

# Sağlıklı Çocuklarda Egzersize Kardiyovasküler Yanıtın Değerlendirilmesi

Uz. Dr. Zerrin YİĞİT, Doç. Dr. Funda ÖZTUNÇ, Doç. Dr. Vedat SANSOY, Prof. Dr. Deniz GÜZELSOY, Doç. Dr. Gül Sağın SAYLAM, Prof. Dr. Ayşe SARIOĞLU, Prof. Dr. Nilgün GÜRSES  
İstanbul Üniversitesi, Kardiyoloji Enstitüsü, İstanbul

## ÖZET

*Çocuklarda egzersiz testi, sağlam çocuklarda ve preoperatif veya post operatif kalp hastalığı olanlarda fonksiyonel kapasite ve aritmilerin değerlendirilmesi amacıyla kullanılmaktadır. Çalışmamızın amacı sağlıklı Türk çocuklarda egzersize normal kardiyovasküler yanıtı değerlendirmek ve referans değerleri oluşturmaktır.*

*Çalışmaya fizik muayene ve ekokardiyografileri normal bulunmuş 5-14 yaşları arasındaki 237 çocuk alındı. Olgular 5-6, 7-8, 9-10, 11-12, 13-14 yaş gruplarında her cinsiyetten en az 10 kişi olacak şekilde gruplandırıldı ve tümüne uyarlanmış Bruce protokolüne göre semptomla sınırlı treadmill egzersiz testi yapıldı. Tüm yaş gruplarında her iki cinsiyet için ortalama egzersiz süresi, egzersiz yükü, egzersiz sonu sistolik ve diyastolik kan basınçları, egzersiz sonu kalp hızı, egzersizle sistolik kan basıncı ve kalp hızı artışları ve hız-basınç çarpımı değerlendirildi. Maksimum kalp hızı hariç, tüm parametrelerde yaşla artış saptandı. Egzersizle hiç bir olguda iskemik ST değişimi oluşmadı. Egzersizle 5 olguda sık atriyal erken atımlar, 3 olguda sık ventriküler erken atımlar gözlemlendi. 1 olguda sağ dal bloku gelişti.*

*Sonuç olarak, bu çalışmayla Türk çocuklarında her iki cinsiyette çeşitli yaş grupları için egzersiz testinde kullanılacak referans değerler saptandı.*

**Anahtar kelimeler:** Egzersiz testi, sağlam çocuk

Egzersiz testleri çocuklarda ve gençlerde sık kullanılan bir tanı yöntemidir. 1960'lı yıllardan beri sağlıklı ve doğumsal kalp hastalığı olan çocuklarda egzersiz EKG'si ve meydana gelen değişiklikler incelenmiştir (1-5). Çocuklarda egzersiz testleri; istirahatte olmayan fakat egzersizle oluşan yakınmaları incelemek, fonksiyonel kapasiteyi tayin etmek, kalp hastalığı olan çocuklarda cerrahi veya medikal tedavi sonuçlarını değerlendirmek, kardiyak rehabilitasyon uygulanan çocuklardaki gelişmeleri izlemek, mevcut olan

Alındığı tarih: 20 Ocak, revizyon 21 Mart 1998  
Bu çalışma XIII. Ulusal Kardiyoloji Kongresi'nde (29 Eylül-3 Ekim 1997, İzmir) sözlü bildiri ve 5th Balkan Meeting of Pediatric Cardiology and Cardiac Surgery'de (25th-27th september 1997, Belgrade, Yugoslavia) sözlü bildiri olarak sunulmuştur.  
Yazışma adresi: Dr. Zerrin Yiğit, İstanbul Üniversitesi Kardiyoloji Enstitüsü Haseki, İstanbul  
Tel.: (0 212) 589 57 07 / 530

veya egzersizle gelişen aritmilerin egzersize yanıtını saptamak, doğumsal veya edinsel A-V tam blokları değerlendirmek, çocuklarda ve gençlerde ender görülen koroner arter hastalığının tanısını koymak (doğumsal koroner arter anomalileri, Kawasaki hastalığı veya kollagen doku hastalıklarındaki koroner arter tutulmaları), spor yapacak çocuklarda ön değerlendirme yapmak, spor yapan çocuklarda yaşla birlikte fonksiyonel kapasite artışını değerlendirmek gibi çok çeşitli amaçlar için kullanılabilir (6,7).

Tanı ya da prognozu belirlemede kullanılan testler treadmill egzersiz testi veya bisiklet ergometrisidir (8,9). Treadmill ile yapılan testin avantajı eğitim ve hızla göre kabaca oksijen tüketiminin (MET değeri) de ölçülebilmesidir (10). Pediyatrik kardiyolojide 4 yaşın üstündeki çocuklarda treadmill ile egzersiz uygulanabilmektedir (11).

Egzersiz esnasında görülen fizyolojik değişikliklerin bilinmesi çok önemlidir. Test sonuçlarının doğruluğu normal fizyolojik cevapların iyi değerlendirilmesine bağlıdır. Bu çalışmanın amacı sağlıklı Türk çocuklarında egzersiz normal kardiyovasküler yanıtı değerlendirmek ve referans değerleri oluşturmaktır.

