

Çukurova Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı Yüksek Lisans Programı çerçevesinde yürütülmüş olan “Astımlı Çocuklara Yaptırılan Düzenli Aerobik Egzersizlerin Solunum Fonksiyon Testleri ve Aerobik Performans Üzerine Etkisi” adlı çalışma yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi:18/08/2005

Doç. Dr. S. Sadi KURDAK
Çukurova Üniversitesi
Jüri Başkanı

Doç. Dr. Erkan KOZANOĞLU
Çukurova Üniversitesi

Prof. Dr. Derya U. ALTINTAŞ
Çukurova Üniversitesi

Yukarıdaki tez, Yönetim Kurulunun tarih ve sayılı kararı ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Sait POLAT
Enstitü Müdürü

TEŞEKKÜR

Bu günlere gelmemde bana yardımcı olan, lisans ve yüksek lisans eğitimim sırasında bilgilerini benimle paylaşan Ç.Ü. BESYO idareci, öğretim elemanları ve personeline, sundukları koőullardan dolayı Fizyoloji Anabilim Dalı ve Pediatrik İmmunoloji-Alerji Bilim Dalı öğretim üyeleri ve personeline teşekkür ederim.

Çalışmamın uygulamalı bölümlerinde, çok büyük bir ilgi, nezaket ve hoşgörü göstererek hiçbir yardımı esirgemeyen, sürekli destek olan Ç. Ü. Tıp Fakültesi Fizyoloji Anabilim Dalı araştırma görevlisi Dr. Çiğdem ZEREN'e Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı yüksek lisans öğrencisi Banu ASLANGİRAY'a ve çok büyük desteğini gördüğüm AİLEM'e tüm içtenliğim ile teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

Sayfa No:

TEŞEKKÜR	I
İÇİNDEKİLER	II
ŞEKİLLER DİZİNİ	V
TABLolar DİZİNİ	VIII
KISALTMALAR	IX
ÖZET	X
ABSTRACT	XI
1.GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Enerji	3
2.1.1. Anaerobik Metabolizma	3
2.1.2. Aerobik metabolizma	5
2.2. Akciğer	7
2.2.1. Solunum Mekanığı	8
2.2.2. Alveollerde gaz alışverişı	8
2.2.3. Akciğer Hacimleri	9
2.2.3.1. Yavaş Vital Kapasite Ölçümü	10
2.2.3.2. Zorlu Vital Kapasite Ölçümü	11
2.2.3.3. Maksimal İstemli Ventilasyon	15
2.3. Astım	15
2.3.1. Tanım	15
2.3.2. Astımı Tetikleyen Faktörler	15
2.3.3. Epidemiyoloji	16
2.3.4. Fizyopatoloji	17
2.3.5. Astımda Tanı	20
2.3.6. Astım Sınıflaması	21
2.3.7. Astım Tedavisi	22
2.4. Egzersize Bağlı Astım (EIA)	22
2.5. Aerobik Egzersiz	26

2.5.1. Maksimal Oksijen Alımı	28
2.5.2. Aerobik Egzersizin Etkileri	28
2.5.2.1. Egzersizin Akut Etkileri	28
2.5.2.2. Egzersizin Kronik Etkileri	29
2.5.2.2.1. Metabolik Etki	30
2.5.2.2.2. Kardiyovasküler Etki	30
2.5.2.2.3. Respiratuar Etki	30
2.6. Amaç	31
3. GEREÇ VE YÖNTEM	32
3.1. Boy ve Vücut Ağırlığının Değerlendirilmesi	32
3.2. Fizik Muayene ve EKG	32
3.3. Solunum Fonksiyon Testleri	32
3.3.1. Vital Kapasite Ölçümü (VC)	33
3.3.2. Zorlu Vital Kapasite Ölçümü (FVC)	33
3.3.3. Maksimal İstemli Ventilasyon Ölçümü (MVV)	34
3.4. Maksimal Aerobik Kapasitenin Değerlendirilmesi	34
3.5. Antrenman Programı	35
3.6. İstatistiksel Analiz	37
4. BULGULAR	38
4.1. Çalışmaya katılan çocukların kişisel özellikleri	38
4.2. Soluk hacmi (Vt), Yavaş Vital Kapasite (SVC) ve Maksimal İstemli Ventilasyon (MVV) Değerleri	38
4.3. Antrenman koşu mesafesi ve antrenman nabızlarının değişimi	39
4.4. Kardiyopulmoner egzersiz testi sırasında solunum parametrelerinde meydana gelen değişiklikler	41
4.5. Kardiyopulmoner egzersiz testi sırasında solunum süresinde meydana gelen değişiklikler	43
4.6. Kardiyopulmoner egzersiz testlerine ait maksimal metabolik yanıtlar	46
4.7. Kardiyopulmoner egzersiz testlerine ait kalp atım hızı ve ölü boşluk hacminde meydana gelen değişiklikler	49

4.8. Solunum fonksiyon testi zorlu vital kapasite manevrasına ait değişkenler	52
4.8.1. Zorlu vital kapasite hacmi (FVC)	56
4.8.2. Zorlu vital kapasitenin 1. saniye hacmi (FEV ₁)	56
4.8.3. Pik ekspiratuar akım (PEF)	59
4.8.4. Zorlu vital kapasitenin 1. saniye hacminin/ Zorlu vital kapasite hacmine oranı (FEV ₁ /FVC)	59
4.8.5. Zorlu ekspiratuar akımın %25-75 (FEF ₂₅₋₇₅)	62
4.8.6. Maksimal ekspiratuar akımın %75 (MEF ₇₅)	62
4.8.7. Maksimal ekspiratuar akımın %50 (MEF ₅₀)	66
4.8.8. Maksimal ekspiratuar akımın %25 (MEF ₂₅)	66
5. TARTIŞMA	68
5.1. Egzersiz sırasında metabolik değişimler	70
5.2. Solunum fonksiyonlarının değerlendirilmesi	72
6. SONUÇLAR	77
KAYNAKLAR	78
EKLER	83
Ek.1	83
Ek2.	84
ÖZGEÇMİŞ	85

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil.2.1. Anaerobik glikoliz esnasında gerçekleşen metabolik süreç	4
Şekil.2.2. Aerobik metabolizma ile enerji elde edilmesi (Krebs Siklusu)	6
Şekil.2.3. Elektron taşınım sistemi	7
Şekil.2.4. Akciğer hacim ve kapasiteleri	11
Şekil.2.5. Zorlu vital kapasite manevrası sırasında kaydedilen ekspire edilen hava hacminin zamana bağlı değişimi	13
Şekil.2.6. Laboratuvarımızda ölçümleri yapılan FVC manevrasına ait PEF ve MEF ₇₅ ,MEF ₅₀ , MEF ₂₅ ölçüm değerlerine ait referans noktaları	14
Şekil.2.7. İnflamatuvar yanıtı etkileyen faktörler	18
Şekil.2.8. Astım oluşum aşamaları	19
Şekil.2.9. Astım hastaların havayollarında meydana gelen patolojik değişiklikler	20
Şekil.2.10. Sağlıklı ve Astımlı çocuğa ait laboratuvarımızda ölçülen FVC manevrasının hacim akım eğrisi	21
Şekil.2.11. Çalışmamız sırasında yapılan FVC ölçümlerinden egzersize bağlı olarak FEV ₁ 'de meydana gelen değişimi gösteren bir örnek	23
Şekil.2.12. Sıcaklık ve nem miktarına bağlı olarak FEV ₁ 'de görülen değişim	24
Şekil.2.13. Dakika ventilasyon ile kalp atım hızı arasındaki ilişki	27
Şekil.2.14. Egzersizde Kas, Kalp, Akciğerin işleyişi	29
Şekil.3.1. Bir antrenman periyoduna ait ((10dk koşu 10dk dinleme) x 3) kalp atımı hızı değişimi	36
Şekil.4.1. Astım egzersiz ve kontrol egzersiz grubundaki çocukların antrenman koşu mesafelerinin antrenman seanslarına göre değişimi	40
Şekil.4.2. Astım egzersiz ve kontrol egzersiz grubundaki çocukların antrenman kalp atım hızlarının antrenman seanslarına göre değişimi	40
Şekil.4.3. Çalışmanın başlangıcında, ortasında ve sonunda yapılan kardiyopulmoner egzersiz testi sırasında elde edilen maksimal solunum frekans değerleri	41
Şekil.4.4. Çalışmanın başlangıcında, ortasında ve sonunda yapılan kardiyopulmoner egzersiz testi sırasında elde edilen maksimal tidal hacim değerleri	42
Şekil.4.5. Çalışmanın başlangıcında, ortasında ve sonunda yapılan kardiyopulmoner	

egzersiz testi sırasında elde edilen maksimal dakika ventilasyon değerleri	43
Şekil 4.6. Çalışmanın başlangıcında, ortasında ve sonunda yapılan kardiyopulmoner egzersiz testi sırasında elde edilen maksimal ekspirasyon süreleri	44
Şekil 4.7. Çalışmanın başlangıcında, ortasında ve sonunda yapılan kardiyopulmoner egzersiz testi sırasında elde edilen maksimal inspirasyon süreleri	45
Şekil 4.8. Çalışmanın başlangıcında, ortasında ve sonunda yapılan kardiyopulmoner egzersiz testi sırasında elde edilen maksimal toplam soluk süreleri	45
Şekil 4.9. Çalışmanın başlangıcında, ortasında ve sonunda yapılan kardiyopulmoner egzersiz testi sırasında elde edilen maksimal inspirasyon süresinin toplam inspirasyon - ekspirasyon süresine oranı	46
Şekil 4.10. Çalışmanın başlangıcında, ortasında ve sonunda yapılan kardiyopulmoner egzersiz testi sırasında elde edilen maksimal oksijen kullanma kapasitesi (mL/dak/kg)	47
Şekil 4.12. Astım egzersiz ve kontrol egzersiz grubundaki çocukların antrenman koşu mesafeleri ve VO_2 (mL/dak/kg) düzeyleri arasındaki ilişki	47
Şekil 4.13. Çalışmanın başlangıcında, ortasında ve sonunda yapılan kardiyopulmoner egzersiz testi sırasında elde edilen maksimal kabondioksit ortaya çıkarma kapasitesi (VCO_2 mL/dakika)	48
Şekil 4.14. Çalışmanın başlangıcında, ortasında ve sonunda yapılan kardiyopulmoner egzersiz testi sırasında elde edilen maksimal R değeri (VCO_2/VO_2)	49
Şekil 4.15. Çalışmanın başlangıcında, ortasında ve sonunda yapılan kardiyopulmoner egzersiz testi sırasında elde edilen maksimal kalp atım hızı değeri	50
Şekil 4.16. Çalışmanın başlangıcında, ortasında ve sonunda yapılan kardiyopulmoner egzersiz testi sırasında elde edilen oksijen nabızı değeri	51
Şekil 4.17. Çalışmanın başlangıcında, ortasında ve sonunda yapılan kardiyopulmoner egzersiz testi sırasında elde edilen maksimal ölü boşluk hacmi	52
Şekil 4.18. Çalışmanın başlangıcında, ortasında ve sonunda yapılan kardiyopulmoner egzersiz testi sırasında elde edilen maksimal ölü boşluk hacminin maksimal soluk hacmine oranı	52
Şekil 4.19. A = Başlangıç, B = 18. Antrenman, C = 36. Antrenman FVC değerlerini göstermektedir	57
Şekil 4.20. A = Başlangıç, B = 18. Antrenman, C = 36. Antrenman	

FEV ₁ değerlerini göstermektedir	58
Şekil 4.21. A = Başlangıç, B = 18. Antrenman, C = 36. Antrenman pik ekspiratuar akım değerlerini göstermektedir	60
Şekil 4.22. A = Başlangıç, B = 18. Antrenman, C = 36. Antrenman FEV ₁ /FVC değerlerini göstermektedir	61
Şekil 4.23. A = Başlangıç, B = 18. Antrenman, C = 36. Antrenman FEF ₂₅₋₇₅ değerleri göstermektedir	63
Şekil 4.24. A = Başlangıç, B = 18. Antrenman, C = 36. Antrenman MEF ₇₅ değerlerini göstermektedir	64
Şekil 4.25. A = Başlangıç, B = 18. Antrenman, C = 36. Antrenman MEF ₅₀ değerlerini göstermektedir	65
Şekil 4.26. A = Başlangıç, B = 18. Antrenman, C = 36. Antrenman MEF ₂₅ değerlerini göstermektedir	67

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4.1. Çalışmaya katılan çocuklara ait antrenman öncesi ve sonrası kişisel özellikler	38
Çizelge 4.2. Soluk hacmi (Vt), yavaş vital kapasite (SVC) ve maksimal istemli ventilasyonun (MVV) kontrol egzersiz ve astım egzersiz gruplarında antrenman haftalarına bağlı olarak meydana gelen değişimleri	39
Çizelge 4.3. Kardiyopulmoner Egzersiz Testi Solunum Değişkenlerinin Antrenmana Bağlı Değişimi	43
Çizelge 4.4. Kardiyopulmoner Egzersiz Testi Metabolik Değişkenlerinin Antrenmana Bağlı Değişimi	46
Çizelge 4.5. Kardiyopulmoner egzersiz testlerine ait kalp atım hızı ve ölü boşluk hacminde meydana gelen değişiklikler	50
Çizelge 4.6. Zorlu vital kapasite değişkenlerinin antrenman periyodu öncesine ait başlangıç değerleri	53
Çizelge 4.7. Zorlu vital kapasite değişkenlerinin 18. antrenman sonrasına ait değerleri	54
Çizelge 4.8. Zorlu vital kapasite değişkenlerinin antrenman periyodu sonrasına ait değerleri	55

KISALTMALAR

ADP: Adenozin Difosfat

ATP: Adonozin Trifosfat

Dak: Dakika

EIA: Egzersize Bağlı Astım

ERV: Ekspirasyon yedek hacmi

FADH₂: Dihidroflavin adenin dinükleotid

FEF₂₅₋₇₅: Zorlu Ekspirasyon Akımının %25-75'i

FEV₁: Zorlu Ekspirasyonun 1.Saniye Hacmi

FRC: Fonksiyonel residüel kapasite

FVC: Zorlu vital kapasite

IC: Soluk alma kapasitesi

IRV: İspirasyon yedek hacmi

KAH: Kalp Atım Hızı

m : metre

MEF_{25,50,75}: Maksimum Ekspirasyon Akımının %25, 50 ve 75'i

mL: mililitre

MVV: Maksimum istemli ventilasyon

NADH: Nikotinamid adenin dinükleotid

PCr: Kreatin fosfat

PEF: Pik akım hızı

RV: Residüel hacim

sn: Saniye

TLC: Toplam akciğer kapasitesi

VC: Vital kapasite

VCO₂ : Karbondioksit üretme miktarı

VE: Dakika ventilasyon

VO₂: Oksijen kullanma miktarı

V_t: Soluk hacmi

1. GİRİŞ

Astım 1980’li yıllardan günümüze prevalansı gittikçe artan bir hastalık olarak tanımlanmaktadır. 1990’lı yılların başından itibaren 15 yaşın altında çocuklarda görülen 3. ciddi hastalık konumuna gelmiştir. ABD’de astım tedavisi için harcanan para yıllık 6,2 milyar doları bulmaktadır. Bu paranın 1 milyar doları 0 – 17 yaşındaki astımlı çocukların tedavileri için oluşan işgücü kaybının maliyetini, 1,6 – 2 milyar doları da tıbbi maliyeti oluşturmaktadır^{1,2}. Hastalığın dünya üzerindeki dağılımı, ülkeden ülkeye ve bazen bir ülke içinde bölgeden bölgeye değişim göstermektedir. Avustralya, Yeni Zelanda ve bazı Pasifik adalarında sık (% 10’dan fazla) bazı Güneydoğu Asya ülkeleri, Kuzey Amerika Kızılderilileri ve Eskimolarda seyrek (%1’den az) görülmektedir. Hastalığın Avrupa ülkelerindeki prevalansı % 5 – 10 arasında değişmektedir. Ülkemizde saptanan prevalans rakamları genellikle batı ülkelerinden daha düşük düzeydedir. Çocukluk dönemi için 1998 yılında % 5 ile 8 arasında iken, aynı oran erişkinlerde genelde % 5’in altında olduğu belirtilmektedir³.

Bu hastalıkta ortaya çıkan fizyopatolojik ve psikolojik değişiklikler nedeniyle hastaların fiziksel aktivitelerinin kısıtlandığı ve buna bağlı olarak yaşam kalitesinin düştüğü gösterilmiştir⁴. Astımlıların kendilerini astım semptomları dolayısıyla egzersizden uzak tutmaları hastalıklarının iyi kontrol edilmediğini ifade etmektedir. Ford ve arkadaşları tarafından yapılan ve 165000’den fazla insanın değerlendirildiği araştırmada 12500 astımlı (yaklaşık 5000’i önceden bilinen) tespit edilmiştir. Sağlıklı ve astımlıların yaklaşık 1/40’ının haftada en az 150 dakika fiziksel aktiviteye katıldığı belirtilmiştir. Çalışma, astımlıların da sağlıklılar düzeyinde egzersiz yapabilme kapasitesini göstermesi açısından önemlidir⁵. Nitekim literatürde astımlıların spor yapabildiğini ve yaşam kalitesini arttırabildiğini gösteren çalışmalar bulunmaktadır^{6,7,8,9,10,11,12,13,14}. Astımlı çocuklara yaptırılan özellikle yüzme gibi su sporlarının aerobik kapasite ve solunum fonksiyon testleri üzerine yararlı etkileri ortaya konmuştur^{15,16}. Bunun sonucunda günlük aktivitelere tolerans geliştiren hastalarda yaşam kalitesinin yükseldiği ve performans sporu yapabileceği ileri sürülmüştür^{14,16}. 1984 Olimpiyat oyunlarına katılan astımlı 41 sporcu madalya alma başarısını göstermiştir. Uluslararası yarışmalarda yer alan ve dünya şampiyonu olan astımlı

sporcular da bulunmaktadır¹⁷. Astımlıların üst düzeyde spor yapılabiliyor olması “*Astım hastalığının egzersiz yapabilmek için engel olmadığı*” düşüncesini ortaya çıkarmıştır. Bronşiyal astımı olan hastalarda su sporları dışındaki antrenmanların aerobik kapasite üzerine etkileri ve yaptırılacak egzersizin tipi, şiddeti ve süresi ile ilgili bilgilerimiz sınırlıdır. Özellikle hazırlanacak kişisel antrenman programı iyi planlanacak çalışmaların değerlendirilmesinde de etkili olacaktır. Bu noktadan hareketle çalışmamızda, bronşiyal astımı olan çocuklara yaptırılan düzenli aerobik egzersizin solunum fonksiyon testleri ve aerobik kapasite üzerine etkisini değerlendirmek amaçlanmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

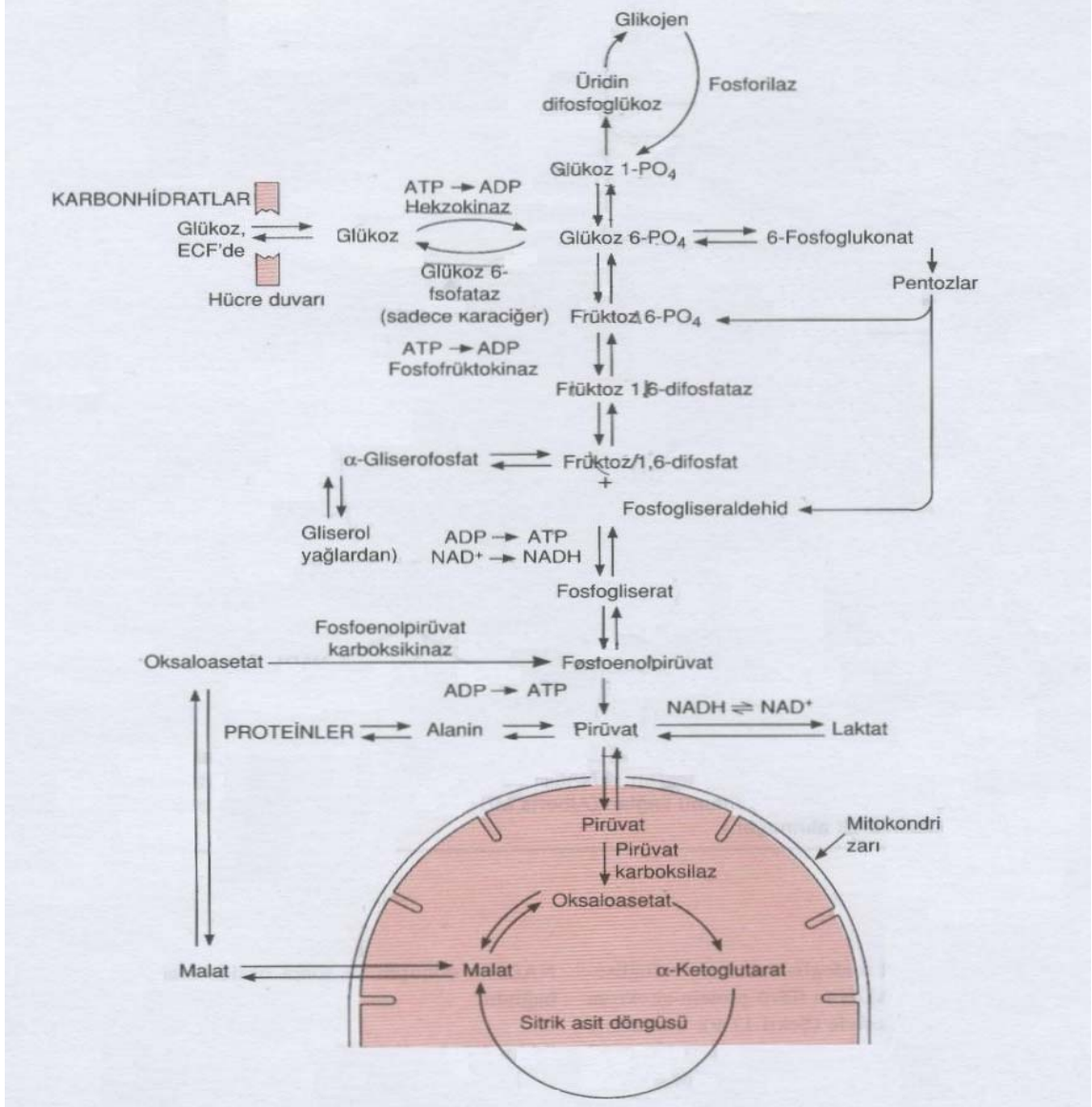
2.1. Enerji

Organizmanın yaşamını devam ettirebilmesi için, bütünlüğünü korumak ve farklı çevre koşullarına uyum sağlamak gibi bir yükümlüğü bulunmaktadır. Yaşamın her anında ortaya çıkan değişikliklere uyum sağlayıp homeostazını sürdürebilmesi ise enerji gerektiren bir sürecin varlığı ile mümkün olabilir. Canlılar yaşamları için gerekli enerjiyi, besinlerle aldıkları karbonhidrat, yağ ve protein gibi karmaşık organik moleküllerin yapısını oluşturan kimyasal bağları parçalayarak elde edebilirler¹⁸. Sadece hayvanlarda değil, bakteri ve bitkilerde de katabolik süreç sonrasında serbestleşen enerji, hücre içindeki birçok kilit reaksiyonun gerçekleşmesinde kullanılmak üzere, enerjiden zengin bir molekül olan adenosin trifosfat (ATP) şeklinde depolanır¹⁸. ATP sentez aşamaları, depolanması ve harcanması ile ilgili reaksiyonların tümü metabolizma konusundaki çalışmalarda anahtar değişkenlerden bir tanesi olarak ayrıntıları ile irdelenmiştir. ATP gereksiniminin arttığı egzersiz gibi koşullarda ise bu metabolik süreç egzersiz bilimi ile uğraşan araştırmacıların temel çalışma konularından bir tanesini oluşturmuştur^{19,20}. Nitekim kas kontraksiyonları sırasında meydana gelen biyokimyasal değişikliklerin irdelendiği ilk çalışmalarda, ortamda oksijenin varlığının kas performansı ve metabolik son ürünler üzerinde belirleyici olduğu tespit edilmiştir. Bu bulgu metabolik sürecin, anaerobik ve aerobik başlığı altında tartışılan iki ana guruba ayrılmasına neden olmuştur²¹.

2.1.1. Anaerobik Metabolizma

Vücutta glikoz yıkılımı iki aşamalı olarak gerçekleşir. Bu aşamalardan birincisinde bir molekül glikoz, glikoliz olarak tanımlanan ve oksijen gerektirmeyen bir seri reaksiyon sonrasında iki molekül pirüvik aside kadar parçalanır. Bu reaksiyon mitokondri dışında gerçekleşir ve amfibi, sürüngen, balık ve sudaki memelilerde görülen en ilkel enerji aktarım yolunu oluşturur²². Anaerobik metabolizma olarak tanımlanan bu süreç sırasında, adenosin difosfat (ADP) molekülünün substrat seviyesinde fosforilasyonu sağlanır ve yeniden ATP sentezlenmesi mümkün olabilir.

İskelet kasında glikolitik enzim konsantrasyonunun yüksek olması yanında, gerçekleşen reaksiyonlarda herhangi bir hız kısıtlamasının bulunmaması nedeniyle söz konusu metabolik süreç sonrasında ATP sentezi hızla gerçekleştirilebilir²².



Şekil.2.1. Anaerobik glikoliz esnasında gerçekleşen metabolik süreç (McArdle W D, Katch F I, Katch V L. *Essentials of Exercise Physiology*. 2nd. Ed., The United States of America: Lippincott Williams and Wilkins. 2000.)

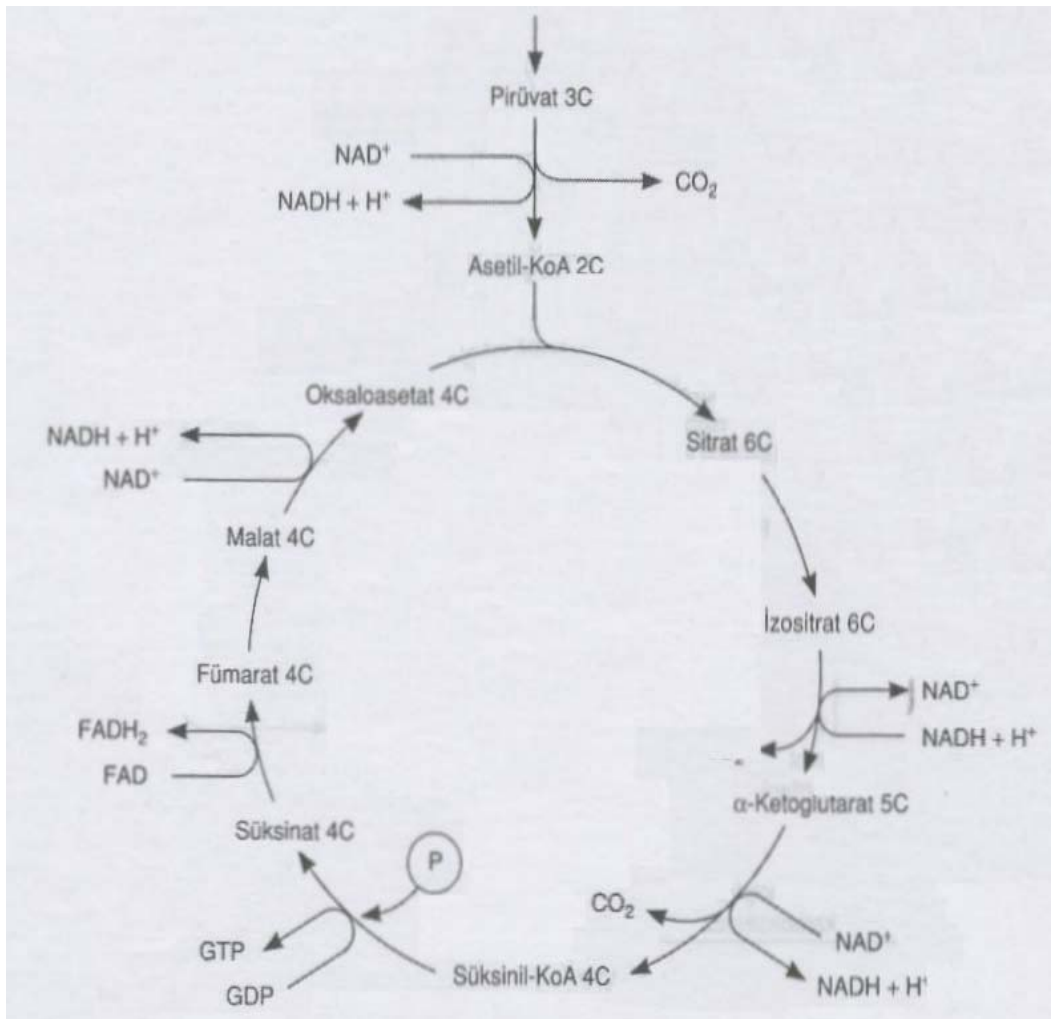
Bu reaksiyonların gerçekleşmesi aşamasında, substrattan ayrılan elektronlar NAD^+ molekülüne transfer edilir ve indirgenmiş NADH molekülü ortaya çıkar. Mitokondri membranının NADH molekülüne geçirgen olmaması nedeniyle, geçiş ancak

dolaylı yoldan gerçekleşir ve iskelet kasında 2 NADH molekülüne karşılık aerobik süreç sonrası sadece 4 ATP elde edilebilir. Düşük metabolizma hızlarında bu süreç hücre için önemli bir soruna neden olmaksızın denge koşullarında devam edebilir. Öte yandan metabolizma hızının arttığı yüksek şiddetteki egzersiz koşullarında ya da hücre içinde oksidatif fosforilasyonu sağlayacak yeterli O₂'nin bulunmadığı durumlarda, sitoplazmada oluşan NADH'nin mitokondri içindeki respiratuvar sürece katılması mümkün olamamaktadır. Sitoplazma içinde anaerobik glikolizin devam edebilmesi için gereksinim duyulan yeter miktarda NAD⁺ ise ancak laktat dehidrogenaz enziminin aktivitesinin artması ile temin edilir. Belirtilen enzimin aktivitesindeki artışa bağlı olarak pirüvik asit laktik aside dönüşür^{21,22}. Kas hücresi içinde birikmeye başlayan laktik asit, laktat molekülünün hücre içi konsantrasyonunu artırırken, bir yandan da hücre içi pH'sının asit tarafa doğru kaymasına neden olacaktır. Söz konusu metabolik değişikliklerin her ikisinin de kas hücresinin kontraktıl özelliklerini olumsuz yönde etkileyeceği ve beraberinde yorgunluk oluşturacağı, konuyla ilgili daha önce yapılan çalışmalarda ayrıntıları ile gösterilmiştir^{23,24,25,26}. Söz konusu metabolik değişikliklerin fizyolojik yorumu ise, kas hücresinin, belirtilen bu koşullarda dengesini kuramadığı ve sürecin uzun süre devam etmesi durumunda yaşamının mümkün olamayacağı şeklinde açıklanabilir. İskelet kas örneği ile tartışılan bu metabolik sorun, oksijen eksikliğinin söz konusu olduğu durumlarda, vücuttaki tüm hücrelerde de benzer olumsuz koşulların ortaya çıkmasına neden olacaktır.

2.1.2. Aerobik metabolizma

Anaerobik metabolizma sırasında glikoz molekülü içersindeki kimyasal enerjinin çok az bir kısmının ATP'ye aktarılması²² ve beraberinde biriken son ürünlerin hücre metabolizmasını olumsuz yönde etkilemesi^{23,24,25,26}, biyolojik sistemin bu metabolik yolu sınırlı olarak kullanmasına neden olmuştur. Besin öğeleri içindeki kimyasal enerjinin verimli olarak depolanabilmesi ve reaksiyonlar sonucunda ortaya çıkacak son ürünlerin yaşamı tehdit etmeyecek düzeyde kalabilmesi, aerobik enerji yollarının metabolizmada etkinleşmesi ile açıklanabilir. Nitekim bu süreçte anaerobik glikolizin son ürünlerinden olan pirüvik asit, geri dönüşümsüz olarak asetil-CoA'ya dönüşmekte, asetil-CoA ise mitokondri içine girerek krebs döngüsüne katılmaktadır²¹.

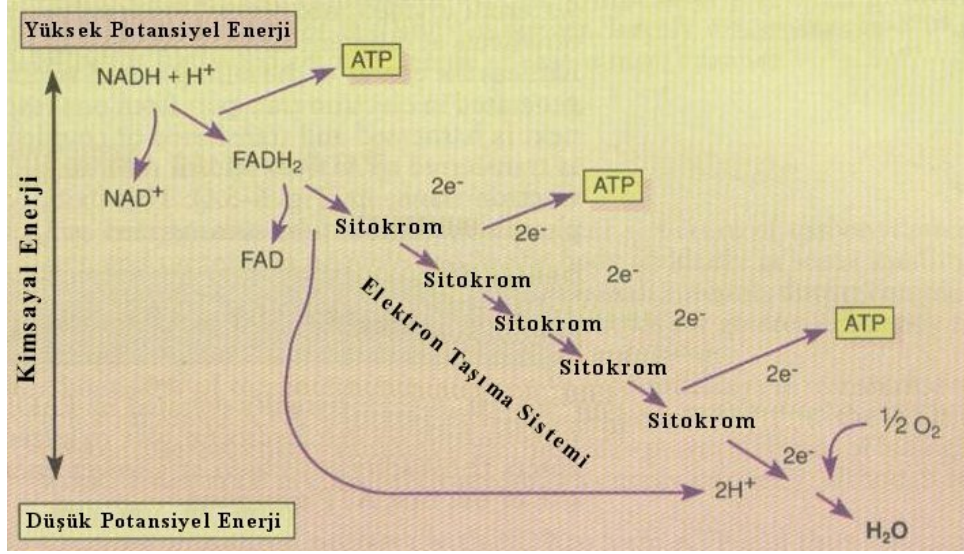
Asetil-CoA'nın oksaloasetik asit ile birleşmesi sonucunda başlayan krebs döngüsü, beraberinde reaksiyonlar sonucu oluşacak CO₂ ve hidrojen atomlarının substratlarını teşkil etmektedir. Döngü sonrasında serbestleşen hidrojen atomları ise, yine mitokondri içersinde elektron taşınım zincirine aktarılır. Elektron taşınım zincirinde gerçekleşen oksidasyon-redüksiyon reaksiyonları sonucunda çok sayıda ATP'ninde elde edilmesi de mümkün olur. Söz konusu reaksiyon zincirinin son ürünleri ise CO₂ ve H₂O olarak karşımıza çıkarken, reaksiyonun en son aşamasındaki temel substratın ise O₂ olduğu bilinmektedir²¹.



