

**T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

BİYOMEDİKAL CİHAZ TEKNOLOJİLERİ

**YAPAY SOLUNUM (VENTİLATÖR)
CİHAZLARI
523EO0268**

Ankara, 2012

- Bu modül, mesleki ve teknik eğitim okul/kurumlarında uygulanan Çerçeve Öğretim Programlarında yer alan yeterlikleri kazandırmaya yönelik olarak öğrencilere rehberlik etmek amacıyla hazırlanmış bireysel öğrenme materyalidir.
- Millî Eğitim Bakanlığınca ücretsiz olarak verilmiştir.
- **PARA İLE SATILMAZ.**

İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR	v
GİRİŞ	1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1	3
1. VENTİLATÖR CİHAZLARI	3
1.1. Solunum Mekaniğinde Temel Kavramlar	5
1.1.1. Ventilasyon Sırasında Oluşan Basınç Değişikliklerinde Kullanılan Birimler	6
1.1.2. Solunum Mekaniğine Ait Parametreler	8
1.2. Mekanik Ventilasyon (MV)	8
1.3. Negatif Basıncılı Ventilatörler	10
1.4. Pozitif Basıncılı Ventilatörler	13
1.5. Ventilasyon Modları	15
1.5.1. İnspirasyon Akımının Başlama Şekline Göre Ventilasyon Modları	16
1.5.2. İnspirasyondan Ekspirasyona Geçiş Şekline Göre Ventilasyon Modları	19
1.5.3. Yeni Ventilasyon Modları	20
1.5.4. Volüm Hedefli Ventilasyonun Avantajları/Dezavantajları	24
1.5.5. Basınç Hedefli Ventilasyonun Avantajları/Dezavantajları	24
1.6. Ventilasyon Cihazında Olması Gereken Özellikler	25
UYGULAMA FAALİYETİ	27
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	30
ÖĞRENME FAALİYETİ-2	33
2. VENTİLYON İSTASYON KURULUMU	33
2.1. Ventilatörlerin Sınıflandırılması	33
2.1.1. Kontrol Sistemine Göre Sınıflandırma	33
2.1.2. Enerji Aktarım Sistemine Göre Sınıflandırma	34
2.2. Çevre Koşulları	37
2.3. Parçaların Takılması	37
2.3.1. Soluk Verme Valfinin Takılması	38
2.3.2. Akış Sensörünün Takılması	38
2.3.3. O ₂ Sensör Kapsülünün Takılması	39
2.3.4. Aquapor Nemlendirici Bağlantısı	39
2.3.5. Ventilasyon Hortumlarının Bağlantısı	40
2.3.6. Isı Sensörünün Takılması	41
2.3.7. CO ₂ Küvet ve CO ₂ Sensörünün Takılması	41
2.3.8. Elektrik Beslemesi	42
2.3.9. Elektrik Beslemesindeki Geçici Kesilmeler	43
2.3.10. Gaz Beslemesi	44
2.3.11. Kontrol Ünitesinin Yerleştirilmesi	44
2.3.12. Ventilatör El Arabasının Kullanılması	45
2.4. Cihazın İlk Kez Kullanımı	45
2.4.1. Cihaz Kontrolü	46
2.4.2. Cihaz Kontrolünün Yapılması	47
UYGULAMA FAALİYETİ	48
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	50
ÖĞRENME FAALİYETİ-3	51
3. KONTROL VE GÖRÜNTÜLEME BİRİMİ	51

3.1. Kontrol ve Görüntüleme Sistemi (UI) Elektronik Birimi	52
UYGULAMA FAALİYETİ	57
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	58
ÖĞRENME FAALİYETİ-4	59
4. ALARM SİSTEMİ VE ALARMLARIN ANLAMLARI	59
4.1. Alarm İşaretlerinin Anlamı	59
UYGULAMA FAALİYETİ	63
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	64
ÖĞRENME FAALİYETİ-5	66
5. PNÖMATİK BİRİM	66
5.1. Gaz Giriş Sistemi	68
5.1.1. Hava Giriş Filtresi Kapağı	68
5.1.2. Hava Giriş Filtresi	69
5.1.3. Karıştırıcı Manifold	69
5.1.4. Oksijen Giriş Adaptörü ve Hortumu	69
5.1.5. Oksijen Regülatörü	70
5.1.6. Oksijen Regülatörü Basınç Transduseri	70
5.1.7. Oksijen Solenoid	70
5.1.8. Gaz Giriş Sisteminin Çalışma Prensibi	71
5.2. Piston/Silindir Sistemi	71
5.2.1. Optik Anahtar (Optoswitch)	73
5.2.3. Motor/Encoder (Kodlayıcı)	74
5.2.4. Silindir Giriş ve Çıkış Valfleri	74
5.2.5. Sistemin Çalışması	74
5.3. İspirasyon Manifold Sistemi	75
5.3.1. İspirasyon Manifoldu	75
5.3.2. Oksijen Sensörü	76
5.3.3. İspirasyon Manifold Termistörü	76
5.3.4. Ekspirasyon (PEEP/CPAP) Solenoid	77
5.3.5. Güvenlik Valfi	77
5.4. Hasta Soluk Sistemi	77
5.4.1. Ana Akış Filtresi	78
5.4.2. Toplayıcı Şişe Filtresi	78
5.4.3. Ventilatör Solunum Devresi	79
5.4.4. Nemlendirici Ünite	79
5.4.5. Çıkış Filtresi	79
5.5. Ekspirasyon Sistemi	79
5.5.1. Ekspirasyon Kontrol Valfi	81
5.5.2. Ekspirasyon Basınç Transduseri ve Sıfırlama Solenoidi	81
5.5.3. Ekspirasyon Isıtıcısı	81
5.5.4. Ekspirasyon Valfi	81
5.5.5. Ekspirasyon Akış Sensörü	82
5.6. PEEP/CPAP Sistem	82
5.6.1 Filtre	82
5.6.2. Peep Haznesi	82
5.6.3. Peep pompası	83

5.6.4. Sistemin Çalışması	83
UYGULAMA FAALİYETİ	84
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	86
ÖĞRENME FAALİYETİ-6	88
6. ELEKTRONİK BİRİM	88
6.1. Güç Ünitesi	90
6.1.1. Güç Kablosu	90
6.1.2. Hat Filtresi	90
6.1.3. Devre Kesici Anahtar	91
6.1.4. Güç Anahtarı.....	91
6.1.5. Batarya devresi	91
6.1.6. Güç Kaynağı	92
6.1.7. Dâhilî Batarya.....	92
6.1.8. Haricî Batarya.....	92
6.2. Motor Sürücü Devresi.....	93
6.3. Basınç Solenoid PCB (Kartı)	93
6.3.1. Basınç Transduser Arabirimi.....	94
6.3.2. Solenoid Sürücü Devresi.....	94
6.3.3. Sesli Alarm Sürücü Devresi.....	94
6.3.4. PEEP Sürücü Devresi	94
6.3.5. Termistör/ Arabirim Devresi	94
6.3.6. Güvenlik Valfi Devresi.....	94
6.3.7. Fan Devresi.....	94
6.3.8. Isıtıcı Devresi.....	94
6.3.9. Takometre Devresi	95
6.3.10. PCB Üzerindeki LED'ler ve Görevleri.....	95
6.4. Kontrol PCB.....	95
6.4.1. BD (Nefes Dağıtım) Ünitesi	96
6.4.2. UI (Kontrol ve Görüntü sistemi) Ünitesi	96
UYGULAMA FAALİYETİ	98
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	100
ÖĞRENME FAALİYETİ-7	102
7. VENTİLATÖR GÜVENLİK TESTLERİ.....	102
7.1. Elektriksel Güvenlik Testi	102
7.2. Döner Kodlayıcı Testi (KNOB düğmesi)	102
7.3. Batarya Testi	103
7.3.1. Haricî Batarya Testi.....	103
7.3.2. Dâhilî Batarya Testi.....	103
7.4. Güç Kaynağı Testi	104
7.5. Pnömatik Sistem Testi	104
7.6. Sorun Giderme	107
UYGULAMA FAALİYETİ	109
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	110
ÖĞRENME FAALİYETİ-8	112
8. KALİBRASYON VE CİHAZ BAKIMI	112
8.1. Ventilasyon Cihaz Kalibrasyonu.....	112

8.1.1. Kalibrasyon Esnasında Dikkat Edilecek Hususlar.....	113
8.1.2. CO ₂ Sensörünün Kontrolü/Kalibrasyonu.....	113
8.1.3. CO ₂ Sensörünün Sıfır Kalibrasyonu.....	113
8.1.4. CO ₂ Kalibrasyonunun Kalibrasyon Gazıyla Kontrolü.....	114
8.2. Cihaz Bakımı.....	115
8.2.1. O ₂ Sensörünün Değiştirilmesi.....	115
8.2.2. Çevresel Hava Filtresi ve Soğutucu Hava Filtrelerinin Değiştirilmesi.....	115
8.2.3. Veri Desteği Pili'nin Değiştirilmesi.....	115
8.2.4. Gerçek zaman saatinin değiştirilmesi.....	116
8.2.5. Hava ve O ₂ Basınç Regülatörlerinin Değiştirilmesi.....	116
8.2.6. Gaz Girişlerindeki Filtrelerinin Değiştirilmesi.....	116
UYGULAMA FAALİYETİ.....	117
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME.....	121
MODÜL DEĞERLENDİRME.....	122
CEVAP ANAHTARLARI.....	126
KAYNAKÇA.....	131

AÇIKLAMALAR

KOD	523EO0268
ALAN	Biyomedikal Cihaz Teknolojileri
DAL/MESLEK	Yaşam Destek ve Tedavi Cihazları
MODÜLÜN ADI	Yapay Solunum (Ventilatör) Cihazları
MODÜLÜN TANIMI	Yapay solunum cihazlarının çeşitlerini, yapılarını, kullanımını ve arızalarının giderilmesini, cihaz bakım ve kalibrasyonlarını uluslararası standartlar dâhilinde açıklayan öğrenme materyalidir.
SÜRE	40/32
ÖN KOŞUL	Ameliyathane ve Yoğun Bakım, Acil Servis ve Hasta Nakil Araçları, Medikal Gazlar ile alan ortak modüllerini başarmak
YETERLİK	Yapay solunum cihazlarının tamirini yapmak, cihazların bakım ve kalibrasyon tekniklerini uygulamak
MODÜLÜN AMACI	<p>Genel Amaç Bu modül ile gerekli ortam sağlandığında yapay solunum cihazlarına tamir, bakım ve kalibrasyon tekniklerini uygulayabileceksiniz.</p> <p>Amaçlar</p> <ol style="list-style-type: none">1. Ventilasyon istasyonunun temel bileşenlerini ve modlarını ayırt edebileceksiniz2. Yapay solunum cihazını kurarak ilk kullanım için hazırlayabileceksiniz.3. Yapay solunum cihazlarının kontrol ve gösterge panelini kullanabileceksiniz.4. Yapay solunum cihazlarının arıza kodlarını okuyabileceksiniz.5. Ventilasyon istasyonuna ait pnömomatik birim arızalarını giderebileceksiniz.6. Ventilasyon istasyonlarında bulunan, elektronik ünite birim ve kart arızaları ile algılama arızalarını giderebileceksiniz.7. Yapay solunum cihazlarının güvenlik testlerini standart değerlere uygun olarak gerçekleştirebileceksiniz.8. Yapay solunum cihazlarının periyodik bakım ve servis bakımları ile kalibrasyonlarını yapabileceksiniz.

EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	Ortam: Yaşam destek ve tedavi cihazları dal atelyeleri, hastanelerin biyomedikal üniteleri, firmaların tıbbi cihazlar atölyesi Donanım: Şartnameler, yönetmelikler, yönergeler, servis el kitabı, el aletleri, ventilatör cihazı, cihaz aparatları, kalibratörler, ölçü aletleri, ventilatör bakım cetvelleri
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Modül içinde yer alan her öğrenme faaliyetinden sonra verilen ölçme araçları ile kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen modül sonunda ölçme aracı (çoktan seçmeli test, doğru-yanlış testi, boşluk doldurma, eşleştirme vb.) kullanarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek sizi değerlendirecektir.

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Yapay solunum cihazları; ameliyathane, yoğun bakım, acil servis ve hasta nakil araçlarında kullanılmaktadır. Yoğun bakım ünitelerinin vazgeçilmez bir cihazı olan yapay solunum cihazının görevi, hasta solunumuna yardımcı olmak veya hastanın durumuna göre solunum fonksiyonunu tamamen üstlenmektir.

Geçmişte hiçbir elektronik sistemi bulunmayan ve mekanik etkilerle kontrol edilen yapay solunum cihazları, günümüzde mikro denetleyici ile kontrol edilen cihazlar hâline dönüşmüş, kullanımı kolay ve daha güvenilir bir yapıya sahip olmuştur.

Piyasada çok değişik çeşit ve özelliklerde yapay solunum cihazları bulunmakta fakat hepsi birbirine benzer yapılara sahip olup aynı amaca hizmet etmektedir. Bütün yapay solunum cihazları pnomatik sistem, elektronik sistem, görüntüleme birimi ve hastaya bağlanacak aparatlardan oluşmaktadır. Görüntüleme ve kontrol birimi oldukça gelişmiş olup kullanıcı hasta ve cihaz hakkındaki bütün verileri kontrol edebilmekte hatta gerekli kalibrasyonları yapabilmektedir. Haberleşme üniteleriyle hasta bilgilerini uzaktan takip edilebilen yapıyla donatılmıştır. Her hastaya aynı solunum modu uygulanmayacağı için ventilatörler farklı solunum modlarını da içerebilmekte ve kullanıcı tarafından oldukça kolay ayarlanabilmektedir.

Tüm elektronik ve mekanik sistemler belirli bir çalışma süresinden sonra bakıma ihtiyaç duyduğu gibi elektronik ve pnomatik sistemden oluşan yapay solunum cihazlarının da bakıma ihtiyaç duyması kaçınılmazdır. Servis el kitaplarının talimatları doğrultusunda yapılan periyodik bakımlar teknik servis elemanının dikkatle uygulaması gereken işlemlerdir.

Bu modülle oldukça gelişmiş bir yapıya sahip, kullanımı güncel olan bir ventilatörü inceleyecek, bakım ve onarımlarını öğreneceğiz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-1

AMAÇ

Ventilasyon istasyonunun temel bileşenlerini ve modlarını ayırt edebileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Üretici firmalardan gerekli teknik bilgileri ve dokümanları alarak farklı ventilatörlerin resimlerinden temel teknik bilgileri de içeren bir katalog oluşturunuz.
- Hastaların durumuna göre uygulanması gereken ventilasyon modlarını araştırınız.

1. VENTİLATÖR CİHAZLARI

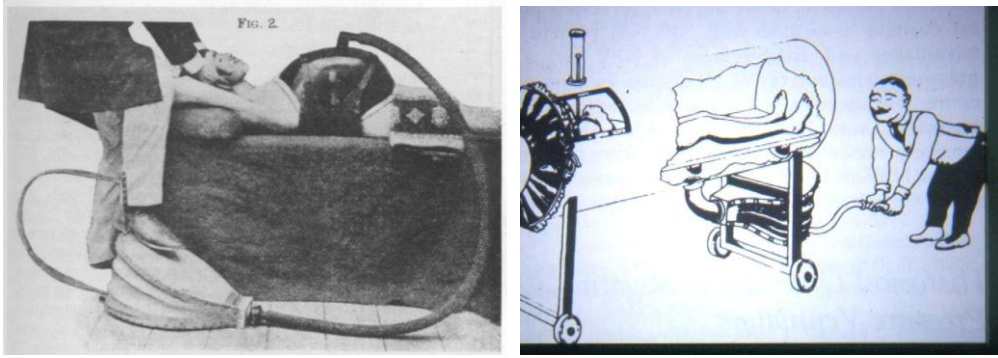


Resim 1.1: Yapay solunum cihazı

Ventilasyon gelişimi tarihsel olarak MÖ 460 yıllarında Hipokrat'ın havayı bilimsel olarak değerlendirmesi ve suda boğulma durumlarında nefes borusuna yerleştirilecek bir kanül vasıtasıyla hastaya hava gönderilmesi gerektiğini bildirmesiyle başlar.

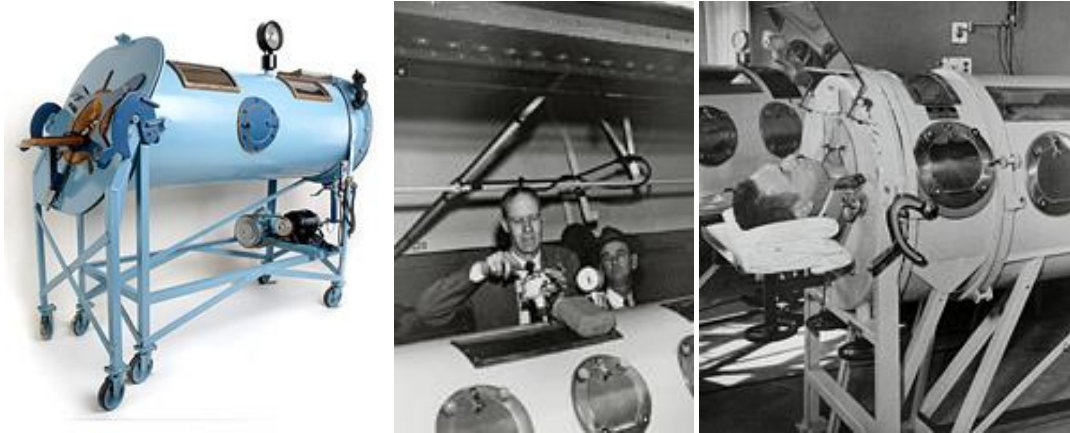
Aristo'nun hayvanların havasız odada öldüğünü gözlemlemesi ve yaşam için hava gerekliliğini belirtmesi MÖ 380'lere rastlar.

İlk denemeler 1493'te Paracelsus ile yangın körüğü kullanılarak yapılmıştır. Mekanik ventilasyon uygulamasının ilk örneği ise Vesalius tarafından 1541'de bir köpeğin trakeasına yerleştirilen kanülle kalp atışının düzelmesine yönelik olmuştur. 1635'te Hook tarafından yapılan çalışmada toraks hareketsiz olsa da hava uygulaması ile hastanın yaşamaya devam ettiğini gözlenmiştir. 1786'da Kite ilk defa ventilasyonda volum sınırlamasının önemini ortaya koymuştur.



Resim 1.2: Eisenmenger Lancet (1904) ve 1911'de Drager'in geliştirdiği pulmotor

Courtois 1790'da ilk kez körük yerine piston silindir kullanarak yapay ventilasyonu gerçekleştirmiştir. 1864'te Alfred Jones "spiophore" adı verilen ve vücudu içine alan ilk tank ventilatörü yani negatif basınçlı ventilatörü tanıtmıştır. 1876'da Woillez çelik akciğerin ilk prototipi olan "spirofor"u geliştirmiştir.



John Emerson'un mavi tankı

Hazırlık yaparken (1940)

Ayna eklenmiş bir tank

Resim 1.3: Çeşitli ventilatörler

Crafoord, Frenckner ve Andreason 1940 yılında “spiropulsatör” olarak adlandırılan ve “aralıklı pozitif basınç” uygulayan bir ventilatörü kullanıma sokmuşlardır. Mörch 1941’de “aralıklı pozitif basınç” uygulayan ilk piston ventilatörü yapmıştır.

Modern anlamda pozitif basınçlı mekanik ventilasyon ilk olarak 1952 Danimarka ve 1953’te İsveç’te ortaya çıkan hastalıklarda Engström tarafından uygulanmıştır. 1980’den itibaren mikroişlemci ventilatörler hızla yaygınlaşmış, “basınç kontrollü” ve “basınç destekli” ventilasyon gibi yeni modlarla günümüze kadar gelinmiştir.

1.1. Solunum Mekanizminde Temel Kavramlar

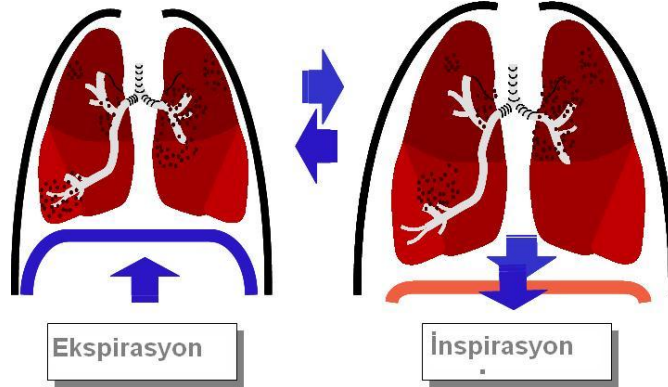
➤ Ventilasyon

Spontan solunum ya da spontan ventilasyon, havanın akciğer içine ve dışına hareketidir. Ventilasyonda temel amaç, oksijenden zengin havanın akciğerlere alınması ve yüksek oranda karbondioksit içeren solunum havasının dışarı atılmasıdır.

➤ Respirasyon

Respirasyon inhale edilen gazın membrandan geçiş hareketidir. Eksternal ve internal respirasyon olmak üzere ikiye ayrılır.

- **Eksternal respirasyon:** Oksijenin akciğerlerden kan dolaşımına, karbondioksidin ise dolaşımdan alveollere hareketidir.
- **İnternal respirasyon:** Hücresel düzeyde oksijenin kandan hücre içine, karbondioksidin ise hücre dışına ve dolaşımına geçişidir.



Şekil 1.1: Nefes alış veriş

➤ İspirasyon

Ventilasyon sırasında, akciğerlere hava girişi inspirasyon olarak adlandırılır. Spontan ventilasyonda, inspirasyon toraks ve göğüs boşluğunun ekspansiyonu ile sağlanır. Bunun için inspiratuar kasların özellikle diyafragma ve eksternal interkostal adalelerin kasılmaları gerekmektedir.

➤ Ekspirasyon

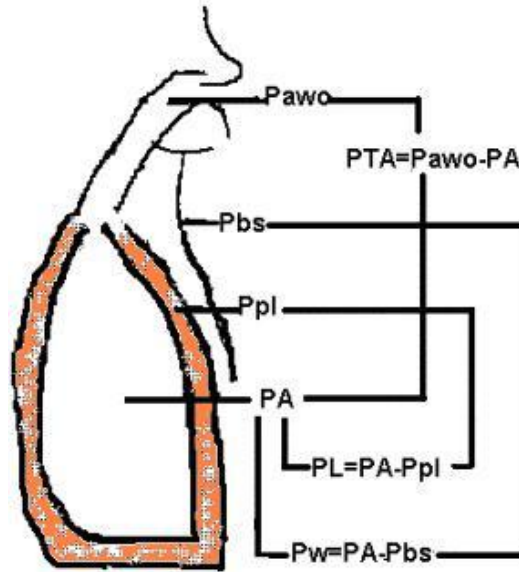
Akciğerlerden hava çıkışı ekspirasyon olarak adlandırılmaktadır ve normalde pasif bir olaydır. Ekspirasyon sırasında, solunum kasları gevşer, toraks boşluğunun hacmi azalır ve solunum havası alveol dışına itilir.

➤ Akciğerde hava hareketleri

Akciğerde oluşan hava hareketlerinin temeli basınç değişiklikleridir. Gaz ve sıvıların daima yüksek basınç bölgelerinden, düşük basınç bölgelerine doğru hareket edeceği düşünülürse ventilasyon sırasındaki hava hareketi de ağız ve burunla başlayan "iletici havayolları" ile alveoller arasındaki basınç farkları ile ortaya çıkmaktadır. Nitekim ağız ve alveol arasındaki basınç farkı ortadan kalktığında hava akımı da durmaktadır.

1.1.1. Ventilasyon Sırasında Oluşan Basınç Değişikliklerinde Kullanılan Birimler

Ventilasyon sırasındaki basınç değişikliklerinin değerlendirilmesinde birim olarak genellikle "santimetre su (cmH₂O)" kullanılır. Ayrıca her basınç için bir "baseline" yani "sıfır" değerine ihtiyaç vardır. Bu sıfır referans noktası bir atmosfer basıncına eşittir ve deniz seviyesinde *760 mmHg = 1034 cmH₂O'dur (*:1 cmH₂O= 1,36 mmHg).



Şekil 1.2: Solunum mekaniğinde gaz akımını sağlayan basınçlar ve basınç gradiyentleri

➤ Solunum mekaniğinde gaz akımını sağlayan basınçlar

Solunum mekaniğinde başlıca dört basınç ve bunların birbirleri ile etkileşimleri önem taşır (Şekil 1.2).

- **Ağız basıncı (Pm):** Genelde "hava yolu açılma basıncı (Pawo = Airway Opening Pressure) veya "hava yolu basıncı (Paw = Airway Pressure)"

olarak adlandırılmaktadır. Bu değer üst hava yolu ya da proksimal havayollarına ait basınç olarak değerlendirilir ve üst havayoluna pozitif basınç uygulanmadığı sürece "Pawo" değeri sıfırdır.

- **Vücut yüzeyi basıncı (Pbs = Body Surface Pressure):** Hasta hiperbarik oda gibi basınçlı bir odada bulunmadığı veya negatif basınçlı ventilasyon uygulanmadığı sürece bu değer de atmosferik basınca eşittir ve sıfır kabul edilir.
- **Alveoler basınç (PA):** "İntrapulmoner basınç" olarak da adlandırılır. Alveol yüzeyine yansıyan basınç değerini ifade eder.
- **İntraplevral basınç (Ppl):** Parietal ve visseral plevra arasındaki potansiyel boşluğun basıncıdır. Normal Ppl ekspirasyonun sonunda "-5 cmH₂O" dur. Spontan inspirasyon sonunda bu değer yaklaşık "-10 cmH₂O" değerine ulaşır.

Akciğer volümlerinin oluşması basınç farkları sonunda oluşan gaz akımları ile mümkündür yani ventilasyonun gerçekleşmesi basınç farklarına (gradientlerine) bağlıdır. Buna göre solunum mekaniğinden başlıca dört temel basınç farkı sorumludur (Şekil 1.1).

➤ **Transtorasik basınç (Pw) :** $Pw = PA - Pbs$

Alveolar boşluk ve vücut yüzeyi arasındaki basınç farkıdır. Bu değer akciğerler ve göğüs duvarının aynı anda ekspansiyon olması için gerekli basıncı gösterir.

➤ **Trans hava yolu basıncı (PTA) :** $PTA = Paw - PA$

Hava yolu ve alveoller arasındaki basınç farkıdır. Bu formülde paw genellikle hava yolu açıkken ölçülen değerdir. "PTA" havanın havayollarında iletiminden sorumludur ve hava yollarında akıma karşı oluşan dirence bağlıdır.

➤ **Transrespiratuar basınç (PTR):** $Pawo - Pbs$, hava yolu açılma basıncı ve yüzey basıncı arasındaki basınç farkıdır. Bu değer özellikle pozitif basınçlı ventilasyonda inflasyon için gerekli basınç değerini gösterir. Buna göre "Pbs" atmosferik basınçtır ve genellikle sıfır kabul edilir. "Paw" ise mekanik ventilasyon sırasında ventilatör göstergesinde okunan basınç değeridir.

Transrespiratuar basınç iki komponenti içermektedir:

- **Pw:** Elastansız yenmek için gerekli basınç yani transtorasik basınç gradientidir.
- **PTA:** Havayolu rezistansını yenmek için gereken kuvvet aynı trans hava yolu basıncıdır. Buna göre

$PTR = Pw + PTA = (Pawo - Pbs) = (PA - Pbs) + (Paw - PA)$ olarak formüle edilebilir.

➤ **Transpulmoner basınç (PL):** Akciğer içi ve dışı arasındaki basınç gradiyentidir. Bir başka deyişle alveol (PA) ve plevra boşluğu (Ppl) arasındaki basınç farkı olarak tanımlanabilir. PTP olarak da kısaltılmaktadır. "PTP=PL=PA- Ppl" olarak formüle edilebilir. PL alveolar insüflasyonu sürdürmekten sorumludur ve "alveolar distansiyon basıncı" olarak da adlandırılır.

