T.C.

RECEP TAYYİP ERDOĞAN ÜNİVERSİTESİ

TIP FAKÜLTESİ

ÇAY PAKETLEME FABRİKASI ÇALIŞANLARINDA AKCİĞER HACİM VE KAPASİTELERİNİN SPİROMETRİK YÖNTEMLERLE İNCELENMESİ

ARAŞ. GÖR. DR. LAMİYE YILDIZ

TEZ DANIŞMANI

PROF. DR. FATİH MEHMET GÖKÇE

UZMANLIK TEZİ

FİZYOLOJİ ANABİLİM DALI

RİZE-2019

T.C

RECEP TAYYİP ERDOĞAN ÜNİVERSİTESİ

TIP FAKÜLTESİ

ÇAY PAKETLEME FABRİKASI ÇALIŞANLARINDA AKCİĞER HACİM VE KAPASİTELERİNİN SPİROMETRİK YÖNTEMLERLE İNCELENMESİ

ARAŞ. GÖR. DR. LAMİYE YILDIZ

TEZ DANIŞMANI

PROF. DR. FATİH MEHMET GÖKÇE

UZMANLIK TEZİ

FİZYOLOJİ ANABİLİM DALI

RİZE-2019

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim süresince bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım, tez çalışmamın planlaması, yönlendirilmesi ve hazırlanmasından tezin son aşamasına gelene kadar bana yol gösteren tez danışmanım saygıdeğer hocam Fizyoloji Anabilim Dalı Başkanı Prof. Dr. Fatih Mehmet GÖKÇE'ye,

Asistanlık eğitimimin ilk dönemlerinde birlikte çalışma şansı bulduğum, benden her konuda yardımını esirgemeyen, her yerde ve her koşulda bilgilerini benimle paylaşan, bana kardeşiymişçesine sıcak ve samimi yaklaşan değerli hocam Uşak Üniversitesi Tıp Fakültesi Fizyoloji Anabilim Dalı Başkanı Dr. Öğr. Üyesi Barış UZUNOK'a,

Fizyoloji Anabilim Dalı'nda bulunduğum süre içerisinde uzmanlık eğitimimde ve birçok konuda yardımları ile önemli katkıları olan eğitim danışmanım sayın Dr. Öğr. Üyesi Sinan SARAL'a,

Araştırmanın yürütülmesinde gerekli izni sağlayan, Çaykur 100. Yıl Paketleme Fabrika Müdürü Fahrettin KÖROĞLU'na ve özellikle tüm samimiyetiyle yardımlarını esirgemeyen personel şefi Sündüz AVCI başta olmak üzere çalışmaya gönüllü olarak katılan fabrika çalışanlarına,

Tezimin istatiksel değerlendirmesini yapan çok değerli arkadaşım Uzm. Dr. Asuman OKUR'a,

Asistanlık hayatımda iyi ve kötü çok şey paylaştığımız sevgili arkadaşım Dr. Vahide Akkuş başta olmak üzere tüm asistan hekim arkadaşlarıma,

Tezimin fotoğraf çekiminde emeği geçen güvenlik görevlisi Hasan ÖKSÜZ'e,

Hayatımın her anında olduğu gibi asistanlığım boyunca da benden bir an olsun yardımlarını esirgemeyen, bana desteği ve sevgisiyle güç veren en büyük destekçim hayat arkadaşım, değerli eşim Emrah YILDIZ'a ve mutluluk kaynağım canım oğlum Oğuz YILDIZ'a,

Doğduğum günden beri beni okumaya, bilime yönlendiren, ilk eğitmenlerim sayılan, bana her zaman inandıklarını hissettirerek, beni gönülden destekleyen ve bana emek veren sevgili annem Prof. Dr. Şafiga TOPÇİYEVA'ya ve saygıdeğer babam Opr. Dr. Zekeriyye ALLAHVERDİYEV'a

Sonsuz teşekkürlerimi sunarım…

Araş. Gör. Dr. Lamiye YILDIZ

T.C.

RECEP TAYYİP ERDOĞAN ÜNİVERSİTESİ

TIP FAKÜLTESİ

ÇAY PAKETLEME FABRİKASI ÇALIŞANLARINDA AKCİĞER HACİM VE KAPASİTELERİNİN SPİROMETRİK YÖNTEMLERLE İNCELENMESİ

Prof. Dr. Fatih Mehmet GÖKÇE danışmanlığında, Araş. Gör. Dr. Lamiye YILDIZ tarafından hazırlanan bu çalışma, Fakülte Yönetim Kurulu kararıyla oluşturulan jüri tarafından 17/06/2019 tarihinde Fizyoloji Anabilim Dalı'nda Tıpta Uzmanlık tezi olarak kabul edilmiştir.

TEZ JÜRİSİ:

1. **Prof. Dr. Fatih Mehmet GÖKÇE**
2. **Prof. Dr. Mustafa GÜL**
3. **Prof. Dr. Özdemir SEVİNÇ**
4. **Dr. Öğr. Üyesi. Sinan SARAL**
5. **Dr. Öğr. Üyesi. Ayhan TANYELİ**

Prof. Dr. Ömer ŞATIROĞLU

Tıp Fakültesi Dekanı

ÖZET

ÇAY PAKETLEME FABRİKASI ÇALIŞANLARINDA AKCİĞER HACİM VE KAPASİTELERİNİN SPİROMETRİK YÖNTEMLERLE İNCELENMESİ

Araş. Gör. Dr. Lamiye YILDIZ

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi

Tıp Fakültesi

Fizyoloji Ana Bilim Dalı

Uzmanlık Tezi

Danışmanı: Prof. Dr. Fatih Mehmet GÖKÇE

Amaç: Bitkisel kökenli organik tozların inhale edilmesi astım, astım benzeri sendrom ve hipersensivite pnömonisi gibi çeşitli hastalıklara neden olabilmektedir. Çalışmanın amacı çay paketleme fabrikasında çalışan işçilerde solunum fonksiyon ölçümleri, solunum anketi, ortam toz konsantrasyonu ve toksik gaz ölçümü yaparak solunumsal sağlık etkilerini değerlendirmektir.

Yöntem: Rize ilinde bir çay paketleme fabrikasında farklı bölümlerde çalışan toplam 69 işçi çalışma grubu olarak, ofis bölümündeki 53 çalışan kontrol grubu olarak araştırmaya alındı. Olgulara gönüllü onam formu dağıtıldıktan sonra bir anket formuyla, yaş, cinsiyet, boy, kilo, sigara kullanımı, astım-alerji öyküsü, solunum semptomlarının varlığını içeren sorular soruldu. Bütün çalışanlara solunum fonksiyon testi uygulandı. Çalışma ortam havasında toz ve toksik gaz ölçümü yapıldı.

Bulgular: Çay paketleme işçilerinde solunum semptomlarından sabahları balgam çıkarma bulgusu (%50,7) anlamlı oranda yüksek bulundu ($p=0.013$). Solunum fonksiyon ölçümlerinden sadece FEV1/FVC değerinin kontrol grubuna göre düşük olduğu tespit edildi. Çalışma grubunun kendi içinde sigara içen işçilerde solunum fonksiyon değerlerinden FEF%75'de sigara içmeyenlere göre anlamlı düşüş görüldü.

Sonuç: Sonuç olarak bazı gıda işleme sektörlerinde çalışanlarda gözlenen solunumsal etkilenmelerin çay paketleme sektöründe de gözlendiği, etkili toz kontrolünün işçilerin sağlığını olumlu yönde etkileyeceği anlaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Spirometri, solunum semptomları, çay işçileri, mesleki maruziyet, toz ölçümü, toksik gaz konsantrasyonu.

ABSTRACT

INVESTIGATION OF LUNG VOLUME AND CAPACITY IN TEA PACKAGING FACTORY EMPLOYEES BY SPIROMETRIC METHODS.

R. A. Lamiye YILDIZ, MD

Recep Tayyip Erdogan University

Faculty of Medicine

Department of Physiology

Thesis

Supervisor: Prof. Fatih Mehmet GÖKÇE, MD

Objective: Inhalation of plant-based organic powders may lead to various diseases such as asthma, asthma-like syndrome and hypersensitivity pneumonia. The aim of the study is to evaluate respiratory health effects by measuring respiratory function measurements, respiratory survey, ambient dust concentration and toxic gas in workers working in tea packaging factory.

Methods: A total of 69 workers working in different departments in a tea packaging factory in Rize were included as a study group and 53 employees in the office were included as a control group in the study. After the volunteer consent form was distributed to the subjects, questions including age, gender, height, weight, smoking, history of asthma-allergy, respiratory symptoms were asked in a questionnaire form. Pulmonary function test was performed to all employees. Dust and toxic gas were measured in the ambient air.

Results: Among the respiratory symptoms, sputum production in the morning (%50,7) was significantly higher in tea packaging workers (p=0.013). Within the respiratory function values, only FEV1 / FVC was found to be lower than the control group. There was a significant decrease in FEF%75 value among smokers in the study group compared to non-smokers**.**

Conclusion: As a result, it is understood that the respiratory effects observed in the employees in some food processing sectors are also observed in the tea packaging sector and that effective dust control will affect the health of the workers positively.

Keywords: Spirometry, respiratory symptoms, tea workers, occupational exposure, dust measurement, toxic gas concentration

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR ..... **II**

ÖZET ..... **IV**

ABSTRACT ..... **V**

ŞEKİLLER DİZİNİ ..... **IX**

TABLOLAR DİZİNİ ..... **X**

1. GİRİŞ ve AMAÇ **1**

2. GENEL BİLGİLER **2**

2.1. Çay Bitkisi **2**

2.1.1. Çay Bitkisinin Tarihi **4**

2.1.2. Çayın Tıbbi Açıdan Değerlendirilmesi **6**

2.1.3. Çay Tozunun Etkileri **6**

2.2. Solunum Fizyolojisi **7**

2.2.1. Solunum Sisiteminin Yapısı ve İşlevi **7**

2.2.1.1. Solunum yolları **7**

2.2.1.2. Bronşların akciğer içinde dağılımı **8**

2.2.1.3. Pulmoner vasküler yapı **9**

2.2.1.4. Akciğerlerin lenfatik sistemleri **10**

2.2.1.5. Akciğerlerin nörojenik yapıları **10**

2.2.2. Akciğer Ventilasyonu **11**

2.2.2.1. Akciğer ventilasyonunun mekaniği **12**

2.2.2.2. Plevra basıncı **13**

2.2.2.3. Alveol basıncı **15**

2.2.2.4. Transmural basınç **15**

2.2.2.4.1. Transpulmoner basınç **15**

2.2.2.4.2.Transairway basınç **15**

2.2.2.5. İnspirasyon sırasında oluşan basınç değişiklikleri **16**

2.2.2.6. Ekspirasyon sırasında oluşan basınç değişiklikleri **16**

2.2.2.7. Solunum sisteminde basınç-hacim ilişkileri **17**

2.2.2.7.1. Alveoler kararlılığı sağlayan mekanizmalar: **20**

2.2.2.7.1.1. Pulmoner sürfaktan **20**

2.2.2.7.1.2. Alveoler inpedance (alveoler mekanik bağlılık) **22**

2.2.2.8. Hava akımı ve hava yolu direnci **23**

2.2.3. Akciğer Hacim ve Kapasiteleri **24**

2.2.3.1. Akciğer hacimleri **24**
2.2.3.2. Akciğer kapasiteleri **25**
2.2.3.3. Akım-volüm eğrisi **27**
2.2.4. Solunum Fonksiyon Testleri **29**
2.2.4.1.Parametrelerin tanımı **31**
2.2.4.1.1. Statik akciğer volümleri **31**
2.2.4.1.2. Dinamik akciğer volümleri ve hava akımları **32**
2.2.4.2. Solunum testlerinin yorumlanması **36**
2.2.4.3. ATS/ERS rehberleri doğrultusunda solunum fonksiyon testlerinin değerlendirilmesi **36**
2.2.4.3. 1. Obstrüktif ventilatuar bozukluk **37**
2.2.4.3. 2. Restriktif ventilatuar bozukluk **40**
2.2.4.3. 3. Mikst ventilatuar bozukluk **41**
2.2.4.4.Türk Toraks Derneği Ulusal Spirometri ve Laboratuvar Standartları **42**
2.2.4.5. Spirometre tipleri **43**
2.2.4.6. Kalite kontrol ve kalibrasyon **45**
2.2.4.7. İnfeksiyon kontrolü ve dezenfeksiyon standartları **45**
2.2.4.7. 1. Hijyen ve infeksiyon kontrolü **45**
2.2.4.7. 2. İnfeksiyonun yayılma yolları **46**
2.2.4.7.2.1. Doğrudan temas **46**
2.2.4.7.2.2. Dolaylı temas **47**
2.2.4.7. 3. Hava yoluyla bulaş için önlemler **47**
2.2.4.7.4. Temas yoluyla bulaş için önlemler **47**
2.2.4.7. 5. Damlacık yoluyla bulaş için önlemler **48**
2.2.4.8. Donanım-ekipman **48**
2.2.4.9. Yöntem standardizasyonu **50**
2.2.4.9. 1. Genel öneriler **50**
2.2.4.9. 2.Vücut pozisyonu **50**
2.2.4.9. 3.Testin uygulanması **50**
2.2.4.9.4. Kabuledilebilirlik (VC ya da FVC manevrası için) kriterleri **51**
2.2.4.9.5. Test sayısı **52**
2.2.4.9.6. Tekrarlanabilirlik [VC ya da FVC manevrası için] kriterleri **52**
3.GEREÇ ve YÖNTEM **52**
3.1. Araştırma Yeri, Zamanı ve Örneklem Seçimi **52**

3.2. Çalışma ve Kontrol Grupları 52
3.3. Çalışmaya Alınma Kriterleri 53
3.4. Etik Kurul ve İzinler 53
3.5. İşyeri Ortamının Özellikleri 53
3.6. İstatistiksel Veri Analizi 54
3.7. Araştırmanın Sınırlılıkları 54
3.8. Ön Anket Çalışması 54
3.9. Solunum Fonksiyon Testleri 54
3.10.Toksik Gaz ve Toz Ölçümü 56
4.BULGULAR 57
4.1. Demografik Bulgular 57
4.2. Solunum Semptomları 57
4.3.Solunum Fonksiyon Testi Değerleri 60
4.4. İş Hijyeni Ölçüm, Test ve Analiz Sonuçları 65
4.5. İş Yeri Ortamı Toksik Gaz Ölçümü 68
5.TARTIŞMA 69
6.SONUÇLAR 77
7. KAYNAKLAR 79
8. EKLER 87

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.Çay bitkisi 3

Şekil 2.Dünya çay tarım alanlarının ülkelere göre dağılımı. 4

Şekil 3. Hava ve serum fizyolojik ile doldurulmuş izole akciğerlerde basınç, hacim ilişkileri 19

Şekil 4.Tip II hücrelerin oluşumu ve sürfaktan metabolizması. 21

Şekil 5. Akciğer hacim ve kapasiteleri 25

Şekil 6.Sağlıklı erişkinde akım-volüm eğrisinin şekli ve spirometrik trase ile ilişkisi 28

Şekil 7. VTG eğrisi. 32

Şekil 8.Volüm-zaman eğrisi. 33

Şekil 9.Akım-volüm eğrisi. 34

Şekil 10.Obstrüktif tipte solunum fonksiyon bozukluğu paterni. 39

Şekil 11.Restriktif tipte solunum fonksiyon bozukluğu paterni. 41

Şekil 12.ATS/ERS Kılavuzuna göre önerilen ekspiratuvar manevranın şematizasyonu..... 51

Şekil 13.MIR Spirolab III 55

Şekil 14.Solunum fonksiyon testi düzeneği ve testin uygulanışı 56

Şekil 15.Çalışma ve kontrol grubunda solunum semptomları 59

Şekil 16.Ofis ve Fabrika çalışanlarında FEV1/FVC oranının karşılaştırılması. 61

TABLOLAR DİZİNİ

Tablo 1.Solunum fonksiyon testlerinin endikasyonları..... 30

Tablo 2. Ventilatuar bozuklukların spirometrik ölçümlere göre sınıflandırılması 38

Tablo 3.Solunum fonksiyon testi laboratuvarında potansiyel infeksiyon etkenleri, riskli gruplar ve önlemler..... 49

Tablo 4.Çalışma ve Kontrol grubunun demografik özellikleri 57

Tablo 5.Çalışma ve Kontrol gruplarında anket sorularındaki semptomlara evet yanıtı verenlerin yüzde değerlerinin karşılaştırması..... 58

Tablo 6. Çalışma ve Kontrol grubunda solunum yolu hastalığı ve sabahları balgam çıkarma oranları. 59

Tablo 7. Çalışma ve kontrol grupları arasında solunum fonksiyon testi parametreleri..... 60

Tablo 8. Kontrol grubunda sigara içen ve içmeyen ofis çalışanlarının SFT değerlerinin ortalaması 62

Tablo 9.Çalışma grubunda sigara içen ve içmeyen fabrika çalışanlarının SFT değerlerinin ortalaması 63

Tablo 10. Sigara içen Çalışma ve Kontrol gruplarının solunum fonksiyon testi değerleri 64

Tablo 11.Sigara içmeyen Çalışma ve Kontrol gruplarının solunum fonksiyon testi değerleri 64

Tablo 12.Fabrika ortamında toplam toz konsantrasyonu ölçüm sonuçları 65

Tablo 13.Ofis ortamında toplam toz konsantrasyonu ölçüm sonuçları..... 65

Tablo 14.İş yeri ortamında toplam toz konsantrasyonu ölçüm sonuçları ortalaması 66

Tablo 15.Ofis ortamında kişisel toplam toz konsantrasyonu ölçüm sonuçları 66

Tablo 16.Fabrika ortamında kişisel toplam toz konsantrasyon ölçüm sonuçları... 67

Tablo 17.Kişisel toplam toz konsantrasyonu ölçüm sonuçları ortalaması 67

Tablo 18.Fabrika bölümü ortam toksik gaz ölçüm sonuçları..... 68

Tablo 19.Ofis bölümü ortam toksik gaz ölçüm sonuçları 68

SEMBOLLER ve KISALTMALAR DİZİNİ

TV:	Tidal Volum
TLC:	Total Akciğer Kapasitesi
ERV:	Ekspirasyon Rezerv Hacmi
İRV:	İnspirasyon Rezerv Hacmi
RV:	Rezidual Hacim
IC:	İnspirasyon Kapasitesi
EC:	Ekspirasyon Kapasitesi
VC :	Vital Kapasite
VTG:	Torasik Gaz Volümü
Raw:	Hava Yolu Rezistansı
sGaw:	Her 1 L Akciğer Volümüne Düşen İletim
sRaw:	Her 1 L Akciğer Volümüne Düşen Rezistans
FEV1 :	Birinci Saniye Zorlu Ekspirasyon Volümü
FVC :	Zorlu Vital Kapasite
SVC:	Yavaş Vital Kapasite
FEV1/FVC:	FEV ‘in FVC’ye yüzde oranı
FEF%25:	Ekspire edilen VC’nin ilk %25’inde atılan hava volümü
FEF%50:	Ekspire edilen VC’nin %50’sinde atılan volüm
FEF%75:	Ekspire edilen VC’nin %75’inde i atılan volüm
FEF%25-75 :	Maksimal Ekspirasyon Ortası Akım Hızı
PEF:	Tepe Akım Hızı
MVV:	Maksimal İstemli Ventilasyon
FRC:	Fonksiyonel Rezidual Kapasite
SFT :	Solunum Fonksiyon Testi

ATS :	American Thoracic Society
ERS:	European Respiratory Society
P:	Basınç
∆P:	Basınç Değişimi
V:	Hacim
Pta:	Transairway Basınç
Paw:	Hava Yolu İçindeki basınç
Ppl:	Plevra Basıncı
Pm:	Ağız Basıncı
∆VL:	Akciğer Volüm Değişmesi
BPT:	Bronş Provokasyon Testi
KOAH:	Kronik Obstruktif Akciğer Hastalığı
LLN:	Lower Limits Of The Normal Range
KPET:	Kardiyopulmoner Egzersiz Testi
NCCLS:	National Committee for Clinical Laboratory Standards
CDC:	Centers for Disease Control and Prevention
ECRHS II:	European Community Respiratory Health Survey II
FDA:	U.S. Food and Drug Administration
VOC:	Uçucu Organik Bileşikler
$CHCl_3$:	Kloroform
NH_3 :	Amoyak
$H_2\ SO_4$:	Sülfirik Asit
HCl:	Hidrojen Klorür
H_2 :	Hidrojen

CO_2 : Karbondioksit

CO: Karbonmonooksit

H_2 S: Hidrojen Sülfür

TWA: Zaman Ağırlıklı Ortalama

MEFV: Maximum Expiratory Flow-Volume

SPT: Skin Prick Tests

PA akciğer grafisi: Posteroanterior akciğer grafisi

1. GİRİŞ ve AMAÇ

Çay Camellia sinensis, çaygiller familyasından nemli iklimlerde yetişen, yaprağını dökmeyen, her zaman yeşil olan bitkinin yapraklarından elde edilmektedir. Dünyada sudan sonra en çok tüketilen içecek çaydır. Anavatanı Çin olan çay bitkisinin Türkiye'deki üretim yeri Doğu Karadeniz Bölgesi'dir [1].

1920'li yıllardan itibaren çay üretimi sırasında oluşan tozun solunması sonucu oluşan mesleki solunum hastalıkları tanımlanmaya başlamıştır. Çay tozuna maruz kalan işçilerde solunum yolu hastalıklarını, çay tozu inhalasyonunun neden olduğu alerjik rinit ve astım vakalarını bildiren çalışmalar vardır [2, 3].

Yapılan çalışmalarda; çay işçilerinin solunum fonksiyonlarının incelenmesi sonucunda çay tozu maruziyeti ile kronik solunum semptomlarında belirgin artış olduğu, pulmoner fonksiyonlarda zorlu vital kapasitenin % 50 ve % 25'indeki maksimum ekspiratuar akım hızlarında önemli düşüşler olduğu saptanmıştır [4, 5, 6, 7]. Son yıllarda uluslararası arenada çay paketleme işlemini yapan işçilerdeki maruziyet sonucu ortaya çıkan astım olguları ve solunum şikâyetleri ile ilgili veriler sunulmaya devam edilmektedir [8, 9, 10].

Çayın rafine edilmesi ve paketlenmesi sırasında kırık çay yaprakları, çay tüyü, inorganik madde partiküllerinden oluşan bir toz oluşmaktadır. Çay tozunun solunum hastalıklarına sebep olma mekanizması tam olarak çözülmese de, bunun ya küçük partiküllerin hava yollarında oluşturduğu irritasyon ve inflamasyondan ya da diğer organik toz sendromlarında olduğu gibi alerjik sensitizasyondan kaynaklandığı düşünülmektedir [11]. Parçacıkların su veya lipidde çözünebilir olması ve akciğerlere nüfuz edecek kadar küçük olması durumunda, herhangi bir tozun solunum yolu semptomlarına neden olma veya tetikleme potansiyeline sahip olduğuna dair kanıtlar da artmaktadır [12].

Bu çalışmanın amacı, Rize ilinde çay paketleme fabrikası çalışanlarında çay tozuna maruz kalan işçilerdeki akciğer hacim ve kapasitelerini ölçmek ve bu sonuçları kontrol grubu ile karşılaştırmak, fabrika çalışanlarında profilaktik ve tedaviye yönelik koruyucu önlemler alınmasına katkıda bulunmaktır. Aynı zamanda literatürde bu konuyla ilgili yeni bilgiler edinilmesine katkıda bulunmak amaçlanmaktadır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Çay Bitkisi

"Dünyada sudan sonra tüketilen ikinci içecek olan çay, dünya çapında hastalıkların insidansını büyük oranda azaltır ve sağlıklı bir yaşam sürdürülmesine katkıda bulunur."

J. H. Weisburger

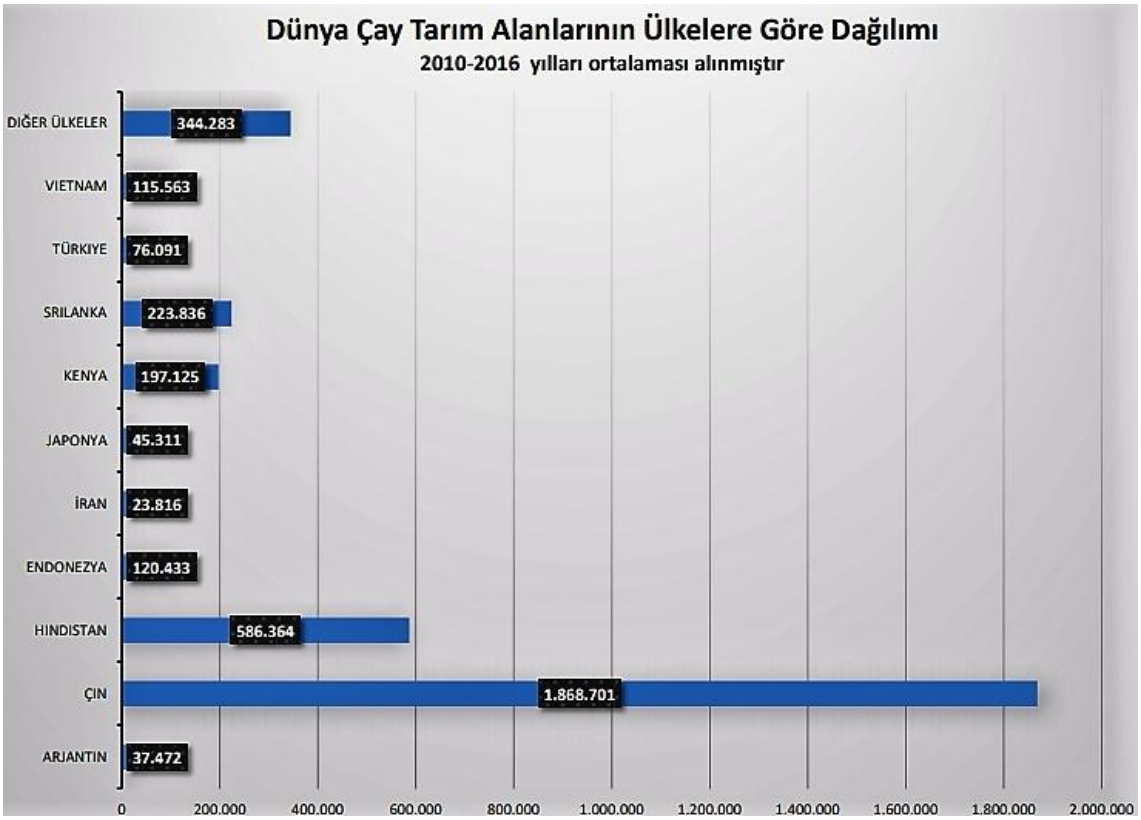
Yapılan çalışmalarda, düzenli olarak çay içenlerin sağlıklı bir yaşam tarzına sahip oldukları ifade edilmiştir [13]. Çayın sağlıklı bir içecek olduğu "US Food and Drug Administration (FDA)" tarafından da bildirilmiş ve tüketilmesi önerilmektedir [14]. Angiospermae sınıfından olan çay bitkisi, Dicotyledonea alt sınıfı içerisinde Theaceae (Camellia) familyasındandır. Camellia familyasındaki bitkiler genel anlamda tüm mevsimlerde yeşil renkli, sık yapraklı ve boyları 1,5 metreye kadar yükselebilir özelliktedirler. Latincedeki karşılığı Çin kamelyası olan bu bitki bir kamelya türüdür ve çaygiller (Theaceae) familyasına mensuptur (Camellia sinensis veya Thea sinensis) [15]. Her zaman içtiğimiz çayın bilimsel tedavi edici potansiyeli ise son yıllarda ortaya çıkarılmıştır. Dünya nüfusunun üçte ikisinin tükettiği, sudan sonra en önemli içecek olan ve insan vücudunu birçok yönden etkileyen çay, 4000'den fazla kimyasal madde içermektedir [16]. Genel olarak çay üretimi için sürgün ucundan koparılmış iki yaprak ve bir tomurcuğun kullanılması önerilir (Şekil 1). Bunun nedeni çay bitkisinde genç yapraktan yaşlıya doğru gidildikçe polifenol miktarının azalması, yani yapraktaki kaliteyi etkileyen karekteristik maddelerin özellikle genç yaprak ve tomurcukta toplanmış olmasındandır [1]. Çayı işlenme yöntemlerine göre üç ana başlıkta toplayabiliriz. Bunlar; siyah çay (tam fermente edilmiş-tam oksideedilmiş), yeşil çay (fermente edilmemiş-okside edilmemiş) ve oolong (yarı fermente edilmiş-yarıokside edilmiş) çaydır [17]. Bu çayların her birinin ham maddesi, çayın taze yaprakları olmakla beraber, yaprakların işlenme tarzındaki farklılıklar da farklı kalitede ürünlerin elde edilmesine neden olmaktadır [15].



Şekil 1.Çay bitkisi

Çay yetişmesine etki yapan en önemli etken iklim ve topraktır. Yıllık sıcaklık ortalamasının 14 C°'nin altına düşmemesi, toplam yıllık yağışın 2000 mm'den az olmaması ve aylara göre dağılımının düzenli, bağıl nem oranının ise en az % 70 olması, çay bitkisinin normal gelişimi için gerekli olan koşullardır. Çay bitkisi kumdan kile değin değişen yapıdaki asit tepkimeli topraklarda yetiştirilebilmektedir. Çay bitkisi kalsiyumu sevmeyen bir bitki olduğu için gelişme ortamının asit tepkimeli olmasını ister. Genelde pH 4,5-6 arasında olan topraklarda optimum gelişme gösterir. Toprak pH'sı asit ya da alkali yöne doğru gittikçe, bitkinin gelişmesi olumsuz yönde etkilenir [18].

Dünya çapında ortalama 2 milyon ton çay üretildiği bildirilmektedir (Şekil 2). Üretilen bu çayın yaklaşık % 20'si yeşil çay olup Asya ve Orta Doğu ülkelerinde; % 78'i siyah çay olup en çok batıda veAsya ülkelerinde; %2'si ise oolong çay olup Çin'in Güney doğusunda tüketildiği ifade edilmektedir [17].



Şekil 2.Dünya çay tarım alanlarının ülkelere göre dağılımı [19].

2.1.1. Çay Bitkisinin Tarihi

Çay tarımı ve çayın kullanılması ile ilgili ilk çalışmaların M.Ö. 2737 yılında Çin İmparatorluğunda yapıldığı bilinmektedir [20]. Çin'deki çay uygulamalarının etkisiyle Seylan ve Japonya gibi ülkelerde de çay kullanımı yaygınlaşmıştır [18]. 19. yüzyılda ise Rusya, Kenya ve Uganda gibi ülkelerde çay kullanımı yayılmaya başlamıştır.

Türklerin çay ile tanışması ise gerçek anlamda XIX. yüzyılda olmuştur. Bir çok kaynakta ilk kez çay içen Türk'ün Hoca Ahmet Yesevi olduğu aktarılmaktadır. Hoca Ahmet Yesevi'nin misafir olduğu Türkmen komşusunun evinde ilk kez içtiği sıcak çayın sıhhatine iyi gelmesi üzerine bu içeceğin şifa niyetine içilmesi için dua ettiği söylenmektedir [20]. Anavatanı Çin ve Hindistan olan çayın Türkiye'de yetiştirilmesine ilişkin ilk deneme 1888-1889 yılları arasında Japonya'dan getirilen çay tohumları ile Bursa ilinde yapılmıştır. Fakat çayın yetiştirilebilmesi için gerekli ekolojik koşulların uygun olmaması nedeniyle başarılı sonuç elde edilememiştir.

Çay yetiştirilmesine yönelik ilk ciddi girişim 1917 senesinde Halkalı Ziraat Mekteb-i Alisi Müderrislerinden Ali Rıza Erten tarafından gerçekleştirilmiştir. Doğu Karadeniz Bölgesinde ve Kafkasya'da yaptığı inceleme gezisinden sonra, Batum ve

çevresinde çay yetiştiğini fark eden Ali Rıza Erten, Rize ve Artvin illerinde de çay tarımı yapılabileceğini bir raporla bildirmiştir [21]. Türkiye'de çay tarımının başlamasına, gelişmesine ve yerleşmesine önderlik eden zirâat mühendisi Zihni Derin Ali Rıza Bey'in 1917'de Batum'da yaptığı inceleme sonucu yazdığı raporunu okuyarak çayın Rize dolaylarında yetiştirilmesinin mümkün olduğu kanaatine varmıştır. Zihni Derin, Ali Rıza beyin raporunu Rize'deki komisyona sunarak uygulamayı başlatmak üzere bir fidanlık kurulması kararlaştırıldı. 1923 yılında çay ve narenciye fidanlığı kurmak üzere Rize'ye görevlendirilen Zihni Bey, hazineye ait Garal Tepesi'ndeki 15 dekarlık arazide çalışmalarına başladı. Böylece Türkiye çay yetiştiriciliğine, 1924 yılında Gürcistan'dan getirilen çay tohumları ile başlamıştır. 1938 senesinden itibaren düzenli bahçeler tesis edilmiş ve ülkede çay tarımı, devlet desteğiyle ürün alım garantisinin bulunmasından dolayı üretiminde hızlı bir artış görülmüştür [22].

