızı Etkileşimi</i>		1,424	0,243	
<i>Cinsiyet * Zirve-Boy Hızı Etkileşimi</i>		6,66	0,002	0,045
<i>Antrenman * Cinsiyet * Zirve-Boy Hızı Etkileşimi</i>		2,418	0,091	

Antrenman durumu, cinsiyet ve zirve-boy hızı gruplarının, yerde kalış süresi parametresi üzerindeki etkisinin araştırıldığı üç yönlü ANOVA sonuçları Tablo 4.15’de verilmiştir. Buna göre, yerde kalış süresinde, antrenman ve ZBUH parametresi tek başına istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar oluştururken, cinsiyet ve olgunlaşma değerleri ikili etkileşimde istatistiksel olarak anlamlı farklılık oluşturmuştur. Düzenli antrenman yapan erkek katılımcılarda ZBUH farklılığı, literatürün tersine bir farklılık göstermiş, nedenleri tartışmada açıklanmaya çalışılmıştır.

Antrenman durumunun yerde kalış süresi parametresi üzerindeki etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $F(1,249)=12,726$ ,  $p<0,001$ ,  $\eta^2 = 0,043$ ). ZBUH gruplarının yerde kalış süresi parametresi üzerindeki etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $F(2,249)=4,161$ ,  $p=0,017$ ,  $\eta^2 = 0,028$ ). Cinsiyet ve ZBUH gruplarının, yerde kalış süresi parametresi üzerindeki birlikte etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $F(2,249)=6,66$ ,  $p=0,002$ ,  $\eta^2 = 0,045$ ).

Bu durumda anlamlı bulunan ve düzey sayısı ikiden çok olan değişkenler için hangi düzeyin farklılığı yarattığının tespit edilmesi için çoklu karşılaştırma testleri yapılmıştır.

### Katılımcıların Yerde Kalış Süresi Tukey Çoklu Karşılaştırma Sonuçları

**Tablo 4.16.** Zirve boy hızı grupları için yerde kalış süresi (ms) parametresi bakımında yapılan Tukey çoklu karşılaştırma sonuçları

	Zirve Boy Hızı Grupları			
	ZBUH Öncesi	ZBUH Sırası	ZBUH Sonrası	Toplam
	Ort ± SS	Ort ± SS	Ort ± SS	Ort ± SS
Yerde Kalış Süresi	293,03±106,40 <sup>ab</sup>	316,44±93,66 <sup>ac</sup>	274,25±71,39 <sup>bc</sup>	291,83±91,61

Tukey çoklu karşılaştırma testine göre;  
 ZBUH Öncesi -ZBUH Sırası (p=0,169)<sup>a</sup>;  
 ZBUH Öncesi -ZBUH Sonrası (p=0,560)<sup>b</sup>;  
 ZBUH Sırası -ZBUH Sonrası (p=0,012)<sup>c</sup>

Hangi zirve boy hızı grubunun farklılığı yarattığının tespit edilmesi için yapılan Tukey çoklu karşılaştırma sonuçları Tablo 4.16'da verilmiştir. Buna göre, ZBUH Sırası ile ZBUH Sonrası grubu arasında yerde kalış süresi parametresinin değerleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur (p=0,012).

**Tablo 4.17.** Cinsiyet ve ZBUH gruplarının birlikte etkisi için yerde kalış süresi (ms) parametresi bakımından yapılan Tukey çoklu karşılaştırma sonuçları

Cinsiyet	Zirve Boy Hızı Grupları		
	ZBUH Öncesi	ZBUH Sırası	ZBUH Sonrası
	Ort ± SS	Ort ± SS	Ort ± SS
<b>Erkek</b>	286,44 ± 115,1	313,22 ± 80,99 <sup>b</sup>	311,02 ± 69,14 <sup>d</sup>
<b>Kız</b>	303,82 ± 91,04 <sup>a</sup>	321,00 ± 111,12 <sup>c</sup>	245,09 ± 58,97 <sup>abcd</sup>

Tukey çoklu karşılaştırma testine göre;  
 Kız, ZBUH Öncesi - Kız, ZBUH Sonrası (p=0,034)<sup>a</sup>;  
 Erkek, ZBUH Sırası - Kız, ZBUH Sonrası (p=0,002)<sup>b</sup>;  
 Kız, ZBUH Sırası - Kız, ZBUH Sonrası (p=0,002)<sup>c</sup>;  
 Erkek, ZBUH Sonrası -Kız, ZBUH Sonrası (p=0,002)<sup>d</sup>

Hangi Cinsiyet - ZBUH etkileşiminin yerde kalış süresi parametresi bakımından farklılığı yarattığının tespit edilmesi için yapılan Tukey çoklu karşılaştırma sonuçları Tablo 4.17.'da verilmiştir. Buna göre, yerde kalış parametresinde cinsiyet değişkeni üzerinde anlamlı farklılıklar görülmüştür. Kız katılımcılar ZBUH sonrası haricinde erkeklerden düşük değerler elde etmişlerdir.

ZBUH Öncesi döneminde olan kızlar ile ZBUH Sonrası döneminde olan kızlar arasında yerde kalış süresi parametresinin değerleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ( $p=0,034$ ). ZBUH Sırası döneminde olan erkekler ile ZBUH Sonrası döneminde olan kızlar arasında yerde kalış süresi parametresinin değerleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ( $p=0,002$ ).

ZBUH Sırası döneminde olan kızlar ile ZBUH Sonrası döneminde olan kızlar arasında yerde kalış süresi parametresinin değerleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ( $p=0,002$ ). ZBUH Sonrası döneminde olan erkekler ile ZBUH Sonrası döneminde olan kızlar arasında yerde kalış süresi parametresinin değerleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ( $p=0,002$ ).

### 4.3.3. Katılımcıların Sıçrama Yüksekliği Sonuçları

**Tablo 4.18.** Antrenman durumu, cinsiyet ve ZBUH gruplarının sıçrama yüksekliği (cm) parametresi üzerindeki etkisinin incelenmesi

Antrenman Durumu	Cinsiyet	Zirve Boy Hızı Grupları		
		ZBUH Öncesi	ZBUH Sırası	ZBUH Sonrası
		Ort ± SS	Ort ± SS	Ort ± SS
<b>Düzenli Antrenman Yapan</b>	<b>Erkek</b>	26,51 ± 4,97	30,72 ± 6,24	32,68 ± 5,67
	<b>Kız</b>	17,05 ± 4,80	20,91 ± 3,85	24,79 ± 3,53
<b>Düzenli Antrenman Yapmayan</b>	<b>Erkek</b>	16,26 ± 5,71	18,21 ± 8,65	23,94 ± 7,75
	<b>Kız</b>	16,42 ± 5,32	19,43 ± 5,49	23,94 ± 5,16
		<i>F</i>	<i>p değeri</i>	<i>n<sup>2</sup></i>
<i>Antrenman</i>		60.333	<0,001	0,131
<i>Cinsiyet</i>		33.78	<0,001	0,074
<i>Zirve-Boy Hızı</i>		36.305	<0,001	0,158
<i>Antrenman * Cinsiyet Etkileşimi</i>		41.367	<0,001	0,09
<i>Antrenman * Zirve-Boy Hızı Etkileşimi</i>		0.749	0,474	
<i>Cinsiyet * Zirve-Boy Hızı Etkileşimi</i>		0.083	0,920	
<i>Antrenman * Cinsiyet * Zirve-Boy Hızı Etkileşimi</i>		0.389	0,678	



Antrenman durumu, cinsiyet ve zirve boy hızı gruplarının, sıçrama yüksekliği parametresi üzerindeki etkisinin araştırıldığı üç yönlü ANOVA sonuçları Tablo 4.18.'de verilmiştir. Buna göre, antrenman, cinsiyet ve olgunlaşma durumları tek başına anlamlı farklar oluştururken, antrenman – cinsiyet ikili etkileşimi de istatistiksel olarak anlamlı fark oluşturmuştur.

Antrenman durumunun sıçrama yüksekliği parametresi üzerindeki etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $F(1,249)=60,333$ ,  $p<0,001$ ,  $\eta^2 = 0,131$ ). Cinsiyetin sıçrama yüksekliği parametresi üzerindeki etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $F(1,249)=33,78$ ,  $p<0,001$ ,  $\eta^2 = 0,074$ ). ZBUH gruplarının sıçrama yüksekliği parametresi üzerindeki etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $F(2,249)=36,305$ ,  $p<0,001$ ,  $\eta^2 = 0,158$ ). Antrenman durumu ve cinsiyetin, sıçrama yüksekliği parametresi üzerindeki birlikte etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $F(1,249)=41,367$ ,  $p<0,001$ ,  $\eta^2 = 0,09$ ).

Bu durumda anlamlı bulunan ve düzey sayısı ikiden çok olan değişkenler için hangi düzeyin farklılığı yarattığının tespit edilmesi için çoklu karşılaştırma testleri yapılmıştır.

#### **Katılımcıların Sıçrama Yüksekliği Tukey Çoklu Karşılaştırma Sonuçları**

**Tablo 4.19.** ZBUH grupları için sıçrama yüksekliği (cm) parametresi bakımında yapılan Tukey çoklu karşılaştırma sonuçları

	<b>Zirve Boy Hızı Grupları</b>			
	<b>ZBUH Öncesi</b>	<b>ZBUH Sırası</b>	<b>ZBUH Sonrası</b>	<b>Toplam</b>
	Ort ± SS	Ort ± SS	Ort ± SS	Ort ± SS
Sıçrama Yüksekliği	19,14 ± 6,85 <sup>a,b</sup>	22,76 ± 8,32 <sup>a,c</sup>	25,95 ± 6,51 <sup>b,c</sup>	22,82 ± 7,69

Tukey çoklu karşılaştırma testine göre;  
 ZBUH Öncesi -ZBUH Sırası ( $p=0,002$ )<sup>a</sup>;  
 ZBUH Öncesi -ZBUH Sonrası ( $p<0,001$ )<sup>b</sup>;  
 ZBUH Sırası - ZBUH Sonrası ( $p<0,001$ )<sup>c</sup>

Hangi ZBUH grubunun farklılığı yarattığının tespit edilmesi için yapılan Tukey çoklu karşılaştırma sonuçları Tablo 4.19.'de verilmiştir. Buna göre; ZBUH Öncesi ile ZBUH Sırası grubu arasında sıçrama yüksekliği parametresinin değerleri

bakımından istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ( $p=0,002$ ). ZBUH Öncesi ile ZBUH Sonrası grubu arasında sıçrama yüksekliği parametresinin değerleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ( $p<0,001$ ). ZBUH Sırası ile ZBUH Sonrası grubu arasında sıçrama yüksekliği parametresinin değerleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ( $p<0,001$ ).

**Tablo 4.20.** Antrenman durumu ve cinsiyetin birlikte etkisi için sıçrama yüksekliği (cm) parametresi bakımından yapılan Tukey çoklu karşılaştırma sonuçları

Antrenman Durumu	Cinsiyet	
	Erkek	Kız
	Ort $\pm$ SS	Ort $\pm$ SS
<b>Düzenli Antrenman Yapan</b>	29,86 $\pm$ 6,13 <sup>a b c</sup>	21,90 $\pm$ 5,07 <sup>b</sup>
<b>Düzenli Antrenman Yapmayan</b>	19,30 $\pm$ 7,91 <sup>a</sup>	20,61 $\pm$ 6,15 <sup>c</sup>

Tukey çoklu karşılaştırma testine göre;

Düzenli antrenman yapan, Erkek - Düzenli antrenman yapmayan, Erkek ( $p<0,001$ )<sup>a</sup>;

Düzenli antrenman yapan, Erkek - Düzenli antrenman yapan, Kız ( $p<0,001$ )<sup>b</sup>;

Düzenli antrenman yapan, Erkek - Düzenli antrenman yapmayan, Kız ( $p<0,001$ )<sup>c</sup>;

Antrenman - Cinsiyet etkileşiminin farklılığı yarattığının tespit edilmesi için yapılan Tukey çoklu karşılaştırma sonuçları Tablo 4.20.'de verilmiştir. Buna göre elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir.

Düzenli antrenman yapan erkekler ile düzenli antrenman yapmayan erkekler ve kızlar arasında sıçrama yüksekliği parametresinin değerleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ( $p<0,001$ ). Ayrıca düzenli antrenman yapan grupların cinsiyet farklılığına göre, erkekler ve kızlara arasında da fark gözlemlenmiştir ( $p<0,001$ ).

#### 4.3.4. Katılımcıların Reaktif Kuvvet İndeksi (RKİ) Sonuçları

**Tablo 4.21.** Antrenman durumu, Cinsiyet ve ZBUH gruplarının RSI parametresi üzerindeki etkisinin incelenmesi

Antrenman Durumu	Cinsiyet	Zirve Boy Hızı Grupları		
		ZBUH Öncesi	ZBUH Sırası	ZBUH Sonrası
		Ort ± SS	Ort ± SS	Ort ± SS
Düzenli Antrenman Yapan	Erkek	1,22 ± 0,43	1,02 ± 0,27	1,13 ± 0,25
	Kız	0,66 ± 0,34	0,87 ± 0,35	1,11 ± 0,24
Düzenli Antrenman Yapmayan	Erkek	0,60 ± 0,22	0,67 ± 0,43	0,88 ± 0,37
	Kız	0,51 ± 0,16	0,61 ± 0,25	1,01 ± 0,37
		<i>F</i>	<i>p değeri</i>	<i>n</i> <sup>2</sup>
<i>Antrenman</i>		50,29	<0,001	0,13
<i>Cinsiyet</i>		9,392	0,002	0,024
<i>Zirve-Boy Hızı</i>		21,316	<0,001	0,111
<i>Antrenman * Cinsiyet Etkileşimi</i>		8,545	0,004	0,022
<i>Antrenman * Zirve-Boy Hızı Etkileşimi</i>		2,601	0,076	
<i>Cinsiyet * Zirve-Boy Hızı Etkileşimi</i>		8,314	<0,001	0,043
<i>Antrenman * Cinsiyet * Zirve-Boy Hızı Etkileşimi</i>		2,000	0,138	

Antrenman durumu, cinsiyet ve ZBUH gruplarının, RKİ parametresi üzerindeki etkisinin araştırıldığı üç yönlü ANOVA sonuçları Tablo 4.21’de verilmiştir. Buna göre, antrenman, cinsiyet ve olgunlaşma durumları tek başına istatistiksel farklar yaratırken, antrenman – cinsiyet ve cinsiyet – olgunlaşma ikili etkileşimlerinde istatistiksel açıdan anlamlı farklılıklar gözlemlenmiştir.