Şekil.2.2. Aerobik metabolizma ile enerji elde edilmesi (Krebs Siklusu)(Murray RK, Granner DK, Mayes PA, Rodwell VW. *Harper's Biochemistry 21st Edition*. Appleton&Lange. 1988)

Belirtilen metabolik süreç, ortamda yeter miktarda besin ögesi ve O₂'nin bulunduğu, son ürünlerinden uzaklaştırıldığı koşullarda sorunsuzca devam edebilir. Söz

konusu reaksiyonların sürekliliğinde O_2 anahtar belirleyici olduğundan, bu türlü metabolik süreçler aerobik metabolizma başlığı altında tartışılır²¹. Reaksiyon hızındaki artışın ATP gereksinimini sağlamada yeterli olduğu koşullarda, aerobik metabolik süreçteki artışla yeni denge koşullarının kurulduğunda da söz etmek mümkündür. Sağlıklı yaşam, anaerobik metabolik süreçten farklı olarak ancak söz konusu aerobik yolun baskın katılımı ile mümkün olabilmektedir.



Şekil.2.3. Elektron taşıma sistemi (McArdle W D, Katch F I, Katch V L. *Essentials of Exercise Physiology*.2nd.Ed.,The United States of America: Lippincott Williams and Wilkins.2000.)

2.2. Akciğer

Aerobik metabolizmanın sorunsuz devam edebilmesi, çok hücreli canlılarda atmosfer havasındaki O_2 'yi vücuda alacak ve oluşan CO_2 'yi atmosfere atacak bir organ sisteminin varlığını gerektirir. Gelişmiş canlılarda sağlıklı yaşamı sürdürebilmek için bu işlevi gerçekleştirmek üzere başkalaşmış organlara, akciğerlere gereksinim vardır. Toraks boşluğunun içini dolduran bu organ sistemi esasta hava iletiminde işlev gören hava yolları, gaz alış verişinin gerçekleştiği alveoler yapı, hücresel düzeyde respirasyonun sağlayacak kanı alveollere taşıyan gelişmiş bir pulmoner damar sistemi ile yapısına elastik özellik kazandıran bağ dokusundan meydana gelmiştir²⁷.

Atmosfer havasının akciğerlere alınması ve akciğer içindeki hava ile değiştirilmesine pulmoner ventilasyon adı verilir. İnspirasyon havası, trakeadan geçerken, hava ısıtılmış, nem oranı satüre edilmiş ve filtrasyonu sağlanmıştır. Trakea sonrasında hava bronş ve bronşiol seviyelerinden geçerek alveollere ulaşır. Ağız ve burun boşluğundan başlayan ve terminal bronşiolere kadar ulaşan hava yollarının birincil görevi hava iletiminin en az dirençle sağlanmasıdır (anatomik ölü boşluk). Öte yandan, respiratuvar bronşiol ile alveoler duktus ve alveoler sinus gaz alışverişinin gerçekleştiği anatomik oluşumlardır²⁸.

2.2.1. Solunum Mekanikliği

Akciğer dokusu ile toraks duvarını oluşturan yapıların ortak özelliği her ikisinde elastik özellik göstermesidir. Ancak bu iki yapının elastik kuvvetlerinin vektörleri birbirleri ile zıt yöndedir. Toraks duvarı ile akciğer arasındaki boşluğu döşeyen visseral ve parietel plevra arasındaki basıncın, lenfatik drenaj nedeni ile negatif olması, akciğerin toraks duvarı ile beraber hareket etmesine neden olur. İnspiratuvar kasların kasılması sonrasında toraks duvarının hacminde meydana gelen artış akciğerleri de genişleteceğinden, Boyle yasasına göre (denklik 1) alveol içindeki basınç azalır ve atmosfer havasının alveollere hareketi mümkün olur. İnspirasyonun temel fiziksel özelliğini oluşturan bu yasaya göre, alveol içi hacmin küçüldüğü ekspirasyon koşullarında ise hava, artan intralveoler basınca bağlı olarak alveollerden atmosfere atılır.

$$\text{Boyle Yasası} = P_1V_1 = P_2V_2 \quad (\text{denklik 1})$$

P = Basınç (mmHg)

V = Hacim (L)

2.2.2. Alveollerde gaz alışverişi

Atmosfer havası alveollere ulaştıktan sonraki aşamada, alveol içindeki hava pulmoner kapiller içindeki kan ile 0,5 µm'den daha ince bir bariyer olan alveolo - kapiller membran aracılığı ile ayrılır. Bu seviyede gaz alışverişi Fick yasasında belirtilen temel etkenlere bağlı olarak basit difüzyon ile gerçekleşir (denklik 2)²⁸. Bu

denkliğe göre alveolo – kapiller boşluk arasında gaz alışverişinde geçişin gerçekleştiği membranın toplam alanı ve kalınlığı yanında iki bölme arasında difüzyonu tartışılan gazın parsiyel basınç farkı da önemli belirleyiciler arasındadır. Nitekim alveoler düzeyde oksijen parsiyel basıncında meydana gelecek artış, beraberinde difüzyonun hızlanmasına neden olacaktır.

Sağlıklı bir insanın yaşaması için gereken hücresel fonksiyonlarını devam ettirebilmesi ve denklik 1 ve 2'deki fiziksel kurallara bağlı olarak alveoler ventilasyon ile alveolo–kapiller difüzyon sürecinin sorunsuz olarak gerçekleştirilmesi gerekir. Nitekim akciğer hastalıklarının hemen tümünde bu iki değişkenden herhangi bir tanesinin ya da ikisinin bozulmasına bağlı olarak arteriyel hipoksemi ve hiperkapni gelişmekte, beraberinde de klinik tablo kendisini patolojik bulgularla göstermektedir.

$$V_{\text{gaz}} \propto \frac{A \times \text{Sol}}{T \times \sqrt{M.W.}} \times (P_1 - P_2) \quad (\text{Denklik 2})$$

- V_{gaz} = Transfer olan gaz miktarı
A = Yüzey alanı
Sol = Çözünürlük katsayısı
T = Sıcaklık
M.W. = Moleküler ağırlık
P = Gazın parsiyel basıncı

2.2.3. Akciğer hacimleri

Bir insanın akciğer yapısının sağlıklı olup olmadığını anlaşılması, varsa patolojinin ciddiyetinin saptanması akciğer hastalıkları ile ilgili değerlendirme yapan hekimlerin ilk merak ettiği sorulardan bir tanesidir. Bu amaçla inspirasyon ve ekspirasyon sırasında akciğerlere giren ve çıkan hava hacminin belirlenmesi amacıyla yapılan solunum fonksiyon testleri uzun yıllardan beri araştırmacıların ilgi odağı olmuştur.

Akciğerler normal bir inspirasyon – ekspirasyon döngüsü sırasında kapasitelerinin tümünü kullanmazlar. Hem normal soluk alıp verme sırasında, hem de

zorlu koşullarda akciğerlere alınabilecek hava miktarının bilinmesi bireyin sağlıklı bir akciğere sahip olup olmadığını anlayabilmek açısından büyük önem taşır. Bu amaçla yapılan ölçümlerle akciğer hacim ve kapasitesinde meydana gelen değişiklikler yorumlanır ve bazı hastalıkların tanısı konulabilir. Solunum fonksiyon testlerini, farklı manevralar ile gerçekleştirilmesi nedeniyle üç ana başlıkta gruplandırmak mümkündür:

- Yavaş Vital Kapasite Ölçümü
- Zorlu Vital Kapasite Ölçümü
- Maksimal İstemli Ventilasyon Ölçümü

Burada ölçülen değerlerin bireyin yaş, cinsiyet, boy, kilo, postür, sigara alışkanlığı gibi değişkenlerden etkileneceği bilindiğinden, yorumlamada tüm bu değişkenlerin göz önünde bulundurulması gerekir²⁹. Bu test sırasında ölçülen değişkenler (Şekil.2.4.)

2.2.3.1. Yavaş Vital Kapasite Ölçümü

Bu amaçla yapılan testlerde bireyden herhangi bir zaman kısıtlaması olmaksızın inspirasyon ve ekspirasyon manevrasını yapabildiği kadar derin yapması istenir.

- **Soluk hacmi (Tidal Volüm- V_T):** İstirahat halindeki bir insanın herhangi bir zorlama olmaksızın rahat nefes alıp verme sırasında akciğerlerine aldığı ve verdiği hava miktarıdır.

- **İnspirasyon yedek hacmi (IRV):** Normal bir soluk almanın ardından akciğerlere zorlayarak alınabilen maksimum hava miktarıdır.

- **İnspirasyon kapasitesi (IC):** Akciğerlerin normal bir inspirasyon sırasında aldıkları hava hacmi ile IRV'nin toplamına eşittir. Özellikle akciğer patolojilerinin yorumlanmasında ve egzersiz testleri sırasında inspirasyon kapasitenin değerlendirilmesinde kullanılır.

- **Ekspirasyon yedek hacmi (ERV):** Normal bir soluk vermenin ardından akciğerlerden çıkarılabilen maksimum hava miktarıdır.

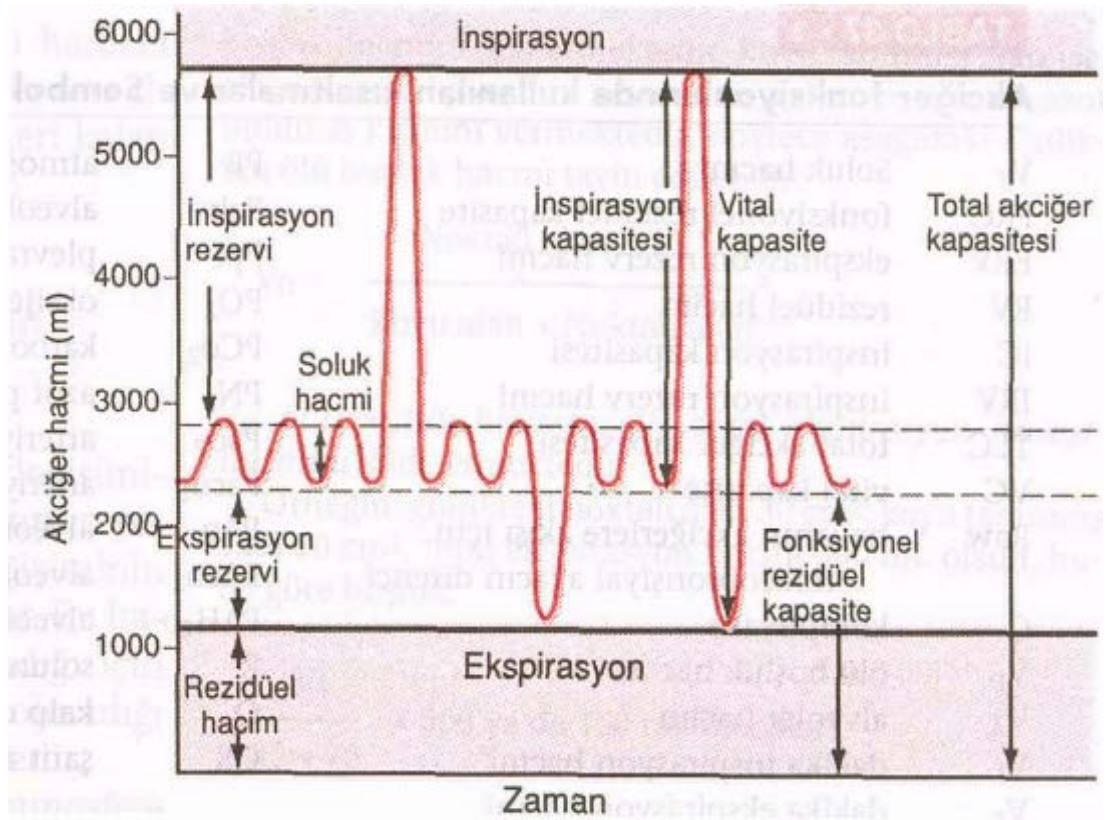
- **Vital kapasite (VC):** Maksimum bir inspirasyon sonrasında, maksimum bir ekspirasyon ile akciğerlerden çıkarılabilen hava miktarıdır.

- **Residüel hacim (RV):** Akciğerlerde zorlu ekspirasyon sonrasında kalan hava hacmidir. Özellikle obstrüktif akciğer hastalıklarında bu değerin arttığı bilinmektedir. Basit bir spirometre ile ölçülmesi mümkün olmayan bu kapasitenin

değerlendirilebilmesi asal gaz dilusyon tekniği ya da tüm vücut pletismografisi kullanılarak gerçekleştirilebilir.

- **Fonksiyonel residüel kapasite (FRC):** Residüel hacim ve ekspirasyon yedek hacminin toplamına eşittir. Normal bir ekspirasyon sonrası akciğerde kalan toplam hava miktarıdır. Bu hacmin ölçülebilmesi içinde RV ölçümünde de kullanılan laboratuvar yöntemlerine gereksinim vardır.

- **Total akciğer kapasitesi (TLC):** Akciğerlere alınabilecek maksimum hava miktarı olup vital kapasite ve residüel hacmin toplamına eşittir (Şekil 2.4.)^{18,28,29,30}.



Şekil.2.4. Akciğer hacim ve kapasiteleri (Guyton A C, John E H. *Tıbbi Fizyoloji*. 10. edisyon. London: W. B. Saunders Company, 1987.)

2.2.3.2. Zorlu Vital Kapasite Ölçümü

Özellikle birim zamanda hava akım hızında meydana gelen değişikliklerin yorumlandığı bu testlerde, akciğer hacim ve kapasite değişikliklerine ek olarak hava

yollarında meydana gelebilecek değişikliklerin incelenmesi de mümkün olur. Bu amaçla yapılan testlerin statik akciğer hacim ölçümlerinden en önemli farkı, ölçüm sırasında zamanın da değerlendirmeye alınması ve akım hızındaki değişikliklerin incelenmesi de mümkündür.

- **Zorlu vital kapasite (FVC):** Maksimum bir inspirasyonu takiben zorlu ekspirasyon ile çıkarılan hava miktarıdır. Bu testin geçerli kabul edilebilmesi için Amerikan Toraks Derneğinin standartlarına göre ekspirasyon manevrasının 6 saniyeden az olmaması gerekir (Şekil 2.5.). Özellikle intertisiyel akciğer hastalıklarında bu değer normalin altına düşmüştür²⁹.

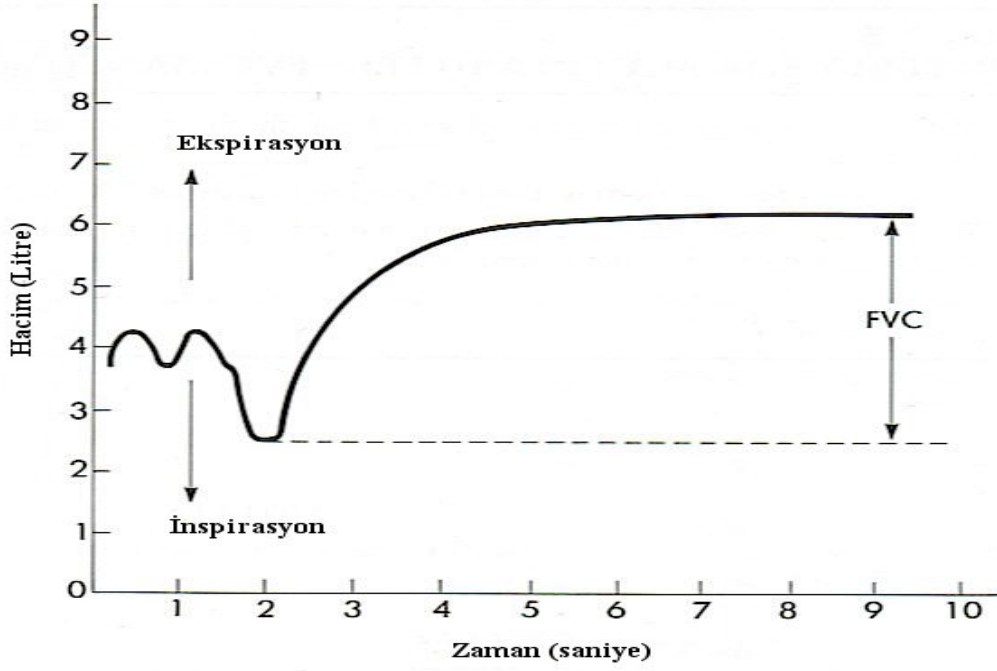
- **Zorlu ekspirasyon hacmi – 1. saniye (FEV₁):** FVC manevrasının 1. sn içerisinde ekspire edilen hava hacmidir²⁹.

- **Zorlu ekspirasyon hacmi 1. saniyesinin zorlu vital kapasiteye oranı (FEV₁/FVC):** İntertisiyel ve obstüktif akciğer hastalıklarının sınıflamasında kullanılan bir diğer değişkendir. Oranın % 80'in altına düşmesi havayollarında kısıtlamanın göstergesi olarak deęerlendirilmektedir²⁹.

- **Pik akım hızı (PEF) (Şekil 2.6):** FVC manevrasında ulaşılabilen en yüksek akım hızıdır. FEV₁ ile beraber büyük hava yollarında meydana gelen obstrüksiyonların göstergesi olduğundan değerlendirilmeleri önemlidir^{28,29}.

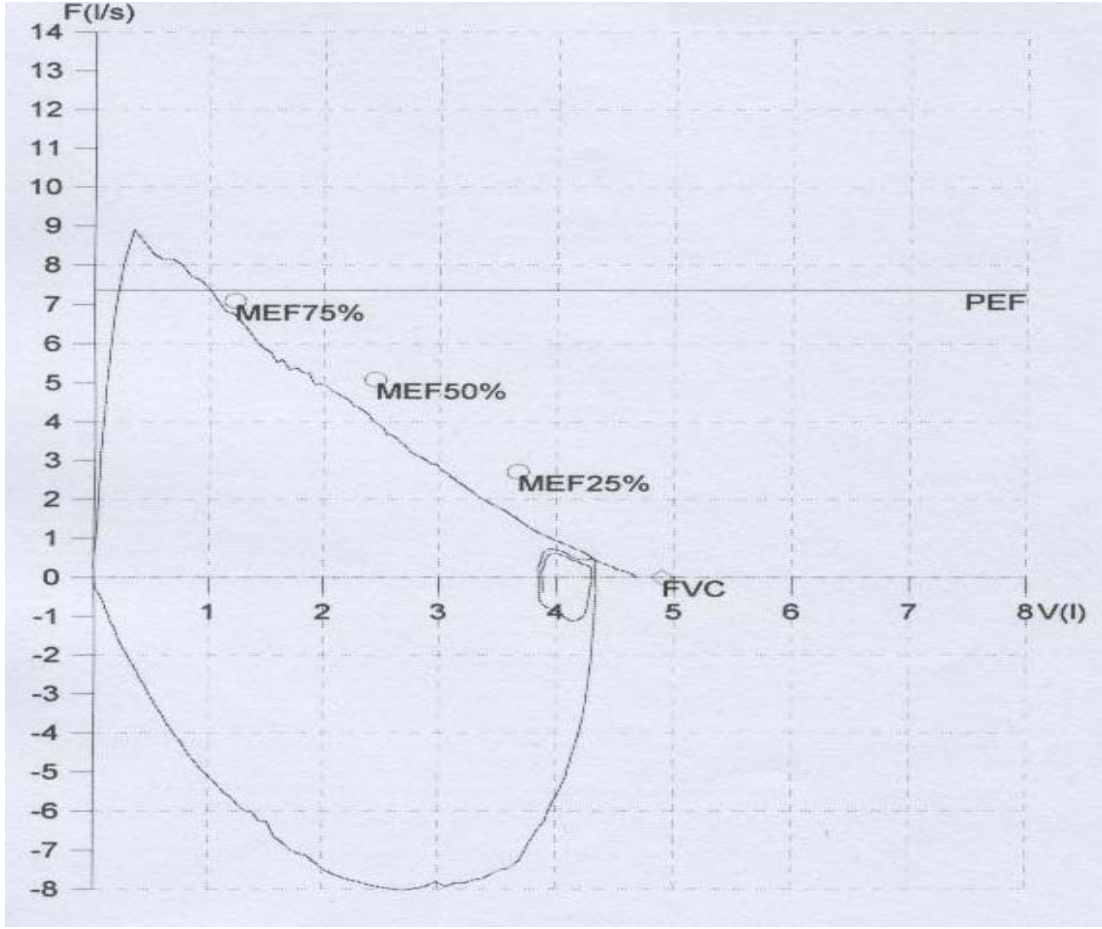
- **Zorlu Ekspirasyon Akımının %25-75'i (FEF₂₅₋₇₅) :** Zorlu vital kapasite manevrası sırasında ekspire edilen toplam havanın % 25-75'i aralığına karşılık gelen hacimdeki ekspirasyon havasının ortalama akım hızını ifade etmektedir. Maksimum ekspirasyon ortası akım oranı (Maximum Midexpiratory Flow Rate-MMFR) şeklinde de ifade edilmektedir^{29,31}.

- **Maksimum Ekspirasyon Akımının %25, 50 ve 75'i (MEF_{25,50,75}) (Şekil 2.6):** Zorlu vital kapasite manevrası sırasında toplam ekspirasyon havasının sırasıyla, % 25, 50 ve 75'ine karşılık gelen hacimlerdeki akım hızlarını ifade etmektedir^{29,31}.



Şekil.2.5. Zorlu vital kapasite manevrası sırasında kaydedilen ekspire edilen hava hacminin zamana bağlı değişimi. Test sırasında ekspirasyon Amerikan Toraks Derneği'nin belirlediği kriterlere göre 6 saniyeden daha kısa sürmemelidir. (Ruppel L G. *Manuel of pulmonary function testing*. 17th ed. Mosby Inc. USA. 1998.)

Spirometrede yaptırılan FVC manevrası sırasında FEF_{25-75} ve $MEF_{25,50,75}$ değerlerinin küçük havayolları ile ilgili değişiklikleri gösterdiği bilinmektedir. Nitekim küçük havayollarında meydana gelen obstrüksiyonun değerlendirilmesinde FEF_{25-75} 'in FEV_1 'den daha duyarlı olduğu belirtilmiş ve bu parametrenin kullanımının duyarlılığı arttırdığı gösterilmiştir^{32,33,34}. Öte yandan yapılan standart çalışmalarında küçük hava yollarını değerlendirmede kullanılan testlerden herhangi bir tanesinin tanısal amaçla kullanılmasının, varyasyon katsayısı yüksek bulunması nedeniyle doğru olmayacağı belirtilmiştir^{34,35}. Günümüzde belirtilen özelliği nedeniyle Amerikan Toraks Derneği (ATS) tarafından tanısal değerlendirmedeki FEF_{25-75} ve $MEF_{25,50,75}$ standartları ayrıntıları ile belirlenmemiştir³⁵. Ancak Goldberg ve ark. bu parametrenin gelecekte daha duyarlı olabileceğinin altını çizmişlerdir³³. Küçük havayollarında görülen obstrüksiyonlarda normal FEV_1 ve FVC değerleri görülebilmesi, küçük hava yollarını değerlendirmeye yönelik söz konusu testlerin önemini artırdığının bir göstergesi olabilir.



Şekil.2.6. Laboratuvarımızda ölçümleri yapılan FVC manevrasına ait veriler ile PEF ve MEF₇₅, MEF₅₀, MEF₂₅ ölçüm değerlerine ait referans noktaları görülmektedir. Bu eğride normalden sapma olası hastalığın şiddeti ile ilişkilidir.

Akciğer hacim ve kapasiteleri insandan insana, yaş, cinsiyet, vücut yüzeyi, antrenman durumu sporcu ile sedanter bireyler arasında farklılık göstermektedir^{28,36}. Ayrıca FEV₁/FVC oranı %80'in altında olmamalıdır. Çünkü FEV₁/FVC'nin % 80'in altında olması ekspirasyonda bir sorun olduğunu göstermektedir²⁹. Öte yandan çıkan toplam hava hacminin zamana göre irdelenmesinde ise bazı oranlar değerlendirmede kullanılmaktadır. Nitekim FEV₁/FVC'nin normalde olması gereken % 80 değerinden daha düşük bulunması bazı hastalıkların da işaretçisi olarak kabul edilmektedir.

Astım tanısı koymada kullanılan en önemli kriterler arasında yer spirometrik bulgular için, ATS tarafından kabul edilmiş olan bir uyaran sonrası havayollarında oluşan bronkokonstrüksiyonu değerlendirmek amacıyla, FEV₁, PEF yada FEV₁/FVC'de meydana gelen düşüşler esas alınmaktadır. Bronkokonstrüksiyonun göstergesi olarak FEV₁ ve PEF'de % 10-15 ve üzeri, FEV₁/FVC'de ise oranın % 80'in altına düşmesi şeklinde tanımlanmıştır³⁷.

2.2.3.3. Maksimal İstemli Ventilasyon (MVV)

Bu testte amaç, bireyin 1 dakika süre ile akciğerlerine alabileceği toplam hava hacmini ölçebilmektir. Bir dakikalık hiperventilasyonun kan gazlarında ve asit – baz dengesinde meydana getireceği değişiklikler nedeniyle gerçekleştirilmesi uygun olmadığından, test 12 saniye süre ile yapılır ve bulunan değer 5 ile çarpılarak dakika ventilasyon hacmi hesaplanır²⁹. FVC testi sırasında ölçülen FEV₁ değerinin 40 ile çarpılması da hesaplamada kullanılan bir başka yöntemdir³⁸. Obstrüktif ve interstisyel akciğer hastalıkları hakkında bilgi vermesi yanında, kardiopulmoner egzersiz testi sırasında bireyin akciğer kapasitenin hangi oranda zorlandığını göstermesi açısından önemlidir^{38,67}.

2.3. ASTIM

2.3.1. Tanım

Astım, hava yolu daralması ve bronşiyol aşırı duyarlılıkla seyreden, wheezing, nefes darlığı, göğüste sıkışıklık hissi ve öksürük atakları ile karakterize, kronik inflamatuvar bir hastalıktır^{39,40}. Çocukluk çağında en sık görülen kronik hastalık olması nedeniyle ayrı bir öneme sahiptir. Bu yaş gurubunda erkeklerde % 10 – 15, kızlarda ise % 7 – 10 oranında görülür. Hastalığın bir diğer önemli özelliği ise, uygun tedavi ile tablonun toparlayabilme şansının bulunmasıdır⁴¹.

Reaktif bir hava yolu hastalığı olarak tanımlanan astımda enflamasyon da önemli bir patofizyolojik basamağı oluşturur. Büyük (> 2 mm) ve küçük (< 2 mm) hava yollarının her ikisi de bu hastalıktan değişen derecelerde etkilenir. Kendisini aşırı duyarlılık ile belli eden bronkokonstrüksiyon, egzersiz, ağır koku, iritan duman (sülfür dioksit, sigara dumanı), soğuk hava gibi çevresel etkenler ile başlayabileceği gibi, laboratuvar koşullarda histamin ve parasempatomimetik ajan olan metakolin solunması ile de tetiklenebilmektedir^{35,40,41}.

2.3.2. Astımı Tetikleyen Faktörler

- a. Alerjik ajanlar
 - i. Polenler
 - ii. Proteinler

- iii. Ev tozu, Akarlar
- iv. Küf
- b. Non Alerjik Ajanlar
 - i. Viral enfeksiyonlar
 - ii. **Egzersiz**
 - iii. Soğuk hava
 - iv. Hava kirliliği (sülfür dioksit, Nitrojen)
 - v. Sigara
 - vi. İlaçlar (Salisilik asit, beta-blokerler)
 - vii. Katkı maddeli yiyecekler
 - viii. Duygulanımda değişim
- c. Sürekli Temas
 - i. Toluen diizosiyanit (TDI)
 - ii. Pamuk, ağaç tozları
 - iii. Hububat
 - iv. Metal tuzları
 - v. Böcek ilaçları²⁹

2.3.3. Epidemiyoloji

İlk semptomları çocuklar 4 -5 yaşlarına ulaşıncaya kadar geçen sürede % 80 – 90 oranında ortaya çıkan bir hastalık olan astımın prevalans ve mortalitesi son 30 yıllık dönemde artış göstermiştir. Astım prevalansı Amerika Birleşik Devletlerinde 10 – 17 yaş arası çocuklarda 1988 yılı itibarı ile % 5 olarak belirtilmişken, bu oran 1993 yılında 10 – 12 yaş gurubundaki çocuklarda yapılan bir çalışmada (çoğunluğu siyah) % 17 olarak rapor edilmiştir. Avusturalya’da ise % 19 olarak bildirilen 1964 yılı prevalans değerinin 1990 yılında % 46 gibi ciddi bir rakama ulaştığı belirtilmektedir⁴¹. Ülkemizde saptanan prevalans rakamları genellikle batı ülkelerinden daha düşük düzeydedir. 1998 yılı itibarıyla çocukluk dönemi için ülkemizdeki prevalans % 5 ile % 8 arasında tespit edilmiş iken, aynı oran erişkinlerde genelde % 5’in altındadır. Ulusal Alerji ve Klinik İmmünoloji Derneği tarafından 1992’de 6 - 14 yaş arası çocuklarda toplam astım prevalansı Adana’da % 12,9, Ankara’da % 6,9, Bursa’da % 7,8, İzmir’de % 4,9 bulunmuştur³.

Yoksulluk, kalabalık bir aile hayatı, tekrarlayan enfeksiyon, bebeklik çağında yoğun alerjen teması ile düşük doğum ağırlığı (< 2,5 kg), annenin doğum yaşının 20'den küçük olması ve yine annenin sigara alışkanlığının bulunması risk faktörleri arasında sıralanmaktadır⁴¹.

2.3.4. Fizyopatoloji

Astım hastalığında hava yolu obstrüksiyonu bronkokonstriksiyon, mukus sekresyonunun artması, mukozal ödem, hücrel infiltrasyon, epitelial ve inflamatuvar hücrelerin deskuamasyonun bir sonucu olarak ortaya çıkmaktadır. Bronş hiperaktivitesine bağlı olarak tetikleyici mekanizmanın devreye girmesi ile havayolunda inflamasyon gelişirken, astım ataklarının tekrarlamasına bağlı olarak kronik mukus plakları oluşur ve havayolunda kalıcı değişiklikler ortaya çıkar^{39,40,41}.

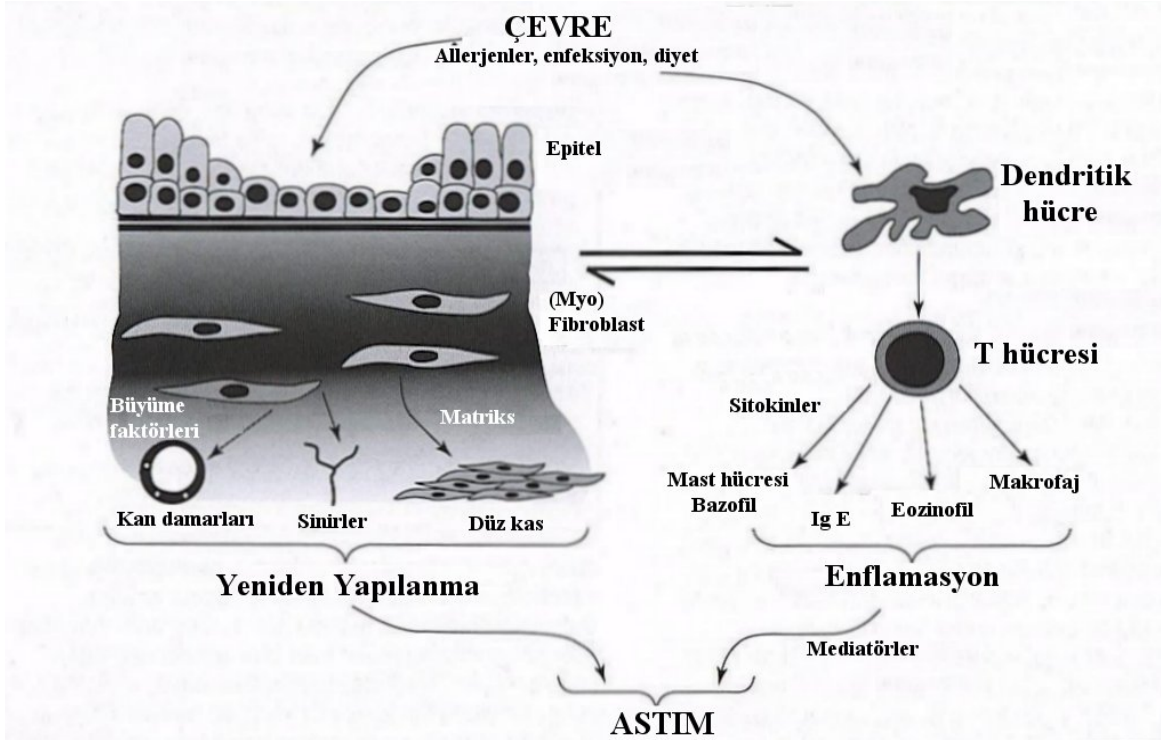
Akut astım atağı sırasında tetikleyici mekanizmanın devreye girmesi ile beraber, astımlı hastalarda ventilasyon – perfüzyon oranının bozulmakta, sonrasında da arteryel hipoksi ve hiperkapniye kadar devam eden bir seri patolojik mekanizma birbirini tamamlayacak etkinleşmeye başlamaktadır (Şekil.2.7.). Bu ardışık reaksiyonları 3 ayrı aşamada açıklamak mümkündür.

- 1- Bronşial inflamasyon
- 2- Bronşial hiperreaktivite (BHR)
- 3-Hava yolu obstrüksiyonu

1-Bronşial inflamasyon: Bronşial inflamasyon astımın erken safhalarından itibaren görülen bu hastalığa tipik önemli bir bulgudur. Hastaların birçoğunda astım alerjik bir zeminde gerçekleşmektedir. Astımlı hastaların mukozasında sağlıklı insanlara oranla mast hücreleri ve eozinofillerin sayısının arttığı gösterilmiştir³⁰.