Ülkemizde çay bitkisi Doğu Karadeniz Bölgesinde, eski Sovyetler Birliği sınırından başlayan ve batıda Fatsa'ya kadar uzanan bölge içerisinde yetiştirilmektedir. Sahilden 30 km içeri giren 7-8 km derinliğinde olan Araklı-Karadere sınırına kadar uzanan bölge, çay yetiştiriciliği için en elverişli bölge olması nedeniyle birinci sınıf alan olarak kabul edilmektedir. Bu bölge içerisinde çaycılık sahilden 400-500 m yüksekliğe kadar birbirine eklenerek yer yer bir çay denizi oluşturmakta ve bazı yerlerde 1000 m yükseklikte çay bahçelerinin kurulduğu görülmektedir [15].

İlk çay fabrikası, 1947 senesinde 60 ton/gün kapasitesi ile Rize Fener Mahallesinde "Merkez Çay Fabrikası" adı altında işletmeye açılmıştır. 1963 yılına kadar ithalat ile karşılanan iç tüketim talebi, bu yıldan sonra yurt içi üretimle karşılanmaya başlanmıştır. 1971 yılında çay tarımının ve çay işletmesinin ayrı bakanlıkların sorumluluğu altında yürütülmesine son verilmiş ve Çay Kurumu Genel Müdürlüğü, kurulmuştur. 1984 senesinde çıkarılan 3092 sayılı yasayla çayda tekelin kaldırılması ile birlikte, özel sektör 1985 yılından itibaren çay sanayisine girerek üretime başlamıştır. 1985 yılına kadar tamamen Çaykur'un kontrolünde olan sektörde bu tarihten itibaren başlayan özel sektör büyümesi, 2005 yılında kuru çay üretiminde % 50'ye varan bir paya sahip olunmaya kadar ilerlemiştir. Çay sanayi, Mayıs-Kasım ayları arasındaki üretim sezonunda 30 bini geçici olmak üzere yaklaşık 35 bin işçiyi istihdam etmektedir. Çaykur'un 46 yaş çay işleme fabrikası vardır ve bunların 6600 ton günlük işleme kapasitesi bulunur. Özel sektöre ait irili-ufaklı 230 fabrikanın ise günlük işleme kapasiteleri toplam 9 bin ton civarındadır [20].

Türkiye dünyada, çay tarım alanlarının genişliği bakımından 8 inci, kuru çay üretiminde altıncı, kuru çay tüketimi yönünden ise 3. sırada yer almaktadır [23].

2.1.2. Çayın Tıbbi Açıdan Değerlendirilmesi

Çayın her yaş grubu için başta koroner kalp hastalıkları, inme, kalp damar hastalıkları, hipertansiyon, özofagus, mide, kolerektal, akciğer ve prostat gibi çeşitli kanser türleri olmak üzere, artrit, viral ve inflamatuar hastalıklara karşı koruyucu ve kemik dansitesini düzenleyici etkileri yapılan araştırmalarla gösterilmiştir [24]. Flavonoidlerin antioksidan kapasitesi, oksidatif stresi azaltarak endotel fonksiyonunu artırabilir. Bu fonksiyonun artması vazomotor tonusu ve vasküler düz kas hücrelerini, trombosit aktivitesini, lökosit adhezyonunu etkilemektedir. Bunun dışında insanlar üzerinde yapılan araştırmalar siyah çay içerisinde bulunan flavonoidlerin koroner sirkülasyonu artırdığı ve düşük dansiteli lipoprotein (LDL) kolesterolü % 11,1 oranında azalttığını göstermektedir [17].

2.1.3. Çay Tozunun Etkileri

İşyerinde organik toz maruziyeti çalışanlarda astım, alerjik alveolit, kronik bronşit, organik toz toksik sendromu ve interstisyel akciğer bozuklukları gibi solunum yolu hastalıklarına sebep olmaktadır. Bazen bu ve benzeri solunumsal patolojiler, solunum yolu irritasyon veya inflamasyon bulgularının karışık olduğu karmaşık bir sunuma yol açar [25].

Çayın rafine edilmesi ve paketlenmesi sırasında çay tüyü, kırık çay yaprakları, inorganik madde partikülleri ve silika izlerinden oluşan bir toz oluşur. Bu materyalin hem irritasyon hem de sensitizasyon yaptığına dair raporlar vardır. Çay üretimi sırasında oluşan bu tozların solunması sonucunda oluşan mesleki solunum hastalıkları ilk defa Castellani ve Chalmers tarafından "çay fabrikası öksürüğü" olarak bildirilmiştir [6]. Daha sonraki yıllarda çay fabrikasında çalışan işçide mesleki astım Uragado tarafından "çay üreticisinin astımı" olarak gösterilmiştir [2]. Çay işçilerinde yapılan çeşitli anketler rapor edilmiş ve bu anket çalışmalarına göre çok fazla kronik bronşit ve astım prevalansı ortaya çıkmıştır [3].

McKay yaptığı bir çalışmasında çay bahçesi işçilerinde yüksek solunum yolu hastalıkları prevalansını açıklamıştır [16]. Çay işçilerinde akciğer fonksiyonu Al-Zuhair,

Castellan ve arkadaşları tarafından araştırılmış ve çay işçilerinde çay tozuna ilişkin FEV1 değerinde azalma rapor edilmiştir [6, 26].

Çay işçilerinde artmış IgE seviyeleri (%20,9), alerjen kaynaklı solunum yolu reaksiyonlarının bir göstergesi olarak yorumlanmıştır [27]. Ayrıca, atopisi olan çay endüstrisi çalışanlarının, ventilasyon kapasitesinde keskin düşüş ve bronkoprovakasyon testinden sonra hava yolu iletkenliğinde hızlı düşüş gözlendiği de bildirilmiştir [4, 7].

Çay tozunun solunmasının hem akut hem de kronik solunum yolu semptomlarına yol açtığı bilinmektedir. Akut semptomlar boğazda yanma hissi, burun akıntısı ve kanama, gözlerde tahriş ve başağrısıdır [4, 5]. Kronik semptomlar arasında bissinozis, kronik öksürük, balgam ve dispne bulunur [3, 4].

2.2. Solunum Fizyolojisi

2.2.1. Solunum Sisiteminin Yapısı ve İşlevi

2.2.1.1. Solunum yolları

Anatomik olarak üst ve alt yollara ayrılan solunum yollarının esas görevi, solunan havayı gaz alışverişinin yapılacağı alveollere iletmektir [28]. Üst solunum yollarını nazal kavite, paranazal sinüsler, farinks ve larinks oluştururken, alt solunum yollarını trakea ve distalindeki hava yolları oluşturur.

Solunum yollarındaki havanın varlığı, geçişi ve sonlanması dikkate alınırsa hava yolları fonksiyonel olarak üç kısma ayrılır: İletici bölüm, geçiş zonu ve respiratuar bölge.

İletici bölge: Üst solunum yolları ile alt solunum yollarının bir kısmını oluşturmakta ve nazal kaviteden terminal bronşiyollere kadar uzanan yapılardır. İletici bölümün başlıca görevi inspire edilen havayı solunum bölgesine iletmektir. Ay rıca bu bölge oradan geçmekte olan havayı filtreleme, nemlendirme ve ısıtma görevlerini de gerçekleştirir. Gaz alışverişinde rolü olmayan bu bölge aynı zamanda anatomik ölü boşluğu da oluşturmaktadır. Anatomik ölü boşlukta bulunan hava miktarı 150 ml civarındadır [28, 29, 30].

Geçiş bölgesi: Respiratuar bronşiyoller, alveoler kanal ve alveoler saklardan oluşan bu bölge hem havanın taşınması hem de gaz alışverişi fonksiyonlarına sahiptir.

Solunum Bölgesi: Bu bölge alveollerden oluşmakta ve solunan hava ile kan arasında gaz alışverişinin gerçekleştiği esas kısımdır [31]. Terminal bronşiyoller ile alveoller arasında sadece birkaç mm'lik uzaklık vardır. Ancak respiratuar bölge akciğerin büyük kısmını oluşturur ve bu bölge istirahatte 2,53 litre civarındadır [32].

2.2.1.2. Bronşların akciğer içinde dağılımı

Sağ ve sol ana bronşlar trakeadan ayrılarak hiluslardan akciğerlere girer ve her bir akciğer lobuna ulaşmak üzere birer lob bronşa ayrılır. Sağ ana bronş akciğer içine girmeden önce üst lob ve intermedier bronşlara ayrılır. Sağ akciğerdeki orta lob bronşu ise, akciğer içerisinde intermedier bronştan ayrılmaktadır. Sol ana bronş sağ ana bronştan farklı olarak genellikle akciğere girmeden önce dallanma göstermez, parankim içinde üst ve alt lob bronşlarına ayrılır [33, 34, 35, 36]. Lob bronşları da daha sonra segment bronşu adı verilen ve tek bir akciğer segmentini havalandıran segment bronşlarına bölünür.

Segment bronşları ise lobuler bronşiyollere ayrılır. Her bir bronkopulmoner segment içinde bir lobuler bronş tarafından havalanan 30-60 sekonder akciğer lobülü bulunmaktadır [32].

Lobuler bronşiyoller de dallanarak 4-6 adet terminal bronşiyolleri oluşturur. Terminal bronşiyoller ise 2-3 adet respiratuar bronşiyollere dallanır [36]. Her bir respiratuvar bronşiyol 2-11 adet alveol kanalını oluşturur, bunlardan da 5-6 adet alveol kesesi çıkar. Alveol kanalı alveoller tarafından yoğun olarak çevrelenmiş olan uzunca bir hava yolu olup, buraya salkım şeklinde alveol keseleri açılır [37].

Havayolu ile gelen toz tanecikleri ağız ve burun boşluklarındaki burun kılları ve mukus ile yakalanır. Respiratuar bronşiyollerin bittiği yere kadar olan hava yollarının epitelial yüzeylerinde, farinks yönünde sürekli yukarı doğru salınan silyumlar bulunur. Bu silyumlarda bezler, mukus salgılayan tek tek epitel hücreleri ve solukla alınan patojenleri fagosite edebilen makrofajlar bulunur. Silya etkinliği ve silyaların sayısı kronik sigara içilmesine bağlı olarak duman da dâhil birçok zararlı ajanlar tarafından azaltılabilir [38].

Solunum yollarında perifere doğru gidildikçe kıkırdak, salgı bezi, goblet hücre sayıları veepitel hücrelerinin yüksekliğinde azalma olurken düz kas ve elastik dokuda duvar kalınlığına oranla artış izlenmektedir [39].

İrritasyona yanıt olarak bronşiyollerin kasılması, tanecikli madde ve irritanların gaz alış verişi yapılan noktalara erişmesinin önlenmesine yardım eder. Enfeksiyona karşı bir diğer koruyucu mekanizma, havayolları ve alveollerde bulunan makrofajlar tarafından sağlanır [38].

2.2.1.3. Pulmoner vasküler yapı

Akciğerlerde iki farklı kan akımı mevcuttur. Bunlardan ilki sağ ventrikülden çıkan deoksijenize kanı akciğerlere ulaştıran pulmoner arterler, ikincisi ise akciğerlerin kendi dokusu için gerekli arteriyel desteği sağlayan, sistemik dolaşımdan çıkan bronşiyal arterlerdir [40].

Akciğerlerin kan damarları genellikle solunum yollarına eşlik eder. Bunlar da birçok dallanma gösterir. Bu damarların en inceleri, alveolleri büyük oranda besleyen kapiller ağlara dallanır [38].

Akciğer dokusunu besleyen bronşiyal arterler bronşların arka duvarını takip ederek respiratuvar bronşiyollere kadar uzanırlar. Bunlardan sağ bronşiyal arter 3. veya 4. arka interkostal arterden, sol bronşiyal arter ise torasik aortun üst kısmından çıkar [41].

Vena kavalardan sağ atriyuma ulaşan venöz kan buradan sağ ventriküle geçer. Sağ ventriküldeki venöz kan buradan pulmoner trunkus yoluyla kalbi terk eder. Pulmoner arterleri oluşturacak olan pulmoner trunkus akciğer hiluslarından geçmek üzere sağ ve sol pulmoner arterlere ayrılır. Bu seviyeden sonra pulmoner arterler tüm bronş ve bronşiyollere eşlik ederek dallanır ve respiratuar bronşiyoller seviyesinde kapiller damarlara dönüşmektedir. Kapiller bölümde, terminal arterioller dallanarak interalveoler septumda gaz alışverişinin gerçekleşeceği zengin kapiller ağları oluşturur [32].

Akciğerde oksijenden zengin arteriyel kan sol atriuma pulmoner venler tarafından taşınır. Her bir akciğer için iki tane olmak üzere dört adet pulmoner ven vardır. Bu venler, akciğer alveol duvarlarında kapiller ağlar şeklinde başlar ve bu ağlardan ayrılan venler, pulmoner hilusa doğru uzanırken birbirleriyle birleşerek her bir akciğer lobu için kalın bir ven oluşturur. Üç lobdan oluşan sağ akciğerde üst ve orta loblara ait venler birleşerek tek bir ven oluşturur. Bundan dolayı her bir akciğerden iki adet vena pulmonalis çıkar. Bu venler kalbin perikard tabakasını delerek sol atriumun arka-üst kısmına ayrı ayrı açılır [42].

2.2.1.4. Akciğerlerin lenfatik sistemleri

Akciğerlerin lenf damarları yüzeyel ve derin olmak üzere iki pleksus'tan oluşmaktadır. Yüzeyel olan pleksus akciğeri örten plevranın altında bulunurken, derin olanı akciğer damarlarının ve bronkusların dalları ile birlikte seyreder. Büyük bronşlarda, birisi mukozanın altında diğeri ise bronşun çevresinde olmak üzere iki adet pleksus mevcuttur. Daha küçük bronşlarda ise tek bir pleksus vardır ve bu bronşiyole kadar devam eder. Alveol duvarı ise lenf damarı bulundurmaz. Yüzeyel efferentler akciğerlerin kenarlarının etrafında dönerek pulmoner hilusa doğru uzanırlar. Bunlar hilum pulmonalis'deki nodi bronchopulmonalis'de sonlanmak üzere bir araya toplanırlar [42].

Yüzeyel ve derin pleksuslar arasındaki bağlantıyı kılcal damarlar sağlar ve normalde bu anastomozlar aktif durumda değillerdir. Derin lenf damarları tıkandığında bu kapiller damarlar genişleyerek aktif duruma geçer ve derinden yüzeye doğru bir akım oluşmuş olur. Ancak hilus bölgesinde her zaman aktif olan anastomozlar da mevcuttur. Derin lenf damarlarının bir kısmı nodi *bronchomediastinales'*e uğramadan geçer ve bu damarlar önce nodi pulmonales'e daha sonra da sırasıyla nodi *bronchopulmonales* ve *nodi tracheabronchiales*'e açılır. Son olarak *truncus bronchomediastenalis* aracılığı ile genel dolaşıma açılırlar [42].

Akciğerlerdeki lenf kanalları diğer organlarda görülen lenf kanallarından çok daha fazladır. Lenf düğümlerinin büyüklükleri ise bronş ağacının arasında bronşların çapları 5mm oluncaya kadar devam ederek değişmektedir. Lenf düğümlerinin büyüklükleri bronşların periferine doğru 1 mm'den trakeaye doğru 10mm'ye kadar olabilir [43].

2.2.1.5. Akciğerlerin nörojenik yapıları

Akciğerlerin sinirleri, akciğer köklerinin ön ve arka pulmoner pleksuslarından köken alır ve bu sinir ağları parasempatik, sempatik ve visseral afferent lifleri içermektedirler.

Pulmoner pleksusa giden parasempatik lifler n. vagus'tan gelen presinaptik liflerden oluşmaktadır. Parasempatik lifler bronş ağacının kaslarına motor komut götürürken (bronkokonstrüktör), pulmoner damarlar üzerinde inhibitör (vazodilatatör) etki yapar ve bronş ağacındaki bezler üzerinde sekretuvar (sekretomotor) etki gösterirler [37].

Pulmoner pleksusun sempatik lifleri ise postsinaptik lifler olup bronşiyal kaslar üzerinde inhibitör (bronkodilatatör), pulmoner damarlar üzerinde motor (vazokonstrüktör) ve bronş ağacının alveoler bezleri (alveollerin Tip II sekretuvar epitelyal hücreleri) üzerinde inhibitör etki yaparlar [37].

Pulmoner pleksusun visseral afferent lifleri ya refleksler ile ilgili işlevleri kontrol eden bilinçaltı duyuları taşırlar ya da kimyasal tahriş ediciler, iskemi veya aşırı gerilme gibi ağrı veya hasar verici uyaranlara cevap olarak oluşan ağrı ile ilgili uyarılar taşırlar [37].

Alveoler kanallarda ve interalveoler septumlarda da çoğunluğunu duyu liflerinin oluşturduğu sinir sonlanmaları bulunduğu gösterilmiştir. Bu sonlanmalarda Tip II pnömositlere yakın olanlarında granüllü veziküller bulunmaktadır. Yapılanmanın bu şekilde olması sürfaktan salınımında nörönal innervasyonun da rol oynadığını düşündürmektedir [44].

2.2.2. Akciğer Ventilasyonu

Solunumun amacı dokulara oksijen sağlamak ve aynı zamanda bu dokulardan karbondioksidi uzaklaştırmaktır. Bu amaç için solunum dört işlev yürütür:

1. Akciğer ventilasyonu
2. Alveoller ile kan arasında oksijen ve karbondioksidin difüzyonu
3. Kanda ve vücut sıvılarında oksijen ve karbondioksit transportu
4. Solunumun düzenlenmesi ve ventilasyonun diğer yönleri[45].

Ventilasyon atmosfer ile alveoller arasındaki havanın alış verişi olarak tanımlanır. Tıpkı kan gibi hava da yüksek basınçta bulunduğu yerden düşük basınçta bulunduğu yere doğru kütlesel olarak hareket eder. Burada solunum sistemindeki bütün basınçların atmosfer basıncına göre ifade edilmesi çok önemli bir noktadır. Ventilasyon sırasında hava, alveol basıncının ardışık olarak atmosfer basıncından daha düşük ve daha yüksek olması ile akciğerlere giriş çıkış yapmaktadır [43].

Ventilasyon işlemini gerçekleştiren solunum sistemi, akciğerlere hava giriş çıkışını sağlayan pompadan ve gaz değişim organı olan akciğerlerden oluşur. Solunum pompası; göğüs kafesi, göğüs kafesinin hacmini arttırıp azaltan solunum kasları,

kasların uyarılmasını sağlayan sinirler ve bu sinirsel yolları denetleyen beyin sapındaki solunum merkezlerinden oluşur [32].

2.2.2.1. Akciğer ventilasyonunun mekaniği

Solunum olayı, gazların içeriye ve dışarıya hareketlerini içerdiği için konuyu daha iyi anlayabilmek adına gazların özelliklerinikısaca gözden geçirmekte fayda vardır [32]. Sıcaklık sabit tutulduğunda, belli sayıda gaz molekülünün uyguladığı basınç (P) ile bu gazın bulunduğu kabın hacmi (V) arasında bir ilişki vardır. Bu ilişkide, kabın hacmindeki bir artış gazın basıncını düşürürken kabın hacmindeki azalma basıncı arttırmaktadır. Başka bir deyişle, kapalı bir sistemde gazın basıncı ile kabın hacmi ters orantılıdır ($P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2$) [43]

Akciğerler iki yolla genişleyip kasılabilir: (1) göğüs boşluğunu dikine olarak uzatan veya kısaltan diyaframınyukarı veya aşağı hareketi ile, (2) göğüs boşluğunun ön-arka çapını artırmak veya azaltmak için kaburgaların yukarı ve aşağı doğru hareketi ile[45].

Normal sakin solunum, yukarıda belirtilen diyaframın yukarı ve aşağı doğru hareketiyle gerçekleşmektedir. Diyafram 250 cm² alanda göğüs boşluğunu abdominal boşluktan ayıran kubbe şeklinde çizgili kas grubu olup göğüs hacmini arttıran en önemli inspirasyon kasıdır. Medulla spinalis C3-C5 segmentleri seviyesinden kaynaklanan frenik sinirlerin aktivasyonu ile diyafram kasılır. Diyaframın kasılması onun abdomene doğru hareket etmesi ile sonuçlanır. Normal sakin inspirasyon yapılırken diyafram kasılarak, 1-4 cm abdomene doğru hareket ederek toraksın dikey çapında artmaya neden olur [32]. Diyaframın hareket uzaklığı sakin inspirasyonda 1,5 cm ile derin inspirasyon sırasında 7 cm arasında değişir [43]. Derin solunum yapılırken abdominal duvarın komplians sınırına ulaşılarak abdominal basınç artar. Sonuç olarak diyafram kasılması, hem sakin solunumda hem de zorlu solunumda torakal hacim artışının önemli bölümünden sorumludur [32].

Akciğerleri genişleten ikinci mekanizma göğüs kafesinin yukarı doğru hareketidir. Kaburgalar doğal istirahat durumundayken sternumu geriye omurgaya yaklaştıracak şekilde aşağı doğru eğimlidirler ve bu şekilde göğüs kafesinin yukarı doğru kaldırılması akciğerleri genişletir. Göğüs kafesi yukarı doğru hareket ettiği zaman, kaburgalar sternumu omurgadan doğrudan öne doğru uzaklaştıracak şekilde düzleşir. Böylece

maksimal inspirasyonda göğüs kafesinin arkadan öne doğru çapı ekspirasyondaki çapının yaklaşık % 20'si kadar artar. Bu nedenle göğüs kafesini yükselten bütün kaslar inspirasyon kasları; aşağı çeken kaslar ise ekspirasyon kasları olarak adlandırılır. Göğüs kafesini yükselten en önemli kaslar, dış interkostal kaslardır. Bu kaslar dışında sternumu yukarı doğru kaldıran sternokleidomastoid kaslar, aynı zamanda kaburgaların çoğunu yukarı kaldıran serratus anterior ve ilk iki kaburgayı yukarı kaldıran scalen kaslar da yardımcı kaslardır [45].

Sakin inspirasyonun sonunda, hem diyaframı hem de diğer inspiratuar kasları inerve eden sinirlerin aktivitesi azalır ve bu kaslar gevşer. Kas kasılması olmayınca göğüs duvarı aktif olarak yukarı dışarı hareket edemez, göğüs kafesi ağırlığı ve esnekliği nedeniyle başlangıç boyutuna geri döner, diyafram ise yukarı doğru çekilir. Bu nedenle sakin ekspirasyon pasiftir, inspirasyon kaslarının gevşemesi ile oluşur. Ayrıca ekspirasyonun primer kası yoktur. Ancak ekspirasyonda diyafram tamamen gevşemez, özellikle horizontal pozisyonda bir miktar tonusu devam eder ve ekspirasyondan inspirasyona geçiş yavaş olur fakat ekspirasyon her zaman pasif bir eylem değildir. Örneğin hava yolu direnci normal olan kişilerde egzersiz, konuşma, şarkı söyleme, öksürük ve hapşırığın ekspiratuar fazlarında zorlu ekspirasyon gerçekleşir [32].

Ekspirasyon sırasında göğüs kafesini aşağı doğru çeken kaslardan biri alt kaburgaları aşağı doğru çekmede ve aynı zamanda diğer abdominal kaslarla birlikte karın içi organlarını yukarıya, diyaframa doğru sıkıştırmada etkili abdominal rektus ve diğeri ise iç interkostal kaslardır [45]. Ekspirasyon kasları, dayanıklılık koşusunda aşırı derecede önemlidir. Antrenmanların bir parçası olarak sıklıkla karın ve göğüs kaslarını kuvvetlendirme egzersizleri yaptırılması uzun mesafe koşucularının önemli rekabet nedenlerinden birini oluşturmaktadır [46].

2.2.2.2. Plevra basıncı

Akciğer hacmini tayin eden esas unsur göğüs duvarı ve akciğerler arasındaki etkileşimdir. Akciğerler, onların şişmiş durumda kalmasını sağlayacak bir kuvvet olmadığı sürece, bir balon gibi kollabe olacak ve içindeki havayı tamamen trakea yoluyla dışarı boşaltacak elastik bir yapıya sahiptir. Göğüs boşluğunun orta kısmında, mediastende hilumundan asılı olduğu yer dışında, akciğer ile göğüs kafesinin duvarı arasında herhangi bir bağlantı bulunmamaktadır [45]. Bu iki yapı arasındaki bağlantıyı

parietal ve visseral plevra yaprakları arasında bulunan intraplevral alan sağlar [32]. Yani, akciğerler göğüs boşluğunda hareketlerini kolaylaştıran ince bir plevral sıvı tabakası ile çevrelenmiş bir halde, göğüs boşluğunda yüzmektedir [45]. İntraplevral alan çok dar olup 10-15 ml sıvı içerir [32]. Aynı zamanda fazla sıvının devamlı lenfatik kanallara emilmesi, akciğer plevrasının visseral yüzü ve göğüs boşluğunun pariyetal plevra yüzü arasında hafif bir emme basıncı oluşturur. Bu nedenle, akciğerler göğüs boşluğu genişleyip daraldıkça kaygan bir ortamda serbestçe kaymaları dışında, göğüs boşluğunda sanki yapıştırılmış gibi durmaktadır [45].

Akciğer plevrası ve göğüs duvarı plevrası arasında dar bir alanda bulunan sıvı basıncına plevra basıncı denir. Akciğerler ve göğüs duvarının her biri intraplevral alanı karşıt kenarlardan dışarı doğru çektiğinden plevral basınç barometrik basınçtan daha düşük yani, negatif olup bir vakum görevi görmektedir [32]. İnspirasyonun başlangıcında normal plevra basıncı -5 cm su civarındadır ve bu basınç, akciğerlerin istirahat durumunda açık kalması için gerekli emme basıncını oluşturur. Daha sonra normal sakin inspirasyon esnasında göğüs kafesinin genişlemesi, ortalama -7,5 cm su'ya kadar düşen daha negatif bir basınç yaratır. Bu basınç gittikçe artan bir kuvvet ile akciğerleri dışa doğru çeker. İnspirasyon sırasında plevra basıncının -5'ten -7,5'e düşmesi akciğer hacminde 0,5 litre artışa neden olur [45]. İnspirasyon esnasında solunum kaslarının aktif olarak kasılması göğüs kafesini genişletir ve plevral alanın negatifliği artarken ekspirasyonda tam tersi negatiflik azalır [32].

Solunum fizyolojisinde basınçlar hem mmHg hem de cmH_2O ile ölçülmektedir. Parsiyel basınçlar mmHg ile ölçülürken hava akımı ve solunum basınçları çok küçük değerler olduğundan cmH_2O ile ölçülür. 1 cmH_2O basıncı 0,74 mmHg basıncına eşittir (1mmHg=1,36 cmH_2O). Solunum sırasında solunum basınçlarındaki değişiklikler göreceli atmosfer basıncı olan relatif basınç olarak ifade edilir. Örneğin, alveol içi basıncın inspirasyon sırasında -2 cmH_2O olması bu basıncın atmosfer basıncının altında olduğunu gösterir. Aksine ekspirasyon sırasında alveol içi basınç +3 cmH_2Oise bu basıncın anlamı atmosfer basıncından 3 cmH_2O kadar yüksek olduğunu gösterir. Buradaki pozitif ve negatif basınçlar, basınçların atmosferik basınç olan barometrik basınçtan yüksek veya düşük olduğunu gösterir. Göğüs boşluğu hava geçirmez olduğu için göğüs hacmindeki artış plevra basıncının azalmasına sebep olur ve plevra basıncındaki bu azalma akciğerlerin genişleyerek hava ile dolmasına neden olur [46].

Plevra basıncına ek olarak birkaç diğer basıncın da solunum ve hava akımı ile ilişkisi vardır [46]. Bunlar alveol basıncı, transmural (transpulmoner ve transairway) basınçtır.

2.2.2.3. Alveol basıncı

Akciğer alveollerinin içindeki hava basıncı alveol basıncıdır. Glottisin açık olduğu ve akciğerlerden içeri veya dışarı hiçbir yönde hava akımının olmadığı durumda, solunum ağacının tüm bölümlerinde ve alveollere giden tüm yollardaki basınçlar atmosfer basıncına eşittir. İnspirasyon sırasında havanın içe doğru hareketini sağlamak için, alveollerdeki basınç atmosfer basıncından bir az daha düşük bir düzeye inmelidir. Normal inspirasyonda alveol basıncı -1 cm su basıncına düşer. Bu, normal sakin inspirasyon için gerekli olan yaklaşık 0,5 litre havanın 2 saniyede akciğerlere girmesi için yeterlizayıf negatif basınçtır. Ekspirasyon sırasında tam tersi basınç değişiklikleri oluşur. Alveol basıncı +1 cm su kadar yükselerek inspirasyonda alınan 0,5 litre havayı, yaklaşık 3 saniye ekspirasyon süresince akciğerlerden dışarıya atar [45].

2.2.2.4. Transmural basınç

Transmural basınç bir duvarın her iki tarafı arasındaki basınç farkını ifade etmektedir. Solunumda transmural basınç akciğer duvarının veya alveol duvarının iki tarafı arasındaki veya hava yollarında iki bölge arasındaki basınç farkı olarak bilinmektedir. Solunumda iki büyük transmural basınç vardır. Biri transpulmoner basınç diğeri transairway basınçtır [46] .

2.2.2.4.1. Transpulmoner basınç

Bu basınç alveoler basınç ve akciğerleri çevreleyen plevral basınç arasındaki farktır. Transpulmoner basınç pozitif olduğunda akciğerler genişlemektedir [32]. İstirahat durumunda plevra basıncı -5 cmH_2O, alveol basıncı ise sıfırdır. Yani, dinlenim durumunda transpulmoner basınç +5 cmH_2O'dur. Transpulmoner basınç akciğerleri aşırı şişmekten ve sönmekten korumaktadır ve bu basınçtaki bir artış akciğerlerin dinlenim hacminin üzerinde şişmesinden sorumludur [46].

2.2.2.4.2.Transairway basınç

Bir diğer transmural basınç transairway basınçtır (Pta). Bu basınç hava yollarının iki tarafı arasındaki basınç farkıdır (Pta = Paw- Ppl). Buradaki Paw, hava yolu içindeki

basınçtır. Transairway basınç zorlu ekspirasyon sırasında hava yolunun açık kalmasını sağlamada önemli role sahiptir. Sakin solunumda -5 cmH_2O'dur.

Solunum sisteminin total basıncı: Akciğerler (+5 cmH_2O) ve göğüs duvarının transmural basınçlarının (-5 cmH_2O) toplamıdır. Dinlenim durumunda sıfırdır [46].

2.2.2.5. İnspirasyon sırasında oluşan basınç değişiklikleri

İnspirasyon başlamadan hemen önce, intraplevral basınç -5 cmH_2O değerindedir ve bu negatif basınç akciğerleri açık tutar. Bu noktada alveoler basınç sıfır olup hava yolları boyunca basınç düşmesi ve gaz akımı olmaz. İnspirasyonun başlaması ile birlikte diyafram ve göğüs duvarı kasları kasılır, toraks hacmi ve bununla birlikte intraplevral basıncın negatifliği de artar. Alveoller genişlerken basınç sıfırın altına düşer. Glottis açıldığında ise gaz, hava yolları içine hareket eder ve alveoler basınç, atmosfer basıncına eşit olduğunda hava akımı durur [32].

Soluk almanın başında, sağlıklı kişilerde alveoler basıncındüşmesi, genellikle azdır(1-3 cmH_2O). Fakat hava yolu tıkanıklığı olan kişilerde azalma daha fazladır [32].

2.2.2.6. Ekspirasyon sırasında oluşan basınç değişiklikleri

Eskpirasyonda, diyafram ve göğüs duvarı kaslarının kasılmasının sona ermesi ile toraks hacminin azalması ve inspirasyonda genişleyen alveollerin elastik geri çekilmesinin artması gibi pasif etkiler söz konusudur. Toraks hacminin küçülmesi, intraplevral alanı daraltarak intraplevral basıncı artırır (daha az negatif) ve neticede alveoller küçülür, alveol içi basınç pozitif olur. Glottis açıldığında hava yüksek basınçtan (alveol) düşük basınca (atmosfer) doğru hareket eder. Alveolde soluk verme için itici güç akciğerin elastik geri çekme kuvveti ile intraplevral basıncın toplamıdır [32].

Ekspirasyonun sonunda, akciğerler dinlenim hacmindedir (fonksiyonel rezidüel kapasite=FRC). Akciğerler dinlenim durumundayken, akciğerin elastik geri çekilmesi, göğüs duvarının dışa çekilmesi ile dengelenir. Göğüs duvarının dışa doğru çekilmesi akciğer hacmini azaltacak şekilde etki etmektedir. FRC seviyesinde kuvvetler birbirine zıt olacak şekilde eşit, kaslar ise gevşek durumdadır [32].

İnspirasyonun sonunda da benzer olaylar gelişirve alveoler basınç yine sıfırdır. Fakat plevral basınç daha negatiftir. Solunum sisteminin bir taraftan diğer tarafa basıncı yine sıfır olup hava akımı yoktur. Ancak akciğer hacmi, FRC'den farklıdır. Çünkü inspirasyon sonundaki bu hacim solunum kaslarının aktif kasılması ile sağlanır [43, 47].