Antrenman durumunun RKİ parametresi üzerindeki etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $F(1,249)=50,29$ ,  $p<0,001$ ,  $\eta^2 = 0,13$ ). Cinsiyetin RKİ parametresi üzerindeki etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $F(1,249)=9,392$ ,  $p=0,002$ ,  $\eta^2 = 0,024$ ). ZBUH gruplarının RKİ parametresi üzerindeki etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $F(2,249)=21,316$ ,  $p<0,001$ ,  $\eta^2 = 0,111$ ). Antrenman durumu ve cinsiyetin, RKİ parametresi üzerindeki birlikte etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $F(1,249)=8,545$ ,  $p=0,004$ ,  $\eta^2 = 0,022$ ). Cinsiyet ve ZBUH gruplarının, RKİ parametresi üzerindeki birlikte etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $F(2,249)=8,314$ ,  $p<0,001$ ,  $\eta^2 = 0,043$ ).

Bu durumda anlamlı bulunan ve düzey sayısı ikiden çok olan değişkenler için hangi düzeyin farklılığı yarattığının tespit edilmesi için çoklu karşılaştırma testleri yapılmıştır.

### Katılımcıların RKİ Değerleri Tukey Çoklu Karşılaştırma Sonuçları

**Tablo 4.22.** ZBUH için RKİ parametresi bakımında yapılan Tukey çoklu karşılaştırma sonuçları

	Zirve Boy Hızı Grupları			
	ZBUH Öncesi	ZBUH Sırası	ZBUH Sonrası	Toplam
	Ort ± SS	Ort ± SS	Ort ± SS	Ort ± SS
RKİ	0,76 ± 0,41 <sup>a</sup>	0,80 ± 0,37 <sup>b</sup>	1,03 ± 0,32 <sup>a b</sup>	0,88 ± 0,39

Tukey çoklu karşılaştırma testine göre;  
ZBUH Öncesi -ZBUH Sonrası (p<0,001)<sup>a</sup>  
ZBUH Sırası -ZBUH Sonrası (p<0,001)<sup>b</sup>

Hangi zirve-boy hızı grubunun farklılığı yarattığının tespit edilmesi için yapılan Tukey çoklu karşılaştırma sonuçları Tablo 4.22'de verilmiştir. Buna göre; ZBUH Öncesi ile ZBUH Sonrası grubu arasında RKİ parametresinin değerleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur (p<0,001). ZBUH Sırası ile ZBUH Sonrası grubu arasında RKİ parametresinin değerleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur (p<0,001).

**Tablo 4.23.** Antrenman durumu ve cinsiyetin birlikte etkisi için RKİ parametresi bakımından yapılan Tukey çoklu karşılaştırma sonuçları

Antrenman Durumu	Cinsiyet	
	Erkek	Kız
	Ort ± SS	Ort ± SS
<b>Düzenli Antrenman Yapan</b>	1,12 ± 0,34 <sup>a b c</sup>	0,94 ± 0,34 <sup>b d e</sup>
<b>Düzenli Antrenman Yapmayan</b>	0,71 ± 0,35 <sup>a d</sup>	0,77 ± 0,37 <sup>c e</sup>

Tukey çoklu karşılaştırma testine göre;  
Düzenli antrenman yapan, Erkek -Düzenli antrenman yapmayan, Erkek (p<0,001)<sup>a</sup>;  
Düzenli antrenman yapan, Erkek -Düzenli antrenman yapan, Kız (p<0,001)<sup>b</sup>;  
Düzenli antrenman yapan, Erkek -Düzenli antrenman yapmayan, Kız (p<0,001)<sup>c</sup>;  
Düzenli antrenman yapmayan, Erkek -Düzenli antrenman yapan, Kız (p=0,024)<sup>d</sup>;  
Düzenli antrenman yapan, Kız -Düzenli antrenman yapmayan, Kız (p=0,029)<sup>e</sup>

Antrenman - Cinsiyet etkileşiminin farklılık yarattığının tespit edilmesi için yapılan Tukey çoklu karşılaştırma sonuçları Tablo 4.24.'de verilmiştir. Buna göre elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir.

Düzenli antrenman yapan erkekler ile düzenli antrenman yapmayan erkekler ve kızlar arasında RKİ parametresinin değerleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ( $p < 0,001$ ). Ayrıca düzenli antrenman yapan erkekler ile düzenli antrenman yapan kızlar arasında RKİ parametresinin değerleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ( $p < 0,001$ ). Düzenli antrenman yapmayan erkekler ile düzenli antrenman yapan kızlar arasında RKİ parametresinin değerleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunken ( $p = 0,024$ ), düzenli antrenman yapan kızlar ile düzenli antrenman yapmayan kızlar arasında RKİ parametresinin değerleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ( $p = 0,029$ ).

## 5. TARTIŞMA

Bu çalışmada, çocuk ve ergenlerin biyolojik olgunlaşma hızları göz önünde bulundurularak, düzenli antrenmanın çeşitli performans parametreleri üzerine olan etkisi incelenmiştir. Çalışmada katılımcıların, biyolojik olgunlaşma hızları, sprint ve sıçrama parametreleri incelenmiş olup, çalışma sonunda elde edilen bulgular, alt başlıklar altında incelenmiştir.

### 5.1. Biyolojik Olgunlaşma ve Performans İlişkisi

Çalışma bulgularına baktığımızda, biyolojik olgunlaşma durumunun, çeşitli parametrelerinde anlamlı farklılıklar ortaya koyduğu görülmektedir. Bu farklılıkların büyük bir çoğunluğunda biyolojik olarak daha olgunlaşmış katılımcıların daha iyi performans değerlerine sahip olduğu gözlemlenmiştir. Olgunlaşma durumu, organizmanın işlevsel kapasitesinin gelişmesidir. Bu gelişen kapasite, özellikle çocuk ve ergen sporcular gibi, henüz büyüme atakları içinde ve olgunlaşmasını tamamlamamış sporcular için önemli bir etkidir. Ayrıca atletik performansın gelişiminin yanında yetenek seçimlerinin doğru ve keskin yapılmasında da önemli bir parametredir (19). Torres-Unda ve diğ.2016 yılında yaptıkları bir çalışmada (54) elit erkek adölesan sporcuların, performans parametrelerinin yanında maç içi performans durumlarının incelendiği bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışma sonunda takvim yaşında erken çeyreklerde doğan çocukların, diğer elit erkek basketbolcu akranlarına göre yüksek performans gösterdiği belirtilmiş, ayrıca biyolojik olgunlaşma durumlarının doğrudan maç içi performans değerine de etki ettiğini bildirmişlerdir. Llyod ve diğ. 2014 yılında yayınladıkları çalışmada (196) ise, biyolojik olarak olgunlaşma durumunun akranlarına göre daha fazla olduğu çocuklarda, performans parametrelerinin akranlarına göre daha yüksek olabileceği, antrenmanların ve egzersiz şemalarının biyolojik olgunlaşma durumlarına göre optimize edilmesi gerektiğini savunmuşlardır. Yine çalışma bulgularımızın birçoğu ile uyumlu olan bir çalışmayı Guimarães ve diğ. 2019 yılında (197) yapmışlardır. 11 – 14 yaş aralığında erkek basketbolcuların hem fiziksel hem de teknik beceri gelişimleri izlenmiştir. Performans testlerinin yanı sıra, teknik beceri testi bataryaları da kullanılmış ve çalışma sonunda olgunlaşma durumları akranlarına göre daha ileride olan sporcuların daha iyi fiziksel performans sergilediği görülmüştür. Ayrıca

teknik becerilerin tekrara dayalı olmasının yanında daha iyi fiziksel performansın, teknik becerinin sergilenme kalitesini de artırabileceği belirtilmiştir. Özellikle genç sporcuların atletik performans seviyelerine bakıldığında, performanslarının doğrudan yaş ve gelişimle ilişki gösterdiği bilinmektedir. Aynı yaş gruplarında yer alan sporcuların akranlarına göre büyük veya erken olgunlaşmış sporcuların, çeşitli kuvvet, sürat ve beceri testlerinde daha yüksek skorlar elde etmesi normal olarak görülebilmektedir. Genç sporcular büyürken kuvvet üretim kaliteleri ve nöromusküler yapıları gelişmektedir. Bu durum, henüz gelişim aşamasındaki sporcuların performanslarını belirleyen en önemli limitasyonlardan biridir. Genç sporcuların antrenmanlarının düzenlenmesi ve yetenek seçimlerinde bu parametreler göz önüne alınması, sportif başarı adına önemli olabilmektedir (198).

Çalışmamızda; ZBUH değerleri, sprint parametresinin 0 – 5 m, 5 – 10 m ve 0 – 20m değerlerinde ve sıçrama bulgularında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar gösterdiğini görmekteyiz. Bu durum cinsiyet ve antrenman gibi çeşitli değişkenlerin yanı sıra, olgunlaşma durumunun etkilerini de göstermektedir. Çalışma bulgularının geneline bakıldığında olgunlaşma durumu arttıkça performans değerlerinin arttığını görmekteyiz. Olgunlaşma sürecinin meydana getirdiği, fiziksel, mental ve nöral gelişimin bunun doğrudan etkileyicisi olduğu düşünülebilir (24).Fonksiyonel olarak gelişen organizmanın fonksiyonel iş yapma becerisi artmaktadır. Büyüme ve olgunlaşma süreçleri ele alındığında, çocuklar üzerinde performans farklılıklarının temelinde bu kavramın olduğu düşünülebilir. Gelişim evresinde, performansı oluşturan motor becerilerin tek başına gelişmiş olması performans üzerinde doğrudan bir etki göstermeyebilir. Ancak diğer motor becerilerin de işlevsellik kazanması ile birlikte atletik performansı oluşturan önemli yapı olduğu düşünülebilir.

## **5.2. Sprint Performansı, Antrenman ve Biyolojik Olgunlaşma**

Çalışmamızda, 0 – 20 metre sprint değerleri ölçülmüş, ivmelenme becerisini gözlemlemek için ise, başlangıç noktasına, 5 metre ve 10 metrelik mesafelere çift yönlü fotosel kullanılmıştır. Çalışma bulgularına göre, ivmelenme değerlerinde ve 20 metrelik sprint süresinde büyüme, antrenman ve cinsiyet farklılığında istatistiksel olarak anlamlı farklar ile görmekteyiz. Çalışma bulgularımıza baktığımızda 0 – 5 metrelik ivmelenme aralığında cinsiyet ve antrenman etkileşimini görmekteyiz.

ZBUH öncesi, ZBUH sırası ve ZBUH sonrasında farklılıklar görünürken, cinsiyet farklılığı da istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

0 – 5 metre gibi kısa sprint becerisi, çoğu spor için performansın belirlenmesinde etkili bir parametre olabilmektedir. Özellikle dar alan oyunlarında ve temas içeren sportif etkinliklerde önemli olabilmektedir. Kısa süreli sprint performanslarında, koşu adımlarının yerle teması ve adım uzunluğunun önemli olabileceği bilinmektedir (199). Aynı zamanda sprint, kısa koşular ve ivmelenme becerisi, biyolojik olgunlaşmadan da etkilenmektedir. Edward ve ark. 2020 yılında yaptıkları ve sprint karakteristiklerini yaş, olgunlaşma ve rekabet seviyesini göz önüne alarak incelemişlerdir (200). Çalışma sonunda 0 – 5 metre sprint sürelerinde büyük farklılıklar olmadan yaş etkisi gözlemlenmiştir. Ancak sprint sürelerinde istatistiksel farklılıklar görülmezken, büyüme durumlarına göre kuvvet – hız eğrilerinde istatistiksel farklar ve farklı büyüklüklerde ilişki gözlenmiştir. Büyüme ve olgunlaşma ile artan kuvvet üretme hızı, nörolojik aktivasyonlar ve kuvvetin fonksiyonel aktarımları, sprint gibi motor becerileri etkileyebilmektedir. Fernández-Galván ve diğ. tarafından 2021 yılında yapılan bir araştırmada (201) biyolojik olgunlaşma ve performans parametreleri arasındaki ilişki kıyaslanmış ve biyolojik olgunlaşma ile 0 – 5 metre ivmelenme sürati arasında yüksek ilişki gözlemlenmiştir. Kreamer ve diğ. 2020 yılında elit ve elit altı genç tenis sporcuları üzerinde yaptıkları 5 metrelik kısa sprintleri inceledikleri araştırmada (202); olgunlaşmış sporcuların daha iyi sprint değerlerine sahip olduğunu vurgulamışlardır. Ayrıca elit sporcuların daha yüksek skorlar yakaladığı belirtilmiş ancak elit ve elit altı farklarının 14 yaşına kadar etkin olduğu belirtilmiştir. Ancak büyüme farklılığı müsabık olma durumunu etkilememekle birlikte, 5 metre sprintlerinde etkin olarak gözlemlenmektedir. Murtag ve ark. ise yaptıkları çalışmada (203), genç sporcular üzerinde olgunlaşmanın yetenek üzerinde etkisini inceledikleri çalışmada, 10 metre ve 20 metrelik sprint ölçümlerinde, doğrudan olgunlaşma farkını gözlemlemişlerdir. Çalışma bulgularına göre, elit ve sedanter gruplarda olgunlaşma arttıkça, sprint süreleri istatistiksel olarak anlamlı derece düşmektedir. Ayrıca antrenmanlı grupların skorları ise, sedanterlere göre istatistiksel olarak yüksektir. Bu çalışma hem 10 metre sprint süresi üzerinde olgunlaşma etkisini gösterirken hem de antrenman etkisini açıklaması açısından çalışmamızla tutarlıdır. 0 – 5 ve 5 – 10 metre ivmelenme sürati,



biyolojik olgunlaşmanın getirdiği büyüme avantajlarından kaynaklı, gelişimsel farklılıklardan etkilenmektedir ve çalışma bulgularımızla tutarlıdır. Çalışma bulgularımıza baktığımızda antrenmanlı ZBUH Öncesi erkek sporcuların, biyolojik olgunlaşma durumlarına göre beklenenin aksine, daha kısa sprint sürelerine sahip olduğunu, yani daha yüksek ivmelenme becerilerine sahip olduğunu görmekteyiz. Olgunlaşma ile birlikte bu sürenin azalması beklenirken, farklı bir sonuç belirlenmiştir. Bu durumun sporcuların büyüme atakları sırasında artan vücut ağırlığı ve uzayan uzuvların etkili olduğu düşünülebilir. Bezerra-Santos ve diğ. 2020 yılında, erkek çocuklarının olgunlaşma durumları ile kaba motor koordinasyonun değişimini inceledikleri çalışmada, beklenenin aksine, somatik olgunlaşması yüksek olan çocukların, vücut ağırlığı ve bel çevresinin kalınlaşmasının, kaba motor becerilerde negatif ilişki oluşturduğunu ortaya koymuşlar, olgunlaşmanın kaba motor koordinasyon üzerinde ters etkisinden bahsetmişlerdir (204). Bu bulgu çalışmamızda gözlemlenen ivmelenme farkı ile ilişkili olabileceği düşünülmüştür. Fernandes ve ark. 2019 yılında İskandinav Hamstring egzersizinin, kuvvet ölçümü için geçerli bir yöntem olup olmadığını incelemişlerdir(205). Çalışma biyolojik olgunlaşma durumlarına göre ayrılan çocuklarda, ölçülen bilateral ve relatif kuvvet parametrelerinde en az dengesizlik (açık) ZBUH öncesi grupta görülmüş ve bu dengesizlik ZBUH sonrası ve sonrasında istatistiksel olarak anlamlı şekilde artmıştır. Bu durum çalışma bulgularımızla ilişkilendirilebilir. İvmelenme gibi kuvvetin baskın olduğu sürat aşamalarında, olgunlaşan grupların daha fazla koordinasyon ve kuvvet dengesizliği yaşaması, ivmelenme becerilerini etkilendiğinin göstergesi olabilir.