## MATERYEL ve METOD

Çalışmaya Ocak 1993-Ocak 1998 tarihleri arasında egzersiz testi laboratuvarına çocuk kardiyoloji polikliniğinden gönderilen, 5-14 yaşları arasındaki 237 çocuk (102 kız, 135 erkek) alındı. Tüm çocukların önce fizik muayeneleri ve transtorasik ekokardiyografileri yapıldı. Sağlıklı bulunan olgular 5-6, 7-8, 9-10, 11-12, 13-14 yaşlarda gruplandırıldı. Yaş gruplarında her iki cinsiyetten en az 10 çocuk mevcuttu. Çocukların tümüne, Marquette Case 15 aleti ile modifiye Bruce protokolü (Tablo-1) uygulanarak semptomla sınırlı treadmill egzersiz testi yapıldı.

Egzersiz testi uygulanan çocuklara daha önce treadmill aleti ile hiç alıştırmaya yapılmadı. Test ailelerin bulunmadığı bir ortamda uygulandı. Test öncesi istirahat döneminde, olgular treadmill üzerinde ayakta dururken EKG kaydedildi. Egzersiz testi yapılırken sürekli olarak monitörden D2, V1, V5 derivasyonları izlendi. Egzersizin her kademe-

**Tablo 1. Bruce protokolu'nun İ.Ü.K.E. uyarlaması**

Kademe	Süre (dk)	Hız (km/saat)	Eğim (derece)	İş Yüğü (MET)
1. kademe	3	3.0	6	3
2. kademe	3	4.0	7	5
3. kademe	3	5.0	8	6
4. kademe	3	6.0	9	8
5. kademe	3	7.0	10	10
6. kademe	3	8.0	11	12

sinin sonunda, egzersiz sonlandırıldığında ve egzersiz sonrasında 1., 3. ve 5. dakikalarda 12 derivasyonlu EKG çekildi. Egzersiz sonlandırma kriterleri olarak; aşırı yorgunluk, baş dönmesi, alete yetişememe veya uyumsuzluk gösterme ve egzersizle ciddi aritmi gelişmesi alındı. Kalp hızı değerleri EKG kayıtları üzerinde iki R dalgası arasındaki süre ölçülerek belirlendi. Arter basıncı test öncesi, her egzersiz kademesinin 2. dakikasında, egzersiz sonlandırıldığında ve egzersiz sonrası 1., 3. ve 5. dakikalarda indirekt oksültatuar yöntemle sfigmomanometre ve manşet kullanılarak ölçüldü.

Hem genel olarak, hem de her iki cinsiyet için ayrı ayrı egzersiz süresi (ES), egzersiz kapasitesi (MET değeri), egzersiz sonu maksimum kalp hızı (MKH), sistolik arter basıncı (MSAB), diyastolik arter basıncı (MDAB), egzersizle kalp hızı artışı (AKH), sistolik arter basıncı artışı (ASAB), diyastolik arter basıncı artışı (ADAB), egzersiz sonu hız basınç çarpımı (MDP) ve egzersizle gelişen EKG değişiklikleri değerlendirildi. Yatay veya aşağı doğru eğimli, en az 60 msaniye süren, J noktasından 1.0 mm ve-

ya daha fazla ST depresyonu iskemik EKG bulgusu olarak kabul edildi (12).

İstatiksel değerlendirmeler Student-t testi ve lineer regresyon analizi ile yapıldı.

## BULGULAR

Yaş gruplarına ve cinsiyete göre egzersiz yanıtları Tablo-2'de gösterilmiştir. ES, yaş ile doğru orantılı olarak arttı ( $r=0.97$ ,  $p=0.005$ ). Bu artış erkekler ( $r=0.89$ ,  $p=0.04$ ) ve kızlar için ( $r=0.96$ ,  $p=0.0085$ ) ayrı ayrı değerlendirildiğinde de anlamlı bir korelasyon saptandı. Ortalama ES  $13.4 \pm 2.5$  dk olarak bulundu (Şekil-1).

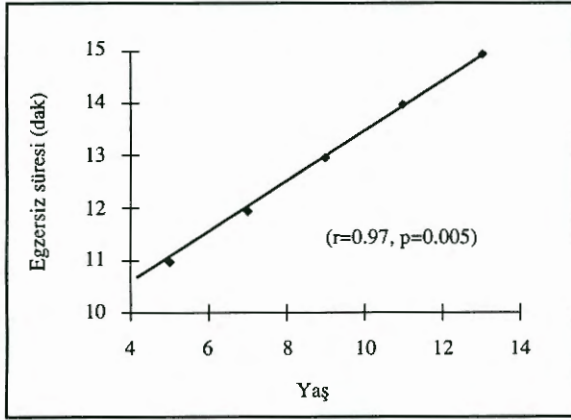
Egzersizle tolere edilebilen iş yükünün (MET değeri) yaş ile doğru orantılı olduğu görüldü ( $r=0.97$ ,  $p=0.005$ ). Erkek ( $r=0.92$ ,  $p=0.03$ ) ve kız ( $r=0.97$ ,  $p=0.006$ ) çocuklar için ayrı ayrı incelendiğinde de aynı şekilde anlamlı korelasyon saptandı. Ortalama MET değeri  $8.7 \pm 1.7$  bulundu (Şekil-2).