2.2.2.7. Solunum sisteminde basınç-hacim ilişkileri

Alveollerde genişlemeye neden olan basınç değişiklikleri ile akciğer hacimlerinin nasıl değiştiğini anlamak için akciğerler ve göğüs duvarının iki özelliğini bilmemiz gerekir. Bu özelliklerden biri komplians, diğeri ise elastisitedir [32].

Kompliyans, inspirasyonda akciğerlerin genişleyebilme yeteneği demektir. Elastisite ise kompliyansın tam tersi, alveollerde şişmeye veya germeye karşı gelerek akciğerlerin gerilme veya havayla dolma sonrası dinlenim durumundaki hacmine (FRC) geri dönme yeteneği olarak tanımlanır [32], [46].

Denge durumuna erişmesi için yeterli zaman verildiğinde transpulmoner basınçtaki her birim artışa karşı akciğerlerin genişleme derecesine akciğer kompliyansı adı verilir. Yani kompliyans genişleyebilme yeteneğinin bir ölçüsüdür. Normal erişkin bir insanda her iki akciğerin birden toplam kompliyansı transpulmoner basınçtaki her cm su basıncı için yaklaşık 200 ml hava hacmi olup bu da her zaman transpulmoner basıncın 1 cm su artması ile akciğerlerin 10-20 saniye içinde 200 ml genişlemesi demektir [45].

Akciğer kompliyansı akciğer hacmi, akciğer büyüklüğü ve alveol içindeki yüzey geriliminden etkilenmektedir. Bunun sebebi akciğer basınç-hacim eğrisinin doğrusal olmaması ve kompliyansın tüm akciğer hacimlerinde aynı olmamasıdır. Kompliyans düşük akciğer hacimlerinde yüksek, yüksek akciğer hacimlerinde ise tam tersi düşüktür. Yani akciğer büyüklüğü akciğer kompliyansını etkilemektedir [46].

Spesifik kompliyans ise akciğer büyüklüğünün kompliyans üzerine etkisini bertaraf etmek için akciğer hacmine orantılı kompliyanstır. Akciğerler hakkında daha doğru sonucu spesifik kompliyans vermekte ve bu yüzden o tercih edilmektedir [32]. Farklı büyüklükteki akciğerler arasında karşılaştırma yapmak için akciğer kompliyansı spesifik bir kompliyans vermek üzere fonksiyonel rezidüel kapasiteye (FRC) bölünerek standart hale getirilir [46]. Spesifik kompliyans= Kompliyans/ FRC formülünden hesaplanır.

Akciğerlerin elastik kuvvetleri akciğer parankimi (elastin ve kollajen) ve alveol içindeki hava-sıvı ara yüzeyinin oluşturduğu yüzey geriliminden oluşmaktadır.

Akciğer parankiminden kaynaklanan elastisite elastik recoil'in (elastik geri çekilme) anatomik komponenti, bir parçasıdır. Yaşlanma, sigara içme, amfizem gibi akciğer parankimini etkileyen durum ve hastalıklar, parankim kaynaklı elastik recoilde azalmaya sebep olurlar [32].

Elastik recoil'i, akciğerlerin gerilme veya havayla dolma ve sonra da dinlenim durumuna (FRC) geri dönme yeteneği olarak tanımlamıştık. Akciğerlerin elastik geri çekilmesi akciğer sertliği ile yakından ilişkili olup akciğerin daha sert olması daha büyük elastik geri çekilme oluşturmaktadır. Bir sarmalyay ile karşılaştırırsak yayın gerilmesi daha zordur fakat gerildiğinde eski haline dönme kabiliyeti daha büyük elastik geri çekilmeye sahip olduğundan dolayı daha kolaydır. Aynı şekilde daha sert olan bir akciğerin havayla dolması yani gerilmesi daha zordur fakat havayla dolduktan sonra akciğerlerin eski haline geri dönme yeteneği daha büyüktür. Gerilebilirlik ve elastik geri çekilme birbirinin tersidir.

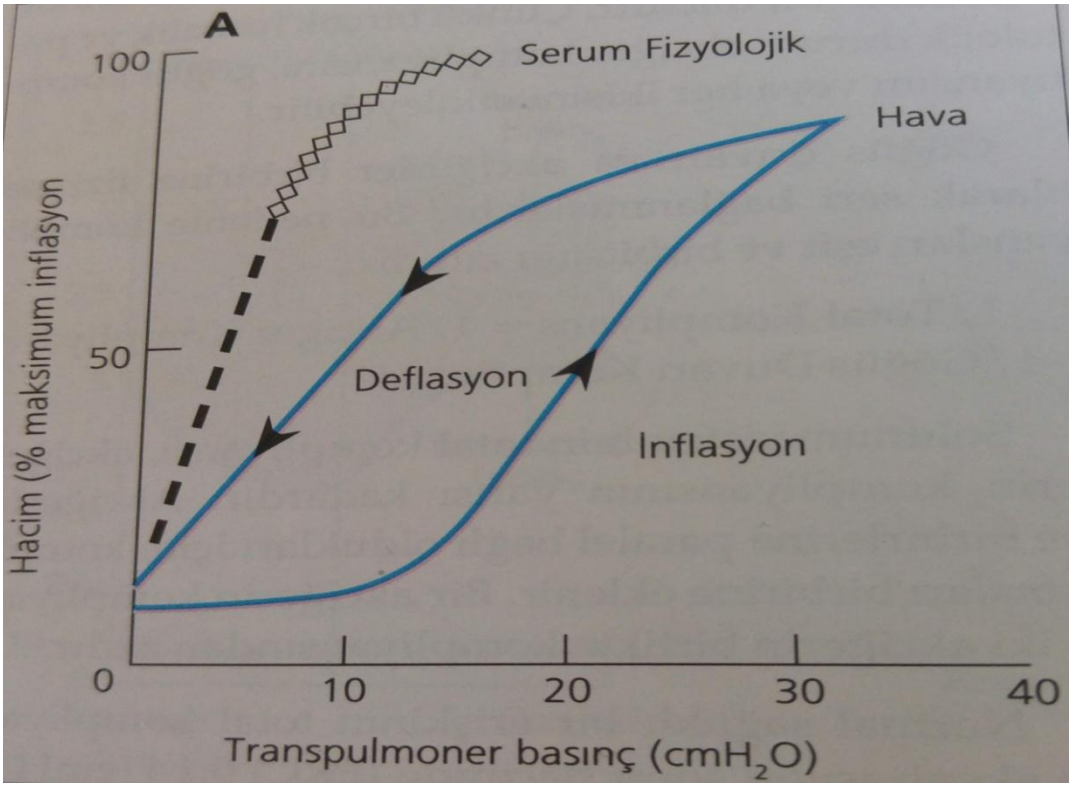
Akciğer kompliyansı ve elastisitesi alveol duvarı, komşu bronşiyoller ve küçük kan damarlarının çevresine yerleşmiş elastin ve kollajen liflerden kaynaklanır. Elastin liflerin gerilebilirlikleri oldukça yüksek olup istirahat uzunluğunun iki katına kadar gerilebilirler. Kollajen lifler ise gerime direnç oluşturur. Yüksek akciğer hacimlerinde kollajen lifler akciğer genişlemesini sınırlandırır. Akciğerler havayla dolup genişledikçe alveoller, küçük kan damarları ve küçük hava yolları lif ağı katlantılarını kaybeder ve yeniden düzenlenir. Akciğerler fazla gerildiği zaman "sarkık" kısımlar oluşur. Bu tür sarkık kısımları olan akciğerlerin havayla dolması yani gerilmesi kolay olsa da sönmesi yani boşalması daha zordur. Bunun sebebi içeriye doğru geri çekilmede yetersizlik ve akciğerlerden havanın çıkarılmasında zorluk olmasıdır [46].

Yüzey gerilim elastik recoilin büyük kısmını oluşturur. Bu deneysel olarak serum fizyolojik ve hava ile doldurulan akciğerlerin şişme ve sönme eğrilerinden gösterilebilir (Şekil 3). Akciğerler serum fizyolojik ile doldurulduklarında yüzey gerilim olmaz (sıvı-sıvı yüzeyi), sadece akciğer parankiminin elastik dokusu olur. Bu durumda recoil basıncı düşük ve kompliyans yüksektir. Hava ile şişirildikte ise hem parankimal elastik kuvvetler hem de yüzey gerilim söz konusudur. Yüzey gerilim sadece hava-sıvı ara

yüzeyinde moleküller arasındaki çekim kuvveti ile oluşur. Yüzey gerilim sıvı hava ile karşılaştığı zaman, sıvının en küçük yüzey alanına büzülmesine neden olur. Akciğerlerin deneysel olarak hava ve sıvı ile şişme ve sönme eğrileri arasındaki fark:

1-Histerezise yüzey gerilimin sebep olduğunu (normal solunumda yüzey gerilim kuvvetleri deflasyona göre inflasyonda daha kuvvetli) ;

2-Akciğerin elastik kuvvetlerinin çoğundan yüzey geriliminin sorumlu olduğunu göstermektedir [48]



Şekil 3. Hava ve serum fizyolojik ile doldurulmuş izole akciğerlerde basınç, hacim ilişkileri [48]

Aynı zamanda bu iki eğri karşılaştırıldığında tuzlu suyun sönme eğrisinin eğiminin hava ile sönme eğrisinin eğiminden daha dik olduğu görülmektedir. Bunun anlamı yüzey gerilimi ortadan kaldırıldığı zaman akciğerler daha fazla kompliyansa (daha gerilebilir) sahip olurlar [46].

Alveollerin iç yüzeyi ince bir sıvı tabakası ile çevrilidir. İçi hava ile dolu alveolde, hava sıvı yüzeyindeki yüzey gerilim, havanın sıkıştırılmasına ve basıncın artmasına

neden olur [32]. Küresel yapıda olan alveol içindeki basınç, Laplace yasası (P= 2x T/r) ile hesaplanır. Burada P basıncı, T yüzey gerilimini, r ise yarıçapı gösterir.

Bu yasaya göre duvar gerilimi sabit olmak koşulu ile küre içindeki basınç, kürenin çapı ile ters orantılıdır. Bu nedenle küçük kürelerde basınç büyüklere göre daha fazla olur. Sonuçta, özellikle düşük akciğer hacimlerinde olmakla birlikte küçük alveoller kapanma eğilimi gösterirler. Yani farklı büyüklükte iki alveol ortak hava yolu ile bağlı ise ve iki alveolun yüzey gerilimi eşit ise Laplace yasasına göre küçük alveol içindeki basınç büyük alveole göre daha fazla olur. Bu durumda küçük alveol büyük alveole boşalır ve kollabe olur. Bu durum atelektazi olarak bilinir [46].

Bu durumda oksijen ve karbondioksit difüzyonu için gerekli total alveoler yüzey alanı azalır. Bu nedenle alveolleri eşit oranda şişkin ve gergin tutmak (alveoler kararlılık) akciğerler için önem arzetmektedir.

2.2.2.7.1. Alveoler kararlılığı sağlayan mekanizmalar:

Alveol kararlılığını sağlayan mekanizmalar pulmoner sürfaktan ve alveoler mekanik bağlılıktan (alveoler independence) oluşmaktadır [32].

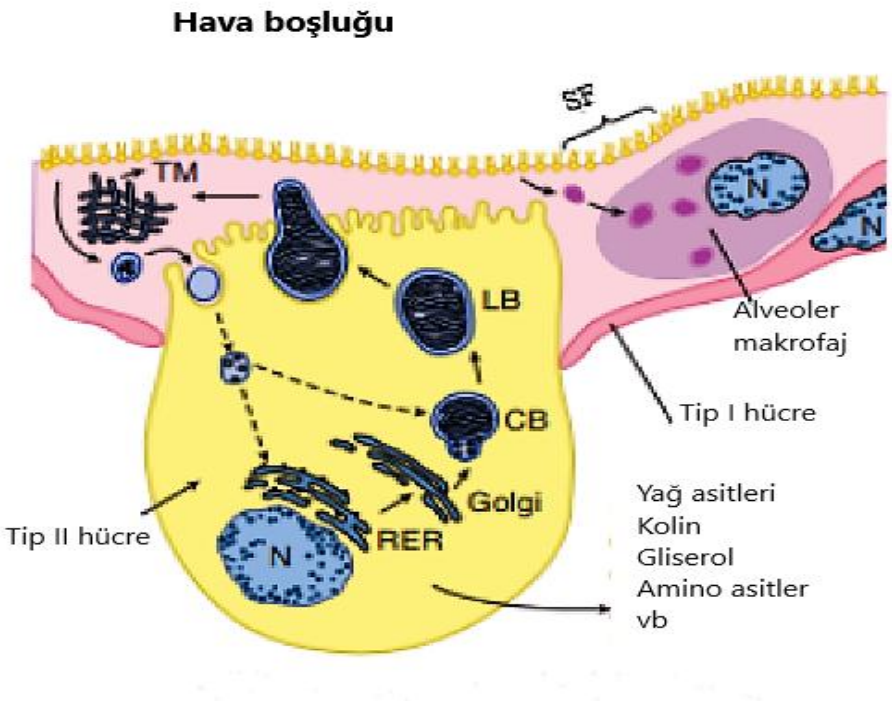
2.2.2.7.1.1. Pulmoner sürfaktan

Alveol sıvısında sürfaktan denilen bir maddenin bulunması durumunda akciğerlerin sıvı-hava yüzey gerim elastik kuvvetleri büyük ölçüde artar. Su, hava ile bir yüzey oluşturduğunda suyun yüzeyindeki moleküller birbirlerine karşı kuvvetli bir çekime sahiptirler. Bunun sonucu olarak, su yüzeyi her zaman büzülme eğilimindedir. Sürfaktan, su damlalarını bir arada tutan şey olup su damlasının tüm yüzey çevresinde su moleküllerinden oluşan sıkı bir kontraktil zar oluşturmaktadır [45].

Sürfaktan akciğerlerin yüzey aktif komponentidir ve yüzey gerilimine bağlı elastik kuvvetleri azaltmakla görevlidir. Pulmoner sürfaktan, akciğer kompliyansını artırırken solunumun iş yükünü azaltır [43], [49]. Sürfaktan alveollerin yüzey alanının yaklaşık %10'unu oluşturur ve Tip II alveol epitelyum hücreleri denilen ve alveollerdeki epitelyum hücrelerinin yaklaşık %60'ını oluşturan özel sürfaktan salgılayan epitelyum hücreleri tarafından salgılanır. Bu hücreler, içerdikleri lipit partiküllerini, sürfaktan içinde alveollere salgılayan granüler hücrelerdir [43], [45]. Pulmoner sürfaktanın yarı ömrü 14 saat olup akciğerlerde devamlı yapılır kullanılır ve yıkılır [32].

Alveol epiteli genelde Tip I ve Tip II alveol hücresi olmak üzere iki tip hücre içerir. Tip II alveol hücresine Tip II pnömosit de denir. Epitel tabakasında bu iki hücrenin oranı eşittir (1:1). Ancak Tip I hücre yüzey alanının yaklaşık üçte ikisini kaplarken Tip II hücreler alveol bölmelerinin etrafına toplanmış gibi görünmektedir. Tip II hücreler Tip I hücreler ile karşılaştırıldığında mitokondri bakımından daha zengin ve metabolik olarak daha aktiftirler. Tip II hücrelerinin diğer ayırt edici özelliği elektron yoğun lamellar inklüzyon cisimcikleridir. Sürfaktan bakımından zengin olduğu yukarı da da vurgulanan bu lamellar inklüzyon cisimciklerinin sürfaktanın depo bölgeleri olduğu bilinmektedir(Şekil 4) [46].

Sürfaktanınana bileşeni lipid ve proteinlerin bir karışımı ise de bunun hidrofil ucunu alveolleri kaplayan su tabakasının içine sokan bir fosfolipiddir. Sürfaktanın hidrofob uçları ise alveoler yüzeyde, hava ve su arasında tek molekül kalınlığında bir tabaka oluşturur [38]. Yüzey gerilimini azaltan ana madde ise *dipalmitoilfosfatidilkolin*dir [46].



Şekil 4. Tip II hücrelerin oluşumu ve sürfaktan metabolizması. TM: tübüler miyelin, LB: lamiler cisim, CB: birleşik cisim, RER: granüllü endoplazmaik retikulum, N: hücre çekirdeği.[43]

İnspirasyon sırasında alveollerin genişlemesiyle birlikte sürfaktan molekülleri birbirinden uzaklaşırlar ve bu durumda yüzey gerilimi artar. Tam tersiekspirasyon

sırasında birbirlerine yaklaşmalarıyla birlikte yüzey gerilimi de azalır. Buradan yüzey gerilimi, birim alana düşen sürfaktan konsantrasyonu ile ters orantlıdır denilebilir [43].

Pulmoner sürfaktanın etkilerini kısaca özetlersek:

a- Alveol içini kaplayan sıvı molekülleri arasına girerek yüzey gerilimini azaltır ve kompliyansı artırır. Buna bağlı olarak soluk alma işini azaltır.
b- Küçük alveollerde sürfaktan konsantrasyonu daha çok olduğu için buradaki yüzey gerilimini düşürerek alveolleri stabilize eder ve farklı büyüklüklerde olan alveollerdeki basıncı dengeler. Bu da Laplace yasasına göre küçük ve büyük alveoller arasındaki basınç farkının ortadan kalkmasını ve alveoler stabilizasyonu sağlar.
c- Sürfaktan normal seviyelerde olduğunda, alveol içindeki sıvı tabakasının yüzey gerilimini düşürerek ve negatif interstisyel basınçla alveoler alandan interstisyuma sıvı hareketini sağlayarak alveollerde sıvı retansiyonunu önler [32].

Solunum hafif ve sabit oldukça sürfaktan miktarı azalma eğilimi gösterir. Normal soluk alıp verme arasına sıklıkla serpiştirilen derin soluk almalar Tip II hücrelerini gerer ve bunları sürfaktan salgılama yönünde uyarırlar. Bu yüzden, ağrı nedeniyle yüzeyel solunum yapan göğüs veya karın cerrahisi geçirenlerin arasıra derin soluk almaları zorunludur [38].

2.2.2.7.1.2. Alveoler inpedance (alveoler mekanik bağlılık)

Alveol kararlığını sağlamak için bir diğer mekanizma alveollerin birbirine bağlı olması vekomşu alveoller arasında karşılıklı dayanışmadır. Çünkü alveoller çevrelerindeki diğer alveollerle karşılıklı bağlantı halindedirler. Bu tür yapısal düzenlemelerin komşu alveollerin kapanmasını önlediği gösterilmiştir. Alveoller arasında bu tür karşılıklı dayanışma atelektaziyi önlemede ve sönmekte olan akciğerlerin açık tutulmasında rol oynayabilir. Alveol dayanışması, yeni doğanlarda birbirini destekleyen bağlantı daha az olduğu için özellikle erişkinlerde daha büyük öneme sahiptir [46].

Mekanik bağlılık ayrıca solunum olayı esnasında, negatif intraplevral basıncın akciğerlerde iç alveollere iletilmesini de sağlar. Bilindiği gibi negatif intraplevral basınç alveolleri genişleterek açar. Fakat plevral basınçla direk açılan alveoller sadece

yüzeydeki alveollerdir. Plevral basıncın merkezdeki alveollere ve küçük hava yollarına iletilmesi için alveoller arası mekanik bağlılık gerekmektedir [32].

2.2.2.8. Hava akımı ve hava yolu direnci

Akciğerlerde iki tip hava akımı mevcuttur. Türbülan akım trakea, büyük bronşlar gibi geniş hava yollarında yüksek akım hızı olduğunda görülür. Hava akımının tamamen organize olmamış modellerini içeren türbülan akım, soluk alma ve soluk verme sırasında duyulabilen seslere yol açar. Daha hızlı ve derin solunum, türbülans oluşturduğu için daha fazla gürültü üretir. Bunun tersine laminar akım ise hava yollarının kenarına paralel şekilde hareket ederek aerodinamik akım özelliğindedir. Hava molekül tabakaları birbirleri üzerinden kayarak aktığı için laminar akım sessizdir. Laminar hava akımı, oldukça yavaş hava akımı olan küçük periferik hava yollarında görülmektedir [46].

Aslında hava akımı ilerletici basınçla orantılı olsa da hava yolu direnci ile ters orantılıdır. Alveoler basınç ve barometrik basınç arasındaki fark, akciğerler için ilerletici basınçtır. Sabit bir dirençte daha fazla hava akımının olması için daha fazla ilerletici basınca gerek vardır.

Hava yolu direnci alveollerden ağıza kadar olan basınç farkının (ΔP) akım hızına (V) oranı olarak ifade edilir [43]. Akciğer hacmi küçüldükçe havayolu direnci artar. Ayrıca bronşlar ve bronşiyoller de hava yolu direncine katıldığı için bronşları saran düz kasların kasılması hava yolu direncini artırır ve solunum zorlaşır [46].

Direnç fazla olduğunda belirli bir hava akımı oluşturabilmek için daha fazla efor gerekmektedir. Ayrıca hava yolu direnci, hava yolunun uzunluğu ve hareket eden gazın vizkozitesi ile doğru orantılı olmasına karşın yarıçapının dördüncü kuvveti ile ters orantılıdır. Vizkozite ve uzunluk akciğerler için çok önemli değildir. Hava akımı, gazın viskozitesi ve hava yolunun uzunluğundan etkilenmese de hava yolu yarıçap değişikliklerine daha duyarlıdır. Yarıçapta %10'luk bir azalma dirençte %54'lük artışa ve hava akımında %34'lük azalmaya sebep oluyor. Sağlıklı bireylerde hava yolu direnci ortalama 1.5 cmH_2O /l/sn kadardır [32].

2.2.3. Akciğer Hacim ve Kapasiteleri

Hava boşluklarında bulunan gaz miktarı akciğer volümüdür. Akciğer kapasitesi ise en az iki volüm değeri toplamıdır.

Akciğer hacimlerini belirleyen akciğer ve göğüs duvarı arasındaki etkileşimlerdir. Akciğer hacimlerinin çoğu spirometre ile ölçülür ve bu yöntemle akciğerlere giren ve çıkan hava hacimleri kaydedilerek spirogramlar elde edilir [32].

Akciğerler normal bir solunum döngüsü sırasında kapasitelerinin tümünü kullanmazlar. Hem normal nefes alıp verme sırasında, hem de zorlu koşullarda akciğerlere alınabilecek hava miktarının bilinmesi kişinin sağlıklı bir akciğere sahip olup olmadığını anlayabilmek açısından önemlidir. Bu amaçla yapılan spirometrik ölçümlerle, akciğer hacim ve kapasitelerinde meydana gelen değişiklikler yorumlanarak bazı hastalıkların tanısı konulmaktadır [50].

2.2.3.1. Akciğer hacimleri

1.Soluk hacmi(TV): Tidal volümistirahat düzeyinden itibaren normal solunumla alınan-verilen hava miktarıdır. Sağlıklı erişkin bir bireyde ortalama değeri 500 ml kadardır [32]. Bunun da 150 ml'si ölü boşluğa ait olup,350ml'si gerçek alveoler ventilasyondan sorumludur.

2. İnspirasyon yedek hacmi(IRV): İnspirasyon rezerv volümü normal inspirasyondan sonra derin inspirasyonla alınan hava volümüdür. İnspirasyon yedek hacmi vital kapasitenin %40-50'sini oluşturur ve obstruktif, restriktif akciğer hastalıklarında azalmaktadır[51]. İnspiratuvar kasların gücü, akciğer ve göğüs duvarının içeridoğru elastik geri çekilme gücüyle belirlenir [52]. Bu hacmin ortalama değeri kadınlarda; 1900 ml, erkeklerde; 3300 ml'dir [32].

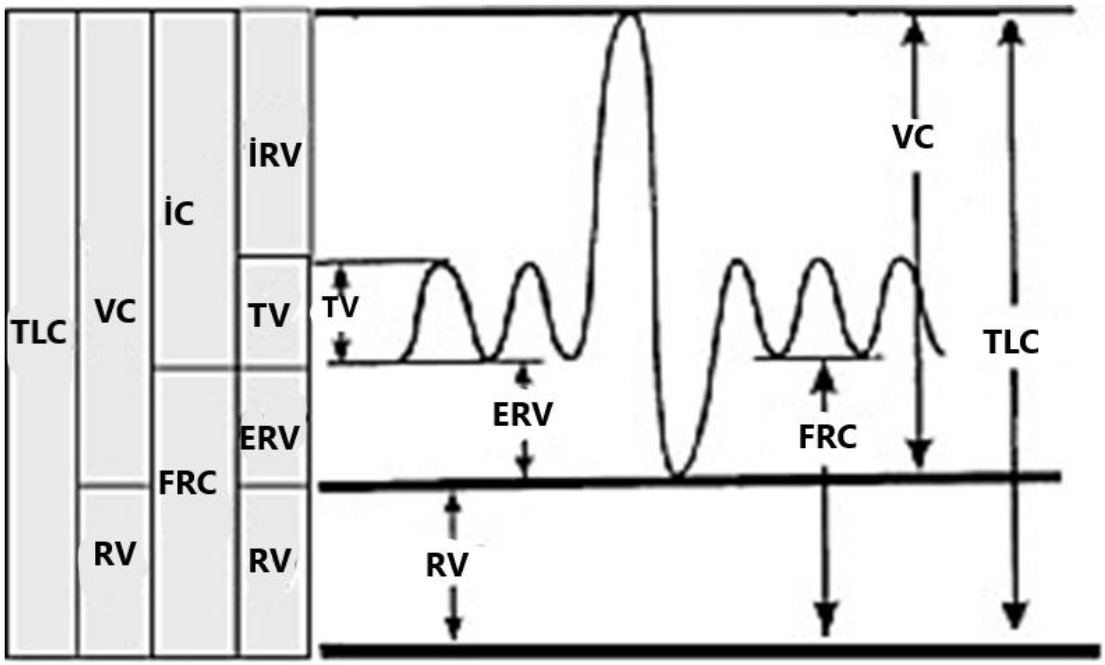
***3. Ekspirasyon yedek hacmi(ERV*)**: Ekspirasyon rezerv volümü normal bir ekspirasyondan sonra, zorlu ekspirasyon ile çıkarılabilen en büyük hava hacmidir. Normal değeri ortalama olarak kadınlarda; 700 ml, erkeklerde; 1000 ml'dir [32].

4. Rezidüel hacim (RV):Rezidüel hacim maksimum ekspirasyondan sonra akciğerlerde kalan gaz volümüdür [51]. Değeri yaklaşık olarak kadınlarda;1100 ml, erkeklerde; 1200

ml kadar bulunur. Böyle olduğu için akciğerler hiçbir zaman tamamen havasız kalmıyor. Rezidüel hacim, minimal hava ve kollaps havasından oluşmaktadır. Kollaps havası pnömotoraks'la akciğerlerden çıkarılabilir. Fakat 500 ml kadar olan minimal hava, ilk soluk alma ile akciğelere girerek hiçbir şekilde akciğerlerden çıkarılamaz [32]. Yani akciğerler hiçbir zaman tamamen içindeki havadan arındırılamaz [38]. Rezidüel hacim basit spirometrik yöntemle ölçülemez. Helyum dilüsyon tekniği, nitrojen yıkama testi veya body pletismograf ile ölçülür [32].

2.2.3.2. Akciğer kapasiteleri

Solunum döngüsündeki olayları tanımlamak için, bazen yukarıdaki hacimlerin iki veya daha fazlasının birlikte değerlendirmek gerekebilir. Bu tür kombinasyonlara akciğer kapasiteleri denir (Şekil 5).



Şekil 5. Akciğer hacim ve kapasiteleri

1. ***İnspirasyon kapasitesi(IC):*** Soluk hacmi ile inspirasyon rezerv volümünün toplamına eşittir. Bu bir bireyin, normal ekspirasyon düzeyinden başlayarak, akciğerlerin en üst düzeyde gerilmesine kadar inspirasyonla alabildiği hava hacmidir [45]. Normal değeri ortalama olarak kadınlarda; 2400 ml, erkeklerde 3800 ml kadardır [32].
2. ***Ekspirasyon kapasitesi (EC):*** Normal bir inspirasyondan sonra zorlu ekspirasyonla atılabilen en fazla hava hacmidir. Soluk hacmi ile ekspirasyon yedek hacminin

toplanması ile bulunur. Kadınlarda yaklaşık 1200 ml, erkeklerde 1500 ml kadardır [32].

3. ***Vital kapasite (VC):*** İnspirasyon rezervi, soluk hacmi ve ekspirasyon rezervlerinin toplamından oluşmaktadır. Bireyin akciğerlerini önce maksimum düzeye kadar doldurduktan sonra, zorlu bir ekspirasyonla akciğerlerden atılabilen en fazla hava miktarıdır [45]. Normal değeri yaklaşık olarak kadınlarda; 3100 ml, erkeklerde; 4800 ml'dir [43]. Ölçümünün yapılma şekline göre vital kapasite ikiye ayrılır.

a-Yavaş vital kapasite (SVC), maksimum inspirasyondan sonra, ekspirasyonla hava çıkarılması işleminin yavaş olarak yapılmasıdır [32].

b-Zorlu vital kapasite (FVC), maksimum inspirasyondan sonra zorlu, derin ve hızlı ekspirasyonla dışarı atılan total hava volümüdür(Karabıyıkoğlu,G.1998). Normal kişilerde FVC'nin tamamlanması için gereken total ekspirasyon süresi 4-6 saniyedir ve bu bireylerde SVC, genellikle FVC'ye eşittir [47]. Ancak hava yolu obstrüksiyonu bulunan bireylerde zorlu ekspirasyonun yarattığı bronşiyoler kollaps nedeniyle FVC VC'den daha düşük bulunmaktadır. FVC spirometreden direk ölçülen bir hacim olup akciğerlerin havalanma fonksiyonunu değerlendiren faydalı ölçümlerden biridir [46].

FVC spirogramından iki bilgi elde edilebilir. Bunlardan birincisi birinci saniyedeki ekspirasyon hacmi (FEV_1) olup zorlu ekspirasyon manevrasından elde edilen en az değişkenliğin olduğu ölçümlerden birini oluşturmaktadır [46]. Daralan hava yolları nedeniyle ilk saptanan bulgulardan biri FEV_1 değerinin azalmasıdır [53].

Bronkospasm, inflamasyon veya elastik doku kaybı gibi çeşitli faktörlere bağlı olarak ortaya çıkan hava yolu obstrüksiyonu, sigara içimi, mesleksel maruziyet FEV_1'de azalmaya neden olur[54, 55, 56]. Fakat erken dönem küçük hava yollarında oluşan obstrüksiyonu yansıtmaz. Restriktif patolojilerde ise FEV_1/FVC'deki azalmaya bağlı olarak azalmaktadır. FEV_1 kooperasyona ve hasta eforuna bağlı bir parametredir. Tekrarlanabilirlik özelliği de yüksek olduğundan dolayı yaygın olarak kullanılmaktadır [57].

Bununla birlikte FEV_1'in FVC'ye yüzde oranı da (FEV_1/FVCx100) önemli bilgiler vermektedir. Bu değer akciğer boyutundaki farklılıkları düzeltir.

Normalde FEV_1/FVC oranı 0,8 kadardır, FVC'nin ilk birinci saniyesinde şahsın çıkarabildiği havanın %80'nini ifade etmektedir [46].

FVC spirogramından elde edilen ikinci ölçüm ise zorlu ekspirasyon akımıdır (FEF25-75). Maksimum ekspirasyon ortası akım hızı da denir. Zorlu ekspirasyonun efora bağlı olmayan segmentini ifade eder [51]. Erken dönem hava yolu obstruksiyonunu gösteren çok hassas bir değer olup, özellikle orta ve küçük hava yollarındaki obstruksiyonu belirleyen en duyarlı ve önemli parametredir. Bu ölçüm FVC'nin orta yarısında (% 25 ve % 75 arası) gerçekleşen ekspirasyon akım hızını temsil eder [46]. Normal beklenen değerler yaş, boy, kilo ve cinse göre değişse de ortalama 2-4 lt/ sn'dir [51].

FEF%25: Ekspire edilen vital kapasitenin ilk %25'inde atılan hava volümüdür.

FEF%50: Ekspire edilen VC'nin %50'sinde atılan volümdür.

FEF%75: Ekspire edilen VC'nin %75'inde atılan volümdür.

4. Fonksiyonel rezidüel kapasite (FRC): Normal bir ekspirasyondan sonra akciğerlerde kalan havamiktarıdır [43]. Akciğerlerin istirahat hacmi olarakda ifade edilir. Ekspirasyon yedek hacmi ile rezidüel hacmin toplamı fonksiyonel rezidüel kapasiteyi oluşturur. Normal değeri kadınlarda yaklaşık 1800 ml, erkeklerde ise 2200 ml karadır [48]. FRC direkt olarak alveol kapillerine geçmeyen helyum, nitrojen gibi gazlı testlerle ya da vücut pletismografiyle ölçülmektedir [51].

Sağlıklı genç erişkinde FRC total akciğer kapasitesinin yaklaşık 50'sini oluşturur [58]. FRC'nin bulunan değerinin, beklenen değerin %120 üzerinde olması hiperenflasyonu (aşırı havalanmayı) gösterir. FRC astım ataklarında ve amfizemde artar [51].

