



SPIROMETRİ

Nefesle atılan imza...

Dr. Mustafa TOSUN

Sunum Planı

- Tanım
- SFT Endikasyonları
- SFT Kontrendikasyonları
- Spirometri nasıl yapılmalı?
- Akım-Volüm halkası
- Volüm-Zaman eğrisi
- Uygunluk kriterleri
- Dinamik Spirometri parametreleri
- Restriktif ve Obstruktif bozukluk
- Yorumlama
- Bronkodilatatör Yanıt Testi
- SFT'nin geleceği; yapay zeka

Tanım:

- **Spirometri:** Bireyin inhale ya da ekshale ettiği hava volümünün zamanın bir fonksiyonu olarak tanımlandığı fizyolojik ve noninvaziv bir testtir.
- **Spirometre:** Spirometri işleminin yapıldığı cihazdır.
- **Spirogram:** Spirometre ile elde edilen hacim ve değişikliklerini gösteren diyagramdır.
- **Operatör:** Spirometri testini yaptıran kişi (Teknisyen, hemşire)





Tarihçe

- 1979 ATS tarafından SFT standardizasyonu
- 1987 ATS spirometri standartları yenilendi
- 1991 ATS referans değerler & değerlendirme
- 1993 ERS standartları
- 1994 BTS standartları
- 1994 ATS standartları yenilendi
- 2005 ATS/ERS Task Force: Genel Laboratuvar, spirometri, difüzyon kapasitesi, akciğer volümleri ve değerlendirme

AMERICAN THORACIC SOCIETY DOCUMENTS

Standardization of Spirometry 2019 Update

An Official American Thoracic Society and European Respiratory Society
Technical Statement

✉ Brian L. Graham, Irene Steenbruggen, Martin R. Miller, Igor Z. Barjaktarevic, Brendan G. Cooper, Graham L. Hall, Teal S. Hallstrand, David A. Kaminsky, Kevin McCarthy, Meredith C. McCormack, Cristine E. Oropez, Margaret Rosenfeld, Sanja Stanojevic, Maureen P. Swanney[†], and Bruce R. Thompson; on behalf of the American Thoracic Society and the European Respiratory Society

THIS OFFICIAL TECHNICAL STATEMENT WAS APPROVED BY THE AMERICAN THORACIC SOCIETY AND THE EUROPEAN RESPIRATORY SOCIETY SEPTEMBER 2019



EUROPEAN RESPIRATORY JOURNAL
ERS OFFICIAL DOCUMENTS
S. STANOJEVIC ET AL.

ERS/ATS technical standard on interpretive strategies for routine lung function tests

Sanja Stanojevic¹, David A. Kaminsky², Martin R. Miller³, Bruce Thompson⁴, Andrea Aliverti⁵, Igor Barjaktarevic⁶, Brendan G. Cooper⁷, Bruce Culver⁸, Eric Derom⁹, Graham L. Hall¹⁰, Teal S. Hallstrand⁸, Joerg D. Leuppi^{11,12}, Neil MacIntyre¹³, Meredith McCormack¹⁴, Margaret Rosenfeld¹⁵ and Erik R. Swenson^{8,16}

Spirometri Endikasyonları

- Hastalıkların solunum fonksiyonlarına etkisinin saptanması
- Obstrüktif, restriktif, mikst tip bozukluğun ayrımı
- Preoperatif değerlendirme
- Akciğer hastalıklarının seyri ve prognozu
- Tedavi yanıtının değerlendirilmesi
- İş göremezlik derecesinin belirlenmesi
- İlaç akciğeri..amiodaron, bleomisin vb. tedavisi öncesi
- Çevresel ve mesleksel maruziyetin etkinliğini ölçmek (sigara, tozlu ve toksik materyal)

Spirometri Rölatif Kontrendikasyonları

- 1 hafta içinde geçirilmiş akut MI, hipotansiyon veya şiddetli hipertansiyon mevcudiyeti
-  nemli atrial veya ventriküler aritmi
- Dekompanse kalp yetmezliği varlığı veya kontrolsüz PHT
- Klinik olarak stabil olmayan P. emboli
- Zorlu ekspirasyon/ ks r  e ba lı senkop  yk s 
- Hemoptizi mevcudiyeti
- Aktif veya şüpheli bulaşıcı enfeksiyon (TB, Influenza, Covid-19 vb.)

Spirometri Rölatif Kontrendikasyonları

Kafa içi ve göz içi basıncı artışı nedeni ile;

- Serebral anevrizma varlığı,
- 4 hafta içinde beyin ameliyatı, 1 hafta içinde göz ameliyatı
- 1 hafta içinde sinüs ve orta kulak ameliyatı veya enfeksiyonu

İntratorasik ve abdominal basınç artışıları nedeni ile;

- Pnömotoraks varlığı
- 4 hafta içinde torasik veya abdominal cerrahi
- Geç dönem gebelik varlığı

Test Öncesinde;

- 1 saat öncesinde sigara içmemeli
- 4 saat öncesine kadar alkol almamalı
- 30 dk.önce ağır egzersizden kaçınmalı
- Sıkı giysiler giymemeli
- 2 saat öncesine dek ağır yemek yememeli
- 5-10 dk. dinlendirilmeli
- Test anlatılmalı

Test öncesi hangi ilaçlar ne kadar süre önce kesilmeli:

Kısa etkili B2-agonistler (SABA) (örn. albuterol veya salbutamol)	4–6 saat
Kısa etkili muskarinik antagonistler (SAMA) (örn. ipratropium bromür)	12 saat
Uzun etkili B2-agonistler (LABA) (örn. formoterol veya salmeterol)	24 saat
Ultra-LABA'lar (örn. indacaterol, vilanterol veya olodaterol)	36 saat
Uzun etkili muskarinik antagonistler (LAMA) (örn. tiotropium, umeclidinium, aclidinium veya glycopyrronium)	36–48 saat

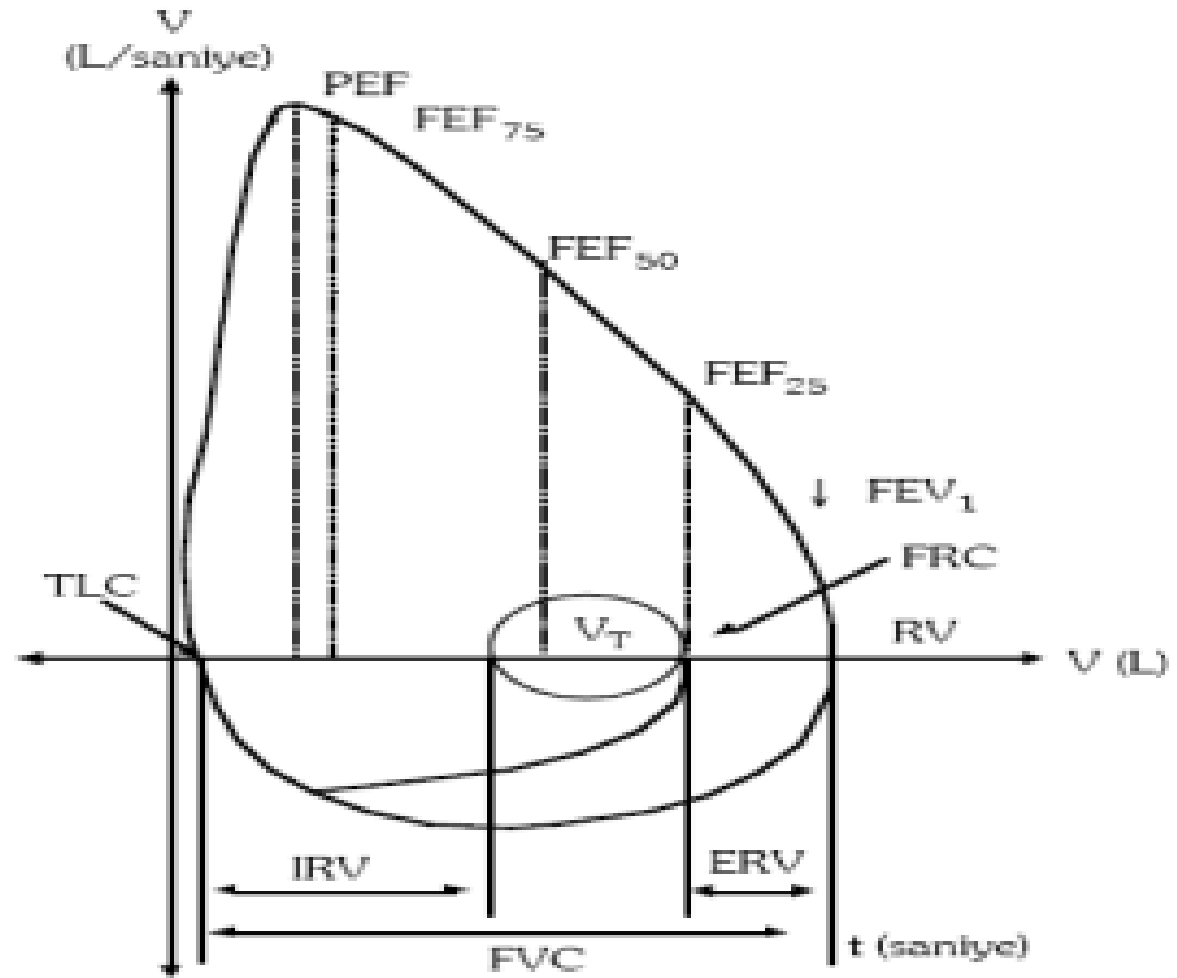
Testin yapılışı;

- Hasta dik bir şekilde, omuzlar hafif geride ve çene hafif yüksek olacak şekilde sandalyeye oturur.
- Burundan hava kaçağını engellemek adına mandalla burun kapatılır.
- Hastaya test detaylı ve gerekirse görselleştirerek anlatılır.
- Tek kullanımlık karton ağızlık dişler arasına alınır ama ısırılmaz ve kaçak olmayacak şekilde dudaklar ile sıkıca sarılır.
- Özellikle testi ilk defa yapacak kişilerin acemilik durumu göz önüne alınarak testin mantığını kavraması için operatörün sabırlı olması gerekiyor.

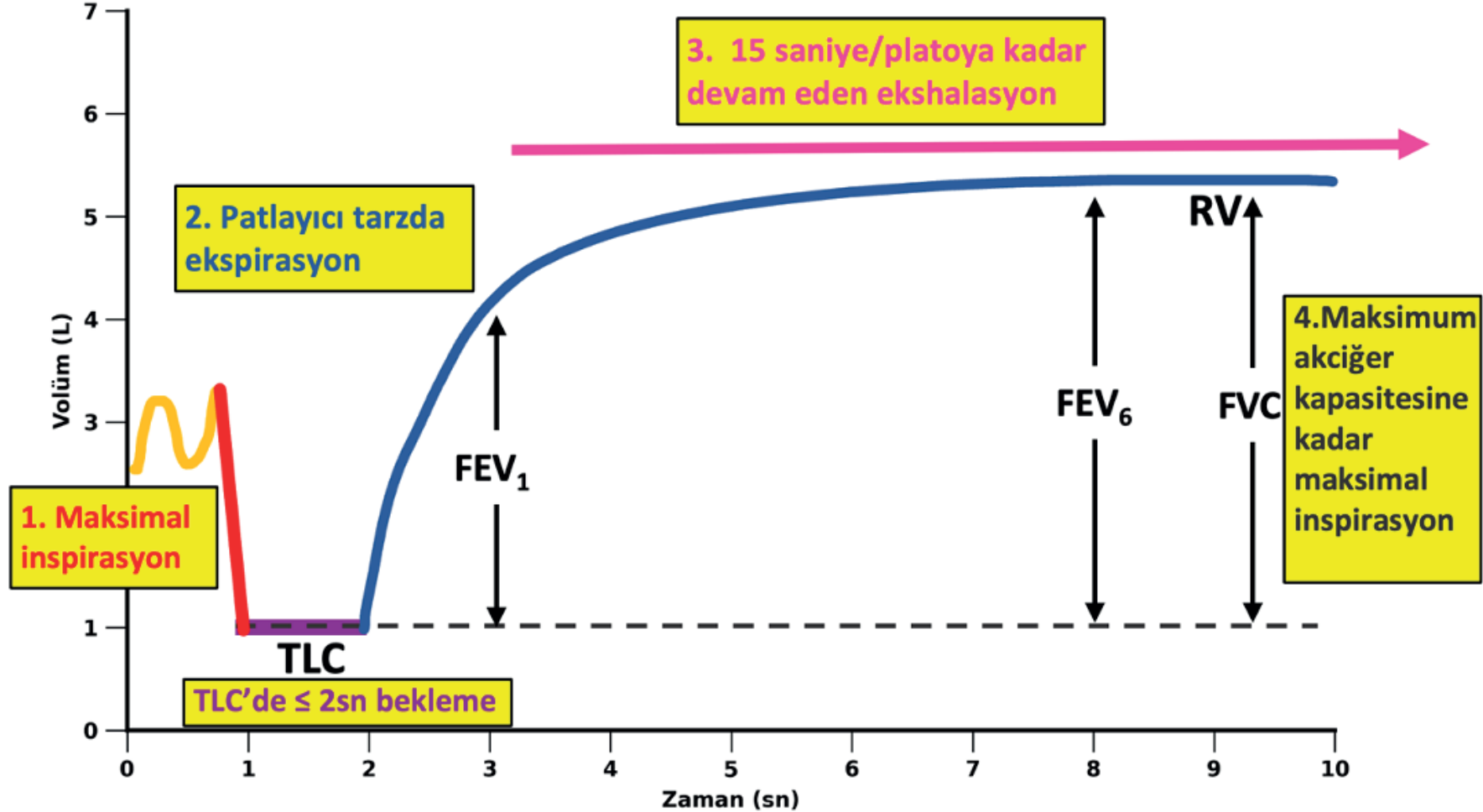
Testin yapılışı;

- Testi yapan kişi normal birkaç soluk alıp verdikten sonra hızla zorlu, derin ve hızlı bir nefes alır.
- Sonrasında patlar tarzda hızlı ve zorlu bir şekilde sonuna kadar nefesini verir(FVC).
- Tüm nefesinin sonuna kadar üfledikten sonra tekrar var gücüyle bir nefes daha alır (FIVC) ve testi tamamlar.

Akım-Volüm Eğrisi



Volüm-Zaman Eğrisi



Testin Kalitesi

TEKRAR EDİLEBİLİRLİK

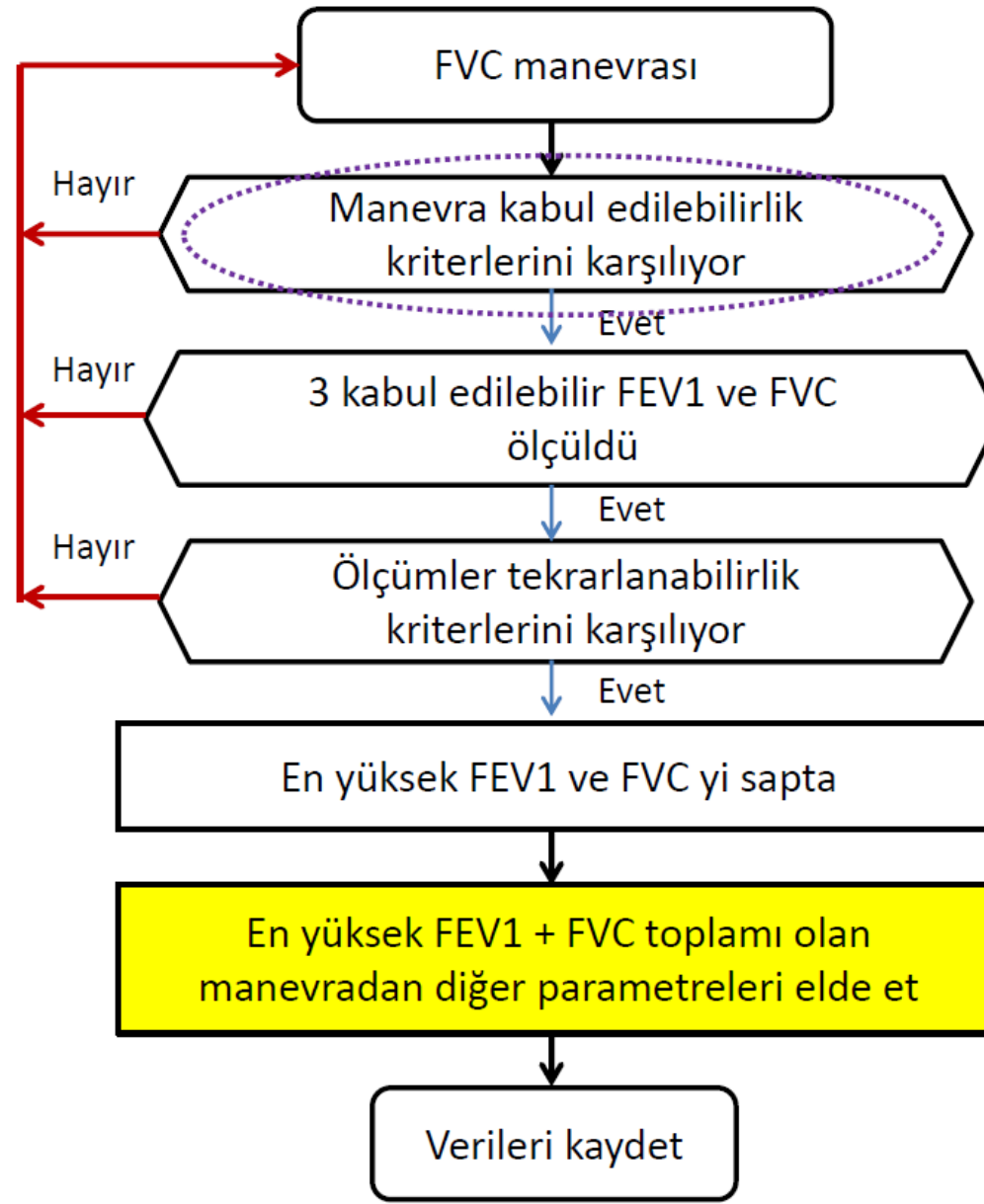
- En az kabul edilebilir 3 test yapılmalı
- En yüksek iki testin FVC ve FEV1 değerlerinin farkı ≤ 150 ml olmalı.
- Kriterler sağlanana kadar (max 8) teste devam edilir.
- En iyi FEV1 ve FVC değerleri kaydedilir. (farklı testlerde de olsa)

KABUL EDİLEBİLİRLİK

- Spirogramda artefakt olmamalı (öksürük, erken kesme, kaçak vs.)
- Testin başlangıcı iyi olmalı (TLC'de bekleme ≤ 2 sn, PEFs ≤ 150 ms)
- Yeterli süre ekshalasyon*