Egzersize kalp hızı yanıtları değerlendirildiğinde ortalama MKH  $170.4 \pm 17.5$ /dk bulundu. MKH ile yaş arasında ilişki saptanmadı ve cinsiyete göre incelendiğinde de değişiklik görülmedi. AKH ve yaş arasında lineer bir korelasyon bulundu ( $r=0.92$ ,  $p=0.03$ ) (Şekil-3). Cinsiyete göre ayrı ayrı incelendiğinde er-

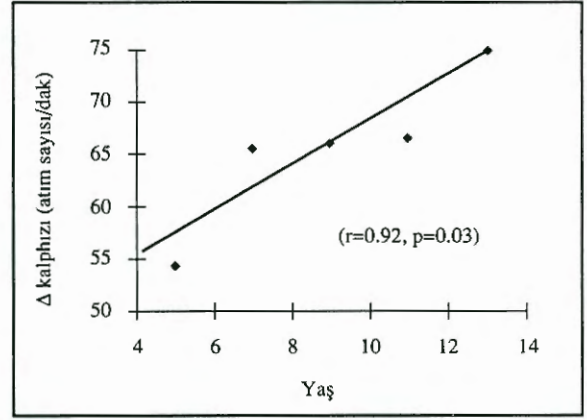
**Tablo 2. Çeşitli yaş gruplarında ve cinsiyete göre egzersize yanıtlar**

Yaş	Eg. süresi	MET	Eg. sonu KH	$\Delta$ KH	Eg. sonu SAB	$\Delta$ SAB	Eg. sonu DAB	Eg. Sonu DP
5-6 yaş (n=20)	$10.8 \pm 2.8$	$7.2 \pm 1.7$	$172.2 \pm 14.8$	$54.3 \pm 16.5$	$106.8 \pm 11.0$	$14.1 \pm 8.0$	$68.6 \pm 7.8$	$18843.6 \pm 1878.0$
Erkek (n=10)	$9.8 \pm 5.0$	$7.4 \pm 1.4$	$172.3 \pm 12.6$	$53.2 \pm 18.0$	$107.2 \pm 10.0$	$13.8 \pm 2.0$	$71.7 \pm 10.4$	$18710.0 \pm 1988.0$
Kız (n=10)	$11.5 \pm 2.6$	$6.3 \pm 1.5$	$172.0 \pm 17.4$	$56.3 \pm 18.7$	$106.3 \pm 11.9$	$14.5 \pm 7.6$	$67.5 \pm 7.1$	$18906.3 \pm 3215.0$
7-8 yaş (n=39)	$12.3 \pm 1.9$	$8.1 \pm 1.3$	$170.0 \pm 15.0$	$66.0 \pm 18.3$	$118.5 \pm 15.0$	$21.2 \pm 12.4$	$71.3 \pm 7.3$	$20255.0 \pm 3318.0$
Erkek (n=22)	$12.7 \pm 1.8$	$8.3 \pm 1.3$	$167.5 \pm 15.6$	$66.4 \pm 20.0$	$117.3 \pm 15.2$	$19.1 \pm 11.5$	$71.8 \pm 8.0$	$19300.0 \pm 3470.4$
Kız (n=17)	$11.8 \pm 2.0$	$7.7 \pm 1.1$	$173.1 \pm 14.1$	$65.4 \pm 16.4$	$120.0 \pm 15.0$	$23.8 \pm 13.4$	$70.6 \pm 6.6$	$21032.4 \pm 35.08.0$
9-10 yaş (n=70)	$13.3 \pm 2.5$	$8.7 \pm 1.7$	$166.9 \pm 24.3$	$67.0 \pm 21.3$	$124.5 \pm 15.8$	$24.6 \pm 12.5$	$72.1 \pm 7.8$	$20669.0 \pm 4727.4$
Erkek (n=40)	$13.7 \pm 2.6$	$9.0 \pm 1.7$	$162.1 \pm 27.6$	$65.4 \pm 22.3$	$127.3 \pm 16.0$	$26.5 \pm 12.9$	$72.8 \pm 8.0$	$20646.0 \pm 4935.0$
Kız (n=30)	$12.8 \pm 2.4$	$8.4 \pm 1.6$	$173.3 \pm 17.4$	$69.1 \pm 20.0$	$120.8 \pm 15.1$	$22.0 \pm 11.6$	$71.3 \pm 7.8$	$20699.3 \pm 4519.0$
11-12 yaş (n=73)	$13.7 \pm 2.5$	$8.9 \pm 1.7$	$168.1 \pm 21.6$	$67.9 \pm 21.1$	$131.0 \pm 15.5$	$27.8 \pm 14.2$	$75.4 \pm 7.5$	$22130.0 \pm 4376.7$
Erkek (n=41)	$14.2 \pm 7.8$	$9.2 \pm 1.9$	$167.3 \pm 22.1$	$69.4 \pm 21.5$	$131.7 \pm 16.0$	$27.8 \pm 17.3$	$76.0 \pm 6.5$	$22169.3 \pm 4601.0$
Kız (n=32)	$13.2 \pm 2.0$	$8.6 \pm 1.3$	$169.2 \pm 21.3$	$65.8 \pm 20.6$	$130.0 \pm 15.0$	$27.8 \pm 9.1$	$73.2 \pm 8.3$	$22079.4 \pm 4144.0$
13-14 yaş (n=35)	$14.4 \pm 2.9$	$9.4 \pm 1.9$	$173.1 \pm 17.3$	$75.4 \pm 15.4$	$142.8 \pm 14.0$	$31.8 \pm 14.2$	$79.2 \pm 5.9$	$24737.5 \pm 3466.0$
Erkek (n=10)	$14.3 \pm 3.2$	$9.2 \pm 2.1$	$169.0 \pm 14.8$	$76.0 \pm 16.3$	$143.0 \pm 15.0$	$33.0 \pm 14.9$	$79.0 \pm 6.5$	$24181.4 \pm 3299.0$
Kız (n=10)	$15.0 \pm 0.0$	$10.0 \pm 0.0$	$178.4 \pm 15.2$	$72.6 \pm 11.3$	$142.0 \pm 8.4$	$26.0 \pm 8.9$	$80.0 \pm 0.0$	$27518.0 \pm 3194.0$

