

T.C.
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR ANABİLİM DALI

**9 - 18 YAŞ ARASI ERKEK FUTBOLCULARDA AEROBİK VE
ANAEROBİK PERFORMANSIN YAŞ GRUPLARINA GÖRE
İNCELENMESİ**

Muhammed Emin KOÇ

BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR TEZLİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

DANIŞMANI

Doç. Dr. Selcen Göktürk KORKMAZ ERYILMAZ

ADANA-2022

T.C.
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR ANABİLİM DALI

**9 - 18 YAŞ ARASI ERKEK FUTBOLCULARDA AEROBİK VE
ANAEROBİK PERFORMANSIN YAŞ GRUPLARINA GÖRE
İNCELENMESİ**

Muhammed Emin KOÇ

BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR TEZLİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

DANIŞMANI

Doç. Dr. Selcen Göktürk KORKMAZ ERYILMAZ

ADANA-2022

T.C.
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS / DOKTORA TEZ ÇALIŞMASI

ETİK BEYANI

ukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesini okuduğumu ve anladığımı ve Çukurova Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmasında yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde ve ortaya çıkan sonuçlarda herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Tez olarak sunduğum bu çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda bu konuda hakkımda yapılacak tüm yasal işlemleri ve aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim. 22/12/2022

Muhammed Emin KOÇ

TEŞEKKÜR

Tez çalışmamın her aşamasında bana yol gösteren, yardımcı olan ve sabır gösteren değerli tez danışmanım Sayın Doç. Dr. Selcen Göktürk KORKMAZ ERYILMAZ'a, tezimin oluşmasında bana yardımcı olan ve her türlü desteği veren Arş. Gör. Abdullah KILCI abime, her türlü desteğini esirgemeyen ve yanımda olan Arş. Gör. Cumhuri BOYRAZ abime, bu aşamaya gelene kadar kadar hem insani hemde akademik olarak bana destek olan Sayın Prof. Dr. Sanlı Sadi KURDAK, Doç. Dr. Kerem Tuncay ÖZGÜNEN, Doç. Dr. Çiğdem ÖZDEMİR, Arş. Gör. Dr. Özgür Günaştı, Arş. Gör. Dr. Pelin ÇOMAK, Arş. Gör. Ertuğrul GEZGİN ve Ümit ADAŞ'a ve tez çalışmama katılan bütün sporculara ve antrenörlerine çalışmaya gösterdikleri ciddiyet, verdikleri önem ve yaptıkları fedakârlıklar için sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Çukurova Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü'ne ve tüm çalışanlarına teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY	i
ETİK BEYAN.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
KISALTMALAR DİZİNİ.....	x
ÖZET	xi
ABSTRACT.....	xii
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1. Futbolda Enerji Sistemleri.....	4
2.2. Futbolun Aerobik Talebi	5
2.3. Futbolun Anaerobik Talebi	6
2.4. Futbolda Koşu Mesafesi.....	7
2.5. Futbolda Yüksek Şiddetli Aktiviteler.....	9
2.6. Büyüme	12
2.6.1. Boy Uzaması	13
2.6.2. Vücut Ağırlığı Artışı.....	15
2.6.3. Büyüme Örüntüsü.....	16
2.7. Olgunlaşma	17
2.7.1. Olgunluk Durumunun Değerlendirilmesi.....	19
2.7.1.1. İskelet Yaşı	19
2.7.1.2. İkincil Cinsiyet Karakteristikleri	19
2.7.2. Olgunluk Zamanının Değerlendirilmesi.....	20
2.7.2.1. PİK Uzama Hızı Yaşı ve Belirlenmesi	20
2.8. Genç Fiziksel Gelişim Modeli	21
2.9. Gençlerde Fiziksel Uygunluk Niteliklerinin Gelişimi	23
2.9.1. Motor Becerilerin Gelişimi.....	24
2.9.2. Kuvvet Gelişimi.....	27

2.9.3. Hız Gelişimi.....	28
2.9.4. Çeviklik Gelişimi.....	29
2.9.4.1. Çeviklik ve Fiziksel Kısıtlamalar	30
2.9.4.2. Çeviklik ve Motor, Bilişsel, Algısal Kısıtlamalar.....	32
2.9.5. Metabolik Gelişim	33
2.9.5.1. Aerobik Metabolizma	34
2.9.5.2. Anaerobik Metabolizma	36
3. MATERYAL VE METOD.....	37
3.1. Deney Protokolü.....	37
3.2. Yapılan Ölçümler	38
3.2.1. Vücut Ağırlığı ve Boy Uzunluğu	38
3.2.2. Pik Uzama Hızı Yaşının Belirlenmesi.....	38
3.2.3. Sürat Performansı Ölçümleri (30 m Sprint Testi)	41
3.2.4. Çeviklik Performansı Ölçümleri (İllinois Çeviklik Testi).....	42
3.2.5. Durarak Uzun Atlama Testi.....	43
3.2.6. Kassal Dayanıklılığın Ölçümü (1 dakika Mekik ve Şınav Testleri).....	43
3.2.7. Yo-Yo Aralıklı Toparlanma Seviye 1 Testi	44
3.3. İstatistiksel Analiz	44
4. BULGULAR.....	46
4.1. Ölçülen Değişkenlerin Kronolojik Yaş Gruplarına Göre Karşılaştırılması	49
4.2. Ölçülen Değişkenlerin Pik Uzama Hızlarına Göre Karşılaştırılması.....	57
4.3. Kronolojik Yaş ve Pik Uzama Hızı Yaş Farkı ile Ölçülen Değişkenlerin İlişkisi.....	58
4.4. Ölçülen Değişkenlerin Birbirleriyle İlişkisi	61
4.5. Pik Uzama Hızlarına Göre Ölçülen Değişkenlerin İlişkisi	63
5. TARTIŞMA	72
5.1. Aerobik Performansın Kronolojik Yaş Gruplarına ve Olgunluk Durumlarına Göre İncelenmesi	72
5.2. Anaerobik Performansın Kronolojik Yaş Gruplarına ve Olgunluk Durumlarına Göre İncelenmesi	75
5.3. Ölçülen Değişkenlerin Birbiriyle İlişkisi	80
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	85
KAYNAKLAR	86

ÖZGEÇMİŞ	100
EKLER.....	101
EK-1 AYDINLATILMIŞ ONAM FORMU	101
EK-2 ETİK KURUL ONAY FORMU	102
EK-3 VERİ TOPLAMA FORMU ÖRNEĞİ	103



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2-1 90 dakikalık bir maç sürecinde profesyonel futbolcuların aktiviteleri	10
Şekil 2-2 Erkek ve kızlar için tipik boy uzama eğrisi	14
Şekil 2-3 Erken ve geç olgunlaşan erkeklerin (sol) ve kızların (sağ) kronolojik yaş ile biyolojik olgunlaşmanın gelişimsel eğrilerindeki farklılıklar.....	18
Şekil 2-4 Erken, orta ve geç gelişim durumlarında pik uzama hızı zamanları.....	21
Şekil 2-5 Genç Erkekler İçin Fiziksel Gelişim Modeli	23
Şekil 2-6 Motor Beceri Gelişimini Oluşturan Süreçler.....	25
Şekil 2-7 Atletik Motor Beceri Yeterlilikleri	26
Şekil 2-8 Çevikliği Etkileyen Faktörler	30
Şekil 3-1 Dijital Stadyometre (Seca 769, Seca GMBH, Hamburg)	38
Şekil 3-2 Aptamil Marka Mezura	39
Şekil 3-3 Bacak Uzunluğunun Belirlenmesi	40
Şekil 3-4 Oturma Yüksekliğinin Belirlenmesi.....	41
Şekil 3-5 Fotoselli Kronometre	42
Şekil 3-6 İllinois Çeviklik Testi	43
Şekil 3-7 Yo-Yo Aralıklı Dinlenme Testi Seviye 1	44
Şekil 4-1 Futbolcu grupların pik uzama hızı yaşı ile kronolojik yaşlarının farkı.....	46
Şekil 4-2 Durarak uzun atlama değerlerinin kronolojik yaş gruplarına göre karşılaştırılması....	51
Şekil 4-3 30 m sprint zamanlarının kronolojik yaş gruplarına göre karşılaştırılması.	52
Şekil 4-4 Çeviklik (sn) değerlerinin kronolojik yaş gruplarına göre karşılaştırılması.	53
Şekil 4-5 Bir dakikada mekik çekme sayısının kronolojik yaş gruplarına göre karşılaştırılması	54
Şekil 4-6 Bir dakikada şınav çekme sayısının kronolojik yaş gruplarına göre karşılaştırılması.	55
Şekil 4-7 Yo-Yo testi maksimal oksijen tüketimi (VO_{2max} ; mL/min/kg) değerlerinin kronolojik yaş gruplarına göre karşılaştırılması.	57
Şekil 4-8 Kronolojik yaş ile A. 30 m sprint zamanı, B. durarak uzun atlama, C. Çeviklik ve D. Yo-yo testi kat edilen mesafe arasındaki ilişki.....	60
Şekil 4-9 Pik uzama hızı yaş farkı ile A. 30 m sprint zamanı, B. durarak uzun atlama, C. Çeviklik ve D. Yo-yo testi kat edilen mesafe arasındaki ilişki.	61
Şekil 4-10 Pik uzama hızı sonrasında olan grupta A. 30 m sprint zamanı ile durarak uzun atlama arasındaki ilişki. B. Çeviklik ile durarak uzun atlama arasındaki ilişki. C. 30 m sprint zamanı ile çeviklik arasındaki ilişki. D. VO_{2max} ile 30 m sprint zamanı arasındaki	

ilişki. E. VO_{2max} ile çeviklik arasındaki ilişki. F. Şınav ile durarak uzun atlama arasındaki ilişki.	65
Şekil 4-11 Pik uzama hızı sırasında olan grupta A. 30 m sprint zamanı ile durarak uzun atlama arasındaki ilişki. B. Çeviklik ile durarak uzun atlama arasındaki ilişki. C. VO_{2max} ile durarak uzun atlama arasındaki ilişki. D. 30 m sprint zamanı ile çeviklik arasındaki ilişki. E. VO_{2max} ile 30 m sprint zamanı arasındaki ilişki. F. VO_{2max} ile çeviklik arasındaki ilişki.	68
Şekil 4-12 Pik uzama hızı öncesinde olan grupta A. 30 m sprint zamanı ile durarak uzun atlama arasındaki ilişki. B. Çeviklik ile durarak uzun atlama arasındaki ilişki. C. VO_{2max} ile durarak uzun atlama arasındaki ilişki. D. 30 m sprint zamanı ile çeviklik arasındaki ilişki. E. VO_{2max} ile 30 m sprint zamanı arasındaki ilişki. F. VO_{2max} ile çeviklik arasındaki ilişki.	71

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4-1 Çalışmaya katılan sporcuların kronolojik yaş gruplarına göre demografik özellikleri (Ortalama $\pm$ standart sapma).....	48
Çizelge 4-2 Çalışmaya katılan sporcuların pik uzama hızlarına göre demografik özellikleri (Ortalama $\pm$ standart sapma).....	49
Çizelge 4-3 Durarak uzun atlama, 30 m sprint, çeviklik, bir dakika mekik ve şınav test sonuçlarının kronolojik yaş gruplarına göre karşılaştırılması (Ortalama $\pm$ standart sapma).....	50
Çizelge 4-4 Yo-Yo aralıklı toparlanma seviye 1 Testi (Yo-Yo IR1 Test) sonuçlarının kronolojik yaş gruplarına göre karşılaştırılması (Ortalama $\pm$ standart sapma).	56
Çizelge 4-5 Durarak uzun atlama, 30 m sprint, çeviklik, mekik, şınav ve Yo-Yo test sonuçlarının pik uzama hızlarına göre karşılaştırılması (Ortalama $\pm$ standart sapma).....	58
Çizelge 4-6 Kronolojik yaş ve pik uzama hızı yaş farkı ile durarak uzun atlama, 30 m sprint, çeviklik, mekik, şınav ve Yo-Yo testlerinde ölçülen değişkenler arasında korelasyon katsayı (r) ve p değerleri	59
Çizelge 4-7 Bütün futbolcuların durarak uzun atlama, 30 m sprint, çeviklik, mekik, şınav ve Yo- Yo testlerinde ölçülen değişkenler arasında korelasyon katsayı (r) ve p değerleri. 62	
Çizelge 4-8 Pik uzama hızı sonrasında olan grupta durarak uzun atlama, 30 m sprint, çeviklik, mekik, şınav ve Yo-Yo testlerinde ölçülen değişkenler arasında korelasyon katsayı (r) ve p değerleri	63
Çizelge 4-9 Pik uzama hızı sırasında olan grupta durarak uzun atlama, 30 m sprint, çeviklik, mekik, şınav ve Yo-Yo testlerinde ölçülen değişkenler arasında korelasyon katsayı (r) ve p değerleri	67
Çizelge 4-10 Pik uzama hızı öncesinde olan grupta durarak uzun atlama, 30 m sprint, çeviklik, mekik, şınav ve Yo-Yo testlerinde ölçülen değişkenler arasında korelasyon katsayı (r) ve p değerleri	70

KISALTMALAR DİZİNİ

ANOVA: Tek Yönlü Varyans Analizi

ATP: Adenozin Trifostaf

GPS: Küresel Konumlandırma Sistemi

MK: Metabolik Kondisyon

MSS: Merkezi Sinir Sistemi

PCr: Fosfokreatin

PUH: Pik Uzama Hızı

SÖB: Spora Özel Beceri

THB: Temel Hareket Becerileri

VO_{2max}: Maksimal Oksijen Tüketimi

YoYo IR1: YoYo Aralıklı Toparlanma Seviye 1 Testi

ÖZET

9 - 18 Yaş Arası Erkek Futbolcularda Aerobik ve Anaerobik Performansın Yaş Gruplarına Göre İncelenmesi

Bu çalışmanın amacı, farklı kronolojik yaş ve olgunluk düzeyindeki futbolcu çocukların aerobik ve anaerobik performanslarının incelenmesidir.

Araştırmaya her bir grupta en az 10 sporcu olmak üzere, U10, U11, U12, U13, U14, U15, U16, U17 ve U19 kategorilerinde futbol oynayan 134 erkek futbolcu katılmıştır. Futbolcuların aerobik dayanıklılıkları, YoYo Aralıklı Toparlanma Testi-1 ile belirlenmiş ve tahmini maksimal oksijen tüketimi (VO_{2max}) değerleri hesaplanmıştır. Sürat performansının belirlenmesinde 30m sprint testi, çeviklik performansının belirlenmesinde Illinois Çeviklik Testi, sıçrama performansının belirlenmesinde durarak uzun atlama testi ve kuvvette devamlılık performansı için 1 dakika mekik ve sınav testleri uygulanmıştır. Olgunluk durumu somatik değişkenlerden elde edilen değerlerle olgunluk tahmin denklemi kullanılarak belirlenmiştir.

Aerobik dayanıklılık, durarak uzun atlama, sprint, çeviklik, mekik ve sınav çekme performanslarının kronolojik yaş ve olgunlaşma ile yüksek düzeyde korelasyonlu olarak arttığı tespit edilmiştir (p<0.0001). Ölçülen tüm performans değişkenlerinin birbirleri arasında yüksek düzeyde korelasyon olduğu bulunmuştur (p<0.0001). Aerobik dayanıklılığın, kronolojik yaş ile birlikte 15 yaşına kadar giderek arttığı (p<0.05), pik uzama hızı sonrası dönemde olan 15, 16 ve 17 yaş gruplarında anlamlı olarak değişmediği görülmüştür (p>0.05). Sürat, çeviklik, kuvvette devamlılık ve atlama performanslarının, genel olarak kronolojik yaş ve olgunlaşma ile birlikte sürekli artış gösterdiği tespit edilmiştir (p<0.05).

Bulgularımızdan araştırmaya katılan 9 ila 18 yaş arası futbolcuların aerobik ve anaerobik performanslarının hem birbirleri ile hem de kronolojik yaş ve olgunlaşma ile ilişkili olarak arttığı, aerobik performansın anaerobik performansa göre daha erken gelişimini tamamladığı sonucuna varılabilir.

Anahtar Sözcükler: Sprint, YoYo testi, Olgunlaşma, Pik Uzama Hızı, Çeviklik

ABSTRACT

Investigation of Aerobic and Anaerobic Performance in Male Soccer Players Aged 9 - 18 by Age Groups

The aim of this study is to examine the aerobic and anaerobic performances of soccer players of different chronological ages and maturity stages.

134 male soccer players who played soccer in the U10, U11, U12, U13, U14, U15, U16, U17 and U19 categories, including at least 10 athletes in each group, participated in the study. Aerobic endurance of the soccer players was determined by YoYo Intermittent Recovery Test-1 and estimated maximal oxygen consumption (VO_{2max}) values were calculated. 30-m sprint test to determine speed performance, Illinois Agility Test to determine agility performance, standing long jump to determine jump performance and 1 minute sit-up and push-up tests were applied for muscle strength and endurance. Maturity status was determined by using the maturity estimation equation with the values obtained from the somatic variables.

It was found that aerobic endurance, standing long jump, sprint, agility, sit-up and push-up performances were highly correlated with chronological age and maturity ($p<0.0001$). All performance variables were found to be highly correlated with each other ($p<0.0001$). It was observed that aerobic endurance gradually increased with chronological age until the age of 15 ($p<0.05$), and it did not change significantly in the 15, 16 and 17 age groups, which were within the maturity stages of after the peak height velocity ($p>0.05$). It has been determined that speed, agility, endurance in strength and jumping performances generally increase continuously with chronological age and maturation ($p<0.05$).

It can be concluded that the aerobic and anaerobic performances of the soccer players aged 9 to 18 who participated in the study increased in relation to both with each other and chronological age and maturation, and that aerobic performance completed its development earlier than anaerobic performance.

Keywords: Sprint, YoYo test, Maturation, Peak Height Velocity, Agility

1. GİRİŞ

Futbol, FIFA raporlarına göre Dünya çapında en az 128 bin profesyonel futbolcu tarafından oynanan (1) ve 2022 Dünya Kupası maçlarının 3 milyardan fazla kişi tarafından izleneceği tahmin edilen (2) popüler bir spor branşıdır. Farklı uzmanlık seviyelerine sahip erkek, kadın olmak üzere çocuk ve yetişkinler tarafından oynanabilmektedir (3). Günümüzde futbol, artan popülaritesi ve sağladığı finansal potansiyeli nedeniyle, bilimsel olarak en çok araştırılan spor branşlarından biri konumuna gelmiştir (4).

Spor bilimleri literatüründe özellikle son 30 yıl içerisinde oyuncuları aktivite profilleri ve metabolik talepleri derin bir şekilde araştırılmıştır (5, 6, 7, 8). 90 dakikalık bir futbol maçı süresinde elit futbolcuların ortalama 10 km koştukları ve bu mesafeyi anaerobik eşik seviyelerine yakın olarak, maksimal kalp atım hızlarının yaklaşık olarak %85-90 arasında katettikleri bildirilmiştir (3). Bu süreçte sıçrama, şut atma, dönüş, sprint ve hız değiştirme dahil olmak üzere çok sayıda patlayıcı güç gerektiren aktivite gerçekleştirilmekte ve rakibin ataklarına karşı dengenin sürdürülmesi gerekmektedir (3). Futbol, maç süresinin büyük bir kısmı aerobik metabolizma baskın olarak uygulansada, aerobik aktiviteler arasında oyunun gerekliliklerine göre yüksek şiddetli, patlayıcı aktivitelerin uygulanmasını gerektirmesinden dolayı aralıklı bir aktivite profiline sahiptir (9). Farklı yaş kategorileri (10) ve lig seviyelerinde (11) oynayan futbolcuların fiziksel ve teknik olarak performansları değişkenlik gösterebilmektedir.

Genç erkek futbolcularda puberte boyunca fiziksel performansın arttığı bildirilmiştir (12,13). Fiziksel aktivite çocukluk ve ergenlik döneminde vücut ölçüsü ve kompozisyonu, biyolojik olgunlaşma ve motor beceri gelişimi gibi çeşitli faktörlerden etkilenmektedir (14). Büyüme ve olgunlaşma, sportif performans açısından önemli olan teknik, taktik, fiziksel ve psikolojik faktörlerle yakından ilişkilidir (15). Ancak büyüme ve olgunlaşmanın zamanı ve temposundaki değişkenlik sportif performansı etkilemektedir. Büyüme ve olgunlaşma, birçok spor branşı için önem arz eden kuvvet, güç ve hız gibi fiziksel uygunluk parametrelerini etkilemektedir (16, 17, 18). Biyolojik olgunlaşma tüm vücut doku ve organ sistemlerinde meydana gelen bir süreçtir. Olgunlaşma süreci gözlemlenir ve ölçülebilir (17). Olgunluk, gözlemin yapıldığı

kronolojik yaştaki olgunluk durumu olarak değerlendirilir (17). Olgunlaşmanın gerçekleştiği kronolojik yaş, olgunlaşmanın zamanını verir (17). Tempo ise olgunlaşmanın hızıdır (17).

Çocuk ve genç sporcularda aerobik ve/veya anaerobik performans düzeyi birçok sportif performans açısından önemlidir. Aerobik kapasitenin kız ve erkeklerde yaşla birlikte arttığı bilinmektedir (13). Anaerobik performansta aerobik performansla benzer şekilde biyolojik olgunlaşmanın zamanına ve temposuna bağlı olarak bireyler arası farklılıklar göstermekle birlikte kronolojik yaşla artış gösterir (22,23). Spor yapan gençlerin yapmayan gençlere kıyasla aerobik kapasiteleri (19, 18) ve anaerobik performansları daha yüksektir (23). Birçok spor branşında olduğu gibi futbolda aerobik dayanıklılık kapasite, sürat, çeviklik, kuvvet ve patlayıcı güç sportif performansın ve kondisyonel özelliklerin bileşenlerini oluşturmaktadır. Genç futbolcularda sprint performansı (24), çeviklik, sıçrama ve aerobik dayanıklılığın yaş ile birlikte arttığı gösterilmiştir (25). Aerobik ve anaerobik performansındaki bu artışların testosteron hormonunun artışıyla ilişkili olarak sinirsel büyüme, miyelinasyon, ileti hızı gibi sinir sisteminde meydana gelen gelişmelerden ve kırmızı kan hücrelerinin üretiminin artmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir (26, 27, 28). Çocuklarda ve gençlerde sportif performansta yaşa bağlı farklılıkların kısmen antrenman (21, 22) ya da genetik (22) faktörlerden kaynaklandığı düşünülse de, biyolojik olgunlaşmanın zamanı ve temposunun önemli etkisi olduğu görülmektedir (22). Puberte öncesi dönemdeki sporcular aynı kronolojik yaşta olsalar bile biyolojik olgunluk durumundaki farklılıklardan dolayı aerobik ve anaerobik performanslarının karşılaştırılması zorlaşmaktadır. Bu durum özellikle altyapı seviyelerinde kronolojik yaşa bağlı olarak kategorize edilen futbol gibi branşlarda sporcular için eşit şartlar sağlamada zorluklara sebep olmaktadır (19, 22).

Spor branşlarında altyapı sistemlerinin en önemli parçalarından biri yetenek seçimidir. Büyüme ve olgunlaşma, yetenek seçiminde katılımı, gelişimi ve tercih edilmeyi etkilemektedir (29). Aynı kronolojik yaş içerisinde erken ya da geç doğmak (30) ve olgunluk durumu (31) yetenek seçimi için avantaj ya da dezavantajlara sebep olabilmektedir. Kişi belli bir kronolojik yaş içinde erken doğmasına karşın erken, normal

veya geç olgunlaşabileceği gibi tam aksi durumda söz konusu olabilir. Dolayısıyla yetenek seçiminde sporcu tercihleri bu durumlardan etkilenebilir. Geç olgunlaşan ancak yetenekli olan sporcuların alt yapıda dışlanabildikleri ve bu n yargının tam olarak anlaşılabilmesi için daha fazla çalışmanın gerekli olduğu rapor edilmiştir (32). Daha geç ve geç olgunlaşan oyuncuların sistemin dışına itilmeleri sporun gelişimi ve ülkelerin spor alanında elde etmek istedikleri başarılar dışınılduğunda bir engeldir. Yapılan çalışmalardan elde edilen bulgulara göre geç gelişim gösteren oyuncuların genellikle daha iyi teknik, taktik, psikolojiye sahip oldukları ve yaşadıkları zorlukların yetişkin olduklarında başarıya daha iyi hazırladıkları ileri sürülmektedir (17, 33).

Literatürde futbolcularda kronolojik yaş ve biyolojik olgunlaşma ile birlikte motor becerilerin gelişiminin incelendiği çalışmalar bulunmaktadır. Her ikisinin birlikte incelendiği çalışmalar ağırlıklı olarak olgunlaşma evrelerini temsil eden spesifik yaş gruplarının incelenmesini içermektedir ve tüm altyapı yaş gruplarının dahil edildiği çalışmalar sınırlıdır. Futbolcularda aerobik ve anaerobik performans bileşenlerinin hem yaşa hem de içinde bulunan olgunluk aşamasına göre birbirleri ile ilişkilerinin incelendiği bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Sunulan çalışmada, farklı kronolojik yaş ve olgunluk düzeyindeki futbolcu çocukların aerobik ve anaerobik performanslarının incelenmesi amaçlanmaktadır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Futbolda Enerji Sistemleri

Futbol, izleyiciler, taraftarlar ve oyuncular için dünya çapında en popüler takım sporlarından biridir (35). Resmi maçlar, aralarında 15 dakikalık mola ile 45 dakikalık iki devreden oluşur. Futbol, aralıklı bir spor olarak tanımlanır ve sporcuların çeşitli patlayıcı güç gerektiren teknik ve taktik hareketleri tekrarlamalarını gerektirir (36). Böyle bir dizi aktivitenin performansı, anaerobik ve aerobik enerji sistemlerini yüksek oranda zorlayan karmaşık bir fizyolojik talep gerektirir (37).

Hem aerobik hem anaerobik metabolizma, insan vücudunun, kas hücrelerinde gereksinim duyulan enerjiyi (adenozin trifosfat) üretme sistemleridir (38, 39). Bu iki metabolik yolak, enerji sağlamak için çoklu ve birbiriyle ilişkili süreçleri içerir (38). Enerji ihtiyacı aerobik ve anaerobik metabolik yolağın eşzamanlı ancak farklı oranlarda kullanılmasıyla sağlanır: (a) fosfokreatinin (PCr) parçalanmasıyla ATP oluşumu, (b) glikoliz (glikoz veya glikojenin parçalanmasıyla) yoluyla ATP oluşumu ve (c) ATP'nin aerobik metabolizma (oksidatif) ile oluşumu. PCr ve glikoliz yoluyla ATP oluşumu, oksijen (O_2) kullanımını içermez. Bu yollara anaerobik (O_2 'siz) enerji metabolizması denir. O_2 kullanımı ile ATP'nin oksidatif oluşumu, aerobik metabolizma olarak adlandırılır. Aerobik metabolizma ile hücrenin mitokondrilerinde oksijen varlığında karbonhidratlar ve yağlar substrat olarak kullanılarak ATP üretilir (40).

90 dakikalık maç süresince çeşitli şiddetlerde (maksimum ve maksimum altı) yüklenme ve dinlenme dönemlerini içeren futbol oyununun aralıklı doğası hem aerobik hem de anaerobik enerji sistemlerinin etkin katılımını gerektirir (3). Son yıllarda, GPS sistemlerinden yararlanılarak metabolik gücü hesaplayarak futbolda enerji harcamasını tahmin etmek popüler hale gelmiştir (41, 42, 43, 44). Öte yandan GPS ölçüm sistemin yeni olması ve bazı avantajlara sahip olması yanında enerji maliyetini dolaylı olarak tahmin ettiği göz önünde bulundurulmalıdır (45).

2.2. Futbolun Aerobik Talebi

Aerobik sistemde enerji üretmek için oksijene ihtiyaç duyulduğu için, oksijen tüketimi (VO_2) değerlerinin ölçülmesi aerobik talebin veya maliyetinin nesnel olarak değerlendirilmesine imkan sağlar. VO_2 'nin doğrudan ölçümleri ancak gaz analizör sistemleri (laboratuvar içi veya portatif) yoluyla elde edilebilir, öte yandan bu ölçümlerin maç sırasında yapılması pratik değildir (3). Nitekim daha önce yapılan araştırmada, maç sırasında ağır ve rahatsız edici gaz analizör sistemi takılan iki oyuncunun, cihaz olmayanlara göre daha düşük şiddette oynadıkları gözlemlenmiştir (3). Bu nedenle, bu iki sporcudan elde edilen VO_2 değerleri [birinci yarıda VO_{2max} 'ın (sporcu 1) %56, (sporcu 2) %61 ve ikinci yarıda VO_{2max} 'ın (sporcu 1) %47, (sporcu 2) %49'u] eksik bir tahmin olarak kabul edilmiştir (3). Teknoloji son yıllarda daha hafif ve daha küçük portatif gaz analiz ünitelerini içerecek şekilde ilerlemiş olsa da maç sırasında VO_2 'nin rutin olarak izlenmesi hala yaygın değildir ve doğrudan futbol sırasında aerobik sistem katkısının kesin değerlerini elde etmek için hem pratik hem de uygulanabilir bir yöntemi değildir. Pratik bir alternatif olarak araştırmacılar, maç sırasında oksijen tüketiminin dolaylı tahminlerini sağlayan kor sıcaklığı ve kalp atımı ölçümleri gibi egzersiz şiddetini yansıtan ölçümleri kullanmaktadırlar (46). Bu tahmini yöntem olarak ölçümler, oksijen tüketimi ile bu parametreler arasında istikrarlı bir doğrusal ilişkinin var olduğu varsayımına dayanır. Maç sırasında futbolcuların $39^{\circ}C-40^{\circ}C$ kor sıcaklıklarının VO_{2max} 'ın %70–75'ine karşılık geldiği belirtilmektedir (47, 48). Benzer şekilde hem rekabetçi hem de rekreasyonel amaçlı maçlar sırasında, oyuncuların antrenman düzeyinden ve yaşından bağımsız olarak bildirilen maksimum kalp atım hızının %80-90'ı, VO_{2max} 'ın ortalama %70-80'ine denk geldiği belirtilmektedir (46, 49). Hedeflenen fizyolojik faktörlerin, bu dolaylı yaklaşımları kullanırken maçın bir bölümünde oksijen tüketiminin hem fazla tahmin edilmesine (dehidrasyon, hipertermi ve zihinsel stres) hem de eksik tahmin edilmesine (örn. kalp atım hızının gecikmesi) yol açabileceği kabul edilmelidir (46, 50, 51). Doğrudan veya dolaylı yöntemler arasında farklılık olmakla birlikte araştırmacıların ortak kanısı, futbol maçı sırasında aerobik metabolizmanın baskın enerji kaynağı olduğu ve VO_{2max} 'ın %70'i seviyelerinde oynanan bir oyun olduğudur (46, 52).

2.3. Futbolun Anaerobik Talebi

Bir maç sırasında ritmik olmayan bir şekilde meydana gelen yüksek şiddetli aktiviteler sırasında anaerobik metabolizmanın enerji katkısı çok önemlidir (53). Matan elde edilen kalp atım hızı değerleri ile bireysel olarak değerlendirilen anaerobik eik değerleri (4 mmol / L laktat düzeyi) ilikilendirildiğinde, oyuncuların yaklaşık olarak maçın total süresinin %50'sini bu eşik değerinin üzerinde oynadıkları rapor edilmiştir (54, 55). Laktat anaerobik glikolizin son ürünü olduğu için, genel olarak anaerobik metabolizmanın da futbol maçı boyunca gereksinim duyulan enerjiyi önemli oranda karşıladığı açıktır (38).

Kan laktat seviyeleri genellikle kas hücresinde laktat üretiminin doğrudan bir tahmini olarak değerlendirilir (38). Farklı seviye ve yaşlardaki sporcularda ma sırasında yapılan ölçümlerde kan laktat seviyelerinin 2-10 mmol/L arasında değiştiği görülmektedir (7). Bu değerler ma periyotlarında yüksek laktat üretimini gösterse de analiz için kullanılan kan numunelerinin ortalama olarak son 5 dakikayı temsil ettiği göz önünde bulundurulmalıdır (3). Futbol maçı esnasında, kas ve kan laktat seviyeleri arasında zayıf korelasyon olduğu bildirilmiştir ve kan laktatının uzaklaştırılması futbolun aralıklı doğasıyla ilişkilendirilmiştir (56). Ma sonunda kas glikojen konsantrasyonunun kısmen veya tamamen azaldığı belirtilmiştir (57, 56).

Futbol maçı sırasında sprint, ani yön değiştirme, topa vurma, sıçrama gibi saniyelerle ifade edilen kısa süreli yüksek şiddetli aktiviteler sırasında baskın olarak kas hücresinde depolanan fosfojen enerji (ATP- PCr) sistemi ön plana çıkmaktadır (38). Futbol maçı sırasında hücre içi PCr konsantrasyon düzeyinin ölçülmesi için invaziv olarak biyopsi alınması gerekmektedir (46). Futbol maçında PCr'nin direkt olarak ölçüldüğü yalnızca bir çalışmaya rastlanmaktadır (56). Bu araştırmaya göre yüksek tempolu bir futbol maçı sonrasında PCr konsantrasyonunun ma öncesine göre %75 seviyesine düştüğü tespit edilmiştir (56). Ancak, PCr'nin tekrar sentezlenme oranı (0.5 mmol / kuru ağırlık(kg) / s) ve egzersiz ile biyopsi arasında geçen süre (15-30 saniye) göz önüne alındığında, bildirilen PCr konsantrasyonları futbol maçları sırasında dinlenme seviyelerinin yaklaşık % 60'ı olabileceği bildirilmektedir. Diğer bir ifade ile PCr konsantrasyonunun ölçülen değerden çok daha düşük seviyeler düşmüş olma ihtimali yüksektir. Ayrıca ölçümlerin oyunun temposu gereği kısa süreli yüksek şiddetli aktivite periyotlarında alınmış olsaydı,

PCr konsantrasyonunun istirahat düzeyinin %30'unun da altına düşebileceği ifade edilmektedir (7). Anaerobik enerji sistemi, aerobik enerji sistemine kıyasla 90 dakikalık futbol maç boyunca enerji talebine daha küçük katkı sağlamasına rağmen, oyunun belirli dönemlerinde daha baskın gibi görünmektedir. Futbolun maç sırasında aktivite örüntüsü değerlendirildiğinde yüksek tempolu periyotları sırasında anaerobik glikoliz baskın olduğu, kısa süreli patlayıcı hareketler sırasında ise fosfojen enerji sisteminin ön plana çıktığı görülmektedir (38, 58). Futbolda anaerobik enerji sisteminin öneminin kondisyoner ve antrenörler tarafından küçümsenmemesi ve antrenman programlamasında bu enerji sistemini geliştirilmesine yönelik planlama yapılması tavsiye edilmektedir (59).

2.4. Futbolda Koşu Mesafesi

Sportadaki teknolojik gelişmeler, küresel konumlandırma sistemleri (GPS'ler) ve video hareket analizleri dahil olmak üzere oyuncu izleme cihazların ortaya çıkmasına yol açarak, futbolcuların antrenman ve müsabaka esnasında çeşitli fiziksel, teknik ve taktik aktivitelerin ölçülmesine imkan tanımıştır (53). Futbol oyunu sırasında bu sistemlerden toplanan veriler, oyuncuların hareketlerini ayakta durma, yürüme, koşma ve farklı yoğunluklarda koşma gibi farklı hız kategorilerine ayırma yoluyla çeşitli maç aktivitelerinin ritmik olmayan değişimini benzersiz bir şekilde tanımlanmasını sağlar (60). Literatürde elit futbolcuların 90 dakikalık bir maç sırasında, 9-14 km arasında koştukları belirtilmektedir (61). Maç sırasında bu total koşu mesafesinin ise %22-24'ünü 15km/s hızdan daha yüksek hızda, %8-9'unu 20km/s hızdan daha yüksek hızda ve %2-3'ünü 25km/s hızdan daha hızlı koşarak kat ettikleri ifade edilmektedir (61). Ancak güncel araştırmalarda 2006/2007 ve 2012/2013 sezonları arasında kat edilen toplam mesafede ~%2'lik bir artış ve yüksek şiddetli koşularda ~%30'luk bir artış olduğunu bildirilmiştir (62). Bu futbol oyunlarının sürekli olarak geliştiğini ve fiziksel olarak daha zorlu hale geldiğinin açık bir göstergesidir (62). Bu değişkenler takım dizilişleri gibi durumlardan da etkilenebilir. Örneğin yakın zamanda yapılan bir çalışmada, 4-3-3 dizilişi ile oynayan futbolcular 4-4-2 dizilişine göre oynayan futbolculara kıyasla önemli oranda yüksek şiddetli koşular gerçekleştirmişlerdir (63). Defans oyuncularının 4-4-2 saha dizilişinde diğer dizilişlere (örneğin 4-5-1 ve 4-3-3) kıyasla topsuz alanda total koşu

mesafelerinden %20 daha fazla koşu uygulayabilecekleri bildirilmiştir (64). Ayrıca kenar ve merkezi orta saha oyuncuları, stoper ve forvet oyuncularına kıyasla hem daha fazla total koşu mesafesi hem de daha fazla yüksek şiddetli koşu gerçekleştirmektedir (62, 65). Buna karşılık forvet ve kenar oyuncuları genellikle daha fazla sprint gerçekleştirdikleri tespit edilmiştir (65). Öte yandan kaleciler, maç başına ortalama olarak 5.6-6 km kat etmeleri ve bu mesafeyi ana olarak yürüyerek (~4.0 km, toplam mesafenin ~%70'i) ve jog koşusu yaparak (~1.2 km, toplam mesafenin ~%20'si) gerçekleştirmelerinden dolayı diğer tüm mevkilerde oynayan futbolculara kıyasla daha kısa mesafe kat etmektedirler (66). Koşu aktivitelerdeki bu farklılıkların antrenmanın özgünlüğü üzerinde etkilerinin olabileceği belirtilmektedir. Pozisyondan bağımsız olarak maç verileri, elit oyuncuların futbol oyununun çoğunu (3496 ± 148 m) 0-11 km/saat hız aralığında koşma eğiliminde olduklarını göstermesine karşın, bu hızların üstündeki yoğunluklarda (11,1-14 km/saat, 14,1-19 km/saat, 19,1/23 km/saat, >23 km/saat), oyuncuların hızları arttıkça daha kısa mesafeler koşma eğiliminde olduklarını göstermektedir (65). Bir futbol maçında yüksek şiddette koşulan mesafeler, oyuncuların lig düzeyine ve yaşına göre de değişebilir. Amatör oyuncuların profesyonel oyunculara göre daha az yüksek şiddetli koşu periyodu gerçekleştirdikleri bildirilmiştir (67). Bu muhtemelen amatör oyuncuların daha az antrenman yapması ve daha düşük hıza sahip olmalarından kaynaklanmaktadır (68). Benzer şekilde antrenman yapan farklı seviyelerdeki profesyonel futbolcuları karşılaştıran bir çalışmada, daha alt liglerde oynayanların, daha fazla yoğunluklu koşu yüzdesi sergiledikleri bildirilmiştir (69). Başarılı pas yüzdesi, ileri ve total pas sıklığı, top almadaki düşük değerler gibi teknik özelliklerin, düşük performans profilli futbolcularda artan fiziksel aktiviteye sebep olduğu ileri sürülmüştür (70). Başarılı pas yüzdesi, ileri ve total pas sıklığı, top almadaki düşük performans durumunun, genç oyuncuların yetişkinlere kıyasla daha yüksek yoğunluklu aktivite gerçekleştirme eğiliminden de sorumlu olabileceği bildirilmektedir (71, 72). Futbol liglerinde U12'den U16'ya kadar olan yaş grupları için müsabaka aktivitesi incelendiğinde, futbolcuların atletik performanslarının belirlenmesinde kronolojik yaşı tek başına belirleyici olmadığı, kronolojik yaşı olgunlaşma ile birlikte değerlendirilmesi gerektiği bildirilmektedir. (73).