1.1.2. Solunum Mekanikğine Ait Parametreler

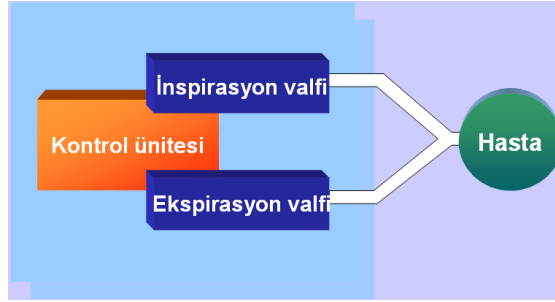
- **Maksimum inspiratuar basınç (MIP veya P_{Imax}):** İspiratuar kuvvet (IF) veya negatif inspiratuar kuvvet (NIF) olarak da bilinmektedir. MIP ventilasyon sırasında havanın akciğer içine veya dışına hareketi ve öksürme için hastanın mekanik yeterliliğinin değerlendirilmesinde önemli bir göstergedir.

MIP genellikle bourdan basınç manometresi ile ölçülür. Bu amaçla söz konusu alet bir maske veya endotrakeal tüple hastanın havayoluna bağlanır. Alet üzerinde oda havasına ekshalasyonu sağlayan tek yönlü bir valv sistemi mevcuttur. MIP en negatif değere ulaştığında ölçüm durdurulur. Hastanın hata yapmadığından emin olunmalıdır. Normal değeri “-50,-100 cmH₂O”dur. “0 ile-20cmH₂O” arasındaki değerlerde öksürme için gerekli tidal volüm oluşturulmadığını gösterir.

- **Pik ekspiratuar akım hızı (PEP):** Solunum mekaniğinde direkt olarak yer almasa da hava yolu açıklığının saptanmasında mükemmel bir metottur. “Peak flowmetre” ile değerlendirilir. Kabul edilebilir değerler 500-600 l/dk.dır. PEP değerinin azalmaya başlaması hava yolu rezistansının arttığını işaret eder hatta 75-100 l/dk.dan daha az değerler şiddetli havayolu obstrüksiyonunun önemli bir göstergesidir. Etketif bir öksürme için PEP değerinin “40 cmH₂O”dan büyük olması gerekir. MIP'in ölçülebildiği klinik uygulamalarda PEP yaygın olarak kullanılmamaktadır.
- **Vital kapasite (VC):** Zorlu bir inspirasyonu takiben zorlu bir ekspirum sonunda okunan volüm değeridir. VC'nin normal değeri 65 - 75 ml/kg'dır. 15 ml/kg'in altındaki değerler normal ventilasyon ve öksürük mekanizmalarını sürdürmek için yetersizdir. Vital kapasite ölçümü için basit bir respirometre yeterli olabilir. Ancak ölçüm sırasında hastanın koopere olması şarttır.
- **Solunum frekansı:** Bir dakika içinde yapılan solunum sayısıdır. Normal değeri erişkinler için 12 - 15 soluk/dk.dır. 35 soluk/dk.nın üzerindeki değerler hipoksemi veya yetersiz dakika ventilasyonunu işaret eder.
- **Tidal volüm (VT):** Bir soluk sırasında akciğerlere giren ve çıkan hava volümünü gösterir. Normal değeri 5 - 8 ml/kg'dır. 5ml/kg'dan düşük değerler mekanik ventilasyon için endikasyon oluşturur. Respirometre ile kolayca ölçülebilir.
- **Alveoler ventilasyon (VE):** Bir dakika içinde akciğerlere giren ve çıkan hava volümünü gösterir. Tidal volüm ve frekansla direkt ilişkilidir ($VE = VT \times f$). Normal VE değeri 5 - 6 L/dk.dır. Stabil bir PaCO₂ için en önemli parametredir.
- **1.saniye zorlu ekspirasyon volümü (FEV1):** Zorlu bir ekspirum ile ilk bir saniye içinde ekspire edilen volümü gösterir. Normal değeri VC'nin % 83'ü veya ideal vücut ağırlığında 50 - 60 ml/kg'dır. FEV1<10 ml/kg kritik değerdir.

1.2. Mekanik Ventilasyon (MV)

Mekanik ventilasyon (MV) yaşamsal bir fonksiyon olan solunum işleminin yapay olarak “ventilatör” adı verilen bir cihaz yardımı ile sürdürülmesidir. Bu cihaza “respiratör” adı da verilmektedir. Günümüzde özellikle yoğun bakım hekimliğindeki hızlı gelişmeler ventilasyon uygulamasını tedavinin ayrılmaz bir parçası yapmıştır.

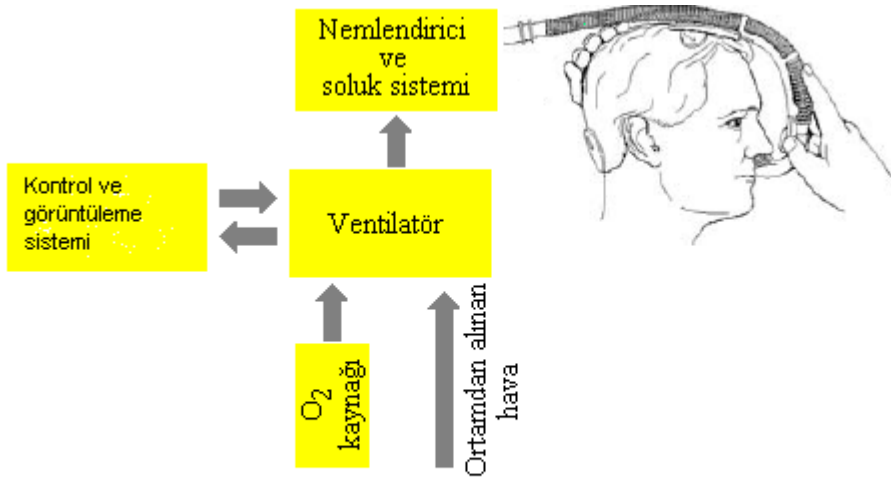


Şekil 1.3: MV cihazı temel bileşenleri

Ventilatör cihazları birden fazla bloku barındıran cihazlar oldukları için bu modülde yer yer ventilatör cihazı yerine ventilasyon istasyonu ifadesi de kullanılacaktır. Bu iki ifade türünün de aynı cihazı kastettiği unutulmamalıdır.

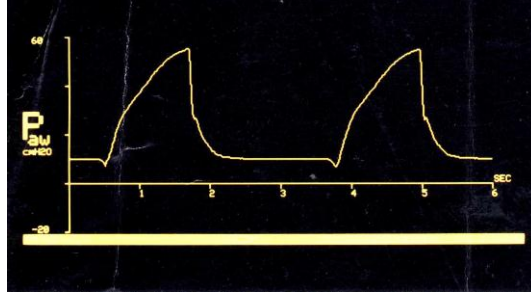
Bir ventilasyon uygulamasında aşağıdaki bileşenlere ihtiyaç duyulmaktadır.

- **Ventilatör:** Hasta solunumunu sağlar.
- **Haricî oksijen kaynağı:** Sisteme dışarıdan oksijen uygular.
- **Karıştırıcı:** Ventilatörün hava ile oksijeni karıştırması gerekli kısımdır.
- **Kullanıcı arayüzü:** Hastadan ve cihazdan alınan verilerin gösterilebildiği aynı zamanda gerekli ventilasyon modlarının ayarlandığı birimdir. Monitör üzerinden işlemleri gerçekleştirebilir.
- **Nemlendirici ve soluk sistemi:** Ventilatör ve hastayı birbirine bağlayan sistemdir. Aygıtta oluşan teknik ve işlemsel hataları tanımada kullanılır.



Şekil 1.4: Bir ventilasyon istasyonunun temel bileşenleri

Mekanik ventilasyon pozitif ya da negatif basınçlı ventilatörler ile ventilasyon uygulanarak yapılır. Ventilasyonun her iki tipi de ağız ve alveoller arasında bir basınç gradienti oluşturarak havanın akciğerlere akmasına olanak sağlar.



Şekil 1.5: Nefes alış verişte gözlenen sinyal şekli

Mekanik ventilasyonun amaçları:

- Gaz değişimini düzeltmek, yeterli oksijenasyon ve/veya karbondioksit eliminasyonu sağlamak
- Solunum yetmezliğine yol açan patoloji ortadan kaldırılıncaya kadar solunum işini azaltmak
- Normal asit baz dengesi sağlamak
- Havayolu açıklığını korumak

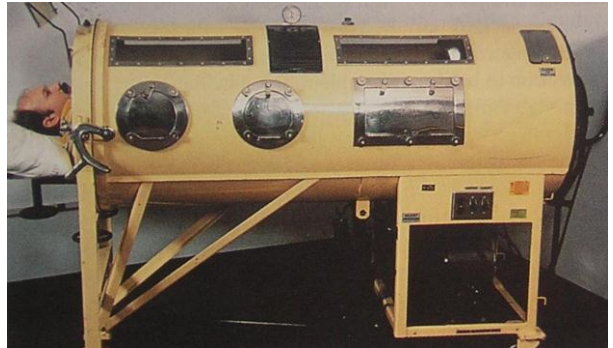
Uygun tip ventilatör seçiminde öncelikle hastaya uygulanacak ventilasyonun türünün belirlenmesi gerekir.

1.3. Negatif Basınçlı Ventilatörler

Negatif basınçlı ventilatörler respiratuar kasların fonksiyonlarını taklit etmekte ve hastanın fizyolojik mekanizmalara göre solunumuna izin verilmektedir. Negatif basınçlı ventilatörlerin klasik örneği “iron lung (demir akciğer)”dir.



Resim 1.4: Salt lake city, Utah hastane koğuşı çocuk felci hastalığında kullanılan tank ventilatör



Resim 1.5: Demir akciğer

Negatif basınçlı ventilatörlerin prototipi, toraks dışına uygulanan negatif basınçla toraksın genişlemesini sağlayan ve hastanın baş ve boynu hariç tüm vücudunu içeri alan çelik ciğer veya tank respiratörleri adı verilen silindir şeklinde tanklardır. Çoğu tank ventilatörler kontrollü ventilasyon sağlar ve hastanın spontan solunum eforuna izin vermez.

Tidal volüm ancak akciğerlerin kompliyans ve rezistans özelliklerinin izin verdiği kadarıyla toraks bölgesi üzerine uygulanan negatif basınç miktarına bağlı olarak saptanabilir. Negatif basınçlı ventilatörler nörolojik nedenlerden dolayı hipoventilasyonu olan normal akciğere sahip hastalarda yeterli gaz değişimini sürdürmek için iyi bir seçim olabilir.

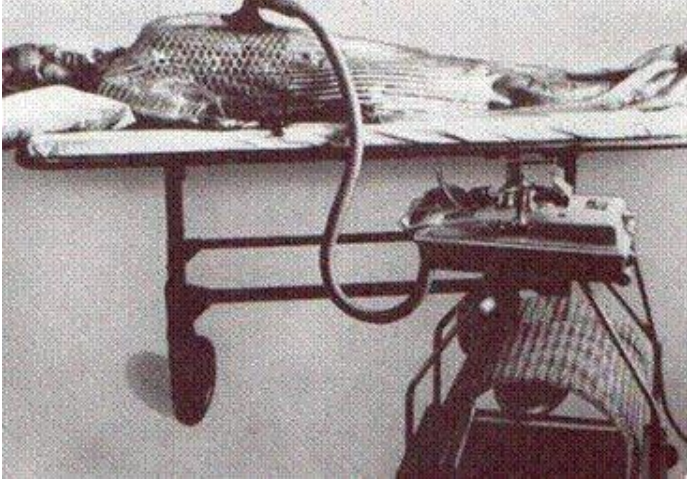
- **Avantajları:** Bu ventilatörler sağlamlık, kullanım kolaylığı ve güvenlik açısından avantajlara sahiptir. Entübasyon ve nemlendirmeye gereksinim göstermemeleri dolayısı ile avantaj sağlar. Bu yöntemde hastalar konuşabilir, rahatlıkla beslenebilir.
- **Dezavantajları:** Tank ventilatörlerin büyük ve hantal oluşları en önemli dezavantajlardır.



Resim 1.6: 1940’larda ABD çocuk felci hastalığında kullanılan tanklar

"Chest cuirass" tipi ventilatörler, tank respiratörlerin potansiyel sorunu olan tank şokunu önlemek ve hastaya daha kolay erişmek için geliştirilmiş ventilatörlerdir. "Cuirass" hastanın göğsüne yerleştirilen ve abdomenin üst kısımlarıyla da temas eden, göğsü kabuk

gibi saran sert plastik giysidir. Bununla göğüs duvarı arasında bir boşluk vardır. Bu tasarım, negatif basıncın yalnızca torasik bölgede meydana gelmesini sağlar.

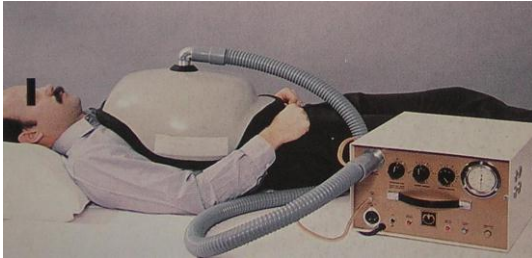


Resim 1.7: Çelik yelekler ve 1950 çocuk respiratörü (ABD)

Bazı modeller, hastanın burun deliklerindeki akım veya basınca duyarlı olarak fonksiyon gören asiste modlara da sahiptir. Hastanın inspiratuar eforu sırasında hava akımındaki küçük değişiklikler ventilatör tarafında saptanır ve asiste solunum uygulanır.



Resim 1.8: Yağmurluk tipi ventilatör



Resim 1.9: Deniz kabuğu tipi ventilatör



Resim 1.10: Hava kemeri

Sallanan yataklar (osile eden) çoğu kez negatif basınçlı ventilatörlere dâhil edilir. Gerçekte diafragmanın fonksiyonuna yardım eden aygıtlardır.



Resim 1.11: 1950'lerden ve günümüzden sallanan yatak örnekleri

1.4. Pozitif Basıncılı Ventilatörler

Negatif basınçlı ventilasyonun çeşitli sınırlamaları olması, pozitif basınçlı ventilasyon yapmaya yarayan aygıtların gelişmesine yol açmıştır. Pozitif basınçlı ventilasyonda ventilatör ile hava yollarına atmosfer basıncının üstünde bir basınç uygulanarak alveol ve hava yolu arasında bir basınç gradienti oluşturulur.

Mekanik soluklarda solunum, ventilatör tarafından başlatılır veya tetiklenir, ventilatör tarafından kontrol edilir ve sonlandırılır. Solunum işinin tamamı ventilatör tarafından karşılanır. Asiste soluklarda ise soluk hasta tarafından tetiklenir ancak solukun kontrolü ve sonlandırılması hasta yerine ventilatör tarafından belirlenir. Üçüncü solunum şekli olan spontan solunumda ise her soluk tamamen hasta tarafından belirlenir. Bununla beraber spontan solunumlar istendiğinde önceden belirlenen bir basınç ile desteklenebilir.

Ventilatörler inspirasyonu, basınç veya hacim kontrollü soluklar şeklinde hastaya uygulayabilir. Ventilatörler, inspirasyondan ekspirasyona geçiş mekanizmalarına göre zaman, basınç, akım veya hacim devirli olarak sınıflandırılır. Zaman devirli, önceden ayarlanan bir zamanın tamamlanmasından sonra inspirasyon durur, ekspirasyon başlar.

Pozitif basınçlı ventilasyon için gerekli ekipmanlar şunlardır:

- Maske ve maskeyi tutan aparat
- Ventilatör
- Ventilatör devresi
- Aksesuarlar
 - Oksijen sistemi
 - Nemlendirici



Resim 1.12: Maske kullanımı

➤ **Volüm (hacim) ayarlı ventilatörler**

Bunlar, genellikle akım jeneratörleriyle çalışır. Volüm ayarlı ventilatörler akım jeneratörleri tarafından oluşturulan sabit veya değişken akım modelleri ile hasta akciğerindeki değişikliklerden bağımsız olarak sabit tidal volüm sağlayabilme gibi bir avantaja sahiptir. Bu tip ventilatörler genellikle volüm ya da zaman siklusudur. Hacim ventilatörleri, her inspiyumda önceden belirlenen hacimde hava oksijen karışımını önceden ayarlanan solunum frekansında, sistem içinde oluşan basınçtan bağımsız olarak hastaya verir. Hacim ventilatörlerinin bazılarında VT, dakikadaki solunum frekansı ve akım ayarlanırken diğer bazılarında VE, F ve inspiyasyon zaman yüzdesi ayarlanır.

Hacim devirli ventilatörler akciğerlerin ve göğüs duvarının elastik özellikleri ve havayolu direcindeki değişikliklerden etkilenmezsin belirli hacimdeki gazı akciğerlere verme avantajına sahiptir. Modern ventilatörlerde hava yolu basıncının çok artması hâlinde inspiyasyonda gaz akımının kesilmesini ve geriye kalan verilmemiş VT'nin atmosfere kaçmasını böylece havayolu basıncının tehlikeli düzeylere çıkmasını önleyen bir emniyet sistemi mevcuttur. Gazın kompressibilitesi ve sistemden gaz kaçaklarının olması, yeterli soluk hacmi verilmesini önleyebileceğinden bu aygıtlar ekspirasyon hacmini sürekli olarak izlemeye yarayan düzeneğe sahiptir. Uzun süre akut solunum yetmezliği olan hastalarda, önceden belirlenen dakika hacminin hastaya verilmesini garanti etmesi nedeniyle hacim ayarlı ventilasyonun en uygun seçenek olduğuna inanılmıştı. Günümüzde ise hacim ayarlı ventilasyonun akciğerin mekanik özelliklerinin atelettazi, ödem veya bronkokonstriksiyona bağlı olarak değişmesi hâlinde yüksek inflasyon basınçları oluşturarak barotravmaya yol açtığı ve hastanın gereksinimine göre solunuma olanak sağlayamadığı kabul edilmektedir.

➤ **Basınç ayarlı ventilatörler (PCV)**

Basınç ventilasyonda, ventilatör önceden belirlenen ve aygıt üzerinde ayarlanan bir hedef basınca erişinceye kadar hastanın havayoluna pozitif basınç uygular ve inspiyasyonu sağlar. PCV de bütün soluklar basınç sınırlı zaman sikluslu ve zaman veya hasta tetiklidir. Basınç, kullanılan moda bağlı olarak zorunlu veya spontan solukla uygulanabilir. Bu tip ventilasyonda VT ve inspiyatuar akım profili respiratuar sistemin direnci ve hastanın inspiyatuar gücüne göre değişir. Ancak hacim ventilasyondan farklı olarak basınç ventilasyon, alveollerin aşırı gerilmesini önleyen basınç sınırlandırıldığından barotravma riskini artırmaz. Bu ventilatörler de sabit ve değişken basınç ventilatörleri olmak üzere iki tiptir.

Sabit basınç ventilatörleri dört önemli özelliğe sahiptir:

- Sabit dalga şekli sağlar.
- Dalga şekli ve basınç hastanın akciğerindeki rezistans değişikliklerinden etkilenmez.
- Akım dağılım hızı hastanın akciğer özelliklerine bağlı olarak değişir.
- Akım dalga şekli yüksek hızda başlar ve inspiyasyon (hastanın nefes alması) süresince azalır. Basitçe bir körüğe uygulanan ağırlıkla hastada inspiyum oluşturan eski model ventilatörler sabit basınç jeneratörlerine örnek olarak verilebilir.

Değişken basınç kontrollü ventilatörleri inspirasyon sırasında rektangüler veya sabit olmayan basınç dalgası şekline sahiptir. Değişken basınç kontrollüler üç ayırıcı özellik taşırlar:

- Basınç eğrisi rektangüler sabit dalga olmayan yapıya sahiptir.
- Basınç eğrisinin dalga şekli hastanın akciğer parametrelerindeki değişiklikler ne olursa olsun aynı kalır.
- Akım ve volüm dağılımı, basınç dalga şekli, hastaların akciğer özellikleri ve belirlenen inspirasyon zamanıyla değişir.

Bu ventilatörlerin özellikleri verdikleri volümü ölçmeleridir. Daha önceden belirlenmiş bir hacimdeki hava akciğere uygulanır. Bu tip ventilatörler, akciğer mekaniklerinin değişmesi karşısında sabit bir volüm oluşturabilir. Volüm dağılımı için genelde piston veya körük kullanılmaktadır. Ancak burada akım ölçüp volüm ölçmeyen ventilatörlerin volüm kontrollü ventilatör olmadığını özellikle belirtmek gerekir.

➤ **Hem volüm hem de basınç ayarlı ventilatörler**

Bu ventilasyon modunda hem volüm, hem de basınç ayarı yapmak mümkündür.

➤ **Yüksek frekanslı ventilatörler (hfv)**

Bu tip ventilasyonun hava yolu bütünlüğü bozulan hastalarda veya laringoskopi, bronkoskopi gibi işlemler sırasında faydalı olabildiğini bildirilmektedir. HFV'nin erişkinde kullanımı sınırlıdır ve deneysel çalışmalar devam etmektedir. Bu ventilasyon modu özellikle infantlarda kullanılmaktadır.

➤ **Akım kontrollü ventilasyon**

Akım kontrollü ventilatörler hastaya giden gaz akımını kontrol eder. Eğer akım inspirasyon sonlanmadan önce sabit bir değere ulaşırsa ventilatörün akım kontrollü olduğu düşünülür. Örneğin, lineer olarak hareket eden pistonun öne doğru sabit hareketi belirli bir zaman periyodunda sabit bir gaz dağılımı sağlar. Oluşturdukları akım paternleri değişmez ve hastanın akciğer özelliklerinden etkilenmez. Basınç paterni ise ancak rezistansdaki değişikliklerden etkilenecektir.

1.5. Ventilasyon Modları

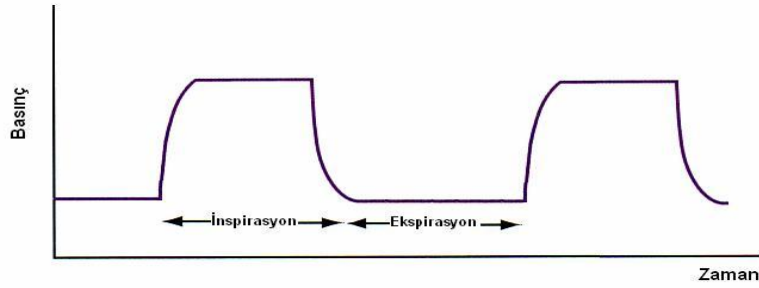
Ventilasyon modu ventilatörlerin nasıl davrandığını tanımlamak için kullanılan bir terimdir. Tarihsel gelişim içinde inspirasyonun başlamasını sağlayan yöntemler “mod” olarak tanımlanmışlardır.

Ventilasyon modları genel olarak göğüs içinde oluşan basınç şekline (pozitif basınçlı ventilasyon, negatif basınçlı ventilasyon), hasta ventilatör bağlantısına (noninvasif ventilasyon, invazif ventilasyon), inspirasyon akımının başlama şekline, inspirasyon akımının hedefine, inspirasyondan ekspirasyona geçiş şekline göre farklılaşır.

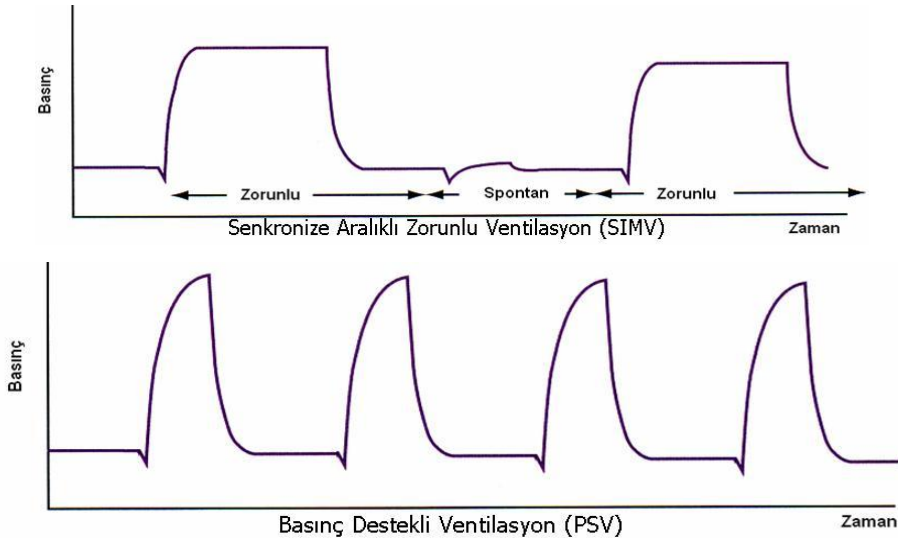
1.5.1. İspirasyonu Akımının Başlama Şekline Göre Ventilasyon Modları

- İspirasyonu ventilatör başlatır.
 - Zaman tetikli (kontrol ventilasyon)
 - Volüm kontrol
 - Basınç kontrol
- İspirasyonu hasta başlatır.
 - Hasta tetikli (yardımlı ventilasyon)
 - Asist kontrol ventilasyon
 - Senkronize aralıklı zorunlu ventilasyon (SIMV)
 - Basınç destekli ventilasyon (PSV)
 - Spontan ventilasyon
 - CPAP, BIPAP

1.5.1.1. İspirasyonu Akımının Başlamasına Göre Modlar



Şekil 1.6: Ventilatör (zaman) tetiklemeli



Şekil 1.7: Hasta tetiklemeli

1.5.1.2. İspirasyon Akımının Hedefine Göre Ventilasyon Modları

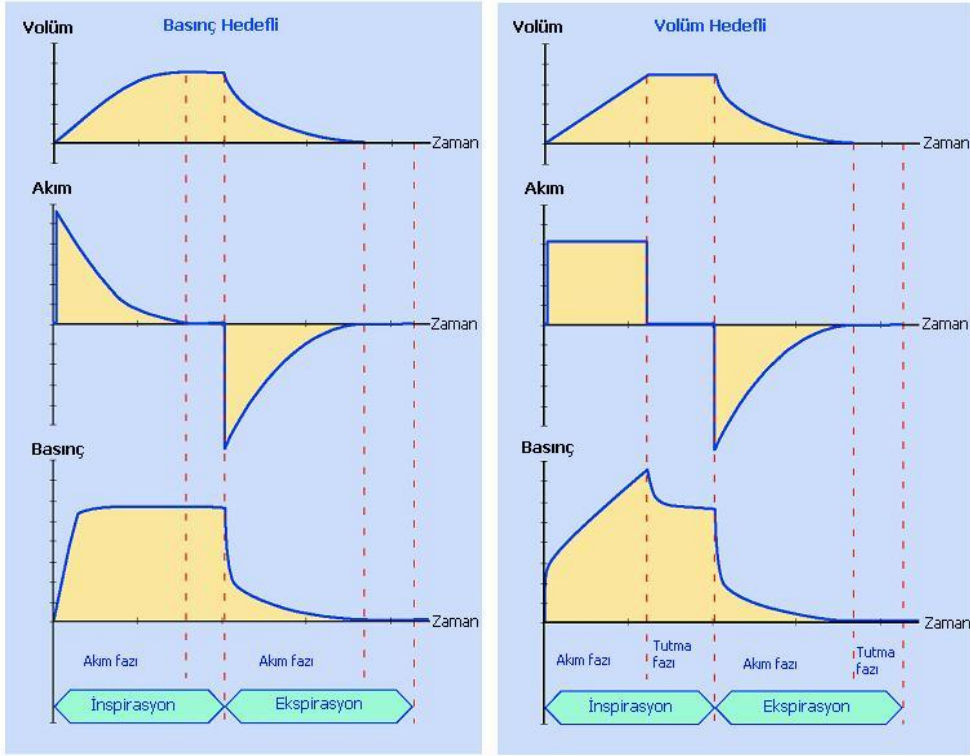
- Volüm hedefli
 - Volüm kontrole ventilasyon
 - Volüm asist kontrole ventilasyon
 - Volüm kontrollü SIMV

Özellikleri:

- İspirasyon akım hızı sabittir.
- İspirasyon akım şekli karedir.
- Tidal volüm sabittir.
- Basınç değişkendir.