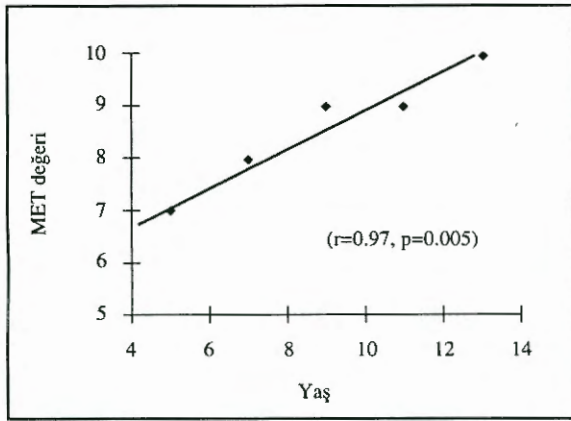




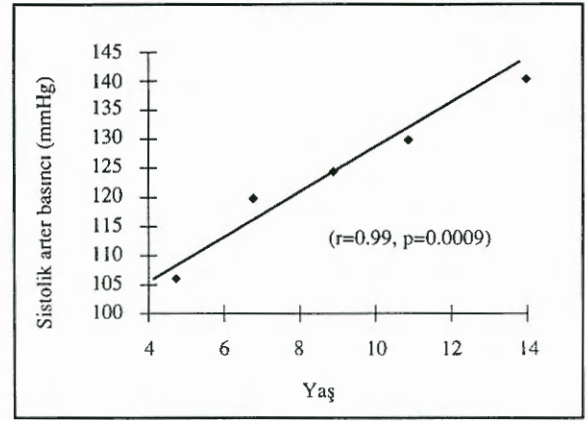
Şekil 1. Yaş ile egzersiz süresi ilişkisi



Şekil 3. Yaş ile kalp hızı artışı ilişkisi



Şekil 2. Yaş ile MET değeri ilişkisi



Şekil 4. Yaş ile egzersiz sonu sistolik arter basıncı ilişkisi

kek çocuklar ( $r=0.93$ ,  $p=0.02$ ) ve kız çocuklar ( $r=0.89$ ,  $p=0.04$ ) içinde aynı korelasyon mevcuttu. Ortalama  $^{\circ}KH$   $68.6 \pm 18.3/dk$  bulundu.

Egzersizle erişilmesi gereken kalp hızı değeri ( $220 - \text{yaş} \times 0.85$  formülü ile hesaplanmaktadır. Çocukların %70'i bu formüle göre ulaşılmaması istenen kalp hızının altında kaldı. Tüm yaş gruplarında beklenen kalp hızının ortalama  $\%81.3 \pm 8.4$ 'üne erişildi. Cinsiyete göre fark görülmedi.

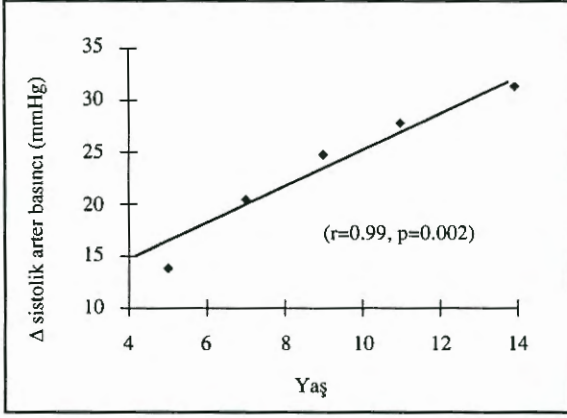
Egzersize SAB yanıtları değerlendirildiğinde ortalama MSAB  $127.33 \pm 17.28$  mm Hg olarak bulundu. MSAB, yaş ile doğru orantılı olarak artıyordu ( $r=0.99$ ,  $p=0.0009$ ) (Şekil-4). Bu artış erkekler ( $r=0.99$ ,  $p=0.0007$ ) ve kızlar ( $r=0.97$ ,  $p=0.005$ ) için aynı korelasyonu gösteriyordu. Aynı şekilde ASAB'da yaşla doğru orantılıydı ( $r=0.99$ ,  $p=0.002$ ) (Şekil-5). Cinsiyete göre bakıldığında ise ASAB yanıtı erkeklerde anlamlı bir korelasyon gösterirken ( $r=0.98$ ,  $p=0.003$ ), kızlardaki korelasyon anlamlı bu-

lunmadı. ( $r=0.83$ ,  $p=0.08$ ). Ortalama ASAB  $25.9 \pm 13.6$  mmHg olarak bulundu.

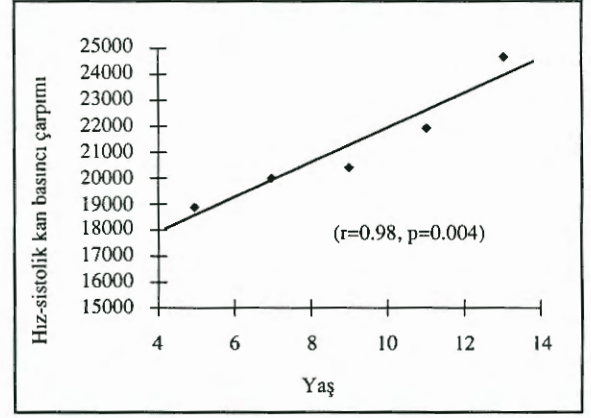
Çocuklarda MDAB yaşla doğru orantılı olarak arttı ( $r=0.98$ ,  $p=0.004$ ) (Şekil-6). Bu artış hem erkek ( $r=0.94$ ,  $p=0.02$ ), hem de kız çocuklarda ( $r=0.98$ ,  $p=0.004$ ) görüldü. Ortalama MDAB  $73.8 \pm 7.9$  mmHg olarak saptandı. Ancak ADAB artışı anlamlı bulunmadı. Ortalama ADAB  $7.7 \pm 7.2$  mmHg idi.

Egzersiz MDP değerleri incelendiğinde, yaşla anlamlı bir ilişki gösteriyordu ( $r=0.98$ ,  $p=0.004$ ) (Şekil-7). Bu doğru orantı her iki cins için de geçerliydi (Erkekler:  $r=0.98$ ,  $p=0.003$ ; kızlar:  $r=0.88$ ,  $p=0.046$ ). MDP ortalama  $21576.5 \pm 4182.9$  olarak bulundu. Bu değer erkekler için  $21688.2 \pm 4267.6$ , kızlar içinse  $21419.2 \pm 4079$  idi. Her iki cins arasında MDP yönünden istatistiksel anlamlı bir fark bulunmadı.

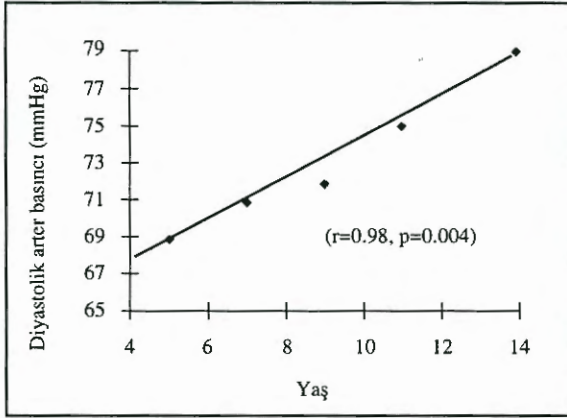
Egzersiz ile 8 olguda aritmi (5 kız, 3 erkek) görüldü. Bunlardan 5'i sık atriyal erken atım, 3'ü sık ventriküler erken atım şeklindeydi. Bir olguda egzersiz sıra-



Şekil 5. Yaş ile sistolik arter basıncı artışı ilişkisi



Şekil 7. Yaş ile egzersiz sonu hız x basınç ilişkisi



Şekil 6. Yaş ile egzersiz sonu diyastolik arter basıncı ilişkisi

sında geçici sağ dal bloku geliti. Olguların hiç birinde iskemik ST depresyonu görülmedi. 81 olguda (%34) 0.5 mm J tipi çökme görüldü.

## TARTIŞMA

Treadmill egzersiz testi, 4 yaş ve üstü çocuklarda kolaylıkla uygulanabilen, ucuz ve düşük riskli bir stres testidir.

Dinamik egzersizlerde kardiyovasküler cevap egzersizin şiddeti ile orantılıdır. ES, kademelendirilmiş bir testte kişisel performansı gösterir (6). ES, yaşa ve cinsiyete göre değerlendirilir. Test uygulanan kişinin fonksiyonel kapasitesine, aynı yaş ve cinsiyetteki sağlam kişilerle karşılaştırılarak karar verilir (13).

Goldberg ve ark. (14,15) yaptıkları iki çalışmada, doğumsal kalp hastalığı olan çocukların %80'inde egzersiz kapasitesinin sağlıklılarına göre %50 daha düşük olduğunu bildirmişlerdir. Cumming (16) 5-18 yaşları arasında bulunan 715 sağlıklı ve 830 doğum-

sal kalp hastalığı bulunan çocuğa Bruce protokolü ile maksimal egzersiz testi uygulamış, sağlıklı çocuklarda ES'ni erkek çocuklar için 10-17 dk., kız çocuklar için 9-14 dk. olarak saptamış ve ES'nin egzersiz alışkanlığı ile de ilişkili olduğunu bildirmiştir. Cumming ve ark. (10) 4-18 yaşları arasında 327 çocukla yaptıkları çalışmalarında ES'nin yaşla doğru orantılı olarak arttığını saptamışlardır. Maffulli ve ark. (17) 140 erkek ve 140 kız çocuğa Bruce protokolu ile egzersiz testi yapmışlar ve ES'nin yaşla doğru orantılı olarak arttığını göstermişlerdir. ES'ni erkek çocuklar için ortalama 15.2±2.8 dk., kız çocuklar için ortalama 13.7±2.3 dk. olarak bildirilmiştir. Riopel ve ark. (3) 4-21 yaşları arasında değişen 288 sağlıklı çocuk ve gençle yaptıkları çalışmalarında, ES'ni ortalama 10.0±1.3 dk (kız çocuklarda 8.9±0.3 dk, erkek çocuklarda 10.6±1.2 dk.) olarak bildirmişlerdir. Çalışmamızda da hem kız, hem de erkek çocuklarda ES yaş ile doğru orantılı olarak artıyordu.