Antijen – antikor karması sonrası yardımcı T hücrelerin aktivasyonu ile atipik enflamatuvar yanıt tetiklenir. Mast hücreleri ve bazofillerin aktivasyonu hücrel granüllerin sekresyonuna neden olur. Serbestlenen mediatörlerin arasında histamin, proteazlar, anafilaksin yavaş etkili maddesi, eozinofil ve nötrofil kemotaktik faktör, heparin ve trombosit aktifleyici faktör bulunmaktadır. Bu mediatörlerin önemli bir etkisi de hava yollarının yapısını oluşturan kapillerlerin dilatasyonuna neden olmasıdır. Bu dilatasyon ise hava yollarında mukozal ödem ile seyredecek bir seri reaksiyonun başlamasından sorumlu tutulmaktadır^{1,41}.

refleksin artmış olması astımın karakteristik bir bulgusu olup havayolu aşırı duyarlılığının nedeni olarak gösterilmektedir^{42,43}. Nitekim astmatik kişilerin hava yolları normal kişilerde cevap oluşturmayacak düşük doz metakolin uygulaması gibi uyaranlarla kontrakte edilebilir^{40,44}.



Şekil.2.8. Astım oluşum aşamaları (Global strategy for asthma management and prevention. *Global Initiative for Asthma*. 2004.)

3-Havayolu Obstrüksiyonu: Astım hastalarında gözlenen bronkokonstrüksiyonun histopatolojik bulguları hastalığın seyri ve şiddeti hakkında bilgi verir⁴⁰. Buna göre (Şekil 2.9.):

- **Akut Bronkokonstrüksiyon:** Bireyin uyanarla karşılaşmasını izleyen 10 – 15 dakika içinde kendisini gösterir. Mast hücre aktivasyonu tablodan birincil derecede sorumlu tutulmaktadır (Şekil 2.8.)⁴⁰.
- **İnflamatuvar ödeme bağlı bronşial obstrüksiyon:** Havayolunda meydana gelen ödeme sekonder olarak ortaya çıkar. Düz kasların kontraksiyonu mutlak belirleyici

değildir. Alerjenle teması izleyen 6 - 24 saat içinde görülür ve geç faz astmatik cevap olarak yorumlanır⁴⁰.

- **Kronik mukus tıkaç oluşumu:** Artmış mukus sekresyonu, serum proteinlerinin eksudası ve hücre artıkları ile birlikte tıkaç oluşturur. Şiddetli astım olgularında gözlenir, periferik havayollarını tıkar ve uzaklaştırılması zordur⁴⁰.
- **Havayolunun yeniden şekillenmesi:** Uzun süre devam eden şiddetli havayolu inflamasyonuna bağlı olarak havayolu matriksinde meydana gelen yapısal değişikliklerle ilişkilidir⁴⁰.



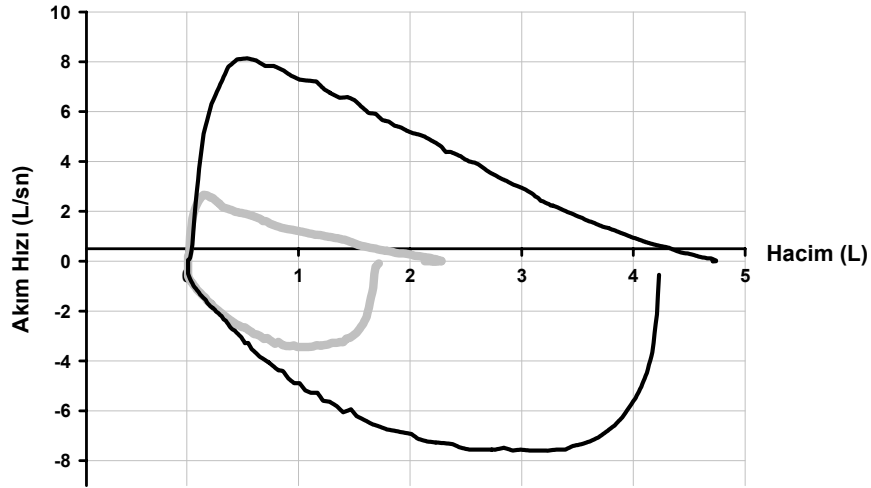
Şekil.2.9. Astım hastalarının hava yollarında meydana gelen patolojik değişiklikler (Global strategy for asthma management and prevention. *Global Initiative for Asthma*. 2004.)

2.3.5. Astımda Tanı

Astım tanısı anamnez ve fizik muayene yanında farklı laboratuvar yöntemlerinin kullanılması ile mümkün olabilir. Bunlar arasında solunum fonksiyon testleri ile bronş provakasyon testlerinin ayrı bir önemi bulunmaktadır. Solunum fonksiyon testleri ile akciğer fonksiyonlarının ölçümü, astımın şiddetinin değerlendirilmesi ve hastalığın takibinde kullanılmaktadır. Özellikle semptomların alevlenme dönemindeki FEV₁, PEF,

FEV₁/FVC oranında düşüş ile FEV₁ düzeyinde bronkodilatatör sonrası % 12–15 arası değişen artış astımın tipik spirometrik bulguları olarak yorumlanmaktadır^{29,40}.

Bronş provakasyon testleri solunum fonksiyon testi sonuçları normal sınırlar içinde olup, astım öyküsü veren hastalarda bronş hiperaktivitesini göstermek amacı ile yapılmaktadır. Bu test sırasında metakolin ya da histamin gibi havayollarını daraltan ajanlar kullanılmaktadır. Öte yandan astım şüphesi olan hastalarda egzersizin de bronş provakasyonu yapabileceği gösterilmiş olup, test sonrası FEV₁ düzeyinin % 10–15 düşüşü pozitif olarak kabul edilmektedir⁴⁴.



Şekil.2.10. Sağlıklı (Siyah) ve Astımlı (Gri) çocuğa ait laboratuvarımızda ölçülen FVC manevrasının hacim akım eğrisi

2.3.6. Astım Sınıflaması

Astım hastalığının sınıflandırması semptomların frekansı ve şiddeti, solunum fonksiyon test değerleri ve tedavi amacıyla gereksinim duyulan günlük bronkodilatatör ilaç miktarlarına bakılarak belirlenir. Buna göre:

- 1. İntermittan Astım:** En az son üç aydır semptomlar haftada birden fazla, kısa sürede sonlanıyor, noktürnal semptomlar ayda ikiden az oluyorsa ve alevlenmeler dışında hasta asemptomatik, solunum fonksiyonları normal (beklenen PEF değerleri % 80'in üzerinde, günlük PEF değişkenliği % 20'den az) ise intermittan astımdan söz edilmektedir.

2. **Hafif Persistan Astım:** En az son üç aydır semptomlar haftada birden fazla, ancak günde birden az oluyor, günlük aktiviteyi ve uykuyu etkiliyorsa, kronik semptomlar nedeniyle hastanın hemen her gün bronkodilatör ilaç gereksinimi oluyorsa, noktürnal semptomlar ayda ikiden fazla oluyorsa ve beklenen PEF değerleri % 80'in üzerinde, ancak günlük PEF değişkenliği % 20–30 arasında ise hastada hafif persistan astımdan söz edilmektedir.
3. **Orta Persistan Astım:** Her gün semptomu olan, semptomlar nedeniyle günlük aktivitesi ve uykusu etkilenen, haftada birden fazla noktürnal semptomu olan, semptomları gidermek için her gün bronkodilatör ilaç kullanan, PEF değerleri beklenenin % 60–80 arasında ve günlük değişkenliği % 30'dan fazla olan hastalardır.
4. **Ağır Persistan Astım:** Bu grup hasta sürekli semptomatiktir. Tedaviye rağmen sık alevlenmeler olur, çok sık gece semptomları ile uyanır, hastalık nedeniyle günlük aktiviteleri sınırlanmıştır. PEF değerleri % 60'ın altında, günlük değişkenliği % 30'dan fazladır^{39,40}.

2.3.7. Astım Tedavisi

Hastanın tedaviye uyumu ve tedavinin etkinliği astım tedavisinin önemli iki değişkenidir. Hasta ve ailesinin tedaviye uyumu ve inancı başarıyı artıran unsurlar arasında sayılmaktadır. Astım tedavisinin amacı hava yollarındaki inflamasyonu kontrol altına almak ve semptomları gidermektir. Bu amaçla, hastalığın şiddetine ve verilen yanıtlara göre β reseptör agonistlerinden, steroidlere kadar farklı ajanların tedavi şemasında kullanılması söz konusu olabilir⁴¹.

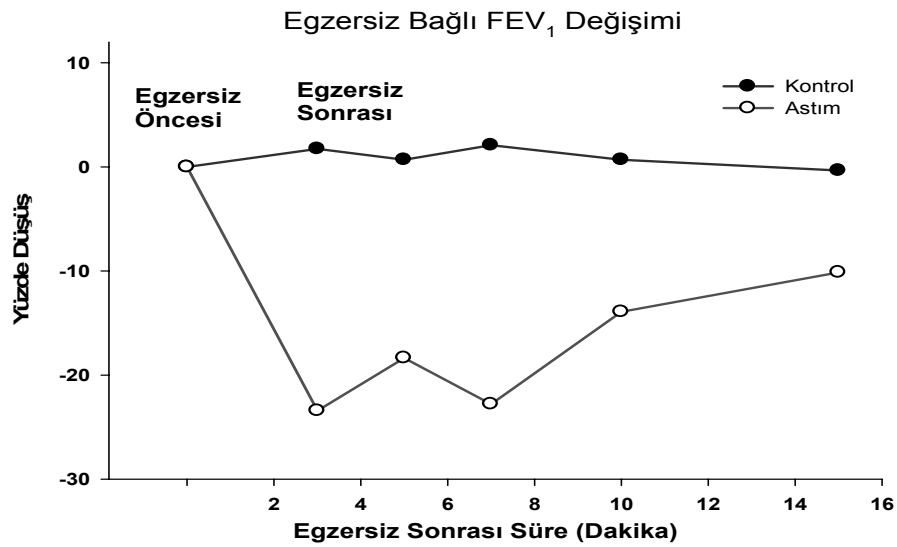
2.4. Egzersize Bağlı Astım (EIA)

Astımlı hastalar için fiziksel aktivite astım ataklarının önemli bir tetikleyicisidir. Egzersize bağlı astım fiziksel aktiviteyi izleyen ilk 15 dakika içerisinde hava yollarında obstrüksiyon ile kendini gösterir ve tablo 30 - 60 dakika içerisinde spontan olarak düzelir^{1,40}. İlk kez MS 1.yy da Kapadokyalı Areteus tarafından tanımlanmıştır. Konuyla ilgili ilk bilimsel çalışmalar 17.yy'da John Floyer tarafından gerçekleştirilmiş, 1980'li yıllardan sonrada bu hastalığın mekanizmasını açıklamaya yönelik çalışmaların sayısı artmıştır. Klinik bulgulara ek olarak egzersiz veya hiperventilasyondan sonra FEV₁ ya

da PEF’de \geq % 15 düşüş gözlenmesi ile EIA’nın tanısı açısından önemlidir. EIA astımlı hastaların % 40-90’ında görülmektedir.

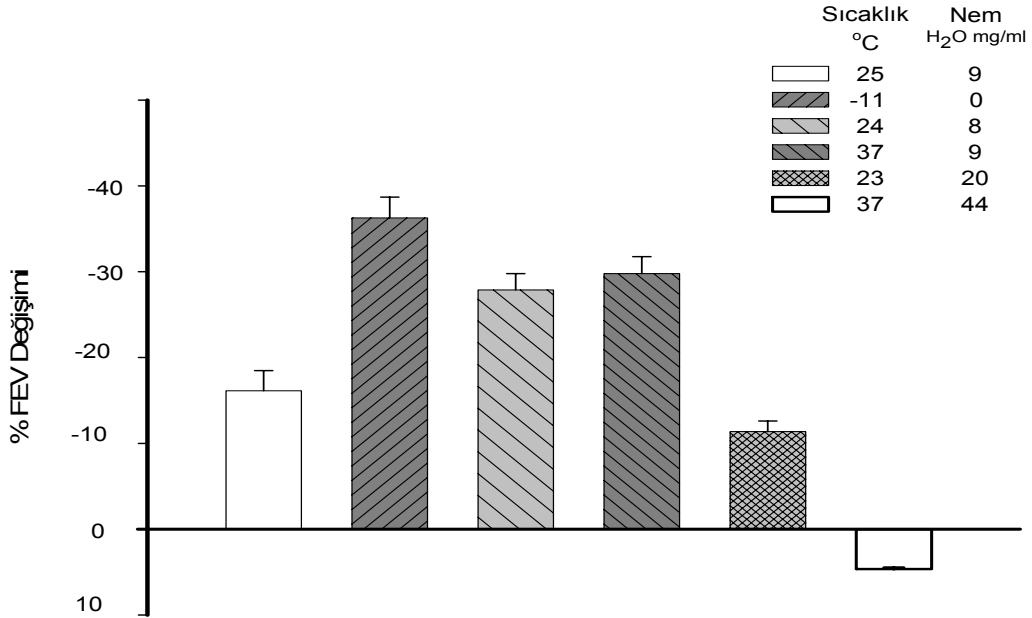
EIA’da bronkokonstrüksiyon genellikle egzersiz sonlandırıldıktan 5 – 12 dakika sonra en şiddetli seviyesine ulaşır ve spontan olarak 30 – 60 dakikada ortadan kalkar. Hastaların % 50 – 80’inde ikinci bir uyarıya karşı yaklaşık \leq 4 saatlik bir refrakter dönem oluştuğu bilinmektedir. Bu refrakter dönem süresince ikinci bir egzersiz hastada reaksiyon meydana getirmez veya meydana gelen cevabın şiddeti azalır. İlk egzersizin şiddeti ve süresi refrakter dönemin etkin bir belirleyicisidir. Nitekim uzun ve tempolu egzersizlerden sonra refrakter dönemin uzadığı gösterilmiştir. Histamin, metakolin ve hiperventilasyona karşı duyarlılık da bu dönemde azalır. Refrakter dönemin nedenine yönelik sınırlı sayıda çalışmada, mast hücrelerindeki medyatörlerin ardışık uyarılar sonrası tükenmesi ya da azalmasının tablodan sorumlu olabileceği ifade edilmiştir¹.

Refrakter dönemin gelişimine ilişkin bir diğer görüşte katekolaminlerin etkisine yöneliktir. Ayrıca, egzersiz sonrası bronkodilatör etkili prostaglandin konsantrasyonunda meydana gelen artış refrakter dönemden sorumlu tutulmuş ve prostaglandin inhibitörü olan indometazin EIA’nın refrakter periyodunu engellediği gösterilmiştir. Bu bulgu inhibitör prostaglandinlerin de salgılandığını ve etkisinin 30 – 60 dakika sürdüğünü düşündürmektedir¹.



Şekil.2.11. Çalışmamız sırasında yapılan FVC ölçümlerinden egzersize bağlı olarak FEV₁'de meydana gelen değişimi gösteren bir örnek

Egzersiz sırasında inspirasyon havasının sıcaklığı ve nem oranı obstrüksiyonun şiddeti ile doğrudan ilişkilidir. Yapılan çalışmalarda solunan havanın özelliklerinin EIA'nın şiddetini etkilediği gösterilmiştir^{1,45}. Sıcak ve nemli hava solunması EIA'yı önlerken, soğuk ve kuru hava ise tersine olarak EIA'yı artırır. Kuru hava solunması hava yolu epitel hücrelerinin yüzeyden su buharlaşması ile hava yolu mukozasını kurutur ve soğutur. Gilbert ve ark. bu fenomenin EIA patogenezindeki etkisini ayrıntıları ile tartışmış ve ek olarak hava yolları yüzeyindeki ozmotik değişikliklerin de önemli olabileceğini ifade etmişlerdir^{1,61}.



Şekil 2.12. Sıcaklık ve nem miktarına bağlı olarak FEV₁'de görülen değişim (McFadden ER. *Exercise Induced Asthma*. Marcel Dekker Inc. 1999)

İnspire edilen havanın özelliklerinin etkisi saptanmış olmakla beraber, astımlı bireylerde sağlıklı bireylere oranla daha farklı bir yanıtın neden ortaya çıktığı kesin olarak bilinmemektedir. Konuyla ilgili çalışmalarda astımlı bireylerin bronş ve bronşiyollerinde de yüzey sıvısının ozmolaritesindeki artışa bağlı olarak mast hücrelerinin etkilenerek histamin ve nötrofil kemotaktik faktör salınımını uyardığı

gösterilmiştir. Öte yandan siklooksijenaz inhibitörleri ile (indometazin, dekstropoksifen, flubiprofen) tromboksan antagonistlerinin EIA'yi önlemekte yetersiz kalması, EIA'da prostaglandinlerin etkisi olmadığını düşündürmektedir. EIA'li hastaların % 75'inde serum nötrofil kemotaktik faktör artışı saptanmıştır. Bütün bu veriler EIA'da ozmolarite değişikliklerinin mast hücresinden medyatör salınımına yol açtığı yönündeki hipotezi destekler niteliktedir. Ancak ozmolarite değişiklikleri EIA'nın patogenezi tek başına açıklayamamaktadır. Nitekim ısı ve nem kaybının sabit tutulduğu deney koşullarında yapılan ağır egzersizin bronkokonstriktör yanıtına sebep olması ozmolaritedeki değişikliklerin farklı mekanizmaların önemli olabileceğini düşündürmüştür¹.

Üst solunum yolundaki efferent reseptörlerin duyarlılığı da EIA oluşumundan sorumlu tutulmuştur. Hem havayolu efferent sinirlerini inhibe eden lokal anestezipler hem de efferent kolinerjik sinirleri inhibe eden atropin gibi ilaçların EIA'da cevabı azalttığı gösterilmesi bu yöndeki düşünceleri destekler bulgulardır.

Hava yollarında soğumaya bağlı olarak meydana gelen vazokonstriksiyona ikincil gerçekleşen reaktif hiperemi, beraberinde lokal kan akımını ile damar permeabilitesinde artışa neden olur. Permeabilite artışı sonrası ortaya çıkan ödemin EIA patogeneziinde rol oynadığı düşünülmektedir⁴. Ancak bazı astım hastalarında reaktif hiperemi oluşmadan obstrüksiyonun gelişmesi, yukarıda belirtilen diğer olası mekanizmalarda olduğu gibi, ileri sürülen hipotezinde tek başına EIA etyopatogeneziini açıklamada yetersiz kaldığının göstergesidir^{1,66}.

Çeşitli çalışmalarda egzersiz şiddeti ile süresinin bronkokonstriktör yanıt üzerindeki etkisi değerlendirilmiştir. Bu araştırmalarda, maksimum yanıtın 6–8 dakikalık egzersizden sonra görüldüğünü, sürenin uzaması halinde astımın şiddetinin azalacağını belirtmişlerdir. 6 ile 8 dakikalık bir egzersiz periyodu sırasında hem astımlılarda hem de normal bireylerde PEF ve FEV1'de görülen yükselmenin katekolamin konsantrasyonunda meydana gelen artışa bağlı olduğu saptanmıştır^{1,4}.

Egzersizin astımlılarda wheezing ve hava açlığı meydana getirmesine bağlı olarak hastalar, tabloyu daha da olumsuz etkileyeceği düşüncesiyle, çoğu kez fizik aktiviteden uzak durmayı tercih etmektedir. Bilinçli koşullarda yapılmayan fiziksel aktivitenin solunum fonksiyon testlerinde yarattığı olumsuz değişiklikler aslında bu bulguyu destekler niteliktedir. Öte yandan son yıllarda konuyla ilgili çalışmalarda,

düzenli yapılan aerobik egzersizin astım tedavisinde olumlu sonuçlara neden olduğu gösterilmiştir^{5,6,7,8,10,11,12,13,14,15,46}. Bu çalışmaların önemli sonucu fiziksel aktivitenin aynı zamanda tedavide de kullanılabileceğini göstermesi olmuştur. Nitekim astımın kendisi performans sporu dahil pek çok fiziksel aktivitenin gerçekleşmesine engel değildir. 1984 Los Angeles Olimpiyatları'na katılan Amerikan ulusal takımındaki 597 sporcunun %11'i (65 sporcu) astımlı sporculardan meydana gelmiş ve astımlı sporcular 41 madalya(15 altın, 20 gümüş ve 6 bronz) ile Olimpiyat Oyunlarını tamamlamıştır¹⁷.

2.5. Aerobik Egzersiz

Egzersizin süresi ve şiddetine bağlı olarak aerobik enerji metabolizmasının baskın olarak enerji sağladığı egzersizlerden oluşmaktadır. Antrenmanlar esnasında aerobik egzersizin şiddetine bağlı olarak kalp atım hızı ve dakika ventilasyon, kullanılan O₂ miktarı (VO₂) ile orantılı olarak artar. Kalp atım hızı ile oksijen alımı arasında gösterilen doğrusal ilişki, kalp atım hızındaki artışın, dokuların gereksinimi olan oksijenin taşınmasının bir sonucu olarak yorumlanmıştır. Öte yandan ventilasyonda görülen artış ise metabolik gereksinimi sağlamak için istenilen arteriyel oksijen içeriğinin sabit tutulmasını sağlaması açısından önemlidir. Nitekim Fick Yasasına göre birim zamanda dokuların kullandığı oksijen miktarı dokulara taşınan ve dokulardan dönem oksijen içerik farkına eşittir (Denklik 3)⁴⁷.

$$VO_2 = Q \times (CaO_2 - CvO_2) \quad (\text{Denklik 3})$$

Q = Kardiak debi (kalp atım sayısı x Atım hacmi)

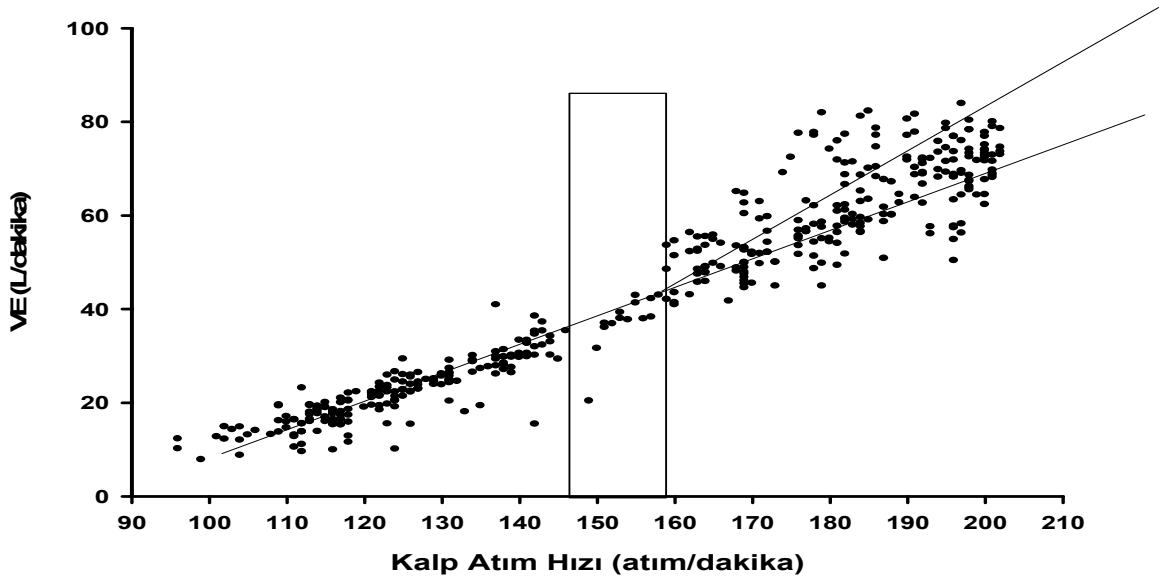
CaO₂ = Arteriyel oksijen içeriği

CvO₂ = Venöz oksijen içeriği

VO₂ değerinin yüksek bulunması sporcunun aerobik kapasitesinin iyi olması anlamına gelir. Bu değişkeninin ölçülmesi, bireyin aerobik kapasitesi hakkında doğrudan bilgi vermesi nedeniyle önemli olmakla beraber, donanımlı bir laboratuvar düzeneği gerektirdiğinden her koşulda ölçülmesi ve takibi mümkün olmamaktadır. Bu

noktadan hareketle bireyin kalp atım hızında meydana gelen değişiklikleri yorumlayarak performans değerlendirmesi yapmak kullanılan önemli yöntemlerden bir tanesidir. Öte yandan kişiye özel antrenman programlarının hazırlanması da antrenmanın özgünlüğü ilkesinin temel dayanaklarından biridir. Bireyin kardiyopulmoner sisteminin sağlıklı olması, dayanıklılık aktiviteleri sırasında ihtiyacı olan ATP'yi metabolizma hızının arttığı koşullarda da dengesini bozmadan sağlamasına olanak vermesi açısından önemlidir^{22,48}.

Kalp atım hızı esas alınarak yapılan yüklemelerde, yüklemenin şiddeti bireyin öngörülen (220 - yaş) maksimal kalp atım hızının yüzdesi şeklinde ifade edilir. Bu durumda egzersiz sırasında yapılan yüklemelere karşılık nabızda meydana gelen değişiklikleri takip etmek VO_2 düzeyi hakkında bilgi sahibi olmamıza yardımcı olur. Bu yöntemle belirtilen hedef nabız doğrudan doğruya bireyin beklenen maksimal nabız sayısının belirli yüzdeleri hedef alınarak hesaplanır ve egzersiz şiddeti nabız sayısının yüzdesi şeklinde ifade edilebilir^{36,49}. Aerobik kapasite ve bu yönde yapılacak antrenmanların yaratacağı etkiler kişinin form durumu, genetik özellikleri, ırkı, yaşı, cinsiyeti gibi farklı unsurlar tarafından belirlenmektedir^{22,48,50}.



Şekil 2.13. Laboratuvarımızda yapılan bir çalışmaya dakika ventilasyon ile kalp atım hızı arasındaki ilişki. İşaretli bölge verilerin kullanıldığı bireye ait dakika ventilasyon kalp atım hızı arasındaki ilişkinin doğrusal olduğu alanı belirtmektedir.

2.5.1. Maksimal Oksijen Alımı

Maksimum aerobik egzersiz kapasitesinin en objektif göstergesi kişinin oksijen kullanabilme kapasitesi (VO_{2max}) olarak ifade edilmiş ve araştırmacıların çalışma konuları arasındaki yerini almıřtır⁵¹. Bireyler arasında karşılaştırma yapmak amacıyla bir dakikada vücutun kilogramı başına düşen O_2 (ml/kg/dk) miktarı olarak ifade edilmektedir. VO_{2max} ile ilgili ilk tanımlamaların 1920’li yıllarda Hill ve Herbst tarafından yapıldığı belirtilmektedir²⁰.

20. yy’ın en önemli egzersiz fiziologlarından Per Olof Åstrand “Olimpiyatlarda şampiyon olabilmenin en iyi yolunu ebeveyn seçimi” olarak ifade etmiştir¹⁹.” 1960 - 70’li yıllarda yapılan çalışmalarda VO_{2max} üzerine genetik yapı ve ırkın etkili olduğu ortaya konmuştur. Bu araştırmalarda genetik farklılıkların VO_{2max} üzerine % 25 – 50 arasında etkin olduğu gösterilmiştir. Yaşın da VO_{2max} üzerinde önemli bir belirleyici olduğu yapılan çalışmalarda ayrıntıları ile tartışılmıştır. Buna karşın dayanıklılık antrenmanın VO_{2max} değerinde anlamlı artışlara neden olduğu bilinmektedir. Sedanter kadınlara ait VO_{2max} değerlerinin erkeklerden % 20 – 25 daha düşük bulunması, cinsiyetinde bir belirleyici olduğunu göstermesi açısından önemlidir. Üst düzey antrenmanlı bayan sporcular ile erkek sporcular arasında bu fark % 10 değerlerine gerilemektedir^{22,48,50}.

2.5.2. Aerobik Egzersizin Etkileri

Dolaşım ve solunum sistemlerinin kapasitesi aerobik performansın artırıldığı düzenli ve uzun süreli yapılan antrenmanlarla yükseltilerek egzersiz sırasında kasa gelen kan ve oksijen miktarının artmasını sağlamaktadır. Öte yandan düzenli fiziksel aktivitenin glikozun oksidasyonunda rol alan enzimlerin aktivitesini arttırdığı da gösterilmiştir⁵².

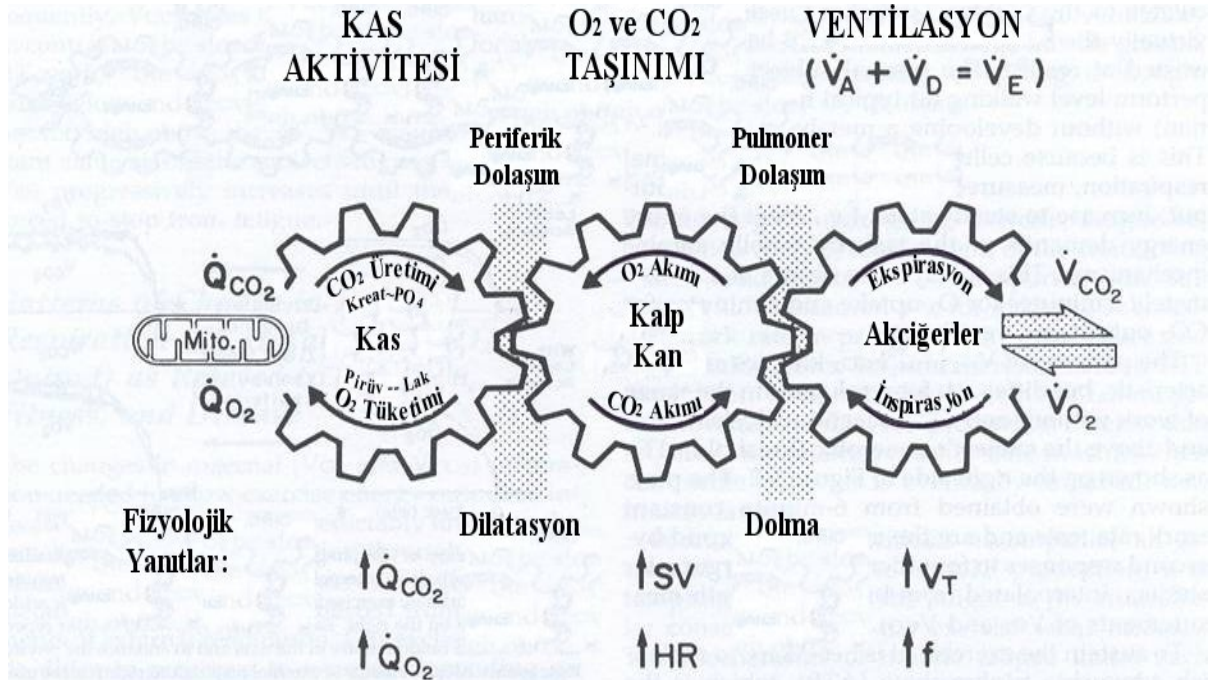
2.5.2.1. Egzersizin Akut Etkileri

Egzersize başladıktan sonra vücutta meydana gelen değişikleri objektif olarak yorumlayabilmek için kullanılan en önemli test bataryaları kardiopulmoner egzersiz testleri başlığında tartışılır. Bu testler sırasında, bireyden şiddeti sabit aralıklarla artan bir egzersize tükeninceye kadar devam etmesi istenir. Bu süre zarfında inspirasyon ve ekspirasyon havasındaki gazların içeriği ile dakika ventilasyonda meydana gelen

değişiklikler eş zamanlı olarak kaydedilir ve bireyin metabolizmasında oluşan farklılıkların kaydı gerçekleştirilir. Bu test sırasında elde edilen veriler ile de kardiovasküler sistem ile kalp ve akciğerde oluşan değişikliklerin ayrıntılı olarak irdelenmesi mümkün olur^{22,48,50}.

2.5.2.2. Egzersizin Kronik Etkileri

İnsanlar düzenli egzersiz yapmaya başladıklarında vücutlarında bir takım değişiklikler meydana gelmektedir. Bu değişiklikler antrenmanın sıklık, yoğunluk ve süresi ile yakından ilişkilidir. Genel adaptasyonun yanı sıra yapılan egzersize özgü değişiklikler görülmektedir. Egzersizin etkileri kişiler arasında farklılık göstermektedir. Aynı antrenmanın yaptırıldığı bireylerde VO_{2max} değerlerinin değişimi arasında % 5 – 30 oranında sapma bulunabilmektedir. Yapılan çalışmalarda egzersizin VO_{2max} değerini başlangıç noktasına oranla ortalama % 15–20 artırabileceği belirlenmiştir^{22,48,49,50,53}.



Şekil.2.14. Egzersizde Kas, Kalp, Akciğer işleyişi (Wasserman K, Hansen JE, Sue DY, Casaburi R, Whipp BJ. *Principles of exercise testing and interpretation*. Lippincott-Williams&Wilkins 3rd edition. 1999.)

2.5.2.2.1. Metabolik Etki

Aerobik antrenmanların kasların ATP üretiminde aerobik metabolizmanın kullanımını arttırdığı belirlenmiştir. Kaslarda meydana gelen metabolik değişim mitokondri sayı ve hacminin artması, kapillarizasyonun gelişmesi, miyoglobin içeriği ve oksidatif enzim aktivitelerinde artışla beraber gelişmektedir. Meydana gelen bu değişimlerin sonucunda birey aynı koşu hızında homeostazisini bozmadan daha uzun süre devam ettirebilmektedir^{22,49,50,61}.

2.5.2.2.2. Kardiyovasküler Etki

1-Kalp Atım Hızı: Düzenli egzersizin süresi ve düzeyi uzadıkça aynı egzersiz şiddetindeki Kalp Atım Hızı (KAH) düşer. Nitekim antrenmanlı sporcuların KAH'ları sedanterlere göre daha düşüktür. KAH'daki anlamlı azalmalar, kalbin kasılma gücü ve atım hacmindeki meydana gelen artışlardan kaynaklandığı yapılan araştırmalarda belirlenmiştir^{22,49,50}.

2-Kalbin Atım Hacmi: Sedanter bireylerde yaklaşık 70 ml olan kalp atım hacminin erişkin sporcularda düzenli antrenmanlar sonucu yaklaşık 120 ml'ye çıkabildiği gösterilmiştir. Sporcuların kalp atım hacmine meydana gelen bu artış kalp debisinin de artmasına neden olmuştur. Özellikle dayanıklılık sporcularında istirahat sırasında görülen düşük kalp atım hızının (40–50 atım/dak) kalbin atım hacmindeki artışa bağlı olduğu ortaya konulmuştur^{22,50}.