Resim 1.13: Çeşitli ventilatörler



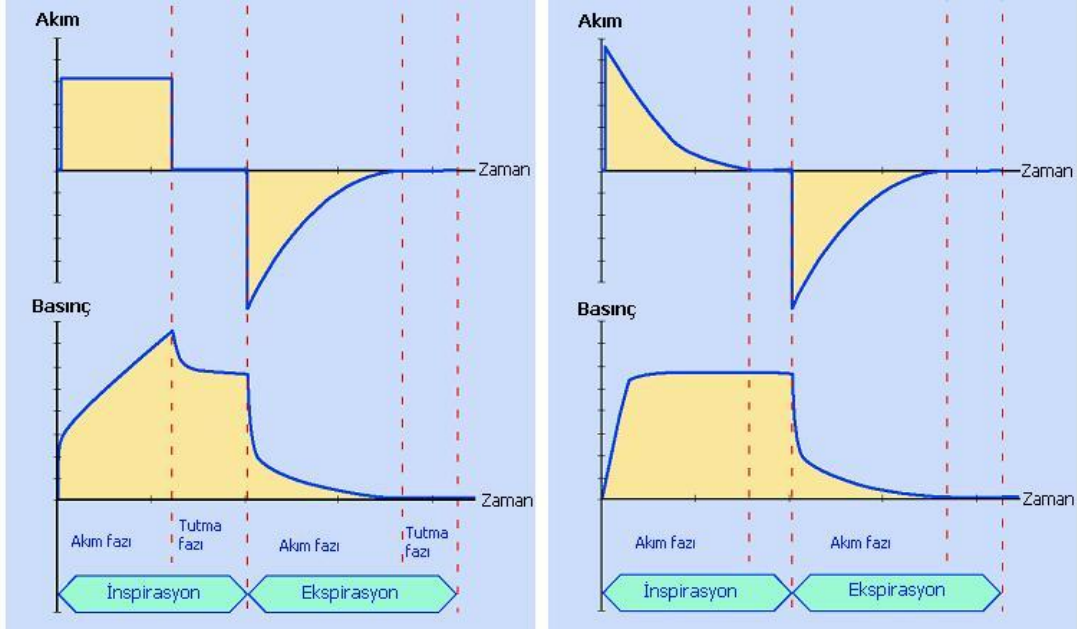
Şekil 1.8: Basınç hedefli ve volüm hedefli ventilasyon modları

- Basınç hedefli (BİPAP, PAV, CPAP)
 - Basınç kontrol ventilasyon
 - Basınç asist kontrol ventilasyon
 - Basınç kontrollü SIMV

Özellikleri:

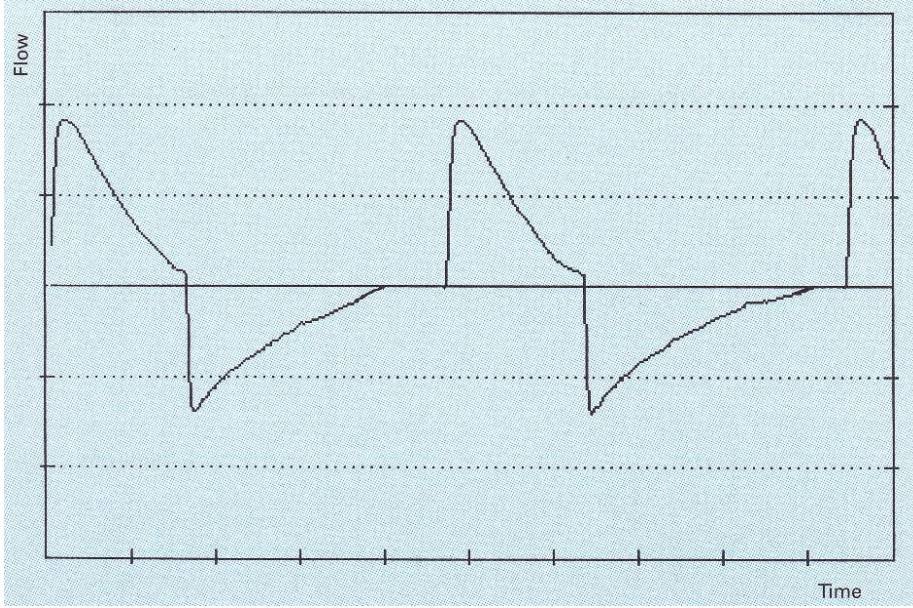
- İspirasyon akım hızı değişkendir.
- İspirasyon akım şekli yavaşlayan akımdır.
- Havayolu basınçları sabittir.
- Tidal volüm değişkendir.

1.5.2. İspirasyondan Ekspirasyona Geçiş Şekline Göre Ventilasyon Modları



Şekil 1.9: Zaman sikluslu ventilasyon

- Siklus mekanizması
 - Volüm
 - Basınç
 - Zaman
 - Volüm-basınç kontrole
 - Volüm-basınç asist kontrol
 - Volüm-basınç kontrollü SIMV
 - Akım
 - Basınç destekli



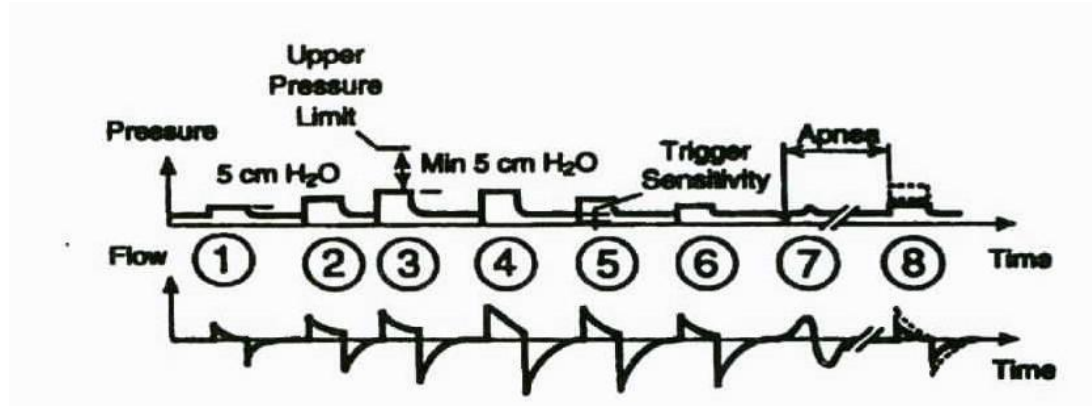
Şekil 1.10: Akım sikluslu ventilasyon

1.5.3. Yeni Ventilasyon Modları

- Volume support (VS): Basınç limitli akım sikluslu ventilasyondur. Tidal volüm, basınç destek seviyesinin kontrolü için geri bildirim sağlar.

Ventilatör üzerinde ayarlanan parametreler:

- Tidal volüm (dakika ventilasyonu)
- Yüksek basınç alarmı (üst basınç seviyesi)
- FiO_2
- PEEP
- Solunum hızı
- Tetik

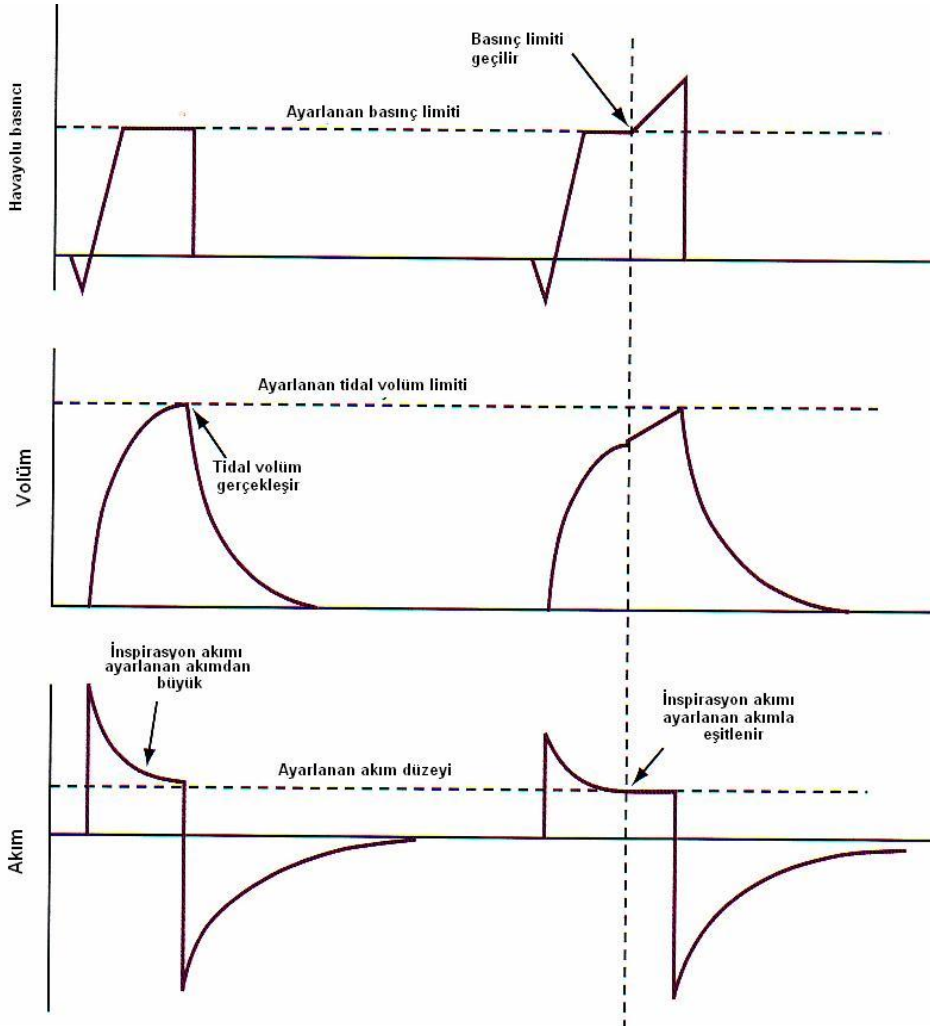


Şekil 1.11: VS şekilleri

- Volume assured pressure support (VAPS): Yüksek değişken akım ile sabit tidal volümü birleştirir. Tidal volüm “feedback” kontrol sağlar.

Ventilatör üzerinde ayarlanan parametreler:

- Solunum frekansı
- Tepe inspirasyon akım hızı
- PEEP
- FiO_2
- Tetik (istenirse)
- Minimum tidal volüm
- İspirasyon basınç düzeyi

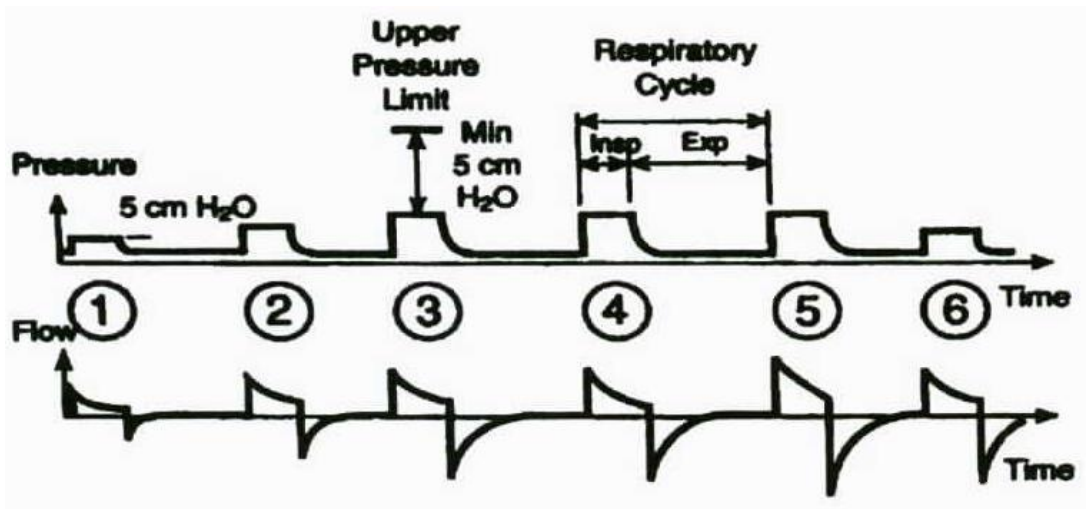


Şekil 1.12: VAPS Şekli

- Pressure regulated volume control (PRVC): Basınç limitli, zaman sikluslu ventilasyon şeklidir. Tidal volüm basınç limitini ayarlamak için “feedback” kontrol sağlar.

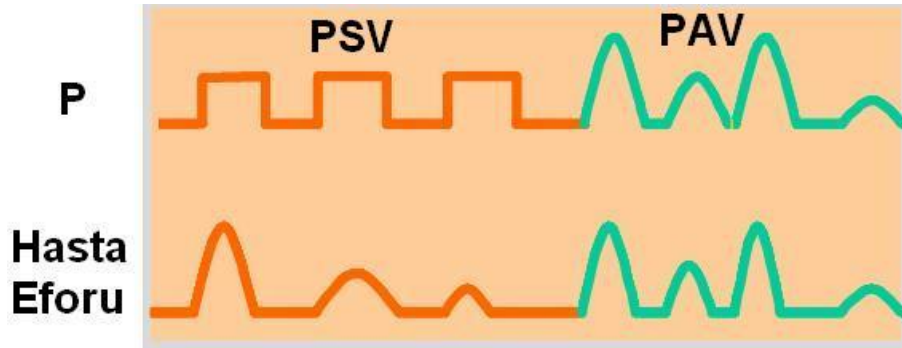
Ventilatör üzerinde ayarlanan parametreler:

- Tidal volüm
- Yüksek basınç alarmı (üst basınç seviyesi)
- FiO_2
- PEEP
- Solunum hızı ve inspirasyon süresi
- Tetik (istenirse)



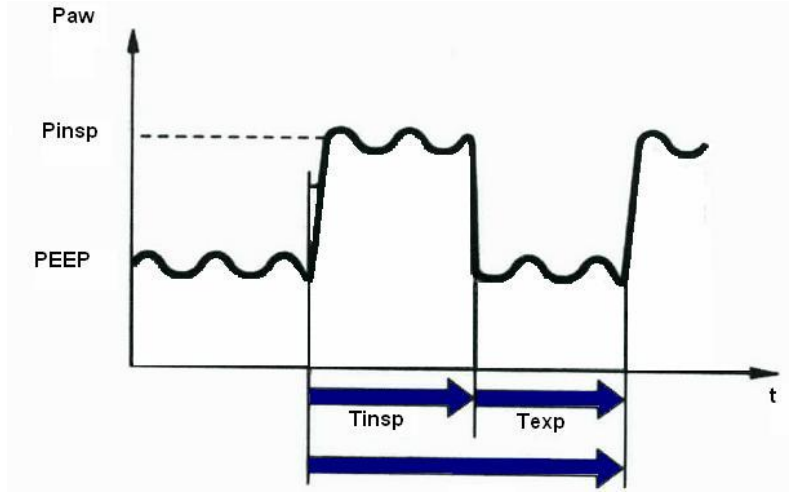
Şekil 1.13: PRVC

- **Proportional assisted ventilation (PAV):** Hastanın eforu; basıncı, akımı, V_t , solunum frekansını, I/E belirliyor. Hasta ventilatör arasında tam bir harmonizasyon var (ideal mod). VA (elastansı yenmek için volüm desteği), FA (rezistansı yenmek için akım desteği), % set (ventilatörün sağladığı destek yüzdesi)



Şekil 1.14: Hastanın eforuna göre basınç oluşturma

Biphasic positive airway pressure (bipap)



Şekil 1.15:BiPAP

BiPAP S/T modları:

- **Spontan mod (S):** Vt ve RR hasta tarafından belirleniyor (PSV'ye benziyor.).
- **Spontan/time mod (S/T):** Ek olarak RR ayarlanıyor (asist/control mod).
- **Time mod (T):** IPAP spesifik zaman aralıklarında başlıyor.



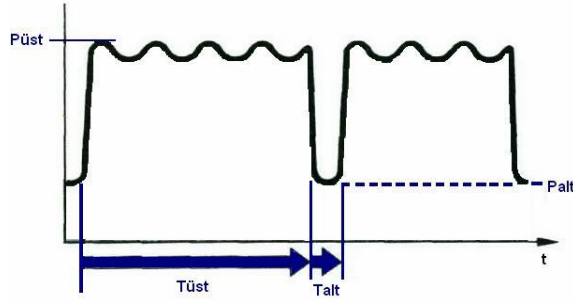
BiPAP Harmony

BiPAP-Synchrony

BiPAP- Vision

Resim 1.14: BiPAP ventilatörler

- **Airway pressure release ventilation (APRV)**



Şekil 1.16: APRV grafiği

1.5.4. Volüm Hedefli Ventilasyonun Avantajları/Dezavantajları

- Dakika ventilasyonu sabittir.
- PaCO₂ düzeyleri kontrol altına alınabilir.
- Sabit akım kompliyansı düşük akciğerde gazın homojen dağılımını sağlar.
- Akım hızı değiştirilebilir.
- Havayolu basınçları kontrol edilemez.
- Kaçaklar tidal volümün düşmesine neden olur.
- Yavaş akım hızlarında hasta eforu artar.

1.5.5. Basınç Hedefli Ventilasyonun Avantajları/Dezavantajları

- Havayolu basınçları sabittir.
- Yavaşlayan akım rezistansı yüksek akciğerde gazın homojen dağılımını sağlar.
- Kaçaklar tidal volümün düşmesine neden olmaz.
- Tidal volüm sabit değildir.
- Dakika ventilasyonu sabit değildir.

	Esteban 1992	Esteban 1996	Esteban 1998
Asist kontrol	% 55	% 47	% 53
PCV	% 1	-	% 5
SIMV	% 26	% 6	% 8
SIMV + PS	% 8	% 25	% 15
PS	% 8	% 15	% 4

Tablo 1.1: En sık kullanılan ventilasyon modları

PCV	26 (37.7 %)
VCV	19 (27.5 %)
PRVC	13 (18.8 %)
SIMV ± PS	8 (11.5 %)
BIPAP	2 (2.9 %)
CPAP	1 (1.4 %)

Tablo 1.2: Ülkemizde 69 ARDS hastası 13 YB (2003)

1.6. Ventilasyon Cihazında Olması Gereken Özellikler

Günümüzde değişik özelliklerde üretilen çok sayıda ventilatör çeşiti bulunmaktadır. İlk ventilatörler daha basit yapıya sahipken teknolojinin gelişmesiyle beraber daha karmaşık bir yapıya sahip olmalarına rağmen kullanıcıya kolaylık getiren özelliklerle donatılmış, bunun yanında da hasta güvenliği maksimum seviyeye getirilmiştir. Hangi tür ventilatör olursa olsun temel olarak yapıları birbirlerine benzemektedir. Günümüz ventilatör cihazında aranacak olan temel özellikler aşağıda sıralanmıştır.

- Cihaz 220 VAC, 50 Hz uygun olacak ve şebeke gerilimindeki değişimleri kompanse edebilecek düzeneğe sahip olmalıdır. Tam şarjlı iken en az 6 saat çalışabilmesini sağlayabilecek batarya sistemi olacak, ayrıca araç elektrik sistemine uyum sağlayabilecek 12-30VDC ile çalışabilecek bağlantıları olmalıdır.
- Ventilatör mikroişlemci kontrollü, zaman döngülü ve volüm kontrollü olmalıdır.
- Hasta transportunda kullanılmaya yönelik, kompakt yapıda, her türlü araç, arazi ve yol kuşullarına uygun olmalıdır.
- Kolay taşınabilir olmalı, cihazın ağırlığı aksesuarlar hariç 5 kg'ı geçmemelidir.
- Cihaz darbelere karşı dayanıklı olmalıdır.
- Cihaz aşağıda yazılan parametrelerde solunum modlarına sahip olmalıdır.
 - Hacim kontrollü solunum (CMV/IPPV)
 - Yardımcı (assisted) solunum (A/C)
 - Sürekli pozitif havayolu basıncı (CPAP)
 - Senkronize intermitant (aralıklı) zorunlu solunum (SIMV)
 - Pozitif ekspirasyon sonu basınç (PEEP)
 - Spontan solunum ve apne ventilasyonu
- Cihaz çocuklar ve yetişkinler için kullanıma uygun olmalı ve tidal volümü 50-2000 ml ayarlanabilmelidir.
- Solunum frekansı 5-60 /dk. olarak ayarlanabilmelidir.
- İ:E oranı veya insprasyon zamanı ayarlanmalıdır (1:3, 2:1).
- Akım hızı 5-100 litre/dk. arasında ayarlanabilmelidir.
- Cihazın oksijen ile havayı karıştıran bir karıştırıcısı olmalı ve bu karışım ayarlanabilmelidir.
- Cihazın ekranı olmalı ve ventilatör ile aşağıdaki parametreler dijital olarak monitorize edilmelidir.
 - Hava yolu basıncı

-
- Spontan tidal volüm
 - Solunum frekansı
 - İspirasyon zamanı veya I:E
 - Alarm limitleri
 - Şu parametreler için alarm bulunmalıdır:
 - Apne
 - Disconnect veya devre ayrılması
 - Maksimum-minimum havayolu basıncı
 - Güç yetmezliği, batarya bitme alarmı
 - Solunum sayısı
 - Cihaz için basınçlı hava kaynağına ihtiyaç duyulmamalı, gerektiğinden oksijen bağlantısı yapılabilirdir.

UYGULAMA FAALİYETİ

Hacim çevrimli ventilasyon istasyonunun temel bileşenlerini ayırt etmeye yönelik uygulamayı gerçekleştiriniz.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Aşağıda şekilde verilen blokların içeriklerini sıralayınız.➤ Tespit ettiğiniz birimlerin görevlerini bulunuz.➤ Sıraladıklarınızın cihaz üzerindeki yerini/karşılıklarını bulunuz.➤ Farklılıkları tespit ediniz.➤ Sonuçları raporlayınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Servis el kitapçıklarından faydalanabilirsiniz.➤ Cihazın herhangi bir donanımını yerinden çıkarmayınız.➤ Sterilizasyon kurallarına dikkat ediniz.➤ Mikrobiyolojik risk tedbirlerini alınız.➤
<p>Kapalı çevrim ventilasyon istasyonuna ait temel bileşenler</p>	

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Uygulama faaliyetindeki blokların içeriklerini sıralayabildiniz mi?		
2. Tespit ettiğiniz birimlerin görevlerini bulabildiniz mi?		
3. Sıraladıklarınızın cihaz üzerindeki yerini/karşılıklarını bulabildiniz mi?		
4. Farklılıkları tespit edebildiniz mi?		
5. Sonuçları raporlayabildiniz mi?		

Ventilatör cihazının temel birimlerini ayırt etmeye yönelik uygulamayı gerçekleştiriniz.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Ventilatör cihazının temel blok diyagramını çiziniz.➤ Belirlediğiniz blokların cihaz üzerindeki yerini/ karşılıklarını tespit ediniz.➤ Tespit ettiğiniz birimlerin görevlerini bulunuz.➤ Cihaz tür/modellerine göre farklılıkları tespit ediniz.➤ Sonuçları raporlayınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Servis el kitapçıklarından faydalanabilirsiniz.➤ Cihazın herhangi bir donanımını yerinden çıkarmayınız.➤ Sterilizasyon kurallarına dikkat ediniz.➤ Mikrobiyolojik risk tedbirlerini alınız.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Ventilatör cihazının temel blok diyagramını çizebildiniz mi?		
2. Belirlediğiniz blokların cihaz üzerindeki yerini/ karşılıklarını tespit edebildiniz mi?		
3. Tespit ettiğiniz birimlerin görevlerini bulabildiniz mi?		
4. Cihaz tür/modellerine göre farklılıkları tespit edebildiniz mi?		
5. Sonuçları raporlayabildiniz mi?		

UYGULAMA FAALİYETİ

Ventilatör cihazı üzerinde aşağıdaki işlem basamaklarını gerçekleştiriniz.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Ventilatör enerjisini açınız.➤ Kurulmuş bir ventilatörün bileşenlerini inceleyiniz.➤ Birimler arasında nasıl bir iletişim olduğunu inceleyiniz.➤ Cihaz kullanım kılavuzuna göre ventilasyon modlarının nasıl ayarlandığını inceleyiniz.➤ Test ciğerine gerekli solunum tertibatını bağlayınız.➤ Modların ayarlanması esnasında test ciğerindeki değişimi gözlemleyiniz.➤ Cihazın enerjisini kesiniz.	<ul style="list-style-type: none">➤ Cihaza enerji vermeden önce servis el kitabındaki uyarılara dikkat ediniz.➤ Cihazın enerjisini anahtardan kesmeye dikkat ediniz.➤ Ventilasyon modlarının servis el kitabındaki uyarılara göre yapılmasına dikkat ediniz.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Cihazla ilgili teknik dokümanları elde edebildiniz mi?		
2. Çalışma alanını hazırlayabildiniz mi?		
3. Cihazın enerjisini kestiniz mi?		
4. Test ciğerini solunum sistemine takabildiniz mi?		
5. Cihazın çalışmasını sağlayabildiniz mi?		
6. Ventilasyon modlarının ayarlandığı düğmeleri tespit edebildiniz mi?		
7. Cihazı herhangi bir mod durumuna getirebildiniz mi?		
8. Cihazın ventilasyon işlemini sona erdirebildiniz mi?		
9. Test ciğerini sökebildiniz mi?		
10. Çalışmanızı uygun sürede tamamlayabildiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “**Hayır**” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “**Evet**” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Aşağıdakilerden hangisi eksternal respirasyon ifadesidir?
 - A) Oksijenin kandan hücre içine, karbondioksidin hücre dışına ve dolaşımına geçişidir.
 - B) Oksijenin akciğerlerden kan dolaşımına, karbondioksidin dolaşımdan alveollere hareketidir.
 - C) Oksijenin kandan hücre içine karbondioksidin dolaşımdan alveollere hareketidir.
 - D) Oksijenin akciğerlerden kan dolaşımına, karbondioksidin hücre dışına ve dolaşımına geçişidir.
2. Ventilasyonda basınç değişikliği değerlendirilmesinde hangi birim kullanılır?
 - A) Santimetre su (cmH₂O)
 - B) kg/Hz
 - C) cm/bar
 - D) mmH₂O/ CO₂
3. Aşağıdaki gazlardan hangisi ventilatör girişine uygulanmalıdır?
 - A) CO₂
 - B) O₂
 - C) CO
 - D) H₂
4. Ventilasyon sırasında hastaya bağlanan birim aşağıdakilerden hangisidir?
 - A) O₂ kaynağı
 - B) Ventilatör
 - C) Nemlendirici ve soluk sistemi
 - D) Kontrol ve görüntüleme birimi
5. Bir dakika içinde yapılan solunum sayısına ne ad verilir?
 - A) Vital kapasite
 - B) Tidal volüm
 - C) Solunum frekansı
 - D) Pik ekspiratuar akım hızı
6. Aşağıdakilerden hangisi mekanik ventilasyonun amaçlarından değildir?
 - A) Gaz değişimini düzeltmek, yeterli oksijenasyon ve/veya karbondioksit eliminasyonu sağlamak
 - B) Solunum yetmezliğine yol açan patoloji ortadan kaldırılıncaya kadar solunum işini azaltmak
 - C) Vücuda düzenli ilaç pompalaması yapmak
 - D) Havayolu açıklığını korumak

7. Aşağıdaki gaz parametrelerinden hangisi, ventilasyon istasyonunun kontrol ettiği temel parametrelerden biri değildir?
- A) Basınç
B) Akış
C) Gaz ısısı
D) Hacim
8. Aşağıdakilerden hangisi pozitif basınçlı ventilasyon için gerekli ekipmanlardan değildir?
- A) Maske ve maskeyi tutan aparat
B) Ventilatör
C) Ventilatör devresi
D) Çelik yelek

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

9. () Negatif basınçlı ventilatörler, negatif basıncın yalnızca torasik bölgede meydana gelmesini esas alır.
10. () Solunum modları hastanın durumuna göre belirlenmelidir.
11. () Sallanan yataklar osile eden negatif basınçlı ventilatörlerden değildir.
12. () Pozitif basınçlı ventilasyonda ventilatör ile hava yollarına basınç uygulanır.
13. () Basınç ventilasyonda, ventilatör önceden belirlenen ve aygıt üzerinde ayarlanan bir hedef ısıya erişinceye kadar hastanın havayoluna pozitif basınç uygular.
14. () Ventilasyon modu ventilatörlerin nasıl davrandığını tanımlamak için kullanılan bir terimdir.
15. () Ventilasyon modları hasta bağlantısına göre akım hedefli ve akım başlangıcına göre olmak üzere ikiye ayrılır.
16. () Hava yolu basınçları volüm hedefli moda sabittir.
17. () İdeal ventilatör cihazlarında solunum frekansı sabit olmalıdır.
18. () İdeal ventilatör cihazının oksijen ile havayı karıştıran bir karıştırıcısı olmalı ve bu karışım ayarlanabilmelidir.
19. () Sürekli pozitif hava yolu basıncı (CPAP) cihazda bulunmamalıdır.
20. () Pressure regulated volume control (PRVC); basınç limitli, zaman sikluslu ventilasyon şeklidir.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-2

AMAÇ

Yapay solunum cihazını kurarak ilk kullanım için hazırlayabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Bir ventilasyon istasyonuna ait servis ve bakım kılavuzlarını bularak cihaz elemanlarının takılması ve cihaz kontrolü ile ilgili kısımları inceleyiniz.

2. VENTİLASYON İSTASYON KURULUMU

2.1. Ventilatörlerin Sınıflandırılması

2.1.1. Kontrol Sistemine Göre Sınıflandırma

Kontrol sistemlerine göre iki çeşit ventilatör vardır:

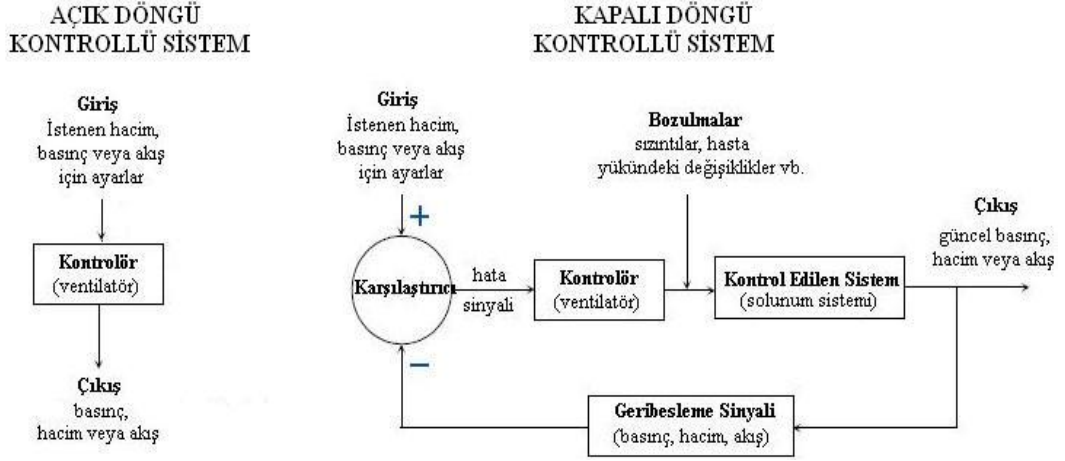
- Açık döngü kontrollü ventilatörler
- Kapalı döngü kontrollü ventilatörler

Aslında açık döngü kontrollü ventilatör sistemi kontrolsüz bir sistemdir. Bu sistem, gaz akışının ölçüm ve kontrolü olmadan basınç, hacim veya akış darbeleri üretir. Gaz akışı, hasta veya soluk sisteminin direncinden bağımsız olarak sürer. Bu yüzden de basınç ve hacim, hasta solunum performansındaki değişikliklerden, makinede meydana gelebilecek sızıntılardan veya hastanın ciğer mekanizmasında meydana gelecek değişikliklerden etkilenmez.

Kapalı çevrim kontrolde basınç hacim ve akış bilgisi ölçülür ve bu geri besleme bilgisi, sürücü mekanizmanın kontrolünde kullanılır. Güncel çıkış ölçülür (geri besleme sinyali olarak) ve tanımlanan giriş değerleriyle karşılaştırılır. Eğer bir fark oluşmuş ise bu hata sinyali sayesinde kontrolör, çıkışı tanımlanan çıkış değerine doğru ayarlayacaktır. Böylece solunum hacim, basınç ve akış değerleri hasta yükündeki ve cihazdaki bozulmalara rağmen tanımlanan giriş değerleri ile aynı olur.

Kapalı döngü ventilatör cihazları, açık döngü cihazlara nazaran daha karmaşık yapılarıdır. Kapalı döngü ventilatör cihazlarında kullanılacak sensör ve kontrolör sistemlerinin hassasiyetlerine bağlı olarak bu cihazların maliyetleri de artacaktır. Geçmişte kontrolör sistemi olarak analog kontrolörler kullanılmıştır ancak günümüzde mikrokontrolör sistemlerinin çok ucuzlaması ve artması, mikrokontrolör entegrelerinin yeterli hızlara ulaşması gibi etkenlerden, ventilasyon istasyonlarında bulunan kontrolör kısımları mikrokontrolör elemanlarından yapılı hâle gelmiştir.

Elektronik alanındaki gelişmeler, tüm ventilasyon istasyonlarını kapalı çevrim ventilasyon istasyonu olmak yolunda zorlamaktadır. Şekil 2.1’de her iki tür ventilasyon sistemine ait blok diyagramlar görülmektedir.



Şekil 2.1: Açık ve kapalı çevrim ventilasyon sistemleri

2.1.2. Enerji Aktarım Sistemine Göre Sınıflandırma

Hastaya sağlanacak hava akışını kontrol eden sistem açısından bakılacak olursa ventilatörler için şu gruplamalar yapılabilir.

- **Akış (flow) kontrol valfli:** Modern ventilatör sistemlerinde bu yöntem kullanılmaktadır.

Elektrikli gaz aktarım sistemine sahip ventilatör cihazlarında, hastaya uygulanacak havaya ait parametreler ve gaz akışı elektrikli cihazın (Kompresör, blower, piston elektrik motoruna sahip cihazlardır.) yani elektrik motorunun kontrol edilmesi yöntemi ile sağlanır.

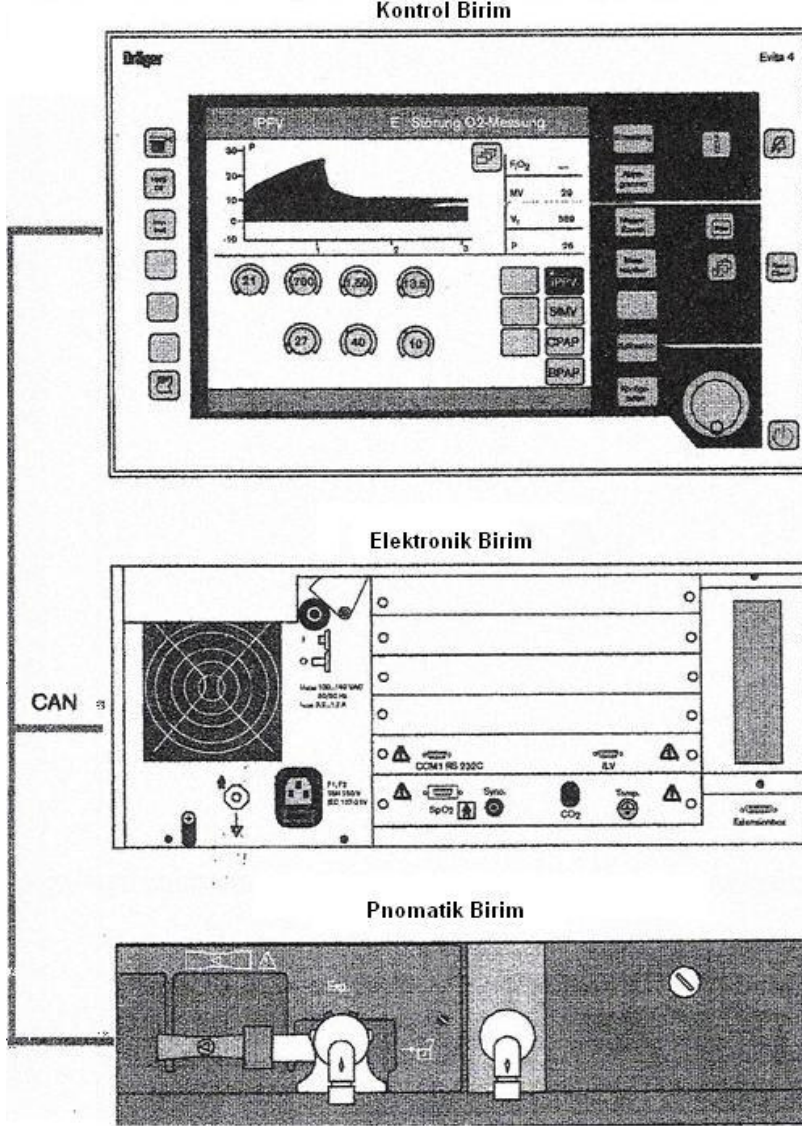
Günümüz modern ventilatör sistemlerinde ise hastaya uygulanacak gazlar (hava ve O₂), hastane merkezî sisteminden sabit bir basınçta prizler aracılığı ile alınır. Hastaya uygulanacak gazların parametrik değerlerinin (hacim, basınç ve akış) ayarlanması mikrokontrolör kontrollü oransal valfler (akış kontrol valfi) aracılığıyla yapılır.

Günümüzde çok sayıdaki üretici firmaya ait pek çok farklı modelde ventilatör cihazı mevcuttur. Bu cihazların hepsi de aynı görev için üretilmiştir. Bu yüzden tüm cihazlar temel olarak aynı yapıya sahiptir. Ancak farklı marka ve model cihazlar arasında donanımsal farklılıkların olacağı da muhakkaktır.

Ventilatör cihazların genel yapısı ve fiziki özellikleri örnek ortalama standartta bir ventilatör cihazı üzerinden anlatılmıştır.

Şekil 2.2’de genel olarak ventilatör cihazında bulunan temel elemanlar görülmektedir. Bu cihaz aralarındaki iletişimin CAN (control area network-kontrol alan ağı) yoluyla sağlandığı kontrol birimi, elektronik birim ve pnomatik birim adı verilen üç ayrı birimden

oluşur. CAN ise endüstriyel sistemler için geliştirilmiş bir seri iletişim protokolüdür. Farklı marka ve modellerde isimlendirme değişebilir.



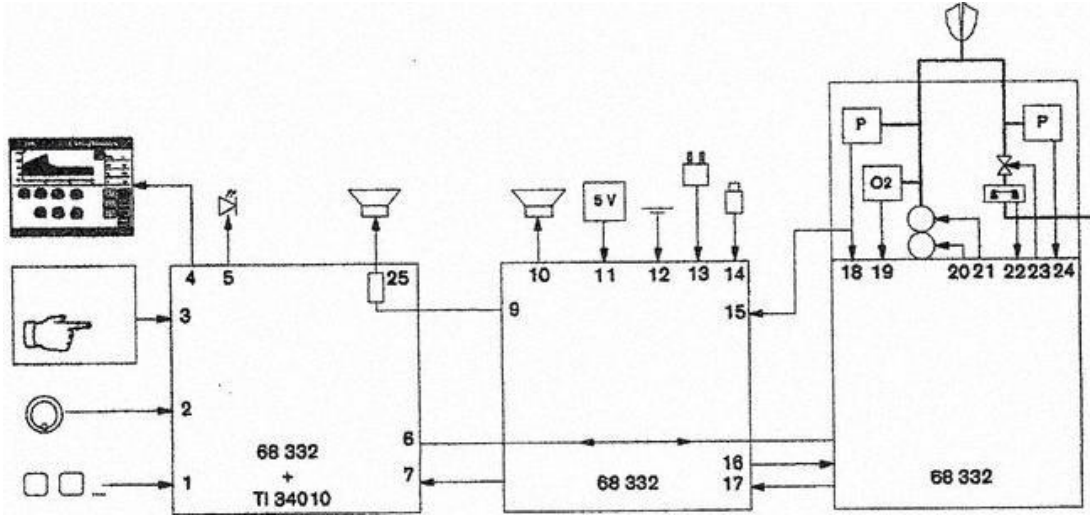
Şekil 2.2: Ventilatör

cihazlarına ait temel bileşenler

- **Kontrol birimi:** Kontrol birimi makine ve operatör arasındaki arabirimdir. Kontrol birimi, ayarlamalar yapmak, ölçülen değerleri göstermek ve alarmları aktif hâle getirmek için kullanılır. Kontrol biriminde, ekran, membran panel, dokunmatik ekran ve grafik kontrolör PCB bulunmaktadır.
- **Elektronik birim:** Elektronik birim, ventilatör cihazlarının genelinde merkezî kontrol birimidir. CPU 68332 PCB, işlemci paneli PCB ile birlikte CO₂ taşıyıcı PCB ve güç kaynağı PCB ve güç kaynağı birimini (komünikasyon PCB, pediatrik akış PCB ve opsiyonel SpO₂ PCB) içerir.

- **Pnوماتik birim:** Pnوماتik birim daha önce ayarlanmış havalandırma parametrelerini takip eden pnوماتik valfleri kontrol eder. Bağımsız bir mikro işlemci sistemi ve valf kontrolü içerir. Pnوماتik birimde pnوماتik kontrolör PCB, HPSV kontrolörü AIR/ O₂ PCB, PEEP valfi, mikser, basınç bağlantısı, akış sensörü ve O₂ sensörü bulunmaktadır.

Şekil 2.3'te örnek bir ventilatör cihazının daha ayrıntılı bir blok diyagramı ve birimler üzerinde bulunan ana elemanlar görülmektedir.



Şekil 2.3: Örnek bir ventilatör cihazına ait temel birimler ve üzerindeki ana elemanlar

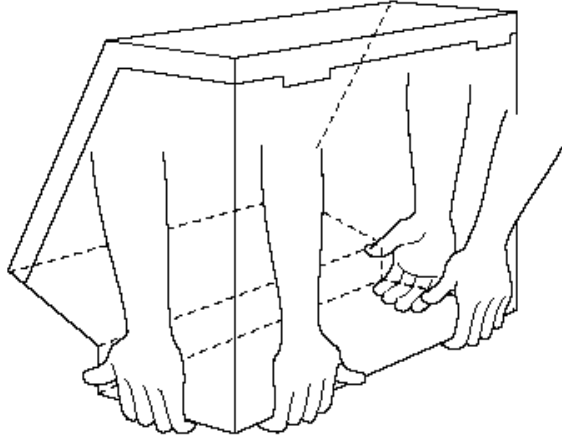
1. Anahtarlar
2. Onay fonksiyonlu (pushbuton) kontrol düğmesi
3. Dokunmatik ekran
4. LCD ya da TFT ekran (640x480)
5. Gösterge LED'leri ve alarm LED'leri
6. CAN ana yolu
7. Grafik işlemci reseti
8. Uygulanamaz
9. Ses çipli hoparlör
10. İkinci hoparlör (piezzo)
11. Voltaj monitörü (İşlemci ve piezzonun resetlenmesini aktif hâle getirir.)
12. Şarj edilebilir pil (gold cap kondansatörü)
13. Kaynak voltajları
14. Ana şebeke şalteri
15. İkinci soluk alma P_{aw}
16. Reset pnömomatik işlemci ve havalandırma
17. Elektronik işlemci reseti ve ikinci hoparlör alarmı
18. Soluk alma P_{aw}
19. O₂ sensörü
20. FiO₂ (HPSV mikseri)
21. AIR (HPSV mikseri)

22. Akış sensörü
23. PEEP'li soluk verme valfi
24. Soluk verme P_{aw}
25. Akım monitörlü hoparlör

Ventilatörün elektronik ve pnomatik sistemleri haricinde çevre birimleri de mevcuttur. Bu birimlerin uygun şekilde ventilatöre monte edilmesi gerekmektedir. Kurulum esnasında yapılması gereken işlemler aşağıda verilmiştir.

- Dâhilî ve haricî bataryaların bağlanması
- Ventilatörün şebeke gerilimine bağlanması
- Ventilatör solunum devresinin bağlanması
- Ventilatör arabasını kullanma

Ventilatörün düzgün bir biçimde eğilmeden taşınmasına dikkat edilmelidir. Ventilatör girişlerine uygun olmayan farklı bir cihaz bağlanmamalıdır. Ventilatörün bulunduğu ortamda başka bir havalandırma cihazı olmamalıdır. Çünkü bu durum, ventilatör için gerekli olan havanın ventilatör tarafında odaklanmamasına neden olur.



Şekil 2.4: Ventilatörün taşınması

2.2. Çevre Koşulları

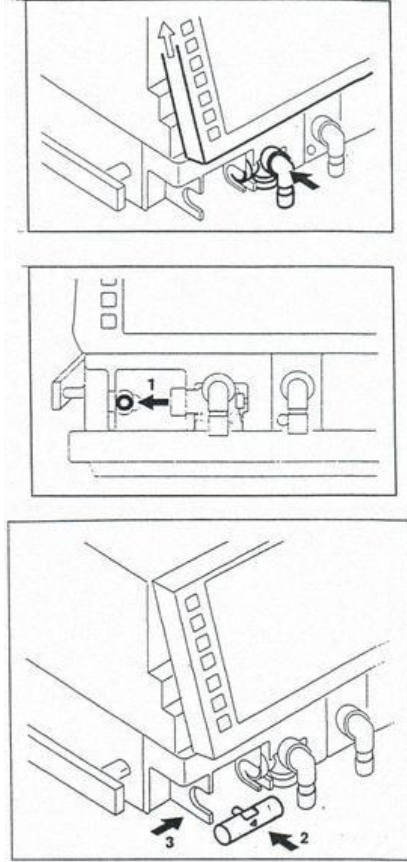
Cihazın çalışabileceği sınır şartlar ile ilgili olarak kullanılan cihazın servis dokümanları incelenmelidir. Cihazın çalışacağı ortamın cihaz çalışma şartları için uygun olup olmadığı uygun test ekipmanları ile kontrol edilmelidir. Örnek ventilasyon cihazı için bu şartlar şöyledir:

- Sıcaklık 10 ila 40 °C
- Atmosfer basıncı 700 ila 1060 hPa
- İzafi nemlilik % 0 ila 90

2.3. Parçaların Takılması

Bir ventilasyon istasyonunun ilk kez çalıştırılmaya hazırlanması ilerleyen kısımlarda anlatılacaktır. Burada anlatılacak olan kurulum bilgileri, ventilasyon cihazlarının parçaları ve bunların sökölüp takılması hususunda bilgi verilecektir.

2.3.1. Soluk Verme Valfinin Takılması



Şekil 2.5: Soluk verme valfi ve akış sensörünün takılması

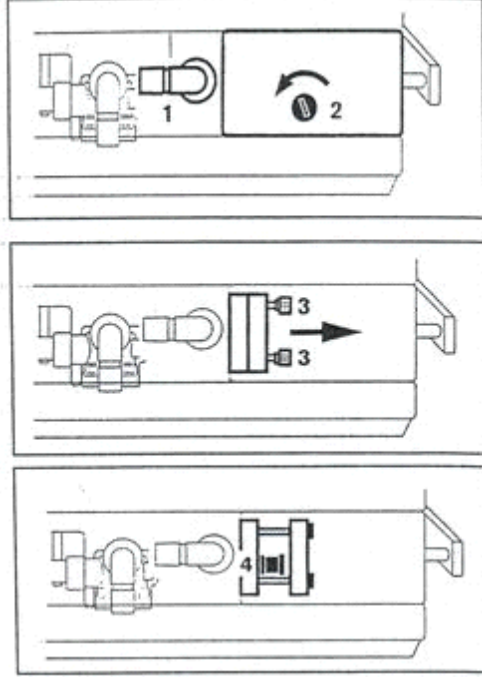
- Her zaman sterilize bir soluk verme valfi kullanılmalıdır.
- Kontrol ünitesi yukarı kaldırılmalıdır.
- Soluk verme valfi tespit yerine gidebildiği kadar itilmelidir. Hafifçe kapı çekilerek yerine oturup oturmadığı kontrol edilmelidir.

2.3.2. Akış Sensörünün Takılması

- Soket sola doğru gidebildiği kadar itilir.
- Akış sensörünü sonda ventilatöre bakılacak şekilde konumlandırılarak tespit yerine takılır ve gidebileceği kadar sokete doğru itilir.
- Akış sensörü sağa doğru, soluk verme valfinin lastik dudağının içine doğru girebildiği kadar itilmelidir.

2.3.3. O₂ Sensör Kapsülünün Takılması

Kontrol ünitesi yukarı doğru kaldırılmalıdır.



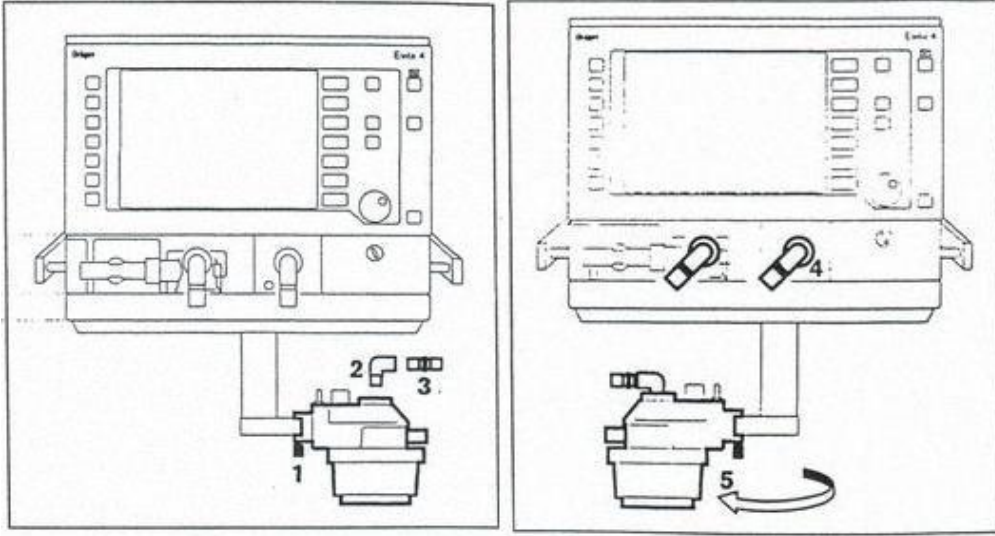
Şekil 2.6: O₂ sensör kapsülünün takılması

- Giriş kapısı aşağı veya sola çevirilir.
- Vida bir bozuk para ile gevşetilir ve koruyucu kapak çıkarılır.
- İki tırtıklı vida gevşetilir ve sensör yuvası açılır.
- Yeni sensör kapsülü takılır.
 - Kontaklar üzerindeki sensör ucu yuvaya girer.
 - İki tırtıklı vidayla sensör yuvası sıkıca kapatılır.
 - Koruyucu kapak yeniden yerine vidalanır.
 - Kullanılmış sensörler özel atıktır.

2.3.4. Aquapor Nemlendirici Bağlantısı

Kullanım talimatlarına uygun olarak “aquapor” hazırlanır.

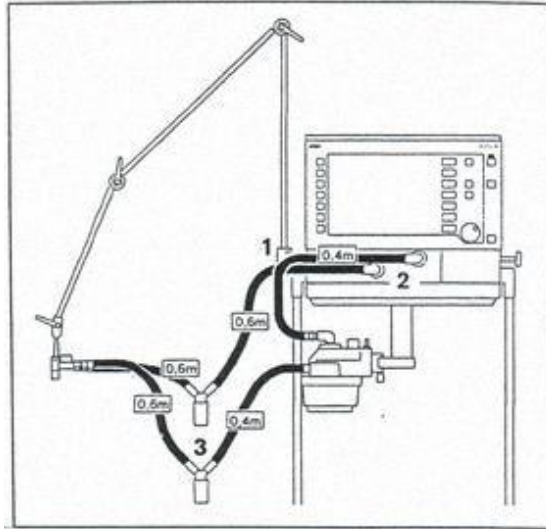
- Bir tespit somunu ile “aquapor” demire asılır ve vidalar sıkıştırılır.
- Dirsek bağlantısı “aquapor”a sokulur.
- Çift konnektör dirsek bağlantısına sokulur.
- Aquapor kabı damıtılmış suyla en üst işarete kadar doldurulur.
- Sol tarafa takmak için her iki port sola çevirilir.
- “Aquapor” sola çevirilir.



Şekil 2.7: Auaporun takılması

2.3.5. Ventilasyon Hortumlarının Bağlantısı

Ventilatörün hasta yatağına göre istenen pozisyonda yerleştirilmesi için menteşeli kol, makinenin sağına veya soluna takılabilir. Sol tarafa takmak için “aquapor”u sol tarafa ayarladıktan sonra aşağıdaki işlemler yapılır.

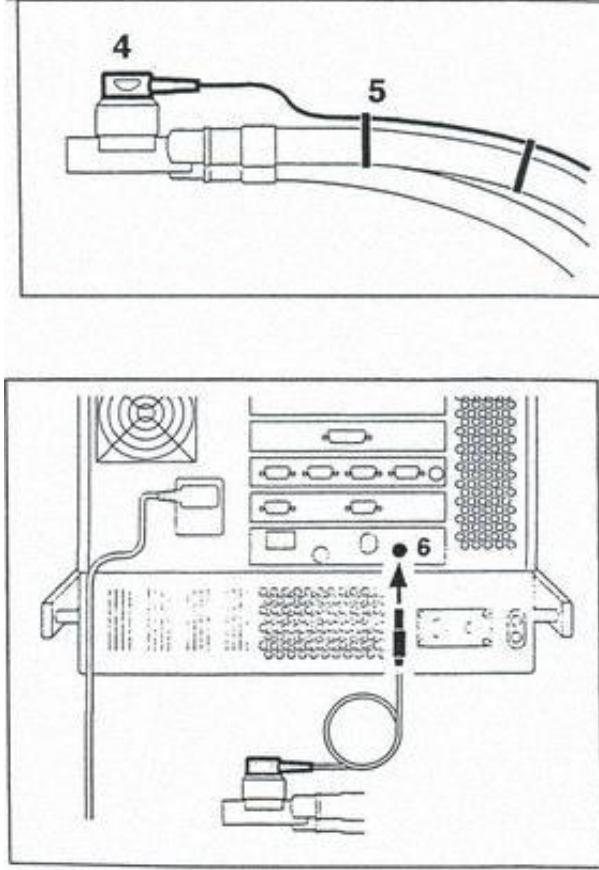


Şekil 2.8: Ventilasyon hortumlarının bağlantısı

- Sol taraftaki raya, menteşeli kol asılır ve vidalar sıkıştırılır.
- Ventilasyon hortumları bağlanır ve hortum uzunluğuna (metre) dikkat edilir.
- Portlar hortum yönünde çevirilir.
- Su hazneleri dikey pozisyonda yerleştirilir.
- Y-parçası soluk alma tarafındaki Y- parçasının lastik maşonuna bağlanır.