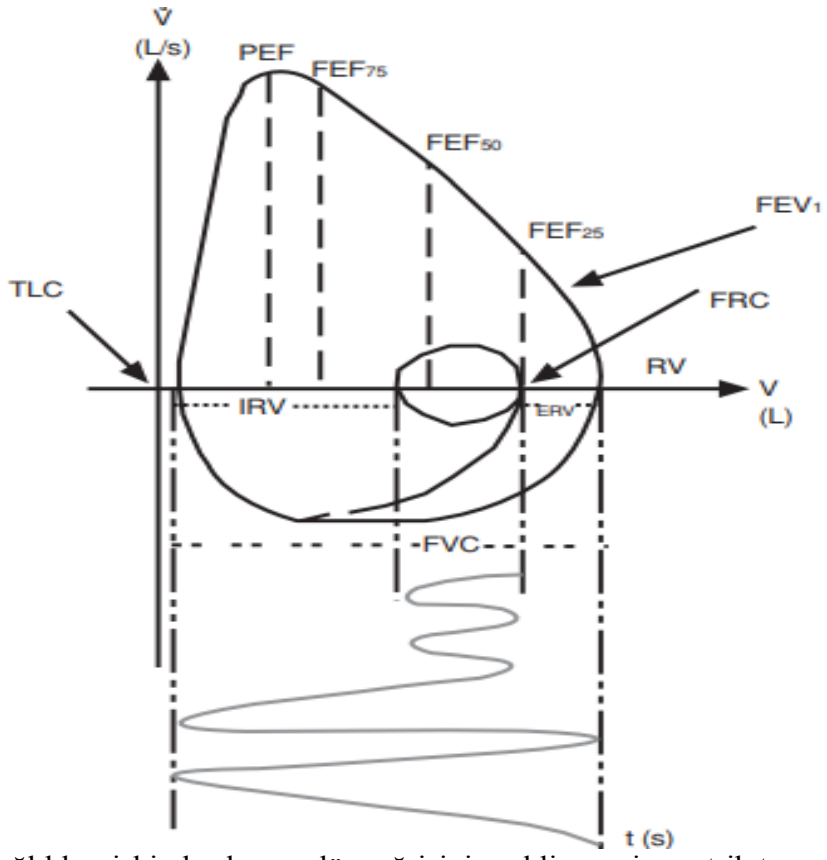
***5. Total akciğer kapasitesi (TLC*):** Akciğerlerin maksimum inspirasyondan sonra mümkün olan en yüksek kuvvetle gerilebildiği en yüksek hacimdir. TLC vital kapasite ile rezidüal hacmin toplamına eşittir [45]. Kadınlarda yaklaşık 4200 ml, erkeklerde ise 6000 ml kadardır [48].

2.2.3.3. Akım-volüm eğrisi

Akım-volüm eğrisi FVC manevrası sırasında spirometreden elde edilir. Akım L/s ile volümlerise L ile gösterilir. Akım-volüm eğrisi sayısal değerler ile olduğu kadar şekildeki normalden sapmalarla da bir çok bilgi vermektedir (Şekil6). Akım değerlerindeki değişiklikleri izlerken intraplevral ve ekstraplevral solunum yolları ile

ilgili bilgi elde edilebilmektedir. Bunun yanı sıra zorlu solunum esnasında solunuma katkıda bulunan solunum kasları ve elastik recoil kuvveti ile ilgili bilgiyide aktarır.

Akım-volüm eğrisinin ekspirasyon bölümü genelde asimetriktir. Bu bölüm intratorasik solunum yollarındaki değişiklikleri yansıtır. FVC'nin %75, %50 ve %25'indeki akım şiddetleri hem $V_{max}75$, $V_{max}50$, $V_{max}25$ şeklinde hem de FEF%25, FEF%50, FEF%75 şeklinde de gösterilebilir. Akımın en yüksek değere ulaştığı nokta aşağıda da bahsedilecek PEF olarak kaydedilir. Akım-volüm eğrisi ile eş zamanlı volüm zaman eğrisinin çizdirildiği sistemlerde FEV_1de gösterilmektedir (Şekil 6) [59].



Şekil 6. Sağlıklı erişkinde akım-volüm eğrisinin şekli ve spirometrik trase ile ilişkisi

PEF (Tepe Akım Hızı): Ekspirasyon akımının tepe noktasındaki akım hızı PEF (peak ekspiratory flow, tepe akım hızı) olarak adlandırılır ve yetişkinde 6-8L/sn veya 400L/dk'dır. PEF trakea, ana bronşlar gibi santral hava yolları fonksiyonunu gösterir [60]. Bu evreden sonra intratorasik hava yolları basıncı çevresindeki plevra basıncına göre azalırken solunum yolları dinamik kompresyonun etkisine girer [51].

2.2.4. Solunum Fonksiyon Testleri

Özellikle son 30 yılda Fizyoloji çalışmalarında kullanılan araçlar olmaktan çıkıp solunum hastalıklarının klinik değerlendirmelerinde yaygın olarak kullanılan bir laboratuvar yöntemi haline gelen testlerden biri de solunum fonksiyon testleridir. Spirometri kişinin inspire veya ekspire ettiği hava volümünü zamana bağlı olarak ölçen fizyolojik bir testtir. Spirometri ile ölçülen primer parametre volüm veya akım olabilir. Solunum fonksiyon testleri bir tarama testi olarak toplumda genel sağlık durumunun değerlendirilmesinde çok kullanışlı bir test olmasına rağmen etiyolojik bir tanının konulmasını sağlamaz [61].

Solunum fonksiyonlarının değerlendirilmesinde temel test olan spirometri bir anormalliğin saptanmasında, şiddetinin sayısal olarak değerlendirilmesinde, hastalığın lokalizasyonunun saptanmasında, tedaviye yanıtı objektif olarak belirlemede hekime yardımcı olur. Bir testin yaygın kullanılabilmesi için;

1. Kabul edilebilir,

2. Tekrar edilebilir,

3. Noninvaziv,

4. Doğru bilgi veren,

5. Ucuz olması beklenir.

Yukarıda sıralanan özellikler açısından bakıldığında spirometri basit uygulanımı olan ve klinikle birleştirildiğinde tanısal özelliği bulunan bir test olmasına karşın ne ülkemizde ne de dünyada ilk basamak sağlık kurumlarında kullanımı yeteri kadar yaygın değildir. Pratisyen hekimler tarafından spirometri uygulanması hem hastalıkların daha erken tanınmasını hem de toplumun solunumsal açıdan daha sağlıklı ve bilinçli olmasını sağlayabilir [62]. Solunum fonksiyon testlerinin endikasyonları çok çeşitlidir (Tablo 1) [61], [63].

Tablo 1. Solunum fonksiyon testlerinin endikasyonları

1. Tanı
a.Semptom (dispne, öksürük, balgam, göğüs ağrısı), bulgu (solunum seslerinde azalma, hava hapsi, uzamış ekspirasyon, siyanoz, göğüs deformitesi, raller) ve laboratuvar sonuçlarının (hipoksemi, hiperkapni, polisitemi, radyoloji) değerlendirilmesi
b.Hastalığın akciğer fonksiyonları üzerine etkisinin araştırılması
c.Akciğer hastalığı gelişme olasılığı olan bireylerin taranması (sigara içenler, mesleki ekspozisyon)
d.Preoperatif riskin saptanması
e.Prognozun belirlenmesi
f. Zorlayıcı egzersiz programlarından önce genel sağlık durumunun belirlenmesi
2. Monitörizasyon
a.Tedavi yaklaşımlarının belirlenmesi (bronkodilatör tedavi, steroid tedavisi, konjestif kalp yetmezliği tedavisi)
b.Hastalığın seyrininbelirlenmesi (pulmoner hastalıklar, obstrüktif hava yolu hastalıkları, interstisyel akciğer hastalıkları, kardiyak hastalıklar, nöromüsküler hastalıklar)
c.Mesleki ekspozisyonun monitörizasyonu
d.Pulmoner toksisitesi olan ilaçların yan etkilerinin takibi
3. İş göremezlik derecesinin saptanması
a.Rehabilitasyon amacıyla hasta değerlendirilmesi
b.Sigortalama yönünden risklerin belirlenmesi
c.Tazminat için değerlendirme
4. Toplum sağlığı
a.Epidemiyolojik çalışmalar
b.Farklı çevrelerde yaşayan toplumların sağlık durumlarının karşılaştırılması
c.Mesleki veya çevresel etkenlerle ortaya çıkan sübjektif yakınmaların değerlendirilmesi
5. Referans denklemlerinin oluşturulması

2.2.4.1.Parametrelerin tanımı

Akciğer volümleri statik ve dinamik akciğer volümleri olmak üzere ikiye ayrılır. Statik volümlerin ölçümünde zamana bağımlılık yokken dinamik volümler zorlu solunum sırasında ölçülmektedir [64].

2.2.4.1.1. Statik akciğer volümleri

Akciğerler ve intratorasik solunum yollarındaki hava volümü; akciğer parankimi, onu çevreleyen organ ve dokular, solunum kaslarının oluşturduğu güç, yüzey gerilimi, akciğer refleksleri, hava yollarına ait özellikler tarafından belirlenmektedir [57].

Akciğer volümleri pozisyon, yaş, boy, cins, vücut kütlesi, etnik özellikler, günlük aktivitelerdeki farklardan etkilenmektedir. Volümler yaşla ters, boyla doğru orantılı olup kadınlarda erkeklerden küçüktür ve etnik olarak da beyaz ırkta sarı veya siyah ırka kıyasla daha fazladır.

Akciğer volümü terimi akciğerlerde bulunan ve vücut pletismografisi ya da gaz dilüsyon yöntemleriyle ölçülen gaz volümünü yansıtır. Akciğer grafisinden hesaplanan volümler ise toraks kafesinin sınırları içinde yer alan tüm dokuların hacmini kapsar. Bilgisayarlı tomografi kesitlerinden hesaplanan akciğer volümleri ise normal doku volümleri ve akciğerlerde bulunan gaz volümünün yanı sıra patolojik dokuların volümlerini de kapsar [58].

Vital kapasite (VC), inspiratuar kapasite (IC), inspiratuar rezerv volüm (IRV), ekspiratuar rezerv volüm (ERV), tidal volüm (TV), rezidüel volüm (RV), torasik gaz volümü (VTG) statik akciğer volümleridir. Bunlarla ilgili bilgiler (VTG hariç) yukarıdaki paragraflarda verilmiştir.

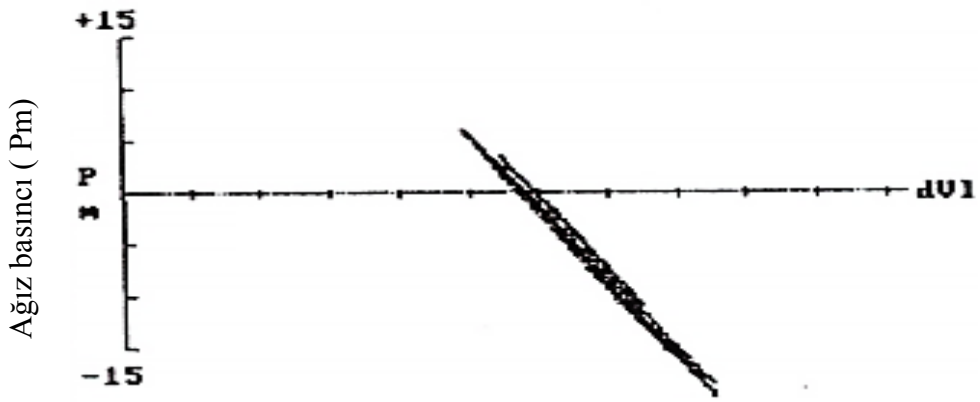
Torasik Gaz Volümü (VTG): VTG hava akımının bir valv aracılığıyla kesildiği düzeyde toraks içinde bulunan gaz volümünü tanımlar. VTG toraks içinde hava yollarıyla bağlantılı olan ve olmayan tüm gaz volümünü kapsar [65].

VTG vücut pletismografında ölçülen bir parametredir. Bu parametre pratikte ekspirasyon sonu düzeyinde ölçülür ve bu koşulda FRC'ye eşit olup ml veya l tolarak

ifade edilir. VTG Boyle kanuna göre tayin edilir. Boyle kanuna göre ısı sabitken gazın volümü basınçla ters orantılıdır [51].

VTG ölçümünde pletismografın kapısı kapatılıp normal solunum sırasında kabin içi ısının ve nemin dengelenmesi için 30 saniye beklenmelidir. Bu dengeleme süresinden sonra hastanın birkaç kez normal soluk alıp vermesinin ardından normal ekspirasyonun sonunda valv kapatılır ve saniyede iki kez olmak üzere kısa kesik soluma (panting) manevrası yaptırılırve bu işlem sırasında ağız basıncı (Pm) ve akciğer volüm değişmesi (ΔVL) arasındaki eğri gözlenir (Şekil 7).

Dört -beş kabul edilebilir eğri alındıktan sonra valv açılarak normal solunuma geçilir ve yavaş vital kapasite manevrası yaptırılarak test sonlandırılır. Bu uygulama sonucunda elde edilen eğri kapalı olup ekrandan taşmamalıdır. Eğer eğri ekrandan taşmışsa ya ısı dengelenmesi yetersizliği vardır ya da panting hacmi fazladır (yani toraks zorlanmıştır). Teğet açısı ortalama açının %10'undan fazla olmamalı ve VC için en yüksek değer; FRC, ERV ve IC için testlerin ortalaması olarak alınır [52].



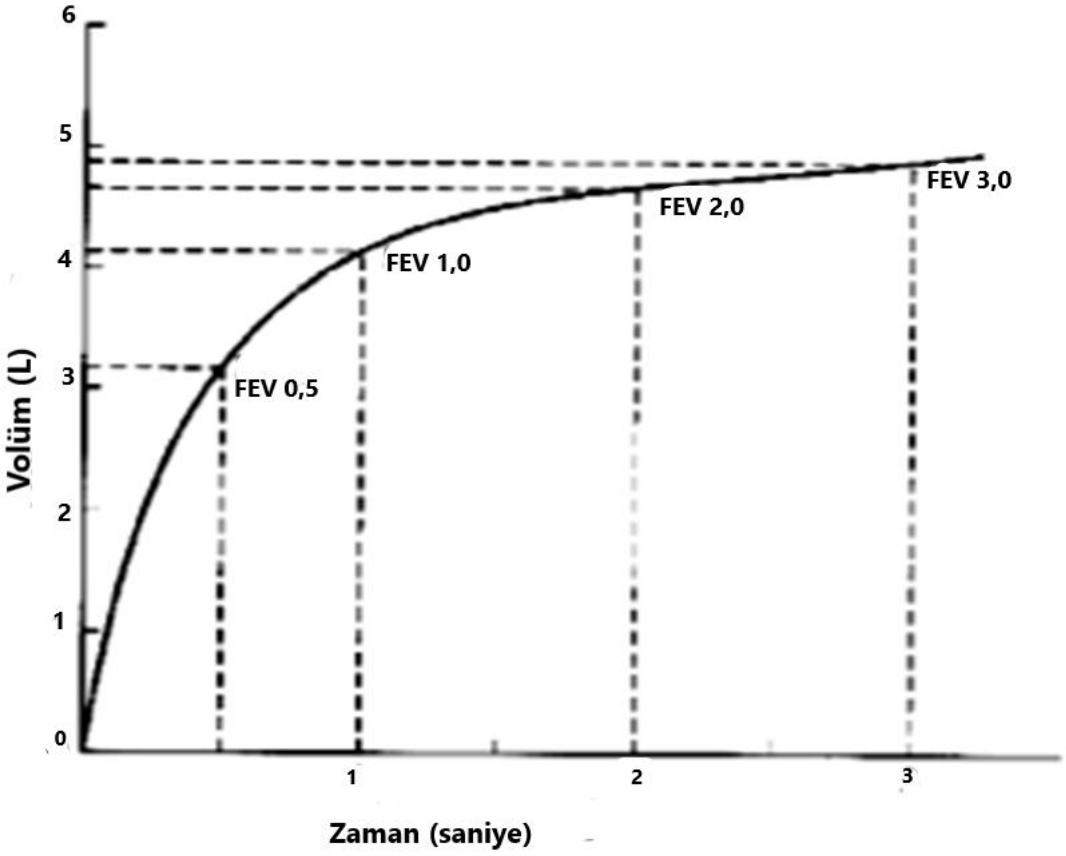
Şekil 7. VTG eğrisi. Ekspiratuar eforlapozitif Pm ve negatif volüm değişikliği inspiratuar eforla negatif Pm ve pozitif volüm değişikliği olur.

2.2.4.1.2. Dinamik akciğer volümleri ve hava akımları

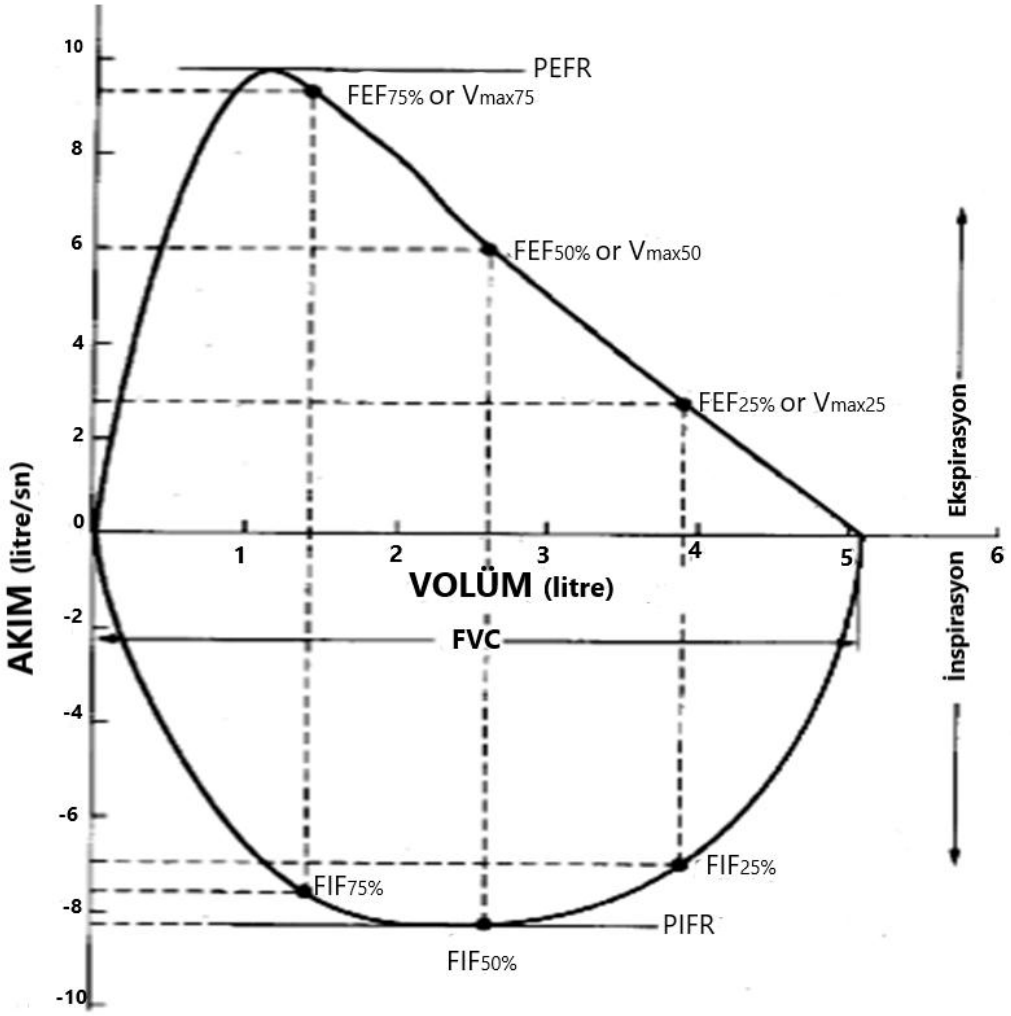
Dinamik ölçümler havayolu obstrüksiyonunun tespitinde kullanılarak çıkan sonuçlar zorlu ekspirasyon ve inspirasyon sırasında değerlendirilir. Dinamik spirometrinin sonuçları volüm-zaman ya da akım-volüm eğrileriyle tanımlanır.

Dinamik parametrelerin değerlendirilmesi için en az üç kabul edilebilir manevra uygulanmalıdır[66].

Bu ölçümler hava yolları obstrüksiyonunun tespitinde kullanılırlar. Akım hızları zorlu ekspirasyon ve inspirasyon sırasında değerlendirilebilir (Şekil 8 ve 9).



Şekil 8. Volüm-zaman eğrisi. FVC manevrasından elde edilen volüm-zaman eğrisinde volüm vertikal, zaman horizontal eksende yer alır. Eğri çeşitli bileşenlere bölünür.



Şekil 9. Akım-volüm eğrisi.

Zorlu vital kapasite (FVC), FEV_1, FEV_1/FVC oranı (Tiffeneau Oranı), PEF (Zirve Akım Hızı), Maksimal ekspirasyon ortası akım hızı (MMFR, FEF25-75%), Maksimal istemli ventilasyon (MVV), dinamik akciğer volümleridir. Bunlarla ilgili bilgiler (MVV hariç) yukarıdaki paragraflarda verilmiştir.

Maksimal istemli ventilasyon (MVV): Bu parametre ilk kez 1933 senesinde Hermansen tarafından tanımlanmış ve 1948 yılında ise Baldvin normal beklenen değerleri belirleyen nomogramı bildirmiştir [51]. MVV bir dakikalık zorlu derin ve hızlı solunum esnasında akciğerlere giren-çıkan hava hacmini tanımlar. Bir dakikalık işlem sırasında alkaloz ve senkop gelişebildiği için ölçüm 12-15 saniye yapıldıktan sonra 1 dakikaya tamamlanır. Elde edilen veriler normal sınırlarda bulunduğunda nefes darlığının solunumsal olmadığı söylenebilir.

Yapımındaki zorluklar nedeniyle sık kullanılmasa da MVV solunum sisteminin mekaniği hakkında bilgi veren önemli parametredir [66].

MVV özellikle preoperatif evrede değerlendirilerek postoperatif komplikasyonları belirleme kriteridir. MVV <%50 altında olduğunda toraks ve üst abdomen cerrahisi için risk var demektir. MVV restriktif akciğer hastalıklarında ise düşük ya da normal değerlerde olabilir [51].

Hava yolu rezistansı (Raw): Raw her bir ünite akım için oluşan basınç farkı olarak tanımlanır, ağız (atmosferik basınç) ve alveol basınçları arasındaki farkın gaz akımına oranlanmasıyla elde edilir. *Gaw* ise hava yolundaki her bir ünite basınç azalmasıyla oluşan akım olup Raw'ın resiprokudur. Yani sGaw her 1 L akciğer volümüne düşen iletim, sRaw ise her 1 L akciğer volümüne düşen rezistanstır [67]. Raw bir vücut pletismografında ölçülür. Hastaya panting yaptırılarak shutter açık ve kapalı iken volüm ve basınç değişmeleri kaydedilir. Normal sağlıklı erişkinde Raw 0,6-2,4 cm H_2O/lt/sn kadardır. Normal yetişkinde rezistansındağılımı şu şekildedir: Burun, ağız, üst hava yolları %50'sini, trakea, bronşlar %30'unu, küçük hava yolları %20'sini oluşturur. Çapları 2 mm'den küçük hava yollarının total hava yolu rezistansının 1/5'ni meydana getirdiğini belirtmekte fayda vardır [51].

Büyük hava yolu obstrüksiyonunda belirgin Raw artışı olur, bu artış genellikle solunum işinde artma ve efor dispnesiyle birlikte seyretmektedir. Bu parametre astımlı bireylerde atak sırasında normalin üç katı kadar artabilir. Amfizemin ileri evrelerinde de büyük ve küçük hava yollarında daralma ve kollaps nedeniyle artmaktadır. Ölçüm için pahalı bir sistem olan pletismograf gereklidir ve uygulaması da zorolduğundan genellikle rutin incelemelerde kullanılmaz. Bunun yerine akım hızları ölçümü rutinde yeterli olmaktadır [67]. Hava yolu direnci ölçümü endikasyonları aşağıdakilerdir.

1. Obstrüktif akciğer hastalığı tanısı koymada veya tanının kesinleştirilmesinde kullanılır. Obstrüktif hastalıkların erken evresinde akım hızları normal olduğu halde Raw artmış olabilir.
2. Hiperreaktivitenin değerlendirilmesinde kullanılır. Spesifikliği fazla olmasa da özellikle sGaw bronkodilatatör ilaç etkisinin veya egzersiz ya da kimyasal ajanlarla yapılan bronkoprovokasyonun değerlendirilmesinde önemlidir.
3. Obstrüktif hastalıkların ayırıcı tanısında bazı araştırıcılar Raw ölçümünü amfizem (normal inspiratuar rezistans, azalmış akciğer elastik recoili) ve kronik bronşiti

(yüksek inspiratuar rezistans, normal elastik recoil) birbirinden ayırmak için kullanmışlardır.

4. Akım kısıtlanmasının lokalizasyonunun saptanması: Rezistansın önemli bölümü büyük hava yollarından kaynaklandığından astım gibi büyük hava yollarını tutan ya da yukarı hava yollarında daralmaya neden olan durumlarda Raw artışının periferik hava yolu hastalıklarından daha belirgin olacağı ileri sürülmüştür. Ancak büyük ve küçük hava yolu obstrüksiyonunu ayırmada yeterince hassas bir parametre değildir.

5. Yukarı hava yolları obstrüksiyonunda yapılan çalışmalar inspiratuar ve ekspiratuar Raw'ın arttığını göstermekte olup lokalize obstrüksiyonun değerlendirilmesinde kullanılmaktadır. Özellikle karina hizasının altındaki lokalize daralmalarda hassasiyeti azalsa da yukarı hava yolu obstrüksiyonunun değerlendirilmesinde akım volüm eğrilerinden daha hassastır [68, 69, 70]

2.2.4.2. Solunum testlerinin yorumlanması

Solunum fonksiyon testinin doğru yorumlanması için detaylı klinik bilgi gerekmektedir. Bireylerin SFT laboratuvarına gönderilme nedeni ve ön tanı gibi bilgiler önceden elde edilmelidir. Öksürük, balgam çıkarma, dispne, hışıltılı solunum gibi semptomlar ve sigara öyküsü, kişinin bronkodilatatör kullanım durumu öğrenilmelidir. Bireylerden elde edilen ölçüm sonuçları yaş, boy, kilo ve cinsiyete göre hesaplanmış olan referans değerlerle karşılaştırılarak predikte değerlere göre % değerler elde edilir. Popülasyonun diğer bireyleri ile karşılaştırmalarda da bu değerler kullanılmaktadır [66].

2.2.4.3. ATS/ERS rehberleri doğrultusunda solunum fonksiyon testlerinin değerlendirilmesi

"ATS/ERS Task Force: Standardization of lung function testing" çalışmasının amacı dünyada solunum fonksiyon testlerinin uygulanmasında ve değerlendirilmesinde ortak standartlara ulaşmaktır. ATS/ERS ortak çalışması 5 bölüm olarak yayınlanmştır [58, 61, 71, 72, 73.] "ATS/ERS Taske Forse" solunum fonksiyon laboratuvarlarında uyulması gereken kuralları, çalışanların özelliklerini tanımlamakla kalmıyor aynı zamanda standardize spirometrik ölçümleri, volüm ölçümlerini, tek soluk CO difüzyon testini de anlatıyor. Bununla birlikte elde edilen standardize sonuçların yorumlanmasını da algoritmik olarak bildiriyor.

Yapılan testin üzerinde kalibrasyonun ne zaman yapıldığı, ölçümün oturur, ayakta veya yatar pozisyonda uygulandığıbelirtilmelidir. Testi sayısal olarak değerlendirmeden önce volüm zaman eğrisinde ekspirasyonun başlangıcının hızlı olup olmadığına, sonunun ≥ 1 saniye sürüp sürmediğine ve eş zamanlı çizilen akım-volüm eğrisinde inspirasyon ve ekspirasyonun yeterince zorlu-hızlı yapıldığına, inspirasyonun sonunda (TLC) duraksamaksızın ekspirasyona başlandığına, uygulama sırasında öksürüğün olmamasına, RV seviyesinde aniden kesilmediğine dikkat edilmelidir.

ARS/ERS Solunum Fonksiyon Testleri Uzlaşı Raporu, SFT'nin fonsiyonel değerlendirmesi için öncelikle FEV_1, VC, FEV_1/VC ve TLC'ye bakılmasını, daha sonra bunların sonuçlarına göre SFT'si yapılan bireyin testin yapıldığı süreçte fonksiyonel durumunu saptamayı ve difüzyon kapasitesi ölçümü ile birlikte bu fonksiyonel sonuca sebep muhtemel klinik tanıya varmayı amaçlıyor [73].

ARS/ERS Solunum Fonksiyon Testleri Uzlaşı Raporu, solunum fonksiyonlarının değerlendirilmesinde sabit sayılar yerine o kişinin prediction (tahmini) değerinin 5 pörsentildeki değerinin kullanılmasını yani kişinin beklenen değerinin alt sınırını ("*lower limits of the normal range-LLN"*) tavsiye etmektedir [73, 74]. Buradaki asıl amaç özellikle genç astımlılarda eksik tanıdan, yaşlı KOAH'da ise gereğinden fazla tanıdan kaçınmaktır [75, 76]. FEV_1, FVC, FEV_1/VC ile yapılan değerlendirmelerde bu değerlerin ≥ %80 fazla olmasının çocukluk yaş grubunda uygun olmasına karşı erişkinlerde ciddi hataya sebep olacağı ifade edilmektedir [73].

ARS/ERS Solunum Fonksiyon Testleri Uzlaşı Raporu, solunum fonksiyon laboratuvarına test yapılmak için gönderilen hasta ile ilgili olarak bireyin şikâyetlerini içeren kısa anamnezinin, PA akciğer grafisinin, hemoglobin değerinin iletilmesini, nöromüsküler hastalık ya da büyük hava yolu darlığı şüphesinin olup olmadığı konusunda bilgi verilmesi gerektiğini vurgulamaktadır [73].

ARS/ERS Solunum Fonksiyon Testleri Uzlaşı Raporunda üç tip anomali tanımlanmaktadır; obstrüktif, restriktif ve mikst fonksiyon kusuru.

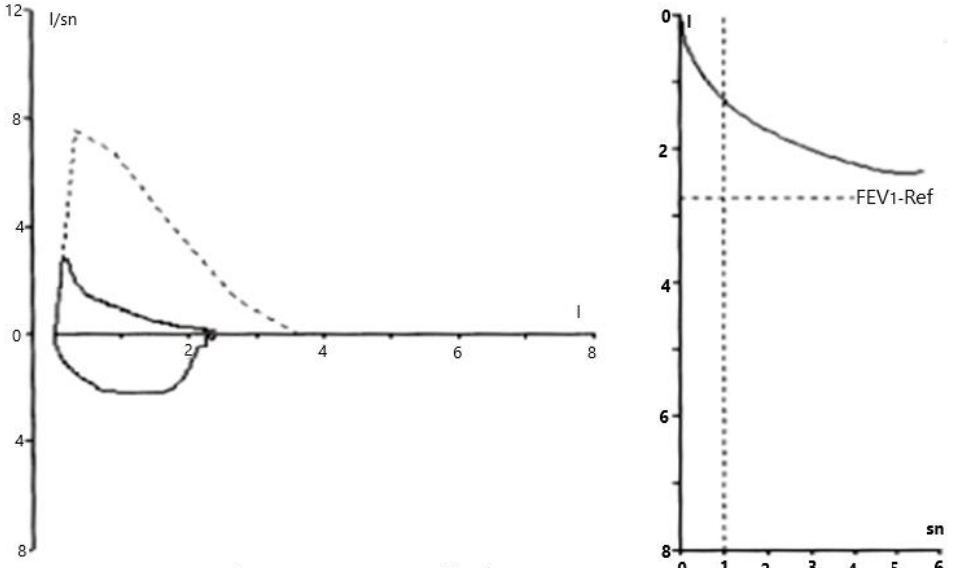
2.2.4.3. 1. Obstrüktif ventilatuar bozukluk

Akciğerlerin obstrüktif hastalığının erken dönemlerinde ekspiratuar akım eğrisinin son bölümlerinde akım hızları azalır ve obstruktif patern ekspiratuar akım-volüm eğrisinde konkavlaşma (içbükey) şeklinde kendini gösterir (Şekil 10). Hava yolu

obstruksiyonu olan bireylerde zorlu vital kapasite (FVC) yavaş vital kapasite (SVC) veya inspiratuar fazda ölçülen vital kapasiteden (IVC) daha düşük çıkmaktadır. Bu durumda FEV_1/FVC oranı obstruksiyonu olduğundan daha fazla gösterebilir [77]. Bu yüzden ATS/ERS kılavuzu obstrüktif hastalıklarda FEV_1/FVC yerine FEV_1/VC 'yi veya FEV_1/IVC'yi kullanmayı önermektedir [61]. Solunum yolu hastalığının ilerlediği durumlarda FEV_1'de de azalma belirginleşir [51].

Tablo 2. Ventilatuar bozuklukların spirometrik ölçümlere göre sınıflandırılması .