0 – 20 metre sprint süresi bulgularında ise, cinsiyet, antrenman ve biyolojik olgunlaşma parametrelerinde doğrudan anlamlı farklar görmekteyiz. Çalışma bulgularına baktığımızda, ZBUH gruplarında, olgunlaşma durumu arttıkça süratin arttığını görmekteyiz. Ayrıca cinsiyet farklılığı olarak erkek katılımcıların istatistiksel olarak anlamlı farklar elde ettiğini ve düzenli antrenman yapmayan grup ile antrenman grubu arasında da istatistiksel farklar olduğunu görmekteyiz.

Standing ve diğ. biyolojik olgunlaşma ile ivmelenme ve sıçrama performansını ölçtüğü çalışmasında, 5,10 ve 20 metrelik ölçümler yapmıştır. Çalışma bulgularında olgunlaşmanın etkileri gözlemlenmekle birlikte, en büyük istatistiksel

farklar, ZBUH sonrası grubunda görülmüştür. Büyüme ile birlikte artan kuvvet ve kuvvet üretim hızı etkin bir belirleyici olabilmektedir (206). Parr ve diğ. 2020 yılında yaptıkları çalışmada (12), biyolojik olgunlaşma ve rölatif yaş etkisinin performans üzerine etkilerini incelemişlerdir. Çalışma sonunda takvim yaşı ve rölatif yaştan daha çok olgunlaşma çıktılarının performans üzerine etkisi olduğunu göstermiştir. Olgunlaşmanın doğrudan ve dolaylı pozitif katkıları sprint süreleri ve ivmelenme becerileri üzerinde pozitif etkileri olduğu söylenebilir. Ek olarak olgunlaşma, organizmanın sahip olduğu niteliklerin gelişmesinin yanında fonksiyonel kapasitenin artmasıdır (20). Bu nedenle ZBUH grupları arasında görülen farklar, bu fonksiyonel kapasitenin artmasından kaynaklandığı söylenebilir. Edward ve diğ. 2021 yılında(207) olgunlaşmanın sprint hızı ve hızlanma karakteristikleri üzerine olan etkilerini incelemişlerdir. Çalışmada 5 – 10 metre arası ivmelenme hızlarında ZBUH sırası ve sonrası grupların istatistiksel açıdan daha iyi değerler elde ettiklerini belirlemişler ve olgunlaşma atakları sırasında oluşabilecek farklardan bahsetmişlerdir.

Çalışmamız bulgularına baktığımızda ivmelenme ve sprint sürelerinde antrenman etkisi gözlemlenmiştir. Antrenmanlı grupların düzenli antrenman yapmayan gruplara göre daha ivmelenme ve 20 metre sprint değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı olacak şekilde farklar elde ettiği görülmüştür. Businari ve diğ 2021 yılında yaptıkları çalışmada(208),biyolojik olgunlaşmanın, kas kuvveti ve hız üzerine etkilerini incelemişlerdir. Çalışma sonunda yüzdelere ayrılan ZBUH gruplarında, ZBUH sonrası grubunun hem kas kuvveti hem de hız olarak daha yüksek değerler verdiği görülmektedir. 0 – 20 süresinde çalışma bulgularımız bu çalışma ile tutarlı olduğu düşünülebilir. Erkek antrenman gruplarında ivmelenme becerisi çalışma sonuçlarımızda ZBUH sırası ve sonrası gruplarında, daha düşük değerler vermişti. Ancak hızlı gelişim penceresinde olduğu düşünülen ZBUH sonrası gruplarda, kasın kuvvet kazanımı ve kuvvet üretim kapasitesi ivmelenme sonrasında toplam sprint süresini düşürdüğü söylenebilir. Andrašić ve ark. 2021 yılında yaptıkları çalışmada(209) yaşa bağlı sprint ve yön değiştirme becerilerini incelemişlerdir. Çalışma sonunda ise büyüme etkisinin 0 – 20 parametresinde etkin olduğu gözlemlenmiştir. Araştırmacılar büyüme ile birlikte artan kuvvet üretim hızı ve kas kütlesi kazanımının önemine değinmişlerdir. Düzenli antrenman yapan sporcuların

yaptıkları branş gereği spesifik çalışmaları, onları atletik performansını iyileştirmeye ve hazır bulunmasına yardımcı olabileceği düşünülmektedir (210). Özellikle basketbol ve voleybol gibi dikey ve yatay yön değiştirmelerin baskın olarak kullanıldığı sporlarda, düzenli bir antrenman etkisinin performansı geliştirebileceği düşünülebilir. Yapılan farklı tiplerde ve farklı amaçlar içeren antrenman içeriklerinin genç sporcularda bir gelişime sebep olabileceği ve antrenman ya da egzersiz modalitelerine dahil olmayan bireylere göre farklılıkların olması gerektiği düşünülebilir (211-213) .

### **5.3. Derinlik sıçraması Değerleri, Antrenman ve Biyolojik Olgunlaşma**

Çalışma bulgularına baktığımızda, derinlik sıçraması değerlerinden RKİ değerlerinin, antrenman, cinsiyet ve olgunlaşma durumlarından etkilendiği görülmektedir. Çalışma bulgularında, ZBUH öncesi dönemde erkek ve kızlarda en düşük değerler elde edilmişken, ZBUH Sırasında ise en yüksek değerler hem kız hem erkek katılımcılarda gözlemlenmiştir. Aynı fark, düzenli antrenman yapmayan erkek grubu dışında, antrenman faktörü içinde geçerlidir. Bu durum, çocukların ergenlik ile birlikte girdikleri büyüme ve olgunlaşma sürecinde, yerde kalış sürelerinin arttığı, ancak ZBUH sonrası dönemde tekrar düşüş gösterdiği ortaya çıkarmaktadır. Bu durum literatür ile benzer sonuçları göstermemektedir. Yapılan çalışmalara bakıldığında, genellikle yerde kalış süresi ZBUH dönemi ile birlikte doğrusal olarak düşüş göstermektedir. Maksimal kuvvet ve kuvvet üretim hızı gibi çeşitli parametreler büyüme ile birlikte artan etkinlik göstermekte ve yerde kalış süresini etkilemektedir (10). Rumpf ve diğ.(214)GKD'nin farklı gelişimsel aşamalarda inceledikleri çalışma bulgularında, katılımcıların yerde kalış süreleri üzerinde anlamlı bir farklılık görmemişlerdir. Ancak fark anlamlı olmamakla birlikte, koşu esnasında yerde kalış süresindeki farklılık, olgunlaşma dönemleriyle birlikte doğrusal olarak düşüş göstermiştir. Lesinski ve diğ. (215) 2020 yılında 703 katılımcı ile cinsiyet ve olgunlaşma farklılıklarını görmek amacıyla elit Alman genç sporcularına, antropometrik ve fiziksel testler yapmışlardır. Bu detaylı çalışmada yerde kalış süresi üzerinde olgunlaşma ile istatistiksel olarak anlamlı doğrusal değişimler gözlemlenmişlerdir. Ancak çalışma bulgularımıza yakın olacak şekilde kız sporcularda, ZBUH sırasında, ZBUH öncesi ve sonrasına göre, daha yüksek yerde

kalış süreleri gözlemlenmiştir. Bu sonuç çalışmamız ile yakınlık gösterse de, erkek düzenli antrenman yapmayan ve düzenli antrenman yapan gruplardaki değişimleri açıklayamamaktadır. Bu farklar, olgunlaşma süresince, her bireyin farklı nöromusküler ve fizyolojik gelişim göstermesinden kaynaklandığı düşünülebilir (20). Ayrıca ZBUH öncesinden, ZBUH Sırasına geçişte görülen koordinasyon ve denge eksikliğinin d YKS üzerinde etkisinin olduğu düşünülebilir (216). Ayrıca gruplar arasında müsabık olmalarına rağmen daha iyi antrenman geçmişine sahip olma ve yetenek seçimi arasında görülen farklardan kaynaklandığı düşünülebilir. Çalışmamızda yerde kalış süresi parametresinde düzenli antrenman yapmayan erkek grubu haricinde, bütün gruplarda düzenli antrenman yapan gruplar, düzenli antrenman yapmayan gruplara göre daha iyi yerde kalış süresine sahiptirler. Bu durumun düzenli antrenman etkisini gösterdiği düşünülebilir. Ayrıca spesifik sıçrama (pliometrik vb.) çalışmaları düzenli antrenmanın araştırma grubunda kontrol grubuna göre anlamlı farklar yarattığı bilinmektedir (217-219). Franchi ve diğ. yaptıkları derlemede, GKD' nin yapısının incelendiğinde, asıl biriken kinetik enerjinin eksantrik fazda gerçekleştiğini görmekteyiz. Bu durum kasın morfolojik yapısı ile de doğrudan ilişkilendirilebilir. Kasın morfolojik yapısı gereği eksantrik kuvvet üretimi, izometrik ve konsantrik kasılmalara göre daha az metabolik harcama ile daha yüksektir. GKD gerilme fazının, başarılı ve hareket açısından düzgün geçmesi, elastik kuvvetin kinetik birikimini artırır (220). Bu durumda özellikle derinlik sıçraması gibi doğrudan GKD üzerinde yük oluşturan hareket yapılarında, düzenli antrenman ile geliştirilen stratejiler ve artan eksantrik kuvvet toleransı doğrudan GKD kullanımını etkiler.

Çalışmamızda sıçrama yüksekliği bulgularında bakıldığında, doğrudan olgunlaşma sürecine göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık görmekteyiz. Ayrıca bu istatistiksel olarak anlamlı fark, antrenman ve cinsiyet parametrelerinde de görülmektedir. ZBUH gruplarında olgunlaşma arttıkça katılımcıların ortalama sıçrama yüksekliği artmıştır. Yine bu ortalama sıçrama yükseklikleri, düzenli antrenman yapan grupta daha yüksek görünmüşken, düzenli antrenman yapmayan gruplarda sıçrama yüksekliği arasında önemli farklar görülmemiştir.

Günümüzde GKD ve döngüyü oluşturan yapıların incelenmesinde ultrasonografi yöntemi, kas morfolojisi adına oldukça önemli objektif veriler vermektedir. Özellikle çocuklar ve benzeri örselenebilir gruplarda çalışmanın zorluklarından dolayı, ultrasonografi gibi yöntemlerin önemi ve kullanım alanları artmaktadır. Penditis ve diğ.(221) ergenlik öncesi jimnastikçilerde, kas morfolojisini ve tendon sertliğini uzun süreli olarak incelemiştir. Çalışmanın önemi aynı zamanda ultrasonografi ile pennasyon açılarının da incelenmesinden kaynaklanmaktadır. Çalışma sonunda antrenmanlı katılımcılar kontrol grubuna göre bütün sıçrama yükseklikleri ve sıçrama değişkenlerinde daha yüksek değerler göstermişler, pennasyon açılarında anlamlı fark görülmemiştir. Bu çalışmadaki sıçrama yükseklikleri değişimi ile çalışmamız bulgularının doğrudan ilişkili olduğu söylenebilir. Düzenli antrenman yapan katılımcıların özellikle erkek antrenman grubunda düzenli antrenman yapmayanlara göre yüksek değerler elde ettiği görülmektedir. Cinsiyet farklılığı ise düzenli antrenman gruplarında belirgin iken, düzenli antrenman yapmayan gruplarda netliği düşmektedir.

Quatman ve ark.(13) cinsiyet farklılıklarını gözlemlemek amacıyla yaptıkları 3 yıllık boylamsal çalışmada önemli bulgular elde etmişlerdir. Bu çalışma sonunda erkek katılımcılar olgunlaşma ile birlikte sıçrama yüksekliklerinde doğrusal bir artış gözlenmişken, kız sporcularda artışlar olgunlaşma ile doğrusal değildir. Kız katılımcıların ortalama sıçrama yükseklikleri ZBUH sırasında, ortalama olarak 35 cm iken, ZBUH sonrasında da aynı kalmıştır. Lazaridis ve diğ.(222) yaptıkları çalışmada çocuklar ve yetişkinler arasında biyomekanik ve nöromusküler farkların incelediği çalışmada, erkek çocuklar ve erkek yetişkinler arasında beklenildiği üzere istatistiksel olarak anlamlı farklar görülmüştür. Bu farkların temel sebebinin olgunlaşmanın getirdiği fonksiyonel kazançlar ve kasın daha efektif kullanımı olarak açıklanmıştır. Meylan ve diğ. (223) ise yaptıkları çalışmada, sıçrama sonrası düşüş esnasında, eksantrik ve konsantrik kinematik yapılarının farklı olgunlaşma fazlarına göre geçerliliğini inceledikleri çalışmada, olgunlaşma durumu daha yüksek olan katılımcıların, sıçrama kinematiklerinin kullanımı ve sıçrama performanslarının yüksek olduklarını belirtmişlerdir. Sıçrama yüksekliğindeki büyüme ile birlikte gelen doğrusal artış çalışma bulgularımızla uyumludur. Ancak literatür üzerinde kız katılımcılar ile erkeler arasında sıçrama yükseklikleri arasında farklar tutarlı olsa da

gri alanlar mevcuttur. Kızların doğrusal gelişimleri kesin bulgular ile açıklanmamıştır. Birat ve ark.(224) yaptığı çalışmada kız ve erkekler arasında, erkelerin kızlara göre daha yüksek sıçrama yüksekliğine eriştiğine dair istatistiksel olarak anlamlı fark bulduklarını belirtirken, olgunlaşma durumunda ZBUH öncesinin, diğer ZBUH gruplarına göre düşük yüksekliklere eriştikleri söylenmiştir. Ancak ZBUH sırasında ve sonrasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir. Bu bulgular çalışmamız bulguları tamamen eşleşmemekle birlikte çalışma bulgularımızla benzer noktalara sahiptir. Her cinsiyet için, ZBUH grubu arasında farklılık gözlemek çalışmaya katılan örneklem grubuna bağlı olduğu gibi, büyük katılımlı çalışmalarda ZBUH'ın cinsiyet üzerinde doğrudan etkisinin göz önünde bulundurulması gerektiğini düşündürebilir.