2.3.6. Isı Sensörünün Takılması

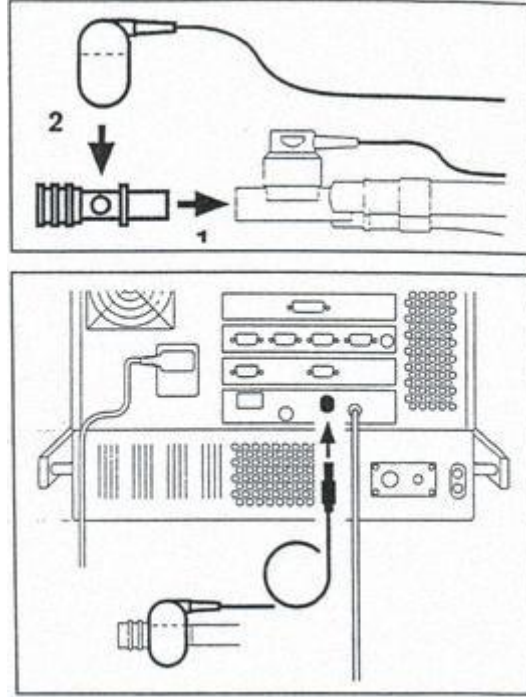
- Sensör, Y-parçasının soluk alma yönündeki lastik maşonun içine girebildiği kadar itilir.
- Sensör kablosu hortum klipleriyle bağlanır.
- Isı sensörünün jakı, ünitenin arkasındaki sokete sokulur.



Şekil 5.9: Isı sensörünün takılması

2.3.7. CO₂ Küvet ve CO₂ Sensörünün Takılması

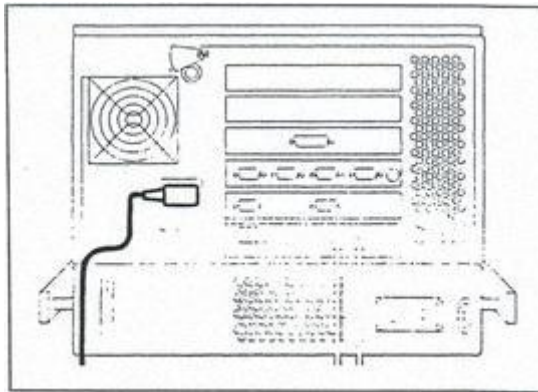
- Y-parçasının hasta bağlantısının küveti yana bakan küvet pencerelerine takılır.
- Kablo ucu üniteye bakar şekilde CO₂ sensörü küvete doğru itilir.
- Örnek ventilatör cihazının arka paneli üzerinde bulunan CO₂ soketine, CO₂ jakını takılır.



Şekil 2.10: CO₂ Küvet ve CO₂ sensörünün takılması

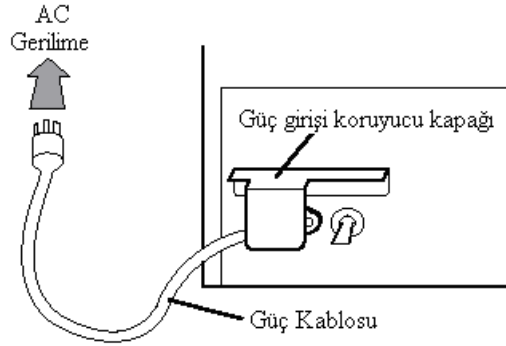
2.3.8. Elektrik Beslemesi

- Ventilatör ana şebeke voltajı (220-240V AC) ile çalıştırmak için ana şebeke prizine fişi sokulur.
- Ventilatör, DC güç ünitesi (12 veya 24V DC) veya dışarıdan pille (opsiyonel) çalıştırmak için dışarıdaki pile kabloyla bağlanır.



Şekil 2.11: Elektrik bağlantısı

Alternatif akımla, şebekeden besleme esnasında güç kablosu muhakkak takılmış olmalıdır. Güç kablosunun ventilatör tarafındaki soketin üzerinde muhafaza mevcuttur. Bu muhafaza sayesinde sıvı dökülmesi esnasında olabilecek tehlikelerden ventilatör korunur.

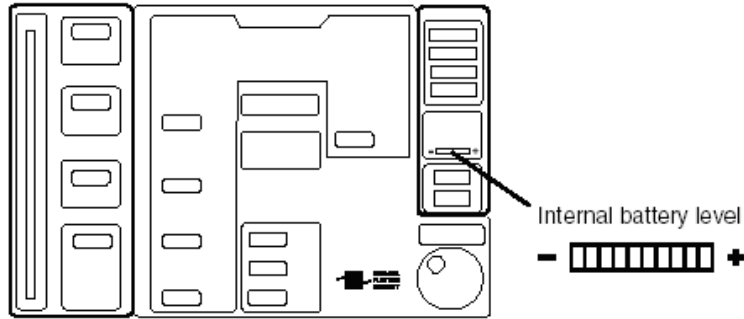


Şekil 2.12: Ventilatörün şebekeye bağlanması

2.3.9. Elektrik Beslemesindeki Geçici Kesilmeler

Hastane yedek elektrik kaynağı ile aktive edilmemişse 12/24V DC güç kaynağı olmaksızın örnek ventilatör cihaz ventilasyona bir etkisi olmadan güç kesintilerini 10 milisaniyeden daha az tolere edebilir. 10 milisaniyeden fazla süren güç kesintilerinde makine 4 saniye kendini test ettikten sonra yeniden çalışmaya başlar. Ventilasyona güç kesintisinden önce ayarlanmış değerlerle devam eder.

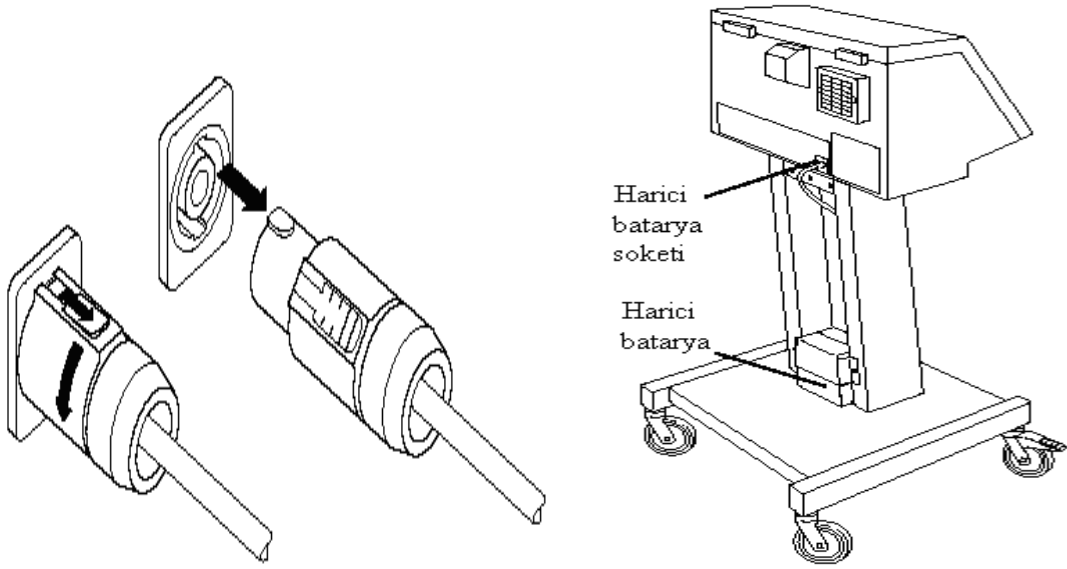
12/24V DCV (opsiyonel) güç ünitesiyle güç 10 milisaniyeden fazla kesilse dâhi, işletim kesinti olmadan devam eder. DC güç ünitesi içindeki pillerin kapasitesi, maksimum 10 dakikalık bir güç kesilmesini karşılayabilir.



Şekil 2.13: Dâhilî batarya durum göstergesi

İlk kullanımda direkt olarak bağlanıp sistem bunların üzerinden çalıştırılmamalıdır. Bunun nedeni bataryaların ilk kullanımda deşarj durumunda olması ve sisteme gerekli olan gerilim seviyesine ulaşmamasıdır. Bataryanın durumu kontrol ve görüntüleme sisteminde görülmektedir.

Hariçî batarya isteğe bağlı olarak kullanılmaktadır. Eğer batarya tam şarjlı durumda ise sistemi 7 saat çalıştırabilecek enerjiye sahiptir. Dâhilî bataryada bu süre 2,5 saattir. Eğer bataryalar 6 ay boyunca hiç kullanılmamışsa yenisiyle hemen değiştirilmelidir. Günlük kullanılan bataryalar 2 senede bir değiştirilmelidir.

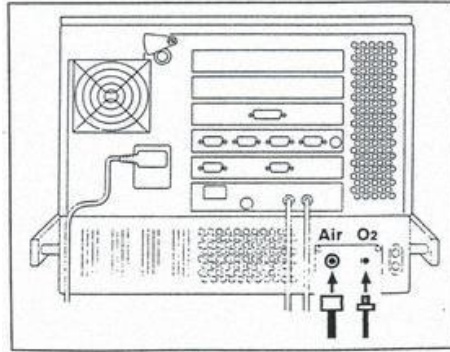


Şekil 2.14: Haricî bataryanın bağlantıları

2.3.10. Gaz Beslemesi

Medikal hava ve oksijen bağlantı hortumları örnek ventilatör cihazın arka paneline vidalanır ve bunların sondaları terminal ünitelerine takılır.

Kompresör gazlar kuru olmalı, toz ve yağ barındırmamalıdır. Gaz basıncı 3 ila 6 bar arası olmalıdır.

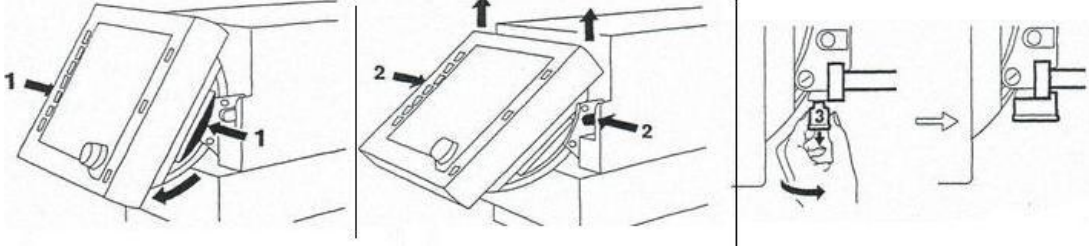


Şekil 2.15: Gaz bağlantısı

2.3.11. Kontrol Ünitesinin Yerleştirilmesi

- Kontrol ünitesi eğmemelidir. Değiştirirken arkaya doğru yatırılır.
- Sağ ve sol taraftaki parçalar aşağı doğru tutulur ve kontrol ünitesi tam aşağı doğru eğilir.
- Sol ve sağ taraftaki açma düğmelerine basılı tutulur ve kontrol ünitesi, örnek ventilatör cihazın tespitinden çıkartılır. Kablo mümkün olduğu kadar açılır.

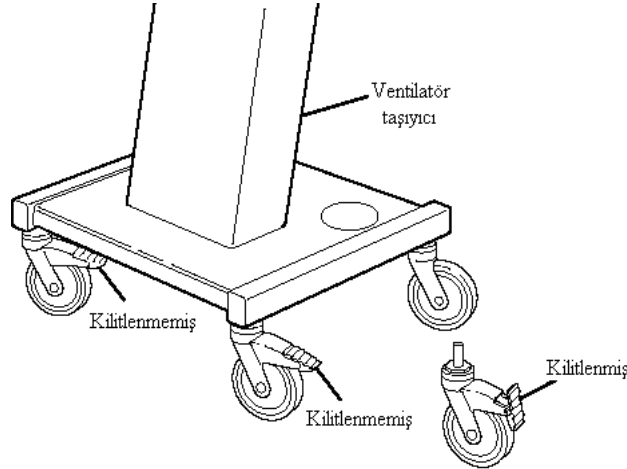
- Kontrol ünitesi duvar rayına kliplenir ve yerine kilitlenir (Köşebendin altındaki mandalı çekiniz ve duvar rayı yönünde çeviriniz.).
- Sağ ve sol parçaları aşağı bastırılır ve aynı zamanda kontrol ünitesini istenilen pozisyona doğru kaydırılır.



Şekil 2.16: Kontrol ünitesinin takılması

2.3.12. Ventilatör El Arabasının Kullanılması

Ventilatörün taşınabilmesi için tekerlekler üzerinde bulunan kilitlerin açık olması gereklidir. Eğer ventilatör hastaya bağlanacaksa tekerlekler üzerindeki mekanizma kilitlenmelidir.

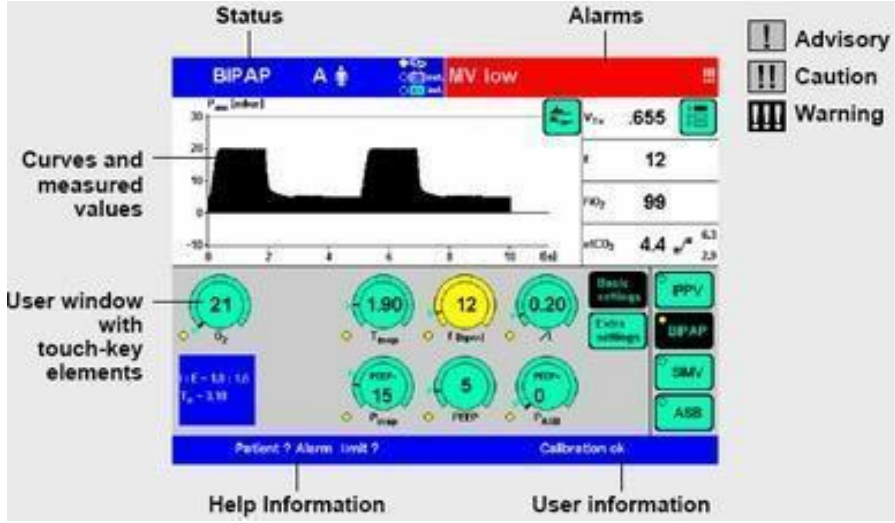


Şekil 2.17: Ventilatör el arabasının tekerlek sistemi

2.4.Cihazın İlk Kez Kullanımı

Örnek ventilatör cihazımız fabrikasından ekran metinleri Almanca programlanmış olarak çıkar. Alternatif olarak İngilizce, Fransızca, İtalyanca, İsveççe ve Amerikan İngilizcesi seçenekleri de vardır.

Makineye ilk enerji verilmesi ile birlikte cihaz kendini test prosedürüne sokar. 10 saniyelik test aşaması tamamlandıktan sonra ilgili tuş ve menüler aracılığıyla örnek ventilatör cihazın dil seçeneği istenilen dile ayarlanabilir. Örnek ventilatör cihazımıza ait kullanıcı ön paneli görüntüsü Şekil 5.10'da görülmektedir.



Şekil 2.18: Örnek ventilatör cihazının kullanıcı ön paneli

2.4.1. Cihaz Kontrolü

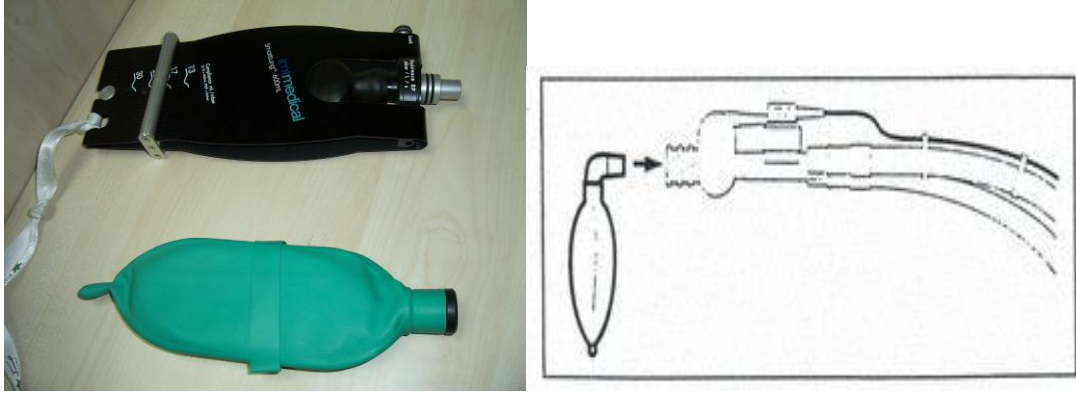
Hasta üzerinde kullanmadan önce makinenin düzgün çalışmadığını ve işleme hazır olup olmadığı kontrol edilir. Örnek ventilatör cihazı ve diğer pek çok ventilasyon cihazı, cihazla birlikte temin edilen kontrol listeleriyle cihaz kontrolünü desteklemektedir. Bu liste diyalog biçiminde kullanıcının testi yapmasına yardımcı olur.

Bu cihaz kontrolü sırasında aşağıdaki fonksiyonlar yerine getirilir:

- Makine montajının tamamlanmış olup olmadığının kontrolü
- Alarm sesi testi
- Hava-O₂ değiştirme valfi testi
- Emniyet valfi testi
- Akış sensörü testi
- O₂ sensör kalibrasyonu
- CO₂ sensör kalibrasyonu
- Hortum sisteminin sızdırmazlık testi
- Hortum sisteminin uyumluluk testi

Bu cihaz kontrolünden elde edilen test sonuçları, kalibrasyon ve sensörlerin sıfır kontrol değerleri bir sonraki kalibrasyona kadar cihaz kapatılsa dahi muhafaza edilir.

Cihaz fonksiyonlarının kontrolü için hortum sisteminin ucuna deney ciğeri takılır. Bu test ciğeri, hortum bağlantısı için gerekli tüm parçaları içerir. Test ciğeri, cihaz size talimat verdikten sonra hortum sistemindeki Y parçacığının ucuna takılır.



Şekil 2.19: Test ciğeri ve hortum sistemine takılması

2.4.2. Cihaz Kontrolünün Yapılması

Makineye enerji verildikten sonra cihaz kendi test prosedürünü başlatır. Bu örnek ventilatör cihazı için 10 saniye sürer. Test süreci tamamlandıktan sonra “Device check” tuşuna basılarak kontrol prosedürü başlatılır. Kontrol prosedürü yarı otomatiktir. Cihaz kontrolü sırasında cihaz kullanıcıya özel işlemler yaptırmak üzere talimatlar verir. Cihaz kontrolü sırasında aşağıdaki testler yapılır.

- Soluk verme valfi yatağı
- Akış sensörü yatağı
- Termometre yatağı
- Komple hortum sistemi
- CO₂ sensör sistemi
- Nemlendirici seviyesi
- Alarm sesi testi
- Hava-O₂ testi
- Emniyet valfi testi
- Gaz besleme basınç testi
- O₂ sensör kalibrasyonu
- Akış sensörü kalibrasyonu
- CO₂ sensör kalibrasyonu
- Hortum sistemi sızdırmazlık testi

Cihaz kontrolü tamamlandıktan sonra ekranda kontrol sonuçlarını gösteren bir kontrol listesi çıkar. Listede her bir testin karşılığında aşağıda verilen işaretler konur.

Doğru sonuç	: √
Yanlış sonuç	: F
Kontrol yapılmadı	: --

Yanlış sonuç durumunda hatanın sebebi giderilmelidir. Daha sonra “Repeat check” ekran tuşuna dokunarak yanlış sonuçlu testler tekrar edilir. Cihaz kontrolü tamamlandıktan sonra cihaz işleme hazırdır.

UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıdaki uygulama faaliyeti ile ventilasyon istasyonunun kurulum işlemlerini gerçekleştirerek ilk kez kullanım hazırlıklarını yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Çevre koşullarının cihazın çalışması için uygun olup olmadığını test ediniz.➤ Soluk verme valfini takınız.➤ Akış sensörü ve O₂ sensör kapsülünü cihaz üzerindeki yerlerine takınız.➤ Nemlendiriciyi cihaza bağlayınız.➤ Ventilasyon hortumlarını cihaza bağlayınız.➤ CO₂ sensörünü ve ısı sensörünü ventilasyon hortumu üzerindeki yerlerine takınız.➤ CO₂ sensörü ve ısı sensörlerinin elektronik birim ile olan bağlantısını yapınız.➤ Kontrol birimi takınız.➤ Cihazın elektrik beslemesini bağlayınız.➤ Eğer haricî DC kaynak kullanılacak ise cihazla bağlantısını yapınız.➤ Gaz bağlantılarını yapınız.➤ Cihazı çalıştırarak cihaz kontrolünü sağlayınız.➤ “Cihaz kontrolü” esnasında hatalı olarak bildirilen birimin bağlantılarını tekrar kontrol ediniz.➤ Test ciğeri hastaya sistemine takarak cihazın doğru çalışıp çalışmadığını test ediniz.➤ Çalışma modlarını test ciğeri üzerinde gözlemleyiniz.➤ Cihazı kapatınız.➤ Kurulum/montaj formunu doldurunuz.	<ul style="list-style-type: none">➤ Uygulama yapacağınız ventilasyon istasyonuna ait servis dokümanlarını ve kullanım kitapçığını daha önceden inceleyiniz.➤➤ Cihaz üzerinde inceleme ve parça değiştirme gibi işlemler yaparken cihazın kapalı olduğuna emin olunuz.➤ Test ciğeri olarak cihazla birlikte gelen test ciğerini kullanınız.➤ Tutanak ve formları arşivleyiniz.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Çevre koşullarının cihazın çalışması için uygun olup olmadığını test edebildiniz mi?		
2. Soluk verme valfini takabildiniz mi?		
3. Akış sensörü ve O ₂ sensör kapsülünü cihaz üzerindeki yerlerine takabildiniz mi?		
4. Nemlendiriciyi cihaza bağlayabildiniz mi?		
5. Ventilasyon hortumlarını cihaza bağlayabildiniz mi?		
6. CO ₂ sensörünü ve ısı sensörünü ventilasyon hortumu üzerindeki yerlerine takabildiniz mi?		
7. CO ₂ sensörü ve ısı sensörlerinin elektronik birim ile olan bağlantısını yapabildiniz mi?		
8. Kontrol birimi taktınız mı?		
9. Cihazın elektrik beslemesini bağladınız mı?		
10. Eğer haricî DC kaynak kullanılacak ise cihazla bağlantısını yaptınız mı?		
11. Gaz bağlantılarını yaptınız mı?		
12. Cihazı çalıştırarak cihaz kontrolü yapmasını sağlayabildiniz mi?		
13. Cihaz kontrolü esnasında hatalı olarak bildirilen birimin bağlantılarını tekrar kontrol ettiniz mi?		
14. Test ciğerini hasta sistemine takarak cihazın doğru çalışıp çalışmadığını test ettiniz mi?		
15. Çalışma modlarını test ciğeri üzerinde gözlemleyebildiniz mi?		
16. Cihazı kapattınız mı?		
17. Kurulum/montaj formunu doldurdunuz mu?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “**Hayır**” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “**Evet**” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

1. () Açık döngü kontrollü ventilatörler, gaz akışının ölçüm ve kontrolü olmadan basınç, hacim veya akış darbeleri üreten sistemlerdir.
2. () Hastaya uygulanacak gazlar (hava ve O₂), hastane merkezî sisteminden sabit bir basınçta prizler aracılığı ile alınır.
3. () Temel olarak ventilatör cihazları elektronik ve kontrol birimi olmak üzere iki kısımdır
4. () Elektronik birim daha önce ayarlanmış havalandırma parametrelerini takip eden pnomatik valfleri kontrol eder.
5. () Kurulumda çevre şartları önemli değildir.
6. () Tekerlekleri kilitli olarak ventilatör cihazı çekilmelidir.
7. () Kurulumda oksijen sensörü yuvasına düzgün yerleştirilmelidir.
8. () CO₂ küvet ve CO₂ sensörünün bağlantıları yapılırken elektrik beslemesi takılmış olmalıdır.
9. () Güç kablosu etrafında koruyucu soket olmalıdır.
10. () Günlük kullanılan bataryalar iki senede bir değiştirilmelidir.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-3

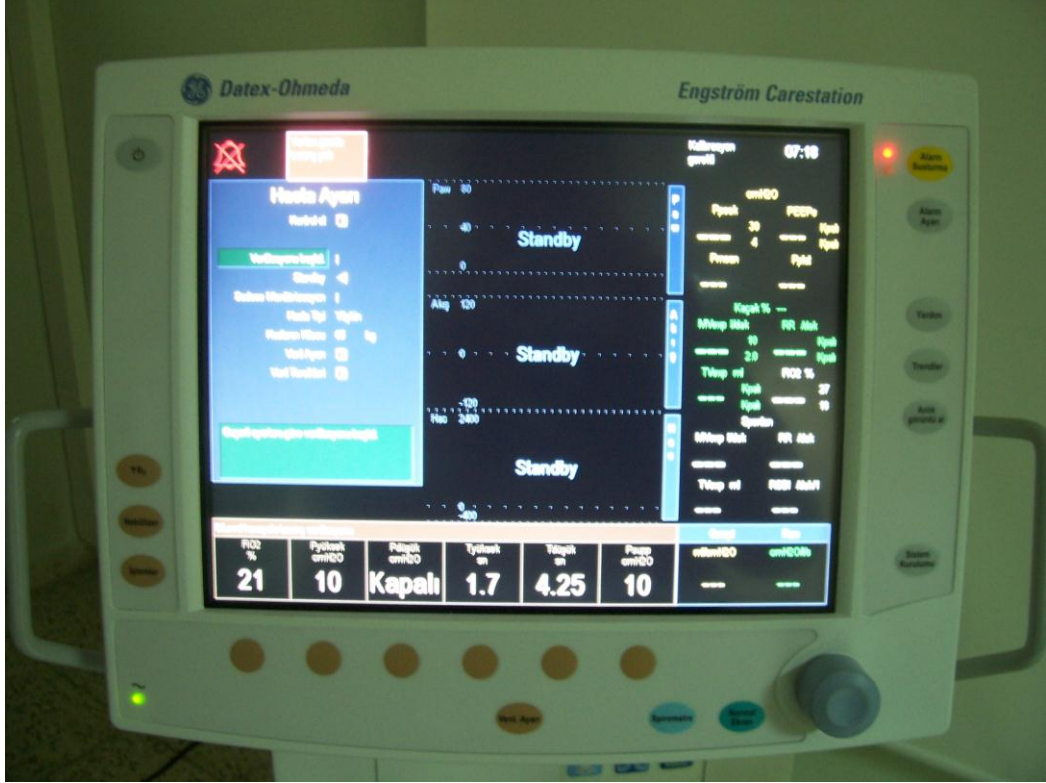
AMAÇ

Yapay solunum cihazlarının kontrol ve gösterge panelini kullanabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Değişik marka ve modellerdeki ventilatörlerin kontrol ve görüntü birimlerini inceleyerek farklı tasarımların resimlerinden oluşan dosya hazırlayınız.