2.5. Futbolda Yüksek Şiddetli Aktiviteler

Hız zonu yaklaşımını (mutlak ya da göreceli) kullanan maç analizleri, futbol aktivitesine genel bir görüş sağlayabilir. Ancak bu yaklaşım, yüksek yoğunluklu aktivitelerin hızlanma ve yavaşlama aşamalarını veya şiddetli ancak düşük hızlarda meydana gelen yön değişikliklerinin sayısını hesaba katmadığı için patlayıcı hareketlerin oluşumunun önemli ölçüde azımsanmasına sebep olmaktadır (41). 2007/2008 yıllarında Almanya birinci liginde (Alman Bundesliga) yapılan bir çalışmaya göre, maçın ikinci devresinde atılan tüm gollerin en az bir güç gerektiren hareket içerdiği gözlemlenmiştir (74). Ayrıca yüksek şiddetli aktivitelerin, süre ve mesafe açısından kısa olsa bile, gol atma durumlarında kritik öneme sahip olduklarını öne sürmüşlerdir (74). Futbol için yüksek şiddetli aktivitelerin genel profili Şekil 2.1.'de gösterilmiştir (53, 60, 75, 76, 77). Yakın zamanda profesyonel İngiliz liginde yapılan bir araştırmaya göre, bir maç sırasında yüksek şiddetli aktivitelerin (hız >21 km/s) ortalama sayısının $20,3 \pm 6,5$ (stoper pozisyonları için rapor edilen en düşük değerler) ile $38,7 \pm 14,4$ (geniş orta saha oyuncu pozisyonları için bildirilen en yüksek değerler) arasında değiştiğini bildirmiştir (75). Di Salvo ve arkadaşları tarafından elit Avrupa maçları sırasında, sadece sprint aktivitesini ($>25,2$ km/s) dikkate alarak yaptıkları bir çalışmada, benzer sayıda yüksek şiddetli aktivite rapor etmişlerdir (65). Bu araştırmada yüksek şiddetli aktivitelerin sayısının merkezi defans oyuncularında $17,3 \pm 8,7$ ve geniş orta saha oyuncularında ise $35,8 \pm 13,4$ arasında değiştiği gösterilmiştir (65).



Şekil 2-1 90 dakikalık bir maç sürecinde profesyonel futbolcuların aktiviteleri (53, 60, 75, 76, 77)

Son zamanlarda yapılan bir çalışmaya göre, Avrupa profesyonel futbol maçlarında >21 km/s'den yüksek şiddetli aktivitelerin ortalama olarak $3,1 \pm 0,5$ saniyeyi ve mesafe olarak $20,3 \pm 3,5$ m'yi geçmediği bildirilmiştir (75). Söz konusu yüksek şiddetli aktiviteler (>21km/s) arasında yüzdelik olarak en büyük oranın, topsuz halde iken yapılan aktivitelere ait olduğu rapor edilmiştir (75). Kenar orta saha oyuncuları topla birlikte $\%39,1 \pm 18,2$ oranında yüksek şiddetli aktivite uygularken, stoper oyuncuları topla birlikte daha az yüksek şiddetli aktivite ($\%23,4 \pm 10,8$) uyguladıkları tespit edilmiştir (75). Ayrıca orta saha oyuncuları ($271,4 \pm 93,7$ saniye) ve geniş orta saha oyuncuları ($154,5 \pm 49,5$

saniye), yüksek şiddetli aktiviteler (>21 km/s) arasındaki en yüksek şiddeti ve en düşük toparlanma sürelerini gösteren iki mevki olarak rapor edilmiştir (75). Yüksek şiddetli aktiviteler için ortalama iş/dinlenme oranının tüm maç boyunca $1/12$ olduğu, ancak en yoğun oyun dönemlerinde $1/2$ 'ye düşebileceği tahmin edilmektedir (76). Yine bu tür hıza dayalı yaklaşımlar hızlanma, sıçrama, yön değiştirme gibi kısa süreli yüksek şiddetli aktivitelerin dahil edilmesini kaçırabileceği ve bu nedenle futbolun yüksek şiddetli aktivite profilinin azımsanmasına yol açabileceği belirtilmiştir (78).

180° 'ye kadar yön değişikliklerinden önce ve sonrasında yüksek şiddetli aktivitelerin olduğu ve bu yön değiştirmelerin genellikle bir sapma ya da kavisli koşu içerdiği gözlemlenmiştir (75). Futbolda yüksek şiddetli aktivitelerin her anında, farklı yönlere uygulanabilecek dönüşlerin çok sık tekrarlanıyor olması futbolun çok yönlü bir aktivite olduğunu göstermektedir. (60). Spesifik olarak profesyonel futbolcuların, maçlardaki zamanın $\%48,7 \pm 9,2$ 'sini sıralı koşu hareketleri yaparak, $\%20,6 \pm 6,8$ 'ini herhangi bir yönde hareket etmeden ve $\%30,7 \pm 2,6$ 'sını geriye, yana, çapraz ve kavisli yönlerde hareket ederek geçirdikleri rapor edilmiştir (60). Ayrıca 90 dakikalık bir maç süresi boyunca, futbolcuların maç başına 700 defadan fazla yön değiştirebileceği (60) ve maç başına aktivitelerinde 1200-1400'e kadar değişiklik yapabilecekleri bildirilmektedir (79). Bu aktiviteler arasında 90° 'den daha düşük açılarda yön değiştirmenin, daha yüksek açılarda yön değiştirmeye göre 6 kat daha sık gerçekleştirildiği bulunmuştur (60).

Yakın zamanda Avrupalı futbolcularda yapılan bir çalışmada, ortalama hızlanma (hızda en az $0,5$ m/s²'lik bir maksimum ivmeyi aşan bir artış) ve yavaşlama (hızda en az $0,5$ saniyelik bir düşüşü aşan bir yavaşlama) sayıları sırasıyla 656 ± 57 ve 612 ± 59 olarak ölçülmüştür (77). Ayrıca profesyonel futbolcuların 1 m/s²'den daha büyük oranlarda hızlanma ve yavaşlama aktiviteleri sergiledikleri ve bu hızlanma ve yavaşlamaların total maç süresinin ortalama $\%18$ 'ini kapsadığı bildirilmiştir (80).

Futbolda meydana gelen aralıklı ve çok yönlü hareketlerin bir sonucu olarak, oyuncuların farklı yönlerde yüksek ve düşük şiddetli aktiviteleri tekrar tekrar yapabilmeleri gerekmektedir. Bu nedenle farklı ve öngörülemeyen durumlar altında verimli ve aralıklı olarak hareket etme yeteneğinin yanı sıra hızlanma, yön değiştirme gibi patlayıcı aktiviteler gerçekleştirebilme kapasitesi, futbola özgü hareket kalıplarını ve fiziksel performansı optimize etmek için çok önemli görünmektedir (58, 81, 82, 83).

2.6. Büyüme

Büyüme, bir bireyin bedenindeki, bir bütün olarak ya da parçalar halindeki değişikliklerini ifade eder. Çocuklar büyüdükçe boyları uzar, vücut ağırlıkları, yağlı ve yağsız dokuları ve organlarının boyutları artar. Boyuttaki değişiklikler; i) hücre sayısındaki bir artış hiperplazi, ii) hücre boyutunda bir artış hipertrofi, iii) hücre içeriğinin büyümesi olmak üzere üç hücresel işlemin sonucudur. Üçü de büyüme esnasında ortaya çıkar ancak bir sürecin diğerlerine üstünlüğü hem kronolojik yaşa hem de ilgili dokuya göre değişir (84).

Büyüme durumu gözlem tarihinde ulaşılan büyüklüğü ifade eder. Büyüme durumunun ana göstergesi boy uzunluğu ve vücut ağırlığıdır (22). Literatürde büyüme örüntüsü, buna bağlı boy uzunluğu ve vücut ağırlığındaki çeşitlilik belgelenmiştir. Boy uzunluğu, ayakta durulan yüzeyden başın tepesine kadar olan mesafeyi ifade eder. Oturma yüksekliği genellikle, düz oturma yüzeyinden başın tepesine kadar olan mesafenin ölçülmesiyle belirlenir ve üst vücut segmenti hakkında bilgi sağlar. Boy uzunluğundan oturma yüksekliğinin çıkartılması, bacak veya alt vücut uzunluğu için bir tahmin sağlar. Oturma yüksekliğinin boy uzunluğuna oranı, rölatif vücut oranları, yani rölatif gövde veya bacak uzunluğunu verir. Ağırlık, bileşimde heterojen olan vücut kütlelerinin bir ölçüsüdür. Vücut kütlesi genellikle yağsız kütle ve yağ kütlelerini içerir. Yağsız kütle, yağsız doku kütlesi ve kemik mineral içeriği olarak iki ana bileşenine ayrılır (22).

Boy uzunluğu ve vücut ağırlığı, çocukluk boyunca kademeli olarak artar, ergenlik döneminde hızlı bir şekilde artış gösterir (büyüme atağı) ve sonra geç ergenliğe doğru artışlarını azalan hızda devam ettirir. Boy uzaması onlu yaşların sonlarında veya yirmili yaşların başında dururken, vücut ağırlığı genellikle artmaya devam eder. Yağsız kütleliyi oluşturan yağsız doku kütlesi ve kemik mineral içeriği boy uzunluğu, vücut ağırlığı gibi bir büyüme örüntüsüne sahiptir. Bunların her birinin bir adolesan atağı vardır. Buna karşın yağ kütlesi, kronolojik yaş ile birlikte daha yavaş artar. Göreceli şişmanlık (% yağ) çocukluk döneminde artar, ancak erkeklerde ergenlik döneminde azalır. Buna karşın yağ oranı kadınlarda daha yavaş bir hızda artmaya devam eder. Erkeklerde ergenlik

döneminde gözlenen yağ yüzdesindeki düşüş, yağsız kütledeki hızlı artıştan kaynaklanmaktadır (84).

2.6.1. Boy Uzaması

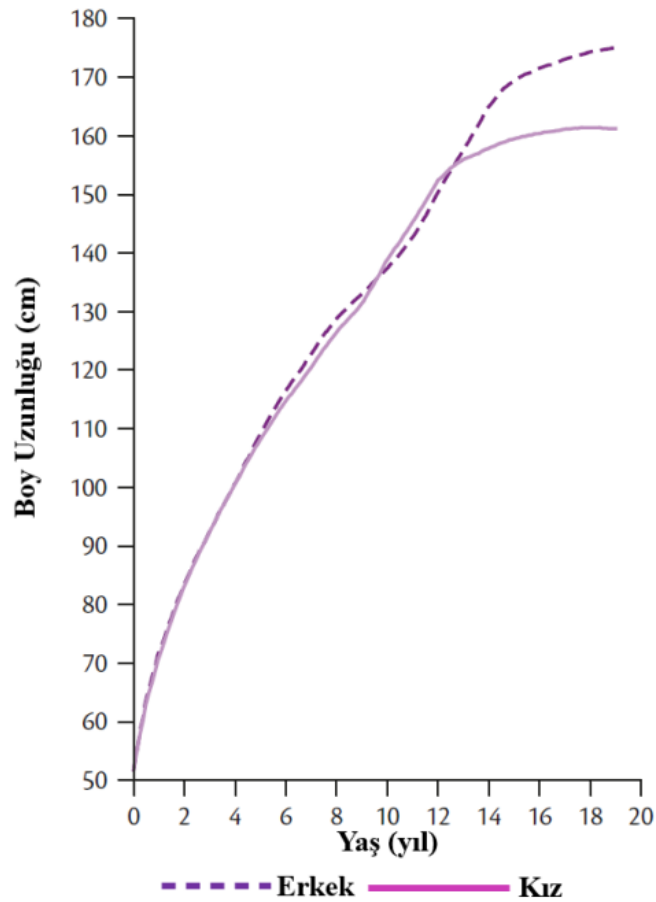
Boy, oturma yüksekliği (oturma yüzeyinden başın tepesine kadar olan mesafe) ve bacak ya da subischial (kalça eklemi ile zemin arasındaki mesafe) uzunluktan oluşur. Kalça ekleminin yerinin tam olarak belirlenmesinin zorluğundan dolayı bacak uzunluğu, genellikle boy uzunluğundan oturma yüksekliğinden çıkarılmasıyla hesaplanır. Boy uzunluğu gün boyunca değişir. Gün içinde omurlar arası disklerin ağırlık taşıması nedeniyle sıkışmasına neden olur. Bu nedenle boy uzunluğu değerleri gün ilerledikçe azalır. Gün içerisindeki değişim 1 cm veya daha fazla olabilir (84).

Bebekler yaşamın ilk yılında yaklaşık 25 cm/yıl seviyelerinde hızlı büyürler ve doğumdan sonra ilk 6 ayda bu hız yaklaşık 30 cm/yıl'dan daha da hızlı olabilir. İkinci yılda boyda 12-13 cm daha uzama olur. Bu hızlı büyüme, 2 yaşına kadar erkek çocukların yetişkinlik boylarının yaklaşık %50'sine ulaştığı anlamına gelir. Kızlar doğduklarında bile her zaman olgunluk durumlarına erkeklerden daha yakındır ve 18 aylık olduklarında yetişkinlik boylarının %50'sine ulaşırlar. Bu andan itibaren, büyümede istikrarlı bir yavaşlama olur ve ergen büyüme atağının başlamasından önce yaklaşık 5-6 cm/yıl oranına düşer. 6,5 ile 8,5 yaşları arasında, büyüme hızında küçük ama belirgin bir artış olur, buna gençlik veya orta büyüme atağı denir. Ergenlik döneminde maksimum büyüme hızı pik uzama hızı olarak bilinir. Kızlar ortalama olarak pik uzama hızına erkeklerden yaklaşık 2 yıl önce ulaşırlar. Pik uzama hızı kızlarda 8,2-12,2 yaşları arasında ortaya çıkar (84). Erkek çocuklar için pik uzama hızına karşılık gelen yaşlar 10-14,4'tür (85). Bu ergen atağı ile bireyler yetişkin boylarının %92'sine ulaşmış olurlar (22).

Pik uzama hızının başlamasından önceki süreçte boydaki değişim cinsiyet farklılıklarından etkilenmezken, yetişkinlik boyuna ulaşıldığında erkekler kadınlardan ortalama olarak 13 cm daha uzun olurlar (84). Erkek çocuklar bu boy avantajlarını ergenlik döneminde kazanırlar. Erkekler kızlara kıyasla 2 yıl daha fazla ergenlik öncesi büyüme süresi yaşarlar ve bu sürede yaklaşık olarak 5 cm/yıl uzarlar. Erkek çocuklar pik

uzama hızı yaşları esnasında kızlara kıyasla yaklaşık olarak 2 cm daha fazla boy artışı da elde ederler. Bu iki büyüme farklılığı sebebi ile erkekler kadınlara kıyasla ortalama olarak daha büyük yetişkinlik boy uzunluğuna sahip olurlar. Kızların yaklaşık olarak 16 yaşında erkeklerin ise yaklaşık olarak 18-19 yaşlarında boy uzamaları durur. Buna karşın literatürde büyümenin incelendiği çalışmalarda gençlerin 17-18 yaşlarında ölçümlerinin sonlandırılmasından dolayı bu yaşlar nispeten genç sayılabilir. Çünkü birçok gencin 20'li yaşlarının başlarından ortalarına kadar büyüdüğü bilinmektedir (22).

Literatürde sunulan boy uzaması eğrileri normal bir çevrede yaşayan tüm sağlıklı çocukların deneyimlediği büyüme modelini yansıtır (Şekil 2.2.) (84). Belirtildiği üzere bireylerin yetişkinlik boyları ve adolesan büyüme atağı zamanlama açısından farklılık gösterebilmektedir, ancak yetişkinlik boylarına ulaşırken benzer bir büyüme modeli gözlenir (22).



Şekil 2-2 Erkek ve kızlar için tipik boy uzama eğrisi (84)

2.6.2. Vücut Ağırlığı Artışı

Vücut kütlesi, farklı oranlarda ve zamanlarda biriken yağ, yağsız ve kemik dokusu dahil olmak üzere tüm dokuların bir bileşiminden oluşur (22). Büyüme ve olgunlaşma sırasında, özellikle bebeklik ve ergenlik döneminde vücut kompozisyonunda önemli değişiklikler meydana gelir. Aslında bu, çocuklarda vücut kompozisyonu değerlendirmesinin neden yetişkinlere göre çok daha zor olduğunu gösterir (86). Vücut kütlesindeki değişiklikler, yağ veya yağsız kütledeki değişikliklerin yanı sıra vücut su konsantrasyonlarındaki değişikliklerin (dehidrasyon veya aşırı hidrasyon) bir sonucudur. Yağ ve yağsız bileşenlerin nispi oranları ve dağılımları yaşa, cinsiyete ve diğer çevresel ve genetik faktörlere bağlıdır. Vücut kütlesi çok hassastır ve vücut kompozisyonundaki küçük değişiklikler nedeniyle potansiyel olarak günden güne dalgalanır. Ayrıca boy uzunluğu gibi vücut kütlesi de günlük değişkenlik gösterir. Bir kişinin en hafif olduğu zaman sabah mesaneyi boşalttığı zamanki halidir (87). Gün boyunca vücut ağırlığı artar, diyet ve fiziksel aktiviteden etkilenir. Kadınlarda menstrüel döngünün evresi de vücut ağırlığını etkileyebilir (84).

Boy uzamasında görüldüğü gibi vücut kitlesinde bebeklik ve erken çocukluk döneminde hızlı bir artış, orta çocukluk döneminde istikrarlı bir artış, ergenlik döneminde hızlı bir artış ve yetişkinliğe doğru daha yavaş bir artış olmak üzere dört aşamalı bir büyüme modeli izler. Fetüsün su içeriği yüksektir ve bu su miktarı doğumda vücut ağırlığının yaklaşık %75'ini temsil eder. Bu ağırlığın çoğu yaşamın ilk birkaç gününde kaybedilir ve %45'e düşer. Bununla birlikte beyin, yetişkinlik vücut ağırlığının %2'sini temsil ederken, doğumda bu oran %13'tür. Bundan dolayı beyin, diğer organ dokuları ile birlikte bebeklik döneminde vücut ağırlığına ve yağsız vücut kütlesine daha fazla katkı sağlar. Yaşamın ilk yılında vücut kütlesi iki katına çıkar ve ikinci yılın sonunda dört katına çıkar. Çoğu çocuk vücut kütlesinde en düşük yıllık artışı 2-3 yaşları civarında gösterir. Bu noktadan ergenliğin başlangıcına kadar yavaş bir oranda vücut kütlesi artar. Ergenliğin başlangıcında vücut ağırlığının gelişim hızında hızlı bir artış olur. Vücut ağırlığındaki ergen büyüme atağının tam zamanlaması boy uzunluğundaki artış için belirtilen kadar net değildir (22). Vücut ağırlığındaki en yüksek artışın normalde erkeklerde pik uzama hızı yaşından 0,2-0,4 yıl sonra ve kızlarda pik uzama hızı yaşından 0,3-0,9 yıl sonra meydana geldiği tahmin edilmektedir (88).

Erkekler ve kızlar vücut ağırlığının artışında aynı modeli takip ederler. Erkekler adolesan büyüme atağından önce kızlardan biraz daha ağırdır. Kızlar, erkeklerden daha erken bir büyüme atağı yaşar ve bu nedenle kısa bir süre için daha ağırdır. Erkekler ergenlikte büyüme atağını yaşadıklarında kızlardan daha kilolu hale gelirler ve öyle kalırlar (22).

Erkek çocuklardaki büyüme atağı esnasında vücut ağırlığındaki artış yağ kütlesinin büyük oranda sabit kalmasına karşın esas olarak kas kitlesindeki ve iskelet dokusundaki artıştan kaynaklanmaktadır. Buna karşın kızlar ergenlik döneminde kas kütlesi ve iskelet dokusunda erkeklerdeki kadar dramatik bir artış yaşamasa da yağ kütlesinde sürekli bir artış yaşarlar. Spesifik olarak, erkek çocuklar ergenlik dönemi öncesinde kızlara göre biraz daha büyük bir yağsız vücut kitlesine sahiptir. Ancak ergenlik büyüme atağı esnasında değişim hızının büyüklüğü daha büyük daha uzundur. Genç erişkinlik döneminde erkeklerin kadınlardan %50 daha fazla yağsız vücut kitlesine sahip olması, bu büyüme modelinin bir sonucudur. Bebeklik ve çocukluk döneminde iskelet dokusunda cinsiyet farklılıkları mevcut olsa da (89), ergenlik döneminde çok daha belirgin bir hale gelirler (90). Vücuttaki maksimum kemik miktarının yaklaşık %40'ı ergenlik döneminde kazanılır. Kemiklerin yoğunluğunun değişmesi iskeletin büyümesi ve genişlemesinden kaynaklanmaktadır. Kronolojik yaşa göre sıralandığında 14 yaşına kadar hiçbir cinsiyet farkı gözlenmez. Erkekler 14 yaşından sonra kızlara göre %10 daha fazla kemik mineralizasyonuna sahiptir. Vücut büyüklüğü ve yağsız kütlenin kafa karıştırıcı faktörleri kontrol edildiğinde, erkekler ergenlik döneminde kızlara kıyasla her yaşta önemli ölçüde daha fazla kemik mineralizasyonuna sahiptir. Bu da cinsiyetler arasındaki belirtilen farkın çoğunun erkeklerin daha büyük boy ve yağsız kütlesinden kaynaklandığını düşündürmektedir (91).

2.6.3. Büyüme Örüntüsü

Boy uzaması insan vücudunda bulunan büyüme modellerinden sadece birisini gösterir. Vücudun farklı bölümleri farklı oranlarda ve farklı zamanlarda büyür (92). Tüm doku ve sistemlerin; i) nörolojik (örneğin beyin ve kafa), ii) üreme (örneğin üreme organları), iii) lenfoid (örneğin lenf bezleri, bademcikler ve apandis), iv) genel (örneğin

boy ve kalp boyutu) olarak belirtilen bu dört büyüme modelini izlediği bildirilmektedir (92).

En hızlı erken büyümeyi beyin gibi nöral dokular gösterir. Doğumda bir çocuğun kafası yetişkin boyutunun kabaca yarısı kadardır. Nöral doku büyümesi doğumdan 7 yaşına kadar istikrarlı bir artış gösterir ve 8 yaşında gelişimini neredeyse tamamlamıştır. Buna karşılık, üreme dokusu 12-14 yaşına kadar ciddi bir artış göstermez (22).

Üreme eğrisi, birincil cinsiyet özelliklerini (örneğin kadınlarda rahim, vajina, fallop tüpleri; erkeklerde prostat ve seminal veziküller) ve ikincil cinsiyet özelliklerini (örneğin kadınlarda göğüsler, erkeklerde yüz kılları ve her iki cinsiyette de koltuk altı ve kasık kılları) içerir. Üreme eğrisi, bebeklik döneminde bir miktar büyüme ve sonrasında çocukluk döneminde düşük oranda büyüme gösterir, 10-12 yaşına kadar üreme organları yetişkin boyutlarının sadece %10'a ulaşmış olur. Ergenlik döneminde genital dokularda hızlı bir büyüme olur. Doku sıvısı için dolaşım sistemi görevi gören lenfoid dokular, çocuğun immünolojik kapasiteleri ile ilgilidir ve vücudun geri kalanından farklı bir büyüme eğrisi gösterir. Erken ergenlik yıllarına (~11-13 yaş) kadar lenfoid doku boyutunda dikkate değer bir artış görülür. Lenfoid dokunun nispi boyutu, muhtemelen bu dönemde seks hormonlarının düzenlenmesinin bir sonucu olarak, ergenlik döneminde dik bir şekilde azalır (22).

Genel büyüme eğrisi ayrıca iskelet dokusunu, solunum sistemini ve sindirim sistemini de içerir. Yaşa göre boy uzamasının gösterildiği grafikteki gibi, genel büyüme eğrisi de bir sigmoid büyüme eğrisini takip eder, bebeklik ve erken çocukluk döneminde hızlı bir büyümeyi, orta çocukluk döneminde istikrarlı büyümeyi, erken ergenlik döneminde hızlı büyümeyi ve geç ergenlik döneminde asimptotları yansıtır (92).

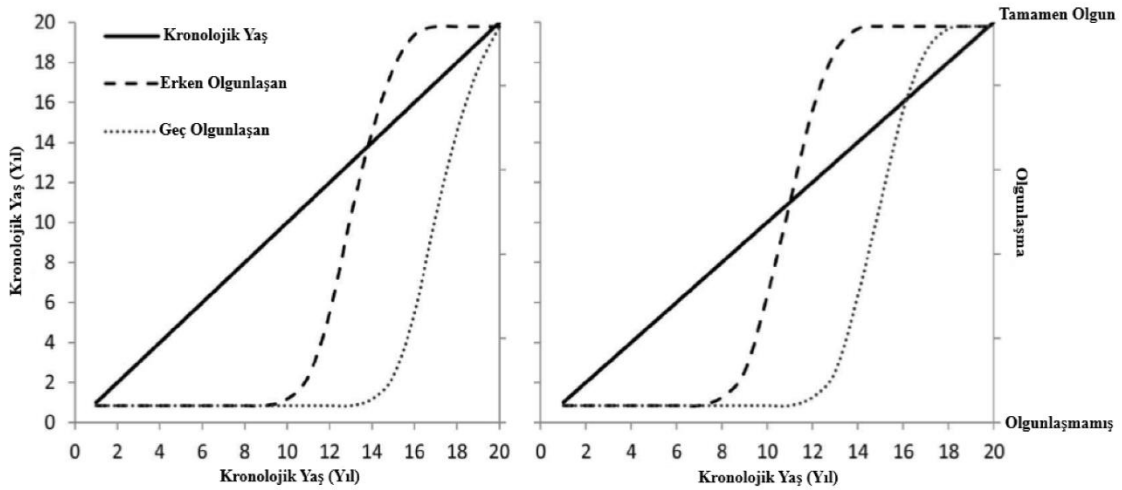
2.7.Olgunlaşma

Olgunlaşma, vücut dokularının, organlarının ve sistemlerinin biyolojik olarak olgun duruma doğru ilerlemesini ifade eder. Olgunlaşmanın temposu ya da hızı vücut sistemleri aralarında ve bireyler arasında önemli ölçüde değişiklik gösterir. Olgunlaşmanın altında

yatan biyolojik süreçlerin sonuçları olgun duruma doğru ilerlemenin bir belirtici olmasından dolayı gözlemlenir, ölçülür ve değerlendirilir. (22).

Olgunlaşmanın büyümeden ayırt edilmesi zordur. Büyüme çocuğun doğumdan yetişkinliğe doğru ilerledikçe tüm vücudunun bir bütün olarak ve vücut parçalarının büyüklüğündeki artışı ifade eder. Bu büyüme ve olgunlaşma süreçlerinin her ikisi de eşzamanlı olarak meydana gelir ve birbirleriyle ilişkilidirler. Bu sebeptendir ki büyümenin belirtici olan parametreler olgunlaşma tahminlerinin türetilmesinde kullanılır (22).

Olgunlaşma ile ilgili literatüre bakıldığında bireylerin aynı kronolojik yaşta olmalarına rağmen biyolojik olgunluk durumları arasında önemli ölçüde farklılık gösterebilecekleri açıkça belirtilmektedir (93, 94, 95). Biyolojik olgunlaşmanın düzeyi (değişimin büyüklüğü), zamanlaması (değişimin başlangıcı) ve temposu (değişim hızı) bireyler arasında önemli farklılıklar gösterebilir. Bu değişkenlere bağlı olarak çocukların ya biyolojik olarak kronolojik yaşlarının ilerisinde (erken olgunlaşma), ya kronolojik yaşlarıyla eşzamanlı (vaktinde), ya da kronolojik yaşlarının gerisinde (geç olgunlaşma) oldukları gözlemlenebilir (Şekil 2.3.) (96).



Şekil 2-3 Erken ve geç olgunlaşan erkeklerin (sol) ve kızların (sağ) kronolojik yaş ile biyolojik olgunlaşmanın gelişimsel eğrilerindeki farklılıklar(96)

2.7.1. Olgunluk Durumunun Değerlendirilmesi

Olgunluk durumu, gözlemin yapıldığı kronolojik yaş esnasındaki olgunlaşma düzeyini veya durumunu ifade eder (22). Literatürde olgunluk durumunun değerlendirilmesiyle ilgili çok sayıda yöntem tanımlanmıştır ve bunlardan en yaygın kullanılanları iskelet ve cinsel olgunluk belirteçleridir (93).

2.7.1.1. İskelet Yaşı

İskelet olgunlaşması, standart bir radyografide görüntülenen el ve bilek kemiklerinin değerlendirilmesinden elde edilen iskelet yaşı olarak tahmin edilir. Bazı kemiklerde doğum öncesi dönemden başlamakla birlikte her kemik ilk kemikleşmeden yetişkinlik durumuna doğru bir dizi değişiklikten geçer. Kemiklerdeki değişimler olgunluk öncesinden olgunluğa kadar olan ilerlemenin belirlenmesinde kullanılır ve el bileği, iskelet yaşının değerlendirilmesi için temel oluşturur (22). Süreç bir radyografide, her bir kemiğin spesifik özelliklerinin düzenli ve geri dönüşü olmayan bir düzende gerçekleştiği ve bu nedenle her bir kemiğin olgunluğa doğru ilerlemesinin bir kaydını sağladığı varsayımına dayanmaktadır (22).

Ancak iskelet yaşının değerlendirilmesi eğitilmiş ve nitelikli tıbbi personel gerektirmesi ve bu işlemlerin sağlanması için pahalı özel ekipmanlara ihtiyaç duyulması problemini doğurur (97). Bu da çocukların olgunluk durumunun sahada antrenörler tarafından belirlenmesini imkansız kılar.

2.7.1.2. İkincil Cinsiyet Karakteristikleri

İkincil cinsiyet karakteristikleri ergenlik durumunun belirtisidir. Bu cinsiyet karakteristikleri her iki cinsiyette de kasık ve koltuk altı kıllanmayı, kızlarda meme gelişimi ve menarşi, erkeklerde penis, skrotum, testisler ve testis hacminde artışı, ses kalınlaşması ve sakal oluşumunu içerir (17).

İskelet yaşının belirlenmesinde karşılaşılan benzer tıbbi personel ihtiyacı ve bu olgunluk belirtilerin antrenörler tarafından takip edilmesi ergenler ve aileleri için problem oluşturur. Bu bağlamda sporcu çocukların olgunluk durumunun değerlendirilmesinde bu yöntemde sahada kullanılması anlamında maliyetli, zahmetli ve gerektirdiği özel durum sebebi ile kullanışsız hale gelmektedir.

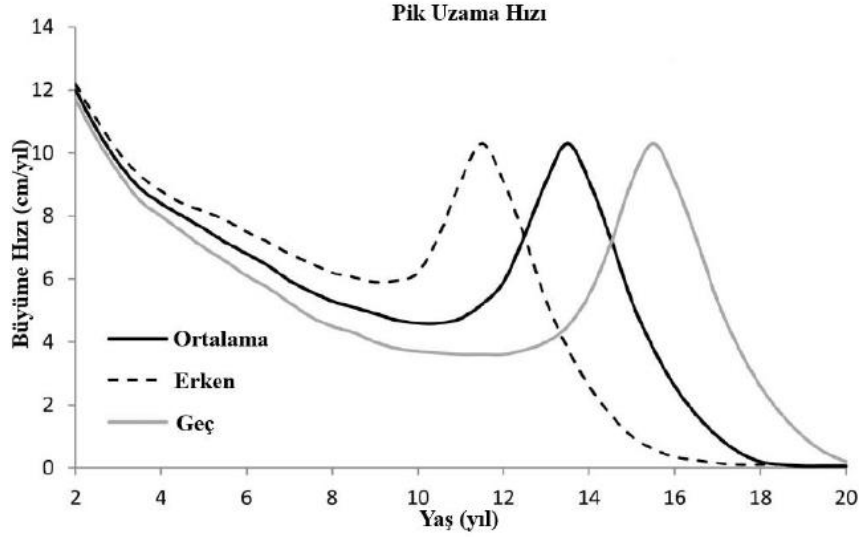
2.7.2. Olgunluk Zamanının Değerlendirilmesi

Olgunluk zamanlaması, belirli olgunlaşma olaylarının meydana geldiği kronolojik yaşı ifade eder. Pik uzama hızı yaşı en sık kullanılan zamanlama göstergesidir.

2.7.2.1. Pik Uzama Hızı Yaşı ve Belirlenmesi

Pik uzama hızı yaşı, tahmini olarak ergen atağı sırasındaki boydaki maksimum uzamanın meydana geldiği kronolojik yaşa denk gelmektedir. Pik uzama hızı yaşı genellikle bireylerin geç çocukluk döneminden ergenliğe kadar her yıl veya 6 ayda bir alınan ölçümlerden tahmin edilir. Kronolojik olarak bireylerin boylarındaki büyüme verileri büyümenin başladığı, zirveye ulaştığı ve nihai olarak durduğu zamanları belirlemek için grafiksel olarak çizilir (81). Literatür incelendiğinde Avrupa ve Kuzey Amerikalı gençler üzerinde yapılan boylamsal çalışmalarda pik uzama hızındaki ortalama yaşlar oldukça benzerdir (98, 99). Ancak bireyler arasındaki pik uzama hızı yaşı farklılıkları kayda değerdir. İngiliz, İsveçli, Polonyalı, Belçikalı, Kanadalı ve Amerikalı gençlerin pik uzama yaşlarıyla ilgili boylamsal çalışmalara bakıldığında kızlar için tahminen 9-15, erkekler için 11,1-17,3 yaşları seviyelerinde olduğu görülmektedir (97, 100). Erken olgunlaşan çocuklar biyolojik olarak kronolojik yaşlarının ilerisinde, ortalama olgunlaşanlar kronolojik yaşlarıyla “zamanında” veya geç olgunlaşanlar kronolojik yaşlarının gerisinde olarak görülmektedir (Şekil 2.4.) (96). Dolayısı ile bireyler arası farklılıkların aralığının geniş olması ve sporcunun performansına olan etkisi göz önünde bulundurulduğunda antrenörlerin sporcularının büyümelerini takip etmesi ve

ne dönemde olduğunu belirlemeleri puberte öncesi dönemden itibaren takip edememeleri durumunda problem olacaktır.



Şekil 2-4 Erken, orta ve geç gelişim durumlarında pik uzama hızı zamanları (96)

Ancak Mirwarld ve arkadaşları tarafından önerilen bir denklem sayesinde (Denklik 1), boy uzunluğu ve vücut ağırlığının boylamsal olarak takibinin mümkün olmadığı bu gibi durumlarda, pik uzama hızı yaşı hesaplanabilir (97). Mirwald ve arkadaşları tarafından sunulan bu denklem ile pik uzama hızı yaşı 6 aylık bir standart hataya kadar tahmin edilebilmektedir. Denklem kullanılabildiği; kronolojik yaş (yıl ve ay), vücut ağırlığı (kg), boy uzunluğu (cm) ve oturma yüksekliği gibi birtakım değerlerin ve ölçümlerin sağlanmasını gerektirir (97).

Denklik 1. Pik Uzama Hızı Yaşının Belirlenmesi (Erkekler İçin) =

$$-29.769 + 0.003007 * (\text{bacak uzunluğu} * \text{oturma yüksekliği}) - 0.01177 * (\text{yaş} * \text{bacak uzunluğu}) + 0.01639 * (\text{yaş} * \text{oturma yüksekliği}) + 0.445 * (\text{bacak uzunluğu} / \text{boy uzunluğu})$$

2.8. Genç Fiziksel Gelişim Modeli

Genç Fiziksel Gelişim Modeli, çocukluk boyunca fiziksel yetenekleri geliştirmek için çağdaş bir modeldir. Genç fiziksel gelişim modeli, pik uzama hızı yaşı ile belirlenen

çocukların olgunlaşma durumuna göre antrenmanlarının şekillendirilmesinin önemini vurgulamaktadır. Genç fiziksel gelişim modeli, her ne kadar olgunlaşma ile antrenmana adaptasyon süreç ve mekanizmaları etkilense de fiziksel uygunluk bileşenlerinin çoğunun çocukluk boyunca geliştirilebilir olduğunu öne sürmektedir (101). Lloyd ve Oliver ergenlikten önce, antrenman adaptasyonlarının ağırlıklı olarak nöral bir temelden kaynakladığını, buna karşın ergenliğe ulaşıldığında adaptasyonların, antrenman uyarılarıyla etkileşime giren dolaşımdaki androjenlerdeki artış tarafından uyarılan morfolojik değişikliklere de atfedilebileceğini öne sürmektedirler. Lloyd ve Oliver bu model ile kuvvet ve kondisyon antrenörleri, spor antrenörleri, beden eğitimcileri ve ebeveynler için fiziksel gelişim hakkında total bir genel bakış sunmaktadırlar (101).

Genç fiziksel gelişim modeli (Şekil 2.5.), fiziksel uygunluğun tüm bileşenlerinin çocukluk boyunca bir dereceye kadar eğitilebilir olduğunu vurgulamaktadır ve yazı tipi boyutu, her bileşenin farklı çocukluk dönemlerindeki önemini göstermektedir. Modelin merkezine bakıldığında hem çocukluk hem de ergenlik dönemi boyunca kas kuvveti ve hareket yetkinliğinin geliştirilmesine büyük önem verildiği görülmektedir (101). Nitekim literatürde, direnç antrenmanı ile kas kuvveti gelişimi, fiziksel performans artışı (102), sağlık ve refah belirteçlerinin gelişimi (103, 104), spor kaynaklı sakatlık riskinin azalması (105) ile ilişkilendirilmiştir. Ayrıca motor beceri yeterliliği, daha yüksek fiziksel aktivite seviyeleri ve refah seviyesi ile ilişkilendirilmiştir (106).