RKİ, gerilme kısalma döngüsünün etkili kullanımını ayırt eden önemli bir parametre olarak kabul görmektedir. Temelde sıçrama yüksekliği ÷ yerde kalış süresi olarak hesaplanan değer RKİ'ni verir. Çalışmamız bulgularına baktığımızda, üç yönlü varyans analizi sonunda, cinsiyet, antrenman ve ZBUH grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar görülmüştür.

Çalışmamız bulgularında erkek antrenman grubu katılımcılarında en yüksek RKİ değerinin ZBUH öncesi grupta görülürken, ZBUH sırasında ise değerler düşmüş, ZBUH sonrasında ise tekrar artış göstermiştir. Kız katılımcılarda ise; hem düzenli antrenman yapmayan hem de düzenli antrenman gruplarında doğrusal bir gelişim gözlenmiş, olgunlaşmayla birlikte RKİ skorları artış göstermiştir. Croix ve ark. 2021 yılında yayımladıkları (225), olgunlaşma ile birlikte GKD' nin gelişimini incelemişlerdir. Çalışma bulgularına bakıldığında bacak sertliğinin olgunlaşma ile birlikte azaldığını gözlemlerken, RKİ'nin olgunlaşma ile birlikte istatistiksel olarak anlamlı şekilde artış gösterdiğini görmüşlerdir. Lloyd ve diğ. yaptıkları bir çalışmada, 7 – 18 yaş arası 250 çocuğun katıldığı çalışmada ise yine benzer bir şekilde RKİ değerlerinin olgunlaşma ile birlikte artış gösterdiğini belirtmişlerdir (226). Yine Llyod ve diğ. 2011 yılında yapmış oldukları bir çalışmada (117), erkek çocuklarında hızlandırılmış adaptasyon evrelerinin gerilme kısalma döngüsü üzerine etkilerini, ergenlik öncesi ve sonrasında bulunan katılımcılarda araştırmışlardır. Bu çalışma bulgularına göre katılımcılar, ZBUH öncesi dönemden ZBUH Sırasına

geçerken, RKİ istatistiksel olarak anlamlı bir farklılıkta azalmakta ardından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılıkla yükseliş göstermektedir. Llyod ve diğ. yaptıkları bu çalışma bulguları ve bizim çalışma bulgularımız antrenmanlı erkek katılımcılar ile büyük oranda benzerlik göstermektedir. ZBUH öncesinden ZBUH sırasına geçişte katılımcıların RKİ düşmüş ardından yükselmiştir. Bu durum yazarlar tarafından ‘hızlandırılmış adaptasyon’(40) ile açıklanmıştır. Buna göre, katılımcılar ZBUH sırasında büyüme atağı yaşamış ve uzuvlardaki dengesiz büyüme sıçrama performansını etkilemiş, ardından geçen süreçte kas içi ve kaslar arası uyumlu katılım artmış, kasın işlevsel gelişimi artmış ve RKİ değerleri tekrar yükselmiştir. Bu düşünce, çalışma bulgularımızda erkek antrenmanlı grubu için tutarlı olabileceği düşünülebilir. RKİ değerleri kızlar için hem düzenli antrenman hem düzenli antrenman yapmayan grupta büyüme ile pozitif etkileşim göstermiş, yine erkek düzenli antrenman yapmayan grubu içinde aynı gelişim gözlemlenmiştir. Müsabık katılımcılar için ise, bütün müsabık katılımcılar aynı ligde olmakla birlikte, performansa bağlı takımlar arasındaki dengesizlikten kaynaklanabilmektedir.

RKİ için cinsiyet farklılığına bakıldığında, erkek düzenli antrenman grubunun, ZBUH öncesi ve sırasında, kız düzenli antrenman grubundan istatistiksel olarak daha yüksek değerlere eriştiği gözlemlenirken, ZBUH sonrası dönemde istatistiksel bir fark olmamakla birlikte oldukça yakın değerler gözlemlenmiştir. Ayrıca benzer bir durum düzenli antrenman yapmayan grupta söz konusudur. Düzenli antrenman yapmayan kız grubu, düzenli antrenman yapmayan erkek grubundan daha yüksek bir RKİ değeri elde etmişlerdir. Bu durumun kız ve erkeklerin olgunlaşma hızlarının farklılığı ile açıklanması olasıdır. Kızlar erkeklerden ZBUH dönemine yaklaşık olarak 2 sene daha erken erişmektedir (21). Olgunlaşma dönemine ve dolayısı ile hızlandırılmış adaptasyon pencelerine (40) erken ulaşmış kızların daha yüksek performans vermesi beklenebilir ve gelişim hızlarının farklılığı açıklayabilir. Ayrıca antrenmanlı katılımcıların hepsi aynı ligde müsabık olmalarına karşılık, daha iyi derecelere sahip sporcular olmaları muhtemeldir ve bu fark performansa bağlı olabilmektedir. Lehnert ve diğ. 2020 yılında(227) cinsiyet ve yaşa bağlı olarak, reaktif kuvvet ve bacak sertliği üzerinde boylamsal bir çalışma yapmışlardır. Çalışma sonucunda RKİ değerleri erkek katılımcıların kızlara göre istatistiksel olarak daha yüksek olduğunu gözlemlenmişlerdir. Araştırmacılar düzenli

antrenman süresince erkeklerin, daha yüksek hormonal adaptasyon sağlayabileceğini ve farklılığın bundan kaynaklanabileceğini belirtmişlerdir. Ayrıca ergenlikle birlikte olgunlaşmanın reaktif kuvvet üzerine etkisi görülmektedir. Ancak erkeklerin kendi içindeki RKİ değerleri kızlarla arasında olanlar kadar yüksek artışlar içermemektedir. Radnor ve ark. (10)olgunlaşma ile birlikte gelişen GKD artışlarının, doğrusal olmadığını, sadece büyüme ile açıklanamayacağını ve kasın mimarisi, fasikül uzunluğu, pennasyon açısı gibi değerlerden doğrudan etkilendiğini belirtmişlerdir.

Optimal düşüş yüksekliği, pliometrik antrenmanlar gibi sıçrama içeren çalışmalarda, düşüş için en verimli yükseklik olarak tanımlanabilir. Literatüre baktığımızda, Prieske ve diğ. 2018 yılında yaptıkları bir çalışmada (228), düşüş yüksekliğinin sıçrama üzerine etkilerini cinsiyet faktörünü göz ederek araştırmışlardır. Çalışma bulgularına göre, farklı yükseltiden yapılan düşüş sıçramalarında RKİ değerleri ve sıçrama yükselteleri değişmiş, bu düşüş yüksekliğinin önemi vurgulanmıştır. Birat ve diğ.(224) ise, olgunlaşma süresince sıçrama yükseltelerinin 20 ve 40 cm yükseltelerde kullanılması gerektiğini önermiştir. Özellikle genç sporcuların antrenman esnasında yaralanmaları ve antrenmanın iyi optimize edilmesi için gerekliliğini vurgulamışlardır. Ramirez ve diğ. pliometrik antrenmanlarını optimize yükselteler üzerinden yaptıkları çalışmada, optimize edilmiş yükselteler kullanılarak yapılan çalışmaların çok daha efektif sonuçlar verdiğini belirtmişlerdir (229).



## 6. SONUÇ VE ÖNERİLER

### 6.1. Sonuç

Biyolojik olgunlaşma durumlarına göre, GKD' nin incelendiği bu çalışmada, elde edilen sonuçlar aşağıda yer almaktadır.

1. Katılımcıların 20 metre sürat ölçümleri sırasında, 0 – 5 metre ve 5 – 10 metre ivmelenme ölçümlerinde gruplar arasında sprint süresi istatistiksel olarak, büyüme, cinsiyet ve antrenman durumundan etkilenmiştir.
2. 0 – 20 metre toplam sprint zamanı, büyüme, antrenman ve cinsiyet etkisi gözlemlenmiş, ZBUH sonrası grubu en iyi sprint değerleri elde ederken, erkek katılımcılar kızlara göre daha iyi sprint zamanı elde etmiştir.
3. Katılımcıların YKS' de antrenman durumları ve cinsiyetleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar görülmüştür. ZBUH öncesi düzenli antrenman yapan erkekler en az yerde kalış süresine sahiptir. Ancak antrenmanlı erkeklerin ZBUH sırası ve öncesi arasında tutarsızlık görülmüş, bu durum hızlı büyüme atakları sırasında artan koordinasyon eksikliği ve müsabık olmalarına rağmen sporcular arasında performans farklılığı olmasından kaynaklı olabileceği düşünülmektedir.
4. Çalışmamızda sıçrama yüksekliği parametresinde, hipotezlere uygun olarak, olgunlaşma durumu, antrenman ve cinsiyet faktörlerinde istatistiksel olarak anlamlı farklar bulunduğu belirtilmiştir. ZBUH durumuna göre olgunlaşma arttıkça daha yüksek sıçrama yüksekliğine erişilmiştir.
5. Çalışmamızda RKİ değerlerinin, büyüme, antrenman ve cinsiyet faktörlerinden etkilendiği görülmektedir. Olgunlaşma arttıkça RKİ değerleri artmıştır. Ancak YKS' ne bağlı olarak, ZBUH erkek grubunda yüksek değerler elde edilmiştir.
6. Çalışmamız hipotezlerine bakıldığında olgunlaşma arttıkça, GKD etkin kullanımını artmıştır ve hipotezimiz doğrulanmıştır.
7. Olgunlaşma ve antrenman durumlarına göre, 20 metre sprint zamanında olgunlaşmış katılımcılar en iyi değerleri elde etmişlerdir. Olgunlaşma ve antrenman etkisinin sprint üzerine etkisi doğrulanmıştır.

8. Olgunlaşma ve antrenmanın derinlik sıçraması üzerine etkileri, doğrulanmıştır. Olgunlaşmış sporcular daha iyi dereceleri elde etmişlerdir.

## **6.2.Öneriler**

1. Çalışmamızda sadece basketbol ve voleybol branşlarından katılımcılar yer almıştır, ancak ilerleyen zamanlarda yapılacak bir çalışmada spesifik spor branşları arasındaki farklar incelenebilir.
2. Çalışma esnasında grupların aynı ligde ve en az 1 yıldır müsabık olmasına dikkat edildi, ancak grupların performansa göre ayrımlarının yapılması adına, müsabık gruplar, bir başarı derecenlendirilmesi ile ayrılabilir (örn: Gençler Türkiye Şampiyonası'na katılan ilk 3 takım vb.).
3. Çalışmamız performans parametreleri temel alınarak yapıldı fakat performans ve ultrasonografik parametreler eklenerek, çalışma derinleştirilebilir.
4. Çalışmamızda antrenman durumu toplam antrenman saatleri üzerinden belirlendi ve gruplar bu parametreye göre ayrıldı, doğrudan belirgin bir antrenman müdahalesine bakılmadı. Bu nedenle gelecekte yapılacak çalışmalar için, belirlenmiş antrenman örüntülerinin etkisine bakılabilir.
5. Sahada çalışan antrenör ve profesyonellerin, yetenek seçimi ve olgunlaşma ile ilgili düşünceleri alınarak, farklı bir çalışma deseni yapılabilir.
6. Çalışma deseni ve örneklem grubumuzun sayıca fazla olmasından dolayı, benzer çalışmayı yapacak araştırmacıların, çalışma deseni oluştururken çalışmamızdan faydalanabilir.

## 7.KAYNAKLAR

1. Seiberl W, Power GA, Herzog W, Hahn D. The stretch-shortening cycle (SSC) revisited: residual force enhancement contributes to increased performance during fast SSC s of human m. adductor pollicis. *Physiological Reports*. 2015;3(5):e12401.
2. Suchomel TJ, Sole CJ, Stone MH. Comparison of methods that assess lower-body stretch-shortening cycle utilization. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2016;30(2):547-54.
3. Earp JE, Newton RU, Cormie P, Blazevich AJ. The influence of loading intensity on muscle–tendon unit behavior during maximal knee extensor stretch shortening cycle exercise. *European journal of applied physiology*. 2014;114(1):59-69.
4. Flanagan EP, Comyns TM. The use of contact time and the reactive strength index to optimize fast stretch-shortening cycle training. *Strength & Conditioning Journal*. 2008;30(5):32-8.
5. Komi PV. Stretch-shortening cycle: a powerful model to study normal and fatigued muscle. *Journal of biomechanics*. 2000;33(10):1197-206.
6. Jeffreys MA, Croix MBDS, Lloyd RS, Oliver JL, Hughes JD. The effect of varying plyometric volume on stretch-shortening cycle capability in collegiate male rugby players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2019;33(1):139-45.
7. Jakobsen MD, Sundstrup E, Randers MB, Kjær M, Andersen LL, Krstrup P, et al. The effect of strength training, recreational soccer and running exercise on stretch–shortening cycle muscle performance during countermovement jumping. *Human movement science*. 2012;31(4):970-86.
8. Turner AN, Jeffreys I. The stretch-shortening cycle: Proposed mechanisms and methods for enhancement. *Strength & Conditioning Journal*. 2010;32(4):87-99.
9. Komi PV, Gollhofer A. Stretch reflexes can have an important role in force enhancement during SSC exercise. *Journal of applied biomechanics*. 1997;13(4):451-60.
10. Radnor JM, Oliver JL, Waugh CM, Myer GD, Moore IS, Lloyd RS. The influence of growth and maturation on stretch-shortening cycle function in youth. *Sports Medicine*. 2018;48(1):57-71.
11. Parent AS, Teilmann G, Juul A, Skakkebaek NE, Toppari J, Bourguignon JP. The timing of normal puberty and the age limits of sexual precocity: Variations around the world, secular trends, and changes after migration. *Endocr Rev*. 2003;24(5):668-93.
12. Parr J, Winwood K, Hodson-Tole E, Deconinck FJ, Hill JP, Teunissen JW, et al. The main and interactive effects of biological maturity and relative age on physical performance in elite youth soccer players. *Journal of Sports Medicine*. 2020;2020.