3. KONTROL VE GÖRÜNTÜLEME BİRİMİ



Resim 3.1: Monitör

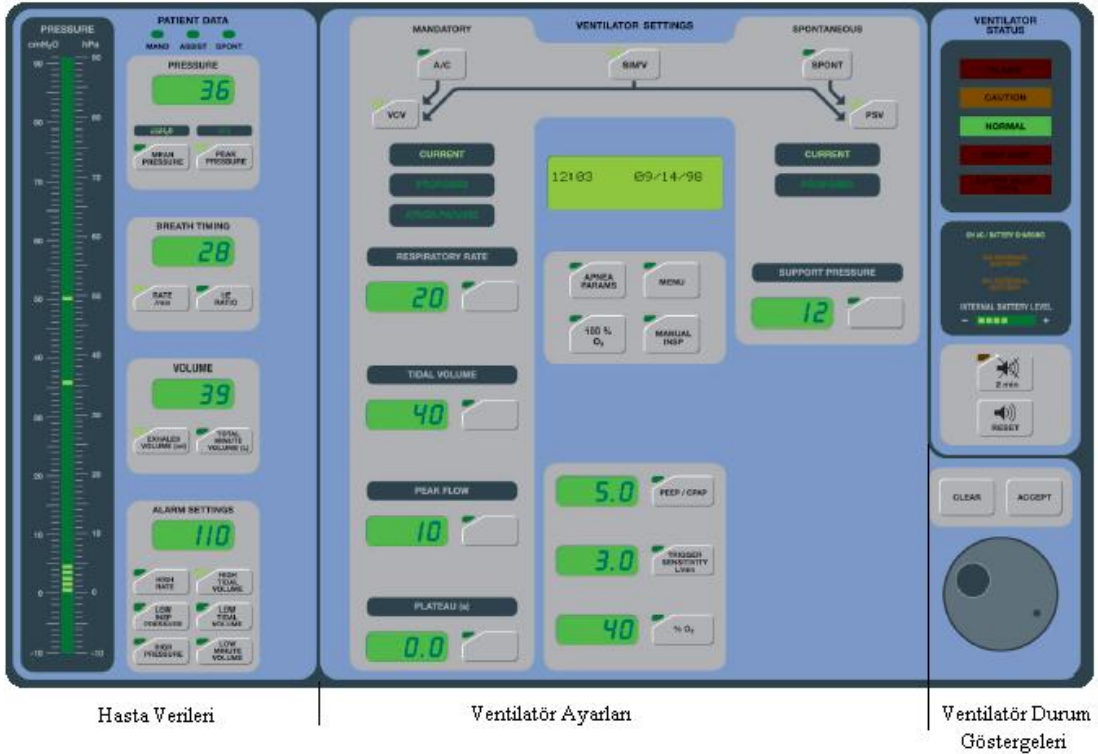
Hem sistemden hem de hastadan gelen verilerin görüntülediği kalibrasyon ayarlarının yapılabildiği sistemdir. Kontrol ve görüntüleme birimleri ilk yapılan ventilatörler analog birimlerden oluşmaktayken günümüzde display ve dokunmatik anahtarlardan oluşan sistem hâline gelmiştir. Hatta gelişmiş ventilatörlerin klavye sistemi monitör üzerinde olup tuşa basmadan direkt olarak ekran üzerinde menülere dokunularak gerekli işlemler yapılmaktadır. Kontrol ve görüntüleme sistemini oluşturan bölümler aşağıda verilmiştir.

- Hasta verileri görüntüleme bölümü

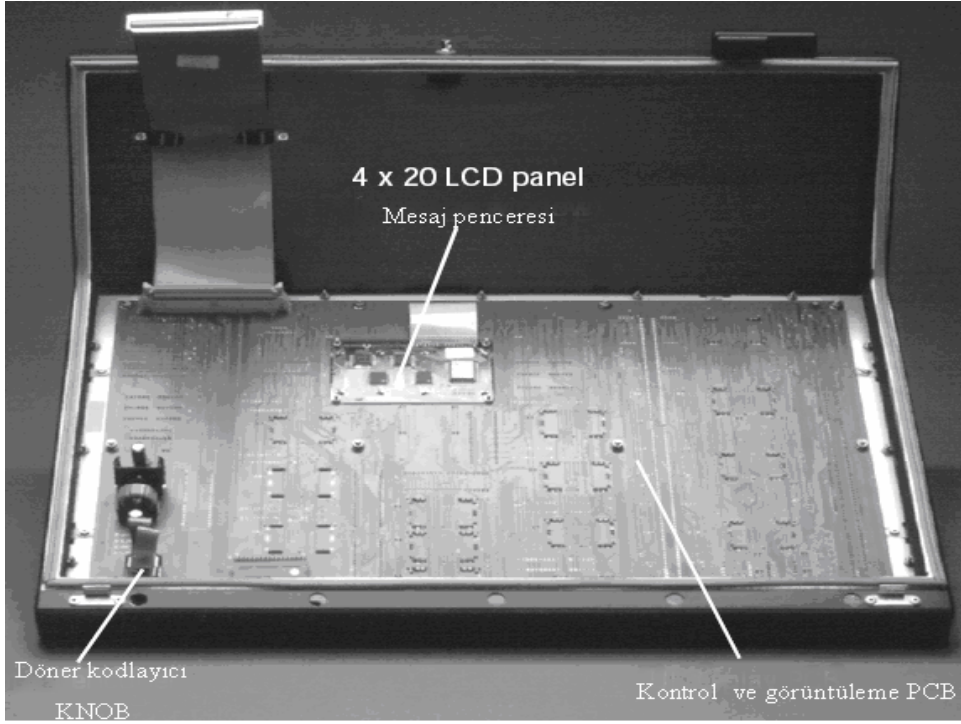
- Ventilatör ayarları bölümü
- Ventilatör durum göstergeleri bölümü

3.1. Kontrol ve Görüntüleme Sistemi (UI) Elektronik Birimi

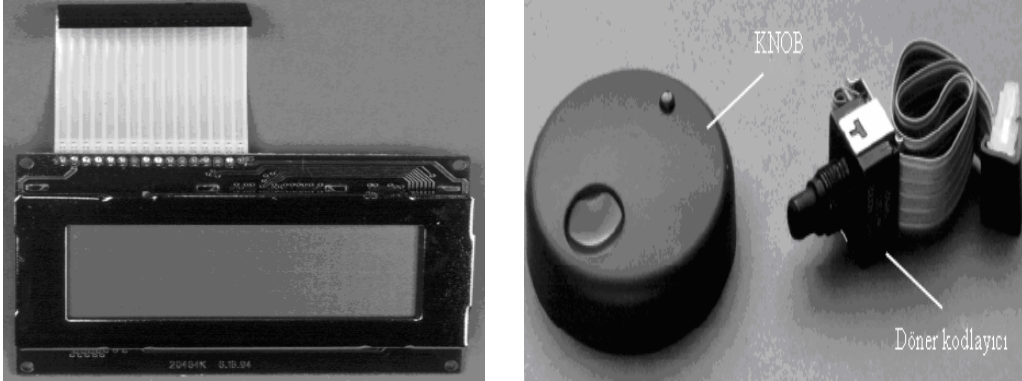
Kontrol ve görüntüleme sisteminin kullanıcıya gerekli uyarıları yapabilmesi, sistemden ve hastadan gelen verilerin displayde görülebilmesi için elektronik bir sisteme ihtiyaç duyulur. Bu sistem mikrodenetleyici tarafından kontrol edilir. Mikrodenetleyici sistem ve hastadan sensörler aracılığıyla gelen verileri değerlendirerek kontrol ve görüntüleme sistemine iletir. Aynı zamanda kullanıcı tarafından yapılan ayarların kaydedilebilmesini ve gerektiğinde tekrar değiştirilmesini de üstlenir.






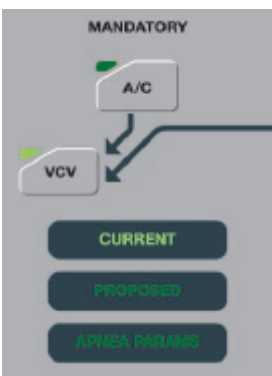
Resim 3.2: Kontrol ve görüntüleme birimi

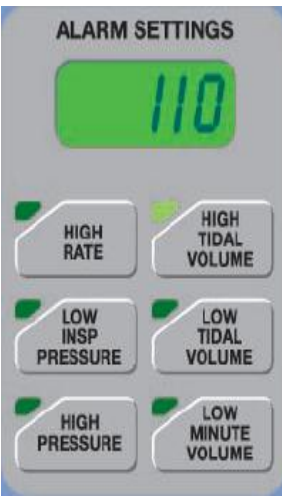

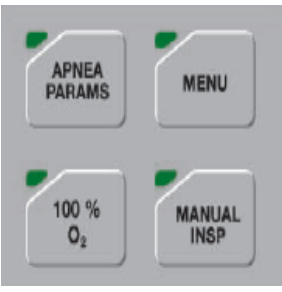


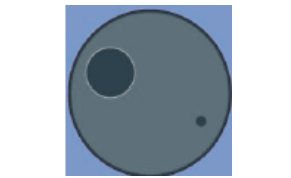
Resim 3.3: Kontrol ve görüntüleme birimi



Resim 3.4: Display ve döner kodlayıcı

Kontrol ve görüntüleme sistemi ayarlar bölümü	
	<p>RATE/min: Bir dakikadaki solunum sayısını gösterir.</p> <p>I:E RATIO: İspirasyonunun ekspirasyona oranını gösterir.</p>
	<p>MEAN PRESSURE: Tuşa basıldığında aktif hâle gelerek üzerindeki LED ışık verir. Belirlenmiş solunum değerlerinin üstündeki basınçları display üzerinde görüntüler.</p> <p>PEAK PRESSURE: Bu tuşa basıldığında aktif hâle gelerek üzerindeki LED'i ışık verir. Ekranda inspirasyon süresince maksimum basıncı görüntüler.</p>
	<p>EXHALED VOLUME(ml): Ekspirasyon hacminin displayde görüntülenmesini aktif hâle getirir.</p> <p>TOTAL MINUTE VOLUME (L): Bir dakikadaki “exhalation” değerinin görüntülenmesini aktif hâle getirir.</p>
Kontrol ve görüntüleme sistemi hasta verileri bölümü	
	<p>A/C Assist mod tuşu: Bu ventilasyon tipinde hastanın spontan eforu korunur. Ancak kullanıcı tarafından solunum cihazında ayarlanan parametrelerle hastanın solunum eforu algılanır ve güçlendirilir.</p> <p>VCV mod tuşu: Nefes tiplerinin seçimi sağlar (hacim kontrollü ventilasyon ve PCV basınç kontrollü ventilasyon).</p>

	<p>HIGH RATE: Solunum esnasında belirlenmiş olan değerler aşıldığı zaman alarmı aktif hâle getirir</p> <p>HIGH TIDAL VOLUME: Hastanın belirlenmiş olan ekspirasyon değerini geçtiğinde alarmı aktif hâle getirir.</p> <p>LOW INSP PRESSURE: İnspirasyon basıncının azaldığı durumun gösterilebilmesi için alarmı aktif hâle getirir.</p> <p>LOW TIDAL VOLUME: Hastanın belirlenmiş olan “exhalation” değerinin altına indiğinde alarmın aktif hâle getirilmesini sağlar.</p> <p>HIGH PRESSURE: Solunum esnasında basınç değeri aşıldığında alarmın aktif hâle getirilmesini sağlar.</p> <p>LOW MINUTE VOLUME: Solunumda önceki dakikanın değerleri baz alınarak bir hacim miktarında azalma meydana gelirse alarmı aktif hâle getirir.</p>
	<p>SIMV: Mandatory (zorunlu solunum) değerini gösterir.</p>
	<p>SIMV: SIMV solunum modunu seçer.</p>
	<p>APNEA PARAMS: “Apnea” parametrelerini aktif hâle getiren tuştur. Aktif iken LED ışık verir.</p> <p>MENU: Gerekli ayarlamaların yapılabilmesi için menü giriş tuşudur.</p> <p>100% O₂: Ventilatörün oksijen yüzdesini ayarlamaya yarar.</p> <p>MANUEL INSP: İnspirasyon değerleri bu tuş sayesinde elle girilerek ayarlanabilir.</p>
<p>.Kontrol ve görüntüleme sistemi ventilatör durum göstergeleri</p>	

 <p>The image shows a control panel for a ventilator. At the top, it says 'VENTILATOR STATUS'. Below this are five colored buttons: 'ALARM' (red), 'CAUTION' (orange), 'NORMAL' (green), 'VENT INOP' (red), and 'SAFETY VALF OPEN' (red). Below these is a section for 'ON AC / BATTERY CHARGING' with 'ON EXTERNAL BATTERY' and 'ON INTERNAL BATTERY' indicators. Below that is 'INTERNAL BATTERY LEVEL' with a green bar and minus/plus signs. At the bottom are two buttons: '2 min' with a speaker icon and 'RESET' with a speaker icon.</p>	<p>ALARM: Kırmızı renkteki LED tehlike yanıp söner. Yüksek öncelikli olup beraberinde sesli uyarı duyulur.</p> <p>CAUTION: Yeşil renkli LED tehlike anında ışık verir. Orta derecede öncelikli olup beraberinde sesli uyarı da duyulur.</p> <p>NORMAL: Herhangi bir tehlike bulunmadığını gösterir.</p> <p>VENT INOP: Ventilatörün emniyet valfinin açık olduğunu gösteren kırmızı renkli LED ışık verir. Bu durum öncelikli olup ventilatörün çalışmadığı durumdur.</p> <p>SAFETY VALF OPEN: Exhalation valfinin açık olduğunu gösterir. Kırmızı renkli LED ışık verecektir. Bu durum öncelikli durumdur.</p> <p>ON AC BATTERY CHARGING: Haricî bataryanın şarj edilmekte olduğunu gösterir.</p> <p>ON INTERNAL BATTERY: Dâhilî bataryanın devrede olduğu durumda LED yanıp söner.</p> <p>ON EXTERNAL BATTERY: Haricî bataryanın devrede olduğu durumda LED yanıp söner.</p> <p>INTERNAL BATTERY LEVEL: Dâhilî bataryanın şarj durumunu gösterir.</p>
 <p>The image shows two rectangular buttons. The left one is labeled 'CLEAR' and the right one is labeled 'ACCEPT'.</p>	<p>ACCEPT: Menüde herhangi bir ayarlama yapıldıktan sonra ayarlamamanın etkin olması için kullanılan onay tuşudur. 30 saniye içinde basılmazsa önceki duruma geri döner.</p> <p>CLEAR: Seçilen özelliğin ve değiştirilen özelliklerin iptal edildiği tuştur.</p>
 <p>The image shows a circular knob with a dark grey center and a lighter grey outer ring.</p>	<p>KNOB: Menülerin seçilmesini sağlayan her iki yönde de dönebilen düğmedir. Herhangi bir özellik seçildiğinde saat yönündeki hareketlerde bu özelliğin değerini artırırken saat yönü tersinde değerini azaltır.</p>

UYGULAMA FAALİYETİ

Ventilatör cihazı üzerinde aşağıdaki işlem basamaklarını gerçekleştiriniz.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Ventilatore enerji veriniz.➤ Durum göstergelerinden NORMAL ifadesinin LED'ini kontrol ediniz.➤ Ventilatörün güç kablosunu sökünüz.➤ Haricî bataryayı sökerek devre dışı bırakınız.➤ Ventilatör güç kablosunu bağlayarak tekrar çalıştırınız.➤ Durum göstergelerinden ON EXTERNAL LED'inin ışık verdiğini gözlemleyiniz.➤ Seviye göstergesinden şarj durumunu kontrol ediniz.➤ Ventilatörün ON/OFF anahtarından enerjisini kesiniz.➤ Bataryayı tekrar bağlayınız.➤ Ventilatörü tekrar çalıştırarak güvenli çalışıp çalışmadığını test ediniz.	<ul style="list-style-type: none">➤ Cihaz kablosunun prize takılı olmamasına dikkat ediniz.➤ Bataryayı takma ve sökme esnasında ventilatörün ON/OFF anahtarının kapalı olmasına dikkat ediniz.➤ Batarya uçlarını kısa devre etmemeye özen gösteriniz.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için Evet, kazanamadığınız beceriler için Hayır kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Çalışma alanını hazırlayabildiniz mi?		
2. Ventilatörün enerjisini kesebildiniz mi?		
3. Ventilatörün durum göstergelerinin anlamını öğrenebildiniz mi?		
4. Haricî bataryayı söküp takabildiniz mi?		
5. Ventilatörü tekrar eski hâline getirip çalıştırabildiniz mi?		
6. Çalışmanızı uygun sürede tamamlayabildiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Bir menüye girişi kabul etmek için aşağıdaki tuşlardan hangisine basılmalıdır?
A) Clear
B) Reset
C) Accept
D) Knob
2. Menüler arasındaki geçişi ve değerlerin azaltılmasını veya artırılmasını aşağıdaki tuşlardan hangisi sağlamaktadır?
A) Peep/Cpap
B) Knob
C) Accept
D) Clear
3. **I:E RATIO** aşağıdaki değerlerden hangisini gösterir?
A) İspirasyonun ekspirasyona oranını
B) Gazın maksimum akış değerini
C) Zorunlu solunum değerini
D) Hastaya verilen oksijen değerini
4. “Peak Pressure” tuşu aktif hâle getirildiğinde ekranında hangi değer görülmektedir?
A) İspirasyon süresince maksimum basıncı
B) Hastaya verilen oksijen değerini
C) Ekspirasyon basıncını
D) İspirasyonun ekspirasyona oranını
5. “Exhaled Volume” tuşunun görevi aşağıdakilerden hangisidir?
A) Bir dakikadaki solunum sayısını gösterir.
B) Ekspirasyon hacminin gösterilmesini aktif hâle getirir.
C) İspirasyonun ekspirasyona oranının gösterilmesini sağlar.
D) Solunum esnasında belirlenmiş olan değerlerin aşıldığının gösterilmesini sağlar.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-4

AMAÇ

Yapay solunum cihazlarının arıza kodlarını okuyabileceksiniz.

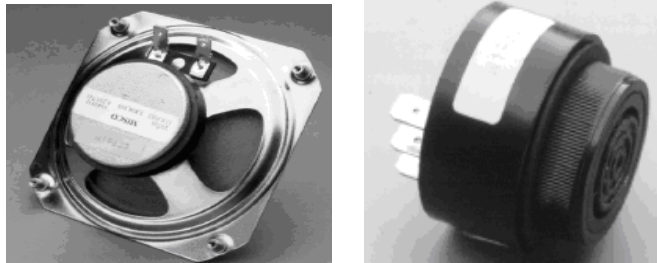
ARAŞTIRMA

- Sesli alarm verebilen elektronik devreleri inceleyiniz.
- Grafik işlemcinin görevinin ne olduğunu araştırınız.

4. ALARM SİSTEMİ VE ALARMLARIN ANLAMLARI

Alarm sistemi, ventilatörün çalışma süresince pnomatik sistemden veya hastadan gelen uyarıların kullanıcıya görsel ve işitsel olarak ileten sistemdir. Alarm sistemi, kontrol PCB sisteminin gözetimi altındadır ve kontrol sistemi de verilerini pnomatik sisteme bağlı olan sensörler aracılığıyla almaktadır. Her alarmın değişik bir ikaz etme metodu bulunmaktadır. Sesli uyarılar hoparlör ve buzzer tarafından iletilirken görsel işaretler ise kontrol görüntüleme sistemi tarafından kullanıcıya ulaşır.

Hoparlör, bir multifrekans tehlike işaretini sağlar. Hoparlör sesi, yazılım kontrollüdür. Menü aracılığıyla farklı alarm sinyalleri seçilebilir. Buzzer ise hoparlör çalışmadığında devreye girmektedir.



Resim 4.1: Hoparlör ve piezo alarm

4.1. Alarm İşaretlerinin Anlamı

Üretici firmaların teknik özellikleri farklı ama yaptığı iş aynı olan ventilatör cihazlarının alarm işaret ve anlamları farklılık göstermektedir. Bunun için üzerinde çalışılan ventilatör cihazının servis el kitabından faydalanmak sureti ile alarm işaret anlamları en doğru şekilde yorumlanabilecektir.

Aşağıdaki tablolarda ise Puritan Bennet 740 Ventilatör uyarı işaretlerinin anlamları ve veriliş biçimleri görülmektedir.

Mesaj Penceresi	Anlamı	Yapılacak İşlemler
AIR INTAKE ABSENT	Hava giriş filtresi üzerinde anormal bir direnç algılandı. Alarmı “auto reset” yaparak susturunuz.	1. Hava giriş filtresini kontrol ediniz. 2. Hava giriş filtresini değiştiriniz. 3. Ventilatör ana kablolarını değiştiriniz. 4. PCB üzerindeki basınç solenoidini değiştiriniz.
APNEA	Hasta solunuma başlamadı. Yalnızca spont moda ayarlı olabilir.	1. Hastayı kontrol ediniz. 2. Kullanıcı ünitesinden SPONT modu seçiniz.
BATTERY FAILED	Dâhilî bataryada açık devre durumu algılandı. Alarmı susturmak için “auto reset” yapınız.	1. Dâhilî bataryanın bağlantısını kontrol ediniz. 2. Dâhilî bataryayı yenisiyle değiştiriniz.
BAT NOT CHARGING	Bataryanın çalışma süresince şarj olmadığı algılandı. Alarmı susturunuz.	1. Batarya bağlantılarını kontrol ediniz. 2. Bataryayı yenisiyle değiştiriniz. 3. PCB üzerindeki BBU kartını değiştiriniz.
CONTINUOUS HI PRES	Belirlenmiş olan basıncın üzerinde bir basınç algılandı. Bu durumda emniyet valfi açılır.	1. Hastayı kontrol ediniz. 2. Ekspirasyon çıkış kanalının açık olduğunu kontrol ediniz. 3. Ekspirasyon solenoidini değiştiriniz. 4. PCB üzerindeki basınç solenoidini değiştiriniz. 5. Ekspirasyon valfini değiştiriniz.
DELIV GAS LOW TEMP	İnspirasyon manifoldu sıcaklığının düşük olduğu durumdur.	1. Oda sıcaklığının seviyesini kontrol ediniz. 2. Termistörün elektrik aksamını kontrol ediniz. 3. İnspirasyon manifoldu üzerindeki termistörü değiştiriniz. 4. PCB üzerindeki basınç solenoidini değiştiriniz.
EXH CCT HI TEMP	Ekspirasyon sıcaklığı aşırı yükselmiştir.	1. Ekspirasyon ısıtıcı ve termistör bağlantılarını kontrol ediniz. 2. Ekspirasyon ısıtıcısını değiştiriniz. 3. Ekspirasyon termistörünü değiştiriniz. 4. PCB üzerindeki basınç solenoidini değiştiriniz.

EXH CCT LOW TEMP	Ekspirasyon sıcaklığı düşmüştür.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ekspirasyon ısıtıcı ve termistör bağlantılarını kontrol ediniz. 2. Ekspirasyon ısıtıcısını değiştiriniz. 3. Ekspirasyon termistörünü değiştiriniz. 4. PCB üzerindeki basınç solenoidini değiştiriniz.
FAN FAILED ALERT	Fanın devrede olmadığını gösterir.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Fanın çalışıp çalışmadığından emin olunuz. 2. Oda sıcaklığı çok düşük olduğunda fan çalışmayabilir. Oda sıcaklığını kontrol ediniz. 3. Fanın filtresini değiştiriniz. 4. Fanın bağlantı kablolarını kontrol ediniz. 5. Ana fanı değiştiriniz. 6. Akış termistörünü değiştiriniz.
FLO SENSÖR HI TEMP	Ekspirasyon akış sensörü basınç transduseri yüksek sıcaklıktadır.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Oda sıcaklığını kontrol ediniz. 2. PCB üzerindeki basınç solenoidini değiştiriniz.
FLO SENSÖR LO TEMP	Ekspirasyon akış sensörü basınç transduseri yüksekliği düşük sıcaklıktadır.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Oda sıcaklığını kontrol ediniz. 2. PCB üzerindeki basınç solenoidini değiştiriniz.
LOW O2 SUPPLY	Oksijen kaynağının düşük olduğunu belirtir. Oksijen oranı % 21 olduğunda alarm aktif değildir.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Hastayı kontrol ediniz. 2. Oksijen kaynağı ve bağlantıları kontrol ediniz. Eğer gerekiyorsa oksijen kaynağı basıncını artırınız. 3. O₂ reg altitüde kalibrasyonunu yapınız. 4. Oksijen basınç transduserini değiştiriniz. 5. PCB üzerindeki basınç solenoidini değiştiriniz.
MOTOR OVER TEMP	Motor sıcaklığı yüksek değer gösterdi.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ana fanı ve filtresini kontrol ediniz. 2. Motor/encoderi değiştiriniz. 3. PCB üzerindeki denetleyiciyi değiştiriniz.
NEBULIZER FAILED	Nemlendirici ünite çalışmıyor.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Haberleşme paneli arasında kablo bağlantısını ve nemlendiriciyi kontrol ediniz. 2. Kabloyu değiştiriniz. 3. Haberleşmeler PCB arasında kablo bağlantı ve denetleyici PCB'i kontrol ediniz. 4. Kabloyu değiştiriniz. Nemlendiriciyi değiştiriniz.
SPEAKER FAILED	Hoparlör devrede değil. Bu durumda yedek ses işareti verebilen ünite çalışacaktır.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Hoparlör elektrik tesisatını kontrol ediniz. 2. Hoparlörü değiştiriniz.

SWITCH INT BATTERY	AC kaynaktan dâhilî bataryaya geçildi.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Şebeke gerilimini kontrol ediniz. 2. Haricî batarya bağlantılarını kontrol ediniz. 3. Gerekliyse haricî bataryayı değiştiriniz. 4. Tüm güç bileşenlerini değiştiriniz.
HI BBU TEMP ALERT	BBU ünitesi sıcaklığı çok yüksektir.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Güç kaynağı fanının kablolarını kontrol ediniz. 2. Güç kaynağı fanını değiştiriniz. 3. PCB üzerindeki BBU ünitesini değiştiriniz.
HI EX TIDAL VOLUME	Tidal volume değeri istenilen değer in üstünde çıktı.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Hastayı kontrol ediniz. 2. Uygun tidal volume değerini ayarlayınız. 3. Akış sensörünün önceden girilmiş olan değerlerini kontrol ediniz. 4. Ekspirasyon akış sensörünü değiştiriniz. 5. PCB üzerindeki basınç solenoidini değiştiriniz.
HI RESP RATE	Solunumla ilgili bir oran in yüksek olduğu tespit edildi.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Hastayı kontrol ediniz. 2. Ventilatör solunum devresini kontrol ediniz. Hava sızdırması böyle bir duruma sebep olabilir. 3. Solunumla ilgili oranlanmış değerlerin doğru girildiğini kontrol ediniz. 4. Ventilasyon desteğinin yeterliliğini ve hastanın solunum durumunu kontrol ediniz. 5. PCB üzerindeki denetleyiciyi değiştiriniz.
HI SYS TEMP ALERT	Ventilatör iç sıcaklığı çok yüksektir.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Oda sıcaklığını kontrol ediniz. 2. Ventilatörün hava deliklerinin tıkalı olup olmadığını kontrol ediniz. 3. Ana fanı ve filtresini kontrol ediniz. 4. PCB üzerindeki basınç solenoidini değiştiriniz.
KEYBOARD FAILED	Kullanıcı klavyesi üzerindeki bir tuş beklenen bir süreden daha fazla işlem yaptı.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Klavyeyi, “UI” ünitesine bağlayan kabloların bağlantısını kontrol ediniz. 2. Klavyeyi değiştiriniz. 3. PCB üzerindeki denetleyiciyi değiştiriniz. 4. “UI” görüntüleme ünitesini değiştiriniz.