	Obstrüktif patern	Restriktif patern	Miks patern
FEV_1	Azalır	Azalır veya normal	Azalır
FVC	Azalır veya N	Azalır	Azalır
FEV_1/FVC	Azalır	Normal veya artar	Azalır
TLC	Normal veya artar	Azalır	Azalır



Parameter	unit	pred	act.	%pred
FVC_{ex}	l	3,61	2,45	68
$FEV_{0,5}$	l	2,57	0,84	33
FEV_1	l	2,76	1,29	47
FEV_1/FVC	%	74	52	71
PEF	l/s	7,53	2,82	37
MEF_{25}	l/s	1,25	0,33	26
MEF_{50}	l/s	3,89	0,74	19
MEF_{75}	l/s	6,75	1,32	20
MEF_{25-75}	l/s	2,94	0,66	22
PİF	l/s		2,23	
FIV_1	l	3,06	2,13	70
MIF_{25}	l/s		1,97	
MIF_{50}	l/s		2,22	
MIF_{75}	l/s		1,91	

Şekil 10. Obstrüktif tipte solunum fonksiyon bozukluğu paterni: Zaman-volüm eğrisinde FEV_1azalmış, akım-volüm halkasında ise FVC hafif azalmıştır. Tepe akımı belirgin olarak düşmüş, tepe akımından sonra RV seviyesine kadar akımlarda belirgin azalma görülmektedir. Sayısal değerlerde FEV_1/FVC %52'dir bu da beklenene göre azalma demektir ve obstrüktif tipte ventilasyon bozukluğuna işaret etmektedir. FEV_1 değeri ise beklenenin %47 seviyesindedir. Bu da astım ya da KOAH olgusunda ağır derecede obstrüksiyona işaret etmektedir [66].

FEV_1/ FVC'nin % 70'in altında olması obstrüksiyonu gösteren önemli parametrelerden biridir [51] (Şekil 10). Ancak FEV_1/FVC için sabit oran (%70gibi) kullanmak 45 yaş altında obstruksiyonun atlanmasına neden olurken 70 yaş üzerinde de olduğundan daha fazla obstruksiyon tanısı konmasına yol açar. Bu sabit oranı (0.70) hiç sigara içmemiş yakınmasız yaşlılarda kullanmak ise yüksek oranda KOAH tanısı koymaya neden olur [75, 78, 80]. İşte bu yüzden gençlerde ve yaşlılarda sabit oran yerine normalin alt sınırını (Lower Limit of Normal-LLN) kullanmak önem arz etmektedir.

Fakat sabit oran kullanımının pratik ve kolay olması ve LLN değerinin bulunmaması nedeniyle genel olarak sabit oran tercih edilmektedir [80]

Obstrüktif ventilatuar bozukluğun tanımlanması için akciğer volümlerini ölçmek şart olmasa da volümlerin ölçülmesi değerlendirmeye ışık tutabilir. Total akciğer kapasitesinde, rezidüel volümde veya RV/TLC oranında normalin üstünde bulunan değerler astımı, amfizemi veya diğer obstrüktif hastalıkları düşündürmektedir [73].

PEF'in eforabağlı bir parametre olduğu daha önceki paragraflarda vurgulandı. Maksimum inspirasyondan sonra ekspirasyon öncesi uzun süre beklenirse PEF değerinde azalma olur. Sağlıklı bireylerde PEF merkezisolunum yollarının çapını ve ekspiratuvar kasların gücünü yansıtmakla birlikte büyük hava yolları için iyi bir parametredir [80]. PEF değerinin değişkenliği yüksek olduğundan (%30 gibi) hava yolu obstruksiyonu için yeterince iyi bir parametre olamaz [81, 82, 76]. FEV_1ve FVC normal değerlerde iken PEF düşük ve test kalitesi iyi ise solunum kaslarında gücsüzlük veya santral hava yolu patolojisi düşünülebilir. Bu durumda akım-volüm eğrisi önemli katkılar sağlayabilir.

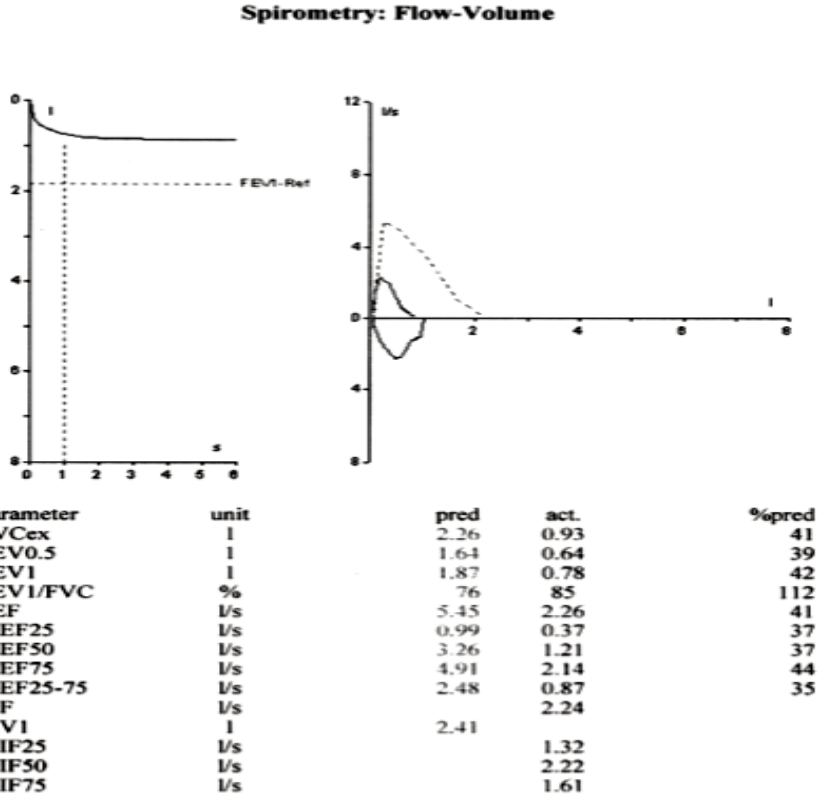
Maksimum ekspirasyon ortası akım hızı (FEF25-75) zorlu ekspirasyonun efora bağlı olmayan kısmında ölçüldüğünden küçük hava yollarındaki obtrüksiyonu göstermede FEV_1'e kıyasla daha duyarlıdır. Erken dönem obstrüktif hastalıklarda FEV_1ve FVC değerleri normal iken FEF25-75 azalır [80].

Obstrüktif hastalıklarda inspirasyon sırasında negatif intraplevral basınç solunum yollarını açıcı etki gösterdiğinden, aynı zamanda alveolleri de açarak hava kolayca alveollere girer, ancak orada hapsolur. Çünkü solunum yolları kapanma eğiliminde olduğundan ekspirasyon inspirasyondan daha zordur. Bu nedenle obstrüktif hastalıklarda zaman içinde hem total akciğer kapasitesi hem rezidüel hacim hem de fonksiyonel rezidüel kapasite artar [60].

2.2.4.3. 2. Restriktif ventilatuar bozukluk

Restriktif bozukluk FEV_1/VC'nin normal, hatta yüksek olması (%85-90), fakat TLC, FEV_1 (bazen normal), FVC'nin azalması ile karakterizedir [73]. Akım-volüm eğrisinde efordan bağımsız segmentte ekspiratuar akımlar azalmamış ve eğrinin bu bölümü konkavdır (Şekil 11).

Yetersiz inspiratuar ve ekspiratuar efor nedeniyle VC azalabilirken FEV_1/VC değeri de hafif artabilir (Tablo 2). VC'nin düşük olması restriktif ventilatuar bozukluk için yeterli değildir. Bu değerle birlikte aynı zamanda TLC'nin de düşük olması gerekmektedir [83].



parameter	unit	pred	act.	%pred
FVCex	l	2.26	0.93	41
FEV0.5	l	1.64	0.64	39
FEV1	l	1.87	0.78	42
FEV1/FVC	%	76	85	112
PEF	l/s	5.45	2.26	41
MEF25	l/s	0.99	0.37	37
MEF50	l/s	3.26	1.21	37
MEF75	l/s	4.91	2.14	44
MEF25-75	l/s	2.48	0.87	35
PIF	l/s		2.24	
FIV1	l	2.41		
MIF25	l/s		1.32	
MIF50	l/s		2.22	
MIF75	l/s		1.61	

Şekil 11. Restriktif tipte solunum fonksiyon bozukluğu paterni: Zaman-volüm eğrisinde FVC ve FEV_1azalmış, akım-volüm eğrisinde ekspirasyonu gösteren kısım noktalı çizgiler ile gösterilmiş olan normal spirogramın küçük bir kopyası gibidir. Sayısal değerlerden FEV_1/FVC %85 beklenen değerden yüksek(%112), FEV_1ve FVC azalmıştır [66].

Restriktif ventilatuar hastalıklarda akciğerler genişleyerek normal hacimlerini kazanamadıkları için maksimum ekspirasyon akımı normal eğriye eşit yükselme gösteremez. Bu durumda hem total akciğer kapasitesi hem de rezidüel hacim azalır. Restriktif akciğer hastalıklarında bütün hacim ve kapasiteler azalarak spirogram adeta normal spirogramın minyatürü gibidir [60].

2.2.4.3. 3. Mikst ventilatuar bozukluk

Obstrüksiyonun ve restriksiyonun bir arada bulunması ile karakterize fonksiyonel bir tablodur. Mikst ventilatuar bozukluk özellikle FEV_1/VC'nin ve TLC predikte değerlerinin 5. persantilin altında olduğu durumdur [32].

2.2.4.4.Türk Toraks Derneği Ulusal Spirometri ve Laboratuvar Standartları

Laboratuvarın fiziki koşulları

Rahat, geniş, havalandırılabilen, gün ışığı alan, sessiz bir ortam olmakla birlikte nem ve ısı açısından aşağıda tanımlanan standartlara uygun bir oda olması gerekmektedir.

Ortam ısısı tercihen 20-24°C, nem ise %40-60 arasında olmalı, barometrik basınçın günlük ölçülüp kaydedilmesi gerekmektedir. Fakat günümüzde bu basamaklar birçok cihaz tarafından otomatik olarak kaydedilmektedir [84].

BTPS: Ölçüm sonuçlarının vücut ısısı, atmosfer basıncı ve solunum yolundaki doymuş su buharına ayarlanması olarak tanımlanır ve bütün spirometrik ölçümler BTPS koşullarında raporlanır. Solunan havanın akım sensöründen geçerken soğuması, kullanılan bakteri filtreleri ve akım sensörü üzerinde biriken nem, BTPS düzeltme faktöründe %10 yanılmaya sebep olabilir. Bu nedenle düzeltmelerin yapılması tercih edilir, fakat günümüzde bu düzeltmeler de birçok cihaz tarafından otomatik olarak yapılmaktadır [85] .

Cihaz standartları

Solunum fonksiyon testi laboratuvarı farklı testlerin yapıldığı bir laboratuar olup bu testler; arteriyel kan gazları ölçümü, spirometri, akciğer volümlerinin gazlı testlerle ölçümü, pletismografi, difüzyon kapasitesi ölçümü, kardiyopulmoner egzersiz testi-KPET ve alan testlerini kapsar. Her solunum fonksiyon laboratuvarında en azından bir spirometre cihazının olması gerekiyor [86].

Seçim yaparken doğru olanı bulmak önemlidir. Bu nedenle "European Respiratory Society (ERS)" ve "American Thoracic Society (ATS)" kriterlerine uygun spirometreler tercih edilmelidir. Bu cihazlarla ölçülen parametrelerin güvenle kullanılabilmesi için doğruluk, tekrarlanabilirlik, üretilebilirlik, ölçüm aralığı ve rezolüsyon gibi özellikler bildirilmiştir [85, 71].

Doğruluk: Cihazın ölçtüğü değer ile gerçek değer arasında uyum olmasıdır. Örneğin; bir hastada 3 L olan vital kapasitenin aynı hastada her ölçümde 3 L olarak ölçülmesidir. Çevre koşulları, sistemin doğrusallığı ve kalibrasyon gibi değişkenlerden etkilenir [86].

Tekrarlanabilirlik, kesinlik (repeatability, presicion): Cihazın her tekrar ölçümde aynı değeri, hatalı bile olsa vermesi olup belli bir zaman diliminde testi uygulayanın, ölçüm yönteminin ve fiziki ortam gibi koşulların değişmediği durumda bu özellik geçerlidir [84]. Mesela; cihazın 3 L'lik zorlu vital kapasite (FVC)'yi her ölçümde 2.7 L ölçmesidir. Tekrarlanabilirlik ve kesinlik tanısal değil takip amaçlı kullanılan cihazlar için (PEF metre gibi) geçerlidir.

Ölçümler arasında volüm (hacim) en çok %3 veya 0.05 L değişmeli, 8 L'den fazla, ölçümler arasında akım ise en çok %5 veya 0.20 L/saniye değişmeli, akım 14 L/saniye ölçebilmelidir [86].

Ölçüm aralığı: Üretici firma tarafından belirlenmiş ilgili parametredeki değişikliğin ölçülebileceği en alt ve en üst sınırdır.

Rezolüsyon: Parametrede ölçülebilen en küçük değişiklik olup rezolüsyon standartları: akım 5 mm/L/saniye, volüm 10 mm/L, zaman 20 mm/saniye biçimindedir. Cihazlarda bu tanımlanan teknik özellikler üretici firmalar tarafından net bir şekilde belirtilmelidir. Bir SFT laboratuvarı sonuçlarının doğru olması için cihazların kalite kontrol ve kalibrasyonu ATS/ ERS raporlarında öngörülen ve cihazların kullanım kılavuzlarında belirtilen aralıklarla düzenli olarak yapılmalı ve koordinatör hekim, laboratuvar sorumlusu teknisyen bu özelliklerin cihazın kullanım ömrü süresince güvenilir sınırlar içinde tutulmasından sorumlu olmalıdır [86].

2.2.4.5. Spirometre tipleri

Akciğerlerin statik ve dinamik solunum hacimleri, akım ve kapasitelerinin saptanmasında esas olan spirometre cihazları volüm duyarlı ve akıma duyarlı olmak üzere iki çeşittir [84].

1. Volüm Duyarlı Spirometreler; doğrudan volüm ölçerler.
2. Akım Duyarlı Spirometreler; akım ve zaman çarpımından volüm elde eden bilgisayarlı sistemlerdir. En az 7 L kapasiteli olup 0-12 L/ saniye arasındaki akım hızlarını ölçebilmektedirler [86].

Volüme duyarlı spirometreler: Sulu-körüklü ve kuru-silindirli spirometrelerdir. Bunlardan en yaygın kullanılanı ise sulu spirometrelerdir. Bu spirometreler direkt olarak volümleri ölçerler, ucuzdurlar. Ancak sulu spirometreler büyük hacimli olmaları

nedeniyle taşınabilmeleri zordur. İçlerindeki suyun sık sık değiştirilmesi, dezenfekte edilmesi özellikle nazokomial enfeksiyonlardan korunma açısından gerekmektedir. Bilgisayarlı olmayan sulu spirometrelerde hesaplamalar manuel yapılarak hatayı arttırdığı için dezavantajdır [51].

Akım Duyarlı Spirometreler: Bilgisayarların ve ilgili yazılımların gelişmesi, cihazların hem küçük hem de taşınabilir olmaları akıma duyarlı spirometrelerin daha çok yaygınlaşmasına sebep olmuştur. Yukarıda da belirtildiği gibi akımı doğrudan ölçen bu cihazlar içlerinden geçen hava akımının zaman ile çarpımından havanın hacmini hesaplamaktadırlar. En çok kullanılan akım duyarlı spirometreler ise aşağıdakilerdir [86].

Pnömotakograf: Venturi etkisi prensibi ile ölçüm yapar. Fleisch ve Lilly olmak üzere 2 tipi vardır. Fleisch tip pnömotakograflar daha güvenilir kabul edilse de her iki tip pnömotakografların, nem, ısı ve atmosferik basınca duyarlı olmaları ve bu sebeple sık (en az günlük ve her yer değişikliğinden sonra) kalibrasyon gerektirmeleri onların zayıf yönleridir.

Türbin spirometre: İçinde bir türbini bulunan tüp içerisine hızla üfleme ve türbinin döndürülmesi ile ölçüm yapan spirometre cihazıdır. Bu spirometrelerin güvenilirliği ve tekrarlanabilirliği yüksektir. Karbon veya kevlar (çok hafif karbon kökenli çok sağlam liflerden oluşan bir malzeme) içeren türbinlerin kullanıldığı cihazlarda kalibrasyon ve termostat kullanımına ihtiyaç yoktur. Sadece türbinin zaman zaman temizlenmesi gerekmektedir. Günümüzde en çok kullanılan spirometre türbin spirometredir.

Isıya duyarlı (tel) akım spirometreler (anemometre): Platinden yapılmış ısıya duyarlı ince bir telin bulunduğu tüp içinden geçen havanın tel üzerinde yarattığı ısı farkına göre ölçüm yapan cihazdır. Elektrik enerjisi ile belli bir ısıda tutulan bu telin epey kırılgan olması ve cihaz hareket ettirildiğinde kolaylıkla arızalanması kullanımını güçleştirir. Güvenilirliği az olup sık sık kalibrasyon gerektirir.

Ultrason spirometreler: Günümüzde son teknoloji ile üretilmiş spirometrelerdir. Bu cihazda kalibrasyon ve termostat kullanımına ihtiyaç olmaması büyük avantajdır. Güvenilirlik ve kesinliği ise oldukça yüksektir [86].

2.2.4.6. Kalite kontrol ve kalibrasyon

Kalibrasyon, bir cihazın ölçtüğü akım veya hacim değerleri ile gerçek akım ve hacim değerleri arasındaki ilişkinin bir referans cihazla karşılaştırılarak doğrulanmasıdır. SFT laboratuarlarının sağlıklı işleyişi için cihazların kalite kontrolü ve kalibrasyonu aynı zamanda cihazların düzenli bakımının yapılması çok önemlidir [84]. Cihazların temizliği, aşırı sıcak veya soğuğa maruz bırakılmaması, gereken parçaların düzenli değiştirilmesigereklidir. Yıllık kalibrasyonlar ise sorumlu firma tarafından yapılmaktadır. Kalibrasyon için standart, 3 L'lik ve önerilecek koşullarda muhafaza edilmesi gereken "kalibrasyon şırıngası" kullanılır ve bu şırınganın sağlamlığı kaçağı önlemek açısından her yıl kontrol edilmelidir. Şırınga, direk güneş ışığından ve sıcak cisimlerden uzak tutularak spirometre ile aynı çevre koşullarında saklanmalıdır. Uygun olmayan hasarlı kalibrasyon şırıngası kalibrasyon yazılımının hatalı sonuçları kabul etmesine sebep olacaktır.

Kalibrasyon Denetimi: Kalibrasyon denetimi veya kontrolü ise günlük uygulamada kullanılan ve ölçülen değerlerin kabul edilen (± %3 veya 5) sınırlar içinde olup olmadığının kontrol edilmesidir. Ortamda 30 dakika içinde > 3°C değişiklik oluşursa veya fazlasayıda gruplar halinde test yapmak gerektiğinde kalibrasyonun tekrarlanmasına ihtiyaç doğabilir. Bu özellikle saha taramalarında mekan değişikliğine bağlı fiziki koşulların değişken olduğu ölçümler için gereklidir [86].

2.2.4.7. İnfeksiyon kontrolü ve dezenfeksiyon standartları

ATS, laboratuar ortamındaki nazokomiyal infeksiyonlardan korunulması için "National Committee for Clinical Laboratory Standards (NCCLS)" ve "Centers for Disease Control and Prevention (CDC)" tarafından hazırlanan rehberi tavsiye etmektedir. Bu rehberin tüm SFT laboratuvarlarında olması ve önerilerinin izlenmesi önerilir. Sağlık çalışanları da bu güvenlik önlemleri ve rehberlerle ilgili eğitilmelidirler [82].

2.2.4.7. 1. Hijyen ve infeksiyon kontrolü

Enfeksiyon kontrolündeki asıl amaç enfeksiyonun test yapılan hastalar arasında ve teknisyen ile hasta arasında karşılıklı geçişini önlemektir.

SFT sırasında enfeksiyon geçişini gösteren olgu sayısı çok az olsa da olma potansiyeli vardır. Enfeksiyon geçişini önlemek için spirometri, difüzyon kapasitesi ve akciğer volümlerini ölçen cihazlarda kullanılan ekipmanların kontrolünün yapılması gerekmektedir. Organizmalar ayrıca pulse oksimetre probları ve bronkodilatatör verilen nebulizatör ve inhaler hazneleri yoluyla da yayılabilirler [87, 88].

2.2.4.7. 2. İnfeksiyonun yayılma yolları

İnfeksiyon doğrudan veya dolaylı temasla bulaşabilir.

2.2.4.7.2.1. Doğrudan temas

Üst solunum yolu enfeksiyonları, enterik enfeksiyonlar, kan yoluyla geçen enfeksiyon etkenlerinin doğrudan temas ile bulaşma riski vardır. Bu yayılma şekli cilt temasıyla, tükrük ve diğer vücut sıvılarıyla kontaminasyon yoluyla olur. İnsan immünyetmezlik virüsü (HIV) ve hepatit virüsünün tükrük ile bulaşı düşük ihtimal olsa da oral mukozadaki açık yaralar veya kanayan diş etleri bu riski artırır [89]. Temasın en riskli yerlerini ağızlıklar, kapakların ve set borularının proksimal yüzeyleri oluşturur.

Doğrudan temas ile infeksiyonun geçiş yolları :

1-**Damlacık yoluyla bulaş**: SFT laboratuarında infeksiyonun doğrudan temasla geçişinin en fazla olduğu yoldur. Üst hava yolundan salınan enfekte damlacıklar virüs, mikobakteri ve diğer bakteriler gibi çok çeşitli mikroorganizmaları içinde barındırmaktadır.

Tükrük ve balgam, SFT laboratuvarında ana enfeksiyon kaynağı olup enfekte bireyin kullandığı ekipman üzerinde kalan damlacıklar iyi temizlenmediğinde arkasından teste alınan kişide çapraz infeksiyon gelişmesine neden olur. SFT laboratuvarındaki bulaşta en önemli ve ciddi enfeksiyon tüberküloz olsa da tüberküloz bulaşı riski hakkında yeterli veri bulunmamaktadır. SFT sonrası Mycobacterium tuberculosis ile enfeksiyon bulaşına dair bir olgu sunumu yayınlanmıştır [90]. Birbaşka araştırmada ise spirometre parçalarından alınan sürüntü ve yıkamalarda tüberküloz kültürü pozitif bulunmuştur. Bununla birlikte SFT sonrası bulaş yoluyla tüberküloz deri testi pozitifleşen bir olgu da bildirilmiştir [91].

2-Cilt teması ile bulaş

Doğrudan temas ile enfeksiyonun geçiş yollarından cilt teması Rhinovirüs ve Burkholderia cepacia infeksiyonu bulaşında ana yoldur. B. cepacia, bağışıklığı normal bireylerde patojenik değilken, özellikle kistik fibrozis olgularında enfeksiyonaneden olur. Tek merkezli bir araştırmada kontamine SFT ekipmanı ile kistik fibrozisli olgularda B. cepacia enfeksiyonlarında artış olduğu gözlemlenmiştir. Bağışıklığı baskılanmış olgularda üst hava yollarının normal florasında bulunan Haemophilus influenza, Branhamella catarrhalis ve Streptococcus pneumonia ile enfekte olma riski fazladır. Tablo 3'de SFT laboratuvarlarındaki potansiyel enfeksiyon etkenleri, riskli durumlar ve gerekli önlemlerin özetleri gösterilmiştir [86].

2.2.4.7.2.2. Dolaylı temas

Tüberküloz, viral infeksiyonlar, fırsatçı infeksiyonlar ve nozokomiyal pnömoniler havada asılı damlacıklar yoluyla yayılabilir. Bu yayılma yolunda da temasın en riskli olduğu yerler yine ağızlıklar, kapakların ve setlerin temaslı yüzeyleridir. Enfeksiyon geçişini kolaylaştıran etkenlerden biri organizmanın virülansı olup bu da çok sayıda faktörle ilişkilidir. Bu faktörler içinde patojenin kaynağı, inokülasyon oranı, ısı-ışık duyarlılığı, etkeni taşıyan aerosolün büyüklüğü söylenebilir. Konakçı faktörler de enfeksiyonun yayılmasında önemli rol oynar [86].

2.2.4.7. 3. Hava yoluyla bulaş için önlemler

1. Kişisel korunma ekipmanlarının kullanılması
2. Maske kullanılması (N95)
3. Enfekte bireylerde ayrı cihazların kullanılması ve testten sonra hemen dezenfekte edilmesi
4. Testin ayrı odada ve mümkünse negatif basınçlı odada yapılması
5. Enfeksiyonu/riski olduğu bilinen hastaların testleriningün sonunda yapılması

2.2.4.7.4. Temas yoluyla bulaş için önlemler

1. Sağlık çalışanları her testten sonra ellerini yıkamalı, mümkünse her test sırasında tek kullanımlık tıbbi eldiven kullanmalı
2. Ağızlıklar her testten sonra değiştirilmeli
3. Hastalar testten önce ve sonra ellerini yıkamalı veya dezenfektan ile temizlemeli
4. Ağızlığın sensörden uzaklaştırılması cihazın kontaminasyon riskini azaltır
5. Aktif infeksiyonları olan sağlık çalışanlarının hastalıkları süresince laboratuarda

çalışmamaları

6. Mümkünse sadece aşılı personelin infekte hastaylatemas etmesi

2.2.4.7. 5. Damlacık yoluyla bulaş için önlemler

1. Kişisel koruyucu ekipmanların kullanılması
2. İki test arasında damlacıkların çökmesine yetecek kadar süre bırakılması
3. Her testten sonra yüzeylerin temizlenmesi gereklidir

2.2.4.8. Donanım-ekipman

Enfeksiyon bulaşını önlemek için özellikle hasta ve spirometre arasındaki bağlantı aparatları (setler, rebreathing kapakları ve ağızlık) her hastada değiştirilmeli veya çok kullanımlık olanlar dezenfekte edilmelidir.

SFT laboratuarında ortaya çıkan tek kullanımlık atıklar örneğin ağızlık, kağıt peçete vb. mikroorganizmalar için depo görevi görerek çapraz kontaminasyon riskini artırmakta olduğu için bu atıklar derhal uygun çöp kutularına atılmalı ve ortamdan en kısa sürede uzaklaştırılmalıdır [58], [92].

Tablo 3. Solunum fonksiyon testi laboratuvarında potansiyel infeksiyon etkenleri, riskli gruplar ve önlemler [86].

Mikroorganizma	Yüksek riskli grup/durum	Uyarılar
Mycobacterium tuberculosis	Odadaki herkes risk altında Damlacıklar saatlerce havada asılı kalabilir	Hava yoluyla bulaş için önlemler
Pseudomonas aeruginosa	Kişiden kişiye temas Kontamine yüzeylerle temas Bağışıklığı yetersiz kişilerde	Test ayrı odada yapılmalı Temas yoluyla bulaş için önlemler
Branhamella catarrhalis	Bağışıklığı baskılanmış kişilerde	Damlacık yoluyla bulaş için önlemler
Respiratuar sinsityal virüsü İnfluenza virüsü Parainfluenza virüsü	Çocuk ve yaşlılar veya Bağışıklığı baskılanmış kişilerde	Hava yolu ve temas yoluyla bulaş için önlemler
Streptococcus pneumoniae Staphylococcus aureus	Çocuk ve yaşlılar veya Bağışıklığı baskılanmış kişilerde	Hava yolu ve temas yoluyla bulaş için önlemler
Haemophilus influenzae	Bağışıklığı baskılanmış kişilerde	Hava yolu ve temas yoluyla bulaş için önlemler
Legionella pneumophila	Odadaki herkes risk altında	Soğutma ünitelerinin düzenli temizliği
Neisseria meningitidis	Bağışıklığı yetersiz kişilerde	Hava yolu ve damlacık yoluyla bulaş için önlemler
İnsan immünyetmezlik virüsü (HIV)	Bağışıklığı yetersiz kişilerde	Damlacık ve temas yoluyla bulaş için önlemler
Hepatit B-Hepatit C virüsü	Bağışıklığı yetersiz kişilerde	Sağlık çalışanlarının aşılanması Damlacık yoluyla bulaş için önlemler
Varisella zoster virüsü	Odadaki herkes risk altında	Hava yoluyla bulaş için önlemler Cerrahi maske önerilmez
Aspergillus fumigatus Aspergillus flavus Aspergillus lentulus	Bağışıklığı yetersiz kişilerde Başka akciğer hastalıkları olanlar	Hava yoluyla bulaş için önlemler

2.2.4.9. Yöntem standardizasyonu

Klasik olarak spirometrik incelemede yapılan manevra FVC manevrasıdır.

2.2.4.9. 1. Genel öneriler

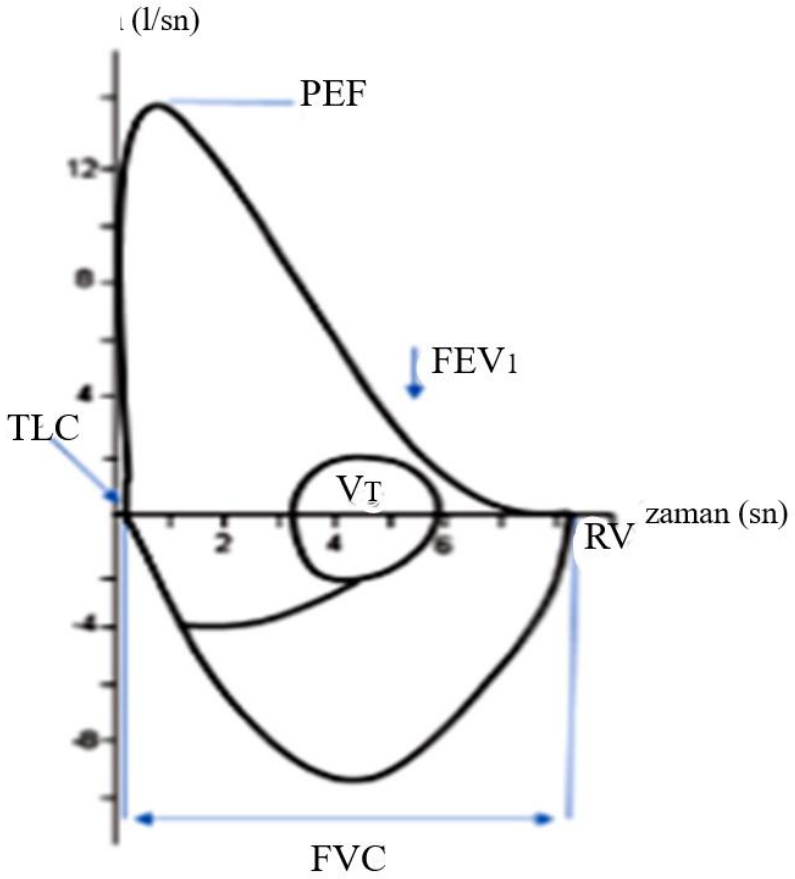
Solunum fonksiyon testinden önce birey mutlaka en az 15 dakika dinlendirilmelidir. Kişiye bu sırada testin nasıl yapılacağı ayrıntılı olarak anlatılmalıdır. Özellikle ağızlığın nasıl doğru kullanılması gerektiği, ne zaman nefes alıp vereceği ve maksimum efor yapması gerektiği vurgulanmalıdır. Daha önce hiç test yaptırmamış kişiye gerekirse SFT'yi uygulayan tarafından testin gösterilmesi oldukça yararlıdır [82].

2.2.4.9. 2.Vücut pozisyonu

Akciğer volümleri vücut pozisyonundan etkilenmekte olup en yüksek değer ayakta elde edilirken, oturur pozisyona geçişle vital kapasitede yaklaşık 70 ml'lik bir azalma görülür. Fakat bu azalma gençlerde belirgin olmayabilir. En düşük değerler ise yatar pozisyonda elde edilir. Zorlu solunum manevraları sırasında hastalarda baş dönmesi de gözlenebildiğinden testin oturur durumda yapılması daha çok önerilir. Her laboratuvarda ya standart pozisyon uygulanmalı ya da testin hangi pozisyonda uygulandığı kaydedilmelidir [86].

2.2.4.9. 3.Testin uygulanması

Test kapalı devre manevrası şeklinde uygulanmalı ve önce kişiye doğru pozisyon verdirilmelidir. Daha sonra burun mandalı takılıp, ağızlık yerleştirilerek dudakların kapalı olmasına dikkat edilmelidir. Hızlı ve derin inspirasyonun ardından TLC düzeyinde maksimal ekspirasyon manevrası akciğerler boşalana kadar sürdürülmelidir (Şekil 12).



Şekil 12.ATS/ERS Kılavuzuna göre önerilen ekspiratuvar manevranın şematizasyonu [71, 93].