3-Kalp Hipertrofisi: Düzenli egzersizin kalp kaslarında hipertrofiye neden olduğunu destekleyen çok sayıda yayın bulunmaktadır. Egzersizin kalp üzerinde yaptığı etkiler yapılan egzersizin tipine, şiddetine ve süresine göre farklılık göstermektedir. Güç ve hız egzersizleri sonucunda kalp kaslarında hipertrofi görülürken, dayanıklılık egzersizleri sonucunda ise sol ventrikül hacminde büyüme görülmektedir. Egzersiz ile oluşan hipertrofi, egzersiz bırakıldıktan sonra eski durumuna geri dönebilir^{22,49,50,54}.

2.5.2.2.3. Respiratuar Etki

Egzersizde artan metabolizma için gerekli O₂'yi solunum hacmi ve frekansında artışla sağlanılmaktadır. Aynı şiddette yapılan egzersizlerde antrenmanlı sporcuların dakika ventilasyon hacmi 200 L/dak'ya ulaşabilirken, sedanter bireyler için bu değer yaklaşık 100 L/dak düzeyinde kalmaktadır. Bunun da antrenmanlı bireylerin solunum

kasları ile ilgili olduğu düşünölmektedir. 20 haftalık antrenman programı sonucunda solunum kaslarının dayanıklılığında % 16 düzeyinde artış gösterilmiştir²². Antrenmanlarla solunum hacmi ve frekansında belirgin bir değişim meydana gelmemektedir. Yapılan antrenmanlar solunum hacmi ve frekansında, dinlenim ve submaksimal egzersizlerde değişiklik gözlenmese de maksimal egzersizde belirgin artış olduğu gösterilmiştir^{30,36}.

2.6. Amaç

Düzenli ve hafif şiddette yapılan fiziksel aktivitenin astım hastalarında olumlu değişikliklere neden olduğu bilinmektedir. Astımlı çocuklarda yapılacak bu değerlendirme ile egzersize bağlı gelişimin ortaya konması açısından da önemlidir. Bronşiyal astımı olan hastalarda su sporları dışındaki antrenmanların aerobik kapasite üzerine etkileri ve yaptırılacak egzersizin tipi, şiddeti ve süresi ile ilgili bilgilerimiz sınırlıdır. Öte yandan sedanter yaşayan astımlı çocukların egzersize bağlı olarak fiziksel kapasitelerinde değişimin solunum fonksiyon test değerleri üzerindeki etkisi konusunda yeterli bilgilerimiz sınırlıdır. Bu noktadan hareketle çalışmamızda, sedanter yaşayan astımlı çocuklara yaptırılacak aerobik egzersizin fizik kapasiteleri üzerindeki etkileri yanında, hastalıkları üzerinde oluşturacağı değişiklikleri değerlendirmek amaçlanmıştır.

3. GEREÇ ve YÖNTEM

Bu çalışmada bronşiyal astımı olan çocuklara yaptırılan düzenli aerobik egzersizin solunum fonksiyon testleri ve aerobik kapasite üzerine etkilerini belirlemek amaçlanmıştır. Çalışmaya Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi Pediatrik İmmünoloji-Alerji Bilim Dalı'na başvuran, yaşları 8 – 12 arasında değişen ve en az 5 yıldır intermittan ve hafif persistan bronşiyal astım tanısı ile takip edilen herhangi bir alerjene duyarlı ve/veya metakolin testi pozitif 9 astımlı (8 erkek, 1 kız) çocuk ile 7 (6 erkek, 1 kız) sağlıklı çocuk alındı. Çocuklar ve velileri çalışmanın amacı, yöntemi, beklenen yararları, olası komplikasyonlar konusunda ayrıntılı olarak bilgilendirildi. Antrenman programına başlamadan önce gerekli sağlık kontrolleri yapılarak, çocukların ve velilerinin özgür iradeleri ile programa katılmaları sağlandı. Her veliye Çukurova Üniversitesi Etik Kurulu'nun onayladığı Bilgilendirme ve Rıza Formu imzalatıldı (Ek.1.). Araştırma; astım egzersiz (AE) ve kontrol egzersiz (KE) olmak üzere iki ayrı grupta gerçekleştirildi.

3.1. Boy ve Vücut Ağırlığının Değerlendirilmesi

Çalışmaya katılan çocukların vücut ağırlığı (kg) ve boy (cm) ölçümleri elektronik baskül (Professional Sport Technologies, Sport Expert) kullanılarak gerçekleştirildi. Boy ve vücut ağırlığı ölçümleri antrenman programından önce ve sonra tekrar edildi. Her iki ölçüm de çıplak ayak, şort ve tişört ile yapıldı.

3.2. Fizik Muayene ve EKG

Çalışmaya katılan tüm çocukların antrenman programına başlamadan önce fizik muayeneleri yapıldı. Egzersiz testlerinin tümünde teste başlamadan EKG kayıtları (Petaş, Kardiyopet 500) alındı ve hiçbir çocukta egzersiz yapmasını engelleyecek bir duruma rastlanılmadı.

3.3. Solunum Fonksiyon Testleri

Kardiyopulmoner egzersiz testi öncesinde hastanın boy, kilo, cinsiyet ve doğum tarihi ile ilgili bilgiler sağlıklı bir çocuğa ait normal değerlerin hesaplandığı bilgisayar

programına tanıtıldı. Solunum fonksiyon testleri (SFT) sırasında yavaş vital kapasite, zorlu vital kapasite ve maksimal istemli ventilasyon manevraları (Quark b², Cosmed) yaptırıldı. Yapılan ölçümler öncesinde çocuklara yapması gerekenler her testten önce ayrıntıları ile anlatılarak gösterildi. Test manevrası esnasında herhangi bir hatanın tespit edilmesi durumunda, testin çocuklara tekrar anlatılması ile olası hatalar en aza indirildi. Çalışma süresince egzersiz programından önce (başlangıç) yapılan SFT 18. ve antrenman programı sonrasında da tekrarlandı. SFT'nin tamamlanmasından sonra kardiyopulmoner egzersiz testi gerçekleştirildi. Egzersiz sonrası ortaya çıkabilecek olası hava yolu obstrüksiyonunu değerlendirmek amacıyla FVC manevrası egzersizin tamamlanmasını takip eden 3., 5., 7., 10., 15. dakikalarda tekrarlandı. Solunum fonksiyon testlerinde ölçümlerin geçerli kabul edilebilmesi için Amerikan Toraks Derneği (ATS) kriterleri esas alındı. SFT ölçümleri çalışma süresince aynı araştırmacılar tarafından yaptırılarak kayıt edildi. (Ek.2.).

3.3.1. Vital Kapasite Ölçümü (VC)

Çocuklardan normal solunum işini yaparken yavaş ama alabildiği kadar derin nefes alması ve sonra alınan havayı tamamıyla ekspire etmesi istendi. Test ATS kriterleri esaslarına göre yapıldığından bu manevra 3 kez tekrar edildi. En iyi iki VC sonucu arasındaki farkın 200 mL'den az olması durumunda en iyi değer çalışma verisi olarak kabul edildi.

3.3.2. Zorlu Vital Kapasite Ölçümü (FVC)

Maksimum bir inspirasyon sonrasında çocuklardan 6 sn'den kısa olmamak üzere olabildiğince hızlı ve güçlü ekspirasyon yapması istendi. Kardiyopulmoner egzersiz testinden önce yapılan FVC manevralarının geçerli kabul edilmesinde ATS kriterleri esas alındı. Burada da en iyi FVC değerleri arasındaki farkın 200 mL'den fazla olmaması koşuluyla en iyi test sonucu değerlendirilmeye alındı. Öte yandan testten sonraki 3., 5., 7., 10., 15. dakikalarda yapılan anlık ölçümlerde tekrarlama şansı olmadığından uygulamanın doğru yapılabilmesi için azami dikkat gösterildi. Bu test sırasında FEV₁, PEF, FEF₂₅₋₇₅, MEF₇₅, MEF₅₀, MEF₂₅ ayrı ayrı kayıt edildi.

3.3.3. Maksimal İstemli Ventilasyon Ölçümü (MVV)

Kişinin bir dakika içinde alabileceği hava hacmini (L/dak) tespit edebilmek amacıyla 12 sn süresince oturarak hızlı ve zorlu nefes alıp vermesi istendi. Bu ölçümün geçerliliğinde de ATS kriterleri arandı ve tekrarlanan 2 testten en iyi olanı kabul edildi. Kardiyopulmoner egzersiz testlerinde bireyin pulmoner sisteminin maksimal egzersiz sırasında ne ölçüde zorlandığının tespitinde (normal kişilerde maksimal egzersizde dakika ventilasyonun MVV'nin % 80'ine ulaşması beklenir) kullanıldı. Ölçüm sırasında kişi daha hızlı ve derin nefes alması yönünde sürekli motive edildi.

3.4. Maksimal Aerobik Kapasitenin Değerlendirilmesi

Maksimal aerobik kapasitenin ölçümü antrenman programına başlamadan önce ve antrenman programı devam ederken 18. ile 36. antrenmanın sonunda ergospirometre (Quark b² – Cosmed T-150 Koşu Bandı) kullanılarak gerçekleştirildi. Her test öncesinde gaz analizi sırasında hesaplamalarda önemli olması nedeniyle ortamın atmosfer basıncı, nem oranı ve sıcaklığı ayrı ayrı kayıt edildi. Yine her test öncesinde gaz analizörü atmosfer havası ve % 16 O₂ - % 5 CO₂ karışım gazı kullanılarak kalibre edildi. Ventilasyon hacmini ölçmede kullanılan türbün kalibrasyonu ise 3 litrelik standart kalibrasyon şırıngası ile yapıldı.

Velilere çocukların kardiyopulmoner egzersiz testinden 24 – 48 saat öncesinde bronkodilatör ilaçlar kullanmamaları konusunda gerekli uyarılar yapıldı ve test öncesinde bu durum bilgi formuna kayıt edildi. Ergospirometrede yapılan kardiyopulmoner egzersiz testi protokolünde hız ve eğim her 2 dakikada kademeli olarak arttırıldı. Kardiyopulmoner egzersiz testi süresinin kabul edilebilirlik standartlarına göre 8–12 dakika arasında sonlandırılma zorunluluğunun bulunması nedeniyle, test protokolünde hız ve eğim kişiler arasındaki fiziksel kapasite farklılıklarına göre ayarlandı. Kişiye testi istediği anda testi sonlandırabileceği ve sonlandırması için yapması gerekenler ayrıntıları ile anlatıldı. Test sırasında çocukların maksimal efor kapasitesine ulaşmalarını sağlayabilmek amacıyla sürekli sözel motivasyon sağlandı. Kardiyopulmoner egzersiz testi kişinin efor kapasitesinin azalmaya başlaması yanında standart test sonlandırma kriterleri esas alınarak maksimum kalp atım hızına ulaşması, dakika ventilasyonun MVV'nin % 80'ine ulaşması ve ekspire edilen CO₂ miktarı ile

inspire edilen O₂ miktarının oranı (R) 1,05'ten büyük olması durumunda test sonlandırıldı (**Ek.2.**). Kardiyopulmoner egzersiz testi esnasında solunum, gaz ve kalp atımı ile ilgili değişkenler her nefeste ölçülerek kayıt edildi. Yazılım tarafından monitörize edilen veriler test süresince sürekli olarak izlendi.

Kardiyopulmoner egzersiz testi sırasında ergospirometrede ölçülen değişkenleri ventilasyon hacmi, kalp atım sayısı, oksijen ve karbondioksit gazlarının parsiyel basınçlarıyla özetlemek mümkündür. Nitekim test sırasında elde edilen veriler bu dört değişkenin kullanımı ile yapılan hesaplamaların sonucuna aittir. Ventilasyon hacminin ölçümü ile respirasyon frekansı (Rf), V_t (L), dakika ventilasyon hacmi VE (L/dak), toplam soluk zamanı (T_{tot} - sn), inspirasyon zamanı (T_i - sn), ekspirasyon zamanı (T_e - sn), inspirasyon zamanının soluk hacmi zamanına oranı (T_i/T_{tot}) gibi değişkenlerin hesaplanması mümkün olmaktadır. Öte yandan CO₂ ve O₂ parsiyel basınçlarının ölçülüyor olması dakikada kullanılan oksijen miktarı (VO₂ – mL/dak ya da mL/dak/kg), üretilen karbondioksit miktarı (VCO₂ – mL/dak yada mL/dak/kg) hesaplanabilmektedir. Birim zamanda çıkartılan CO₂ ile kullanılan O₂ oranı ise (R) egzersiz sırasında kullanılan metabolitler ile metabolik yol hakkında bilgi vermesi açısından önemlidir.

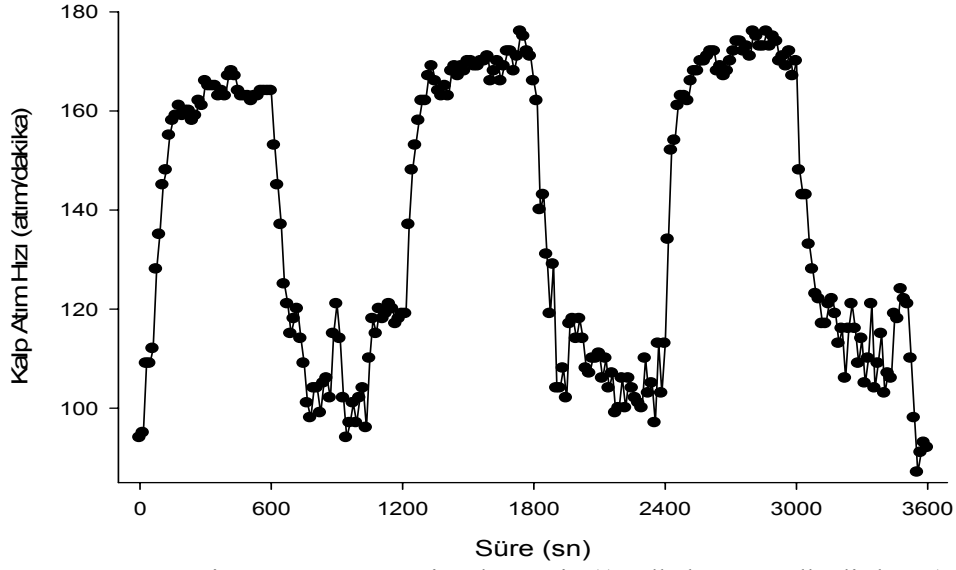
Ekspirasyon havasını anlık kayıtları ile tidal hacmin son anındaki O₂ ve CO₂ parsiyel basınçları da (PetO₂, PetCO₂ - mmHg) anlık kayıt edilmiştir. Bu değişkenler alveoler havaya ait verileri göstermesi yanında, alveole kapiller dengenin kurulduğu varsayıldığında, mutlak doğru olmamakla beraber arteriyel kan gazı değerlerine yakın olarak kabul edilir. Nitekim arteriyel CO₂ basınç değeri de (PaCO₂ - mmHg) bu esasla PetCO₂ değerine yakın olarak kabul edilir. P(a-et)CO₂ (mmHg), Arteriyel CO₂ basıncından soluk sonu CO₂ basıncının çıkarılması ile elde edilen basınç farkı olarak kayıt edildi.

Deney sırasında kalp atım hızı Polar marka göğüs bandı yardımıyla telemetrik olarak ölçülerek kayıt edildi. Kalp atımı ölçümü için kullanılan göğüs bandı iletkenliğini arttırmak amacıyla duyarlı kısım ıslatılarak çocukların sternum altına gelecek şekilde yerleştirildi. Kalp atımının ölçümü test başlamadan önce ergospirometre ve Polar-S610-S810 HR monitör ile kontrol edilerek ölçümlerin güvenilirliği ve olası hataların önlenmesi sağlandı.

3.5. Antrenman Programı

Çocuklara 12 hafta süreyle, haftada 3 gün, günde 1 saatlik kişisel antrenmanlar yaptırıldı. Her antrenman 10 dakika koşu, 10 dakika aktif dinlenmenin 3 kez tekrarlandığı setlerden oluşturuldu. Antrenman periyodunun başlangıcında yaklaşık 10 dakikalık bir ısınma dönemi ve antrenmanın ana bölümünün sonunda da 5–10 dakikalık soğuma dönemi her antrenmanda kullanılarak kalp atım hızı da kontrol edildi. Dinlenmelerde çocukların motivasyonunu arttırmak amacıyla eğitsel oyunlar, basketbol, voleybol ve cimnastik egzersizlerine yer verildi. Bu egzersizler esnasında çocukların kalp atım hızı maksimal kalp atım hızının yaklaşık % 50 – 60'ı olmasına özen gösterildi. Antrenmanlar laboratuvar koşullarında koşu bandı ile 0° eğimde yaptırıldı.

Egzersiz şiddeti, bireylerin kardiyopulmoner egzersiz testinde ulaşabildikleri maksimal dakika ventilasyonun (VE_{max}) % 40-60'ı aralığında olacak şekilde bireylere özgü programlandı. Laboratuvarda yapılan pilot çalışmalarda ventilasyon hacminin % 40 – 60 aralığı ile kalp atım hızı arasında doğrusal ilişki gösterdiğinin bulunması (Şekil 2.13) nedeniyle antrenmanın şiddeti kalp atım hızı referans alınarak ayarlandı. Bu kalp atım hızı ise ergospirometrede ikişer haftalık aralarla yapılan ölçümlerle çalışma süresince kontrol edildi. Çocukların performansındaki artış nedeniyle, ventilasyondaki zorlanmayı sabit tutabilmek için, bu verilerin ışığı altında, koşu bandının hızı sürekli olarak ayarlandı. Antrenmanlarda Polar-S 610 ve S 810 HR monitör ile kalp atım hızı takip edilerek 15 saniye aralıklarla kayıt edildi. Alınan kayıtlar çocukların kişisel dosyalarına her günün sonunda işlendi. Antrenmanlarda kullanılan koşu bantlarının kalibrasyonu düzenli aralıklarla tekrar edildi. Çocukların antrenmanlarını aynı koşu bandında yapmalarını sağlandı.



Şekil. 3.1. Bir antrenman periyoduna ait ((10dk koşu 10dk dinleme) x 3) kalp atımı hızı değişimi

Antrenmanlara katılan astımlı çocukların ilaç kullanımlarına herhangi bir şekilde tarafımızdan müdahale edilmedi. Medikal tedavinin tümü Pediatrik İmmunoloji-Alerji Polikliniği tarafından yürütüldü.

3.6. İstatistiksel Analiz

Kardiyopulmoner egzersiz testi sonucunda elde edilen verilerin analizi 15 saniyelik ortalamalar alınarak gerçekleştirildi⁶².

Değerler ortalama \pm SE olarak verilmiştir. İstatistiksel analizler SPSS 11,5 paket programı kullanılarak gerçekleştirildi. Verilerin istatistiksel analizinde başlangıç, 18. ve 36. antrenman sonrası kardiyopulmoner egzersiz testi sonucunda elde edilen değişkenler ve SFT sonuçları için anlamlı farklılık sınırı $p < 0.05$ olarak kabul edildi.

Grupların kendi içlerinde karşılaştırılmasında istatistiksel karşılaştırma yöntemi olarak nonparametrik 2 – bağımlı değişkenin karşılaştırıldığı Wilcoxon testi kullanıldı.

Grupların birbirleri ile karşılaştırılmasında ise istatistiksel karşılaştırma yöntemi olarak nonparametrik 2 – bağımsız değişkenin karşılaştırıldığı Mann - Whitney U testi kullanıldı.

4. BULGULAR

4.1. Çalışmaya katılan çocukların kişisel özellikleri

Çalışmaya yaşları 8–12 arasında değişen sağlıklı (KE; n=7) ve astımlı (AE; n=9) toplam 16 çocuk katıldı. Bu çocuklardan 18. antrenman sonrası KE grubunda 2 tanesi AE grubunda ise 1 tanesi çalışmaya devam etmemişlerdir. Deneye katılan bireylerin antrenman öncesi ve antrenman sonrası boy, vücut ağırlığı ile ilgili bilgiler çizelge 4.1’de verilmiştir. Astımlı ve sağlıklı çocukların deney öncesi ve sonrası vücut ağırlıkları ile boyları birbirleriyle karşılaştırıldığında iki grup arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı tespit edildi ($p>0.05$). Öte yandan sağlıklı ve astımlı çocukların antrenman periyodu öncesi ve sonrası boy uzunlukları birbirleriyle karşılaştırıldıklarında ise anlamlı bir artış gözlemlendi ($p<0.05$). Kardiyopulmoner egzersiz testleri esnasında ölçülen atmosfer basıncı, sıcaklık, nem değerleri sırasıyla $755,6 \pm 0,56$ mmHg, $22,51 \pm 0,24$ °C ve $\% 44,64 \pm 1,92$ olarak tespit edilmiştir.

Çizelge.4.1. Çalışmaya katılan çocuklara ait antrenman öncesi ve sonrası kişisel özellikler

(KE: Kontrol Egzersiz, AE: Astım Egzersiz, n=denek sayısı). *: KE, #: AE grubunda anlamlı farklılığı göstermektedir ($p<0.05$).

	Yaş (yıl)		Vücut Ağırlığı (kg)		Boy (cm)	
	KE	AE	KE	AE	KE	AE
Antrenman Öncesi	10 $\pm 0,5$ (n=7)	9,8 $\pm 0,5$ (n=9)	37,44 $\pm 2,92$ (n=7)	38,26 $\pm 3,27$ (n=9)	144,5 $\pm 3,749$ (n=7)	140,06 $\pm 3,1$ (n=9)
Antrenman Sonrası	9,6 $\pm 0,5$ (n=5)	9,7 $\pm 0,5$ (n=8)	36,68 $\pm 4,23$ (n=5)	38,04 $\pm 3,79$ (n=8)	145 $\pm 4,27^*$ (n=5)	142,16 $\pm 3,59^\#$ (n=8)

4.2. Soluk hacmi (Vt), Yavaş Vital Kapasite (SVC) ve Maksimal İstemli Ventilasyon (MVV) Değerleri

KE ve AE gruplarında kardiyopulmoner egzersiz testi öncesinde gerçekleştirilen SVC testinde ölçülen Vt değerleri arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı

tespit edildi. Öte yandan KE grubundaki çocukların antrenman öncesi değerleri ile deney sonu farkın istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p<0.05$). SVC değerleri KE ve AE grubunu oluşturan çocuklarda 3 aylık antrenman periyodu boyunca anlamlı bir değişiklik göstermedi. Buna karşın AE grubundaki çocukların SVC değerleri KE grubundan daha düşük bulunmuş olmakla beraber aralarındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildi. Öte yandan MVV değerleri de çalışma süresince başlangıç değerlerine oranla AE grubunda daha belirgin olmak üzere, artış göstermekle beraber istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik kaydedilmedi. SVC değerlerinde benzer şekilde MVV ölçümlerinde de, AE ve KE grupları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildi (çizelge 4.2).

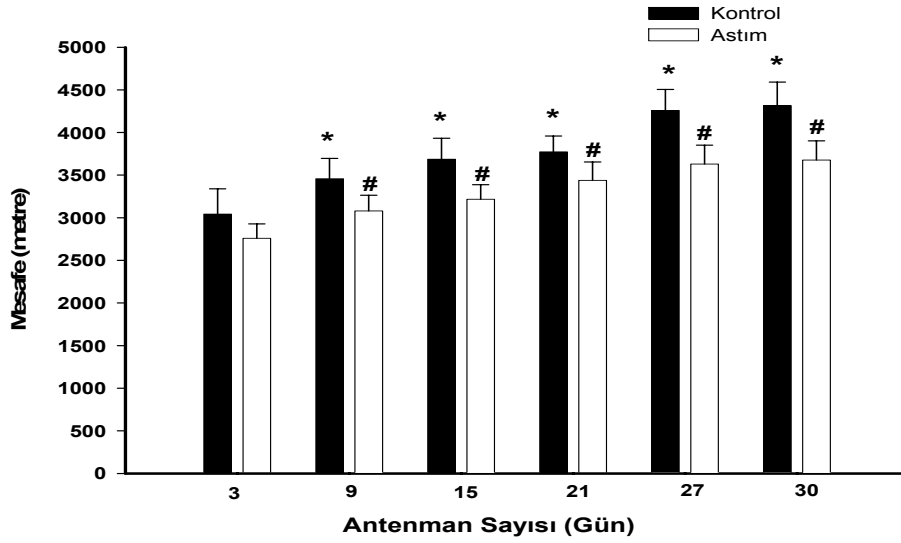
Çizelge 4.2. Soluk hacmi (Vt), yavaş vital kapasite (SVC) ve maksimal istemli ventilasyonun (MVV) kontrol egzersiz ve astım egzersiz gruplarında antrenman haftalarına bağlı olarak meydana gelen değişimleri, *: antrenman öncesi değerine göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık ($p<0.05$)

	KONTROL			ASTIM		
	Antrenman Öncesi (n=7)	18. Antrenman (n=7)	36. Antrenman (n=5)	Antrenman Öncesi (n=9)	18. Antrenman (n=9)	36. Antrenman (n=8)
Vt (L)	0,56 ±0,07	0,52 ±0,08	0,39 ±0,1*	0,5 ±0,06	0,43 ±0,05	0,54 ±0,07
SVC (L)	2,64 ±0,24	2,67 ±0,24	2,67 ±0,3	2,37 ±0,12	2,37 ±0,14	2,41 ±0,14
MVV (L/dk)	85,77 ±5,42	87,96 ±4,3	90,84 ±7,3	74,59 ±4,36	81,22 ±6,47	85,15 ±6,62

4.3. Antrenman koşu mesafesi ve antrenman nabızlarının değişimi

KE grubu çocuklar antrenman sürecinin başlangıcında, 30 dakikalık süre içerisinde $3042,86 \pm 297,26$ m koşarken bu mesafe 9. antrenmanda $3458,57 \pm 237,88$ m, 15. antrenmanda $3687,14 \pm 246,71$ m, 21. antrenmanda $3773,33 \pm 185,22$ m, 27. antrenmanda $4260 \pm 246,33$ m ve 30. antrenmanda $4316 \pm 276,63$ m düzeyine çıktı. Başlangıç haftasından itibaren iki haftalık periyotları temsil eden antrenman günlerine ait koşu mesafeleri arasındaki değişim istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p<0.05$). AE grubu değerlendirildiğinde de antrenman koşu mesafesinin haftalar içerisindeki değişiminin, başlangıçta $2760 \pm 169,33$ m iken 9. antrenmanda $3081,11 \pm 183,35$ m, 15.

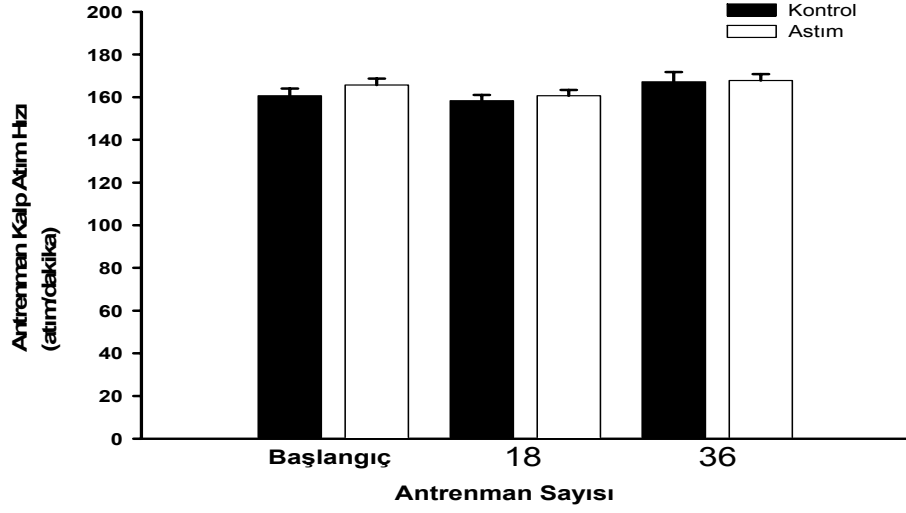
antrenmanda $3216,67 \pm 172,93$ m, 21. antrenmanda $3440 \pm 214,06$, 27. antrenmanda $3632,5 \pm 220,53$ m ve 30. antrenmanda ise $3677,5 \pm 225,62$ m olduğu belirlendi. AE grubundaki çocukların koşu mesafesindeki artış başlangıç mesafesi esas alındığında 2. haftadan itibaren istatistiksel olarak anlamlı farklılık gösterdi ($p<0.05$). Öte yandan astımlı çocuklarla sağlıklı çocukların koşu mesafeleri karşılaştırıldığında başlangıçta yaklaşık 280m kadar olan farkın 30. antrenmanda yaklaşık 640m'ye çıktığı belirlendi. Ancak iki grup arasındaki fark antrenman periyodunun başlangıcından itibaren istatistiksel anlamlı değildi (Şekil 4.1).



Şekil 4.1. Astım egzersiz ve kontrol egzersiz grubundaki çocukların antrenman koşu mesafelerinin antrenman seanslarına göre değişimi

*: kontrol grubunda başlangıca göre istatistiksel anlamlı farklılık ($p<0.05$), #: astım grubunda başlangıca göre istatistiksel anlamlı farklılık ($p<0.05$)

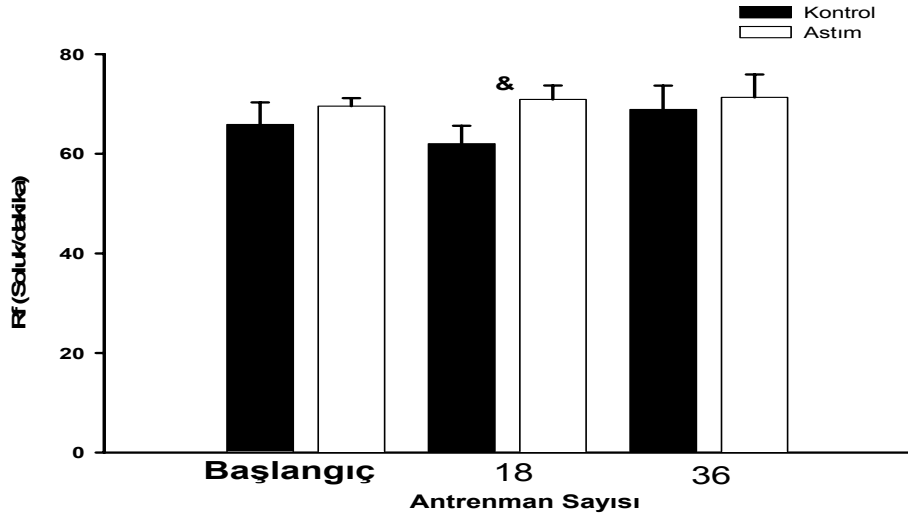
Koşu mesafelerinde değişime karşın her iki grubun antrenman sonrası kalp atım hızları başlangıçta $160,7 \pm 3,3$ ve $165,7 \pm 3,0$ atım/dakika (KE ve AE, sırasıyla) olan değerler, 18. antrenmanda $158,3 \pm 2,7$ ve $160,7 \pm 2,7$ ve 30. antrenmanda ise $167,2 \pm 4,6$, $167,8 \pm 3,0$ olarak kayıt edildi. Bu verilerin istatistiksel analizinde herhangi bir farklılık tespit edilmedi (Şekil 4.2).



Şekil 4.2. Astım egzersiz ve kontrol egzersiz grubundaki çocukların antrenman kalp atım hızlarının antrenman seanslarına göre değişimi

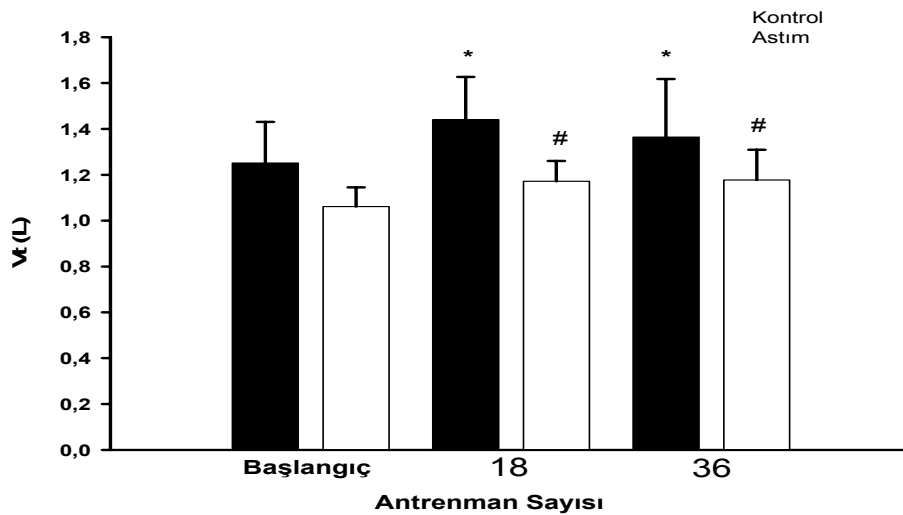
4.4. Kardiyopulmoner egzersiz testi sırasında solunum parametrelerinde meydana gelen değişiklikler

Kardiyopulmoner egzersiz testi sırasında maksimum solunum frekansı (Rf-soluk/dakika), maksimal soluk hacmi (Vt-L) ve maksimal dakika ventilasyon (VE-L/dakika) solunum hacmi ile ilgili farklılıkları yorumlamak amacıyla kullanılan temel değişkenler olmuşlardır. KE grubunu oluşturan çocuklarla AE grubundaki çocukların solunum frekansları arasındaki farklılık değerlendirildiğinde, 18. antrenman sonunda AE grubunu oluşturan çocukların maksimal solunum frekansının $71,9 \pm 2,4$ olduğu buna karşın KE'nin ise ortalama dakikada $63,0 \pm 3,4$ kez soluk alıp verdiği bulunmuştur. Bu iki değer arasındaki farkın istatistiksel anlamlı olduğu hesaplandı ($p < 0,05$) (Şekil 4.3.). Öte yandan, başlangıç ve antrenman programı sonrasında yapılan kardiyopulmoner egzersiz testlerinde kaydedilen Rf değerleri birbirinden istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermedi.



Şekil 4.3. Çalışmanın başlangıcında, ortasında ve sonunda yapılan kardiyopulmoner egzersiz testi sırasında elde edilen maksimal solunum frekans değerleri
&: Kontrol egzersiz ve astım egzersiz gruplarındaki istatistiksel olarak anlamlı farklılığı göstermektedir ($p<0.05$).

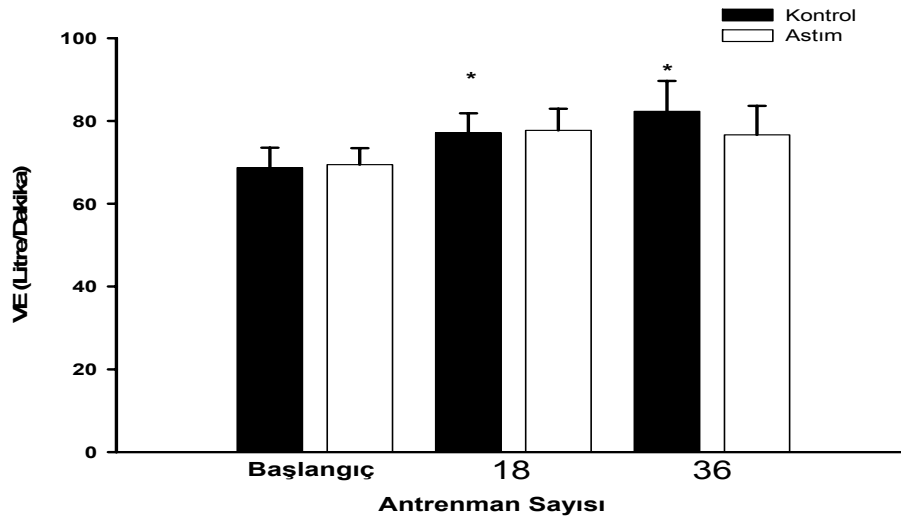
Soluk hacmi, beklenildiği üzere, maksimal egzersiz testi sırasında artmıştır. Öte yandan antrenman programının başlangıcında KE ve AE için sırasıyla $1,25 \pm 0,2$ ve $1,06 \pm 0,1$ litre olan soluk hacminin 18. antrenman sonu ve antrenman programından sonraki değerlerinin başlangıç değerine oranla artış gösterdiği anlaşılmıştır ($p<0.05$). KE ve AE grupları arasındaki fark çalışma süresince istatistiksel anlamlı farklılık göstermedi (Şekil4.4).



Şekil 4.4. Çalışmanın başlangıcında, ortasında ve sonunda yapılan kardiyopulmoner egzersiz testi sırasında elde edilen maksimal tidal hacim değerleri

* : Kontrol grubunun başlangıç değerlerine göre istatistiksel anlamlı farklılığını ($p<0.05$), #: Astım grubunun başlangıç değerlerine göre istatistiksel anlamlı farklılığını ($p<0.05$) göstermektedir

Çalışmaya katılan sağlıklı ve astımlı çocukların kardiyopulmoner egzersiz testinde ulaştıkları maksimal dakika ventilasyon değerleri başlangıçta $68,71 \pm 4,83$ ve $69,42 \pm 3,99$ L/dak olarak (KE, AE sırasıyla) tespit edildi. VE'de meydana gelen artış 18. antrenmanda $77,12 \pm 4,7$ ve $77,71 \pm 5,23$ L/dak, antrenman periyodu sonunda ise $82,33 \pm 7,32$ ve $76,65 \pm 6,98$ L/dak olarak bulundu. Yapılan antrenmanların etkisi ile meydana gelen bu artış KE grubunun 18. antrenman sonu ve antrenman programı sonrası değerleri başlangıç değerinden istatistiksel anlamlı farklılık ($p<0.05$) gösterirken AE grubunda çalışmanın başlangıcına göre miktar olarak artış göstermesine rağmen, bu gelişim herhangi bir istatistiksel anlamlı farklılık göstermedi (Şekil 4.5)



Şekil 4.5. Çalışmanın başlangıcında, ortasında ve sonunda yapılan kardiyopulmoner egzersiz testi sırasında elde edilen maksimal dakika ventilasyon değerleri

* : Başlangıç değerlerine göre istatistiksel anlamlı farklılığı göstermektedir ($p<0.05$).

4.5. Kardiyopulmoner egzersiz testi sırasında solunum süresinde meydana gelen değişiklikler

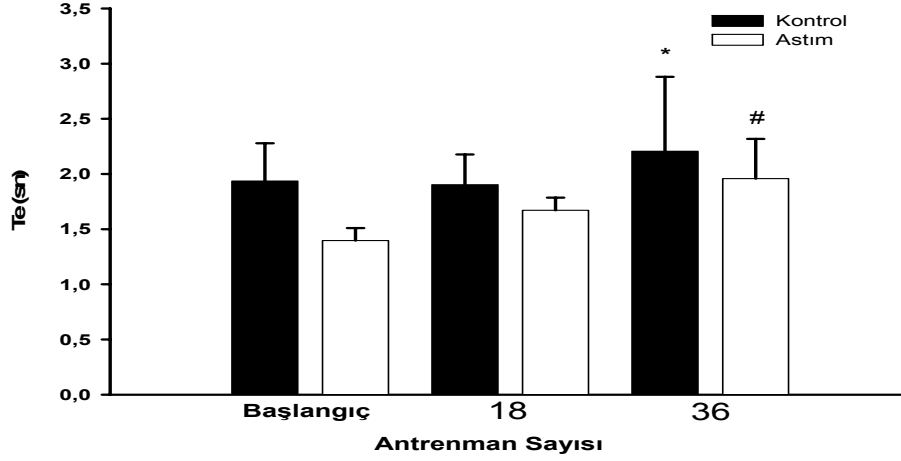
Solunum süreleri açısından kardiyopulmoner egzersiz testi esnasında ulaşılan maksimal ekspirasyon zamanı (Te), maksimal inspirasyon zamanı (Ti), toplam süre (Ttot) ve inspirasyon zamanının toplam inspirasyon-ekspirasyon zamanına oranı (Ti/Ttot) temel değişkenler olarak değerlendirildi.

Çizelge 4.3. Kardiyopulmoner Egzersiz Testi Solunum Değişkenlerinin Antrenmana Bağlı Değişimi

*: Başlangıca göre istatistiksel anlamlı farklılık, &: gruplar arasında anlamlı farklılık (p<0.05)

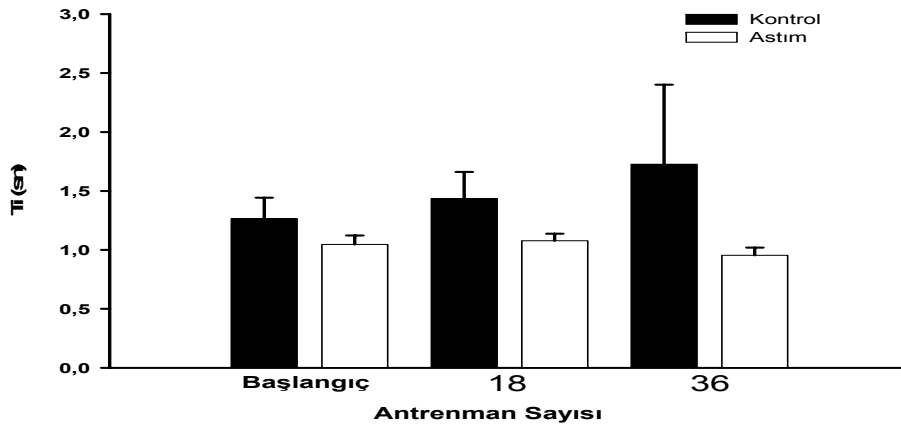
	KONTROL			ASTİM		
	Başlangıç (n=7)	18. Antrenman (n=7)	36. Antrenman (n=5)	Başlangıç (n=9)	18. Antrenman (n=9)	36. Antrenman (n=8)
Rf (soluk/dk)	65,876 ±4,450	63,009 ±3,409	70,753 ±4,367	69,573 ±1,610	71,915 ±2,409&	71,555 ±3,524
Vt (lt)	1,251 ±0,179	1,453 ±0,184*	1,374 ±0,248*	1,062 ±0,084	1,174 ±0,089*	1,168 ±0,117*
VE (lt/dk)	68,710 ±4,827	77,118 ±4,733*	82,329 ±7,319*	69,415 ±3,987	77,714 ±5,225	76,648 ±6,979
Te (sn)	1,935 ±0,344	1,903 ±0,274	2,205 ±0,676*	1,396 ±0,113	1,670 ±0,115	1,894 ±0,318*
Ti (sn)	1,264 ±0,178	1,436 ±0,226	1,727 ±0,674	1,047 ±0,075	1,078 ±0,059	0,934 ±0,060
Ttot (sn)	3,177 ±0,510	3,276 ±0,502	3,872 ±1,361	2,331 ±0,166	2,657 ±0,157	2,797 ±0,381
Ti/Ttot (%)	0,543 ±0,010	0,588 ±0,047	0,552 ±0,018	0,522 ±0,011	0,517 ±0,005&	0,523 ±0,008

Maksimal egzersiz testi sırasında ulaşılan ekspirasyon süresinin yapılan antrenmanlara bağlı olarak ortaya koyduğu değişim sağlıklı çocuklarda düşük iken astımlı çocuklarda başlangıca oranla daha belirgin olarak tespit edildi (0,3 sn ve 0,5 sn KE, AE sırasıyla) (Şekil 4.6). Bu artış her iki grupta da antrenman programı sonunda başlangıca göre istatistiksel anlamlılık gösterdi (p<0.05). Gruplar arasında ise herhangi bir dönemde anlamlı fark tespit edilmedi.

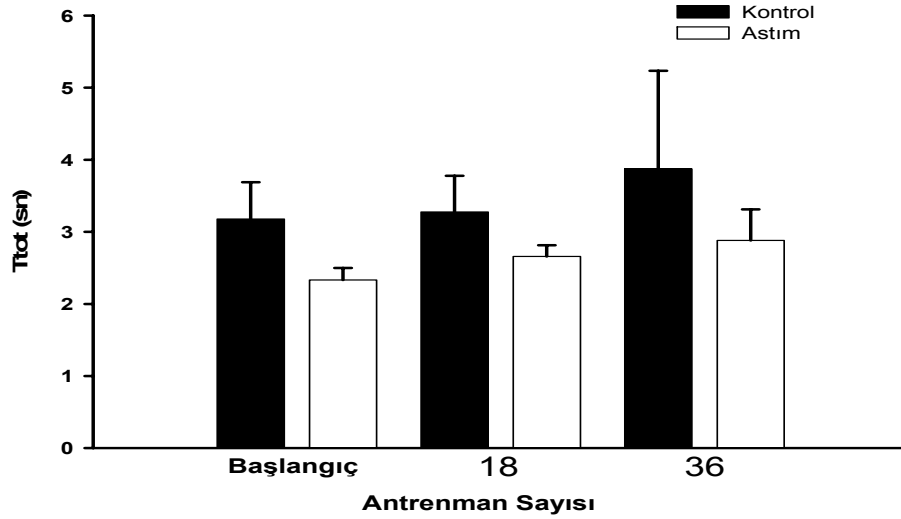


Şekil 4.6. Çalışmanın başlangıcında, ortasında ve sonunda yapılan kardiyopulmoner egzersiz testi sırasında elde edilen maksimal ekspirasyon süreleri
 * : Kontrol grubunda başlangıç değerlerine göre istatistiksel anlamlı farklılık ($p<0.05$),
 # : Astım grubunun başlangıç değerlerine göre istatistiksel anlamlı farklılığını ($p<0.05$) göstermektedir

İnspirasyon süresi (T_i) KE egzersiz grubunda antrenmanlarla artış gösterirken AE grubunda bu sürenin azaldığı tespit edildi (başlangıçta; $1,26 \pm 0,18$ sn ve $1,05 \pm 0,08$ sn ile antrenman programı sonunda $1,73 \pm 0,7$ sn ve $0,93 \pm 0,06$ sn sırasıyla KE, AE) (Şekil 4.7). Toplam soluk süresinin de (T_{tot}) minimal artışı her iki grup içinde belirlendi (Şekil 4.8). Kardiyopulmoner egzersiz testlerinde ölçülen T_i ve T_{tot} süreleri açısından aralarındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildi.

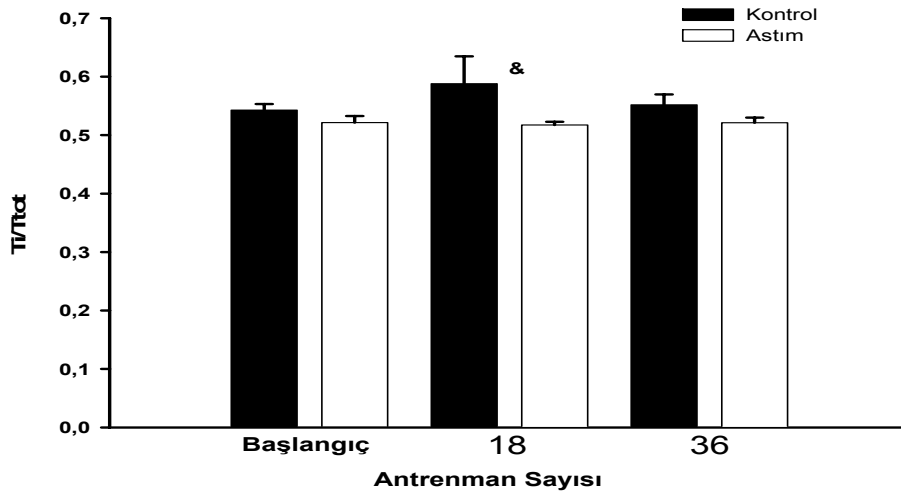


Şekil 4.7. Çalışmanın başlangıcında, ortasında ve sonunda yapılan kardiyopulmoner egzersiz testi sırasında elde edilen maksimal inspirasyon süreleri



Şekil 4.8. Çalışmanın başlangıcında, ortasında ve sonunda yapılan kardiyopulmoner egzersiz testi sırasında elde edilen maksimal toplam soluk süreleri

İnspirasyon süresinin toplam inspirasyon-ekspirasyon süresine oranı egzersiz programı süresince her iki grupta da çok küçük değişiklikler göstermektedir (Şekil 4.9). Bu durum KE ve AE gruplarının çalışma süresince kendi grupları içinde T_i/T_{tot} oranında herhangi bir istatistiksel anlamlılık göstermedi. Öte yandan gruplar arasında 18. antrenman değerleri ($0,59 \pm 0,047$ ve $0,52 \pm 0,005$ sırasıyla KE, AE) istatistiksel olarak anlamlı farklılık gösterdi ($p < 0.05$).



Şekil 4.9. Çalışmanın başlangıcında, ortasında ve sonunda yapılan kardiyopulmoner egzersiz testi sırasında elde edilen maksimal inspirasyon süresinin toplam inspirasyon-ekspirasyon süresine oranı

&: gruplar arasında istatistiksel anlamlı farklılık ($p<0.05$)

4.6. Kardiyopulmoner egzersiz testlerine ait maksimal metabolik yanıtlar

Kardiyopulmoner egzersiz testinde çalışma süresince oluşan maksimal metabolik yanıtlara ait veriler çizelge 4.4'te görülmektedir.

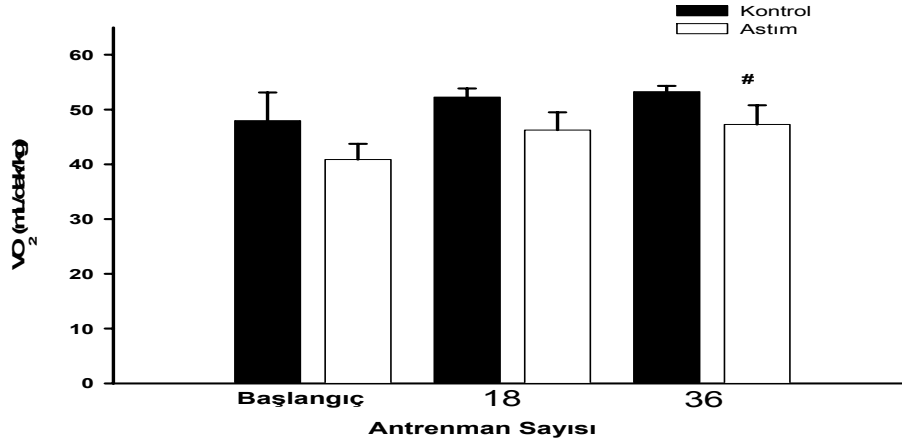
Çizelge 4.4. Kardiyopulmoner Egzersiz Testi Metabolik Değişkenlerinin Antrenmana Bağlı Değişimi

* : Başlangıç değerine göre istatistiksel anlamlı farklılık ($p<0.05$)

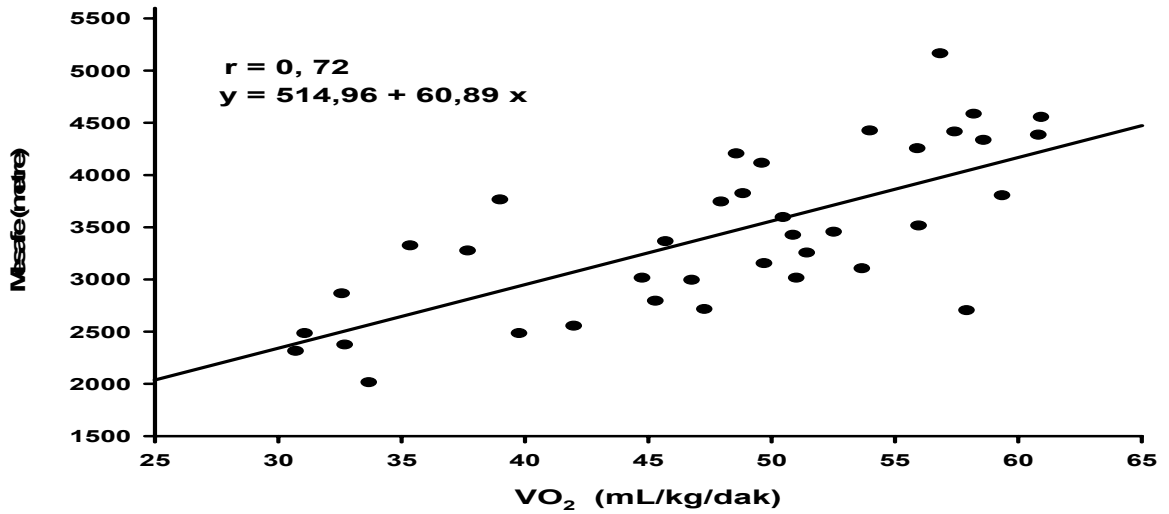
	KONTROL			ASTIM		
	Başlangıç	18. Antrenman	36. Antrenman	Başlangıç	18. Antrenman	36. Antrenman
VO₂ (ml/dak)	1715,59 ±235,09 (n=5)	1960,88 ±260,22 (n=5)	2016,18 ±212,32 (n=5)	1514,21 ±142,76 (n=8)	1701,24 ±156,78 (n=8)	1686,87 ±209,07* (n=6)
VO₂ (ml/dak/kg)	47,96 ±5,15 (n=5)	53,32 ±1,68 (n=5)	55,27 ±1,32 (n=5)	40,86 ±2,88 (n=8)	45,62 ±2,96 (n=8)	50,24 ±3,96* (n=6)
VCO₂ (ml/dak)	1796,60 ±264,98 (n=5)	2163,39 ±303,07 (n=5)	2124,47 ±234,83 (n=5)	1694,79 ±168,13 (n=8)	1996,25 ±160,82* (n=8)	1835,96 ±216,03 (n=6)
R	1,14 ±0,06 (n=5)	1,17 ±0,43 (n=5)	1,08 ±0,02* (n=5)	1,14 ±0,02 (n=8)	1,21 ±0,04 (n=8)	1,16 ±0,03 (n=6)

Kardiyopulmoner egzersiz testlerinin en önemli aerobik kapasite belirleyicilerinden olan oksijen kullanma miktarı (VO₂) mL/dak ve mL/dak/kg olarak değerlendirildi. Yapılan aerobik antrenmanların beklenen etkisi olarak çocukların başlangıçta 47,96 ± 5,15 ve 40,86 ± 2,88 (mL/dak/kg) olan VO₂ kapasitesi 18. antrenmanda 53,32 ± 1,68 ve 45,62 ± 2,96'ya antrenman programı sonunda da 55,27 ± 1,32 ve 50,24 ± 3,96 düzeyine yükseldiği belirlendi (Şekil 4.10). Ancak sayısal olarak görülen bu artış sadece AE grubunda başlangıca göre antrenman programı sonu değerinde istatistiksel anlamlılık gösterdi ($p<0.05$). KE ve AE grupları arasında çalışmanın hiçbir aşamasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermedi. Kilogram başına kullanılan VO₂'ye benzer olarak VO₂ (mL/dak) düzeyinde de yukarıda değinilen değişiklikler ortaya çıkmıştır. VO₂ (mL/dak) düzeyi KE grubunda çalışma süresince

istatistiksel anlamlılık göstermezken AE grubu başlangıca göre antrenman programı sonu değeri arasında istatistiksel anlamlılık gösterdi ($p<0.05$). Gruplar arasında ise çalışmanın hiçbir aşamasında istatistiksel anlamlılık bulunmadı (çizelge 4.4).



Şekil 4.10. Çalışmanın başlangıcında, ortasında ve sonunda yapılan kardiyopulmoner egzersiz testi sırasında elde edilen maksimal oksijen kullanma kapasitesi (VO_2 mL/kg/dak) #: Başlangıca göre istatistiksel anlamlı farklılık ($p<0.05$)

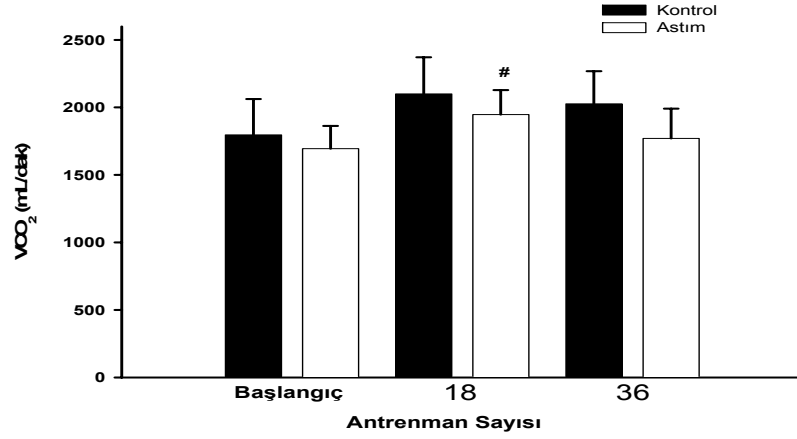


Şekil 4.12. Astım egzersiz ve kontrol egzersiz grubundaki çocukların antrenman koşu mesafeleri ve VO_2 (mL/kg/dak) düzeyleri arasındaki ilişki ($p<0.05$)

Çalışmaya katılan astımlı ve sağlıklı çocukların VO_2 (mL/kg/dak) düzeyi ile antrenman mesafelerinde yaptırdığımız aerobik antrenmanların sonucu olarak meydana gelen artış şekil 4.12’te görülmektedir.

Kardiyopulmoner egzersiz testlerinde maksimal karbondioksit üretiminde (VCO_2 mL/dak) her iki grupta da antrenmanlara bağlı olarak başlangıca ($1796,6 \pm 264,98$ ve $1694,79 \pm 168,13$ sırasıyla KE, AE) oranla 18. antrenmanda artış ($2163,39 \pm$

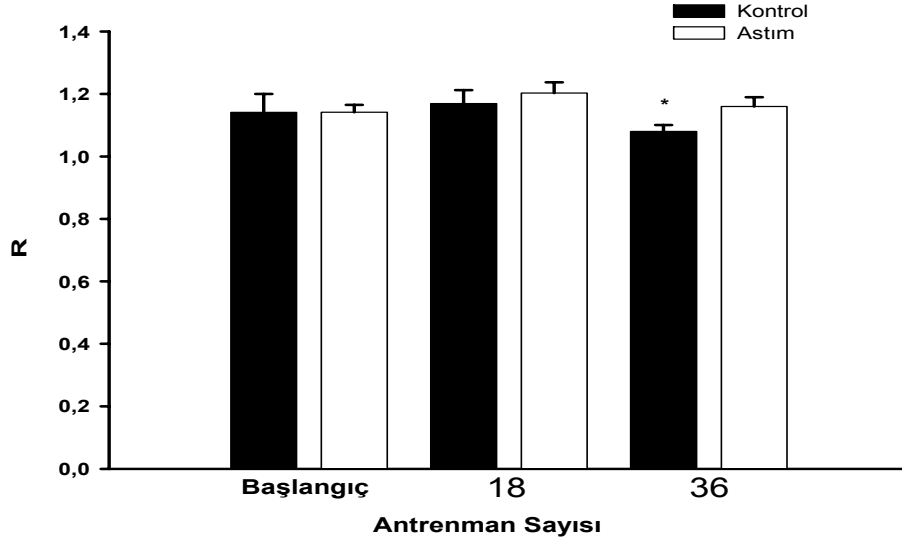
303,07 ve $1996,25 \pm 160,82$ sırasıyla KE, AE) antrenman programı sonunda ise düşüş ($2124,47 \pm 234,83$ ve $1835,96 \pm 216,03$ sırasıyla KE, AE) görülmektedir (Şekil 4.13). VCO_2 mL/dak meydana gelen bu değişim AE grubunda 18. antrenmanda başlangıca göre istatistiksel anlamlı farklılık gösterirken ($p<0.05$), KE grubunda ve gruplar arasında çalışma süresince istatistiksel anlamlılık görülmedi.



Şekil 4.13. Çalışmanın başlangıcında, ortasında ve sonunda yapılan kardiyopulmoner egzersiz testi sırasında elde edilen maksimal kabondioksit ortaya çıkarma kapasitesi (VCO_2 mL/dakika)

#: Başlangıca göre istatistiksel anlamlı farklılık ($p<0.05$)

Kardiyopulmoner egzersiz testinde VCO_2 'nin VO_2 'ye bölünmesi ile R değeri elde edilmektedir. Test esnasında ulaşılan maksimal R değeri VCO_2 'de de olduğu gibi başlangıca göre antrenmanlar yardımıyla önce artış sonrasında ise düşüş göstermektedir. Bu düşüşe bağlı olarak KE grubunda 18. antrenman sonu ile antrenman programı sonrası arasında istatistiksel anlamlı farklılık bulundu ($p<0.05$). Her iki grupta da R değişiminin eğrisi benzer özellikte olması sebebiyle gruplar arasında istatistiksel anlamlı farklılık saptanmadı (Şekil 4.14).



Şekil 4.14. Çalışmanın başlangıcında, ortasında ve sonunda yapılan kardiyopulmoner egzersiz testi sırasında elde edilen maksimal R değeri (VCO_2/VO_2)
*: KE 18 . antrenman sonrası ile istatistiksel anlamlı farklılık ($p<0.05$),

4.7. Kardiyopulmoner egzersiz testlerine ait kalp atım hızı ve ölü boşluk hacminde meydana gelen değişiklikler

Kardiyopulmoner egzersiz testinde çalışma süresince oluşan maksimal kalp atım hızı ve ölü boşluk hacminde meydana gelen değişikliklere ait veriler çizelge 4.5'te görülmektedir.

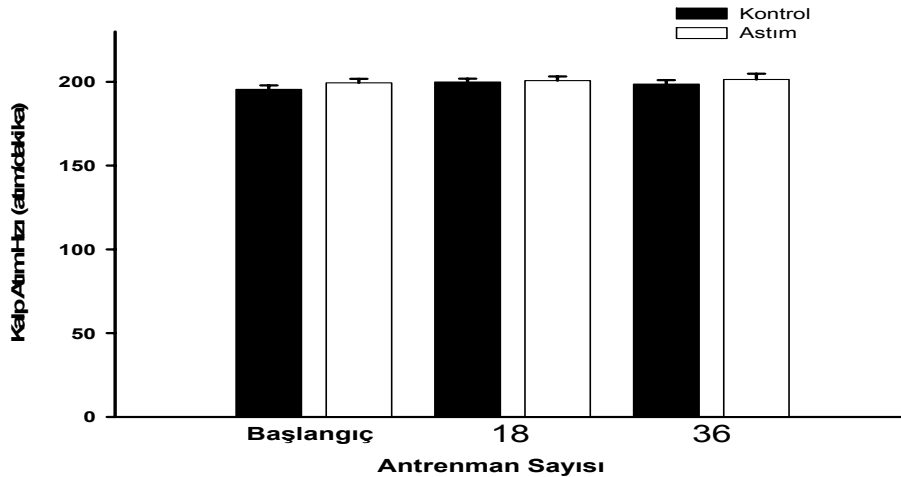
Kardiyopulmoner egzersiz testleri esnasında çocukların ulaşabildikleri maksimal kalp atım hızı değerlerinin beklenildiği gibi dinlenme dönemine oranla yaklaşık 2,5 kat dolaylarında artış meydana getirdiği tespit edildi (Şekil 4.15). Bu artışa paralel olarak kalp atım hızının oksijen kullanımına bölünmesi ile elde edilen maksimal O_2 nabzında çalışma süresince oluşan değişim (Şekil 4.16)'da görülmektedir.

Çizelge 4.5. Kardiyopulmoner egzersiz testlerine ait kalp atım hızı ve ölü boşluk hacminde meydana gelen değişiklikler

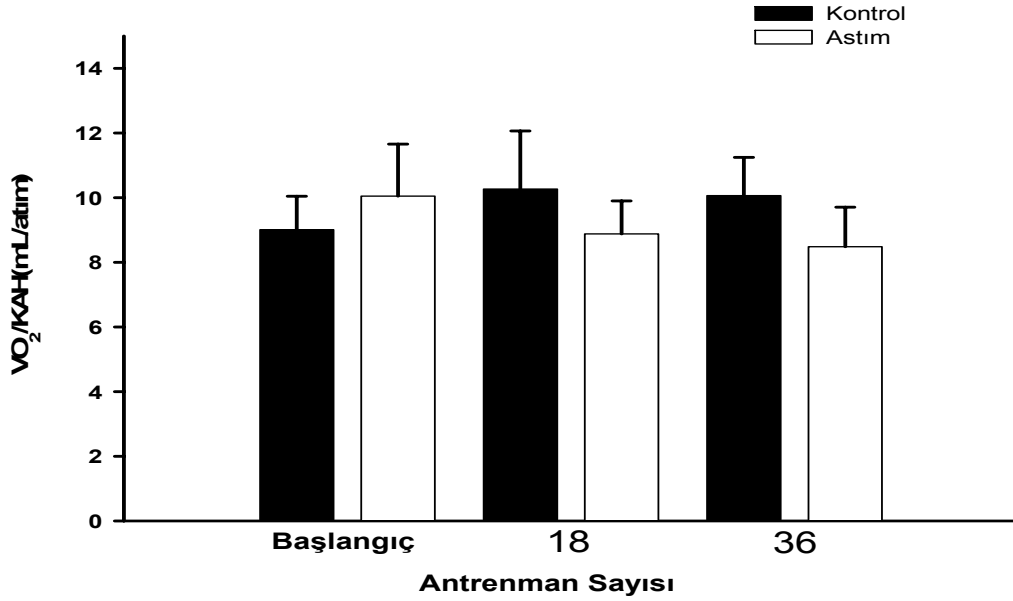
* : KE başlangıç değerine göre istatistiksel anlamlı farklılık ($p<0.05$), #: AE başlangıç değerine göre istatistiksel anlamlı farklılık ($p<0.05$)

	KONTROL			ASTIM		
	Başlangıç	18. Antrenman	36. Antrenman	Başlangıç	18. Antrenman	36. Antrenman
KAH (atım/dak)	195,43 ±2,40 (n=7)	201,17 ±2,32 (n=6)	199,40 ±2,34 (n=5)	199,38 ±2,43 (n=9)	202,11 ±1,87 (n=9)	202,63 ±2,48 (n=8)
VO₂/KAH	9,01 ±1,03 (n=5)	9,96 ±1,43 (n=5)	10,40 ±1,05 (n=5)	10,048 ±1,609 (n=8)	8,92 ±0,88 (n=8)	8,54 ±1,05 (n=6)
VD (mL)	243,29 ±22,47 (n=7)	293,43 ±37,03* (n=7)	273,60 ±46,47 (n=5)	219,00 ±17,67 (n=9)	245,00 ±25,41 (n=9)	291,50 ±46,29# (n=8)
VD/Vt	0,22 ±0,01 (n=7)	0,24 ±0,04 (n=7)	0,22 ±0,01 (n=5)	0,21 ±0,01 (n=9)	0,22 ±0,01 (n=9)	0,27 ±0,04 (n=8)

Antrenmanlara bağlı olarak incelendiğinde AE grubunda kalp atım hızının arttığı ve buna bağlı olarak O₂ nabzının azaldığı tespit edildi. KE grubunda ise O₂ nabzındaki artışının çalışma sonuna kadar devam etmesine rağmen kalp atım hızının 18. antrenmanda arttığı ve antrenman programı sonrasında azaldığı görüldü. Maksimal kalp atım hızı ve maksimal O₂ nabzında çalışmanın herhangi bir döneminde ve KE ile AE grupları arasında istatistiksel anlamlı farklılık saptanmadı.