Acceptability and Usability Criterion	Required for Acceptability		Required for Usability	
	FEV ₁	FVC	FEV ₁	FVC
Must have BEV $\leq$ 5% of FVC or 0.100 L, whichever is greater	Yes	Yes	Yes	Yes
Must have no evidence of a faulty zero-flow setting	Yes	Yes	Yes	Yes
Must have no cough in the first second of expiration*	Yes	No	Yes	No
Must have no glottic closure in the first second of expiration*	Yes	Yes	Yes	Yes
Must have no glottic closure after 1 s of expiration	No	Yes	No	No
Must achieve one of these three EOFE indicators: 1. Expiratory plateau ($\leq$ 0.025 L in the last 1 s of expiration) 2. Expiratory time $\geq$ 15 s 3. FVC is within the repeatability tolerance of or is greater than the largest prior observed FVC [†]	No	Yes	No	No
Must have no evidence of obstructed mouthpiece or spirometer	Yes	Yes	No	No
Must have no evidence of a leak	Yes	Yes	No	No
If the maximal inspiration after EOFE is greater than FVC, then FIVC – FVC must be $\leq$ 0.100 L or 5% of FVC, whichever is greater [‡]	Yes	Yes	No	No
Repeatability criteria (applied to acceptable FVC and FEV ₁ values)				
Age > 6 yr: The difference between the two largest FVC values must be $\leq$ 0.150 L, and the difference between the two largest FEV ₁ values must be $\leq$ 0.150 L				
Age $\leq$ 6 yr: The difference between the two largest FVC values must be $\leq$ 0.100 L or 10% of the highest value, whichever is greater, and the difference between the two largest FEV ₁ values must be $\leq$ 0.100 L or 10% of the highest value, whichever is greater				

	Kabul Edilebilirlik için Gerekli		Kullanılabilirlik için Gerekli	
	FEV1	FVC	FEV1	FVC
BEV $\leq$ %5 FVC veya 0,100 L olmalıdır (Hangisi daha büyükse)	Evet	Evet	Evet	Evet
Hatalı sıfır akış ayarına dair hiçbir kanıt olmamalıdır	Evet	Evet	Evet	Evet
Ekspirasyonun ilk saniyesinde öksürüğün olmaması gerekir	Evet	HAYIR	Evet	HAYIR
Ekspirasyonun ilk saniyesinde glottik kapanma olmamalıdır	Evet	Evet	Evet	Evet
1 saniyelik ekspirasyondan sonra glottik kapanma olmamalıdır	HAYIR	Evet	HAYIR	HAYIR
Bu üç EOFE göstergesinden birine ulaşılmalıdır:	HAYIR	Evet	HAYIR	HAYIR
1. Ekspirasyon platosu (ekspirasyonun son 1 saniyesinde $\leq$ 0,025 L)				
2. Ekspirasyon süresi $\geq$ 15 sn				
3. FVC, önceden gözlemlenen en büyük FVC'nin tekrarlanabilirlik toleransı dahilindedir veya ondan daha yüksektir				
Ağızlık veya spirometrenin tıkalı olduğuna dair hiçbir kanıt olmamalıdır	Evet	Evet	HAYIR	HAYIR
Sızıntı olduğuna dair kanıt bulunmamalı	Evet	Evet	HAYIR	HAYIR
EOFE sonrasındaki maksimum inspirasyon FVC'den büyükse FIVC – FVC $\leq$ 0,100 L veya FVC'nin %5'i olmalıdır	Evet	Evet	HAYIR	HAYIR

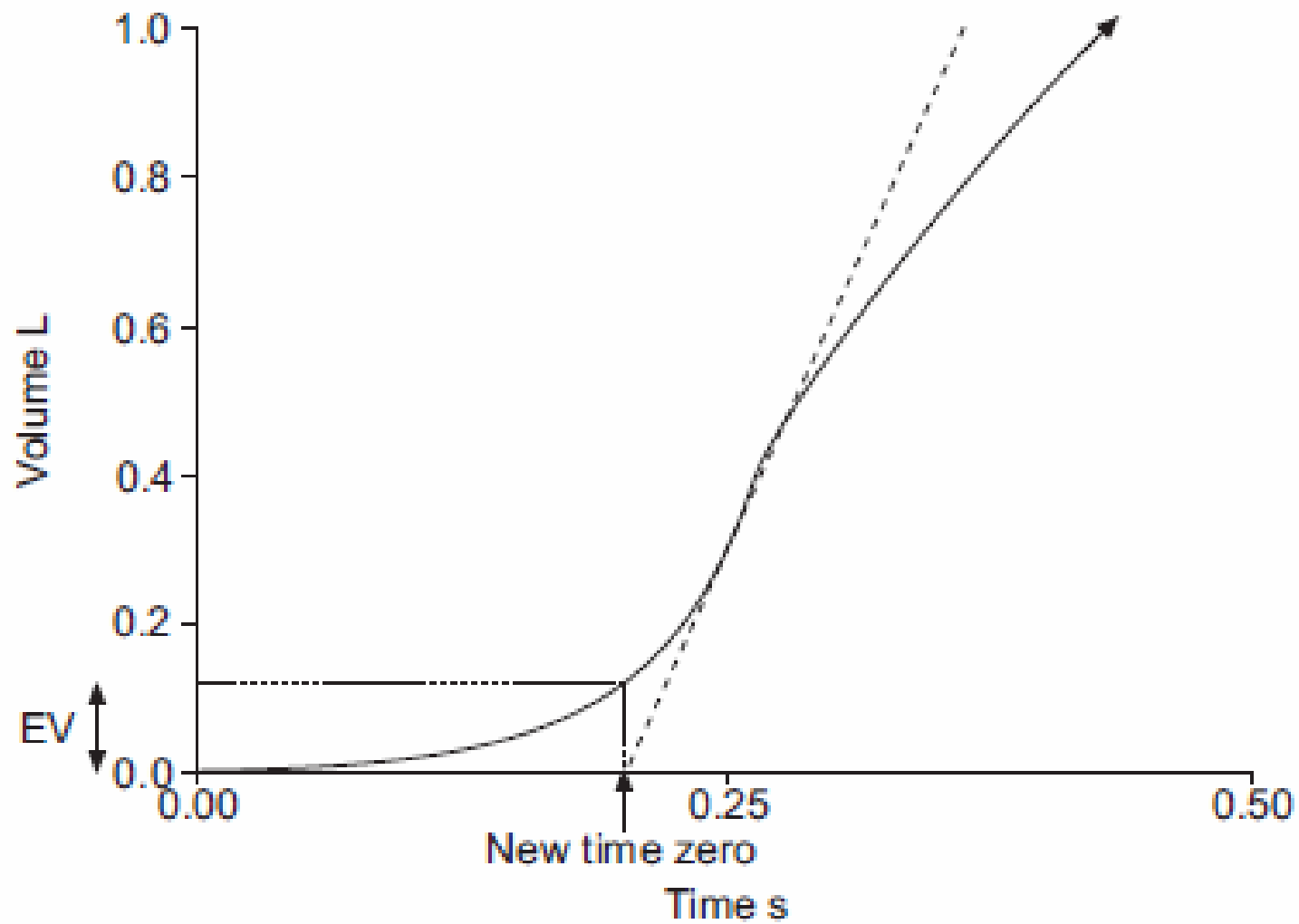


Back Extrapolated Volume (BEV)

- Hastanın nefes vermeye başladığı an ile gerçek zorlu ekspirasyon başlangıcı arasındaki hava hacmidir.
- Zorlu soluk verme öncesinde çıkan küçük hacim → ölçümde gecikme veya yavaş başlama olup olmadığını gösterir.
- Normal BEV Değeri: $BEV \leq 100 \text{ mL}$ veya $BEV \leq FVC'nin \%5'i$

Örneğin: Bir hastada: $FVC = 3.0 \text{ L}$, $BEV = 250 \text{ ml}$ → Bu %8.3 yapar → Uygunsuz başlangıç demektir.

BEV



EOFE: End Of Force Expiration

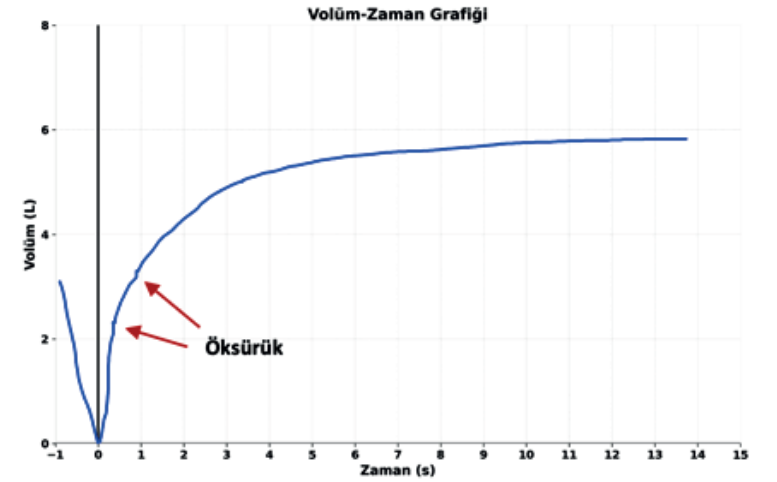
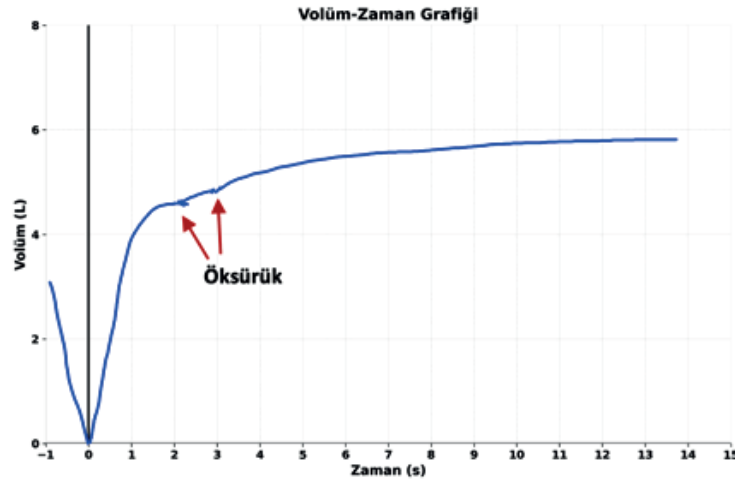
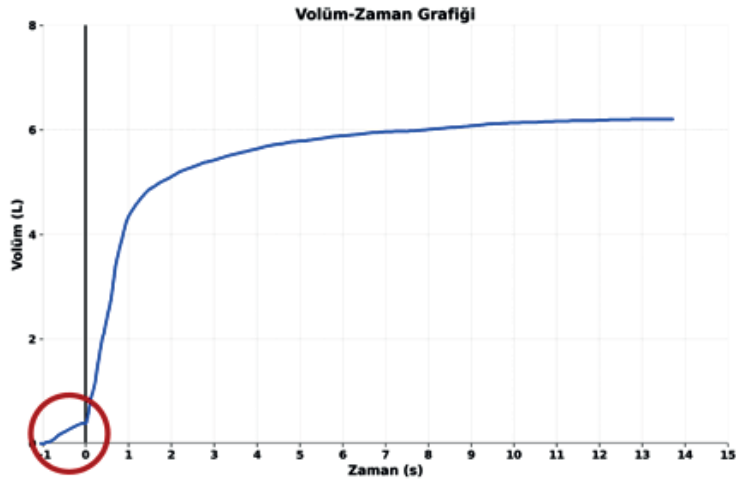
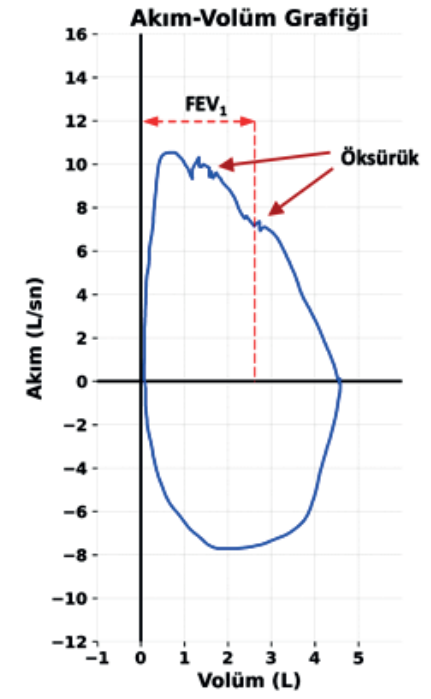
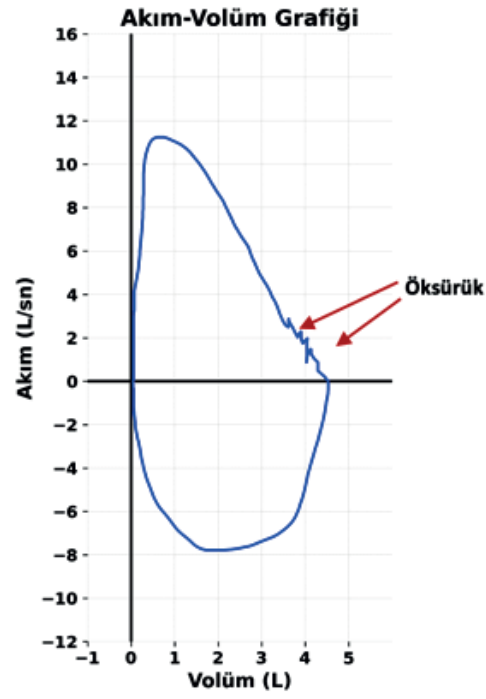
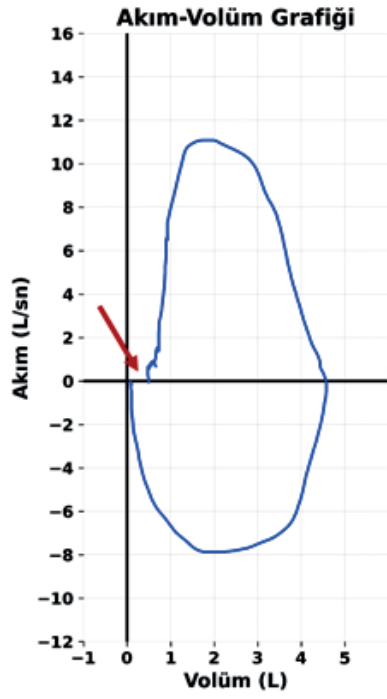
1. Ekspiratuar platoya ulaşılması (Ekspiryumun son 1 sn'sindeki volüm değişimi < 25 ml)

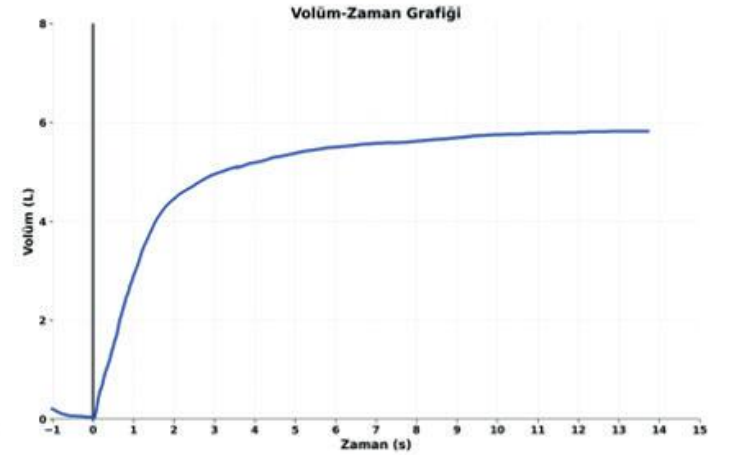
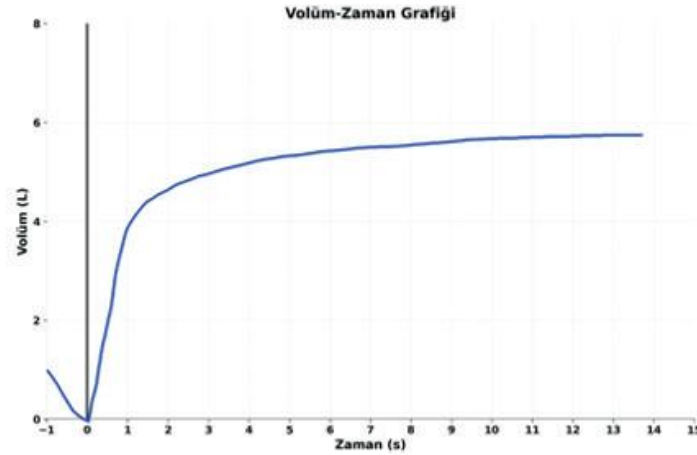
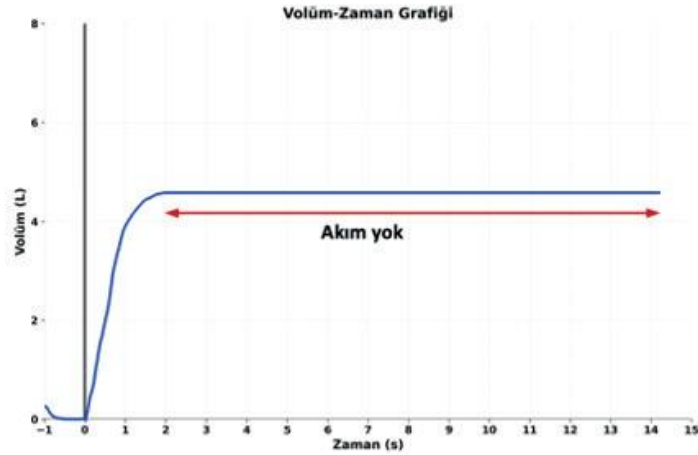
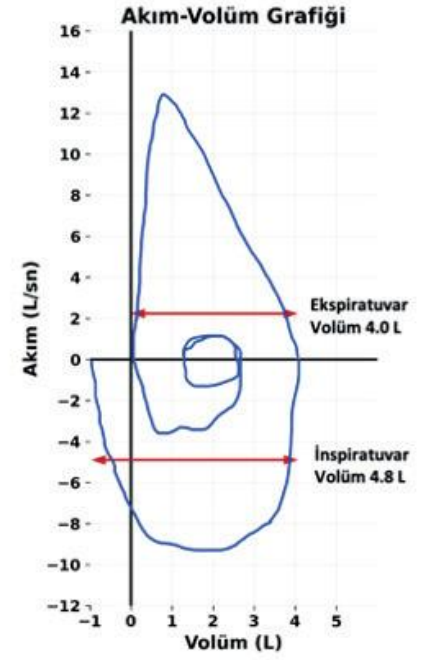
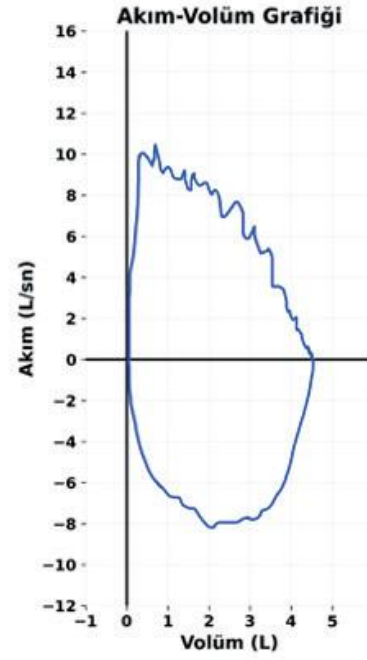
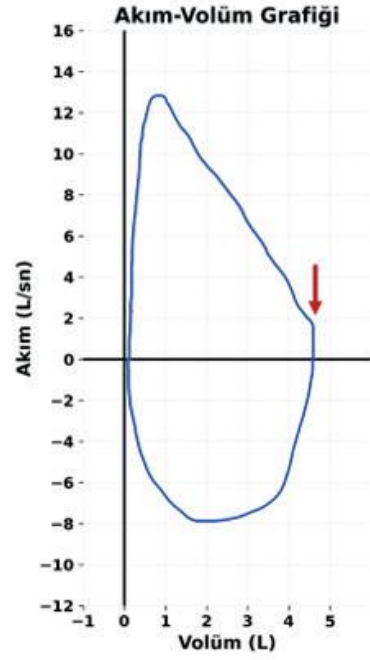
ya da

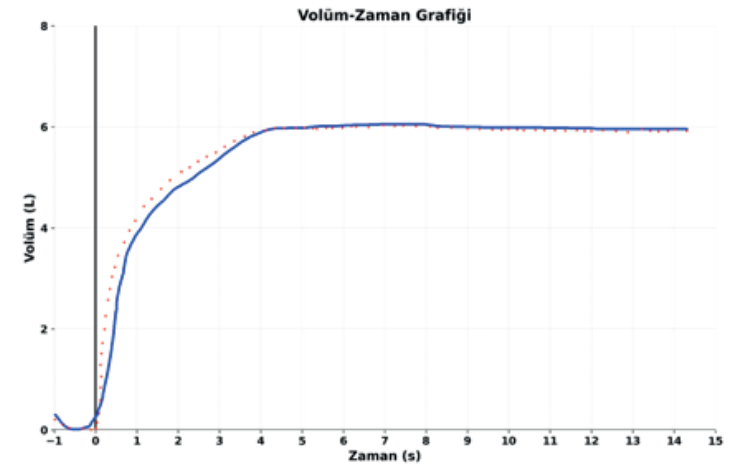
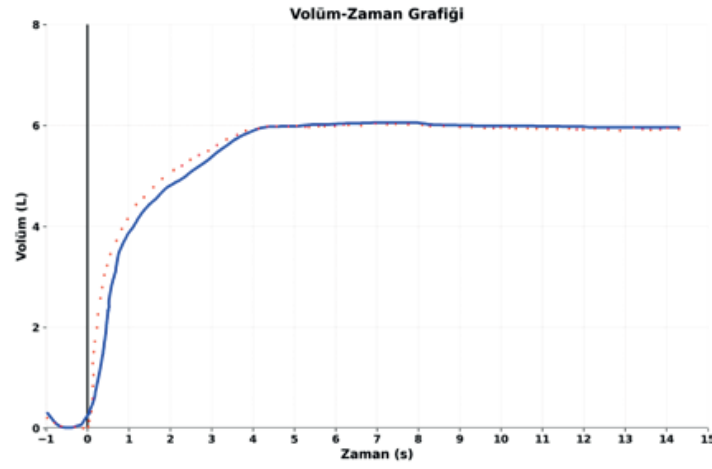
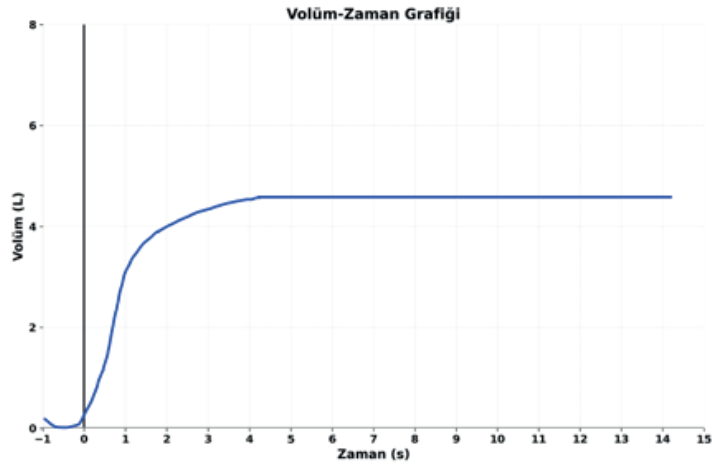
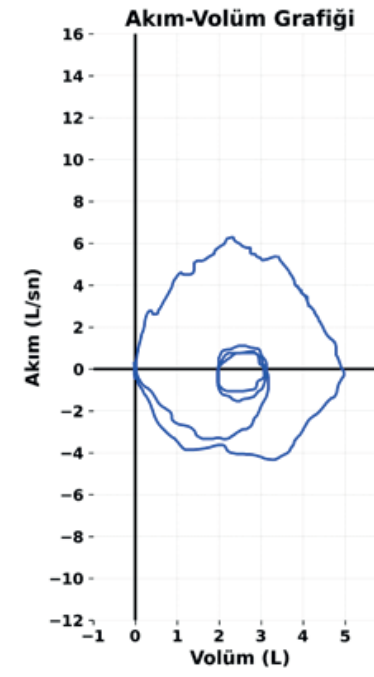
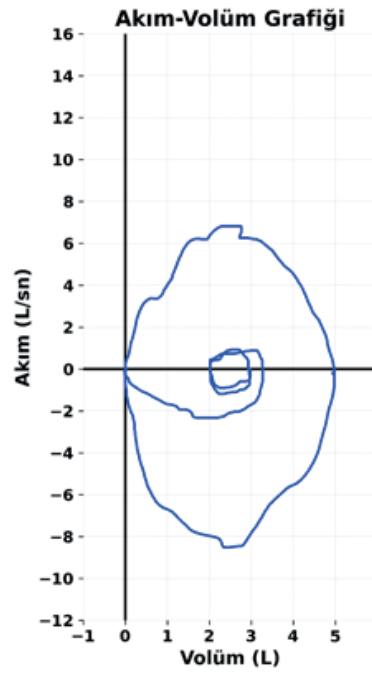
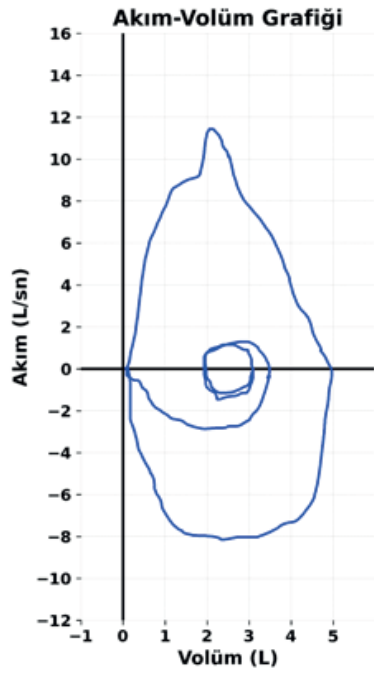
2. FET ≥ 15 saniye (fet= force exp.time)

ya da

3. FVC tekrarlanabilirlik kriterlerine uymalı / $\geq$ önceki en iyi FVC







Dinamik akciğer volümleri

- FVC
- FEV1
- PEF
- FEV1/FVC
- FEF %25-75!

Zorlu Vital Kapasite(FVC)

- Tam bir inspirasyondan sonra zorlu ve hızlı ekspirasyonla atılan hava volümüdür.(L)
- VC' den farkı işlemin çok hızlı yapılmasıdır.
- Normal kişide; $FVC \sim VC$
- Havayolu obstrüksiyonu olan kişilerde erken bronşioler kollaps nedeni ile FVC daha düşüktür.
- Restriktif ve obstrüktif hastalıklarda düşer.

Birinci saniyedeki zorlu ekspiratuvar volüm (FEV₁)

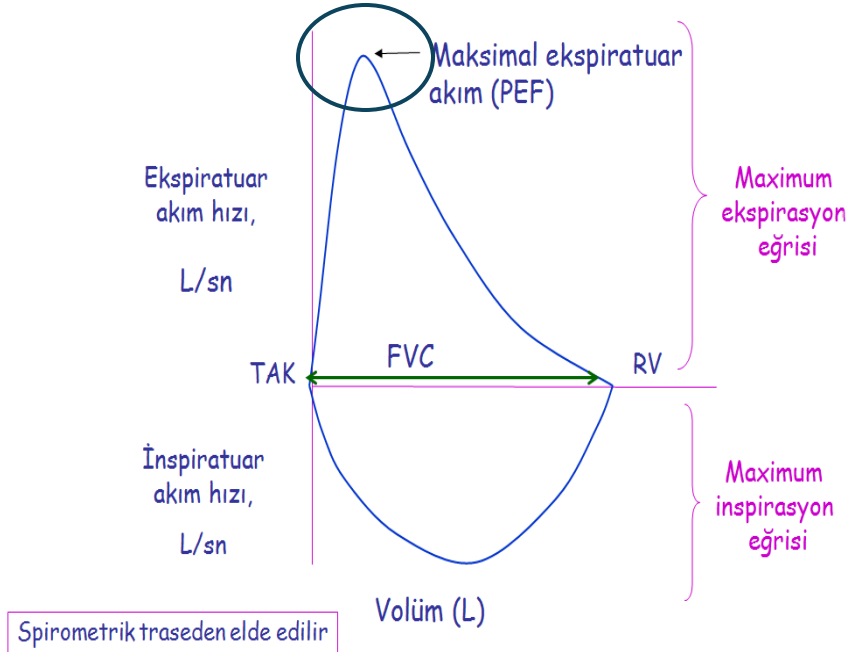
- FVC manevrasının başlangıcından itibaren zorlu ekspirasyonun birinci saniyesinde atılan hava volümüdür.
- Bu değer volüm olarak ifade ediliyorsa da aslında bir saniyedeki akım hızını da (volüm/zaman) ifade eder.
- FEV1' deki azalma büyük hava yolu obstrüksiyonunu düşündürür.
- Hastanın kooperasyonu ve eforundan etkilenen bir parametredir
- FVC' nin azaldığı obstrüktif ve restriktif durumlarda azalır.

PEF : Tepe ekspiratuar akımı



PEF, hem peak-flowmetre hem de akım-volüm eğrisinden hesaplanabilir.

Büyük hava yollarındaki obstrüksiyonu yansıtır ve eforla büyük değişkenlik gösterir.



Sıklıkla astım alevlenmelerinde hava yolu obstrüksiyonunun derecesinin bir indeksi olarak kullanılır.

Tiffeneau oranı: FEV_1 / FVC oranı: $FEV_1\%$

- Solunumsal bozukluğun tipini (obstrüktif veya restriktif) belirlemede önemlidir.
- Genç, sağlıklı kişilerde bu oran % 70-80'dir. Akciğerin elastik yapısındaki değişikliklere ve FEV_1 'in FVC'den daha hızlı düşmesine bağlı olarak yaşlılarda bu oran azalır.
- FEV_1/FVC için sabit oran kullanmak 45 yaş altı için obstrüksiyonun atlanmasına, 70 yaş üstü için fazla obs. tanısı konulmasına sebep olabilir.
- Bu nedenle ($FEV_1/FVC < 0.7$) sabit oran kullanmak yerine 2012 Global Solunum Fonksiyon İnisiyatifi (GLI) ile tanımlanmış normalin alt sınırı (LLN) ve Z-skorları kullanılması önerilir.

	Obstrüksiyon	Restriksiyon
FVC	Azalır ↓	Azalır ↓↓
FEV1	Azalır ↓↓	Azalır ↓
FEV1/FVC (%)	Azalır	Normal veya artar

FEF %25-75

- Orta ve küçük hy.dan gelen akım hızını yansıtır.
- Hastanın eforundan bağımsızdır.
- Obstrüktif ve restriktif hastalıklarda azalır.
- % FEF25-75; beklenen değerin % 60'ından azsa ve FEV_1/FVC oranı düşükse, hava yolu obstrüksiyonu düşünülebilir.

FEF %25-75 neden eskisi kadar değerli değil?

- Çok değişken; hacme ve ekspirasyon süresine bağlı farklı sonuçlar verebilir.
- Yaş ve sigara kullanımından fazla etkilenme
- Tekrarlanabilirliği düşük
- Yorumlamak zor?

Örneğin;

TLC ve RV'nin düştüğü restriktif olgularda, FEV1/FVC oranı normal olmasına ve ekspiratuar akımlarda konkavite olmamasına karşın, ekspiratuar akım hızları düşük bulunabilir (yalancı +)

FEV1Q İndeksi

- Aslında sağlıklı kişilerde olan FEV1 düşüşüne göre, hasta bireylerde beklenenden daha fazla bir düşüş olup olmadığını belirlemek için kullanılan bir indeks.
- Kişinin FEV1 değerinin erkek için 0.5 L, kadın için 0.4 L'ye bölünmesiyle hesaplanır. (Cinsiyete özgü 1. persentil değerine)
- Sigara içmeyen sağlıklı bir kişide 18 yılda FEV1Q'da 1 birim düşüş beklenirken, sigara içenlerde ve yaşlılarda 10 yılda 1 birim düşüş beklenir.
- Hayatta kalma öngörüsü mevcut alternatif yöntemlere göre daha yüksek.
- Irksal farklılık göstermediği görülmüş ve hızlı düşüş olması mortalite ile ilişkili bulunmuştur.
- Çocuk ve adolosanlarda kullanıma uygun değil.

GLI (Global Lung Function Initiative)

- **Spirometri sonuçlarının yaş, cinsiyet, boy ve etnisiteye göre doğru şekilde yorumlanması için oluşturulmuş uluslararası referans değerler sistemidir.**
- 2012'de ATS/ERS onayıyla geliştirilmiştir.
- 3–95 yaş arası çok geniş yaş grubunu kapsar.
- Farklı etnik gruplara göre normal değer sağlar.
- Kullanılan form: LLN (Lower Limit of Normal) ve Z-skora dayalı yorum

GLI Hangi Parametreler İçin Referans Verir?

- FEV1
- FVC
- FEV1/FVC
- TLC, RV gibi statik volümler (ek olarak GLI-2021 ile)
- DLCO (GLI-2017) → difüzyon testi için ayrı veri

GLI'nin Sağladığı Avantajlar:

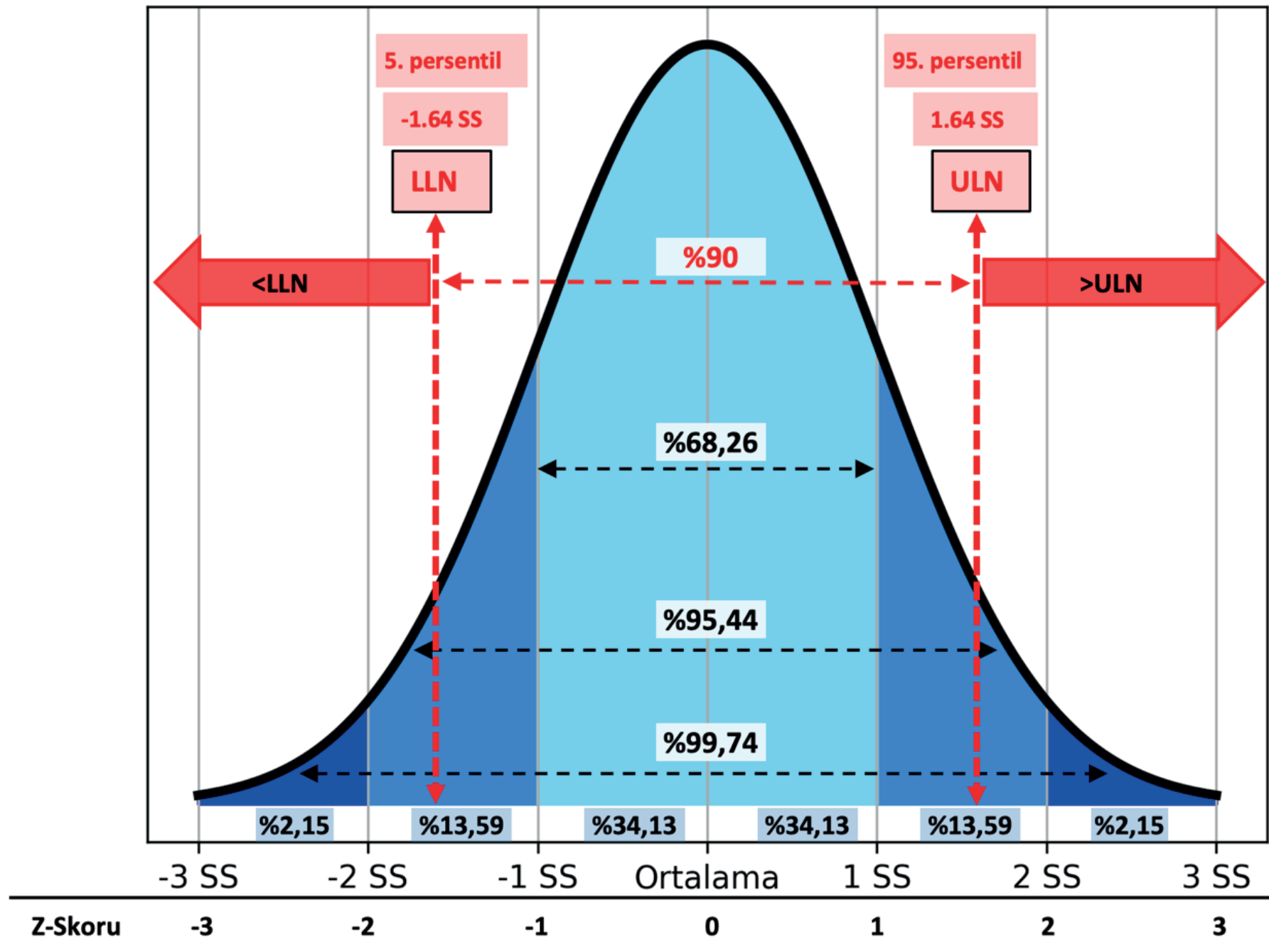
1. Yüzdelik tahminler (% beklenen) yerine, Z-skor kullanır.

Z-skor: Ölçülen değer ile beklenen değer arasındaki farkın standart sapmaya oranı

$Z < -1.645 \rightarrow$ anormal kabul edilir (alt %5'lik sınır)

2. Yaşlı, çocuk, kısa veya uzun bireylerde daha doğru sınıflama sağlar

3. Obstrüksiyon, restriksiyon ve miks patern ayırımını daha hassas yapar.



Havayolu obstrüksiyonunun GOLD, ATS/ERS 2005 ve 2022'ye göre sınıflandırılması

	GOLD 2023 (Postbronkodilatör) FEV ₁ /FVC<%70	ATS/ERS 2005 FEV ₁	ATS/ERS 2022 FEV ₁ z-skor
Hafif	FEV ₁ ≥%80	>%70	-1.65<z skor< -2.50
Orta	%50≤FEV ₁ <%80	%60-69	-2.51≤ z-skor< -4.0
Orta-ileri	%30≤FEV ₁ <%50	%50-59	
İleri		%35-49	z-skor ≤ -4.10
Çok ileri	FEV ₁ <%30	<%35	

Z-Skoruna Göre Şiddetin değerlendirilmesi

- Normal ≥ -1.645
- Hafif - 1.645 ile - 2.5 arası
- Orta -2.51 ile - 4 arası
- Ağır < -4

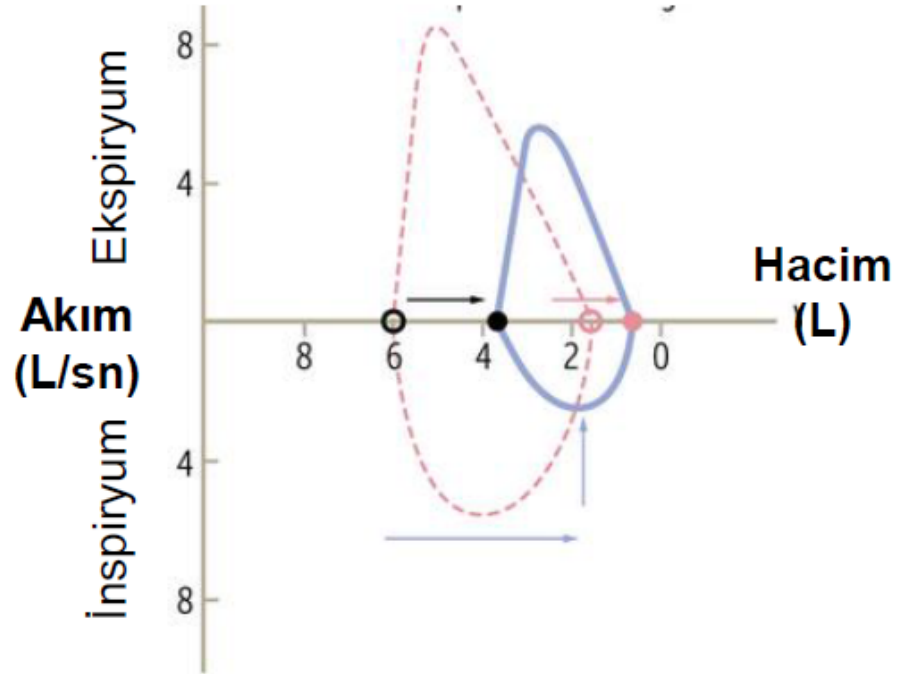


Restriktif bozukluğun klinik nedenleri :

Pulmoner nedenler	Ekstra-pulmoner nedenler
İnterstisyel akciğer hastalıkları	Morbid obezite
Radyoterapiye bağlı fibrozis	Göğüs duvarı hastalıkları (kifoskolyoz, yelken göğüs gibi)
İlaçlara bağlı fibrozis	Diyafram patolojileri (paralizi gibi)
Kalp yetmezliğine bağlı akciğer ödemi	Nöromusküler hastalıklar
Pnömotoraks	Malnütrisyonu bağlı kas güçsüzlüğü
Plevra patolojileri (plörezi, plevral kalınlaşma gibi)	Gebelik
Atelektazi	İntraabdominal hadiseler (asit, kitle gibi)
Pnöminektomi	Torakoplasti
Yaygın konsolidasyon	Ağrı
Tümörün lenfanjitik yayılımı	

Restriksiyonda Akım-Volüm Eğrisi

eğri sağa kayar- hacim düşük



FVC	↓
FEV ₁	↓
FEV ₁ / FVC	Normal
FEF ₂₅₋₇₅	↓
PEF	↓

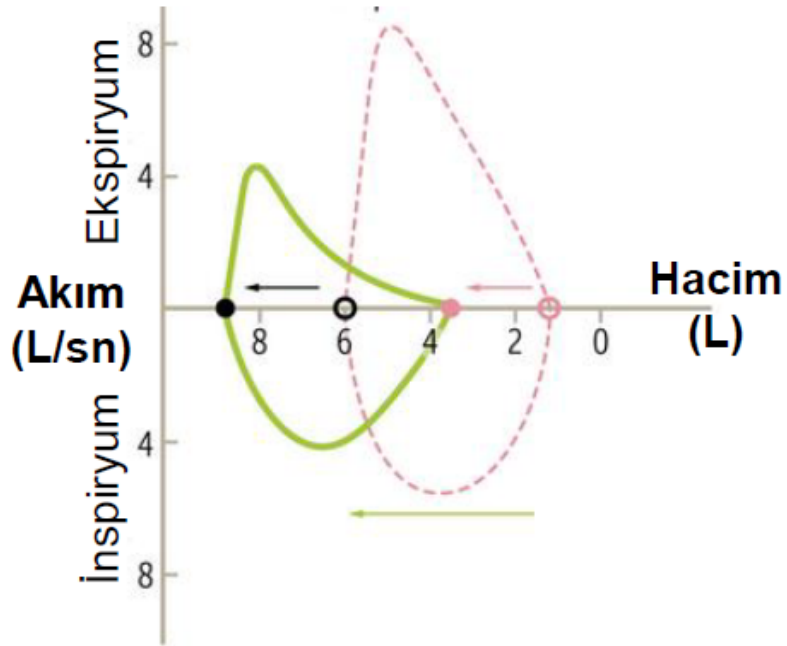
Obstrüktif Hastalıklar

Intratorasik yada ekstratorasik hava akımının kısıtlandığı akciğeri etkileyen hastalıklar.

- Kronik Bronşit
- Amfizem
- Astım
- Tüberküloz
- Kistik fibrozis
- Bronşiektazi
- Üst hava yolu obstruksiyonu yapan nedenler...

Obstruksiyonda Akım-Volüm Eğrisi

eğri sola kayar – akım düşük



FVC	Normal veya ↓
FEV ₁	↓
FEV ₁ / FVC	↓
FEF ₂₅₋₇₅	↓
PEF	↓

Spirometri ile tanımlanan solunumsal bozukluklar

	FEV ₁	FVC	FEV ₁ /FVC	Yorum
Obstrüktif	Normal/↓	Normal	↓	
Restriktif	↓	↓	Normal/↑	TLC düşüklüğü var mı değerlendirilmeli
Non-spesifik patern	↓	↓	Normal	TLC normal (bronkodilatör yanıt testi ya da Raw ölçümü yararlı olabilir); TLC ölçülemiyorsa korunmuş oran bozulmuş spirometri (PRISm) olarak değerlendirilebilir
Kas güçsüzlüğü	↓	↓	Normal	PEF düşüklüğü
Suboptimal efor	↓	↓	Normal	PEF düşüklüğü
Mikst hastalık	↓	↓	↓	Akciğer volüm ölçümüne ihtiyaç var
Dysanapsis	Normal	Normal/	↓	Normalin varyantı olabilir

FEV₁: 1. saniyedeki zorlu ekspiratuar volüm, FVC: zorlu vital kapasite, TLC: total akciğer kapasitesi, Raw: havayolu direnci, PEF: zirve ekspiratuar akım

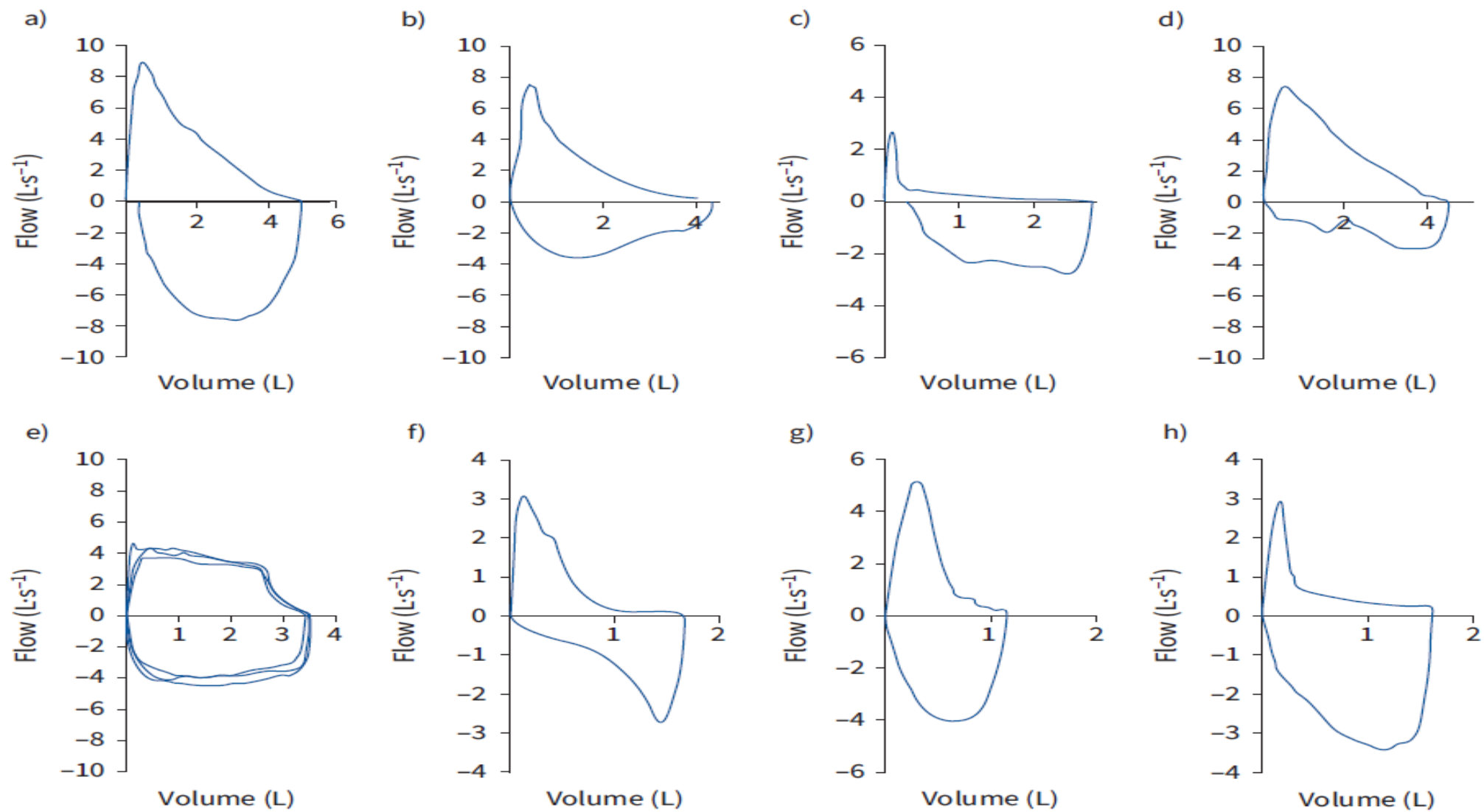


FIGURE 9 Examples of typical flow–volume loop configurations for a) normal, b) mild–moderate obstruction, c) severe obstruction, d) variable extrathoracic obstruction, e) fixed large/central airway obstruction, f) unilateral mainstem bronchial obstruction [179], g) restriction and h) mixed disorder.

Pre-KOAH

From GOLD-0 to Pre-COPD : SFT normal ama semptom var.

- BT'de >%5 amfizem varlığı
ve/veya
- BT'de bronşiyal kalınlaşma varlığı
ve/veya
- DLCO <80%
ve
- PB-FEV1/FVC >0.70

PRISm(PreservedRatioImpairedSpirometry)

- FEV₁/FVC normal
- TLC ölçülmemiş
- FEV₁ ve/veya FVC düşük
- Uzun süreli takiplerde 1/3 kişide obstrüktif ya da restriktif patoloji gelişiyor.

Reversibilite testi>>>> Bronkodilatör yanıt testi

Reversibilite değerlendirilmesi (eskiden)

- Mutlak değişkenlik= Bronkodilatör sonrası FEV₁-bazal FEV₁
- Başlangıç değeri = $\frac{\text{Bd sonrası FEV1} - \text{bazal FEV1}}{\text{bazal FEV1}} \times 100$
üzerinden % değişim

200µg salbutamol → 15-20dk sonra FEV1 ölçümü
500 µg terbutalin → 15-20dk sonra FEV1 ölçümü
40-80 µg IB → 30-45dk sonra FEV1 ölçümü

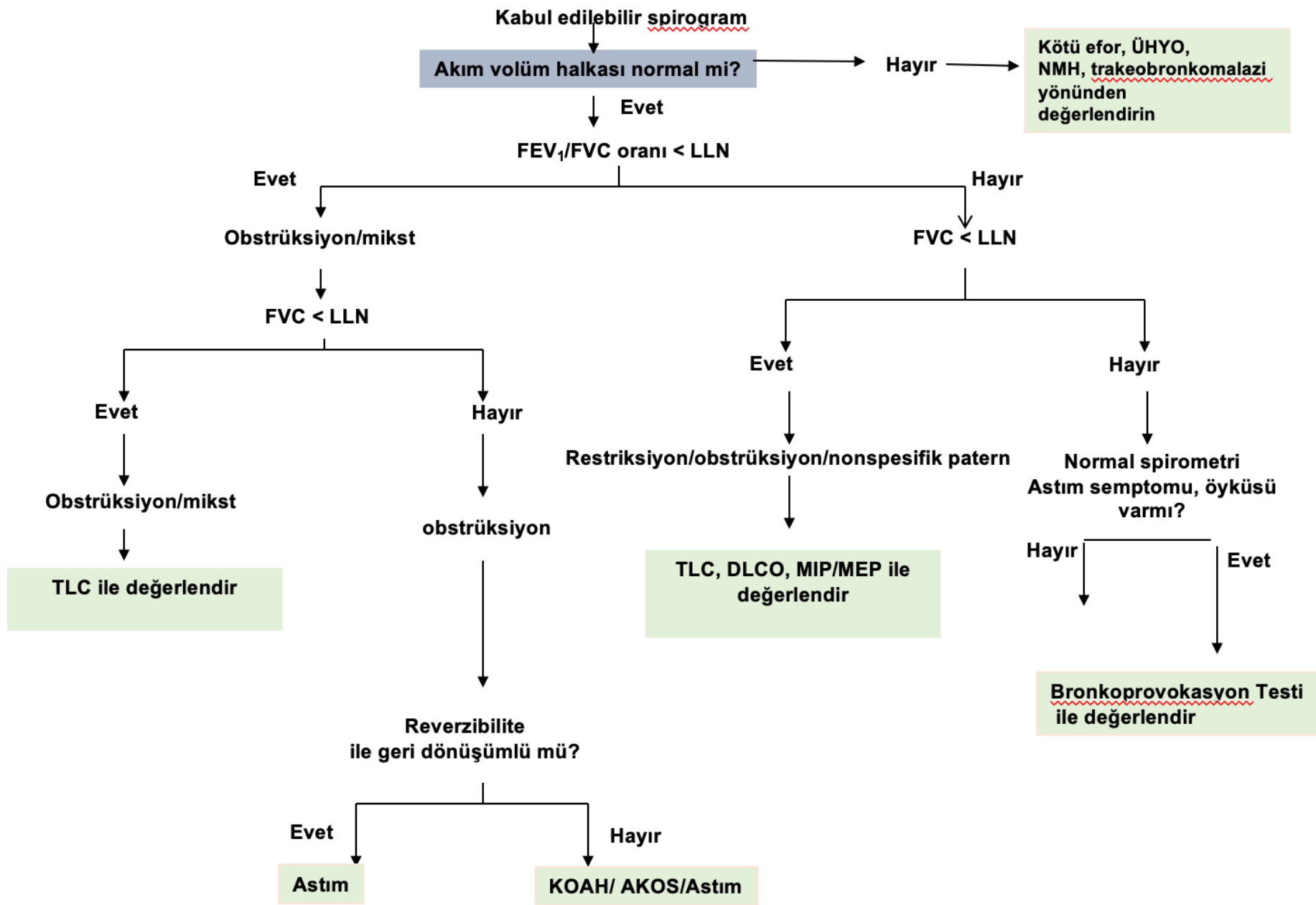
FEV1'de 200 ml **ve** %12 değişim şartı aranıyordu ?

Bronkodilatör Duyarlılık Testinin Ölçülü Doz İnhaler Kullanılarak Yapılışı

Kullanılacak bronkodilatör	Salbutamol, 100 µg, ölçülü doz inhaler
Uygulama dozu	100 µg salbutamol, toplam 4 puf uygulama ile toplam 100 µg doz
Uygulama yöntemi	Öncesinde hasta nefes verir. Salbutamol 100mcg ölçülü doz inhaler cihazdan hava haznesi (volumatik/spacer) aracılığıyla yavaş ve derin bir nefes alır. Burada total akciğer kapasitesine kadar ulaşan derin bir inspirasyon gereklidir. 5-10 sn nefes tutulduktan sonra hasta nefesini verir. 30'ar sn arayla toplam 4 puf uygulanır.
Post-bronkodilatör test öncesi bekleme süresi	Son doz salbutamol ÖDİ uygulaması sonrası 15 dk

$$\text{Bronkodilatör yanıtı} = \frac{(\text{Bronkodilatör sonrası ölçüm, L} - \text{Bronkodilatör öncesi ölçüm, L}) \times 100}{\text{Beklenen değer, L}}$$

Bronkodilatör sonrası FVC veya FEV₁'de %10 değişim pozitif kabul edilir



SPIROMETRI - YAPAY ZEKA

6 MEGA TREND

- AI ile otomatik yorumlama
- Evde spirometri (tele - PFT)
- Spirometri + radyoloji + biyobelirteç entegrasyonu
- Race-neutral & kişiselleştirilmiş referans değerler
- Pre-KOAH / Pre-ILD tespiti (derin öğrenme)
- 24 saatlik solunum fonksiyon izleme (giyilebilirler)

1.Yapay zekâ ile otomatik yorum (AI-assisted Spirometry)

Ne gelecek?

- Obstrüksiyon/restriksiyon/mixed bozukluk *otomatik* sınıflandırma
- Flow–volume eğrilerinde **asenkroni, kötü efor, submaksimal üfleme, glottik kapanma, artefakt** otomatik tespit
- Cihazdan çıkan raporda:
“**AI Suggestion: Mild obstruction consistent with early COPD (Pre-KOAH)**” gibi yorumlar

Neden önemli?

- Birinci basamakta hatalı spirometri yorum oranı %30–40.
- AI ile bu oran **%90 üzeri doğruluğa** çıkabiliyor (pilot çalışmalar bunu gösteriyor).

2. Tele-spirometri & Evde spirometri (Home PFT / Remote Lung Function)

Ne olacak?

- Küçük, Bluetooth'lu, CE/FDA onaylı cep tipi spirometreler günlük hayatta kullanılacak.
- IPF, ILD, KOAH, post-COVID hastaları için **uzaktan takip sistemine** bağlanacak.
- Hastanın evde yaptığı FEV1, FVC değerleri merkezi sisteme akacak.

Klinik fayda:

- Alevlenme / atak **48–72 saat önce FEV1 düşüşüyle tahmin edilebilecek.**
- IPF hastasında günlük FVC düşüşü progresyonu daha erken gösterecek.

3.Spirometri + biyobelirteç + radyoloji entegrasyonu

- Yapay zekâ ilerledikçe spirometri artık tek başına değerlendirilmeyecek:

Integrated Lung Health Score

- Spirometri (FEV1, FVC, FEV1/FVC)
- Solunum sesi analizleri (AI-auscultation)
- Görüntüleme (AI-HRCT)
- Yürüme testi sensörleri (giyilebilir cihazlar)
- Bunların birleşimi tek bir **risk skor** oluşturacak:
“3 yıllık KOAH kötüleşme riskiniz %15.”

4. Race-neutral / Age-adaptive / AI-generated referans değerler

Bugünkü GLI denklemleri yerine:

Irksız (race-neutral) GLI 2024+ denklemleri

- Yaşa, BMI'ye, çevresel faktörlere göre **kişiye özel referans değerler**
- Hastanın geçmiş spirometri trendine dayalı **kişisel LLN** algoritmaları
- Bu, “kişiselleştirilmiş solunum fonksiyon testi” dönemini başlatacak.

5. Pre-KOAH / Pre-ILD tespiti için derin öğrenme

- Bugün akciğerde erken obstrüksiyon veya erken dönem interstisyel değişiklikler spirometride kaçabiliyor.
- AI algoritmalarıyla:
- Eğrinin şekline bakarak **erken küçük hava yolu hastalığı**
- Normal FEV1–FVC içinde gizli obstrüksiyon
- FEF25–75 + eğri geometrisi ile **erken Pre-KOAH** saptanabilecek.

6. “Continuous respiratory monitoring” 24 saatlik solunum fonksiyon takibi

Gelecekte:

- Yaka sensörleri
- Giyilebilir göğüs bantları
- Mikrofon tabanlı solunum sensörleri

FEV1 yerine 24 saatlik “mekanik solunum davranışı” analiz edilecek:

- Tidal volüm varyabilitesi
- Orta-akım çıkış sabitleri
- Gece solunum paterni

Erzincan Girvelik Şelalesi

