



## Çocuk ve antrenman

### *Training in children*

**Caner AÇIKADA**

*Hacettepe Üniversitesi Spor Bilimleri ve Teknolojisi Yüksekokulu*

Günümüzde erken yaşlarda spora yönelim ve elit sporda başarının giderek daha geç yaşlarda elde edilmesi, uzun yıllar antrenman yapılmasını ve çocuk sporunda elitleşmeyi zorunlu kılmıştır. Ancak, çocukların antrenman yüklenmelerine verdikleri tepkilerin yetişkinlerden farklı olduğu, bunun nedenlerinin büyüme ve gelişmeyle doğru ilişki olduğu görülmüştür. Büyüme ve gelişmenin etkisinde, farklı büyüme dönemlerine paralel olarak belirlenen antrenmanlar, başlama, genel hazırlık, özel hazırlık ve verim evrelerine ayrılır. Her evreye bağlı gelişen fonksiyonel ve biyolojik özelliklerden hareketle antrenmana verilen yanıtlar değişir. Bu yazıda, çocuklarda antrenmana bağlı büyüme, antrenman, dayanıklılık ve kuvvet antrenmanları, cinsiyet ve olgunlaşma, psikososyal gelişim konuları değerlendirildi.

*Early participation of children in elite sports and significant achievements at younger ages have brought about the need for longer training years and intensive training programmes for child athletes. However, the response of children to training loads presents some differences from those of adults owing to characteristics associated with growth and development. Considering the influences of growth and development and in consistent with diverse stages of child growth, the course of training is divided into several stages including participation, general involvement, special preparation, and elite performance, each of which is characterized by distinct responses depending on functional and biological features. This article reviews particular aspects of child training in relation with to growth, endurance, sexual development and maturation, and psychosocial development.*

### **Büyüme ve biyomotor özellikler**

Büyük organizasyonlarda yer alan sporcular üzerinde yapılan çalışmalarda, bu sporcuların daha erken yaşlarda spor yapmaya yönlendirildikleri görülmektedir. Olimpiyat oyunlarında madalya kazanan sporcuların da yaşlarının giderek küçüldüğü gözlenmektedir.<sup>[1]</sup> 1970'li ve 1980'li yıllarda, başta Doğu Almanya olmak üzere, dönemin Doğu Avrupa veya demirperde ülkelerinin sporu sosyo-politik sistemin bir göstergesi olarak ele alarak, yoğun bir şekilde sporda yetenek modeli arayışları, çocuk ve antrenmana farklı bir bakış açısı getirmiştir. Bu gelişmelerin etkisiyle, ilerleyen yıllarda çocuk ve spor çok farklı bir yönelim kazanmıştır. Bunun en önemli sonucu, çocukların erken yaşlarda farklı spor dallarını

seçmeye yönlendirilmeleridir. Aynı yaklaşıma bağlı olarak, çocuklar ve gençler daha sistematik bir yaklaşımla spora yönlendirilmişlerdir ve belli yaşlarda farklı antrenman yöntemleri uygulanmaya başlanmıştır. Bu gelişmeler, çocuk ve gençlerdeki büyümenin antrenmandan nasıl etkilendiği ve antrenmana yanıtlarının nasıl olduğu sorularını gündeme getirmiştir. Bu yazıda, çocuklarda antrenmana bağlı büyüme, antrenman, dayanıklılık ve kuvvet antrenmanları, cinsiyet ve olgunlaşma, psikososyal gelişim konuları değerlendirildi.

Spora başlama ile ilerleyen antrenman yılları farklı dönemlere ait başlıklar altında tanımlanır. Bunların, spora başlama, spor dalının hazırlık antrenmanlarına başlama, yönlendirilen dalın antrenmanlarının

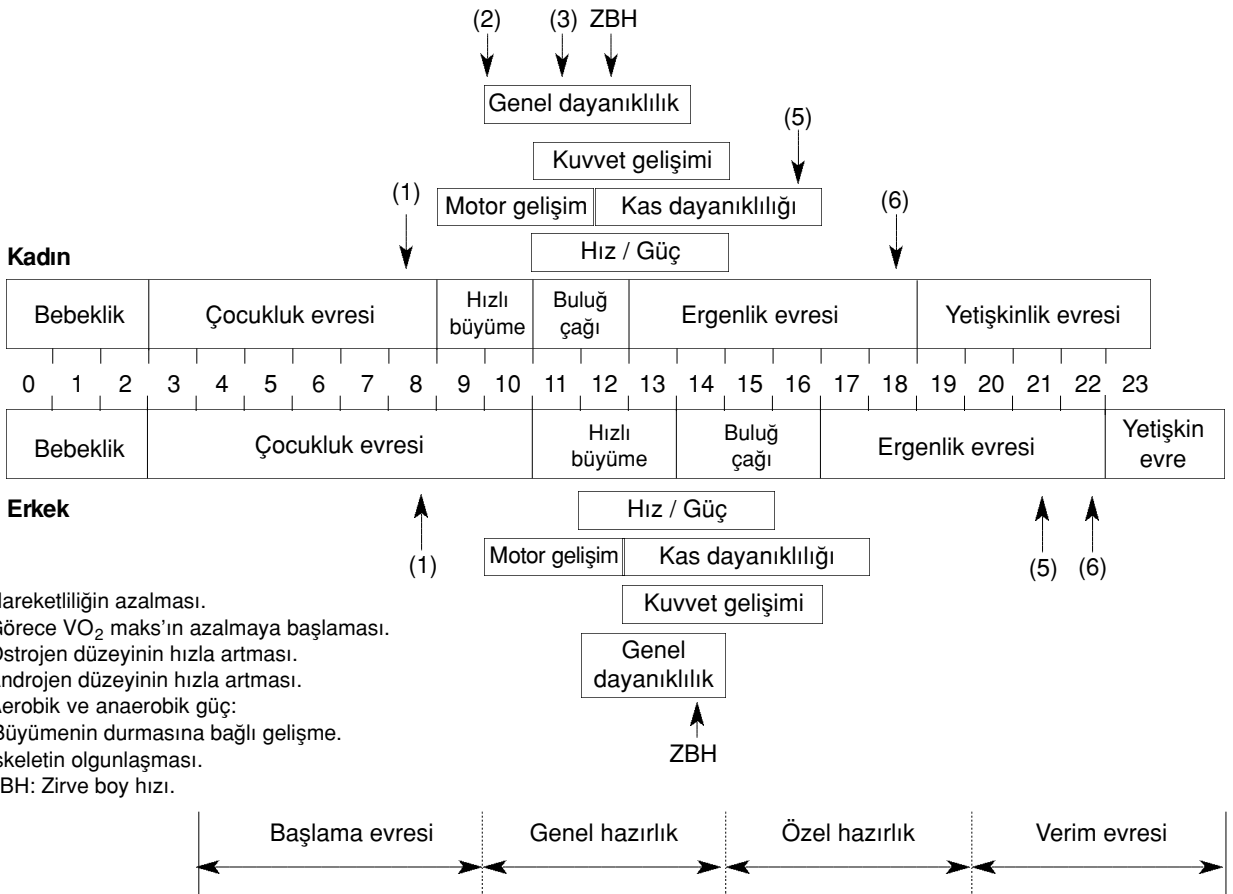
yoğunlaştığı özel hazırlık ve sporcunun en yüksek verimi (performans) alması beklenen yıllar olan verim dönemi şeklinde sıralandığı görülür.<sup>[2-4]</sup> Büyümeyle birlikte antrenman evrelerinin yukarıda belirtildiği şekilde adlandırılması, doğrudan büyüme ve gelişmeyle, büyümenin yarattığı fonksiyonel ve cinsel gelişimle, organizmanın farklı biyomotor özelliklerde uğradığı değişikliklerle ve antrenman yapma kapasitesindeki farklılaşmalarla çok yakından ilgilidir.<sup>[5-8]</sup>