GENÇ ERKEKLER İÇİN FİZİKSEL GELİŞİM MODELİ																										
KRONOLOJİK YAŞ (YIL)	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21+						
YAŞ DÖNEMLERİ	ERKEN ÇOCUKLUK			ORTA ÇOCUKLUK							ADOLESAN							YETİŞKİN								
BÜYÜME HIZI	HIZLI BÜYÜME			↔			İSTIKRARLI BÜYÜME				↔			ADOLESAN ATAĞI				↔			BÜYÜME HIZINDA DÜŞÜŞ					
OLGUNLAŞMA DURUMU	PUH ÖNCESİ YAŞ											↔				PUH				↔				PUH SONRASI YAŞ		
ANTRENMAN ADAPTASYONU	AĞIRLIKLIL OLARAK NÖRAL (YAŞA BAĞLI)											↔			NÖRAL VE HORMONAL KOMBİNASYON (OLGUNLUĞA BAĞLI)											
FİZİKSEL ÖZELLİKLER	THB		THB			THB			THB																	
	SÖB		SÖB			SÖB			SÖB																	
	Mobilite		Mobilite							Mobilite																
	Çeviklik		Çeviklik							Çeviklik					Çeviklik											
	Sürat		Sürat							Sürat					Sürat											
	Güç		Güç							Güç					Güç											
	Kuvvet		Kuvvet							Kuvvet					Kuvvet											
	Hipertrofi											Hipertrofi		Hipertrofi							Hipertrofi					
	Dayanıklılık & MK		Dayanıklılık & MK										Dayanıklılık & MK					Dayanıklılık & MK								
ANTRENMAN YAPISI	YAPILANMAMIŞ			DÜŞÜK YAPILANMA						KİSMİ YAPILANMA				YÜKSEK YAPILANMA				TAMAMEN YAPILANMA								

Şekil 2-5 Genç Erkekler İçin Fiziksel Gelişim Modeli (101). PUH, pik uzama hızını ifade etmektedir, THB, temel hareket becerisini ifade etmektedir, SÖB, spora özel beceriyi ifade etmektedir, MK, metabolik kondisyonu ifade etmektedir.

Sonuç olarak, bu nitelikler genç fiziksel gelişim modelinde ana uygunluk ürünleri olarak görülmektedir (101). Ayrıca genç fiziksel gelişim modelinin merkezinde yaş, olgunlaşma, cinsiyet ve antrenman yaşı dikkate alınarak bireyselleştirme kavramı yer alır. Tüm bunların, bir kondisyonerin fiziksel yetenek gelişimini en üst düzeye çıkarmak için güvenli bir antrenman programını nasıl tasarladığını etkileyeceği düşünülmektedir. Aynı zamanda genç fiziksel gelişim modelinin, sporcu merkezli olma ve performans çıktıları üzerinden çocuğun gelişimini destekleme felsefesi ile uygulanması gerektiği bildirilmektedir (107).

2.9.Gençlerde Fiziksel Uygunluk Niteliklerinin Gelişimi

Çocukluk ve ergenlik döneminde büyüme ve olgunlaşma ile ilgili birçok fizyolojik değişiklik belirli bir oranda meydana gelir (84). Sağlıklı gençler, herhangi bir fiziksel antrenmanlardan bağımsız olarak gelişim yılları boyunca boy, kütle, fizyolojik ve fiziksel uygunluk ölçümlerinde gözle görülür seviyede kazanımlar gösterirler. Örneğin, kas kuvveti çocukluk döneminde normal bir şekilde artar ve daha sonra ergenlik döneminde

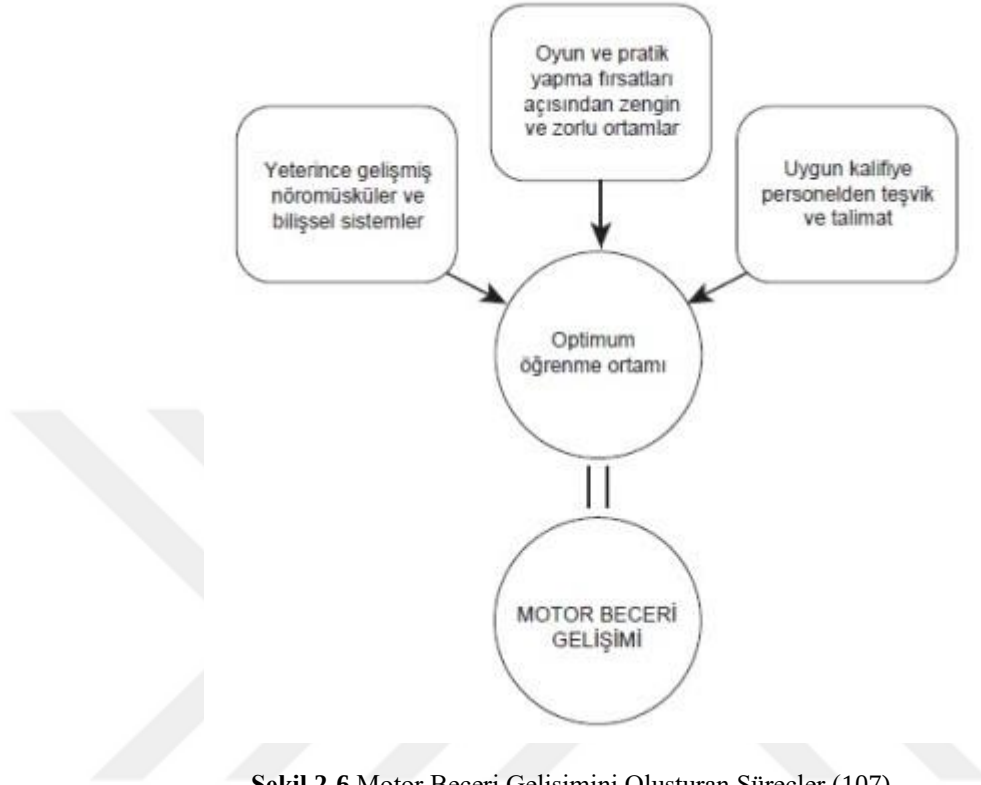
bu artış hızlanır (84). Aynı zamanda çocukluk, insan beyninin ve özellikle de sensorimotor korteks bölgelerinin doğal bir şekilde hızlı geliştiği bir dönemdir (108). Çocukluk döneminin, temel hareket bileşenlerinin öğrenilmesi ve gelişimi açısından genel olarak önemli bir zaman olduğu kabul edilir. Bu nedenle nöromüsküler koordinasyon gelişimi artan kas gücü ile birleştirildiğinde genel motor beceri yeterliliği ortaya çıkar.

Giderek artan sayıda çocuğun motor becerilerinin yetersiz düzeyde olduğu bildirilmektedir (109). Gençlerin artan hareketsiz yaşamları tersine çevrilmediği takdirde, orta ve yüksek şiddetli aktivitelerde ciddi düşüslere, genel nüfus için, diyabet ve kardiyovasküler hastalıklar gibi yaşam boyu süren patolojik süreçlerin artmasına sebep olacağı bildirilmektedir (106, 110, 111). Genç sporcularda düşük motor becerinin olası sebeplerinden biri, erken yaşta sporda uzmanlaşmaya karşı olarak spora özgü aktivitelere yönelik bir önyargıdan kaynaklanıyor olabilir (107). Bu bağlamda çeşitli temel motor becerileri (lokomotor, non-lokomotor, manipülatif) ve buna eşzamanlı olarak güç ve kuvvet gelişimini içeren bütünleştirici nöromüsküler antrenmanların uygulanmasının çocukların motor öğrenme deneyimlerini zenginleştirebilecekleri ve motor beceri yeterliliğini en üst düzeye çıkarabilecekleri temel bir strateji olarak kabul edilir (112, 113). Bir çocuğun gelişim sürecinde motor beceri antrenmanlarını hedeflemek, doğru eğitim süreçleriyle tam olarak yararlanmalarını sağlayacak, optimum düzeyde motor beceri temeli oluşturmalarına ve ilerlemelerine yardımcı olacaktır (114). Bu tür bütünleştirici antrenmanlarla zenginleştirilmiş ortamlar, gençlerin yalnızca herhangi bir genetik sınırlamanın üstesinden gelmelerine yardımcı olmakla kalmaz (115), aynı zamanda beklenen yetişkin potansiyellerinin ötesinde bir motor performans düzeyine ulaşmalarına da yardımcı olabilir (113).

2.9.1. Motor Becerilerin Gelişimi

Çocukluk ve ergenlik boyunca, gençlerin beden eğitiminde nöromüsküler kondisyona karşı yüksek bir duyarlılığa sahip olduğu kritik dönemler vardır (116). Motor beceri performansını kodlayan tek bir gen olmasa da her bireyin motor becerilerinin gelişimi

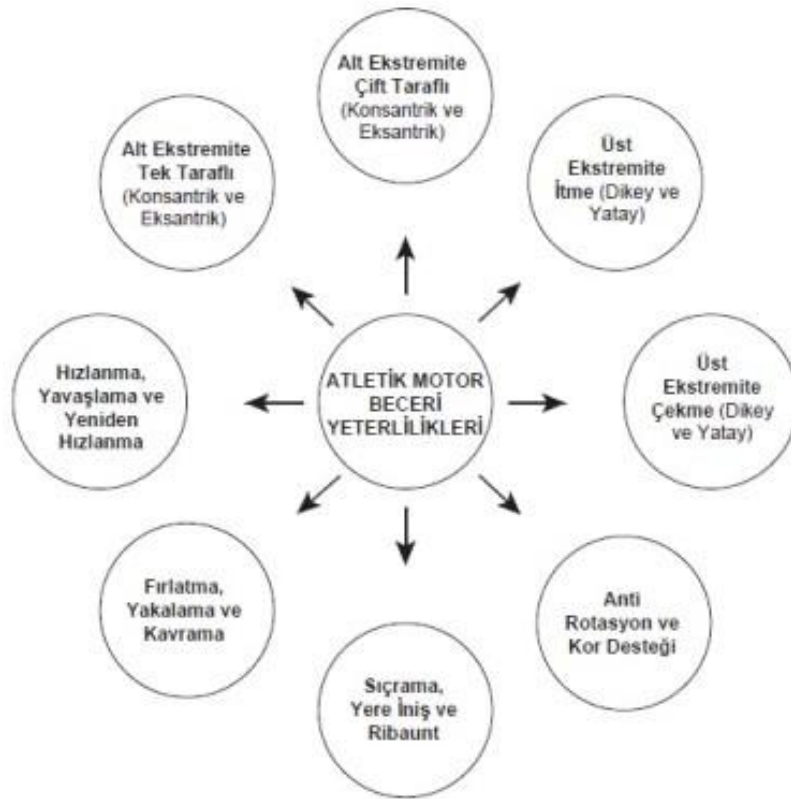
için kritik olgunlaşma eşiği vardır (117, 118). Motor beceriler, deneyimlenen becerilerin yanı sıra genler ile çevre şartları arasındaki etkileşim ile yönlendirilir (Şekil 2.6.) (107).



Şekil 2-6 Motor Beceri Gelişimini Oluşturan Süreçler (107)

Çocukluk döneminde, merkezi sinir sistemi (MSS) yüksek bir hızla olgunlaşır. Bu dönemle orantılı olarak artan nöral plastisite nedeniyle beceri gelişimi için büyük potansiyel oluşturur (119, 120). Çocukların fiziksel beceriyi tekrar tekrar uygulayarak deneyim kazanması, sinaptik yolların güçlendirilmesi ve motor kontrol stratejilerinin sinaptik budaması nedeniyle, daha hızlı karar verme yeteneklerinin ve yüksek proprioseptif farkındalığın gelişmesine neden olur (108). Sinaptik budama, nöronal iletimlerin verimliliğini artırmak için ekstra nöronların ve sinaptik bağlantıların ortadan kaldırıldığı süreci ifade eder (121). Çocukların motor becerilerini geliştirmek için el-göz koordinasyonu ve bilişsel becerilerin geliştirilebileceği çeşitli etkinliklerle deneyim kazanması önemle vurgulanmaktadır. Temel motor beceri gelişimini sağlayacak bu deneyim sürecinde tek bir spor branşında erken uzmanlaşmadan kaçınılması gerektiği önerilmektedir (122). Motor beceri gelişimine böyle bütüncül bir bakış açısının, bir dizi fiziksel aktivite deneyimlemenin hareket örüntüsünü hatırlama becerilerini kazanılması ve fiziksel becerinin kolaylıkla yapılmasıyla sonuçlanabileceği düşünülmektedir (123).

Bir kuvvet ve kondisyon antrenörünün perspektifinden bakıldığında çocukluk, sporcuları daha sonraki bir aşamada daha gelişmiş antrenman biçimlerine hazırlamak için mümkün olan en erken yaşta temel hareket kalıplarının geliştirilmesini sağlama fırsatı sunar (124). Bu adolesan sporcuların bir "antrenman yaşı" olmasını sağlayacak ve böylece daha gelişmiş antrenman stratejilerine ve yükleme planlamalarına başlamalarına olanak sağlayacaktır (107). Bununla birlikte çocukları halter, yüksek şiddetli pliometrik ve spora özgü hız ve çeviklik egzersizleri gibi ileri antrenman yöntemlerine hazırlamak için, çocukların bütünleştirici nöromüsküler antrenmanların programlarına belirli atletik motor beceri yeterliliklerinin entegre edilmesi önerilir. Şekil 2.7.'de gösterilen atletik motor beceri yeterlilikleri evrensel hareket kalıpları içerisinde mevcuttur. Bütünleştirici nöromüsküler antrenman programları, hangi tür motor beceri için uygulanıyorsa o beceri için doğru teknik performansı ve kas kuvvetini güçlendiren egzersizleri içermelidir. Bu tür hedeflenmiş bütünleştirici nöromüsküler antrenmanların uygulanmasının performansı en üst düzeye çıkarmaya ve sakatlıkları azaltmaya yardımcı olabileceği tahmin edilmektedir (107).



Şekil 2-7 Atletik Motor Beceri Yeterlilikleri (107)

Bu antrenman müdahaleleri ile kronolojik yaş veya biyolojik olgunlaşmadan bağımsız olarak hem çocuklar hem de ergenlerin lokomotor becerilerinde kayda değer gelişmeler sağlayabilir. Bununla birlikte araştırmalar, özellikle ergenliğin başlangıcından sonra, sinaptik budama süreci gerçekleştikçe beyindeki gri madde hacminde doğrusal olmayan bir azalma olduğunu göstermektedir. Bu nedenle yeni motor becerileri öğrenme yeteneği, çocuklar büyüdükçe daha da zorlaşacağı belirtilmektedir (125). Ergenlik öncesi çocuklar, motor kontrol uygulamasında daha fazla varyasyonla sonuçlanan bilişsel kontrol için olgunlaşmamış ön frontal aktivasyon sergileyebilirken, yeni sinaptik yollar (sinaptogenez) yaratma duyarlılıkları ergenlerden ve yetişkinlerden daha fazladır (126, 127). Sonuç olarak pediatrik egzersiz uzmanlarının çocukları mümkün olan en erken aşamada motor beceri gelişimine yönelik bütünleştirici nöromüsküler antrenman programlarıyla tanıştırmalarının önemine vurgu yapmaktadırlar (107).

2.9.2. Kuvvet Gelişimi

Çocukların doğal büyüme ve olgunlaşma sonucu kas boyutu artar, nöral fonksiyonlar gelişir ve nihayetinde kas kuvvetinin artması ile sonuçlanır. Ergenlikten önce, anabolik hormon seviyeleri düşüktür, bu nedenle kas yapısındaki hipertrofi gibi önemli değişikliklerin potansiyeli sınırlıdır (107). Ergenlik öncesi çocuklarda doğal kuvvet kazanımları, muhtemelen kaslara yönelik farklı nöral uyarıların sonucu olarak gerçekleşir. Çocuklar arasında bireysel kuvvet farklılıkları ise, motor ünite senkronizasyonundaki değişiklikler veya çeşitli inhibe edici mekanizmalar gibi nörolojik faktörlerden kaynaklanır (128). Ergenliği takiben, iç anabolik hormonal ortam, ergenler arasında büyük ölçüde farklılık gösterir, bu da aynı yaştaki ve aynı antrenman yaşına sahip çocuklar arasında hem kas boyutu hem de kuvvet açısından önemli farklılıklara neden olur. Bu tür farklı endokrin profilleri, bireysel olgunlaşma yanıtlarından kaynaklandığı ve bunun da ergenlik sonrası popülasyonlarda görülen çok çeşitli fiziksel performans normlarını açıklanabileceği bildirilmektedir (107).

Kas fonksiyonunun gelişiminin önemli bir sebebi, artan testosteron ve büyüme hormonu seviyeleri gibi cinsel olgunlaşmaya özgü endokrin adaptasyonlarının etkisidir. Ergenlik döneminde testosteron ve kuvvet gelişimi arasındaki ilişkiyi gösteren hem

doğrudan hem de dolaylı kanıtlar vardır (129). Testosteron seviyeleri erkeklerde, ergenliğin erken safhalarında yavaş seyreden dört katlık bir artıştan, orta-geç ergenlik döneminde hızlı seyreden 20 katlık büyük bir artışa ulaşır. Dolaşımdaki testosteronun pik uzama hızından 1 yıl önce yükselmeye başlaması, istikrarlı bir şekilde artması ve pik uzama hızından yaklaşık 3 yıl sonra yetişkin seviyelerine ulaşması, erkek ve kızlar arasındaki kuvvet farklılığını açıklar niteliktedir. Testosteronun iskelet kasındaki anabolik süreçleri uyardığı gösterilmiştir ve kuvvet gelişiminden sorumlu ana hormon gibi görünmektedir. Bu etkiye miyofibrillerdeki androjen reseptörleri aracılık eder. Testosteron, protein sentezini artırmanın yanı sıra, tip IIa motor ünitelerin daha glikolitik profilli olan tip IIx motor ünitelerine değişimini uyarmak, insülin benzeri büyüme faktörü 1'in üretimini artırmak, büyüme hormonunun salınımının miktarını etkilemek, nörotransmitter salınımını düzenlemek ve dolayısıyla kuvvet üretimini artırmak gibi diğer yollarla içerir (129).

2.9.3. Hız Gelişimi

Çocukluk sırasında hız gelişimi doğrusal olmayan bir süreç izler. Kızlar ve erkekler için sprint hızı yaşamın ilk 10 yılında benzerdir (84, 119). Hem erkek hem de kız çocuklarında 5 ile 9 yaşları arasında, öncelikle MSS'nin ve koordinasyonun gelişimini yansıttığı düşünülen hızlandırılmış bir adaptasyon dönemi vardır (116, 119). MSS yaşamın ilk 7 yılında hızlı bir gelişim gösterir, her ne kadar süreç cinsel olgunlaşma veya yetişkinliğe kadar tamamlanmasa da koordinasyon örüntüleri ve lokomotor beceriler bu süreç içerisinde yetişkin seviyelerine ulaşır (84, 130).

MSS'nin gelişimine atfedilen ilk hızlı adaptasyon sürecinden sonra olgunlaşma ile birlikte hızda ikinci bir hızlı adaptasyon süreci gözlemlenmektedir (116, 119, 131). Bu süreç içerisinde hızdaki gelişmeler cinsiyetler arasında farklılık gösterir ve erkek çocuklar kadın akranlarından daha fazla kazanç elde edebilir. Kızlarda hız gelişimi genel olarak, spora katılım olmadığı takdirde bu dönemin sonunda duracaktır (132, 133). Her ne kadar "ergen atağı" teriminden olgunlaşma etkisi çıkarılsa da bu hızlandırılmış adaptasyon periyodunun olgunlaşma tarafından belirlenip belirlenmediği tartışmalıdır (134). Kronolojik yaşın hızdaki gelişime dayandırıldığı etken, büyük olasılıkla MSS'nin sürekli

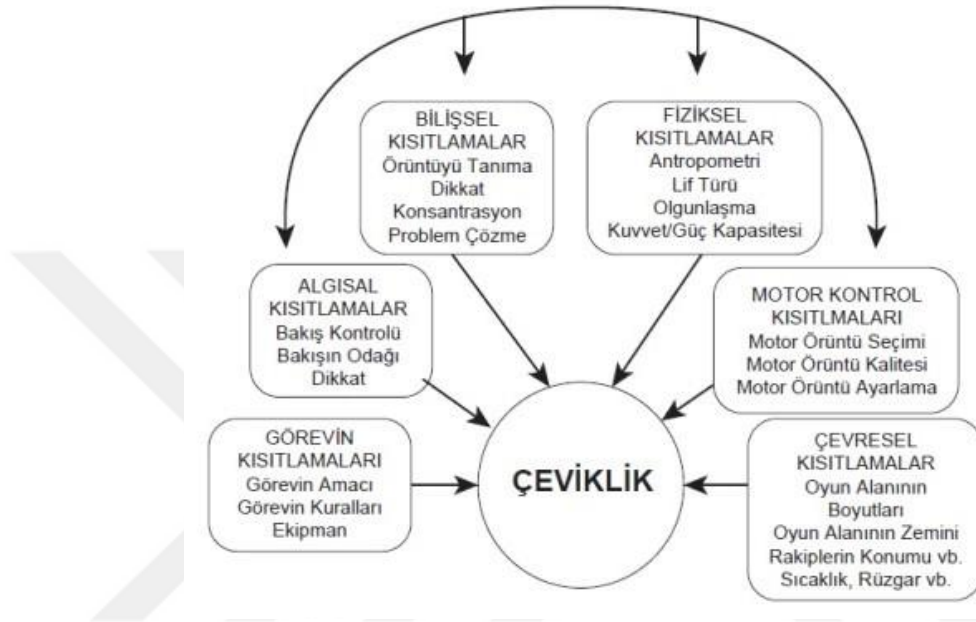
büyümesi ve gelişmesine atfedilebilir (119). Olgunlaşmanın hızdaki gelişime dayandırıldığı etkenler ise, ergenlik dönemi ile ilişkili olarak kuvvet, güç çıkışı ve hızdaki kazanımların artan hormon seviyelerine atfedilmesidir (116).

Literatürde hız gelişiminin, ergenliğin zamanlaması ve sonrasındaki büyüme ile doğrudan bağlantılı olduğunu öne sürülmüştür. Philippaerts ve arkadaşları pik uzama hızı döneminde hızdaki kazanımların en yüksek seviyede olduğunu öne sürerlerken (135), Yagüe ve de la Fuente hızdaki kazanımların pik uzama hızının bir yıl öncesi ve bir yıl sonrasında zirve yaptığını öne sürmüşlerdir (136). Hızın gelişimini açıklamak için bir neden sonuç ilişkisi belirlemek zordur, zira Giravina ve arkadaşları genç erkek futbolcuların testosteron seviyeleri ile sprint hızları arasında önemli ancak orta seviyeli korelasyon bulmuşlardır (137). Çocuklarda boy uzunlukları ve vücut ağırlıklarının büyüme oranları ile sürat performansları arasında zayıf ilişkiler bulunmuştur (138, 139). Bu bulgular toplu olarak incelendiğinde hız performansının kısmen de olsa olgunlaşmadan bağımsız faktörlerden etkilenebileceği görülmektedir. Örneğin nöral gelişimin daha büyük çocuklarda sprint hızının artmasını kolaylaştırmaya devam etmesi muhtemeldir. Hem kronolojik yaşın hem de olgunlaşma faktörlerinin, gençlik öncesi ve orta yıllar boyunca hızın doğal gelişimini etkileyebilir (107).

2.9.4. Çeviklik Gelişimi

Çeviklik, bir uyarana tepki olarak, tüm vücudun hızlı bir şekilde yön ve/veya hız değiştirmesi olarak tanımlanmaktadır (140). Çevikliğin uygulanması, spora özel bir bağlamda tutarlı, verimli ve etkili bir şekilde hareketleri uygulayabilmek için öğrenilmiş becerileri gerektirir. Çeviklik bir beceridir ve çoğu beceride olduğu gibi, optimal öğrenme ve gelişim modellerine göre geliştirilmelidir. Bu nedenle genç sporcularda çevikliğin doğal gelişimini ve bunun uygun bir antrenman programıyla nasıl optimize edilebileceğini incelemek önemlidir. Genç sporcularda çeviklik gelişimi için optimal bir modelin geliştirilmesine yönelik yaşanan zorluk, çevikliğin pediatrik performansın en az araştırılmış yönlerinden biri olmaya devam etmesidir (107). Bu yaş ve olgunlaşmanın çeviklik performansı üzerindeki etkilerini tespit etmeyi zorlaştırır ve ayrıca çevikliğin optimal bir şekilde antrene edilebilirliğine ilişkin önerileri büyük ölçüde spekülasyon haline

getirir. Bu sınırlamayı dengelemek için, çeviklik performansını Şekil 2-8’ de özetlenen organizma kısıtlamaları yoluyla kategorize etmenin yararlı olacağı düşünülmektedir. Çevikliğin fiziksel, algısal, bilişsel ve motor kontrol kısıtlamaları başlığı altında incelenmesi, pediatrik fiziksel gelişimin diğer alanlarındaki araştırmaların incelenmesine ve sonuçların çeviklik performansı ile ilişkilendirilmesine olanak tanır (107).



Şekil 2-8 Çevikliğı Etkileyen Faktörler (107)

2.9.4.1. Çeviklik ve Fiziksel Kısıtlamalar

Fiziksel kısıtlamalar açısından, çeviklik performansı ile yakından ilişkili iki temel faktör, doğrusal koşu hızı ve sporcunun kuvvet üretme kapasitesidir. Kuvvet üretme kapasiteleri açısından, sağlıklı çocukların doğal olgunlaşmanın bir sonucu olarak gelişim yıllarında gözle görülür kas gücü kazanımları göstermeleri beklenebilir (95). Ergenlik döneminde olanlar, çocukluk dönemindekilerden daha fazla mutlak kazanç sağlarlar. Çeviklik becerisinin kuvvet gerektirdiği göz önüne alındığında, kuvvet üretme kapasitesindeki bir artış doğal olarak çeviklik performansında bir artışla sonuçlanacaktır.

Bu noktada kilit bir faktör olarak kuvvet üretme kapasitesinin antrenmanla artırılıp artırılmayacağıdır. Konu ile ilgili literatür incelendiğinde, uygun bir direnç antrenmanı programı ile çocukların ve ergenlerin hem büyüme ve olgunlaşmadan kaynaklanan

kuvvetin hem de mevcut kuvvet durumlarının artırılabilceği gör÷lmektedir (102). Ergenlik sırasında ve sonrasında güç kazanımları, sinirsel faktörlerin yanı sıra hipertrofik faktörlerle de ilişkilendirilirken, çocuklarda bu durum farklı olarak bir antrenman programından elde edilen kuvvet kazanımlarının ağırlıklı olarak nöral mekanizmalarla ilişkili olduğu bildirilmektedir (102). Nöral adaptasyonlar, artan motor ünite aktivasyonunu ve motor ünite koordinasyonundaki değişiklikleri, kas liflerinin göreve çağırılmasını, ateşleme frekansı ve buna bağlı olarak motor beceri performansında artışı içerir (141, 142). Direnç antrenmanları sonrası durarak uzun atlama, dikey sıçrama, sprint hızı ve sağlık topu fırlatma gibi bir dizi motor performans becerisinde gelişmeler kaydedilmiştir (102). Pliyometrik antrenmanların çeviklik performansını geliştirildiği gösterilmiştir (143). Çevikliğin, pik uzama hızı evresinin orta ve ileri aşamasında olan çocuklarda, pik uzama hızı öncesi evrede olanlara kıyasla daha fazla gelişime meyilli olduğu bildirilmiştir (143). Bir araştırmada spesifik olarak çeviklik performansının geliştirilmesine yönelik olarak yapılan antrenmanlar sonucunda, pik uzama hızı sonrası evrede olan çocukların daha iyi gelişim gösterdiği tespit edilmiştir (144).

Doğrusal hız gelişimi açısından Papalakovou ve arkadaşlarının yaptıkları araştırmalarında yaşı, 30 m'lik bir sprintin her 10 m'lik bölümünde koşu hızını eşit şekilde etkilediğini bulmuşlardır (132). Her 2-3 yılda bir hızda önemli bir gelişme olduğunu tespit etmişlerdir. Bu bulgu hız üzerinde önemli ölçüde büyüme ve olgunlaşma etkisinin olduğunu işaret etmektedir. Erkeklerin 15 yaşına kadar kızlara göre ortalama olarak daha iyi performans sergiledikleri gör÷lmektedir. Ancak 15 yaşından sonra bu fark daha da artmaktadır. Bunun yanı sıra hız artışları erkeklerde 15 yaş, kızlarda 12-13 yaşında sonra platoya ulaşıyor gibi görünmektedir. Hızın kuvvetten daha önce geliştiği düşün÷lmektedir (145). Hız ile ilgili 18 yaşında elde edilen performansın yaklaşık %75'i 12 yaşında görülürken, bu durum kuvvet için değerlendirildiğinde %40-50 seviyelerine denk geldiği gör÷lmektedir (145). Bu düzenli olarak antrenman yapıldığında motor performans değerlerinin pik uzama hızı aşamasının sonunda plato yaptığı iddialarını desteklemektedir (135, 146). Ancak fiziksel antrenman yapılması ile performansın sürekli olarak geliştirilemeyeceği ve antrenman yapmayan genç sporcular için sürekli bir dezavantaj durumunun olmadığı da ayrıca bildirilmektedir. Bunun yerine hız kapasitesinin doğal gelişiminin zaten büyüme ve olgunlaşma ile kendiliğinden maksimum seviyede geliştiği, sonraki dönem için performansın geliştirilmesi için uygun

antrenman uygulamalarına ihtiyaç duyulacağı belirtilmektedir. Daha önce çalışmalar hızın, ergenlik öncesi ve ergenlerde uygun antrenman planlaması ile geliştirilebileceğini vurgulamaktadır (147, 148). Hız ile çevikliğin potansiyel ilişkisi göz önüne bulundurulduğunda, hız gibi çevikliğin de ergenlik öncesi ve ergen sporcularda benzer şekilde antrenmanlarla geliştirilebileceği varsayımı çıkartılabilir.

2.9.4.2. Çeviklik ve Motor, Bilişsel, Algısal Kısıtlamalar

Çeviklik performansı, fiziksel gelişimin yanı sıra etkili ve tutarlı motor hareketlerin geliştirilmesini gerektirir. Hareket, MSS aracılığıyla kontrol edilir. Bu nedenle beyin, uyarının algılanmasından, uygun bilgiyi seçmek için bilişsel yeteneğe, ardından uygun bir motor hareketin seçilmesine ve uygulanmasına kadar çeviklikte önemli rol oynar. Ergenlik öncesi dönem, nöromüsküler sistemin hızlı gelişiminin meydana geldiği bir dönem olarak tanımlanmıştır. Bu dönemin, motor öğrenme için önemli bir fırsat penceresi olma potansiyeline sahip olduğu belirtilmektedir (119, 146). Fırsat penceresi yaklaşık olarak 11-12 yaşlarındaki ergenlerin sinaptik gelişimde bir büyüme atağı geçirdikleri gerçeğiyle eşleşmektedir (149).

Çevikliğin gelişimi için önemli etkilere sahip olan bu süreç, beynin arkasında başlar, giderek ortaya ve son olarak ön kortekse doğru hareket eder (149). Beynin arka kısmı, duyuusal bilgilerin işlenmesinden sorumludur ve optimal çeviklik performansı için gerekli olan algısal bilgilerle ilgilidir. Beynin orta bölümü, hareketi koordine eden kısımdır ve dolayısıyla etkili motor programların geliştirilmesinden sorumludur. Prefrontal korteks, karar verme ve planlamayı yönetmekten sorumludur. Nihayetinde sportif performans bağlamında harekete dayalı etkili kararlar vermede önemli rol oynar. Bununla ilgili sınırlı veri olsa da ergenlik öncesi dönemde bir sporcunun antrenmanının sonraki aşamalarında performansı destekleyecek algısal ve bilişsel kapasitelerle birlikte motor programlar geliştirmenin çeviklik gelişiminde önemli rol oynayabileceği bildirilmektedir (107). Ayrıca başlangıçtan itibaren görev tabanlı, karar verme yeteneği içeren verimli ve etkili duyuusal bilgilerin dahil edildiği motor programlar ile beynin doğal gelişimi en üst düzeye çıkartılabilir (107).

Beynin işleyişine ilişkin çalışmalar hem acemi hem de ileri düzey genç sporcular için açık beceri egzersizlerin çeviklik gelişimine önemi hakkında bir fikir verebilir. Sporda iyi performans göstermek için beyin, karar verme süreçlerinden sorumlu alanları doğrudan fiziksel tepkileri optimize etmeyle ilgili sinaptik bağlantılar geliştirmelidir (150). Bilişsel olarak zorlayıcı görevler sunulduğunda, beynin her iki alanı da aktiftir ve bu sinaptik bağlantıları etkin bir şekilde geliştirir. Gelişimin erken aşamalarında bu bağlantıların teşvik edilmesi gerekir, ancak prefrontal korteksin gelişiminin gecikmesi nedeniyle karar verme kapasiteleri sınırlı olacaktır. Bu nedenle başlangıçtaki bilgi miktarını, sonraki hareket kararlarını ve seçeneklerini sınırlayan alıştırmalar kullanılmalıdır. Çocuk geliştikçe, sağlanan bilginin miktarı artırılabilir ve anahtar sinaptik bağlantıları aşamalı olarak artırmak için verilen hareket seçeneklerinin sayısı artırılabilir. Egzersizlerin seviyesi geliştirilmezse yani zorluk düzeyi arttırılmazsa ya da sürekli kapalı beceri bir egzersiz yaptırılırsa çocuk bu görevleri giderek azalan bir bilişsel katılımı gerçekleştirir. Otomasyon bir kez sağlandığında, daha üst merkezler uyarılmaz ve otomasyon merkezleri devraldığından, bu durum öğrenme ve performans açısından potansiyel dezavantajlara sebep olur. Otomasyon merkezleri, öngörülebilir ortamlarda iyi performans gösterebilir, ancak yeni ipuçlarını tespit edemez ve öngörülemeyen ortamlara uyum sağlayamaz (151). Kapalı becerilerin geliştirdiği hareket örüntüleri olağandışı veya stresli koşullarla karşılaşıldığında bozulma riskiyle karşı karşıya kalır (152). Bu nedenle genç bir sporcu geliştikçe, gelişimine paralel olarak öğrenmenin devam etmesi ve nihayetinde en üst düzeye çıkarılması için artan bir bilişsel zorluk olması gerekir (152).

2.9.5. Metabolik Gelişim

Literatür incelendiğinde genç bir sporcunun akut bir dayanıklılık egzersizine verdiği metabolik cevapların, yaşa ve biyolojik olgunlaşma durumuna göre farklılık gösterdiği görülmektedir (22). Farklı yaşlardaki çocuk sporcuların kaslarındaki adenosin trifosfat (ATP) ve fosfokreatin (PCr) içeriğinin yetişkinlerinkiyle karşılaştırılabilir olduğu bildirilmektedir (153). Buna karşın ergenlik öncesi dönemde glikolitik metabolik sistem daha az gelişmiştir. Bu durum çocukların egzersize oksidatif sistemlerinin baskın olarak cevap verdiğini gösterir (153).

Düşük glikolitik kapasite, kısmen ergenlik öncesi ve ergen sporcular arasındaki kas lifi profillerindeki farklılığın bir sonucu olabilir. Ergenlikten önce çocuklarda, alt ekstremite kaslarında tip I lif oranı antrenmansız yetişkinlere göre daha yüksektir, ancak bu fark ergen sporcularda gözlenmez (153). Benzer şekilde ergenlik öncesi sporcularda enerji metabolizması, yetişkinlerde olduğundan daha fazla lipid oksidasyonu ile sağlanır. Bu durum çocuklarda, hem kanlarındaki serbest yağ asidi ve gliserol konsantrasyonunda hem de düşük solunum değişim oranlarından gözlemlenebilir (153).

Bu gözlemler sonucunda araştırmacılar, büyüme ve olgunlaşmanın erken safhalarında anaerobik kapasitenin sınırlı olmasından dolayı anaerobik dayanıklılık antrenmanlardan kaçınılması gerektiği sonucuna ulaşmışlardır (153, 154). Uzun vadeli sporcu geliştirme modelleri genellikle büyüme ve gelişme sürecinde metabolik kondisyonun çeşitli aerobik egzersizlerle geliştirildiğini savunmaktadırlar. Her ne kadar bu düşünceler teoride sağlam gibi görünse de ergenlik öncesi dönemdeki sporcuların anaerobik antrenmanlara yanıtları inceleyen yeni çalışmalar bu iddialara meydan okumaktadır (155, 156, 157).

2.9.5.1. Aerobik Metabolizma

Ergenlik öncesi dönemdeki çocukların dayanıklılık antrenmanlarına verdikleri yanıtları inceleyen bazı çalışmalar, çocukların metabolizmalarının nispeten daha az yanıt verdiklerine dair bilgiler öne sürmüştür (155). Daha önceki araştırmalar çocukların antrenmana verdikleri bu sınırlı yanıt ile ilgili olarak bir eşik yaşılabileceğini öne sürmüşler ve “tetikleme hipotezi” gibi kavramlar ortaya koymuşlardır (22). Bu “tetik noktası” sonrası dayanıklılık kazanımlarının elde edilmesi için bir fırsat dönemin takip ettiği belirtilmektedir (22). Katch tarafından 1983 yılında ortaya atılan bu “tetikleme hipotezi”, ergenlik öncesi dönemde antrenmanların etkilerinin minimum olacağı veya hiç etkisinin olmayacağı bir zaman dönemi (tetik noktası) olduğunu belirtir (158). Tetik noktası aslında bugün konuştuğumuz pik uzama hızı yaşının bilimsel anlamda bir tarihsel süreci niteliğini taşımaktadır. Bu tür teoriler, çeşitli sporlar için antrenman bilimi literatüründe yer alan ve genellikle farklı büyüme ve olgunlaşma aşamalarında farklı antrenman biçimlerinin gerekli olduğunu öngören uzun vadeli sporcu gelişim modellerinin temelini oluşturur (134).

Çeşitli dayanıklılık antrenman protokollerinin, farklı büyüme ve olgunlaşma aşamalarındaki çocuklarda aerobik kapasitede gelişimini sağlandığını belirten çalışmalar mevcuttur (155, 156, 157). Ortak fikir birliği çocukların ve ergenlerin aerobik antrenmanlar ile kardiyο-pulmoner kapasitede kazanımlar sağlanabileceği yönündedir (154). Genç sporcularda antrenmanlar sonucu aerobik kondisyondaki gelişmeler (VO_{2peak}) rapor edilse de yetişkinlere kıyasla daha düşük seviyelerdedir (159). Ergenlik öncesi hem erkek hem de kız çocuklarının dayanıklılık antrenman uygulamalarına benzer yanıtlar verdikleri rapor edilmektedir (155). Sonuçlar gelişimin bu aşamasında cinsiyetin etkisinin olmadığını göstermektedir (155). Ergenlik dönemindeki sporcular pik uzama hızı yaşlarına ulaştıklarında aerobik dayanıklılıkta önemli doğal kazanımlar elde ederler (135). Bu eğilim kas-iskelet sistemi ve kardiyο-pulmoner sistemlerinde olgunlaşma ile ilgili değişikliklerin bir sonucu olduğu düşünülmektedir (154).

Ergenlik sırasında ve sonrasında uygun metabolik antrenmanlara yapılan vurgu, özellikle kadınlarda ergenliğin başlangıcından sonra gözlenen aerobik dayanıklılık düşüşüne karşı koymak için hayati görünmektedir (160). Ayrıca yüksek metabolik talebi nedeniyle aerobik antrenmanın, gelişimin bu aşamasında kadınlarda karakteristik olarak gözlenen vücut kompozisyonundaki (vücut kütleindeki ve özellikle yağ kütleindeki artış) istenmeyen değişiklikleri dengelemek için faydalı olması muhtemeldir (160).

Ergenlik ve sonrasındaki gelişim aşamalarında, antrenmanlı genç sporcularda dayanıklılıkta sürekli kazanımlar elde etmek için daha yüksek yoğunlukta antrenmanların yapılmasına ihtiyaç duyulacaktır. Örneğin ergenlik çağındaki (14 yaş) erkek elit genç futbolcular üzerinde yapılan bir araştırma, sürekli sub-maksimum antrenman protokolünün (maksimum kalp atım hızının %50-70'i yoğunluğunda 10-30 dakika) beş haftalık antrenman süresi içinde kazanç sağlamazken, maksimal kalp atım hızının %90-95'inde 1-4 dakikalık tekrarlı yüklenmeleri içeren uzun bir aerobik interval protokolü VO_{2max} ' da önemli kazanımlar sağladığı görülmüştür (160).

2.9.5.2. Anaerobik Metabolizma

Ergenlikten önce genç sporcuların yüksek şiddetli anaerobik antrenmana cevabın sınırlı olduğuna inanılır (154). Bu iddia ergenlik öncesi sporcuların glikolitik metabolizmasının daha düşük kapasiteye sahip olduğu bulgusuna dayanmaktadır. Ancak bu görüş gün geçtikçe daha fazla sorgulanmaktadır. Hem yarışma hem de serbest oyun sırasında genç sporcular sıklıkla tekrarlanan sprint aktivitesi olarak nitelendirilebilecek eforla koşarlar. Yüksek enerjili fosfojen (ATP ve PCr) sisteminin yetişkinlerde olduğu gibi çocuklarda da benzer şekilde gelişmiş olduğu gerçeği göz önüne alındığında bu şaşırtıcı değildir (153). Ergenlik öncesi sporcuların düşük glikolitik enzim aktiviteleri nedeniyle yüksek şiddetli tekrarlı egzersizlerde daha düşük asidoz seviyeleri göstereceği, dolayısıyla tekrarları arasında daha hızlı toparlanacağı düşünülmektedir (153).

Ergenlik öncesi sporcuların anaerobik interval antrenmanlara olumlu yanıt verdiğini gösteren çalışmalar mevcuttur (159,161). Bisiklet (157) ve koşu (155,156) temelli yüksek şiddetli anaerobik interval antrenmanları içeren protokolleri kullanan çalışmalarda dayanıklılık performansında önemli gelişmeler olduğu belirtilmiştir. Ayrıca ergenlik dönemindeki olgunlaşmaya bağlı ortaya çıkan fizyolojik değişikliklerin genç sporcuların anaerobik antrenman kapasitesini arttırdığı belirtilmiştir (154). Ergenlik döneminde anaerobik kapasitenin gelişimi pik uzama hızı yaşına ulaşıldığında zirve yapar, ancak bu dönemden sonrada doğal kazanımlar meydana gelebilir (135). Ergenlik döneminde ve sonrasında genç sporcuların, glikolitik metabolizma kapasitelerindeki gelişime bağlı olarak anaerobik egzersize giderek daha iyi uyum sağladıkları bildirilmektedir (154).

3. MATERYAL VE METOD

Sunulan çalışmaya Adana Demirspor Kulübü alt yapısında aktif olarak futbol oynayan 134 erkek futbolcu katılmıştır (Çizelge 4.1). Çalışmaya başlamadan önce sporculara ve ailelerine yapılacak ölçümlerle ilgili ayrıntılı bilgi verilmiştir. Sporcuların ailelerinin tamamına “9 - 18 Yaş Arası Erkek Futbolcularda Aerobik ve Anaerobik Performansın Yaş Gruplarına Göre İncelenmesi” başlıklı Aydınlatma ve Onam Formu (EK-1) imzalatılmıştır. Sunulan çalışma, Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Tarafından, 21.05.2021 tarihinde gerçekleştirilen 111 numaralı toplantıda uygun bulunmuştur (EK-2). Performans test ölçümlerinden 24 saatlik zaman dilimi öncesinde futbolcuların herhangi bir fiziksel aktiviteye katılmamaları sağlanmıştır.

3.1. Deney Protokolü

Araştırmaya katılan futbolcuların tamamı Adana Demirspor Kulübünün U19, U17, U16, U15, U14, U13, U12, U11 kategorilerinde 2020 ve 2021 futbol sezonunda aktif olarak futbol oynamıştır. Çalışmaya katılan sporcular en az bir yıl düzenli olarak (haftada üç gün) futbol antrenmanlarına katılmışlardır. 134 sporcu yaş gruplarına ayrılarak toplam 9 grup oluşturulmuştur. *9 yaş grubu* (2011 doğumlu) 10 sporcudan, *10 yaş grubu* (2010 doğumlu) 12 sporcudan, *11 yaş grubu* (2009 doğumlu) 16 sporcudan, *12 yaş grubu* (2008 doğumlu) 17 sporcudan, *13 yaş grubu* (2007 doğumlu) 14 sporcudan, *14 yaş grubu* (2006 doğumlu) 21 sporcudan, *15 yaş grubu* (2005 doğumlu) 14 sporcudan, *16 yaş grubu* (2004 doğumlu) 16 sporcudan oluşmaktadır. 18 yaş grubu istatistiksel hesaplamalar için yeterli sayıda olmadığı için 17 yaş grubuna dahil edilmiştir. Bu durumda *17 yaş grubu* 2003 doğumlu 8 sporcu ve 2002 doğumlu 6 sporcu olmak üzere toplam 14 sporcudan oluşmaktadır. Futbolcuların antropometrik ve performans test ölçümleri 15.10.2020 ile 04.03.2021 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir. Futbolculara uygulanan antropometrik ve saha testlerinin ölçümleri Adana Demirspor Songül Paksoy tesislerinde yapılmıştır.

3.2. Yapılan Ölçümler

3.2.1. Vücut Ağırlığı ve Boy Uzunluğu

Sporcuların vücut ağırlığı (kg) ölçümleri 0,1 kg hata payına sahip elektronik baskül (Seca 769, Seca GMBH, Hamburg) kullanılarak yapılmıştır (Şekil 3.1). Vücut ağırlığı ölçümlerinden en az iki saat öncesine kadar sporculardan besin almamaları istenmiştir. Sporcuların boy uzunluğu ölçümleri, stadyometre (Seca 769, Seca GMBH, Hamburg) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Ölçüm sırasında sporcuların ayaklarının çıplak olması, üzerlerinde sadece şort ve tişört bulunması sağlanmıştır.



Şekil 3-1 Dijital Stadyometre (Seca 769, Seca GMBH, Hamburg)

3.2.2. Pik Uzama Hızı Yaşının Belirlenmesi

Sporcuların oturma yüksekliği ve bacak uzunluğu ölçümleri 7 mm kalınlığında esnek olmayan mezura (Aptamil) kullanılarak yapılmıştır (Şekil 3.2). Sporcuların pik uzama hızı yaşları, vücut kütlesi, oturma yüksekliği, bacak uzunluğu ve boy uzunluğu olmak üzere somatik değişkenlerden elde edilen değerlerle cinsiyete özgü erkekler için olgunluk tahmin denklemi kullanılarak belirlenmiştir (Denklik 3.2.2.1) (97).

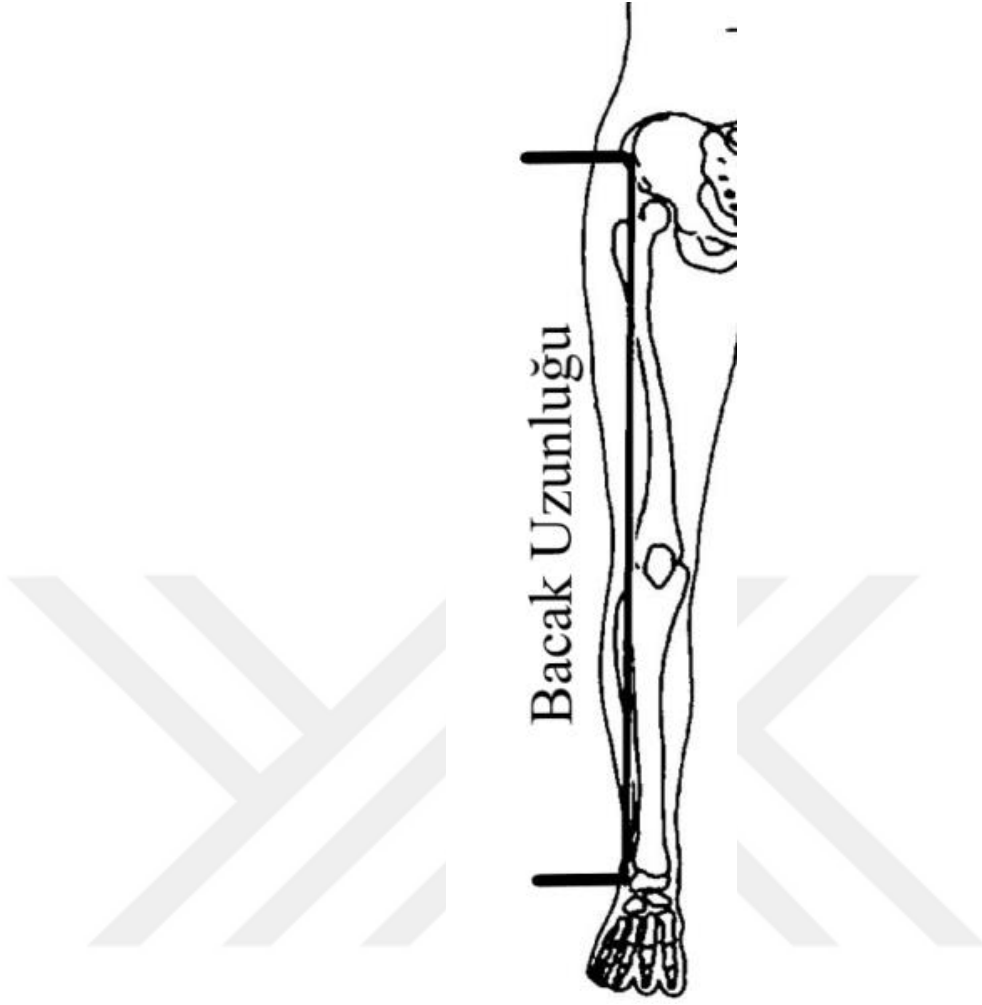


Şekil 3-2 Mezura

Denklem 1 Pik Uzama Hızı Yaşının Belirlenmesi

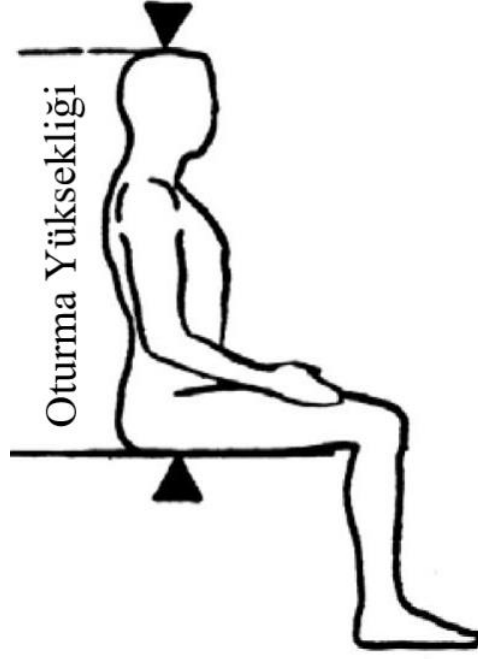
$$\text{Pik Uzama Hızı Yaşı} = -29.769 + 0.0003007 \times (\text{Bacak Uzunluğu} \times \text{Oturma Yüksekliği}) - 0.01177 \times (\text{Yaş} \times \text{Bacak Uzunluğu}) + 0.01639 \times (\text{Yaş} \times \text{Oturma yüksekliği}) + 0.445 \times (\text{Bacak Uzunluğu} / \text{Boy Uzunluğu})$$

- a) **Bacak Uzunluğu Ölçümleri:** Bacak uzunluğu ölçümlerinin tamamı sporcular anatomik pozisyondayken gerçekleştirilmiştir. Mezuranın sıfır rakamının olduğu ucu ön süperior iliakın en belirgin noktasına (ASIS) ve mezuranın diğer ucu medial malleolusun tam orta noktasına denk gelen rakam belirlenmiş ve bu iki nokta arasındaki mesafe bacak uzunluğu olarak kaydedilmiştir (Şekil 3.3). Ölçümler iki defa yapılmıştır. Yapılan iki ölçümün birbirinden farklı çıkması durumunda ortalamaları hesaplanarak değerlendirmeye alınmıştır.



Şekil 3-3 Bacak Uzunluğunun Belirlenmesi

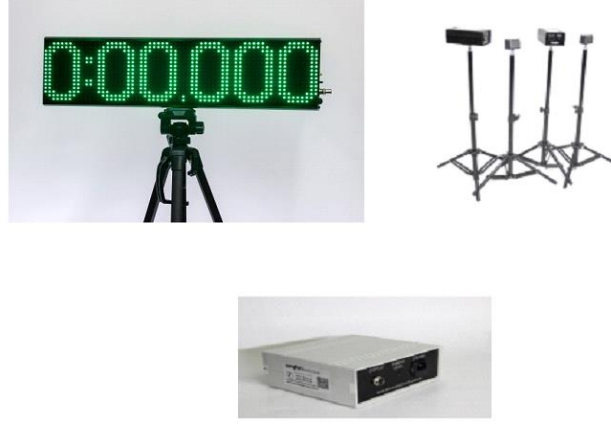
- b) Oturma Yüksekliğinin Ölçümleri:** Ölçüm boyunca sporcuların düz bir sehpa üzerine oturmaları ve oturdukları esnada olabildiğince derin bir nefes almaları istenmiştir. Üst ekstremité postürlerinin dik pozisyonda olmaları sağlanmıştır. Oturma yüksekliği sıfır noktası olarak kabul edilen sehpa tabanı ile başın orta kısmındaki en yüksek nokta arasındaki mesafe ölçülerek belirlenmiştir (Şekil 3.4). Ölçümler iki defa yapılmıştır. Yapılan iki ölçümün birbirinden farklı çıkması durumunda ortalamaları hesaplanarak değerlendirmeye alınmıştır.



Şekil 3-4 Oturma Yüksekliğinin Belirlenmesi

3.2.3. Sürat Performansı Ölçümleri (30 m Sprint Testi)

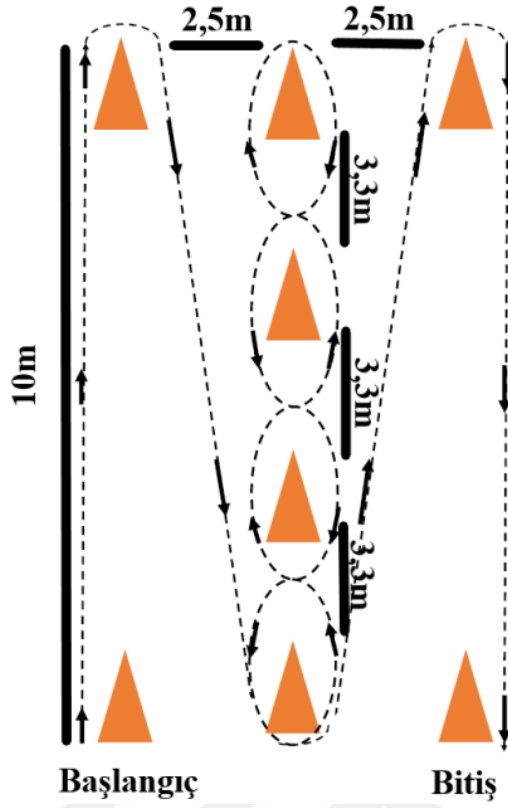
Sporcuların sürat performansları, 30 m sprint testi yapılarak değerlendirilmiştir. Test müsabakaların oynandığı çim sahada 0-30 m'lik düz bir parkurda, sahaya uygun maç kramponları ile yapılmıştır. Test 3 defa tekrarlanarak en iyi sprint derecesi değerlendirmeye alınmıştır. Sporcuların sprint performansları 30 metrelik parkurun başlangıç ve bitiş çizgisine yerleştirilen fotoselli kronometre (Seven Elektronik, İstanbul, TÜRKİYE) kullanılarak kayıt altına alınmıştır (Şekil 3.5).



Şekil 3-5 Fotoselli Kronometre

3.2.4. Çeviklik Performansı Ölçümleri (İllinois Çeviklik Testi)

Sporcuların çeviklik performansları, illinois testi uygulanarak değerlendirilmiştir. Çeviklik testi futbol müsabakaların oynandığı çim sahada, sahaya uygun maç kramponları giyilerek gerçekleştirilmiştir. 10 m uzunluğa ve 5 m genişliğe sahip test parkurunda, sporcular başlangıç noktasından çıktıktan sonra sırasıyla 10 sprint koşusu, 180° dönüş, 10 m sprint koşusu, 180° dönüş, koniler arasında slalom koşusu, 180° dönüş, koniler arası slalom koşusu, 10 m sprint, 180° dönüş ve son 10 m'lik sprint koşusunu uygulayarak testi tamamladılar (Şekil 3.6.). Sporcuların en iyi derecelerini elde etmek için, test 3 defa tekrarlanmış en iyi derecesi değerlendirmeye alınmıştır. Test protokolüne uygun olarak hazırlanan parkurun başlangıç ve bitiş noktasına yerleştirilen fotoselli kronometreler (Seven Elektronik) ile sporcuların çeviklik performansları kayıt altına alınmıştır.



Şekil 3-6 İllinois Çeviklik Testi

3.2.5. Durarak Uzun Atlama Testi

Sporcular bacakları paralel ve omuz genişliğinde açık olacak şekilde başlangıç çizgisinde durduktan sonra dizlerini bükmeleri (diz fleksiyonu sporcu tarafından belirlendi) kollarını vücutlarının arkasına doğru savurmaları talimatı verildikten sonra maksimum eforla kollarını öne savurarak ulaşabilecekleri en uzak noktaya sıçramaları istendi. Atlanan mesafe cm olarak kaydedildi. Sporcuların en iyi dereceleri elde edilmek üzere test 3 defa tekrarlanarak en iyi derecesi değerlendirmeye alındı.

3.2.6. Kasal Dayanıklılığın Ölçümü (1 dakika Mekik ve Şınav Testleri)

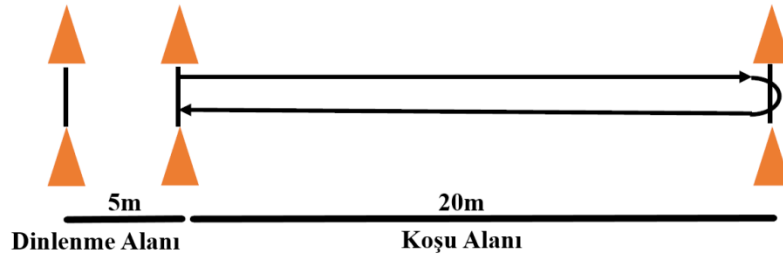
Sporcuların kuvvette devamlılıklarını bir başka ifade ile lokal kas dayanıklılıklarını değerlendirmek için bir dakika süre ile şınav ve mekik testleri uygulanmıştır. Bir dakika içerisinde doğru hareket formunda tam olarak uygulanan hareketin toplam sayısı kaydedilerek değerlendirilmeye alınmıştır.

3.2.7. Yo-Yo Aralıklı Toparlanma Seviye 1 Testi

Aerobik dayanıklılığın değerlendirilmesi için Yo-Yo aralıklı toparlanma seviye 1 Testi (Yo-Yo IR1) uygulandı. YoYo IR1, hızın sesli sinyal tarafından kademeli olarak artırılarak, başlangıç ve bitiş noktaları arası 20 m olarak ayarlanan futbol sahasında, dinlenmeksizin başladıkları noktaya geri dönmek suretiyle 40 m'lik koşuları takiben, 5 m'lik bir alanda 10 s aktif toparlanma gerçekleştirilerek sporcu tükenene kadar uygulanmıştır (Şekil 3.7.). Sporcular verilen süre içerisinde bitiş çizgisine art arda iki kez ulaşamayan veya daha fazla devam edemediğini hissettiği (tükenme) noktada test sona erdirildi. Test sırasında kat edilen toplam mesafe metre cinsinden kaydedilerek değerlendirildi. Yo-Yo IR1 testinden elde edilen koşu mesafesinden türetilen VO_{2max} tahmin formülü kullanılarak sporcuların VO_{2max} performansları belirlenmiştir (Denklik 3.2.7.1. (162)).

Denklem 2 YoYo IR1 VO_{2max} Tahmin Formülü

$$VO_{2max} = \text{IR1 katedilen koşu mesafesi (m)} \times 0.0084 + 36.4$$



Şekil 3-7 Yo-Yo Aralıklı Dinlenme Testi Seviye 1

3.3. İstatistiksel Analiz

Verilerin normal dağılıma uygun olup olmadıkları Kolmogorov-Smirnov testi ile incelendi. Normal dağılım gösteren veriler Tek Yönlü Varyans Analizi (ANOVA) ile test edildi. Verilerin homojen dağılım gösterip göstermediği Levene istatistiği ile değerlendirildi. Varyans analizi testi sonucunda anlamlı farklılık gösteren gruplar, Post-Hoc testlerinden Tukey HSD testi ve varyansın homojen olmadığı durumda Games – Howell testi kullanılarak analiz edildi. Normal dağılım göstermeyen veriler Kruskal

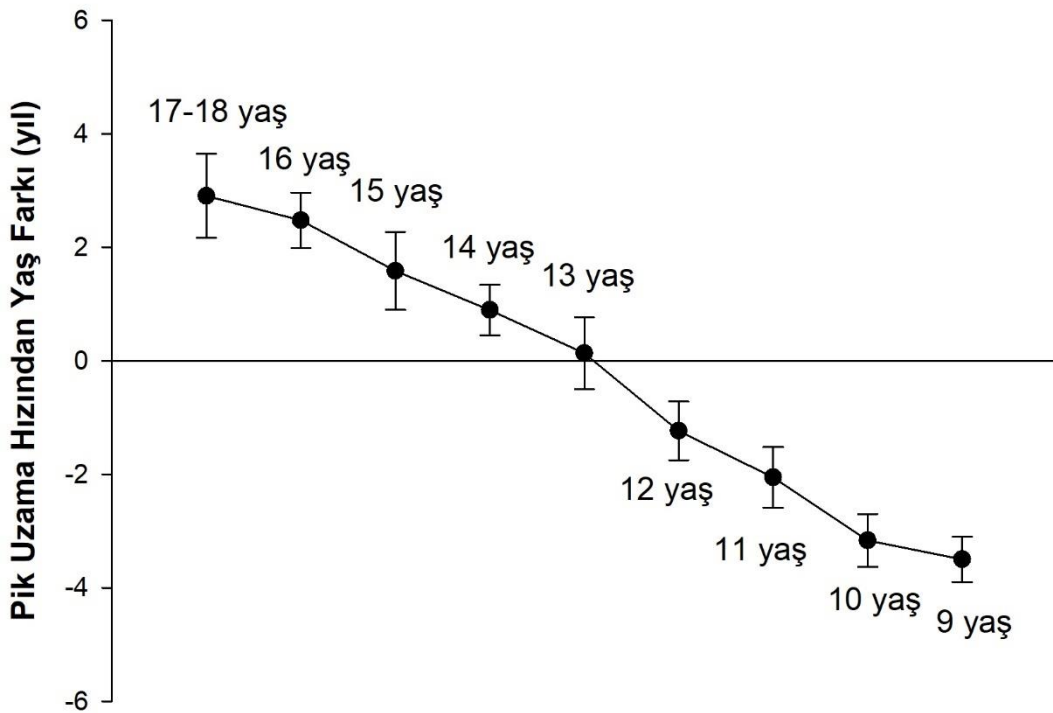
Wallis testi ile analiz edildi, anlamlı farklılık gösteren gruplar Mann-Whitney U testi kullanılarak test edildi. İki farklı değişken arasındaki ilişki Pearson korelasyon analizi ile, normal dağılım göstermeyen veriler Spearman's sıra korelasyon analizi yapılarak değerlendirildi. SigmaPlot 12.0 programı ile lineer regresyon analizleri yapıldı. Korelasyon katsayıları; ($r > 0.9$) mükemmel, ($r = 0.7-0.9$) çok yüksek, ($r = 0.5 - 0.7$) yüksek, ($r = 0.3-0.5$) orta, ($r = 0.1-0.3$) zayıf ve ($r < 0.1$) çok zayıf olarak yorumlandı. Sunulan verilerin tümü ortalama $\pm$ standart sapma olarak verildi, $p < 0.05$ ile altındaki değerler istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi. İstatistik hesaplamalar Windows için yazılmış olan SPSS 21 (IBM SPSS Statistics 21 Inc. Chicago, IL) paket programı kullanılarak yapıldı.



4. BULGULAR

Çalışmaya katılan sporcuların kronolojik yaş gruplarına ve pik uzama hızlarına göre demografik özellikleri çizelge 4.1 ve 4.2’de sunulmuştur.

Futbolcuların olgunluk düzeyleri, pik uzama hızlarına göre dolaylı olarak değerlendirildi. Hesaplanan pik uzama hızı yaşı ile kronolojik yaş farkı alınarak, futbolcular olgunluk durumuna göre üç kategoriye ayrıldı. Buna göre pik uzama hızı yaş farkı 1 üzeri ($> +1$ yıl) pik uzama hızı sonrası, -1 ile $+1$ arası ($\leq \pm 1$ yıl) pik uzama hızı sırasında ve -1 altı (< -1 yıl) pik uzama hızı öncesi olarak kabul edildi (163). Yapılan hesaplamalar sonucunda 9, 10, 11 ve 12 yaş gruplarının pik uzama hızı öncesi dönemde olduğu, dolayısıyla henüz olgunlaşmadıkları tespit edilmiştir (Şekil 4.1.). 13 ve 14 yaş grupları pik uzama hızı sırasında olduğu, 15, 16 ve 17 yaş gruplarının ise pik uzama hızı sonrası dönemde oldukları görülmüştür.



Şekil 4-1 Futbolcu grupların pik uzama hızı yaşı ile kronolojik yaşlarının farkı.

Futbolcuların boy uzunlukları karşılaştırıldığında, 17 ve 16 yaş gruplarının 13, 12, 11, 10, 9 yaş gruplarına göre istatistiksel olarak yüksek olduğu ($P < 0.05$), 15,14,13 gruplarının 12, 11, 10 ve 9 yaş gruplarına göre anlamlı olarak yüksek olduğu ($P < 0.001$), 12 yaş grubunun da 10 ve 9 yaş gruplarına göre anlamlı olarak yüksek olduğu tespit edilmiştir ($P < 0.001$). Vücut ağırlıklarının karşılaştırılmasında 17 yaş grubunun 14, 13, 12, 11, 10 ve 9 yaş gruplarına göre istatistiksel olarak yüksek olduğu ($P < 0.05$), 16, 15, 14, 13 yaş gruplarının 12, 11, 10 ve 9 yaş gruplarına göre anlamlı olarak yüksek olduğu ($P < 0.001$), 12 ve 11 yaş gruplarının ise 10 ve 9 yaş gruplarına göre anlamlı olarak yüksek olduğu tespit edilmiştir ($P < 0.05$) (Çizelge 4.1). Oturma yüksekliğinin gruplar arası karşılaştırılması yapıldığında, 17, 16, 15 yaş gruplarının 13, 12, 11, 10 ve 9 yaş gruplarına göre istatistiksel olarak yüksek olduğu ($P < 0.05$), 14 ve 13 gruplarının 12, 11, 10 ve 9 yaş gruplarına göre anlamlı olarak yüksek olduğu ($P < 0.01$), 12 ve 11 yaş gruplarının ise 10 ve 9 yaş gruplarına göre anlamlı olarak yüksek olduğu tespit edilmiştir ($P < 0.01$). Bacak uzunluğunun gruplar arası karşılaştırılmasında ise 17, 16, 15, 14 ve 13 yaş gruplarının 12, 11, 10 ve 9 yaş gruplarına göre istatistiksel olarak uzun olduğu ($P < 0.05$) görülmüştür. 14 ve 13 yaş gruplarının bacak uzunluğu 12, 11, 10 ve 9 yaş gruplarına göre anlamlı olarak uzun olduğu ($P < 0.01$), 12 ve 11 yaş gruplarının bacak uzunluğu ise 10 ve 11 yaş gruplarına göre anlamlı olarak daha uzun olduğu tespit edilmiştir ($P < 0.01$).

Çizelge 4-1 Çalışmaya katılan sporcuların kronolojik yaş gruplarına göre demografik özellikleri
(Ortalama $\pm$ standart sapma)

	Yaş (yıl)	Pik Uzama Hızından Yaş Farkı (yıl)	Boy Uzunluğu (cm)	Vücut Ağırlığı(kg)	Oturma Yüksekliği (cm)	Bacak Uzunluğu (cm)
17 yaş n= 14	17,9 $\pm$ 0, 6	2,9 $\pm$ 0,7	174,7 $\pm$ 6,2	66,4 $\pm$ 7,007	90,6 $\pm$ 3,9	92,4 $\pm$ 3,6
16 yaş n= 16	16,5 $\pm$ 0, 2	2,4 $\pm$ 0,4*	176,06 $\pm$ 6,5	63,3 $\pm$ 7,2	92,8 $\pm$ 2,8	91,4 $\pm$ 4,9
15 yaş n= 14	15,4 $\pm$ 0, 2	1,5 $\pm$ 0,6*&	170,1 $\pm$ 6,9	58,8 $\pm$ 7,3	90,6 $\pm$ 4,3	88,9 $\pm$ 5,07
14 yaş n= 21	14,4 $\pm$ 0, 2	0,8 $\pm$ 0,4*& μ	170,1 $\pm$ 5,4	57,6 $\pm$ 6,2*	89,3 $\pm$ 3,04	90,6 $\pm$ 2,8
13 yaş n= 14	13,7 $\pm$ 0, 4	0,1 $\pm$ 0,6*& $\mu\beta$	166,0 $\pm$ 5,5*&	57,1 $\pm$ 8,3*	86,0 $\pm$ 3,4*& μ	88,6 $\pm$ 4,7
12 yaş n= 17	12,4 $\pm$ 0, 1	-1,2 $\pm$ 0,5*& $\mu\beta\alpha$	155,06 $\pm$ 7,4*& $\mu\beta$ α	45,1 $\pm$ 7,4*& $\mu\beta\alpha$	80,7 $\pm$ 3,9*& $\mu\beta\alpha$	81,5 $\pm$ 4,8*& $\mu\beta\alpha$
11 yaş n= 16	11,3 $\pm$ 0, 2	-2,0 $\pm$ 0,5*& $\mu\beta\alpha\theta$	149,1 $\pm$ 8,2*& $\mu\beta\alpha$	43,3 $\pm$ 7,1*& $\mu\beta\alpha$	77,8 $\pm$ 4,8*& $\mu\beta\alpha$	78,7 $\pm$ 4,8*& $\mu\beta\alpha$
10 yaş n= 12	10,3 $\pm$ 0, 3	- 3,1 $\pm$ 0,4*& $\mu\beta\alpha\theta\epsilon$	137,4 $\pm$ 7,1*& $\mu\beta\alpha\theta$	32,9 $\pm$ 6,7*& $\mu\beta\alpha$ $\theta\epsilon$	71,7 $\pm$ 3,1*& $\mu\beta\alpha$ $\theta\epsilon$	72,9 $\pm$ 4,9*& $\mu\beta\alpha$ $\theta\epsilon$
9 yaş n= 10	9,4 $\pm$ 0,2	- 3,5 $\pm$ 0,4*& $\mu\beta\alpha\theta\epsilon$	136,8 $\pm$ 6,01*& $\mu\beta$ $\alpha\theta$	33,1 $\pm$ 6,3*& $\mu\beta\alpha$ $\theta\epsilon$	72,2 $\pm$ 3,3*& $\mu\beta\alpha$ $\theta\epsilon$	72,3 $\pm$ 3,8*& $\mu\beta\alpha$ $\theta\epsilon$
Genel Ortalama a	13,7 $\pm$ 2, 5	-0,02 $\pm$ 2,1	161,06 $\pm$ 15,1	51,9 $\pm$ 13,1	84,3 $\pm$ 8,1	85,0 $\pm$ 8,3

* 17 yaşa göre istatistiksel anlamlı farklılığı ifade eder ($p < 0.05$). & 16 yaşa göre istatistiksel anlamlı farklılığı ifade eder ($p < 0.05$). μ 15 yaşa göre istatistiksel anlamlı farklılığı ifade eder ($p < 0.05$). β 14 yaşa göre istatistiksel anlamlı farklılığı ifade eder ($p < 0.05$). α 13 yaşa göre istatistiksel anlamlı farklılığı ifade eder ($p < 0.05$). θ 12 yaşa göre istatistiksel anlamlı farklılığı ifade eder ($p < 0.01$). ϵ 11 yaşa göre istatistiksel anlamlı farklılığı ifade eder ($p < 0.05$).

Futbolcu çocukların pik uzama hızlarına göre demografik özellikleri karşılaştırıldığında, pik uzama hızı sonrası grubun yaş, boy uzunluğu, vücut ağırlıkları, oturma yüksekliği ve bacak uzunluğu değerlerinin diğer iki gruba göre istatistiksel olarak daha yüksek olduğu tespit edilmiştir ($p < 0.001$) (Çizelge 4.2). Bu değişkenlerin pik

uzama hızı sırasında olan grupta, pik uzama hızı öncesinde olan gruba göre istatistiksel olarak daha yüksek olduğu bulunmuştur ($p < 0.001$).

Çizelge 4-2 Çalışmaya katılan sporcuların pik uzama hızlarına göre demografik özellikleri (Ortalama $\pm$ standart sapma)

	Pik Uzama Hızı Sonrası (n= 51)	Pik Uzama Hızı Sırasında (n= 32)	Pik Uzama Hızı Öncesi (n= 51)
Yaş (yıl)	16,3 $\pm$ 1,2	13,8 $\pm$ 0,9*	11,0 $\pm$ 1,1* ^{&}
Pik Uzama Hızından Yaş Farkı (yıl)	+2,2 $\pm$ 0,7	+0,2 $\pm$ 0,5*	-2,4 $\pm$ 0,8* ^{&}
Boy Uzunluğu (cm)	174,3 $\pm$ 6,05	166,0 $\pm$ 4,8*	144,7 $\pm$ 9,6* ^{&}
Vücut Ağırlığı (kg)	63,6 $\pm$ 6,3	55,4 $\pm$ 6,2*	38,1 $\pm$ 7,4* ^{&}
Oturma Yüksekliği (cm)	91,8 $\pm$ 3,2	86,8 $\pm$ 2,2*	75,3 $\pm$ 4,3* ^{&}
Bacak Uzunluğu (cm)	91,5 $\pm$ 4,3	88,02 $\pm$ 3,9*	76,7 $\pm$ 6,009* ^{&}

* Pik uzama hızı sonrasına göre istatistiksel anlamlı farklılığı ifade eder ($p < 0.001$). [&] Pik uzama hızı sırasında olanlara göre istatistiksel anlamlı farklılığı ifade eder ($p < 0.001$).

4.1. Ölçülen Değişkenlerin Kronolojik Yaş Gruplarına Göre Karşılaştırılması

Durarak uzun atlama, 30 m sprint, çeviklik, bir dakika mekik ve sınav testleri sırasında ölçülen değişkenlerin değerleri kronolojik yaş gruplarına göre Çizelge 4.3.'de sunulmuştur. Ölçülen değişkenlerin 17, 16, 15, 14, 13, 12, 11, 10 ve 9 yaş grupları arasında istatistiksel olarak karşılaştırılması yapılmıştır.