13. Quatman CE, Ford KR, Myer GD, Hewett TE. Maturation leads to gender differences in landing force and vertical jump performance: a longitudinal study. *The American journal of sports medicine*. 2006;34(5):806-13.
14. McMahon JJ, Rej SJ, Comfort P. Sex differences in countermovement jump phase characteristics. *Sports*. 2017;5(1):8.
15. Mangine GT, Fukuda DH, LaMonica MB, Gonzalez AM, Wells AJ, Townsend JR, et al. Influence of gender and muscle architecture asymmetry on jump and sprint performance. *Journal of sports science & medicine*. 2014;13(4):904.
16. Malina RM, Ackerman KE, Rogol AD. Growth and the young female athlete. *The young female athlete: Springer*; 2016. p. 1-14.
17. Kenney WL, Wilmore JH, Costill DL. *Physiology of sport and exercise: Human kinetics*; 2015.
18. Harris JA, Jackson CM, Paterson DG, Scammon RE. *The measurement of man*. 1930.
19. Malina RM, Rogol AD, Cumming SP, e Silva MJC, Figueiredo AJ. Biological maturation of youth athletes: assessment and implications. *British journal of sports medicine*. 2015;49(13):852-9.
20. Armstrong N, Spurway N, MacLaren D. *Pediatric Exercise Physiology. Advances in Sport and Exercise Science Series*. Philadelphia: Elsevier; 2007.
21. Baxter-Jones AD, Eisenmann JC, Sherar LB. Controlling for maturation in pediatric exercise science. *Pediatric Exercise Science*. 2005;17(1):18-30.
22. Tanner JM, Tanner JM. *Foetus into man: Physical growth from conception to maturity: Harvard University Press*; 1990.
23. Story M, Stang J. Understanding adolescent eating behaviors. *Guidelines for adolescent nutrition services*. 2005:9-19.
24. Malina RM, Bouchard C, Bar-Or O. *Growth, maturation, and physical activity: Human kinetics*; 2004.
25. Traggiai C, Stanhope R. Delayed puberty. *Best practice & research Clinical endocrinology & metabolism*. 2002;16(1):139-51.
26. Susman EJ, Houts RM, Steinberg L, Belsky J, Cauffman E, DeHart G, et al. Longitudinal development of secondary sexual characteristics in girls and boys between ages 9½ and 15½ years. *Archives of pediatrics & adolescent medicine*. 2010;164(2):166-73.
27. Herman-Giddens ME, Steffes J, Harris D, Slora E, Hussey M, Dowshen SA, et al. Secondary sexual characteristics in boys: data from the Pediatric Research in Office Settings Network. *Pediatrics*. 2012;130(5):e1058-e68.
28. Malina RM, Rogol AD. Sport training and the growth and pubertal maturation of young athletes. *Pediatric endocrinology reviews: PER*. 2011;9(1):441-55.

29. Bogin B, Hermanussen M, Blum WF, Aßmann C. Sex, sport, IGF-1 and the community effect in height hypothesis. *International journal of environmental research and public health*. 2015;12(5):4816-32.
30. Ranke MB. Insulin-like growth factor binding-protein-3 (IGFBP-3). *Best Practice & Research Clinical Endocrinology & Metabolism*. 2015;29(5):701-11.
31. Cole T, Ahmed M, Preece M, Hindmarsh P, Dunger D. The relationship between Insulin-like Growth Factor 1, sex steroids and timing of the pubertal growth spurt. *Clinical endocrinology*. 2015;82(6):862-9.
32. Richmond E, Rogol AD. Treatment of growth hormone deficiency in children, adolescents and at the transitional age. *Best practice & research Clinical endocrinology & metabolism*. 2016;30(6):749-55.
33. Tritos NA, Klibanski A. Effects of growth hormone on bone. *Progress in molecular biology and translational science*. 2016;138:193-211.
34. Johnson D, Williams S, Bradley B, Sayer S, Murray Fisher J, Cumming S. Growing pains: maturity associated variation in injury risk in academy football. *European journal of sport science*. 2020;20(4):544-52.
35. Caine D, Maffulli N, Caine C. Epidemiology of injury in child and adolescent sports: injury rates, risk factors, and prevention. *Clinics in sports medicine*. 2008;27(1):19-50.
36. Wang Q, Seeman E. Growth-related cortical fragility at metaphyseal regions. *IBMS BoneKEy*. 2009;6:429.
37. Wang Q, Wang XF, Iuliano-Burns S, Ghasem-Zadeh A, Zebaze R, Seeman E. Rapid growth produces transient cortical weakness: a risk factor for metaphyseal fractures during puberty. *Journal of Bone and Mineral Research*. 2010;25(7):1521-6.
38. Caine D, Cochrane B, Caine C, Zemper E. An epidemiologic investigation of injuries affecting young competitive female gymnasts. *The American journal of sports medicine*. 1989;17(6):811-20.
39. Swain M, Kamper SJ, Maher CG, Broderick C, McKay D, Henschke N. Relationship between growth, maturation and musculoskeletal conditions in adolescents: a systematic review. *British journal of sports medicine*. 2018;52(19):1246-52.
40. Lloyd RS, Oliver JL. The youth physical development model: A new approach to long-term athletic development. *Strength & Conditioning Journal*. 2012;34(3):61-72.
41. Lloyd RS, Oliver JL, Meyers RW, Moody JA, Stone MH. Long-term athletic development and its application to youth weightlifting. *Strength & Conditioning Journal*. 2012;34(4):55-66.
42. Lintsi M, Kaarma H. Growth of Estonian seventeen-year-old boys during the last two centuries. *Economics & Human Biology*. 2006;4(1):89-103.
43. Kromeyer-Hauschild K, Jaeger U. Growth studies in Jena, Germany: Changes in sitting height, biacromial and bicristal breadth in the past decenniums.

American Journal of Human Biology: The Official Journal of the Human Biology Association. 2000;12(5):646-54.

44. McManus AM, Armstrong N. Physiology of elite young female athletes. The elite young athlete. 2011;56:23-46.
45. Pastuszak A, Górski M, Gajewski J, Buśko K. Anthropometric profile of female handball players is related to bone mineral density. Anthropological review. 2018;81(3):298-306.
46. Jiménez IP, Pain MT. Relative age effect in Spanish association football: Its extent and implications for wasted potential. Journal of sports sciences. 2008;26(10):995-1003.
47. Cogley S, Baker J, Wattie N, McKenna J. Annual age-grouping and athlete development. Sports medicine. 2009;39(3):235-56.
48. Romann M, Cogley S. Relative age effects in athletic sprinting and corrective adjustments as a solution for their removal. PLoS One. 2015;10(4):e0122988.
49. Wattie N, Schorer J, Baker J. The relative age effect in sport: A developmental systems model. Sports Medicine. 2015;45(1):83-94.
50. Huertas F, Ballester R, Gines HJ, Hamidi AK, Moratal C, Lupiáñez J. Relative age effect in the sport environment. Role of physical fitness and cognitive function in youth soccer players. International journal of environmental research and public health. 2019;16(16):2837.
51. Figueiredo AJ, Coelho-e-Silva, M. J., Cumming, S. P., & Malina, R. M. Relative age effect: Characteristics of youth soccer players by birth quarter and subsequent playing status. Journal of sports sciences. 2019; 37(6):677-84.
52. Bergeron MF, Mountjoy, M., Armstrong, N., Chia, M., Côté, J., Emery, C. A., ... & Engebretsen, L. International Olympic Committee consensus statement on youth athletic development. British journal of sports medicine. 2015;49(13):843-51.
53. Carvalho HM, Coelho-e-Silva, M., Valente-dos-Santos, J., Gonçalves, R. S., Philippaerts, R., & Malina, R. Scaling lower-limb isokinetic strength for biological maturation and body size in adolescent basketball players. European journal of applied physiology. 2012;112(8):2881-9.
54. Torres-Unda J, Zarrasquin I, Gravina L, Zubero J, Seco J, Gil SM, et al. Basketball Performance Is Related to Maturity and Relative Age in Elite Adolescent Players. Journal of Strength and Conditioning Research. 2016;30(5):1325-32.
55. Carvalho HM, Goncalves CE, Collins D, Paes RR. Growth, functional capacities and motivation for achievement and competitiveness in youth basketball: an interdisciplinary approach. Journal of Sports Sciences. 2018;36(7):742-8.
56. Valente-dos-Santos J, Coelho-e-Silva MJ, Simoes F, Figueiredo AJ, Leite N, Elferink-Gemser MT, et al. Modeling Developmental Changes in Functional Capacities and Soccer-Specific Skills in Male Players Aged 11-17 Years. Pediatric Exercise Science. 2012;24(4):603-21.

57. van der Sluis A, Elferink-Gemser MT, Brink MS, Visscher C. Importance of Peak Height Velocity Timing in Terms of Injuries in Talented Soccer Players. *Int J Sports Med.* 2015;36(4):327-32.
58. Nahhas RW, Sherwood RJ, Chumlea WC, Towne B, Duren DL. Predicting the Timing of Maturational Spurts in Skeletal Age. *Am J Phys Anthropol.* 2013;150(1):68-75.
59. Jurimae T, & Jurimae, J. Growth, physical activity, and motor development in prepubertal children. CRC Press. 2019.
60. Carling C, Le Gall F, Malina RM. Body size, skeletal maturity, and functional characteristics of elite academy soccer players on entry between 1992 and 2003. *Journal of Sports Sciences.* 2012;30(15):1683-93.
61. Johnson A, Farooq A, Whiteley R. Skeletal maturation status is more strongly associated with academy selection than birth quarter. *Sci Med Football.* 2017;1(2):157-63.
62. Gouvea M, Cyrino ES, Ribeiro AS, da Silva DRP, Ohara D, Valente-dos-Santos J, et al. Influence of Skeletal Maturity on Size, Function and Sport-specific Technical Skills in Youth Soccer Players. *Int J Sports Med.* 2016;37(6):464-9.
63. Kindler JM, Lewis RD, Hamrick MW. Skeletal muscle and pediatric bone development. *Curr Opin Endocrinol Diabetes Obes.* 2015;22(6):467-74.
64. Luz LGD, Luz TDD, Valente-dos-Santos J, Duarte JP, Seabra A, Padez C, et al. Biological Maturation And Muscular Strength: Mediation Analysis In Prepubescent Girls. *Rev Bras Med Esporte.* 2018;24(3):192-6.
65. Gantois P, Pinto, V., Castro, K. R. D., João, P. V., Dantas, P., & Cabral, B. G. Skeletal age and explosive strength in young volleyball players. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano.* 2017;19(3): 331-42.
66. Gunter KB, Almstedt HC, Janz KF. Physical Activity in Childhood May Be the Key to Optimizing Lifespan Skeletal Health. *Exerc Sport Sci Rev.* 2012;40(1):13-21.
67. Johansson H, Oden A, Kanis J, McCloskey E, Lorentzon M, Ljunggren O, et al. Low bone mineral density is associated with increased mortality in elderly men: MrOS Sweden. *Osteoporosis Int.* 2011;22(5):1411-8.
68. Tenforde AS, Fredericson M. Influence of Sports Participation on Bone Health in the Young Athlete: A Review of the Literature. *Pm&R.* 2011;3(9):861-7.
69. Agostinete RR, Lynch KR, Gobbo LA, Lima MCS, Ito IH, Luiz-de-Marco R, et al. Basketball Affects Bone Mineral Density Accrual in Boys More Than Swimming and Other Impact Sports: 9-mo Follow-Up. *J Clin Densitom.* 2016;19(3):375-81.
70. Jallai T, Maasalu, K., Kums, T., Erelina, J., Gapeyeva, H., & Pääsuke, M. Comparison of bone mineral density in adolescent male soccer and basketball players. *Sport Sciences for Health.* 2017;13(1): 93-8.
71. Rodrigues-Júnior MA, Agostinete, R. R., Luiz-de-Marco, R., Ito, I. H., Ribeiro-dos-Santos, M. R., & Fernandes, R. A. Bone mineral density gains related to

basketball practice in boys: 9-month cohort. *Journal of Human Growth and Development*. 2017;27(1):71-6.

72. Gomez-Bruton A, Gonzalez-Aguero A, Gomez-Cabello A, Matute-Llorente A, Casajus JA, Vicente-Rodriguez G. Swimming and bone: Is low bone mass due to hypogravity alone or does other physical activity influence it? *Osteoporosis Int*. 2016;27(5):1785-93.

73. Ribeiro-dos-Santos MR, Lynch, K. R., Agostinete, R. R., Maillane-Vanegas, S., Turi-Lynch, B., Ito, I. H., ... & Fernandes, R. A. Prolonged practice of swimming is negatively related to bone mineral density gains in adolescents. *Journal of bone metabolism*. 2016;23(3):149.

74. Foster C, Armstrong M. What types of physical activities are effective in developing muscle and bone strength and balance? *J Phys Act Health*. 2018;15(10):S249-S.

75. Warden SJ, & Fuchs, R. K. *Physical Activity to Promote Bone Health in Adolescents*: Springer, Cham; 2018. 53-76 p.

76. Miranda VP, de Faria FR, de Faria ER, Priore SE. Somatic maturation and body composition in female healthy adolescents with or without adjustment for body fat. *Rev Paul Pediatr*. 2014;32(1):78-84.

77. Gryko K, Stastny P, Kopiczko A, Mikołajec K, Pecha O, Perkowski K. Can Anthropometric Variables and Maturation Predict the Playing Position in Youth Basketball Players? *J Hum Kinet*. 2019;69:109-23.

78. Rowland TW. *Developmental exercise physiology*: Human Kinetics Publishers; 1996.

79. Ford KR, Shapiro R, Myer GD, Van Den Bogert AJ, Hewett TE. Longitudinal sex differences during landing in knee abduction in young athletes. *Med Sci Sports Exerc*. 2010;42(10):1923-31.

80. Myer GD, Ford KR, Divine JG, Wall EJ, Kahanov L, Hewett TE. Longitudinal assessment of noncontact anterior cruciate ligament injury risk factors during maturation in a female athlete: a case report. *J Athl Train*. 2009;44(1):101-9.