Kız ve erkek çocuklarda doğumdan, büyüme ve olgunlaşma çağına kadar meydana gelen değişimler ve bu değişimlerin etkilediği bazı biyomotor özellikler Şekil 1'de gösterilmiştir. Hızlı büyüme evresine kadar, kız ve erkek çocukların fonksiyonel ve biyomotor gelişimlerinde paralellik gözlenirken, hızlı büyüme evresinde bu paralellik bozulmaktadır. Kız çocukları, hızlı büyüme evresine erkeklerden 1-2 yıl önce girmektedir; bunu izleyen buluğ çağı ve ergenlik evreleri daha önce ve kısa yaşanmaktadır. Bu durum, kız çocuklarında fonksiyonel ve cinsel olgun-

laşma ve cinsiyet hormonlarının farklı etkileşimine bağlı olarak (Şekil 1) biyomotor özelliklerde ve antrene edilebilirlikte, erkek çocuklara göre farklılaşmalar yaratmaktadır.<sup>[6,9,10]</sup> Genel olarak, kız ve erkek çocuklarda, fonksiyonel ve biyomotor özelliklerin gelişim ilişkisi benzerlik taşımaktadır. Hız ve çabukluk özellikleri buluğ çağı öncesinde; alaktik anaerobik ve aerobik özelliklere bağlı çabuk kuvvet ve dayanıklılık özellikleri buluğ çağıyla birlikte; laktik anaerobik dayanıklılık ve buna bağlı olarak hızda ve kuvvette devamlılık ile maksimal kuvvet özellikleri buluğ çağı sonrasında gelişmektedir.<sup>[11]</sup>

### Büyüme ve antrenman

Büyüme ve gelişme çağında, büyümeden bağımsız olarak antrenmana verilen yanıt merak konusu olmuştur. Bu alanda yapılan çalışmalarda oldukça çelişkili sonuçlar elde edilmiştir.<sup>[9,10,12-15]</sup> Yukarıda belirtilen fizik, fonksiyonel ve cinsel gelişimelerin etkisiyle çocuklar hemen her yaşta farklı tepkiler vermektedir. Çocuklar, yetişkinlerin bir minyatürü görünümünde değildir. Yetişkinlerden farklı olarak, ae-



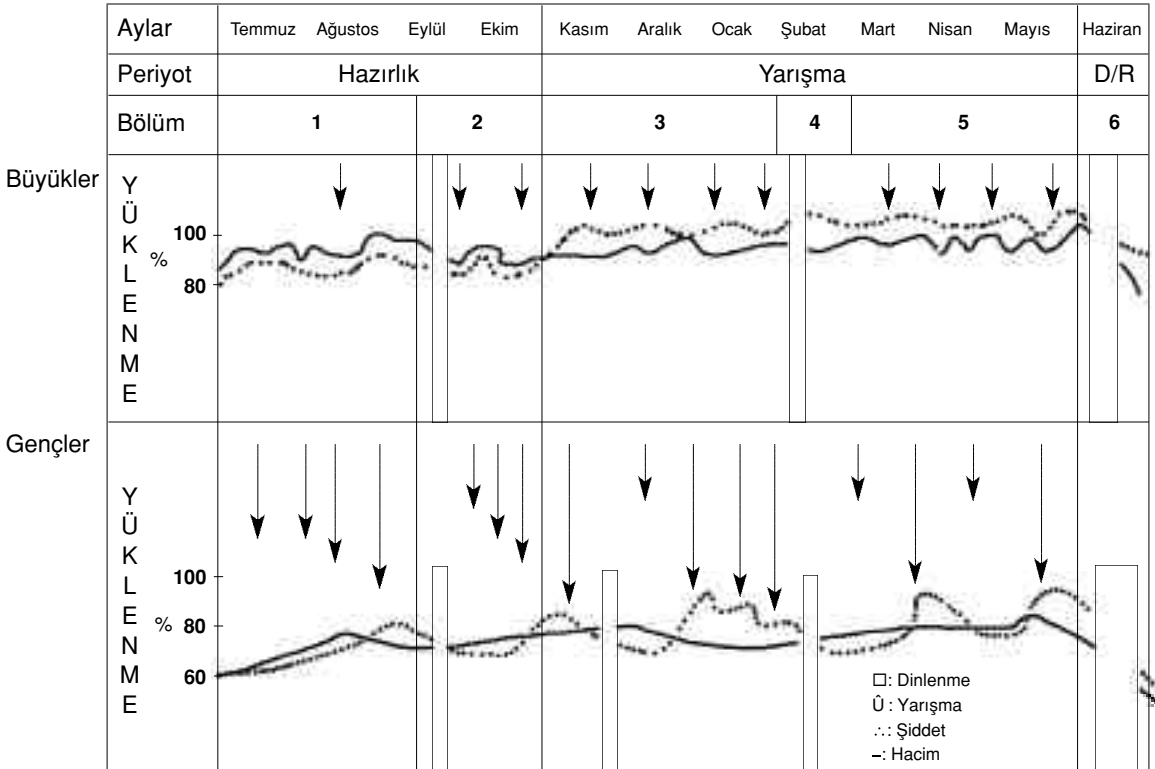
Şekil 1. Gelişim ve antrenman evreleri ile önemli fizyolojik değişimler.

robik özellikli bir çalışmaya iyi yanıt veriyorlarsa, anaerobik çalışmaya da iyi yanıt vermektedirler.<sup>[10,13]</sup> Gelişim özelliğine bağlı olarak, belli bir yaşta elde edilen bir ölçüm değerinin, ilerlemiş bir yaşta ne olacağını tahmin etmek mümkün olmamaktadır.<sup>[6]</sup> Günümüzde elde edilen bilgiler, çocukların antrenman yüklenmelerine verdikleri yanıtların yetişkinlerle benzerlik taşıdığını göstermektedir.<sup>[6,10,13]</sup> Buradan hareketle, çocuk ve gençlerdeki antrenman yüklenmelerinde de antrenmanın temel ve yardımcı ilkelerinin geçerli olduğu<sup>[7,16,17]</sup> ve aşırı yüklenmenin şiddet, sıklık, hacim veya süre öğelerinin, antrenmana verilen yanıtta belirleyici oldukları gözlenmiştir.<sup>[6,10,18]</sup> Bununla birlikte, çocuk ve gençlerde uygulanan antrenman yüklenimlerindeki şiddet ve sıklık dalgalanmaları ve buna bağlı elde edilen form değişiklikleri, yetişkinlere oranla daha az değişkendir (Şekil 2).<sup>[4]</sup>

Büyüme ve gelişme evrelerinde çocukların sergiledikleri çok yönlülüğe bakarak, sonraki yıllarda sportif yeteneklerinin ne olacağı, spor çevrelerinde ve bilim dünyasında sıkça sorulan soruların başında gelmektedir. Yapılan gözlemler, fonksiyonel olgunluğu daha ileri olan çocuk ve gençlerin, geri olanlara oranla daha iyi performans sergiledikleri yönün-

dedir. Öte yandan, biyomotor ya da performans düzeyleri aynı olmasına karşın, fonksiyonel özellikleri daha geri olanların, olgunluk döneminde daha iyi biyomotor özelliklere sahip olacakları düşünülmektedir.<sup>[11,19]</sup> Benzer şekilde, cinsel olgunluğa erken ulaşan çocuk ve gençler daha iyi performans sergilerken; biyomotor özellikleri benzer iki çocuktan cinsel olgunluğa geç ulaşanların sonraki yıllarda daha iyi biyomotor özellikler sergilemesi beklenmektedir.<sup>[11,19]</sup> Büyüme ve gelişme evrelerinde, yetersiz beslenmenin fonksiyonel gelişimde etkili olduğu ve ilerleyen yıllarda sportif performans yeteneklerinin genetik potansiyeli yansıtmada yetersiz kalacağı düşünülmektedir.<sup>[11]</sup> Sağlık sorunları nedeniyle yaşatlarından geri kalmış çocuklarda, sonraki yıllarda normal sağlık, fizik gelişimi ve büyüme özellikleri elde edilse de, fonksiyonel özelliklerindeki gelişimlerin potansiyel ve sportif performans yönünden sınırlanacağı öngörülmektedir.<sup>[20]</sup>

Buluğ çağı öncesinde sporun büyüme olumsuz etkileyip etkilemediği de merak konusudur.<sup>[18,21-23]</sup> Bir çalışmada, buluğ çağı öncesinde, yüzme, tenis, hentbol ve cimnastik sporları yapan 9-13 yaşlarındaki 184 çocuğun (96 kız, 88 erkek) boy, vücut ağırlığı,



Şekil 2. Gençler ve yetişkinlerde yüklenme dinamiği. D: Dinlenme; R: Rejenerasyon.