2.2.4.9.4. Kabuledilebilirlik (VC ya da FVC manevrası için) kriterleri [71]

1. İyi bir başlangıç yapılması ve ekstrapole edilen volümün (ekspirasyon başlangıcının "0" noktasının bulunması için gerekli volüm) FVC'nin %5'inden ya da 150 mL'den az olması gerekir.
2. Manevra sırasında hasta öksürmemelidir çünkü birinci saniye içindeki öksürükler FEV_1değerinin (FVC manevrasının ilk bir saniyesinde çıkarılan hava hacmidir) yanlış çıkmasına yol açar.
3. Ekspirasyonun en az altı saniye sürmesi ve sonunda en az bir saniyelik plato çizmesi gerekir. Test erken bitirilmemelidir. Obstrüksiyonu olan hastalarda platoya ulaşmak için genelde daha uzun süreye gereksinim olmasına rağmen bu olgularda da genelde altı saniyelik ekspirasyon süresi yeterli görülür.

4. Test sırasında valsalva manevrası yapılmamalıdır veglottis kapanmamalıdır. Çünkü glottisin kapanması akımda kesintilere yol açar. Bununla birlikteeforda da değişkenlik olmamalıdır.
5. Bireyin ağızlığı iyice kavraması kontrol edilmeli, sistemde kaçak olmamalıdır.
6. Ağızlık hastanın dili ya da dişleri ile kapatılmamalıdır.

Ayrıca teknisyen tarafından, hastanın maksimal inspirasyon yaptığı, ekspirasyon manevrasına iyi bir şekilde başladığı ve maksimal eforla ekspirasyonu kesintisiz sürdürdüğü gözlenmelidir.

2.2.4.9.5. Test sayısı

Her hastaya en az üç test yaptırılmalı ve eğer sekiz kez tekrarlanmasına rağmen halen geçerli manevra elde edilemiyorsa ya da kişi yorulursa test sonlandırılmalıdır. Daha fazla test yapılması bazı hastalarda bronkokonstrüksiyona yol açabilmektedir.

2.2.4.9.6. Tekrarlanabilirlik [VC ya da FVC manevrası için] kriterleri

Kabul edilebilirlik kriterlerine uyan en az üç manevradan en iyi ikisindeki FVC ve FEV_1 değerleri arasında 150 ml'den fazla fark olmaması gerekirken FVC'nin bir litreden az olduğu olgularda bu sınır 100 ml olarak alınmalıdır [71].

3.GEREÇ ve YÖNTEM

3.1. Araştırma Yeri, Zamanı ve Örneklem Seçimi

Bu çalışma 2018 yılı Nisan ayı ile Temmuzayı arasında Rize ilinde, 26-65 yaş arası Çaykur 100. Yıl Paketleme Fabrikasında çalışan fabrika işçileri ile ofis çalışanları (memurları) arasında yapılmış zaman açısından kesitsel, analitik tipte bir çalışmadır.

3.2. Çalışma ve Kontrol Grupları

Araştırma Kontrol grubu ve Çalışma grubu olmak üzere iki grup üzerinde yapıldı. Çalışma grubu olarak fabrikanın harmanlama, paketleme, imalat ve transit bölümünde çalışan 69 işçi araştırmaya alındı. Kontrol grubu olarak ise fabrikanın üretim bölümünden ayrı bir binada (ofiste) çalışan ve çay tozuna maruz kalmayan memurlar (n=53) seçildi.

3.3. Çalışmaya Alınma Kriterleri

Çalışmaya alınma kriteriÇaykur 100. Yıl Paketleme Fabrikasında çalışıyor olmak idi. Anamneze dayalı olarak önceden bilinen ve nefes darlığına yol açabilen (kalphastalığı, bronşektazi, amfizem, atelektazi gibi) hastalık tanısı almış olanlar ile uygulamanın yapıldığı dönemlerde antibiyotik tedavisi alıyor olanlar çalışmaya dahil edilmedi. Çalışmaya katılan tüm bireylere çalışmanın amacı anlatıldı ve solunum Fonksiyon Testi (SFT) yapılmadan önce çay paketleme fabrikası çalışanlarına bilgilendirilmiş gönüllü onam formu (Ek 1) imzalatıldı.

3.4. Etik Kurul ve İzinler

Bu çalışma Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından 30.03.2018 tarihinde onaylandı ve 2018/70 numaralı karar ile onam alındı (Ek 2). Ayrıca "ÇAY İŞLETMELERİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ İşletme ve Üretim Daire Başkanlığı" tarafından fabrika işçileri ve ofis çalışanlarında ölçüm yapmak için izin belgesi de alındı. (Sayı:75058809-209.99-E.5821 Tarih: 06.02.2018)

3.5. İşyeri Ortamının Özellikleri

Tasnif işlemine tabi tutulan çaylar, nevilerine göre belirlenen standart kiloya uygun olarak ambalaj torbasına konduktan sonra Çay Paketleme Fabrikalarına gönderilir. Yaş Çay İşleme Fabrikalarında üretilen kuru çaylar, Rize ve Ankara illerinde bulunan 2 paketleme fabrikasında paketlenmektedir. Paketleme işlemi, mevcut teknoloji ile Türk Gıda Kodeksi'ne uygun kalitede yapılmaktadır. Üretilen çayların yaklaşık olarak % 91,3'ü Rize 100. Yıl Çay Paketleme Fabrikasında paketlenmektedir. Rize 100.Yıl Çay Paketleme Fabrikasının 7 saatlik teorik kapasitesi 238.193 kg/7saat, gerçekleşen fiili kapasite ise 139.254,520 ton/yıldır(URL-5). Bu kadar büyük iş kapasitesine sahip fabrikanın çalışanlarının iş ve sağlık güvenliği önlemleri de önem arz etmektedir. Fabrikada uygun düzenleme, iş organizasyonu ve yeterli havalandırma sistemi mevcuttur. Düzenli olarak iş yeri ortamı toz, toksik gaz, aydınlatma, termal konfor ve kişisel gürültü, toz ve gaz maruziyeti ölçümü ve analizi yapılması ve fabrika çalışanlarının sağlık ve güvenlik açısından risk taşımadığı tesbit edilse de çalışanlar kullanılması elzem olan kişisel koruyucu maskeleri kullanmayı reddetmektedirler.

3.6. İstatistiksel Veri Analizi

Araştırmanın tipi kesitseldir. Verilerin analizinde SPSS 22 programı kullanılmıştır. Normal dağılıma uyan verilerin analizinde parametrik testler, normal dağılıma uymayan verilerin analizinde ise nonparametrik testler kullanılmıştır. Sayısal verilerin normal dağılıma uygunluğu Kolmogorov Smirnov testi ile belirlenmiştir. Non parametrik testlerde Mann Whitney-U testi, parametrik testlerde ise Student T testi uygulandı. Anketlerden elde edilen niteliksel veriler arasındaki ilişkinin saptanmasında Chi-Square testi kullanıldı. Anlamlılık değeri $p<0,05$ olarak alınmıştır.

3.7. Araştırmanın Sınırlılıkları

1. Çalışmanın tek merkezli yapılması
2. Çalışmanın sadece Çaykur 100. Yıl Paketleme Fabrikası çalışanlarında yapılması, toplum tabanlı yapılmaması
3. Solunum fonksiyon teslerinin her çalışanda sadece 1 kez (en az 3 kere tekrarlamak şartıyla) uygulanması
4. Ofis çalışanlarının (memurların) işçi sayısından az olması

3.8. Ön Anket Çalışması

Solunum Fonksiyon Testi yapılmadan önce çay paketleme fabrikası çalışanlarından, çay tozunun tahriş edici etkilerinden veya çay tozuna duyarlılıktan kaynaklanabilecek semptomlar hakkında bilgi isteyen solunum değerlendirme anketi (Ek 3) doldurulması istendi. Çalışmada kullanılacak anket European Community Respiratory Health Survey II (ECRHS II) den uyarlanmıştır. Anketler çalışanlara çalıştıkları yerde yüzyüze ve aynı doktor tarafından uygulandı. Anket soruları; yaş, cinsiyet, boy, kilo, sigara kullanımı, çalışma yeri ve süresi, astım-allerji öyküsü, diğer solunum hastalıkları öyküsü, solunumsal semptomlarının varlığı (öksürük, dispne, balgam, göğüste baskı hissi, sıkışıklık, nefessizlik) ve allerjik rinit beirtilerini içermekteydi.

3.9. Solunum Fonksiyon Testleri

SFT ölçümü sabah 10:00 ila 12:00 saatleri arasında her çalışanda en az 3 kez tekrarlanmak şartıyla 1 defa yapıldı. Solunum fonksiyon testleri taşınabilir MIR

SpirolabIII spirometre cihazıyla (Şekil 13) ve Amerikan Toraks Derneği'nin kabul edilebilirlik kriterleri göz önünde bulundurularak ölçüldü. Katılımcılar testten önce solunum fonksiyon testleri hakkında bilgilendirildi. Solunum manevralarını nasıl yapacakları ayrıntılı olarak anlatıldı ve gösterildi.



Şekil 13.MIR Spirolab III

İlk kez o çalışan tarafından kullanılan ve sonra imha edilen ağızlık aletin giriş bölümüne yerleştirildi. Çalışanın burnu ölçüm öncesinde özel bir mandalla kapatıldı. Çalışandan önce sakin bir şekilde nefes alıp verirken nefes vermenin sonunda "zorlu, derin bir nefes alıp, hızlı, zorlu ve sonuna kadar nefes ver" komutu ile de nefes vermesi istendi (Şekil 14).

Solunum fonksiyon testi yapılmadan önce ad, soyad, yaş, cinsiyet, boy, kilo ve ırk bilgileri spirometre cihazına girildi. Çalışanların boy ve kilosu araştırmacı tarafından ölçülerek kaydedildi. Test oturur pozisyonda uygulandı. Her bireye en az 3 test yaptırıldı. Nefes verme süresinin kesintisiz olarak en az 6 saniye sürmesi sağlandı. Trasenin en az bir saniye düz plato çizdiği gözlenip ekspiryum sonlandırıldı. Birinci saniyedeki zorlu ekspiratuar volüm (FEV_1), zorlu vital kapasite (FVC), birinci saniyedeki ekspiratuar volümün zorlu vital kapasiteye oranı (FEV_1/FVC), tepe akım hızı (PEF), maksimal ekspirasyon ortası akım hızı (FEF25-75), zorlu vital kapasitenin %75, %50 ve %25'indeki ortalama akım hızları (FEF%75, FEF%25, FEF%25) ölçümleri yapıldı. Sekiz kez yaptırılmasına rağmen kabuledilebilir bir sonuç elde edilemeyen test

sonlandırıldı. Ölçümler her iki grupta da 2018 yılı nisan- temmuz ayları arasında yapıldı.



Şekil 14. Solunum fonksiyon testi düzeneği ve testin uygulanışı

3.10.Toksik Gaz ve Toz Ölçümü

Toz ölçümleri, iş yeri ortamında toplam toz konsantrasyon ölçümü ve kişisel toz konsantrasyon ölçümü şeklinde hem çay paketleme fabrikasında bölümlere göre (harman, transit, imalat ve aromalı imalat) ve hem deKontrol grubunun bulunduğu ofis ortamında 2 noktada (personel işleri-tahakkuk ve muhasebe), MHDS 14/3 (General methods for sampling and gravimetric analysis of respirable, and inhalable dust) metoduna göre yapıldı.

Toksik gaz ölçümü ise çalışma grubu için çay paketleme fabrikasında laboratuar bölümünde, kontrol grubunda ise personel işleribölümünde yapılmıştır. Tesiste belirlenen noktalarda toksik-boğucu gaz ölçümlerinde Kitagawa AP-20 Model Gaz aspirasyon pompası yardımıyla borosilikat cam tüp içerisindeki yüksek kalitede kimyasal reaktiflerin ortamdaki gazın yoğunluk ve konsantrasyonuna göre renk değişimi esasına dayanan metodla çalışma ortamı havasında $CHCl_2$ (kloroform), NH_3 (amonyak), H_2SO_4 (sülfirik asit) ve HCl (hidrojen klorür) konsantrasyonları tayin edilmiştir.

Bu ölçümler fabrika kısmında 08.2017 tarihinde yapılmış olup bizim çalışmamızda sunulmaktadır. Ofis bölümündeki ölçümler ise tarafımızdan organize edilerek İş Hijyeni Ölçüm, Test ve Analizi Yapan firma vasıtasıyla 04.2018 tarihinde yapılmıştır.

4.BULGULAR

Bu araştırmada; çalışma alanında solunum sistemleri yüksek oranda toza maruz kalan çay paketleme fabrikası işçileri ve çay tozuna maruz kalmayan ofis çalışanları izlendi.

4.1. Demografik Bulgular

Çaykur 100. yıl paketleme fabrikasının hem paketleme kısmında çalışanlarının (çalışma grubu) hem deofis çalışanlarının (kontrol grubu) ortalama boyu 172,2869 cm, ortalama kilosu 81,9262 kg, ortalama çalışma süreleri ise 10,1346 yıl olarak tespit edildi. Gruplararası demografik özelliklerin karşılaştırılması ise aşağıdaki tabloda verilmiş olup kilo ve yaş bakımından istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur. Çalışma süreleri arasında ise anlamlı bir fark gözlenmedi (Tablo 4).

Tablo 4.Çalışma ve Kontrol grubunun demografik özellikleri

Bölüm	Boy (cm)	Kilo (kg)	Çalışma süresi (yıl)	Yaş (yıl)
Çalışma (Fabrika)	173,07 ± 4	85,45 ± 14	8,99 ± 7	47,84 ± 3
Kontrol (Ofis)	171,26 ± 9	77,34 ± 14	11,61 ± 8	41,66 ± 10
p	0,56	0,002*	0,134	0,004*

*İstatistiksel olarak anlamlı fark vardır p<0,05

4.2. Solunum Semptomları

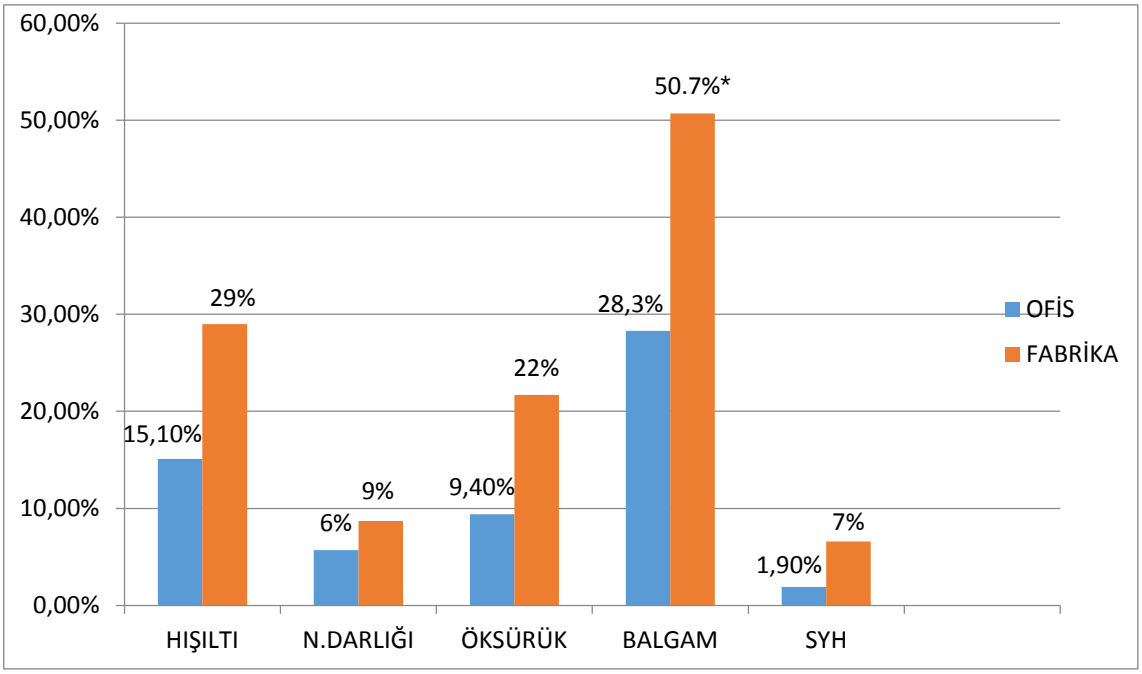
Çalışma ve kontrol gruplarında solunum semptomlarının prevalansı karşılaştırıldığında, hışıltılı solunum, göğüste sıkışma, dispne, öksürük atakları, astım, nazal alerji ve sigara içmenin işçilerle kontrol grubu arasında fark olmasına rağmen istatistiksel olarak anlamlı bir artış saptanmadı (Tablo 5)

Tablo 5.Çalışma ve Kontrol gruplarında anket sorularındaki semptomlara evet yanıtı verenlerin yüzde değerlerinin karşılaştırması.

	Çalışma (Fabrika) (%)	Kontrol (Ofis) (%)	p
Hışıltı	29	15,1	0,071
Göğüste sıkışma	7,2	11,3	0,436
Nefes darlığı	8,7	5,7	0,525
Sabahları öksürük	21,7	9,4	0,069
Sabahları balgam	50,7	28,3	0,013*
Nazal allerji	17,4	30,2	0,096
SYH	10,1	1,9	0,068
Sigara içme	52,2	26,4	0,004*

*İstatistiksel olarak anlamlı fark vardır $p<0,05$

Yukarıdaki Tablo 5'de görüldüğü gibi şaşırtıcı da olsa fabrika işçilerinde göğüste sıkışma ve nazal alerji semptomlarının sıklığı ofis çalışanlarına kıyasla daha az bulundu. Ancak bu fark istatistiksel olarak anlamlı değildi.



Şekil 15.Çalışma ve kontrol grubunda solunum semptomları

Sabahları balgam çıkarmada ise fabrika çalışanlarında %50,7 , ofis çalışanlarında %28,3 oranında bulunmuş ve istatistiksel olarak önemli oranda artış saptanmıştır (p=0,013) (Şekil 14).

Ofis çalışanlarıyla karşılaştırıldığında fabrika çalışanlarında solunum yolu hastalığınadaha fazla rastlanılsa da bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı (Tablo 6). Burada solunum yolu hastalığından (SHY) kastımız aktif viral veya bakteriyal solunum yolu enfeksiyonu değil, geçirilmiş olan üst solunum yolu hastalığından sonra da devam eden burun akıntısı ve öksürük gibi solunum yolu semptomlarıdır.

Tablo 6. Çalışma ve Kontrol grubunda solunum yolu hastalığı ve sabahları balgam çıkarma oranları.

Gruplar	Solunum yolu hastalığı		Sabahları balgam çıkarma	
	Evet	Hayır	Evet	Hayır
Çalışma (Fabrika)	%10,1**	%89,9	%50,7*	%49,3
Kontrol (Ofis)	%1,9	%98,1	%28,2	%71,7

* istatistiksel anlamlı fark var (p= 0.013)

* * istatistiksel anlamlı fark yok (p= 0.068)

Anket sorusuna göre sabahları balgam çıkarmaya evet yanıtı veren fabrika çalışanlarında sigara içen ve içmeyenler arasında *Chi-Square* testi ile yaptığımız karşılaştırmada sigara içenlerde sabahları balgam çıkarma oranı %58,3 sigara içmeyenlerde ise %42,4 bulundu. Bu değerler arasında fark olduğu görünse de istatistiksel olarak anlamlı değildi (p=0,187).

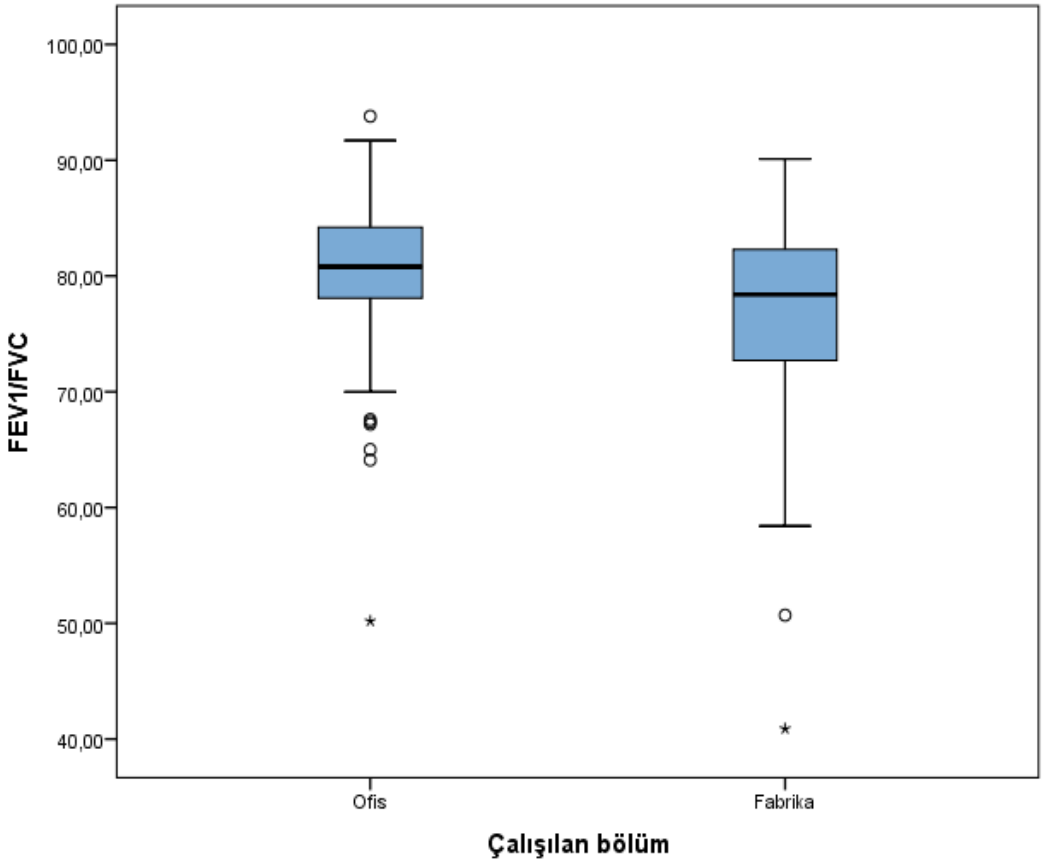
4.3.Solunum Fonksiyon Testi Değerleri

Çalışma ve kontrol gruplarının solunum fonksiyon testi değerleri karşılaştırıldığı zaman FVC, FEV_1, PEF, FEF%25, FEF%50, FEF%25-75 arasında anlamlı bir fark bulunmadı (Tablo7). Kontrol grubuna göre çalışma grubunda sadece FEV_1/FVC oranında anlamlı bir düşüş görüldü (p<0,05), FEF%75'in ortalama değerleri arasında bariz bir azalma olsa da bu fark istatistiksel olarak anlamlı değildi (Şekil 15).

Tablo 7. Çalışma ve kontrol grupları arasında solunum fonksiyon testi parametreleri.

SFT Değerleri	Çalışma (Fabrika) (n=69)	Kontrol (Ofis) (n=53)	p *
FVC (L)	4,5346	4,3323	0,203
FEV1(L)	3,4880	3,3642	0 ,385
PEF (L/sn)	6,3409	6,1608	0,637
FEF%25 (L/sn)	5,8146	5,8370	0,950
FEV_1/FVC (%)	76,7087*	79,7925	0,024*
FEF%50 (L/sn)	4,0645	4,1638	0,547
FEF%75 (L/sn)	1,5007	1,7553	0,102
FEF25-75 (L/sn)	3,3529	3,4681	0,535

*Çalışma ve kontrol grubu arasındaki farklılık istatistiksel anlamlı (p<0.05).



Şekil 16. Ofis ve Fabrika çalışanlarında FEV1/FVC oranının karşılaştırılması.

Kontrol grubunda sigara içen (n=14) ve içmeyenlerin (n=39) solunum fonksiyon testi değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmadı (Tablo 8). Çalışma grubunda ise FVC, FEV1, PEF, FEF%25, FEF%50, FEF25-75, FEV_1/FVC oranında anlamlı bir düşüş görülmemesine rağmen FEF%75 değerinde sigara içmeyen (n=33) çalışma grubuna göre sigara içen (n=36) çalışma grubunda istatistiksel olarak anlamlı bir düşüş gözlendi ($p<0,05$) (Tablo9).

Tablo 8. Kontrol grubunda sigara içen ve içmeyen ofis çalışanlarının SFT değerlerinin ortalaması

SFT değerleri	Evet (n=11)	Hayır (n=39)
FEV_1(L)	3,3597	3,6279
FVC(L)	4,4579	4,2872
FEV_1/FVC(%)	78,7214	80,1769
PEF (L/sn)	6,4207	6,0674
FEF%25 (L/sn)	5,8964	5,8156
FEF%50 (L/sn)	4,1314	4,1754
FEF%75 (L/sn)	1,5814	1,8177
FEF25-75 (L/sn)	3,4107	3,4887

İstatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı ($p>0,05$)

Tablo 9.Çalışma grubunda sigara içen ve içmeyen fabrika çalışanlarının SFT değerlerinin ortalaması

SFT değerleri	Sigara içen (n=36)	Sigara içmeyen (n=33)
FEV_1(L)	3,3597	3,6279
FVC(L)	4,3878	4,6948
FEV_1/FVC(%)	76,1806	77,2848
PEF(L/s)	6,1036	6,5997
FEF%25(L/s)	5,5525	6,1006
FEF%50(L/s)	3,8311	4,3191
FEF%75(L/s)	1,3811*	1,6312
FEF25-75(L/s)	3,1708	3,5515

*Çalışma grubunda sigara içen ve içmeyenler arasında FEF %75 değerleri istatistiksel olarak anlamlı bulundu (p=0,047)

Aşağıdaki Tablo'da gruplararası sigara içenlerin solunum fonksiyon testi parametrelerinin karşılaştırılması verilmiştir. Burada FVC, FEV_1, FEV_1/FVC, PEF, FEF%25, FEF%50, FEF%75,FEF25-75 değerleri arasında anlamlı bir fark bulunamadı (Tablo10)

Tablo 10. Sigara içen Çalışma ve Kontrol gruplarının solunum fonksiyon testi değerleri

Sigara içen	FVC (L)	FEV1 (L)	FEV1/FVC (%)	PEF (L/s)	FEF25 (L/s)	FEF50 (L/s)	FEF75 (L/s)	FEF25-75 (L/s)
Ofis (n=14)	4,4579	3,4971	78,7214	6,4207	5,8964	4,1314	1,5814	3,4107
Fabrika (n=36)	4,3878	3,3597	76,1806	6,1036	5,5525	3,8311	1,3811	3,1708
P value	0,781	0,545	0,393	0,648	0,580	0,393	0,235	0,376

İstatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı (p>0,05)

Gruplararası sigara içmeyenlerin solunum fonksiyon testi parametreleri karşılaştırıldığında, FEV_1/ FVC, PEF, FEF%25, FEF%50, FEF%75, FEF25-75 değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmasa da FEV_1/FVC değerinde istatistiksel olarak anlamlı olmayan bir düşüş görülmektedir (p=0,065). FVC değerinde ise sigara içmeyen kontrol grubunda sigara içmeyen çalışma grubuna göre açıklamasını bu çalışmamızda veremediğimiz anlamlı bir düşüş gözlendi (p= 0,038) (Tablo11)

Tablo 11. Sigara içmeyen Çalışma ve Kontrol gruplarının solunum fonksiyon testi değerleri

Sigara içmeyen	FVC (L)	FEV1 (L)	FEV1/FVC (%)	PEF (L/s)	FEF25 (L/s)	FEF50 (L/s)	FEF75 (L/s)	FEF25-75 (L/s)
Ofis (n=39)	4,2872	3,3164	80,1769	6,0674	5,8156	4,1754	1,8177	3,4887
Fabrika (n=33)	4,6948	3,6279	77,2848	6,5997	6,1006	4,3191	1,6312	3,5515
p	0,038*	0,110	0,065**	0,270	0,541	0,765	0,631	0,817

*Sigara içmeyen kontrol ve çalışma grupları karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı fark var p<0,05

**İstatistiksel olarak anlamlı bir fark yok p>0,05

4.4. İş Hijyeni Ölçüm, Test ve Analiz Sonuçları

İş yeri ortamında toplam toz konsantrasyonu ölçümü fabrikada 17/05/2016 tarihinde, normal işletme koşullarında 7 noktada gerçekleştirilmiştir. Tozla Mücadele yönetmeliğinde ortam toz için belirtilen bir değer bulunmamakla birlikte, bu yönetmelikte toz maruziyetiiçin sınır değerler belirtilmiştir. Bu sınır değerler ortam toz ölçümleri için referans alınamamaktadır (Tablo12).

Tablo 12. Fabrika ortamında toplam toz konsantrasyonu ölçüm sonuçları

Ölçüm No	Toz türü	Ölçüm yapılan bölüm	Ölçüm değeri (mg/m^3)
1	inert	Harman zemin kat	2,583
2	inert	Harman 2. kat	3,667
3	inert	Transit paketleme ön kısım	23,417
4	inert	Transit paketleme arka kısım	0,5
5	inert	Harman 3. Kat	7,75
6	inert	İmalat	1,417
7	inert	Aromalı imalat	3,833

İş yeri ortamında toplam toz konsantrasyonu ölçümü ofisde 17/04/2018 tarihinde, normal işletme koşullarında 2 noktada gerçekleştirilmiştir. Tozla Mücadele yönetmeliğinde ortam toz için belirtilen bir değer bulunmamakla birlikte, bu yönetmelikte toz maruziyetiiçin sınır değerler belirtilmiştirve bu sınır değerler ortam toz ölçümleri için referans alınamamaktadır (Tablo 11)

Tablo 13. Ofis ortamında toplam toz konsantrasyonu ölçüm sonuçları

Ölçüm No	Toz türü	Ölçüm yapılan bölüm	Ölçüm değeri (mg/m^3)
1	İnert	Personel işleri-Tahakkuk	1,17
2	inert	Muhasebe	1,21

Yukarıda verilen değerler doğrultusunda hem fabrika hem de ofis ortamında toplam toz konsantrasyonu ölçüm sonuçlarının ortalaması Mann Whitney-U testi ile belirlenmiş, istatstiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır (Tablo 14).

Tablo 14.İş yeri ortamında toplam toz konsantrasyonu ölçüm sonuçları ortalaması

Ölçüm yapılan bölüm	Ölçüm değeri (mg/m^3)	Standart sapma	p
Fabrika	6,1667	7,95077	0,143
Ofis	1,1900	0,02828	

Mann Whitney-U testi, $p>0,05$

Ofisde 17/04/2018 tarihinde yapılan kişisel toplam toz konsantrasyonu ölçümü sonuçları Tablo15'deverilmiştir. Buna göre 2 çalışanda yapılan ölçümlerin sonucu sınır değerlerinin altında olup sonuçlar sınır değerleri sağlamaktadır.

Tablo 15. Ofis ortamında kişisel toplam toz konsantrasyonu ölçüm sonuçları

Toz türü	Ölçüm yapılan bölüm	Konsantrasyon (mg/m^3)	TWA değeri (mg/m^3)	Sınır değeri (mg/m^3)
inert	Personel - Tahakkuk	0,40	0,40	15
inert	Muhasebe	0,67	0,67	15

Fabrikada 17/05/2016 tarihinde yapılan kişisel toplam toz konsantrasyonu ölçümü sonuçları Tablo16'da verilmiştir. Buna göre 6 fabrika çalışanında yapılan ölçümlerin sonucu sınır değerleri sağlamaktadır.

Tablo 16. Fabrika ortamında kişisel toplam toz konsantrasyon ölçüm sonuçları

Toz türü	Ölçüm yapılan bölüm	Konsantrasyon (mg/m^3)	TWA değeri (mg/m^3)	Sınır değeri (mg/m^3)
inert	Harman zemin kat	4,50	2,25	15
inert	Transit Paketleme	0,17	0,08	15
inert	Harman 2. Kat	9,67	4,83	15
inert	Harman 3. Kat	0,124	0,124	15
inert	İmalat	5,25	2,63	15
inert	Aromalı Çay İmalat	5,75	2,88	15

Yukarıdaki tabloda harman 2. kat toz konsantrasyonu (9,67) diğer bölümlerden ölçülen toz konsantrasyon değerlerindan daha fazla olmasına rağmen bu fark One-Sample Kolmogorov Smirnov testi ile yapılan karşılaştırmada istatistiksel olarak anlamlı bulunamadı(p=0,2)

Aşağıdaki Tabloda kişisel toplam toz konsantrasyonu ölçüm sonuçları verilmiştir. Bu sonuçların karşılaştırılması da istatistiksel olarak anlamlı değildi.

Tablo 17. Kişisel toplam toz konsantrasyonu ölçüm sonuçları ortalaması

Çalıştığı bölüm	Konsantrasyon. mg/m^3	TWAdeğeri. mg/m^3
Fabrika	4,2440	2,1323
Ofis	0,5350	0,5350
p	0,505	0,505

Mann Whitney-U testi, p>0,05

4.5. İş Yeri Ortamı Toksik Gaz Ölçümü

Çay İşletmeleri Genel Müdürlüğü 100. Yıl Çay Paketleme Fabrikası ünvanlı tesiste 17.08.2017 tarihinde işyeri oratamı $CHCl_2$ (kloroform), NH_3 (Amoyak), H_2SO_4 (Sülfirik Asit) ve HCl (Hidrojen Klorür) değerleri ölçülmüştür (Tablo18). Aynı zamanda bu fabrikanın ofis bölümünde ise 17.08.2018 tarihinde iş sağlığı ve güvenliği kapsamında ortam VOC (uçucu organik bileşikler- kloroform), inorganik gaz (H_2, CO_2, CO, H_2SO_4, H_2S) ölçümleri gerçekleştirildi (Tablo19). Her iki ortamda da ölçülen toksik gaz ölçüm değerleri insan sağlığını tehit edecek sınır değerlerinin çok altında bulunmuştur.