81. DiCesare CA, Montalvo A, Barber Foss KD, Thomas SM, Ford KR, Hewett TE, et al. Lower Extremity Biomechanics Are Altered Across Maturation in Sport-Specialized Female Adolescent Athletes. *Front Pediatr*. 2019;7:268.

82. Detanico D, Kons RL, Fukuda DH, Teixeira AS. Physical Performance in Young Judo Athletes: Influence of Somatic Maturation, Growth, and Training Experience. *Res Q Exerc Sport*. 2020;91(3):425-32.

83. Specker B, Thiex NW, Sudhagoni RG. Does Exercise Influence Pediatric Bone? A Systematic Review. *Clin Orthop Relat Res*. 2015;473(11):3658-72.

84. Agostinete RR, Ito IH, Kemper H, Pastre CM, Rodrigues-Júnior MA, Luiz-de-Marco R, et al. Somatic maturation and the relationship between bone mineral variables and types of sports among adolescents: cross-sectional study. *Sao Paulo Med J*. 2017;135(3):253-9.



85. Freitas D, Beunen G, Maia J, Claessens A, Thomis M, Marques A, et al. Tracking of fatness during childhood, adolescence and young adulthood: a 7-year follow-up study in Madeira Island, Portugal. *Ann Hum Biol.* 2012;39(1):59-67.
86. Werneck AO, Silva DR, Bueno MRO, Fernandes RA, Ronque ERV. Body adiposity from childhood to adolescence in boys: Interaction with somatic maturity. *Am J Hum Biol.* 2018;30(5):e23151.
87. Meylan C, Cronin, J., Oliver, J., & Hughes, M. . Talent identification in soccer: The role of maturity status on physical, physiological and technical characteristics. *International Journal of Sports Science & Coaching.* 2010;5(4):571-92.
88. Barazetti LK, Varoni, P. R., Campos, F. D. S., Demarchi, M., Baumann, L., Teixeira, A. S., ... & Flores, L. J. F. Comparison of maturation and physical performance in basketball athletes of different playing positions. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano.* 2019;21.
89. Towlson C, Cogley S, Midgley AW, Garrett A, Parkin G, Lovell R. Relative Age, Maturation and Physical Biases on Position Allocation in Elite-Youth Soccer. *Int J Sports Med.* 2017;38(3):201-9.
90. Uddin LQ. Brain Mechanisms Supporting Flexible Cognition and Behavior in Adolescents With Autism Spectrum Disorder. *Biol Psychiatry.* 2021;89(2):172-83.
91. Carel J-C, Léger J. Precocious puberty. *New England Journal of Medicine.* 2008;358(22):2366-77.
92. Bradley SH, Lawrence N, Steele C, Mohamed Z. Precocious puberty. *Bmj.* 2020;368.
93. Ellis BJ. Timing of pubertal maturation in girls: An integrated life history approach. *Psychol Bull.* 2004;130(6):920-58.
94. Parent A-S, Teilmann G, Juul A, Skakkebaek NE, Toppari J, Bourguignon J-P. The timing of normal puberty and the age limits of sexual precocity: variations around the world, secular trends, and changes after migration. *Endocr Rev.* 2003;24(5):668-93.
95. Bonjour J-P, Chevalley T. Pubertal timing, bone acquisition, and risk of fracture throughout life. *Endocr Rev.* 2014;35(5):820-47.
96. Golub MS, Collman GW, Foster PM, Kimmel CA, Rajpert-De Meyts E, Reiter EO, et al. Public health implications of altered puberty timing. *Pediatrics.* 2008;121(Supplement 3):S218-S30.
97. Malina RM, Beunen G. Growth and maturation: methods of monitoring. *The young athlete.* 2008:430-42.
98. Dahlberg PS, Mosdøl A, Ding Y, Bleka Ø, Rolseth V, Straumann GH, et al. A systematic review of the agreement between chronological age and skeletal age based on the Greulich and Pyle atlas. *European radiology.* 2019;29(6):2936-48.
99. Greulich WW, Pyle SI. Radiographic atlas of skeletal development of the hand and wrist: Stanford university press; 1959.

100. Alshamrani K, Messina F, Offiah AC. Is the Greulich and Pyle atlas applicable to all ethnicities? A systematic review and meta-analysis. *European radiology*. 2019;29(6):2910-23.
101. Spampinato C, Palazzo S, Giordano D, Aldinucci M, Leonardi R. Deep learning for automated skeletal bone age assessment in X-ray images. *Medical image analysis*. 2017;36:41-51.
102. Nahhas RW, Sherwood RJ, Chumlea WC, Duren DL. An update of the statistical methods underlying the FELS method of skeletal maturity assessment. *Annals of human biology*. 2013;40(6):505-14.
103. Emmanuel M, Bokor BR. Tanner Stages. StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing  
Copyright © 2021, StatPearls Publishing LLC.; 2021.
104. Walker IV, Smith CR, Davies JH, Inskip HM, Baird J. Methods for determining pubertal status in research studies: literature review and opinions of experts and adolescents. *J Dev Orig Health Dis*. 2020;11(2):168-87.
105. Biro FM, Pajak A, Wolff MS, Pinney SM, Windham GC, Galvez MP, et al. Age of menarche in a longitudinal US cohort. *Journal of pediatric and adolescent gynecology*. 2018;31(4):339-45.
106. Philippaerts RM, Vaeyens R, Janssens M, Van Renterghem B, Matthys D, Craen R, et al. The relationship between peak height velocity and physical performance in youth soccer players. *Journal of sports sciences*. 2006;24(3):221-30.
107. van der Sluis A, Elferink-Gemser M, Coelho-e-Silva M, Nijboer J, Brink M, Visscher C. Sport injuries aligned to peak height velocity in talented pubertal soccer players. *Int J Sports Med*. 2014;35(04):351-5.
108. Mirwald RL, Baxter-Jones AD, Bailey DA, Beunen GP. An assessment of maturity from anthropometric measurements. *Medicine and science in sports and exercise*. 2002;34(4):689-94.
109. Hernández Camacho JD, Huelva Leal AB, Martínez Sanz JM, Lahoz Ruano MD, Vázquez Carrión J. Peak height velocity and muscle mass in young soccer players. 2018.
110. Malina RM, Cumming SP, Rogol AD, Coelho-e-Silva MJ, Figueiredo AJ, Konarski JM, et al. Bio-banding in youth sports: background, concept, and application. *Sports Medicine*. 2019;49(11):1671-85.
111. Cumming SP, Lloyd RS, Oliver JL, Eisenmann JC, Malina RM. Bio-banding in sport: applications to competition, talent identification, and strength and conditioning of youth athletes. *Strength & Conditioning Journal*. 2017;39(2):34-47.
112. Luiz-de-Marco R, Kemper H, Agostinete RR, Werneck AO, Maillane-Vanegas S, Faustino-da-Silva YdS, et al. Sports participation and muscle mass affect sex-related differences in bone mineral density between male and female adolescents: A longitudinal study. *Sao Paulo Medical Journal*. 2019;137(1):75-81.

113. Lloyd RS, Oliver JL, Faigenbaum AD, Howard R, Croix MBDS, Williams CA, et al. Long-term athletic development, part 2: barriers to success and potential solutions. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2015;29(5):1451-64.
114. Taube W, Leukel C, Gollhofer A. How neurons make us jump: the neural control of stretch-shortening cycle movements. *Exerc Sport Sci Rev*. 2012;40(2):106-15.
115. Cormie P, McGuigan MR, Newton RU. Developing maximal neuromuscular power. *Sports medicine*. 2011;41(1):17-38.
116. Komi PV. Stretch-shortening cycle. *Strength and power in sport*. 2003;3:184-202.
117. Lloyd RS, Oliver JL, Hughes MG, Williams CA. The influence of chronological age on periods of accelerated adaptation of stretch-shortening cycle performance in pre and postpubescent boys. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2011;25(7):1889-97.
118. Faigenbaum AD, McFarland JE, Keiper FB, Tevlin W, Ratamess NA, Kang J, et al. Effects of a short-term plyometric and resistance training program on fitness performance in boys age 12 to 15 years. *Journal of sports science & medicine*. 2007;6(4):519.
119. Cavagna GA, Dusman B, Margaria R. Positive work done by a previously stretched muscle. *Journal of applied physiology*. 1968;24(1):21-32.
120. Harrison AJ, Keane SP, Coglán J. Force-velocity relationship and stretch-shortening cycle function in sprint and endurance athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2004;18(3):473-9.
121. McMahon JJ, Suchomel TJ, Lake JP, Comfort P. Relationship between reactive strength index variants in rugby league players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2021;35(1):280-5.
122. Riemann BL, Lephart SM. The sensorimotor system, part I: the physiologic basis of functional joint stability. *Journal of athletic training*. 2002;37(1):71.
123. Hall JE. *Guyton & Hall Physiology Review E-Book*: Elsevier Health Sciences; 2015.
124. Ergen E, Ülkar B, Eraslan A. Derleme: propriyosepsiyon ve koordinasyon. *Spor hekimliği dergisi*. 2007;42(2):057-83.
125. Bouguezzi R, Chaabene H, Negra Y, Moran J, Sammoud S, Ramirez-Campillo R, et al. Effects of jump exercises with and without stretch-shortening cycle actions on components of physical fitness in prepubertal male soccer players. *Sport Sciences for Health*. 2019:1-8.
126. Granacher U, Goebel R, Behm DG, Büsch D. Stretch-shortening cycle exercises in young elite handball players: empirical findings for performance improvement, injury prevention, and practical recommendations. *Handball Sports Medicine: Springer*; 2018. p. 537-50.

127. McMahon JJ, Jones PA, Suchomel TJ, Lake J, Comfort P. Influence of the reactive strength index modified on force–and power–time curves. *International journal of sports physiology and performance*. 2018;13(2):220-7.
128. Young W. Laboratory strength assessment of athletes. *New studies in athletics*. 1995;10:89-.
129. Lloyd RS, Oliver JL. *Strength and conditioning for young athletes: science and application*: Routledge; 2019.
130. Lloyd RS, Oliver JL, Hughes MG, Williams CA. Age-related differences in the neural regulation of stretch–shortening cycle activities in male youths during maximal and sub-maximal hopping. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 2012;22(1):37-43.
131. Almeida-Neto Pfd, Matos DGd, Baxter-Jones AD, Batista GR, Pinto VCM, Dantas M, et al. The effectiveness of biological maturation and lean mass in relation to muscle strength performance in elite young athletes. *Sustainability*. 2020;12(17):6696.
132. O'Brien TD, Reeves ND, Baltzopoulos V, Jones DA, Maganaris CN. Muscle–tendon structure and dimensions in adults and children. *Journal of anatomy*. 2010;216(5):631-42.
133. Andriacchi TP, Alexander EJ. *Studies of human locomotion: past, present and future*. *Journal of biomechanics*. 2000;33(10):1217-24.
134. Kraemer WJ, Fleck SJ, Deschenes MR. *Exercise physiology: integrating theory and application*: Lippincott Williams & Wilkins; 2011.
135. Fox SI. *Human physiology*. 13th. New York, NY: McGraw--Hill xx. 2011;752:57.
136. Vieira TM, Loram ID, Muceli S, Merletti R, Farina D. Postural activation of the human medial gastrocnemius muscle: are the muscle units spatially localised? *The Journal of physiology*. 2011;589(2):431-43.
137. Lai A, Lichtwark GA, Schache AG, Lin Y-C, Brown NA, Pandy MG. In vivo behavior of the human soleus muscle with increasing walking and running speeds. *Journal of applied physiology*. 2015;118(10):1266-75.
138. Hall JE, Hall ME. *Guyton and Hall textbook of medical physiology e-Book*: Elsevier Health Sciences; 2020.
139. Van Praagh E, Doré E. Short-term muscle power during growth and maturation. *Sports medicine*. 2002;32(11):701-28.
140. Francaux M, Deldicque L. Exercise and the control of muscle mass in human. *Pflügers Archiv-European Journal of Physiology*. 2019;471(3):397-411.
141. Loenneke JP, Dankel SJ, Bell ZW, Buckner SL, Mattocks KT, Jessee MB, et al. Is muscle growth a mechanism for increasing strength? *Medical hypotheses*. 2019;125:51-6.
142. Jones EJ, Bishop PA, Woods AK, Green JM. Cross-sectional area and muscular strength. *Sports Medicine*. 2008;38(12):987-94.

143. Tonson A, Ratel S, Le Fur Y, Cozzone P, Bendahan D. Effect of maturation on the relationship between muscle size and force production. *Medicine and science in sports and exercise*. 2008;40(5):918-25.
144. Lieber RL, Fridén J. Functional and clinical significance of skeletal muscle architecture. *Muscle & Nerve: Official Journal of the American Association of Electrodiagnostic Medicine*. 2000;23(11):1647-66.
145. Blazeovich AJ, Sharp NC. Understanding muscle architectural adaptation: macro-and micro-level research. *Cells Tissues Organs*. 2005;181(1):1-10.
146. Radnor JM, Oliver JL, Waugh CM, Myer GD, Lloyd RS. The influence of maturity status on muscle architecture in school-aged boys. *Pediatric exercise science*. 2020;32(2):89-96.
147. Methenitis SK, Zaras ND, Spengos KM, Stasinaki A-NE, Karampatsos GP, Georgiadis GV, et al. Role of muscle morphology in jumping, sprinting, and throwing performance in participants with different power training duration experience. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2016;30(3):807-17.
148. Walker S, Trezise J, Haff GG, Newton RU, Häkkinen K, Blazeovich AJ. Increased fascicle length but not patellar tendon stiffness after accentuated eccentric-load strength training in already-trained men. *European Journal of Applied Physiology*. 2020;120(11):2371-82.
149. Radnor JM. *The Development Of Muscle Architecture Throughout Maturation And Its Influence On Physical Performance*: Cardiff Metropolitan University.
150. Martin ML, Travouillon KJ, Fleming PA, Warburton NM. Review of the methods used for calculating physiological cross-sectional area (PCSA) for ecological questions. *Journal of morphology*. 2020;281(7):778-89.
151. Folland JP, Williams AG. Morphological and neurological contributions to increased strength. *Sports medicine*. 2007;37(2):145-68.
152. Alexander RM. Muscle geometry. *The Journal of physiology*. 1998;512(Pt 2):315.
153. McCarthy JP, Hunter GR, Larson-Meyer DE, Bamman MM. Ethnic differences in triceps surae muscle-tendon complex and walking economy. *Journal of strength and conditioning research*. 2006;20(3):511.
154. Wakeling JM, Blake OM, Wong I, Rana M, Lee SS. Movement mechanics as a determinate of muscle structure, recruitment and coordination. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*. 2011;366(1570):1554-64.
155. Albright JA. *The scientific basis of orthopaedics*. 1987.
156. Standring S. *Gray's anatomy E-Book: the anatomical basis of clinical practice*: Elsevier Health Sciences; 2020.
157. Wang JH-C. Mechanobiology of tendon. *Journal of biomechanics*. 2006;39(9):1563-82.