pubertal gelişimleri ve vücut kütle indeksleri (VKİ) incelenerek, olguların 2-4 yaşlarındaki boy uzunluğu, VKİ ve ebeveynlerinin boy uzunlukları ile karşılaştırılmıştır.<sup>[21]</sup> Yapılan incelemede, dört spor dalında yer alan olgular arasında 2-4 yaşlarındaki ve buldukları yaştaki boy değerlerinin standart sapma skorları (SSS) arasında anlamlı fark olduğu belirlenmiştir. Ancak, kız çocuklar arasında VKİ ve SSS değerleri açısından görülen anlamlı fark, erkek olgularda gözlenmemiştir. Her spor dalı ayrı ayrı incelendiğinde, 2-4 ve 9-13 yaşlarında, boy ve VKİ SSS değerlerinde değişiklik görülmemiştir. Regresyon analizinde, hedef boy, 2-4 yaş boy ve pubertal durumun ulaşılabilecek gerçek boy üzerinde anlamlı etkisinin olduğu gösterilmiştir. Spor dalı ve haftalık antrenman saatlerinin boy SSS değeri üzerinde bir etkisi olmadığı gözlenmiştir. Erkek çocukların 2-4 yaşlarındaki VKİ değerlerinin ve pubertal durumlarının sonraki VKİ değerlerini anlamlı etkilediği görülmüştür. Bu durum, kız çocuklarda yalnız 2-4 yaşlarındaki VKİ'de gözlenmiştir. Anılan çalışma, buluş çağı öncesi boy uzunluğunun yapılan yoğun yarışma sporlarından olumsuz bir şekilde etkilenmediğini; çocuklarda spora yönelimde vücut bileşimiyle ilgili özelliklerin etkili olduğunu göstermiştir. Bir başka deyişle, bir spora yönelimde sporun büyüme üzerine etkisinden çok, antrenörün, ailenin ve çocuğun tercihleri rol oynamakta; sonuçta seçilen spor dallarına bağlı olarak fizik yapı da etkilenmektedir.

### Dayanıklılık antrenmanları

Dayanıklılık performansının maksimal oksijen tüketimi (VO<sub>2</sub> maks-MOT), laktat eşiği ve hareket ekonomisi olmak üzere başlıca üç öğeye bağlı olduğu belirtilmiştir.<sup>[10,24-26]</sup> Maksimal aerobik güç adı da verilen MOT, maksimal istemli bir çalışmada, çalışan kasların aerobik metabolizmaya dayalı olarak kullanabildiği en yüksek oksijen değerini vermektedir.<sup>[27]</sup> Bu nedenle MOT, önemli ölçüde aerobik metabolizmaya bağlı olan dayanıklılık performansının önemli bir fizyolojik ölçütüdür.<sup>[10,27,28]</sup> Ancak, MOT düzeyinde bir-iki dakika çalışılabilmektedir.<sup>[10,27]</sup> Ayrıca, yüksek düzeyde aerobik metabolizmaya dayalı çalışmayı sürdürebilme, MOT'ye ve laktat eşğine bağlıdır.<sup>[26]</sup> Laktat eşiği, aerobik metabolizmanın en yüksek oksijen tüketimini, kanda belli bir laktat miktarında yapabildiği metabolik durumdur. Bu düzey, MOT'nin en büyük yüzdesinin uzun süreli kullanılabilirdiği bir ölçüttür ve antrenmanlarla doğrudan

ilişkilidir.<sup>[24,26]</sup> Bu nedenle, aerobik çalışmayı uzun süre devam ettirebilme, MOT veya laktat eşiğinin veya her ikisinin geliştirilebilmesine bağlıdır.<sup>[26]</sup> Dayanıklılık performansının üçüncü öğesi ise çalışma veya hareket ekonomisidir. Çalışma ekonomisi, belirli bir çalışma hızı veya temposunda kullanılan oksijen değerini ifade etmektedir.<sup>[24,26]</sup> Koşu, yüzme, bisiklet veya diğer sportif etkinlikler sırasında, rakibin veya yarışın dikte ettiği çalışma hızında kullanılan oksijen miktarıdır. Bu nedenle, belirli bir çalışma temposunda daha ekonomik oksijen kullanımı, daha yüksek çalışma kapasitesi yaratmaktadır.<sup>[10,27]</sup> Dayanıklılık performansının geliştirilmesine yönelik antrenmanlar MOT, laktat eşiği ve çalışma ekonomisini geliştirmeyi amaçlar.<sup>[24,26]</sup>

### Antrenman ve maksimal oksijen tüketimi

Çocuklarda maksimal oksijen tüketimi, yetişkinlerde olduğu gibi koşu bandında, bisiklet ergometresi veya standart iş yükü yaratan diğer ergometreler yardımıyla ölçülmektedir.<sup>[29,30]</sup> Çocuklarda büyümeyle ilgili artan anatomik ve fonksiyonel özelliklere paralel olarak MOT'yi belirleyen kalp, akciğer, kan ve iskelet kası kapasite ve büyüklükleri de artar.<sup>[6]</sup> Altı yaşındaki kız ve erkek çocuklarda ortalama 1.0 L.dk<sup>-1</sup> olan MOT, 15 yaşına gelindiğinde kızlarda ortalama 2.0, erkeklerde 2.8 L.dk<sup>-1</sup> düzeyine çıkar.<sup>[31]</sup> Erkek ve kız çocuklarda, bu değerlerin bazı yaşlarda çakışmasına karşın, genel olarak buluş çağı öncesindeki tüm evrelerde erkek çocukların ortalama MOT değerleri daha yüksektir. Görece (relative) değer olarak kilogram vücut ağırlığı başına ifade edildiğinde, MOT değerlerinde 6-16 yaşları arasında anlamlı bir değişiklik görülmez. Koşu bandında ölçülen ortalama değer 52 ml.kg<sup>-1</sup>.dk<sup>-1</sup> olduğu görülmüştür. Bu değer, bisiklet ergometresinde veya yürüme türü protokollerle elde edilenlerden daha yüksektir.<sup>[29]</sup> Kız çocuklarında, cinsiyete ve buna bağlı gelişim özelliklerine bağlı olarak MOT değerleri, erkek çocuklardan farklı bir gelişim sergiler.<sup>[5,6,8,14,15]</sup> Yapılan çalışmalarda, kız çocuklarında ölçülen MOT değerlerinin her yaşta, erkek çocuklardan daha düşük olduğu gözlenmiştir.<sup>[6]</sup> Sekiz yaşında bir kız çocuğunda yaklaşık 50 ml.kg<sup>-1</sup>.dk<sup>-1</sup> olarak ölçülen MOT'nin 14 yaşında yaklaşık 45 ml.kg<sup>-1</sup>.dk<sup>-1</sup> değerine gerilediği gözlenir. Bu gerileme, vücut kompozisyonunda cinsiyete bağlı olarak artan yağ kitlesine ve kız çocuklarının erkek çocuklara oranla çevreleriyle daha az fiziksel

aktivitede bulunmalarına bağlanmaktadır.<sup>[5,6,8,14,15]</sup> Kız ve erkek çocuklar arasındaki farkın oluşmasında atım hacmi, dakika atım hacmi, kardiyak büyüklüğü gibi cinsiyete bağlı bazı biyolojik etkenlerin de rol oynadığı düşünülmektedir.<sup>[6]</sup> Bu nedenle, çocuklarda gözlenen MOT değerlerinin büyüklüğü ve büyüme-ye bağlı değişikliklerin, oksijen taşıma sisteminin değişen büyüklüğü ile yakından ilgili olduğu görülmektedir.<sup>[6]</sup>

Dayanıklılığın geliştirilmesinde, antrenman şiddeti, sıklığı ve süresinin yeterli olduğu koşullarda, yetişkinde MOT'nin yaklaşık %15-30 oranında arttığı gözlenmiştir.<sup>[6,27]</sup> Bu artışın tetikleyici mekanizması bilinmemesine karşın, atım hacmi ve arterovenöz oksijen farkına bağlı bir gelişim olduğu düşünülmektedir.<sup>[5,8]</sup> Bununla birlikte, birçok araştırma, çocuklarda MOT artışının aynı boyutlarda olmadığını göstermektedir.<sup>[6,12,32,33]</sup> Son yıllardaki çalışmalar, yöntem bakımından daha tutarlı olmakla birlikte, farklı bulgular ortaya koymuştur. Bazı çalışmalarda MOT artışı %10-14 olarak bildirilirken<sup>[6,33]</sup> bazılarında %5 olarak bildirilmiştir.<sup>[6,14,32]</sup> Öte yandan, MOT değerinde antrenmana bağlı artış olmadığını belirten çalışmalar da vardır.<sup>[34-38]</sup> Bununla birlikte, buluş çağından erke çocukların aerobik antrene edilebilirlik yeteneğinde belirgin bir artış olduğu görülmektedir.<sup>[39]</sup> Bu artış "tetikleyici hipotez"le (Trigger hipotezi) açıklanmıştır; buna göre, buluş çağına bağlı olgunlaşmanın etkisiyle aerobik güç potansiyelinde farklılaşma meydana gelmektedir.<sup>[40]</sup> Kobayashi ve ark.<sup>[41]</sup> MOT değerindeki bu artışın belirgin olarak zirve boy hızı (peak height velocity) evresinde oluştuğunu bildirmişlerdir.