Tablo 18. Fabrika bölümü ortam toksik gaz ölçüm sonuçları

Ölçüm yapılan noktalar	Ölçülen parametre	Ölçüm sonucu
Laboratuar	$CHCl_2$ (Kloroform)	<20 ppm
	NH_3 (Amonyak)	20 ppm
	H_2SO_4 (Sülfirik Asit)	<0,2 mg/m³
	HCl (Hidrojen Klorür)	<0,2 ppm

Tablo 19. Ofis bölümü ortam toksik gaz ölçüm sonuçları

Ölçüm yapılan noktalar	Ölçülen parametre	Ölçüm sonucu
Personel işleri	H_2 (Hidrojen)	<0,051%
	CO_2 (Karbondioksit)	505,5 ppm
	H_2SO_4 (Sülfirik Asit)	<0,51 mg/m³
	NH_3 (Amonyak)	<5,06 ppm
	CO (Karbonmonoksit)	<1,01 ppm
	H_2S (Hidrojen Sülfür)	<0,76 ppm
	$CHCl_2$ (Kloroform)	-*

*Firmadan alınan numunelerde; tanık numuneden ve özütleme çözüsünden (metanol) farklı hesaplanabilir limit değeri olan uçucu organik bileşiğe rastlanmamıştır.

5.TARTIŞMA

Teknolojideki gelişmeler ve sanayileşmenin giderek artması sağlık sorunlarında artışa ve yeni yeni hastalıkların ortaya çıkmasına neden olmaktadır. İş yeri ortamı, çalışanlarda solunum yolu rahatsızlıklarına yol açabilecek pek çok maddenin bulunduğu ortamdır.

Literatür taramalarından araştırdığımız kadarıyla aynı zamanda bir uzmanlık tezi olan bu çalışmamızın Rize'de bulunan ve Ülkemizin en büyük çay paketleme tesisi olan *Çay İşletmeleri Genel Müdürlüğü 100. Yıl Çay Paketleme Fabrikası* işçilerinde çay tozuna maruziyetin solunum fonksiyon testleri üzerindeki etkilerini gösteren ilk ve tek çalışma olduğu anlaşılmaktadır.

Mesleki toz maruziyeti ile ilgili birçok çalışma yayınlanmıştır. Organik tozlara kronik maruziyetin, kronik solunum yolu semptomlarına ve ventilasyon kapasitesinin azalmasına yol açtığı yapılan çalışmalarda bildirilmiştir [12]. Yeni gözlemlenen toksik maddelerden biri olarak nitelendirilen çay tozu, akciğer fonksiyonlarının değişmesine ve diğer bazı meslek hastalıklarına neden olup olmadığına dair bir tartışma başlattı [94]. Yalnız bütün bu değişikliklerden bahs ederken çay bitkisinin taze filizlerinden ve yapraklarından elde edilen çayın yetiştiği iklim, fermantasyon derecesi ve toprak özelliklerine göre çeşitli farklılıkların mevcut olduğunu göz önünde bulundurmakta fayda vardır.

Çay tozuna maruz kalan işçilerde yapılan birçok çalışmada çay tozunun çoğunlukla küçük hava yollarında obstruksiyona neden olduğu rapor edilmiştir. [2, 10, 95]. Minov ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada bitkisel ve meyve çayı tozuna maruz kalan grupta maruz kalmayan kontrol grubuna göre daha fazla solunum semptomları ve spirometrik değişiklikler saptandı [96]. Bu sonuçlar bizim çalışmamızdaki sonuçlarla benzerlik göstermektedir.

Bilindiği gibi FEF25-75 orta ve küçük hava yollarının işlevini gösterirken, FEV_1 daha çok büyük hava yolları dahil olmak üzere genel solunum yolları işlevini gösterir. Yapılan bir çalışmada çay tozuna maruz kalan işçilerde önemli derecede küçük hava yolları tıkanıklığı gösterilmiştir [10].

Zuskin ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada ventilasyon kapasitesine ilişkin verilerin daha çok küçük hava yollarında baskın olarak obstrüktif değişiklikler oluşturduğu, kuru meyve ve çay tozlarına mesleki maruziyetin daha küçük hava

yollarını içeren kronik akciğer fonksiyon değişikliklerinin gelişmesine yol açabileceğini gösteren FEF%25 değerinde önemli ölçüde azalmaya neden olabileceği bildirilmiştir. İlaveten bu değişimlerin, işçilerde 3 ila 4 yıl gibi kısa bir çalışma süresinden sonra ırtaya çıktığı bildirilmiştir [97]. Çalışmamızda ise grupların FEF%25, FEF25-75 değerleri arasında anlamlı bir fark bulunamadı.

Yapılan çalışmaların büyük kısmında çay tozu maruziyetinin FEV_1 değerinde istatistiksel olarak anlamlı bir düşüşe sebep olduğu bulunsa da [4, 26, 96, 107] bazı çalışmalarda buna rastlanmadı [6, 98, 99, 100, 101]. Mevcut çalışmamızda FEV_1değerinde istatistiksel anlamlılık olmaması, yukarıda belirtilen FEV_1 değerlerinde değişiklik gösterilmeyen çalışmaların sonuçları ile uyumludur.

Aynı şekilde bütün FEF değerleri için de yapılan çalışmaların bazılarında bir azalma bulunsa da[10, 97, 100] diğer çalışmalarda FEF değerlerinde anlamlı bir azalma bulunamadı [94, 101] . Zuskin ve arkadaşlarının yaptığı bir diğer çalışmada MEF %50 ve MEF %25 değerlerinde pazartesi günkü vardiyada istatistiksel olarak anlamlı ortalama akut azalmalar, papatya tozuna maruz kalanlar haricinde tüm çay çalışanı gruplarında kaydedildi [4].

Zuhair ve arkadaşları yapmış olduğu çalışmada en yüksek toz konsantrasyonlarına maruz kalan işçilerin FEV_1 ve FVC değerlerinde büyük düşüş gösterme eğiliminde olduğunu bildirdiler [26]. İş vardiyaları sırasında çay veya odun tozlarına maruz kalan işçilerde FEV_1 ve FVC'de gözlemlenen bu değişiklikler, kömür madencileri, yün iplik ve tütün işçilerinde bildirilenlere göre büyük ölçüde karşılaştırılabilir niteliktedir [102], [103], [104].

Çay tozu maruziyetinin akut veya kronik solunum semptomlarını tetiklediğini gösteren bir çok çalışma mevcuttur. Hill [11], Castellan [6] ve Abramson [101] çalışmalarında çay tozuna maruz kalan kişilerin akut veya kronik akciğer değişiklikleri yaşayabileceğine dair kanıtlar ortaya koymuşlardır. Uragoda [3], çalışmasında çay tozu maruziyeti sonucu oluşan kronik bronşitin yüksek prevalansını (%24.8) bildirmiştir.

Farklı çay türlerinin işlenmesi sırasında da toza maruz kalmanın akut veya kronik solunum yolu semptomlarının gelişmesine neden olabileceği gösterilmiştir [4]. Yine aynı çalışmada hemen hemen tüm kronik respiratuar semptomların en yüksek prevalansı kuşburnu, adaçayı ve gruzyan çayı işleyen işçilerde bulunmuştur. Yapılan immünolojik

çalışmalardan birinde, en fazla sayıda çay işçisinin adaçayından hazırlanan alerjene karşı cilt reaksiyonunun pozitif olduğunu göstermiştir [105]. Bizim çalışmamızda alerji testi yapılmasa da alerjik semptomlar açısından çalışma grubu ile kontrol grubu benzerdi. Şöyle ki anket sonuçlarına göre fabrika çalışanlarında (n= 69) 12 kişide (%17,4), ofis çalışanlarında (n= 53) ise 16 kişide (%30,2) alerjik rinit pozitif olsa da bu fark istatistiksel olarak anlamlı değildi.

Jayawardana & Udupihille'in yaptığı çalışmada sigara içme prevalansı iki grupta da farklılık göstermemiş ve bu nedenle, çalışma örneğinde daha yüksek bir kronik solunum yolu hastalığı prevalansı ve daha yüksek düzeyde ventilasyon bozukluğu bulunması etken madde olarak çay tozuna işaret etmektedir [10]. Bu çalışmada aynı zamanda sigara kullanımının, solunum kapasitesindeki düşüş ile önemli ölçüde ilişkili olmadığı bulunmuştur. Çalışmamızda gruplararası sigara içme prevalansı istatistiksel olarak anlamlılık gösterdi (p= 0,004). Bundan dolayı her ne kadar solunum semptomları ve SFT değerleri arasında gruplar arasında fark bulunsa da bulduğumuz sonuçların çay tozundan kaynaklandığını kesin söylemek zordur. Ancak fabrika çalışanları arasında sigara içme durumuna göre yaptığımız karşılaştırmada sigara içenlerde FEF%75 değerinde istatistiksel olarak anlamlı bir düşüş bulundu.

Sabahları balgam çıkarma sıklığına baktığımızda istatistiksel olarak anlamlı olmasa da sigara içen (n= 36) fabrika çalışanlarında bu değer (%58,3) sigara içmeyenlerden (n= 33) daha fazladır(% 42,4). Yine de bazı derleme çalışmalarında olduğu gibi, organik toza veya mineral tozuna maruz kalmanın sigara içmekten bağımsız olarak kronik hava yolu obstruksiyonuna yol açabileceğini belirtmekte fayda vardır [12].

Çay tozunun obstrüktif solunum yolu hastalıklarına nasıl sebep olduğuna dair gerçek mekanizma net değildir [10]. Zuskin ve ark. gözlenen solunum değişikliklerinin ardındaki immünolojik bir cevabı belirtmek için kesin kanıt gösteremediler. Onların bu çalışmasında neredeyse tüm kronik solunum semptomlarının prevalansı, negatif deri testi olanlardan ziyade pozitif olan çalışanlarda daha yüksekti, ancak fark sadece kronik öksürük ve dispne için istatistiksel olarak anlamlıydı. Alerjene karşı deri testi pozitif olan işçilerde negatif olan işçilere göre MEF%50 ve MEF%25'de istatistiksel olarak anlamlı olmasa da bir düşüş görüldü [5]. Yapılan araştırmalarda bitki çayları çalışanları arasında çay tozu duyarlılığının yaygın olduğu bildirilmiştir [4, 5, 101, 106].

Çay tozuna spesifik olmayan bir reaksiyon da olası bir neden olabilir [10]. Yani çay tozunun solunum yolu tıkanıklığı oluşturmak için etki edebileceği mekanizmanın non-immünolojik (refleks, enflamatuar veya farmakolojik) veya immünolojik (anında aşırı duyarlılık yanıtı) olduğu varsayılabilir [7]. Kronik solunum yolu semptomlarının görülme sıklığı, kahve [105], çay [4], baharat [107], soya fasulyesi [108], hayvan yemi [109] ve şekerleme [110] fabrikalarında çalışan işçilerde kaydedilenlerle benzerlik göstermektedir. Bizim çalışmamızda da solunum semptomları çalışma grubunda kontrol grubuyla karşılaştırıldığında sabahları balgam çıkarma dışında istatistiksel olarak anlamlı olmasa da belirli bir fark mevcuttu. Sabahları balgam çıkarmada istatistiksel olarak anlamlı fark vardı (p= 0,013).

Hill ve ark. yaptığı çalışmada çay tozuna maruz kalan ve kalmayan gruplar arasında rinit semptomları, öksürük nöbetleri ve göğüste sıkışma belirtileri açısından istatistiksel olarak anlamlı fark buldular ve onlar semptomların çay tozundaki bazı tahriş edici maddelerden kaynaklandığını öne sürdüler [11]. Çalışmamızda sabahları göğüste sıkışma ve öksürük nöbetleri açısından gruplararasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamadı. Hatta göğüste sıkışma hissi ofis çalışanlarında (%11.3) fabrika çalışanlarından (%7,2) daha fazla bulundu.

Uragoda [3], çay harmanlayıcılarının % 5,6'sının aktif veya inaktif tüberküloz kanıtı olduğunu bildirmesine rağmen, Jayawardana, P L. çalışmasında çalışanların hiçbirinde pulmoner tüberküloza dair kanıt olmadığı dikkati çekmektedir [10]. Çalışmamızda tüberküloz taraması yapmasak da anket sorularına verilen cevaplara dayanarak geçmişte tüberküloz tanısı almış ve tedavisini tamamlamış sadece 1 vakaya rastladık.

Yapılan çalışmalardan, en az beş yıl süreyle çay tozuna maruz kalan fabrika çalışanlarının, solunum yolu semptomları ve ventilasyon disfonksiyonu geliştirme riski taşıdıkları anlaşılmaktadır. Bu nedenle, çalışanların çay tozuna maruz kalma riskleri ve koruyucu önlemlerin doğru kullanılmasının önemi konusunda eğitilmelerinin yanı sıra uygun önleyici tedbirlerin alınması tavsiye edilmektedir [10]. Minov ve ark. ise ulusal standartlara göre sınır değerleriyle solunabilir çay tozu konsantrasyonuna maruz kalma koşullarında ortalama 12 yıl maruz kalma süresi ve mevcut sigara içenlerin büyük bölümünden oluşan 35-55 yaşları arasındaki çalışan grubunda önemli bir hava yolu obstruksiyonunu ve kronik solunum semptomlarının yüksek prevalansını tespit etmişlerdir [12]. Bundan yola çıkarak, çalışmamızdaki sabahları balgam çıkarma dışında

görülen solunum semptomlarının yüksek bir prevalansa sahip olmaması, bizdeki fabrika işçilerinin çalışma sürelerinin daha az (ortalama 8,99 ± 7 yıl) olmasına bağlı olabilir.

Zuskin ve ark. yapmış olduğu çalışmada çay işçilerinin birçoğu çalışma saatleri boyunca akut belirtilerden şikayetçi olmuştur. Bunların büyük kısmı akut solunum semptomlarının çalışma haftasının başlangıcında ya da izin döneminden sonra işe döndüklerinde daha yoğun olduğunu bildirmişlerdir [4]. Yine aynı çalışmada çay tozunun solunmasının, çok sayıda çay işçisinde akut bronkokonstriksiyona neden olduğu gözlemlenmiştir. Çalışmamız kesitsel bir çalışma olduğu için, fabrikanın çalışma akışını bozmamak ve araştırmaya gönüllü katılım sayısını arttırmak için bütün çalışanlara sadece bir defa (en az 3 kere tekrarlanmak şartıyla) SFT uygulandı. Ancak fabrika işçilerinde çay tozuna maruz kaldıklarında akut solunum semptomlarının olduğu işçiler tarafından bildirildi. Buna rağmen fabrika çalışanlarının bir çoğunun maske takmayı reddettikleri gözlendi.

Çöplü ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada ise çay işçilerinde (sigara içen ve içmeyen) akut ve kronik solunum yolu semptomlarının birçoğunun kontrol grubu ile karşılaştırıldığında artış göstermediği saptanmıştır. Sadece işe başladıktan sonra ortaya çıkan burunda, boğazda yanma, gözde batma, sulanma ve akıntının kontrol grubuna göre anlamlı olarak arttığını rapor etmişlerdir [111]. Bu sonuçlar bizim çalışmamızla benzerlik göstermektedir.

Çay bahçesi ve fabrikası işçileri arasında yapılan çalışmada spirometrik akciğer fonksiyon parametrelerinde (FVC, FEV_1, FEV_1/FVC) anlamlı bir fark bulunamayan çalışmalar mevcut olsa da [112] çay işçilerinde spirometrik parametrelerin (FVC, FEV_1, FEV_1/FVC%, MEF50, MEF25 ve MEF25-75) ortalama değerlerinin istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunduğu çalışmalar da vardır [113]. Sarker ve arkadaşları yapmış oldukları çalışmada, çay fabrikasında çalışan işçilerin VC, FVC, FEV_1, FEV%75, % FEV_1/FVC ve PEF değerlerini çay bahçesi ekimi işçilerinin değerlerinden önemli ölçüde daha düşük buldular ($p< 0.001$). Bu bulgulardan çay fabrikası çalışanlarında solunum fonksiyonlarının, çay bahçesi çalışanlarından daha fazla etkilendiği sonucuna varılmıştır [114].

Yine Çöplü ve arkadaşlarının sonuçlarında sigara içen ve içmeyen çay işçileri ile sigara içen ve içmeyen kontrol grubunun değerleri karşılaştırıldığında çay işçilerinde bir

miktar düşme saptanmasına rağmen bu düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Çalışmamızda sigara içen fabrika işçileri ile ofis çalışanlarının değerleri karşılaştırıldığında istatistiksel anlamlı fark bulunamadı. Buna karşı sigara içmeyen gruplararası karşılaştırmada istatistiksel olarak anlmalı olmasa da fabrika işçilerinde FEV_1/FVC değerinde bir düşüş vardı. (bknz. Tablo 11)

Çöplü ve arkadaşları aynı çalışmada sigara içmeyen çay işçilerinde 30. dakika ve sekizinci saatteki FEV_1, FEV_1/FVC, FEF%50 veFEF%25 değerleri çalışma öncesine göre anlamlı olarak azaldığını bildirmiştir. Sigara içen çay işçilerinde de aynı azalmalar saptanmasına rağmen sadece FEV_1/FVC, FEF25-75 ve FEF%25'teki düşüşler istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Oysa çay tozuna maruz kalmayan büro işçilerinde 30. dakika ve sekizinci saatteki değerler çalışma öncesi değerlerine göre farklılık göstermemektedir. Bu durumda, çay tozuna akut maruziyetin bilhassa küçük hava yollarında obstrüksiyon yaptığı sonucu ortaya çıkmaktadır [111]. Yapılan benzer çalışmaların bazılarında, vardiyanın bitiminde çay işçilerinin FEV_1 değerlerinde azalma tanımlanmasına rağmen [6, 115], işçilerin akciğer fonksiyonlarında tutarlı bir düşüş gözlemlenmeyen çalışmalar da mevcuttur [112].

Mesleki astım, en iyi şekilde işyerinde belirli bir antijene maruz kalmaya bağlı olarak daralan hava yolları olarak tanımlanır. Bunlar toz, gaz, buhar veya duman olabilir [116], [117]. Çay tozuna maruz kalmanın yol açtığı astım vakaları ile ilgili literatürde az sayıda rapor bulunmaktadır. Belirtiler maruziyetten kısa bir süre sonra ortaya çıkabilir, yani ilk 30 dakika içinde veya 3 ila 16 - 24 saat arasında değişen süreler sonrasında görülebilir [8]. Bununla birlikte, çay tozuna maruz kalmanın yol açtığı astım vakaları ile ilgili literatürde az sayıda rapor bulunmaktadır.

Çay tozuna erken astmatik bir yanıt, Seylan'da bir çay işçisinde tarif edilmiştir [2]. Bir vaka çalışmasında iş yerinde çay tozuna maruz kalma sonucu astım teşhisi PEF değerlerindeki değişiklikle konuldu [9]. Aynı çalışmada hasta iş yerinde çay tozuna maruz kaldıktan sonra wheezing (hırıltılı solunum) dahil olmak üzere solunum semptomlarının geliştiği ortaya konuldu. BURGE [118], PEF değerlerinin "uzun süren çalışma süreleri boyunca" ölçülmesinin gerekli olabileceğini belirtti. Ancak çalışmamızda PEF değerlerinde anlamlı bir düşüş gözlenmemekle birlikte astım şikayeti olan vakaya da rastlayamadık. Önemli bir geç astmatik reaksiyon sergilemek için 8 saatlik bir takibin gerekli olduğunu belirtmekte de fayda vardır [9]. Çay tozunun astımı

indükleyebilecek malzemeler içerdiğini varsaymak için iyi nedenler olsa da, Hill ve arkadaşları yapmış oldukları bir çalışmada incelenen çalışanlar arasında böyle bir etki olduğuna dair hiçbir kanıt bulamamışlardır [11].

.Moitra ve arkadaşları, yaptıkları bir çalışmada aeroallerjenler, organik ve inorganik partiküler maddeler de dahil olmak üzere çeşitli hava kaynaklı bulaşıcı maddelere sürekli maruz kalmış olan Hint çay endüstrisi işçileri arasında işle ilgili solunum semptomlarının çok yüksek (% 67.5) prevalansını gözlemlediler. Bahçe işçilerinde, fabrika işçilerine göre üç kat daha fazla nefes darlığı prevalansı bildirildi (% 26.5ve % 8.7, p= 0.02). Bahçe işçileriyle karşılaştırıldığında, burun alerjisi prevalansı fabrika işçilerinde önemli ölçüde daha yüksek bulundu (41.2% ve69.6%, p= 0.02). Diğer solunum semptomları, çalışılan gruplar arasında anlamlı bir fark göstermedi. Bu çalışmada çay işçilerinin neredeyse %78'inde çay tozu allerjenlerine aşırı duyarlılık yaygın olarak hem plantasyon alanlarında ya da kapalı alanlarda gelişmiştir [112].

Çay işçilerindeki spirometrik parametrelerin önemli ölçüde düşük olduğu ve bu durumda bitkisel tozun obstrüktif etkisini, ağırlıklı olarak daha küçük havayollarında gösterdiğini doğrulayan çalışmalar olduğunu yukarıda vurgulamıştık. Minov ve ark. da çay işçilerinde obstrüktif değişikliklerin ve küçük hava yolları değişikliklerinin anlamlı derecede fazla olduğunu buldular. Yine aynı çalışmada çay tozuna maruz kalma süresi ile azalan küçük hava yolları akımı arasında anlamlı bir ilişki bulundu, ancak obstrüktif değişikliklerle ilişki anlamlı değildi [12]. Castellan ve ark. yaptığı çalışmanın anket sonuçlarına göre kronik öksürük ve kronik bronşit prevalansının bitkisel tozlara maruz kalma derecesine bağlı olduğunu göstermektedir ve bu çalışmada anketin yapıldığı günlerde göğüste sıkışma ve solunum güçlüğü çeken toza maruz kalan işçilerde FEV_1 de küçük ancak istatistiksel olarak anlamlı bir azalmaya neden olduğu bulunmuştur [6]. Bizim çalışmamızda anket sorularına göre sabahları balgam çıkarma semptomu fabrika çalışanlarında %50,7 ofis çalışanlarında % 28,3 oranında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur.

Ayrıca pamuk, tahıl ve diğer bitkisel tozlar gibi organik toza maruz kalmanın kronik hava yolu obstruksiyonu ve obstruktif ventilatör patern gelişimi ile ilişkili olduğuna dair başka kanıtlar da vardır [122].

Organiktoza maruz kalmanın solunum sağlığı üzerindeki etkisini analiz eden derleme çalışmalar, kronik solunum semptomlarının prevalansının yüksek olduğunu göstermiştir. Minov ve arkadaşları çay tozuna maruz kalan çalışanlarda çay tozu alerjenlerine pozitif SPT prevalansında anlamlı bir değişiklik bulunmadığını, bununla birlikte çay işçilerinde kronik solunum semptomları prevalansında, kronik balgam ve dispne açısından anlamlı bir fark gözlemlemişlerdir [12].

Aynı çalışmada, sigara içen çay tozuna maruz kalan işçilerde kronik solunum semptomları arasında önemli ilişkinin varlığı gösterildi [12]. Kronik solunum semptomları ile toza maruz kalma süresinin ve mevcut sigara içme süresinin anlamlı bir korelasyon gösterdiği ve farklı organik türlerin ve inorganik tozun solunuma etkisini analiz eden birçok çalışma mevcuttur [4], [106], [120]. Yapılan bir çalışmada ise sigara içimi solunum semptomları ve solunum fonksiyonlarında önemli bir belirleyici olmadığı bildirilmiştir [121]. Benzer şekilde, çalışmamızın sonuçları sigara içme ile solunum semptomları ve solunum fonksiyonları arasında anlamlı bir ilişkinin olmadığını göstermektedir.

Fabrika çalışanlarındaki solunum fonksiyon testi parametrelerinde ve solunum semptomlarındaki değişiklikler, onların ofis çalışanlarından farklı olarak daha hareketli iş hayatına sahip olmasından kaynaklanıyor olabilir. Bunu kanıtlayan bazı çalışmalar da mevcuttur. Organik ve mineral tozun solunum sağlığı üzerindeki etkisini analiz eden birkaç çalışmada, egzersize bağlı solunum semptomlarının (öksürük, nefes darlığı, wheezing gibi) yüksek prevalansı da bildirilmiştir. Minov ve arkadaşları çay fabrikası çalışanlarında egzersiz kaynaklı solunum semptomlarının yüksek prevalansını buldu [113].

Shieh ve arkadaşları çaya karşı duyarlılık oranının düşük olmasından dolayı, çay tozuna maruz kalmanın solunumsal etkilerinin alerjik reaksiyonlardan ziyade tahriş edici bir tepki olduğunu öne sürmekteler. Çalışmalarında çay işçilerinin neredeyse tüm kronik semptomlarının prevalansını karşılaştırma grubundan daha yüksek buldular. Toz seviyesi düşükken, sigara içme prevalansının yüksek olması ve solunum yolu koruyucu ekipman kullanımının düşük prevalansının neden olabileceği kronik balgam dışında kronik ve işle ilgili solunum semptomlarının yaygınlığını gözlemlemişler. Aynı çalışmada çay işçileri arasında önemli düşüşler FVC, FEV_1ve FEV_1/FVC'de gözlendi, ancak MMF'de bir düşüş görülmedi [121]. Bizim çalışmamızda da Shieh ve arkadaşlarının çalışmasına benzer şekilde maske kullanımı düşük, sigara içme prevalansı yüksekti. Aynı zamanda çalışmamızda solunum semptomlarından sadece balgam çıkarma

prevalansı istatistiksel olarak anlamlı bulundu ve SFT değerlerinden ise FEV_1/FVC değeri kontrol grubu ile karşılaştırıldığında anlamlı olarak düşük çıktı.(bknz. Tablo 7)

Çalışmamızın bazı kısıtlamaları vardır. Bunlardan biri zamanla işçilerin solunum semptomlarının değişmesi hakkında bilgi vermeyen enine kesitsel araştırma olmasıdır. Ancak, bu boylamsal bir çalışmanın bir ön raporu olabilir ve çalışmamız çay tozunun uzun vadedeki etkilerini araştırmaktadır. Aynı zamanda katılımcıların, deri allerji testi, hava hapsi, bronş duvar kalınlaşması veya diğer yapısal anormallikler gibi değerli ek veriler sağlayabilecek radyolojik incelemelerini yapma şansını bulamadık. Artan periferik hava yolu direnci, daha sonra ilerleyecek havayolu hastalığının erken bir belirteci olabilse de, mevcut çalışmanın kesitsel niteliği sonuçların değerlendirilmesini engellemektedir.

6.SONUÇLAR

Çay tozu maruziyeti altında çalışan 69 çay paketleme fabrikası işçisinin (çalışma grubu) epidemiyolojikparametreleri, solunumsal şikayetleri, ortam toz ölçümleri ve spirometrik ölçümleri 53 ofis çalışanlarından oluşan kontrol grubu ile karşılaştırıldığında;

1-Demografik özelliklerden kilo ve yaş parametreleri dışında anlamlı bir fark olmasa da anket sorularından sigara içme prevalansı açısından gruplararasında anlamlı fark vardı.

2- Çalışma grubunda çay tozu maruziyeti sonucu mesleki solunumsal semptomlardan sabahları balgam çıkarma semptomu anlamlı derecede artmıştır.

3- Diğer solunum yolu bulgularından hışıltılı solunum, dispne, öksürük atakları ve astım prevalansının sigara içen ve içmeyen işçilerde Kontrol grubuna göre fazla olmasına rağmen istatistiksel olarak anlamlı artış saptanamamıştır. Aynı zamanda mevcut araştırmada açıklayamadığımız nazal alerji ve göğüste sıkışma prevalansı istatistiksel olarak anlamlı olmasa da kontrol grubunda çalışma grubuna göre fazla görüldü.

4-Gruplararası SFT değerleri karşılaştırıldığında FEV_1/FVC oranında istatistiksel olarak anlamlı düşüş bulundu.

5- Çay paketleme fabrikasının sigara içen işçilerinde sigara içmeyenlere göre FEF%75 değeri anlamlı olarak düşüktü.

6-Gruplararası sigara içenlerin solunum fonksiyon değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu.

7-Gruplararası sigara içmeyenlerde FEV_1/FVC parametresi anlamlı olmasa da fabrika işçilerinin değerleri düşük bulundu. Buradan, sigaranın çayın solunum fonksiyon değerlerine olan zararlı etkisini etkilemediği sonucuna varılabilir.

8-Çalışmamızda sigara içimi solunum fonksiyonlarında önemli bir belirleyici gibi görünmese de, akciğere etkisi ve diğer mesleki tehlikelerin toksisitelerini pulmoner savunma mekanizmalarının müdahalesiyle arttırarak etki ettiği iyice belgelenmiştir.

9- Sigara içmeyen kontrol grubundaki FVC değeri sigara içmeyen çalışma grubu ile karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir azalma görüldü.

10-Fabrika hava ortamında ofis hava ortamına göre toz konsantrasyonu farkı bulunmadı.

11-İş yerinde kişisel koruyucu ekipman kullanımının ve havalandırma önlemlerinin geliştirilmesinin önemli yararlar sağlayabileceği öngörüldü.

12-Tıbbi gözetim, kronik solunum yolu hastalıklarına karşı bireysel duyarlılıkta büyük bir öneme sahip olması nedeniyle, tozlara karşı hassas çalışanların tespiti için bir araç görevi görmektedir. Çay tozuna maruz kalmayla ilgili bazı kronik solunum yolu hastalıkları vakalarının çok düşük toz konsantrasyonlarında meydana gelmesi beklenebileceğinden, akciğer fonksiyonlarında geri dönüşü olmayan değişikliklerin önlenmesi için çalışanların iş öncesi muayenesinin ve tıbbi gözetimin yapılmasını tavsiye ediyoruz.

13- Çalışmamız, etkilenen çalışanları tespit etmek ve böylece önleyici tedbirler almak için düzenli tıbbi muayenelere duyulan ihtiyacı doğrulamaktadır. Daha uygun koruma sağlamak için maruz kalma sınırlarının yeniden değerlendirilmesini de önermekteyiz. Son olarak, bu ortamda sigara bırakmanın önemi vurgulanmalıdır. Sigara içme ile işyeri ortamı arasındaki etkileşimi önlemek için tütün kontrolü önlemleri alınmalıdır.

7. KAYNAKLAR

1. Çelik F. Çay (Camellia sinensis); içeriği, sağlik üzerindeki koruyucu etkisi ve önerilen tüketimi. *Turkiye Klin J Med Sci*. 2006;26(6):642-648.
2. Uragoda CG. Tea maker ' s asthma. *Br J Ind Med*. 1970;27:181-182.
3. Uragoda CG. Respiratory disease in tea workers in Sri Lanka. *Thorax*. 1980;35(2):114-117. doi:10.1136/thx.35.2.114
4. Zuskin E, Skuric Z. Respiratory function in tea workers. *Br J Ind Med*. 1984;41(1):88-93.
5. Žuŝkin E., Kanceljak B., Skurić Z., Ivanković D. Immunological and respiratory changes in tea workers. *Int Arch Occup Environ Health*. 1985;56(1):57-65. doi:10.1007/BF00380701
6. Castellan RM, Boehlecke BA, Petersen MR, Thedell T. D, Merchant JA. Pulmonary function and symptoms in herbal tea workers. *Chest*. 1981;79:81-85. doi:10.1378/chest.79.4
7. Zuskin E, Kanceljak B, Witek Jr. TJ, Schachter EN. Acute effects of herbal tea dust extracts on lung function. *Chest*. 1989;96(6):1327-1331. doi:10.1378/chest.96.6.1327
8. Lewis J, Morgan WK. Tea asthma: response to specific and non-specific challenges. *Br J Ind Med*. 1989;46(5):350-351.
9. Roberts JA, Thomson NC. Tea-dust induced asthma. *Eur Respir J*. 1988;1(8):769-770.
10. Jayawardana PL, Udupihille M. Ventilatory function of factory workers exposed to tea dust. *Occup Med (Chic Ill)*. 1997;47(2):105-109. doi:10.1093/occmed/47.2.105
11. Hill B, Waldron HA. Respiratory symptoms and respiratory function in workers exposed to tea fluff. *Ann Occup Hyg*. 1996;40(5):491-497. doi:10.1016/0003-4878(96)00019-1
12. Minov J, Karadžinska-bislimovska J, Risteska-kuc S, Stoleski S. Chronic Respiratory Symptoms and Ventilatory Function in Workers Exposed To Tea Dust : 2005;12(1):37-43.
13. Weisburger JH, Chung FL. Mechanisms of chronic disease causation by nutritional factors and tobacco products and their prevention by tea polyphenols. *Food Chem Toxicol*. 2002;40(8):1145-1154. doi:10.1016/S0278-6915(02)00044-3
14. Wu CD, Wei G. Tea as a functional food for oral health. In: *Food Constituents and Oral Health: Current Status and Future Prospects*. ; 2009. doi:10.1533/9781845696290.2.396
15. Horuz A, Korkmaz A. Farklı sürgün dönemlerinde hasat edilen çayın verimi, azot içeriği, ve mineral madde kompozisyonu. *OMÜ Zir Fak Derg*. 2006;21(1):49-54.
16. McKay DL, Blumberg JB. The Role of Tea in Human Health: An Update. *J Am*

Coll Nutr. 2002;21(1):1-13. doi:10.1080/07315724.2002.10719187

17. Üstün Ç, Demirci N. Çay bitkisinin(camellia sinensis l.) tarihsel gelişimi ve tıbbi açıdan değerlendirilmesi. *Lokman Hekim J*. 2013;3(3):5-12.