158. Kurokawa S, Fukunaga T, Fukashiro S. Behavior of fascicles and tendinous structures of human gastrocnemius during vertical jumping. *Journal of Applied Physiology*. 2001.
159. Chalatzoglidis G, Arabatzi F, Christou EA. Motor Control and Achilles Tendon Adaptation in Adolescence: Effects of Sport Participation and Maturity. *Journal of Human Kinetics*. 2021;76:101.
160. O'Brien TD, Reeves ND, Baltzopoulos V, Jones DA, Maganaris CN. Mechanical properties of the patellar tendon in adults and children. *Journal of biomechanics*. 2010;43(6):1190-5.
161. McMahon JJ, Comfort P, Pearson S. Lower limb stiffness: Effect on performance and training considerations. *Strength & Conditioning Journal*. 2012;34(6):94-101.
162. Wilson JM, Flanagan EP. The role of elastic energy in activities with high force and power requirements: a brief review. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2008;22(5):1705-15.
163. Arampatzis A, Karamanidis K, Morey-Klapsing G, De Monte G, Stafilidis S. Mechanical properties of the triceps surae tendon and aponeurosis in relation to intensity of sport activity. *Journal of biomechanics*. 2007;40(9):1946-52.
164. Fouré A, Nordez A, Cornu C. Plyometric training effects on Achilles tendon stiffness and dissipative properties. *Journal of applied physiology*. 2010;109(3):849-54.
165. Lichtwark G, Wilson A. Optimal muscle fascicle length and tendon stiffness for maximising gastrocnemius efficiency during human walking and running. *Journal of theoretical biology*. 2008;252(4):662-73.
166. Dumke CL, Pfaffenroth CM, McBride JM, McCauley GO. Relationship between muscle strength, power and stiffness and running economy in trained male runners. *International journal of sports physiology and performance*. 2010;5(2):249-61.
167. Tam N, Tucker R, Santos-Concejero J, Prins D, Lamberts RP. Running economy: neuromuscular and joint-stiffness contributions in trained runners. *International journal of sports physiology and performance*. 2019;14(1):16-22.
168. Ando R, Sato S, Hirata N, Tanimoto H, Imaizumi N, Suzuki Y, et al. Relationship between resting medial gastrocnemius stiffness and drop jump performance. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 2021:102549.
169. Kubo K, Teshima T, Hirose N, Tsunoda N. A cross-sectional study of the plantar flexor muscle and tendon during growth. *Int J Sports Med*. 2014;35(10):828-34.
170. Waugh C, Blazeovich A, Fath F, Korff T. Age-related changes in mechanical properties of the Achilles tendon. *Journal of anatomy*. 2012;220(2):144-55.
171. Waugh CM, Korff T, Fath F, Blazeovich AJ. Rapid force production in children and adults: mechanical and neural contributions. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2013;45(4):762-71.

172. Jiménez-Reyes P, González-Badillo J. Monitoring training load through the CMJ in sprints and jump events for optimizing performance in athletics. *Cultura, Ciencia y Deporte*. 2011;7(18):207-17.
173. Cheraghi M, Sarvestan J, Sebyani M, Shirzad E. Stretch-shortening cycle in countermovement jump: Exclusive review of force-time curve variables in eccentric and concentric phases. 2017.
174. Ettema G. Muscle efficiency: the controversial role of elasticity and mechanical energy conversion in stretch-shortening cycles. *European journal of applied physiology*. 2001;85(5):457-65.
175. Kallerud H, Gleeson N. Effects of stretching on performances involving stretch-shortening cycles. *Sports medicine*. 2013;43(8):733-50.
176. Asadi A, de Villarreal ES, Arazi H. The effects of plyometric type neuromuscular training on postural control performance of male team basketball players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2015;29(7):1870-5.
177. Cığerci AE, Gene H. Plyometric Training Improves Some Physical and Biomotoric Parameters of Young Male Basketball Players. *International Journal of Applied Exercise Physiology*. 2020;9(6):243-51.
178. Gerodimos V, Zafeiridis A, Perkos S, Dipla K, Manou V, Kellis S. The contribution of stretch-shortening cycle and arm-swing to vertical jumping performance in children, adolescents, and adult basketball players. *Pediatric exercise science*. 2008;20(4):379-89.
179. Ruffieux J, Wälchli M, Kim K-M, Taube W. Countermovement jump training is more effective than drop jump training in enhancing jump height in non-professional female volleyball players. *Frontiers in physiology*. 2020;11.
180. Hennessy L, Kilty J. Relationship of the stretch-shortening cycle to sprint performance in trained female athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2001;15(3):326-31.
181. Fletcher JR, MacIntosh BR. Running economy from a muscle energetics perspective. *Frontiers in physiology*. 2017;8:433.
182. Mero A, Komi P, Gregor R. Biomechanics of sprint running. *Sports medicine*. 1992;13(6):376-92.
183. Dalen T, Sandmæl S, Stevens TG, Hjelde GH, Kjøsnes TN, Wisløff U. Differences in acceleration and high-intensity activities between small-sided games and peak periods of official matches in elite soccer players. *Journal of strength and conditioning research*. 2019.
184. Meylan C, Malatesta D. Effects of in-season plyometric training within soccer practice on explosive actions of young players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2009;23(9):2605-13.
185. Salaj S, Markovic G. Specificity Of Jumping, Sprinting, And Quick Change-of-Direction Motor Abilities. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2011;25(5):1249-55.

186. Vera-Assaoka T, Ramirez-Campillo R, Alvarez C, Garcia-Pinillos F, Moran J, Gentil P, et al. Effects of Maturation on Physical Fitness Adaptations to Plyometric Drop Jump Training in Male Youth Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2020;34(10):2760-8.
187. Rumpf MC, Lockie RG, Cronin JB, Jalilvand F. Effect Of Different Sprint Training Methods On Sprint Performance Over Various Distances: A Brief Review. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2016;30(6):1767-85.
188. Young W, Mc Lean B, Ardagna J. Relationship between strength qualities and sprinting performance. *Journal of sports medicine and physical fitness*. 1995;35(1):13-9.
189. Bobbert MF, Gerritsen KG, Litjens MC, Van Soest AJ. Why is countermovement jump height greater than squat jump height? *Medicine and science in sports and exercise*. 1996;28:1402-12.
190. Byrne PJ, Moran K, Rankin P, Kinsella S. A comparison of methods used to identify 'optimal' drop height for early phase adaptations in depth jump training. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2010;24(8):2050-5.
191. Smith JP, Kernozek TW, Kline DE, Wright GA. Kinematic and kinetic variations among three depth jump conditions in male NCAA division III athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2011;25(1):94-102.
192. Blackwood B. Drop jumps. *Strength Cond J*. 2005;27(4):57-9.
193. Pedley JS, Lloyd RS, Read P, Moore IS, Oliver JL. Drop jump: A technical model for scientific application. *Strength & conditioning journal*. 2017;39(5):36-44.
194. Popkin CA, Bayomy AF, Ahmad CS. Early sport specialization. *JAAOS-Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*. 2019;27(22):e995-e1000.
195. Neyzi O, Günöz H, Furman A, Bundak R, Gökçay G, Darendeliler F. Türk çocuklarında vücut ağırlığı, boy uzunluğu, baş çevresi ve vücut kitle indeksi referans değerleri. *Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi*. 2008;51(1):1-14.
196. Lloyd RS, Oliver JL, Faigenbaum AD, Myer GD, Croix MBDS. Chronological age vs. biological maturation: implications for exercise programming in youth. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2014;28(5):1454-64.
197. Guimarães E, Ramos A, Janeira MA, Baxter-Jones AD, Maia J. How does biological maturation and training experience impact the physical and technical performance of 11–14-year-old male basketball players? *Sports*. 2019;7(12):243.
198. Guimarães E, Baxter-Jones AD, Williams AM, Tavares F, Janeira MA, Maia J. The role of growth, maturation and sporting environment on the development of performance and technical and tactical skills in youth basketball players: The INEX study. *Journal of Sports Sciences*. 2020:1-13.
199. Lockie RG, Murphy AJ, Jeffriess MD, Callaghan SJ. Step Kinematic Predictors Of Short Sprint Performance In Field Sport Athletes. *Serbian Journal of Sports Sciences*. 2013;7(2).




200. Edwards T, Piggott B, Banyard HG, Haff GG, Joyce C. Sprint acceleration characteristics across the Australian football participation pathway. *Sports Biomechanics*. 2020;1-13.
201. Fernández-Galván LM, Boullosa D, Jiménez-Reyes P, Cuadrado-Peñafiel V, Casado A. Examination of the Sprinting and Jumping Force-Velocity Profiles in Young Soccer Players at Different Maturational Stages. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2021;18(9):4646.
202. Kramer T, Valente-Dos-Santos J, Visscher C, Coelho-e-Silva M, Huijgen BC, Elferink-Gemser MT. Longitudinal development of 5m sprint performance in young female tennis players. *Journal of Sports Sciences*. 2020:1-8.
203. Murtagh CF, Brownlee TE, O'Boyle A, Morgans R, Drust B, Erskine RM. Importance of speed and power in elite youth soccer depends on maturation status. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2018;32(2):297-303.
204. Bezerra-Santos DH, Luz LGdO, Silva-Lima BPd, Santos-Pinheiro IKAd, da Cunha-Júnior AT, Medeiros HJd. Effect of biological maturation on gross motor coordination in boys: a mediation analysis. *Fisioterapia em Movimento*. 2020;33.
205. Fernandes JF, Moran J, Clarke H, Drury B. The influence of maturation on the reliability of the Nordic hamstring exercise in male youth footballers. *Translational Sports Medicine*. 2020;3(2):148-53.
206. Standing RJ, Maulder PS, Best R, Berger NJ. The influence of maturation on functional performance and injury markers in male youth. *Cogent Medicine*. 2019;6(1):1632017.
207. Edwards T, Weakley J, Banyard HG, Cripps A, Piggott B, Haff GG, et al. Influence of age and maturation status on sprint acceleration characteristics in junior Australian football. *Journal of Sports Sciences*. 2021:1-9.
208. Businari GB, Batista DR, de Ornelas F, Meneghel V, Dias WG, Rosolem JM, et al. Can biological maturation influence in power muscle and velocity of Young soccer players? *Brazilian Journal of Development*. 2021;7(2):17461-70.
209. Andrašić S, Gušić M, Stanković M, Mačak D, Bradić A, Sporiš G, et al. Speed, Change of Direction Speed and Reactive Agility in Adolescent Soccer Players: Age Related Differences. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2021;18(11):5883.
210. Malina RM. Physical activity and training: effects on stature and the adolescent growth spurt. *Medicine and science in sports and exercise*. 1994;26:759-.
211. Hammami M, Gaamouri N, Aloui G, Shephard RJ, Chelly MS. Effects of combined plyometric and short sprint with change-of-direction training on athletic performance of male U15 handball players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2019;33(3):662-75.
212. Rakovic E, Paulsen G, Helland C, Eriksrud O, Haugen T. The effect of individualised sprint training in elite female team sport athletes: A pilot study. *Journal of sports sciences*. 2018;36(24):2802-8.

213. Fischetti F, Vilardi A, Cataldi S, Greco G. Effects of plyometric training program on speed and explosive strength of lower limbs in young athletes. *Journal of Physical Education & Sport*. 2018;18(4).
214. Rumpf MC, Cronin JB, Oliver JL, Hughes MG. Vertical and leg stiffness and stretch-shortening cycle changes across maturation during maximal sprint running. *Human movement science*. 2013;32(4):668-76.
215. Lesinski M, Schmelcher A, Herz M, Puta C, Gabriel H, Arampatzis A, et al. Maturation-, age-, and sex-specific anthropometric and physical fitness percentiles of German elite young athletes. *Plos one*. 2020;15(8):e0237423.
216. Wilson TW, Rojas DC, Teale PD, Hernandez OO, Asherin RM, Reite ML. Aberrant functional organization and maturation in early-onset psychosis: evidence from magnetoencephalography. *Psychiatry Research: Neuroimaging*. 2007;156(1):59-67.
217. Lloyd RS, Radnor JM, Croix MBDS, Cronin JB, Oliver JL. Changes in sprint and jump performances after traditional, plyometric, and combined resistance training in male youth pre-and post-peak height velocity. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2016;30(5):1239-47.
218. Ramírez-Campillo R, Gallardo F, Henriquez-Olguín C, Meylan CM, Martínez C, Álvarez C, et al. Effect of vertical, horizontal, and combined plyometric training on explosive, balance, and endurance performance of young soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2015;29(7):1784-95.
219. Uzelac-Sciran T, Sarabon N, Mikulic P. Effects of 8-Week Jump Training Program on Sprint and Jump Performance and Leg Strength in Pre-and Post-Peak Height Velocity Aged Boys. *Journal of Sports Science & Medicine*. 2020;19(3):547.
220. Franchi MV, Reeves ND, Narici MV. Skeletal muscle remodeling in response to eccentric vs. concentric loading: morphological, molecular, and metabolic adaptations. *Frontiers in physiology*. 2017;8:447.
221. Pentidis N, Mersmann F, Bohm S, Giannakou E, Aggelousis N, Arampatzis A. Effects of long-term athletic training on muscle morphology and tendon stiffness in preadolescence: association with jump performance. *European Journal of Applied Physiology*. 2020;120(12):2715-27.
222. Lazaridis S, Bassa E, Patikas D, Giakas G, Gollhofer A, Kotzamanidis C. Neuromuscular differences between prepubescent boys and adult men during drop jump. *European journal of applied physiology*. 2010;110(1):67-74.
223. Meylan CM, Cronin JB, Oliver JL, Hughes MG, McMaster D. The reliability of jump kinematics and kinetics in children of different maturity status. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2012;26(4):1015-26.
224. Birat A, Sebillaud D, Bourdier P, Doré E, Duché P, Blazevich AJ, et al. Effect of drop height on vertical jumping performance in pre-, circa-, and post-pubertal boys and girls. *Pediatric exercise science*. 2020;32(1):23-9.
225. Croix MDS, Lehnert M, Maixnerova E, Ayala F, Psotta R. The Influence of Age and Maturation on Trajectories of Stretch-Shortening Cycle Capability in Male Youth Team Sports. *Pediatric Exercise Science*. 2021;1(aop):1-7.