Normal nüfusta ortalama  $52 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{dk}^{-1}$  olarak gözlenen MOT değerinin, iyi antrene edilmiş buluş çağı öncesi dayanıklılık sporcularında  $60-65 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{dk}^{-1}$ , yetişkin yaşlardaki dayanıklılık sporcularında  $70-80 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{dk}^{-1}$  olduğu görülmektedir.<sup>[6]</sup> Aradaki farkın, çocukların aerobik antrenman için gösterdikleri yetersiz kapasiteye ve buluş çağı öncesi çocuk sporcularda MOT için bir tavan sınırının (yaklaşık  $60 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{dk}^{-1}$ ) bulunmasına bağlı olduğu bildirilmiştir.<sup>[6]</sup> Ülkemizde çocuklar üzerinde yapılan sınırlı sayıda MOT ölçümlerinin birinde, 11-16 yaşlarındaki ve antrenman süresi 12-96 ay arasında değişen 38 erkek atlette MOT'nin yaş sırasıyla ortalama değerleri  $50.8 \pm 0.42$ ,  $50.43 \pm 5.83$ ,  $49.85 \pm 5.96$ ,  $56.205 \pm 4.79$ ,  $53.84 \pm 5.84$  ve  $52.10 \pm 7.87 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{dk}^{-1}$ ; 12-15 yaşlarında ve antrenman süresi 12-72 ay arasında değişen

44 kız atlette ise yine yaş sırasına göre  $46.4 \pm 8.63$ ,  $44.48 \pm 5.95$ ,  $47.25 \pm 5.87$  ve  $40.62 \pm 8.81 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{dk}^{-1}$  bulunmuştur.<sup>[42]</sup> En yüksek MOT değerleri her iki cinsiyet grubunda da birer mesafe koşucusunda (15 yaş erkek,  $64.0 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{dk}^{-1}$  ve 14 yaş kız,  $55.1 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{dk}^{-1}$ ); en düşük değerler ise yine iki cinsiyette de birer atıcı atlette (15 yaş erkek,  $42.85 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{dk}^{-1}$  ve kız,  $28.5 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{dk}^{-1}$ ) ölçülmüştür. Anılan çalışmada tüm yaşlarda kız atletlerde erkek atletlerden daha düşük MOT değeri saptanmıştır.

## Antrenman ve laktat eşiği

Dayanıklılığın en önemli ölçütlerinden biri, belirli bir laktat eşiğinde elde edilen çalışma veya koşu hızı olarak bildirilmiştir.<sup>[24,26]</sup> Yetişkin sporcularda antrenmana bağlı form düzeylerindeki iniş ve çıkışlar, başka bir deyişle antrenmana bağlı dayanıklılığın gelişim seyri, MOT'den çok anaerobik eşik değerleriyle ifade edilmektedir.<sup>[43]</sup> Anaerobik eşik, giderek artan bir çalışma yükünde, doğrusal artan yüke karşılık, kan laktat düzeyindeki doğrusal artışın bozulup daha yüksek bir artış göstermesi olarak tanımlanmıştır.<sup>[6]</sup> Bu değişim, yalnız laktat miktarında değil, solunum değerlerinde ve kalp atım hızında da gözlenmektedir.<sup>[43]</sup> Bu kavramın yorumlanmasında farklılıklar bulunmakla birlikte, anaerobik eşik düzeyi üzerine yapılan çalışmalarda, aerobik enerji kaynaklarının kullanımının sınırlandığı; buna karşın anaerobik metabolizmanın katkısının arttığı görülmüştür.<sup>[6]</sup> Anaerobik eşik veya kalp atım hızı düzeyinde çalışmanın, aerobik kondisyonun veya dayanıklılık kapasitesinin anterene edildiği en uygun çalışma şiddeti olduğu bildirilmiştir.<sup>[6,44]</sup> Bu düzeyi aşan çalışmaların hızlı yorgunluk ve yetersiz antrenmana neden olduğu; bu düzeyin altındaki çalışmaların ise aerobik metabolizmayı antrenman etkisi olarak yeterince uyarmadığı bildirilmiştir.<sup>[6,44]</sup> Ancak, çocuk ve gençlerde laktik anaerobik metabolizmaların antrenmana yanıtının yetişkinlerdeki gibi olmadığı; antrenmana yanıtın olgunlaşmayla birlikte geliştiği bilinmektedir.<sup>[45-49]</sup> Bu nedenle, çocuklarda kan laktat yanıtının yetişkinlerdeki gibi olmadığı vurgulanmaktadır. Öte yandan bazı çalışmalarda, çocuklarda uygulanan laktik anaerobik antrenman yüklenmelerinin, yetişkinlere önerilen şiddetten daha yüksek olması gerektiği bildirilmiştir.<sup>[6]</sup>

Çocuklarda yapılan fosfor-31 nükleer manyetik rezonans spektroskopisi incelemelerinde, yüksek şiddetli çalışmalarda, kas içi pH düzeylerinin yetişkin-

lere göre daha düşük düzeyde azaldığı gösterilmiştir.<sup>[50-52]</sup> Bununla birlikte, fiziksel olarak aktif çocuklarda glikolitik metabolizmanın olgunluğa bağlı olmadığı bildirilmiştir.<sup>[50]</sup> Kız çocuklarında puberte öncesi (10-11 yaş) ve puberte evresinde (15-16 yaş) yapılan egzersizler sırasında intraselüler pH ortalama değerleri veya fosfat (Pi) ve fosfokreatin (PCr) oranları (Pi/PCr) arasında anlamlı bir fark gözlenmemiştir. Bununla birlikte, ergenlik öncesi dönemde (7-10 yaş) ve ergenlik döneminde (12-15 yaş) antrene olan ve olmayan çocuklarda, yüksek şiddetli çalışmalar sırasında anaerobik metabolizmaya bağlı ATP refosforilasyonu yetişkinlerden daha düşük bulunmuştur.<sup>[51,52]</sup> Bu durumun, kasta meydana gelen glikoliz mekanizmasından veya daha farklı kas lifi tipi hareketlenmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Sınırlı sayıda araştırma, yüksek şiddetli çalışmalar sırasında çocuklarda yetişkinlere göre ATP yenilenmesinde daha düşük anaerobik glikoliz kapasitesi olduğu gösterilmiştir.<sup>[53,54]</sup> Çocuklarda glikolitik kapasitenin yetişkinlere göre daha düşük olması, kas lifi dağılımına değil, kas metabolizmasındaki farklılıklara bağlanmaktadır. Olgunlaşmamış glikolitik kapasitenin daha düşük laktatdehidrogenaz, fosfofraktogenaz gibi anaerobik enzimlerle ve kas glikojen içeriğiyle açıklanabileceği ileri sürülmüştür.<sup>[53,55]</sup> Fosfofraktogenaz aktivitesi 11-13 yaşlarındaki erkek çocuklarda yetişkinlere oranla %50 daha düşük bulunmuştur.<sup>[53]</sup> Bu nedenle, anaerobik enzim aktivitesinin, buluğ çağı olgunlaşması ile şekillendiği düşünülmektedir. Benzer şekilde, yüksek şiddetli çalışmalar sırasında simpatoadrenal sistem ve katekolaminlerin (adrenalin ve noradrenalin) substratları hareketlendirdiği ve adrenalinin de kas glikolizini uyardığı bilinmektedir. Çocuk<sup>[56]</sup> ve yetişkinlerdeki<sup>[57]</sup> katekolamin düzeylerinin şiddetli anaerobik çalışma sırasında, uzun süreli aerobik çalışmalara oranla daha yüksek olduğu saptanmıştır. Öte yandan, gençlerin yetişkinlere oranla daha düşük sempatik sinir aktivitesi gösterdikleri;<sup>[56]</sup> çocuklarda sukkinitdehidrogenaz ve izositratdehidrogenaz gibi oksidatif enzim düzeylerinin daha yüksek olduğu gözlenmiştir.<sup>[53,58]</sup> Çocuklar ve yetişkinlerdeki fosfofraktogenaz ve izositratdehidrogenaz düzeyleri arasındaki farklar, çocuk ve gençlerde piruvat oksidasyonunun daha yüksek olduğunu; buna bağlı olarak da aerobik yetilerinin daha yüksek olduğunu göstermektedir.<sup>[53-55,58]</sup> Olgunlaşmanın ve hormonal ve enzimatik düzeylerin etkisine bağlı olarak, benzer göreceli çalışma düzey-