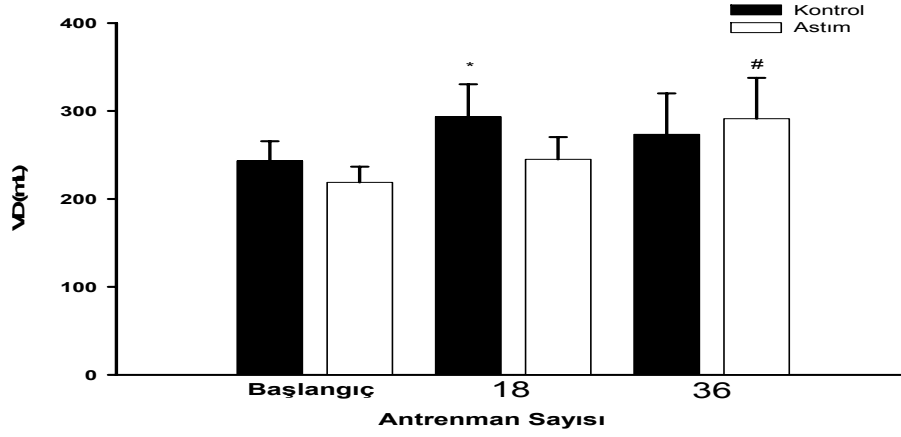


Şekil 4.15. Çalışmanın başlangıcında, ortasında ve sonunda yapılan kardiyopulmoner egzersiz testi sırasında elde edilen maksimal kalp atım hızı değeri

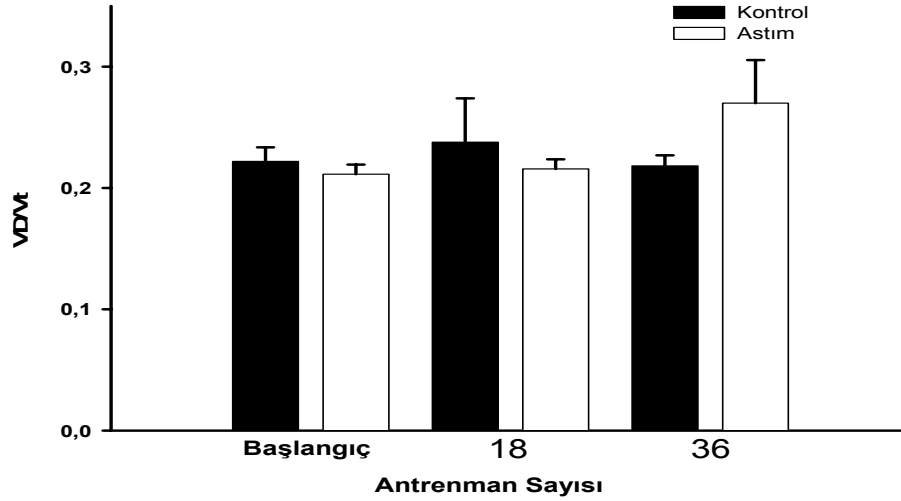


Şekil 4.16. Çalışmanın başlangıcında, ortasında ve sonunda yapılan kardiyopulmoner egzersiz testi sırasında elde edilen oksijen nabızı değeri

Egzersiz testinde ulaşılan maksimal ölü boşluk hacmi (VD) ile ilgili değişimler KE egzersiz grubunda başlangıca göre önce artma ve sonra da azalma ($243,29 \pm 22,47$, $293,43 \pm 37,03$ ve $273,6 \pm 46,47$ sırasıyla başlangıç, 18. antrenman ve antrenman programı sonu), AE grubunda ise bu durum sürekli artış şeklinde ($219 \pm 17,67$, $245 \pm 25,41$ ve $291,5 \pm 46,29$ sırasıyla başlangıç, 18. antrenman ve antrenman programı sonu) görülmektedir (Şekil 4.17). KE grubundaki artmanın görüldüğü 18. antrenman dönemi ile başlangıç arasında, bunun yanında AE grubunda ise antrenman programı sonrası ile başlangıç değeri arasında istatistiksel anlamlı farklılık bulundu ($p < 0.05$). Antrenmanlara bağlı olarak görülen değişim gruplar arasında herhangi bir dönemde istatistiksel anlamlı farklılık olarak bulunmadı. Ölü boşluğun soluk hacmine oranı hem KE grubunda hem de AE grubunda dalgalanma göstermekle birlikte grup içinde ve gruplar arasında istatistiksel anlamlı farklılık çalışmanın herhangi bir döneminde görülmedi (Şekil 4.18).



Şekil 4.17. Çalışmanın başlangıcında, ortasında ve sonunda yapılan kardiyopulmoner egzersiz testi sırasında elde edilen maksimal ölü boşluk hacmi
*: KE başlangıca göre istatistiksel anlamlı farklılık ($p<0.05$), #: AE başlangıca göre istatistiksel anlamlı farklılık



Şekil 4.18. Çalışmanın başlangıcında, ortasında ve sonunda yapılan kardiyopulmoner egzersiz testi sırasında elde edilen maksimal ölü boşluk hacminin maksimal soluk hacmine oranı

4.8. Solunum fonksiyon testi zorlu vital kapasite manevrasına ait değişkenler

Çalışmamızda zorlu vital kapasite (FVC) manevrası antrenman programından önce, 18. antrenman ve antrenman programı sonunda yapılan kardiyopulmoner egzersiz testlerinin öncesinde ve kardiyopulmoner egzersiz testini takip eden 3., 5., 7., 10., 15. dakikalarda ölçüldü. FVC manevrasına ait değişkenler FVC, FEV₁, PEF, FEV₁/FVC, FEF₂₅₋₇₅, MEF₇₅, MEF₅₀ ve MEF₂₅ istatistiksel analizlerde kullanılmak üzere kayıt

edildi. Belirtilen değişkenlere ait başlangıç;çizelge 4.6, 18. antrenman sonu;çizelge 4.7 ve antrenman programı sonrasına ait değerler çizelge 4.8'de verilmiştir.

Çizelge 4.6. Zorlu vital kapasite değişkenlerinin (FVC, FEV₁, PEF, FEV₁/FVC, FEF₂₅₋₇₅, MEF₇₅, MEF₅₀ ve MEF₂₅) antrenman periyodu öncesine ait başlangıç değerleri *: KE egzersiz testi öncesine göre, #: AE egzersiz testi öncesine göre, & gruplar arasında istatistiksel anlamlı farklılığı göstermektedir (p<0.05).

	KONTROL (n=7)						ASTİM (n=9)					
	Egzersiz Öncesi	3 Dakika	5 Dakika	7 Dakika	10 Dakika	15 Dakika	Egzersiz Öncesi	3 Dakika	5 Dakika	7 Dakika	10 Dakika	15 Dakika
FVC (L)	2,687 ±0,240	2,633 ±0,248*	2,546 ±0,247*	2,583 ±0,258*	2,551 ±0,232*	2,581 ±0,244*	2,386 ±0,111	2,248 ±0,118 [#]	2,234 ±0,113 [#]	2,227 ±0,127 [#]	2,290 ±0,119	2,274 ±0,099 [#]
FEV₁ (L)	2,283 ±0,166	2,184 ±0,177	2,223 ±0,201	2,226 ±0,180	2,213 ±0,175	2,210 ±0,176	1,922 ±0,092	1,679 ±0,097 ^{#&}	1,716 ±0,094 ^{#&}	1,734 ±0,098 ^{#&}	1,789 ±0,105	1,801 ±0,093 [#]
PEF (L/sn)	4,411 ±0,345	4,476 ±0,343	4,466 ±0,307	4,231* ±0,296	4,376 ±0,294	4,356 ±0,304	4,147 ±0,265	3,540 ±0,226 [#]	3,758 ±0,268	3,739 ±0,255	3,716 ±0,223 [#]	3,783 ±0,262
FEV₁/FVC (%)	85,61 ±1,57	83,729 ±1,798	87,800 ±1,672	87,171 ±1,998	87,429 ±1,944	86,271 ±1,476	81,078 ±2,938	75,3 ±3,621 [#]	77,233 ±3,358	78,589 ±3,545	78,611 ±3,198	79,422 ±2,887
FEF₂₅₋₇₅ (L/sn)	2,434 ±0,1135	2,286 ±0,184	2,387 ±0,191	2,409 ±0,141	2,366 ±0,144	2,377 ±0,126	1,962 ±0,187	1,482 ±0,165 ^{#&}	1,56 ±0,170 ^{#&}	1,631 ±0,179 ^{#&}	1,702 ±0,179 ^{#&}	1,748 ±0,175 ^{&}
MEF₇₅ (L/sn)	3,9114 ±0,232	3,890 ±0,251	3,934 ±0,239	3,870 ±0,238	3,957 ±0,234	3,893 ±0,194	3,583 ±0,331	2,904 ±0,276 ^{#&}	2,986 ±0,265 ^{&}	2,997 ±0,275 ^{&}	3,132 ±0,270 ^{&}	3,203 ±0,268 ^{&}
MEF₅₀ (L/sn)	2,691 ±0,130	2,369 ±0,171	2,557 ±0,198	2,619 ±0,172	2,569 ±0,153*	2,546 ±0,139*	2,224 ±0,223	1,661 ±0,195 ^{#&}	1,754 ±0,191 ^{#&}	1,849 ±0,203 ^{#&}	1,886 ±0,190 ^{#&}	2,011 ±0,199
MEF₂₅ (L/sn)	1,351 ±0,074	1,209 ±0,094	1,430 ±0,143	1,393 ±0,080	1,360 ±0,099	1,370 ±0,094	0,993 ±0,096 ^{&}	0,766 ±0,090 ^{#&}	0,806 ±0,102 ^{#&}	0,858 ±0,109 ^{&}	0,889 ±0,108 ^{&}	0,928 ±0,103 ^{&}

Cizelge 4.7. Zorlu vital kapasite değişkenlerinin (FVC, FEV₁, PEF, FEV₁/FVC, FEF₂₅₋₇₅, MEF₇₅, MEF₅₀ ve MEF₂₅) 18. antrenmana ait değerleri *: KE egzersiz testi öncesine göre, #: AE egzersiz testi öncesine göre, & : gruplar arasında istatistiksel anlamlı farklılığı göstermektedir (p<0.05).

	KONTROL (n=7)						ASTIM (n=9)					
	Egzersiz Öncesi	3 Dakika	5 Dakika	7 Dakika	10 Dakika	15 Dakika	Egzersiz Öncesi	3 Dakika	5 Dakika	7 Dakika	10 Dakika	15 Dakika
FVC (L)	2,739 ±0,229	2,617 ±0,258*	2,679 ±0,269	2,671 ±0,258	2,697 ±0,241	2,680 ±0,234	2,407 ±0,138	2,252 ±0,127 [#]	2,314 ±0,126	2,366 ±0,126	2,390 ±0,145	2,421 ±0,123
FEV1 (L)	2,307 ±0,150	2,183 ±0,194	2,247 ±0,179	2,270 ±0,178	2,279 ±0,164	2,289 ±0,160	1,974 ±0,113	1,744 ±0,118 [#]	1,779 ±0,114 [#]	1,829 ±0,113	1,871 ±0,116	1,919 ±0,100
PEF (L/sn)	4,721 ±0,207	4,534 ±0,242	4,560 ±0,224	4,580 ±0,208*	4,581 ±0,201	4,689 ±0,189	4,708 ±0,369	4,091 ±0,298 [#]	4,183 ±0,315 [#]	4,301 ±0,371 [#]	4,561 ±0,441	4,479 ±0,364 [#]
FEV₁/FVC (%)	85,614 ±2,517	84,00 ±1,429	85,60 ±2,091	86,029 ±2,591	85,257 ±2,136	86,286 ±1,955	82,478 ±2,583	78,089 ±4,381	77,678 ±4,521	78,067 ±4,265	79,133 ±3,766	79,967 ±3,499
FEF₂₅₋₇₅ (L/sn)	2,379 ±0,115	2,261 ±0,171	2,426 ±0,158	2,357 ±0,154	2,327 ±0,137	2,414 ±0,142	1,974 ±0,161	1,697 ±0,205	1,686 ±0,208 ^{#&}	1,763 ±0,209	1,827 ±0,197	1,887 ±0,185
MEF₇₅ (L/sn)	3,973 ±0,188	3,680 ±0,233	3,893 ±0,234	3,833 ±0,215	3,823 ±0,177*	3,907 ±0,195	3,594 ±0,302	3,100 ±0,322 [#]	3,180 ±0,308	3,184 ±0,320 [#]	3,366 ±0,302	3,443 ±0,308
MEF₅₀ (L/sn)	2,571 ±0,113	2,457 ±0,187	2,577 ±0,154	2,524 ±0,170	2,526 ±0,149	2,594 ±0,150	2,217 ±0,187	1,883 ±0,216	1,864 ±0,218 ^{#&}	1,989 ±0,230	2,038 ±0,216	2,086 ±0,205
MEF₂₅ (L/sn)	1,376 ±0,085	1,360 ±0,118	1,433 ±0,125	1,416 ±0,134	1,317 ±0,095*	1,409 ±0,115	1,023 ±0,098 ^{&}	0,893 ±0,124 ^{&}	0,902 ±0,132 ^{&}	0,901 ±0,117 ^{&}	0,999 ±0,145	0,988 ±0,103 ^{&}

Çizelge 4.8. Zorlu vital kapasite değişkenlerinin (FVC, FEV₁, PEF, FEV₁/FVC, FEF₂₅₋₇₅, MEF₇₅, MEF₅₀ ve MEF₂₅) antrenman periyodu sonrasında ait değerleri *: KE egzersiz testi öncesine göre, #: AE egzersiz testi öncesine göre istatistiksel anlamlı farklılığı göstermektedir (p<0.05).

	KONTROL (n=5)						ASTİM (n=8)					
	Egzersiz Öncesi	3 Dakika	5 Dakika	7 Dakika	10 Dakika	15 Dakika	Egzersiz Öncesi	3 Dakika	5 Dakika	7 Dakika	10 Dakika	15 Dakika
FVC (L)	2,70 ±0,3	2,53 ±0,29*	2,59 ±0,31	2,56 ±0,31*	2,62 ±0,28	2,65 ±0,27	2,35 ±0,14	2,21 ±0,12	2,27 ±0,1	2,32 ±0,12	2,26 ±0,11	2,31 ±0,12
FEV1 (L)	2,29 ±0,25	2,23 ±0,25*	2,24 ±0,25	2,25 ±0,25	2,25 ±0,24	2,27 ±0,23	1,98 ±0,11	1,74 ±0,14 [#]	1,81 ±0,14 [#]	1,88 ±0,13	1,86 ±0,11 [#]	1,92 ±0,11
PEF (L/sn)	4,79 ±0,27	4,55 ±0,25*	4,81 ±0,22	4,48 ±0,25	4,83 ±0,20	4,8 ±0,2	4,74 ±0,38	4,34 ±0,45 [#]	4,33 ±0,39	4,54 ±0,39	4,53 ±0,38	4,67 ±0,40
FEV₁/FVC (%)	85,34 ±1,15	88,34 ±2,43	87,1 ±2,18	88,54 ±2,85	86,02 ±1,51	85,52 ±1,27	84,54 ±2,74	78,99 ±4,37 [#]	79,78 ±4,88	81,01 ±4,34	82,91 ±4,33	83,36 ±4,0
FEF₂₅₋₇₅ (L/sn)	2,40 ±0,26	2,41 ±0,29*	2,5 ±0,27	2,47 ±0,28	2,40 ±0,28	2,41 ±0,26	2,1 ±0,19	1,75 ±0,23 [#]	1,8 ±0,28	1,86 ±0,25	2,0 ±0,28	2,06 ±0,27
MEF₇₅ (L/sn)	3,94 ±0,29	3,73 ±0,26*	3,86 ±0,28	3,86 ±0,28	3,89 ±0,32	3,83 ±0,26	3,75 ±0,35	3,18 ±0,34 [#]	3,25 ±0,34 [#]	3,37 ±0,38	3,54 ±0,4	3,66 ±0,43
MEF₅₀ (L/sn)	2,57 ±0,32	2,54 ±0,31	2,66 ±0,28	2,62 ±0,32	2,6 ±0,32	2,59 ±0,29	2,32 ±0,2	1,89 ±0,25 [#]	2,01 ±0,29	2,05 ±0,26	2,18 ±0,28	2,28 ±0,29
MEF₂₅ (L/sn)	1,36 ±0,14	1,54 ±0,26	1,49 ±0,17	1,52 ±0,19	1,33 ±0,15	1,36 ±0,14	1,22 ±0,11	0,96 ±0,15	1,01 ±0,19	1,01 ±0,16	1,14 ±0,22	1,15 ±0,18

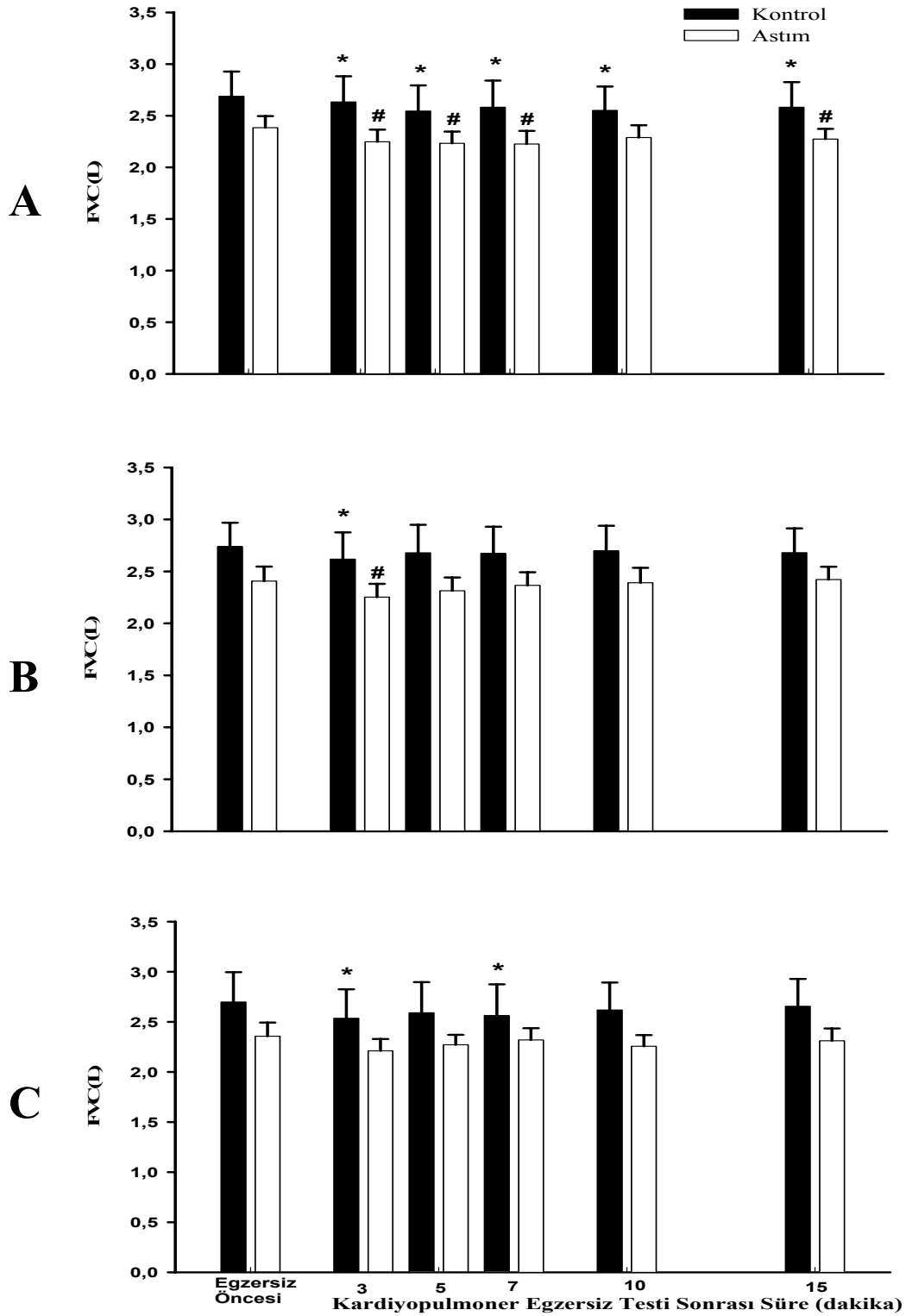
4.8.1. Zorlu vital kapasite hacmi (FVC)

FVC manevrasının sonunda expire edilen en büyük hava hacmini gösteren zorlu vital kapasite, başlangıç kardiyopulmoner egzersiz testinde egzersiz öncesine göre KE grubunda test sonrası tüm zamanlarda, AE grubunda ise 10. dakika dışında istatistiksel anlamlı farklılık saptandı ($p<0.05$). Antrenman programının ilerleyen haftalarında egzersiz öncesi ile sonrası normale dönme süresinin hızlandığı ve istatistiksel anlamlılığın 7. dakikadan sonra ortadan kalktığı görüldü. Özellikle AE grubunda antrenman programı sonrasında herhangi bir zamanda istatistiksel anlamlı farklılık tespit edilmedi (Şekil 19.A-B-C). Öte yandan kardiyopulmoner egzersiz testi öncesi FVC değerleri başlangıça göre artmış (başlangıç $2,69 \pm 0,24$ L ve $2,39 \pm 0,11$ L, 18.antrenman $2,74 \pm 0,23$ L ve $2,41 \pm 0,14$ L antrenman programı sonrası ise $2,70 \pm 0,3$ ve $2,35 \pm 0,14$ L sırasıyla KE, AE) olmasına rağmen, her iki grup arasında yapılan değerlendirmede çalışma boyunca herhangi bir istatistiksel anlamlı farklılık görülmedi.

4.8.2. Zorlu vital kapasitenin 1. saniye hacmi (FEV₁)

Havayolları ile ilgili değerlendirmelerde obstrüksiyonu değerlendirmek amacıyla en yaygın kullanılan değerlerden bir tanesi olan FEV₁ astımda havayolu direnç artışına bağlı olarak kardiyopulmoner egzersiz testi sonrasında astım yanıtı olarak beklenen düşüşlerin çalışma süresince meydana geldiği görülmektedir (şekil 4.20. A, B, C). AE grubunda çalışmanın başlangıcında kardiyopulmoner egzersiz testi sonrasında egzersiz öncesine göre 15. dakikaya kadar istatistiksel anlamlı farklılık devam ederken, bu durum 18. antrenmanda 3. ile 5. dakikada ve antrenman programı sonunda ise 3., 5. ve 10. dakikalarda devam ettiği belirlendi. KE grubunda bu düşüş sadece antrenman programı sonrası kardiyopulmoner egzersiz testi öncesine göre 3. dakikada görüldü ($p<0.05$). Astımlı çocukların sedanter yaşamlarının bir sonucu olarak başlangıçta 3., 5. ve 7. dakikalarda gruplar arasında istatistiksel anlamlı farklılık tespit edilirken ($p<0.05$), bu durumun çalışmanın ilerleyen haftalarında ortadan kalktığı görülmektedir (Şekil 4.20.A-B-C).

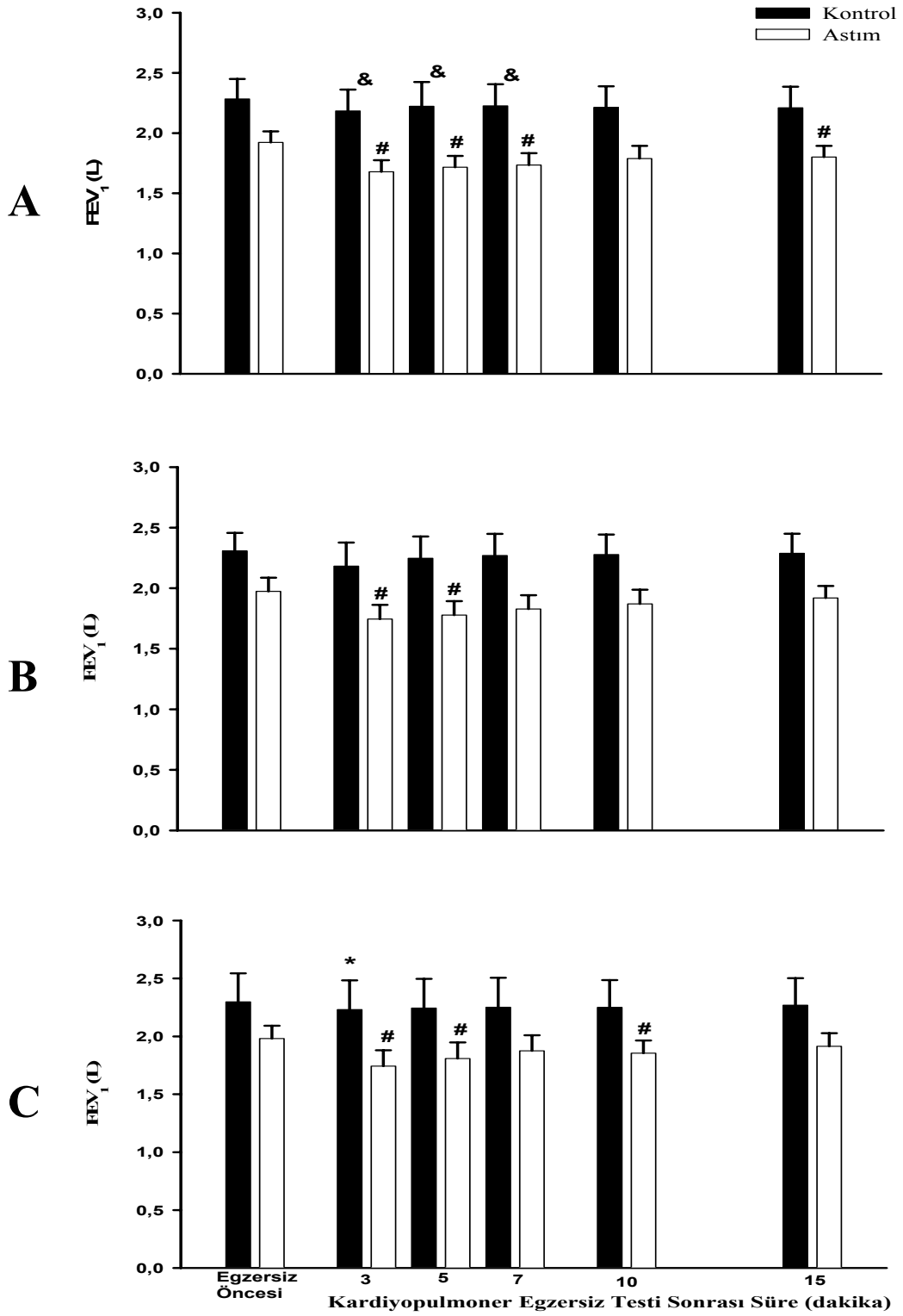
Zorlu Vital Kapasite (FVC)



Şekil 4.19. A= Başlangıç, B= 18. Antrenman, C= 36. Antrenman FVC değerlerini göstermektedir

*: KE egzersiz testi öncesine göre, #: AE egzersiz testi öncesine göre istatistiksel anlamlı farklılığı göstermektedir ($p < 0.05$).

Zorlu Vital Kapasitenin 1. Saniyesi (FEV₁)



Şekil 4.20. A= Başlangıç, B= 18. Antrenman, C= 36. Antrenman FEV₁ değerlerini göstermektedir *: KE egzersiz testi öncesine göre, #: AE egzersiz testi öncesine göre, & : gruplar arasında istatistiksel anlamlı farklılığı göstermektedir (p<0.05).

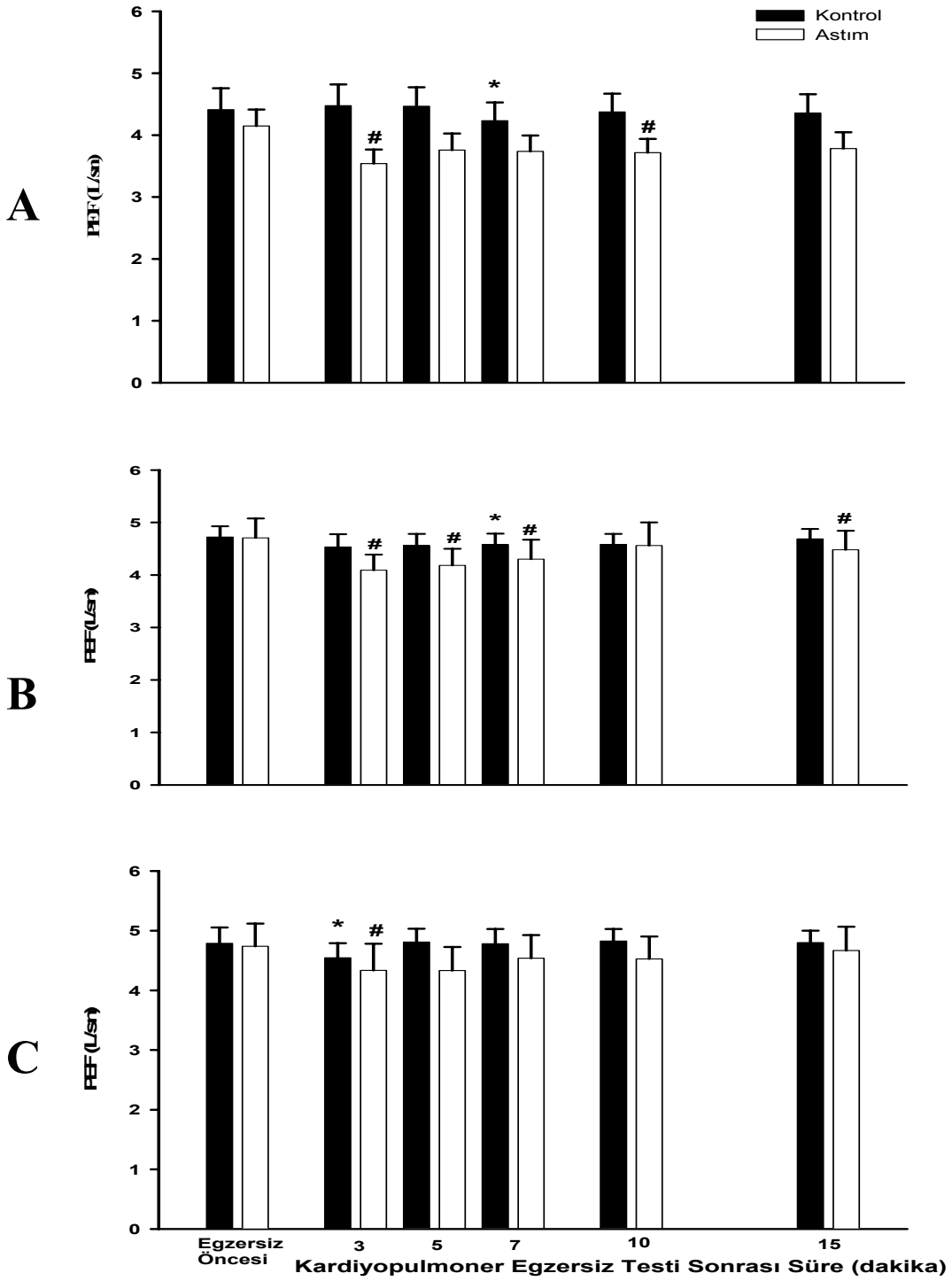
4.8.3. Pik ekspiratuar akım (PEF)

Kardiyopulmoner egzersiz testi öncesinde ölçülen PEF değeri başlangıç, 18. antrenman ve antrenman programı sonunda antrenmanlara bağlı olarak artış gösterdi. Bu artış KE grubunda başlangıç $4,41 \pm 0,34$ L/sn, 18. antrenman sonunda $4,72 \pm 0,20$ L/sn ve antrenman programı sonunda ise $4,79 \pm 0,27$ L/sn olarak tespit edildi. AE grubunda başlangıç $4,14 \pm 0,26$ L/sn, 18. antrenmandan sonra $4,7 \pm 0,36$ L/sn ve antrenman programı sonrasında da $4,74 \pm 0,38$ L/sn olarak tespit edildi. KE grubunda kardiyopulmoner egzersiz testleri öncesi ile sonrası arasında başlangıçta ve 18. antrenmanda 7. dakika, antrenman programı sonrasında ise 3. dakika da istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptandı ($p < 0.05$). AE grubunda ise PEF değerlerinin başlangıçta 3. ve 10. dakikada, 18. antrenmandan sonra 3., 5., 7. ve 10. dakikalarda, öte yandan antrenman programı sonrasında ise sadece 3. dakikada istatistiksel anlamlı farklılığı gözlenmektedir ($p < 0.05$). Çalışmanın hiçbir döneminde gruplar arasında istatistiksel anlamlı farklılık saptanmadı (Şekil 4.21.A-B-C).