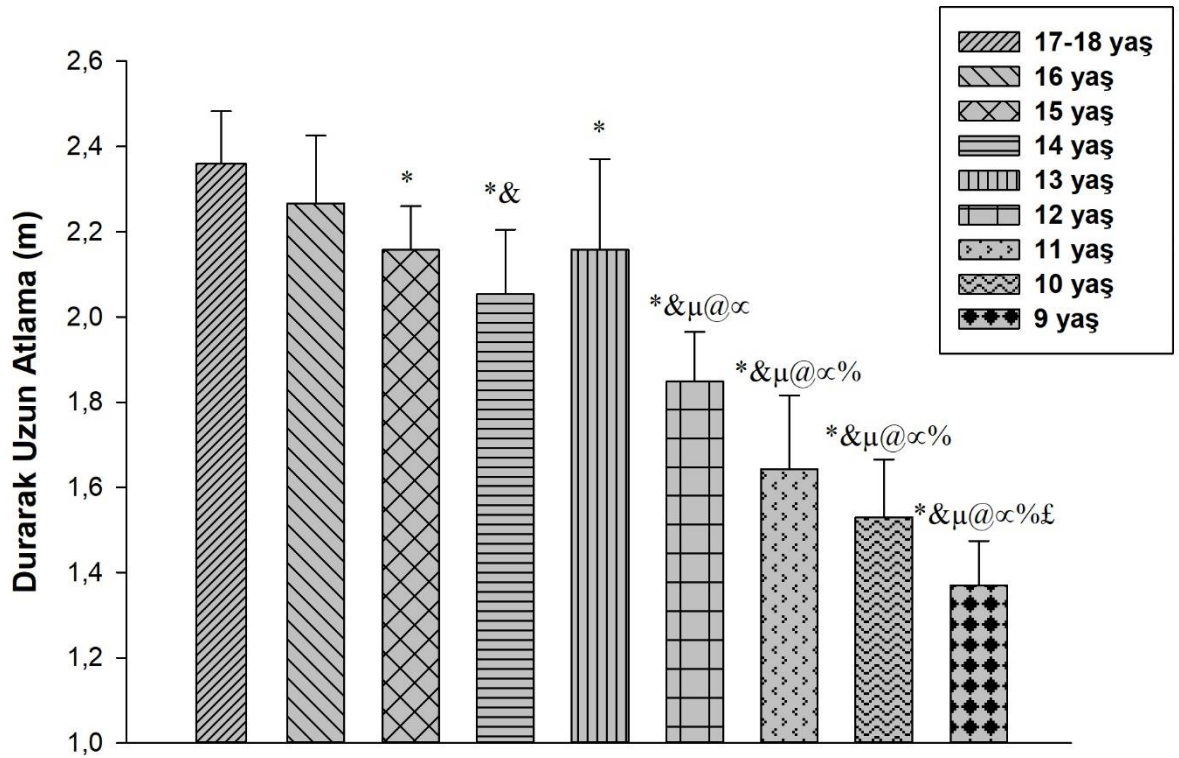
Çizelge 4-3 Durarak uzun atlama, 30 m sprint, çeviklik, bir dakika mekik ve şınav test sonuçlarının kronolojik yaş gruplarına göre karşılaştırılması (Ortalama $\pm$ standart sapma)

	Durarak Uzun Atlama (m)	30 m Sprint (sn)	Çeviklik (sn)	Mekik	Şınav
17 yaş n=1 4	2,35 $\pm$ 0,12	4,08 $\pm$ 0,16	15,1 $\pm$ 0,42	65,0 $\pm$ 6,4	47,7 $\pm$ 10,4
16 yaş n=1 6	2,66 $\pm$ 0,15	4,19 $\pm$ 0,17*	15,3 $\pm$ 0,47*	45,2 $\pm$ 10,6*	37,3 $\pm$ 13,9
15 yaş n=1 4	2,15 $\pm$ 0,10*	4,34 $\pm$ 0,15*	15,6 $\pm$ 0,42*	50,4 $\pm$ 9,9*	35,3 $\pm$ 5,9*
14 yaş n=2 1	2,05 $\pm$ 0,15*&	4,42 $\pm$ 0,25*	15,9 $\pm$ 0,51*&	46,9 $\pm$ 6,04*	37,0 $\pm$ 10,5
13 yaş n=1 4	2,15 $\pm$ 0,21*	4,51 $\pm$ 0,31*	16,4 $\pm$ 0,67*& μ	46,5 $\pm$ 7,9*	40,2 $\pm$ 8,9
12 yaş n=1 7	1,84 $\pm$ 0,11*& $\mu\beta\alpha$	5,08 $\pm$ 0,23*& $\mu\beta$ α	17,2 $\pm$ 0,41*& $\mu\beta\alpha$	37,3 $\pm$ 7,1* $\mu\beta\alpha$	18,8 $\pm$ 7,01*& $\mu\beta$ α
11 yaş n=1 6	1,64 $\pm$ 0,17*& $\mu\beta\alpha$ θ	5,23 $\pm$ 0,33*& $\mu\beta$ α	17,7 $\pm$ 0,96*& $\mu\beta\alpha$	33,8 $\pm$ 8,1*& $\mu\beta$ α	20,6 $\pm$ 9,1*& $\mu\beta\alpha$
10 yaş n=1 2	1,52 $\pm$ 0,13*& $\mu\beta\alpha$ θ	5,33 $\pm$ 0,24*& $\mu\beta$ α	17,8 $\pm$ 0,69*& $\mu\beta\alpha$	36,4 $\pm$ 6,1* $\mu\beta\alpha$	10,9 $\pm$ 5,7*& $\mu\beta\alpha$ ξ
9 yaş n=1 0	1,36 $\pm$ 0,10*& $\mu\beta\alpha$ $\theta\xi$	5,70 $\pm$ 0,40*& $\mu\beta$ $\alpha\theta$	19,0 $\pm$ 0,64*& $\mu\beta\alpha\theta\xi\psi$ α	29,0 $\pm$ 6,5*& $\mu\beta$ α	14,5 $\pm$ 8,2*& $\mu\beta\alpha$

* 17 yaşa göre istatistiksel anlamlı farklılığı ifade eder ($p < 0.05$). & 16 yaşa göre istatistiksel anlamlı farklılığı ifade eder ($p < 0.05$). μ 15 yaşa göre istatistiksel anlamlı farklılığı ifade eder ($p < 0.05$). β 14 yaşa göre istatistiksel anlamlı farklılığı ifade eder ($p < 0.05$). α 13 yaşa göre istatistiksel anlamlı farklılığı ifade eder ($p < 0.05$). θ 12 yaşa göre istatistiksel anlamlı farklılığı ifade eder ($p < 0.01$). ξ 11 yaşa göre istatistiksel anlamlı farklılığı ifade eder ($p < 0.05$). ψ 10 yaşa göre istatistiksel anlamlı farklılığı ifade eder ($p < 0.05$).

Durarak uzun atlama performansının gruplar arası karşılaştırılması yapıldığında, 17 ile 16 yaş grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı ($p > 0.05$), öte

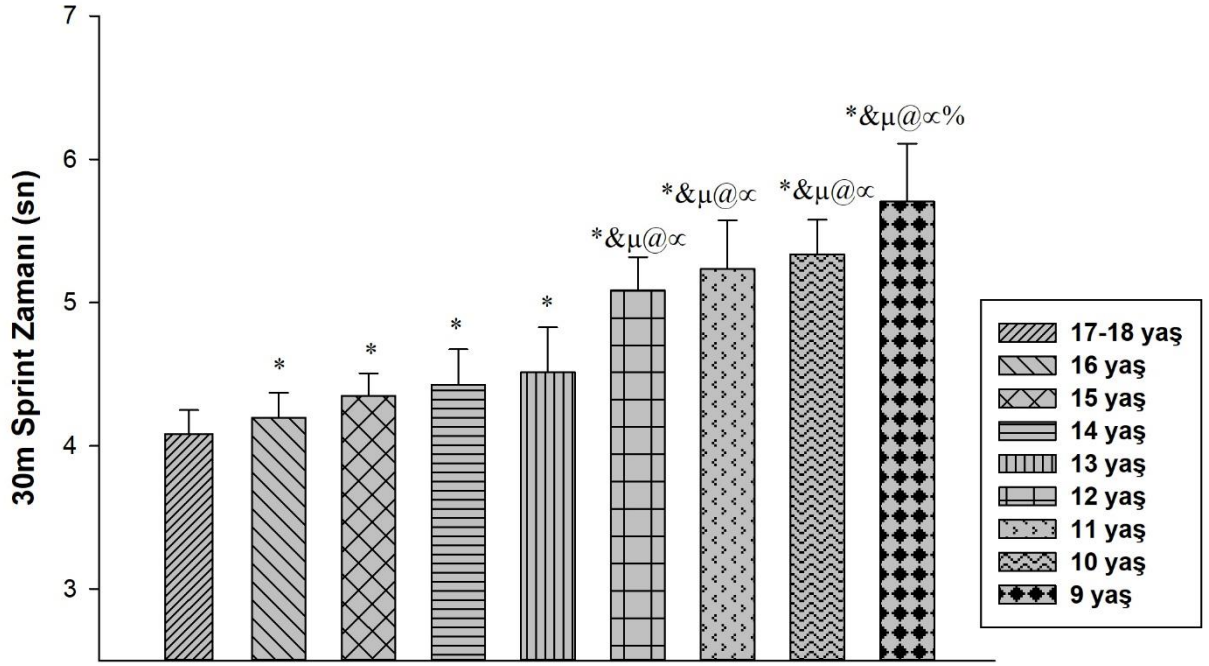
yandan 17 yaş grubunun diğer gruplardan istatistiksel olarak daha yüksek olduğu görülmüştür ($p < 0.01$) (Şekil 4.2). 16 yaş grubunun 14, 13, 12, 11, 10 ve 9 yaş gruplarına göre anlamlı olarak yüksek olduğu tespit edilmiştir ($p < 0.01$). 15, 14 ve 13 yaş gruplarının durarak uzun atlama performansının 12, 11, 10 ve 9 yaş gruplarından anlamlı olarak daha yüksek olduğu tespit edilmiştir ($p < 0.01$). Durarak uzun atlama performansının, 12 yaş grubunda 11, 10 ve 9 yaş gruplarından istatistiksel olarak daha yüksek olduğu, 11 yaş grubunda ise 9 yaş grubundan anlamlı olarak yüksek olduğu bulunmuştur ($p < 0.001$).



Şekil 4-2 Durarak uzun atlama değerlerinin kronolojik yaş gruplarına göre karşılaştırılması. * 17-18 yaşa, & 16 yaşa, μ 15 yaşa, @ 14 yaşa, ∞ 13 yaşa, % 12 yaşa ve £ 11 yaşa göre istatistiksel anlamlı farklılığı ifade eder ($p < 0.05$).

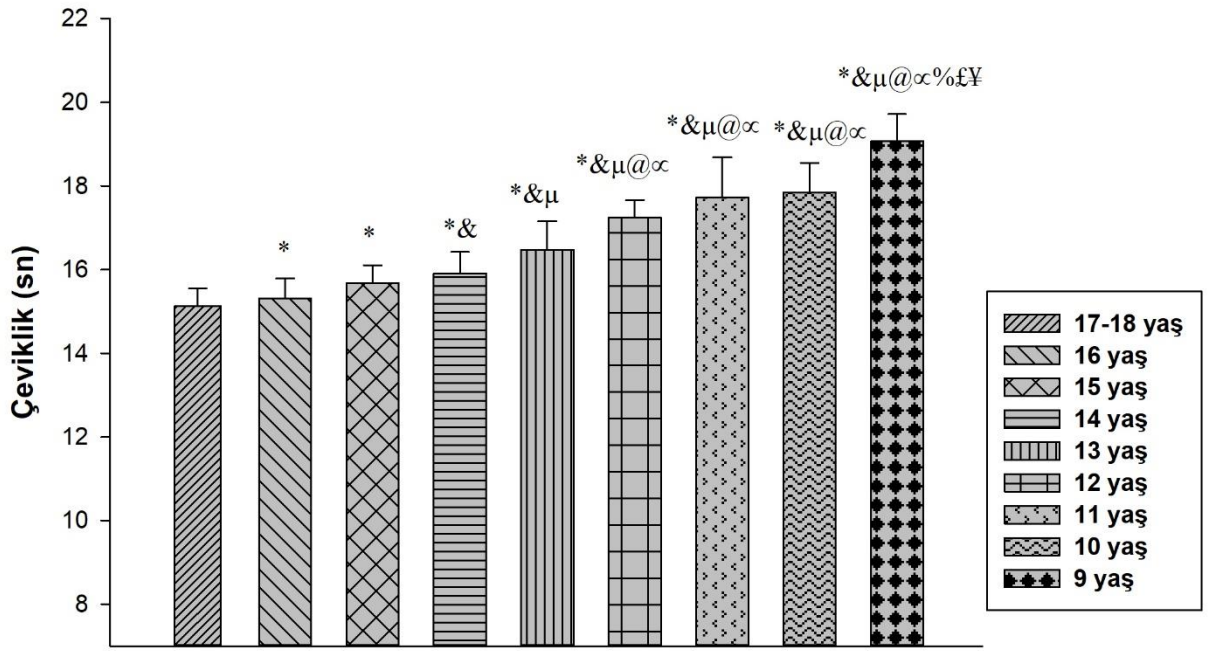
30 m sprint performansının gruplar arası karşılaştırılması yapıldığında, 17 yaş grubunun sprint performansının diğer gruplardan istatistiksel olarak daha yüksek olduğu bulunmuştur ($p < 0.01$) (Şekil 4.3). 30 m sprint performansının 16, 15, 14 ve 13 yaş grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olmadığı ($p > 0.05$), öte yandan bu grupların sprint performansının 12, 11, 10 ve 9 yaş gruplarına göre anlamlı olarak yüksek

olduğu görülmüştür ($p < 0.01$). 12 yaş grubu sprint performansının 9 yaş grubundan anlamlı olarak yüksek olduğu bulunmuştur ($p < 0.05$).



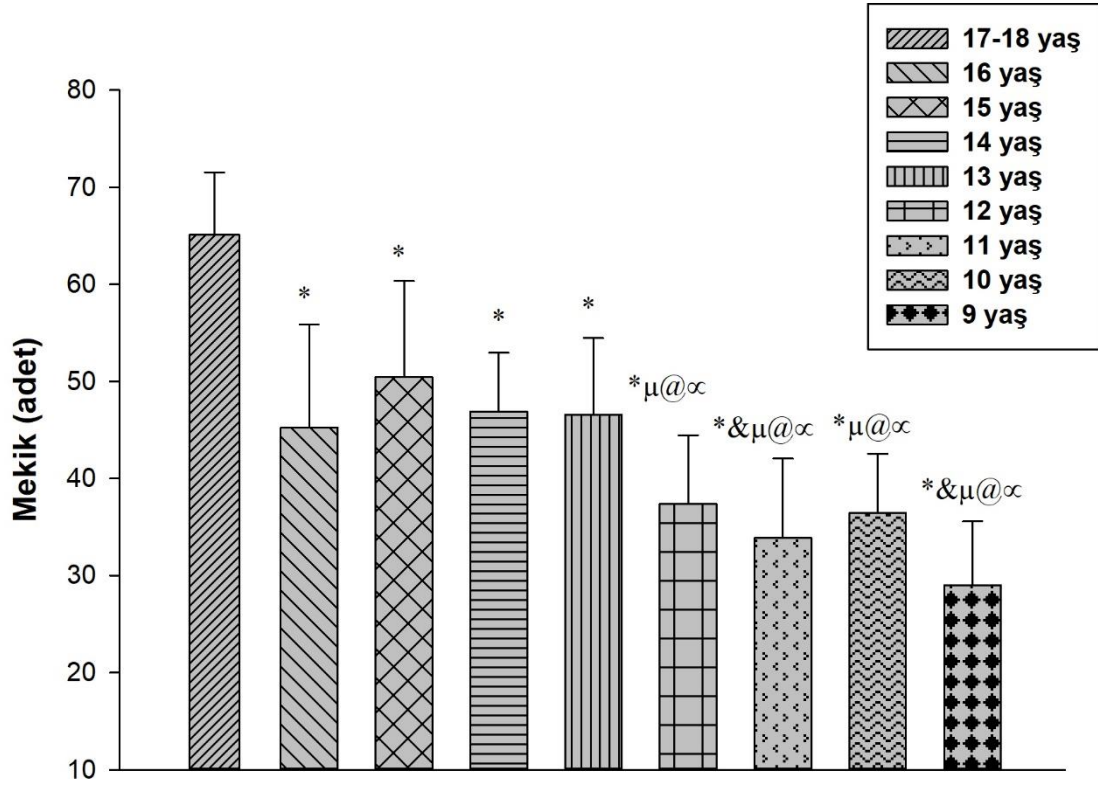
Şekil 4-3 30 m sprint zamanlarının kronolojik yaş gruplarına göre karşılaştırılması. * 17-18 yaşa, & 16 yaşa, μ 15 yaşa, @ 14 yaşa, ∞ 13 yaşa ve % 12 yaşa göre istatistiksel anlamlı farklılığı ifade eder ($p < 0.05$).

17-18 yaş grubunun çeviklik değerlerinin diğer gruplardan istatistiksel olarak daha yüksek olduğu tespit edilmiştir ($p < 0.05$) (Şekil 4.4). Çeviklik performansının 16 ve 15 yaş grupları arasında istatistiksel fark olmadığı ($p > 0.05$), bu iki grubun ise 13, 12, 11, 10 ve 9 yaş gruplarından anlamlı olarak daha yüksek olduğu tespit edilmiştir ($p < 0.05$). Ayrıca 16 yaş grubunun çeviklik performansının 14 yaş grubundan daha yüksek olduğu bulunmuştur ($p < 0.05$). 14 ve 13 yaş çeviklik performansları arasında istatistiksel fark olmadığı ($p > 0.05$), bu iki grubun 12, 11, 10 ve 9 yaş gruplarından anlamlı olarak daha yüksek olduğu tespit edilmiştir ($p < 0.05$). Çeviklik performansının 12, 11 ve 10 yaş grupları arasında istatistiksel fark olmadığı ($p > 0.05$), bu üç grubun 9 yaş grubuna göre anlamlı olarak daha iyi olduğu tespit edilmiştir ($p < 0.01$).



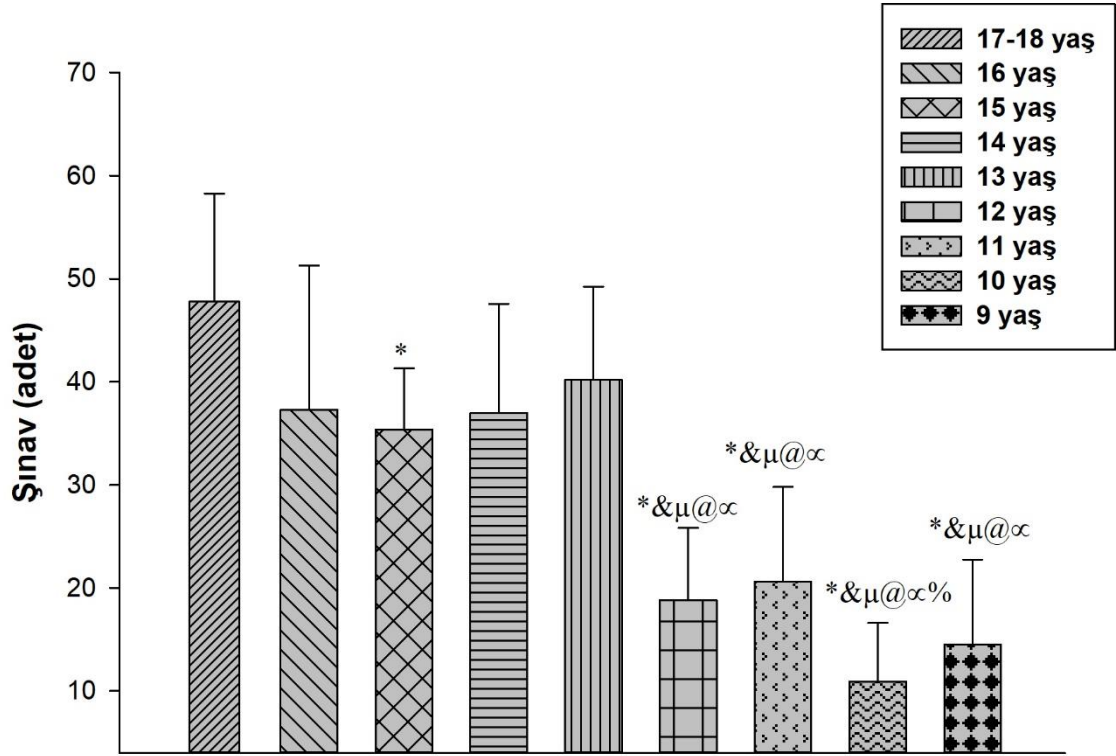
Şekil 4-4 Çeviklik (sn) değerlerinin kronolojik yaş gruplarına göre karşılaştırılması. * 17-18 yaşa, & 16 yaşa, μ 15 yaşa, @ 14 yaşa, ∞ 13 yaşa, % 12 yaşa, £ 11 yaşa ve ¥ 10 yaşa göre istatistiksel anlamlı farklılığı ifade eder ($p < 0.05$).

17 yaş grubunun, diğer gruplara göre bir dakikada istatistiksel olarak daha fazla mekik çektiği tespit edilmiştir ($p < 0.05$) (Şekil 4.5). 16 yaş grubunun, 11 ve 9 yaş gruplarına göre istatistiksel olarak daha fazla mekik çektiği bulunmuştur ($p < 0.01$). Öte yandan 16 yaş grubu ile 15, 14, 13, 12, 11 ve 10 grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı ($p > 0.05$). Mekik çekme performansı 15, 14 ve 13 yaş grupları arasında istatistiksel olarak fark bulunmazken ($p > 0.05$), bu üç grubun 12, 11, 10 ve 9 yaş gruplarına göre anlamlı olarak daha fazla mekik çektiği tespit edilmiştir ($p < 0.05$).



Şekil 4-5 Bir dakikada mekik çekme sayısının kronolojik yaş gruplarına göre karşılaştırılması. * 17-18 yaşa, & 16 yaşa, μ 15 yaşa, @ 14 yaşa ve ∞ 13 yaşa göre istatistiksel anlamlı farklılığı ifade eder ($p < 0.05$).

17 yaş grubunun, 15, 14, 13, 12, 11, 10 ve 9 yaş gruplarına göre bir dakikada istatistiksel olarak daha fazla şınav çektiği tespit edilmiştir ($p < 0.05$) (Şekil 4.6). 16, 15, 14 ve 13 yaş grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmazken ($p > 0.05$), bu dört grubun 12, 11, 10 ve 9 yaş gruplarına göre istatistiksel olarak daha fazla şınav çektiği tespit edilmiştir ($p < 0.05$). 11 yaş grubunun, 10 yaş grubuna göre istatistiksel olarak daha fazla şınav çektiği bulunmuştur ($p < 0.05$).



Şekil 4-6 Bir dakikada şınav çekme sayısının kronolojik yaş gruplarına göre karşılaştırılması. * 17-18 yaşa, & 16 yaşa, µ 15 yaşa, @ 14 yaşa, ∞ 13 yaşa ve % 12 yaşa göre istatistiksel anlamlı farklılığı ifade eder ($p < 0.05$).

Yo-Yo aralıklı toparlanma seviye 1 testi ile ölçülen değişkenlerin değerleri kronolojik yaş gruplarına göre Çizelge 4.4.'de sunulmuştur. Yo-Yo testi ile kat edilen mesafe ve VO_{2max} değerlerinin, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 ve 17 yaşındaki futbolcu sporcular arasında istatistiksel karşılaştırılması yapılmıştır (Çizelge 4.4).

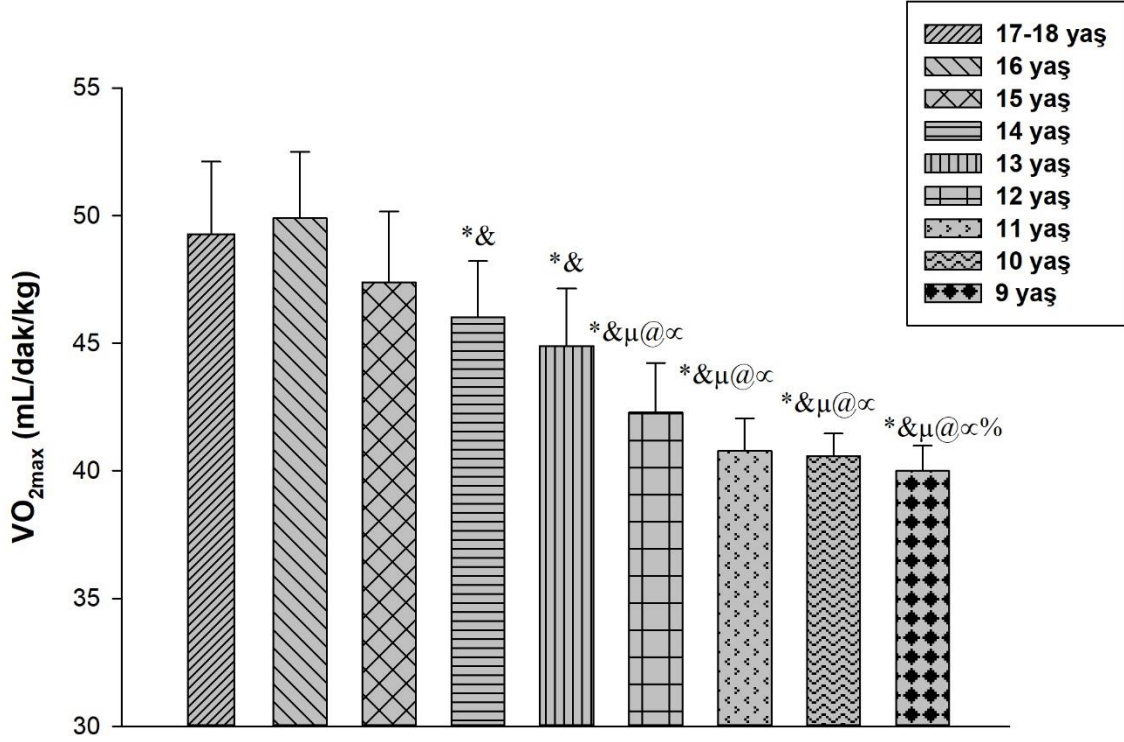
Çizelge 4-4 Yo-Yo aralıklı toparlanma seviye 1 Testi (Yo-Yo IR1 Test) sonuçlarının kronolojik yaş gruplarına göre karşılaştırılması (Ortalama $\pm$ standart sapma)

	Yo-Yo Testi Maksimal Oksijen Tüketimi (VO _{2max} ; ml/dak/kg)	Yo-Yo Testi Kat Edilen Mesafe (m)
17 yaş n= 14	49,2 $\pm$ 2,8	1531,4 $\pm$ 339,2
16 yaş n= 16	49,9 $\pm$ 2,5	1607,5 $\pm$ 309,5
15 yaş n= 14	47,3 $\pm$ 2,7	1334,2 $\pm$ 314,4
14 yaş n= 21	46,0 $\pm$ 2,1* ^{&}	1148,5 $\pm$ 261,1* ^{&}
13 yaş n= 14	44,8 $\pm$ 2,2* ^{&}	1011,4 $\pm$ 267,3* ^{&}
12 yaş n= 17	42,2 $\pm$ 1,9* ^{&} ^{μβα}	701,1 $\pm$ 230,7* ^{&} ^{μβα}
11 yaş n= 16	40,7 $\pm$ 1,2* ^{&} ^{μβα}	520,0 $\pm$ 153,8* ^{&} ^{μβα}
10 yaş n= 12	40,5 $\pm$ 0,8* ^{&} ^{μβα}	496,6 $\pm$ 105,7* ^{&} ^{μβα}
9 yaş n= 10	39,9 $\pm$ 0,9* ^{&} ^{μβαθ}	428,0 $\pm$ 117,8* ^{&} ^{μβαθ}

* 17 yaşa göre istatistiksel anlamlı farklılığı ifade eder ($p < 0.05$). [&] 16 yaşa göre istatistiksel anlamlı farklılığı ifade eder ($p < 0.05$). ^μ 15 yaşa göre istatistiksel anlamlı farklılığı ifade eder ($p < 0.05$). ^β 14 yaşa göre istatistiksel anlamlı farklılığı ifade eder ($p < 0.05$). ^α 13 yaşa göre istatistiksel anlamlı farklılığı ifade eder ($p < 0.05$). ^θ 12 yaşa göre istatistiksel anlamlı farklılığı ifade eder ($p < 0.01$).

Yo-Yo testi ile ölçülen kat edilen mesafe ve VO_{2max} değerlerinin gruplar arası karşılaştırılması yapıldığında, 17, 16 ve 15 yaş grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı bulunmuştur ($p > 0.05$) (Şekil 4.7). 17 ve 16 yaş gruplarının kat edilen mesafe ve VO_{2max} değerlerinin, 14, 13, 12, 11, 10 ve 9 yaş gruplarından istatistiksel olarak daha yüksek olduğu tespit edilmiştir ($p < 0.01$). 15, 14 ve 13 yaş gruplarının

aerobik kapasiteleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmazken ($p > 0.05$), bu üç grubun kat edilen mesafe ve VO_{2max} değerlerinin 12, 11, 10 ve 9 yaş gruplarına göre anlamlı olarak daha yüksek olduğu tespit edilmiştir ($p < 0.05$). 12 yaş grubunun aerobik kapasitesinin, 9 yaş grubuna göre istatistiksel olarak daha yüksek olduğu bulunmuştur ($p < 0.05$).



Şekil 4-7 Yo-Yo testi maksimal oksijen tüketimi (VO_{2max} ; mL/dak/kg) değerlerinin kronolojik yaş gruplarına göre karşılaştırılması. * 17-18 yaşa, & 16 yaşa, μ 15 yaşa, @ 14 yaşa, ∞ 13 yaşa ve % 12 yaşa göre istatistiksel anlamlı farklılığı ifade eder ($p < 0.05$).

4.2. Ölçülen Değişkenlerin Pik Uzama Hızlarına Göre Karşılaştırılması

Durarak uzun atlama, 30 m sprint, çeviklik, mekik, şınav ve Yo-Yo testleri sırasında ölçülen değişkenlerin pik uzama hızlarına göre değerleri ve gruplar arası karşılaştırılması Çizelge 4.5’de sunulmuştur.

Çizelge 4-5 Durarak uzun atlama, 30 m sprint, çeviklik, mekik, şınav ve Yo-Yo test sonuçlarının pik uzama hızlarına göre karşılaştırılması (Ortalama $\pm$ standart sapma).

	Pik Uzama Hızı Sonrası (n= 51)	Pik Uzama Hızı Sırasında (n= 32)	Pik Uzama Hızı Öncesi(n= 51)
Durarak Uzun Atlama (m)	2,2 $\pm$ 0,1	2,06 $\pm$ 0,1*	1,6 $\pm$ 0,2*&
30 m Sprint (sn)	4,23 $\pm$ 0,21	4,53 $\pm$ 0,33*	5,32 $\pm$ 0,35*&
Çeviklik (sn)	15,43 $\pm$ 0,51	16,32 $\pm$ 0,70*	17,90 $\pm$ 0,93*&
Mekik	52,7 $\pm$ 11,7	44,7 $\pm$ 8,02*	34,5 $\pm$ 7,3*&
Şınav	39,7 $\pm$ 11,5	36,3 $\pm$ 11,2	16,3 $\pm$ 8,2*&
VO _{2max} (ml/dak/kg)	48,4 $\pm$ 3,006	45,1 $\pm$ 2,6*	40,9 $\pm$ 1,3*&
Yo-Yo Testi Kat Edilen Mesafe (m)	1438,4 $\pm$ 354,1	1051,2 $\pm$ 316,1*	541,1 $\pm$ 165,9*&

* Pik uzama hızı sonrasına göre istatistiksel anlamlı farklılığı ifade eder ($p < 0.01$). & Pik uzama hızı sırasında olanlara göre istatistiksel anlamlı farklılığı ifade eder ($p < 0.01$). VO_{2max}; Maksimal oksijen tüketimi.

Pik uzama hızı sonrasında olan futbolcuların durarak uzun atlama, 30 m sprint, çeviklik, mekik ve şınav çekme performanslarının diğer iki gruba göre istatistiksel olarak daha yüksek olduğu tespit edilmiştir ($p < 0.01$). Benzer şekilde Yo-Yo testi ile ölçülen kat edilen mesafe ve VO_{2max} değerlerinin pik uzama hızı sonrasında olan grupta, diğer iki gruptan istatistiksel olarak daha yüksek olduğu bulunmuştur ($p < 0.01$). Pik uzama hızı sırasında olan futbolcuların durarak uzun atlama, 30 m sprint, çeviklik, mekik, şınav ve Yo-Yo testi performanslarının, pik uzama hızı öncesinde olan futbolculara göre istatistiksel olarak daha yüksek olduğu görülmüştür ($p < 0.01$).

4.3. Kronolojik Yaş ve Pik Uzama Hızı Yaş Farkı ile Ölçülen Değişkenlerin İlişkisi

Araştırmaya katılan tüm futbolcuların kronolojik yaş ve pik uzama hızı yaş farkı ile durarak uzun atlama, 30 m sprint, çeviklik, mekik, şınav ve Yo-Yo testlerinde ölçülen değişkenler arasında korelasyon katsayı değerleri Çizelge 4.6.'da sunulmuştur. Yapılan

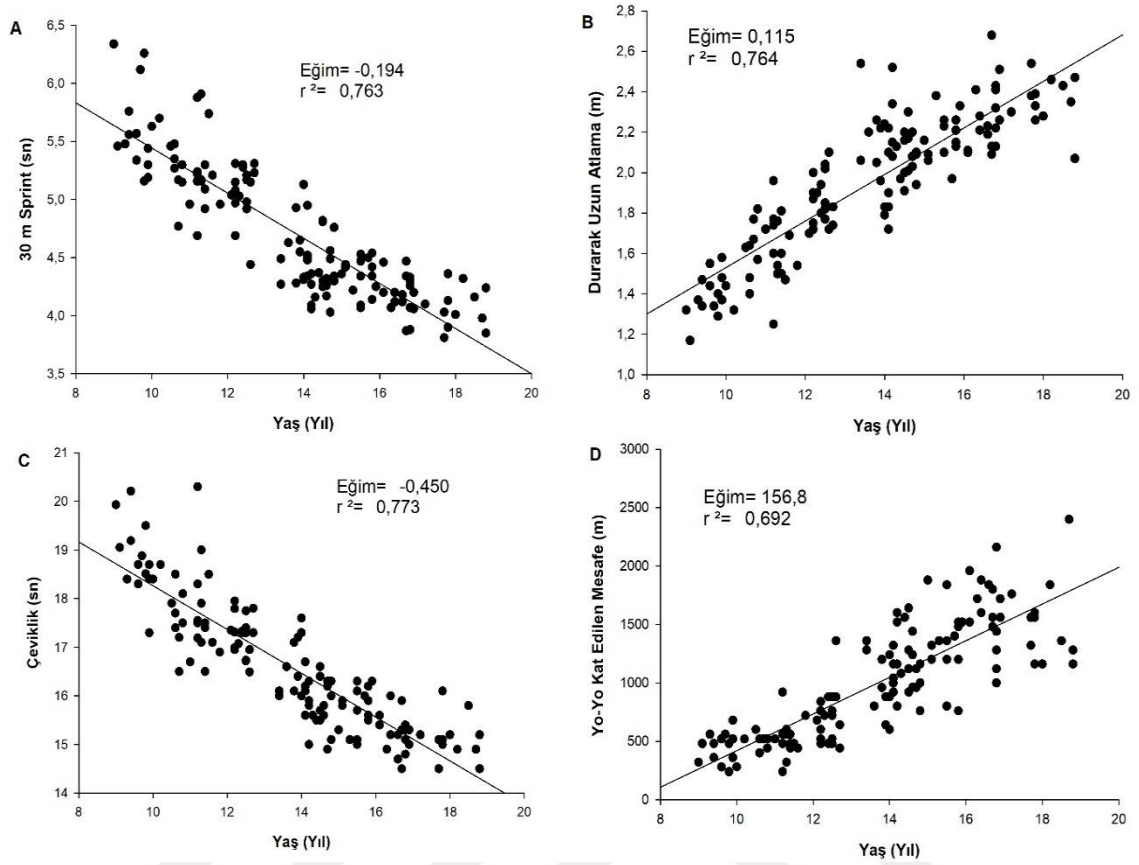
korelasyon analizleri sonucunda kronolojik yaş ile durarak uzun atlama, Yo-Yo testi kat edilen mesafe, VO_{2max} değerleri, şınav ve mekik çekme performansı arasında çok yüksek düzeyde pozitif yönde anlamlı bir ilişki bulundu ($p < 0.001$) (Şekil 4.8.). Kronolojik yaş ile çeviklik ve 30 m sprint zamanı arasında yüksek düzeyde negatif yönde anlamlı bir ilişki olduğu tespit edildi ($p < 0.001$)

Benzer şekilde 134 futbolcunun pik uzama hızı yaş farkları ile durarak uzun atlama, Yo-Yo testi kat edilen mesafe, VO_{2max} değerleri, şınav çekme performansı arasında çok yüksek düzeyde pozitif yönde anlamlı bir ilişki olduğu bulundu ($p < 0.001$) (Şekil 4.9.). Pik uzama hızı yaş farkları ile mekik çekme performansı arasında ise yüksek düzeyde pozitif yönde anlamlı bir ilişki bulundu ($p < 0.001$). Pik uzama hızı yaş farkları ile çeviklik ve 30 m sprint zamanı arasında yüksek düzeyde negatif yönde anlamlı bir ilişki olduğu tespit edildi ($p < 0.001$)

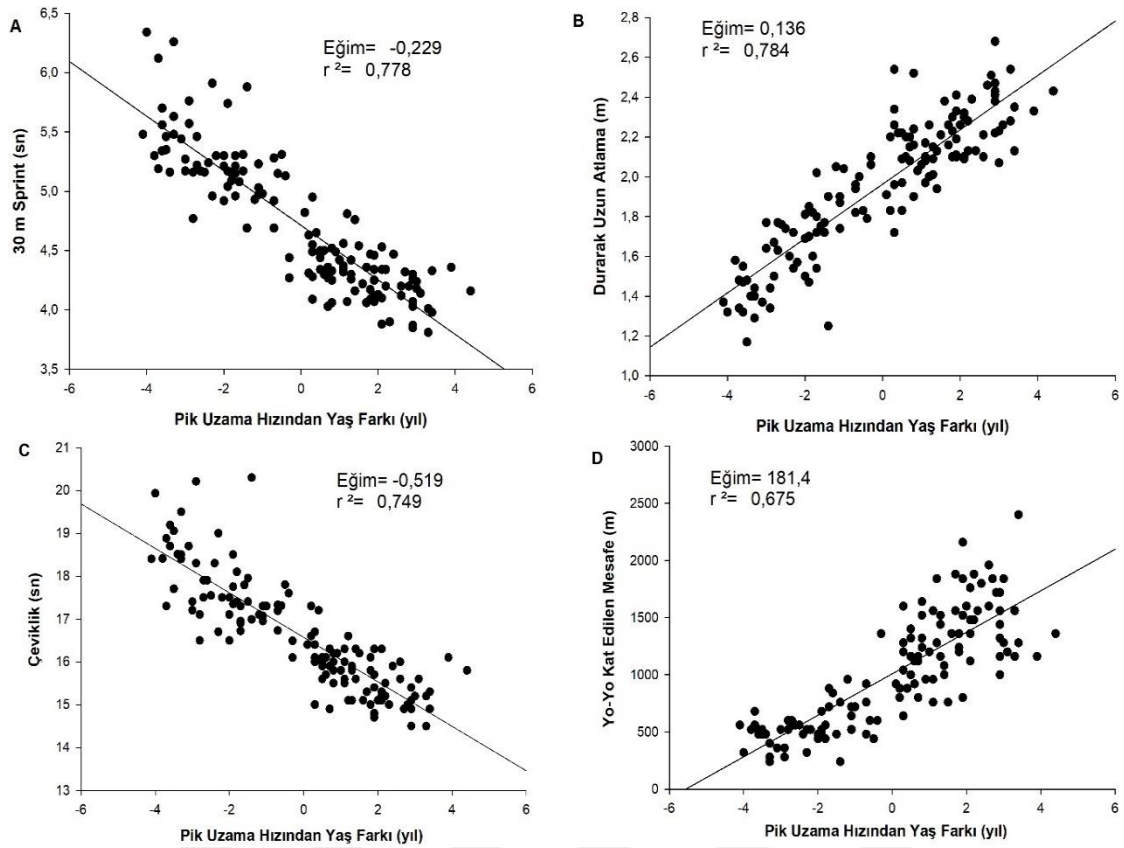
Çizelge 4-6 Kronolojik yaş ve pik uzama hızı yaş farkı ile durarak uzun atlama, 30 m sprint, çeviklik, mekik, şınav ve Yo-Yo testlerinde ölçülen değişkenler arasında korelasyon katsayı (r) ve p değerleri

n= 134	Kronolojik Yaş		Pik Uzama Hızı Yaş Farkı	
	r	p	r	p
Durarak Uzun Atlama	0,874**	0,000	0,886**	0,000
30 m Sprint	-0,874**	0,000	-0,883**	0,000
Çeviklik	-0,880**	0,000	-0,866**	0,000
Mekik Sayısı	0,707**	0,000	0,671**	0,000
Şınav Sayısı	0,723**	0,000	0,717**	0,000
VO_{2max}	0,830**	0,000	0,818**	0,000
Yo-Yo Mesafe	0,832**	0,000	0,822**	0,000

** $p < 0.000$ istatistiksel olarak anlamlılığı ifade etmektedir. VO_{2max} ; Maksimal oksijen tüketimi.



Şekil 4-8 Kronolojik yaş ile A. 30 m sprint zamanı, B. durarak uzun atlama, C. Çeviklik ve D. Yo-yo testi kat edilen mesafe arasındaki ilişki.



Şekil 4-9 Pik uzama hızı yaş farkı ile A. 30 m sprint zamanı, B. durarak uzun atlama, C. Çeviklik ve D. Yo-yo testi kat edilen mesafe arasındaki ilişki.