lerinde, çocuklar yetişkinlerden daha az laktat üretmektedir.<sup>[59]</sup>

Sabit dengede (steady-state) basamaklı olarak artırılan çalışmada 4 mmol/l kan laktat düzeyi, “kan laktatı birikimi” (onset of blood lactate accumulation) (KLB) olarak tanımlanmıştır.<sup>[60]</sup> Yetişkinlerde KLB'nin dayanıklılık performansı ile ilişkili olduğu<sup>[61]</sup> ve antrenmana bağlı dayanıklılık kapasitesindeki gelişimi yansıttığı belirtilmiştir.<sup>[60]</sup> Buluğ çağı öncesi ve ergenlik dönemindeki erkek çocuklarda yapılan çalışmalarda, KLB'de elde edilen MOT oranının, yetişkinlerden daha yüksek olduğu bildirilmiştir.<sup>[62-64]</sup> Buna bağlı olarak, 11 yaşındaki erkek çocuklarda 4 mmol/l laktat düzeyinde MOT oranı yaklaşık %80 olarak bulunurken; bu değer yetişkinlerde %70 olduğu gözlenmiştir.<sup>[62]</sup> Anaerobik eşik ventilasyon anaerobik eşik düzeyi olarak ifade edildiğinde, buluğ çağı öncesi çocuklarda MOT'nin %65-70; yetişkin gençlerde ise %55-60 olduğu bildirilmektedir.<sup>[6]</sup> Yetişkinlerde 4 mM olarak belirtilen KLB'nin, çocuklarda yaklaşık 2.5-3.0 mM değerlerinde olduğu saptanmıştır.<sup>[48,49]</sup> Bu nedenle, çocuklarda KLB'nin dayanıklılık antrenmanı düzeyini belirleme ve incelemede kullanılmasının uygun olmadığı düşünülmektedir.<sup>[62-64]</sup>

İlerleyen yaşla birlikte, kız ve erkek çocuklarda verilen bir iş yükü veya çalışma şiddetinde kan laktat düzeyinin azaldığı gözlenmektedir. Bu gözlem, antrenmanın büyümeden bağımsız olarak kan laktat düzeyi değerlerinde etkili olduğunu ve antrene çocukların anaerobik eşik düzeyinde daha yüksek çalışma kapasitesi sergilediklerini göstermektedir.<sup>[58,65,66]</sup>

## Kuvvet antrenmanları

Ergenlik öncesi ve sonrasında kuvvet antrenmanlarına verilen yanıtlar birçok araştırmacının ilgisini çekmiştir. Kuvvet artışına verilen yanıtların mekanizmaları, antrenmansızlık (detraining) yanıtları ve sakatlanma riskleri; çocuklarda kuvvet antrenmanlarında merak edilen konuların başında gelmektedir.<sup>[4,6,10,13,67]</sup> Büyüme ve gelişme değerlendirilirken, kuvvet gelişimi yönünden iki belirgin süreç dikkate alınmalıdır: Buluğ çağı öncesi ve erken buluğ çağı evresini içine alan ergenlik öncesi dönem (13 yaş ve öncesi) ve orta, geç buluğ çağı ve sonrası ergenlik dönemi (12 yaş ve sonrası).<sup>[13]</sup> Bireysel büyüme ve olgunlaşma farklılıkları dikkate alınmadan yapılan bu ayırım, birçok çocukta zirve boy hızının yaşanmadığı veya bir kısmında zirve boy hızının ortasında

bulunulan ya da bu evrenin yaşanmış olduğu yaş gruplarını ifade etmektedir.<sup>[13]</sup>

Kuvvet, maksimal istemli bir uygulamada geliştirilebilen zirve kuvvet veya tork; güç ise belirli bir zaman dilimi içinde gerçekleştirilen mekanik iş olarak tanımlanmaktadır.<sup>[68]</sup> Herhangi bir hareket uygulamasında kuvvet-hız-güç kavramları birbirleriyle yakından ilişkilidir.<sup>[69]</sup> Yetişkinlerde yapılan çok sayıda çalışmada kuvvet ve gücü belirleyen etkenler incelenmiştir.<sup>[67,70]</sup> Çocuklarda ise kuvvet ve kuvvetin antrene edilebilirliğiyle ilgili sınırlı bilgi bulunmaktadır.<sup>[13]</sup>

Buluğ çağı öncesi çocuklarda kuvvet ve gücün geliştirilmesine yönelik yapılan ilk araştırmalarda, direnç çalışmalarının kuvvet gelişimi üzerinde anlamlı etkisinin olmadığı; orta ve geç buluğ çağı dönemine kadar, yeterli miktarda testosteron salgılanmadan, kuvvet antrenmanı ile kuvvet kazanımı olmayacağı belirtilmiştir.<sup>[71,72]</sup> Büyüme ve motor becerilere ilişkin karmaşık etkenlerin kontrol altına alındığı ve orta ile yüksek düzeylerde antrenman uygulanan sonraki çalışmalarda ise ergenlik öncesi çocuklarda da önemli miktarda kuvvet gelişimi olabileceği görülmüştür.<sup>[18,73-75]</sup> Ergenlik öncesi çocuklarda da, yetişkinlerde olduğu gibi<sup>[76]</sup> yeterli şiddet, hacim, süre ve artan oranlarda yüklenme yapıldığında, etkili bir kuvvet artışı elde edilebilmektedir.<sup>[19,77]</sup> Özellikle antrenman yüklenmesinde, antrenman süresinden çok şiddet ve hacim ölçütlerinin önemli olduğu vurgulanmaktadır.<sup>[77]</sup> Yüklenme ilkelerine uyulan çalışmalarda, izometrik, izotonik ve izokinetik antrenman yöntemleriyle kuvvet gelişiminin sağlandığı görülmektedir.<sup>[13]</sup> Ancak, ergenlik öncesi çocuklarda, maksimal kuvvet gelişimi için antrenman yöntemi, türü, şiddeti, hacmi ve süresi konularında kesin bir görüş şekillenmemiştir.<sup>[4,13]</sup> Öte yandan, ergenlik öncesinde belli bir kas kütleyle bağlı üretilebilen gerilme kuvvetinin, kas kütlesi dışındaki etkenlerden önemli ölçüde etkilenmediği; büyümeye bağlı artan kas kütlesiyle birlikte geliştiği vurgulanmaktadır.<sup>[6]</sup> Kasın oluşturduğu kuvvet miktarının, enine kesit alanı ve lif sayısından çok, lif büyüklüğündeki artmaya bağlı olduğu belirtilmiştir.<sup>[6]</sup> Kuvvet artışında başka etkenlerin de rol oynadığı bilinmektedir.<sup>[18,19]</sup> Bunlardan biri büyümeye bağlı sinirsel etkenlerdir.<sup>[6,13,18]</sup>

Ergenlik döneminde kuvvetin antrene edilebilirliği, ergenlik öncesi kadar tartışmalı değildir. Ergenlik

döneminde izometrik,<sup>[78-80]</sup> dinamik veya izotonik ağırlık çalışmaları,<sup>[71,73,81]</sup> izokinetik<sup>[82]</sup> ve hidrolik direnç çalışmalarıyla<sup>[83]</sup> yapılan kuvvet antrenmanlarının önemli kuvvet kazancı sağladığı gözlenmiştir. Dinamik veya izotonik kuvvet artışlarında antrenman sıklığının kuvvet artımıyla doğrudan ilişkili olduğu bildirilmiştir.<sup>[84]</sup> Bununla birlikte, ergenlik öncesi dönemde olduğu gibi ergenlerde de en uygun antrenman içeriği (modu), şiddeti, hacmi ve süresi konularında bir netlik bulunmamaktadır.<sup>[6,13]</sup>

Ergenlik dönemi ve öncesinde kuvvet antrenmanlarına verilen yanıtların karşılaştırıldığı ilk çalışmalarda,<sup>[71]</sup> ergenlik öncesi çocukların, ergenlik dönemindeki çocuklarla göreceli olarak benzer veya daha düşük antrene edilebilirlik sergiledikleri ve ulaşılan mutlak kuvvet değerlerinin daha düşük olduğu gözlenmiştir. Ancak, büyüme evrelerinin dikkate alındığı son yıllardaki çalışmalarda ergenlik öncesi dönemdeki çocuklar ergenlerle ve yetişkinlerle karşılaştırıldığında göreceli olarak aynı veya daha yüksek kuvvet değerleri elde edilmiştir.<sup>[6,13,73,85,86]</sup> Ancak, mutlak kuvvet değerlerinde ergen ve yetişkinlerden daha düşük antrene edilebilirlik düzeyleri gözlenmiştir.<sup>[6,13]</sup>

### Cinsiyette olgunlaşma ve antrenman

Sporcu kız çocuklarıyla yapılan incelemelerde, spor yapanların, yapmayanlara oranla daha geç menarş olmaları sporun menarşi etkilediği kaygısını uyandırmıştır.<sup>[6]</sup> Erkek çocuklarla yapılan çalışmalar ise, antrenman ve sporun cinsel olgunlaşma üzerinde özel bir etkisinin olmadığını göstermiş; ayrıca, sporcular üzerinde yapılan kesit çalışmalarda, erkek çocukların, kendi yaşlarıyla karşılaştırıldığında daha ileri cinsel gelişim ve iskelet yaşına sahip oldukları gözlenmiştir.<sup>[87]</sup> Bu durumun, sporun etkisinden çok, kuvvet, dayanıklılık, hız ve fiziksel yapıları daha fazla gelişmiş olan çocukların ilgili spor dalına seçilmesine bağlı olduğu düşünülmektedir.<sup>[87]</sup> Sportif antrenmanın, erkek üreme hormonu üretimini doğrudan etkilemediği bildirilmiştir.<sup>[88]</sup>

Ülkemizdeki kız çocuklarında menarş yaşının 12-14;<sup>[89]</sup> Amerikan nüfusunda ise 12.3-12.8 olduğu belirtilmiştir.<sup>[6]</sup> Amerika'da sporcu kız çocuklarında menarşın normal yaşlarından 12-24 ay daha geç görüldüğü bildirilmiştir.<sup>[6]</sup> Ülkemizdeki sporcu kız çocuklarında da menarşın daha geç başladığı; spora başlamadan ve spora başladıktan sonra menarş olan kız çocukların yaşları arasında anlamlı fark gö-

rülmüştür (sırasıyla  $12.87 \pm 1.24$  ve  $13.64 \pm 1.44$  yıl).<sup>[90]</sup> Aynı çalışmada, spora başlamadan menarş olan kızlarla, spor yapmayan kızlar arasında menarş yaşı açısından fark gözlenmemiş; ayrıca, sporcu kızların menarş yaşları ile spor yapmamış olan annelerinin menarş yaşları arasında anlamlı ilişki saptanmıştır.<sup>[90]</sup> Sporcularda geciken menarş yaşı, birçok spor dalında seçimin antropometrik ölçütlere göre yapılmasına; ince yapılı ektomorfik özelliğin, dar kalça ve düşük yağ yüzdesinin ön plana çıkmasına bağlı olabilir; çünkü bu özelliklerin geç menarşla ilişkisi vardır.<sup>[87]</sup> Nitekim, menarş olanların haftalık antrenman hacimleri ile menarş yaşları arasında herhangi bir etkileşim olmadığı gözlenmiştir.<sup>[90]</sup> Ancak konuya farklı bir yaklaşım getiren bir çalışmada, stres, düşük vücut yağı, antrenmanlara bağlı aşırı enerji tüketiminin, menstrüasyonla ilgili hormonal süreçleri etkileyebileceği ve buna bağlı olarak sportif antrenmanın menarşın gecikmesine neden olabileceği ileri sürülmüştür.<sup>[6]</sup> Yapılan gözlemlerle yoğun antrenmanlara bağlı olarak ikincil amenore veya menarş düzensizliğinin ortaya çıktığı bilinmektedir.<sup>[6]</sup> Geç menarş veya ikincil amenorenin kanda düşük düzeyde östrojene bağlı olarak kemik yapıda mineralizasyon üzerine olumsuz etkisi, sonraki yıllarda osteoporozla bağlı rahatsızlıkların oluşumu için kaygı nedeni olarak görülmektedir.<sup>[6]</sup> Bu nedenle, birincil veya ikincil amenore tablosu görülen sporcularda antrenmanın azaltılması, beslenmenin geliştirilmesi ve ileri yaştaki ergenlere östrojen uygulanması önerilmektedir.<sup>[91]</sup> Yoğun antrenman, beslenme, stres ve aktivite konuları ile menarş düzensizlikleri arasındaki ilişkilerde yanıtlanması gereken noktalar üzerinde çalışmalar sürmektedir.<sup>[92,93]</sup>

## Psikososyal gelişim ve antrenman

Çocuk ve gençlerin psikososyal gelişimlerini inceleyen sınırlı sayıda ampirik çalışma bulunmaktadır.<sup>[88,94]</sup> Çocuk ve antrenmana ilişkin yapılan çalışmalar daha çok kişisel deneyimleri yansıtmaya niteliği taşımaktadır. Son yıllarda yoğunlaşan üst düzey yarışmaların da etkisiyle, yoğun antrenman ve yarışma programlarının çocukların duygusal ve sosyal gelişimleri üzerine ne gibi etkileri olabileceği merak konusu olmuştur. Yoğun yarışma ve antrenman programının sporcu çocukların normal sosyal ilişkilerini, eğitimini, aile düzeni ve sosyal ilişkilerini engellediği yönünde kaygılar bulunmaktadır. Antrenör ve ai-

lenin yüksek düzeyli beklentilerinin yanı sıra yarışmaların stresli yapısının, olgunlaşmamış çocuğun zihinsel gelişimini olumsuz etkileyeceği düşünülmektedir. Birçok ülkede, antrenör-sporcu ilişkilerinde kurulan yakınlığın fiziksel, zihinsel ve cinsel istismar riski taşıyabileceği üzerinde durulmaktadır.<sup>[6]</sup> Çok sıkı antrenman programı uygulamalarının, cimnastik, buz pateni, güreş gibi bazı spor dallarında, çocukların beslenme alışkanlıklarında bozulma, davranış bozuklukları, ilaca bağımlı olma gibi olumsuz yaşam alışkanlıkları yaratma riski taşımaktadır.<sup>[95]</sup> Üst düzey antrenman yaklaşımında bazen antrenör ve ailenin kendi beklentileri doğrultusunda çocuğu yönlendirerek, aşırı istek ve hedefler koydukları görülmektedir. Ancak, yapılan çalışmalar ışığında bu kaygıların ne kadar gerçekçi olduğunun belirlenmesi oldukça zordur.

Çocukların aşırı antrene edilmeleri ve spordan erken ayrılmaları ilgi çeken konulardan biri olmuştur.<sup>[96]</sup> Karikosk,<sup>[96]</sup> önde gelen birçok orta mesafe koşucusu ile yaptığı çalışmada, erken yaşta özel antrenman programına başlayanların spor yaşamlarının, geç başlayanlara oranla daha erken sonlandığını ve sportif başarılarının daha düşük olduğunu belirtmiştir. Bompa<sup>[97]</sup> bir zamanların Sovyetler Birliği ve Doğu Almanya'sında yetenek modeli için çok erken yaşlarda seçilen ve yoğun antrenman ve yarışma programına alınan birçok çocuğun, spor yaşamlarını genç yaşta bıraktıklarını bildirmiştir.

Çocuk yaşta elit sporcu oldukları dönemde beslenme, sosyal ilişkiler, eğitim ve aile sorunları yaşamış yetişkin spor emeklilerine uygulanan anket türündeki bir çalışmada, olguların yaşadıkları olumsuzluklara verdikleri tepkiler belirlenmiştir. Çalışmaya katılanların büyük çoğunluğu, olumsuzluklara rağmen aynı yaşantıyı denemek isteyeceklerini belirtmişlerdir.<sup>[94]</sup> Bu bulgu, olumsuz deneyimlerin etkisinin düşünüldüğü kadar yaygın veya kötü olmadığı şeklinde yorumlanabilir.

## Kaynaklar

1. Dick FW. From cradle to grave: strength development in the young athlete. In: Balkan Atletizm Antrenörleri Semineri; 17-19 Ekim, 1997; İstanbul, Türkiye. p. 1-11.
2. Venerando A, Dal Monte A, editors. Sports medical evaluation. In: Basic book of sports. Medical Medicine. Vatican: Olympic Solidarity of the International Olympic Committee, Polyglot Press; 1978. p. 373-403.
3. Bompa TO. Theory and methodology of training. The key to athletic performance. 2nd ed. Dubuque, IA: Kendall/Hunt Publishing Company; 1990.



4. Bompa TO. Proven conditioning programs for athletes ages 6 to 18. In: Total training for young champions. Champaign, IL: Human Kinetics; 2000.
5. Malina RM, Bouchard C. Growth, maturation, and physical activity. Champaign, IL: Human Kinetics; 1991.
6. Rowland TW. Exercise science and the child athlete. In: Garrett WE Jr., Kirkendall DT, editors. Exercise and sport science. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2000. p. 339-49.
7. Dick FW. Sports training principles. London: Lepus Books; 1980.
8. Beunen G, Malina RM. Growth and biological maturation: relevance to athlete performance. In: Bar-Or O, editor. The child and adolescent athlete. Oxford: Blackwell Scientific Publications; 1996. p. 3-24.
9. Rowland TW. Aerobic response to endurance training in pre-pubescent children: a critical analysis. *Med Sci Sports Exerc* 1985;17:493-7.
10. Pate RR, Ward DS. Endurance trainability of children and youths. In: Bar-Or O, editor. The child and adolescent athlete. Oxford: Blackwell Scientific Publications; 1996. p. 130-7.
11. Matsudo VK. Prediction of future athletic excellence. In: Bar-Or O, editor. The child and adolescent athlete. Oxford: Blackwell Scientific Publications; 1996. p. 92-109.
12. Vaccaro P, Mahon A. Cardiorespiratory responses to endurance training in children. *Sports Med* 1987;4:352-63.
13. Blimkie CJ, Bar-Or O. Trainability of muscle strength, power and endurance during childhood. In: Grana WA, Lombardo JA, Sharkey BJ, Stone JA, editors. Advances in sports medicine and fitness. Vol. 3, Chicago: Year Book Medical; 1990. p. 37-55.
14. Payne VG, Morrow JR Jr. Exercise and VO<sub>2</sub> max in children: a meta-analysis. *Res Q Exerc Sport* 1993;64:305-13.
15. LeMura LM, von Dullivard SP, Carlonas R, Andreacci J. Can exercise training improve maximal aerobic power (VO<sub>2</sub> max) in children: a meta-analytic review. *Journal of Exercise Physiology Online* 1999;2:1-15.
16. Matveyev, L. Fundamentals of sports training. Moscow: Progress Publishers; 1981.
17. Harre D. Principles of sports training. Berlin: Sportverlag; 1982.
18. Ozmun JC, Mikesky AE, Surburg PR. Neuromuscular adaptations following prepubescent strength training. *Med Sci Sports Exerc* 1994;26:510-4.
19. Mero A, Kauhanen H, Peltola E, Vuorimaa T, Komi PV. Physiological performance capacity in different prepubescent athletic groups. *J Sports Med Phys Fitness* 1990;30:57-66.
20. Santos G, França NM, Matsudo VK. Impact of undernutrition on aerobic and anaerobic characteristics of boys and girls. *Braz J Sports Sci* 1989;11:93.
21. Damsgaard R, Bencke J, Matthiesen G, Petersen JH, Muller J. Is prepubertal growth adversely affected by sport? *Med Sci Sports Exerc* 2000;32:1698-703.
22. Hamilton P, Andrew GM. Influence of growth and athletic training on heart and lung functions. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1976;36:27-38.
23. Lindholm C, Hagenfeldt K, Ringertz BM. Pubertal development in elite juvenile gymnasts. Effects of physical training. *Acta Obstet Gynecol Scand* 1994;73:269-73.
24. Bassett DR Jr, Howley ET. Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. *Med Sci Sports Exerc* 2000;32:70-84.
25. Sjodin B, Svedenhag J. Applied physiology of marathon running. *Sports Med* 1985;2:83-99.
26. Pate RR, Branch JD. Training for endurance sport. *Med Sci Sports Exerc* 1992;24 (9 Suppl): S340-3.
27. Astrand PO, Rodahl K, editors. Textbook of work physiology. 3rd ed. New York: McGraw-Hill; 1986.
28. Mathews DK, Fox EL, editors. The physiological basis of physical education and athletics. Philadelphia: W. B. Saunders; 1971.
29. Bricker JT. Pediatric exercise electrocardiography. In: Rowland TW. Pediatric laboratory exercise testing. Champaign, IL: Human Kinetics; 1993. p. 43-66.
30. Docherty D. Measurement in pediatric exercise science. Champaign, IL: Human Kinetics; 1996.
31. Krahenbuhl GS, Skinner JS, Kohrt WM. Developmental aspects of maximal aerobic power in children. *Exerc Sport Sci Rev* 1985;13:503-38.
32. Naughton G, Farpour-Lambert NJ, Carlson J, Bradney M, Van Praagh E. Physiological issues surrounding the performance of adolescent athletes. *Sports Med* 2000;30:309-25.
33. Pate RR, Ward DS. Endurance trainability of children and youths. In: Bar-Or O, editor. The child and adolescent athlete. Oxford: Blackwell Scientific Publications; 1996. p. 130-7.
34. Welsman JR, Armstrong N, Withers S. Responses of young girls to two modes of aerobic training. *Br J Sports Med* 1997;31:139-42.
35. Rowland TW, Boyajian A. Aerobic response to endurance exercise training in children. *Pediatrics* 1995;96 (4 Pt 1):654-8.
36. Rowland TW, Martel L, Vanderburgh P, Manos T, Charkoudian N. The influence of short-term aerobic training on blood lipids in healthy 10-12 year old children. *Int J Sports Med* 1996;17:487-92.
37. Williford HN, Blessing DL, Duey WJ, Barksdale JM, Wang N, Olson MS, et al. Exercise training in black adolescents: changes in blood lipids and VO<sub>2</sub> max. *Ethn Dis* 1996;6:279-85.
38. Ignico AA, Mahon AD. The effects of a physical fitness program on low-fit children. *Res Q Exerc Sport* 1995;66:85-90.
39. Rowland TW. The "Triggering hypothesis" for aerobic trainability: a 14-year follow up. *Ped Exerc Sci* 1997;9:1-9.
40. Katch VL. Physical conditioning of children. *J Adolesc Health Care* 1983;3:241-6.
41. Kobayashi K, Kitamura K, Miura M, Sodeyama H, Murase Y, Miyashita M, et al. Aerobic power as related to body growth and training in Japanese boys: a longitudinal study. *J Appl Physiol* 1978;44:666-72.
42. Açıkkada C, Hazır T, Mavili S, Şahin Z, Kale M, Çolak R ve ark. Hacettepe Üniversitesi Spor Bilimleri ve Teknolojisi Yüksekokulu Atletizm Yetenek Modeli Raporu. 3-15 Şubat 2003; Adana, Türkiye. s. 200-10.
43. Foster C, Schrager M, Snyder AC. Blood lactate and respiratory measurement of the capacity for sustained exercise. In: Maud PJ, Foster C, editors. Physiological assessment of human fitness. Champaign, IL: Human Kinetics; 1995. p. 57-72.
44. Janssen P. Lactate threshold training. Champaign, IL: Human Kinetics; 2001.
45. Rowland TW. Aerobic exercise testing protocols. In: Rowland TW. Pediatric laboratory exercise testing. Champaign, IL: Human Kinetics; 1993. p. 19-42.
46. Armstrong N, Welsman JR. Assessment and interpretation of aerobic fitness in children and adolescents. *Exerc Sport Sci Rev* 1994;22:435-76.
47. Billat LV. Use of blood lactate measurements for prediction of exercise performance and for control of training:

- Recommendations for long-distance running. *Sports Medicine* 1996;22:157-75.
48. Pfitzinger P, Freedson P. Blood lactate responses to exercise in children. Part 1: Peak lactate concentration. *Pediatr Exerc Sci* 1997;3:210-22.
  49. Pfitzinger P, Freedson P. Blood lactate responses to exercise in children. Part 2: Lactate threshold. *Pediatr Exerc Sci* 1997;9:299-307.
  50. Petersen SR, Gaul CA, Stanton MM, Hanstock CC. Skeletal muscle metabolism during short-term, high-intensity exercise in prepubertal and pubertal girls. *J Appl Physiol* 1999; 87:2151-6.
  51. Kuno S, Takahashi H, Fujimoto K, Akima H, Miyamaru M, Nemoto I, et al. Muscle metabolism during exercise using phosphorus-31 nuclear magnetic resonance spectroscopy in adolescents. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1995;70:301-4.
  52. Zanonato S, Buchthal S, Barstow TJ, Cooper DM. 31P-magnetic resonance spectroscopy of leg muscle metabolism during exercise in children and adults. *J Appl Physiol* 1993;74:2214-8.
  53. Eriksson BO, Karlsson J, Saltin B. Muscle metabolites during exercise in pubertal boys. *Acta Paediatr Scand* 1971;217 Suppl:154-7.
  54. Eriksson BO, Gollnick PD, Saltin B. Muscle metabolism and enzyme activities after training in boys 11-13 years old. *Acta Physiol Scand* 1973;87:485-97.
  55. Eriksson BO, Saltin B. Muscle metabolism during exercise in boys aged 11 to 16 years compared to adults. *Acta Paediatr Belg* 1974;28:257-65.
  56. Pullinen T, Mero A, MacDonald E, Pakarinen A, Komi PV. Plasma catecholamine and serum testosterone responses to four units of resistance exercise in young and adult male athletes. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1998;77:413-20.
  57. Kindermann W, Schnabel A, Schmitt WM, Biro G, Cassens J, Weber F. Catecholamines, growth hormone, cortisol, insulin, and sex hormones in anaerobic and aerobic exercise. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1982;49:389-99.
  58. Fournier M, Ricci J, Taylor AW, Ferguson RJ, Montpetit RR, Chaitman BR. Skeletal muscle adaptation in adolescent boys: sprint and endurance training and detraining. *Med Sci Sports Exerc* 1982;14:453-6.
  59. Boisseau N, Delamarche P. Metabolic and hormonal responses to exercise in children and adolescents. *Sports Med* 2000; 30:405-22.
  60. Sjodin B, Jacobs I, Svedenhag J. Changes in onset of blood lactate accumulation (OBLA) and muscle enzymes after training at OBLA. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1982;49:45-57.
  61. Sjodin B, Jacobs I. Onset of blood lactate accumulation and marathon running performance. *Int J Sports Med* 1981;2:23-6.
  62. Mocellin R, Heusgen M, Korsten-Reck U. Maximal steady state blood lactate levels in 11-year-old boys. *Eur J Pediatr* 1990;149:771-3.
  63. Williams JR, Armstrong N, Kirby BJ. The 4 mM blood lactate level as an index of exercise performance in 11-13 year old children. *J Sports Sci* 1990;8:139-47.
  64. Tolfrey K, Armstrong N. Child-adult differences in whole blood lactate responses to incremental treadmill exercise. *Br J Sports Med* 1995;29:196-9.
  65. Mahon AD, Vaccaro P. Ventilatory threshold and  $\text{VO}_2$  max changes in children following endurance training. *Med Sci Sports Exerc* 1989;21:425-31.
  66. Paterson DH, McLellan TM, Stella RS, Cunningham DA. Longitudinal study of ventilation threshold and maximal  $\text{O}_2$  uptake in athletic boys. *J Appl Physiol* 1987;62:2051-7.
  67. Kraemer WJ, Fry AC, Frykman PN, Conroy B, Hoffman J. Resistance training and youth. *Pediatr Exerc Sci* 1989;1:336-50.
  68. Sale DG. Testing strength and power. In: MacDougall JD, Wenger HA, Green HJ, editors. *Physiological testing of the high-performance athlete*. 2nd ed. Champaign, IL: Human Kinetics; 1991. p. 21-106.
  69. Enoka RM. *Neuromechanical basis of kinesiology*. 2nd ed. Champaign, IL: Human Kinetics; 1994.
  70. Komi PV. Stretch shortening cycle. In: Komi PV, editor. *Strength and power in sport*. The encyclopedia of sports medicine. III. Oxford: Blackwell Scientific Publications; 1992. p. 169-79.
  71. Vrijens J. Muscle strength development in the pre-and post-pubescent age. *Med Sport* 1978;11:152-8.
  72. Docherty D, Wenger HA, Collis ML, Quinney HA. The effects of variable speed resistance training on strength development in prepubertal boys. *J Hum Move Stud* 1987;13:377-82.
  73. Pfeiffer RD, Francis RS. Effects of strength training on muscle development in prepubescent, pubescent and postpubescent males. *The Physician and Sportsmedicine* 1986;14:134-43.
  74. Hakkinen K, Mero A, Kauhanen H. Specificity of endurance, sprint and strength training on physical performance capacity in young athletes. *J Sports Med Phys Fitness* 1989;29:27-35.
  75. Fukunaga T, Funato K, Ikegawa S. The effects of resistance training on muscle area and strength in prepubescent age. *Ann Physiol Anthropol* 1992;11:357-64.
  76. Fleck SJ, Kraemer WJ, editors. *Designing resistance training programs*. Champaign, IL: Human Kinetics; 1987.
  77. Ramsay JA, Blimkie CJ, Smith K, Garner S, MacDougall JD, Sale DG. Strength training effects in prepubescent boys. *Med Sci Sports Exerc* 1990;22:605-14.
  78. Komi PV, Viitasalo JT, Rauramaa R, Viikho V. Effect of isometric strength training of mechanical, electrical, and metabolic aspects of muscle function. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1978;40:45-55.
  79. Nielsen B, Nielsen K, Behrendt-Hansen M, Asmussen E. Training of "functional muscular strength" in girls 7-19 years old. In: Berg K, Eriksson B, editors. *Children and exercise IX*. Champaign, IL: Human Kinetics; 1980. p. 69-78.
  80. De Konning F L, Binkhorst RA, Vissers AC, Vos JA. The influence of static strength training on the force-velocity relationship of the arm flexors of 16-year-old boys. In: Ilmarinen J, Vaelimaeki I, editors. *Children and sport: pediatric work physiology*. New York: Springer-Verlag; 1984. p. 201-5.
  81. De Lorme TL, Ferris BG, Gallagher JR. Effect of progressive resistance exercise on muscle contraction time. *Arch Phys Med Rehabil* 1952;33:86-92.
  82. McCubbin JA, Shasby GB. Effects of isokinetic exercise on adolescents with cerebral palsy. *Adaptive Physical Activity Quarterly* 1985;2:65-75.
  83. Blimkie CJR, Bar-Or O. Trainability of muscle strength, power and endurance during childhood. In: Bar-Or O, editor. *The child and adolescent athlete*. Oxford: Blackwell Scientific Publications; 1996. p. 113-129.
  84. Gillam GM. Effects of frequency of weight training on muscle strength enhancement. *J Sports Med* 1981;21:432-6.
  85. Westcott WL. Female response to weight training. *J Phys Educ* 1979;77:31-3.
  86. Sale DG. Strength training in children. In: Gisolfi CV, Lamb DR, editors. *Perspectives in exercise science and sports medicine*. Vol. 2, Youth, exercise and sport. Carmel, IN:

- Benchmark Press; 1989. p. 165-222.
87. Malina RM. Menarche in athletes: a synthesis and hypothesis. *Ann Hum Biol* 1983;10:1-24.
88. Rowland TW, Morris AH, Kelleher JF, Haag BL, Reiter EO. Serum testosterone response to training in adolescent runners. *Am J Dis Child* 1987;141:881-3.
89. Çanga Ş, Önder İ, editörler. *Propedötik (Kadın Doğum)*. Ankara: G.İ.M. Matbaası; 1971.
90. Karaton S, Mavili S, Açıkada C. Bayan sporcular: Menarş-menstruasyon ve performans. *Olimpik Antrenör* 2003;1:7-9.
91. American Academy of Pediatrics: Committee on Sports Medicine: Amenorrhea in adolescent athletes. *Pediatrics* 1989; 84:394-5.
92. Loucks AB. Athletics and menstrual dysfunctioning young women. In: Gisolfi CV, Lamb DR, editors. *Perspectives in exercise science and sports medicine*. Vol. 2, Youth, exercise and sport. Carmel, IN: Benchmark Press; 1989. p. 881-3.
93. Dusek T. Influence of high intensity training on menstrual cycle disorders in athletes. *Croat Med J* 2001;42:79-82.
94. Donnelly P. Problems associated with youth involvement in high-performance sport. In: Cahill BR, Pearl AJ, editors. *Intensive participation in children's sports*. Champaign, IL: Human Kinetics; 1993. p. 95-126.
95. Saris WH, Brouns F. Nutritional concerns for the young athlete. In: Rutenfranz J, Mocellin R, Klimt F, editors. *Children and exercise XII*. Champaign, IL: Human Kinetics; 1986. p. 11-8.
96. Karikoski O. Training methods for the 800 metres. *Modern Athlete and Coach* 1983;21:11-3.
97. Bompa TO, Calcina O, editors. *From childhood to champion athlete*. Toronto: Veritas Publishing; 1995.