4.8.4. Zorlu vital kapasitenin 1. saniye hacminin/ Zorlu vital kapasite hacmine oranı (FEV₁/FVC)

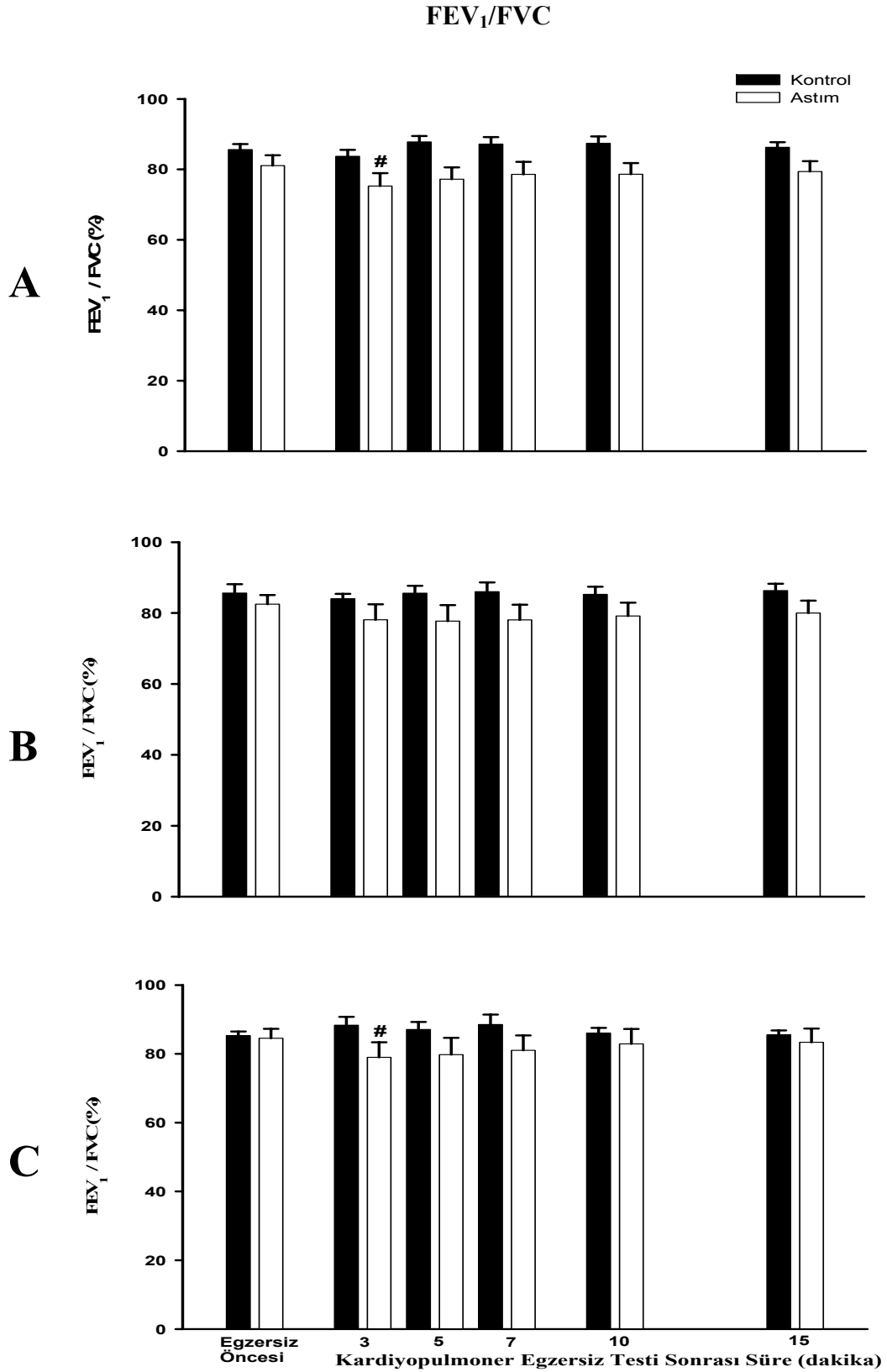
Çalışmanın başında astımlı çocuklarda % 80'e yakın olan FEV₁/FVC değerinin antrenmanlara bağlı olarak sağlıklı çocuklarda beklenen normal değerlere yükseldiği görülmektedir ($81,08 \pm 2,94$, $82,48 \pm 2,58$ ve $84,54 \pm 2,74$ sırasıyla başlangıç, 18. antrenman ve antrenman programı sonrası). Sağlıklı çocuklarda ise bu oran beklenildiği gibi normal sınırlardadır (Şekil 4.22.A-B-C). AE grubunda kardiyopulmoner egzersiz testlerinin egzersiz öncesi ve sonrası değerleri arasında hastalıkları ile uyumlu olarak düşüşler görülmektedir. Ancak bu düşüşün astım tanısı için kritik değer olan % 80'in altına düşmesi final testlerinde 5. dakikadan sonra söz konusu değildir. FEV₁/FVC değerinin başlangıçta ve antrenman programının sonrasında sadece 3. dakikada istatistiksel anlamlı farklılığı saptandı ($p < 0.05$). AE ve KE grupları arasında çalışma süresince istatistiksel anlamlı farklılık saptanmadı (çizelge 4.6,4.7 ve 4.8).

Pik Ekspiratuar Akım (PEF)



Şekil 4.21. A= Başlangıç, B= 18. Antrenman, C= 36. Antrenman pik ekspiratuar akım değerlerini göstermektedir

*: KE egzersiz testi öncesine göre, #: AE egzersiz testi öncesine göre istatistiksel anlamlı farklılığı göstermektedir ($p < 0.05$).



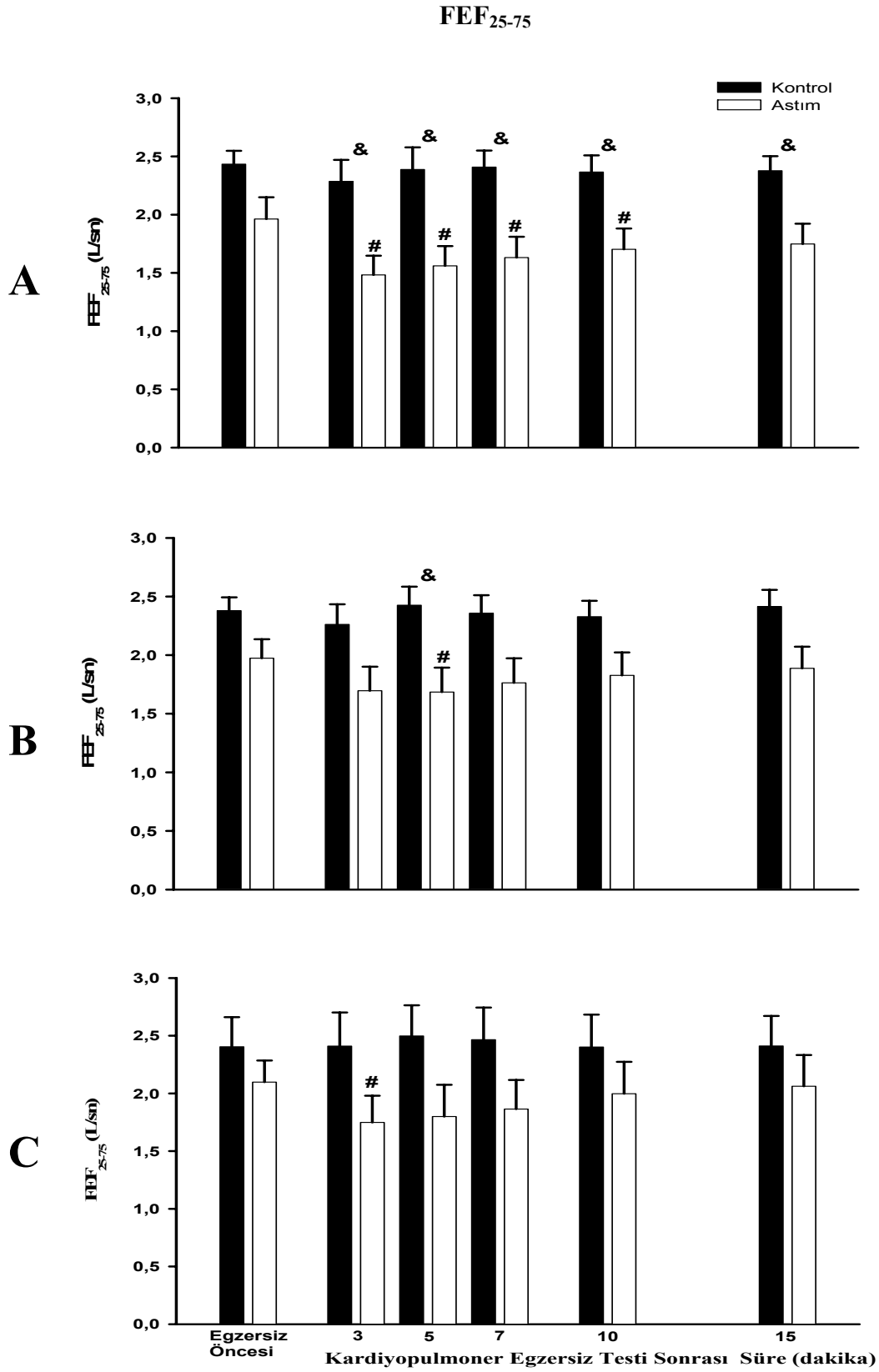
Şekil 4.22. A= Başlangıç, B= 18. Antrenman, C= 36. Antrenman FEV₁/FVC değerlerini göstermektedir #: AE egzersiz testi öncesine göre istatistiksel anlamlı farklılığı göstermektedir (p<0.05).

4.8.5. Zorlu ekspiratuar akımın %25-75 (FEF₂₅₋₇₅)

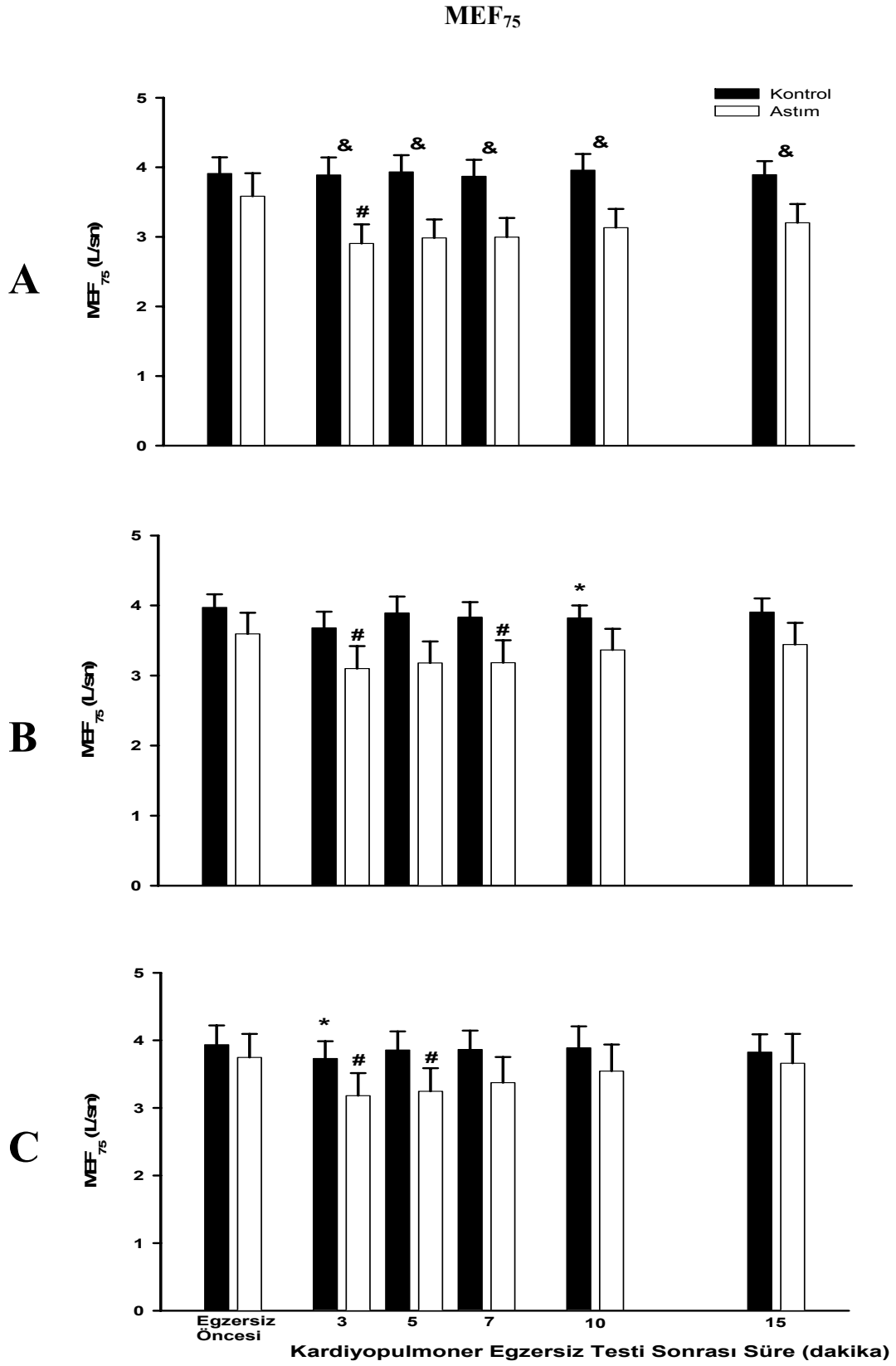
Kardiyopulmoner egzersiz testleri öncesi ve sonrasında yapılan FVC manevrasının küçük havayolları ile ilgili bilgi edinmemize yardımcı olan FEF₂₅₋₇₅ değerinin özellikle astımlı çocuklarda egzersizden daha fazla etkilenmesi çalışmamızda önemli bir bulgu olarak saptanmıştır. KE grubuna ait değerlerde bu değişim egzersiz süresince hiçbir ölçümünde istatistiksel anlamlı farklılık ortaya çıkarmadı. Ancak, AE grubu için başlangıçta 3., 5., 7. ve 10. dakikalardaki düşüşler egzersiz öncesine göre istatistiksel anlamlı farklılık gösterdi ($p<0.05$). 18. antrenmanda 5. dakika ve antrenman programı sonrasında da sadece 3. dakikada istatistiksel anlamlı farklılık gösterdi ($p<0.05$). Her iki grup karşılaştırıldığında başlangıçta egzersiz öncesi hariç egzersiz sonrası değerlerin tamamı istatistiksel olarak farklı bulundu. Bu durum antrenmanlar yardımıyla 18. antrenmanda sadece egzersiz sonrası 5. dakikada ($p<0.05$) devam ederken antrenman programı sonrasında farklılığın tamamen ortadan kalktığı saptandı (Şekil 4.23.A-B-C) (Çizelge 4.6,4.7 ve 4.8).

4.8.6. Maksimal ekspiratuar akımın %75 (MEF₇₅)

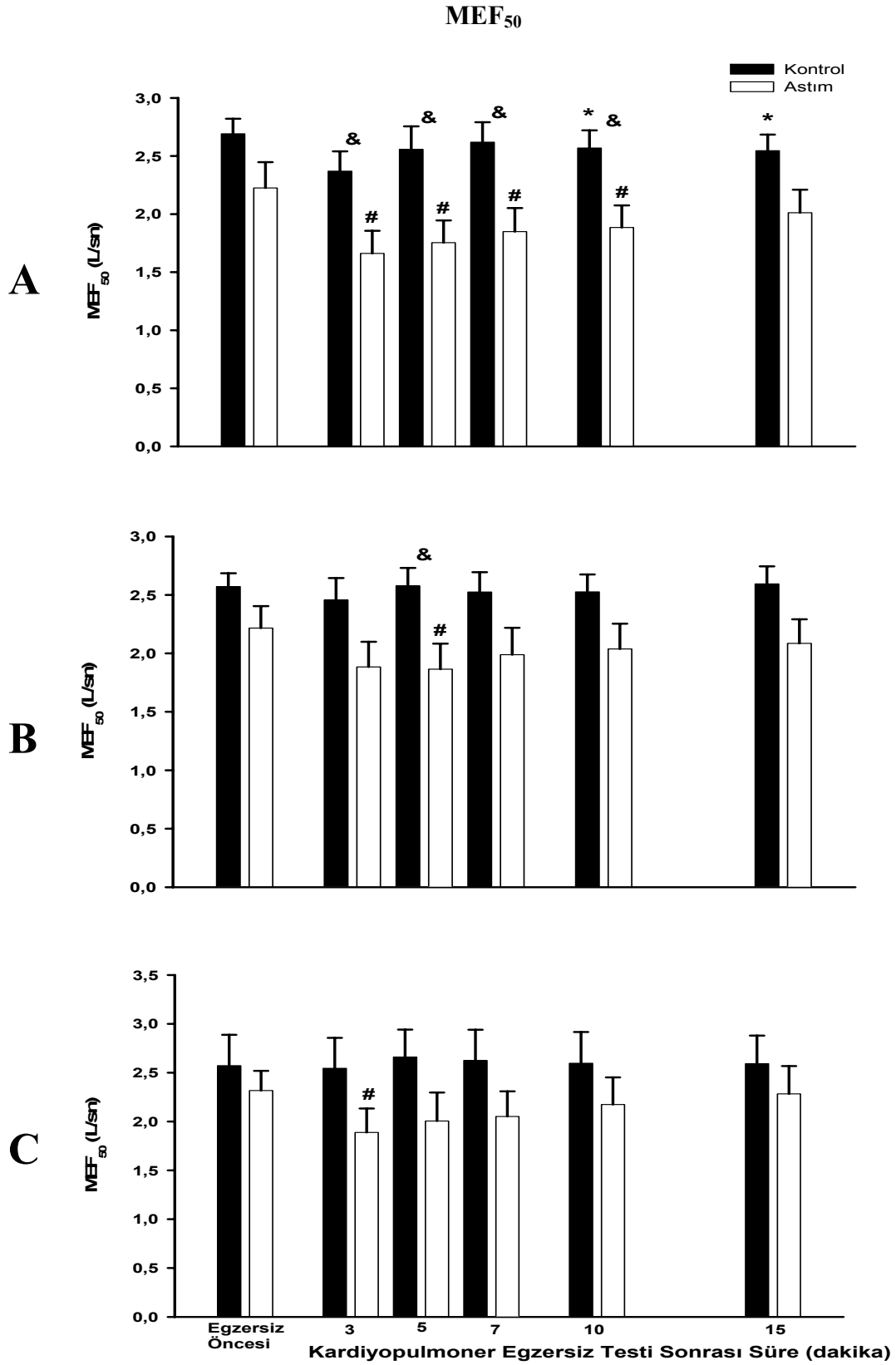
MEF₇₅'te, sağlıklı çocuklarla astımlılar arasında egzersize bağlı olarak hastalığın oluşturduğu etkileri değerlendirmek çalışmamız açısından önem taşımaktadır. KE grubunda başlangıçta herhangi bir anlamlılık yokken, 18. antrenmanda 10. dakikada ve antrenman programı sonrasında 3. dakikada kardiyopulmoner egzersiz testlerinin egzersiz öncesi değerlerine göre istatistiksel anlamlı farklılık saptandı ($p<0.05$). AE grubunda ise başlangıçta sadece 3. dakika, 18. antrenmanda 3. dakika ve 7. dakika, antrenman programı sonunda da 3. ve 5. dakika değerleri egzersiz öncesinden istatistiksel olarak anlamlı farklılık gösterdi ($p<0.05$). Şekil 4.24.A-B-C'de de görüldüğü üzere antrenman programına bağlı olarak başlangıçta gruplar arası farklılık 3., 5., 7., 10. ve 15. dakikalarda istatistiksel olarak anlamlı iken ($p<0.05$) 18. antrenman ve antrenman programı sonunda bu farklılığın ortadan kalktığı saptandı (Çizelge 4.6,4.7 ve 4.8).



Şekil.4.23. A= Başlangıç, B= 18. Antrenman, C= 36. Antrenman FEF₂₅₋₇₅ değerleri göstermektedir *: KE egzersiz testi öncesine göre, #: AE egzersiz testi öncesine göre, & : gruplar arasında istatistiksel anlamlı farklılığı göstermektedir (p<0.05).



Şekil 4.24. A= Başlangıç, B= 18. Antrenman, C= 36. Antrenman MEF₇₅ değerlerini göstermektedir *: KE egzersiz testi öncesine göre, #: AE egzersiz testi öncesine göre, & : gruplar arasında istatistiksel anlamlı farklılığı göstermektedir (p<0.05).



Şekil 4.25. A= Başlangıç, B= 18. Antrenman, C= 36. Antrenman MEF₅₀ değerlerini göstermektedir *: KE egzersiz testi öncesine göre, #: AE egzersiz testi öncesine göre, & : gruplar arasında istatistiksel anlamlı farklılığı göstermektedir (p<0.05).

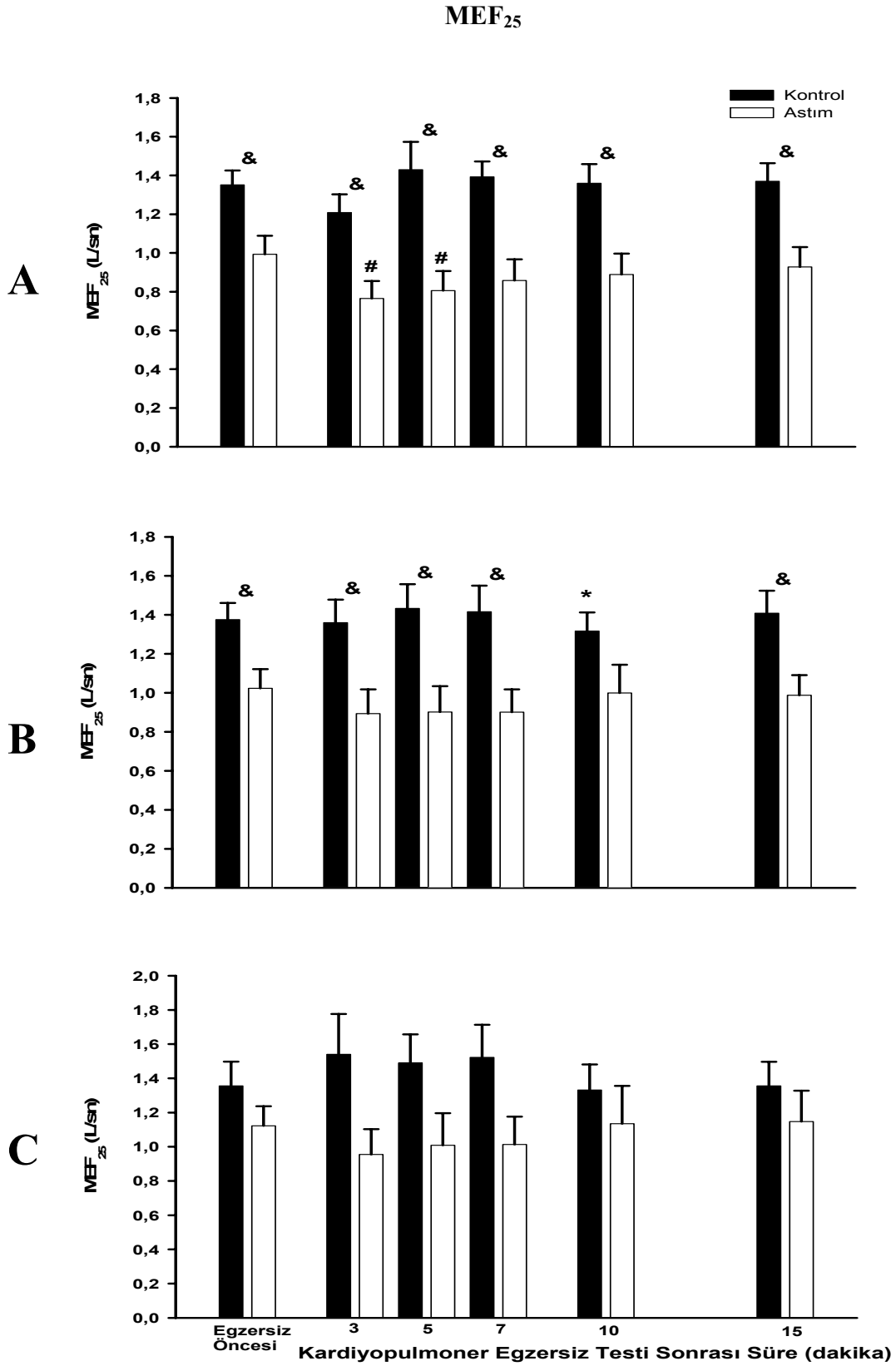
4.8.7. Maksimal ekspiratuar akımın %50 (MEF₅₀)

Astımlılarda egzersize bağlı olarak hastalığın oluşturduğu etkileri değerlendirmede çalışmamız açısından bir diğer önemli değişken MEF₅₀ değeridir. MEF₅₀ değeri KE grubunda tüm çalışma boyunca sadece başlangıçta egzersiz sonrası 10. ve 15. dakikada egzersiz öncesine göre istatistiksel olarak anlamlılık gösterdi ($p<0.05$). AE grubunda meydana gelen egzersizden etkilenme süresinin değişimi antrenmanların etkisiyle başlangıçta 10. dakikaya kadar olan istatistiksel anlamlı farklılığın, 18. antrenmanda sadece 5. dakikada ve antrenman programı sonrasında da 3. dakikada meydana geldiği gözlemlendi. Gruplar arasındaki farklılık ise başlangıçta egzersiz sonrası 10. dakikaya kadar devam ederken 18. antrenmanda sadece 5. dakikada istatistiksel olarak anlamlılık saptandı ($p<0.05$). En belirgin değişim antrenman programı sonrasında gruplar arası istatistiksel anlamlı farkın ortadan kalkması ve astımlı çocukların sağlıklı yaşlılarıyla neredeyse benzer özellikler ortaya koymasındadır (4.25.A-B-C).

4.8.8. Maksimal ekspiratuar akımın %25 (MEF₂₅)

Başlangıçta AE grubunda egzersiz testi öncesi ile 3. ve 5. dakika MEF₂₅ değerleri arasında istatistiksel anlamlı farklılık ($p<0.05$) varken, KE’de herhangi bir fark bulunmadı. 18. antrenmanda istatistiksel farklılık yön değiştirerek KE grubunda egzersiz öncesi ile sonrası 10. dakika değeri arasında anlamlı fark bulunurken ($p<0.05$), AE’de başlangıçta görülen farkın ortadan kalktığı şekil 4.26.B’de görülmektedir. Başlangıçta tüm ölçüm zamanı değerleri gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermektedir ($p<0.05$). Çalışmanın ilerleyen aşamalarında, 18. antrenmanda egzersiz sonrası 10. dakika dışında istatistiksel farklılığın devam ettiği ($p<0.05$) ve antrenman programı sonrasında bu farklılığın tamamen ortadan kalktığı şekil 4.26.A-B-C’de görülmektedir.

Çalışmanın bütünü göz önüne alındığında KE ile AE grupları arasında başlangıçta saptanan ve azalmakla birlikte 18. antrenmanda da devam eden istatistiksel anlamlı farklılığın 3 aylık antrenman programı sonrasında tüm değişkenlerde tamamıyla ortadan kalktığı belirlendi.



Şekil 4.26. A= Başlangıç, B= 18. Antrenman, C= 36. Antrenman MEF₂₅ değerlerini göstermektedir *: KE egzersiz testi öncesine göre, #: AE egzersiz testi öncesine göre, & : gruplar arasında istatistiksel anlamlı farklılığı göstermektedir (p<0.05).

5. TARTIŞMA

Sunulan çalışmanın en önemli bulgusu, hafif astımlı çocuklara yaptırılan düzenli aerobik egzersizin, kontrollü bir yoğunlukta yaptırılması durumunda hastalığın astımı düşündüren bozulmuş solunum fonksiyon değerlerinde, anlamlı bir düzelmeye neden olacağına gösterilmesidir. Büyük bir çoğunluğu, hastalıkları açısından sorun oluşturabilir korkusu nedeniyle herhangi bir fiziksel aktiviteden uzak tutulmuş olan çocukların fizik kapasitelerinin de akranları sağlıklı çocuklarla aynı seviyeye getirilebilecek olması çalışmanın önemli bir diğer sonucudur.

Çalışmanın başlangıcında değerlendirmeye alınan çocukların ilk ölçümlerinde, egzersiz testinden önceki SFT sonuçları ile egzersiz testinden sonraki solunum fonksiyon test sonuçları kontrol gurubuna oranla göstermiş olduğu düşüş istatistiksel anlamlı farklılık göstermiştir. Yapılan çalışmanın tümünde olduğu gibi, astımlı çocukların değerlendirmeye alındığı ilk test sırasında da, testin gerçekleştirildiği ortamın nem ve sıcaklığının sabit olması, beraberinde maksimal dakika ventilasyon değerleri arasında da herhangi bir istatistiksel farklılığın gözlenmemesi, ayrıca astımlı çocuklarda görülen düşük solunum fonksiyon test değerleri hastalığın varlığını işaret etmesi açısından önemlidir. Konuyla ilgili literatür irdelendiğinde, astımlı hastalarının hava yollarının, sağlıklı bireylere oranla daha duyarlı olduğunun gösterilmiş olması^{1,4,9,40,44,55}, söz konusu fenomenin bizim araştırmamıza katılan hasta gurubu için de geçerli olduğunun göstergesidir.

Maksimal performans testi sırasında ulaşılan dakika ventilasyon hacmi, test öncesi maksimal istemli ventilasyon değerleri ile karşılaştırıldığında astımlı çocukların daha kısıtlı bir kapasiteye sahip olduğu ortaya çıkmaktadır. Özellikle 18. antrenman sonrası maksimal dakika ventilasyon hacminde görülen yaklaşık % 10 oranındaki artma çocukların akciğer ventilasyonunu daha rahat gerçekleştirdiklerinin bir göstergesidir. Astım hastalığında hava yollarında görülen obstrüksiyon nedeniyle nefes alıp vermenin zorluğu, bunun sonucunda da maksimal istemli ventilasyon kapasitesinin normal değer olan % 80 oranından daha fazla zorlanamaması, bu hastalığın kardiopulmoner egzersiz testi sırasında derecelendirilmesinde kullanılan

önemli bir kriterdir^{38,56}. Öte yandan benzer oranda değişikliklerin kontrol gurubunda da görülmüş olması, düzenli antrenmanın sağlıklı çocuklarda da benzer etkiyi yarattığının bir ifadesi olarak yorumlanabilir. Nitekim konuyla ilgili olarak yapılan çalışmalarda, hava yolları normal olan bireylerde, bu artışın ventilatuar kas gurubunun güçlenmesi ile ilişkili olabileceği belirtilmiştir⁴⁸. Bu gelişmenin kontrol gurubunda kendisini antrenman programından sonra göstermiş olması, ayrıca astım grubundaki çocuklarda, solunum fonksiyon değerlerinin düzelmesine karşın gelişim göstermemiş olmasının nedenini elimizdeki verilerin ışığı altında açıklamak mümkün olamamaktadır.

Astımlı ve sağlıklı çocuklar arasında görülen önemli farklılıklardan bir tanesi de performans testi sırasında ölçülen soluk hacminin egzersizin başladığı andan itibaren daha düşük olduğunun belirlenmiş olmasıdır. Fیزیopatolojisi tartışılırken de irdelendiği üzere, astım hava yollarında daralmayla seyreden, ancak inflamatuar sürecin tüm akciğeri etkileyebildiği bir hastalıktır^{35,39,40,41}. Bu noktadan hareketle, hastaların solunum işine sağlıklı bireyler kadar kolay uyum gösterememesi hastalığın doğal bir sonucu olarak da yorumlanabilir. Nitekim soluk hacminin her iki grupta da antrenman periyodu sonrası değişmemiş olması, akciğerlerin histolojik yapısında egzersizin önemli bir etkisinin olamayacağına göstergesi olabilir. Buna karşın astımlı çocuklarda inspiratuar kapasitenin soluk hacmi ile uyumlu olarak daha düşük bulunması (istatistiksel olarak anlamlı bulunmakla beraber maksimal değerler % 22-17 oranında daha düşük bulunmuştur, denek sayısının artırılması önemlidir), ventilatuar işi gerçekleştirebilmede karşılaşılan bir zorluğun işaretçisi olabilir⁵⁷.

Astım hastalığının, ekspiratuar süreci intratorasik basınçtaki artmaya ikincil olarak hava yollarında daralma görülmesi sonucu zorlaştırdığı bilinmektedir²⁸. Antrenman periyodunun 18. antrenman değerinde istatistiksel olarak anlamlı olmakla beraber, tüm egzersiz testleri sonrasında inspirasyon zamanının toplam soluk süresine oranla astımlı çocuklarda, sağlıklı akranları ile karşılaştırıldıklarında daha düşük bulunması, ekpirasyon süresindeki bir uzamanın göstergesidir. Nitekim bu değerlerin antrenmandan bağımsız olarak sürekli düşük kalması ve kontrol değerlerine yaklaşmamış olması yaptırılan egzersizin bireyin ekspirasyon süresinde kısaltmaya neden olmadığını göstermesi açısından önemlidir. Ayrıca antrenman periyodu

sonrası hem istirahat hem de kardiyopulmoner egzersiz testi sonrası yapılan zorlu vital kapasite ölçümlerinde astımlı bireylerle sağlıklı bireyler arasındaki farkın ortadan kalkması, hava yolu açısından olumlu bir gelişmenin göstergesi olarak yorumlanabilmektedir. Ancak bu olumlu değişikliğe karşın egzersiz sırasında kaydedilen maksimal ventilasyon anındaki ekspirasyon süresinin uzun kalması bireylerin zorlu ve yüksek hacimli solumaları sırasında akciğer mekaniğinin halen normal bireyler gibi olmayabileceğinin işaretçisi olabilir. Nitekim statik akciğer hacim ölçümlerinden farklı olarak akciğerlerin dinamik çalışması sırasında yapılan değerlendirmelerde, rheolojik özellikleri ve hava akış dinamiğinde farklılıklar nedeniyle sapmalar gösterebileceği belirlenmiştir^{27,41}. Yaklaşık 5 yıllık astım anamnezi olan çocuklar, her ne kadar çalışmaya alındıkları dönemde hafif astım tanısı ile takip ediliyor olsalar da, bu hastalıktan hangi ölçüde etkilendikleri konusunda bir yorum mümkün görülmemekte ve daha ayrıntılı çalışmaların gerçekleştirilmesi gerekmektedir.

5.1. Egzersiz sırasında metabolik değişimler

Çocukların egzersiz sırasında kullanabildikleri maksimal oksijen miktarının kg başına normalize edilmiş değerleri karşılaştırıldığında astım hastalarının sedanter hayatın bir sonucu olarak daha düşük bir kapasiteye sahip oldukları gözlenmiştir^{5,6,7,8,11}. Her iki guruba da yaptırılan antrenmanın oksijen alımını arttırdığı, bu artışın ise astımlı çocuklarda istatistiksel olarak anlamlı tespit edilmesi, yaptırılan egzersizin aerobik metabolizmayı olumlu etkilediğinin göstergesi olabilir. Nitekim yapılan araştırmalarda da 3 aylık antrenmanın aerobik kapasiteyi, çalışmamızda bulunan oranlarda olumlu etkileyeceği gösterilmiştir^{6,7,11,22,48,50,58}. Aerobik kapasitenin irdelendiği araştırmalarda, maksimal oksijen alımını, kardiovasküler, solunum ve iskelet kas istemi arasındaki düzenin belirleyeceği tartışılmaktadır^{6,54,63}. Bireyin maksimal egzersiz sırasında kullanabileceği oksijen miktarı, dokulara taşınan oksijen ile dokulara difüze olan oksijenin birbirleri üzerindeki etkisi ile belirlenir⁴⁷. Hem kontrol hem de astımlı gurubunu oluşturan çocukların performans testi sırasında ventilasyon-perfüzyon oranının göstergesi olan ölü boşluk – soluk hacmi oranının istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemesi,

akciğerlerin metabolizma hızını kısıtlayıcı etkilerinin birbirlerinden farklılık göstermediğinin işaretçisi olabilir. Buna karşın kalp atım sayısının da egzersiz sonunda maksimum beklenen değerlere yaklaşmış olması en azından inotropik performansın yetersizliği gibi bir kısıtlamanın söz konusu olmadığını göstermesi açısından önemlidir. Buna karşın her bir nabızda kullanılan oksijen miktarında değişikliğin olmaması da kardiovasküler sistemin fizik kapasite nedeniyle ciddi bir sorun oluşturmayacağını belirtisi olabilir. Bu durumda oksijen kullanabilme kapasitesindeki artma, doku düzeyinde oksijenin difüzyonu sonrası aşamaların gelişimi ile açıklanabilir. Nitekim aerobik egzersiz sonrası kapillarizasyonun gelişmesine bağlı olarak oksijen difüzyonu için gereken yüzey alanının artması oksijen taşınımını artıran mekanizmalardan bir tanesidir^{11,49,53,61,63}. Aerobik egzersiz sonrası iskelet kas yapısı içindeki mitokondirilerin sayı ve hacminde meydana gelen olası artma da oksijen tüketimini hızlandırıcı bir unsur olarak değerlendirilebilir^{53,63}. Öte yandan oksidatif fosforilasyon ve krebs döngüsünde yer alan enzimlerin aktivite ve miktarında oluşacak gelişme oksijen kullanımını hızlandıran unsurlardan bir başkası olarak yorumlanabilir^{49,53,61,63}. Bunlara ek olarak yavaş kasılan oksidatif kas liflerinin oranında meydana gelen olası değişiklik de aerobik antrenmanın bir sonucu olarak kabul edilebilir^{22,48,50,53,63}. Astımlı çocukların maksimal oksijen alımında meydana gelen istatistiksel olarak anlamlı artış, bu hastaların vücudunda söz konusu değişikliklerin bir ya da birkaç tanesinin ortaya çıktığı gösteren önemli bir bulgudur.