4.4. Ölçülen Değişkenlerin Birbirleriyle İlişkisi

Araştırmaya katılan tüm futbolcuların, durarak uzun atlama, 30 m sprint, çeviklik, mekik, şınav ve Yo-yo testlerinde ölçülen değişkenler arasındaki korelasyon katsayı değerleri Çizelge 4.7.'de sunulmuştur. 134 futbolcunun verilerinin analizleri sonucunda durarak uzun atlama performansı ile 30 m sprint ve çeviklik performansı arasında sırasıyla mükemmel ve çok yüksek düzeyde negatif yönde anlamlı bir ilişki bulundu ($p < 0.001$). Durarak uzun atlama performansı ile Yo-Yo testi kat edilen mesafe ve VO_{2max} değerleri arasında çok yüksek düzeyde pozitif yönde korelasyon olduğu bulundu ($p < 0.001$). Durarak uzun atlama performansı ile mekik çekme performansı arasında yüksek düzeyde ($p < 0.001$), şınav çekme performansı arasında ise çok yüksek düzeyde pozitif korelasyon olduğu tespit edildi ($p < 0.001$). 30 m sprint zamanı ile çeviklik testi değerleri arasında mükemmel düzeyde pozitif yönde korelasyon olduğu tespit edildi ($p < 0.001$). Sprint zamanı ile mekik değerleri arasında yüksek düzeyde, şınav değerleri, Yo-Yo testi

kat edilen mesafe ve VO_{2max} değerleri arasında çok yüksek düzeyde negatif yönde korelasyon olduğu tespit edildi ($p < 0.001$). Çeviklik testi değerleri ile Yo-Yo testi kat edilen mesafe ve VO_{2max} değerleri arasında çok yüksek düzeyde negatif yönde korelasyon olduğu tespit edildi ($p < 0.001$). Çeviklik testi değerleri ile mekik çekme değerleri arasında yüksek düzeyde ve şınav çekme değerleri arasında ise çok düzeyde negatif yönde anlamlı bir ilişki bulundu ($p < 0.001$). Mekik çekme performansı ile şınav çekme performansı, Yo-Yo testi kat edilen mesafe ve VO_{2max} değerleri arasında ise yüksek düzeyde pozitif korelasyon olduğu görüldü ($p < 0.001$). Şınav çekme performansı ile Yo-Yo testi kat edilen mesafe ve VO_{2max} değerleri arasında çok yüksek düzeyde pozitif korelasyon bulundu ($p < 0.001$).

Çizelge 4-7 Bütün futbolcuların durarak uzun atlama, 30 m sprint, çeviklik, mekik, şınav ve Yo-Yo testlerinde ölçülen değişkenler arasında korelasyon katsayı (r) ve p değerleri

n= 134	Durarak Uzun Atlama	30 m Sprint	Çeviklik	Mekik	Şınav	VO_{2max} x	Yo-Yo Mesafe
Durarak Uzun Atlama	1	-	-	-	-	-	-
30 m Sprint	-0,906** 0,000	1	-	-	-	-	-
Çevikli k	-0,893** 0,000	0,945** 0,000	1	-	-	-	-
Mekik	0,669** 0,000	-0,687** 0,000	-0,699** 0,000	1	-	-	-
Şınav	0,778** 0,000	-0,789** 0,000	-0,755** 0,000	0,674** 0,000	1	-	-
VO_{2max}	0,795** 0,000	-0,826** 0,000	-0,831** 0,000	0,640** 0,000	0,713** 0,000	1	-
Yo-Yo Mesafe	0,797** 0,000	-0,830** 0,000	-0,834** 0,000	0,642** 0,000	0,715** 0,000		1

** p < 0.000 istatistiksel olarak anlamlılığı ifade etmektedir. VO_{2max} ; Maksimal oksijen tüketimi.

4.5. Pik Uzama Hızlarına Göre Ölçülen Değişkenlerin İlişkisi

Pik uzama hızı sonrasında, sırasında ve öncesinde olan gruplarda durarak uzun atlama, 30 m sprint, çeviklik, mekik, şnav ve Yoyo testlerinde ölçülen değişkenler arasındaki korelasyon katsayı değerleri sırasıyla Çizelge 4.8., 4.9. ve 4.10.'da sunulmuştur.

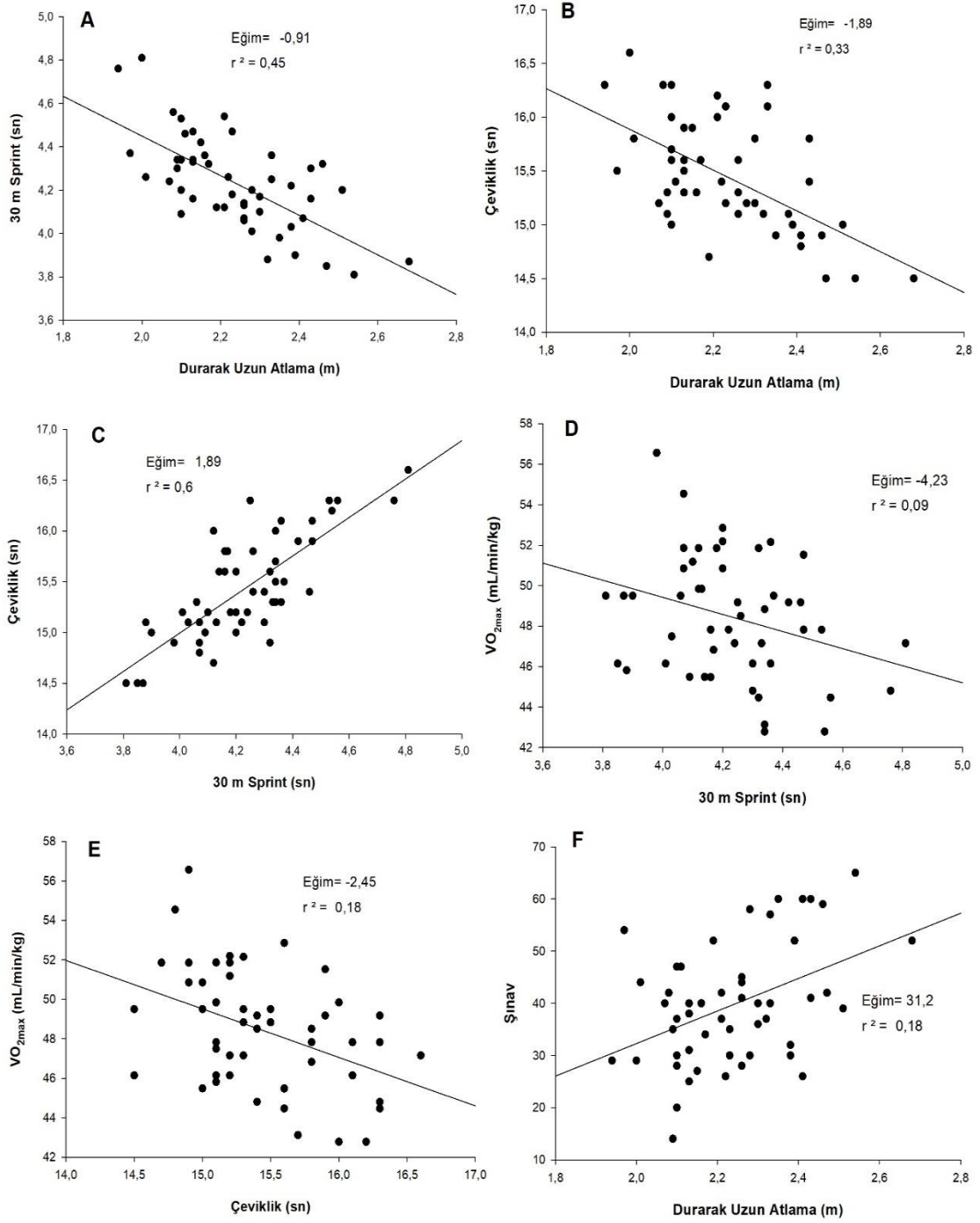
Çizelge 4-8 Pik uzama hızı sonrasında olan grupta durarak uzun atlama, 30 m sprint, çeviklik, mekik, şnav ve Yo-Yo testlerinde ölçülen değişkenler arasında korelasyon katsayı (r) ve p değerleri

	Durarak					VO _{2ma}	Yo-Yo
n= 51	Uzun	30 m Sprint	Çeviklik	Mekik	Şnav	x	Mesafe
	Atlama						
Durarak	1	-	-	-	-	-	-
Uzun							
Atlama							
30 m	-0,677**	1	-	-	-	-	-
Sprint	0,000						
Çevikli	-0,579**	0,781**	1	-	-	-	-
k	0,000	0,000					
Mekik	0,292*	-0,399**	-0,366**	1	-	-	-
	0,037	0,004	0,008				
Şnav	0,429**	-0,397**	-0,391**	0,505*	1	-	-
	0,002	0,004	0,005	0,000			
VO _{2max}	0,271	-0,301*	-0,424**	0,178	0,206	1	-
	0,054	0,032	0,002	0,212	0,148		
Yo-Yo	0,269	-0,312*	-0,433**	0,180	0,205	0,998**	1
Mesafe	0,056	0,026	0,002	0,205	0,148	0,000	

** p < 0.01, * p < 0.05 istatistiksel olarak anlamlılığı ifade etmektedir. VO_{2max}; Maksimal oksijen tüketimi.

Pik uzama hızı sonrasında olan grupta yapılan korelasyon analizleri sonucunda, durarak uzun atlama performansı ile çeviklik ve 30 m sprint zamanı arasında yüksek

düzeyde negatif yönde anlamlı bir ilişki bulundu ($p < 0.001$) (Şekil 4.10. A ve B). Durarak uzun atlama performansı ile mekik çekme performansı arasında zayıf düzeyde ($p < 0.05$), şınav çekme performansı arasında ise orta düzeyde pozitif korelasyon olduğu tespit edildi ($p < 0.01$). Durarak uzun atlama performansı ile Yo-Yo testi kat edilen mesafe ve VO_{2max} değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olmadığı görülmüştür ($p > 0.05$). 30 m sprint zamanı ile çeviklik testi değerleri arasında çok yüksek düzeyde korelasyon olduğu tespit edildi ($p < 0.001$) (Şekil 4.10. C). Sprint zamanı ile mekik, şınav, Yo-Yo testi kat edilen mesafe ve VO_{2max} değerleri arasında orta düzeyde negatif yönde anlamlı bir ilişki bulundu ($p < 0.05$) (Şekil 4.10. D). Çeviklik testi (saniye cinsinden) değerleri ile mekik ve şınav çekme değerleri arasında orta düzeyde negatif yönde anlamlı bir ilişki bulundu ($p < 0.05$). Çeviklik testi değerleri ile Yo-Yo testi kat edilen mesafe ve VO_{2max} değerleri arasında orta düzeyde negatif yönde korelasyon olduğu tespit edildi ($p < 0.01$) (Şekil 4.10. E). Pik uzama hızı sonrasında olan grupta mekik çekme performansı ile şınav çekme performansı arasında yüksek düzeyde pozitif korelasyon olduğu görüldü ($p < 0.001$).



Şekil 4-10 Pik uzama hızı sonrasında olan grupta A. 30 m sprint zamanı ile durarak uzun atlama arasındaki ilişki. B. Çeviklik ile durarak uzun atlama arasındaki ilişki. C. 30 m sprint zamanı ile çeviklik arasındaki ilişki. D. VO_{2max} ile 30 m sprint zamanı arasındaki ilişki. E. VO_{2max} ile çeviklik arasındaki ilişki. F. Şınav ile durarak uzun atlama arasındaki ilişki.

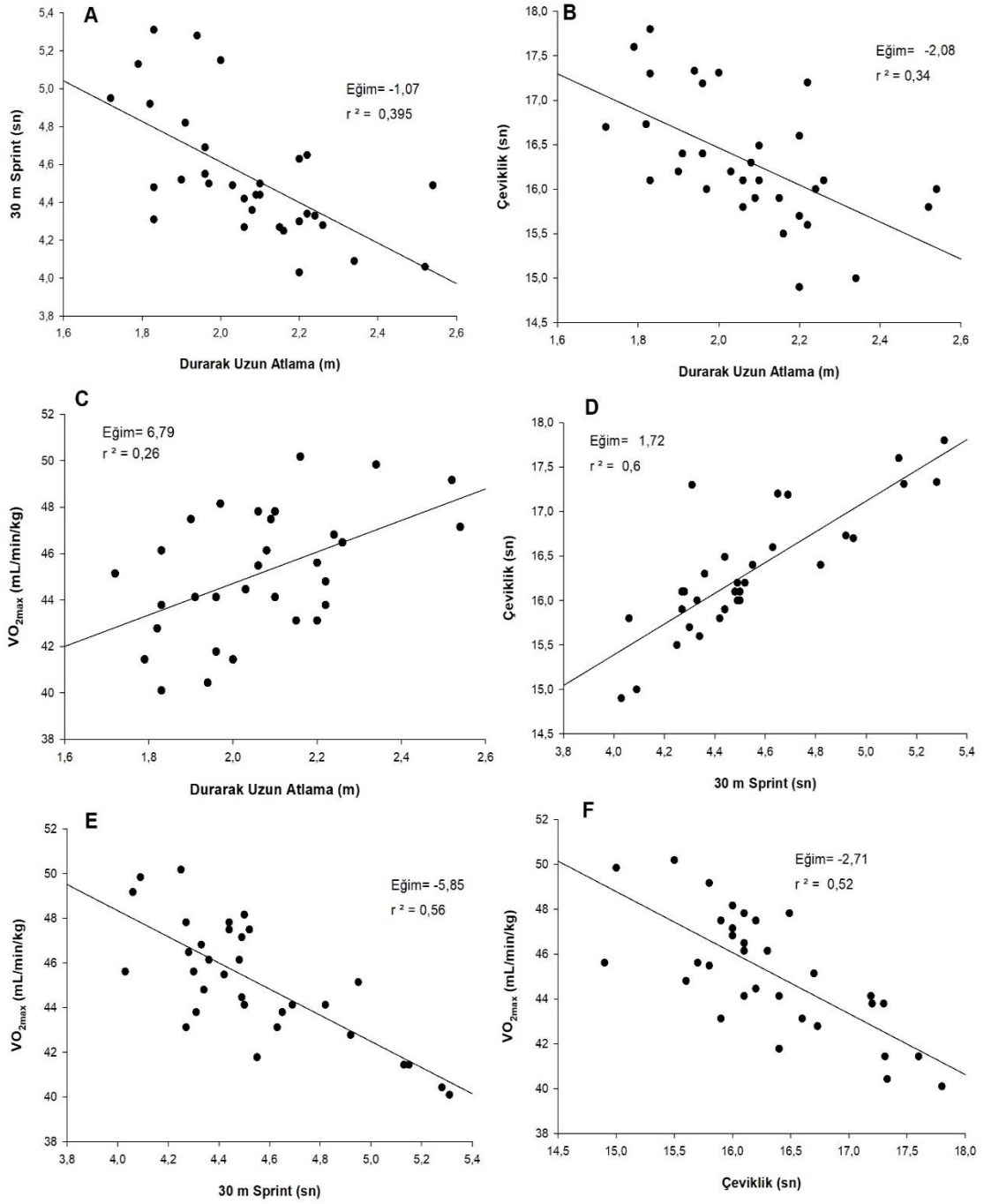
Pik uzama hızı sırasında olan grupta, durarak uzun atlama performansı ile çeviklik testi (saniye cinsinden) değerleri ve 30 m sprint zamanı arasında yüksek düzeyde negatif

yönde anlamlı bir ilişki olduğu bulundu ($p < 0.001$) (Tablo 4.9., Şekil 4.11.). Durarak uzun atlama performansı ile mekik çekme performansı arasında orta düzeyde ($p < 0.05$), şınav çekme performansı arasında ise yüksek düzeyde pozitif korelasyon olduğu tespit edildi ($p < 0.01$). Durarak uzun atlama performansı ile Yo-Yo testi kat edilen mesafe ve VO_{2max} değerleri arasında yüksek düzeyde pozitif yönde korelasyon olduğu bulundu ($p < 0.01$). 30 m sprint zamanı ile çeviklik testi değerleri arasında çok yüksek düzeyde pozitif yönde korelasyon olduğu tespit edildi ($p < 0.001$) (Şekil 4.11. D). Sprint zamanı ile mekik değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmazken ($p > 0.05$), şınav değerleri, Yo-Yo testi kat edilen mesafe ve VO_{2max} değerleri arasında yüksek düzeyde negatif yönde korelasyon olduğu tespit edildi ($p < 0.001$). Çeviklik testi değerleri ile mekik çekme değerleri arasında orta düzeyde ($p < 0.05$) ve şınav çekme değerleri arasında ise yüksek düzeyde negatif yönde anlamlı bir ilişki bulundu ($p < 0.01$). Çeviklik testi değerleri ile Yo-Yo testi kat edilen mesafe ve VO_{2max} değerleri arasında çok yüksek düzeyde negatif yönde korelasyon olduğu tespit edildi ($p < 0.001$). Pik uzama hızı sırasında olan grupta mekik çekme performansı ile şınav çekme performansı arasında yüksek düzeyde, Yo-Yo testi kat edilen mesafe ve VO_{2max} değerleri arasında ise orta düzeyde pozitif korelasyon olduğu görüldü ($p < 0.01$). Şınav çekme performansı ile Yo-Yo testi kat edilen mesafe ve VO_{2max} değerleri arasında yüksek düzeyde pozitif korelasyon bulundu ($p < 0.001$).

Çizelge 4-9 Pik uzama hızı sırasında olan grupta durarak uzun atlama, 30 m sprint, çeviklik, mekik, şınav ve Yo-Yo testlerinde ölçülen değişkenler arasında korelasyon katsayı (r) ve p değerleri

n= 32	Durarak Uzun Atlama	30 m Sprint	Çeviklik	Mekik	Şınav	VO _{2ma} x	Yo-Yo Mesafe
Durarak	1	-	-	-	-	-	-
Uzun Atlama							
30 m Sprint	-0,644** 0,000	1	-	-	-	-	-
Çevikli k	-0,584** 0,000	0,817** 0,000	1	-	-	-	-
Mekik	0,406* 0,021	-0,272 0,131	-0,441* 0,011	1	-	-	-
Şınav	0,585** 0,000	-0,634** 0,000	-0,502** 0,003	0,596** 0,000	1	-	-
VO _{2max}	0,510** 0,003	-0,676** 0,000	-0,727** 0,000	0,453** 0,009	0,628** 0,000	1	-
Yo-Yo Mesafe	0,510** 0,003	-0,669** 0,000	-0,740** 0,000	0,458** 0,008	0,627** 0,000	0,998** 0,000	1

** p < 0.01, * p < 0.05 istatistiksel olarak anlamlılığı ifade etmektedir. VO_{2max}; Maksimal oksijen tüketimi.



Şekil 4-11 Pik uzama hızı sırasında olan grupta A. 30 m sprint zamanı ile durarak uzun atlama arasındaki ilişki. B. Çeviklik ile durarak uzun atlama arasındaki ilişki. C. VO_{2max} ile durarak uzun atlama arasındaki ilişki. D. 30 m sprint zamanı ile çeviklik arasındaki ilişki. E. VO_{2max} ile 30 m sprint zamanı arasındaki ilişki. F. VO_{2max} ile çeviklik arasındaki ilişki.

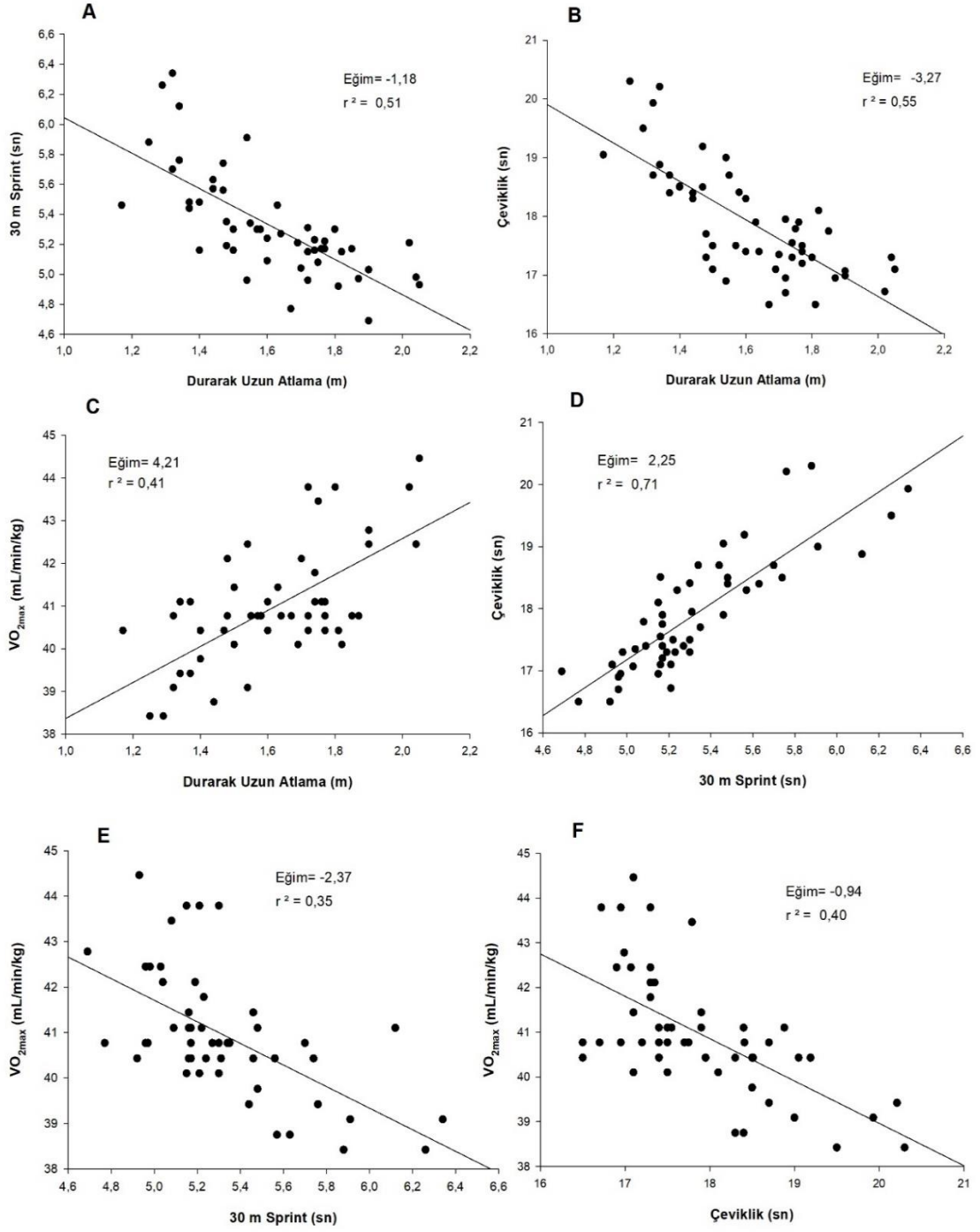
Pik uzama hızı öncesinde olan grupta, durarak uzun atlama performansı ile çeviklik testi değerleri ve 30 m sprint zamanı arasında çok yüksek düzeyde negatif yönde

anlamlı bir ilişki olduğu bulundu ($p < 0.001$) (Tablo 4.10., Şekil 4.12). Durarak uzun atlama performansı ile mekik ve şınav çekme performansı arasında orta düzeyde pozitif korelasyon olduğu tespit edildi ($p < 0.01$). Durarak uzun atlama performansı ile Yo-Yo testi kat edilen mesafe ve VO_{2max} değerleri arasında ise yüksek düzeyde pozitif yönde korelasyon olduğu görüldü ($p < 0.001$). Pik uzama hızı öncesinde olan futbolcularda 30 m sprint zamanı ile çeviklik testi değerleri arasında çok yüksek düzeyde pozitif yönde korelasyon olduğu tespit edildi ($p < 0.001$) (Şekil 4.12. D). Sprint zamanı ile mekik değerleri arasında orta düzeyde negatif yönde ilişki bulunurken ($p < 0.05$), şınav değerleri, Yo-Yo testi kat edilen mesafe ve VO_{2max} değerleri arasında yüksek düzeyde negatif yönde korelasyon olduğu tespit edildi ($p < 0.001$). Çeviklik testi değerleri ile mekik ve şınav değerleri arasında orta düzeyde negatif yönde ilişki bulunurken ($p < 0.001$), Yo-Yo testi kat edilen mesafe ve VO_{2max} değerleri arasında yüksek düzeyde negatif yönde korelasyon olduğu tespit edildi ($p < 0.001$). Pik uzama hızı öncesi grupta mekik çekme performansı ile şınav çekme performansı arasında anlamlı ilişki bulunmazken ($p > 0.05$), Yo-Yo testi kat edilen mesafe ve VO_{2max} değerleri arasında zayıf düzeyde pozitif korelasyon olduğu görüldü ($p < 0.05$). Şınav çekme performansı ile Yo-Yo testi kat edilen mesafe ve VO_{2max} değerleri arasında orta düzeyde pozitif korelasyon bulundu ($p < 0.01$).

Çizelge 4-10 Pik uzama hızı öncesinde olan grupta durarak uzun atlama, 30 m sprint, çeviklik, mekik, sınav ve Yo-Yo testlerinde ölçülen değişkenler arasında korelasyon katsayı (r) ve p değerleri

	Durarak					VO _{2ma}	Yo-Yo
n= 32	Uzun	30 m Sprint	Çeviklik	Mekik	Şınav	x	Mesafe
	Atlama						
Durarak	1	-	-	-	-	-	-
Uzun							
Atlama							
30 m	-0,754**	1	-	-	-	-	-
Sprint	0,000						
Çevikli	-0,734**	0,834**	1	-	-	-	-
k	0,000	0,000					
Mekik	0,363**	-0,328*	-0,458**	1	-	-	-
	0,009	0,019	0,000				
Şınav	0,463**	-0,605**	-0,464**	0,012	1	-	-
	0,001	0,000	0,000	0,931			
VO _{2max}	0,577**	-0,586**	-0,621**	0,283*	0,379**	1	-
	0,000	0,000	0,000	0,044	0,006		
Yo-Yo	0,577**	-0,586**	-0,621**	0,283*	0,379**	1,000**	1
Mesafe	0,000	0,000	0,000	0,044	0,006	0,000	

** p < 0.01, * p < 0.05 istatistiksel olarak anlamlılığı ifade etmektedir. VO_{2max}; Maksimal oksijen tüketimi.



Şekil 4-12 Pik uzama hızı öncesinde olan grupta A. 30 m sprint zamanı ile durarak uzun atlama arasındaki ilişki. B. Çeviklik ile durarak uzun atlama arasındaki ilişki. C. VO_{2max} ile durarak uzun atlama arasındaki ilişki. D. 30 m sprint zamanı ile çeviklik arasındaki ilişki. E. VO_{2max} ile 30 m sprint zamanı arasındaki ilişki. F. VO_{2max} ile çeviklik arasındaki ilişki.

5. TARTIŞMA

Sunulan araştırmada, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 ve 17 yaş gruplarındaki futbolcuların, kronolojik yaşlarının ve olgunluk durumlarının aerobik ve anaerobik performansları üzerine etkileri incelenmiştir. Aerobik dayanıklılık performansının, kronolojik yaş ile birlikte 15 yaşına kadar giderek arttığı, sonraki yaşlarda anlamlı olarak değişmediği tespit edilmiştir. Araştırma bulgularımız futbolcularda aerobik dayanıklılık kapasitesinin, olgunluk düzeylerinin pik uzama hızı sonrası döneme kadar gelişmeye devam ettiğini göstermektedir. Futbolcuların anaerobik performanslarının genel olarak, kronolojik yaş ve olgunlaşma ile birlikte sürekli bir artış gösterdiği tespit edilmiştir. Öte yandan 17 yaş grubunun sürat, çeviklik, durarak uzun atlama ve mekik çekme performansı açısından daha belirleyici bir yaş olduğu görülmüştür. Pik uzama hızı sonrasında, sırasında ve öncesinde olan futbolcuların bulundukları olgunluk evreleri içerisinde, ölçülen performans bileşenleri arasında genel olarak anlamlı ilişkiler olduğu bulunmuştur. Araştırma bulgularımızdan olgunluk düzeyi fark etmeksizin anaerobik performansı iyi olan futbolcuların, aerobik performanslarının da iyi olduğu sonucuna varılabilir.

5.1. Aerobik Performansın Kronolojik Yaş Gruplarına ve Olgunluk Durumlarına Göre İncelenmesi

Aerobik dayanıklılık performansı, bir oyuncunun hem futbol maçı performansını tahmininde hem de genç futbolcuların seçimi ve yönlendirilmesinde çok önemli bir uygunluk (fitness) bileşenini temsil eder (164, 165). Geleneksel olarak, genç futbolcuların spora özgü dayanıklılıklarını değerlendirmek için birçok egzersiz testi kullanılmaktadır. Özellikle çocuk ve genç futbolcularda, yetenek seçimi yanında atletik performans profillerinin çıkarılması için laboratuvara dayalı aerobik dayanıklılık testlerinin faydası sorgulanmaktadır (164, 166). Çocuk ve genç futbolunda laboratuvar ortamında VO_{2max} 'ı belirlemek için yapılan testlerin yerine, futbol sahasında yapılan aerobik dayanıklılık testlerinin kullanılmasının daha geçerli bir yaklaşım olabileceği önerilmektedir (164, 165).

Futbol, yüksek şiddetli aktivitelerin kısa aralıklarla düşük şiddetli aktivitelerin tekrarlanarak yapılmasını gerektiren aralıklı spor olarak tanımlanmaktadır. Son on yılda futbolcuların aralıklı dayanıklılık yeteneğini değerlendirmek için tasarlanan Yo-Yo aralıklı toparlanma seviye 1 Testi (Yo-Yo IR1), hem bilimsel araştırmalarda hem de antrenörlerin sporcu performanslarını takibinde popülerlik kazanmıştır (35). Yo-Yo IR1 testinin, çocukluktan yetişkinliğe kadar her yaş kategorisinde olan futbolcular için, futbola özgü dayanıklılık kapasitesinin değerlendirilmesinde geçerli, güvenilir ve kolay uygulanabilir bir ölçüm yöntemi olduğu gösterilmiştir (164, 167). Araştırmamıza katılan futbolcuların Yo-Yo IR1 testi koşu mesafeleri, hemen hemen her yaş grubu için literatürle benzerlik göstermektedir (164, 167). Ancak araştırma grubumuzla aynı yaş gruplarında elit düzeyde profesyonel olarak top oynayan futbolcuların Yo-Yo IR1 testi koşu mesafelerinin daha yüksek olduğu görülmektedir (12, 167, 168).

Araştırmamıza katılan futbolcuların olgunluk düzeyleri, antropometrik ölçümlerle pik uzama hızı yaşlarının tahmin edilmesine dayanan dolaylı yöntemle belirlenmiştir (163). Hesaplanan pik uzama hızı yaşı ile kronolojik yaş farkı alınarak futbolcuların olgunluk durumları, pik uzama hızı öncesi (<-1 yıl), pik uzama hızı sırasında ($\leq \pm 1$ yıl) ve pik uzama hızı sonrasında ($> +1$ yıl) olmak üzere üç kategoriye ayrıldı. Bu hesaplamalara göre 9, 10, 11 ve 12 yaş gruplarının pik uzama hızı öncesi dönemde olduğu, 13 ve 14 yaş grupları pik uzama hızı sırasında olduğu, 15, 16 ve 17 yaş gruplarının ise pik uzama hızı sonrası dönemde oldukları tespit edilmiştir. Çalışmamızda yaş gruplarına göre pik uzama hızı dönemleri literatürde futbolcular üzerinde yapılmış araştırmalarla benzerlik göstermektedir (12, 167, 168, 169). Futbolcuların Yo-Yo testi ile ölçülen kat edilen mesafe ve hesaplanan VO_{2max} değerlerinin olgunlaşma ile birlikte arttığı görülmüştür. Pik uzama hızı sonrasında olan futbolcuların Yo-Yo test performanslarının diğer iki gruptan anlamlı olarak daha yüksek olduğu, pik uzama hızı sırasında olan futbolcuların ise pik uzama hızı öncesinde olan futbolculardan istatistiksel olarak daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bizim çalışmamıza benzer şekilde Tounsi ve arkadaşları futbolcuların olgunluk düzeylerini pik uzama hızına göre üç kategoriye ayırdıkları çalışmalarında, olgunluk düzeyi yüksek olan futbolcuların Yo-Yo IR1 test performansının olgunluk düzeyi düşük olanlardan daha iyi olduğunu göstermişlerdir (12). Selmi ve arkadaşları (170) 11 ila 18 yaş arası futbolcularda aerobik dayanıklılık kapasitesini belirlemek için 20 metre mekik koşu testi yaptırdıkları çalışmalarında,

futbolcuların aerobik dayanıklılık performanslarının pik uzama hızlarına göre belirlenen her olgunluk grubunda bir önceki gruba göre daha yüksek olduğunu göstermişlerdir.

Araştırmamıza katılan 134 futbolcunun kronolojik yaşları ve pik uzama hızı yaş farkı ile Yo-Yo IR1 test sonuçları arasındaki ilişkiyi değerlendirmek için korelasyon ve regresyon analizleri yapıldı. Analizler sonucunda Yo-Yo testinde kat edilen mesafe ve hesaplanan VO_{2max} değerlerinin hem kronolojik yaş ile hem de olgunlaşma ile ilişkili olarak arttığı tespit edildi. Bu bulgulardan Adana Demir Spor alt yapısında oynayan futbolcuların aralıklı dayanıklılık performanslarının yaşa ve olgunlaşmaya bağlı olarak arttığı sonucu çıkartılabilir. Armstrong ve Welsman, 16 yaşına kadar pik $\dot{V}O_2$ 'nin yaşla birlikte korelasyonlu olarak artış gösterdiğini, 16 yaşından sonra büyüme sürecinin yavaşlaması ile birlikte pik $\dot{V}O_2$ artışının yavaşlama eğiliminde olduğunu bildirmişlerdir (171). 1057 sedanter kız ve erkek çocukta yaptıkları çalışmalarında olgunlaşmanın, pik $\dot{V}O_2$ üzerine pozitif etki sağladığını göstermişlerdir. Bu etkinin olgunlaşmanın bir sonucu olarak yağsız vücut kütleindeki artıştan kaynaklandığını bildirmişlerdir.

Yo-Yo IR1 testi ile aerobik performansın yanı sıra anaerobik performansın da değerlendirilebileceği düşünülmektedir (35, 172). Futbolcular büyüyüp, olgunlaştıkça aerobik performansın yanı sıra anaerobik performanslarının da gelişeceği (173), bu gelişime bağlı olarak da aralıklı dayanıklılık (Yo-Yo IR1) performanslarının yaşla birlikte artış göstereceği bildirilmiştir (164). Araştırmamızda Yo-Yo IR1 test performansının 9 yaş grubundan 15 yaş grubuna kadar giderek arttığı, 15, 16 ve 17 yaş grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olmadığı tespit edilmiştir. Çalışmamıza benzer bulgularla Markovic ve Mikulic 12-18 yaş aralığındaki futbolcularda yaptığı çalışmalarında, Yo-Yo IR1 test performansının yaşla birlikte giderek arttığını, bu artışın 15 ila 17 yaş aralığında anlamlı olarak değişmediğini göstermişlerdir (164). Tounsi ve arkadaşları 12-18 yaş aralığındaki elit futbolcularda yaptıkları çalışmalarında, 14 ve 18 yaş gruplarının Yo-Yo IR1 testi sırasında daha küçük yaş gruplarına göre istatistiksel olarak daha fazla mesafe kat ettiklerini bulmuşlardır (12). Bu çalışmada yaş gruplarına göre pik uzama hızı dönemleri bizim çalışmamıza benzerlik göstermektedir. Yaptıkları çalışmada en küçük yaş grubu olan 12 yaş futbolcuların henüz olgunlaşmadıkları, 13 ve 14 yaş futbolcuların pik uzama hızı sırasında olduğu, 15, 16, 17 ve 18 yaş futbolcuların ise pik uzama hızı sonrası dönemde oldukları görülmektedir (12). Araştırmamızda, pik

uzama hızı sonrası dönemde olan 15, 16 ve 17 yaş gruplarının Yo-Yo test performanslarının, daha küçük yaş gruplarından istatistiksel olarak daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Pik uzama hızı dönemi sonrasında olan futbolcuların aralıklı dayanıklılık performanslarındaki gelişimlerin, büyüme ve gelişmeden ziyade yapılan fiziksel antrenmanlara uyum yanıtları ile sağlanıyor olması muhtemeldir. Çalışmamıza katılan futbolcuların her yaş grubu için aynı spor kulübünde en az bir yıl süre ile düzenli olarak antrenman yaptığı göz önünde bulundurulmalıdır. Pik uzama hızı sonrasında aralıklı dayanıklılık performansının gelişimi için, antrenman planlamasında aerobik dayanıklılığın gelişimine daha fazla odaklanılması gerekebilir. Erkek çocuklarında olgunlaşma ile birlikte anaerobik metabolizma aerobik metabolizmaya göre daha belirgin artış göstermektedir (173). Anaerobik metabolizmadaki gelişimler, pik uzama hızı sonrası dönemde olan futbolcularda gözlenen aralıklı dayanıklılık (Yo-Yo IR1) performansındaki artışa önemli ölçüde katkıda bulunuyor olabilir (164).

5.2. Anaerobik Performansın Kronolojik Yaş Gruplarına ve Olgunluk Durumlarına Göre İncelenmesi

Araştırmamıza katılan futbolcuların anaerobik performanslarının olgunlaşma ile birlikte arttığı görülmüştür. Pik uzama hızı sonrasında olan futbolcuların 30 m sprint, çeviklik ve durarak uzun atlama performanslarının diğer iki gruptan anlamlı olarak daha yüksek olduğu, pik uzama hızı sırasında olan futbolcuların ise pik uzama hızı öncesinde olan futbolculardan istatistiksel olarak daha yüksek düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Peña-Gonza'lez ve arkadaşları yaşları (12-14 yıl) birbirine çok yakın olan futbolcularda yaptıkları çalışmalarında, pik uzama hızı esnasında ve sonrasında olan futbolcuların 30 m sprint ve çeviklik (T-test) performansının pik uzama hızı öncesinde olan futbolculardan daha iyi olduğunu tespit etmişlerdir (174). Tounsi ve arkadaşları bizim çalışmamıza benzer şekilde 12-18 yaş aralığındaki futbolcuların olgunluk düzeylerini pik uzama hızına göre üç kategoriye ayırdıkları çalışmalarında, olgunluk düzeyi yüksek olan futbolcuların 10, 20 ve 30 metre sprint yanı sıra dikey sıçrama performanslarının olgunluk düzeyi düşük olanlara göre daha iyi olduğunu bildirmişlerdir (12). Selmi ve arkadaşları 11-18 yaş arası futbolculara yaptıkları çalışmalarında, futbolcuların durarak uzun atlama ve sprint performanslarının pik uzama hızlarına göre belirlenen her olgunluk grubunda bir

önceki gruba göre daha yüksek olduğunu göstermişlerdir (170). Aynı kronolojik yaştaki futbolcular incelendiğinde ise, erken olgunlaşanların 20 m sprint performanslarının geç olgunlaşanlara göre istatistiksel olarak daha iyi olduğu bildirilmiştir (175).

Çalışmamızda pik uzama hızı sonrasında olan futbolcuların yaş, boy uzunluğu, vücut ağırlıkları, oturma yüksekliği ve bacak uzunluğu değerlerinin diğer iki gruba göre istatistiksel olarak daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu değişkenlerin pik uzama hızı sırasında olan futbolcularda, pik uzama hızı öncesinde olan futbolculara göre anlamlı olarak daha yüksek olduğu bulunmuştur. Çocuklarda kronolojik yaşın yanında vücut ağırlığı, yağsız vücut kütlesi gibi vücut kompozisyonlarındaki değişikliklerle anaerobik performansın yanı sıra aerobik performansla da ilişkili olarak arttığı gösterilmiştir (171, 176). Ayrıca çalışmamızda futbolcuların sprint, çeviklik ve durarak uzun atlama performanslarının kronolojik yaş ve olgunlaşma ile ilişkili olarak artış gösterdiği tespit edilmiştir. Dolayısıyla çalışmamıza katılan futbolcuların anaerobik performanslarının hem kronolojik yaşa hem de olgunlaşmaya bağlı olarak arttığını söyleyebiliriz. Armstrong ve Welsman, 11 ve 18 yaş arası sağlıklı erkeklerde Wingate testi pik güç ve ortalama güç çıktıların kronolojik yaşla korelasyonlu olarak arttığını göstermişlerdir (176). Gastin ve Bennett, aynı yaş (14-15 yıl) grubundaki futbolcularda pik uzama hızı yılı ile 20 m sprint performansı arasında önemli korelasyon olduğunu bildirmişlerdir (175). Çocuklarda yaşla birlikte anaerobik performansta gözlenen artışın muhtemel sebeplerinin, nöral sistemlerin olgunlaşması (177), agonist ve antagonist kaslar arasındaki koordinasyonun gelişmesi (178), koşu ekonomisinin gelişmesi (179), yavaş kasılan kas liflerinin hızlı kasılan kas liflerine dönüşmesi (180), dolaşımdaki testosteron ve büyüme hormonu seviyelerindeki artışla ilişkili kas gücündeki artışlar ve metabolik fonksiyondaki değişiklikler olduğu düşünülmektedir (180).

Araştırmamızda 17 yaş grubunun 30 m sprint performansının diğer bütün yaş gruplarından anlamlı olarak daha yüksek olduğu bulunmuştur. Sprint performansının 12 yaş grubundan sonraki gruplarda belirgin olarak daha yüksek olduğu görülmektedir. Çalışmamızda 13 yaş grubundan küçük olan futbolcuların pik uzama hızı öncesinde oldukları ve dolayısıyla henüz olgunlaşmadıkları dikkati çekmektedir. Papaiakovou ve arkadaşları 7-18 yaş aralığındaki erkek öğrencilerde, 30 metre sprint hızının kronolojik yaşla birlikte anlamlı olarak arttığını, ancak 15 yaşından sonra sprint performansının plato

gösterdiğini bildirmişlerdir (132). Hız performansının, çocukluk ve ergenlik boyunca doğrusal olarak gelişim göstermediği (68), ergenlik öncesinde ve ergenlikte gelişimin ataklar halinde olduğu bildirilmektedir (116). Boylamsal çalışmalarında kişiler arası farklılıklar olmakla birlikte sprint performansının pik uzama hızından 1 yıl önce duraksayabileceğini, bu durumun bacak uzunluğundaki hızlı değişikliklerin bir sonucu olarak azalan koordinasyon ile ilişkili “ergen sakarlığından” kaynaklanabileceği bildirilmiştir (135). Pik uzama hızı öncesi sprint performansındaki gelişmeler, öncelikle nöromüsküler fonksiyonların artması, koordinasyon ve nöromüsküler recruitment (göreve çağırma) gelişimi olmak üzere merkezi sinir sistemi adaptasyonlarına atfedilmektedir (84, 101, 116). Pik uzama hızı sırası ile sonrası arasındaki dönemde gözlenen sprint performansındaki gelişimler, hormonal değişikliklerle birlikte kas kesit alanı ve maksimal kuvvet artışlarıyla ilişkilendirilmektedir (84, 101, 116). Futbolcu erkek çocuklarda 13 yaşından sonra serum testosteron ve insülin benzeri büyüme faktörü-1 (IGF-1) seviyelerinde anlamlı artışlarla birlikte futbolcuların izometrik gövde ve bacak kuvvetinde de artış olduğu gösterilmiştir (181). Merkezi sinir sistemi adaptasyonunun ergenlik boyunca devam edebileceği bildirilmiştir (119). Bu da uzun vadeli sporcu gelişim modelinde savunulan, 10’lu yaşların başında hızın kronolojik yaşa dayalı olarak geliştirilmesi düşüncesini desteklemektedir (131).

Çeviklik, genç ve yetişkin futbolcular arasında ayırımı ortaya çıkarmak için sıklıkla ölçülen bir atletik özelliktir (182, 165). Araştırma bulgularımız futbolcuların çeviklik performansının kronolojik yaşla birlikte giderek arttığını, bu artışın 12 yaş grubundan sonra daha belirgin olduğunu göstermiştir. Vescovi ve arkadaşları, 12-21 yaş aralığındaki elit kadın futbolcularda yaptıkları çalışmalarında, çeviklik performansının 12-13 yaşlarında daha belirgin arttığını rapor etmişlerdir (183). Sariatı ve arkadaşları (184) pik uzama hızı sonrasında (+1 yıl) olan futbolcuların çeviklik performansının pik uzama hızı öncesinde (-1 yıl) olan futbolculara göre istatistiksel olarak daha iyi olduğunu gözlemlemişlerdir. Towlson ve arkadaşları (185) çevikliğin, çocuklukta pik uzama hızı yaşından 0,4 - 2,1 yıl sonrasına kadar doğrusal bir şekilde arttığını ve pik uzama hızı yaşı sonrası dönemde platoya ulaştığını bildirmişlerdir. Çeviklik performansının kronolojik yaş ile birlikte artmakla birlikte antrenman müdahaleleriyle gelişimin devamlılığı sağlanabildiği gösterilmiştir (143).

Alt ekstremitte gücünün değerlendirilmesinde en çok tercih edilen testler, dikey sıçrama ve durarak uzun atlama testleridir. Araştırma bulgularımız futbolcuların durarak uzun atlama performansının 12 yaşından sonraki gruplarda daha belirgin artış gösterdiği ve bu artışın 15 yaşından sonra plato eğiliminde olduğunu göstermiştir. Bu bulgular durarak uzun atlama performansının pik uzama hızı sırasında daha belirgin bir gelişim gösterebileceğini ve ilerleyen dönemlerde performans gelişimi için özel antrenman uygulamalarının yapılması gerekebileceğini düşündürmektedir. Nitekim boylamsal araştırmalarda durarak uzun atlama performansındaki en yüksek artışın pik uzama hızı yaşı esnasında olduğu gösterilmiştir (135). Literatürde 15 yaşından sonra sıçrama performansının gelişimi için daha özel antrenman müdahalelerine ihtiyaç olduğunu bildirerek bizim sonuçlarımızı destekleyen araştırmacılar bulunmaktadır (183). Sokolowski ve Chrzanowska, 8-16 yaş aralığındaki okul çocuklarında yaptıkları çalışmalarında, durarak uzun atlama performansının yaşla birlikte doğrusal olarak arttığını, bu artışın 13 yaşından sonra daha belirgin olduğunu gözlemlemişlerdir (186). Kukolj ve arkadaşları 13-18 yaş arası futbolcu çocuklarda durarak uzun atlama performansının 15 yaşında anlamlı olarak arttığını gözlemlenmiştir (187). Öte yandan araştırmalarında en küçük yaş grubu 13 yaş olduğu için öncesinde bir performans atağı olup olmadığı bilinmemektedir. Büyüme ve gelişme sürecindeki çocuklarda yatay ve dikey sıçrama performansının, bacak uzunluğundaki ve kas kütlesindeki artışlarla ilişkili olarak geliştiği bildirilmiştir (12). Olgunlaşmayla artan hormon seviyelerinin bir sonucu olarak yağsız vücut kütlesinin artması, anaerobik güç ile ilgili performans parametrelerini pozitif yönde etkilemektedir (176). Bizim bulgularımıza benzer şekilde futbolcularda anaerobik gücün durarak uzun atlama (170) veya dikey sıçrama (12) testleri ile değerlendirildiği araştırmalarda, sıçrama performansının pik uzama hızlarına göre belirlenen her olgunluk grubunda bir önceki gruba göre daha yüksek olduğu gösterilmiştir.

Karın kaslarının kuvvetli olması sahip olduğu potansiyel etkilerinden dolayı atletik performans için önemlidir. Karın kasının sprint esnasında kuvvet aktarımı sağladığına ve bu nedenle kuvvetli karın kaslarının sprint performansını artırdığı düşünülmektedir (188). Ayrıca sprint esnasında zayıf karın kaslarına bağlı yetersiz kuvvet aktarımı sonucu, omurga üstünde biyomekanik olarak stresin artacağı ve sakatlanma riskinin artabileceği bildirilmektedir (188). Araştırmamızda futbolcuların mekik çekme

performansının, 12 yaş grubundan sonraki gruplarda belirgin şekilde daha yüksek olduğu ve 13 yaşından 17 yaş grubuna kadar platoda kaldığı görülmüştür. 17 yaş grubunun, diğer gruplara göre bir dakikada daha fazla mekik çektiği tespit edilmiştir. Ayrıca 134 futbolcunun mekik çekme performansının hem kronolojik yaş hem de olgunlaşma düzeyleri ile ilişkili olarak artış gösterdiği tespit edildi. Nitekim pik uzama hızı sonrasında olan futbolcuların bir dakikada mekik çekme performanslarının diğer iki gruptan anlamlı olarak daha yüksek olduğu, pik uzama hızı sırasında olan futbolcuların ise pik uzama hızı öncesinde olan futbolculardan daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Mekik testi ve olgunluk ilişkisinin boylamsal olarak incelendiği çalışmalar birbirlerinden kısmen farklılık göstermektedir. Mekik çekme performansında en yüksek artışa, Guimarães ve arkadaşları (189) basketbolcu ergenlerde pik uzama hızı yaşından 6 ay önce, Yague ve De La Fuente (136) ilk ve ortaokul öğrencilerinde pik uzama hızı yaşından 16 ay önce ve Philippaerts ve arkadaşları (135) futbolcu ergenlerde pik uzama hızı yaşı esnasında ulaşıldığını bildirmişlerdir. 6- 17 yaş aralığında 1513 erkek çocuğun lokal kas dayanıklılığının değerlendirildiği bir çalışmada, mekik çekme performansının kronolojik yaşla birlikte sürekli arttığı gösterilmiştir (190). Benzer şekilde Casajus ve arkadaşları 7-12 yaş arası 387 ilkokul öğrencisinde mekik çekme performansını yaşla birlikte arttığını bildirmişlerdir (191).

Araştırmamızda futbolcuların şınav çekme performansının, 12 yaş grubundan sonraki gruplarda belirgin bir şekilde daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Ancak 13 yaş grubuyla birlikte sonraki yaş gruplarında şınav çekme performansının plato eğiliminde olduğu görülmüştür. Pik uzama hızı öncesinde olan futbolcuların şınav çekme performanslarının diğer iki gruba göre istatistiksel olarak daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Öte yandan pik uzama hızı sırasında ve sonrasında olan futbolcuların şınav çekme performansları arasında istatistiksel olarak fark olmadığı görülmüştür. Bu bulgular özellikle üst ekstremité kaslarının kuvvet ve kuvvette devamlılığının pik uzama hızı sırasında daha fazla artış gösterdiğini, ancak ilerleyen yıllarda daha fazla gelişim için o kas gruplarına özel direnç antrenmanlarının yapılması gerektiğini düşündürmüştür. Cordingley ve arkadaşları (192) 13-15 yaş aralığında üst düzey buz hokeyi oyuncularında fiziksel uygunluk bileşenlerinin boylamsal olarak takip ettiği çalışmalarında şınav performansının yaşla birlikte arttığını bildirilmişlerdir. Ancak çalışmaları kısıtlı bir yaş aralığını kapsadığı için şınav çekme performansının ergenlik boyunca nasıl etkilendiğiyle

ilgili değerlendirme yapılamamıştır. Şınav performansı ve olgunluk durumu arasındaki ilişkinin incelediği bir çalışmada (193) pik uzama hızı sonrası grubun, pik uzama hızı sırasında olan gruptan daha yüksek şınav çekme performansı sergiledikleri tespit edilmiştir. Ulusal seviyedeki sörf sporcularının performansının incelendiği bu çalışmada şınav performansı için elde edilen tekrar sayılarının (pik uzama hızı öncesi $7,71 \pm 0,81$ tekrar, pik uzama hızı esnası $6,17 \pm 1,51$ tekrar, pik uzama hızı sonrası $8,3 \pm 0,57$ tekrar) bizim verilerimize kıyasla daha az olduğu görülmektedir. Sörf branşının, futbol branşından farklı performans taleplerinden dolayı bu farklılığın olduğu düşünülmektedir.

5.3. Ölçülen Değişkenlerin Birbiriyle İlişkisi

Sunulan çalışma farklı kronolojik yaş ve olgunluk durumlarındaki futbolcu çocukların Yo-Yo IR1 testi koşu mesafesi, VO_{2max} , durarak uzun atlama, 30 m sprint, çeviklik, bir dakika mekik ve şınav çekme performansları arasındaki ilişkinin futbol branşında yüksek katılımcı sayısı ile incelendiği sayılı çalışmalardan biridir. Araştırmaya katılan 134 futbolcunun verilerinin korelasyon analizleri sonucunda, ölçülen bütün değişkenlerin birbirleriyle yüksek düzeyde ilişkili olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca ölçülen değişkenlerin pik uzama hızı sonrasında, sırasında ve öncesinde olmak üzere futbolcuların bulundukları olgunluk düzeyleri içerisinde korelasyon analizleri yapıldığında, aerobik ve anaerobik performans değişkenleri arasında genel olarak anlamlı ilişkiler olduğu görülmektedir. Nitekim bu bulgular araştırmaya katılan 9 ila 18 yaş arası futbolcularda, anaerobik performansı yüksek olan futbolcuların, aerobik performanslarının da yüksek olduğunu göstermektedir.

Futbolcuların aerobik dayanıklılık kapasitesini değerlendirmek için ölçtüğümüz Yo-Yo IR1 Testi kat edilen mesafe ve dolaylı olarak hesaplanan VO_{2max} değerleri ile kas gücünü değerlendirmek için ölçtüğümüz durarak uzun atlama değerleri arasında çok yüksek düzeyde anlamlı ilişkili olduğu tespit edilmiştir. Bulgularımıza benzer sonuçlarla Hermassi ve arkadaşları (194) genç hentbolcularda (17.2 ± 0.7 yaş) Yo-Yo IR1 Testi ile sıçrama performansı arasında yüksek düzeyde ilişki olduğunu göstermişlerdir. Öte yandan aerobik dayanıklılık kapasitesi ile sıçrama performansı arasındaki ilişki yetişkin futbolcularda gözlemlenmeyebilir (195,196). Nitekim korelasyon analizlerini olgunluk

düzeylerine göre gruplar içerisinde yaptığımızda, pik uzama hızı öncesi ve esnasındaki gruplarda Yo-Yo IR1 Testi ile durarak uzun atlama performansı arasında yüksek düzeyde ilişki gözlemlerken, pik uzama hızı sonrası grupta istatistiksel olarak anlamlı ilişki olmadığı tespit edilmiştir. Muhtemelen büyüme ve gelişme ile birlikte yapılan antrenmanların çeşidi ve buna cevap olarak vücutta gelişen adaptasyonlar, olgunlaşma ile genetik faktörlerle ortaya çıkan kas fibril dağılımı gibi etmenler, aerobik dayanıklılık ve anaerobik güç performansında yetişkin bireyler arasındaki farklılıkta daha belirleyici olabilmektedir.

Çalışmamıza katılan futbolcuların Yo-Yo IR1 Testi kat edilen mesafe ve VO_{2max} değerleri ile 30 m sprint performansları arasında çok yüksek düzeyde anlamlı ilişkili olduğu tespit edilmiştir. Aerobik dayanıklılık ile sprint performansı arasındaki bu ilişki, futbolcuları olgunluk düzeylerine göre sınıflandırdığımızda, pik uzama hızı sonrası grupta daha zayıf olmakla birlikte üç grupta da gözlenmiştir. Araştırma bulgularımıza benzer şekilde Wong ve arkadaşları yaptıkları çalışmalarında (197), 14 yaş altı iyi antrenmanlı erkek futbolcularda Yo-Yo IR1 Testi ile 30 m sprint performansı arasında anlamlı ilişki gözlemlemişlerdir. Yo-Yo IR1 Test performansı ile 30 m sprint performansı arasındaki ilişki üst liglerde oynayan futbolcularda da (22 ± 5 yaş) gözlenmiştir (198). Öte yandan durarak uzun atlamada olduğu gibi, Yo-Yo IR1 Testi performansı ile 30 m sprint performansı arasındaki ilişkinin, yetişkin futbolcularda gözlenmediğini bildiren çalışmalarda bulunmaktadır (199, 195). Villanueva ve arkadaşları (201) aerobik (şiddeti kademeli olarak artan test) performansı ile 40 m sprint performansı arasındaki ilişkiyi olgunluk durumlarına göre inceledikleri çalışmalarında, pik uzama hızı öncesi (-3,-1.5 yıl) ve esnasında (-1,+1 yıl) olan gruplarda iki değişken arasında yüksek düzeyde ilişkili olduğunu, pik uzama hızı sonrası grupta (+1.5,+3 yıl) ise anlamlı bir ilişki olmadığını gözlemlemişlerdir. Araştırmamızda Yo-Yo IR1 Test performansı ile 30 m sprint performansı arasındaki ilişki pik uzama hızı öncesi ve esnasında olan gruplarda yüksek düzeyde iken, bu ilişkinin pik uzama hızı sonrası grupta orta düzeyde olduğu görülmektedir. Bulgularımızda sprint performansın 17 yaş grubuna kadar artış gösterirken, aerobik (Yo-Yo test) performansın ise 14 yaş grubundan sonra artış göstermeyerek plato eğiliminde olması, aerobik performansa göre anaerobik performans gelişiminin yaş ve olgunlaşma ile birlikte daha uzun bir süreci kapsayabileceğini

düşündürmektedir. Dolayısıyla yaş ilerledikçe olgunlaşma ile birlikte aerobik performans ile sprint performansı arasındaki ilişki azalıyor olabilir.

Araştırmamıza katılan futbolcuların Yo-Yo IR1 Testi kat edilen mesafe ve VO_{2max} değerleri ile çeviklik performansları arasında çok yüksek düzeyde anlamlı ilişkili olduğu tespit edilmiştir. Korelasyon analizlerini futbolcuları olgunluk düzeylerine göre yaptığımızda, aerobik dayanıklılık ile çeviklik performansı arasındaki ilişki pik uzama hızı öncesi ve esnasındaki gruplarda yüksek düzeyde, pik uzama hızı sonrası grupta orta düzeyde olmakla birlikte üç grupta da gözlenmiştir. Kalantari ve Esmailzadeh (202) erkek ergen okul çocuklarında (15-17 yaş) fiziksel uygunluk parametrelerini boylamsal olarak inceledikleri çalışmalarında, aerobik dayanıklılık performansı (1-mil koşu testi süresi) ile Illinois çeviklik performansı arasında orta düzeyde ilişki olduğunu bildirmişlerdir. Çalışma bulgularımızdan farklı olarak Nughes ve arkadaşları (205) U17 yaş kategorisindeki futbolcularda yaptıkları çalışmalarında, Yo-Yo IR1 Testi ile çeviklik performansı arasında anlamlı ilişki olmadığını bildirmişlerdir. Bununla birlikte aerobik dayanıklılık ile çeviklik arasındaki ilişkinin, farklı branşlardaki yetişkin sporcularda gözlenmediğini bildiren çalışmalarda bulunmaktadır (203, 204). Antrenman durumu ve çeşidi, branşın talepleri, genetik faktörler gibi etkenlerin yanı sıra araştırmalarda çevikliği değerlendirmek için kullanılan testler arasındaki farklılıklar sonuçları etkiliyor olabilir.

Araştırma bulgularımız Yo-Yo IR1 Test performansının hem mekik çekme hem de şınav çekme performansı ile yüksek düzeyde ilişkili olduğunu göstermiştir. Imai ve arkadaşları (206) erkek futbolcularda (16.3 ± 0.5 yaş) yaptıkları çalışmalarında, Yo-Yo IR1 Testi ile kor kas dayanıklılığı arasında yüksek düzeyde korelasyon bulmuşlardır. Bento ve arkadaşları (207), kız ve erkek olmak üzere toplam 236 lise öğrencilerinde (16.1 ± 0.92 yaş) yaptığı çalışmada, Yo-Yo test performansı ile şınav çekme performansı arasında çok yüksek düzeyde korelasyon olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmamıza katılan futbolcuları olgunluk düzeylerine göre sınıflandırdığımızda, aerobik dayanıklılık ile mekik ve şınav çekme performansı arasındaki ilişki pik uzama hızı öncesi ve esnasındaki gruplarda gözlenirken, bu ilişkinin pik uzama hızı sonrası grupta istatistiksel olarak anlamlı olmadığı tespit edilmiştir. Çalışmamıza benzer bulgularla Nughes ve arkadaşları (205) U17 yaş kategorisindeki futbolcularda yaptıkları çalışmalarında, Yo-Yo IR1 Testi ile mekik çekme performansı arasında anlamlı bir ilişkinin olmadığını bildirmişlerdir. Bu

bulgular mekik ve şınav çekme performansları ile aerobik dayanıklılık arasındaki ilişkinin yaş ilerledikçe olgunlaşma ile birlikte azaldığını göstermektedir.

Araştırmamıza katılan futbolcuların durarak uzun atlama ve 30 m sprint performansı arasında çok yüksek düzeyde korelasyon olduğu görülmüştür. Literatürdeki basketbolcu ve futbolcu gençler üzerinde yapılmış çok sayıda çalışmada benzer bulgularla, sıçrama performansı ile 30 m sprint performansı arasında yüksek düzeyde ilişki olduğu görülmektedir (208, 209, 210, 211, 205). Durarak uzun atlama ile 30 m sprint performansı arasındaki ilişki futbolcuların olgunluk durumlarına göre analiz edildiğinde, bu ilişkinin üç grupta da istatistiksel olarak çok yüksek düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Araştırmamıza benzer bulgularla Hammami ve arkadaşları (212) genç erkek hentbolcularda (12-14 yaş) yaptıkları çalışmalarında, pik uzama hızı öncesi ve sonrası gruplarda durarak uzun atlama ile 30 m sprint performansı arasında yüksek düzeyde ilişki olduğunu bildirmişlerdir. Sıçrama ve sprintin hareket örüntüleri incelendiğinde, benzer gerilme kısama döngüsü hareket paterni sergilendiği ve performans açısından zemin temas süresinin kısa olmasının avantaj sağladığı görülmektedir (210). Ayrıca sıçrama ve sprint hareketleri sırasında enerji ihtiyacı baskın olarak anaerobik metabolizmadan karşılanmaktadır. Dolayısıyla sıçrama ve sprint performansı arasındaki ilişkinin her yaş grubu için yüksek olması beklenebilir.

Futbolcuların durarak uzun atlama ile çeviklik performansı arasındaki ilişki incelendiğinde, aralarında çok yüksek düzeyde anlamlı bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Literatürde futbolcu ve basketbolcu gençlerde yapılan çalışmalar incelendiğinde sıçrama performansı ile çeviklik performansı arasında genel olarak yüksek düzeyde ilişki olduğu görülmektedir (205, 213, 211, 208). Araştırmamıza katılan futbolcuları olgunluk durumlarına göre sınıflandırdığımızda, tüm olgunluk gruplarında durarak uzun atlama performansı ile çeviklik performansı arasında çok yüksek düzeyde anlamlı bir ilişki olduğu görülmüştür. Çalışma bulgularımıza benzer olarak 12-14 yaş hentbolcularda yapılan bir çalışmada, pik uzama hızı öncesi ve sonrası gruplarda durarak uzun atlama ile çeviklik performansı arasında yüksek ilişki olduğu bildirilmiştir (212).

Durarak uzun atlama ile kas kuvveti arasındaki ilişki incelendiğinde, futbolcuların durarak uzun atlama performansının mekik çekme ve şınav çekme performansları ile yüksek düzeyde ilişkili olduğu tespit edilmiştir. Futbolcuları olgunluk düzeylerine göre

sınıflandırdığımızda, durarak uzun atlama ile mekik ve şınav çekme performansları arasındaki bu ilişki, pik uzama hızı sonrası grupta daha zayıf olmakla birlikte üç grupta da gözlenmiştir. Çalışmamıza benzer bulgularla França ve arkadaşları (214) genç erkek futbolcularda yaptıkları çalışmalarında sıçrama performansı ile mekik ve şınav çekme performansı arasında anlamlı ilişki olduğunu göstermişlerdir. Kas gücü kas kuvvetinin ve kasılma hızının bir fonksiyonudur (215). Dolayısıyla kas kuvvetinin yüksek olması durarak uzun atlama, dikey sıçrama gibi kas gücü gerektiren hareketlerde performans açısından avantaj sağlar (215).

Araştırmamıza katılan tüm futbolcuların 30 m sprint performansı ile çeviklik performansları karşılaştırıldığında, bu iki değişken arasında çok yüksek düzeyde korelasyon olduğu tespit edilmiştir. 30 m sprint performansı ile çeviklik performansları arasında yüksek korelasyon, pik uzama hızı öncesi, esnasında ve sonrası olan gruplar içerisinde de gözlenmiştir. Literatürde bizim bulgularımıza benzer sonuçlarla sprint performansı ile çeviklik performansı arasında iyi düzeyde korelasyon olduğunu gösteren çok sayıda araştırma bulunmaktadır (205, 216, 213, 208, 211).

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Sunulan araştırmanın bulguları, 9 ila 18 yaş arası futbolcuların aerobik ve anaerobik performanslarının kronolojik yaş ve olgunlaşma ile ilişkili olarak arttığını göstermiştir. Futbolcu çocuklarda aerobik dayanıklılığın ve sürat, güç, çeviklik, kuvvette devamlılık gibi anaerobik performans bileşenlerinin gelişimi bakımından kronolojik yaş ve olgunlaşmanın hangi aşamada kritik bir dönem haline geldiğinin bilinmesi, yetenek seçimi yanı sıra antrenman programlarının planlanmasında antrenörler, kondisyonerler ve spor bilimciler için önemli katkılar sağlayabilir.

Futbola özel aerobik dayanıklılık performansının, kronolojik yaş ile birlikte 9 yaşından 15 yaşına kadar giderek arttığı, pik uzama hızı sonrası dönemde olan 15, 16 ve 17 yaş gruplarında ise anlamlı olarak değişmediği görülmektedir. Bulgularımızdan yola çıkarak pik uzama hızı sonrası dönemde olan futbolcuların futbola özel dayanıklılık gelişimlerinde, aerobik dayanıklılığın geliştirilmesine yönelik antrenmanların daha büyük öneme sahip olacağı yorumu yapılabilir.

Araştırmaya katılan futbolcuların sürat, çeviklik, kuvvette devamlılık ve atlama performanslarının, genel olarak kronolojik yaşla birlikte 17 yaş grubuna kadar giderek arttığı, bu artışın 12 yaş grubundan sonraki gruplarda belirgin olarak daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu bulgular genel olarak anaerobik performansın pik uzama hızı sırasında daha belirgin bir artış gösterdiğini, ilerleyen yıllarda daha fazla gelişim için özel antrenman uygulamalarının yapılması gerekebileceğini düşündürmektedir.

Araştırmaya katılan tüm futbolcuların Yo-Yo IR1 testi, durarak uzun atlama, 30 m sprint, çeviklik, mekik ve şınav çekme performansları arasında yüksek düzeyde anlamlı ilişkiler olduğu bulunmuştur. Pik uzama hızı sonrasında, sırasında ve öncesinde olmak üzere futbolcuların bulundukları olgunluk düzeyleri içerisinde de, ölçülen değişkenler arasında genel olarak anlamlı ilişkiler olduğu görülmüştür. Bulgularımızdan araştırmaya katılan futbolcuların olgunluk düzeyi fark etmeksizin, anaerobik performansı iyi olan futbolcuların, aerobik performanslarının da iyi olduğu sonucuna varılabilir.

KAYNAKLAR

1. **Fifa.** "Professional Football Report 2019: 91% of member associations implementing club licensing". Erişim: 27.09.2022. <https://www.fifa.com/legal/football-regulatory/news/professional-football-report-2019-91-of-member-associations-implementing-club-li>
2. **Fifa.** "Sustainability at the FIFA World Cup PROFILE OF THE FIFA WORLD CUP QATAR 2022™". Erişim: 30.12.2022. <https://publications.fifa.com/en/sustainability-report/sustainability-at-the-fifa-world-cup/profile-of-the-fifa-world-cup-qatar-2022/>
3. **Stølen, T., Chamari, K., Castagna, C., & Wisløff, U.** Physiology of soccer. *Sports medicine*, (2005), 35(6), 501-536.
4. **Ali, A.** Measuring soccer skill performance: a review. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, (2011), 21(2), 170-183.
5. **Bangsbo, J., & Lindquist, F.** Comparison of various exercise tests with endurance performance during soccer in professional players. *International journal of sports medicine*, (1992), 13(02), 125-132.
6. **Mohr, M., Krstrup, P., & Bangsbo, J.** Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. *Journal of sports sciences*, (2003), 21(7), 519-528.
7. **Bangsbo, J., Iaia, F. M., & Krstrup, P.** Metabolic response and fatigue in soccer. *International journal of sports physiology and performance*, (2007), 2(2), 111-127.
8. **Coelho, D. B., Pimenta, E. M., Veneroso, C. E., Morandi, R. F., Pacheco, D. A. S., Pereira, E. R., ... & Silami-Garcia, E.** Assessment of acute physiological demand for soccer. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano*, (2013), 15, 667-676.
9. **Drust, B., Cable, N. T., & Reilly, T.** Investigation of the effects of the pre-cooling on the physiological responses to soccer-specific intermittent exercise. *European journal of applied physiology*, (2000), 81(1), 11-17.
10. **Sal de Rellán-Guerra, A., Rey, E., Kalén, A., & Lago-Peñas, C.** Age-related physical and technical match performance changes in elite soccer players. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, (2019), 29(9), 1421-1427.
11. **Bilsborough, J. C., Greenway, K. G., Opar, D. A., Livingstone, S. G., Cordy, J. T., Bird, S. R., & Coutts, A. J.** Comparison of anthropometry, upper-body strength, and lower-body power characteristics in different levels of Australian football players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, (2015), 29(3), 826-834.
12. **Tounsi, M., Aouichaoui, C., Tabka, Z., & Trabelsi, Y.** Specific physical performances among male elite youth soccer players: effect of maturity status. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, (2021).
13. **Armstrong, N., & Welsman, J.** The development of aerobic and anaerobic fitness with reference to youth athletes. *Journal of Science in Sport and Exercise*, (2020), 2(4), 275-286.
14. **Sherar, L. B., Cumming, S. P., Eisenmann, J. C., Baxter-Jones, A. D., & Malina, R. M.** Adolescent biological maturity and physical activity: biology meets behavior. *Pediatric Exercise Science*, (2010), 22(3), 332-349.

15. **Eisenmann, J. C., Till, K., & Baker, J.** Growth, maturation and youth sports: issues and practical solutions. *Annals of Human Biology*, (2020), 47(4), 324-327.
16. **Malina, R. M., Eisenmann, J. C., Cumming, S. P., Ribeiro, B., & Aroso, J.** Maturity-associated variation in the growth and functional capacities of youth football (soccer) players 13–15 years. *European journal of applied physiology*, (2004), 91(5), 555-562.
17. **Malina, R. M., Rogol, A. D., Cumming, S. P., e Silva, M. J. C., & Figueiredo, A. J.** Biological maturation of youth athletes: assessment and implications. *British journal of sports medicine*, (2015), 49(13), 852-859.
18. **Till, K., Scantlebury, S., & Jones, B.** Anthropometric and physical qualities of elite male youth rugby league players. *Sports Medicine*, (2017), 47(11), 2171-2186.
19. **Armstrong N.** *Development of the youth athlete*. Oxford: Routledge; 2019. p. 1–250.
20. **Armstrong N, McManus AM**, editors. *The elite young athlete*. Basel: Karger; 2011. p. 1–205.
21. **Armstrong, N., & Barker, A. R.** Endurance training and elite young athletes. *The elite young athlete*, (2011), 56, 59-83.
22. **Armstrong, N., & Van Mechelen, W.** (Eds.). *Oxford textbook of children's sport and exercise medicine*. Oxford University Press, (2017).
23. **Bar-Or O, Rowland TW.** *Pediatric exercise medicine*. 2nd ed. Champaign: Human Kinetics; 2004
24. **Mendez-Villanueva, A., Buchheit, M., Kuitunen, S., Douglas, A., Peltola, E. S. A., & Bourdon, P.** Age-related differences in acceleration, maximum running speed, and repeated-sprint performance in young soccer players. *Journal of sports sciences*, (2011), 29(5), 477-484.
25. **Vänttinen, T., Blomqvist, M., Nyman, K., & Häkkinen, K.** Changes in body composition, hormonal status, and physical fitness in 11-, 13-, and 15-year-old Finnish regional youth soccer players during a two-year follow-up. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, (2011), 25(12), 3342-3351.
26. **McCullagh, E. P., & Jones, R.** A note on the effect of certain androgens upon the red blood cell count and upon the glucose tolerance. *Cleveland Clinic Quarterly*, (1941), 8(2), 79-84.
27. **Sakai, H., & Woody, C. D.** Relationships between axonal diameter, soma size, and axonal conduction velocity of HRP-filled, pyramidal tract cells of awake cats. *Brain research*, (1988), 460(1), 1-7.
28. **Stocker, S., Güttinger, H. R., & Herth, G.** Exogenous testosterone differentially affects myelination and neurone soma sizes in the brain of canaries. *Neuroreport*, (1994), 5(12), 1449-1452.
29. **Asadi, A., Ramirez-Campillo, R., Arazi, H., & Sáez de Villarreal, E.** The effects of maturation on jumping ability and sprint adaptations to plyometric training in youth soccer players. *Journal of sports sciences*, (2018), 36(21), 2405-2411.
30. **Baxter-Jones, A. D., Barbour-Tuck, E. N., Dale, D., Sherar, L. B., Knight, C. J., Cumming, S. P., ... & Humbert, M. L.** The role of growth and maturation during adolescence on team-selection and short-term sports participation. *Annals of human biology*, (2020), 47(4), 316-323.
31. **Cobley, S., Baker, J., Wattie, N., & McKenna, J.** Annual age-grouping and athlete development. *Sports medicine*, (2009), 39(3), 235-256.

32. **Sherar, L. B., Baxter-Jones, A. D., Faulkner, R. A., & Russell, K. W.** Do physical maturity and birth date predict talent in male youth ice hockey players?. *Journal of sports sciences*, (2007), 25(8), 879-886.
33. **Hill, M., Scott, S., Malina, R. M., McGee, D., & Cumming, S. P.** Relative age and maturation selection biases in academy football. *Journal of sports sciences*, (2020), 38(11-12), 1359-1367.
34. **Johnson, A., Farooq, A., & Whiteley, R.** Skeletal maturation status is more strongly associated with academy selection than birth quarter. *Science and Medicine in Football*, (2017), 1(2), 157-163.
35. **Bangsbo, J.** The physiology of soccer--with special reference to intense intermittent exercise. *Acta Physiologica Scandinavica. Supplementum*, (1994), 619, 1-155.
36. **Turner, A. N., & Stewart, P. F.** (2014). Strength and conditioning for soccer players. *Strength & Conditioning Journal*, 36(4), 1-13.
37. **Dolci, F., Hart, N. H., Kilding, A., Chivers, P., Piggott, B., & Spiteri, T.** Movement economy in soccer: current data and limitations. *Sports*, (2018), 6(4), 124.
38. **Gastin, P. B.** Energy system interaction and relative contribution during maximal exercise. *Sports medicine*, (2001), 31(10), 725-741.
39. **Kenney, W. L., Wilmore, J. H., Costill, D. L., & Wilmore, J. H.** *Physiology of sport and exercise*, (2015).
40. **Powers, S. K., Howley, E. T., & Quindry, J.** *Exercise physiology: Theory and application to fitness and performance*. (2007), New York, NY: McGraw-Hill.
41. **Castagna, C., Varley, M., Póvoas, S. C., & D'Ottavio, S.** Evaluation of the match external load in soccer: Methods comparison. *International journal of sports physiology and performance*, (2017), 12(4), 490-495.
42. **Dalen, T., Jørgen, I., Gertjan, E., Havard, H. G., & Ulrik, W.** Player load, acceleration, and deceleration during forty-five competitive matches of elite soccer. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, (2016), 30(2), 351-359.
43. **Hoppe, M. W., Baumgart, C., Slomka, M., Polglaze, T., & Freiwald, J.** Variability of metabolic power data in elite soccer players during pre-season matches. *Journal of human kinetics*, (2017), 58, 233.
44. **Osgnach, C., Poser, S., Bernardini, R., Rinaldo, R., & Di Prampero, P. E.** Energy cost and metabolic power in elite soccer: a new match analysis approach. *Med Sci Sports Exerc*, (2010), 42(1), 170-178.
45. **Buchheit, M., Manouvrier, C., Cassirame, J., & Morin, J. B.** Monitoring locomotor load in soccer: is metabolic power, powerful?. *International journal of sports medicine*, (2015), 36(14), 1149-1155.
46. **Bangsbo, J., Mohr, M., & Krstrup, P.** Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football player. *Journal of sports sciences*, (2006), 24(07), 665-674.
47. **Ekblom, B.** Applied physiology of soccer. *Sports medicine*, (1986), 3(1), 50-60.
48. **Mohr, M., Krstrup, P., Nybo, L., Nielsen, J. J., & Bangsbo, J.** Muscle temperature and sprint performance during soccer matches--beneficial effect of re-warm-up at half-time. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, (2004) 14(3), 156-162.