18. URL-1. http://www.tb.org.tr/dosya/AYIN_KTABI.pdf. Published 2019. Accessed January 18, 2019.

19. URL-2. http://www.caykur.gov.tr/CMS/Design/Sources/Dosya/Yayinlar/281.pdf. Published 2017. Accessed February 8, 2019.

20. Güneş S. Türk çay kültürü ve ürünleri. *Milli Folk*. 2012;24(93):234-251.

21. Aykaç G, Uzun MB, Özçelikay G. Sosyal yönüyle çay " camellıa sınensıs. *Lokman Hekim J*. 2014;4(1):1-5.

22. Zengilbal H, Haznedar A. Çayda (camellia sinensis (L.) O. Kuntze) aşılama zamanlarının aşı başarısı üzerine etkisi. *Anadolu Tarım Bilim Derg*. 2015;30:221-226. doi:10.7161/anajas.2015.30.3.221-226

23. URL-3. http://www.caykur.gov.tr/CMS/Design/Sources/Dosya/Yayinlar/104.pdf. Accessed February 8, 2019.

24. Henning SM, Fajardo-lira C, Lee HW, et al. Catechin Content of 18 Teas and a Green Tea Extract Supplement Correlates With the Antioxidant Capacity. *Nutr Cancer*. 2003;45(2):226-235. doi:10.1207/S15327914NC4502

25. Dalphin JC. Respiratory pathology in the agricultural environment. *Rev Prat*. 1998;48(12):1313-1318.

26. Al Zuhair YS, Whitaker CJ, Cinkotai FF. Ventilatory function in workers exposed to tea and wood dust. *Br J Ind Med*. 1981;(4):339-345.

27. Zuskin E, Duncan PG, Douglas JS, et al. The Pharmacological Characterization of Aqueous Extracts of Vegetable Dusts. *Lung*. 1983;(161):301-306.

28. Moore K, Dalley A. *Clinically Oriented Anatomy*. 5. USA: Lippincot Williams & Wilkins; 2006; 74-191

29. Scanlon CV, Sanders T. *Essential of Anatomy and Physiology*. 5th ed. Philadelphia: F.A. Davis Company; 2007; 343-366

30. Isaacs SR, Sykes MJ. Anatomy and physiology of the upper airways. *Anesthesiol Clin N Am*. 2002;20:733-745.

31. Burri PH. Structural aspects of postnatal lung development - Alveolar formation and growth. *Biol Neonate*. 2006;89(4):313-322. doi:10.1159/000092868

32. Ulubay G, Küpeli E, Metintaş M. *Solunum Fizyolojisi ve Fizyopatolojisi*. 1st ed. İstanbul: İstanbul medikal sağlık ve yayıncılık Hiz; 2017; 1-35

33. Tyler WS. Small Airways and Terminal Units Comparative Subgross Anatomy of Lungs. *Am Rev Respir Dis*. 1983;128:S32-S36. doi:10.1164/arrd.1983.128.2P2.S32

34. Sreenivasulu K, Anilkumar P, Gaiqwad MR. Morphologıcal anatomy of accessory fıssures ın lungs. *Indian J Tuberc*. 2012;59:28-31.

35. Ugalde P, Camargo J de J, Deslauriers J. Lobes, Fissures, and Bronchopulmonary Segments. *Thorac Surg Clin*. 2007;17(4):587-599. doi:10.1016/j.thorsurg.2006.12.008

36. Minnich DJ, Mathisen DJ. Anatomy of the Trachea, Carina, and Bronchi. *Thorac Surg Clin*. 2007;17(4):571-585. doi:10.1016/j.thorsurg.2006.12.006

37. Moore KL, Atrhur DF, Agur AMR. *Kliniğe Yönelik Anatomi*. 6th ed. Şahinoğlu K (çev. ed.). İstanbul: Nobel Tıp Kitapevleri; 2014; 111-116

38. P.Widmaier E, Raff H, T. Kevin S. *Vander's Human Physiology:The Mechanisms of Body Function*. 13th ed. (Karataş M (çev. ed., ed.). Mc Graw Hill; 2014.

39. Fréchette É, Deslauriers J. Surgical Anatomy of the Bronchial Tree and Pulmonary Artery. *Semin Thorac Cardiovasc Surg*. 2006;18(2):77-84. doi:10.1053/j.semtcvs.2006.06.002

40. Smith UNA, Ryan JW. S u b s t r u c t u r a l features of p u l m o n a r y endothelıal caveolae. *Tissue Cell*. 1972;4(1):49-54.

41. Sancak B, Cumhur M. *Fonksiyonel Anatomi*. 8th ed. Ankara: ODTÜ geliştirme vakfı yayıncılık ve iletişim A.Ş. yayınları; 2014; 130

42. Arıncı K, Elhan A. *Anatomi 2. Cilt*. 5th ed. Yılmaz M, ed.. Ankara: Güneş Tıp Kitapevleri; 2014;79, 120

43. Barret KE, Barman SM, Boitano S, Brooks HL. *Ganong'un Tıbbi Fizyolojisi*. 24th ed. Gökbel H (çev. ed). İstanbul; 2015; 621-670

44. Laitinen A. Ultrastructural organisation of intraepithelial nerves in the human airway tract. *Thorax*. 1985;40(7):488-492. doi:10.1136/thx.40.7.488

45. Guyton AC, Hall JE. *Tıbbi Fizyoloji*. 12th ed. Çağlayan Yeğen B (çev. ed.). İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri; 2013; 465-474

46. Rhoades RA, Bell DR. *Tıbbi Fizyoloji;Klinik Tıbbın Temelleri*. 4th ed. Ağar E, (çev, ed.). İstanbul: İstanbul medikal sağlık ve yayıncılık Hiz; 2017;329-349

47. Jardin TD. *Cardiopulmonary Anatomy Physiology & Essentials for Respiratory Care*. 5th ed. Clifton Park, NY 12065: Delmar Cengage Learning ALL; 2008; 67-79

48. Yelmen N. Ventilasyon. In: Ulubay G, Küpeli E, Metintaş M, eds. *Solunum Fizyolojisi Ve Fizyopatolojisi*. 1st ed. İstanbul: İstanbul Medikal Sağlık ve Yayıncılık; 2017:26-27.

49. Dietl P, Haller T. EXOCYTOSIS OF LUNG SURFACTANT: From the Secretory Vesicle to the Air-Liquid Interface. *Annu Rev Physiol*. 2005;67(1):595-621. doi:10.1146/annurev.physiol.67.040403.102553

50. Genç A. Hafif ve orta derece KOAH'lılarda oksidatif stres,aerobik kapasite, günlük fiziksel aktivite ve solunum fonksiyonlarının araştırılması. Doktora Tezi. Türkiye Cumhuriyeti Afyon Kocatepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Afyonkarahisar, Türkiye 2010: 21

51. Karabıyıkoğlu G. *Solunum Fonksiyon Testleri El Kitabı*. 2.baskı. (Karabıyıkoğlu G, ed.). Ankara: Esen Ofset/ İstanbul; 1998; 7-31

52. Saryal S. Lung Volumes. *Toraks Cerrahisi Bul*. 2017;10(1):21-28. doi:10.5578/tcb.2017.004

53. Mirici A, Turhan MO. Kronik Obstruktif akciğer hastalığı seyrinde solunum fizyolojisi değişiklikleri. In: Ulubay G, Küpeli E, Muzaffer M, eds. *Solunum Fizyolojisi ve Fizyopatolojisi*. 1st ed. istanbul: İstanbul Medikal Sağlık ve Yayıncılık; 2017:223.

54. Xu X, Weiss ST, Rijcken B, Schouten JP. Smoking, changes in smoking habits, and rate of decline in FEV1: New insight into gender differences. *Eur Respir J*. 1994;7:1056-1061.

55. Anthonisen NR. Effects of Smoking Intervention and the Use of an Inhaled Anticholinergic Bronchodilator on the Rate of Decline of FEV1:the lunh helth study. *JAMA*. 1994;272(19):1497-1505. doi:10.1001/jama.1994.03520190043033

56. Dockery DW, Brunekreef B. Longitudinal Studies of Air Pollution Effects on Lung Function. *Am J Respir Crit Care Med*. 1996;154:5250-5256. doi:10.1164/ajrccm/154.6_Pt_2.S250

57. Quanjer PH, Tammeling GJ, Cotes JE, Pedersen OF, Peslin R, Yernault J-C. *Lung Volumes and Forced Ventilatory Flows*. Vol 6.; 1993; 5-40 doi:10.1183/09041950.005s1693

58. Wanger J, Clausen JL, Coates A, et al. Standardisation of the measurement of lung volumes. *Eur Respir J*. 2005;26(3):511-522. doi:10.1183/09031936.05.00035005

59. Yıldırım N. Akım- volüm halkası. *Solunum*. 2000;2:132-137.

60. Köylü H. *Klinik Anlatımlı Tıbbi Fizyoloji*. 2. İstanbul: İstanbul Tıp Kitapevleri; 2016; 208,280

61. Miller MR, Hankinson J, Brusasco V, et al. Standardisation of spirometry. *Eur Respir J*. 2005;26(2):319-338. doi:10.1183/09031936.05.00034805

62. URL-4. http://file.toraks.org.tr/TORAKSFD23NJKL4NJ4H3BG3JH/10_kongre_kurs/pdf/39_44_Spirometrik_Hava_yol_ akim.pdf. Accessed February 11, 2019.

63. Society AT. Standardization of Spirometry. *Am J Respir Crit CARE Med VOL*. 1995;152:1108-1136.

64. Börekçi Ş, Umut S. statik ölçümler. In: Ulubay G, Küpeli E, Muzaffer M, eds. *Fizyolojisi Ve Fizyopatolojisi*. 1st ed. istanbul: İstanbul Medikal Sağlık ve Yayıncılık; 2017:437.

65. Coates AL, Peslin R, Rodenstein D, Stocks J. Measurement of lung volumes by plethysmography. *Eur Respir J*. 1997;10(6):1415-1427.

66. Yıldırım N. Tanı yöntemleri. In: Kalyoncu F, Arsever O, eds. *Temel Akciğer Sağlığı ve Hastalıkları*. 2nd ed. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri; 2015:86-94.

67. Mottram C. *Ruppel ' s Manual of Pulmonary Function Testing*. 11th ed. St. Louis: Elsevier Health Sciences; 2017; 303

68. Gibson GJ. Lung volumes and elastıcıty. *Clin Chest Med*. 2001;22(4):623-635. doi:10.1016/S0272-5231(05)70056-3

69. Goldman M, Smith H, Ulmer W, Criée C-P. Whole-body plethysmography. *Lung Funct Test*. 2005;105(9):217. doi:10.1007/s10405-009-0343-z

70. Van Noord JA, Clément J, Van De Woestijne KP, Demedts M. Total Respiratory Resistance and Reactance in Patients with Asthma, Chronic Bronchitis, and Emphysema. *Am Rev Respir Dis*. 1991;143:922-927. doi:10.1164/ajrccm/143.5_Pt_1.922

71. Miller MR, Crapo R, Hankinson J, et al. General considerations for lung function testing. *Eur Respir J*. 2005;26(1):153-161. doi:10.1183/09031936.05.00034505

72. MacIntyre N, Crapo RO, Viegi G, et al. Standardisation of the single-breath determination of carbon monoxide uptake in the lung. *Eur Respir J*. 2005;26(4):720-735. doi:10.1183/09031936.05.00034905

73. Pellegrino R, Viegi G, Brusasco V, et al. Interpretative strategies for lung function tests. *Eur Respir J*. 2005;26(5):948-968. doi:10.1183/09031936.05.00035205

74. Pauwels RA, Buist AS, Ma P, Jenkins CR, Hurd SS, GOLD Scientific Committee. Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease: National Heart, Lung, and Blood Institute and World Health Organization Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD): executive summar. *Respir Crit Care Med*. 2001;46(8):798-825.

75. Hardie JA, Buist AS, Vollmer WM, Ellingsen I, Bakke PS, Mørkve O. Risk of over-diagnosis of COPD in asymptomatic elderly never-smokers. *Eur Respir J*. 2002;20(5):1117-1122. doi:10.1183/09031936.02.00023202

76. Pennock BE. Pulmonary Function Testing. *Arch Intern Med*. 1983;143(11):2123. doi:10.1001/archinte.1983.00350110109023

77. Brusasco V, Pellegrino R, Rodarte JR. Vital capacities in acute and chronic airway obstruction: dependence on flow and volume histories. *Eur Respir J*. 1997;10:1320-1320. doi:10.1183/09031936.97.10061316

78. Roberts SD, Farber MO, Knox KS, et al. FEV 1 /FVC Ratio of 70% Misclassifies Patients With Obstruction at the Extremes of Age. *Chest*. 2006;130(1):200-206. doi:10.1378/chest.130.1.200

79. Vollmer WM, Gíslason P, Burney P, et al. Comparison of spirometry criteria for the diagnosis of COPD: results from the BOLD study. *Eur Respir J*. 2009;34:588-597. doi:10.1183/09031936.00164608

80. Kıyan E. Solunum Fonksiyon Testleri Değerlendirme. In: Ulubay G, Elif K, Müzaffe M, eds. *Solunum Fizyolojisi Ve Fizyopatolojisi*. 1st ed. İstanbul: İstanbul Medikal Sağlık ve Yayıncılık; 2017:295-297.

81. Enright PL, Lebowitz M d, Cockroft DW. Physiologic measures: Pulmonary

function tests. Asthma outcome. *Am J Respir Crit Care Med*. 1994;149:s9-s18.

82. Crapo RO. Pulmonary-Function Testing. *N Engl J Med*. 1994;331(1):25-30. doi:10.1056/NEJM199407073310107

83. Aaron SD, Dales RE, Cardinal P. How Accurate Is Spirometry at Predicting Restrictive Pulmonary Impairment? *Chest*. 1999;115(3):869-873. doi:10.1378/chest.115.3.869

84. Özyener F. SFT Laboratuvarlarında Teknik Ekipman ve Koşullar. In: Ulubay G, Küpeli E, Metintaş M, eds. *Solunum Fizyolojisi Ve Fizyopatolojisi*. 1st ed. İstanbul: İstanbul Medikal Sağlık ve Yayıncılık; 2017:423-425.

85. Redlich CA, Tarlo SM, Hankinson JL, et al. Official American Thoracic Society Technical Standards: Spirometry in the Occupational Setting. *Am J Respir Crit Care Med*. 2014;189(8):983-993. doi:10.1164/rccm.201402-0337ST

86. Ulubay G, Köktürk N, Görek Dılektaşlı A, et al. Türk toraks derneği ulusal spirometri ve laboratuvar standartları. *Tuberk Toraks*. 2017;65(2):117-130. doi:10.5578/tt.50748

87. Botman MJ, de Krieger RA. Contamination of small-volume medication nebulizers and its association with oropharyngeal colonization. *J Hosp Infect*. 1987;10(2):204-208. doi:10.1016/0195-6701(87)90148-4

88. Dautzenberg B. Prevention of nosocomial infection during nebulization and spirometry. *Rev Pneumol Clin*. 2001;57(2):91-98.

89. Denison DM, Cramer DS, Hanson PJV. Lung function testing and AIDS. *Respir Med*. 1989;83(2):133-138. doi:10.1016/S0954-6111(89)80229-X

90. Johns DP, Ingram C, Booth H, Williams TJ, Walters EH. Effect of a Microaerosol Barrier Filter on the Measurement of Lung Function. *Chest*. 1995;107(4):1045-1048. doi:10.1378/chest.107.4.1045

91. Hazaleus RE, Cole J, Berdischewsky M. Tuberculin skin test conversion from exposure to contaminated pulmonary function testing apparatus. *Respir Care*. 1981;26(1):53-55.

92. Burgos F, Torres A, González J, Puig de la Bellacasa J, Rodriguez-Roisin R, Roca J. Bacterial colonization as a potential source of nosocomial respiratory infections in two types of spirometer. *Eur Respir J*. 1996;9(12):2612-2617. doi:10.1183/09031936.96.09122612

93. Kendrick A., Johns D., Leeming J. Infection control of lung function equipment: a practical approach. *Respir Med*. 2003;97(11):1163-1179. doi:10.1016/S0954-6111(03)00223-3

94. Si X, Huo L, Zhang S. Relationship between tea dust exposure and lung function: A systemic literature review. *J Med Coll PLA*. 2013;28(4):228-241. doi:10.1016/S1000-1948(13)60037-4

95. Zuskin E, Schachter EN, Kanceljak B, Mustajbegovic J, Witek TJ. Immunological and respiratory reactions in workers exposed to organic dusts. *Int Arch Occup Environ Health*. 1994;66(5):317-324. doi:10.1007/BF00378364

96. Minov JB, Karadžinska-Bislimovska J, Vasilevska K, Risteska-Kuc S, Stoleski S. Occupational asthma in subjects occupationally exposed to herbal and fruit tea dust. *Arh Hig Rada Toksikol*. 2007;58(2):211-221. doi:10.2478/v10004-007-0016-4

97. Zuskin E, Kanceljak B, Schacter EN, Mustajbegovic J. Respiratory function and immunologic status in workers processing dried fruits and teas. *Ann Allergy, Asthma Immunol*. 1996;77(5):417-422. doi:10.1016/S1081-1206(10)63341-8

98. Golec M, Skorska C, Mackiewicz B, Gora A, Dutkiewicz J. Respıratory effects of exposure to dust from herbs. *Ann Agric Env Med*. 2005;12:5-10. doi:10.1080/0305707032000094992

99. Golec M. The effects of long-term occupational exposure to dust from herbs. *] Int Arch Occup Env Heal*. 2006;79:169-175. doi:10.1007/s00420-005-0041-z

100. Zuskin E, Schachter N, Kanceljak B, Witek TJ, Fein E. Organic dust disease of airways. *] Int Arch Occup Env Heal*. 1993;65:135-140.

101. Abramson MJ, Sim MR, Fritschi L, Vincent T, Benke G, Rolland JM. Respiratory disorders and allergies in tea packers. *Occup Med (Chic Ill)*. 2001;51(4):259-265. doi:10.1093/occmed/51.4.259

102. Lapp NLR, Hankinson JL, Burgess DB, O'Brien R. Changes in ventilatory function in coal miners after a work shift. *Arch Environ Health*. 1972;24(3):204-208. doi:10.1080/00039896.1972.10666070

103. Zuskin E, Valic F, Bouhuys A. Effect of wool dust on respiratory function. *Am Rev Respir Dis*. 1976;114(4):705-709. doi:10.1164/arrd.1976.114.4.705

104. Valić F, Beritić D, Butković D. Respiratory response to tobacco dust exposure. *Am Rev Respir Dis*. 1976;113(6):751-755. doi:10.1164/arrd.1976.113.6.751

105. Zuskin E, Valic F, Skuric Z. Respiratory function in coffee workers. *Occup Environ Med*. 1979;36(2):117-122. doi:10.1136/oem.36.2.117

106. Zuskin E, Mustajbegovic J, Schachter EN, Doko-Jelinic J. Respiratory function of textile workers employed in dyeing cotton and wool fiber. *Am J Ind Med*. 1997;31:344-352. doi:10.1097/00007632-200103010-00020

107. Zuskin E, Skuric Z, Kanceljak B, Pokrajac D, Neil Schachter E, Witek TJ. Respiratory findings in spice factory workers. *Arch Environ Health*. 1988;43(5):335-339. doi:10.1080/00039896.1988.9934944

108. Zuskin E, Skuric Z, Kanceljak B, Pokrajac D, Schachter EN, Witek TJ. Respiratory symptoms and ventilatory capacity in soy Bean workers. *Am J Ind Med*. 1988;165(14):157-165.

109. Zuskin E, Mataija M, Pokrajac D, Schachter EN, Witek TJ. Respiratory function in animal food processing workers. *Am J Ind Med*. 1989;16(2):179-187. doi:10.1002/ajim.4700160209

110. Zuskin E, Mustajbegovic J, Schachter EN, Kern J. Respiratory symptoms and Ventilatory function in Bakery workers in Ibadan.pdf. 1994;8:435-439.

111. Çöplü L, Selçuk ZT, Yilmaz AS, et al. Çay Işçilerinde Solunum Semptomları Ve Fonksiyonları. 2005;53(1):27-32.

112. Moitra S, Thapa P, Das J, et al. Respiratory Morbidity among Indian Tea Industry Workers. *Int J Occup Env Med*,. 2016;7:148-155.

113. Minov J, Karadzinska-Bislimovska J, Risteska-Kuc S, Stoleski S. Exercise-induced bronchoconstriction and exercise-induced respiratory symptoms in workers exposed to tea dust. *Arh Hig Rada Toksikol*. 2005;56(4):317-326.

114. Sarker KC, Chakraborty S, Mukherjee AK, et al. Study of pulmonary functions in tea industry workers in North Bengal. *J Indian Med Assoc*. 2010;108(3):144, 146-147.

115. Al Zuhair YS, Whitaker CJ, Cinkotai FF. Ventilatory function in workers exposed to tea and wood dust. *Occup Environ Med*. 1981;38(4):339-345. doi:10.1136/oem.38.4.339

116. Chan-yeung M, Lam S. State of Art Occupational Asthma 12. 1986:686-703.

117. NewmanTaylor. Occupational asthma. *Thorax*. 1980;35:241-245. doi:10.2143/TVG.55.8.1000419

118. Burge PS. Problems ın the dıagnosıs of occupatıonal asthma. *Br J Dis Chest*. 1987;81:105-115.

119. Dımıch-Ward H, Kennedy S, Chan-Yeung M. Occupational and chronic airflow limitation. *Can Respir J*. 1996;3(2):133-140.

120. Ulvestad B, Bakke B, Eduard W, Kongerud J, Lund MB. Cumulative exposure to dust causes accelerated decline in lung function in tunnel workers. *Occup Environ Med*. 2001;58(10):663-669. doi:10.1136/oem.58.10.663

121. Shieh TS, Chung JJ, Wang CJ, Tsai PJ, Kuo YC, Guo HR. Pulmonary function, respiratory symptoms, and dust exposures among workers engaged in early manufacturing processes of tea: A cohort study. *BMC Public Health*. 2012;12(1):121. doi:10.1186/1471-2458-12-121

8. EKLER

Ek-1

BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ ONAM FORMU

Araştırmanın adı: "Çay paketleme fabrikası çalışanlarında akciğer hacim ve kapasitelerinin spirometrik yöntemlerle incelenmesi"

A. Giriş Bölümü:

Sayın gönüllü,

RTEÜ Tıp Fakültesi Fizyoloji Anabilim Dalı tarafından planlanmış olan "Çay paketleme fabrikası çalışanlarında akciğer hacim ve kapasitelerinin spirometrik yöntemlerle incelenmesi" isimli araştırmaya katılmak üzere davet edilmiş bulunuyorsunuz. Bu araştırmada yer almayı kabul etmeden önce, araştırmanın ne amaçla yapılmak istendiğini anlamanız ve kararınızı bu bilgilendirme çerçevesinde özgürce vermeniz gerekmektedir. Aşağıdaki bilgileri lütfen dikkatlice okuyunuz, sorularınız olursa sorunuz ve açık yanıtlar isteyiniz.

B. Bilgilendirme Bölümü:

1. Çalışmanın amacı nedir?

Çaykur 100. Yıl Çay Paketleme Fabrikası çalışanlarında akciğer fonksiyon testlerinin yapılması planlanmıştır. Araştırma çalışma ve kontrol grubu olarak iki grup arasında yapılacaktır. Çalışma grubu, paketleme bölümünde çalışan işçilerden ve kontrol grubu ise ofis bölümünde çalışan memurlardan oluşturulacaktır.

2. Çalışmaya katılma koşulları nelerdir?

Çaykur 100. Yıl Çay Paketleme Fabrikası çalışanı olmak

3. Çalışma kapsamında nasıl bir uygulama ve test yapılacaktır?

Sizi uygun bir sandalyeye oturtduktan sonra burnunuzu bu iş için özel olarak üretilmiş bir mandalla sıkıştıracağız. Daha sonra sizden Spirometre (Solunum Fonksiyon Testi) cihazının ağızlık kısmından ağız yoluyla normal soluk alıp vermenizi isteyeceğiz. Birkaç normal soluk alma (inspirasyon) ve soluk vermeden (ekspirasyon) sonra istirahat seviyesinde yani soluk verme (ekspirasyon) sonunda sizden alabileceğiniz kadar derin bir nefes almanızı yani akciğerlerinizi en yüksek seviyede hava ile doldurmanızı ve sonrasında aldığınız havayı zorlu, derin ve hızlı bir şekilde kesintisiz olarak (gidilebilecek son noktaya kadar giderek) dışarı vermeniz istenecektir. Girişimsel olmayan bu işlemin sonunda uygulama ve test sona ermiş olacaktır.

4. Bir gönüllünün bu araştırmanın gereklerini yerine getirebilmek için harcayacağı süre ne kadardır?

Harcanacak süre 5-10 dakikadır.

5. Gönüllüler, araştırmaya katılmaları halinde hangi risklerle karşılaşabilirler?

Çalışmanın beklenen herhangi bir riskleri bulunmamaktadır.

6. Bu çalışmaya katılmamın maliyeti nedir?

Çalışmaya katılmakla parasal yük altına girmeyeceksiniz ve size de herhangi bir ödeme yapılmayacaktır.

C. Güvence Bölümü:

Bu araştırmada yer almak tümüyle sizin isteğinize bağlıdır. Araştırmada yer almayı reddedebilirsiniz ya da başladıktan sonra yarıda bırakabilirsiniz. Bu araştırmanın sonuçları bilimsel amaçlarla kullanılacaktır. Araştırmadan çekilmeniz ya da araştırmacı tarafından araştırmadan çıkarılmanız halinde, sizinle ilgili veriler kullanılmayacaktır. Ancak veriler bir kez anonimleştikten sonra araştırmadan çekilmeniz mümkün

olmayacaktır. Sizden elde edilen tüm bilgiler gizli tutulacak, araştırma yayınlandığında da varsa kimlik bilgilerinizin gizliliği korunacaktır.

D. Onay Bölümü:

Yukarıda yer alan ve araştırmaya başlanmadan önce gönüllülere verilmesi gereken bilgileri içeren metni okudum (ya da sözlü olarak dinledim). Eksik kaldığını düşündüğüm konularda sorularımı araştırmacılara sordum ve doyurucu yanıtlar aldım. Yazılı ve sözlü olarak tarafıma sunulan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anladığım kanısındayım. Çalışmaya katılmayı isteyip istemediğim konusunda karar vermem için yeterince zaman tanındı. Bu koşullar altında, araştırma kapsamında elde edilen şahsıma ait bilgilerin bilimsel amaçlarla kullanılmasını, gizlilik kurallarına uyulmak kaydıyla sunulmasını ve yayınlanmasını, hiçbir baskı ve zorlama altında kalmaksızın, kendi özgür irademle kabul ettiğimi beyan ederim.

E. İmza Bölümü:

İmza / Tarih	İmza / Tarih
Katılımcının adı/soyadı	Araştırmacının adı/soyadı

Ek-2

RECEP TAYYİP ERDOĞAN ÜNİVERSİTESİ
GİRİŞİMSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Çay Paketleme Fabrikası Çalışanlarında Akçiğer Hacim ve Kapasitelerinin Spirometrik Yöntemlerle İncelenmesi
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU	71

	Belge Adı	Tarihi	Versiyon Numarası	Dili
Değerlendirilen Belgeler	ARAŞTIRMA PROTOKOLÜ/PLANI	21.03.2018	71	Türkçe ☒ İngilizce ☐ Diğer ☐
	BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU		☒	Türkçe ☒ İngilizce ☐ Diğer ☐
Karar Bilgileri	**Karar No: 2018/70**	**Tarih: 30.03.2018**		
	Yukarıda bilgileri verilen Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu başvuru dosyası ile ilgili belgeler araştırmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkat e alınarak incelenmiş ve araştırmanın etik ve bilimsel yönden uygun olduğuna **"oy birliği"** ile karar verilmiştir.			

RECEP TAYYİP ERDOĞAN ÜNİVERSİTESİ GİRİŞİMSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU

BAŞKANIN UNVANI / ADI / SOYADI	Prof.Dr.Ömer ŞATIROĞLU

Unvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Araştırma ile ilişki		Katılım *		İmza
Prof.Dr.Ömer ŞATIROĞLU(Başkan)	Kardiyoloji	RTEÜ Tıp Fakültesi	E ☐	H ☒	E ☒	H ☐	
Dr.Öğr.Üyesi Atilla TOPÇU(Raportör)	Tıbbi Farmakoloji	RTEÜ Tıp Fakültesi	E ☐	H ☒	E ☒	H ☐	A.Topçu
Doç.Dr.Remzi Adnan AKDOĞAN	İç Hastalıkları	RTEÜ Tıp Fakültesi	E ☐	H ☒	E ☒	H ☐	
Doç.Dr.Hüseyin Avni UYDU	Tıbbi Biyokimya	RTEÜ Tıp Fakültesi	E ☐	H ☒	E ☒	H ☐	
Doç.Dr.Teslime AYAZ	İç Hastalıkları	RTEÜ Tıp Fakültesi	E ☐	H ☒	E ☒	H ☐	
Dr.Öğr.Üyesi Vaner KÖKSAL	Beyin ve Sinir Hastalıkları	RTEÜ Tıp Fakültesi	E ☐	H ☒	E ☒	H ☐	
Dr.Öğr.Üyesi Mehmet ALTUNTAŞ	Acil Tıp	RTEÜ Tıp Fakültesi	E ☐	H ☒	E ☒	H ☐	
Dr.Öğr.Üyesi Şenol ŞENTÜRK	Kadın Hastalıkları ve Doğum	RTEÜ Tıp Fakültesi	E ☐	H ☒	E ☐	H ☒	KATILMADI
Dr.Öğr.Üyesi Hüseyin FINDIK	Göz Hastalıkları	RTEÜ Tıp Fakültesi	E ☐	H ☒	E ☒	H ☐	
Dr.Öğr.Üyesi Suat TERZİ	Kulak-Burun-Boğaz Hastalıkları	RTEÜ Tıp Fakültesi	E ☐	H ☒	E ☒	H ☐	

* :Toplantıda Bulunma

Sayfa 2

Ek-3

ÇAYKUR 100. YIL PAKETLEME FABRİKASI ÇALIŞANLARININ SOLUNUM DEĞERLENDİRME FORMU

A. KİŞİSEL VERİLER

Adı ve Soyadı:

Doğum tarihi:

Cinsiyet: ERKEK ☐ KADIN ☐

Boy:

Kilo:

Eğitim durumu :

Telefon No:

Çalıştığı bölüm:

Çalışma süresi (ay/yıl):

B . TIBBİ ANAMNEZ

1. Son 12 ay içinde herhangi bir zamanda göğsünüzde hışıltılı ya da ıslık çalar tarzda soluk alma oldu mu? EVET ☐ HAYIR ☐

HAYIRsa 2. Soruya git,EVETse :

1.1 Hışıltılı sesler olduğunda nefes nefese kaldınız mı? EVET ☐ HAYIR ☐
1.2 Soğuk algınlığı olmadığında da bu sesler oldu mu? EVET ☐ HAYIR ☐

2. Son 12 ayda herhangi bir zamanda göğsünüzde bir sıkışma hissi ile uyandınız mı? EVET ☐ HAYIR ☐

3. Son 12 ay içinde herhangi bir zamanda nefes darlığı ile uyandınız mı? EVET ☐ HAYIR ☐

4. Son 12 ay içinde herhangi bir zamanda öksürük atakları ile uyandınız mı? EVET ☐ HAYIR ☐

5. Sabah kalkığınızda genellikle balgam çıkarıyor musunuz? EVET ☐ HAYIR ☐

6. Son 12 ay içinde astım hastalığınız oldu mu? EVET ☐ HAYIR ☐

7. Şu anda astım için herhangi bir ilaç kullanıyor musunuz (soluma cihazları, aerosoller veya tabletler dahil)? EVET ☐ HAYIR ☐

EK-3(devamı)

8. Saman nezlesi dahil nazal alerjiniz var mı? EVET ☐ HAYIR ☐

9. Şu anda her hangi bir solunum yolu hastalığınız var mı? EVET ☐ HAYIR ☐

9. 1 'EVET'se tanı: .....

10. Şu anda her hangi bir tedavi görüyor musunuz? EVET ☐ HAYIR ☐

11. Sigara içiyor musunuz? EVET ☐ HAYIR ☐

11.1 EVET'se günde kaç adet/paket .....

Verdiğim bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Ad ve Soyad:

İmza:

İMZA:

Adı ve Soyadı : ..... / ..... / 20 .....

Diploma Tarih ve No:

Diploma Tescil Tarih ve No: