



VENTISENSE

MEKANİK VENTİLATÖR

Teknik Başvuru
El Kitabı

Ventisense 40 | Ventisense 60 | Ventisense PRO

A. Gökhan Gültekin

Nefes Medikal Teknoloji

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER	1
1. GİRİŞ	8
1.1 Mekanik Ventilasyon Nedir?	8
1.2 Evde Mekanik Ventilasyon	8
1.3 Amaçlanan Kullanım	9
1.4 Endikasyonlar	9
Akut ve Kronik Solunum Yetmezliği	9
Kronik Obstrüktif Akciğer Hastalığı (KOAH)	9
Astım	9
Kistik Fibrozis (KF)	9
Restriktif Akciğer Hastalığı	10
Obezite ilişkili Hipoventilasyon	10
Nöromusküler Hastalıklar	10
Hava Yolu İltihabı	10
Ameliyat Sonrası Solunum Desteği	10
1.5 Kontrendikasyonlar	10
Yenidoğanlar (5 kg Altı Hastalar)	10
Manyetik Rezonans (MR) Ortamı	11
Tehlikeli Gazlar (Yanıcı, Anestezik, Nitrik Oksit, Helyum)	11
Hiperbarik Oksijen Tedavi Odaları	11
Tedavisiz Pnömotoraks veya Pnömomediastinum	11
Şiddetli Hipotansiyon	11
Beyin Omurilik Sıvısı Kaçağı, Son Kafa Travması veya Pnömosefali	11
Şiddetli Büllöz Akciğer Hastalığı	11
Hava Yolunu Koruyamama veya Yutma Refleksinin Kaybı	11
Uygun Maske Takılmasını Engelleyen Yüz Deformiteleri	12
1.6 Kullanım Kitleleri	12
2. ÜRÜN BİLGİSİ VE TEKNİK ÖZELLİKLER	13
2.1 Modeller ve Karşılaştırma	13
2.2 Teknik Özellikler	13
2.2.1 Fiziksel ve Mekanik Özellikler	13
2.2.2 Elektriksel Özellikler	14
2.2.3 Pnömatik Performans	14
2.2.4 Ölçüm Aralıkları ve Doğruluk	14
2.2.5 Çevresel Koşullar	14
2.2.6 Beklenen Hizmet Ömrü	15
2.3 Uygunluk ve Belgelendirme	15
3. FİZİKSEL BİLEŞENLER VE BAĞLANTILAR	16
3.1 Bağlantı Noktaları	16
3.1.1 Sağ Panel Bağlantıları	16
3.1.2 Sol Panel Bağlantıları	16

3.2 Kontrol Elemanları	17
3.3 Montaj Seçenekleri	17
4. KURULUM VE BAĞLANTI	18
4.1 Güç Bağlantısı ve Cihazı Açma	18
4.2 Hekim Menüsü Erişimi	18
4.3 Mod ve Parametre Ayarlama	19
4.4 Ekshalasyon Valf Bağlantısı	19
4.5 Bakteri Filtresi ve Hasta Devresi Bağlantısı	20
4.6 HMEF — Nemlendirici Filtre Bağlantısı	20
4.7 Harici Nemlendirici ile Kullanım	21
Bağlantı Adımları	21
4.8 Nebulizatör ile Kullanım	22
Bağlantı Adımları	22
4.9 Oksijen Bağlantısı	22
4.10 Terapiyi Başlatma ve Durdurma	23
4.11 Üst Panel İkonları	23
5. VENTİLASYON MODLARI	26
5.1 PCV — Basınç Kontrollü Ventilasyon	26
5.1.1 Fizyolojik Temel ve Çalışma Mekanizması	26
5.1.2 Klinik Endikasyonlar	27
5.1.3 Klinik Avantajlar	27
5.1.4 Klinik Dezavantajlar ve Dikkat Edilmesi Gerekenler	27
5.1.5 PCV Parametre Özeti	27
5.2 VCV — Hacim Kontrollü Ventilasyon	29
5.2.1 Fizyolojik Temel ve Çalışma Mekanizması	29
5.2.2 Klinik Endikasyonlar	29
5.2.3 Klinik Avantajlar ve Dezavantajlar	29
5.2.4 VCV Parametre Özeti	30
5.3 PCV-A — Destekli Basınç Kontrollü Ventilasyon	31
5.3.1 Fizyolojik Temel	31
5.3.2 Klinik Endikasyonlar	31
5.3.3 Klinik Avantajlar	31
5.3.4 PCV-A Parametre Özeti	32
5.4 VCV-A — Destekli Hacim Kontrollü Ventilasyon	33
5.4.1 Fizyolojik Temel	33
5.4.2 VCV-A vs. PCV-A: Seçim Kılavuzu	33
5.4.3 Klinik Endikasyonlar	33
5.4.4 VCV-A Parametre Özeti	34
5.5 SIMV — Senkronize Aralıklı Zorunlu Ventilasyon	35
5.5.1 SIMV Algoritması ve Tetikleme Penceresi	35
5.5.2 Klinik Endikasyonlar	36
5.5.3 Klinik Kanıt Değerlendirmesi	36
5.5.4 SIMV-P — Basınç Kontrollü SIMV	37

5.5.5 SIMV-V — Hacim Kontrollü SIMV	37
5.6 PSV — Basınç Destekli Ventilasyon	39
5.6.1 Fizyolojik Temel	39
5.6.2 Klinik Endikasyonlar	39
5.6.3 Klinik Avantajlar ve Dezavantajlar	39
5.6.4 PSV Parametre Özeti	40
5.7 BiLEVEL	41
5.7.1 Fizyolojik Temel	41
5.7.2 BiLEVEL ve PSV Karşılaştırması	41
5.7.3 Klinik Endikasyonlar	41
5.7.4 Klinik Avantajlar	42
5.7.5 BiLEVEL Parametre Özeti	42
5.8 CPAP — Sürekli Pozitif Hava Yolu Basıncı	43
5.8.1 Fizyolojik Temel	43
5.8.2 Klinik Endikasyonlar	43
5.8.3 CPAP ve BiLEVEL Karşılaştırması	44
5.8.4 CPAP Parametre	44
5.9 HFO — Yüksek Akışlı Oksijen Terapisi	45
5.9.1 Fizyolojik Etki Mekanizmaları	45
5.9.2 Klinik Endikasyonlar	45
5.9.3 Akış Hızına Göre Fizyolojik Profil	45
5.9.4 HFNC ve NIV (BiLEVEL/CPAP) Karşılaştırması	45
5.9.5 HFO Parametre	46
6. PARAMETRELER — DETAYLI AÇIKLAMALAR	47
6.1 Parametre Özet Tablosu (Tüm Modlar)	47
6.2 Basınç Parametreleri	47
6.2.1 IPAP — İnspirasyon Pozitif Hava Yolu Basıncı	47
6.2.2 PEEP — Pozitif Ekspirasyon Sonu Basıncı	48
6.2.3 CPAP Basıncı	48
6.2.4 Maksimum Basınç (Maks. Basınç)	48
6.2.5 Minimum Basınç (Min Basınç)	48
6.2.6 Basınç Desteği (PS — Pressure Support)	48
6.3 Hacim ve Zaman Parametreleri	48
6.3.1 Hedef Hacim (Tidal Hacim)	48
6.3.2 Solunum Frekansı (Frekans — bpm)	49
6.3.3 İnspirasyon Süresi (İnsp. Süresi)	49
6.3.4 Maksimum ve Minimum İnspirasyon Süresi	49
6.3.5 Apne Süresi	49
6.3.6 Akış Hızı (HFO Moduna Özgü)	49
6.4 Tetikleme ve Senkronizasyon Parametreleri	50
6.4.1 İnspirasyon Tetikleme Hassasiyeti (İnsp. Tetikleme)	50
6.4.2 Ekspirasyon Tetikleme Hassasiyeti (Eksp. Tetikleme)	50
6.4.3 Tetikleme Kilidi	51

6.5 Özel Solunum Destek Parametreleri	51
6.5.1 İnspirasyon Eğimi (Yükselme Süresi — Rise Time)	51
6.5.2 İç Çekme (Sigh)	52
7. ALARMLAR — TAM ALARM REFERANSI	53
7.1 Genel Alarm Yönetimi İlkeleri	53
7.2 SINIF 1: ZORUNLU ALARMLAR	54
7.2.1 Bağlantı Kopması Alarmı	55
Alarm Tetikleme Kriterleri	55
Olası Nedenler	55
Klinik Sonuçlar	55
Müdahale Algoritması	56
7.2.2 Tıkanıklık Alarmı	57
Alarm Tetikleme Kriterleri	57
Olası Nedenler	57
Klinik Sonuçlar	57
Müdahale Algoritması	58
7.2.3 Yüksek PEEP Basıncı	59
Alarm Tetikleme Kriteri	59
İntrinsik PEEP (Oto-PEEP) — Klinik Açıklama	59
Oto-PEEP Oluşum Mekanizmaları	59
Klinik Sonuçlar	59
Diğer Olası Nedenler	59
Müdahale Algoritması	60
7.2.4 Düşük PEEP Basıncı	61
Alarm Tetikleme Kriteri	61
Olası Nedenler	61
Klinik Sonuçlar	61
Müdahale Algoritması	61
7.2.5 Yüksek Basınç	62
Alarm Tetikleme ve Cihaz Tepkisi	62
Birincil Neden: Hasta-Cihaz Asenkronisi	62
Asenkroni Mekanizmaları ve Yüksek Basınç İlişkisi	62
Diğer Olası Nedenler	62
Müdahale Algoritması	63
7.2.6 Pil Alarmı %10	64
Klinik Önem ve Müdahale	64
7.2.7 Düşme Alarmı	65
Alarm Tetikleme Mekanizması	65
Düşmenin Olası Klinik Sonuçları	65
Müdahale Algoritması	65
7.2.8 Yüksek Basınç Sınırına Ulaşıldı	66
7.2.8 ile 7.2.5 (Yüksek Basınç) Arasındaki Fark	66
Olası Nedenler	66

Müdahale Algoritması	66
7.2.9 Düşük Basınç Sınırına Ulaşıldı	67
7.2.9 ile Düşük PEEP Alarminin Farkı	67
Olası Nedenler	67
Müdahale Algoritması	67
7.2.10 VE Okunamıyor	68
Fizyolojik Temel	68
Olası Nedenler	68
Müdahale Algoritması	68
7.3 SINIF 2: AYARLANABİLEN ALARMLAR	69
7.3.1 Apne Alarmı	70
Çalışma Mekanizması	70
Olası Nedenler	70
Klinik Sonuçlar	70
Müdahale Algoritması	70
7.3.2 Yüksek Frekans / Düşük Frekans Alarmları	72
Yüksek Frekans Alarmı	72
Düşük Frekans Alarmı	72
Müdahale	72
7.3.3 İnspirasyon / Ekspirasyon Hacim Alarmları	73
Yüksek İnspirasyon / Ekspirasyon Hacmi	73
Düşük İnspirasyon / Ekspirasyon Hacmi	73
Müdahale	73
7.3.4 Dakika Ventilasyon Hacim Alarmları	74
Yüksek Dakika Ventilasyon	74
Düşük Dakika Ventilasyon	74
Müdahale	74
7.3.5 Kaçak Alarmı	75
Kaçak Kavramı: İstemli ve İstemsiz	75
Olası Nedenler	75
Kaçak Alarm Limitinin Ayarlanması	75
Müdahale	75
7.3.6 Yüksek FiO ₂ / Düşük FiO ₂ Alarmları	76
Yüksek FiO ₂ Alarmı	76
Düşük FiO ₂ Alarmı	76
Müdahale	76
7.3.7 SpO ₂ ve Kalp Hızı Alarmları	77
Düşük SpO ₂ Alarmı	77
Yüksek SpO ₂ Alarmı	77
Yüksek / Düşük Kalp Hızı Alarmları	77
7.4 SINIF 3: SİSTEM ALARMLARI	78
7.4.1 Servis Alarmı	79
7.4.2 Pil Alarmları	80

Pil Alarmı %30 (Battery Alarm %30)	80
Pil İle Çalışma Aktif (Battery Power ON)	80
7.4.3 Bakım ve Ömür Süresi Alarmları	81
7.4.4 Yüksek Cihaz Sıcaklığı	82
Olası Nedenler	82
Müdahale Algoritması	82
7.4.5 Alarmlar Susturuldu	83
7.5 Alarm Yönetimi Özet Tablosu	83
8. AYARLAR	85
8.1 Hekim Menüsü Erişimi	85
8.2 Pediatrik Mod	85
Model Bazlı Pediatrik Mod Yapılandırması	85
8.3 Otomatik Ayar Değiştir	86
8.4 Harici Nemlendirici	86
8.5 Kaçak Kompanzasyonu	86
8.6 LCD Parlaklığı	87
8.7 Ses Seviyesi	87
8.8 Yazılım Güncelleme	87
Güncelleme Ön Koşulları	88
Güncelleme Prosedürü	88
Güncelleme Sonrası Kontroller	88
Güncelleme Sorunlarında İzlenecek Yol	89
9. KAYIT ALMA VE RAPORLAMA	90
9.1 SD Kart ile Kayıt Alma	90
9.1.1 Teknik Mimari ve Güvenlik	90
9.1.2 SD Kart Kullanım Kuralları	90
9.1.3 Dosya Formatları	90
9.1.4 Dosya İsimlendirme	90
9.1.5 NEF Dosyası — XML Yapısı	91
9.1.6 NWF Dosyası — Dalga Formu Verisi	92
9.1.7 Gün Dönümü ve Kayıt Sınırı	92
9.2 NefesReporter — Görüntüleme ve Raporlama Yazılımı	93
9.2.1 Açılış Sayfası	93
9.2.2 Cihaz ve Kayıt Seçimi	93
9.2.3 Kayıt Gezgini	94
9.3 Tek Kayıt Görüntüleme Modülü	95
9.3.1 Özet Ekranı	95
9.3.2 Terapi Bilgisi Ekranı	96
9.3.3 İstatistikler Ekranı	97
9.3.4 Ayarlar Ekranı	98
9.3.5 Alarmlar Ekranı	99
9.3.6 Dalga Formu Ekranı	100
9.3.7 Zaman Çizelgesi (Timeline)	101

9.3.8 Hasta Bilgileri Ekranı	101
9.3.9 Raporlama (PDF Aktarımı)	102
9.4 Çok Kayıt Modülü	104
9.4.1 Çok Kayıt — Özet Ekranı	104
9.4.2 Çok Kayıt — Kayıt Bilgisi Ekranı	105
9.4.3 Çok Kayıt — İstatistikler Ekranı	106
9.4.4 Çok Kayıt — Alarmlar Ekranı	107
9.4.5 Çok Kayıt — Raporlama (PDF Aktarımı)	108
10. BAKIM VE TEMİZLİK	110
10.1 Sarf Malzemeleri ve Değişirme Aralıkları	110
10.2 Temizlik	110
10.3 Periyodik Bakım	110
10.4 Ozon ile Dezenfeksiyon	110
10.4.1 Ozonun Antimikrobiyal Mekanizması	110
10.4.2 Klinik Kanıt Tabanı	111
10.4.3 VENTİSENSE — Malzeme Uyumluluğu	111
10.4.4 Kullanılan Ekipman	112
10.4.5 Dezenfeksiyon Protokolü — Adım Adım Uygulama	112
10.4.6 Konsantrasyon Hesabı ve Güvenlik Sınırları	113
10.4.7 Güvenlik Gereklilikleri	114
10.4.8 Ozon Jeneratörünün Bakımı	114
11. TANIMLAR VE KISALTMALAR	115
12. İLGİLİ BELGELER	116
13. REFERANSLAR	117

1. GİRİŞ

1.1 Mekanik Ventilasyon Nedir?

Mekanik ventilasyon, akciğerlerin yeterli solunum fonksiyonunu sürdüremediği durumlarda bir cihaz aracılığıyla hava yoluna pozitif basınç uygulanarak alveolar gaz değişiminin yapay olarak desteklenmesi veya tamamen ikame edilmesi işlemidir. Solunum sisteminin iki temel işlevi vardır: oksijen (O_2) temini ve karbondioksit (CO_2) atılımı. Bu işlevlerden birinin ya da her ikisinin yetmezliği — hangi nedenle olursa olsun — yaşamı tehdit eden solunum yetmezliğine yol açar.

Fizyolojik açıdan solunum yetmezliği iki ana tipe ayrılır. Tip 1 (hipoksemik) solunum yetmezliğinde $PaO_2 < 60$ mmHg ile tanımlanan oksijen yetersizliği söz konusudur; V/Q uyumsuzluğu, intrapulmoner şant, difüzyon bozukluğu ve alveolar hipoventilasyon bu tablonun başlıca patolojik mekanizmalarını oluşturur. Tip 2 (hiperkapnik / ventilasyon yetmezliği) ise $PaCO_2 > 45$ mmHg ile tanımlanır ve alveolar dakika ventilasyonunun yetersizliğinden kaynaklanır; solunum kaslarının yetersizliği, merkezi solunum sürücüsünün baskılanması veya obstrüktif akciğer hastalıklarındaki hava tuzaklanması en sık nedenlerdir. [2, 3]

Mekanik ventilasyonun temel hedefleri şu şekilde özetlenebilir: yeterli alveolar ventilasyonun sağlanması ve sürdürülmesi, arteriyel oksijenasyonun korunması, solunum kaslarının iş yükünün azaltılması, altta yatan patolojinin iyileşmesine zaman tanınması ve ventilasyona bağlı akciğer hasarının (VILI) en aza indirilmesi. [1, 3] Bu hedeflere ulaşmak için seçilen mod, basınç/hacim parametreleri ve alarm limitleri her hastanın bireysel klinik profiline göre titizlikle yapılandırılmalıdır.

1.2 Evde Mekanik Ventilasyon

Evde mekanik ventilasyon (HMV — Home Mechanical Ventilation), kronik solunum yetmezliği olan hastaların hastane ortamı dışında, kendi evlerinde mekanik ventilasyon desteği almasını sağlayan yerleşik bir tedavi stratejisidir. Tarihsel olarak 1950'lerin poliomiyelit salgını döneminde negatif basınçlı "demir akciğer" cihazlarıyla başlayan HMV pratiği, 1980'lerden itibaren trakeostomi yoluyla uygulanan invazif pozitif basınçlı ventilasyona, 1990'lardan itibaren ise maskeli noninvazif ventilasyona (NIV) doğru köklü bir dönüşüm geçirmiştir. Günümüzde NIV, HMV'nin baskın uygulaması hâline gelmiştir.

Eurovent çalışması [4], Avrupa'da HMV prevalansını 100.000 kişide 6,6 olarak raporlamış; ülkeden ülkeye değişen bu oranın sonraki yıllarda teknolojik ilerlemeler, artan farkındalık ve genişleyen endikasyonlar ile belirgin biçimde yükseldiği gözlenmiştir. Kanıt tabanı, HMV'nin uygun hasta seçimi ile yaşam kalitesini iyileştirdiğini, hastane yatış oranlarını azalttığını ve nöromüsküler hastalıklar başta olmak üzere pek çok hasta grubunda sağ kalım üzerinde olumlu etki yarattığını ortaya koymaktadır. [5, 14]

HMV'de başarının temel belirleyicileri şunlardır: uygun hasta ve endikasyon seçimi, optimum cihaz ve mod yapılandırması, hasta ve bakıcıya kapsamlı eğitim verilmesi, düzenli klinik takip ve kan gazı/uyku monitörizasyonu, ve bakıcı yükünün yönetilmesi. HMV, tıbbi reçete ve uzman denetimi gerektiren yüksek riskli bir tedavidir; uygunsuz kullanımı tıbbi ve hukuki sorumluluk doğurabilir.

NOT

VENTISENSE, ISO 80601-2-72 standardı kapsamında ev sağlık ortamı kullanımı için tasarlanmış, MDR (EU) 2017/745 Sınıf IIb kapsamında belgelendirilmiş bir ev tipi mekanik ventilatördür. Cihaz; doktor reçetesi, yeterli hasta/bakıcı eğitimi ve düzenli klinik takip gerektirmektedir.



Şekil 1 — VENTISENSE Mekanik Ventilatör

1.3 Amaçlanan Kullanım

VENTISENSE; akciğerleri hayati solunum fonksiyonunu herhangi bir nedenle yerine getiremeyen hastalarda solunum fonksiyonunu yapay olarak desteklemek veya sürdürmek amacıyla tasarlanmıştır. Tidal hacmi 50 ml ve ağırlığı 5 kg üzerinde olan pediatrik ve yetişkin hastalarda kullanım için geliştirilmiş olup ev sağlık hizmetleri uygulamalarına yönelik üretilmiştir.

Ventilasyon; invazif (trakeostomi, endotrakeal tüp) veya noninvazif (ventilasyon maskesi; HFO modunda HFNC) yöntemlerle gerçekleştirilebilir. Cihaz sürekli veya aralıklı ventilasyon desteği sunabilmekte; hem ventilatöre bağımlı (yaşam desteği gerektiren) hem de bağımlı olmayan hastalar için uygundur.

1.4 Endikasyonlar

VENTISENSE aşağıdaki klinik durumların tedavisi ve yönetimi için endike edilmiştir. Her endikasyon için klinik bağlam ve mekanik ventilasyonun rolü aşağıda açıklanmaktadır:

Akut ve Kronik Solunum Yetmezliği

Solunum yetmezliği, mekanik ventilasyonun en geniş ve en temel endikasyonudur. Akut tablolarda (örn. ARDS, ağır pnömoni, sepsis kaynaklı akut solunum yetmezliği) ventilasyon yaşam kurtarıcı acil müdahale olarak devreye girer. Kronik tablolarda ise — özellikle nöromüsküler hastalıklar, KOAH ve obezite hipoventilasyonunda — mekanik ventilasyon uzun dönemli destek stratejisi olarak uygulanır; alveolar hipoventilasyonu düzeltir, solunum kaslarını dinlendirir ve hiperkapniyi geri döndürür. Ev ortamında başlangıçta genellikle gece ventilasyonu tercih edilir; hastalık ilerledikçe 24 saat desteğe geçilebilir.

Kronik Obstrüktif Akciğer Hastalığı (KOAH)

KOAH, kronik hava akımı kısıtlılığı, hava tuzaklanması (oto-PEEP) ve solunum kaslarının mekanik dezavantajıyla karakterizedir. İleri KOAH'ta solunum kasları hiperinflasyon karşısında yetersiz kalır; bu yük-kapasite dengesizliği hiperkapnik kronik solunum yetmezliğine yol açar. Noninvazif ventilasyon (özellikle BiLEVEL), KOAH alevlenmelerinde entübasyon oranını azalttığı ve hastanede kalış süresini kısalttığı için ATS/ERS kılavuzlarında güçlü öneri olarak yer almaktadır. Kronik hiperkapnik ($\text{PaCO}_2 > 45$ mmHg) KOAH hastalarında ise uzun dönem ev NIV'si sağ kalım üzerine olumlu etki potansiyeli taşımaktadır.

Astım

Ağır astım atakları ya da akut eksaserbasyonlar sonrasında gelişen solunum yetmezliğinde, hastanın yoğun bakım invazif ventilasyon sürecinden çıkışının ardından noninvazif mekanik ventilasyon ile taburculuk öncesi veya ev ortamında destekleyici bakım sağlanabilir. Astımda bronkospazm kaynaklı yüksek hava yolu direncine bağlı hava tuzaklanması oto-PEEP gelişimine zemin hazırlar; bu nedenle düşük frekans ve uzun ekspirasyon süresi içeren mod seçimi kritik önem taşır.

Kistik Fibrozis (KF)

Kistik fibrozis, akciğerlerde kalın mukus birikmesine ve hava yolu tıkanıklığına yol açar; zamanla ventilasyon-perfüzyon uyumsuzluğu ve hiperkapnik solunum yetmezliği gelişir. Noninvazif mekanik ventilasyon, KF'de solunum kaslarının yükünü azaltır, sekresyon mobilizasyonunu destekler ve egzersiz toleransını artırır. Ayrıca akciğer nakli bekleme sürecinde köprüleme tedavisi olarak uygulanabilir. Yüksek akışlı oksijen terapisi (HFO) KF hastalarında ek oksijen desteği için kullanılabilir.

Restriktif Akciğer Hastalığı

Restriktif bozukluklar — interstisyel akciğer hastalıkları, kifoskolyoz, torakoplasti, plöral hastalıklar — akciğer ekspansiyonunu mekanik olarak sınırlar ve zamanla solunum kasları üzerinde aşırı yük oluşturur. Özellikle göğüs duvarı deformitelerinde gece noninvazif ventilasyon uyku kalitesini anlamlı ölçüde iyileştirir, sabah baş ağrısı ve somnolansı giderir ve gündüz PaCO₂ değerlerinin normalleşmesine katkı sağlar.

Obezite İlişkili Hipoventilasyon

Obezite hipoventilasyon sendromu (OHS), VKİ >30 kg/m² olan hastalarda gündüz hiperkapni (PaCO₂ >45 mmHg) ve hipoventilasyon olarak tanımlanır. Ağır OHS hastalarında CPAP tek başına yeterli olmadığında BiLEVEL tercih edilir. Klinik çalışmalar noninvazif ventilasyonun OHS'de gece CO₂ retansiyonunu anlamlı ölçüde azalttığını, gündüz somnolansı giderdiğini ve PaO₂ 'yi iyileştirdiğini göstermektedir. [11, 32] Tedavinin sürdürülmesi için bariatrik girişim veya yaşam tarzı değişikliği ile kombine edilmesi önerilir.

Nöromüsküler Hastalıklar

Nöromüsküler hastalıklar, mekanik ventilasyonun en köklü kanıtı sahip olduğu hasta grubudur. ALS (Amiyotrofik Lateral Skleroz), Duchenne Müsküler Distrofisi (DMD), Spinal Müsküler Atrofi (SMA), miyastenia gravis ve frenik sinir felci başta olmak üzere bu hastalıklar solunum kaslarını progresif olarak zayıflatır. Başlangıçta gece hipoventilasyonu ortaya çıkar; hastalık ilerledikçe 24 saat invazif ventilasyon (trakeostomi) gerekebilir. Noninvazif ventilasyon ile öksürük destek cihazlarının kombinasyonu, Duchenne distrofisi ve SMA gibi hastalıklarda trakeostomi ihtiyacını azaltmış ve sağ kalımı anlamlı ölçüde uzatmıştır. [12, 13, 34] Bu hasta grubunda HMV; hastane yatış oranlarını düşürür, yaşam kalitesini artırır ve bakıcı yükünü yönetilebilir düzeyde tutar.

Hava Yolu İltihabı

Astım, kronik bronşit ve alerjik reaksiyonlarla ilişkili hava yolu iltihabı hava yolu direncini artırarak solunum işini yükseltir ve egzersiz toleransını düşürür. Akut dönemde noninvazif mekanik ventilasyon solunum kaslarını destekler; iyileşme sürecinde aralıklı ventilasyon desteği ise yüklü solunum sisteminin fonksiyonel rezervini yeniden kazanmasına yardımcı olur.

Ameliyat Sonrası Solunum Desteği

Akciğer fonksiyonu önceden bozulmuş hastalarda (örn. KOAH, kronik solunum yetmezliği, obezite) büyük cerrahi girişimler sonrası solunum yetmezliği riski önemli ölçüde yüksektir. Post-operatif dönemde profilaktik noninvazif ventilasyon (özellikle BiLEVEL veya CPAP), atelektaz oluşumunu azaltır, oksijenasyonu iyileştirir ve yeniden entübasyon riskini düşürür. Kardiyotorasik cerrahi sonrası pulmoner ödem tablolarında da kısa süreli CPAP güçlü kanıtı sahip bir seçenektir.

1.5 Kontrendikasyonlar

Aşağıdaki durumlarda VENTISENSE kullanımı kontrendikedir. Her madde için klinik gerekçe ve açıklama aşağıda yer almaktadır:

⚠ UYARI

Kontrendikasyonların varlığı klinik riski önemli ölçüde artırır.
Şüpheli durumlarda cihazı kullanmadan önce sorumlu hekim ile mutlaka görüşülmelidir.

Yenidoğanlar (5 kg Altı Hastalar)

VENTISENSE, ağırlığı 5 kg'ın altındaki neonatal hastalar için tasarlanmamıştır. Cihazın minimum teknik tidal hacim sınırı 50 ml olup bu değer 5 kg'lık bir bebek için 10 ml/kg'a karşılık gelir — uluslararası pediyatrik ventilasyon kılavuzlarında (PALICC, PEMVECC) tanımlanan üst güvenlik sınırına eşdeğerdir. Neonatal dönemde solunum mekaniğinin çok daha hassas ve değişken olması, devre kompliyansına bağlı kayıpların orantısız olarak daha büyük olması ve özel neonatal ventilasyon protokolleri gerektirmesi nedeniyle bu hasta grubu VENTISENSE'nin kapsama alanı dışındadır.

Manyetik Rezonans (MR) Ortamı

VENTISENSE, MR güvenli (MR Safe) sınıfında değildir ve MR odalarına sokulmaz. Güçlü manyetik alanlar ferromanyetik bileşenleri çekerek cihazın kontrolsüz harekete geçmesine, elektronik sistemlerin zarar görmesine ve ventilatörün aniden durmasına yol açabilir. Ayrıca cihaz MR görüntü kalitesini bozabilir. MR gerektiren durumlarda hasta inceleme öncesi MR uyumlu yedek ventilasyon sistemine geçirilmeli; VENTISENSE MR odasının dışında bırakılmalıdır.

Tehlikeli Gazlar (Yanıcı, Anestezik, Nitrik Oksit, Helyum)

Yanıcı veya patlayıcı anestezik gaz karışımları (örn. halotan, enfluran) içeren ortamlarda cihazın elektrik sistemi ateşleme kaynağı oluşturabilir; bu durum yangın veya patlama riskine yol açar. Nitrik oksit (NO) kullanımı sensör donanımında kalıcı hasara ve ölçüm hatalarına neden olabilir. Helyum veya helyum karışımları, yoğunluğu nedeniyle cihazın akış ve hacim ölçüm algoritmalarını bozar; bu durum yanlış tidal hacim iletimi ve tehlikeli ventilasyon parametrelerinin oluşmasına yol açabilir. Bu maddelerin hiçbirisi VENTISENSE ile birlikte kullanılamaz.

Hiperbarik Oksijen Tedavi Odaları

Hiperbarik odalarda ortam basıncı önemli ölçüde artar (tipik olarak 2–3 atmosfer). Bu yüksek basınç ortamı VENTISENSE'nin basınç ve akış sensörlerinin doğruluğunu bozar; cihaz kalibrasyonu standart atmosfer basıncı için yapılandırılmıştır. Sensör hatası, yanlış tidal hacim ve yanlış basınç iletimlerine yol açar ve hayatı tehdit eden kontrolsüz ventilasyon durumu ortaya çıkabilir. Hiperbarik tedavi gerektiren durumlarda basınç ortamı için sertifikalı özel ventilatörler kullanılmalıdır.

Tedavisiz Pnömotoraks veya Pnömomediastinum

Pnömotoraks, plevral boşlukta serbest hava birikmesini ifade eder. Tedavisiz pnömotoraksta pozitif basınçlı mekanik ventilasyon uygulanması, plevral hava birikimini hızla artırarak gerilim pnömotoraksa (tansiyon pnömotoraks) dönüşümüne yol açabilir; bu tablo kardiyak arrest riski taşıyan acil bir durumdur. Pnömomediastinumda benzer mekanizma ile mediastinal basınç artışı gelişebilir. Bu durumlar önce tedavi edilmeli (tüp torakostomi vb.); stabilizasyon sağlandıktan sonra mekanik ventilasyon klinisyen gözetiminde dikkatli biçimde yeniden değerlendirilmelidir.

Şiddetli Hipotansiyon

Pozitif basınçlı mekanik ventilasyon, intratorasik basıncı artırarak venöz dönüşü azaltır; bu etki zaten bozulmuş olan kardiyak dolum basınçlarını daha da düşürür. Hipovolemik şok ve ciddi hipotansiyon durumlarında (özellikle intravasküler volüm depleasyonu ile birlikte) pozitif basınçlı ventilasyon kardiyak debiyi tehlikeli ölçüde azaltabilir. Şiddetli hipotansiyon önce uygun volüm resüsitasyonu ve vazopressör tedavisiyle stabilize edilmelidir; ventilasyon uygulaması ancak hemodinamik stabilizasyon sonrası dikkatli biçimde başlatılabilir.

Beyin Omurilik Sıvısı Kaçağı, Son Kafa Travması veya Pnömoşefali

Kafa tabanı kırığı, kraniyal cerrahi veya nazal-faringeal fistül varlığında maske yoluyla uygulanan noninvazif pozitif basınçlı ventilasyon, havayı kafa tabanı defektleri üzerinden intrakraniyal boşluğa itebilir. Bu durum intrakraniyal basıncın (ICP) tehlikeli düzeyde artmasına, pnömoşefalusa ve santral sinir sisteminde kalıcı hasara yol açabilir. Bu kontrendikasyon, öncelikle maske tabanlı noninvazif ventilasyon (NIV) için geçerlidir; varsa invazif yol (trakeostomi) tercih edilmeli ve karar nörolog-yoğun bakım uzmanı iş birliğiyle verilmelidir.

Şiddetli Büllöz Akciğer Hastalığı

Büllöz amfizem, akciğerde büyük ve ince duvarlı hava boşlukları (büller) ile karakterizedir. Pozitif basınçlı ventilasyon, tüm akciğer dokusunu birörnek genişletmek yerine bu zayıf bölgelerde aşırı gerginlik oluşturabilir. Bül rüptürü, büyük hacimli pnömotoraks ve hızlı gelişen gerilim pnömotoraksına yol açabilir. Bu hastalarda ventilasyon zorunluysa en düşük uygulanabilir tidal hacim ve basınç kullanılmalı; ventilasyon sırasında hasta yakından izlenmelidir.

Hava Yolunu Koruyamama veya Yutma Refleksinin Kaybı

Yutma refleksi bozulmuş veya kaybolmuş hastalarda maske tabanlı noninvazif ventilasyon aspirasyon (mide içeriğinin akciğerlere kaçması) riskini önemli ölçüde artırır. Aspirasyon pnömonisi ve pnömoniti, mekanik ventilasyona bağlı ciddi komplikasyonlar arasındadır. Bu hastalarda hava yolunun güvence altına

alınması için invazif yol tercih edilmelidir; trakeostomi veya endotrakeal entübasyon hava yolunu seal altında tutar ve aspirasyonu önler.

Uygun Maske Takılmasını Engelleyen Yüz Deformiteleri

Maske yoluyla uygulanan noninvazif ventilasyonun etkinliği, yüz ve maske arasındaki yeterli sızdırmazlığa (seal) bağlıdır. Ciddi fasiyal yaralanmalar, doğumsal yüz deformiteleri, geniş cerrahi defektler ve ağır yanıklar maske oturmasını imkânsız kılar; bu durumda oluşan kaçaklar hedeflenen tidal hacmin ve basınç desteğinin hastaya iletilmemesine, alarm hatalarına ve güvensiz ventilasyona yol açar. Bu hastalarda invazif yol (trakeostomi) değerlendirilmelidir.

1.6 Kullanım Kitleleri

Kullanıcı	Arayüz	Yetki
Hekim, Hemşire, Yetkili Sağlık Personeli	Hekim Arayüzü (şifreli)	Mod, parametre ve alarm ayarlama
Hasta, Hasta Yakını, Bakıcı	Ev Arayüzü	Temel kullanım (kapsamlı eğitim sonrası)

2. ÜRÜN BİLGİSİ VE TEKNİK ÖZELLİKLER

2.1 Modeller ve Karşılaştırma

VENTISENSE üç farklı model olarak sunulmaktadır. Modeller aynı temel çalışma prensibine sahip olmakla birlikte, destekledikleri hasta popülasyonu ve parametre aralıkları bakımından farklılaşmaktadır.

Özellik	Ventisense 40	Ventisense 60	Ventisense PRO
Hedef Hasta	Pediyatrik	Yetişkin	Yetişkin + Pediyatrik
Frekans	4–60 bpm	4–30 bpm	4–60 bpm
Basınç	3–40 mbar	3–60 mbar	3–60 mbar
Tidal Hacim	50–200 ml	200–2000 ml	50–2000 ml



Şekil 2 — Ventisense

2.2 Teknik Özellikler

2.2.1 Fiziksel ve Mekanik Özellikler

Parametre	Değer
Boyutlar (G × D × Y)	275 × 275 × 145 mm
Ağırlık	2,8 kg
Ses Basınç Düzeyi	60,5 dB(A) ort. (ISO 80601-2-72)
Ses Güç Düzeyi	61,3 dB(A)
Gaz Çıkış Portu	22 mm OD (erkek konik, ISO 5356-1)
Koruma Sınıfı	IP22
Gövde Malzemesi	Alev geciktirici ABS/PC plastik (UL94-V0)
Ekran	7" Renkli TFT-LCD Kapasitif Dokunmatik

2.2.2 Elektriksel Özellikler

Parametre	Değer
Şebeke Gerilimi	100–240 VAC, 50/60 Hz
DC Gerilim	24 V DC / 5 A
Güç Tüketimi	120 W
Dahili Pil	18,5 V, 5000 mAh, 92 Wh Li-Iyon
Pil Çalışma Süresi	~8 saat
Elektriksel Güvenlik	Sınıf II, BF Tipi Uygulanan Parça

2.2.3 Pnömatik Performans

Parametre	Değer / Aralık
Maksimum Çalışma Basıncı	60 hPa (mbar)
Minimum Çalışma Basıncı	3 hPa (mbar)
Maksimum Akış	200 L/dak
Tetikleme	Akış tetiklemeli
Basınç Doğruluğu	$\pm(3,0 + \%5 \times \text{ayar basıncı})$ hPa
Hacim Doğruluğu	$\pm(4,0 + \%15 \times \text{ayar hacmi})$ ml
Yüksek Basınç Alarm Süresi	≤ 200 ms

2.2.4 Ölçüm Aralıkları ve Doğruluk

Parametre	Hasta Grubu	Ayar Aralığı	Doğruluk
Basınç (P)	Yetişkin	3–60 mbar	$\pm(3,0 + \%5 \times \text{ayar basıncı})$
Basınç (P)	Pediyatrik	3–40 mbar	$\pm(3,0 + \%5 \times \text{ayar basıncı})$
Frekans (F)	Yetişkin	4–30 bpm	$\pm 0,1$ sn
Frekans (F)	Pediyatrik	4–60 bpm	$\pm 0,1$ sn
İnsp. Hacim (VI)	Yetişkin	200–2000 ml	$\pm(5 + \%10 \times \text{ayar})$ — Hedef
İnsp. Hacim (VI)	Pediyatrik	50–200 ml	$\pm(5 + \%10 \times \text{ayar})$ — Hedef
Dakika Hacmi (MV)	Yetişkin/Ped.	0–25 L	—
FiO ₂	Yetişkin/Ped.	0–%100	$\pm 1,5$

2.2.5 Çevresel Koşullar

Koşul	Çalışma	Depolama / Taşıma
Sıcaklık	0°C – +40°C	-20°C – +45°C
Nem	%15–95 (yoğunlaşmasız)	%15–95 (yoğunlaşmasız)
Atmosferik Basınç	50–106 kPa	50–106 kPa
İrtifa	0–3000 m	—

2.2.6 Beklenen Hizmet Ömrü

Cihazın beklenen hizmet ömrü 20.000 çalışma saatidir. Bu değer, kritik pnömatik bileşen olan motor/türbinin ömür spesifikasyonuna dayandırılmış ve gerçek zamanlı performans testleriyle doğrulanmıştır. Güvenli çalışmanın sürdürülmesi için periyodik bakım zorunludur.

2.3 Uygunluk ve Belgelendirme

Standart / Düzenleme	Kapsam
EN ISO 80601-2-72:2023	Ev tipi ventilatörler için temel gereksinimler
IEC 60601-1 / EN 60601-1-2	Elektrik güvenliği ve EMC
IEC 60601-1-8	Alarm sistemleri
IEC 60601-1-6 / IEC 62366	Kullanılabilirlik mühendisliği
EN ISO 60601-1-11	Ev sağlık hizmetleri uygunluğu
EN ISO 18562-1/2/3	Solunum gazı yolu biyouyumluluğu
IEC 62304	Tıbbi cihaz yazılımı yaşam döngüsü
MDR (EU) 2017/745	AB Tıbbi Cihaz Regülasyonu — Sınıf IIb
ISO 13485	Tıbbi Cihazlar Kalite Yönetim Sistemi
i NOT	
VENTISENSE, MDR (EU) 2017/745 kapsamında belgelendirilmiş ev tipi mekanik ventilatörler arasında dünyada ilk ve tek CE işaretine sahip cihazlardan biridir. NB No: 2696 — UDEM Adriatic d.o.o. (Zagreb, Hırvatistan)	

3. FİZİKSEL BİLEŞENLER VE BAĞLANTILAR

3.1 Bağlantı Noktaları

VENTISENSE cihazının tüm harici bağlantıları sağ ve sol yan panel üzerinde konumlandırılmıştır.

3.1.1 Sağ Panel Bağlantıları



Şekil 3 — Sağ Panel Bağlantıları

Port	Tanım
Ekspirasyon Hortum Bağlantısı	Ekshalasyon valfi bu girişe bağlanır; çift bacaklı devrenin ekspirasyon hortumu ekshalasyon valfine bağlanır.
Ekshalasyon Valf Kontrol Hortum Girişi	Ekshalasyon valfinin kontrol hortumu bu girişe takılır.
İnspirasyon Hortum Bağlantısı	Çift bacaklı devrenin inspirasyon hortumu bu çıkışa bağlanır.
Oksijen Giriş Portu	Harici oksijen kaynağı bu porttan bağlanır (Maks. 60 L/dak, 1 bar).

3.1.2 Sol Panel Bağlantıları



Şekil 4 — Sol Panel Bağlantıları

Port	Tanım
DC Güç Girişi	Güç kaynağı (adaptör) bu girişe bağlanır.
USB (Arayüz)	PC bağlantısı için USB arayüz girişi.
SD Kart	Terapi verilerinin kaydedilmesi için SD kart yuvası.
Kullanılmayan Portlar	Bu portlar kullanım dışıdır; bağlantı yapılmamalıdır.

3.2 Kontrol Elemanları

Eleman	Konum	İşlev
Açma / Kapama Tuşu	Ön panel	Cihazı açar/kapar
Motor Başlatma / Durdurma	Ön panel	Ventilasyonu başlatır/durdurur (3 sn basılı tutarak durdurma)
7" Dokunmatik Ekran	Ön panel	Tüm parametre ayarlama ve izleme arayüzü
LED Durum Göstergeleri	Ön panel	Alarm ve çalışma durumu görsel bildirimi

3.3 Montaj Seçenekleri



Şekil 5 — Montaj Noktaları

VENTISENSE gövdeye gömülü somunlar sayesinde 4 adet M5 civata ile sac levhaya monte edilebilir. Gövde üzerindeki kulakçıklar ve bir kayış yardımıyla gerilerek direklere veya ayaklara sabitlenebilir.

VENTISENSE, tekerlekli sandalye kullanan hastalar için özel montaj desteği ile birlikte kullanılabilir. Cihaz; sandalyenin arka çantasına, yan paneliyle uyumlu bir tutucuya veya sandalye çerçevesine sabitlenmiş bir taşıyıcı aparata monte edilerek hastanın taşınabilirliği ve günlük yaşam aktiviteleri korunur. Montaj sırasında hava giriş ve çıkış açıklıklarının engellenmemesine, hortumların bükülmemesine ve hasta hareketiyle bağlantıların gevşemesine zemin hazırlamayacak şekilde yerleştirilmesine dikkat edilmelidir.



Şekil 6 — Tekerlekli Sandalyeye Montaj (arka)



Şekil 7 — Tekerlekli Sandalyeye Montaj

- ⚠ Tekerlekli sandalye montajında cihazın hava giriş ve çıkış açıklıkları hiçbir koşulda kapatılmamalıdır.
- ⚠ Hasta devresi hortumları sandalye tekerleklerine veya hareketli parçalara temas etmeyecek biçimde yönlendirilmelidir.

4. KURULUM VE BAĞLANTI

4.1 Güç Bağlantısı ve Cihazı Açma



Şekil 8 — Güç Bağlantısı

Sol panelde bulunan güç portuna adaptörün güç girişi, oklar aşağıya bakacak şekilde takılır. Cihaz ön paneldeki Açma/Kapama tuşuna basılarak açılır. Açılış sırasında sensörler, valfler ve alarm donanımı otomatik başlangıç testi (Power-On Self-Test) ile kontrol edilir.

4.2 Hekim Menüsü Erişimi



Şekil 9 — Hekim Menüsü Erişimi

Mod ve parametre ayarları yapabilmek için Hekim Menüsü'nün aktif edilmesi gerekir. Cihaz Ev modunda çalışırken şu adımlar izlenir:

- Ayarlar → Genel → Hekim Menüsü Erişimi bölümüne girilir.
- 2904 şifresi girilerek Hekim Modu aktif edilir.
- Cihazın üst panelindeki simgeler aktif modu gösterir (Ev simgesi / Kırmızı Artı).

NOT

Hekim Menüsü şifresi yetkili kişilere ürün tesliminde verilmektedir. Yetkisiz kişilerin parametre değiştirmesi hasta güvenliğini tehlikeye atabilir.

4.3 Mod ve Parametre Ayarlama



Şekil 10 — Parametre Ayarlama Ekranı

Hekim tarafından belirlenen mod ve parametreler, Parametreler sayfasından Ayar 1, Ayar 2 veya Ayar 3 ekranlarından birisi seçilerek ayarlanır ve ardından aktif hale getirilir. Üç bağımsız ayar profili tanımlanabilmesi, klinisyenin farklı klinik senaryolara önceden hazırlıklı olmasını sağlar.

4.4 Ekshalasyon Valf Bağlantısı



Şekil 11 — Ekshalasyon Valf Bağlantısı

- Ekshalasyon valfi, cihazın ekspirasyon girişine — üzerindeki ok işareti cihaza bakacak şekilde — yerleştirilir.
- Valf hortumu, inspirasyon ve ekspirasyon portları arasındaki valf girişine takılır.

4.5 Bakteri Filtresi ve Hasta Devresi Bağlantısı



Şekil 12 — Bakteri Filtresi ve Hasta Devresi

- İnspirasyon portuna bir bakteri filtresi takılır.
- Hasta devresi hortumları sırasıyla: ekshalasyon valfi üzerinden ekspirasyon hattına, bakteri filtresi üzerinden inspirasyon hattına bağlanır.

⚠ UYARI

Harici nemlendirici kullanıldığında cihazın inspirasyon ve ekspirasyon portlarına bakteriyel filtre takmadan çalıştırmayınız.

Standart bağlantı sırası: Cihaz İnsp. Portu → Bakteri/Viral Filtre → İnsp. Hattı → Nemlendirici → Y-Parçası → Eksp. Hattı → Bakteri/Viral Filtre → Eksh. Valfi → Cihaz Eksp. Portu

4.6 HMEF — Nemlendirici Filtre Bağlantısı



Şekil 13a — HMEF Bağlantısı



Şekil 13b — Kateter Bağlantısı

- Hasta devresinin ucuna bir HMEF (nemlendirici filtre) yerleştirilir.
- HMEF filtresinin ucuna kateter bağlanarak hasta ile bağlantı sağlanır.

4.7 Harici Nemlendirici ile Kullanım

Doktor tarafından gerekli görülmesi halinde cihaz harici bir nemlendirici ile birlikte kullanılabilir. Harici nemlendirici kullanımı; uygulamadan sorumlu hekimin belirlediği parametreler ve nemlendiricinin kullanım kılavuzu doğrultusunda gerçekleştirilmelidir.

Bağlantı Adımları

- İnspirasyon portuna ve ekspirasyon portundaki ekshalasyon valfinin önüne bakteri/viral filtre takın.
- İnspirasyon hortumunu, inspirasyon portuna takılmış bakteri filtresinin çıkışına bağlayın.
- İnspirasyon hortumunun diğer ucunu harici nemlendiricinin gaz giriş portuna bağlayın.
- Nemlendiricinin gaz çıkış portuna bağlanacak hortumun bir ucunu nemlendiriciye takın.
- Bu hortumun diğer ucunu Y-parçasına (hasta bağlantısı) bağlayın.
- Y-parçasından çıkan ekspirasyon hortumunu ekspirasyon portuna bağlayın.
- Harici nemlendiricinin ayarını hekim tarafından belirlenen düzeye getirin.
- Tüm bağlantıların doğru, sızdırmaz ve güvenli şekilde takılmış olduğunu kontrol edin.



Şekil 14 — Harici Nemlendirici Bağlantısı

⚠ UYARI

Harici nemlendirici kullanırken cihazın inspirasyon ve ekspirasyon portlarına kesinlikle bakteri/viral filtre takın.

Standart bağlantı sırası: Cihaz İnsp. Portu → Bakteri/Viral Filtre → İnsp. Hattı → Harici Nemlendirici → Y-Parçası → Eksp. Hattı → Bakteri/Viral Filtre → Eksh. Valfi → Cihaz Eksp. Portu.
Harici nemlendirici kullanırken hasta bağlantı noktasında veya devre içinde HMEF filtresi

kullanmayın; bu kombinasyon aşırı devre direncine yol açabilir.

Harici nemlendiricinin cihazdan ve hastadan daha düşük bir seviyede, düz ve sabit bir yüzeyde konumlandırıldığından emin olun.

Kullanım sırasında bakteri filtrelerini ve ekshalasyon valfini nem birikimi açısından düzenli olarak kontrol edin; tıkanan filtreler solunum direncini artırır.

4.8 Nebulizatör ile Kullanım

Doktor tarafından gerekli görülmesi halinde cihaz bir nebulizatör ile birlikte kullanılabilir. Nebulizatör kullanımı; hekim tarafından belirlenen ilaç dozu ve uygulama süresi ile nebulizatör üreticisinin talimatları doğrultusunda gerçekleştirilmelidir.

Bağlantı Adımları

- İnspirasyon portuna ve ekspirasyon portundaki ekshalasyon valfinin önüne bakteri/viral filtre takın.
- İnspirasyon hortumunu, inspirasyon portuna takılmış bakteri filtresinin çıkışına bağlayın.
- İnspirasyon hortumunun diğer ucunu nebulizatörün giriş portuna bağlayın.
- Hasta bağlantısı için kullanılacak hortumun bir ucunu nebulizatörün çıkış portuna bağlayın.
- Bu hortumun diğer ucunu Y-parçasına (hasta bağlantısı) bağlayın.
- Y-parçasından çıkan ekspirasyon hortumunu ekspirasyon portuna bağlayın.
- Tüm bağlantıların doğru, sızdırmaz ve güvenli şekilde takılmış olduğunu kontrol edin.



Şekil 15 — Nebulizatör Bağlantısı

⚠ UYARI

Nebulizatörü yalnızca ventilatör cihazı aktif çalışırken kullanın. Ventilatör durdurulduğunda nebulizatör kullanımı da derhal sonlandırılmalıdır.

Nebulizatör kullanırken hasta bağlantı noktasında veya devre içinde HMEF filtresi kullanmayın; ilaç partikülleri filtreyi hızla tıkayabilir.

Nebulizatör kullanımı sırasında bakteri filtreleri ve ekshalasyon valfini nem veya ilaç kalıntısı açısından düzenli kontrol edin.

Pnömatik nebulizatör kullanımı ventilatörün akış ve hacim ölçüm doğruluğunu etkileyebilir; hastayı yakından izleyin ve gerekirse parametreleri yeniden ayarlayın.

Nebulizasyon veya nemlendirme sırasında devre filtreleri ve ekshalasyon valfi nem ve/veya ilaç kalıntısı nedeniyle hızla tıkanabilir. HMEF ve bakteri/viral filtreler tek kullanımlıktır; en az 24–48 saatte bir veya üretici önerilerine göre değiştirilmelidir.

4.9 Oksijen Bağlantısı



Şekil 16 — Oksijen Bağlantısı

- Oksijen kaynağından gelen hortumun ucuna, çanta içerisindeki oksijen portu takılır.
- Bu port cihazın sağ panelindeki oksijen girişine bağlanır.

⚠ UYARI

Cihaza uygulanacak oksijen akış hızı 60 L/dak'ı ve basınç 1 bar'ı aşmamalıdır. Oksijen kullanımı yangın riskini önemli ölçüde artırır. Cihaz yakınında ateşleme kaynağına izin vermeyiniz.

4.10 Terapiyi Başlatma ve Durdurma



Şekil 17 — Terapi Başlatma / Durdurma

Tüm bağlantılar tamamlandıktan sonra:

- Motor başlatma/durdurma tuşuna basılır.
- Onay ekranı açılır; ayarlanan mod ve parametre bilgileri son kez kontrol edilir.
- Onay tuşuna basılarak ventilasyon başlatılır.
- Hacim hedefli modlarda ilk nefes sonrası kompliyans hesaplanır; cihaz 2. nefeste en yakın hacim değerini uygular.
- Terapiyi bitirmek için motor başlatma/durdurma tuşuna 3 saniye basılı tutularak motor durdurulur.

4.11 Üst Panel İkonları

VENTISENSE'nin ekranının üst panelinde cihazın anlık durumunu bildiren bir dizi ikon bulunmaktadır. Bu ikonlar; hasta tipi, çalışma modu, güç kaynağı, tetikleme tipi ve aktif özellikler hakkında gerçek zamanlı görsel bilgi sağlar. Aşağıda tüm ikonlar ve anlamları tek tek açıklanmaktadır.

HASTA TİPİ İKONLARI — Aktif hastanın yaş grubunu gösterir



**Yenidoğan /
Küçük Pediatrik**

Cihaz yenidoğan veya prematüre hasta için uygun değildir. Bununla birlikte pediatrik ayarlar tidal hacim 30 ml altında ölçüldüğünde bu durumu belirtmek amacıyla bu ikon görüntülenir.



Pediatrik Hasta

Cihaz pediatrik hasta profiliyle çalışmaktadır. Pediatrik Mod aktiftir; parametre aralıkları çocuk hastaya uygundur.



Yetişkin Hasta

Cihaz yetişkin hasta profiliyle çalışmaktadır. Pediatrik Mod kapalıdır; tam yetişkin parametre aralıkları geçerlidir.

ÇALIŞMA ARAYÜZ İKONLARI — Kullanıcı arayüzü düzeyini gösterir



Ev Modu

Cihaz hasta / bakıcı arayüzündedir. Bu modda parametre ve alarm ayarları değiştirilemez; yalnızca temel işlemler (başlatma/durdurma, parlaklık, ses) yapılabilir.



Hekim Modu

Hekim Modu aktif. Şifre girilerek erişilen bu modda ventilasyon modu, tüm parametreler ve alarm limitleri değiştirilebilir. Yetkili sağlık personeline özeldir.

TETİKLEME TİPİ İKONLARI — Terapi aktifken, her nefeste güncellenir



**Spontan
Tetikleme**

Son nefes hasta tarafından spontan eforla tetiklendi. Hastanın kendi solunum çabası cihazın inspirasyonu başlatmasını sağlamaktadır. Hasta-cihaz senkronizasyonunun iyi olduğunun göstergesidir.



**Zamanlı
Tetikleme**

Son nefes cihazın zaman döngüsüyle (zamanlı) tetiklendi. Hasta spontan efor göstermemiş ya da efor algılanamamıştır; cihaz nefesi otomatik olarak başlatmıştır. Bu ikon sürekli görünüyorsa tetikleme hassasiyeti veya hasta durumu gözden geçirilmelidir.

GÜÇ KAYNAĞI İKONLARI — Aktif güç kaynağını gösterir



**AC Güç —
Şebeke**

Cihaz şebeke elektriğine (AC) bağlı çalışmaktadır. Birincil ve önerilen güç kaynağıdır.



**Pil ile Çalışma /
Şarj**

Cihaz dahili pil ile çalışmaktadır veya pil şarj oluyordur. AC güç kaybedildiğinde ya da şarj sırasında görüntülenir.



Pil Seviyesi

Dahili pilin anlık şarj seviyesini gösterir. Pil ile çalışma aktifken pil ikonunun doluluk oranı izlenmelidir; Pil %30 ve %10 alarmlarına dikkat edin.

VERİ / DEPOLAMA İKONLARI



SD Kart Takılı

Cihazın SD kart yuvasına SD kart takılmıştır. Terapi verileri SD karta kaydedilmekte veya yazılım güncelleme dosyası mevcut olabilir. Terapi sırasında SD kartın takılı kalması gerekmez; güncelleme işlemi tamamlandıktan sonra çıkarılması önerilir.

DURUM VE UYARI İKONLARI



Alarm / Uyarı

Aktif bir alarm veya uyarı mevcuttur. Alarm önceliğine göre sesli ve görsel bildirim eşlik eder. Alarmın nedeni belirlenerek müdahale edilmelidir.

ÖZELLİK DURUM İKONLARI — Aktif olduğunda görüntülenir



Harici Nemlendirici Aktif

Ayarlar menüsünden Harici Nemlendirici özelliği etkinleştirilmiştir. Hacim hesapları nemlendirici boşluğunu da dahil ederek daha doğru sonuçlar verir. Özellikle pediatrik hastalarda önerilir.



Kaçak Kompanzasyonu — Normal

Kaçak Kompanzasyonu aktiftir ve devre kaçağı normal sınırlar içindedir; algoritma kaçağa göre düzeltme yapmaktadır.



Kaçak Kompanzasyonu — Düzeltiliyor

Kaçak Kompanzasyonu aktiftir ve anlamlı bir kaçak tespit edilmiştir; algoritma hacim hesaplarını ve tetikleme hassasiyetini gerçek zamanlı olarak kaçağa göre düzeltmektedir. Kaçak kaynağı araştırılmalıdır.

NOT

Üst panel ikonları terapi sırasında gerçek zamanlı olarak güncellenir. Tetikleme tipi ikonu (ciğer / kronometre) her nefeste değişebilir; sürekli kronometre ikonu hasta durumunun değerlendirilmesi gerektiğini gösterebilir. İkon sırası ve konumu yazılım sürümüne göre değişmiş olabilir; güncel sürüm notlarını inceleyin.

5. VENTİLYASYON MODLARI

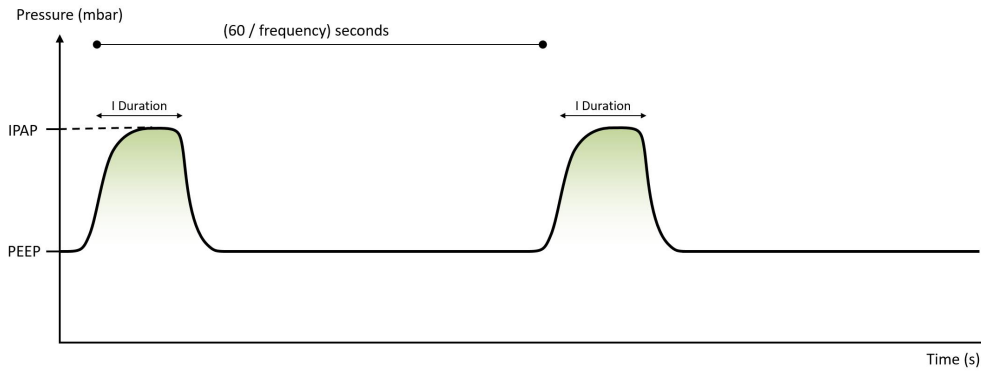
VENTISENSE 10 ventilasyon modunu destekler. Bu modlar; hastanın klinik durumuna, spontan solunum kapasitesine, tedavi hedeflerine ve hasta-cihaz senkronizasyon gereksinimlerine göre seçilir. Modlar klinik fonksiyonlarına göre dört kategoriye ayrılır:

Kategori	Modlar	Temel Özellik
Zorunlu Ventilasyon	PCV, VCV	Tüm nefesler cihaz tarafından başlatılır ve kontrol edilir; spontan solunum desteklenmez.
Destekli Ventilasyon	PCV-A, VCV-A	Cihaz zorunlu nefesleri iletirken hastanın spontan eforunu da tetikleme olarak kabul eder.
Senkronize Aralıklı Zorunlu Ventilasyon	SIMV-P, SIMV-V	Ayarlanan frekansta zorunlu nefes + spontan nefes penceresi; ikisi senkronize edilir.
Spontan / Destekli Spontan Ventilasyon	PSV, BiLEVEL, CPAP, HFO	Hasta kendi solunum hızını ve zamanlamasını belirler; cihaz destek sağlar veya sabit basınç uygular.

5.1 PCV — Basınç Kontrollü Ventilasyon

PCV Pressure Controlled Ventilation — Basınç Kontrollü Ventilasyon

Ventilasyon tamamen cihaz tarafından kontrol edilir. Her solunum döngüsünde ayarlanan inspirasyon basıncı (IPAP) belirlenen süre boyunca sabit tutulur. Spontan solunum cihaz tarafından desteklenmez. İletilen tidal hacim; hastanın akciğer kompliyansı ve hava yolu direncine bağlı olarak değişir.



Şekil 18 — PCV Modu: Basınç Dalga Formu

5.1.1 Fizyolojik Temel ve Çalışma Mekanizması

PCV modunda cihaz, ayarlanan inspirasyon basıncına hızla ulaşarak bu basıncı inspirasyon süresi boyunca sabit biçimde korur. Bu "kare basınç dalgası" modeli, inspirasyon başında yüksek akış sağlayarak alveollerin erken açılmasına olanak tanır; ardından akış üstel olarak azalır (deselerating flow pattern). Bu azalan akış profili, PCV'nin VCV'ye kıyasla en belirgin pnömatik avantajlarından biridir [17, 18]: gaz, akciğer bölümleri arasında daha homojen dağılır; farklı zaman sabitine sahip kompartmanlar inspirasyon süresi içinde basınca erişebilir ve bu da ventilasyon-perfüzyon eşleşmesini iyileştirir.

Tidal hacim, basınç kontrollü modlarda değişkendir. Aşağıdaki eşitlik bu ilişkiyi özetler: $V_t = \Delta P \times C_{rs}$ ($\Delta P = IPAP - PEEP$; C_{rs} = Solunum Sistemi Kompliyansı). Akciğer kompliyansı düştüğünde (örn. ateletazi, pnömoni) ya da hava yolu direnci arttığında aynı basınç ayarında daha az tidal hacim iletilir. Bu nedenle tidal hacmin ve dakika ventilasyonunun sürekli izlenmesi zorunludur.

5.1.2 Klinik Endikasyonlar

PCV; basıncın kesin olarak sınırlanması gereken klinik durumlarda tercih edilen moddur. Başlıca endikasyonlar şunlardır:

- Akut Solunum Sıkıntısı Sendromu (ARDS): Akciğer koruyucu ventilasyon stratejisinde pik hava yolu basıncının kontrol altında tutulması kritik önemdedir. PCV, yüksek PEEP ve kısıtlı basınç limiti kombinasyonunda güvenli ve etkili ventilasyon sağlar. Çalışmalar PCV'nin ARDS'de oksijenasyonu iyileştirdiğini ve barotravma riskini azalttığını göstermektedir. [16, 18]
- Yüksek Tepe Hava Yolu Basıncı: VCV ile tepe inspirasyon basıncı (PIP) ≥ 35 cmH₂O'ya ulaşan hastalarda PCV'ye geçiş basınç kaynaklı akciğer hasarını önlemeye yardımcı olur.
- Nöromusküler Hastalıklar ve Kuadripleji: Solunum kasları zayıflamış hastalarda sabit basınç uygulaması konfor ve komplianceyi artırarak tutarlı ventilasyon sağlar.
- Devre Kaçağı Olan Vakalar: PCV, küçük devre kaçaklarına rağmen ayarlanan basıncı korumaya devam eder; VCV'de ise kaçak durumunda hacim hedefine ulaşmak için aşırı basınç gerekebilir.
- Pediyatrik Ventilasyon: Küçük hastalarda küçük tidal hacimlerin hassas kontrolü için basınç kontrollü yaklaşım tercih edilir.

5.1.3 Klinik Avantajlar

Avantaj	Açıklama
Basınç Sınırlaması	Maksimum hava yolu basıncı asla ayarlanan IPAP değerini aşmaz; barotravma riski azalır.
Azalan Akış Profili	Gaz dağılımı daha homojen; V/Q eşleşmesi ve oksijenasyon iyileşir.
Alveolar Rekrütman	Yüksek erken akış + sabit basınç süresi ile atelektatik bölgeler açılmaya zorlanır.
Kaçak Toleransı	Devre kaçaklarına rağmen basınç hedefi korunur.
Düşük Sedasyon İhtiyacı	Adaptif akış profili hasta konforu sağlar; daha az nöromusküler blokaj gerekebilir.

5.1.4 Klinik Dezavantajlar ve Dikkat Edilmesi Gerekenler

Dezavantaj	Açıklama
Değişken Tidal Hacim	Kompliance veya direnç değiştiğinde tidal hacim öngörülemez şekilde değişir; hipoventilasyon veya volutrauma riski doğar.
CO ₂ Kontrolü Güç	Dakika ventilasyonu sabit değil; hiperkapni durumlarında basıncın sık ayarlanması gerekir.
Sürekli İzlem Zorunluluğu	Tidal hacim, dakika ventilasyonu ve SpO ₂ sürekli takip edilmelidir.

NOT

PCV'de tidal hacim hedefi aşılsa inspirasyon basıncını düşürün; yetersiz kalırsa artırın.
PaO₂ düşükse PEEP'i artırın; PaCO₂ yüksekse frekans veya IPAP değerini yükseltin.

5.1.5 PCV Parametre Özeti

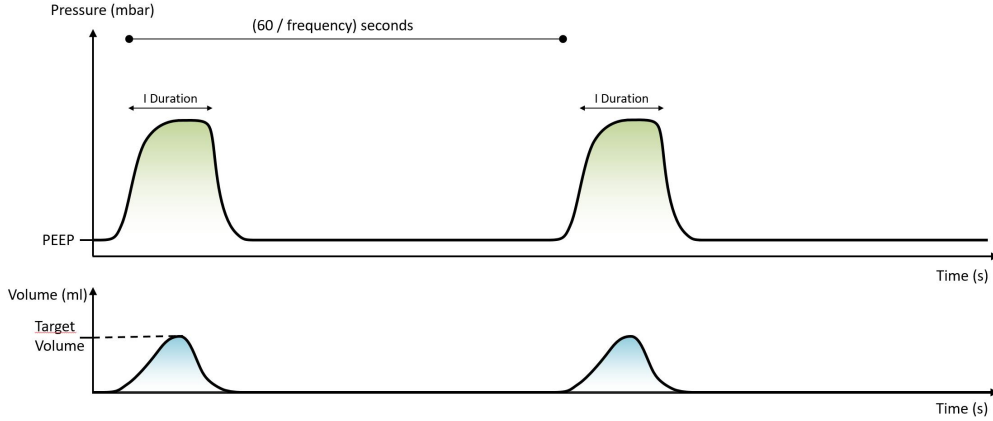
Parametre	Klinik Açıklama
IPAP	Hedef inspirasyon basıncı. Tidal hacim büyüklüğünü dolaylı olarak belirler.
PEEP	Ekspirasyon sonu basıncı; alveolar kollaps ve oksijenasyonu etkiler.
Hedef Hacim	İzleme referansı; gerçek iletilen hacim complianceye bağlı değişir.
Frekans	Dakika ventilasyonunu ve CO ₂ atılımını etkiler.
İnsp. Süresi	İ:E oranını belirler; uzun inspirasyon süresi ortalama

Parametre	Klinik Açıklama
	hava yolu basıncını artırır.
I-Eğimi	Basınç yükselme hızı; hasta konforu ve inspiratuar senkronizasyonu etkiler.
İç Çekme	Her 20 nefeste 1.5× IPAP; atelettaz önleme stratejisi.

5.2 VCV — Hacim Kontrollü Ventilasyon

VCV Volume Controlled Ventilation — Hacim Kontrollü Ventilasyon

Her inspirasyon döngüsünde ayarlanan tidal hacim kesin olarak hastaya iletilir. Ventilasyon cihaz tarafından kontrol edilir; spontan solunum desteklenmez. İnspirasyon basıncı hastanın akciğer kompliyansı ve hava yolu direncine bağlı olarak değişir; kompliyans düştükçe veya direnç arttıkça basınç yükselir.



Şekil 19 — VCV Modu: Basınç ve Hacim Dalga Formları

5.2.1 Fizyolojik Temel ve Çalışma Mekanizması

VCV modunda cihaz, ayarlanan tidal hacmi ulaştırmak için gereken basıncı dinamik olarak ayarlar. Klasik VCV'de sabit (kare) akış dalgası kullanılır: inspirasyon boyunca sabit akış iletilir, hacim hedefine ulaşıldığında inspirasyon sona erer. Bu model öngörülebilir dakika ventilasyonu ve CO₂ kontrolü sağlar, ancak pik hava yolu basıncı kontrol edilmediğinden kompliyans değişimlerinde barotravma riski ortaya çıkabilir.

VCV klinik açıdan dünyanın en yaygın kullanılan ventilasyon modu konumundadır; küresel epidemiyolojik çalışmalar toplam mekanik ventilasyon süresinin yaklaşık %60'ında VCV'nin tercih edildiğini göstermektedir. [19] Bu yaygınlığın temel nedeni, dakika ventilasyonunun ve CO₂ atılımının öngörülebilir şekilde kontrol edilebilmesidir.

5.2.2 Klinik Endikasyonlar

- ARDS ve Akciğer Koruyucu Ventilasyon: ARDSNet protokolü kapsamında 6 ml/kg tidal hacim ve plato basıncı ≤ 30 cmH₂O hedefini en net biçimde uygulayabildiği mod VCV'dir. Tidal hacim kesin olarak ayarlanabildiğinden volutrauma riskinin kontrolü doğrudandır. [20]
- Nöromusküler Hastalıklar (ALS, Duchenne, Spinal Musküler Atrofi): Solunum kas gücünün tamamen ya da büyük ölçüde yitildiği hastalarda uygun tidal hacmin güvenceli biçimde iletilmesi zorunludur. VCV bu güvenceyi sağlar.
- Metabolik Asidoz ve Beyin Hasarı: CO₂ düzeyinin kesin kontrolü gereken durumlarda (örn. kafa içi basınç artışında hiperventilasyon stratejisi) dakika ventilasyonunun öngörülebilir olması kritik önemdedir.
- Post-operatif Ventilasyon: Standart solunum mekaniğine sahip hastalarda güvenilir ve kolay yönetilebilir ventilasyon sağlar.
- Sedasyon Altındaki veya Nöromusküler Blokaj Uygulanan Hastalar: Spontan solunum eforununun olmadığı durumlarda VCV tam kontrol sağlar.

5.2.3 Klinik Avantajlar ve Dezavantajlar

Avantaj	Dezavantaj
Tidal hacim ve dakika ventilasyonu sabit ve öngörülebilir	Akciğer kompliyansı düştükçe basınç artar; barotravma riski
CO ₂ kontrolü doğrudan ve güvenilir	Hasta-cihaz asenkronisi daha sık; konfor düşük olabilir

Avantaj	Dezavantaj
Akciğer koruyucu tidal hacim hedefine kesin uyum	Sabit akış dalgası; gaz dağılımı PCV'ye göre daha az homojen
Weaning parametreleri izlemesi kolay	Aktif ekspirasyon veya kas kasılması pik basıncı tehlikeli düzeyde artırabilir

⚠ UYARI

VCV'de maksimum basınç (Maks. Basınç) parametresini mutlaka ayarlayın. Kompliyans ani düştüğünde (örn. pnömotoraks, salgı tıkaçı) basınç tehlikeli düzeyde yükselebilir. Plato basıncının 30 cmH₂ O altında kalmasını hedefleyin.

5.2.4 VCV Parametre Özeti

Parametre	Klinik Açıklama
PEEP	Oksijenasyonu etkiler; alveolar kollapsu önler.
Hedef Hacim	Her nefeste kesin olarak iletilecek tidal hacim. 6–8 ml/kg IBW hedefi.
Frekans	CO ₂ atılımını ve dakika ventilasyonunu doğrudan belirler.
İnsp. Süresi	Sabit tidal hacim iletim süresi; I:E oranını etkiler.
Maks. Basınç	Barotravmaya karşı güvenlik sınırı; bu değer aşılsa alarm üretilir.
Min Basınç	Devre kaçağı veya anormal düşük kompliyans tespiti için alt sınır.
İç Çekme	Her 20 nefeste 1.5× hacim iletimi; atelektaz önleme.

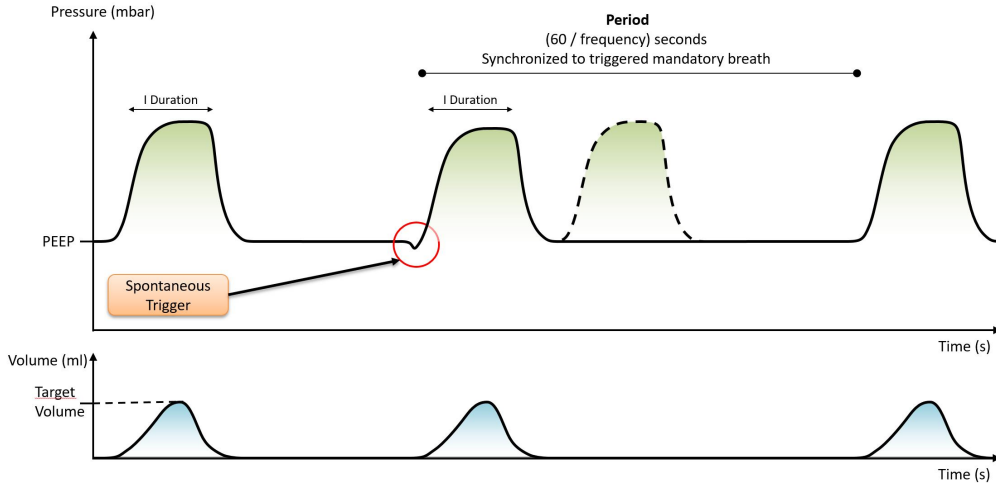
5.3.4 PCV-A Parametre Özeti

Parametre	Klinik Açıklama
IPAP	Her nefeste (tetiklenmiş veya zamanlanmış) uygulanan basınç.
PEEP	Ekspirasyon sonu basıncı; hem oksijenasyon hem tetikleme hassasiyeti için önemli.
Frekans	Zorunlu yedek frekans; hasta bunu aşabilir.
İnsp. Süresi	Her nefes için sabit inspirasyon süresi.
Maks. Basınç	Güvenlik üst sınırı.
I-Eğimi	Basınç yükselme hızı; hasta senkronizasyonunu etkiler.
İnsp. Tetikleme	Hastanın eforunu algılama eşiği.
Tetikleme Kilidi	Erken yeniden tetiklemeyi önlemek için ekspirasyon başındaki bekleme süresi.
İç Çekme	Atelektaz önleme periyodik derin nefes.

5.4 VCV-A — Destekli Hacim Kontrollü Ventilasyon

VCV-A Assisted Volume Controlled Ventilation — Destekli Hacim Kontrollü Ventilasyon

Hastanın cihaz desteğiyle spontan olarak nefes almasını sağlayan hacim kontrollü bir moddur. Her tetiklenmiş veya zamanlanmış nefeste ayarlanan tidal hacim iletilir. İnspirasyon basıncı kompliyans ve dirence bağlı değişir. Hasta tetikleme ile döngü öne alınabilir; bu toplam solunum hızını artırabilir.



Şekil 21 — VCV-A Modu Dalga Formları

5.4.1 Fizyolojik Temel

VCV-A, PCV-A ile aynı assist-control mantığını taşır; temel fark kontrol değişkeninin basınç değil hacim olmasıdır. Hasta her efor gösterdiğinde cihaz ayarlanan tidal hacmi tam olarak iletir. Bu garantili hacim iletimi, özellikle CO₂ kontrolünün kritik olduğu durumlarda önemli bir avantajdır. Ancak kompliyans değiştiğinde basınç değişeceğinden ve hasta eforu ile cihaz akışı arasında uyumsuzluk yaşanabildiğinden hasta-cihaz asenkronisi (özellikle akış açılığı) daha sık görülebilir.

5.4.2 VCV-A vs. PCV-A: Seçim Kılavuzu

Kriter	VCV-A Tercih	PCV-A Tercih
Dakika ventilasyon kontrolü	✓ Kesin, öngörülebilir	Değişken
Tidal hacim kontrolü	✓ Sabit garantili	Kompliyansa bağlı
Basınç sınırlaması	Dikkat: Basınç değişken	✓ IPAP asla aşılmaz
Gaz dağılımı / Konfor	Daha az homojen	✓ Azalan akış profili
CO ₂ kontrolü gereken durum	✓ Kesin kontrol	Zor
Kaçak toleransı	Sınırlı	✓ Basınç korunur

5.4.3 Klinik Endikasyonlar

- Metabolik Asidoz veya Kraniyel Hipertansiyon: CO₂ 'nin sıkı kontrolü gereken durumlarda VCV-A tidal hacim ve dakika ventilasyonunu güvence altına alır.
- ARDS — Akciğer Koruyucu Strateji: 6 ml/kg IBW tidal hacim hedefini korurken spontan solunum eforunu da destekler.
- Weaning Başlangıcı: Tam kontrol VCV'den asiste moda geçiş aşamasında kullanılır.

5.4.4 VCV-A Parametre Özeti

Parametre	Klinik Açıklama
PEEP	Ekspirasyon sonu basıncı; alveolar açıklık ve tetikleme için.
Hedef Hacim	Her nefeste kesin iletilecek tidal hacim.
Frekans	Minimum zorunlu nefes hızı; hasta aşabilir.
İnsp. Süresi	Tidal hacim iletim süresi.
Maks. Basınç	Kompliyans değişimlerine karşı barotravma koruması.
Min Basınç	Düşük kompliyans veya kaçak uyarısı için alt sınır.
İnsp. Tetikleme	Spontan efor algılama eşiği.
Tetikleme Kilidi	Erken yeniden tetikleme önleme süresi.
İç Çekme	Atelektaz önleme periyodik derin nefes.

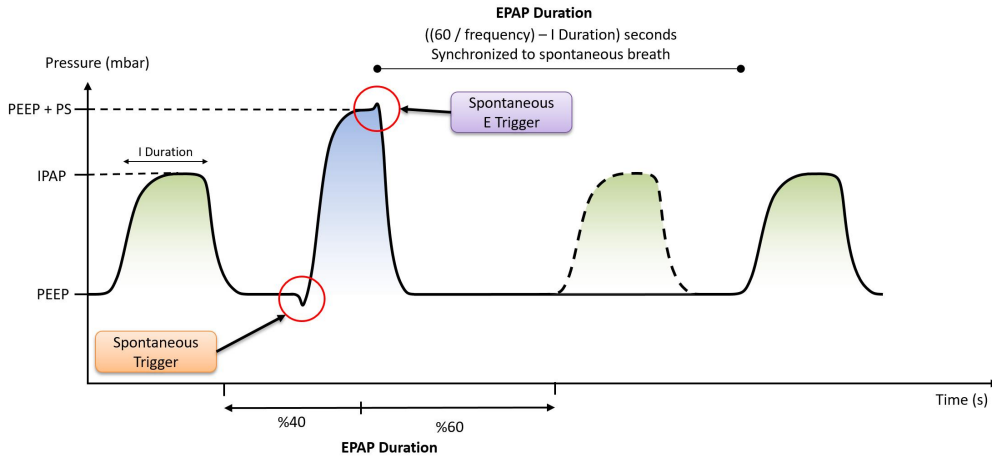
5.5 SIMV — Senkronize Aralıklı Zorunlu Ventilasyon

SIMV (Synchronized Intermittent Mandatory Ventilation — Senkronize Aralıklı Zorunlu Ventilasyon), 1970'lerin başında geliştirilmiş ve sonraki iki dekad boyunca en yaygın weaning modu olmuş köklü bir ventilasyon stratejisidir. SIMV'nin temel ilkesi: ayarlanan frekansta zorunlu nefesler iletmek ve aynı zamanda hastanın ekspirasyon fazında spontan solunumuna izin vermektir. Senkronizasyon mekanizması ise spontan nefes eforunu zorunlu nefes döngüsüyle hizalamayı hedefler.

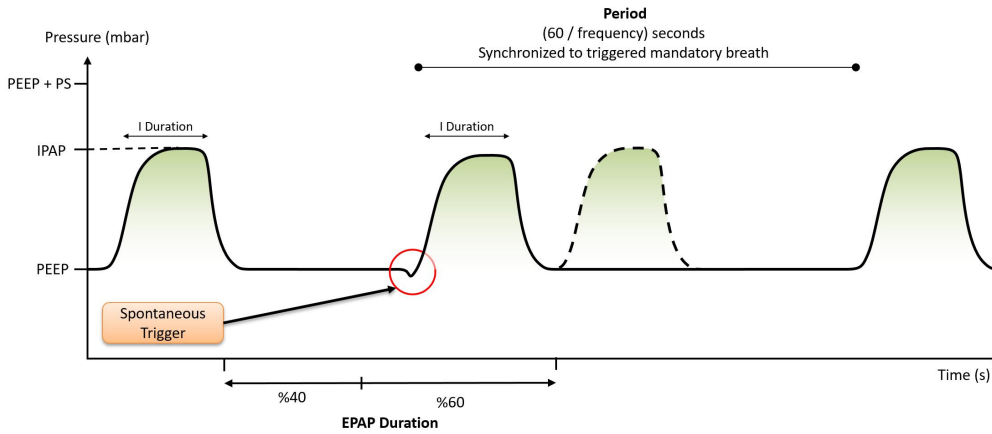
5.5.1 SIMV Algoritması ve Tetikleme Penceresi

VENTISENSE'de SIMV algoritması EPAP süresini iki bölüme ayırır:

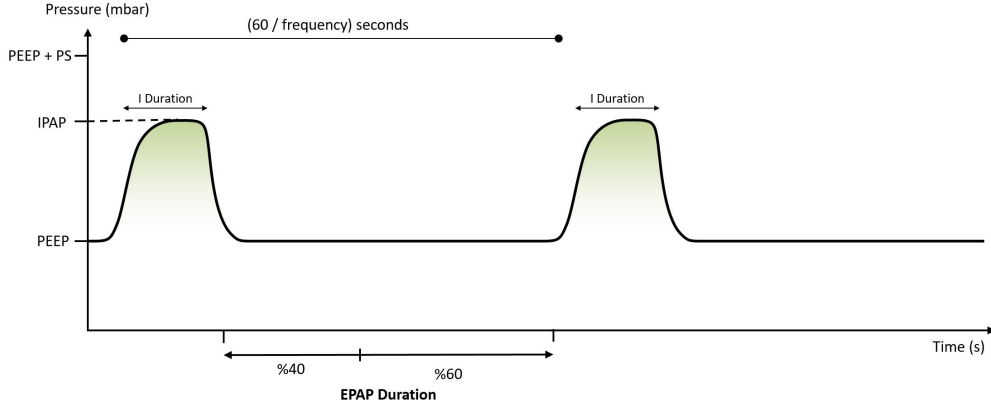
- İlk %40'lık bölüm — Spontan nefes penceresi: Hasta bu aralıkta spontan efor gösterirse cihaz PS (Basınç Desteği) uygular; ekspirasyon hastanın kendi eforuyla gerçekleşir. Bu bir spontan destekli nefestir.
- Son %60'lık bölüm — Zorunlu nefes penceresi: Bu aralıkta spontan efor varsa cihaz bunu zorunlu nefes olarak kabul eder ve IPAP (SIMV-P) veya hedef tidal hacim (SIMV-V) ile destekler; ekspirasyon inspirasyon süresi sonrası gerçekleşir.
- Spontan efor yoksa: Cihaz frekans ayarına göre tam zorunlu nefes iletir.



Şekil 22 — SIMV: Spontan Nefes Tetikleme (%40 Pencere)



Şekil 23 — SIMV: Zorunlu Nefes Tetikleme (%60 Pencere)



Şekil 24 — SIMV: Spontan Solunum Yok — Tam Zorunlu Nefes

5.5.2 Klinik Endikasyonlar

- Hasta-Cihaz Senkronizasyonu: Spontan solunumu olan hastalarda zorunlu nefesleri hasta eforuyla hizalayarak asenkroni azaltılır.
- Ventilasyon Bağımlılık Riski Yönetimi: Tam kontrol modlarına kıyasla solunum kasları kısmen çalışmaya devam eder; bu da kas atrofisini geciktirebilir.
- Barotrauma Riskini Azaltma: Zorunlu ve spontan nefes arasındaki senkronizasyon nefes istiflemesini (breath stacking) önleyerek hava tuzaklanması ve basınç artışı riskini azaltır.
- Evde Uzun Süreli Ventilasyon: Özellikle nöromüsküler hastalıkların ileri evrelerinde zorunlu yedek ventilasyon + spontan solunum desteği kombinasyonu ideal bir profil oluşturur.

5.5.3 Klinik Kanıt Değerlendirmesi

SIMV, 1980'lerde ABD'deki hastanelerin %90'ından fazlasında weaning için tercih edilen moddur. [24] Ancak sonraki dönemde gerçekleştirilen randomize çalışmalar, önemli sınırlamalar ortaya koymuştur:

- Weaning Verimliliği: Çalışmalar SIMV'nin T-parçası denemeleri veya kademeli PSV azaltması ile karşılaştırıldığında weaning süresini uzattığını göstermektedir. Vücut, azalan zorunlu nefes sayısına orantılı olarak solunum işini artırmaz; bu "adaptasyon yetersizliği" yorgunluğa yol açabilir. [26, 28]
- Spontan Nefes Yüğü: Spontan nefeslerde tam destek sağlanmadığında (PS olmaksızın) hasta devre ve valf direncine karşı çalışmak zorunda kalır; bu solunum iş yükünü artırır.
- Hasta Konforu: Zorunlu ve spontan nefes büyüklüklerinin farklı olması uyumsuzluk hissine yol açabilir.

NOT

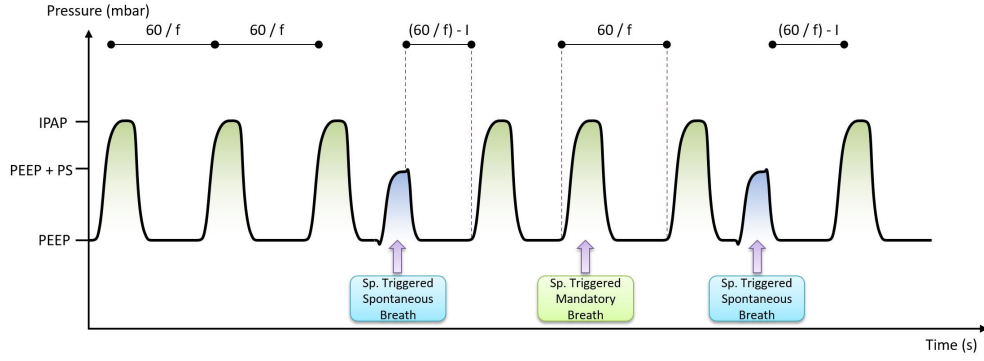
SIMV, PSV ile birlikte kullanıldığında (SIMV+PS) spontan nefeslerin de desteklenmesi solunum işini azaltır.

Weaning hedefi olan hastalarda PSV'ye geçiş daha verimli bir alternatif olabilir.

SIMV; nöromüsküler hastalık, kronik ventilasyon bağımlılığı ve solunum kaslarını koruma hedefi olan vakalarda özellikle değerlidir.

5.5.4 SIMV-P — Basınç Kontrollü SIMV

Zorunlu nefesler basınç kontrollü olarak iletilir (IPAP basıncı ile). Spontan nefesler ayarlanan PS desteğiyle desteklenir.

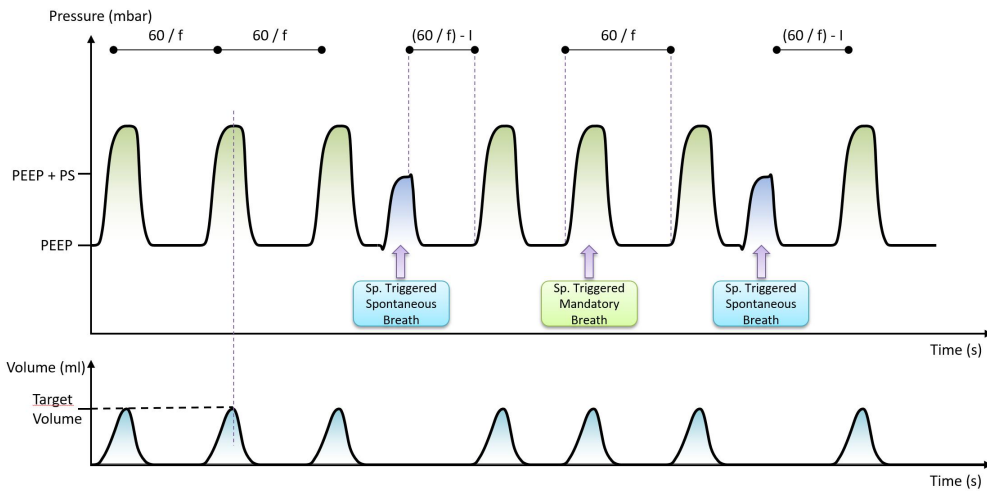


Şekil 25 — SIMV-P: Tüm Olay Tipleri (Spontan / Zorunlu / Yok)

Parametre	Klinik Açıklama
IPAP	Zorunlu nefesler için inspirasyon basıncı.
PEEP	Ekspirasyon sonu pozitif basınç.
Frekans	Dakikada zorunlu nefes sayısı.
İnsp. Süresi	Zorunlu nefes inspirasyon süresi.
Basınç Desteği (PS)	Spontan nefeslere eklenen destek basıncı; PEEP üzerine eklenir.
I-Eğimi	Basınç yükselme hızı.
İnsp. Tetikleme	Spontan efor algılama eşiği.
Eksp. Tetikleme	Spontan nefeslerde ekspirasyon başlangıç kriteri (%5–%100).
Tetikleme Kilidi	Erken yeniden tetikleme önleme.
Maks./Min. İnsp. Süresi	Spontan nefeslerde inspirasyon süre sınırları.
İç Çekme	Atelettaz önleme periyodik derin nefes.

5.5.5 SIMV-V — Hacim Kontrollü SIMV

Zorunlu nefesler ayarlanan tidal hacim ile iletilir. Spontan nefesler basınç desteği alabilir.



Şekil 26 — SIMV-V: Tüm Olay Tipleri

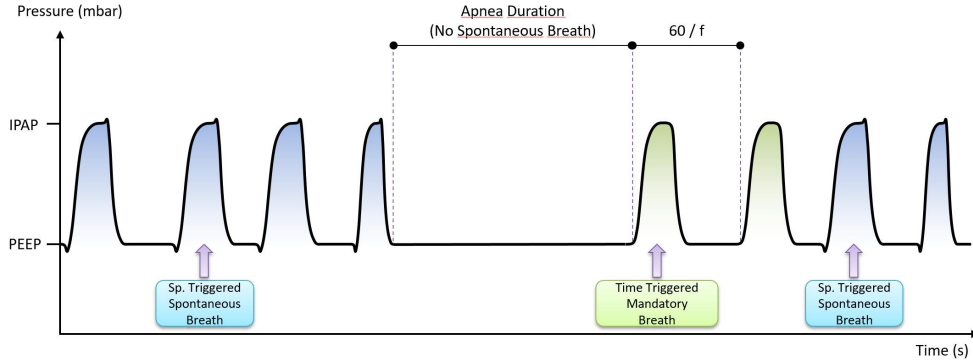
Parametre	Klinik Açıklama
-----------	-----------------

Parametre	Klinik Açıklama
PEEP	Ekspirasyon sonu pozitif basınç.
Hedef Hacim	Zorunlu nefesler için kesin tidal hacim.
Frekans	Dakikada zorunlu nefes sayısı.
İnsp. Süresi	Zorunlu nefes inspirasyon süresi.
Basınç Desteği (PS)	Spontan nefesler için ek basınç desteği.
Maks. Basınç	Tidal hacim iletiminde izin verilen üst basınç.
Min. Basınç	Düşük kompliyans / kaçak uyarısı için alt sınır.
I-Eğimi	Basınç yükselme hızı.
İnsp. Tetikleme	Spontan efor algılama eşiği.
Eksp. Tetikleme	Spontan nefeslerde ekspirasyon başlangıç kriteri.
Tetikleme Kilidi	Erken yeniden tetikleme önleme.
Maks./Min. İnsp. Süresi	Spontan nefeslerde inspirasyon süre sınırları.
İç Çekme	Atelektaz önleme periyodik derin nefes.

5.6 PSV — Basınç Destekli Ventilasyon

PSV Pressure Support Ventilation — Basınç Destekli Ventilasyon

PSV; hastanın her spontan inspirasyon eforunu algılayarak ayarlanan destek basıncını uygular. Cihaz kendi başına nefes başlatmaz; hasta tetiklemesine tam olarak bağımlıdır. Apne süresi içinde spontan nefes algılanmazsa otomatik yedek (backup) frekansla zorunlu ventilasyon başlar. PSV, hastanın hem inspirasyon zamanlamasını hem de ekspirasyon geçişini kontrol ettiği en fizyolojik moddur.



Şekil 27 — PSV Modu: Hasta Tetiklemeli Basınç Destekli Nefes

5.6.1 Fizyolojik Temel

PSV'de her inspirasyon üç faz içerir. Birinci faz tetiklemedir: hasta küçük bir eforla devre akışında değişiklik oluşturur; cihaz bunu algılayarak basınç desteğini başlatır. İkinci faz sınırlamadır: cihaz IPAP değerine hızla ulaşır ve akış düşmeye başlar; bu deselerating akış profili gaz dağılımını optimize eder. Üçüncü faz döngü (cycling) kriteridir: inspirasyon akışı tepe değerden ayarlanan ekspirasyon tetikleme yüzdesi kadar düştüğünde cihaz PEEP'e döner ve hasta pasif ekspirasyon yapar.

PSV'nin temel özelliği şudur: hastanın solunum sürücüsü (drive), kas gücü ve akciğer mekaniği tidal hacmi doğrudan etkiler. Yüksek solunum sürücüsü + yüksek PS = aşırı büyük tidal hacim ve transpulmoner basınç artışı riski. Düşük solunum sürücüsü + düşük kas gücü = yetersiz tidal hacim; apne durumunda yedek devreye girer.

5.6.2 Klinik Endikasyonlar

- Weaning — Ventilasyondan Ayırma: PSV, mekanik ventilasyondan ayırma sürecinin altın standardı olarak kabul edilmektedir. Randomize çalışmalar PSV ile gradüel azaltmanın T-parçası denemeleri ve SIMV'ye kıyasla başarılı ekstübasyon oranını artırdığını ve weaning süresini kısalttığını göstermiştir. PS düzeyinin kademeli düşürülmesi solunum kaslarının kademeli olarak yeniden güçlenmesini sağlar. [28]
- Kronik Solunum Yetmezliği — Uzun Dönem Ev Ventilasyonu: KOAH, nöromusküler hastalık ve restriktif akciğer hastalığı olan hastalarda uzun dönem PSV, dispneyi azaltır, egzersiz toleransını artırır ve yaşam kalitesini iyileştirir. StatPearls verilerine göre küçük yapay havayolu olan hastalar, kronik kas zayıflığı ve KOAH'ı olan hastalar PSV'den özellikle yararlanır. [27]
- ARDS'nin İyileşme Fazı: Akut dönemde kontrollü ventilasyon uygulanırken hasta spontan solunum kapasitesini yeniden kazandıkça PSV'ye geçiş solunum kaslarının korunmasına yardımcı olur.
- Noninvazif Ventilasyon (NIV): PSV, maske üzerinden uygulanan NIV'nin temel modlarından biridir; KOAH alevlenmesi, kardiyojenik pulmoner ödem ve post-ekstübasyon desteğinde etkinliği kanıtlanmıştır.
- Konfor Amaçlı Destek: Spontan solunum güçlü olan ancak ek destek gerektiren hastalar için en konforlu mod olarak değerlendirilir.

5.6.3 Klinik Avantajlar ve Dezavantajlar

Avantaj	Dezavantaj
En fizyolojik mod; hasta solunumu kontrol eder	Apne güvencesi yoktur — apne yedek ayarlanmalıdır
Hasta konforu en yüksek; sedasyon azalır	Tidal hacim değişken; aşırı büyük nefes riski

Avantaj	Dezavantaj
Solunum kaslarını korur ve güçlendirir	Yüksek solunum sürücüsünde P-SILI riski (self-inflicted lung injury)
Weaning için en kanıtlı mod	Asenkroni durumlarında yönetim karmaşık olabilir
İnvazif ve noninvazif her iki uygulamada kullanılabilir	Kaçak mevcut ise döngü kriteri bozulabilir

⚠ UYARI

Apne Süresi parametresini mutlaka ayarlayın. Apne süresinde spontan nefes yoksa yedek ventilasyon devreye girer.
Yüksek PS düzeyleri yüksek tidal hacim ve P-SILI riskine yol açabilir; 8–10 ml/kg IBW hedefini aşmayın.
PSV'ye başlamadan önce hastanın yeterli solunum sürücüsüne sahip olduğunu değerlendirin.

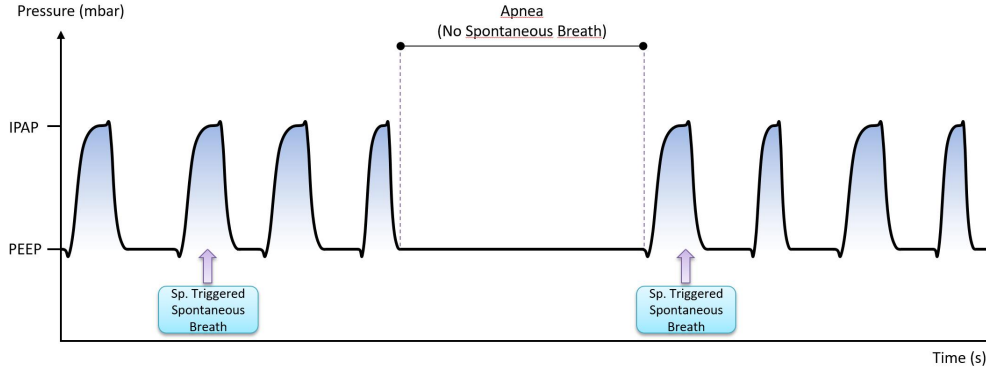
5.6.4 PSV Parametre Özeti

Parametre	Klinik Açıklama
IPAP	Basınç desteği düzeyi; tidal hacmi dolaylı olarak belirler.
PEEP	Ekspirasyon sonu pozitif basınç; oksijenasyon ve tetikleme için.
Hedef Hacim	İzleme referansı (8–10 ml/kg'ı aşmamak önerilir).
Frekans (Yedek)	Apne durumunda devreye girecek zorunlu nefes hızı.
İnsp. Süresi (Yedek)	Apne yedek nefeslerinde inspirasyon süresi.
Maks. Basınç	Güvenlik üst sınırı.
I-Eğimi	Basınç yükselme hızı; konfor ve tetikleme kalitesini etkiler.
İnsp. Tetikleme	Spontan efor eşiği; çok hassas → oto-tetikleme, çok kaba → gecikmeli tetikleme.
Eksp. Tetikleme	Inspirasyon sonu akış yüzdesi; obstrüktif hastalıkta artırılabilir.
Tetikleme Kilidi	Erken yeniden tetikleme önleme.
Maks./Min. Insp. Süresi	Döngü bozukluğuna karşı güvenlik sınırları.
Apne Süresi	Spontan nefes bekleme eşiği; aşımında yedek devreye girer.
İç Çekme	Atelektaz önleme periyodik derin nefes.

5.7 BiLEVEL

BiLEVEL Bilevel Positive Airway Pressure — İki Düzeyli Pozitif Hava Yolu Basıncı

BiLEVEL (BiPAP olarak da bilinir), iki ayrı basınç düzeyi uygulayan spontan solunum modudur. İnspirasyon sırasında yüksek basınç (IPAP), ekspirasyon sırasında düşük basınç (EPAP/PEEP) uygulanır. Tüm nefesler hasta tarafından tetiklenir; cihaz zorunlu nefes başlatmaz. Solunum hızı, zamanlaması ve ekspirasyon geçişi hasta tarafından kontrol edilir.



Şekil 28 — BiLEVEL Modu: İki Basınç Düzeyi Dalga Formu

5.7.1 Fizyolojik Temel

BiLEVEL modunun temel fizyolojik prensibi, inspirasyon fazında daha yüksek bir basınç uygulayarak CO₂ atılımını ve alveolar ventilasyonu artırmak, ekspirasyon fazında ise daha düşük bir basınç (EPAP) ile hava yolunun açık kalmasını sağlamaktır. IPAP ile EPAP arasındaki fark (delta basınç veya sürücü basınç), her nefeste sağlanan etkin ventilasyon desteğinin büyüklüğünü belirler. Büyük delta basınç → daha büyük tidal hacim ve daha iyi CO₂ atılımı; EPAP ise hava yolu kollapsını ve obstrüktif uyku apnesini önler.

5.7.2 BiLEVEL ve PSV Karşılaştırması

BiLEVEL ve PSV benzer pnömatik prensiplere dayanmakla birlikte bazı önemli farklılıklar içerir:

Özellik	BiLEVEL	PSV
Parametre adlandırması	IPAP / EPAP	IPAP / PEEP (aynı fiziksel büyüklük)
Zorunlu yedek frekans	Yok (apne durumunda tetikleme yok)	Var (apne yedek frekansı)
Temel kullanım alanı	Noninvazif ventilasyon (NIV); ev tipi terapi	İnvazif ve noninvazif; weaning
Tipik hasta profili	KOAH, OHS, nöromusküler hastalık, OSA	Yoğun bakım weaning; akut solunum yetmezliği

5.7.3 Klinik Endikasyonlar

- KOAH Tip 2 Solunum Yetmezliği (Hiperkapnik): BiLEVEL, KOAH'ta en iyi kanıt düzeyine sahip NIV stratejisidir. pH <7.35 ve PaCO₂ >45 mmHg olan hastalarda BiLEVEL tedavisi entübasyon ihtiyacını azaltır, mortaliteyi düşürür ve hastanede kalış süresini kısaltır. ATS/ERS kılavuzları KOAH alevlenmelerinde BiLEVEL'i güçlü öneri ile destekler. [10, 31]
- Obezite Hipoventilasyon Sendromu (OHS): Obez hastalarda uyku sırasında üst hava yolu kaslarının tonusu düşer ve alveolar hipoventilasyon gelişir. BiLEVEL; gece CO₂ retansiyonunu anlamlı ölçüde azaltır, gündüz somnolansı giderir ve PaO₂ 'yi iyileştirir. CPAP'tan yetersiz yanıt alınan OHS hastalarında BiLEVEL tercih edilir.
- Nöromusküler Hastalıklar (ALS, Duchenne, Spinal Musküler Atrofi, Frenik Sinir Felci): Bu hastalarda solunum kaslarının progresif zayıflaması önce gece hipoventilasyonuna, ilerleyen dönemde ise sürekli solunum yetmezliğine yol açar. BiLEVEL başlangıçta gece ventilasyonu olarak başlatılır; hastalık ilerledikçe 24 saat desteğe geçilebilir.

- Restriktif Göğüs Duvarı Hastalıkları (Kifoskolyoz, Torakoplasti): Göğüs kafesinin mekanik kısıtlılığı solunumu zorlaştırır. Gece BiLEVEL desteği uyku kalitesini artırır ve solunum kaslarını dinlendirir.
- Obstrüktif Uyku Apnesi + Hipoventilasyon: CPAP'ın tek başına yetersiz kaldığı karma tablolarda BiLEVEL hem apne tedavisi hem de ventilasyon desteği sağlar.

5.7.4 Klinik Avantajlar

- CO₂ atılımının etkin kontrolü: IPAP-EPAP farkı (driving pressure) CO₂ atılımı üzerinde doğrudan etkilidir; IPAP artırılarak hiperkapni tedavi edilebilir.
- Hasta konforu: Spontan solunum ritmine tam uyum, konfor ve uzun dönem uyum açısından avantaj sağlar.
- Noninvazif uygulama: Maske üzerinden uygulanabildiğinden invazif ventilasyon risklerinden kaçınılabılır.
- Ev ortamına uygunluk: Uzun dönem ev ventilasyonunda en yaygın kullanılan mod olup hasta ve bakıcı eğitimi ile kolayca yönetilebilir.

NOT

BiLEVEL başlangıç ayarı: EPAP 4–8 cmH₂ O, IPAP 10–20 cmH₂ O; hasta yanıtı ve kan gazı değerlerine göre titre edin.

PaCO₂ yüksekse IPAP'ı artırın (delta basıncı genişletin). SpO₂ düşükse EPAP'ı artırın.

Yoğun dispne veya düşük bilinci olan hastalarda alternatif tedavi seçeneklerini değerlendirin.

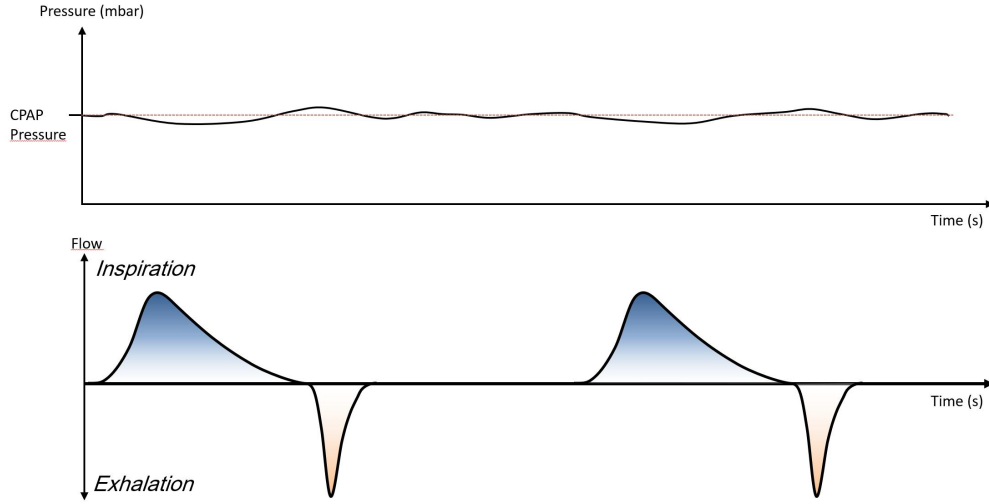
5.7.5 BiLEVEL Parametre Özeti

Parametre	Klinik Açıklama
IPAP	İnspirasyon basıncı. EPAP ile farkı (ΔP) tidal hacim ve CO ₂ atılımını belirler.
PEEP (EPAP)	Ekspirasyon pozitif basıncı. Hava yolu açıklığı ve oksijenasyon için.
Hedef Hacim	İzleme referansı.
Maks. Basınç	Güvenlik üst sınırı.
I-Eğimi	Basınç yükselme hızı; yüksek direnç profili için yavaş ayar konfor sağlar.
İnsp. Tetikleme	Spontan efor algılama hassasiyeti.
Eksp. Tetikleme	Ekspirasyon geçiş kriteri; obstrüktif hastalıkta kritik öneme sahiptir.
Tetikleme Kilidi	Erken yeniden tetikleme önleme.
Maks./Min. İnsp. Süresi	Döngü bozukluğuna karşı güvenlik sınırları.
İç Çekme	Atelettaz önleme periyodik derin nefes.

5.8 CPAP — Sürekli Pozitif Hava Yolu Basıncı

CPAP Continuous Positive Airway Pressure — Sürekli Pozitif Hava Yolu Basıncı

CPAP; tüm solunum döngüsü boyunca (hem inspirasyon hem ekspirasyon) sabit pozitif hava yolu basıncı uygular. Hasta kendi solunum eforuyla nefes alır; cihaz ek inspiratuar basınç desteği sağlamaz, yalnızca belirlenen basınç düzeyini kararlı biçimde korur. Hava yolu açıklığının sağlanması ve oksijenasyonun iyileştirilmesi temel hedeflerdir.



Şekil 29 — CPAP Modu: Sabit Basınç Dalga Formu

5.8.1 Fizyolojik Temel

CPAP'ın fizyolojik etkileri birkaç mekanizma üzerinden gerçekleşir. Birincisi, hava yolu açıklığının korunmasıdır: pozitif basınç, üst hava yolundaki yumuşak doku kollapsını önler ve alveoller ekspirasyon sonunda açık kalır (ateletaz önleme). İkincisi, FRC (Fonksiyonel Rezidüel Kapasite) artışıdır: CPAP akciğerlerdeki gaz hacmini artırarak intrapulmoner şanti azaltır ve ventilasyon-perfüzyon eşleşmesini iyileştirir. Üçüncüsü, kardiyak etkileridir: pozitif intratorasik basınç sol ventrikül ardyükünü düşürür; bu etki kardiyojenik pulmoner ödemde özellikle değerlidir. Dördüncüsü, oto-PEEP dengelenmesidir: KOAH'ta biriken intrinsik PEEP'e karşı eksternal CPAP uygulaması tetikleme eşiğini düşürür ve solunum işini azaltır.

5.8.2 Klinik Endikasyonlar

- **Obstrüktif Uyku Apnesi (OSA):** CPAP, OSA tedavisinin birincil standardıdır. Gece pozitif basınç, üst hava yolunun kapanmasını engeller; apne-hipopne indeksini (AHI) anlamlı ölçüde azaltır. Uzun dönem CPAP kullanımının hipertansiyonu azalttığı, kalp yetmezliği riskini düşürdüğü ve atriyal fibrilasyon nüksünü %40 oranında azalttığı gösterilmiştir. [35, 36]
- **Kardiyojenik Pulmoner Ödem:** Akut kardiyojenik pulmoner ödemde CPAP uygulaması intübasyon ihtiyacını anlamlı biçimde azaltır ve kısa dönem mortaliteyi düşürür. Tüm çalışmaların meta-analizi, kardiyojenik pulmoner ödemde CPAP'ın entübasyon gerektirmeyi istatistiksel olarak anlamlı ölçüde azalttığını ortaya koymaktadır. [37, 38]
- **Yenidoğan ve Preterm İnfant Desteği:** NICU ortamında prematüre akciğer hastalığı (RDS) yönetiminde CPAP, surfaktan tedavisinin yanı sıra temel destek modalitesidir.
- **Post-Ekstübasyon Desteği:** İnvazif ventilasyondan ayırmadan sonra gelişebilecek solunum yetmezliğini önlemek amacıyla kısa süreli CPAP uygulaması yapılabilir.
- **Weaning Son Aşaması:** İnvazif ventilasyon weaning'inin en son aşamasında CPAP, minimal destek ile hastanın spontan solunumunu test etmek için kullanılır.

5.8.3 CPAP ve BiLEVEL Karşılaştırması

Özellik	CPAP	BiLEVEL
Basınç	Tek sabit basınç	İki basınç: IPAP (insp.) + EPAP (exp.)
CO ₂ atılımı	Desteklenmez	IPAP-EPAP farkı ile aktif destek
Ventilasyon desteği	Yok; yalnızca basınç	Var; tidal hacim artırılır
Temel endikasyon	OSA, kardiyojenik ödem, oksijenasyon bozukluğu	Tip 2 solunum yetmezliği, hiperkapni
Kompleks yönetim	Basit, tek parametre	Daha karmaşık; iki basınç, delta ayarı

İ NOT

CPAP başlangıcında 5–12 cmH₂ O aralığı önerilir; SpO₂ ve hasta toleransına göre titre edin. Hasta yeterli oksijenasyona rağmen hâlâ dispneik veya hiperkapnik ise BiLEVEL'e geçiş değerlendirin. CPAP kontraendikasyonları: Ağır hipotansiyon, fasiyal anomali / travma, bilinç kaybı riski.

5.8.4 CPAP Parametre

Parametre	Klinik Açıklama
CPAP Basıncı	Tüm döngü boyunca sabit uygulanan basınç düzeyi (mbar). Tipik aralık: 5–12 cmH ₂ O. OSA tedavisinde 6–14 cmH ₂ O; kardiyojenik ödemde 5–10 cmH ₂ O; weaning son aşamasında 5 cmH ₂ O.

5.9 HFO — Yüksek Akışlı Oksijen Terapisi

HFO High Flow Oxygen — Yüksek Akışlı Oksijen Terapisi (HFNC)

HFO; sabit ve yüksek akışta ısıtılmış ve nemlendirilmiş oksijen karışımı ileten akış kontrollü bir destek modudur. Klasik mekanik ventilasyon modlarından farklı olarak solunum döngüsünü kontrol etmez; bunun yerine hava yoluna yüksek akışta kondisyonlu gaz ileterek oksijenasyonu, ölü boşluk yıkama (washout) etkisini ve hasta konforunu destekler. Harici oksijen kaynağı, ısıtmalı nemlendirici ve HFNC (yüksek akışlı nazal kanül) zorunludur.

5.9.1 Fizyolojik Etki Mekanizmaları

HFNC'nin klinik yararlarını açıklayan dört temel mekanizma tanımlanmıştır:

- Anatomik Ölü Boşluk Yıkama (Dead Space Washout):** Yüksek akış, üst hava yollarındaki ve proksimal trakeobronşiyal ağaçtaki anatomik ölü boşluktaki CO₂ 'yi sürekli olarak temizler. Bu etki, CO₂ rebreathing'ini azaltarak gaz değişimi verimliliğini artırır ve etkin alveolar ventilasyonu iyileştirir.
- FRC Artışı ve Zayıf PEEP Etkisi:** HFNC 20–60 L/dak akışta uygulandığında, akışın bir kısmı hava yolunda hafif bir pozitif basınç oluşturur. Bu etki PEEP kadar güçlü olmamakla birlikte alveolar açıklığı destekler; çalışmalar FRC'yi yaklaşık %25 artırdığını göstermektedir.
- Solunum İşinin Azaltılması:** Yüksek akış hastanın inspiratuar akış talebiyle eşleşir ya da onu aşar; bu sayede hastanın kendi solunum çabası önemli ölçüde azalır. Isıtılmış ve nemlendirilmiş gaz hava yolunun kurumasını önler, mukosilier klirensi korur ve dispneyi azaltır.
- Sabit FiO₂ İletimi:** Konvansiyonel oksijen yöntemleri (nazal kanül: maks 5–6 L/dak, maske: maks ~10 L/dak) oda havası ile karışarak FiO₂ 'yi düşürür. HFNC 20–70 L/dak akışta %21–%100 arasında kesin FiO₂ iletimi sağlar; akut hipoksemik solunum yetmezliğinde bu güvenilirlik kritik önem taşır.

5.9.2 Klinik Endikasyonlar

- Akut Hipoksemik Solunum Yetmezliği (Tip 1):** 2015 yılında yayımlanan FLORALI çalışması, akut hipoksemik solunum yetmezliğinde HFNC'nin standart oksijen tedavisine ve NIV'ye kıyasla 90 günlük mortaliteyi anlamlı ölçüde düşürdüğünü göstermiştir. ESICM'nin 2023 ARDS yönetim kılavuzları, mekanik olarak ventile edilmeyen hastalarda kardiyojenik pulmoner ödem ve KOAH alevlenmesi dışındaki durumlarda konvansiyonel oksijen tedavisine tercih edilmesini önermektedir. [42]
- Post-Ekstübasyon Desteği:** İnvazif ventilasyondan başarıyla ayrılan hastalarda HFNC, yeniden entübasyon riskini azaltır; standart oksijene üstünlüğü randomize çalışmalarla kanıtlanmıştır.
- Palyatif Bakım ve Konfor:** Sonlanım evresi hastalıklarda dispne kontrolü için HFNC konforlu bir alternatif sunar.
- Hafif-Orta Hipoksemi — Maske Toleransı Düşük Hastalar:** NIV maskeleri tolere edemeyen hastalarda HFNC etkin bir alternatif oluşturur.
- Uyku Ortamı:** Geceleri NIV maskeyi tolere edemeyen ancak oksijen desteğine ihtiyaç duyan hastalarda HFNC konforu nedeniyle tercih edilebilir.

5.9.3 Akış Hızına Göre Fizyolojik Profil

Akış Aralığı	Baskın Fizyolojik Etki
20–45 L/dak	Solunum işinin azaltılması, mukosilier klirens iyileşmesi, ölü boşluk yıkama
45–60 L/dak	Artı PEEP etkisi belirginleşir, FRC artışı, oksijenasyon düzelir
60–70 L/dak	Maksimum basınç etkisi; hasta konfor sınırı zorlanabilir

5.9.4 HFNC ve NIV (BiLEVEL/CPAP) Karşılaştırması

Özellik	HFNC	NIV (BiLEVEL / CPAP)
---------	------	----------------------

Özellik	HFNC	NIV (BiLEVEL / CPAP)
FiO ₂ kontrolü	✓ Sabit ve güvenilir	Maske kaçacağından etkilenebilir
Hasta konforu	✓ Çok yüksek; maske yok	Maske baskısı, kaçak rahatsızlığı
CO ₂ atılımı	Ölü boşluk washout ile dolaylı	✓ Doğrudan basınç desteği ile
PEEP etkisi	Zayıf, akışa bağlı	✓ Kesin ve ayarlanabilir
Konuşma / yemek	✓ Mümkün	Kısıtlı
Endikasyon	Tip 1 hipoksemik yetmezlik	Tip 2 hiperkapnik yetmezlik

⚠ UYARI

HFO modunda harici oksijen kaynağı, ısıtılmalı nemlendirici ve HFNC zorunludur. Eksik bileşenle kullanmayınız.

HFNC; KOAH alevlenmesi ve kardiyojenik pulmoner ödem gibi hiperkapnik durumların birincil tedavisinde NIV'nin yerini almaz.

Hastanın durumunu yakından izleyin; 1 saat içinde yeterli yanıt alınamazsa daha invazif desteğe geçişi geciktirmeyin.

5.9.5 HFO Parametre

Parametre	Klinik Açıklama
Akış Hızı (L/dak)	Başlangıç olarak 20–30 L/dak'dan başlayın; hasta toleransı ve SpO ₂ hedefine göre artırın. Erişkin hastalarda tipik hedef 40–60 L/dak, pediatrik hastalarda 2 L/kg/dak.

ı NOT

VENTISENSE HFO modunda FiO₂ harici oksijen kaynağının akış hızı ve cihaz karışım oranıyla belirlenir.

O₂ sensörü ile gerçek iletilen FiO₂ 'yi izleyin ve hedef SpO₂ değerine göre harici oksijen akışını ayarlayın.

6. PARAMETRELER — DETAYLI AÇIKLAMALAR

Bu bölümde VENTISENSE cihazında kullanılan tüm ventilasyon parametreleri klinik bağlamda detaylı olarak açıklanmaktadır. Her parametrenin fizyolojik temeli, klinik önemi ve ayarlama ilkeleri aşağıda yer almaktadır.

6.1 Parametre Özet Tablosu (Tüm Modlar)

Aşağıdaki tablo tüm modların parametrelerini karşılaştırmalı olarak göstermektedir.

Parametre	PCV	VCV	PCV-A	VCV-A	SIMV-P	SIMV-V	PSV	BiLEVEL	CPAP	HFO
IPAP	✓		✓		✓		✓	✓		
PEEP	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
CPAP Basıncı									✓	
Akış Hızı										✓
Hedef Hacim	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓		
Frekans	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			
İnsp. Süresi	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			
Maks. Basınç		✓	✓	✓		✓	✓	✓		
Min Basınç		✓		✓		✓				
Basınç Desteği (PS)					✓	✓				
I-Eğimi	✓		✓		✓	✓	✓	✓		
İç Çekme	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
İnsp. Tetikleme			✓	✓	✓	✓	✓	✓		
Eksp. Tetikleme					✓	✓	✓	✓		
Tetikleme Kilidi			✓	✓	✓	✓	✓	✓		
Maks. Insp. Süresi					✓	✓	✓	✓		
Min Insp. Süresi					✓	✓	✓	✓		
Apne Süresi							✓			

6.2 Basınç Parametreleri

6.2.1 IPAP — İnspirasyon Pozitif Hava Yolu Basıncı

IPAP (Inspiratory Positive Airway Pressure), cihazın inspirasyon fazında hava yoluna uyguladığı pozitif basınç düzeyidir. Akciğerlere gaz girişini sağlayan itici basınç olarak görev yapar ve tidal hacmin büyüklüğünü belirleyen temel parametredir. Fizyolojik açıdan, IPAP ile PEEP arasındaki fark (delta basınç veya "driving pressure") hastaya iletilen basınç desteğinin büyüklüğünü ifade eder: geniş delta basınç daha büyük tidal hacim ve daha iyi CO₂ atılımı anlamına gelir.

Klinik uygulamada IPAP genellikle 10–25 cmH₂O arasında başlatılır. Yüksek IPAP değerleri CO₂ retansiyonu olan hastalarda (örn. KOAH, nöromusküler hastalık) hiperkapniyi düzeltmek için kullanılırken, düşük IPAP değerleri basınç yaralanması (barotravma) riskini sınırlar. Hedef akciğer koruyucu ventilasyon stratejisinde IPAP ile PEEP arasındaki farkın (ΔP) 15 cmH₂O'yu geçmemesi önerilmektedir.

NOT

IPAP = PEEP + Basınç Desteği (PS) ilişkisi: IPAP değeri PEEP'in üzerindedir.
PaCO₂ yüksekse → IPAP artırılarak delta basınç genişletilir, CO₂ atılımı artar.

Tidal hacim takip edilmeli; akciğer koruyucu ventilasyonda hedef 6–8 ml/kg ideal vücut ağırlığıdır.

6.2.2 PEEP — Pozitif Ekspirasyon Sonu Basıncı

PEEP (Positive End-Expiratory Pressure), ekspirasyon sonunda hava yolunda korunan pozitif basınçtır. Fizyolojik açıdan PEEP; alveollerin ekspirasyon sonunda kapanmasını (alveolar kollaps) önler, fonksiyonel rezidüel kapasiteyi (FRC) artırır ve intrapulmoner şantı azaltarak oksijenasyonu iyileştirir. Noninvazif ventilasyonda PEEP'in karşılığı EPAP (Expiratory Positive Airway Pressure) olarak adlandırılır; her iki terim klinik açıdan eşdeğerdir.

Tipik başlangıç değeri 4–8 cmH₂ O olmakla birlikte ARDS gibi ciddi oksijenasyon bozukluğu olan hastalarda daha yüksek PEEP seviyeleri (10–18 cmH₂ O) gerekebilir. PEEP ayrıca KOAH ve astım gibi obstrüktif akciğer hastalıklarında biriken intrinsik PEEP'i (oto-PEEP) dengeleyerek solunum işini azaltır ve kardiyojenik pulmoner ödemde sol ventrikül ardyükünü düşürür.

⚠ UYARI

Aşırı PEEP kardiyak debiyi azaltabilir, barotravmaya yol açabilir ve serebral venöz basıncı artırabilir.

PEEP titrasyon kararları hasta kliniğine göre klinisyen tarafından verilmelidir.

6.2.3 CPAP Basıncı

CPAP moduna özgü olan bu parametre, tüm solunum döngüsü boyunca (hem inspirasyon hem ekspirasyon fazında) sabit tutulan pozitif hava yolu basıncını tanımlar. CPAP, ek inspiratuar basınç desteği sağlamaz; yalnızca sürekli pozitif basınç ile hava yolunu açık tutar. Hasta kendi solunum eforu ile nefes alır; cihazın görevi bu basınç düzeyini kararlı biçimde korumaktır. Tipik klinik aralık 5–12 cmH₂ O'dur.

6.2.4 Maksimum Basınç (Maks. Basınç)

Maksimum basınç parametresi, cihazın inspirasyon sırasında uygulamasına izin verilen en yüksek hava yolu basıncını sınırlar. Hacim kontrollü modlarda (VCV, VCV-A, SIMV-V) akciğer kompliyansı değiştiğinde oluşabilecek basınç yükselmelerine karşı güvenlik sınırı işlevi görür. Bu limit aşıldığında cihaz alarm üretir ve gerekirse inspirasyonu sonlandırır. Barotravma riskini (pnömotoraks, pnömomediastinum, alveolar yırtık) önlemek için kritik öneme sahiptir.

Klinik uygulamada plato basıncının 30 cmH₂ O'nun altında tutulması, akciğer koruyucu ventilasyonun temel hedeflerinden biridir. Maksimum basınç ayarı bu hedefe uygun biçimde yapılandırılmalıdır.

6.2.5 Minimum Basınç (Min Basınç)

Minimum basınç, hacim kontrollü modlarda cihazın inspirasyon sırasında en az uygulaması gereken basınç eşliğini tanımlar. Hava yolu direnci çok düşük veya akciğer kompliyansı çok yüksek olan durumlarda hedef tidal hacme ulaşmak için gereken basıncın beklenen değer altına düşmesi, olası bir devre kaçağına veya ölçüm hatasına işaret edebilir. Minimum basınç bu durumları tespit etmek ve klinisyeni uyarmak amacıyla kullanılır.

6.2.6 Basınç Desteği (PS — Pressure Support)

SIMV modlarında spontan nefeslere uygulanan ek basınç desteğidir. PEEP seviyesinin üzerinde eklenen bu basınç, hastanın spontan solunum eforunu destekleyerek solunumun işini azaltır. PS = 0 olduğunda hasta devre direncine karşı tamamen kendi gücüyle nefes alır; yüksek PS değerleri solunum kaslarını daha fazla rahatlatır ancak aşırı destek hasta-cihaz asenkronisine yol açabilir. Ventilasyondan ayırma (weaning) sürecinde PS kademeli olarak düşürülerek solunum kaslarının güçlenmesi teşvik edilir.

6.3 Hacim ve Zaman Parametreleri

6.3.1 Hedef Hacim (Tidal Hacim)

Tidal hacim, her solunum döngüsünde akciğerlere giren ve çıkan hava miktarıdır. Hacim kontrollü modlarda (VCV, VCV-A, SIMV-V) bu değer cihaz tarafından kesin olarak iletilir; basınç kontrollü ve spontan modlarda ise izleme amacıyla hedef referans olarak kullanılır. Erişkin hastalarda fizyolojik tidal hacim yaklaşık 400–600 ml (ortalama 500 ml) olup mekanik ventilasyonda akciğer koruyucu strateji kapsamında 6–8 ml/kg ideal vücut ağırlığı hedeflenmektedir.

Büyük tidal hacimlerin (>10 ml/kg) kullanımı volütrauma ve akciğer hasarı (VILI) riskini artırır. Özellikle ARDS hastalarında 6 ml/kg hedefi ve plato basıncının 30 cmH₂O altında tutulması uluslararası kılavuzlarda güçlü öneri olarak yer almaktadır. [20] Pediatrik hastalarda ise 5–8 ml/kg aralığı fizyolojik norm kabul edilmekte; üst güvenlik sınırı olarak 10 ml/kg'ı aşmamak önerilmektedir. [22, 23]

I NOT

VENTISENSE'de hacim hedefli modlarda ilk nefes sonrası kompliyans hesaplanır; cihaz 2. nefesten itibaren en yakın iletilmiş hacim değerini uygular.

6.3.2 Solunum Frekansı (Frekans — bpm)

Solunum frekansı, cihazın dakikada kaç zorunlu nefes ileteceğini belirler ve dakika ventilasyonunun (MV = Frekans × Tidal Hacim) temel bileşenlerinden birini oluşturur. Dakika ventilasyonu CO₂ atılımının ana belirleyicisidir: hiperkapni durumunda frekans artırılarak, hipoksik vazokonstriksiyonun korunması istendiğinde ise düşürülerek ayarlama yapılır.

Erişkin hastalarda normal solunum hızı 12–20 bpm, mekanik ventilasyonda başlangıç ayarı genellikle 12–16 bpm'dir. KOAH ve astım gibi obstrüktif hastalıklarda yavaş frekans (8–12 bpm) ve uzun ekspirasyon süresi tercih edilir; aksi hâlde ekspirasyon tamamlanmadan yeni nefes başlar ve oto-PEEP (hava tuzaklanması) gelişir. Pediatrik hastalarda normal frekans yaşa bağlı olarak 20–60 bpm arasında değişir.

6.3.3 İnspirasyon Süresi (İnspr. Süresi)

İnspirasyon süresi, her nefes döngüsünde inspirasyon fazının kaç saniye süreceğini tanımlar. Toplam döngü süresi (60 / Frekans) ile birlikte İ:E oranını (inspirasyon:ekspirasyon oranı) belirler. Normal fizyolojik İ:E oranı 1:2'dir, yani her birim inspirasyon süresine iki birim ekspirasyon süresi düşer. Bu oran akciğerlerin pasif rekoil (elastik geri çekilme) yoluyla tam olarak boşalmasına izin verir.

Obstrüktif akciğer hastalıklarında (KOAH, astım) ekspirasyon süresinin uzatılması için kısa inspirasyon süresi (İ:E 1:3 veya 1:4) tercih edilir. Tersine, ağır ARDS'de oksijenasyonu iyileştirmek amacıyla ortalama hava yolu basıncını artırmak için İ:E oranı 1:1 veya hatta inverse (2:1) olarak ayarlanabilir; ancak bu strateji derin sedasyon gerektirir. Tipik erişkin başlangıç değeri 0,8–1,2 saniyedir.

6.3.4 Maksimum ve Minimum İnspirasyon Süresi

Spontan nefes destekleyen modlarda (PSV, BiLEVEL, SIMV) inspirasyon süresi sabit değil değişkendir; hasta eforuna ve ekspirasyon tetikleme kriter ne zaman sağlandığına bağlı olarak her nefeste farklılık gösterebilir. Maksimum inspirasyon süresi, inspirasyon fazının sonlanacağı üst sınırdır: bu süre dolduğunda ekspirasyon tetikleme kriteri karşılanmış olsa da olmasa da cihaz inspirasyonu keserek ekspirasyona geçer. Bu özellik, yüksek akciğer kompliyansı olan hastalarda veya kaçak durumlarında uzayan inspirasyonun neden olabileceği basınç birikimini önler.

Minimum inspirasyon süresi ise inspirasyon fazının en erken ne kadar süre sonra sonlandırılabilceğini belirler. Çok erken ekspirasyon tetiklenmesi (özellikle yüksek eksp. tetikleme duyarlılığı ile) söz konusu olduğunda kısa ve yetersiz inspirasyonların önüne geçmek için kullanılır.

6.3.5 Apne Süresi

PSV moduna özgü bu parametre; spontan solunum tespit edilmeksizin geçen maksimum süreyi tanımlar. Bu süre aşıldığında cihaz, apne yedek (backup) moduna geçer ve ayarlanan yedek frekans ile zorunlu nefesler iletmeye başlar. Bu mekanizma, spontan solunumun zayıfladığı veya geçici olarak durduğu durumlarda (uyku apnesi, sedatif etkisi, yorgunluk) hasta güvenliğini korur. Tipik apne süresi klinik duruma göre 15–30 saniye olarak ayarlanır.

I NOT

PSV modunda apne yedek devreye girdiğinde alarm üretilir.
Yedek frekans ve inspirasyon süresi parametreleri önceden tanımlanmış olmalıdır.

6.3.6 Akış Hızı (HFO Moduna Özgü)

HFO (High Flow Oxygen) modunda kullanılan bu parametre, hastaya iletilecek sabit ve sürekli oksijen karışımı akışını litre/dakika (L/dak) cinsinden tanımlar. Yüksek akışlı oksijen terapisinde (HFNC — High Flow Nasal Cannula) akış hızı tipik olarak 20–60 L/dak arasında ayarlanır; yüksek akış, solunum ölü boşluğunu temizler, küçük miktarda pozitif basınç (flushing etkisi) oluşturur ve hasta konforunu artırır. Bu mod harici oksijen kaynağı ve ısıtılmalı nemlendirici ile birlikte kullanılmalıdır.

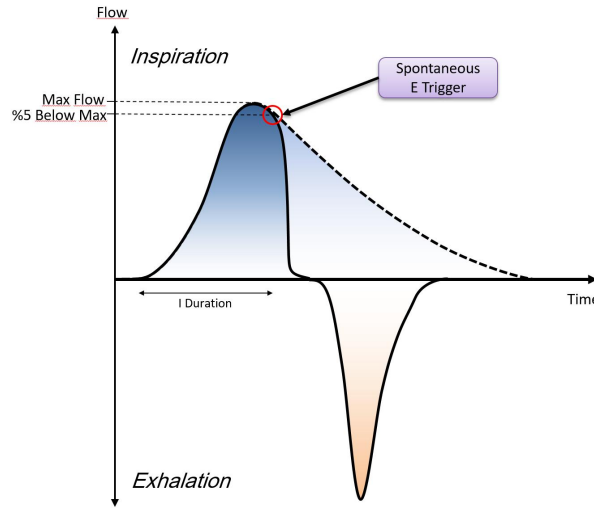
6.4 Tetikleme ve Senkronizasyon Parametreleri

6.4.1 İnspirasyon Tetikleme Hassasiyeti (İnsp. Tetikleme)

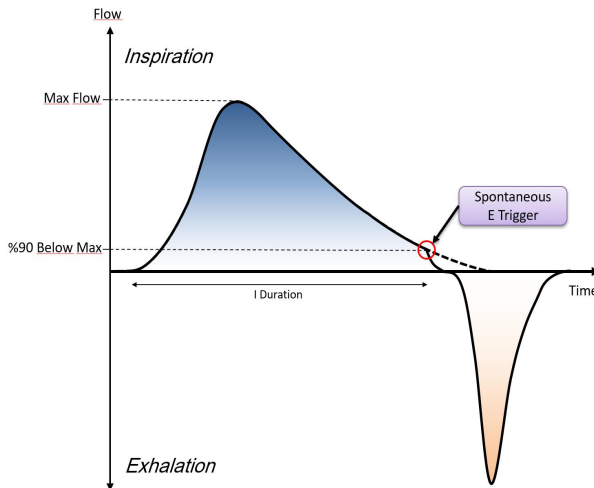
İnspirasyon tetikleme, hastanın spontan solunum eforunu algılayarak cihazın destekli inspirasyonu başlatmasını sağlayan mekanizmadır. VENTISENSE akış tetiklemeli sistem kullanır: hasta küçük bir inspirasyon eforuyla devrede negatif bir akış değişimi oluşturduğunda, cihaz bu değişimi algılayarak destekli nefesi başlatır. Tetikleme hassasiyeti, cihazın nefesi tetiklemek için gereken asgari akış eşikini (L/dak) ifade eder.

Tetikleme hassasiyeti çok yüksek (düşük eşik) ayarlandığında kalp atışları veya devre titreşimleri gibi artefaktlar istem dışı tetiklemeye (auto-triggering) neden olabilir. Çok düşük hassasiyet (yüksek eşik) ise hastanın nefesi tetiklemek için aşırı efor sarf etmesine, gecikmiş tetikleme asenkronisine ve artmış solunum işine yol açar. Optimal tetikleme eşik, asenkroniyi en aza indirecek şekilde bireysel hasta özelliklerine göre ayarlanmalıdır.

6.4.2 Ekspirasyon Tetikleme Hassasiyeti (Eksp. Tetikleme)



Şekil 30a — Eksp. Tetikleme %5 (En Hassas)



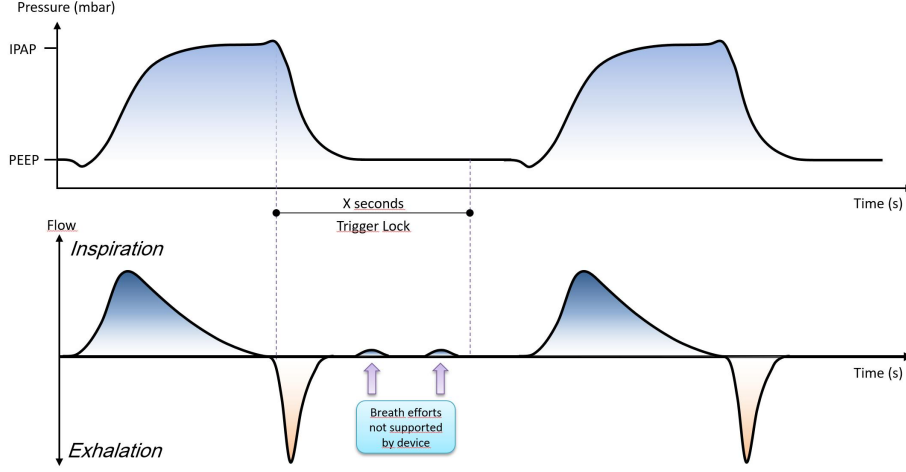
Şekil 30b — Eksp. Tetikleme %100 (En Kaba)

Ekspirasyon tetikleme (cycling-off kriteri), PSV ve spontan nefes içeren modlarda inspirasyon fazının ne zaman sona ereceğini belirler. Cihaz, inspirasyon sırasında ulaşılan tepe akış değerini (Peak Inspiratory Flow — PIF) referans alır; akış bu tepe değerden ayarlanan yüzde kadar düştüğünde ekspirasyon tetiklenmesi gerçekleşir. VENTISENSE'de bu hassasiyet %5 ile %100 arasında ayarlanabilir.

%5 (en hassas): Akış tepe değerden küçük bir düşüşle ekspirasyon tetiklenir; kısa ve hızlı inspirasyon döngüsü oluşur. Restriktif akciğer hastalığı ve düşük kompliyans durumlarında tercih edilir. [46, 47] Çok

hassas ayarda erken döngü (premature cycling) ve çift tetikleme (double triggering) riski vardır. %100 (en kaba): Tetikleme, tepe akışın sıfıra yaklaştığı noktada gerçekleşir; uzun ve yavaş inspirasyon döngüsüne izin verir. KOAH gibi yüksek hava yolu direnci olan obstrüktif hastalıklarda gecikmeli tetikleme ve intrinsik PEEP riskini azaltmak için kullanılır.

6.4.3 Tetikleme Kilidi

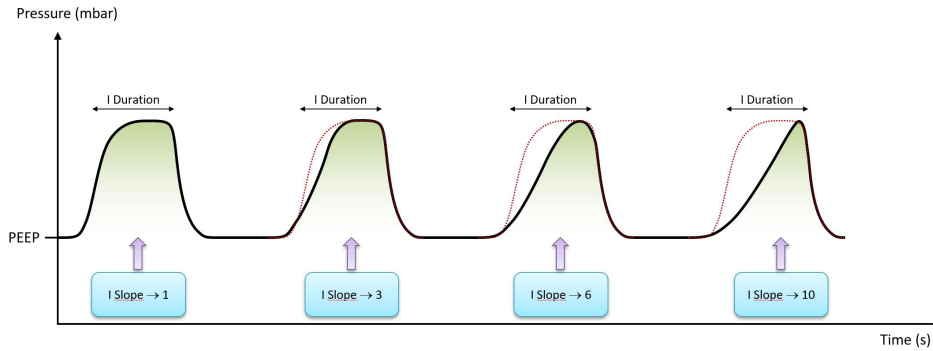


Şekil 31 — Tetikleme Kilidi Mekanizması

Tetikleme kilidi, ekspirasyon fazının başından itibaren ayarlanan süre boyunca spontan nefes tetiklemesini devre dışı bırakır. Bu mekanizma öncelikli olarak hasta-cihaz asenkronisini (özellikle istem dışı erken tetikleme ve çift tetikleme) önlemek amacıyla kullanılır. Ekspirasyon başlar başlamaz tetikleme penceresinin açılmaması, akciğerlerin yeterince boşalmasına ve PEEP'in stabil kalmasına fırsat tanır. Tetikleme kilidi süresi çok uzun tutulursa hastanın tetikleme için bekleme süresini artırabilir ve solunum işini yükseltebilir; bu nedenle dengeli biçimde ayarlanmalıdır.

6.5 Özel Solunum Destek Parametreleri

6.5.1 İnspirasyon Eğimi (Yükselme Süresi — Rise Time)

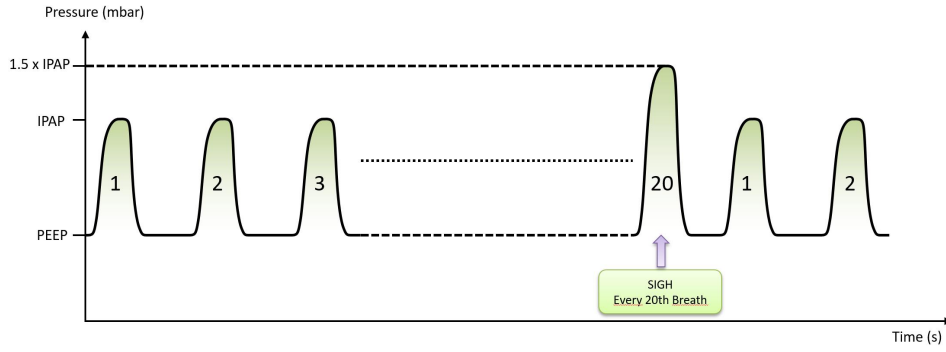


Şekil 32 — İnspirasyon Eğimi (Rise Time) Etkileri

İnspirasyon eğimi (rise time / pressure ramp), cihazın PEEP seviyesinden hedef inspirasyon basıncına (IPAP) ulaşması için gerekli süreyi tanımlayan ve hasta konforu ile solunum senkronizasyonu açısından kritik bir parametredir. [66] VENTISENSE'de 1 ile 10 arasında ayarlanır: Kademe 1 en dik (en hızlı) yükselme eğrisini, Kademe 10 ise en yavaş yükselme eğrisini ifade eder.

Hızlı yükselme süresi (düşük kademe) yüksek solunum eforu olan hastalarda akış açılığını giderir ve hasta-cihaz senkronizasyonunu iyileştirir; ancak aşırı hızlı yükselme inspirasyon başında rahatsız edici basınç ve akış piklerine yol açabilir. Yavaş yükselme süresi (yüksek kademe) ise hastanın basınca daha kademeli adapte olmasını sağlar; ancak çok yavaş yükselme, hedef basınca geç ulaşılmasına ve inspiratuar solunum işinin artmasına neden olabilir. Optimal ayar için hastanın solunum eforu, devre akış eğrileri ve hasta konforu birlikte değerlendirilmelidir.

6.5.2 İç Çekme (Sigh)



Şekil 33 — İç Çekme (Sigh) Etkinliği

İç çekme (sigh), doğada insanın saatte yaklaşık 12 kez spontan olarak gerçekleştirdiği, normal tidal hacmin 1,5–2 katı büyüklüğündeki periyodik derin nefestir. [48] Fizyolojik işlevi atelektaz oluşumunu önlemek ve kapalı alveolleri yeniden açmaktır. Mekanik ventilasyonda sabit tidal hacim uygulaması spontan sigh yoksunluğuna yol açar ve zamanla alveolar kapanmaya ve atelektaziye zemin hazırlayabilir.

VENTISENSE'de her 20 nefeste bir inspirasyon basıncının 1,5 katı büyüklüğünde bir nefes uygulanır. Klinik çalışmalar [48, 49], sigh'ın PSV ile birlikte kullanıldığında son-ekspiratuar akciğer hacmini (EELV) artırdığını, kompliyansı iyileştirdiğini, PaO₂ 'yi yükselttiğini ve inspiratuar solunum sürecini (P0.1) azalttığını göstermiştir. Özellikle uzun süreli mekanik ventilasyon gerektiren hastalarda atelectrauma'yı azaltmak için önerilmektedir.

7. ALARMLAR — TAM ALARM REFERANSI

VENTISENSE, IEC 60601-1-8 standardına uygun öncelikli alarm sistemi ile donatılmıştır. Alarmlar; Yüksek, Orta ve Düşük öncelik olarak kategorize edilir ve sesli (akustik) ile görsel (LED + ekran bildirimi) olarak eş zamanlı iletilir. Bu bölümde cihazın 36 alarminin tamamı üç sınıf altında; algoritmik çalışma prensibi, klinik anlamı, olası nedenleri ve müdahale yöntemleriyle detaylı olarak açıklanmaktadır.

⚠ UYARI

Alarm sinyallerini asla yok saymayın. Her alarm, hastanın veya cihazın durumu hakkında kritik bir uyarıdır.

Alarm aktifleştğinde ÖNCE hastayı değerlendirin. Şüphe anında ambu balonla manuel ventilasyona geçin.

Alarm limitlerini çok geniş tutmaktan kaçınınız; bu tehlikeli durumların geç fark edilmesine yol açar.

7.1 Genel Alarm Yönetimi İlkeleri

Herhangi bir alarm aktifleştğinde izlenecek evrensel müdahale sırası:

- Önce hastayı değerlendirin: Bilinç, renk, solunum çabası, göğüs hareketi, SpO₂, hemodinamik bulgular.
- Gerekirse manuel ventilasyona geçin: Ambu balonla manuel ventilasyon başlatın, bağımsız oksijen kaynağına bağlayın. "Hasta önce, cihaz sonra" ilkesi tüm alarm durumlarında geçerlidir. [70]
- Devreyi sistematik olarak kontrol edin: Hastadan cihaza doğru tüm bağlantı noktalarını gözle ve elle kontrol edin.
- Alarmin nedenini belirleyin ve giderin: Olası nedenleri sistematik biçimde değerlendirin.
- Ventilasyonu yeniden başlatın ve izlemeyi sürdürün: Sorun çözüldükten sonra parametreleri doğrulayın.

i NOT

Her hasta başında hazır ve çalışır durumda bir ambu balon bulundurulması zorunludur.

Alarm susturma yalnızca geçici kabul müdahalesi sağlar; alarmin nedeni giderilene kadar tekrar aktifleşir.

Gereksiz alarm yüküne (alarm fatigue) karşı: Alarm limitlerini geniş değil, klinik duruma uygun ayarlayın. [60, 70]

7.2 SINIF 1: ZORUNLU ALARMLAR

Zorunlu alarmlar; hasta güvenliğini doğrudan tehdit eden ve devre dışı bırakılamayan alarm sınıfıdır. IEC 60601-1-8 kapsamında bu alarmlar tüm ventilasyon modlarında aktif kalır, kullanıcı tarafından kapatılamaz ve her zaman sesli + görsel bildirim üretir. VENTISENSE'de dokuz zorunlu alarm tanımlıdır.

Alarm Adı	Öncelik
Bağlantı Kopması	Yüksek
Tıkanıklık	Yüksek
Yüksek PEEP Basıncı	Yüksek
Düşük PEEP Basıncı	Yüksek
Yüksek Basınç	Yüksek
Pil Alarmı %10	Yüksek
Düşme Alarmı	Yüksek
Yüksek Basınç Sınırına Ulaşıldı	Orta
Düşük Basınç Sınırına Ulaşıldı	Orta
VE Okunamıyor	Orta

7.2.1 Bağlantı Kopması Alarmı

Bağlantı kopması alarmı, ventilasyon devresinde anlamlı bir hava kaçağı veya tam kopma meydana geldiğinde aktifleşir. Bu alarm yüksek önceliklidir çünkü hastanın ventilasyon desteğini kaybetmesi yaşamı tehdit eden bir durumdur; özellikle spontan solunumu olmayan veya çok zayıf olan hastalarda hipoksi dakikalar içinde gelişebilir.

Alarm Tetikleme Kriterleri

Aşağıdaki koşullardan en az birinin 5 saniye süresince karşılanması alarmı tetikler:

Koşul	Eşik	Klinik Anlamı
Ortalama İnspirasyon Akışı > Eşik	Yetişkin: 60 LPM / Pediatrik: 46 LPM	Devre açık; hava hastaya ulaşmıyor
Kaçak Değeri > Eşik	20 LPM	İnsp-eksp fark normal sınırı aşıyor
(İnsp. Akışı > 8 LPM) VE (Eksp. Akışı > 8 LPM)	—	Kısmi kopmayla birlikte ventilasyon sürüyor

Cihaz aşağıdaki dört bağlantı noktasını bağımsız olarak izler: ekshalasyon valf hortumu bağlantısı, ekspirasyon hattı, inspirasyon hattı, hasta tarafı bağlantısı (kanül/tüp/maske).

Olası Nedenler

Neden	Açıklama	Risk Faktörleri
Hasta bağlantısından tam kopma	Kanül, tüp veya maskenin devreden tamamen ayrılması. Spontan solunumu olmayan hastada tam ventilasyon kaybı.	Hasta hareketi, öksürük, bakıcı müdahalesi, uyku sırasında maske kayması
Gevşek devre bağlantısı	Herhangi bir bileşende (Y-parçası, adaptör, filtre) tam kilitlenmemiş bağlantı.	Kurulum sırasında yeterince sıkıştırılmayan noktalar
Ekshalasyon valf kopması	Ekshalasyon valfinin ekspirasyon girişinden çıkması; inspirasyon basıncı tutturulamaz.	Yetersiz kitleme, hasta hareketi
Hortum yırtığı veya deliği	Devre hortumunda fiziksel hasar sonucu sürekli kaçak.	Uzun süreli kullanım, mekanik stres, ısırılma (pediatrik)
Büyük maske kaçağı (NIV)	Yüz maskesi ile cilt arasındaki sızdırmazlık bozulması. Bir çalışmada NIV hastalarının %76'sında klinik olarak anlamlı kaçak saptanmıştır. [57]	Uyumsuz maske, aşırı/yetersiz kafa şeridi, sakal, ağız açık uyku
Kaf kaçağı (invazif)	Endotrakeal/trakeostomi tüp kafının yetersiz şişirilmesi veya deflasyonu. Hedef kaf basıncı 20–30 cmH ₂ O olmalıdır.	Rutin kaf basıncı kontrolünün atlanması, kaf pompası
Ağız kaçağı (nazal maske)	Nazal maske kullanımında ağız açık olması halinde tüm devrede büyük kaçak.	REM uykusu, sedatif ilaçlar, çene tonusu azalması

Klinik Sonuçlar

- Tam kopma — spontan solunumu olmayan hasta: Dakikalar içinde yaşamı tehdit eden hipoksi ve hiperkapni; ani kardiyak arrest riski. En acil alarm senaryosudur.
- Kısmi kaçak — spontan solunumu olan hasta: Yeterli tidal hacim iletilemez; SpO₂ düşüşü ve PaCO₂ artışı kademeli gelişir; telafi mekanizmaları alarmın geç fark edilmesine yol açabilir.
- Kronik büyük kaçak (NIV): Tedavi etkinliği ciddi ölçüde düşer; gece hipoventilasyon, sabah baş ağrısı ve somnolans gelişir. [57, 58]

Müdahale Algoritması

Adım	Eylem
1	SpO ₂ , bilinç, solunum çabası — spontan solunum var mı?
2	Şüphede anında ambu balonla ventilasyonu sürdür, bağımsız O ₂ kaynağı bağla
3	Hastadan cihaza doğru tüm bağlantıları gözle ve elle kontrol et
4	Hasta bağlantısını kontrol et: kanül/tüp pozisyonu, maske oturumu, kaf basıncı (20–30 cmH ₂ O)
5	Tüm T-parçası, adaptör, filtre, valf bağlantılarını sıkıştır
6	Ekshalasyon valfi doğru yönde ve tam oturmuş mu? Kontrol hortumu takılı mı?
7	Yırtık/hasarlı devre parçası varsa yenisiyle değiştir
8	Ventilasyonu yeniden başlat; kaçak değerini izle
NOT	
NIV'de maske kaçakını azaltmak için alternatif maske tipi deneyin (tam yüz, nazal, nazal yastık). Ağız kaçakları için çene kayışı veya tam yüz maskesine geçiş değerlendirin. İnvazif ventilasyonda kaf basıncını 8 saatte bir manometreyle ölçün.	

7.2.2 Tıkanıklık Alarmı

Tıkanıklık alarmı, inspirasyon veya ekspirasyon hattındaki ya da hasta kanülündeki anlamlı akım engelini saptadığında aktifleşir. Tıkanıklık; cihazın hastaya hava iletmeyi engeller ya da hastanın ekspire etmesini kısıtlar; her iki durumda da ventilasyon tehlikeye girer. [59, 60]

Alarm Tetikleme Kriterleri

5 saniye ve 2 nefes döngüsü süresince aşağıdaki koşullardan biri karşılanırsa alarm aktifleşir:

Koşul	Tanı	Mekanizma
Maks. Eksp. Akışı < 0,8 LPM	Ekspirasyon hattı tıkalı	Hasta ekspire edemiyor → hava tuzaklanması, basınç artışı
Maks. İns. Akışı < 1,5 LPM	İnspirasyon hattı tıkalı	Hava hastaya ulaşamıyor → yetersiz tidal hacim
Ort. İns. Akışı < Maks. Basınç/10 (Ped: /8)	Hasta kanülü/tüpü tıkalı	Basınç uygulanıyor ancak akış çok düşük → sert obstrüksiyon

Alarm aktifleştğinde VENTISENSE kısa süreli tıkanıklıktan çıkma çabası gösterir: basıncı en fazla 2 mbar artırarak obstrüksiyonu aşmaya çalışır. Bu otomatik yanıt başarısız olursa alarm devam eder.

Olası Nedenler

Neden	Açıklama	Risk Faktörleri
Sekresyon birikimi / Mukus tıkaçı	En sık tıkanıklık nedeni. Havayolunda biriken sekresyonlar kısmi veya tam tıkanıklık oluşturur; tüp içindeki mukus tıkaçı hem inspirasyon hem ekspirasyon akışını engeller. [59]	Yetersiz hidrasyon, yetersiz humidifikasyon, nöromüsküler hastalık (öksürük gücü azalmış)
Endotrakeal / Trakeostomi tüpü kıvrılması	Boyun pozisyonuna bağlı tüp kıvrılması. Aşırı boyun fleksiyonunda spiral güçlendirilmiş tüplerde kalıcı deformasyon oluşabilir.	Aşırı boyun fleksiyonu veya ekstansiyonu
Tüpün endobronşiyal ilerlemesi	Tüpün çok ileriye gitmesi → tek akciğer ventilasyonu tablosu; inspirasyon akışı azalır.	Fiksasyon derinliği kontrolünün atlanması, boyun hareketi
Bronkospazm	Hava yolu düz kaslarının kasılması → hava yolu direnci belirgin artar.	Astım, KOAH, alerjen veya iritan maruziyeti
Devre kıvrılması	İnspirasyon/ekspirasyon hortumunun kıvrılarak akımı engellemesi.	Uzun devre, yetersiz sabitleme, hasta hareketi
Su birikimi (kondensasyon)	Devre içinde biriken su damlacıkları akışı ciddi ölçüde kısıtlar.	Isıtılmamış devre + nemlendirici kullanımı, soğuk ortam
Tıkanmış filtre (bakteri/HMEF)	Sekresyon veya nem nedeniyle tıkanan filtre direnci dramatik artırır.	Önerilen değiştirme aralığının (24–48 saat) aşılması
Ekshalasyon valf arızası	Valfin kapanmaması → ekspirasyon fazında hava kaçır; valfin açılmaması → hava tuzaklanması.	Yabancı cisim, sekresyon kirlenmesi, mekanik arıza

Klinik Sonuçlar

- İnspirasyon hattı tıkanıklığı: Yeterli tidal hacim iletilmez; hipoventilasyon, PaCO₂ artışı, SpO₂ düşüşü.
- Ekspirasyon hattı tıkanıklığı: Hasta ekspire edemiyor → hava tuzaklanması, oto-PEEP yükselişi → kardiyak debi düşüşü, barotravma riski.

- Tam kanül tıkanıklığı: Akciğerlerde giderek artan basınç birikimi → en kritik senaryo.

Müdahale Algoritması

Adım	Eylem
1	SpO ₂ , solunum çabası, göğüs hareketi simetrisi, solunum sesleri (oskültasyon)
2	Ambu balonla ventilasyona başla. Manuel ventilasyon sertse → hasta obstrüksiyonu; kolaysa → devre obstrüksiyonu
3	Devre kıvrımlarını düzelt; su tuzaklarını boşalt
4	HMEF ve bakteri filtrelerini kontrol et; tıkanık veya ıslaksa hemen değiştir
5	Solunum seslerini oskulte et (ronküs → sekresyon; hırıltı → bronkospazm)
6	Sekresyon şüphesinde steril teknikle aspirasyon uygula
7	Kateter geçmiyorsa: kaf deflate et, tüpü çıkar,ambu ile ventile et (tam tıkanıklık)
8	Endotrakeal tüp derinliğini kontrol et (erişkinde dış hizasında genellikle 21–23 cm)
9	Bronkospazm şüphesinde nebulize bronkodilatatör (salbutamol / ipratropium)
10	Ekshalasyon valfini kontrol et; sekresyon kirlenmesi varsa temizle veya değiştir

⚠ UYARI

Aspirasyon kateteri tüpten geçemiyorsa TAM TIKANIKLIK mevcuttur.
Bu durumda kaf deflate edilmeli, tüp çıkarılmalı ve hastaambu balonla ventile edilmelidir.
Yeniden tüpleme için gerekli ekipmanın her zaman hazır bulunması zorunludur.

7.2.3 Yüksek PEEP Basıncı

Yüksek PEEP alarmı, ölçülen ekspirasyon sonu basıncının (PEEP) ayarlanan PEEP değerinin 3 mbar üzerine çıktığı ve bu durumun 5 ardışık nefes boyunca devam ettiği durumlarda aktifleşir. Bu alarm çoğunlukla intrinsik PEEP (oto-PEEP) varlığına işaret eder. Oto-PEEP, mekanik ventilasyonun ciddi komplikasyonlarından biridir; erken tanınmazsa hemodinamik çöküşe, barotravmaya ve hayatı tehdit eden tablolara yol açabilir. [53, 55]

Alarm Tetikleme Kriteri

Koşul	Süre
Ölçülen PEEP > Ayarlanan PEEP + 3 mbar	5 ardışık nefes

Intrinsik PEEP (Oto-PEEP) — Klinik Açıklama

Intrinsik PEEP (Auto-PEEP), ekspirasyon fazı tamamlanmadan bir sonraki inspirasyon başladığında akciğerlerde kalan artık basınçtır. Normal fizyolojide pasif ekspirasyon elastik geri çekilmeyle tamamlanır ve solunum sonu basınç PEEP'e iner. Oto-PEEP geliştiğinde bu denge sağlanamaz; her döngüde akciğerlerde artık hava birikir ve dinamik hiperinflasyon gelişir. [53, 54, 55]

Oto-PEEP Oluşum Mekanizmaları

Mekanizma	Tipik Senaryo
Yetersiz ekspirasyon süresi	Yüksek frekans veya uzun inspirasyon süresi → nefes istiflemesi (breath stacking)
Artmış hava yolu direnci	KOAH: hava yolu kollapsı; Astım: bronkospazm; Sekresyon tıkağı; Devre kıvrılması. KOAH mekanik ventilasyonun en sık oto-PEEP nedenidir. [53]
Azalan akciğer kompliyansı	ARDS, pulmoner ödem — yüksek direnç ile kombinasyonda riski artırır
Aşırı dakika ventilasyonu	Çok yüksek tidal hacim + frekans kombinasyonu
Aktif ekspirasyon	Ajite hastada kuvvetli ekspirasyon → paradoks oto-PEEP

Klinik Sonuçlar

- Barotravma: Aşırı hiperinflasyon alveolar duvar gerilimini kritik eşiğin üzerine taşır → pnömotoraks, pnömomediastinum.
- Hemodinamik bozulma: Artmış intratorasik basınç venöz dönüşü azaltır → kardiyak debi düşer. KOAH/astımda invazif ventilasyon sonrası gelişen ani hipotansiyonun en sık nedeni oto-PEEP'tir. [55]
- Tetikleme gücü: Hasta her eforunda önce oto-PEEP'i aşmak zorundadır → solunum işi dramatik artar, "missed trigger" (kaçırılan tetikleme) gelişir. [53]
- CO₂ retansiyonu: Hiperinflasyon ölü boşluk artar → etkin alveolar ventilasyon düşer → PaCO₂ yükselir.

Diğer Olası Nedenler

Neden	Açıklama
Ekshalasyon valf arızası — kapanmıyor	Valf inspirasyonda kapanmazsa basınç birikir
Hatalı PEEP ayarı	Yanlışlıkla çok yüksek PEEP girilmesi
Su birikimi ekspirasyon hattında	Ekspirasyon direncini artırır → oto-PEEP benzeri tablo

Müdahale Algoritması

Adım	Eylem
1	SpO ₂ , kan basıncı, nabız, solunum çabası, solunum sesleri (hırıltı?) değerlendir
2	Solunum frekansını azalt (2–4 bpm) → ekspirasyon süresini uzat
3	I:E oranını ayarla: ekspirasyon süresini uzat (örn. 1:2 → 1:3)
4	Devre ve su tuzaklarını kontrol et; kıvrılma ve tıkanıklıkları gider
5	Ekshalasyon valfini kontrol et
6	Bronkospazm şüphesinde nebülize bronkodilatatör uygula
7	PEEP ayarının klinik gerekçeyle uyumlu olup olmadığını sorgula
8 (Oto-PEEP)	Eksternal PEEP'i oto-PEEP değerinin %70–85'ine eşitle → tetikleme eşiğini düşür (uzman gözetiminde)
9 (Ciddi hipotansiyon)	Geçici olarak devreyi 15–30 sn çıkar → spontan ekspirasyon → kardiyak debi toparlar; pnömotoraksı önce dışla
⚠ UYARI	
KOAHA veya astım hastasında invazif ventilasyon sonrası ani hipotansiyon → oto-PEEP kaynaklı hemodinamik bozulma düşün. Devre çıkarma manevrasını pnömotoraks dışlanmadan uygulamayın.	

7.2.4 Düşük PEEP Basıncı

Düşük PEEP alarmı, ölçülen ekspirasyon sonu basıncının ayarlanan PEEP değerinin 3 mbar altına düştüğü ve bu durumun 5 ardışık nefes boyunca devam ettiği durumlarda aktifleşir. PEEP; alveolar açıklığın ve oksijenasyonun kritik belirleyicisidir; PEEP kaybı akciğerlerde hızla atelettazi ve oksijenasyon bozukluğuna yol açabilir.

Alarm Tetikleme Kriteri

Koşul	Süre
Ölçülen PEEP < Ayarlanan PEEP – 3 mbar	5 ardışık nefes

Olası Nedenler

Neden	Açıklama	Risk Faktörleri
Devre kaçağı	Gevşek bağlantı veya yırtık hortum → ekspirasyon fazında basınç korunamaz	Montaj hatası, uzun süreli kullanım
Ekshalasyon valf açık kalması	Valfin ekspirasyon fazında kapanmaması → PEEP oluşturulamaz	Yabancı cisim, mekanik arıza
Kaf kaçağı (invazif)	Yetersiz kaf basıncı → PEEP kaybı + tidal hacim kaybı	Rutin kaf basıncı kontrolünün atlanması
Büyük maske kaçağı (NIV)	NIV'de maske sızdırmazlığı bozulması → ekspirasyon basıncı düşer	Uyumsuz maske, kafa şeridi ayarsızlığı
Hasta aktif ekspirasyonu	Çok kuvvetli ekspirasyon → geçici PEEP düşüşü; hasta-cihaz asenkronisi tablosunda görülür	Hasta ajitasyonu, yetersiz sedoanaljezi

Klinik Sonuçlar

- Alveolar kollaps ve atelettazi: PEEP kaybında ekspirasyon sonunda alveolar kapanma başlar.
- Oksijenasyon bozulması: Atelettatik alveollerin perfüze olmaya devam etmesi intrapulmoner şanti artırır; PaO₂ düşer.
- Atelectrauma: Tekrarlayan açılma-kapanma hasarı VILI'nin önemli bir bileşenidir. [1]
- Kardiyojenik komplikasyon: PEEP düşmesi sol ventrikül ardyükünü artırabilir.

Müdahale Algoritması

Adım	Eylem
1	SpO ₂ ve oksijenasyonu izle — hipoksi geliyor mu?
2	Tüm devre bağlantılarını sistematik kontrol et
3	İnvazif uygulamada kaf basıncını ölç (hedef: 20–30 cmH ₂ O)
4	NIV'de kaçak kaynağını belirle; kafa şeridi gerginliğini ayarla
5	Ekshalasyon valfini kontrol et — kapanıyor mu?
6	Ventilasyonu yeniden başlat; ölçülen PEEP'i 5–10 nefes sonra izle

7.2.5 Yüksek Basınç

Yüksek Basınç alarmı, hasta-cihaz asenkronisinin neden olduğu anlık ve tehlikeli basınç yükselmeleri için tasarlanmış güvenlik mekanizmasıdır. Bu alarm özellikle hasta ventilasyonun inspirasyon fazında iken aktif olarak nefes verdiği (aktif ekspirasyon) ve bunun sonucunda hava yolu basıncının normal sınırların ötesine geçtiğinde devreye girer. Basınç kontrollü veya hacim kontrollü tüm modlarda aktiftir.

Alarm Tetikleme ve Cihaz Tepkisi

Hava yolu basıncı ayarlı IPAP + 5 mbar veya maksimum basınç ayarının + 5 mbar üzerine çıktığında cihaz güvenlik amacıyla inspirasyonu keserek PEEP'e (ekspirasyon basıncına) geri döner. Bu durum 3 kez tekrarlanırsa cihaz Yüksek Basınç alarma geçer.

Birincil Neden: Hasta-Cihaz Asenkronisi

Hasta-cihaz asenkronisi (Patient-Ventilator Dyssynchrony — PVD), mekanik ventilasyonun en yaygın komplikasyonlarından biridir. Literatür, mekanik ventilasyon uygulanan hastalarda asenkroni insidansının çalışmalara göre %5–50 arasında değiştiğini bildirmektedir. [32, 33] Asenkroni; kas yorgunluğuna, sedasyon gereksiniminin artmasına, VILI'ye ve kötü klinik sonuçlara zemin hazırlar. [64]

Asenkroni Mekanizmaları ve Yüksek Basınç İlişkisi

Asenkroni Tipi	Mekanizma	Yüksek Basınç ile İlişkisi
Çift Tetikleme / Nefes İstiflemesi (Double Triggering / Breath Stacking)	Hasta yetersiz inspirasyon desteği aldığı ya da inspirasyon süresi çok kısa ayarlandığında, ekspirasyon başlamadan ikinci bir nefes tetikler. İki nefes birbirine istiflenip tidal hacim iki katına çıkabilir. ARDS'li hastalarda ve koruyucu ventilasyon uygulananların yaklaşık %5–10'unda görülür. [33, 37]	İstiflenmiş iki nefes hacmi + hastanın aktif inspirasyon eforu basıncı patojenik düzeyde yükseltir.
Aktif Ekspirasyon Çakışması (Expiratory Fighting)	Hasta inspirasyon fazında iken aktif olarak nefes vermeye çalışır; cihaz aynı anda inspirasyon gazı göndermektedir. Ortaya çıkan basınç IPAP + hastanın eksp. kas basıncı = patolojik pik değere çıkar.	Patolojik pik basınç doğrudan bu alarmı tetikler.
Ters Tetikleme (Reverse Triggering)	Kontrolden ventile edilen hastada cihaz nefesi diyafragma kasılmasını başlatır; kasılma zamanlaması cihaz döngüsüyle çakışırsa basınç yükselir. [33, 38]	Basınç yükselmesi inspirasyon fazı sonlarında tipik.
Gecikmiş Döngü (Delayed Cycling)	Ekspirasyon tetikleme eşiğinin çok düşük ayarlanması nedeniyle inspirasyon fazı uzar; hasta aktif olarak nefes vermeye başlarken cihaz hâlâ inspirasyon göndermektedir.	Ekspirasyona geçemeyen hastanın kas baskısı + inspirasyon gazı basıncı artışı.

Diğer Olası Nedenler

Neden	Açıklama
Akut tıkanıklık	Ani sekresyon tıkaçı veya bronkospazm hava yolu direncini aniden artırır → pik basınç yükselişi. Tıkanıklık alarmıyla eş zamanlı olabilir.
Öksürük	Ekspirasyon kaslarının güçlü kasılması → geçici pik basınç artışı. Öksürük tamamlandığında alarm genellikle kendiliğinden geçer.
Hasta ajitasyonu	Ajite veya ağlayan hasta güçlü kas baskısı üretebilir.
Pnömotoraks	Ani kompliyans düşüşü ve hava yolu direnci artışı →

Neden	Açıklama
	pik basınç yükselişi. Unilateral solunum sesi kaybıyla birlikte ise acil durum.
Pulmoner ödem	Kompliyans azalması → aynı hacim için daha yüksek basınç gerekir.
Maksimum basınç ayarının çok düşük girilmesi	Ayar hastanın gerçek ihtiyacının altındaysa alarm aşırı sıklaşır. Alarm limiti klinik değerle uyumlu olmalıdır.

Müdahale Algoritması

Adım	Eylem
1	Hastayı değerlendir: bilinç, solunum çabası, siyanoz, agitasyon var mı?
2	Solunum seslerini oskulte et: bilateral mi, hırıltı var mı?
3	Asenkroni mi? Hastanın solunum zamanlamasını gözle ve devre basınç eğrisini incele
4	Tıkanıklık/obstrüksiyon şüphesi → aspirasyon ve devre kontrolü
5	Bronkospazm şüphesi → bronkodilatatör
6	Pnömotoraks şüphesi → acil değerlendirme, gerekirse iğne dekompresiyon
7 (Asenkroni)	İnspirasyon süresini, ekspirasyon tetikleme hassasiyetini, I:E oranını yeniden değerlendir
8 (Asenkroni)	Tetikleme kilidini optimize et; tetikleme hassasiyetini ayarla
9 (Asenkroni)	Mod değişikliği düşün (ör. kontrollü → destekli); sedoanaljezi değerlendir
10	Maksimum basınç limitinin klinisyen tarafından belirlenmiş güvenli değerde olduğunu doğrula

NOT

Öksürük kaynaklı geçici yüksek basınç alarmları beklenen fizyolojik bir yanıttır; servis alarmı değildir.

Tekrarlayan asenkroni → mod ayarlarını gözden geçirin; sık sedasyon artırımından önce ventilasyon parametrelerini optimize edin. [32]

7.2.6 Pil Alarmı %10

Pil kapasitesi %10'a (veya yaklaşık 45–50 dakikalık çalışma süresine) düştüğünde aktifleşen yüksek öncelikli zorunlu alarmdır. Bu alarm, ventilasyon kesintisinden çok önce klinisyeni uyarmak ve acil güç bağlantısı için yeterli zaman tanımak amacıyla tasarlanmıştır.

Klinik Önem ve Müdahale

Ev ortamında elektrik kesintisi, kablo sökülmesi veya adaptör arızası gibi durumlarda VENTISENSE'nin 18,5 V Li-İyon dahili pili (~8 saat kapasiteli) devreye girerek ventilasyonu sürdürür. Pil %10'a düştüğünde eylem için yeterli zaman kalmaktadır; ancak bu alarm kesinlikle görmezden gelinmemelidir.

Adım	Eylem
1	Cihazı derhal AC güç kaynağına bağla
2	Neden AC güç kesildi? (Kablo sökük mü? Adaptör arızalı mı? Elektrik kesintisi mi?)
3	Elektrik kesintisi uzun sürebilirse alternatif güç kaynağı planla (UPS, jeneratör)
4	Yakın süre içinde tam pil yüklemesi sağla

⚠ UYARI

Dahili pil yalnızca acil yedekleme ve kısa taşıma içindir; sürekli birincil güç kaynağı olarak kullanılamaz.

Ev ortamında UPS (kesintisiz güç kaynağı) veya jeneratör planlaması önerilir.

7.2.7 Düşme Alarmı

VENTISENSE, terapi sırasında cihazın düşürülmesini algılayan yerleşik bir ivme sensörü ile donatılmıştır. Terapi aktifken cihaz belirli bir eşiği aşan yüksek ivme değeriyle karşılaştığında — yere düşme, devrilme veya sert darbe — Düşme Alarmı tetiklenir.

Alarm Tetikleme Mekanizması

İvme sensörü cihazın üç ekseninde ani hız değişimini (ivmelenme) sürekli izler. Terapi sırasında normal hareket sınırlarını aşan ani ivme değişimi (düşme imzası) algılandığında alarm anında aktifleşir. Bu mekanizma, hortum çekilmesi, birine takılıp devrilme veya yataktan düşme gibi senaryoları kapsar.

Düşmenin Olası Klinik Sonuçları

Terapi sırasındaki bir düşme birçok farklı tehlikeye yol açabilir:

- Hasta bağlantısı kopması: Düşme esnasında hortum, maske veya kanül çıkabilir; hastanın ventilasyon desteği aniden kesilir.
- Ekshalasyon valfinin yerinden çıkması: Düşme darbesi valf bağlantısını zorlayabilir; valf çıktıysa ekspirasyon fazında basınç kontrolü yitilir.
- Devre bağlantı noktalarının ayrılması: Y-parçası, filtre adaptörü veya hortum bağlantıları gevşeyebilir; klinik olarak anlamsız görünse de gizli kaçak oluşturabilir.
- Cihaz mekanik hasarı: Ekran kırılması, port hasarı veya dahili bileşenlerde stres kırığı oluşabilir; görünürde sorun olmasa da iç bileşen bütünlüğü bozulmuş olabilir.
- Pil bağlantısının kopması veya güç kesintisi: Şiddetli darbe pil kompartmanını veya adaptör bağlantısını etkileyebilir.

Müdahale Algoritması

Adım	Eylem
1	ÖNCE hastayı değerlendir: Bilinç, SpO ₂ , solunum çabası — ventilasyon sürüyor mu?
2	Hastanın bağlantısı yerinde mi? Maske/kanül/tüp pozisyonu kontrol et
3	Ekshalasyon valfinin yerinde, doğru yönde ve tam oturmuş olduğunu kontrol et
4	Tüm devre bağlantı noktalarını (Y-parçası, filtre, hortum uçları) elle sıkıştır
5	Cihazın dış gövdesini görsel olarak incele: ekran, portlar, güç girişi, pil kapağı
6	Güç kaynağı bağlantısını kontrol et; AC kablosu ve adaptör hasarı var mı?
7	Ventilasyonu yeniden başlat ve birkaç nefes boyunca tidal hacim, basınç, kaçak değerlerini izle
8	Görünürde mekanik hasar varsa veya ventilasyon değerleri normalden sapıyorsa servisle iletişime geç
9	Düşme sonrasında cihaz düzgün çalışsa dahi teknik servis bildirimi yapılması önerilir

NOT

Cihaz düştükten sonra görünürde sorunsuz çalışsa dahi iç bileşen hasarı olabilir. Düşme sonrası bir sonraki planlı bakımda servis ekibini bilgilendirin. Cihazı sağlam yüzeylerde, ulaşılmaz olmayan pozisyonlarda, devre hortumlarının gergin kalmayacağı şekilde konumlandırın.

7.2.8 Yüksek Basınç Sınırına Ulaşıldı

Bu alarm, hacim hedefli modlara (VCV, VCV-A, SIMV-V) özgüdür. Hacim kontrollü ventilasyonda cihaz hedef tidal hacme ulaşmak için gereken basıncı dinamik olarak artırır. Ancak bu artış cihazın güvenlik basınç sınırına ulaşırsa — hedef hacme henüz ulaşılamadan — "Yüksek Basınç Sınırına Ulaşıldı" alarmı aktifleşir.

7.2.8 ile 7.2.5 (Yüksek Basınç) Arasındaki Fark

Özellik	Yüksek Basınç (7.2.5)	Yüksek Basınç Sınırına Ulaşıldı (7.2.8)
Mod	Tüm modlar	Yalnızca hacim hedefli modlar (VCV, VCV-A, SIMV-V)
Mekanizma	Anlık patolojik basınç artışı (asenkroni, tıkanıklık)	Hacim hedefine ulaşmak için gereken basınç sınıra dayandı
Cihaz tepkisi	İnsp. kesilir, PEEP'e döner; 3× sonra alarm	Hacim eksik kalır; alarm verilir
Klinik anlam	Asenkroni, obstrüksiyon, pnömotoraks	Ani kompliance düşüşü veya direnç artışı

Olası Nedenler

Neden	Açıklama
Akciğer kompliance'sinin ani düşüşü	Atektazi, pnömoni, pulmoner ödem, ARDS — sertleşen akciğer için daha yüksek basınç gerekir; sınır aşılar, hacim eksik kalır
Hava yolu direncinin artışı	Bronkospazm, sekresyon tıkağı, tüp kıvrılması — direnç artışı basınç gereksinimini yükseltir
Maksimum basınç limitinin çok düşük ayarlanması	Güvenlik sınırı yeterince yüksek değilse hacme ulaşılamadan sınıra gelinir
Tüpün endobronşiyal ilerlemesi	Tek akciğer ventilasyonu → efektif compliance düşer
Pnömotoraks	Ani compliance kaybı → ek basınç gereksinimi → sınır aşımı

Müdahale Algoritması

Adım	Eylem
1	Hastayı değerlendir: solunum sesleri, göğüs hareketi simetrisi, SpO ₂
2	Akciğer dinleyin: bilateral mi, atelektazi ya da pnömotoraks bulgusu var mı?
3	Hava yolu direnci artışı → aspirasyon, bronkodilatör, kıvrılma kontrolü
4	Compliance düşüşü → alta yatan klinik (pnömoni, ödem, ARDS) değerlendir
5	Maksimum basınç limitinin uygun ayarlanıp ayarlanmadığını sorgula
6	Geçici çözüm olarak IPAP artırımını değil, alta yatan nedeni tedavi etmeyi hedefle
7	Hacim hedefli moddan basınç hedefli moda (PCV) geçiş düşünülebilir

7.2.9 Düşük Basınç Sınırına Ulaşıldı

Bu alarm, hacim hedefli modlara özgüdür. Hedef tidal hacme ulaşmak için gereken basınç, cihazın minimum basınç ayarının altına düşerse — yani cihaz beklenenden çok daha az basınçla hedef hacme ulaşıyorsa — "Düşük Basınç Sınırına Ulaşıldı" alarmı aktifleşir.

7.2.9 ile Düşük PEEP Alarminin Farkı

Özellik	Düşük PEEP Basıncı (7.2.4)	Düşük Basınç Sınırına Ulaşıldı (7.2.9)
Ölçüm zamanı	Ekspirasyon sonu	İnspirasyon fazı sırasında
Mod	Tüm modlar	Yalnızca hacim hedefli modlar
Anlam	PEEP yeterince korunmuyor (kaçak)	Tidal hacme ulaşmak için gereken basınç beklenenden çok düşük (aşırı kompliyans veya büyük kaçak)

Olası Nedenler

Neden	Açıklama
Büyük devre kaçağı	Geniş kaçak varlığında hacme ulaşmak için gereken basınç düşer; ancak gerçekte tidal hacim hastaya ulaşmıyor olabilir
Akciğer kompliyansının ani artışı	Örneğin aşırı sedasyonla tam kas gevşemesi veya plevral efüzyon drenajı sonrası → sertlikten geniş ve yumuşak akciğere geçiş
Minimum basınç ayarının çok yüksek girilmesi	Güvenlik sınırı gerçek basınçtan yüksekse yanlış alarm üretilir
Kaf deflasyonu (invazif)	Kaf tamamen indirilmişse veya tüp çıkışa yakınsa tidal hacim devreden kaçar; basınç düşük kalır

Müdahale Algoritması

Adım	Eylem
1	Tidal hacmin gerçekten hastaya iletilip iletilmediğini kontrol et (göğüs hareketi var mı?)
2	Devre kaçağını ara: bağlantı noktaları, kaf basıncı, maske sızdırmazlığı
3	Hasta klinik durumunda ani değişim mi oldu? (Kas gevşemesi, plevral işlem?)
4	Minimum basınç ayarının klinik durumla uyumlu olduğunu doğrula
5	Kaçak büyükse → Bağlantı Kopması algoritmasını uygula

7.2.10 VE Okunamıyor

VE Okunamıyor alarmı, ekspirasyon akış sensörünün ölçüm yapamaması durumunda aktifleşir. Bu durumda ekspirasyon (Expiratory) akışı ölçülemez ve dolayısıyla ekspirasyon hacmi (VE — Volume Expired) hesaplanamaz. Alarm cihazın ventilasyonu durdurduğu anlamına gelmez; ventilasyon sürer ancak ekspirasyon hacmi izlenemez hale gelir.

Fizyolojik Temel

VENTISENSE, ekspirasyon akışını ekshalasyon valfinin cihaz tarafındaki akış sensörüyle ölçer. Bu sensörün doğru çalışması için ekshalasyon valfinin cihaz portuna tam oturmuş olması ve sensör yüzeyinin temiz ve kuru olması gerekir. Sensör okuyamadığında VE hacmi hesaplanamaz, bu da tıkanıklık alarmının temel kriterlerinden birinin de değerlendirilemeyeceği anlamına gelir.

Olası Nedenler

Neden	Açıklama	Çözüm
Ekshalasyon valfinin porttan çıkması	En sık neden. Valf cihazdan ayrıldığında sensör devreden çıkar; hava akışı algılanamaz.	Valfin doğru yönde ve tam oturmasını sağla; kilitleme mekanizmasını kontrol et
Nemlenme — kondensasyon	Solunum rutubeti sensör yüzeyine nem birikmesine yol açabilir; yoğunlaşmış su damlacıkları akış algılamasını bozar.	Cihazı birkaç dakika ventilasyonsuz beklet; nem buharlaşabilir. Gerekirse valfin temiz kalması için devre yönlendirmesini düzelt.
Mukoza veya sekresyon gelmesi	Hastadan gelen sekresyon veya mukoza valfin sensör tarafına sıçrayabilir; bu geçici bir kirlenmedir.	Valfin sensör tarafını dikkatlice temizle; gerekirse yeni valf tak
Sensör geçici arızası	Yoğun nem veya kirlenme sonrası sensör geçici olarak yanıt vermeyebilir; kaynak giderildiğinde kendiliğinden toparlanabilir.	Nedenin giderilmesi ve birkaç dakika bekleme genellikle yeterlidir

Müdahale Algoritması

Adım	Eylem
1	Hastayı değerlendir: ventilasyon sürüyor mu? Göğüs hareketi, SpO ₂
2	Ekshalasyon valfinin cihaz portuna tam oturduğunu kontrol et
3	Valf sensör yüzeyinde nem veya sekresyon var mı? Gözle incele
4	Nem varsa: valfi çıkar, sensör yüzeyinin kurumasını bekle (birkaç dakika)
5	Sekresyon varsa: valfi dikkatli temizle; gerekirse temiz valf tak
6	Valfi yeniden yerine tak; alarm geçti mi?
7	Alarm devam ediyorsa servis desteği al

NOT

VE Okunamıyor alarmı sırasında ventilasyon devam eder ancak ekspirasyon hacmi izlenemez. Bu dönemde hastayı yakından gözlemleyin; göğüs hareketi ve SpO₂ izlemeyi sürdürün. Tekrarlayan VE okunamıyor alarmları ekshalasyon valf veya sensör değişimi gerektirebilir.

7.3 SINIF 2: AYARLANABİLEN ALARMLAR

Ayarlanabilen alarmlar; hasta kliniğine ve bireysel ventilasyon profiline göre klinisyen tarafından özelleştirilebilen alarmlar sınıfıdır. Bu alarmların limitlerini çok geniş tutmak tehlikeli durumların geç fark edilmesine, çok dar tutmak ise gereksiz alarm yüküne (alarm fatigue) ve klinisyenin kritik uyarıları görmezden gelmesine zemin hazırlar. [60, 70] Her hasta için limitler; hedef parametreler, klinik durum ve ventilasyon moduna göre bireyselleştirilmelidir.

Alarm Adı	Tipik Ayar Kılavuzu
Apne Alarmı	Hedef: 15–30 sn (PSV/BiLEVEL/CPAP modlarında)
Yüksek Frekans	Ayarlanan frekansın ~%150'si
Düşük Frekans	Ayarlanan frekansın ~%60'ı
Yüksek İnspirasyon Hacmi	Hedef TV'nin %150'si (8 ml/kg IBW'yi aşmamak)
Düşük İnspirasyon Hacmi	Hedef TV'nin %60–70'i
Yüksek Ekspirasyon Hacmi	Hedef TV'nin %150'si
Düşük Ekspirasyon Hacmi	Hedef TV'nin %60–70'i
Yüksek Dakika Vent. Hacmi	Hedef MV'nin %120–150'si
Düşük Dakika Vent. Hacmi	Hedef MV'nin %60–80'i
Kaçak Alarmı	Klinik tolerans kılavuzuna göre (1–20 LPM)
Yüksek FiO ₂	Hedef FiO ₂ 'nin %10–15 üstü
Düşük FiO ₂	Hedef FiO ₂ 'nin %5–10 altı
Yüksek SpO ₂	Harici pulse oksimetre bağlantısıyla (henüz mevcut değil)
Düşük SpO ₂	Harici pulse oksimetre bağlantısıyla (henüz mevcut değil)
Yüksek Kalp Hızı	Harici pulse oksimetre bağlantısıyla (henüz mevcut değil)
Düşük Kalp Hızı	Harici pulse oksimetre bağlantısıyla (henüz mevcut değil)

7.3.1 Apne Alarmı

Apne alarmı, spontan solunum destekleyen modlarda (PSV, BiLEVEL, CPAP) belirlenen süre boyunca hasta tarafından hiçbir solunum eforu algılanmadığında aktifleşir. Bu alarm, spontan solunuma bağımlı modlarda ventilasyonun tamamen durmasını önleyen kritik bir güvenlik mekanizmasıdır. [41, 42]

Çalışma Mekanizması

Apne süresi dolduğunda VENTISENSE otomatik yedek (backup) moduna geçer: ayarlanan yedek frekans ve inspirasyon süresiyle zorunlu nefesler iletmeye başlar. Bu yedek ventilasyon, apne alarmıyla eş zamanlı aktifleşir ve hastanın spontan solunumu yeniden başlayana kadar sürer.

Olası Nedenler

Neden	Klinik Açıklama	Risk Faktörleri
Aşırı sedasyon / Opioid etkisi	Merkezi solunum sürücüsünün baskılanması; en sık neden. Sedatif veya opioid ilaçların etkisi solunum dürtüsünü azaltır veya tamamen baskılar.	Yeni sedasyon değişikliği, opioid başlangıcı, ilaç birikimi
Hastalık progresyonu	Nöromusküler hastalıkların ileri evresinde solunum merkezi zayıflayabilir; spontan solunum yetersiz kalır.	ALS, Duchenne, SMA ileri evre
Merkezi uyku apnesi	Uyku sırasında merkezi sinir sisteminin solunum dürtüsünü geçici olarak kesmesi.	Beyin sapı etkilenmiş nörolojik hastalık, kalp yetmezliği
Devre kaçağı kaynaklı yanlış apne tespiti	Büyük kaçak varlığında tetikleme akış eşiği karşılanamaz; cihaz gerçek spontan nefesi algılayamayabilir.	Maske kaçağı, kaf kaçağı
Tetikleme hassasiyeti çok düşük	Çok yüksek tetikleme eşiği → zayıf hasta eforu algılanamaz → yanlış apne alarmı.	Özellikle zayıf solunum kasları olan hastalarda
Uyku derinleşmesi (REM)	REM uykusunda bazı hastalarda geçici solunum düzensizliği normaldir; uzun apne periyotları ise patolojiktir.	OHS, OSA

Klinik Sonuçlar

- Apne yedek devreye girmezse veya yetersiz kalırsa: Hipoksi, hiperkapni, bilinç kaybı, kardiyak arrest.
- Yanlış apne alarmı (false apnea): Gereksiz yedek ventilasyon → hasta-cihaz asenkronisi, uyku bölünmesi, konfor bozulması. [39]
- Tekrarlayan gece apneleri: Sabah baş ağrısı, gün içi somnolans, hiperkapnik uyandırma — gece monitörizasyonu gerektirir.

Müdahale Algoritması

Adım	Eylem
1	Yedek ventilasyon aktifleştirdi mi? Çalışıyor mu? → SpO ₂ stabil mi?
2	Hastayı değerlendir: bilinç, renk, solunum çabası
3	Sedasyon dozu son değişiklik ne zamandı? Opioid veya sedatif etkisi var mı?
4	Devre kaçağını kontrol et → büyük kaçak yanlış apne algısına neden olabilir
5	Tetikleme hassasiyeti çok yüksek mi (eşik çok yüksek)? → İnsp. tetikleme değerini düşür

Adım	Eylem
6	Nörolojik değişim var mı? Bilinç baskılanıyor mu? Hekimi bilgilendir
7	Sedasyon azaltımı gerekiyor mu? → Hekim kararı
8 (Gece alarmı)	Gece boyunca tekrarlayan apne → transkütanöz CO ₂ veya oksimetri monitörizasyonu yap; PSV → BiLEVEL geçişi değerlendir
İ NOT	
PSV modunda apne yedek frekansını ve inspirasyon süresini mutlaka önceden tanımlayın. Apne alarmı süresi çok kısa ayarlanırsa yanlış alarmlar, çok uzun ayarlanırsa geç müdahale riski oluşur. Tekrarlayan apne alarmları gece hipoventilasyon bulgusudur; gece oksimetri veya kapnografi planlanmalıdır.	

7.3.2 Yüksek Frekans / Düşük Frekans Alarmları

Frekans alarmları, ölçülen toplam solunum hızının (spontan + cihaz kaynaklı nefesler) ayarlanan sınırların dışına çıktığında aktifleşir. Solunum frekansı; CO₂ atılımının, hasta-cihaz senkronizasyonunun ve hastanın genel solunum yükünün önemli bir göstergesidir.

Yüksek Frekans Alarmı

Solunum hızı anlamlı biçimde yükseldiğinde (takipne) alarm verir. Erişkin hastalarda normal solunum hızı 12–20 bpm olup mekanik ventilasyonda tipik alarm üst sınırı ayarlanan frekansın ~%150'si veya klinik duruma göre belirlenir. [3]

Neden	Açıklama
Yetersiz ventilasyon desteği	PS veya IPAP çok düşük → hasta yeterince desteklenmeden daha fazla nefes alarak CO ₂ 'yi dengelemeye çalışır
Ağrı veya ajitasyon	Solunum dürtüsünü artırır; fizyolojik stres yanıtı
Hiperkapni / metabolik asidoz	PaCO ₂ yükselmesi → santral solunum sürücüsü artar → takipne
Hipoksi	SpO ₂ düşüşü → periferik kemoreseptör uyarısı → solunum hızı artar
Ateş / enfeksiyon	Her 1°C ateş artışında O ₂ tüketimi ve CO ₂ üretimi artar → solunum hızı yükselir
Oto-PEEP	Tetikleme gücünü nedeniyle hasta çok sayıda efor gösterir; bazıları tetikleyemez ancak frekans artar
Hasta-cihaz asenkronisi	Yetersiz veya uyumsuz destek → hastanın kendi nefeslerini artırması

Düşük Frekans Alarmı

Solunum hızı kritik düzeyde düştüğünde (bradipne) alarm verir. Spontan nefes içeren modlarda (PSV, BiLEVEL) solunum hızı yedek frekansın altına inerse apne alarmıyla birlikte değerlendirilir.

Neden	Açıklama
Aşırı sedasyon / opioid baskılanması	Merkezi solunum dürtüsünün baskılanması → bradipne veya apne
Hastalık progresyonu	Nöromusküler ilerleme → solunum kasları yetersiz kaldı
Aşırı ventilasyon desteği	Yüksek PS veya IPAP → CO ₂ aşırı atılır → solunum dürtüsü azalır (hipokapnik baskılama)
Hipotermi	Metabolizma yavaşlar → CO ₂ üretimi azalır → solunum hızı düşer
Devre kaçağı (yanlış alarm)	Büyük kaçakta ölçülen frekans gerçeği yansıtmıyor olabilir

Müdahale

Yüksek Frekans	Düşük Frekans
Hipoksi/hiperkapni? → Kan gazı veya kapnografi	Sedasyon kontrolü → gerekirse azalt
Ventilasyon desteği yeterli mi? → PS/IPAP artır	Nörolojik değişim? → Hekimi bilgilendir
Ağrı/ajitasyon → Sedoanaljezi yönetimi	Aşırı PS → FiO ₂ /PS düşür; CO ₂ takip et
Enfeksiyon şüphesi → Ateş, enflamasyon parametreleri	Apne alarmıyla birlikte → Apne bölümü algoritmasını uygula

7.3.3 İspirasyon / Ekspirasyon Hacim Alarmları

VENTISENSE hem inspirasyon (VI) hem ekspirasyon (VE) hacmini bağımsız olarak izler ve her biri için ayrı yüksek/düşük alarm limiti tanımlanabilir. İspirasyon hacmi cihazın hastaya gönderdiği, ekspirasyon hacmi hastanın geri verdiği gazı ifade eder. Bu iki değerin farkı sistemdeki kaçak hacmini yansıtır.

Yüksek İspirasyon / Ekspirasyon Hacmi

Ölçülen tidal hacim üst limitin üzerine çıkınca alarm aktifleşir. Yüksek tidal hacim; volutrauma ve akciğer hasarı (VILI) açısından kritik öneme sahiptir. ARDSNet çalışması [20], tidal hacmin 6 ml/kg IBW'ye sınırlanmasının ARDS mortalitesini anlamlı ölçüde düşürdüğünü kanıtlamıştır; 8 ml/kg'ın üzerinde mortalite riski artar. [46]

Neden	Açıklama
Yüksek PS / IPAP — aşırı destek	Basınç kontrollü modlarda yüksek destek → hasta kompliyansı iyi olduğunda beklenenden büyük tidal hacim
Hasta-cihaz asenkronisi — nefes istiflemesi	Çift tetikleme/nefes istiflemesi → tek döngüde iki nefes → iki kat hacim [33, 37]
Akciğer kompliyansının artışı	Ödem çözülmesi, bronkospazm geçişi → aynı basınçta daha büyük hacim
Solunum sürücüsünün artışı	Ağrı, ajitasyon, hiperkapni → hasta derin nefes alıyor
Alarm limitinin çok düşük ayarlanması	Klinik gerçeği yansıtmayan sıkı limit → gereksiz alarmlar

Düşük İspirasyon / Ekspirasyon Hacmi

Tidal hacim alt limitin altına düşünce alarm aktifleşir. Düşük tidal hacim hipoventilasyon ve hiperkapni riskine işaret eder.

Neden	Açıklama
Devre kaçağı	Gönderilen hacim kaçak üzerinden kaybolur; ölçülen hacim düşük
Tıkanıklık	Hava yolu veya devre tıkanıklığı → iletilen hacim azalır
Kompliyans düşüşü	Sertleşen akciğer → aynı basınçta daha az hacim (basınç kontrollü modlarda)
Solunum sürücüsü azalması	Sedasyon, nöromusküler hastalık ilerleme → zayıf spontan efor → düşük hacim
PS / IPAP yetersizliği	Yetersiz destek → hasta yeterli hacim üretmiyor

Müdahale

Yüksek Hacim	Düşük Hacim
Nefes istiflemesi? → Asenkroni değerlendirilmesi	Kaçak? → Bağlantı kopması algoritması
PS/IPAP çok yüksek mi? → Azalt; tidal hacim izle	Tıkanıklık? → Tıkanıklık algoritması
Akciğer koruyucu sınır: 6–8 ml/kg IBW [20]	Kompliyans değişimi? → Altta yatan klinik değerlendir

7.3.4 Dakika Ventilasyon Hacim Alarmları

Dakika ventilasyon ($MV = \text{Frekans} \times \text{Tidal Hacim}$) alveolar CO_2 atılımının en doğrudan göstergesidir. MV izleme alarmları; hipoventilasyon (MV düşük → hiperkapni) ve hiperventilasyon (MV yüksek → hipokapni/alkaloz) durumlarını erken tespit eder. [47]

Yüksek Dakika Ventilasyon

Hem frekans artışı hem de tidal hacim artışı MV'yi yükseltebilir.

Neden	Açıklama
Takipne	Ağrı, ajitasyon, hiperkapni, hipoksi, ateş → solunum hızı artar → MV yükselir
Nefes istiflemesi	Çift tetikleme → büyük hacimli stiflenmiş nefesler MV hesabını bozar
Aşırı ventilasyon desteği	Çok yüksek PS/IPAP → büyük tidal hacim + hasta tetiklemesi → yüksek MV
Yüksek frekans ayarı	Klinisyen tarafından çok yüksek frekans ayarlanması
Metabolik asidoz	Kompanzatuvar hiperventilasyon → $PaCO_2$ düşürme çabası → MV artar

Düşük Dakika Ventilasyon

Hem frekans düşüşü hem de tidal hacim düşüşü MV'yi azaltır.

Neden	Açıklama
Büyük devre kaçağı	Kaçak üzerinden kayıp → ölçülen MV gerçeği yansıtmaz
Tıkanıklık	Hava yolu tıkanıklığı → tidal hacim azalır → MV düşer
Aşırı sedasyon	Solunum dürtüsü baskılanması → hem frekans hem hacim düşer
Nöromusküler hastalık ilerleme	Solunum kas gücü yetersizleşiyor → MV düşüyor
Yetersiz ventilasyon desteği	PS/IPAP çok düşük → hasta yeterince destek alamıyor → MV yetersiz

Müdahale

- Yüksek MV: Nedeni tanımla (takipne, asenkroni, metabolik asidoz) → nedeni tedavi et; PS/IPAP aşırıysa azalt; CO_2 /pH takibi yap.
- Düşük MV: Kaçak ve tıkanıklığı dışla; sedasyon gözden geçir; PS/IPAP artışını değerlendir; nörolojik değişim varsa hekimi bilgilendir.

7.3.5 Kaçak Alarmı

Kaçak alarmı, inspirasyon ve ekspirasyon hacmi farkından hesaplanan devre kaçağı değerinin klinisyen tarafından belirlenen eşiği aşması durumunda aktifleşir. VENTISENSE'de kaçak alarmı eşiği 1 ile 20 LPM arasında ayarlanabilir; bu değer üzerindeki kaçaklar alarm oluşturur. Bu alarm; Bağlantı Kopması alarmından bağımsız çalışır — Bağlantı Kopması sabit bir eşik değeri kullanırken Kaçak Alarmı klinisyen tarafından özelleştirilebilir. Küçük kaçaklar NIV'de tolere edilebilir düzeyde olsa da büyük kaçaklar etkin ventilasyonu engeller. [57, 58]

Kaçak Kavramı: İstemli ve İstemsiz

Noninvazif ventilasyonda iki tür kaçak vardır:

- İstemli (intentional) kaçak: Tek hortumlu devrelerde rebreathing'i önlemek için tasarlanmış ekspirasyon portu üzerinden sürekli hava salınımı. Bu kaçak cihaz tarafından bilinir ve hesaba katılır.
- İstemsiz (unintentional) kaçak: Maske-cilt arasından, ağızdan veya devre bağlantılarından oluşan istem dışı kaçak. Bu kaçak; tetikleme güçlüğüne, düşük tidal hacme, uzamış inspirasyona ve hasta-cihaz asenkronisine yol açar. [58]

Olası Nedenler

Neden	Açıklama	Risk Faktörleri
Maske uyumsuzluğu	Yüze uymayan maske en sık kaçak kaynağı. Uyku sırasında maske pozisyonu değişebilir, kaçak artar.	Küçük/büyük maske, basık veya geniş yüz profili, sakal
Ağız kaçağı (nazal maske)	Nazal maske kullanan hastada ağız açılması → tüm sistemden gaz kaçır.	REM uykusu, sedatif ilaçlar, nöromusküler kas zayıflığı
Kafa şeridi yetersiz gerginlik	Çok gevşek kafa şeridi → maske hareket eder, kaçak büyür.	Hareket eden hasta, bakıcı tarafından yanlış ayar
Devre bağlantıları	Gevşek adaptör, filtre veya Y-parçası bağlantısı.	Uzun süreli kullanım, hortum gerginliği
Kaf kaçağı (invazif)	Yetersiz kaf basıncı → tüp etrafından kaçak.	Rutin ölçümün atlanması

Kaçak Alarm Limitinin Ayarlanması

Kaçak eşiğinin doğru ayarlanması kritik önemdedir. NIV uygulanan hastalarda bir miktar kaçak kaçınılmazdır (istemli kaçak dahil). Kaçak limitinin çok düşük ayarlanması gereksiz alarmlar üretirken, çok yüksek ayarlanması anlamlı kaçakların geç fark edilmesine neden olur. Genel ilke: istemli kaçak düzeyinin ~1,5–2 katı bir eşik uygun başlangıç noktasıdır; sonra bireyselleştirilir.

Müdahale

Adım	Eylem
1	Kaçak kaynağını belirle: maske, ağız, devre, kaf?
2	Maske kaçağı → kafa şeridi gerginliğini ayarla; alternatif maske tipi dene
3	Ağız kaçağı → çene kayışı veya tam yüz maskesine geçiş değerlendir
4	Devre kaçağı → tüm bağlantıları sıkıştır
5	Kaf kaçağı → basıncı 20–30 cmH ₂ O'ya getir
6	Kaçak sınırı uygun mu? Gerekirse klinisyen tarafından yeniden ayarla

7.3.6 Yüksek FiO₂ / Düşük FiO₂ Alarmları

FiO₂ alarmları, cihazın oksijen sensörüyle ölçtüğü inspirasyon oksijen fraksiyonunun klinisyen tarafından belirlenen üst ve alt limitler dışına çıkmasında aktifleşir. Hem düşük hem yüksek oksijen konsantrasyonları ciddi klinik sonuçlar doğurabilir; bu nedenle FiO₂ izlemesi mekanik ventilasyonun ayrılmaz bir bileşenidir.

Yüksek FiO₂ Alarmı

Oksijen kaynaklı akciğer hasarı (oksijen toksisitesi), sürekli yüksek FiO₂ 'ye maruz kalımla gelişir. PaO₂ > 100 mmHg hiperoksi olarak tanımlanır; yüksek oksijen reaktif oksijen türevlerinin (serbest radikaller) üretimine yol açar ve hücre zarı hasarına neden olur. Akut hiperoksinin başlıca hedefi akciğer parankimidir. [58]

Neden	Açıklama
Oksijen kaynağı akışı çok yüksek	Harici oksijen kaynağının akış hızı gereğinden fazla ayarlanmış → FiO ₂ yükseliyor
Sensör hatası	O ₂ sensörü kalibrasyonu bozulmuş veya yaşlanmış → yanlış yüksek okuma
Oksijen hattı bağlantı sorunu	Kaçak nedeniyle O ₂ konsantrasyonu istem dışı değişiyor

Düşük FiO₂ Alarmı

FiO₂ 'nin hedef değerinin altına düşmesi hipoksi riskini artırır. Hipoksi hayati tehlike oluşturduğundan düşük FiO₂ alarmı yüksek önceliklidir. Beyin hasarı hiperoksiye göre çok daha hızlı gelişir; tedavi edilmemiş hipoksi 4 dakika içinde nöronal hasara yol açabilir. [58]

Neden	Açıklama
Oksijen kaynağı bitti veya kesildi	Oksijen tüpü boşaldı ya da oksijen konsantratörü arızalandı
Oksijen hattı bağlantısı koptu	Harici oksijen hortumu cihazdan ayrıldı
Akış hızı çok düşük	Oksijen kaynağı akışı hedef FiO ₂ 'ye ulaşmak için yetersiz
Büyük devre kaçağı	Yüksek kaçak → cihaz odası havası ile karışım → ölçülen FiO ₂ düşer
O ₂ sensörü arızası	Sensör yanlış düşük okuma yapıyor

Müdahale

Yüksek FiO ₂	Düşük FiO ₂
Oksijen kaynağı akış hızını kontrol et ve azalt	Oksijen kaynağını kontrol et: tüp dolu mu? Konsantratör çalışıyor mu?
O ₂ sensörünü kontrol et / kalibre et	Oksijen hortumu bağlantısını kontrol et
Hedef SpO ₂ : %92–98 (KOA'ya %88–92) [58]	Hortum bağlantısını sağla; akış hızını artır
Uzun süreli yüksek FiO ₂ 'yi minimize et	SpO ₂ 'yi derhal izle; hipoksi varsa acil müdahale

7.3.7 SpO₂ ve Kalp Hızı Alarmları

Bu dört alarm — Yüksek SpO₂ [12], Düşük SpO₂ [13], Yüksek Kalp Hızı [14], Düşük Kalp Hızı [15] — harici bir pulse oksimetre cihazının VENTISENSE'e entegre edilmesiyle aktif hale gelecektir. Bu entegrasyon şu an için henüz mevcut değildir; ürün geliştirme sürecinde planlanmakta olup ilgili donanım ve yazılım desteği tamamlandığında kullanıma açılacaktır. Bu nedenle aşağıdaki açıklamalar, özelliğin ilerleyen dönemde devreye girmesiyle birlikte geçerli olacak klinik bilgi altyapısını sunmaktadır.

Düşük SpO₂ Alarmı

Pulse oksimetre entegrasyonu aktif olduğunda, ölçülen arteriyel oksijen satürasyonunun (SpO₂) belirlenen alt limitin altına düşmesi durumunda bu alarm aktifleşecektir. SpO₂ monitörizasyonu, oksijen tedavisinin titrasyonu ve ventilasyon yeterliliğinin anlık değerlendirmesi için klinik açıdan paha biçilmezdir. Hedef SpO₂ aralığı çoğu hastada %92–98 olarak belirlenmekte, KOAH hastalarında ise %88–92 hedeflenmektedir. [58, 59]

Düşük SpO₂ alarmı; hipoksemi, ventilasyon yetersizliği, devre kaçağı, sekresyon tıkaçı, atelektazi veya pulmoner komplikasyonlara (pnömotoraks, atelektazi) işaret edebilir.

Yüksek SpO₂ Alarmı

SpO₂'nin üst limitin üzerine çıkması hiperoksiye — aşırı oksijen varlığına — işaret eder. SpO₂ > %98–99 sürekli serbest oksijen radikali üretimi riskini artırır; özellikle prematüre infantlarda ve uzun süreli yüksek FiO₂ maruziyetinde oksijen toksisitesi gelişebilir. Bu alarm FiO₂ azaltımını tetikleyen erken uyarı olarak işlev görür. [57]

Yüksek / Düşük Kalp Hızı Alarmları

Kalp hızı alarmları, pulse oksimetre entegrasyonu sayesinde gerçek zamanlı kalp hızı izlemesini mekanik ventilasyon yönetimiyle birleştirecektir. Taşikardi (yüksek kalp hızı) hipoksi, ağrı, hiperkapni, ateş veya hemodinamik strese işaret edebilir; bradikardi (düşük kalp hızı) ise ağır hipoksi, vagal refleks aktivasyonu veya ilaç etkisine bağlı olabilir ve kardiyak arrest öncüsü olabilir.

I NOT

SpO₂ ve kalp hızı alarmları harici pulse oksimetre entegrasyonu gerektirmektedir. Bu entegrasyon şu an için mevcut değildir; ürün geliştirme sürecinde planlanmaktadır. Bu özellik devreye girene kadar SpO₂ ve kalp hızı harici bir pulse oksimetre cihazıyla bağımsız olarak izlenmelidir.

7.4 SINIF 3: SİSTEM ALARMLARI

Sistem alarmları; cihazın teknik durumunu, bakım gereksinimlerini ve operasyonel koşullarını bildiren alarm sınıfıdır. Bu alarmlar doğrudan hasta fizyolojisini değil, cihazın güvenli ve doğru çalışmasını etkileyebilecek durumları raporlar. Sistem alarmları ihmal edilmemeli; zamanında müdahale hem hasta güvenliğini hem de cihaz ömrünü korur.

Alarm Adı	Tetiklenme Koşulu
Servis Alarmı	Kritik servis ihtiyacı (teknik arıza)
Pil İle Çalışma Aktif	AC güç kesildi; pil devrede
Pil Alarmı %30	Pil kapasitesi %30'a düştü
Fan Süresi Aşıldı	Motor/fan bileşeni için öngörülen çalışma saati aşıldı
Filtre Süresi Aşıldı	Hava filtresi için öngörülen çalışma saati aşıldı
Devre Süresi Aşıldı	Hasta devresi için öngörülen kullanım süresi aşıldı
Servis Süresi Aşıldı	Periyodik bakım zamanı geldi
Pil Süresi Aşıldı	Pilin beklenen ömür süresi aşıldı
Yüksek Cihaz Sıcaklığı	İç sıcaklık 60°C eşiğini aştı
Alarmlar Susturuldu	Alarmların tümü susturuldu uyarısı

7.4.1 Servis Alarmı

Servis Alarmı, cihazın otomatik iç sistem denetiminde kritik bir teknik arıza veya beklenmeyen sistem davranışı saptandığında aktifleşir. Bu alarm; sensör arızası, yazılım hatası, donanım iletişim bozukluğu veya pnömatik sistemde saptanamayan bir anormallik gibi durumları kapsar. Servis alarmı aktifleştğinde cihazın klinik güvenirliliği sorgulanır; bu nedenle en yüksek öncelikle ele alınmalıdır.

⚠ UYARI

Servis Alarmı aktifleştğinde cihazı kullanmaya devam etmeyin.
Hastayı alternatif ventilasyon kaynağına (yedek cihaz, ambu) alın.
Cihazı servise bildirin; kendi başınıza onarım girişiminde bulunmayın.

Adım	Eylem
1	Hastayı ambu balonla manuel ventilasyona al
2	Yedek ventilatör varsa devreye al
3	Cihazı kapat; servis ekibini derhal ara
4	Alarm kodunu ve koşullarını not al

7.4.2 Pil Alarmları

Pil Alarmı %30 (Battery Alarm %30)

Pil kapasitesi %30'a düştüğünde aktifleşir; yaklaşık 2–2,5 saatlik rezerv kalmıştır. Bu alarm %10 (Zorunlu Alarm) öncesi uyarı niteliğindedir; klinisyene AC güç bağlantısını restore etmek için daha uzun süre tanır.

Adım	Eylem
1	Cihazı AC güç kaynağına bağla
2	AC güç kesilmişse neden kesildiğini araştır (kablo, adaptör, şebeke kesintisi)
3	Uzun süreli kesinti olasılığı varsa yedek güç kaynağı (UPS/jeneratör) planını devreye al

Pil ile Çalışma Aktif (Battery Power ON)

AC güç kaynağının kesilmesi ve dahili pilin devreye girmesiyle aktifleşen bilgilendirme alarmıdır. Ventilasyon kesintisiz sürmektedir; ancak pil kapasitesi sınırlıdır (~8 saat tam şarjda). Bu alarm pil %30'a düşene kadar bildirim niteliğindedir.

Adım	Eylem
1	AC güç kaynağının neden kesildiğini tespit et
2	Mümkün olan en kısa sürede AC güce bağlan
3	Pil göstergesi takibini artır; ilerleyen %30 alarmına hazırlıklı ol

7.4.3 Bakım ve Ömür Süresi Alarmları

VENTISENSE, kritik bileşenler için öngörülen çalışma sürelerini sayaçlarla izler. Bu sayaçlar Ayarlar → Genel → Sayaçlar menüsünden görüntülenebilir. İlgili bileşen için belirlenen limit aşıldığında sistem bildirimi aktifleşir.

Alarm	Bileşen	Klinik Önemi	Müdahale
Fan Süresi Aşıldı [25]	Motor / Türbin (Blower)	Motor, cihazın pnömatik kalbi olan ve tüm akış+basınç üretimini sağlayan bileşendir. Öngörülen 20.000 çalışma saatini aşan motor; akış düşüklüğü, basınç dalgalanması ve gürültü artışı gibi belirtilerle performans bozukluğuna yol açabilir.	Servisle iletişime geçin; motor değişimi planlanmalıdır
Filtre Süresi Aşıldı [26]	Cihaz Hava Filtresi	Tıkanan filtre cihaza giren havanın debisini kısıtlar; bu durum motor yükünü artırır, tidal hacim ve basınç doğruluğunu bozabilir.	Filtreyi derhal değiştirin (yalnızca orijinal filtre kullanın). Filtre değişiminden sonra sayaçlar ekranında Filtre üzerinde dokunarak bu sayacı sıfırlayabilirsiniz.
Devre Süresi Aşıldı [27]	Hasta Devresi (Hortum Seti)	Uzun süreli kullanılan devreler; iç yüzeyde biyofilm birikimi, elastikiyet kaybı ve bağlantı noktalarında yıpranma riskine girer. Bu durum enfeksiyon riski ve kaçak olasılığını artırır.	Hasta devresini değiştirin; yeni hasta geçişinde mutlaka yeni devre kullanın. Devre değişiminden sonra sayaçlar ekranında Devre üzerinde dokunarak bu sayacı sıfırlayabilirsiniz.
Servis Süresi Aşıldı [28]	Periyodik Teknik Bakım	Cihazın tüm bileşenlerinin kapsamlı teknik denetimi, kalibrasyon doğrulaması ve gerekli parça değişimlerini kapsar. Zamanında gerçekleştirilmeyen bakım sessiz performans kayıplarına zemin hazırlar.	Servis ekibini arayın; teknik bakım randevusu planlayın
Pil Süresi Aşıldı [29]	Dahili Li-lyon Pil	Pil kapasitesi zamanla azalır; beklenen ömrü aşan pil artık tam kapasiteyi karşılamaz, acil güç desteği güvenilmez hale gelir.	Pil değişimi için servisle iletişime geçin

NOT

Tüm bakım süresi alarmları hasta güvenliği açısından kritiktir; ertelemekten müdahale edin. Bakım süresi alarmları alarm listesinde görüntülenebilir; aktifleştirmede hekimi ve teknik servisi bilgilendirin.

7.4.4 Yüksek Cihaz Sıcaklığı

Yüksek Cihaz Sıcaklığı alarmı, cihaz içindeki termal sensörün 60°C eşikini aştığını tespit etmesiyle aktifleşir. Bu eşik, cihazın iç sıcaklığını ölçmektedir; iç sıcaklık motor, elektronik bileşenler ve pnömatik sistem nedeniyle ortam sıcaklığının belirgin ölçüde üzerinde olabilir. Dolayısıyla ortam sıcaklığı 40°C çalışma sınırında tutulsa dahi iç sıcaklık 60°C eşikini aşabilir; bu durum cihazın alarm üretmesi için yeterlidir. Alarmin aktifleşmesi halinde elektronik bileşenler, sensörler ve motor arıza riskine girebilir.

Olası Nedenler

Neden	Açıklama	Çözüm
Hava girişinin engellenmesi	Cihazın hava giriş ve çıkış delikleri kapalı yüzeye, kumaşa veya duvara dayandırılmış → soğutma havası giremiyor.	Cihazın etrafında en az 10–15 cm boşluk olmasını sağla; yumuşak yüzeylere (yastık, yorgan) koymaktan kaçın
Aşırı yüksek ortam sıcaklığı	Ortam sıcaklığı 40°C üzerinde → cihaz soğutma kapasitesini aşıyor.	Cihazı serin, gölgeli ortama taşı; klima veya havalandırma sağla
Filtre tıkanıklığı	Tıkanan hava filtresi soğutma hava akışını kısıtlar → iç sıcaklık yükselir.	Filtreyi hemen değiştir (Filtre Süresi Aşıldı alarmıyla birlikte olabilir)
Motor aşırı yüklenmesi	Uzun süreli yüksek akışlı çalışma veya tıkalı devre nedeniyle motor aşırı ısınabilir.	Devre ve filtre kontrolü; motor bakımı
Doğrudan güneş ışığı	Cihazın doğrudan güneş ışığı alan konuma yerleştirilmesi.	Güneş ışığından uzak tutun; perde veya koruyucu kullanın
Motor soğutma fanı arızası	Cihaz iç motorunu soğutan fanın durması veya hız düşüşü; soğutma kapasitesi yok olur ve iç sıcaklık hızla yükselir. Diğer nedenlerden bağımsız olarak tek başına 60°C eşikini aşırabilir.	Cihazı kapat; servise bildir — fan değişimi gerektirir

Müdahale Algoritması

Adım	Eylem
1	Hastayı değerlendir: ventilasyon sürmekte mi?
2	Cihazın konumunu kontrol et: hava girişi açık mı?
3	Ortam sıcaklığı 40°C üzeri mi? → Serin ortama taşı
4	Hava filtresini kontrol et → tıkanıkça değiştir
5	Cihazı birkaç dakika kapalı bırak; soğumasını bekle
6	Cihazı yeniden başlat; alarm devam ediyorsa servis

⚠ UYARI

Yüksek sıcaklık alarmı devam ediyorsa cihazı hemen kapatın ve hastayı alternatif ventilasyona alın.

Isıya maruz kalmış cihazı servis onayı olmadan yeniden kullanmayın.

7.4.5 Alarmlar Susturuldu

Bu bildirim alarmı, cihazın alarm seslerinin susturulduğunu ve aktif alarmların sesli olarak iletilmediğini hatırlatmak amacıyla tasarlanmıştır. IEC 60601-1-8 standardına göre alarmların susturulması; yalnızca hasta değerlendirilmesi, bakım müdahalesi veya alarm kaynağının belirlenmesi için geçici olarak uygulanmalı ve belirli bir süre sonra otomatik olarak yeniden aktifleşmelidir.

⚠ UYARI

Alarm seslerini rutin olarak susturmak yaşamı tehdit eden durumların fark edilmemesine yol açar. Susturma yalnızca geçici bir müdahale aracıdır; alarmın nedeni giderilmeden sesli bildirim kapatılmamalıdır. Hastayı sürekli görsel olarak izleyin ve ekran bildirimlerini takip edin.

7.5 Alarm Yönetimi Özet Tablosu

Alarm	Sınıf	Öncelik	En Sık Neden	İlk Müdahale
Bağlantı Kopması	Zorunlu	Yüksek	Maske/kanül ayrılması, büyük kaçak	Hasta → Manuel ventilasyon → Devreyi kontrol et
Tıkanıklık	Zorunlu	Yüksek	Sekresyon, devre kıvrılması, filtre tıkanması	Manuel ventilasyon test et → Hava yolunu temizle
Yüksek PEEP	Zorunlu	Yüksek	Oto-PEEP (KOAHA/astım), yüksek frekans	Frekansı azalt → I:E ayarla → Hemodinami izle
Düşük PEEP	Zorunlu	Yüksek	Kaf/maske kaçığı, valf arızası	Kaçak ara → Kaf basıncı ölç → Valf kontrol
Yüksek Basınç	Zorunlu	Yüksek	Hasta-cihaz asenkronisi, tıkanıklık	Asenkroni değerlendir → Obstrüksiyonu dışla
Pil Alarmı %10	Zorunlu	Yüksek	AC güç kesildi	Derhal AC güce bağla → Yedek güç planla
Düşme Alarmı	Zorunlu	Yüksek	Fiziksel düşme/darbe	Hasta → Tüm devreyi kontrol et → Mekanik hasar ara
Yüksek Basınç Sınırına Ulaşıldı	Zorunlu	Orta	Ani kompliance düşüşü, direnç artışı	Solunum seslerini değerlendir → Tıkanıklık/bronkospazm tedavi et
Düşük Basınç Sınırına Ulaşıldı	Zorunlu	Orta	Büyük kaçak, ani compliance artışı	Gerçek hacim iletimi kontrol et → Kaçak ara
VE Okunamıyor	Zorunlu	Orta	Ekshalasyon valfi çıkması, nem/sekresyon	Valfi kontrol et → Nem gider → Bekle
Apne Alarmı	Ayarlanabilen	Yüksek	Aşırı sedasyon, hastalık ilerleme	Yedek devrede mi? → Sedasyon değerlendir → Kaçak kontrol
Yüksek/Düşük Frekans	Ayarlanabilen	Orta	Asenkroni, sedasyon, hipoksi/hiperkapni	SpO ₂ /CO ₂ izle → Destek seviyesi optimize et
Yüksek/Düşük Hacim	Ayarlanabilen	Orta	Asenkroni, kaçak, compliance değişimi	Nefes istifleme mi? Kaçak? → Nedeni tedavi et
Yüksek/Düşük Dakika Hacmi	Ayarlanabilen	Orta	Takipne, kaçak, sedasyon,	Frekans, destek, kaçak değerlendir

Alarm	Sınıf	Öncelik	En Sık Neden	İlk Müdahale
			tıkanıklık	
Kaçak Alarmı	Ayarlanabilen	Orta	Maske uyumsuzluğu, kaf kaçağı, devre	Kaçak kaynağını belirle → Maske/kaf/devre optimize et
Yüksek/Düşük FiO ₂	Ayarlanabilen	Orta-Yüksek	Oksijen kaynağı sorunu, sensör hatası	O ₂ kaynağı ve bağlantı kontrol et → Akış hızı ayarla
Yüksek/Düşük SpO ₂	Ayarlanabilen	Yüksek (planlı)	Harici pulse oksimetre ile aktifleşecek	Henüz mevcut değil
Yüksek/Düşük Kalp Hızı	Ayarlanabilen	Yüksek (planlı)	Harici pulse oksimetre ile aktifleşecek	Henüz mevcut değil
Servis Alarmı	Sistem	Yüksek	Kritik donanım/yazılım arızası	Hastayı manuel ventilasyona al → Servisi ara
Pil İle Çalışma Aktif	Sistem	Bildirim	AC güç kaybı	AC güce bağla → Pil izlemeyi artır
Pil Alarmı %30	Sistem	Orta	AC güç kaybı	AC güce bağla → Yedek güç planı
Fan Süresi Aşıldı	Sistem	Orta	Motor ömür limiti aşıldı	Servisle iletişime geç; motor değişimi planla
Filtre Süresi Aşıldı	Sistem	Orta	Hava filtresi ömür limiti	Filtreyi hemen değiştir
Devre Süresi Aşıldı	Sistem	Orta	Hasta devresi ömür limiti	Devreyi değiştir
Servis Süresi Aşıldı	Sistem	Orta	Periyodik bakım zamanı	Teknik bakım randevusu al
Pil Süresi Aşıldı	Sistem	Orta	Pil ömür limiti	Pil değişimi için servisle iletişime geç
Yüksek Cihaz Sıcaklığı	Sistem	Yüksek	Hava girişi engeli, fan arızası, filtre tıkanması	Konumu düzelt → Filtre kontrol → Soğut → Servise bildir
Alarmlar Susturuldu	Sistem	Bildirim	Alarm sesi kapatıldı	Nedeni giderene kadar sürekli susturma yapma

8. AYARLAR

VENTISENSE cihazının Ayarlar menüsü; klinik kullanım tercihlerini, cihaz davranışlarını ve sistem yapılandırmalarını düzenlemek için tasarlanmıştır. Bu menüdeki bir kısım ayar yalnızca Hekim Modu aktifken erişilebilir. Ayarlar → Genel yolundan ulaşılan bu bölümde sekiz ayrı yapılandırma kalemi bulunmaktadır.

8.1 Hekim Menüsü Erişimi

VENTISENSE iki kullanıcı arayüzü düzeyi sunar: Ev Modu ve Hekim Modu. Hekim Menüsü, yalnızca yetkili sağlık personelinin ventilasyon modunu, tüm parametreleri ve alarm limitlerini değiştirmesine izin veren şifre korumalı erişim katmanıdır. Hasta ve hasta yakınları standart olarak Ev Modunda çalışır; bu modda yalnızca temel işlemler (terapiyi başlatma/durdurma, alarm sesleri ve ekran parlaklığı) yapılabilir.

Hekim Menüsünü etkinleştirmek için:

- Ayarlar → Genel → Hekim Menüsü Erişimi bölümüne gidin.
- Cihazla birlikte teslim edilen 4 haneli şifreyi girin. (Varsayılan: 2904)
- Onaylandığında ekranın üst panelinde Hekim simgesi (kırmızı artı) aktifleşir.
- Hekim Modu aktifken Parametreler sayfasından mod, parametre ve alarm ayarları değiştirilebilir.

⚠ UYARI

Hekim Modu şifresini yetkisiz kişilerle paylaşmayın.
Parametre değişiklikleri yalnızca konuyu bilen sağlık personeli tarafından yapılmalıdır.
Hatalı parametre ayarı ciddi klinik sonuçlara yol açabilir.

8.2 Pediatrik Mod

Pediatrik Mod, cihazı 5–30 kg arası pediatrik hasta grubuna yönelik yapılandırır. Bu ayar aktifleştirildiğinde parametre aralıkları, alarm eşikleri ve bazı hesaplama algoritmaları pediatrik fizyolojiye uygun değerlere otomatik olarak geçer.

Pediatrik modun ventilasyon üzerindeki başlıca etkileri:

Parametre / Özellik	Yetişkin Mod	Pediatrik Mod
Frekans Aralığı	4–30 bpm	4–60 bpm
Tidal Hacim Aralığı	200–2000 ml	50–200 ml
Maks. IPAP	60 mbar	40 mbar
Tıkanıklık Akış Eşiği	Maks. Basınç / 10	Maks. Basınç / 8
Bağlantı Kopması İnsp. Akış Eşiği	60 LPM	46 LPM

Model Bazlı Pediatrik Mod Yapılandırması

Model	Pediatrik Mod Varsayılanı	Değiştirilebilir mi?	Açıklama
VENTISENSE 60	Kapalı (Yetişkin)	Hayır — sabit	Yalnızca yetişkin hasta grubu için tasarlanmıştır. Pediatrik mod fabrika ayarında kapalı gelir; hiçbir kullanıcı tarafından değiştirilemez.
VENTISENSE 40	Açık (Pediatrik)	Hayır — sabit	Yalnızca pediatrik hasta grubu için tasarlanmıştır. Pediatrik mod fabrika ayarında açık gelir; hiçbir kullanıcı tarafından değiştirilemez.
VENTISENSE PRO	Yapılandırılabilir	Evet — Hekim Modu ile	Hem yetişkin hem pediatrik kullanımı

Model	Pediatric Mod Varsayıları	Değiştirilebilir mi?	Açıklama
			destekler. Yalnızca bu modelde Hekim Modu aktifken Pediatric Mod açılıp kapatılabilir.

⚠ UYARI

VENTISENSE 60'ta pediatric mod sabit olarak kapalıdır; 40'ta ise sabit olarak açıktır. Bu ayarı değiştirmeye çalışmak model bazlı kısıtlama nedeniyle cihaz tarafından reddedilir. Yanlış hasta grubu yapılandırmasıyla çalıştırma ciddi klinik risk oluşturur.

8.3 Otomatik Ayar Değiştir

Otomatik Ayar Değiştirme özelliği; alarm durumu belirli bir süre veya sıklıkla devam ettiğinde cihazın klinisyen tarafından önceden tanımlanmış yedek ayar profillerine otomatik olarak geçiş yapmasını sağlar. Bu mekanizma özellikle ev ortamında anında müdahalenin güç olduğu gece saatlerinde hasta güvenliğini desteklemek amacıyla tasarlanmıştır.

Otomatik Ayar Değiştirme geçiş koşulları:

- Toplam alarm süresi 60 saniyeyi aştığında, veya
- Toplam alarm sayısı 10'u aştığında

Geçiş sırası: Aktif Ayar → Ayar 2 → Ayar 3 şeklindedir. Örneğin Ayar 1 aktifken alarm koşulu devam ederse cihaz Ayar 2'ye geçer; Ayar 2'de de alarm sürüyorsa Ayar 3'e geçer. Her profil klinisyen tarafından önceden yapılandırılmış olmalıdır.

I NOT

Bu özelliği kullanmak için Ayar 1, 2 ve 3'ün tamamını hekim tarafından önceden tanımlayın. Otomatik geçiş gerçekleştiğinde bildirim üretilir; klinisyen mümkün olan en kısa sürede hastayı değerlendirmelidir. Ayarlar → Genel → Otomatik Ayar Değiştir → Açık yolundan etkinleştirilir.

8.4 Harici Nemlendirici

Harici Nemlendirici ayarı, cihaza bağlı ısıtılmalı aktif bir nemlendirici kullanıldığında etkinleştirilmelidir. Bu ayar; devredeki beklenen nem ve kondensasyon koşullarını dikkate alarak akış ve hacim ölçüm algoritmalarında ince düzeltmeler yapar. Doğru ayar, tidal hacim ve dakika ventilasyon ölçümlerinin güvenilirliğini artırır.

Klinik uygulamada:

- Aktif ısıtılmalı nemlendirici kullanılıyorsa → Harici Nemlendirici: Açık
- Yalnızca HMEF (pasif nem-ısı değiştirici filtre) kullanılıyorsa → Harici Nemlendirici: Kapalı
- Oksijen ile birlikte nemlendirici kullanılıyorsa → Harici Nemlendirici: Açık

I NOT

Nemlendirici kullanılırken cihaz inspirasyon ve ekspirasyon portlarına bakteriyel/viral filtre takılması zorunludur. Harici nemlendirici bağlıyken bu ayar kapalı bırakılırsa ölçüm hataları oluşabilir.

8.5 Kaçak Kompanzasyonu

Noninvazif ventilasyonda (NIV) devrede bir miktar kaçak kaçınılmazdır; hem tek hortumlu devrenin kasıtlı ekspirasyon portundan hem de maske-cilt arasından istem dışı kaçaklar oluşur. Kaçak Kompanzasyonu özelliği, cihazın bu kaçağı gerçek zamanlı olarak tahmin ederek inspirasyon akışını buna göre artırmasını sağlar. Bu sayede devre kaçağı artsa dahi hedef basınç veya hacim daha tutarlı biçimde korunur.

Kaçak Kompanzasyonunun klinik faydaları:

- Büyük maske kaçacağı durumunda bile hedef IPAP ve PEEP daha kararlı korunur.
- Tetikleme hassasiyeti kaçaktan daha az etkilenir; hasta-cihaz senkronizasyonu iyileşir.
- Gereksiz Bağlantı Kopması alarmlarının sıklığı azalabilir.

Önemli notlar:

- İnvazif ventilasyonda (trakeostomi/entübasyon tüpü ile) kaçak toleransı çok düşüktür; bu ayarın kapalı tutulması önerilir.
- Kompanzasyon algoritması tahmine dayalıdır; çok büyük kaçaklar hâlâ Bağlantı Kopması alarmına yol açabilir.

NOT

Kaçak Kompanzasyonu NIV uygulamalarında açık, invazif uygulamalarda kapalı tutulması önerilir. Bu ayar Hekim Modu aktifken değiştirilebilir.

8.6 LCD Parlaklığı

Ekran parlaklığını 1 ile 10 arasında ayarlamanızı sağlar. Bu ayar hastanın uyku konforunu doğrudan etkiler: gece kullanımında düşük parlaklık tercih edilirken gündüz iyi aydınlatılmış ortamlarda yüksek parlaklık okunabilirliği artırır.

Klinik öneriler:

- Gece kullanımı (uyku): Kademe 1–3 — hasta uykusunu bölmez, bakıcı alarm bildirimlerini yine de görebilir.
- Gündüz kullanımı veya klinisyen değerlendirmesi: Kademe 7–10 — güneş ışığı olan ortamlarda okunabilirliği artırır.
- Uzun süreli düşük parlaklık ekran ömrünü korur.

NOT

LCD Parlaklığı ayarı Ev Modunda da erişilebilirdir; Hekim Modu gerektirmez. Alarm durumlarında ekran otomatik olarak yüksek parlaklığa geçebilir.

8.7 Ses Seviyesi

Alarm ve işlem seslerinin şiddetini 1 ile 10 arasında ayarlar. IEC 60601-1-8 standardı uyarınca yüksek öncelikli alarmların sesli bildirimi zorunlu tutulmaktadır; ses seviyesi bu zorunluluğu ortadan kaldırmaz, yalnızca sesin yoğunluğunu klinik ortama göre özelleştirir.

Klinik öneriler:

- Ev ortamı (uyku odası): Kademe 5–7 — hastayı gereksiz yere uyandırmadan bakıcının duyabileceği düzey.
- Gürültülü ortam (ortak yaşam alanı, araç içi): Kademe 8–10 — ortam sesinin üzerinde duyulabilir olması için.
- Ses seviyesinin çok düşük ayarlanması alarm bildirimlerinin geç fark edilmesine yol açar.

UYARI

Ses Seviyesini 0'a (tamamen sessiz) ayarlamayın; alarm bildirimleri duyulamaz hale gelir ve hasta güvenliği tehlikeye girer.

Alarm sesinin ortam gürültüsünün belirgin ölçüde üzerinde duyulabilir olduğunu doğrulayın.

8.8 Yazılım Güncelleme

VENTISENSE'nin yerleşik yazılımı (firmware) SD kart üzerinden güncellenebilir. Yazılım güncellemeleri; yeni özellikler, iyileştirilmiş algoritmalar, hata düzeltmeleri ve regülatuar uyumluluk güncellemelerini içerebilir. Güncelleme işlemi yalnızca yetkili teknik servis personeli veya Nefes Medikal'in talimatları doğrultusunda gerçekleştirilmelidir.

Güncelleme Ön Koşulları

Güncelleme menüsüne girildiğinde cihaz aşağıdaki üç koşulu otomatik olarak kontrol eder. Koşullardan herhangi biri sağlanmıyorsa güncelleme başlatılamaz:

Koşul	Gereksinim	Açıklama
SD Kart Dosyası	SD kart kök dizininde VENT2.hex dosyası bulunmalıdır	Dosya alt klasörde değil doğrudan kök dizinde (/), orijinal adıyla yer almalıdır
Pil Seviyesi	Cihaz şarj seviyesi %50'nin üzerinde olmalıdır	Güncelleme sırasında güç kesilirse cihaz başlatılamaz hale gelebilir; bu nedenle yeterli pil şartı zorunludur
Motor Durumu	Motor (türbin) çalışmamalıdır	Terapi aktifken güncelleme başlatılamaz; önce terapiyi durdurun

Güncelleme Prosedürü

- Hastayı cihazdan ayırın; gerekirse alternatif ventilasyon kaynağı (yedek cihaz veya ambu) devreye alın.
- Nefes Medikal'den temin edilen güncelleme dosyasını (VENT2.hex) SD kartın kök dizinine kopyalayın — klasör içine değil, doğrudan.
- Cihazın şarj seviyesinin %50'nin üzerinde olduğunu doğrulayın.
- Terapiyi durdurun; motorun çalışmadığından emin olun.
- SD kartı cihazın sol panelindeki SD kart yuvasına takın.
- Ayarlar → Genel → Yazılım Güncelleme menüsüne girin.
- Cihaz üç koşulu doğrular; tümü karşılanıyorsa güncelleme onay ekranı görüntülenir.
- Ekrandaki onayı verin; güncelleme otomatik olarak başlar.
- Güncelleme yaklaşık 4–5 dakika sürer. Bu süre boyunca cihaza kesinlikle müdahale etmeyin, SD kartı çıkarmayın, güç bağlantısını kesmeyin.
- Güncelleme tamamlandığında cihaz otomatik olarak yeniden başlar.
- Yeniden başlatma sonrası Ayarlar → Hakkında → Yazılım Sürümü'nden yeni sürümü doğrulayın.

⚠ UYARI

Güncelleme sırasında cihazı kesinlikle kapatmayın, güç bağlantısını kesmeyin ve SD kartı çıkarmayın.

Yarım kalan güncelleme cihazın başlayamamasına yol açabilir; bu durumda teknik servis müdahalesi gerekir.

Yalnızca Nefes Medikal tarafından sağlanan imzalı güncelleme dosyalarını kullanın.

Hasta cihaza bağlı iken güncelleme başlatmayın.

Güncelleme Sonrası Kontroller

Kontrol	Eylem
Sürüm doğrulama	Ayarlar → Hakkında → Yazılım Sürümü'nden beklenen sürümü onaylayın
Parametre ve alarm limitleri	Güncelleme parametreleri korur; ancak tüm hasta ayarlarını gözden geçirin
Bakım kaydı	Güncelleme tarihini ve yeni sürüm numarasını cihaz bakım kaydına girin

Güncelleme Sorunlarında İzlenecek Yol

Sorun	Olası Neden	Çözüm
Güncelleme menüsü açılmıyor	SD kart takılı değil veya tanınmıyor	SD kartı çıkarıp yeniden takın; kart bozuksa değiştirin
VENT2.hex bulunamıyor hatası	Dosya alt klasörde veya hatalı isimde	Dosyayı SD kartın kök dizinine orijinal adıyla (VENT2.hex) kopyalayın
Pil yetersiz uyarısı	Şarj %50'nin altında	Cihazı AC güce bağlayarak şarj edin; %50'nin üzerine çıkınca tekrar deneyin
Motor çalışıyor uyarısı	Terapi hâlâ aktif	Terapiyi durdurun; motorun tamamen durduğunu bekleyin
Güncelleme tamamlanmadan kesildi	Güç kesintisi, SD kart çıkıldı veya kapama yapıldı	Teknik servis müdahalesi gereklidir — kendi başınıza yeniden denemeyin
Sürüm değişmedi	Güncelleme tamamlanmadı	Prosedürü baştan uygulayın; sorun devam ederse Nefes Medikal'i arayın

NOT

Yazılım güncellemesi regülatuar gereklilikler kapsamında belgelenmelidir.
Güncelleme tarihini, yeni sürüm numarasını ve uygulayan kişiyi kayıt altına alın.

9. KAYIT ALMA VE RAPORLAMA

VENTISENSE SD kart üzerinden terapi verisi kayıt alma özelliği sayesinde her terapi seansının tüm parametresi, alarm durumları ve dalga formları kalıcı olarak depolar; elde edilen veriler NefesReporter bilgisayar yazılımı aracılığıyla görüntülenebilir ve raporlanabilir.

9.1 SD Kart ile Kayıt Alma

9.1.1 Teknik Mimari ve Güvenlik

SD Kart; takılıp çıkarılabilir bir depolama ortamı olduğundan elektrik kesintisi veya kullanıcı hareketleri sırasında okuma/yazma işlemi yarıda kalabilir; bu durum kart içeriğinin veya dosya sisteminin bozulma riskini beraberinde getirir. VENTISENSE bu riski minimize etmek amacıyla SD Kart okuma/yazma işlemlerinin tamamını ayrı bir işletim sistemi görevi (Task) olarak tanımlamıştır. Bu mimari sayesinde olası bir SD Kart hatasının cihazın ventilasyon görevini hiçbir koşulda olumsuz etkilemesi önlenmiştir.

9.1.2 SD Kart Kullanım Kuralları

Kural	Açıklama
Dosya sistemi	SD kart FAT32 formatında olmalıdır; cihaz ilk takışta dosya sistemi doğrulaması yapar
Takma zamanı	Cihaz kapalıyken veya açılışta takılabilir; açık cihaza yalnızca 1 kez tanıtılır
Çıkarma	Güvenlik nedeniyle çalışır cihazdan kart çıkarıldıktan sonra yeniden takılan kart algılanmaz; cihazın yeniden başlatılması gerekir
Durum göstergesi	Kart uygun şekilde tanımlandığında üst panel SD Kart ikonu belirir; hata durumunda ikon silinir
Güncelleme kartı	SD kart güncelleme için kullanıldıysa terapi kaydı işlemi için de kullanılabilir.

9.1.3 Dosya Formatları

Her terapi seansı için SD kartta iki ayrı dosya oluşturulur. Her iki dosya aynı isim şemasını paylaşır; yalnızca uzantıları farklıdır.

Uzantı	Tam Adı	Format	İçerik
.NEF	Nefes Event File	XML (metin tabanlı)	Cihaz bilgileri, terapi başlangıç/bitiş zamanları, tüm parametre değişiklikleri, tüm alarm durumları
.NWF	Nefes Wave File	İkili veri (binary)	Basınç, Akış, Hacim, Kaçak dalga formları — 100 ms örnekleme periyoduyla, 32 bit kayan nokta formatında

9.1.4 Dosya İsimlendirme

Dosyalar aşağıdaki format şemasına göre adlandırılır:

Dosya Adı Formatı

NEFES-{SERİ NUMARASI}-{UNIX ZAMAN DAMGASI}.NEF
NEFES-{SERİ NUMARASI}-{UNIX ZAMAN DAMGASI}.NWF

Örnek: NEFES-VP26259998-1754066432.NEF
NEFES-VP26259998-1754066432.NWF

Unix zaman damgası (Unix Timestamp): 1 Ocak 1970 00:00:00 UTC tarihinden itibaren geçen saniye sayısını ifade eder.

9.1.5 NEF Dosyası — XML Yapısı

NEF dosyası herhangi bir metin editörüyle veya XML görüntüleyiciyle okunabilir. Dosyanın kök elemanı <VENTISENSE_root> olup içinde aşağıdaki bölümler yer alır:

XML Etiketi	İçerik
<name>, <manufacturer>, <serialno>, <model>, <software>	Cihaz kimlik bilgileri
<start>	Terapi başlangıcı: tarih/saat, zaman damgası, aktif mod, aktif ayar seti, dil, 3 ayar setinin tüm parametreleri, cihaz ayarları
<parameter_change>	Her parametre değişikliği: tarih/saat, hangi ayar setinin hangi parametresi değiştirildi, tüm ayar setlerinin güncel durumu
<alarmUpdate>	Her alarm durumu değişikliği: tarih/saat, aktif alarm listesi (ID + isim), toplam alarm sayısı
<stop>	Terapi sonu: tarih/saat, mod, bitiş nedeni, son parametre durumu

Aşağıda gerçek bir NEF dosyasından alınan örnek olay akışı görülmektedir:

Örnek NEF Olay Akışı

16:40:32 - 01.08.2025	Terapi başlangıcı	
16:40:45 - 01.08.2025	Parametre Değişikliği	Ayar:1 IPAP: 14
16:40:50 - 01.08.2025	Parametre Değişikliği	Ayar:1 MOD: PCV
16:40:57 - 01.08.2025	Parametre Değişikliği	Ayar:1 Frekans: 15
16:41:00 - 01.08.2025	Parametre Değişikliği	Aktif Ayar: 1 → 1
16:41:20 - 01.08.2025	Parametre Değişikliği	Ayar:1 Yüksek İnsp. Hacmi: 50
16:41:32 - 01.08.2025	Alarm	YÜKSEK İNSP. HACMI
16:41:45 - 01.08.2025	Alarm	YÜKSEK İNSP. HACMI + BAĞLANTI KOPYASI
16:41:50 - 01.08.2025	Alarm	YÜKSEK İNSP. HACMI
16:41:57 - 01.08.2025	Parametre Değişikliği	Ayar:1 Yüksek İnsp. Hacmi: 0
16:42:00 - 01.08.2025	Alarm	ALARM YOK
16:42:21 - 01.08.2025	Terapi sonu	

Örnek NEF Dosya İçeriği

```
<VENTISENSE_root>  
<name>Ventisense</name>  
<manufacturer>NEFES Medikal Teknoloji LTD. STI.</manufacturer>  
<serialno>VP26259998</serialno>  
<model>VENTISENSE PRO</model>  
<software>1.19</software>  
<start>  
<datetime>16:40:32-1.8.2025</datetime>  
<timestamp>1754066432</timestamp>  
<mode>PCV</mode>  
<setup>2</setup>  
<language>1</language>  
<parameters>  
<setup1>2.0|20.0|5.0|0.0|19.0|1.0|60.0|8.5|2.0|1.0|0.0|10.0|30.0|0.0|10.0|0.3|10.0|10.0|30.0|0.0|0.  
0|0.0|0.0|0.0|0.0|0.0|0.0|0.0|0.0|0.0|0.0|0.0|0.0|0.0|0.0|0.0|0.0|0.0|0.0|0.0|0.0|0.0|<  
/setup1>  
<setup2>0.0|15.5|4.0|0.0|14.0|1.1|58.0|7.5|3.0|1.0|0.0|10.0|30.0|0.0|10.0|0.3|10.0|10.0|30.0|0.0|0.  
0|0.0|0.0|0.0|0.0|0.0|0.0|0.0|0.0|0.0|0.0|0.0|0.0|0.0|0.0|0.0|0.0|0.0|0.0|0.0|0.0|0.0|<  
/setup2>  
<setup3>7.0|14.5|5.5|250.0|12.0|1.2|60.0|8.0|2.0|1.0|0.0|10.0|30.0|0.0|10.0|0.3|10.0|10.0|30.0|0.0|
```

[illegible]

9.1.6 NWF Dosyası — Dalga Formu Verisi

NWF dosyası ikili (binary) formatta kaydedilmiş dalga formu verilerini içerir. Her 100 milisaniyede bir dört dalga formu değeri 32 bit kayan nokta (float) olarak yazılır. Kaydedilen kanallar sırasıyla: Basınç, Akış, Hacim, Kaçak.

Bu dosya anlamlı biçimde yalnızca NefesReporter bilgisayar yazılımıyla görüntülenebilir; ham ikili verilerin yorumlanması için programa ihtiyaç duyulmaktadır.



9.1.7 Gün Dönümü ve Kayıt Sınırı

Hiçbir kayıt 24 saati aşamaz. Dosya boyutlarının yönetilebilir kalması ve her kaydın tek bir günle ilişkilendirilebilmesi için tanımlanan gün dönümünde (öğlen 12:00:00) aktif kayıt otomatik olarak sonlandırılır ve yeni bir kayıt başlatılır.

Gün Dönümü Örneği

01.01.2025 saat 22:00'de başlatılan bir terapi,
02.01.2025 saat 16:00'da durduruluyorsa SD kartta iki kayıt oluşur:

Kayıt 1: Başlama: 22:00:00 — 01.01.2025 Bitiş: 12:00:00 — 02.01.2025
Kayıt 2: Başlama: 12:00:01 — 02.01.2025 Bitiş: 16:00:00 — 02.01.2025

9.2 NefesReporter — Görüntüleme ve Raporlama Yazılımı

NefesReporter, Nefes Medikal Teknoloji tarafından geliştirilmiş; VENTISENSE mekanik ventilatör ve AirPAP CPAP cihazlarından SD karta kaydedilen terapi verilerini bilgisayar ortamında görüntülemek, analiz etmek ve raporlamak amacıyla tasarlanmış Windows masaüstü uygulamasıdır. Program .NET 10 platformu üzerinde çalışmakta olup Türkçe ve İngilizce dil desteği sunmaktadır.

NOT

Program Nefes Medikal'in internet sitesinden ücretsiz indirilebilir.

9.2.1 Açılış Sayfası

Program ilk açıldığında Açılış Ekranı görüntülenir. Bu ekran programın genel tanıtım yüzeyidir ve kullanıcıyı kayıt yükleme işlemine yönlendirir. Üst sağ köşede dil seçim bayrakları (TR / EN) bulunur; bayraklara tıklandığında arayüz seçilen dile anlık olarak geçer ve bu tercih bir sonraki başlatmada da korunur. Ekranın ortasında Nefes Medikal logosu ve program sürüm bilgisi yer alır. Kullanıcı bu ekrandan "Cihaz / Klasör Seç" düğmesiyle kayıt klasörüne gidebilir ve veri görüntülemeye başlayabilir.

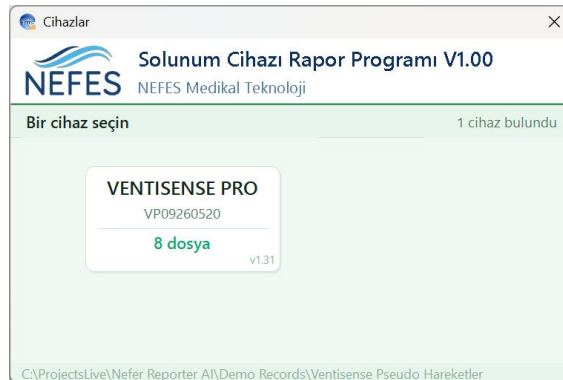


Şekil 34 — Nefes Raporlama Programı – Giriş Ekranı

9.2.2 Cihaz ve Kayıt Seçimi

Kullanıcı SD kartın kopyalandığı klasörü seçtiğinde program bu klasördeki tüm .NEF ve .NWF dosyalarını tarar. Bulunan kayıtlar cihaz seri numarasına ve tarih/saat bilgisine göre gruplandırılarak Kayıt Gezini'ne aktarılır.

Klasörde birden fazla farklı cihaza ait kayıt bulunması olasılığına karşın "Cihaz Seçimi" penceresi açılır. Bu pencere her cihaz için model adını, seri numarasını, bulunan kayıt sayısını ve en son kayıt tarihini listeler. Kullanıcı listeden ilgili cihazı seçerek görüntülemeye devam eder.



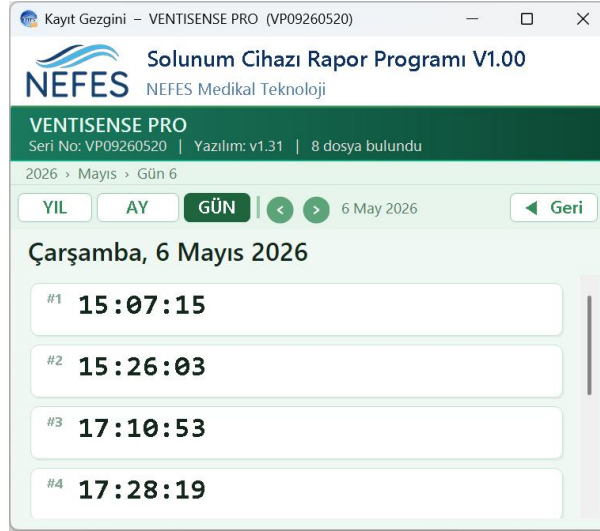
Şekil 35 — Nefes Raporlama Programı – Cihaz Seçme Ekranı

9.2.3 Kayıt Gezgini

Kayıt Gezgini, seçilen cihaza ait tüm terapi kayıtlarının hiyerarşik ağaç yapısında listelendiği paneldir. Kayıtlar Yıl → Ay → Gün → Seans sıralamasıyla düzenlenir; her düğüme tıklandığında bir alt düzeye inilir. En son kayıt otomatik olarak seçili gelir.

Gezginin üst kısmında bulunan ileri/geri gezinme düğmeleriyle kayıtlar arasında sıralı geçiş yapılabilir. Seçili kayıt bilgisi (kayıt ismi, klasördeki sıra numarası, toplam kayıt sayısı) gezgin başlık alanında görüntülenir. Seçim değiştiğinde tüm görüntüleme panelleri otomatik olarak güncellenir.

Çok Kayıt görünümü için gezginde yıl, ay veya gün düğümlerine tıklandığında ilgili zaman aralığındaki tüm kayıtlar birlikte analiz moduna aktarılır.



Şekil 36 — Nefes Raporlama Programı – Gezgin Ekranı

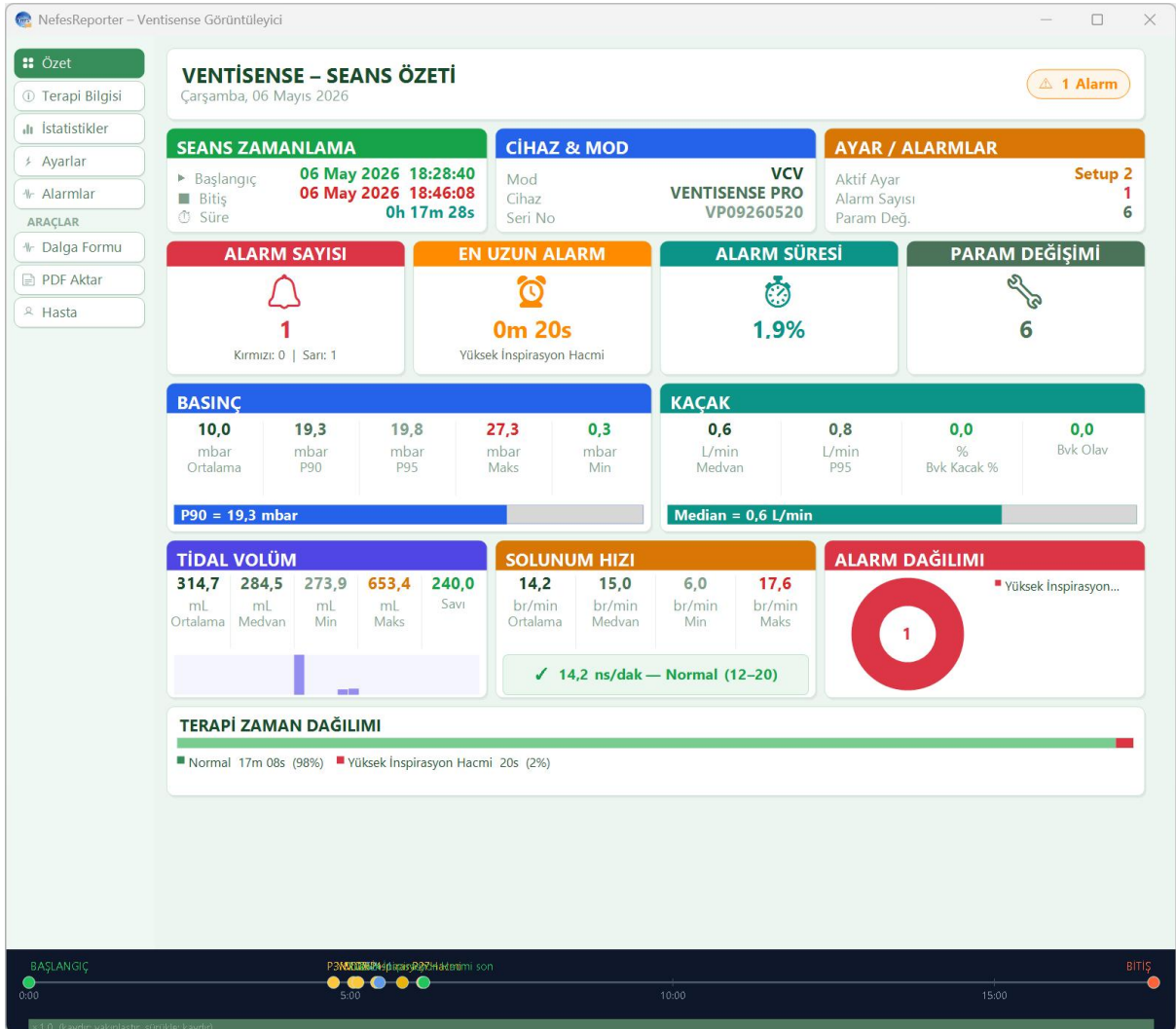
9.3 Tek Kayıt Görüntüleme Modülü

Kayıt Gezini'nden tek bir seans seçildiğinde Ventisense Görüntüleyici açılır. Sol kenar çubuğunda sekiz gezinme düğmesi bulunur: Özet, Terapi Bilgisi, İstatistikler, Ayarlar, Alarmlar, Dalga Formu, Hasta Bilgileri ve Raporlama. Her düğme ilgili içerik panelini merkez alana yükler.

9.3.1 Özet Ekranı

Özet Ekranı, seçili terapi seansının en kritik verilerini tek bakışta değerlendirilecek biçimde sunar.

Alan	İçerik
Seans Başlık Bandı	Cihaz modeli, seri numarası, yazılım sürümü, terapi tarihi ve toplam süre
Seans Kartları (3 adet)	Terapi başlangıç zamanı · Terapi bitiş zamanı · Toplam terapi süresi (saat:dakika:saniye)
Alarm Kartları (4 adet)	Toplam alarm sayısı · En uzun alarm süresi · Toplam alarm süresi · Toplam parametre değişikliği sayısı; kırmızı/sarı alarm ayrımı her kartın altında gösterilir
Basınç ve Kaçak Metrikleri	Ortalama IPAP, ortalama PEEP, ortalama tidal hacim, ortalama dakika ventilasyonu, ortalama kaçak; her metrik yatay gösterge çubuğuyla desteklenir
Terapi Zamanı Çubuğu	Terapi aktif süresini gün içindeki zaman dilimiyle orantılı olarak gösteren renkli bir zaman çubuğu

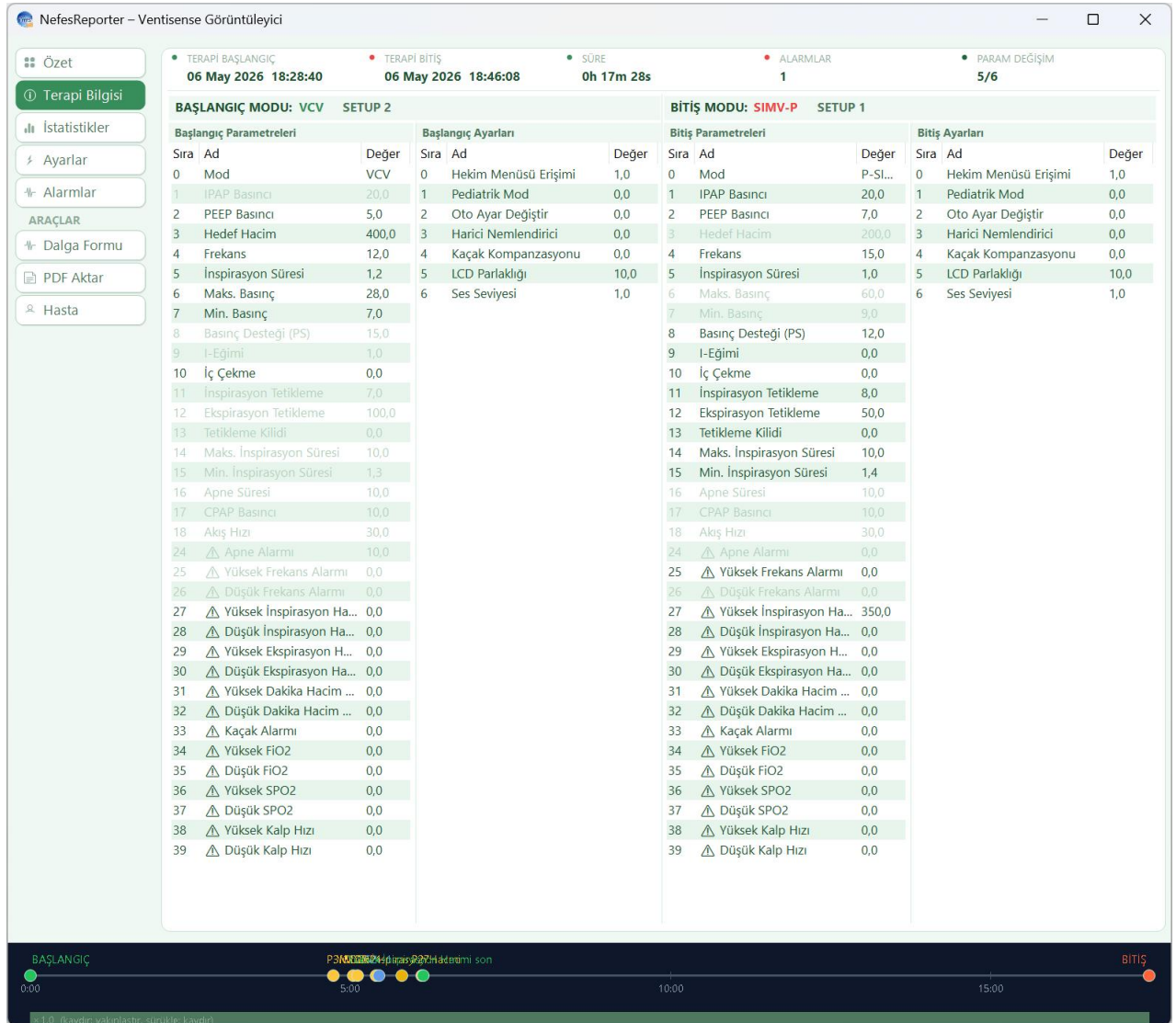


Şekil 37 — Nefes Raporlama Programı – Özet Ekranı

9.3.2 Terapi Bilgisi Ekranı

Terapi Bilgisi Ekranı, seans boyunca uygulanan ventilasyon parametrelerinin kapsamlı bir görünümünü sunar.

Alan	İçerik
Terapi Bilgi Kartları (6 adet)	Aktif mod · Aktif ayar seti numarası · Hasta tipi (yetişkin/pediyatrik) · Nemlendirici durumu · Kaçak kompanzasyonu durumu · Ortalama solunum hızı (bpm)
Ayar Parametreleri Tablosu	Terapi süresince aktif olan 3 ayar setinin (Ayar 1, Ayar 2, Ayar 3) tüm parametreleri 3 eşit sütunda yan yana gösterilir; moda uygulanamayan parametreler gri renkte maskelenerek görsel ayırım sağlanır
Parametre Değişikliği Zaman Çizelgesi	Seans boyunca yapılan her parametre değişikliği zaman sırasıyla listelenir; hangi ayar setinde hangi parametrenin değiştiği bilgisi yer alır

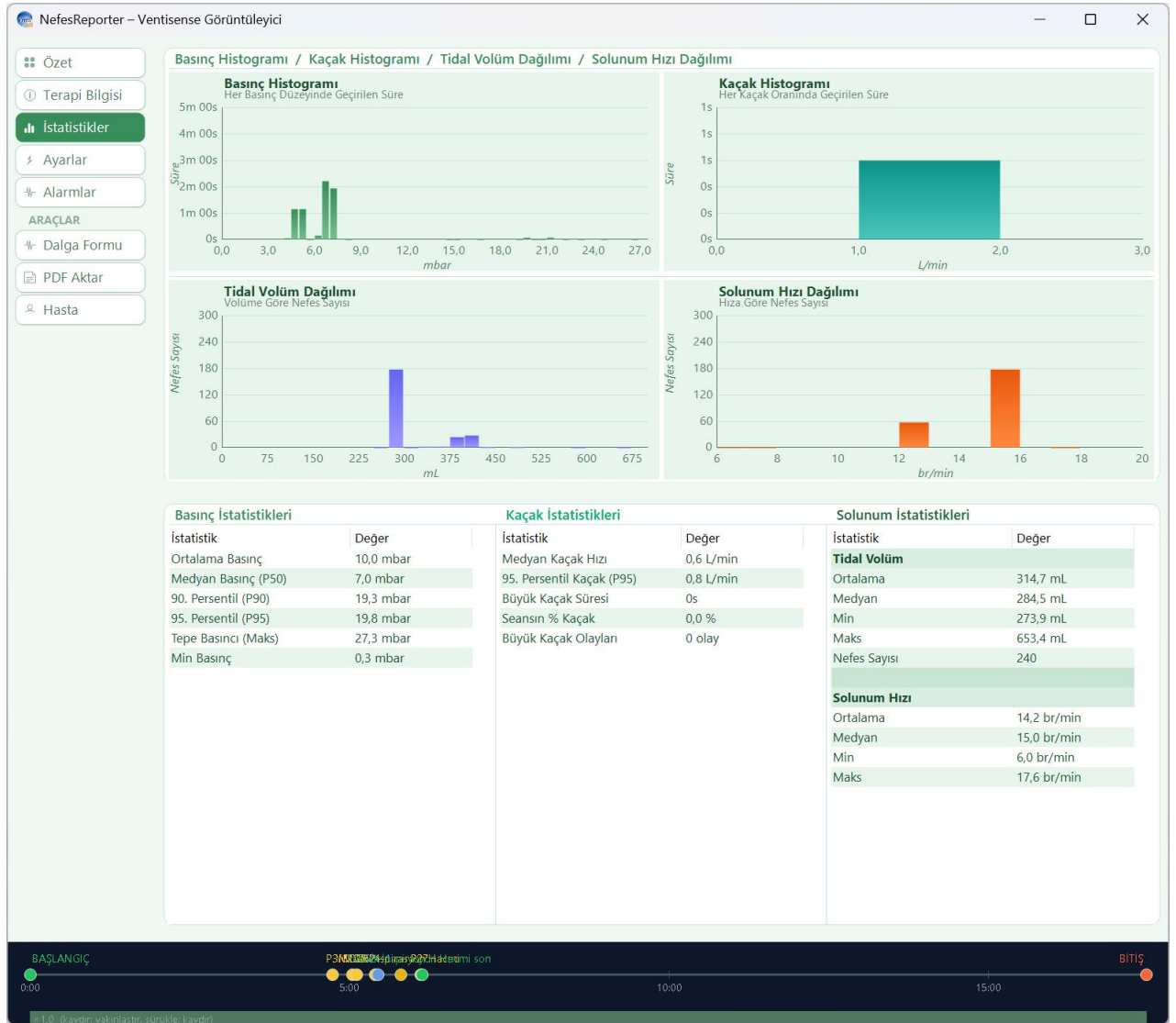


Şekil 38 — Nefes Raporlama Programı – Terapi Bilgisi Ekranı

9.3.3 İstatistikler Ekranı

İstatistikler Ekranı, seansta ölçülen parametrelerin sayısal istatistiksel analizini sunar.

Alan	İçerik
İstatistik Tablosu	Her ölçüm parametresi için minimum, ortalama ve maksimum değerler; parametreler: IPAP, PEEP, Tidal Hacim, Dakika Ventilasyonu, Solunum Hızı, Kaçak, FiO ₂
Histogramlar	Basınç dağılımı histogramı (mbar cinsinden frekans grafiği); Tidal Hacim dağılımı histogramı; Solunum Hızı bant grafiği — tüm grafiklerde ScottPlot ile interaktif yakınlaştırma



9.3.4 Ayarlar Ekranı

Ayarlar Ekranı, seans boyunca cihazda kayıtlı üç ayar setinin başlangıç ve bitiş parametre değerlerini karşılaştırmalı olarak gösterir. Seans başında ve sonunda aktif olan parametreler yan yana sunulur; değişen parametreler vurgulanarak klinisyenin dikkatine çekilir. Her ayar seti için mod, IPAP, PEEP, tidal hacim, frekans, inspirasyon süresi ve diğer tüm mod parametreleri yer alır. Parametre değişimleri üzerine gelindiğinde o anki aktif ayar / mod / parametre değerleri ekranda beliren küçük pencerede özetlenir.



Şekil 40 — Nefes Raporlama Programı – Parametreler Ekranı



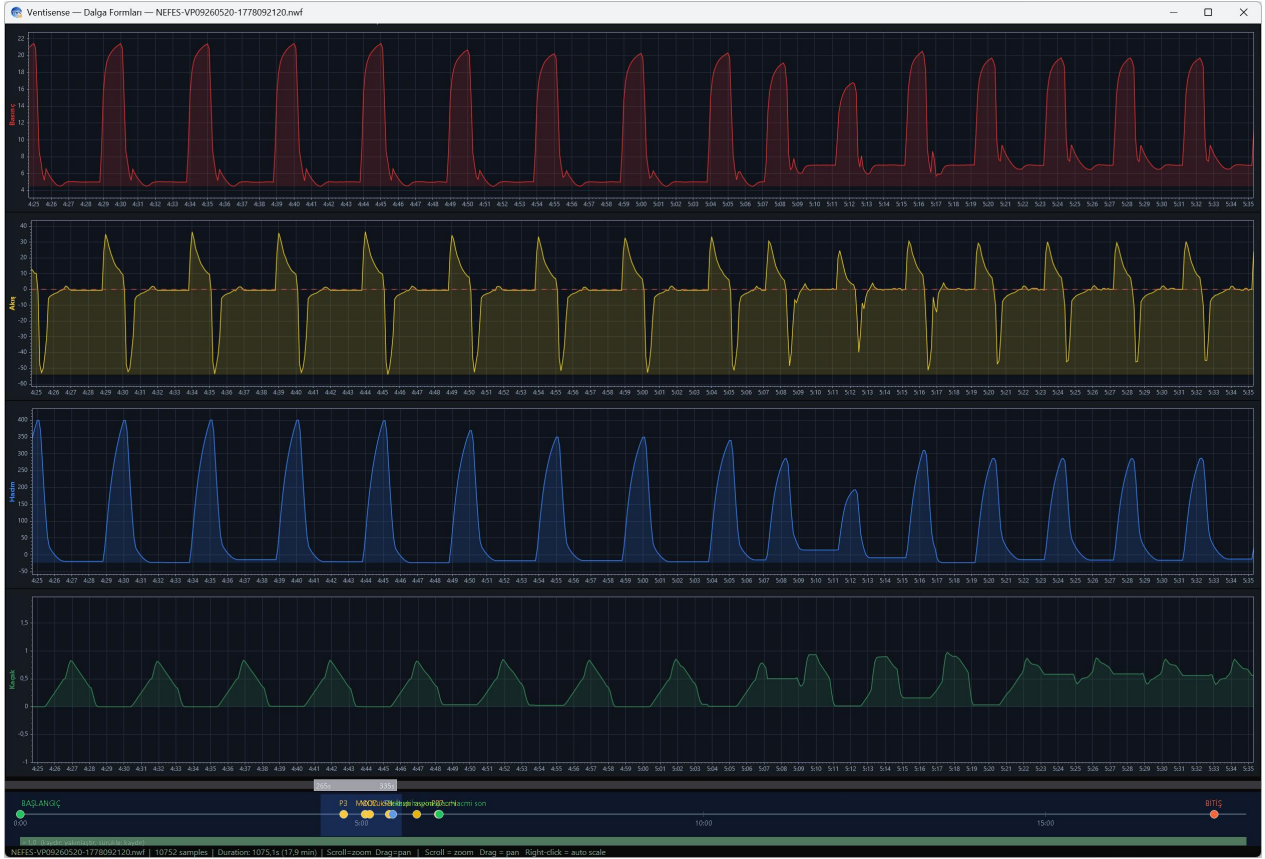
Şekil 41 — Nefes Raporlama Programı – Parametre İzleme

9.3.6 Dalga Formu Ekranı

Dalga Formu Ekranı, .NWF dosyasından okunan ham pnömatik verileri gerçek zamanlı grafik üzerinde görselleştirir. Bu ekran programın teknik açıdan en veri yoğun bölümüdür.

Grafik Kanalı	Açıklama
Basınç (mbar)	Hava yolu basıncının zamana göre değişimi; inspirasyon fazları IPAP, ekspirasyon fazları PEEP seviyesinde izlenir
Akış (L/dak)	Hava akış hızının zamana göre değişimi; inspirasyon pozitif, ekspirasyon negatif değerler olarak gösterilir
Hacim (ml)	Kümülatif tidal hacim eğrisi; her solunum döngüsünde sıfıra döner
Kaçak (L/dak)	Devre kaçak miktarının zamana göre değişimi

Tüm kanallar zaman ekseninde senkronize olarak görüntülenir. Fare tekerleğini döndürerek ilgilenilen zaman aralığına yakınlaşılabilir / uzaklaşılabilir. Grafiklerin anlamlı görünmesi açısından en fazla uzaklaşma ekranda 10 dakikayı gösterecek kadar yapılmaktadır. Fare sol tuşu basılı tutularak zaman ekseninde grafikler kaydırılabilir. Grafiğin alt kısmında olayların (alarm, parametre değişikliği) zaman ekseninde gösterildiği Zaman Çizelgesi (Timeline) yer alır. İşaretin üzerine gelindiğinde olay detayı açılır pencerede görünür. Dalga formu görüntüsü ayrı bir pencerede açılarak tam ekran inceleme yapılabilir.



Şekil 43 — Nefes Raporlama Programı – Dalga Formu Ekranı

9.3.7 Zaman Çizelgesi (Timeline)

Zaman Çizelgesi (TimelineVent), tek kayıt görüntüleme modülündeki tüm ekranların altında ortak olarak yer alan yatay bir olay şeritidir. Seansın tamamını tek bir zaman ekseninde temsil eder; terapi boyunca kaydedilen alarm ve parametre değişikliği olaylarını renk kodlu düğümlemlerle görselleştirir.

Bileşen	Açıklama
Terapi Başlangıç Düğümü	"BAŞLANGIÇ" etiketiyle sol kenarda konumlandırılmış düğüm; seansın başladığı anı temsil eder. Etiket sol hizalı çizilir.
Terapi Bitiş Düğümü	"BİTİŞ" etiketiyle sağ kenarda konumlandırılmış düğüm; seansın sona erdiği anı temsil eder. Etiket sağ hizalı çizilir.
Alarm Düğümleri (Renkli Daireler)	Her alarm durumu değişikliği zaman ekseninde küçük bir daire olarak işaretlenir. Yüksek öncelikli (kırmızı) alarmlar kırmızı daire, orta öncelikli (sarı) alarmlar sarı/amber daire olarak gösterilir. Alarm bitişi (tüm alarmlar temizlendi) durumunda ise düğüm farklı renkte işaretlenir.
Parametre Değişikliği Düğümleri	Seans boyunca yapılan her parametre değişikliği zaman ekseninde ayrı renkte bir daire olarak işaretlenir. Bu düğümler alarm düğümlerinden renk olarak ayrışır.
Düğüm Tooltip Bilgisi	Herhangi bir düğümün üzerine fare ile gelindiğinde ekranın üst köşesinde bir bilgi paneli açılır. Alarm düğümlerinde: olayın tarihi/saati ve o an aktif olan alarm isimleri listelenir. Parametre değişikliği düğümlerinde: değişikliğin tarihi/saati ve hangi parametrenin değiştiği gösterilir.
Saat Etiketleri	Zaman eksenini boyunca belirli aralıklarla saat etiketleri görüntülenir. Düğümlere çok yakın konumlardaki saat etiketleri görsel karmaşayı önlemek amacıyla gizlenir.
Dalga Formu Senkronizasyonu	Dalga Formu ekranında zaman çizelgesi dalga formu grafikleriyle tam senkronize çalışır: grafikler üzerinde fare ile sürüklenerek belirli bir zaman aralığına yaklaşıldığında zaman çizelgesi de eş zamanlı güncellenir. Sağ tıklama ile orijinal tam görünüme döndürülür.
Kaydırma Çubuğu	Yakınlaştırılmış görünümde veya uzun kayıtlarda yatay kaydırma çubuğu belirir; seans içinde farklı zaman dilimlerine gezinmek için kullanılır.

NOT

Zaman çizelgesi yalnızca alarm ve parametre değişikliği olaylarını gösterir; Vent'e özgü bir bileşendir.

Kırmızı daire = yüksek öncelikli alarm aktif | Sarı/Amber daire = orta öncelikli alarm aktif

Uzun seanslarda çok sayıda düğüm birikebilir; dalga formu senkronizasyonu ile belirli zaman dilimine yaklaşılarak inceleme yapılması önerilir.

9.3.8 Hasta Bilgileri Ekranı

Hasta Bilgileri Ekranı, kayda ait hasta kimlik bilgilerinin görüntülediği ve düzenlendiği paneldir. Bu bilgiler .NEF dosyasına değil programa özgü yerel veri tabanına kaydedilir; cihaz seri numarasıyla ilişkilendirilir.

Alan	İçerik
Kimlik Bilgileri	Hasta adı soyadı, doğum tarihi, cinsiyet, hasta kimlik numarası

Alan	İçerik
Klinik Bilgiler	Tanı, sorumlu hekim adı, kurum bilgisi
Fiziksel Veriler	Boy, kilo, vücut kitle indeksi (VKİ); ideal vücut ağırlığı (IBW) hesabı için kullanılır
Notlar	Serbest metin alanı — klinisyen notları için

Hasta bilgileri kaydedildiğinde program bu hastanın sonraki seanslarında bilgileri otomatik olarak doldurur; her raporda hastanın kimlik bilgileri başlık bölümünde yer alır.

Şekil 44 — Nefes Raporlama Programı – Hasta Bilgileri Ekranı

9.3.9 Raporlama (PDF Aktarımı)

Raporlama paneli, seçili terapi seansının kapsamlı klinik PDF raporunu oluşturmak için kullanılır. Rapor Nefes Medikal tasarım şablonuna uygun hazırlanmış; klinik ve teknik kullanıma uygun beş bölümden oluşur.

Rapor Sayfası	İçerik
Bölüm 1 — Özet	Hasta bilgileri, seans özet bandı, 3 seans kartı, 4 alarm kartı, basınç ve kaçak metrikleri, terapi zamanı çubuğu
Bölüm 2 — Terapi Bilgisi	6 terapi bilgi kartı, 3 ayar setinin parametre tablosu (moda göre gri maskeleme uygulanmış)
Bölüm 3 — İstatistikler ve Alarmlar	Basınç/tidal hacim/solunum hızı histogramları, istatistik tabloları, alarm özeti
Bölüm 4 — Olaylar	Parametre değişiklikleri zaman çizelgesi, alarm kayıt detayları
Bölüm 5 — Dalga Formları	Basınç, Akış, Hacim, Kaçak grafikleri ve olayların zaman çizelgesi

Rapor Türkçe veya İngilizce olarak, programın aktif dil ayarına göre otomatik olarak oluşturulur. Her sayfada cihaz bilgileri içeren üst bilgi, sayfa numarası ve Nefes Medikal kurumsal kimliği yer alır.

[illegible]



NEFES Medikal Teknoloji

Ventilasyon Tıbbi Raporları

Model: VENTISENSE PRO Serial: VPR0305020 SW: 1.31

07.09.2020 12:40:32

İŞİTİM | KAÇAK HİSTOGRAMI

Boşluk Histogramı - Her Boşluk Dışındaki Sızı

Kaçık Histogramı - Her Kaçık Harika Sızı

TİTAL VİTAL | SÖLÜNİM HZİ HİSTOGRAMI

Total Vitale Dalgıne

Sölnüm Har Dalgıne

İŞİTİM | KAÇAK İSTATİSTİKLERİ

İŞİTİM	KAÇAK
Ortalama	10.0 sızı
Maximal (P95)	7.0 sızı
P50	10.0 sızı
P90	10.0 sızı
Max	27.0 sızı
	0.0 sızı

KAÇAK

Ortalama	0.0 sızı
P95	0.0 sızı
P50	0.0 sızı
P90	0.0 sızı
Max	2.0 sızı

TİTAL VİTAL | SÖLÜNİM HZİ

TİTAL VİTAL (Hz)	SÖLÜNİM HZİ (Hz)
Ortalama	10.0
Maximal	17.0
P50	10.0
P90	10.0
Max	107.0

Şekil 45 — Nefes Raporlama Programı – Tek Kayıt Rapor Örneği

9.4 Çok Kayıt Modülü

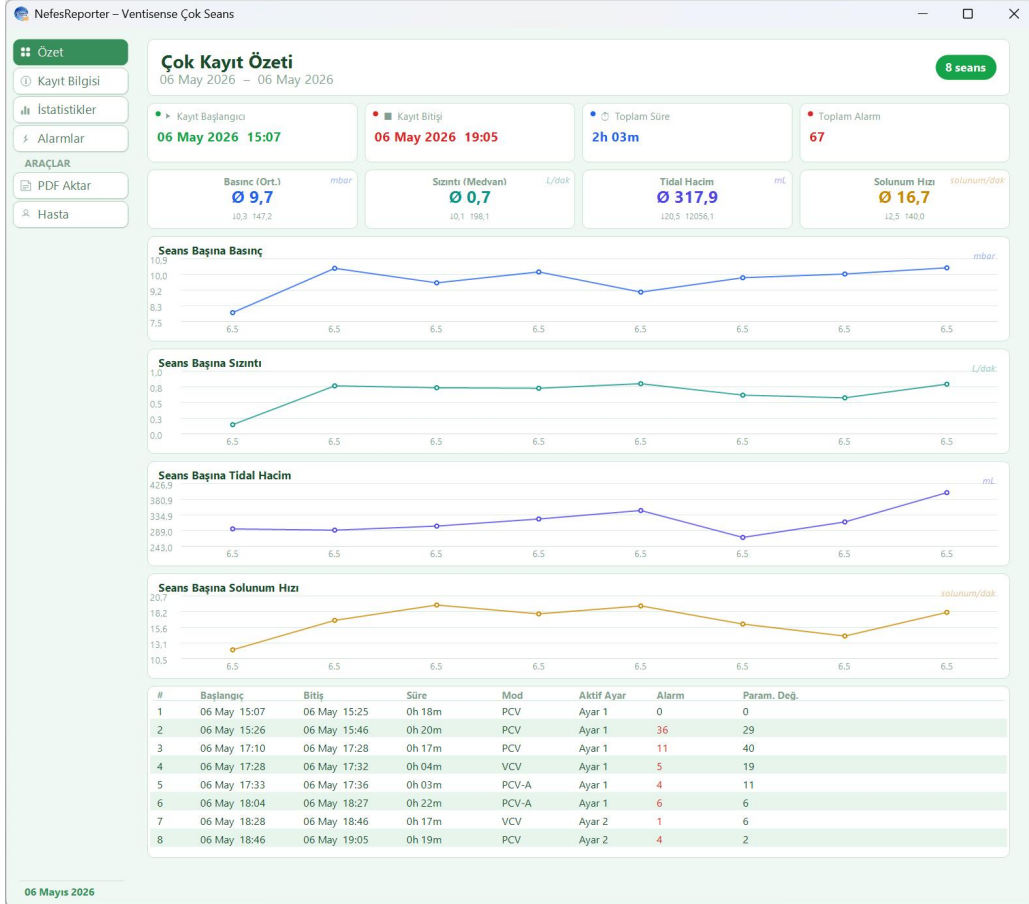
Çok Kayıt Modülü, aynı cihaza ait birden fazla terapi seansının toplu olarak analiz edilmesine olanak tanır. Kayıt Gezgini'nde bir yıl, ay veya gün düğümü seçildiğinde ilgili zaman aralığındaki tüm kayıtlar Çok Kayıt görünümüne aktarılır. Bu mod; uzun dönem ventilasyon parametresi takibi, alarm yükü analizi ve çok seanslı klinik raporlama için tasarlanmıştır.

Çok Kayıt modülünde sol kenar çubuğu dört bölüm düğmesi içerir: Özet, Kayıt Bilgisi, İstatistikler, Alarmlar ve Raporlama.

9.4.1 Çok Kayıt — Özet Ekranı

Özet Ekranı, seçilen zaman aralığındaki tüm Ventisense seanslarına ait ventilasyon verilerini tek ekranda özetler.

Alan	İçerik
Dönem Başlık Bandı	Cihaz modeli, seri numarası, yazılım sürümü, seçilen dönem (başlangıç–bitiş tarihi), toplam kayıt sayısı ve toplam terapi süresi
Dönem Metrik Kartları (4 adet)	Kayıt Başlangıcı (dönemin ilk seansı) · Kayıt Bitişi (dönemin son seansı) · Toplam Süre · Toplam Seans Sayısı
Ventilasyon Trend Grafikleri (4 adet)	Seans bazında zaman içindeki değişimi gösteren dört ayrı çizgi grafik: Ortalama IPAP (mbar) · Ortalama PEEP (mbar) · Ortalama Tidal Hacim (ml) · Ortalama Kaçak (L/dak) — her grafikte seanslar zaman ekseninde sıralı olarak görselleştirilir
Seans Özet Tablosu	Her kayıt için satır bazında: sıra numarası, başlangıç tarihi/saati, bitiş tarihi/saati, toplam süre, başlangıç modu, bitiş modu



Şekil 46 — Nefes Raporlama Programı – Çok Kayıt Özet Ekranı

9.4.2 Çok Kayıt — Kayıt Bilgisi Ekranı

Kayıt Bilgisi Ekranı, dönem içindeki tüm seanslarda kullanılan ventilasyon modlarını ve parametrelerini karşılaştırmalı olarak sunar.

Alan	İçerik
Seanslar — Başlangıç / Bitiş Modları	Her seans için hangi ventilasyon modunda başladığı ve hangi modda sona erdiği yan yana gösterilir; mod değişikliklerini takip etmek için kullanılır
Moda Göre Başlangıç Parametreleri	Dönem içinde kullanılan her mod için seans başlangıcındaki parametre değerleri seans bazında sütunlar halinde listelenir. Seanslar arasında değişen parametreler özel bir işaretle (N) vurgulanır; değişmeyen sabit parametreler normal gösterilir. Bu tablo klinisyenin uzun dönem parametre tutarlılığını ve optimizasyon sürecini izlemesini sağlar.
Agregat Parametre Özeti	Seçilen dönem boyunca her parametre için karşılaşılan minimum, maksimum ve en sık kullanılan değer; parametrelerin seans bazında ne kadar çeşitlendiği görülür

NefesReporter – Ventisense Çok Seans						
Özet	KAYIT BAŞLANGIÇ • 06 May 2026 15:07:15	KAYIT BİTİŞ • 06 May 2026 19:05:53	TOPLAM SÜRE • 2h 03m	SEANS SAYISI • 8		
Kayıt Bilgisi	Seanslar — Başlangıç / Bitiş Modları					
İstatistikler	#	Seans Başlangıcı	Seans Bitişi	Süre	Başlangıç Modu	Bitiş Modu
Alarmlar	1	06 May 15:07:15	06 May 15:25:57	0h 18m	PCV	PCV
ARAÇLAR	2	06 May 15:26:03	06 May 15:46:14	0h 20m	PCV	VCV
PDF Aktar	3	06 May 17:10:53	06 May 17:28:13	0h 17m	PCV	VCV
Hasta	4	06 May 17:28:19	06 May 17:32:43	0h 04m	VCV	PCV
	5	06 May 17:33:03	06 May 17:36:18	0h 03m	PCV-A	VCV
	6	06 May 18:04:53	06 May 18:27:31	0h 22m	PCV-A	PCV-A
	7	06 May 18:28:40	06 May 18:46:08	0h 17m	VCV	SIMV-P
	8	06 May 18:46:29	06 May 19:05:53	0h 19m	PCV	PCV
	Moda Göre Başlangıç Parametreleri — seans değerleri (1 = değişmiş)					
	Mod	S...	Parametre Adı	Min	Maks	1
	PCV	1	IPAP Basıncı	20,0	20,0	
		2	PEEP Basıncı	5,0	5,0	
		3	Hedef Hacim	0,0	0,0	
		4	Frekans	12,0	12,0	
		5	İnspirasyon Süresi	1,0	1,2	1
		9	I-Eğimi	0,0	1,0	1
		10	İç Çekme	0,0	0,0	
		27	Yüksek İnspirasyon Hacmi Alarmı	0,0	0,0	
		28	Düşük İnspirasyon Hacmi Alarmı	0,0	0,0	
		29	Yüksek Ekspirasyon Hacmi Alarmı	0,0	0,0	
		30	Düşük Ekspirasyon Hacmi Alarmı	0,0	0,0	
		31	Yüksek Dakika Hacim Alarmı	0,0	0,0	
		32	Düşük Dakika Hacim Alarmı	0,0	0,0	
		33	Kaçak Alarmı	0,0	0,0	
		34	Yüksek FIO2	0,0	0,0	
		35	Düşük FIO2	0,0	0,0	
		36	Yüksek SPO2	0,0	0,0	
		37	Düşük SPO2	0,0	0,0	
		38	Yüksek Kalp Hızı	0,0	0,0	
		39	Düşük Kalp Hızı	0,0	0,0	
	VCV	2	PEEP Basıncı	5,0	5,0	
		3	Hedef Hacim	300,0	400,0	1
		4	Frekans	12,0	20,0	1
		5	İnspirasyon Süresi	1,0	1,2	1
06 Mayıs 2026						

Şekil 47 — Nefes Raporlama Programı – Çok Kayıt Bilgi Ekranı

9.4.3 Çok Kayıt — İstatistikler Ekranı

İstatistikler Ekranı, tüm seansların pnömatik ölçüm verilerini toplu istatistiksel çerçevede sunar.

Alan	İçerik
Agregat İstatistik Tablosu	Dönem boyunca tüm seanslardaki ölçümler birleştirilerek her parametre için minimum, ortalama ve maksimum değerler hesaplanır; parametreler: IPAP, PEEP, Tidal Hacim, Dakika Ventilasyonu, Solunum Hızı, Kaçak
Seans Bazlı Karşılaştırma	Her seans için ortalama değerler yan yana listelenir; seans içi tutarlılık ve seanslar arası farklılıklar değerlendirilebilir

NefesReporter – Ventisense Çok Seans					
Özet	Toplu İstatistikler — Tüm Seanslar				
Kayıt Bilgisi	İstatistik	Min	Ortalama (Ø)	Maks	Birim
İstatistikler	Solunum İstatistikleri				
Alarmlar	Basınç (Ort.)	8,0	9,7	10,4	mbar
ARAÇLAR	Sızıntı (Medyan)	0,1	0,7	0,8	L/dak
PDF Aktar	Tidal Hacim (Ort.)	269,3	317,9	400,6	mL
Hasta	Solunum Hızı (Ort.)	12,0	16,7	19,3	solunum/dak
	Süreler				
	Seans Süresi	3,2	15,4	22,6	dak
	Alarmlar				
	Toplam Alarm Sayısı	0,0	8,4	36,0	olay
	Alarm Yüklü	0,0	35,0	136,1	%
	Toplam Alarm Süresi	0,0	305,0	1648,0	sn
	Yüksek Öncelikli (Kırmızı) Alarm	0,0	3,8	20,0	olay
	Orta Öncelikli (Sarı) Alarm	0,0	4,6	16,0	olay
	Parametre Değişimleri				
	Param. Değişim / Seans	0,0	10,8	27,0	değişim
	Mod Değişim / Seans	0,0	1,6	6,0	değişim
	Ayar Değişim / Seans	0,0	1,8	8,0	değişim
06 Mayıs 2026					

Şekil 48 — Nefes Raporlama Programı – Çok Kayıt İstatistik Ekranı

9.4.4 Çok Kayıt — Alarmlar Ekranı

Alarmlar Ekranı, dönem boyunca tüm seanslarda kaydedilen alarm olaylarının bütünlük görünümünü sunar. Her alarm kaydı hangi seansa ait olduğunu belirten tarih/saat bilgisiyle birlikte listelenir.

Alan	İçerik
Alarm Kaydı Listesi	Tüm seansların alarm olayları kronolojik sırada tek listede görüntülenir; her kayıt için tarih/saat, eş zamanlı aktif alarm isimleri ve toplam alarm sayısı yer alır
Alarm Renk Kodlaması	Yüksek öncelikli (kırmızı) alarmlar kırmızı, orta öncelikli (sarı) alarmlar sarı arka planla gösterilir; alarm bitişi (NO ALARMS) yeşil renkte belirtilir
Seanslar Arası Ayrım	Farklı seanslara ait alarm kayıtları seans başlık satırlarıyla ayrılır; dönem genelinde hangi seansın ne kadar alarm yükü taşıdığı görülebilir

NefesReporter – Ventisense Çok Seans				
Özet	Alarm Özeti			
Kayıt Bilgisi	Alarm	Toplam Adet	Etkilenen Seans	Ort. Süre (s)
İstatistikler	Bağlantı Kopması	21	5	20,6
Alarmlar	Yüksek İspirasyon Hacmi	11	6	57,6
ARAÇLAR	VE Okunamıyor	9	5	22,0
PDF Aktar	Yüksek Ekspirasyon Hacmi	5	2	58,6
Hasta	Tıkanıklık	5	3	39,4
	Yüksek FIO2	3	3	49,0
	Düşük Basınç Sınırına Ulaşıldı	3	2	31,0
	Yüksek Frekans	3	2	26,0
	Yüksek PEEP Basıncı	2	1	77,0
	Düşük FIO2	1	1	98,0
	Düşük İspirasyon Hacmi	1	1	57,0
	Kaçak Alarmı	1	1	46,0
	Apne Alarmı	1	1	4,0
	Yüksek Basınç Sınırına Ulaşıldı	1	1	9,0
	Toplam Süre			
				7m 12s
				10m 34s
				3m 18s
				4m 53s
				3m 17s
				2m 27s
				1m 33s
				1m 18s
				2m 34s
				1m 38s
				0m 57s
				0m 46s
				0m 04s
				0m 09s
Tüm Alarmlar				
Seans	Alarm	Başlangıç	Bitiş	Süre
#2 06 May	Kaçak Alarmı	15:44:55	15:45:41	0m 46s
#2 06 May	Bağlantı Kopması	15:44:56	15:45:38	0m 42s
#2 06 May	Düşük Basınç Sınırına Ulaşıldı	15:45:26	15:45:41	0m 15s
#3 06 May	Yüksek İspirasyon Hacmi	17:13:14	17:14:38	1m 24s
#3 06 May	Yüksek Ekspirasyon Hacmi	17:13:17	17:13:43	0m 26s
#3 06 May	Bağlantı Kopması	17:13:43	17:14:38	0m 55s
#3 06 May	VE Okunamıyor	17:13:47	17:14:08	0m 21s
#3 06 May	Düşük Basınç Sınırına Ulaşıldı	17:14:08	17:14:38	0m 30s
#3 06 May	Yüksek İspirasyon Hacmi	17:14:50	17:15:39	0m 49s
#3 06 May	Yüksek Ekspirasyon Hacmi	17:14:56	17:15:39	0m 43s
#3 06 May	Yüksek Frekans	17:20:37	17:21:10	0m 33s
#3 06 May	Yüksek FIO2	17:20:52	17:21:32	0m 40s
#3 06 May	Bağlantı Kopması	17:21:05	17:21:15	0m 10s
#3 06 May	Apne Alarmı	17:25:47	17:25:51	0m 04s
#4 06 May	Yüksek FIO2	17:29:23	17:30:20	0m 57s
#4 06 May	Yüksek Frekans	17:29:26	17:29:48	0m 22s
#4 06 May	Tıkanıklık	17:29:57	17:30:04	0m 07s
#4 06 May	Yüksek Frekans	17:29:57	17:30:20	0m 23s
#4 06 May	Yüksek İspirasyon Hacmi	17:32:10	17:32:37	0m 27s
#5 06 May	Yüksek İspirasyon Hacmi	17:34:14	17:34:47	0m 33s
#5 06 May	Bağlantı Kopması	17:34:24	17:34:44	0m 20s
#5 06 May	VE Okunamıyor	17:34:29	17:34:44	0m 15s
#5 06 May	Yüksek Basınç Sınırına Ulaşıldı	17:35:59	17:36:08	0m 09s
#6 06 May	VE Okunamıyor	18:09:59	18:10:05	0m 06s
#6 06 May	Bağlantı Kopması	18:10:05	18:10:16	0m 11s
#6 06 May	Yüksek İspirasyon Hacmi	18:17:29	18:18:06	0m 37s
#6 06 May	VE Okunamıyor	18:19:32	18:19:38	0m 06s
#6 06 May	Bağlantı Kopması	18:19:32	18:19:48	0m 16s
06 Mayıs 2026				

Şekil 49 — Nefes Raporlama Programı – Çok Kayıt Alarm Tarihçesi Ekranı

9.4.5 Çok Kayıt — Raporlama (PDF Aktarımı)

Çok Kayıt Raporlama paneli, seçilen dönemdeki tüm Ventisense seanslarını kapsayan çok sayfalı klinik PDF raporu oluşturur.

Rapor Sayfası	İçerik
Bölüm 1 — Dönem Özeti	Hasta bilgileri; dönem başlık bandı (cihaz modeli, seri no, yazılım, tarih aralığı, seans sayısı, toplam süre); 4 dönem metrik kartı; dört ventilasyon trend grafiği (IPAP, PEEP, Tidal Hacim, Kaçak); seans özet tablosu
Bölüm 2 — Kayıt Bilgisi, İstatistikler ve Alarmlar	Seanslar modu tablosu (başlangıç/bitiş modu); moda göre başlangıç parametreleri (seans bazında değişen parametreler vurgulu);
Bölüm 3 — İstatistikler	Agregat istatistik tablosu
Bölüm 4 — Alarmlar ve Parametre değişim kayıtları	Tüm seansların birleşik alarm kayıt listesi; tüm seansların parametre değişikliği kayıtları

NOT

Çok Kayıt raporu tek seans raporuyla aynı kurumsal tasarım şablonunu kullanır.
Her sayfada model-seri no-yazılım sürümü bilgisi, tarih aralığı, seans sayısı, toplam süre ve sayfa numarası yer alır.
Rapor aktif dil tercihinin göre Türkçe veya İngilizce oluşturulur.

[illegible]

 NEFES Medikal Teknoloji Ventilenize Çök Sığa Raporu		Model: VENTENISE PRO - Seri: VPM200200 - YZ: 1.31 06 Mayıs 2025		00 May 2025 - 06 May 2025 8 saat Toplam: 2h 03sn		Sayfa 5 / 10	
Toplu İstatistikler — Tüm Sensörler							
İstatistikler		Min	Ortalama (ÖF)	Max	Birim		
İstenen İstenilenler							
Bazın (CM)		0.0	0.7	10.4	mm		
Sıcaklık (°C)		0.1	0.7	0.9	°C		
Toplu Hava (CM)		200.3	217.9	400.4	cm		
Başlangıç Hava (CM)		15.2	16.7	19.3	cm		
İstenen		0.0	10.4	20.0	cm		
Açılma							
Toplam Açık Süre		0.0	0.4	20.0	min		
Açık Yalın		0.0	0.0	100.0	%		
Toplam Açık Hava		0.0	500.3	1500.0	cm		
Yükseklik Ölçümü (Hava)		0.0	0.0	20.0	cm		
Güneş Ölçümü (Hava)		0.0	4.0	10.0	cm		
Pasajların Değişimleri							
Hava Değişim Sayısı		0.0	10.0	27.0	değişim		
Aldı Değişim / Sayısı		0.0	1.0	0.0	değişim		
Ayar Değişim / Sayısı		0.0	1.0	0.0	değişim		

[illegible]

Savfa 109

10. BAKIM VE TEMİZLİK

10.1 Sarf Malzemeleri ve Değişirme Aralıkları

Bileşen	Değişirme Aralığı	Not
Hasta Devresi (Çift Bacaklı Hortum)	Klinik protokole göre	Yeni hasta geçişinde mutlaka yenisiyle değiştirilmeli
HMEF Filtresi	En az 24–48 saatte bir	Islak veya kontamine olursa derhal değiştir
Bakteri/Viral Filtresi (Cihaz)	Üretici talimatlarına göre	Nemlendiricili veya nebulizatörlü kullanımda daha sık
İnspirasyon Filtresi (Cihaz)	Düzenli kontrol	Sadece orijinal filtreler kullanılmalı
Ekspirasyon Filtresi (Cihaz)	Düzenli kontrol	Sadece orijinal filtreler kullanılmalı
Pil	20.000 saat veya üretici tavsiyesine göre	Tam deşarj etmemek pil ömrünü uzatır

10.2 Temizlik

- Temizlemeden önce cihazı kapatın ve güç fişini çekin.
- Gövdeyi hafif nemlendirilmiş bir mikrofiber bez ile silin.
- Aseton, benzen veya aşındırıcı maddeler kullanmayın; ekran ve plastik gövdeye zarar verir.
- Cihazı otoklavda sterilize etmeyin.

10.3 Periyodik Bakım

Cihazın Ayarlar → Genel → Sayaçlar menüsünden kalan servis süresi takip edilmelidir. Zamanında gerçekleştirilmeyen bakım cihaz performansını düşürebilir ve hasta güvenliğini tehlikeye atabilir.

10.4 Ozon ile Dezenfeksiyon

✓ VENTISENSE MEKANİK VENTİLATÖR OZON DEZENFEKSİYONUNA UYGUNDUR

VENTISENSE iç gaz yolları, Mfresh YL-S3500 ozon jeneratörü ile gerçekleştirilen gaz fazı ozon dezenfeksiyonuna malzeme uyumluluğu açısından doğrulanmış ve onaylanmıştır.

Ozon dezenfeksiyonu, teknik servis süreçlerinde VENTISENSE iç pnömatik (gaz) yollarının bakteri, virüs, mantar ve diğer patojenlerden arındırılması amacıyla uygulanan ileri düzey biyosidal bir yöntemdir. Bu bölüm; ozonun bilimsel arka planını, VENTISENSE'e özgü uygulama protokolünü ve güvenlik gerekliliklerini klinik kanıtlarla birlikte açıklamaktadır.

10.4.1 Ozonun Antimikrobiyal Mekanizması

Ozon (O_3), bilinen en güçlü oksidatif dezenfektanlardan biridir. Mikroorganizmalar üzerindeki etkisi, serbest radikal oluşumu aracılığıyla gerçekleşen çok boyutlu bir oksidatif stres mekanizmasına dayanır; bu mekanizma hücre membranı, protein yapıları ve nükleik asitlerde (RNA/DNA) geri dönüşü olmayan hasara yol açar. [71]

Hedef	Etki Mekanizması	Sonuç
Hücre Membranı	Lipid peroksidasyonu — membran bütünlüğünün bozulması	Hücre içi sıvı kaybı → hücre ölümü
Protein Yapıları	Geri dönüşümsüz oksidasyon ve denatürasyon	Enzim inaktivasyonu → metabolik işlevler durur
Nükleik Asitler (DNA/RNA)	Zincir kırılması ve baz hasarı	Replikasyon imkânsız → ölüm veya inaktivasyon

Hedef	Etki Mekanizması	Sonuç
Viral Zarf	Zarflı virüslerde zarf oksidasyonu	Enfektivite kaybı → virüs nötralizasyonu
Biyofilm	Polisakkarit matriksin parçalanması	Biyofilm tabakasının çözülmesi

10.4.2 Klinik Kanıt Tabanı

Ozon dezenfeksiyonunun antimikrobiyal etkinliği kapsamlı literatür kanıtlarıyla desteklenmektedir:

- Virüsler: Zarflı virüslerin ozona karşı özellikle duyarlı olduğu gösterilmiştir; viral zarfın oksidasyonu ile enfektivite hızla kaybolmaktadır. [72] Özellikle dikkat çekici olan, SARS-CoV-2 üzerine yapılan çalışmalardır: kontrollü ozon uygulamalarında 10–20 dakikalık maruziyetle yüksek düzeyde viral inaktivasyon sağlandığı deneysel olarak kanıtlanmıştır. [73]
- Bakteriler: Hem gram pozitif hem gram negatif bakterilerde hücre duvarı ve membran hasarı sonucu inaktivasyon gerçekleşmektedir. Ozonun 5–15 dakika gibi kısa sürelerde anlamlı mikrobiyal azalma oluşturabildiği rapor edilmiştir. [75]
- Mantarlar, Sporlar ve Biyofilm: Ozonun mantar, spor ve biyofilm yapıları üzerinde de etkili olduğu gösterilmiştir; bu özelliği geniş spektrumlu antimikrobiyal profilini güçlendirmektedir. [76]
- Kapalı Ortam Nüfuzu: Gaz formunda uygulanması nedeniyle ozon, kapiller hava yolları ve erişilmesi güç yüzeylere kadar nüfuz ederek konvansiyonel sıvı dezenfektanların ulaşamadığı noktalarda etkin dezenfeksiyon sağlar. [74]

10.4.3 VENTISENSE — Malzeme Uyumluluğu

Ozon dezenfeksiyonunun VENTISENSE'in elektronik bütünlüğü üzerindeki etkileri bilimsel literatür ışığında incelenmiş ve cihazın ozon dezenfeksiyonuna uygun olduğu doğrulanmıştır. Bu değerlendirme, Nefes Medikal Ar&Ge birimi tarafından hazırlanan RP.25.01 Ozon Dezenfeksiyonu Bilimsel Dayanak ve Literatür Değerlendirme Raporu'nda kapsamlı biçimde belgelenmiştir.

Bileşen Kategorisi	Risk Değerlendirmesi	Dayanak
PCB / Anakart	Pasivasyonlu modern PCB bileşenlerinde 20 dakika altı geçici maruziyet yapısal değişikliğe yol açmaz	[77]
Yarı İletkenler (Sensörler)	Ozon yarı iletken endüstrisinde yüzey temizleme ajanı olarak kullanılmaktadır; silisyum dioksit tabakasına zarar vermez	[77]
Metalik Yüzeyler / Devreler	Korozyon yalnızca yüksek konsantrasyon (>100 ppm) + uzun süreli maruziyet (>24 saat) + sıvı faz nem kombinasyonunda başlar	[78]
Plastik / Polimer Bileşenler	Kısa süreli (20 dk altı) uygulamada polimer dejenerasyonu korozyon eşiğinin çok altında kalır	[78]
Pnömatik Hava Yolları	Ozonun gaz fazı uygulaması iç kapiller yollara tam nüfuz sağlar; dezenfeksiyonun birincil hedefi	[RP.25.01]

NOT

VENTISENSE iç gaz yolları ozon dezenfeksiyonuna uygundur ve bu yöntem teknik servis protokolü olarak onaylanmıştır.

20 dakika altındaki uygulama süresi, korozyon eşiğinin çok altında kalarak cihaz ömrünü veya elektronik fonksiyonelliği tehdit etmez.

10.4.4 Kullanılan Ekipman

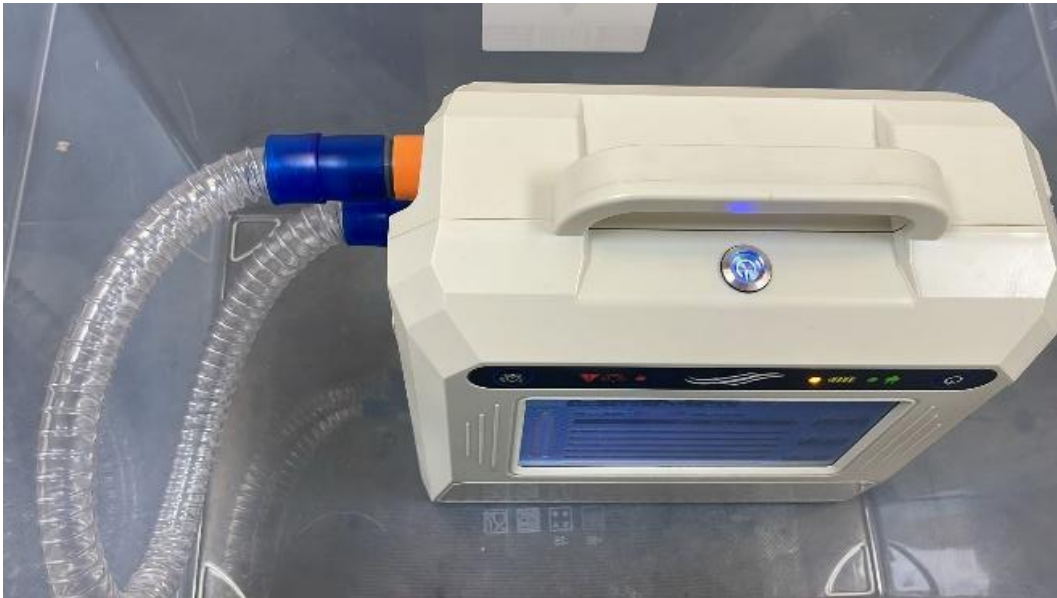
Ekipman	Teknik Özellik
Mfresh YL-S3500 Ozon Jeneratörü	Kapasite: 3.500 mg/h (3,5 g/h) Yöntem: Corona Discharge (Korona Deşarjı) Kontrol: Manuel zamanlayıcı (Timer)
Ozon Dezenfeksiyon Kutusu	Hacim: ~31,5 litre (28 × 26,5 × 42,5 cm) Malzeme: Silikon hortum girişli plastik kap
Bağlantı	Silikon ozon hortumu + tek kullanımlık hasta devresi

10.4.5 Dezenfeksiyon Protokolü — Adım Adım Uygulama

Aşama 1: Hazırlık ve Parametre Ayarı

- Dış yüzey temizliği tamamlanmış VENTISENSE cihazı, Ozon Dezenfeksiyon Kutusunun içine yerleştirilir.
- Cihaza 30cm uzunluğunda devre takılır. Devre ekspirasyon portuna direnç simülatörü ile bağlanır.
- Cihaz parametreleri ayarlanır: PCV Modu, IPAP: 30 mbar, PEEP: 5 mbar, Hedef Hacim (Tidal Volume): Kapalı, Frekans: 15 bpm, İnspirasyon Süresi: 1 s.
- Cihaz çalıştırılarak aşağıdaki dezenfeksiyon parametreleri ayarlanır:

Parametre	Değer
Mod	PCV
IPAP	30 mbar
PEEP	5 mbar
Hedef Hacim	Kapalı
Frekans	15 bpm
İnspirasyon Süresi	1 saniye



Şekil 51— Ozon Jeneratörü Bağlantısı ve Aktif Şoklama

Aşama 2: Aktif Şoklama — 5 Dakika

- Mfresh ozon jeneratörünün çıkış portuna bağlı silikon hortum dezenfeksiyon kutusunun içine yönlendirilir.
- Kutunun kapağı sızdırmazlık sağlayacak şekilde kapatılır.
- Jeneratörün zamanlayıcısı 5 dakikaya ayarlanarak çalıştırılır.

5 dakikalık aktif şoklama sürecinde 31,5 litrelik kutuda konsantrasyon $\sim 9.238 \text{ mg/m}^3$ seviyesine ulaşır. Bu değer; bakteriler ve virüsler için tanımlanan ölümcül doz eşiğinin (100 mg/m^3) çok üzerindedir. Matematiksel hesaplamalar: 3.500 mg/h kapasiteli cihaz, 31,5 litrelik kutuda 100 mg/m^3 konsantrasyona yalnızca 3,2 saniyede ulaşmaktadır. [RP.25.01]

Aşama 3: Kapalı Nüfuz Beklemesi — 15 Dakika

- 5 dakika sonunda jeneratör otomatik kapanır. Kutunun kapağı **KESİNLİKLE** açılmaz.
- VENTISENSE kutu içinde çalışmaya devam ederek hapsedilen ozon gazını 15 dakika daha iç gaz yollarında sirküle eder.
- Bu adım; ozonun kapiller pnömatik yollara tam nüfuz etmesini ve tüm iç yüzeylerde yeterli temas süresi oluşmasını sağlar.

Toplam temas süresi = 5 dk (aktif şoklama) + 15 dk (kapalı devridaim) = 20 dakika. Bu süre; virüsler için bildirilen 10–20 dakika [73] ve bakteriler için bildirilen 5–15 dakika [75] aralıklarının üzerinde konservatif güvenlik marjı bırakılarak belirlenmiştir.

Aşama 4: Havalandırma ve Tahliye

- Toplam 20 dakikalık süreç tamamlandıktan sonra kutu açık havada veya iyi havalandırılan bir alanda açılır.
- Kutunun kapağı açıldıktan sonra ozon seviyesinin güvenli düzeye inmesi için yaklaşık 30 dakika beklenir; bu süre dolmadan cihaza müdahale edilmez.
- İşlem tamamlandıktan sonra cihaz teknik servis masasına alınır ve süreç FR.25.05 Teknik Servis Kontrol Formu'na kaydedilir.



Şekil 52 — Ozon Dezenfeksiyonu: Havalandırma Aşaması

10.4.6 Konsantrasyon Hesabı ve Güvenlik Sınırları

Mfresh YL-S3500'ün 3.500 mg/h üretim kapasitesi ve 31,5 litrelik dezenfeksiyon kutusuna dayanan mühendislik hesaplamaları, protokolün hem etkinliğini hem de güvenli sınırlar içinde kaldığını kanıtlamaktadır: [RP.25.01]

Süre	Kutu İçi Konsantrasyon	Değerlendirme
3,2 saniye	~100 mg/m³ (50 ppm)	Mikroorganizmalar için ölümcül eşik aşıyor
5 dakika (aktif şoklama)	~9.238 mg/m³	Tam doyumluk — kapiller yollara tam nüfuz
20 dakika (toplam)	Hesaplanan tepe değer	Dezenfeksiyon hedefi güvenle tamamlanıyor
20 dakika AÇIK kutu (yasak)	~36.952 mg/m³	İSG ihlali — insan sağlığını tehdit edecek düzey

Bu hesaplamalar, neden 20 dakikanın tamamında jeneratörün çalıştırılmadığını ve kapalı devridaim stratejisinin seçildiğini açıkça ortaya koymaktadır: 20 dakika süresince jeneratör çalışmaya devam etseydi konsantrasyon, oda içi toksik sızıntı halinde insan sağlığını tehdit eden düzeye ulaşacaktı. 5 dk aktif + 15 dk kapalı devridaim stratejisi; maksimum biyosidal etkinliği koruyarak İSG riskini sıfıra indirmektedir.

10.4.7 Güvenlik Gereklilikleri

⚠ UYARI

Ozon yüksek konsantrasyonlarda güçlü bir oksitleyici gazdır; doğrudan solunmamalıdır. İşlem yalnızca insan bulunmayan, iyi havalandırılan kapalı alanlarda gerçekleştirilmelidir. Uygulama süresince işlem alanına giriş engellenmelidir. Kutunun kapağı açılmadan önce 20 dakikalık tüm protokol tamamlanmalıdır. Güçlü klor/çamaşır suyu benzeri koku algılanırsa ortam derhal havalandırılmalı ve terk edilmelidir. Ozon seviyesi güvenli düzeye inmeden (kapak açıldıktan sonra ~30 dakika) cihaza müdahale edilmemelidir.

10.4.8 Ozon Jeneratörünün Bakımı

Mfresh YL-S3500'ün Corona Discharge teknolojisiyle ozon üretimini sağlayan paslanmaz çelik/seramik plakalar (Ozone Plate) kirlendikçe ozon üretim kapasitesi düşer. Bu plakalar her 6 ayda bir alkol veya amonyaklı temizlik bezleriyle dikkatlice silinmelidir.

11. TANIMLAR VE KISALTMALAR

Kısaltma / Terim	Açıklama
IPAP	Inspiratory Positive Airway Pressure — İnspirasyon Pozitif Hava Yolu Basıncı
EPAP / PEEP	Expiratory Positive Airway Pressure / Positive End-Expiratory Pressure — Ekspirasyon Sonu Pozitif Basınç
PCV	Pressure Controlled Ventilation — Basınç Kontrollü Ventilasyon
VCV	Volume Controlled Ventilation — Hacim Kontrollü Ventilasyon
PSV	Pressure Support Ventilation — Basınç Destekli Ventilasyon
SIMV	Synchronized Intermittent Mandatory Ventilation — Senkronize Aralıklı Zorunlu Ventilasyon
CPAP	Continuous Positive Airway Pressure — Sürekli Pozitif Hava Yolu Basıncı
HFO	High Flow Oxygen — Yüksek Akışlı Oksijen
HFNC	High Flow Nasal Cannula — Yüksek Akışlı Nazal Kanül
BiLEVEL	Bilevel Positive Airway Pressure — İki Düzeyli Pozitif Hava Yolu Basıncı
FiO ₂	Fraction of Inspired Oxygen — İnspirasyon Oksijen Fraksiyonu
HMEF	Heat and Moisture Exchanger Filter — Isı ve Nem Değiştirici Filtre
TV / V _t	Tidal Volume — Tidal Hacim
MV	Minute Volume — Dakika Hacmi
bpm	Breaths Per Minute — Dakikadaki Solunum Sayısı
I:E	İnspirasyon:Ekspirasyon oranı
PS	Pressure Support — Basınç Desteği (SIMV spontan nefes desteği)
NIV	Non-Invasive Ventilation — Noninvaziv Ventilasyon
PESS	Programmable Electronic Safety System — Programlanabilir Elektronik Güvenlik Sistemi
EMC	Elektromanyetik Uyumluluk

12. İLGİLİ BELGELER

Doküman No	Doküman Adı
TF.01.123	VENTISENSE Kullanım Kılavuzu
TF.01.21	VENTISENSE Ürün Bilgisi
TF.01.86	ISO 80601-2-72 Test Raporu
TF.01.83	Alarm Doğrulama Test Raporu
TF.01.60	Teknik Çizim Dosyası
TF.01.70	Kritik Tedarikçi / Malzeme Bilgisi
TF.03.41	Kimyasal Beyan (CMR / Ftalat İçerik)
RP.25.01	Ozon Dezenfeksiyonu Bilimsel Dayanak ve Literatür Değerlendirme Raporu
TL.25.04	Ozon Dezenfeksiyon Talimatı

13. REFERANSLAR

Bu teknik başvuru el kitabında atıfta bulunulan klinik kaynaklar, kanıta dayalı tıp kılavuzları, randomize kontrollü çalışmalar, sistematik derlemeler ve uluslararası konsensüs belgeleri aşağıda numaralı olarak listelenmiştir. Atıf numaraları metin içinde köşeli parantez biçiminde [n] gösterilmiştir.

- [1] Slutsky AS, Ranieri VM. Ventilator-Induced Lung Injury. N Engl J Med. 2013;369(22):2126-2136.
- [2] Bhatt SP, Bhatt GD, Bhatt M. Respiratory Failure in Adults. StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023. NCBI Bookshelf NBK526127.
- [3] Mora Carpio AL, Mora JI. Ventilator Management. StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023. NCBI Bookshelf NBK448186.
- [4] Lloyd-Owen SJ, Donaldson GC, Ambrosino N, et al. Patterns of home mechanical ventilation use in Europe: results from the Eurovent survey. Eur Respir J. 2005;25(6):1025-1031.
- [5] Garner DJ, Berlowitz DJ, Douglas J, et al. Home mechanical ventilation in Australia and New Zealand. Eur Respir J. 2013;41(1):39-45.
- [6] Ergan B, Oczkowski S, Rochweg B, et al. European Respiratory Society guidelines on long-term home non-invasive ventilation for management of COPD. Eur Respir J. 2019;54(3):1901003.
- [7] Oliveira MG, Garner DJ, Berlowitz DJ, et al. Home mechanical ventilation: a narrative review and a proposal of practical approach. Respir Care. 2024.
- [8] Lim WJ, Mohammed Akram R, Carson KV, et al. Update in Noninvasive Home Mechanical Ventilation. Int J Chron Obstruct Pulmon Dis. 2024.
- [9] Kato J, Hayashi T. Home mechanical ventilation in children with chronic respiratory failure: a narrative review. J Young Med Sci. 2022.
- [10] Rochweg B, Brochard L, Elliott MW, et al. Official ERS/ATS clinical practice guidelines: noninvasive ventilation for acute respiratory failure. Eur Respir J. 2017;50(2):1602426.
- [11] Masa JF, Pérez de Llano L, De Lucas Ramos P, et al. Efficacy of different treatment alternatives for obesity hypoventilation syndrome. Pickwick Study. Am J Respir Crit Care Med. 2015;192(1):86-95.
- [12] Finder JD, Birnkrant D, Carl J, et al. Respiratory care of the patient with Duchenne muscular dystrophy: ATS consensus statement. Am J Respir Crit Care Med. 2004;170(4):456-465.
- [13] Bach JR, Ishikawa Y, Kim H. Prevention of pulmonary morbidity for patients with Duchenne muscular dystrophy. Chest. 1997;112(4):1024-1028.
- [14] Povitz M, Jones SF, Pendharkar SR, et al. Clinical Outcomes Associated with Home Mechanical Ventilation: A Systematic Review. J Clin Sleep Med. 2016.
- [15] Esteban A, Alía I. Clinical management of weaning from mechanical ventilation. Intensive Care Med. 1998;24(10):999-1008.
- [16] Nichols D, Haranath S. Pressure control ventilation. Crit Care Clin. 2007;23(2):183-199.
- [17] Deranged Physiology. Practical differences between pressure and volume controlled ventilation. derangedphysiology.com. 2022.
- [18] Chacko B, Peter JV, Tharyan P, et al. Pressure-controlled versus volume-controlled ventilation for acute respiratory failure due to acute lung injury or ARDS. Cochrane Database Syst Rev. 2015.
- [19] Esteban A, Ferguson ND, Meade MO, et al. Evolution of mechanical ventilation in response to clinical research. Am J Respir Crit Care Med. 2008;177(2):170-177.
- [20] Acute Respiratory Distress Syndrome Network. Ventilation with lower tidal volumes as compared with traditional tidal volumes for acute lung injury and the acute respiratory distress syndrome. N Engl J Med. 2000;342(18):1301-1308. [ARDSNet protokolü]
- [21] Hamahata NT, Sato R, Doklešić K, et al. Physiology, Tidal Volume. StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023. NCBI Bookshelf NBK482502.
- [22] Rimensberger PC, Cheifetz IM; Pediatric Acute Lung Injury Consensus Conference Group (PALICC). Ventilatory support in children with pediatric acute respiratory distress syndrome. Pediatr Crit Care Med. 2015;16(5 Suppl 1):S51-60.
- [23] Kneyber MCJ, de Luca D, Calderini E, et al. Recommendations for mechanical ventilation of critically ill children from the Paediatric Mechanical Ventilation Consensus Conference (PEMVECC). Intensive Care Med. 2017;43(12):1764-1780.
- [24] Esteban A, Anzueto A, Alía I, et al. How is mechanical ventilation employed in the intensive care unit? Am J Respir Crit Care Med. 2000;161(5):1450-1458.

- [25] Gupta P, Giehler K, Walters RW, Meyerink K. Synchronized Intermittent Mandatory Ventilation. StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023. NCBI Bookshelf NBK549846.
- [26] Brochard L, Rauss A, Benito S, et al. Comparison of three methods of gradual withdrawal from ventilatory support during weaning from mechanical ventilation. Am J Respir Crit Care Med. 1994;150(4):896-903.
- [27] Hinkelbein J, Spelten O, Wetsch WA. Pressure Support. StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024. NCBI Bookshelf NBK482391.
- [28] Esteban A, Frutos F, Tobin MJ, et al. A comparison of four methods of weaning patients from mechanical ventilation. N Engl J Med. 1995;332(6):345-350.
- [29] OpenAnesthesia. Pressure Support Ventilation. openanesthesia.org. 2025.
- [30] Mehta S, Hill NS. Noninvasive ventilation. Am J Respir Crit Care Med. 2001;163(2):540-577.
- [31] Plant PK, Owen JL, Elliott MW. Early use of non-invasive ventilation for acute exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease on general respiratory wards: a multicentre randomised controlled trial. Lancet. 2000;355(9219):1931-1935.
- [32] Mokhlesi B, Masa JF, Brozek JL, et al. Evaluation and Management of Obesity Hypoventilation Syndrome. An Official American Thoracic Society Clinical Practice Guideline. Am J Respir Crit Care Med. 2019;200(3):e6-e24.
- [33] Simonds AK. Home ventilation. Eur Respir J Suppl. 2003;47:38s-46s.
- [34] Bourke SC, Tomlinson M, Williams TL, et al. Effects of non-invasive ventilation on survival and quality of life in patients with amyotrophic lateral sclerosis: a randomised controlled trial. Lancet Neurol. 2006;5(2):140-147.
- [35] Patel SR, White DP, Malhotra A, et al. Continuous positive airway pressure therapy for treating sleepiness in a diverse population with obstructive sleep apnea. Arch Intern Med. 2003;163(5):565-571.
- [36] Giannopoulos G, Devereos S, Kossyvakis C, et al. Clinical aspects of obstructive sleep apnea and cardiovascular consequences. Front Physiol. 2022.
- [37] Gray A, Goodacre S, Newby DE, et al. Noninvasive ventilation in acute cardiogenic pulmonary edema. N Engl J Med. 2008;359(2):142-151.
- [38] Fraser J, Gould TH, Tucker O, et al. Continuous Positive Airway Pressure. StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025. NCBI Bookshelf NBK482178.
- [39] Frat JP, Thille AW, Mercat A, et al. High-flow oxygen through nasal cannula in acute hypoxemic respiratory failure. N Engl J Med. 2015;372(23):2185-2196. [FLORALI Çalışması]
- [40] Mauri T, Turrini C, Eronia N, et al. Physiologic Effects of High-Flow Nasal Cannula in Acute Hypoxemic Respiratory Failure. Am J Respir Crit Care Med. 2017;195(9):1207-1215.
- [41] Ischaki E, Pantazopoulos I, Zakynthinos S. Nasal high flow therapy: a novel treatment rather than a more expensive oxygen device. Eur Respir Rev. 2017;26(145):170028.
- [42] Fan E, Del Sorbo L, Goligher EC, et al. An Official ATS/ESICM/SCCM Clinical Practice Guideline: Mechanical Ventilation in Adult Patients with Acute Respiratory Distress Syndrome. Am J Respir Crit Care Med. 2017;195(9):1253-1263.
- [43] Parke RL, McGuinness SP, Eccleston ML. A preliminary randomized controlled trial to assess effectiveness of nasal high-flow oxygen in intensive care patients. Respir Care. 2011;56(3):265-270.
- [44] Cortegiani A, Longhini F, Carlucci A, et al. High-flow nasal oxygen therapy: physiological mechanisms and clinical implications. Minerva Anestesiol. 2019;85(10):1111-1119.
- [45] Harboe S, Hjalmarsson S, Soreide E. Flow trigger setting in mechanically ventilated patients: a scoping review. Intensive Care Med Paediatr Neonatal. 2024.
- [46] Tassaux D, Gainnier M, Battisti A, Jolliet P. Impact of expiratory trigger setting on delayed cycling and inspiratory muscle workload. Am J Respir Crit Care Med. 2005;172(10):1283-1289.
- [47] Liu L, Yu Y, Xu X, et al. Automatic Adjustment of the Inspiratory Trigger and Cycling-Off Criteria Improved Patient-Ventilator Asynchrony During Pressure Support Ventilation. Front Med (Lausanne). 2021.
- [48] Pelosi P, Cadringer P, Bottino N, et al. Sigh in acute respiratory distress syndrome. Am J Respir Crit Care Med. 1999;159(3):872-880.
- [49] Mauri T, Eronia N, Turrini C, et al. Sigh in Patients With Acute Hypoxemic Respiratory Failure and ARDS. Chest. 2021;159(1):440-455. [PROTECTION Çalışması]
- [50] Chiumello D, Quintel M. Positive End-Expiratory Pressure. StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025. NCBI Bookshelf NBK441904.
- [51] Amboss. Mechanical Ventilation — NIPPV Settings. amboss.com. 2023.
- [52] Deranged Physiology. Inspiratory pause, I:E ratio and inspiratory rise time. derangedphysiology.com. 2023.

- [53] Nickson C. Intrinsic PEEP. Life in the Fast Lane — Critical Care Compendium. litfl.com. 2024.
- [54] Respiratory Therapy Zone. Auto-PEEP: Complication of Mechanical Ventilation. respiratorytherapyzone.com. 2026.
- [55] NCBI Bookshelf. Positive End-Expiratory Pressure (PEEP). NBK441904. StatPearls Publishing; 2025.
- [56] CN Meditech. How to Troubleshoot Ventilator Alarms and Failures in Clinical Settings. cnmeditech.com. 2026.
- [57] Fanfulla F, Tognella S, Simovici C, et al. Leak Monitoring in Noninvasive Ventilation. Arch Bronconeumol. 2004.
- [58] Luján M, Sogo A, Grimau C, et al. Influence of leak detection and compensation in non-invasive ventilation. Eur Respir J. 2019.
- [59] Respiratory Therapy Zone. Ventilator Problems and Troubleshooting: An Overview. respiratorytherapyzone.com. 2025.
- [60] Respiratory Therapy Zone. Ventilator Alarms: Types, Causes, and Troubleshooting. respiratorytherapyzone.com. 2026.
- [61] ESICM PACT Course. Airway Management. pact.esicm.org. 2024.
- [62] FP Notebook. Ventilator Troubleshooting. fpnotebook.com. 2025.
- [63] Appendini L, Patessio A, Zanaboni S, et al. Physiologic effects of positive end-expiratory pressure and mask pressure support during exacerbations of COPD. Am J Respir Crit Care Med. 1994;149(5):1069-1076.
- [64] Brochard L, Slutsky A, Pesenti A. Mechanical Ventilation to Minimize Progression of Lung Injury in Acute Respiratory Failure. Am J Respir Crit Care Med. 2017;195(4):438-442.
- [65] eCampus Ontario. Initiation and Titration of NIV/BiPAP Settings. Basic Principles of Mechanical Ventilation. pressbooks.pub. 2023.
- [66] Chatburn RL, Mireles-Cabodevila E. Closed-loop control of mechanical ventilation: description and classification of targeting schemes. Respir Care. 2011;56(1):85-102.
- [67] Vrijlandt RLJE, Ketelaar ME, Stelma FF, et al. Indications for home mechanical ventilation in children: changes over four decades. Pediatr Pulmonol. 2024.
- [70] Bhatt GD, Bhatt M. Ventilator Safety. StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023. NCBI Bookshelf NBK526044.
- [71] Khadre MA, Yousef AE, Kim JG. Microbiological Aspects of Ozone Applications in Food: A Review. Journal of Food Science. 2001;66(9):1242-1252. DOI: 10.1111/j.1365-2621.2001.tb15196.x.
- [72] Hudson JB, Sharma M, Petric M. Inactivation of Norovirus by ozone gas in conditions relevant to healthcare. Journal of Hospital Infection. 2007;66(1):40-45.
- [73] Yano H, Nakano R, Suzuki Y, et al. Inactivation of severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2) by gaseous ozone treatment. Journal of Hospital Infection. 2020;106(4):837-838. DOI: 10.1016/j.jhin.2020.10.004.
- [74] Sharma M, Hudson JB. Ozone gas is an effective and practical antibacterial agent. American Journal of Infection Control. 2008;36(8):559-563. DOI: 10.1016/j.ajic.2007.10.021.
- [75] Tseng CC, Li CS. Ozone for Inactivation of Aerosolized Bacteriophages. Aerosol Science and Technology. 2006;40(9):683-689.
- [76] Tiwari BK, Brennan CS, Curran T, et al. Ozone in Food Processing and Preservation. Wiley-Blackwell; 2010.
- [77] Oizumi et al. Ozone-Based Cleaning Technology for Advanced Semiconductor Device Manufacturing. Journal of The Electrochemical Society. 1998.
- [78] Lee SC, et al. Materials Compatibility and Disinfection Efficacy of Gaseous Ozone. Clinical Microbiology and Infection. 2002.