Egzersiz kapasitesi (MET değeri) istirahate göre oksijen tüketimini kabaca gösterir. Treadmill testinde bu değer eğitim ve hıza göre hesaplanır ve istirahat oksijen tüketiminin katları olarak ifade edilir (İstirahatteki oksijen tüketimi 1MET'dir). Bu nedenle MET değeri maksimal aerobik güç düzeyini çeşitli yaş gruplarında referans olarak değer olarak gösterir (9,18). Brooks (19) egzersiz kapasitesinin ve maksimal oksijen tüketiminin yaşla birlikte arttığını, ergenlik çağı ile birlikte bu artışın hızlandığını ve erkek çocuklarda kız çocuklardan daha fazla artış olduğunu bildirmiştir. Cumming ve ark. (10,16) 327 sağlıklı olgu ve 830 kalp hastalıklı ve 715 sağlıklı çocukla yaptıkları iki çalışmalarında egzersiz kapasitesinin ve oksijen tüketiminin yaşla doğru orantılı olarak



arttığını göstermişler, ciddi kalp hastalığı olmadıkça efor kapasitesinin fazla kısıtlanmadığını ve egzersiz kapasitesinin düzenli antrenmanla arttığını bildirmişlerdir. Çalışmamızda da MET değerinin yaşla doğru orantılı olarak arttığını, kız ve erkek çocuklarda aynı şekilde doğrusal artış gösterdiğini saptadık.

Çocuklarda egzersizle ulaşılan MKH aerobik kapasitenin düzeyini gösterir. 5-16 yaşları arasındaki çocuklar için ortalama MKH 180±10/dk. olarak bildirilmiştir (9). Cumming ve ark. (10) 327 sağlıklı çocukla yaptıkları çalışmalarında ortalama MKH'nı tüm yaş gruplarında 193-206/dk. arasında saptamışlar, ES ile KH arasında lineer bir ilişki göstermişler, 751 sağlıklı çocukla yaptıkları çalışmalarında ise çocukların %89'unda MKH'nı 180/dk.'nın üzerinde bulmuşlardır (16). Riopel ve ark. (3) 288 sağlıklı çocukla yaptıkları çalışmalarında ortalama MKH'nı 187±14/dk olarak bildirmişlerdir. Kız ve erkek çocuklar arasında anlamlı fark tespit etmemişlerdir. Bruce ve ark. (20) 405 sağlıklı ve 137 kalp hastalığı olan çocukla yaptıkları çalışmada, sağlıklı grupta ortalama MKH'nı 192=10/dk. olarak saptamışlardır. Çocuklar için bildirilen ortalama MKH 180±10/dk olmasına rağmen çalışmamızda 170.4±17.5.dk olarak bulundu. Egzersiz sırasında kalp hızının 180/dk'ı geçmesi maksimal oksijen tüketimi düzeyine ulaşıldığını göstermektedir (3,21,22). Bizim çalışmamızda ES 18 dak. ve iş yükü 12 MET'e ulaşan çocuklar ortalama MKH 180/dk.'a ulaştı. Yaş grupları ve cinsiyet arasında anlamlı farklılık bulunmadı. Bizim çocuklarımızda kalp hızının daha düşük düzeyde kalması uygulanan protokol farklılığından kaynaklanabilir. Bruce protokolunda hız mil/saat, eğitim yüzde ile belirlenmektedir. Hız artışı bizim protokolümüze yakın olmakla birlikte eğitim artışı daha fazladır ve kısa zamanda daha yüksek MET değerlerine ulaşılmaktadır (23). Bu nedenle çocuklarımızın ES'leri benzer olduğu halde ulaşılan MKH değerleri daha düşük kalmaktadır. Ulaşılmaması gereken MKH erişkinlerde olduğu gibi (220-yaş) x 0.85 formülü ile tayin edildiğinde, olguların %70'i istenen MKH'na erişemedi. Tüm yaş gruplarında ulaşılmaması istenen kalp hızının %81.3±8.4'üne erişildi. MKH ile ES ve MET değeri arasında pozitif bir ilişki saptandı. Fark KH, kız ve erkek çocuklarında yaşla doğru orantılı olarak artıyordu.

Egzersize SAB cevabı yaşla birlikte artar. Bu artış özellikle ergenlik döneminde daha belirgindir (19).

SAB ES ve iş yükünün artması ile birlikte orantılı olarak artar. Çocuklarda MSAB nadiren 200 mmHg'ya ulaşır (6). Riopel ve ark. (3) treadmill egzersiz testinde MSAB'ın yaş ve vücut yüzey ile doğru orantılı olarak arttığını bildirmişlerdir. James ve ark. (24) 5-33 yaşları arasında 149 çocuk ve genç erişkinde (yaş ortalaması 14.5) egzersize MSAB cevabının yaş ve vücut alanı artışına paralel bir artış gösterdiğini saptamışlardır. Bruce ve ark. (20) 405 sağlıklı ve 137 kalp hastalıklı çocuğun egzersiz testlerini değerlendirmişler ve sağlıklı çocuklarda ortalama MSAB'nı 145±26 mmHg olarak açıklamışlardır. Maffuli ve ark. (17) 4-17 yaşları arasındaki 280 çocuğa treadmill egzersiz testi yapmışlar ve SAB'nın egzersiz iş yükünün artışı ile doğru orantılı olarak arttığını göstermişlerdir. Çalışmamızda MSAB'ı 127.3±17.3 mmHg olarak bulduk. Yaş, egzersiz süresi ve egzersiz iş yükü artışı ile MSAB arasında pozitif lineer bir korelasyon varlığı saptandı. Kız ve erkek çocuklar arasında fark yoktu. ASAB da yaş ile doğru orantılı olarak artıyordu. Bu artış erkek çocuklarda istatistiksel anlam taşıırken, kız çocuklar için anlamlı değildi.

Çocuklarda egzersize normal DAB cevabı, önceki çalışmalarda değerlendirilmediğinden kesin olarak bilinmemektedir. Bununla beraber yapılan az sayıda çalışmada DAB'de aşırı bir artış saptanmamıştır (6). Çalışmamızda egzersizle kız ve erkek çocuklarda MDAB'nın yaş, egzersiz süresi ve iş yükü ile doğru orantılı olarak arttığı saptandı. ADAB ile yaş, ES ve iş yükü arasında anlamlı bir ilişki bulunmadı.

Hız-basınç çarpımı (double product=DP) miyokardın oksijen tüketiminin bir göstergesi olarak kabul edilmektedir. Normal kişilerde egzersizle meydana gelen miyokard kan akımı ve oksijen tüketimi artışına paralel olarak değişiklik gösterir (3,18,22). Riopel ve ark. (3) 288 sağlıklı çocukla yaptıkları çalışmalarında DP'nın yaş ve vücut yüzeyi ile doğru orantılı olarak arttığı ve cinsiyetle değişmediğini bildirmişlerdir. Maffuli ve ark. (17) 4-17 yaşları arasında olan 140 erkek ve 140 kız çocuğa treadmill egzersiz testi yapmışlar ve DP'nın yaşla doğru orantılı olarak arttığını göstermişlerdir. Erkek çocuklardaki MDP'ı kız çocuklardaki MDP'dan anlamlı olarak yüksek bulmuşlardır. Çalışmamızda da kız ve erkek çocuklarda MDP yaşla, ES ile ve iş yükü ile doğru orantılı olarak arttı ve MDP, kız ve erkek çocuklar arasında anlamlı bir fark bulunmadı.

Sağlıklı çocukların doğumdan itibaren 8-10 yaşlarına kadar istirahat EKG'lerindeki V1-V4 derivasyonlarında negatif T dalgalarının bulunması fizyolojiktik (Juvenil EKG). 8-16 yaş arasında ise erişkin tip QRS örneği görülebildiği gibi juvenil patern de görülebilir (25). Bizim çalışmamızda da 5-8 yaşlarındaki tüm çocuklar ve 9-14 yaşlarındaki 178 çocuğun 122'si (%68) juvenil EKG paterni gösteriyordu. Sağlıklı erişkinlerde fizyolojik ST depresyonu egzersiz sonrası hızla (80 milisaniye) izoelektrik hatta döner ve sıklıkla yukarıya eğimli çökme tarzındadır, aşağıya eğimli veya yatay çökme değildir (6). QRS kompleksinin sonu ile ST segmentinin başlangıcının keşiştiği noktaya J noktası denir (26) ve çocuklarda da egzersizle fizyolojik J noktası depresyonu meydana gelebilir. Thapar ve ark. (27) sağlıklı zenci çocuklarla yaptıkları çalışmada PQ izoelektrik hattı metodu ile erkek çocukların %9'unda ve kız çocukların %18'inde fizyolojik J noktası çökmesi saptadılar. Aynı çalışmada PR izoelektrik hattı metodu ile çocuklarda %2.3 oranında fizyolojik J noktası çökmesi bulundu. Riopel ve ark. (3) 288 sağlıklı olgunun tümünde, egzersizle T dalga amplitüdünün arttığını ve J noktası depresyonu meydana geldiğini, yatay veya aşağı doğru eğimli ST çökmesi olmadığını (iskemik ST depresyonu meydana gelmediğini) bildirmişlerdir. Maffulli ve ark. (17) 280 sağlıklı çocuğun hemen tümünde P ve T dalga amplitüdünde artış olduğunu, yatay ya da aşağı eğimli ST depresyonu olmadığını ve çocukların %78'inde J noktasının aşağıya doğru, %11'inin yukarıya doğru yer değiştirdiğini ve %11'inde J noktasında değişiklik olmadığını bildirmişlerdir. Çalışmamızda 81 olguda (%34) 0.5 mm fizyolojik J noktası depresyonu saptandı. Fakat olguların hiç birinde J noktasından itibaren 80 milisaniye süreli, yatay veya aşağı doğru eğimli, iskemik ST depresyonu saptanmadı.

Kalp hastalığı bulunmayan çocuklarda dal blokları veya ventriküler aritmiler nadir olarak görülmektedir (6). Çalışmamızda 8 çocukta aritmi ve 1 çocukta geçici sağ dal bloku gelişti.

## KAYNAKLAR

1. Hugenholtz PE, Lees MM, Nadas AS: The scalar electrocardiogram, vectorcardiogram and exercise electrocardiogram in the assessment of congenital aortic stenosis. *Circulation* 1962; 26: 79-91

2. Halloran KH: The telemetered exercise electrocardiogram in congenital aortic stenosis. *Pediatrics* 1971; 47: 31-39
3. Riopel DA, Taylor AB, Hohn AR: Blood pressure, heart rate, pressure-rate product and electrocardiographic changes in healthy children during treadmill exercise. *Am J Cardiol*. 1979; 44: 697-704
4. Alpert BS, Bloom KR, Newth CJ, et al: Hemodynamic responses to supine exercise in children with left-sided cardiac disease. *Am J Cardiol* 1980; 45: 1025-32
5. Gürses NH, Gürses A, Arıkan H: Exercise testing in children with congenital heart disease before and after surgical treatment. *Pediatr Cardiol* 1991; 12: 20-23
6. Washington RL, Bricker JT, Alpert SB, et al: Guidelines for exercise testing in the pediatric age group. AHA Medical / Scientific Statement Special Report. American Heart Association 1994
7. Gibbons RJ, Baldy GJ, Beasley JW, et al: ACC/AHA Guidelines for exercise testing: Executive summary. *Circulation* 1997; 96: 345-354
8. Froelicher VF, Quaglietti S: Specific responses to dynamic exercise. In: *Handbook of Exercise Testing*. Little, Brown and Company Boston. 1996, p: 7-13
9. Astrand P-O, Rodahl K: Evaluation of physical performance on the basis of tests. In: *Textbook of Work Physiology*. Third edition. McGraw-Hill Book Company New York. 1988, p: 354-390
10. Cumming GR, Everatt D, Hastman L: Bruce treadmill test in children: Normal values in a clinic population. *Am J Cardiol* 1978; 41: 69-75
11. Froelicher VF, Quaglietti S: Exercise physiology. In: *Handbook of Exercise Testing*. Little, Brown and Company Boston. 1996, p: 3-6
12. Froelicher VF, Quaglietti S: ECG responses. In: *Handbook of Exercise Testing*. Little, Brown and Company Boston. 1996, p: 3-6
13. Freed M: Exercise testing in children: a survey of techniques and safety. *Circulation*. 1981; 64 (Suppl IV): 278. Abstract.
14. Goldberg SJ, Weiss R, Adams FH: A comparison of the maximal endurance of normal children and patients with congenital cardiac disease. *Pediatrics* 1966; 69: 46-55
15. Goldberg SJ, Mendes F, Hurwitz R: Maksimal exercise capability of children as a function of specific cardiac defects. *Am J Cardiol* 1969; 23: 349-353
16. Cumming GR: Maksimal exercise capacity of children with heart disease. *Am J Cardiol* 1978; 42: 613-619
17. Maffulli N, Greco R, Greco L, et al: Treadmill exercise in Neopolitan children and adolescents. *Acta - Paediatr*. 1994; 83: 106-12
18. Froelicher VF, Quaglietti S: Hemodynamic responses. In: *Handbook of Exercise Testing*. Little, Brown and Company Boston. 1996, p: 85-100
19. Brooks GA, Fahey TD: Cardiovascular and metabolic function. In: Brooks GA, Fahey TD (Ed's): *Exercise*



Physiology: Human Bioenergetics and Its Applications. Macmillan Publishing Company; New York. 1985, p: 673-376

**20. Bruce SA, Moes DM, Durant RH, et al:** Hemodynamic responses to ergometer exercise in children and young adults with left ventricular pressure or volume overload. *Am J Cardiol.* 1983; 52: 563-567

**21. Gobel FL, Nordstrom LA, Nelson RR, et al:** The rate-pressure product as an index of myocardial oxygen consumption during exercise in patients with angina pectoris. *Circulation* 1978; 57: 549-56

**22. Nelson RR, Gobel FL, Jorgensen CR, et al:** Hemodynamic predictors of myocardial oxygen consumption during static and dynamic exercise. *Circulation* 1974; 50: 1179-1189

**23. Froelicher V, Pashkow FC:** Exercise electrocardiographic testing. In: Pashkow FJ, Dafoe WA (Ed's): *Clinical Cardiac Rehabilitation: A Cardiologist's Guide.* A Waverly Company; Baltimore. 1993, p: 49-77

**24. James FW, Kaplan S, Glueck CJ, et al:** Responses of normal children and young adults to controlled bicycle exercise. *Circulation* 1980; 61: 902-912

**25. Park KM, Guntheroth WG:** Normal electrocardiograms. In: Park KM, Guntheroth WG (Ed's): *How to Read Pediatric ECG.* Third edition. Mosby-Year Book Inc. St. Louis. 1992. p: 32-41

**26. Froelicher VF, Qauglietti S:** Overview of exercise test interpretation. In: *Handbook of exercise testing.* Little, Brown and Company Boston. 1996, p: 85-100

**27. Thapar MK, Strong WB, Miller MD, et al:** Exercise electrocardiography of healthy black children. *Am J Dis Child.* 132: 592-595; 1978