49. **Alexandre, D., da Silva, C. D., Hill-Haas, S., Wong, D. P., Natali, A. J., De Lima, J. R., ... & Karim, C.** Heart rate monitoring in soccer: interest and limits during competitive match play and training, practical application. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, (2012), 26(10), 2890-2906.
50. **Achten, J., & Jeukendrup, A. E.** Heart rate monitoring. *Sports medicine*, (2003), 33(7), 517-538.
51. **Borresen, J., & Lambert, M. I.** Autonomic control of heart rate during and after exercise. *Sports medicine*, (2008), 38(8), 633-646.
52. **Bangsbo, J.** Physiological demands of football. *Sports Science Exchange*, (2014), 27(125), 1-6.
53. **Sarmiento, H., Marcelino, R., Anguera, M. T., Campaniço, J., Matos, N., & Leitão, J. C.** Match analysis in football: a systematic review. *Journal of sports sciences*, (2014), 32(20), 1831-1843.
54. **Eniseler, N.** Heart rate and blood lactate concentrations as predictors of physiological load on elite soccer players during various soccer training activities. *Journal of Strength and Conditioning Research*, (2005), 19(4), 799.
55. **Faude, O., Kindermann, W., & Meyer, T.** Lactate threshold concepts. *Sports medicine*, (2009), 39(6), 469-490.
56. **Krustrup, P., Mohr, M., Steensberg, A., Bencke, J., Kjær, M., & Bangsbo, J.** Muscle and blood metabolites during a soccer game: implications for sprint performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, (2006), 38(6), 1165-1174.
57. **Jacobs, I., Westlin, N., Karlsson, J., Rasmusson, M., & Houghton, B.** Muscle glycogen and diet in elite soccer players. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, (1982), 48(3), 297-302.
58. **Helgerud, J., Engen, L. C., Wisloff, U., & Hoff, J.** Aerobic endurance training improves soccer performance. *Medicine and science in sports and exercise*, (2001), 33(11), 1925-1931.
59. **Dolci, F., Hart, N. H., Kilding, A. E., Chivers, P., Piggott, B., & Spiteri, T.** Physical and energetic demand of soccer: a brief review. *Strength & Conditioning Journal*, (2020), 42(3), 70-77.
60. **Bloomfield, J., Polman, R., & O'Donoghue, P.** Physical demands of different positions in FA Premier League soccer. *Journal of sports science & medicine*, (2007), 6(1), 63.
61. **Rampinini, E., Coutts, A. J., Castagna, C., Sassi, R., & Impellizzeri, F. M.** Variation in top level soccer match performance. *International journal of sports medicine*, (2007), 28(12), 1018-1024.
62. **Bush, M., Barnes, C., Archer, D. T., Hogg, B., & Bradley, P. S.** Evolution of match performance parameters for various playing positions in the English Premier League. *Human movement science*, (2015), 39, 1-11.
63. **Aquino, R., Vieira, L. H. P., Carling, C., Martins, G. H., Alves, I. S., & Puggina, E. F.** Effects of competitive standard, team formation and playing position on match running performance of Brazilian professional soccer players. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, (2017), 17(5), 695-705.
64. **Bradley, P. S., Carling, C., Archer, D., Roberts, J., Dodds, A., Di Mascio, M., ... & Krustrup, P.** The effect of playing formation on high-intensity running and technical profiles in English FA Premier League soccer matches. *Journal of sports sciences*, (2011), 29(8), 821-830.

65. **Di Salvo, V., Baron, R., Tschan, H., Montero, F. C., Bachl, N., & Pigozzi, F.** Performance characteristics according to playing position in elite soccer. *International journal of sports medicine*, (2007), 28(03), 222-227.
66. **West, J.** A review of the key demands for a football goalkeeper. *International Journal of Sports Science & Coaching*, (2018), 13(6), 1215-1222.
67. **O'Donoghue, P. G., Boyd, M., Lawlor, J., & Bleakley, E. W.** Time-motion analysis of elite, semi-professional and amateur soccer competition. *Journal of Human Movement Studies*, (2001), 41(1), 1-12.
68. **Kaplan, T., Erkmen, N., & Taskin, H.** The evaluation of the running speed and agility performance in professional and amateur soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, (2009), 23(3), 774-778.
69. **Di Salvo, V., Pigozzi, F., Gonzalez-Haro, C., Laughlin, M. S., & De Witt, J. K.** Match performance comparison in top English soccer leagues. *International journal of sports medicine*, (2013), 34(06), 526-532.
70. **Bradley, P. S., Carling, C., Diaz, A. G., Hood, P., Barnes, C., Ade, J., ... & Mohr, M.** Match performance and physical capacity of players in the top three competitive standards of English professional soccer. *Human movement science*, (2013), 32(4), 808-821.
71. **Buchheit, M., Mendez-Villanueva, A., Simpson, B. M., & Bourdon, P. C.** Repeated-sprint sequences during youth soccer matches. *International journal of sports medicine*, (2010), 31(10), 709-716.
72. **Mendez-Villanueva, A., Buchheit, M., Simpson, B., & Bourdon, P. C.** Match play intensity distribution in youth soccer. *International journal of sports medicine*, (2013), 34(02), 101-110.
73. **Harley, J. A., Barnes, C. A., Portas, M., Lovell, R., Barrett, S., Paul, D., & Weston, M.** Motion analysis of match-play in elite U12 to U16 age-group soccer players. *Journal of sports sciences*, (2010), 28(13), 1391-1397.
74. **Faude, O., Koch, T., & Meyer, T.** Straight sprinting is the most frequent action in goal situations in professional football. *Journal of sports sciences*, (2012), 30(7), 625-631.
75. **Ade, J., Fitzpatrick, J., & Bradley, P. S.** High-intensity efforts in elite soccer matches and associated movement patterns, technical skills and tactical actions. Information for position-specific training drills. *Journal of sports sciences*, (2016), 34(24), 2205-2214.
76. **Di Mascio, M., & Bradley, P. S.** Evaluation of the most intense high-intensity running period in English FA premier league soccer matches. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, (2013), 27(4), 909-915.
77. **Russell, M., Sparkes, W., Northeast, J., Cook, C. J., Love, T. D., Bracken, R. M., & Kilduff, L. P.** Changes in acceleration and deceleration capacity throughout professional soccer match-play. *Journal of Strength and Conditioning Research*, (2016), 30(10), 2839-2844.
78. **Gaudino, P., Iaia, F. M., Alberti, G., Strudwick, A. J., Atkinson, G., & Gregson, W.** Monitoring training in elite soccer players: systematic bias between running speed and metabolic power data. *International journal of sports medicine*, (2013), 34(11), 963-968.
79. **Sporis, G., Jukic, I., Milanovic, L., & Vucetic, V.** Reliability and factorial validity of agility tests for soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, (2010), 24(3), 679-686.

80. **Akenhead, R., Hayes, P. R., Thompson, K. G., & French, D.** Diminutions of acceleration and deceleration output during professional football match play. *Journal of Science and Medicine in Sport*, (2013) 16(6), 556-561.
81. **Barnes, K. R., & Kilding, A. E.** Strategies to improve running economy. *Sports medicine*, (2015), 45(1), 37-56.
82. **Helgerud, J., Rodas, G., Kemi, O. J., & Hoff, J.** Strength and endurance in elite football players. *International journal of sports medicine*, (2011), 32(09), 677-682.
83. **Silva, J. R., Nassis, G. P., & Rebelo, A.** Strength training in soccer with a specific focus on highly trained players. *Sports medicine-open*, (2015), 1(1), 1-27.
84. **Malina, R. M., Bouchard, C., & Bar-Or, O.** *Growth, maturation, and physical activity*. Human kinetics, (2004).
85. **Tanner, J. M.** *Foetus into man: Physical growth from conception to maturity*. Ware: Castlemead, (1989).
86. **Hauspie, R., Cameron, N., & Molinari, L.** (Eds.). *Methods in Human Growth Research* (Cambridge Studies in Biological and Evolutionary Anthropology). Cambridge: Cambridge University Press, (2004).
87. **Harries M, Williams C, Stanish WD, Micheli LJ** (eds.). *Oxford textbook of sports medicine*. Oxford University Press, USA, (1994).
88. **Iuliano-Burns, S., Mirwald, R. L., & Bailey, D. A.** Timing and magnitude of peak height velocity and peak tissue velocities for early, average, and late maturing boys and girls. *American Journal of Human Biology: The Official Journal of the Human Biology Association*, (2001), 13(1), 1-8.
89. **Rupich, R. C., Specker, B. L., Lieuw-A-Fa, M., & Ho, M.** Gender and race differences in bone mass during infancy. *Calcified tissue international*, (1996), 58(6), 395-397.
90. **Maynard, L. M., Guo, S. S., Chumlea, W. C., Roche, A. F., Wisemandle, W. A., Zeller, C. M., ... & Siervogel, R. M.** Total-body and regional bone mineral content and areal bone mineral density in children aged 8-18 y: the Fels Longitudinal Study. *The American journal of clinical nutrition*, (1998), 68(5), 1111-1117.
91. **Baxter-Jones, A. D. G., Mirwald, R. L., McKay, H. A., & Bailey, D. A.** A longitudinal analysis of sex differences in bone mineral accrual in healthy 8-19-year-old boys and girls. *Annals of human biology*, (2003), 30(2), 160-175.
92. **Harris, J. A., Jackson, C. M., Paterson, D. G., & Scammon, R. E.** *The measurement of man*. Minneapolis: University of Minnesota Press, (1930).
93. **Baxter-Jones, A. D., Eisenmann, J. C., & Sherar, L. B.** Controlling for maturation in pediatric exercise science. *Pediatric Exercise Science*, (2005), 17(1), 18-30.
94. **Kemper, H. C. G., & Verschuur, R.** Maximal aerobic power in 13-and 14-year-old teenagers in relation to biologic age. *International journal of sports medicine*, (1981), 2(02), 97-100.
95. **Rowland, T. W.** (2005). *Children's Exercise Physiology*. Champaign IL. IL: Human Kinetics.
96. **Lloyd, R. S., Oliver, J. L., Faigenbaum, A. D., Myer, G. D., & Croix, M. B. D. S.** Chronological age vs. biological maturation: implications for exercise programming in youth. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, (2014), 28(5), 1454-1464.

97. **Mirwald, R. L., Baxter-Jones, A. D., Bailey, D. A., & Beunen, G. P.** An assessment of maturity from anthropometric measurements. *Medicine and science in sports and exercise*, (2002), 34(4), 689-694.
98. **Malina, R. M., Bouchard, C., & Beunen, G.** Human growth: selected aspects of current research on well-nourished children. *Annual Review of Anthropology*, (1988), 17(1), 187-219.
99. **Beunen, G. A. S. T. O. N., & Malina, R. M.** Growth and physical performance relative to the timing of the adolescent spurt. *Exercise and sport sciences reviews*, (1988), 16(1), 503-540.
100. **Malina, R. M., & Koziel, S. M.** Validation of maturity offset in a longitudinal sample of Polish boys. *Journal of Sports Sciences*, (2014), 32(5), 424-437.
101. **Lloyd, R. S., & Oliver, J. L.** The youth physical development model: A new approach to long-term athletic development. *Strength & Conditioning Journal*, (2012), 34(3), 61-72.
102. **Faigenbaum, A. D., Kraemer, W. J., Blinkie, C. J., Jeffreys, I., Micheli, L. J., Nitka, M., & Rowland, T. W.** Youth resistance training: updated position statement paper from the national strength and conditioning association. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, (2009), 23, S60-S79.
103. **Benson, A. C., Torode, M. E., & Fiatarone Singh, M. A.** Muscular strength and cardiorespiratory fitness is associated with higher insulin sensitivity in children and adolescents. *International Journal of Pediatric Obesity*, (2006), 1(4), 222-231.
104. **Shaibi, G. Q., Cruz, M. L., Ball, G. D., Weigensberg, M. J., Salem, G. J., Crespo, N. C., & Goran, M. I.** Effects of resistance training on insulin sensitivity in overweight Latino adolescent males. *Medicine and science in sports and exercise*, (2006), 38(7), 1208.
105. **Valovich McLeod, T. C., Decoster, L. C., Loud, K. J., Micheli, L. J., Parker, J. T., Sandrey, M. A., & White, C.** National Athletic Trainers' Association position statement: prevention of pediatric overuse injuries. *Journal of athletic training*, (2011), 46(2), 206-220.
106. **Lubans, D. R., Morgan, P. J., Cliff, D. P., Barnett, L. M., & Okely, A. D.** Fundamental movement skills in children and adolescents. *Sports medicine*, (2010), 40(12), 1019-1035.
107. **Lloyd, R. S., & Oliver, J. L.** (Eds.). *Strength and conditioning for young athletes: science and application*. Routledge, (2019).
108. **Casey, B. J., Tottenham, N., Liston, C., & Durston, S.** Imaging the developing brain: what have we learned about cognitive development?. *Trends in cognitive sciences*, (2005), 9(3), 104-110.
109. **Malina, R. M.** Skill acquisition in childhood and adolescence. *The young athlete: The encyclopedia of sports medicine XIII*, (2008), 96-111.
110. **Faigenbaum, A. D., & Myer, G. D.** Exercise deficit disorder in youth: play now or pay later. *Current sports medicine reports*, (2012), 11(4), 196-200.
111. **Stodden, D. F., Goodway, J. D., Langendorfer, S. J., Robertson, M. A., Rudisill, M. E., Garcia, C., & Garcia, L. E.** A developmental perspective on the role of motor skill competence in physical activity: An emergent relationship. *Quest*, (2008), 60(2), 290-306.
112. **Faigenbaum, A. D., Farrell, A., Fabiano, M., Radler, T., Naclerio, F., Ratamess, N. A., ... & Myer, G. D.** Effects of integrative neuromuscular training on fitness performance in children. *Pediatric exercise science*, (2011), 23(4), 573-584.

113. **Myer, G. D., Faigenbaum, A. D., Ford, K. R., Best, T. M., Bergeron, M. F., & Hewett, T. E.** When to initiate integrative neuromuscular training to reduce sports-related injuries in youth?. *Current sports medicine reports*, (2011), 10(3), 155.
114. **Myer, G. D., Faigenbaum, A. D., Chu, D. A., Falkel, J., Ford, K. R., Best, T. M., & Hewett, T. E.** Integrative training for children and adolescents: techniques and practices for reducing sports-related injuries and enhancing athletic performance. *The Physician and sportsmedicine*, (2011), 39(1), 74-84.
115. **Cooper, R. M., & Zubek, J. P.** Effects of enriched and restricted early environments on the learning ability of bright and dull rats. *Canadian Journal of Psychology/Revue canadienne de psychologie*, (1958), 12(3), 159.
116. **Viru, A., Loko, J., Harro, M., Volver, A., Laaneots, L., & Viru, M.** Critical periods in the development of performance capacity during childhood and adolescence. *European Journal of Physical Education*, (1999), 4(1), 75-119.
117. **Davids, K., & Baker, J.** Genes, environment and sport performance. *Sports medicine*, (2007), 37(11), 961-980.
118. **Rosengren, K. S., Savelsbergh, G. J., & van der Kamp, J.** Development and learning: a TASC-based perspective of the acquisition of perceptual-motor behaviors. *Infant Behavior and Development*, (2003), 26(4), 473-494.
119. **Borms, J.** The child and exercise: an overview. *Journal of sports sciences*, (1986), 4(1), 3-20.
120. **Rabinowicz, T.** The differentiated maturation of the cerebral cortex. In *Postnatal Growth Neurobiology* (pp. 385-410), (1986), Springer, Boston, MA.
121. **Santos, E., & Noggle, C. A.** Synaptic pruning. *Encyclopedia of Child Behavior and Development*. Boston, MA: Springer US, (2011), 1464-1465.
122. **Baker, J., Cote, J., & Abernethy, B.** Sport-specific practice and the development of expert decision-making in team ball sports. *Journal of applied sport psychology*, (2003), 15(1), 12-25.
123. **Abernethy, B., Baker, J., & Côté, J.** Transfer of pattern recall skills may contribute to the development of sport expertise. *Applied Cognitive Psychology: The Official Journal of the Society for Applied Research in Memory and Cognition*, (2005), 19(6), 705-718.
124. **Lloyd, R. S., Oliver, J. L., Meyers, R. W., Moody, J. A., & Stone, M. H.** Long-term athletic development and its application to youth weightlifting. *Strength & Conditioning Journal*, (2012), 34(4), 55-66.
125. **Gogtay, N., Giedd, J. N., Lusk, L., Hayashi, K. M., Greenstein, D., Vaituzis, A. C., ... & Thompson, P. M.** Dynamic mapping of human cortical development during childhood through early adulthood. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, (2004), 101(21), 8174-8179.
126. **Bunge, S. A., Dudukovic, N. M., Thomason, M. E., Vaidya, C. J., & Gabrieli, J. D.** Immature frontal lobe contributions to cognitive control in children: evidence from fMRI. *Neuron*, (2002), 33(2), 301-311.
127. **Sowell, E. R., Thompson, P. M., Tessner, K. D., & Toga, A. W.** Mapping continued brain growth and gray matter density reduction in dorsal frontal cortex: Inverse relationships during postadolescent brain maturation. *Journal of Neuroscience*, (2001), 21(22), 8819-8829.
128. **Bernhardt, D. T., Gomez, J., Johnson, M. D., Martin, T. J., Rowland, T. W., Small, E., ... & Bar-Or, O.** Strength training by children and adolescents. *Pediatrics*, (2001), 107(6), 1470-1472.

129. **Armstrong, N.** *Paediatric exercise physiology*. Edinburgh: Churchill Livingstone Elsevier, (2007).
130. **Fields, R. D.** Myelination: an overlooked mechanism of synaptic plasticity?. *The Neuroscientist*, (2005), 11(6), 528-531.
131. **Balyi, I., & Hamilton, A.** Long-term athlete development: Trainability in childhood and adolescence. *Olympic coach*, (2004), 16(1), 4-9.
132. **Papaïakovou, G., Giannakos, A., Michailidis, C., Patikas, D., Bassa, E., Kalopisis, V., ... & Kotzamanidis, C.** The effect of chronological age and gender on the development of sprint performance during childhood and puberty. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, (2009), 23(9), 2568-2573.
133. **Szcesny, S., & Coudert, J.** 2003) Changes in running speed and endurance among girls during puberty. In *Kinanthropometry IV* (pp. 248-261). Routledge, (2003).
134. **Ford, P., De Ste Croix, M., Lloyd, R., Meyers, R., Moosavi, M., Oliver, J., ... & Williams, C.** The long-term athlete development model: Physiological evidence and application. *Journal of sports sciences*, (2011), 29(4), 389-402.
135. **Philippaerts, R. M., Vaeyens, R., Janssens, M., Van Renterghem, B., Matthys, D., Craen, R., ... & Malina, R. M.** The relationship between peak height velocity and physical performance in youth soccer players. *Journal of sports sciences*, (2006), 24(3), 221-230.
136. **Yagüe, P. H., & De La Fuente, J. M.** Changes in height and motor performance relative to peak height velocity: A mixed-longitudinal study of Spanish boys and girls. *American Journal of Human Biology: The Official Journal of the Human Biology Association*, (1998), 10(5), 647-660.
137. **Gravina, L., Gil, S. M., Ruiz, F., Zubero, J., Gil, J., & Irazusta, J.** Anthropometric and physiological differences between first team and reserve soccer players aged 10-14 years at the beginning and end of the season. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, (2008), 22(4), 1308-1314.
138. **Butterfield, S. A., Lehnhard, R., Lee, J., & Coladarci, T.** Growth rates in running speed and vertical jumping by boys and girls ages 11–13. *Perceptual and motor skills*, (2004), 99(1), 225-234.
139. **Williams, C. A., Oliver, J. L., & Faulkner, J.** Seasonal monitoring of sprint and jump performance in a soccer youth academy. *International journal of sports physiology and performance*, (2011), 6(2), 264-275.
140. **Brughelli, M., Cronin, J., Levin, G., & Chaouachi, A.** Understanding change of direction ability in sport. *Sports medicine*, (2008), 38(12), 1045-1063.
141. **Ramsay, J. A., Blimkie, C. J., Smith, K. A. R. E. N., Garner, S. C. O. T. T., MacDougall, J. D., & Sale, D. G.** Strength training effects in prepubescent boys. *Medicine and science in sports and exercise*, (1990), 22(5), 605-614.
142. **Ozmun, J. C., Mikesky, A. E., & Surburg, P. R.** Neuromuscular adaptations following prepubescent strength training. *Medicine and science in sports and exercise*, (1994), 26(4), 510-514.
143. **Asadi, A., Arazi, H., Ramirez-Campillo, R., Moran, J., & Izquierdo, M.** Influence of maturation stage on agility performance gains after plyometric training: a systematic review and meta-analysis. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, (2017), 31(9), 2609-2617.
144. **Sariati, D., Hammami, R., Zouhal, H., Clark, C. C. T., Nebigh, A., Chtara, M., ... & Omar, B. O. B. O.** Improvement of Physical Performance following a six-weeks Change-of-Direction

- Training Program in Elite Youth Soccer Players of different Maturity Levels. *Frontiers in Physiology*, (2021), 12, 652.
145. **Bassa, E., Kotzamanidis, C., Patikas, D., & Paraschos, I.** The effect of age on isokinetic concentric and eccentric moment of knee extensors. *Isokinetics and exercise science*, (2001), 9(4), 155-161.
 146. **Gamble, P.** Approaching physical preparation for youth team-sports players. *Strength & Conditioning Journal*, (2008), 30(1), 29-42.
 147. **Kotzamanidis, C., Chatzopoulos, D. I. M. I. T. R. I. S., Michailidis, C., Papaiakevou, G., & Patikas, D. I. M. I. T. R. I. S.** The effect of a combined high-intensity strength and speed training program on the running and jumping ability of soccer players. *J Strength Cond Res*, (2005), 19(2), 369-75.
 148. **Kotzamanidis, C.** Effect of plyometric training on running performance and vertical jumping in prepubertal boys. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, (2006), 20(2), 441-445.
 149. **Howard, P. J.** *The owner's manual for the brain: Everyday applications from mind-brain research.* Austin, Tex: Bard Press, (2006).
 150. **Vickers, J. N.** *Perception, cognition, and decision training: The quiet eye in action.* Human Kinetics, (2007),
 151. **Draganski, B., Gaser, C., Busch, V., Schuierer, G., Bogdahn, U., & May, A.** Changes in grey matter induced by training. *Nature*, (2004), 427(6972), 311-312.
 152. **Winstein, C. J., & Schmidt, R. A.** Reduced frequency of knowledge of results enhances motor skill learning. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, (1990), 16(4), 677.
 153. **Boisseau, N., & Delamarche, P.** Metabolic and hormonal responses to exercise in children and adolescents. *Sports Medicine*, (2000), 30(6), 405-422.
 154. **Naughton, G., Farpour-Lambert, N. J., Carlson, J., Bradney, M., & Van Praagh, E.** Physiological issues surrounding the performance of adolescent athletes. *Sports medicine*, (2000), 30(5), 309-325.
 155. **Baquet, G., Berthoin, S., Dupont, G., Blondel, N., Fabre, C., & Van Praagh, E.** Effects of high intensity intermittent training on peak $\dot{V}O_2$ in prepubertal children. *International journal of sports medicine*, (2002), 23(06), 439-444.
 156. **Baquet, G., Gamelin, F. X., Mucci, P., Thévenet, D., Van Praagh, E., & Berthoin, S.** Continuous vs. interval aerobic training in 8-to 11-year-old children. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, (2010), 24(5), 1381-1388.
 157. **McManus, A. M., Cheng, C. H., Leung, M. P., Yung, T. C., & Macfarlane, D. J.** Improving aerobic power in primary school boys: a comparison of continuous and interval training. *International journal of sports medicine*, (2005), 26(09), 781-786.
 158. **Katch, V. L.** Physical conditioning of children. *Journal of Adolescent Health Care*, 3(4), 241-246.
 159. **Matos, N., & Winsley, R. J.** (2007). Trainability of young athletes and overtraining. *Journal of sports science & medicine*, (1983), 6(3), 353.

160. **Sperlich, B., De Marées, M., Koehler, K., Linville, J., Holmberg, H. C., & Mester, J.** Effects of 5 weeks of high-intensity interval training vs. volume training in 14-year-old soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, (2011), 25(5), 1271-1278.
161. **Sperlich, B., Zinner, C., Heilemann, I., Kjendlie, P. L., Holmberg, H. C., & Mester, J.** High-intensity interval training improves VO₂peak, maximal lactate accumulation, time trial and competition performance in 9–11-year-old swimmers. *European journal of applied physiology*, (2010), 110(5), 1029-1036.
162. **Karsten, B., Larumbe-Zabala, E., Kandemir, G., Hazir, T., Klose, A., & Naclerio, F.** The effects of a 6-week strength training on critical velocity, anaerobic running distance, 30-M sprint and Yo-Yo intermittent running test performances in male soccer players. *PloS one*, (2016), 11(3), e0151448.
163. **Miranda, V. P. N., Faria, F. R. D., Faria, E. R. D., & Priore, S. E.** Somatic maturation and body composition in female healthy adolescents with or without adjustment for body fat. *Revista Paulista de Pediatria*, (2014), 32, 78-84.
164. **Markovic, G., & Mikulic, P.** Discriminative ability of the yo-yo intermittent recovery test (level 1) in prospective young soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, (2011), 25(10), 2931-2934.
165. **Mujika, I., Santisteban, J., Impellizzeri, F. M., & Castagna, C.** Fitness determinants of success in men's and women's football. *Journal of sports sciences*, (2009), 27(2), 107-114.
166. **Reilly, T., Bangsbo, J., & Franks, A.** Anthropometric and physiological predispositions for elite soccer. *Journal of sports sciences*, (2000), 18(9), 669-683.
167. **Deprez, D., Coutts, A. J., Lenoir, M., Fransen, J., Pion, J., Philippaerts, R., & Vaeyens, R.** Reliability and validity of the Yo-Yo intermittent recovery test level 1 in young soccer players. *Journal of Sports Sciences*, (2014), 32(10), 903-910.
168. **Deprez, D., Vaeyens, R., Coutts, A. J., Lenoir, M., & Philippaerts, R.** Relative age effect and Yo-Yo IR1 in youth soccer. *International journal of sports medicine*, (2012), 33(12), 987-993.
169. **Spencer, M., Pyne, D., Santisteban, J., & Mujika, I.** Fitness Determinants of Repeated-Sprint Ability in Highly Trained Youth. *International Journal of Sports Physiology and Performance* 2011 Human Kinetics, Inc, 2, (2011).
170. **Selmi, M. A., Sassi, R. H., Yahmed, M. H., Giannini, S., Perroni, F., & Elloumi, M.** Normative data and physical determinants of multiple sprint sets in young soccer players aged 11–18 years: effect of maturity status. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, (2020), 34(2), 506-515.
171. **Armstrong, N., & Welsman, J.** Sex-specific longitudinal modeling of youth peak oxygen uptake. *Pediatric exercise science*, (2019), 31(2), 204-212.
172. **Krustrup, P., Mohr, M., Amstrup, T., Rysgaard, T., Johansen, J., Steensberg, A., ... & Bangsbo, J.** The yo-yo intermittent recovery test: physiological response, reliability, and validity. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, (2003), 35(4), 697-705.
173. **Armstrong, N., & Fawcner, S. G.** Non-invasive methods in paediatric exercise physiology. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, (2008), 33(2), 402-410.
174. **Peña-González, I., Fernández-Fernández, J., Cervelló, E., & Moya-Ramon, M.** Effect of biological maturation on strength-related adaptations in young soccer players. *PloS one*, (2019), 14(7), e0219355.

175. **Gastin, P. B., & Bennett, G.** Late maturers at a performance disadvantage to their more mature peers in junior Australian football. *Journal of sports sciences*, (2014), 32(6), 563-571.
176. **Armstrong, N., & Welsman, J. O.** Sex-specific longitudinal modeling of short-term power in 11- to 18-year-olds. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, (2019), 51(5), 1055.
177. **Ross, A., Leveritt, M., & Riek, S.** Neural influences on sprint running. *Sports medicine*, (2001), 31(6), 409-425.
178. **Frost, G., Dowling, J., Dyson, K., & Bar-Or, O.** Cocontraction in three age groups of children during treadmill locomotion. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, (1997), 7(3), 179-186.
179. **Morgan, D. W., Tseh, W., Caputo, J. L., Keefer, D. J., Craig, I. S., Griffith, K. B., ... & Martin, P. E.** Longitudinal stratification of gait economy in young boys and girls: the locomotion energy and growth study. *European journal of applied physiology*, (2004), 91(1), 30-34.
180. **Van Praagh, E., & Doré, E.** Short-term muscle power during growth and maturation. *Sports medicine*, (2002), 32(11), 701-728.
181. **Hansen, L., Bangsbo, J., Twisk, J., & Klausen, K.** Development of muscle strength in relation to training level and testosterone in young male soccer players. *Journal of Applied Physiology*, (1999), 87(3), 1141-1147.
182. **Little T, Williams AG.** Specificity of acceleration, maximum speed, and agility in professional soccer players. *J Strength Cond Res* 2005; 19: 76–78.
183. **Vescovi, J. D., Rupf, R., Brown, T. D., & Marques, M. C.** Physical performance characteristics of high-level female soccer players 12–21 years of age. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, (2011), 21(5), 670-678.
184. **Sariati, D., Zouhal, H., Hammami, R., Clark, C. C., Nebigh, A., Chtara, M., ... & Ben Ounis, O.** Association between mental imagery and change of direction performance in young elite soccer players of different maturity status. *Frontiers in Psychology*, (2021), 2037.
185. **Towilson, C., Cobley, S., Parkin, G., & Lovell, R.** When does the influence of maturation on anthropometric and physical fitness characteristics increase and subside?. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, (2018), 28(8), 1946-1955.
186. **Sokolowski, B., & Chrzanowska, M.** Development of selected motor skills in boys and girls in relation to their rate of maturation—a longitudinal study. *Human Movement*, (2012), 13(2), 132-138.
187. **Kukolj, M., Ugarkovic, D., & Jaric, S.** Profiling anthropometric characteristics and functional performance of 12 to 18-year-old elite junior soccer players. *Journal of Human Movement Studies*, (2003), 45(5), 403-418.
188. **Nesser, T. W., Huxel, K. C., Tincher, J. L., & Okada, T.** The relationship between core stability and performance in division I football players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, (2008), 22(6), 1750-1754.
189. **Guimarães, E., Maia, J. A., Williams, M., Sousa, F., Santos, E., Tavares, F., ... & Baxter-Jones, A. D.** Muscular strength spurts in adolescent male basketball players: the INEX study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, (2021), 18(2), 776.
190. **Castro-Piñero, J., González-Montesinos, J. L., Mora, J., Keating, X. D., Girela-Rejón, M. J., Sjöström, M., & Ruiz, J. R.** Percentile values for muscular strength field tests in children aged 6 to 17 years: influence of weight status. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, (2009), 23(8), 2295-2310.

191. **Casajús, J. A., Leiva, M. T., Villarroya, A., Legaz, A., & Moreno, L. A.** Physical performance and school physical education in overweight Spanish children. *Annals of Nutrition and Metabolism*, (2007), 51(3), 288-296.
192. **Cordingley, D. M., Sirant, L., MacDonald, P. B., & Leiter, J. R.** Three-year longitudinal fitness tracking in top-level competitive youth ice hockey players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, (2019), 33(11), 2909-2912.
193. **Perejmibida, A., Conlon, J. A., Lyons, M., & Cripps, A.** The impact of age and maturation on physical performance capacities in emerging adolescent surfing athletes: An argument for off-water training. *International Journal of Sports Science & Coaching*, (2022), 17479541221083481.
194. **Hermassi, S., Aouadi, R., Khalifa, R., van den Tillaar, R., Shephard, R. J., & Chelly, M. S.** Relationships between the yo-yo intermittent recovery test and anaerobic performance tests in adolescent handball players. *Journal of human kinetics*, (2015), 45, 197.
195. **Boraczyński, M., Boraczyński, T., Podstawski, R., Wójcik, Z., & Gronek, P.** Relationships between measures of functional and isometric lower body strength, aerobic capacity, anaerobic power, sprint and countermovement jump performance in professional soccer players. *Journal of Human Kinetics*, (2020), 75(1), 161-175.
196. **Ishida, A., Travis, S. K., & Stone, M. H.** Associations of body composition, maximum strength, power characteristics with sprinting, jumping, and intermittent endurance performance in male intercollegiate soccer players. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, (2021), 6(1), 7.
197. **Wong, P. L., Chaouachi, A., Castagna, C., Lau, P. W., Chamari, K., & Wisløff, U.** Validity of the Yo-Yo intermittent endurance test in young soccer players. *European Journal of Sport Science*, (2011), 11(5), 309-315.
198. **Ingebrigtsen, J., Brochmann, M., Castagna, C., Bradley, P. S., Ade, J., Krusturup, P., & Holtermann, A.** Relationships between field performance tests in high-level soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, (2014), 28(4), 942-949.
199. **Lockie, R. G., Jalilvand, F., Moreno, M. R., Orjalo, A. J., Risso, F. G., & Nimphius, S.** Yo-yo intermittent recovery test level 2 and its relationship with other typical soccer field tests in female collegiate soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, (2017), 31(10), 2667-2677.
200. **Pyne, D. B., Saunders, P. U., Montgomery, P. G., Hewitt, A. J., & Sheehan, K.** Relationships between repeated sprint testing, speed, and endurance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, (2008), 22(5), 1633-1637.
201. **Mendez-Villanueva, A., Büchheit, M., Kuitunen, S., Poon, T. K., Simpson, B., & Peltola, E.** Is the relationship between sprinting and maximal aerobic speeds in young soccer players affected by maturation?. *Pediatric exercise science*, (2010), 22(4), 497-510.
202. **Kalantari, H. A., & Esmailzadeh, S.** Association between academic achievement and physical status including physical activity, aerobic and muscular fitness tests in adolescent boys. *Environmental health and preventive medicine*, (2016), 21(1), 27-33.
203. **Vigh-Larsen, J. F., Beck, J. H., Daasbjerg, A., Knudsen, C. B., Kvorning, T., Overgaard, K., ... & Mohr, M.** Fitness characteristics of elite and subelite male ice hockey players: A cross-sectional study. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, (2019), 33(9), 2352-2360.
204. **Chaouachi, A., Brughelli, M., Chamari, K., Levin, G. T., Abdelkrim, N. B., Laurencelle, L., & Castagna, C.** Lower limb maximal dynamic strength and agility determinants in elite basketball players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, (2009), 23(5), 1570-1577.

205. **Nughes, E., Aquino, R., Ermidis, G., Castorelli, V., Raiola, G., & Rago, V.** Anthropometric and fitness associations in U17 Italian football players. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, (2020), 60(9), 1254-1260.
206. **Imai, A., & Kaneoka, K.** The relationship between trunk endurance plank tests and athletic performance tests in adolescent soccer players. *International journal of sports physical therapy*, (2016), 11(5), 718.
207. **Bento, A., Carrasco, L., & Raimundo, A.** The Mediating Effect of Physical Fitness and Dietary Intake on the Relationship of Physical Activity with Body Composition in High School Students. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, (2022), 19(12), 7301.
208. **Asadi, A.** Relationship between jumping ability, agility and sprint performance of elite young basketball players: A field-test approach. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano*, (2016), 18, 177-186.
209. **Brechue, W. F., Mayhew, J. L., & Piper, F. C.** Characteristics of sprint performance in college football players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, (2010), 24(5), 1169-1178.
210. **McFarland, I. T., Dawes, J. J., Elder, C. L., & Lockie, R. G.** Relationship of two vertical jumping tests to sprint and change of direction speed among male and female collegiate soccer players. *Sports*, (2016), 4(1), 11.
211. **Köklü, Y., Alemdaroğlu, U., Özkan, A., Koz, M., & Ersöz, G.** The relationship between sprint ability, agility and vertical jump performance in young soccer players. *Science & Sports*, (2015), 30(1), e1-e5.
212. **Hammami, R., Sekulic, D., Selmi, M. A., Fadhloun, M., Spasic, M., Uljevic, O., & Chaouachi, A.** Maturity status as a determinant of the relationships between conditioning qualities and preplanned agility in young handball athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, (2018), 32(8), 2302-2313.
213. **Negra, Y., Chaabene, H., Hammami, M., Amara, S., Sammoud, S., Mkaouer, B., & Hachana, Y.** Agility in young athletes: is it a different ability from speed and power?. *Journal of strength and conditioning research*, (2017), 31(3), 727-735.
214. **França, C., Marques, A., Ihle, A., Nuno, J., Campos, P., Gonçalves, F., ... & Gouveia, É.** Associations between muscular strength and vertical jumping performance in adolescent male football players. *Human Movement*, (2022), 24(1).
215. **Haff, G. G., & Nimphius, S.** Training principles for power. *Strength & Conditioning Journal*, (2012), 34(6), 2-12.
216. **Chittibabu, B.** Estimation of relationship between sprinting performance with agility and explosive power of male handball players. *International Journal of Current Research in Life Sciences*, (2014), 3(8), 056-58.

ÖZGEÇMİŞ



EKLER

EK-1 AYDINLATILMIŞ ONAM FORMU

Çukurova Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi bünyesinde “9 - 18 Yaş Arası Futbolcularda Aerobik ve Anaerobik Performansın Yaş Gruplarına Göre İncelenmesi” amacıyla bir çalışma yapılacaktır. Çalışmada sporcuların boy, vücut ağırlığı, oturma yüksekliği ve bacak uzunluğu ölçümleri, aerobik dayanıklılık, kassal dayanıklılık, çeviklik, durarak uzun atlama ve sprint performanslarının belirlenmesine yönelik testler yapılacaktır. Yapılacak tüm testler sporcuların uğraşmakta olduğu spor branşının müsabakalarında uygulanan hareketlere benzer nitelikleri taşımaktadır. Tüm ölçümler Çukurova Üniversitesi Sağlıklı Yaşam Merkezi Spor Fizyolojisi Performans Laboratuvarı ve Çukurova Üniversitesi Futbol Sahası’nda uygulanacaktır. Bu süre zarfında katılımcı sporcular, müsabakası esnasında yaşayabilecekleri sakatlıklarla karşılaşma ihtimalleri bulunmaktadır. Bu yüzden yaşanabilecek herhangi bir sakatlıktan kurumumuz mesul değildir.

Yapılacak olan testler için katılımcılara herhangi bir ücret ödenmeyecek, aynı zamanda katılımcılardan ücret talep edilmeyecektir.

SÖZ KONUSU ARAŞTIRMAYA, YUKARIDA BELİRTİLEN KOŞULLAR ÇERÇEVESİNDE HİÇBİR BASKI VE ZORLAMA OLMAKSIZIN KENDİ RIZAMLA KATILMAYI VE BİLGİLERİMİN KİŞİSELLİĞİ SAKLI TUTULARAK BİLİMSEL ÇALIŞMALARDA KULLANILMASINI KABUL EDİYORUM.

Katılımcı/Vasisi Adı, Soyadı

Tanık Adı, Soyadı

İmza

İmza

Tarih:/...../20..

EK-2 ETİK KURUL ONAY FORMU



EK-3 VERİ TOPLAMA FORMU ÖRNEĞİ

İSİM	DOĞUM TARİHİ (gg/aa/yy)

İSİM	BOY UZUNLUĞU (1)	BOY UZUNLUĞU (2)	VÜCUT AĞIRLIĞI (1)	VÜCUT AĞIRLIĞI (2)	OTURMA YÜKSEKLİĞİ (1)	OTURMA YÜKSEKLİĞİ (2)	BACAK UZUNLUĞU (1)	BACAK UZUNLUĞU (2)

İSİM	DURARAK UZUN ATLAMA (1)	DURARAK UZUN ATLAMA (2)	DURARAK UZUN ATLAMA (3)	1dk MEKİK	1dk ŞİNAV