Sağlıklı çocukların da maksimal oksijen alım değerinin istatistiksel olarak anlamlılık göstermese de arttığının belirlenmesi, bu çocuklarda da beklenen yönde bazı değişikliklerin oluştuğunun göstergesi olabilir. Öte yandan form durumu iyi olan bireylerle, tamamen sedanter yaşayan bir bireyin, egzersiz programına verdikleri yanıtta birbirlerinden farklı olabilmektedir. Sedanter yaşayan bireylerin sportif aktivitelere başlaması durumunda form durumlarında hızlı bir gelişmenin olacağı daha önceki çalışmalarda gösterilmiştir^{22,48,49,50}. Öte yandan bu form artışının antrenman süresinin tümünde doğrusal olarak artış göstermeyeceği, belirli bir noktadan itibaren artış hızının yavaşlayacağı ve hatta gerekli yüklemeye ya da antrenman programı düzenlemelerinin yapılmaması durumunda artışında duracağı belirtilmektedir^{59,63}. Bu noktadan hareketle, form durumu astımlı çocuklara oranla iyi

olan sağlıklı çocukların, hasta ve hareketsiz çocuklara oranla daha az gelişim göstermiş olmasının nedeni olabilir.

Aerobik kapasitenin geliştirilmesine yönelik yaptırılan antrenman türlerinin de gelişim üzerine etkin olduğu bilinmektedir^{59,60,63}. Her ne kadar bütün çocuklara egzersizin tüm aşamalarında görece sabit yükleme yapılmış olmakla beraber, egzersizin şiddeti sağlıklı çocuklar için, sedanter yaşayan astımlı akranlarına oranla daha düşük kalmış olabilir. Bu durumda metabolizmanın gelişmesini tetikleyecek sinyalinde sağlıklı bireyler için daha düşük algılanmış olması, istatistiksel olarak herhangi bir farklılığın görülmemesini açıklayacak bulgulardan bir tanesi olarak tartışılabilir⁶³.

Aerobik kapasitenin gelişmesinin bir başka göstergesi de antrenmanlar sırasında çocukların görece aynı yüklemeye daha uzun mesafe koşarak yanıt vermesidir^{7,9,49,56,57,58,59}(Şekil 4.12). Rutin uygulanan koşu antrenmanları sonrasında kaydedilen nabız değerlerinin antrenman programı öncesi ile sonrasında istatistiksel herhangi bir farklılığı göstermemesi, bu görüşü destekler niteliktedir. Kalp atım hızının düzenlenmesi ile bilgiler değerlendirildiğinde, kan gazlarında meydana gelen değişikliklerden, kan pH'sına kadar çok sayıda etken sorumlu tutulmuş olmakla beraber, kalp atım hızının çalışmalar sırasında sabit kalması, antrenmanlar sırasında homeostazın önemli değişim göstermediğini düşündürmektedir (Şekil 3.1.). Dolayısıyla çocuklar aynı denge koşulunda egzersizi daha yüksek bir tempoda sürdürebilmiş, sonucunda da istatistiksel olarak anlamlılık gösterecek şekilde daha uzun bir mesafeyi kat edebilmişlerdir. Buna ek olarak egzersiz sırasında dakika kalp atım hızının hep aynı seviyede tutulmuş olması ve ventilasyonda meydana gelen değişikliklerin bu kalp atım hızı aralığında doğrusal olması nedeniyle, metabolizma yanında solunum sisteminin de istenilen düzeyde zorlandığının bir göstergesi olarak kabul edilebilir (Şekil 2.13). Nitekim bu çalışmanın öncesinde egzersiz şiddetinin maksimal ventilatuar kapasitenin % 40 – 60 aralığında sabit tutulması amaçlanmıştır. Öte yandan 6 antrenmanlık periyotlarla tekrarlanan ayrıntılı egzersiz değerlendirmelerinde çocuklardaki gelişmenin nesnel olarak ifadesi mümkün olmuş, bu sayede egzersizin şiddeti, çocukların fizik kapasitelerine göre ayrıntılı olarak her aşamada yeniden gözden geçirilmiştir. Bu değerlendirmelerin ışığı altında,

çalışmaya katılan bireylerin arzulanılan şiddette egzersizlerini tamamladığından emin olundu.

5.2. Solunum Fonksiyonlarının Değerlendirilmesi

İstirahat koşullarında yapılan zorlu vital kapasite testi sırasında, her iki grup için zorlu vital kapasite değerleri istatistiksel olarak anlamlı bir fark göstermedi. Öte yandan antrenman programı öncesi ve sonrası değerler birbirleri ile karşılaştırıldığında yine herhangi bir anlamlı farklılık ortaya çıkmadı. Buna karşın antrenman programından önce yapılan ilk kardiopulmoner egzersiz testinde her iki grupta da FVC değerlerinin başlangıç değerlerine oranla anlamlı ölçüde azaldığı tespit edildi. Bu aslında bireylerin 6 saniyelik ekspirasyon süresi zarfında ekspirasyonlarını egzersiz öncesine oranla daha az yapabildiklerinin bir göstergesi olabilir. Nitekim, egzersize bağlı astım fizyopatolojisinde tartışılan ve hiperventilasyona bağlı hava yolu kuruması ve soğuması gibi etkenlerin her iki grup içinde söz konusu olması, hava yollarında obstrüksiyon ile seyreden bir tablonun ifadesi olabilir^{1,45,64,65,66}. Öte yandan bu kapasitenin astımlı bireylerde daha düşük bulunması, benzer uyarılara astımlı bireylerin daha duyarlı olması ile açıklanabilir. Bu duyarlılığın nedeni enflamatuvar süreçte yol alan ara basamakların aşırı uyarılabilmesi yanında, nöral entegrasyonun hassasiyetinden de kaynaklanabilir. Ayrıca, düzenli aerobik egzersize bağlı olarak zorlu vital kapasite değerlerinin astımlı ve kontrol gurubunu oluşturan bireylerde egzersiz sonrası azalmasının ortadan kalkması, egzersizin beklenen bir etkisidir.

Amerikan Toraks Derneği tarafından ileri sürülen ve astım tanısının altın standartlarından bir tanesi olarak belirlenen FEV₁ değerinin astımlı bireylerde kontrol gurubunu oluşturan çocuklara oranla egzersiz öncesinde istatistiksel olarak anlamlı olmamakla beraber daha düşük bulunması hasta çocuklarda büyük hava yollarında bir problemin varlığının işaretçisi olarak yorumlanabilir. Ayrıca bu değer kontrol grubundan anlamlı olarak farklı bulunmaması, astımlı çocukların hastalığının şiddetinin düşük olması ile açıklanabilir. Nitekim yine büyük hava yollarındaki obstrüksiyonları değerlendirmede kullanılan pik ekspiratuvar akım hızlarında astımlı bireylerde antrenman programına başlamadan önce istatistiksel

olarak anlamlı olmamakla beraber düşük bulunmuştur. Her iki değişken de büyük hava yolunun obstrüksiyonu hakkında fikir veren önemli değişkenlerdir^{29,34,35}. Astımlı bireylerde FEV₁ egzersiz testinden sonra egzersiz öncesi değerlerine oranla anlamlı olarak azalması ve bu değişikliğin kontrol grubu ile arasında anlamlı farklılık gözlenmesi de astımlı bireylerde egzersizin hava yollarını etkileyen olumsuz bir uyaran olduğunu göstermektedir^{1,29,66}. Buna karşın FEV₁'de tutarlı olarak görülen bu azalma, PEF için söz konusu olmamasıdır.

FEV₁ tanımı gereği ekspirasyonun birinci saniyesinde çıkarılan hava hacmini ifade etmektedir²⁹. Buna karşın PEF ekspirasyon manevrasının ilk anında ekspire edilen havanın oluşturduğu akım hızına karşılık gelmektedir²⁹. Büyük hava yollarında daralmanın olduğu durumlarda bu iki değişken aynı oranda etkilenmesi beklenirken, FEV₁'in daha belirgin olarak etkilenmiş olması, çalışmaya katılan astımlı çocuklarda olumsuz koşulların büyük hava yollarından öte daha küçük hava yollarını etkilemesinin söz konusu olabileceğinin işaretçisidir. Buna karşın yaptırılan düzenli antrenman sonrası, FEV₁ değerleri astımlı çocuklarda 18. ve 36. antrenmanlardan sonrada yaklaşık 10 dakika süre ile başlangıç değerlerine oranla düşüş göstermesi ve bu düşüşün anlamlı olması, hava yolu hiperreaktivitesinin devam ettiğini göstermektedir. Ancak kontrol gurubu ile arasındaki farkın istatistiksel anlamlılığının kaybolması, bu hiperreaktivitenin şiddetindeki azalmaya işaret etmektedir. Benzer koşullar pik ekspiratuvar akım değerleri içinde geçerli olup, bu değişkene ait düzelmenin FEV₁'e kıyasla daha belirgin olduğu göze çarpmaktadır. Özellikle antrenman programından sonra astımlılarda yapılan ölçümlerde PEF'in sadece egzersiz sonrası 3. dakikada başlangıç aşamasına göre anlamlı olarak azalması ve diğer bütün değerlerin başlangıç ile her iki grup arasında farklılık göstermemesi, düzenli aerobik egzersizin olumlu etkileri arasında sayılabilir. Bu bulgularımızın konuyla ilgili diğer çalışmalarla da uyumlu olduğu da görülmektedir^{5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15}.

Astım tanısında kullanılan bir diğer önemli değişken de FEV₁'in zorlu vital kapasiteye oranıdır. Bu değer % 80'nin altına inmesinin, astım açısından önemli bir tanısal değer taşıdığı daha önce yapılan çalışmalarda gösterilmiştir^{35,38,40,67}. Çalışmamızda hem % 80 oranı hem de başlangıç oranına göre azalmanın istatistiksel

olarak anlamı aranmıştır. Nitekim astımlı çocuklara ait bu oran antrenman dönemi başlamadan yapılan kontrol ölçümünde (% 81,078 ± 2,938) bulunmuşken, egzersiz sonrası 15 dakikalık süre içinde belirlenen sınır olan % 80 değerinin altında kalmıştır. Bu düşüş hava yollarında meydana gelen obstrüksiyona bağlı olarak ekspirasyonun sağlıklı olmadığının bir göstergesi olması açısından önemlidir. Buna karşın 36. antrenman sonrası kardiyopulmoner egzersiz testini takiben, bu oranda sadece 3. dakikada anlamlı bir azalmanın görülmesi ve bunu izleyen 5. dakika ölçümünde normal değeri yakalaması ve 15 dakikada ise başlangıç değerine kadar toparlaması düzenli egzersizin olumlu etkisinin göstergesidir^{5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15}.

Büyük hava yollarında görülen bu değişikliklere ek olarak özellikle çocuklarda küçük hava yollarının da değerlendirilmesinin önemi büyüktür^{10,32,33,34}. Çalışmamızda küçük hava yollarına ait solunum fonksiyon değerlerinin astımlı çocuklarda kontrol grubuna oranla daha düşük bulunması ve bu farklılığın büyük hava yolu değerlerine göre daha belirgin azalması, astım hastalığını değerlendirmede bu verinin de ayrıca irdelenmesi gerekliliğini ortaya çıkarmıştır. Nitekim küçük hava yolları değişkenlerinin önemi konuyla ilgili daha önce yapılmış çalışmalarda vurgulanmış olmakla beraber Amerikan Toraks Derneği, bu değişkeni aşırı varyasyon göstermesi nedeniyle standart olarak kabul etmemektedir^{34,35}. Kontrol grubu ile karşılaştırıldığında astımlı çocuklarda ortalama ekspiratuvar akım hızlarında görülen azalmanın daha belirgin olması ve yine bu azalmanın ekspirasyonun son evresinde en belirgin düzeyine ulaşması, küçük hava yollarının ekspirasyon manevrası sırasında aşırı efora bağlı olarak erken kapanmasının ifadesi olabilir^{27,28}. Öte yandan büyük hava yollarına oranla küçük hava yolları hakkında bilgi veren değişkenlerdeki belirgin düşüş, astım hastalığının değerlendirilmesinde özellikle küçük hava yollarının da gerekliliğine işaret etmektedir^{10,32,33,34}. Buna karşın aynı değişkene ait veriler 36 antrenman sonrasında kontrol grubu ile karşılaştırıldığında istatistiksel farkın ortadan kalkması, büyük hava yollarında görülen gelişme ile paralel olarak, egzersiz sonrası bir iyileşmenin söz konusu olduğunu göstermesi açısından önemlidir.

Egzersize bağlı olarak meydana gelen astım hastalığı, egzersizi izleyen 15 dakika içinde obstrüksiyonun başladığı, devamında da belirli bir süre sonra

kendiliğinden normale döndüğü bir hastalık olarak tanımlanmaktadır. Ancak bu hastalığın önemli bir özelliği de egzersiz sonrası yaklaşık 4 saatlik süre içinde ikinci bir astım atağına neden olamayacak şekilde, yanıtsız bir dönemin yaşanıyor olmasıdır. Konuyla ilgili çalışmalar irdelendiğinde, olayı tetikleyen olası etkenler tanımlanmış olmakla beraber, bireyler arasındaki farklılığa neden olan esas belirleyicinin ne olduğu kesinlikle anlaşılabilmiş değildir¹. Literatürlerdeki verilerin ışığı altında tek bir etkeni bütün tablodan sorumlu tutmanın da doğru yanıtı bulmada yeterli olamayacağı anlaşılmaktadır¹.

Buna karşın, bronkokonstrüksiyon ister nöral, ister alerjen kaynaklı olarak başlasın, her iki yolakta da mast hücrelerinin degranülasyonu, salgılanan bazı kemotaktik ajanlar, beraberinde gelişen enflamatuar yanıt ve vazodilatasyon sorumlu tutulmaktadır^{1,66}. Bu karmaşık reaksiyon dizilerinden hangisinin ya da hangilerinin düzenli egzersizden etkilendiği ve sonrasında oluşabilecek reaksiyonların azalmaya başladığı tam olarak aydınlatılabilmemiş bir konu değildir. Elimizdeki bu soruya doğrudan yanıt oluşturabilecek bir veri bulunmamakla beraber, olası mekanizmalar arasında egzersizin immünomodülatör etkisi, immün sistemin duyarlılığında meydana gelen değişiklikler ya da pulmoner damar yatağını oluşturan dokuların ortamda artan mediatörlere verdiği yanıtta meydana gelen değişiklikler araştırılması gereken konu başlıklarını oluşturmaktadır. Bu noktalarla ilgili herhangi bir sonuca varabilmek için daha ayrıntılı çalışmaların yapılmasına gerek vardır.

SONUÇLAR

1. Hafif persistan ve intermitant astımı olan çocuklara düzenli olarak yaptırılan ve maksimal kapasitelerini % 50 oranında zorlayan aerobik egzersizin aerobik kapasitede artışa neden olduğu gösterilmiştir.
2. Bu artışın bir sonucu olarak sedanter yaşamı seçmiş olan çocukların sağlıklı akranları gibi fiziksel aktiviteye katılabilmelerinin mümkün olabildiği.
3. Bunun yanında astıma ait solunum fonksiyon test bulguları hafif düzeyde de olsa devam eden çocukların kontrol grubu ile arasındaki fark 3 aylık antrenman dönemi sonrasında istatistiksel anlamlılığın ortadan kalkmasına neden olacak şekilde azalmıştır.
4. Öte yandan küçük hava yollarının değerlendirilmesi sonucunda, büyük hava yollarına oranla daha ciddi bozuklukların varlığı tespit edilmiş, buna karşın düzenli egzersiz sonrası bu patolojik bulgularda da düzelmelerin olduğu tespit edilmiştir.
5. Küçük hava yollarında tespit edilen bozuklukların, büyük hava yolu değerlerinin anormallik göstermediği koşullarda da düşük çıkması, bu yöndeki laboratuvar çalışmalarının gerekliliğini de ortaya koymaktadır.
6. Elimizdeki verilerin ışığı altında gözlenen değişikliğin fizyopatolojik mekanizmadaki açıklamasını yapmak mümkün olamamaktadır.
7. Egzersiz gibi ekonomik ve kolay uygulanabilen yardımcı bir tedavi yönteminin astım hastalığındaki yerinin daha iyi anlaşılabilmesi için, konuyla ilgili daha ayrıntılı çalışmaların yapılmasına gerek vardır.

KAYNAKLAR

1. **McFadden ER.** *Exercise Induced Asthma.* Marcel Dekker Inc. **1999.**
2. **Mellinger-Birdsong A K, Powell K E, Iastridis T, Bason J.** *Prevalance and Impact of asthma in children, Georgia, 2000.* Am J Prev Med. **2003**;24;3.
3. **Toraks Kitapları. Solunum Sistemi İnfeksiyonları .** Toraks Derneği Yayınları 3. Ekim, **2001.**
4. **McFadden ER.** *Exercise performance in the asthmatic.* Am Rev Respir Dis. **1984**;129:584–7.
5. **Worsnop CJ.** *Asthma and Physical Activity.* Chest. **2003**;124(2):421–2.
6. **Ram FSF, Robinson SM, Black NP.** *Effect of Physical training in asthma: a systemic review.* Br J Sports Med. **2000**;34:162-167.
7. **Halltrand TS, Bates PW, Schoene RB.** *Aerobic conditioning in mild asthma decreases the hypernea of exercise and improves exercise and ventilatory capacity.* Chest, **2000**; 118:1460-69
8. **Pianosi PT, Davis HT.** *Determinants of physical fitness in children with asthma.* Pediatrics. **2004**;113(3).
9. **Haas F, Pasierski S, Levine N, Bishop M, Axen K, Pineda H, Haas A.** *Effect of aerobic training on forced expiratory airflow in exercising asthmatic humans.* J Appl Physiol. **1987**;63(3):1230-1235.
10. **Fithc KD, Blitvich JD, Morton AR.** *The effects of running training on exercise-induced asthma.* Annals of Allergy. **1986**;90-94.
11. **Varray AL, Mercier JG, Terral CM, Prefaut CG.** *Individualized aerobic and high intensity training for asthmatic children in an exercise readaptation program.* Chest. **1991**; 99(3).

12. **Bungaard A, Ingemann-Hansen T, Halkjaer-Kristensen J, Schmidt A, Bloch I, Andersen PK.** *Short term physical training in bronhhial asthma.* Chest. **1983**;77:147-152.
13. **Başaran S, Ergen N, Güler-Uysal F, Bingöl G, Erdemoğlu D, Adaş Ü, Altıntaş D.** *The effects of physical exercise on aerobic capacity and lung function in children with asthma.* 1st Pediatric Res & Allergy meeting. Valencia,İspanya-**2002**.
14. **Cochrane LM, Clark CJ.** *Benefits and problems of physical training programme for asthmatic patients.* Thorax. **1990**; 45:345-51.
15. **Matsumoto I, Araki H, Tsuda K, Odajima H, Nishima S, Higaki Y, Tanaka H, Tanaka Mand Shindo M.** *Effects of swimming training on aerobic capacity and exercise induced bronchoconstriction in children with bronchial asthma.* Thorax. **1999**;54:196–201.
16. **Weisberger MC, Guill M,Weisberger JM, Butler H.***Benefits of swimming in asthma:Effect of a session of swimming lesons on symptoms and PFTs with review of the literature.* Journal of Asthma. **2003**;40(5):453-61.
17. **Voy RO.** *The U.S. Olympic Commitee experience with exercise-induced bronchospasm, 1984.* Med Sci Sports Exerc. **1984**:18;328-30.
18. **Ganong WF.** *Tıbbi Fizyoloji.* 20.baskı. Nobel Tıp Kitabevi. Ankara. **2002**.
19. **Astrand PO. Rodahl K.** *Text book of work physiology.* 2nd ed. McGraw-Hill Book Company. USA.**1977**.
20. **Basset R B, Howley E T.** *Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance training.* Medicine & Science in Sports & Exercise. **2000**.
21. **Murray RK, Granner DK, Mayes PA, Rodwell VW.** *Harper's Biochemistry 21st Edition.* Appleton&Lange. **1988**.

22. **McArdle W D, Katch F I, Katch V L.** *Essentials of Exercise Physiolog.* 2nd.Ed., The United States of America: Lippincott Williams and Wilkins. **2000.**
23. **Erdogan S, Kurdak SS, Ergen N, Dogan A.** *The effect of L-(+)-lactate on tension development and excitability in in vitro rat diaphragm muscle.* J Sports Med Phys Fitness. **2002;** 42(4): 418-424.
24. **Hogan MC, Gladden LB, Kurdak SS, Poole DC.** *Increased [lactate] in working dog muscle reduces tension development independent of pH.* Med. Sci. Sp. Exerc. **1995;** 27: 317-377
25. **Poole DC, Gladden LB, Kurdak SS, Hogan MC.** *L-(+)-lactate infusion into working dog gastrocnemius: no evidence lactate per se mediates VO₂ slow component.* J Appl Physiol. **1994;** 76: 787 - 792.
26. **Gladden LB, Crawford RE, Webster MJ.** *Effect of lactate concentration and metabolic rate on net lactate uptake by canine skeletal muscle.* J Appl Physiol. **1994;** 266:1095-1101
27. **Crystal GR, West JB, Weibel ER, Barnes PJ.** *The Lung 2nd edition.* Lippincott-Raven. **1997.**
28. **West J.** *Solumun Fizyolojisi Temelleri.* 4.baskı.
29. **Ruppel L G.** *Manuel of pulmonary function testing.* 17th ed. Mosby Inc. USA. **1998.**
30. **Guyton A C, John E H.** *Tıbbi Fizyoloji. 10. edisyon.* London: W. B. Saunders Company, **1987.**
31. **<http://www.spirxpert.com>**
32. **Alberts M, Ferris C M, Brooks S M, Goldman A L.** *The FEF₂₅₋₇₅ and the clinical diagnosis of asthma.* Annals of Allergy **1994** (73).

33. **Goldberg S, Springer C, Avital A, Godfrey S, Bar-Yishay E.** *Can peak expiratory flow measurements estimate small airway function in asthmatic children.* Chest:120(2).**2001**
34. **Vijayasekaran D, Subramanyam L, Balachandran A, Shivbalan S O.** *Spirometry in Clinical Practice.* Indian Pediatrics. **2003**;40:626-32.
35. **Lung function testing: selection of reference values and interpretative strategies.** American Thoracic Society. *Am Rev Respir Dis.* **1991**;144:1202-1218.
36. **Fox , Bowers, Foss.** *Beden eğitimi ve sporun Fizyolojik Temelleri.* Bağırğan Yayınevi. 2. Baskı. Ankara. **1999.**
37. **Moirra C Y, Harber P, Biley W, Balmes J, Barnhart S, Hargreave F E, Malo J L, Reed C, Richerson H.** *Guidelines for the evaluation of impairment/disability in patients with asthma.* Am Rev Res Dis. **1993**; 147:1056-61.
38. **Wasserman K, Hansen JE, Sue DY, Casaburi R, Whipp BJ.** *Principles of exercise testing and interpretation.* Lippincott-Williams&Wilkins 3rd edition. **1999.**
39. **Guidelines for the Diagnosis and Management of Asthma NHLBI, 1997.** 3M Pharmaceuticals. **1997.**
40. **Global strategy for asthma management and prevention.** *Global Initiative for Asthma.* **2004.**
41. **Berhman ER, Kliegman RM, Jenson HB.** *Nelson Textbook of pediatrics 16th edition.* WB Saunders Company. **2000.**
42. **Sodeman W A, Sodeman T M.** *Sodeman's Fizyopatoloji.* Türkiye Klinikleri Yayınevi. Ankara. **1985.**

43. **Boulet L P, Becker A, Bérubé D, Beveridge R, Ernst P.** *Canadian asthma consensus report, 1999.* CMAJ, 161:11.
44. **Crapo RO, Casaburi R, Coates AL, et al.** *Guidelines for methacholine and exercise challenge testing-1999.* This official statement of the American Thoracic Society was adopted by the ATS Board of Directors, July 1999. *Am J Respir Crit Care Med.* **2000.**161:309-329.
45. **Mooloney E, O'Sullivan S, Hogan T,Poulter LW, Burke C.***Airway dehydration: A therapeutic target in asthma.* Chest. **2002;**121:1806-11.
46. **Neder JA, Nery LE, Silva AC, Cabral ALB,Fernandes ALG.***Short term effects of aerobic training in the clinical management of moderate to severe asthma in children.* Thorax. 1999;**54:**202-206.
47. **Hogan MC, Roca J, West JB, Wagner PD.** *Dissociation of maximal O₂ uptake from O₂ delivery in canine gastrocnemius in situ.* J Appl Physiol, **1989;** 66: 1219 - 1226.
48. **Wilmore J H, Costil D L.** *Physiology of sport and exercise.* 2nd Ed. The United States of America: Human Kinetics.**1999.**
49. **Wilmore J H.** *Aerobic exercise and endurance.* The physician and Sportsmedicine. **2003;**31:5 May.
50. **Akgün N.** *Egzersiz ve spor Fizyolojisi.* 5. Baskı. Ege Üniversitesi basımevi. İzmir.**1994.**
51. **Saltin B, Astrand PO.** *Maximal oxygen uptake in athletes.* J Appl Physiol. **1967;**23(3): 353-358.
52. **Mcallister RM,Reiter B L, Amann J F, Laughlin M H.***Skeletal muscle biochemical adaptations to exercise training in miniature swine.* J.Appl.Physiol,**1997;** 82(6): 1862-1868.

53. **Stone J, Brannon T, Haddad F, Qin A, Baldwin KM.** *Adaptive responses of hypertrophying skeletal muscle to endurance training.* J Appl Physiol. **1996**;81(2): 665-672.
54. **Obert P, Mandigouts S, Nottin S, Vinet A, N'Guyen LD, Lecoq AM.** *Cardiovascular responses to endurance training in children: effect of gender.* Euro J Clin Invest. **2003**;33:199-208.
55. **Freedman S, Tattersfield AE, Pride NB.** *Changes in lung mechanics during asthma induced by exercise.* J Appl Physiol. **1975**;38(6): 974-982.
56. **Christopher JC, Cochrane LM.** *Assesment of work performance in asthma for determination of cardiorespiratory fitness and training capacity.* Thorax. **1988**;43:745-749.
57. **Santuz P, Baraldi E, Filippone M, Zacchello F.** *Exercise performance in children with asthma: is it different from that of healthy controls?* Eur Respir J. **1997**; 10:1254-1260.
58. **Ahmaidi SB, Varray AL, Savy-Pacaux AM, Prefaut CG.** *Cardiorespiratory fitness evaluation by the shuttle test in asthmatic subjects during aerobic training.* Chest. **1993**; 103(4):1135-41.
59. **Bompa T O.** *Dönemleme, Antrenman Kuramı ve Yöntemi.* Bağırgan Yayınevi. ANKARA. **2003**.
60. **Williams CA, Armstrong A, Powell J.** *Aerobic responses of prepubertal boys to two modes of training.* Br J Sports Med. **2000**: 34; 168-173.
61. **Hollozsy OJ, Coyle AF.** *Adaptations of skeletal muscle to endurance exercise and their metabolic consequences.* J Appl Physiol. **1984**;56(4): 831-838.
62. **Myers J, Walsh D, Sullivan M, Froelicher V.** *Effect of sampling on variability and pletau in oxygen uptake.* J Appl Physiol. **1990**;68(1):404-410.

63. **Baechle TR, Earle R.** Essentials of strenght training and conditioning. Human Kinetics 2nd edition. **2000**.
64. **Gilbert IA, McFadden ER.** *Airway cooling and rewarming, The second reaction sequence in exercise induced asthma.* J Clin Invest. **1992**;90:699-704.
65. **McFadden ER, Pichurko BM, Bouman HF.** *Termal mapping of the airways in humans.* J Appl Physiol. **1985**;58: 564-570.
66. **Carlsen KH.** *Exercise induced asthma in children and adolescents and the relationship to sports.* Pediatr Allergy Immunol. **1998**; 173-180.
67. **Cooper CB, Storer TW. Çeviri editörleri Kayserilioğlu A, Çavuşoğlu H.** Egzersiz Testleri ve Yorumu. Yüce Yayım. İstanbul. **2003**.

EKLER

Ek.1. Bilgilendirme ve Rıza Formu

Bronşial Astımı Olan Çocuklara Yapıtılan Düzenli Egzersizin Aerobik Kapasite Ve Solunum Fonksiyon Testleri Üzerine Etkisi

Sayın Veli ;

Bu çalışma bronşial astımı olan çocuklara yapıtılan düzenli egzersizin aerobik kapasite ve solunum fonksiyon testleri üzerine etkisini değerlendirme esasına dayanır. Üniversitemiz Hastanesinde Pediatrik İmmünoloji-Alerji Bilim Dalı polikliniğine gelen tüm astımlı çocuklar bu çalışmaya katılabileceklerdir. Lütfen açıklamayı okuyunuz, danışmak istediğiniz bir hekim veya kişiye danışınız, Katılmayı kabul edip sonradan vazgeçe de bilirsiniz. Çalışmaya katılmamanız hastanemizde çocuğunuzun daha sonraki takiplerini etkilemeyecektir. Katılıp katılmamakta özgürsünüz.

Alerjik hastalıklar ve astım tüm dünya da artmakta ve başlangıç yaşı küçülmektedir. Bunun nedenleri araştırılırken çevresel faktörler üzerinde durulmaktadır. Bu çalışmada bronşial astımı olan çocuklara yapıtılan düzenli egzersizin aerobik kapasite ve solunum fonksiyon testleri üzerine etkisi ile astım belirtilerinin ilişkisi incelenecektir.

Pediatrik İmmünoloji – Alerji Polikliniğine başvuran astımlı çocuklara;

Dayanıklılık ve VO_{2max} , 12 haftalık antrenman programından önce ve sonra ergospirometre (Quark b^2 – Cosmed T 150 Koşu Bandı) kullanılarak değerlendirilecektir.

Aerobik egzersiz programına başladıktan sonra solunum fonksiyon testleri (Quark b^2) 4'er haftalık aralarla tekrar edilecektir.

Çalışmanın başında ve sonunda hastaların semptom skorları, yaşam kalitesi skoru belirlenecek ve 4'er haftalık aralarla tekrarlanacaktır.

Fizik muayene, tanner gelişim değerlendirmesi, anamnez bilgileri Pediatrik İmmünoloji-Alerji Bilim Dalı tarafından değerlendirilecektir..

İletişim ve ayrıntılı bilgi için **Arş. Gör. Ümüt ADAŞ 0532 457 70 15 ve 338 60 60 / 3631-2** nolu telefonlar kullanılabilir.

Yukarıdaki araştırmadan önce gereken bilgileri aldım, okudum. Bana yazılı ve sözlü açıklamalar yapıldı. Söz konusu araştırmaya kendi rızamla katılmayı kabul ediyorum.

Çocuğun:

Adı soyadı:

Tarih

Adres:

Telefon:

Veli veya vasinin:

Adı soyadı:

Tarih

İmzası:

Telefon:

Adres:

Açıklamaları yapan Doktorun:

Adı soyadı:

Tarih

İmzası:

Telefon:

Adres:

Rıza alma işlemine tanıklık eden kuruluş görevlisinin:

Adı soyadı:

Tarih

İmzası:

Telefon:

Adres:

Ek.2. ASTIM ÇALIŞMASI SFT - ERGOMETRE TEST FORMU

Adı Soyadı:

Tarih:

Düzenli antrenman süresi:

Uygulanacak test ve protokol adı: Koşu Bandı – Ümit Tez (Astım 1)

Hız km/s						
Eğim %						
Süre dk	0-2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12

Test Öncesi SFT:

SVC

1 2 3 4

5

SVC	1	2	3	4	5	FVC					
V _E						FEV ₁					
R _f						PEF					
V _t						FEV1/FVC					
V _t /T _i						FEF25-75					
T _i /T _t						MEF75					
EVC						MEF50					
MVV						MEF25					

Test sırasında:

Başlangıç

HR:

VO₂:

Test bitim süresi:

Test için belirtilmesi gereken durumlar:

Test sonu

HR:

VO₂:

Test Sonrası SFT:

FVC – Süre (dakika)	3. dk	5. dk	7. dk	10. dk	15. dk					
FVC										
FEV ₁										
PEF										
FEV1/FVC										
FEF25-75										
MEF75										
MEF50										
MEF25										

ÖZGEÇMİŞ

1978 yılında Kadırlıde doğdu. İlköğretimi Turhan Cemal Beriker İlkokulu ve Oğuzhan İlköğretim okulunda, liseyi de Ayşe Atıl Anadolu Öğretmen Lisesi-Şehit Temel Cingöz Lisesi'nde 1996 yılında tamamladı. 1996 yılında Ç.Ü. Beden Eğitimi ve Spor Yüksek Okulu'na girdi ve 2000 yılında mezun oldu. 2001 yılında Ç.Ü. Sağlık Bilimleri Enstitüsü Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalında Yüksek Lisans eğitimine başladı. 2000–2002 yılları arasında Beden Eğitimi öğretmeni olarak Adana Hürriyet İlköğretim Okulu ve Cemil Nardalı İlköğretim Okulunda çalıştı. 2002 yılında Ç.Ü. Sağlık Bilimleri Enstitüsü'nde araştırma görevlisi oldu. Halen bu görevini Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı'nda sürdürmektedir.