226. Lloyd R, Hughes J, Williams M. The Effects Of Growth And Maturation On Leg Stiffness And Reactive Strength Index In Youths Aged 7-18 Years. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2010;24:1.
227. Lehnert M, Croix MDS, Svoboda Z, Elfmark M, Sikora O, Stastny P. Gender and age related differences in leg stiffness and reactive strength in adolescent team sports players. *Journal of Human Kinetics*. 2020;74(1):119-29.
228. Prieske O, Chaabene H, Puta C, Behm DG, Büsch D, Granacher U. Effects of drop height on jump performance in male and female elite adolescent handball players. *International journal of sports physiology and performance*. 2019;14(5):674-80.
229. Ramirez-Campillo R, Alvarez C, García-Pinillos F, Sanchez-Sanchez J, Yanci J, Castillo D, et al. Optimal reactive strength index: is it an accurate variable to optimize plyometric training effects on measures of physical fitness in young soccer players? *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2018;32(4):885-93
230. Centers for Disease Control and Prevention. National health and nutrition examination survey (nhanes): Anthropometry procedures manual. Atlanta: Centers for Disease Control and Prevention. (2007).

## 8.EKLER

## EK -1: Tez Çalışması Etik Kurul İzni

		<b>T.C.</b> <b>HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ</b> Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu	
Sayı : 16969557 - <u>2108</u>			
Konu :		ARAŞTIRMA PROJESİ DEĞERLENDİRME RAPORU	
<b>Toplantı Tarihi</b>	: 27 KASIM 2018 SALI		
<b>Toplantı No</b>	: 2018/28		
<b>Proje No</b>	: GO 18/845 (Değerlendirme Tarihi: 18.09.2018)		
<b>Karar No</b>	: GO 18/845-08		
<p>Üniversitemiz Spor Bilimleri Fakültesi öğretim üyelerinden Doç. Dr. Şükrü Alpan CİNEMRE'nin sorumlu araştırmacı olduğu, Caner MAVİLİ'nin yüksek lisans tezi olan, GO 18/845 kayıt numaralı ve "<i>Düzenli Antrenman Yapan ve Yapmayan Çocuk ve Ergenlerin, Biyolojik Olgunlaşma Durumlarına Göre Gerilme Kısıltma Döngüsünün İncelenmesi</i>" başlıklı proje önerisi araştırmamızın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş olup, 01 Aralık 2018-01 Mart 2020 tarihleri arasında geçerli olmak üzere etik açıdan uygun bulunmuştur.</p>			
1. Prof. Dr. Nurten AKARSU	(Başkan)	İZİNLİ 10 Doç. Dr. Gözde GİRGİN	(Üye)
2. Prof. Dr. Sevda F. MÜFTÜOĞLU	(Üye)	11 Doç. Dr. Fatma Visal OKUR	(Üye)
3. Prof. Dr. M. Yılçırım SARIL	(Üye)	12. Doç. Dr. Can Ebru KURT	(Üye)
4. Prof. Dr. Necdet SAĞLAM	(Üye)	13. Doç. Dr. H. Hüsrev TURNAGÖL	(Üye)
İZİNLİ 5. Prof. Dr. Hatice Doğan BUZOĞLU	(Üye)	14. Dr. Öğr. Üyesi Özay GÖKÖZ	(Üye)
İZİNLİ 6. Prof. Dr. R. Köksal ÖZGÜL	(Üye)	15. Dr. Öğr. Üyesi Müge DEMİR	(Üye)
7. Prof. Dr. Ayşe Lale DOĞAN	(Üye)	16. Öğr. Gör. Dr. Meltem ŞENGELEN	(Üye)
İZİNLİ 8. Prof. Dr. Mintaze Kerem GÜNEL	(Üye)	17. Av. Meltem ONURLU	(Üye)
9. Prof. Dr. Oya Nuran EMİROĞLU	(Üye)		
Hacettepe Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu 06100 Sıhhiye-Ankara Telefon: 0 (312) 305 1082 • Faks: 0 (312) 310 0580 • E-posta: goetik@hacettepe.edu.tr		Ayrıntılı Bilgi için:	

**EK – 2:Tez Çalışması Orjinallik Raporu**

## Digital Receipt

This receipt acknowledges that Turnitin received your paper. Below you will find the receipt information regarding your submission.

The first page of your submissions is displayed below.

Submission author: Caner Mavili  
Assignment title: KIZ VE ERKEK ÇOCUKLARIN OLGUNLAŞMA VE ANTRENMAN D...  
Submission title: KIZ VE ERKEK ÇOCUKLARIN OLGUNLAŞMA VE ANTRENMAN D...  
File name: er\_Mavili\_Tez\_2021\_26.07.2021\_Enstit\_i\_indekiler\_d\_zenlendi....  
File size: 260.74K  
Page count: 77  
Word count: 18,585  
Character count: 130,955  
Submission date: 27-Jul-2021 09:41AM (UTC+0300)  
Submission ID: 1624596726



## KIZ VE ERKEK ÇOCUKLARIN OLGUNLAŞMA VE ANTRENMAN DÜZEYLERİNE GÖRE GERİLME KISALMA DÖNGÜSÜNÜN İNCELENMESİ

ORJİNALLİK RAPORU

%4	%3	%2	%1
BENZERLİK ENDEKSİ	İNTERNET KAYNAKLARI	YAYINLAR	ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ

BİRİNCİL KAYNAKLAR

1	dergipark.org.tr İnternet Kaynağı	%2
2	ATABEK ÇAKIR, Hayriye, ÇOLAK, Rıdvan and AÇIKADA, Caner. "Antrenmanın sıçrama performansı üzerine etkisinin farklı yaş grubu çocuklarda incelenmesi", Niğde Üniversitesi, 2010. Yayın	%1
3	Submitted to Istanbul University Öğrenci Ödevi	<%1
4	www.yumpu.com İnternet Kaynağı	<%1
5	openaccess.hacettepe.edu.tr:8080 İnternet Kaynağı	<%1
6	Submitted to Anadolu University Öğrenci Ödevi	<%1
7	burkonturizm.com İnternet Kaynağı	<%1

### EK – 3:Aydınlatılmış Onam Formu

Değerli Veli

Bu Çalışma ..... sorumluluğunda gerçekleştirilecektir. Çocuk ve ergenlerin gerilme kısıalma döngüsü kabiliyetleri üzerinde bir çalışma yapmaktayız. Çalışmanın ismi; Düzenli Antrenman Yapan ve Yapmayan Çocuk ve Ergenlerin, Biyolojik Olgunlaşma Durumlarına Göre Gerilme Kısıalma Döngüsünün İncelenmesi'dir. Bu amaçla bazı ölçümler gerçekleştirilecektir. Bu ölçümler için Hacettepe Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesine bir kez gelmeniz gerekmektedir. Ölçümler; düşüş sıçraması,aktif sıçrama, sürat ve biyolojik olgunlaşma ölçümlerinden oluşmaktadır. Ölçümler her ölçüm günü için en fazla 1 saat sürecektir. Antropometrik ölçümlerin ardından düşüş sıçrama ölçümleri alınacaktır. Bütün ölçümler tek ölçüm seansında alınacaktır.

Düşüş sıçraması çocuklarımızın gerilme kısıalma döngünüzü belirlemek için kullanılan bir yöntemdir. Bu sıçramada yere temas eder etmez en yükseğe sıçramak birincil amaçtır. Optimal düşüş yüksekliği sizin egzersiz veya antrenman programı içerisinde çalışacağınız uygun düşüş yüksekliğini ifade etmektedir. Bu yükseklik aynı zamanda çocuklarımızın antrenman durumunun ve gerilme kısıalma döngünüzün bir göstergesidir. Düşüş sıçraması ölçümleri 10 cm yükseklikten başlayacak ve optimal düşüş yüksekliği belirleninceye kadar yükseklik 5'er cm artış gösterecektir. Düşüş sıçraması sırasında eller belde olacak şekilde size belirtilen yükseklikten iki ayağınızın üzerine düşüp hızlıca sıçramanız istenecektir. Burada önemli olan düşer düşmez yapacağınız sıçramadır. Antrenmanlarda çok sık kullanılan bu testin sizin için hiçbir risk oluşturmadığını bilmelisiniz.

Aktif sıçrama eller belde olduğu yerde dizlerinden biraz eğilip hızlı ve yükseğe sıçramak için yapılan bir sıçrama yöntemidir. Eller belde hızlı bir şekilde eğilip, yukarı sıçrama istenecektir. Sürat ölçümlerinde ise katılımcının en kısa sürede 20 metre bir mesafede koşması beklenecektir.

Çocuklarımızın biyolojik olgunlaşma durumu, bacak boyları ve oturma boyları, boy uzunlukları ve vücut ağırlıkları ile formülize edilmiş bir işlem yapılacaktır ve ölçülecektir. Kesinlikle çocuklara patalojik ya da tıbbi bir ekipman kullanmadan belirlenecektir. Ayrıca kullanacağımız yöntem bilim dünyasında da oldukça geçerli bir yöntemdir. Yöntem Mirwald tarafından geliştirilerek 2002 yılında bilim dünyasında yerini almıştır. Çocuklarımıza ait vücut ölçüleri (boy uzunluğu, vücut ağırlığı, bacak boyu, oturma boyu) bir formül hesaplaması ile biyolojik olgunluk durumunu testip edilmesini sağlayacaktır. Her hangi bir zarar verici, tıbbi ya da medikal cihaz kullanımı söz konusu değildir.

Ölçümler sırasındaki en büyük risk geçici bir süre için hissedeceğiniz yorgunluk olacaktır. Bu yorgunluk, yüksek şiddetli, tüketici ya da tıbbi bir risk oluşturacak kadar yoğun bir yorgunluk değil, aksine çok hafif bir egzersiz yorgunluğu kadardır. Bunun dışında bu ölçümlerin hiçbirinin sağlığını tehdit edebilecek bir özelliği bulunmamaktadır. Bununla birlikte ölçümler sırasında oluşabilecek sağlık sorunları sonrasında gerekli işlemlerin yapılacağı konusunda araştırmacılara güvenebilirsiniz. Çalışmaya katılma kararını vermekte özgür

olduğunuz gibi önceden haber vermek şartıyla çalışmadan ayrılmakta da özgür olduğunuzu bilmelisiniz. Çalışmanın hiçbir aşamasında sizden herhangi bir maddi talepte bulunulmayacaktır. Ölçümler sonunda elde edilecek veriler yalnızca bilimsel amaçla kullanılacaktır. Siz değerli katılımcımız ile bilmemiz gizliliği önemli bilgilerin gizliliğine azami dikkat edilecektir.

**EK –4: Çocuk Onay Formu**

### **ARAŞTIRMA AMAÇLI ÇALIŞMA İÇİN ÇOCUK RIZA FORMU**

Sevgili Kardeşim,

Benim adım ..... Spor Bilimlerinde oldukça önemli olan ‘Gerilme Kısalma Döngüsü’ üzerine bir çalışma yapmaktayım. Amacımız çocuk ve ergenlerde gerilme kısalma döngüsünün etkinliğinin araştırılmasıdır. Araştırma ile yeni bilgiler öğreneceğiz. Bu araştırmaya katılmayı öneriyoruz.

Araştırmayı ben, ..... ve başka araştırmacı arkadaşımızla birlikte yapıyoruz. Bu araştırmaya katılacak olursan senin boy uzunluğunu, vücut ağırlığını, oturma ve bacak boyunu ölçeceğiz. Ayrıca senden sürat ve 20 cm yükseklikten başlayan kutulardan inip hemen tekrar sıçramanı isteyeceğiz. Ayrıca olduğun yerden bir sıçrama ve bir koşu ölçümü isteyeceğiz. Bu ölçüm sadece ufak bir egzersiz kadar yorucu olacak. Ölçüm 1 gün içerisinde 1 saatlik sürede tamamlanacaktır. Bu araştırmanın sonuçları seninle benzer yaşlarda olan çocuklar için yararlı bilgiler sağlayacaktır. Bu araştırmanın sonuçlarını asla ismini ve kim olduğunu kimseyle paylaşmadan sadece bir rakam olacak bilim dünyası ile paylaşacağız. Kimse senin çalışmaya katıldığını bile bilmeyecek.

Bu araştırmaya katılıp katılmamak için karar vermeden önce anne ve baban ile konuşup onlara danışmalısın. Onlara da bu araştırmadan bahsedip onaylarını/izinlerini alacağız. Anne ve baban tamam deseler bile sen kabul etmeyebilirsin. Bu araştırmaya katılmak senin isteğine bağlı ve istemezsen katılmazsın. Bu nedenle hiç kimse sana kızmaz ya da küsmez. Önce katılmayı kabul etsen bile sonradan vazgeçebilirsin, bu tamamen sana bağlı. Kabul etmediğin ben ve araştırmacı arkadaşlarımız sana önceden olduğu gibi iyi davranır, önceye göre farklılık olmaz.

Aklına şimdi gelen veya daha sonra gelecek olan soruları istediğin zaman bana sorabilirsin. Telefon numaram ve adresim bu kağıtta yazıyor. Bu araştırmaya



katılmayı kabul ediyorsan aŖađıya lütfen adını ve soyadını yaz ve imzanı at.  
İmzaladıktan sonra sana ve ailene bu formun bir kopyası verilecektir.

Çocuğun adı, soyadı:

Çocuğun imzası:

Tarih:

Velisinin adı, soyadı:

Velisinin imzası:

Tarih:

AraŖtırıcının adı, soyadı, nvanı:

Adres :

Tel:

İmza:

Tarih:

**EK –5: Isınma Protokolü**

Katılımcıların ısınma seansı, 5 dakikalık bir yavaş – orta tempoda düz koşu ile başlamıştır. Katılımcılar asla uygun hissettikleri tempoda devam etmişlerdir. Isınma koşusunun ardından, bir çok spor branşında kullanılan dinamik ısınma hareketleri ile devam etmişlerdir.

**Dinamik Isınma Hareketleri:**

1. Jog temposunda kol çevirme
2. Jog temposunda bacak savurma
3. Yürüyerek ayakları kalçaya çekmek
4. Yürüyerek dizleri göğse çekmek
5. Yürüyerek dizlere göğse çekip, dışa açmak
6. Yürüyerek lounge adımlamaları
7. Yürüyerek planör duruşu
8. Yürüyerek parmak uçlarına dokunmak
9. Yan doğru bacak açışları

Bu ısınma listesi bütün katılımcılar standart için olup, ölçüm öncesinde mutlaka uygulanmıştır.