Tablo 4.1: Ventilatör alarmlarının anlamları

UYGULAMA FAALİYETİ

Alarm sinyallerinin kontrollerini gerçekleştiriniz.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Ventilatörün enerjisini kesiniz.➤ Haricî batarya bağlantılarını çıkarınız.➤ Ventilatörü çalıştırarak alarm sinyalinin geldiğini kontrol ediniz.➤ Alarm sinyalinin anlamını tabloda bakarak inceleyiniz.➤ Ventilatörün enerjisini kesiniz.➤ Bataryayı tekrar bağlayınız.➤ Güç kablosunu prizden sökerek haricî batarya aracılığıyla ventilatörü çalıştırınız.➤ Gelen uyarı işaretini inceleyerek tablodaki karşılığına bakınız.➤ Bataryaları ve güç kablosunu bağlayarak sistemi tekrar eski hâline getiriniz.➤ Ventilatöre enerji vererek çalışmasını kontrol ediniz.	<ul style="list-style-type: none">➤ İşlemleri yaparken ventilatör servis el kitabını kullanınız.➤ Batarya kutuplarının doğru bağlanmasına dikkat ediniz.➤ Ventilatör çalışması esnasında asla kabloları takma ve sökme işlemlerini gerçekleştirmeyiniz.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanmadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Gerekli el ve güç aletlerini temin edebildiniz mi?		
2. Çalışma alanını hazırlayabildiniz mi?		
3. Cihazın enerjisini kestiniz mi?		
4. Bataryayı sökebildiniz mi?		
5. Alarma sebep olan durumu tespit edebildiniz mi?		
6. Bataryayı tekrar yerine takabildiniz mi?		
7. Ventilatöre enerji verip tekrar çalıştırabildiniz mi?		
8. Çalışmanızı uygun sürede tamamlayabildiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “**Hayır**” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “**Evet**” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Motor over temp işaretinin anlamı aşağıdakilerden hangisidir?
A) Motor çok hızlı çalışıyor.
B) Motor çalışmıyor.
C) Motor ısısı çok yüksek
D) Motoru değiştiriniz.
2. Switch int battery ifadesinin anlamı aşağıdakilerden hangisidir?
A) Batarya çalışmıyor.
B) Haricî batarya şarjı çok düşük
C) Sistem dâhilî bataryaya geçti.
D) Sistem haricî batarya üzerinden çalışıyor.
3. “HI RESP RATE” uyarısı aşağıdakilerden hangisinin sonucudur?
A) Sistem ısısı çok yüksek
B) Şehir şebekesinden enerji gelmiyor.
C) Oksijen değeri çok düşük
D) Solunumla ilgili bir oran çok yüksek
4. Alarm sistemi hangi birim tarafından kontrol edilir?
A) Güç ünitesi
B) Kontrol PCB
C) PEEP sürücü devresi
D) Takipçi devresi
5. “SPEAKER FAILED” alarmı alındığında aşağıdakilerden hangisi yapılır?
A) Hoparlör devrede
B) Güç kaynağı kontrol edilmelidir.
C) Yedek ses işareti verebilen ünite devrede
D) Yedek batarya ünitesi değişmelidir.

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise **D**, yanlış ise **Y** yazınız.

6. () Hoparlör çalışmadığında buzzer devreye girer.
7. () Alarm işaretleri sadece sesli uyarılardan ibarettir.
8. () Alarm işaretleri sadece hasta verileri içindir.
9. () Alarm sensörlerden alınan bilgiler sonucunda devreye girer.
10. () “LOW O₂ SUPPLY” oksijen kaynağının düşük olduğunu belirtir.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-5

AMAÇ

Ventilasyon istasyonuna ait pnomatik birim arızalarını giderebileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Sensörler ve transduserlerin çalışma prensipleri hakkında “Biyomedikal Algılayıcı ve Dönüştürücüler” modülüne ve pnömatis sistemler için “Biyomedikal Elektromekanik” modülüne bakınız.

5. PNÖMATİK BİRİM

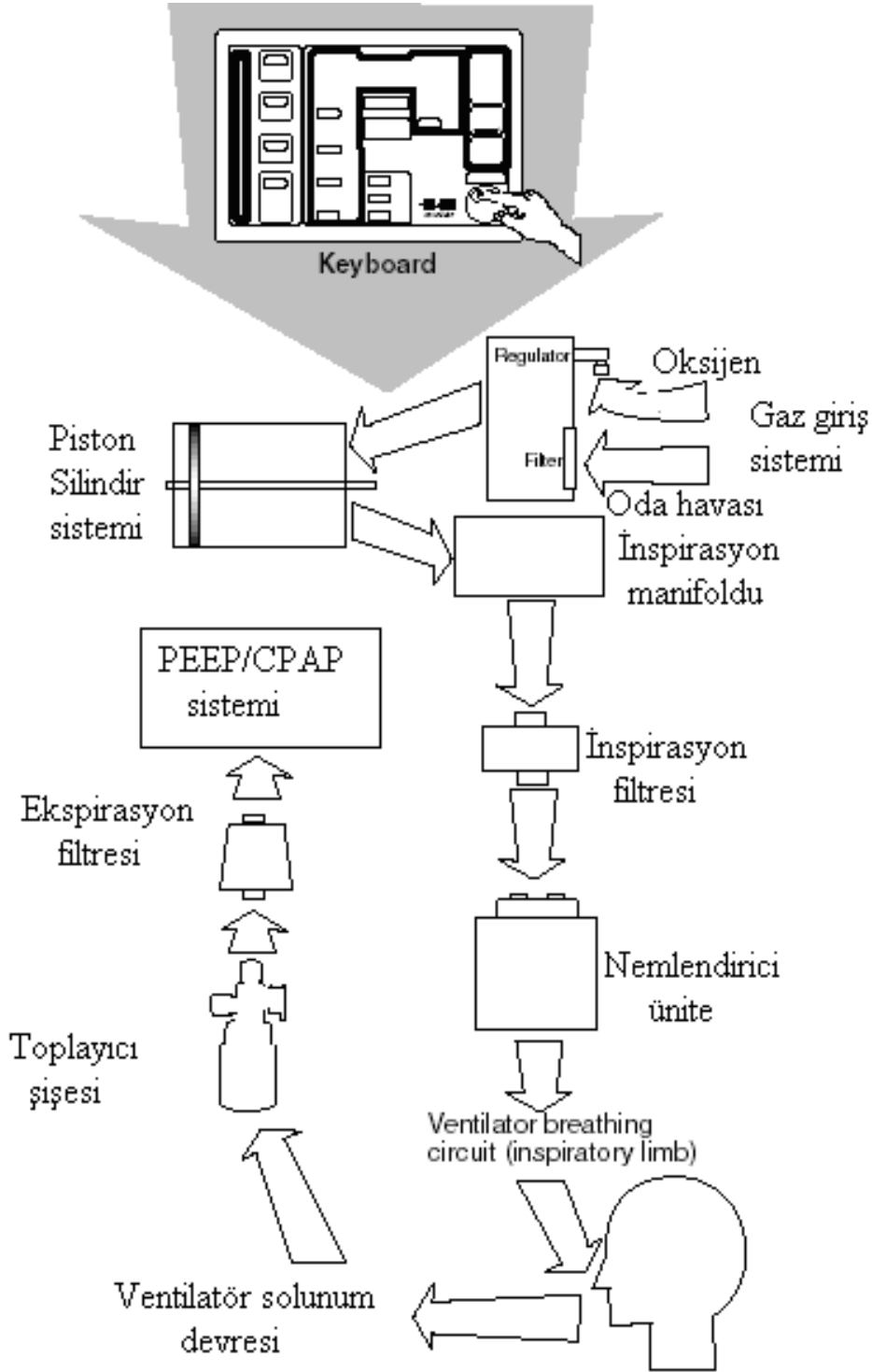
Pnömatis sistem aşağıdaki ünitelerden oluşur:

- Gaz giriş sistemi
- Piston/silindir sistemi
- İnspirasyon manifold sistemi
- Hasta soluk sistemi
- PEEP/CPAP sistem
- Ekspirasyon sistemi

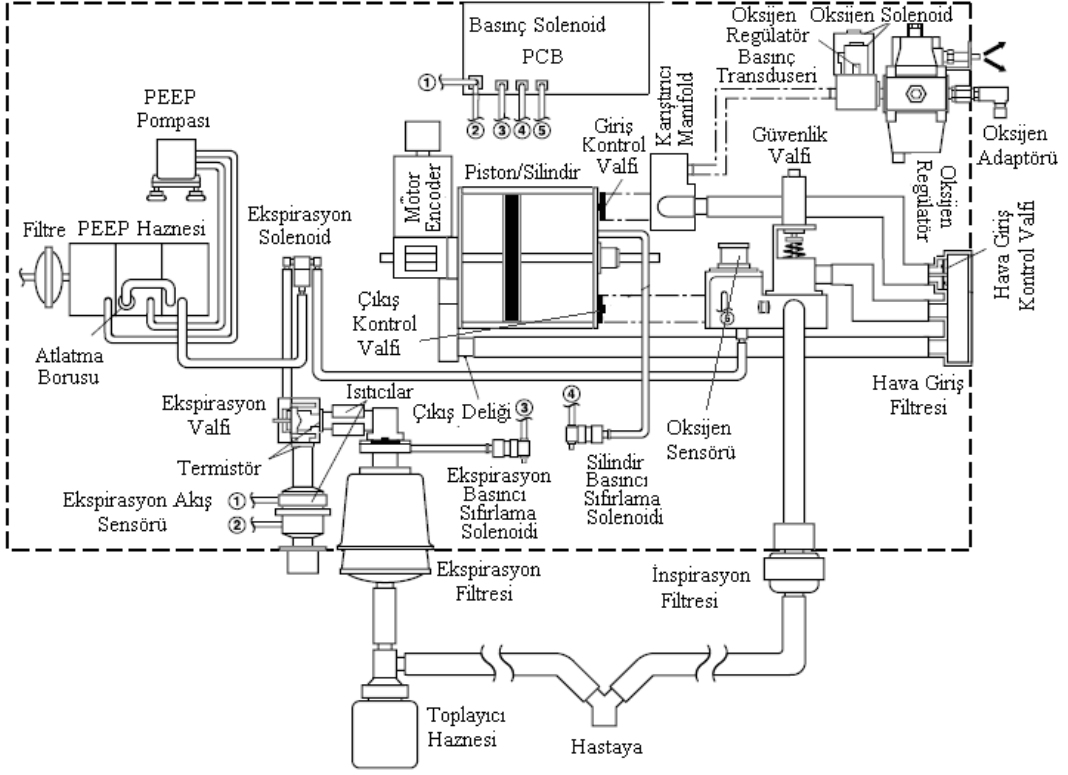


Resim 5.1: Pnomatik birim gaz giriş/çıkış

Şekil 5.1’de pnomatik sistemin prensip şeması görülmektedir.



Şekil 5.1: Pnömatik sistemin prensip şeması



Şekil 5.2: Pnömatik sistem blok diyagramı

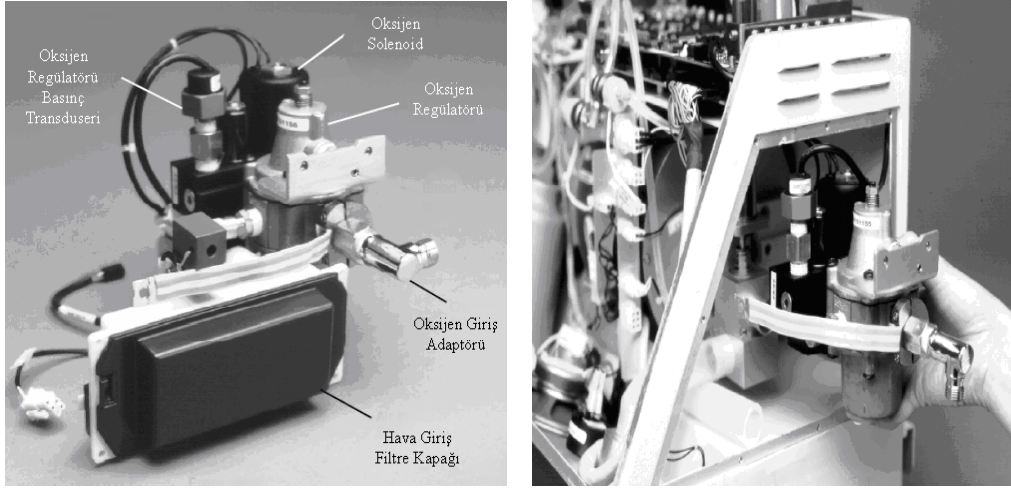
5.1. Gaz Giriş Sistemi

Ventilatör ortamda bulunan hava ile oksijeni belli oranlarda karıştırarak hastaya iletir. Oksijen haricî bir kaynaktan ventilatöre giriş yapmaktadır. Bu oksijen direkt olarak gaz giriş sistemine uygulanmaktadır.

Gaz giriş sistemini oluşturan parçalar:

5.1.1. Hava Giriş Filtresi Kapağı

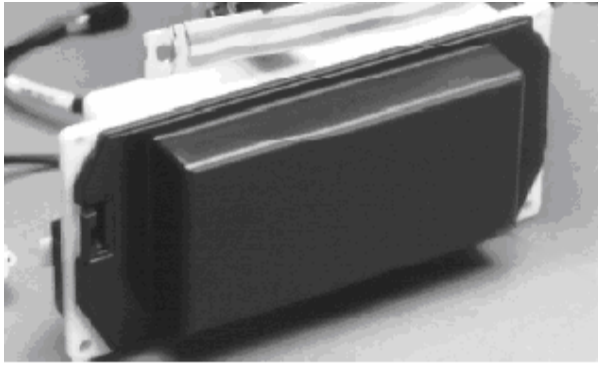
Giriş filtresini üstünde bulunan, filtreyi dış darbelerden ve sıvılardan koruyan kapaktır.



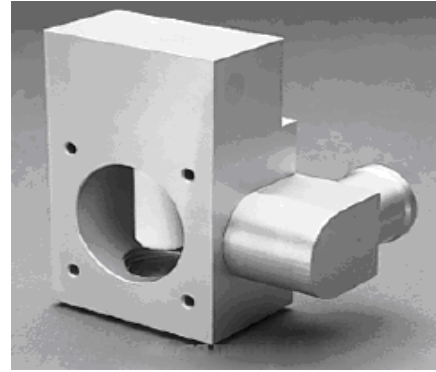
Resim 5.2: Gaz giriş sistemi

5.1.2. Hava Giriş Filtresi

Hava girişi esnasında ortamdaki gelebilecek olan 0,3 mm boyutundan daha büyük partiküllerin girmesini engeller. Her 1000 saat çalışmadan sonra değiştirilmelidir.



Resim 5.2: Hava giriş filtresi ve kapağı



Resim 5.3: Karıştırıcı manifold

5.1.3. Karıştırıcı Manifold

Atmosferden alınan hava ile oksijenin karışımını sağlar. Aynı zamanda emniyet supabı için üzerinde bir çıkış deliği mevcuttur. Böylece aşırı basınç durumunda basınç azalmasına yardımcı olur.

5.1.4. Oksijen Giriş Adaptörü ve Hortumu

Oksijen hortumunun bağlandığı birimdir. Oksijen hortumu vidalı olup bu adaptör üzerine vidalanarak sabitlenir.

5.1.5. Oksijen Regülatörü

Oksijen regülatörü 33 psi (227,46 kPa) çıkış basıncını düzenleyen ünedir. Yüksek akış boyunca 150 L-min STPC'sini sağlamak üzere fabrika tarafından ayarlanmıştır. Eğer arzulanen oksijen basıncından daha yüksek bir basınç uygulanırsa regülatör fazla basıncın normal düzeylere indirilmesini sağlar.



Resim 5.4: Oksijen regülatörü



Resim 5.5: Oksijen regülatörü basınç transduseri

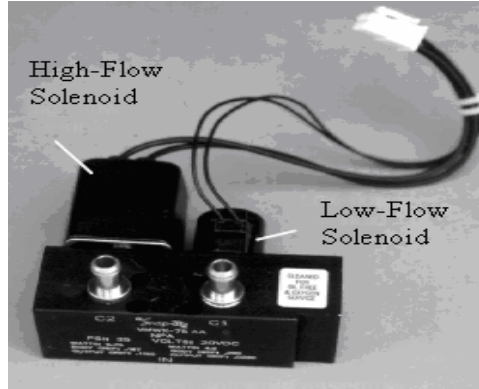
5.1.6. Oksijen Regülatörü Basınç Transduseri

Oksijen basıncını ölçen sensördür. Eğer oksijen basıncında bir azalma meydana gelirse bu sensör tarafından algılanır. Arka arkaya gelen iki oksijen basıncı 100 L/min'in aşağısında olursa alarmı çalıştırır.

5.1.7. Oksijen Solenoid

Solenoid içinde iki adet bobin vardır. Bu bobinler enerjilendiğinde hava kanallarının açılıp kapanmasını sağlar.

Eğer ventilatör, % 21'den daha büyük oksijen konsantrasyonu ulaşırsa solenoid büyük olan kanalı yani high flow kanalını açarak hava akışını sağlar. Eğer konsantrasyon düşük ise low flow kanalını açarak konsantrasyon dengeleme görevini üstlenir.



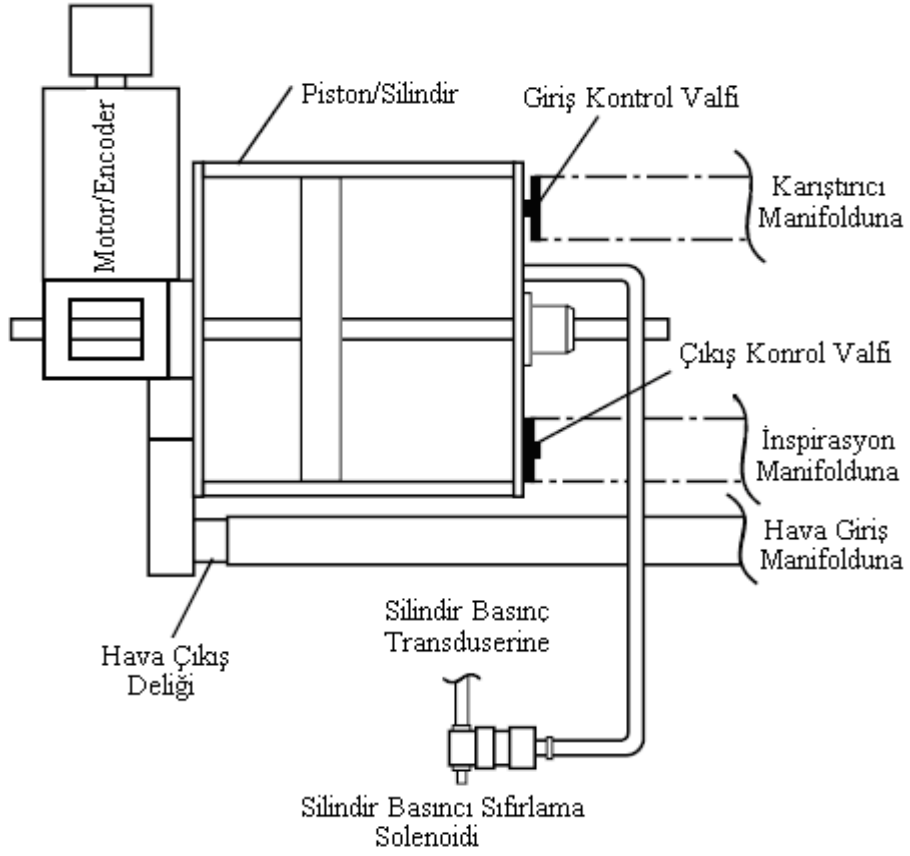
Resim 5.6: Oksijen solenoid

5.1.8. Gaz Giriş Sisteminin Çalışma Prensibi

Piston geri çekme süresi boyunca ortamdaki hava içeri alınmaktadır. Ortamdan alınan havaya belirlenen miktarda oksijen karıştırılması için haricî kaynaktan oksijen uygulanır. Haricî kaynaktan uygulanan basıncın desteklenmesi için oksijen regülatörü devreye girer. Oksijen regülatörüne giren hava, basınç transduseri tarafından elektrik enerjisine dönüştürülerek kontrol amacıyla elektronik birimine gönderilir. Oksijen ve hava karıştırıcı manifold biriminde bir araya gelir. Daha sonra karışım konsantrasyonunun dengelenmesi için solenoid high flow veya low flow kanalını açarak karışımın iletilmesini sağlar. Bu işlemler gerçekleşirken piston ortamdan bir daha hava almak üzere eski konumuna döner.

5.2. Piston/Silindir Sistemi

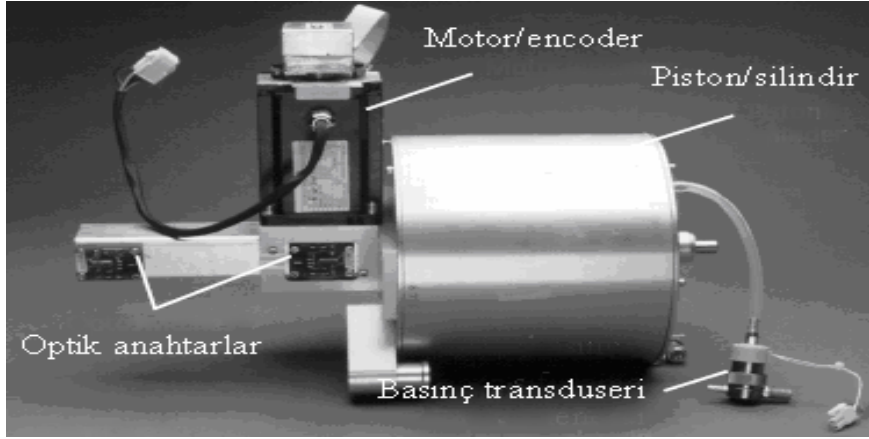
Piston/silindir sistemi, hastanın ihtiyacı olan oksijen ve hava karışımının sağlanması için gereken havanın ortamdan elde edilmesini sağlayan sistemdir. Aşağıda piston/silindir sisteminin genel yapısı görülmektedir.



Şekil 5.3: Piston/silindir sistemi blok diyagramı

Piston/silindir sistemini oluşturan kısımlar:

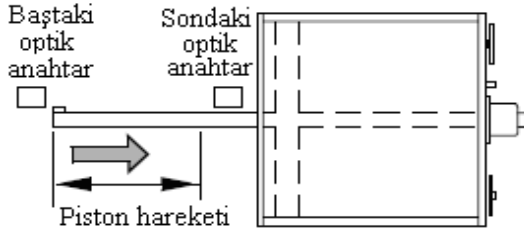
- Optik anahtar (optoswitch)
- Motor encoder (kodlayıcı)
- Motor ve piston dişlileri
- Silindir girişi ve çıkış valfları
- Silindir basıncı transduseri ve sıfırlama solenoidi



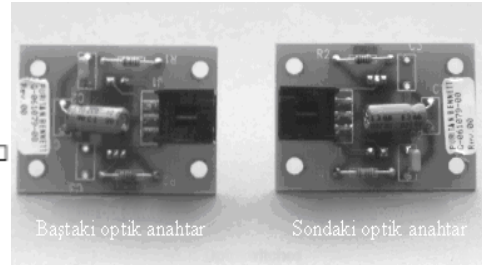
Resim 5.7: Piston/silindir sistemi ve parçaları

5.2.1. Optik Anahtar (Optoswitch)

Optik bir anahtardır. Üzerine düşen ışığı algılayabilir. Piston hareketi esnasında “optoswitch” üzerine düşen ışığın etkisini değiştirebilir. Pistonun hem başına hem de sonuna olmak üzere iki tane yerleştirilmiştir. Piston ilk konumdayken başlangıçta bulunan “optoswitch” üzerine ışık düşmezken sondaki “optoswitch” üzerine ışık düşmektedir. Bu durumu algılayan “optoswitch” elektronik sisteme bilgi göndererek pistonun nasıl bir hareket yapacağına karar verir.



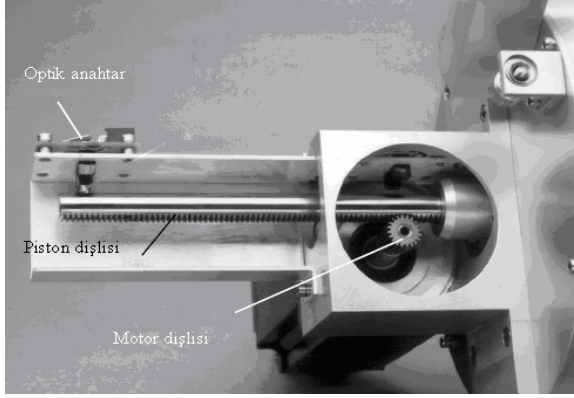
Şekil 5.4: Pistondaki optik anahtar yerleşimi



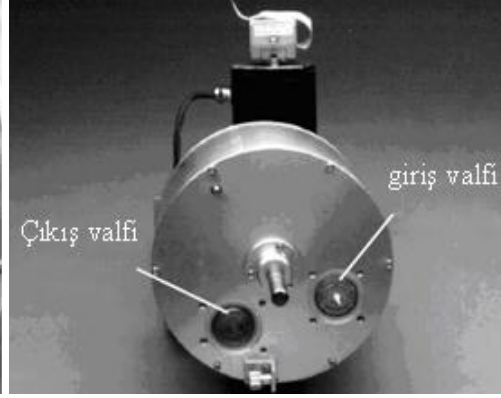
Resim 5.8: Optik anahtarlar

5.2.2. Motor ve Piston Dişlileri

Motor hareketlerinin pistonu aktarılması için hem motor hem de piston üzerinde dişli sisteme ihtiyaç duyulur. Motor dairesel bir dişliye sahipken piston ise düz (kramayer) bir dişli sistemidir. Kramayer dişli, motordan aldığı dairesel hareketleri ileri veya geri hareket biçimine dönüştürür.



Resim 5.9: Motor ve piston dişlileri



Resim 5.10: Silindir giriş ve çıkış valfleri

5.2.3. Motor/Encoder (Kodlayıcı)

Motor, pistonun ileri veya geri hareket etmesini sağlar. Motorun ileri veya geri yöndeki hareketleri elektronik sistemde bulunan motor sürücü devresi tarafından kontrol edilir. Motor encoder (kodlayıcı) devresi ise motorun üst kısmına yerleştirilmiş olup motorun dönüşü esnasında optik bir sistem aracılığıyla motorun yönünü ve devir sayısını algılayarak elektronik sisteme bu verileri gönderir.

5.2.4. Silindir Giriş ve Çıkış Valfleri

Silindirin ucuna yerleştirilmiş tek yönlü hava giriş ve çıkışına izin veren valflerdir. Giriş valfi pistonun geri çekmesi boyunca hava alması için açılır. Bu durumda çıkış valfi kapalıdır. Silindir iyice havayla dolunca havanın dışarı verilebilmesi için çıkış valfi açılır ve hava pistondan dışarı atılır. Bu durum pistonun her hareketinde gerçekleşir.

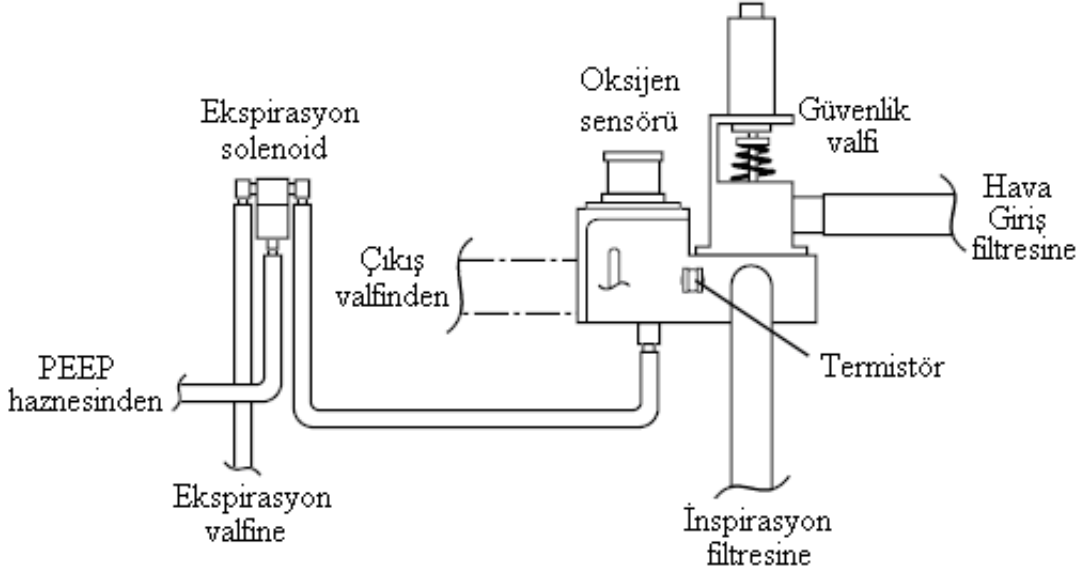
5.2.5. Sistemin Çalışması

Piston üzerindeki iki “optoswitch” (optik anahtar) sayesinde pistonun bulunduğu konum kontrol edilerek elektronik sisteme veriler gönderilir. Elektronik sistem motorun dönüş yönü için gerekli bildirim motoru gönderir.

Motor dişli sistemler aracılığıyla hareketini pistonu aktarır. Piston ilk anda, dışarıdan hava almak için geri çekilirken silindir giriş valfi açılır. Bu esnada çıkış valfi kapalı durumdadır. Silindir içindeki basınç, transduser tarafından sürekli incelenirken motor devri ve hareketleri de “encoder” (kodlayıcı) tarafından incelenmektedir. Pistonun geri çekildiğini algılayan optik anahtar, tekrar dışarıdan hava alınabilmesi için pistonun ileriye doğru itilmesi gerektiğini elektronik birime bildirir. Pistonun ileri hareketiyle silindir çıkış valfi açılır ve hava inspirasyon manifolduna uygulanır.

5.3. İspirasyon Manifold Sistemi

İspirasyon manifold sistemi, piston/silindir sisteminden sonraki birimdir. Piston /silindir sisteminden gelen hava+O₂ karışımı ispirasyon manifold sistemine iletilir. Kısacası bu sistem piston ve hasta arasındaki aracı bir birimdir.



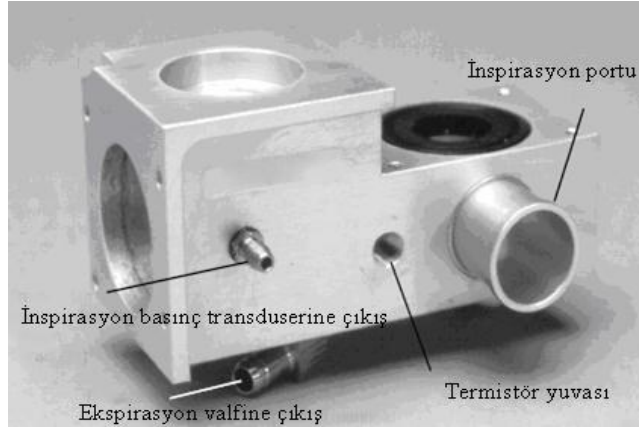
Şekil 5.5: İspirasyon manifold sistemi

İspirasyon manifold sistemini oluşturan parçalar:

- İspirasyon manifoldu
- Oksijen sensörü
- İspirasyon manifold termistörü
- İspirasyon basınç transduseri
- Ekspirasyon (PEEP/CPAP) solenoid
- Güvenlik valfi

5.3.1. İspirasyon Manifoldu

Piston çıkış valfinden gelen havayı içine alarak bir boru vasıtasıyla vantilatör çıkışını sağlar. Vantilatör çıkışı hasta soluk sistemine uygulanmaktadır. Oksijen sensörü, basınç transduseri, termistör ve güvenlik valfi manifold üzerine sabitlenmiştir.



Resim 5.11: İspirasyon manifoldu

5.3.2. Oksijen Sensörü

Silindirden iletilen oksijenin % oranını ölçen sensördür. İletilen gazda oksijenin kısmi basıncına orantılı olarak voltaj üretir. Sensör \pm % 3 algılama hassasiyetindedir. Oksijen sensöründen elde edilen değerler elektronik sistem tarafından yorumlanarak bir tehlike durumunda % O₂ olarak kullanıcı ekranında değer olarak gösterilmesini sağlar.



Resim 5.12: Oksijen sensörü ve adaptörü

5.3.3. İspirasyon Manifold Termistörü

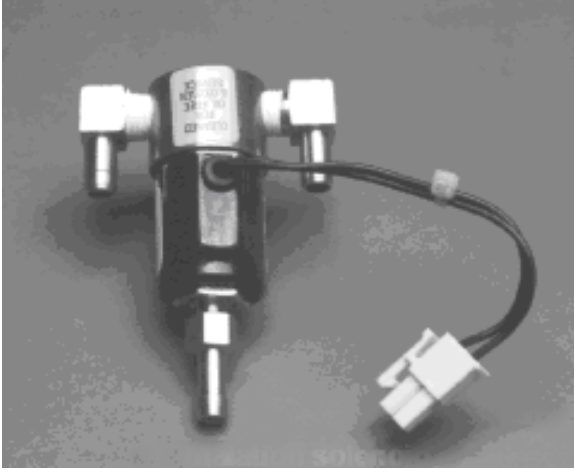
İspirasyon gazının ısısını ölçerek bu veriyi elektronik sisteme bildirir. Bu veri, nefes dağıtımı hesaplarında ve oksijen yüzdeliği düzeltilmesi kullanılır.



Resim 5.13: Manifold termistörü

5.3.4. Ekspirasyon (PEEP/CPAP) Solenoid

Üç girişi olan bir valftir. Bu solenoid, ekspirasyon boyunca açık kalmaktadır. PEEP pompasından elde edilen hava ile inspirasyon manifoldundan gelen hava akışlarından birinin seçilmesi için ekspirasyon basıncını pilot basınç olarak kullanır.



Resim 5.14: Ekspirasyon solenoid



Resim 5.15: Güvenlik valfi

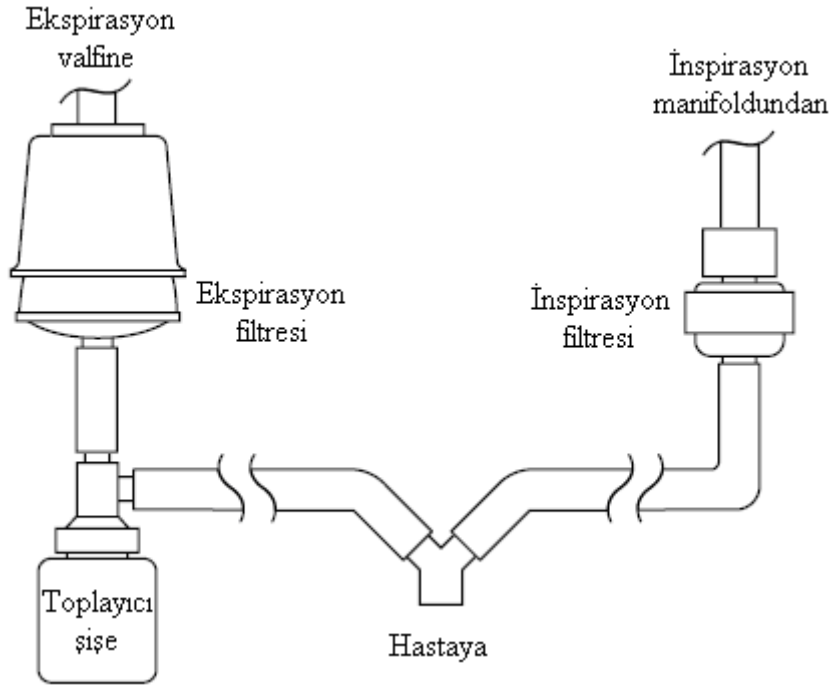
5.3.5. Güvenlik Valfi

Aşırı basıncı yok etmek için kullanılan emniyet supabıdır. Bu supap elektronik sistemin kontrolü altındadır. Emniyet supabı, elektrik enerjisi verilerek çalışabilen bir solenoid düzeneğini içerir. Aşırı basınç altında elektronik sistemden gelen emirle solenoid enerjilenerek supabı açar. Ventilatorün çalışabilmesi için solenoid enerjilenmemiş olmalıdır.

5.4. Hasta Soluk Sistemi

Ventilatörün hava çıkışı ile hastayı birbirine bağlayan sistemlerden oluşur. Aynı zamanda hastanın verdiği nefesi ventilatöre bağlar. Çünkü hastanın soluk vermesi, ventilatörün hem çalışma biçimini belirlemesi hem de gerekli tehlike işaretlerinin verilebilmesi için önemli olan bir veridir. Hasta soluk sistemi aşağıdaki kısımlardan oluşmaktadır.

- Ana akış (inspirasyon) filtresi
- Ventilatör solunum devresi
- Toplayıcı şişe filtresi
- Nemlendirici ünite
- Çıkış (ekspirasyon) filtresi



Şekil 5.6: Hasta soluk sistemi

5.4.1. Ana Akış Filtresi

Dış ortamdan karışabilecek partiküllere karşı hastayı ve ventilatör sistemini korur. 0,3 mm'den daha büyük olan tanecikler bu filtre tarafından engellenir.



Resim 5.16: Ana akış filtresi



Resim 5.18: Toplayıcı şişesi

5.4.2. Toplayıcı Şişe Filtresi

Hastanın ekspirasyon süresince filtrede oluşan nemin toplandığı şişedir.

5.4.3. Ventilatör Solunum Devresi

Ventilatör ve hasta arasında gaz akışını sağlayan hortumu ihtiva eder. İspirasyon sırasında hastaya hava verirken hastanın solunum esnasında boşalttığı hava ekspirasyon hortumundan iletilir.



Resim 5.17: Solunum devresi

5.4.4. Nemlendirici Ünite

Hastaya verilen havanın nemlendirilmesini sağlayan birimdir.



Resim 5.19: Nemlendirici ünite



Resim 5.20: Çıkış filtresi

5.4.5. Çıkış Filtresi

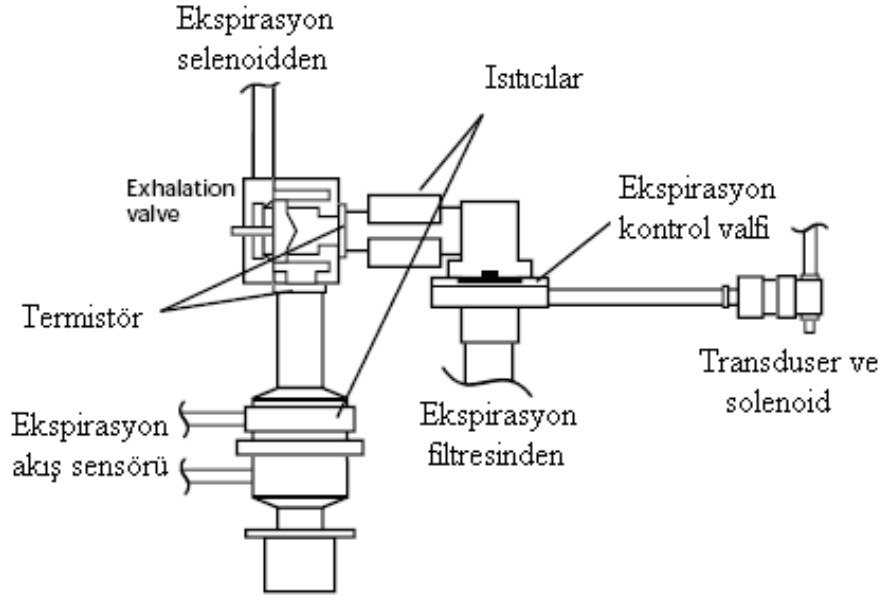
Ekspirasyon esnasında hasta tarafından sisteme karışacak olan taneciklerin engellemesini sağlar.

5.5. Ekspirasyon Sistemi

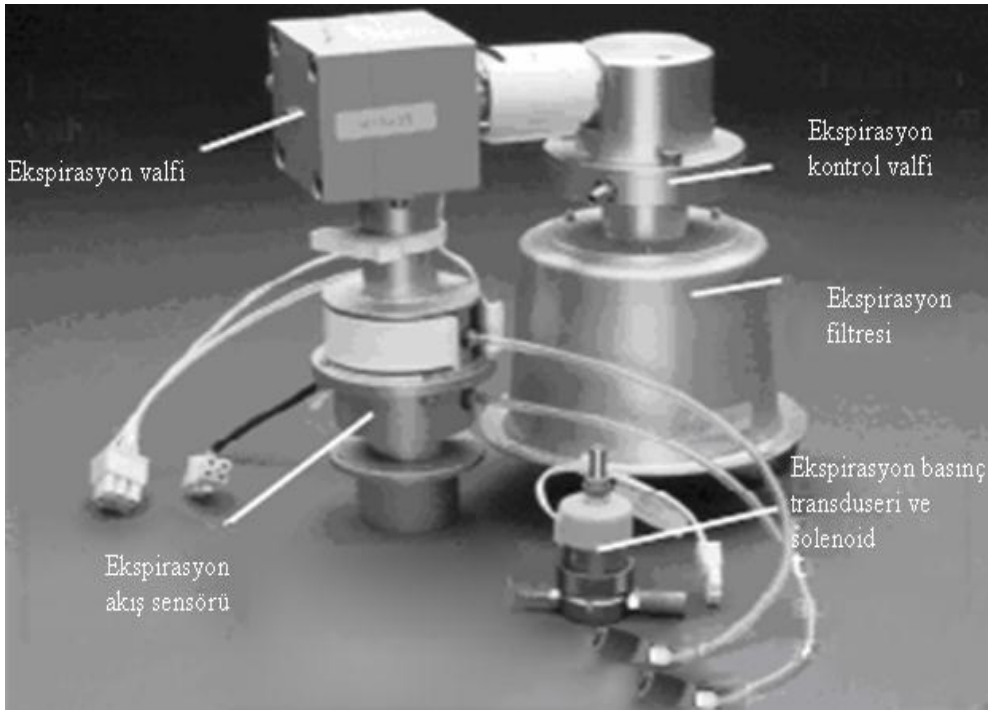
Bu sistem hastanın soluk sisteminden ventilatöre giriş bölümüne kadar olan bölümü içermektedir. Ekspirasyon sistemi aşağıdaki parçalardan oluşmaktadır.

- Ekspirasyon kontrol valfi
- Ekspirasyon basınç transduseri ve sıfırlama solenoidi
- Ekspirasyon ısıtıcısı
- Ekspirasyon valfi

- Ekspirasyon akış sensörü



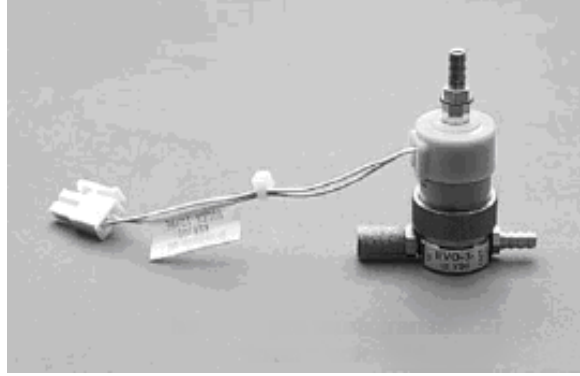
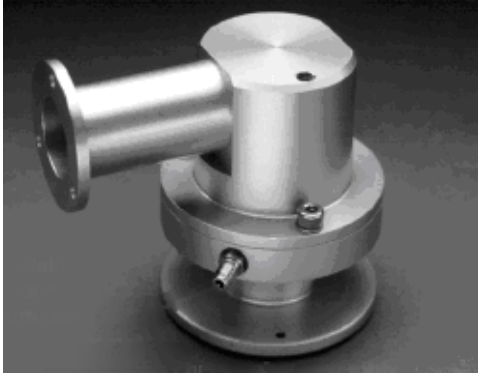
Şekil 5.7: Ekspirasyon sistemi blok diyagramı



Resim 5.21: Ekspirasyon sistemi

5.5.1. Ekspirasyon Kontrol Valfi

Hasta solunum esnasında dışarı nefesini verirken verilen nefesin basıncıyla bu valf açılır. Valf tek yönlü olup hasta inspirasyon durumuna geçince bu valf kapanır.



Resim 5.22: Ekspirasyon kontrol valfi

Resim 5.23: Basınc transduseri ve solenoid

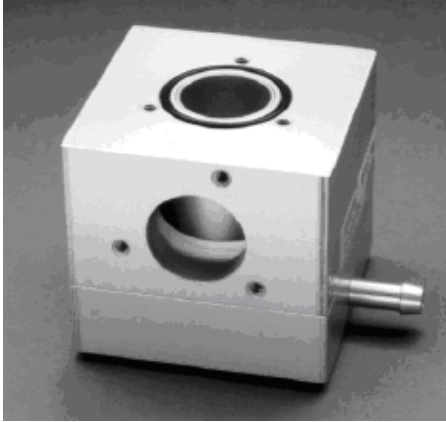
5.5.2. Ekspirasyon Basınc Transduseri ve Sıfırlama Solenoidi

Transduser ekspirasyon basıncını ölçerek elektriksel verilere dönüştürür. Bu veriler elektronik sisteme gönderilir. Üzerinde bulunan solenoid daha kararlı çalışması amacıyla her 10 dakikada bir açılacak ve bir saatin sonunda da her saat başı açılarak basıncı sıfırlayacaktır.

5.5.3. Ekspirasyon Isıtıcısı

Hastanın nefes vermesi sırasında borular etrafında oluşacak buğulanmanın önüne geçebilmek için 10 vat değerinde borunun her iki tarafına monte edilmiş olan ısıtıcılardır.

5.5.4. Ekspirasyon Valfi



Resim 5.24: Ekspirasyon valfi



Resim 5.25: Ekspirasyon akış sensörü

Bu valf hava basıncı ile harekete geçer. Hastanın nefes verme esnasında atmosfere hava verilmesini engeller. Bu işlemi yapabilmesi için ekspirasyon solenoid belli bir değere ayarlanabilir. Hasta ekspirasyon basıncı bu değeri geçmezse valf açılmayacaktır. Örneğin, PEEP 10 cm H₂O değerine ayarlanmış ise hastanın verdiği soluk basıncı 14 H₂O değerine ulaşınca valf atmosfere açılacaktır.

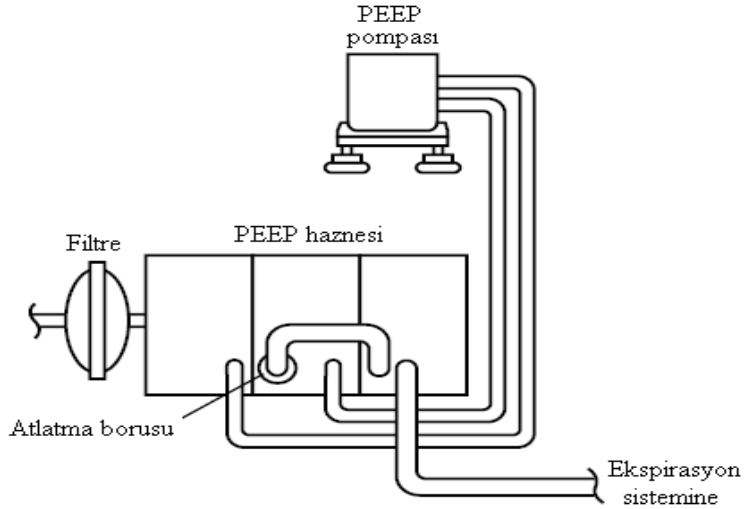
5.5.5. Ekspirasyon Akış Sensörü

Hastanın soluk vermesi esnasında hasta soluğunun akışını kontrol eden sensördür. Üzerinde bulunan basınç hortumlarıyla diferansiyel basıncı, PCB üzerinde bulunan transdusere bağlar.

5.6. PEEP/CPAP Sistem

Bu sistemin görevi, PEEP ve CPAP modundaki solunumu sağlamaktır. Sistemi oluşturan parçalar aşağıdaki gibidir:

- Filtre
- Peep haznesi
- Peep pompası



Şekil 5.8: PEEP/CPAP sistemi blok diyagramı

5.6.1 Filtre

Peep pompası tarafından gönderilen hava içindeki 0,3 mm'den daha büyük olabilecek partiküllerin önlenmesini sağlar.

5.6.2. Peep Haznesi

Üç bölmesi vardır. Hava birinci bölmeye PEEP pompası tarafından uygulanır. Bu bölme pompa gürültüsünü azaltır. Birinci bölmeden zorlanan hava ikinci bölmeye geçer. Bu bölme basınçta olan dalgalanmaları azaltan bölmedir. Arzu edilen PEEP/CPAP pilot

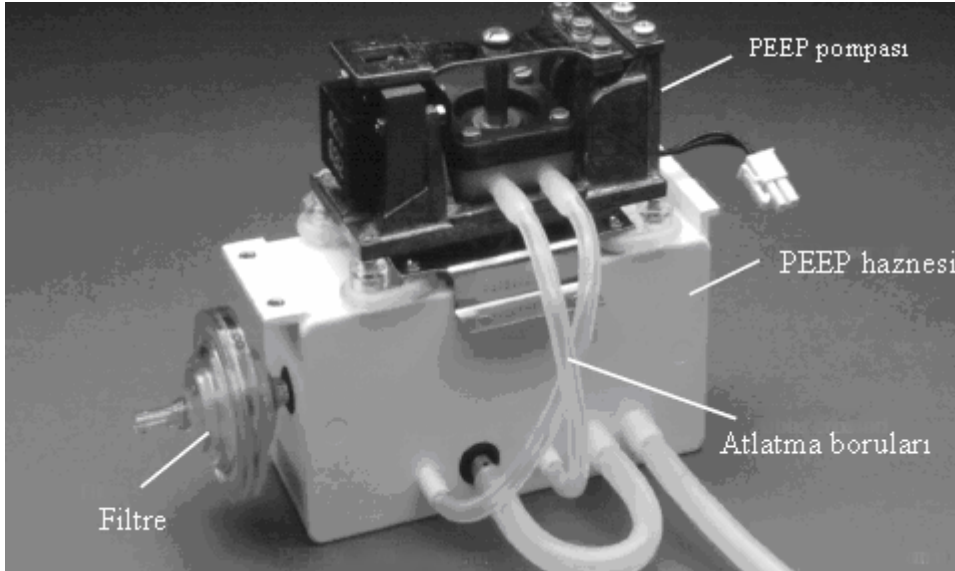
basıncını sağlamak için ikinci bölmeden üçüncü bölmeye bir boru atlatılmıştır. Bu boru vasıtası ile hava üçüncü bölmede toplanarak bir pilot basıncını oluşturur.

5.6.3. Peep pompası

Bir vibrating armatür pompadır. Motor piston sistemi yerine bir bobinin manyetik alan oluşturmasıyla ileri geri gidebilen bir sistem sayesinde hava basıncını sağlar. PEEP/CPAP pilot basıncını üreterek PEEP haznesine iletir. Pompanın kontrolü, darbe genişlik modülasyonu bir sürücü tarafından gerçekleştirilir.

5.6.4. Sistemin Çalışması

Eğer PEEP modu seçilirse pompa, hazneye filtreden geçerek ilerleyecek ve hava sıkışacaktır. Sıkışan bu hava haznenin başka bir odasına çekilecektir. Bu hava arzu edilen PEEP/CPAP basıncına ulaşabilmesi için bir by-pas borusuyla üçüncü hazneye girecektir. Böyle bir sistemin uygulanması PEEP pompası tarafından gönderilen düzensiz basınçları engelleyecektir. Ekspirasyon süresince ekspirasyon solenoidi enerjilenmemiş olup havanın geçmesine izin verir. İnspirasyon süresince pompa aktif hâlde değildir. Ekspirasyon basınç transduseri, geri beslemeyle seçilmiş değerlere uygun olarak PEEP/CPAP sürdüren ventilatöre yardım eder.



Resim 5.26: PEEP sistemini oluşturan parçalar

UYGULAMA FAALİYETİ

Ventilasyon istasyonuna ait pnomatik birim arızalarını gideriniz.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Ventilatörün enerjisini kesiniz.➤ Ventilatör kapağını açınız.➤ Ventilatöre giren oksijen kaynağı bağlantısını sökünüz.➤ Pnomatik sistemi elektronik sisteme bağlayan kabloları tespit ediniz.➤ Elektronik birimi barındıran anakartı tespit ediniz.➤ Sensörlerin ve transduserlerin bağlı oldukları yerleri tespit ediniz.➤ Silindir/piston sisteminin yerini tespit ediniz.➤ Pistona hareket veren motorun dişli sistemini inceleyiniz.➤ Optik anahtarların yerlerini tespit ediniz.➤ Ventilatörden hastaya hava çıkışı sağlayan sistemi kontrol ediniz.➤ Oksijen regülatörünün yerini tespit ediniz.➤ PEEP sisteminin ventilatördeki yerini bulunuz.➤ Kontrol ve görüntüleme birimine giden kabloları bulunuz.➤ Kontrol ve görüntüleme sistemine ait elektronik kartı bulunuz.➤ Güç ünitesinin yerini ve bağlantılarını kontrol ediniz.➤ Ventilatörün kapağını kapayınız.➤ Ventilatöre enerji vererek çalışmasını sağlayınız.➤	<ul style="list-style-type: none">➤ Cihazın enerjisinin kesilmiş olduğuna dikkat ediniz.➤ Çalışma ortamının temiz olmasına dikkat ediniz.➤ Oksijen tüpünün kapalı olmasına dikkat ediniz.➤ Sökülen parçaların kaybolmasını önlemek için bir kap temin ediniz.➤➤ Çalışma sırasında parçaları zorlayarak çıkarmamaya özen gösteriniz.➤ Ventilatör sistem parçalarının yerlerini tespit ederken cihaza ait teknik dokümanları yanınızda bulundurunuz.➤ İncelemeler esnasında asla şebeke gerilimi vermeyiniz.➤ Kapağın açılması esnasında vidaları ve kapağı zorlamayınız.➤ İnceleme yaparken herhangi bir kabloyu sökmeyiniz.➤ Kapağı geri kapatırken uygun vidaları uygun yerlere takınız.➤

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Gerekli el ve güç aletlerini temin edebildiniz mi?		
2. Çalışma alanını hazırlayabildiniz mi?		
3. Cihazın enerjisini kestiniz mi?		
4. Ventilatör kapağını sökebildiniz mi?		
5. Pnömatik sisteme ait parçaların yerlerini tespit edebildiniz mi?		
6. Pnömatik sistemin elektronik sistemle bağlantılarını tespit edebildiniz mi?		
7. Cihazın kapağını kapayıp eski hâline getirebildiniz mi?		
8. Cihazı tekrar çalıştırabildiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “**Hayır**” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “**Evet**” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Aşağıdakilerden hangisi gaz giriş sisteminin parçalarından değildir?
A) Hava giriş filtresi
B) Oksijen regülatörü
C) Karıştırıcı manifold
D) PEEP pompası
2. Aşağıdakilerden hangisi piston silindir sistemine ait bir parçadır?
A) Oksijen sensörü
B) Optoswitch
C) Ekspirasyon solenoidi
D) Karıştırıcı manifold
3. Aşağıdakilerden hangisi oksijen solenoidinin görevidir?
A) Oksijen + hava karışımını sağlamak
B) Piston hareketlerini kontrol etmek
C) Oksijen konsantrasyonunu düzenlemek
D) Hava basıncını ayarlamak
4. Ventilatörde ısıtıcı ünitenin bulunduğu sistem aşağıdakilerden hangisidir?
A) İspirasyon manifoldu
B) Piston /silindir sistemi
C) Ekspirasyon sistemi
D) Gaz giriş sistemi
5. Güvenlik valfi hangi sistem üzerindedir?
A) İspirasyon manifoldu
B) PEEP sistem
C) Ekspirasyon sistemi
D) Piston /silindir sistemi
6. Sadece hastanın soluk vermesi esnasında açılan valf aşağıdakilerden hangisidir?
A) Giriş valfi
B) Emniyet valfi
C) Ekspirasyon kontrol valfi
D) Oksijen solenoid
7. Aşağıdakilerden hangisi ekspirasyon akış sensörünün görevidir?
A) Hastanın soluk vermesi esnasında akış hızını kontrol etmek
B) Oksijen basıncını kontrol etmek
C) Hava giriş basıncını tespit etmek
D) Silindir basıncını kontrol etmek

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

8. () İspirasyon manifold termistörü ispirasyon gazının basıncını ölçer.
9. () İspirasyon manifoldu piston çıkış valfinden gelen havayı içine alarak bir boru vasıtasıyla vantilatör çıkışını sağlar.
10. () Ekspirasyon filtresi hastadan sisteme karışacak olan maddeleri engeller.
11. () Güvenlik valfi sadece basınç yüksek olduğu durumlarda açılır.
12. () Karıştırıcı manifold atmosferden alınan hava ile oksijenin ayrışmasını sağlar.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-6

AMAÇ

Ventilatör cihazlarındaki elektronik sistem parçalarının görevlerini öğrenecek, pnömatik sistemle olan ilişkisini kavrayacak ve arızalarını giderebileceksiniz.

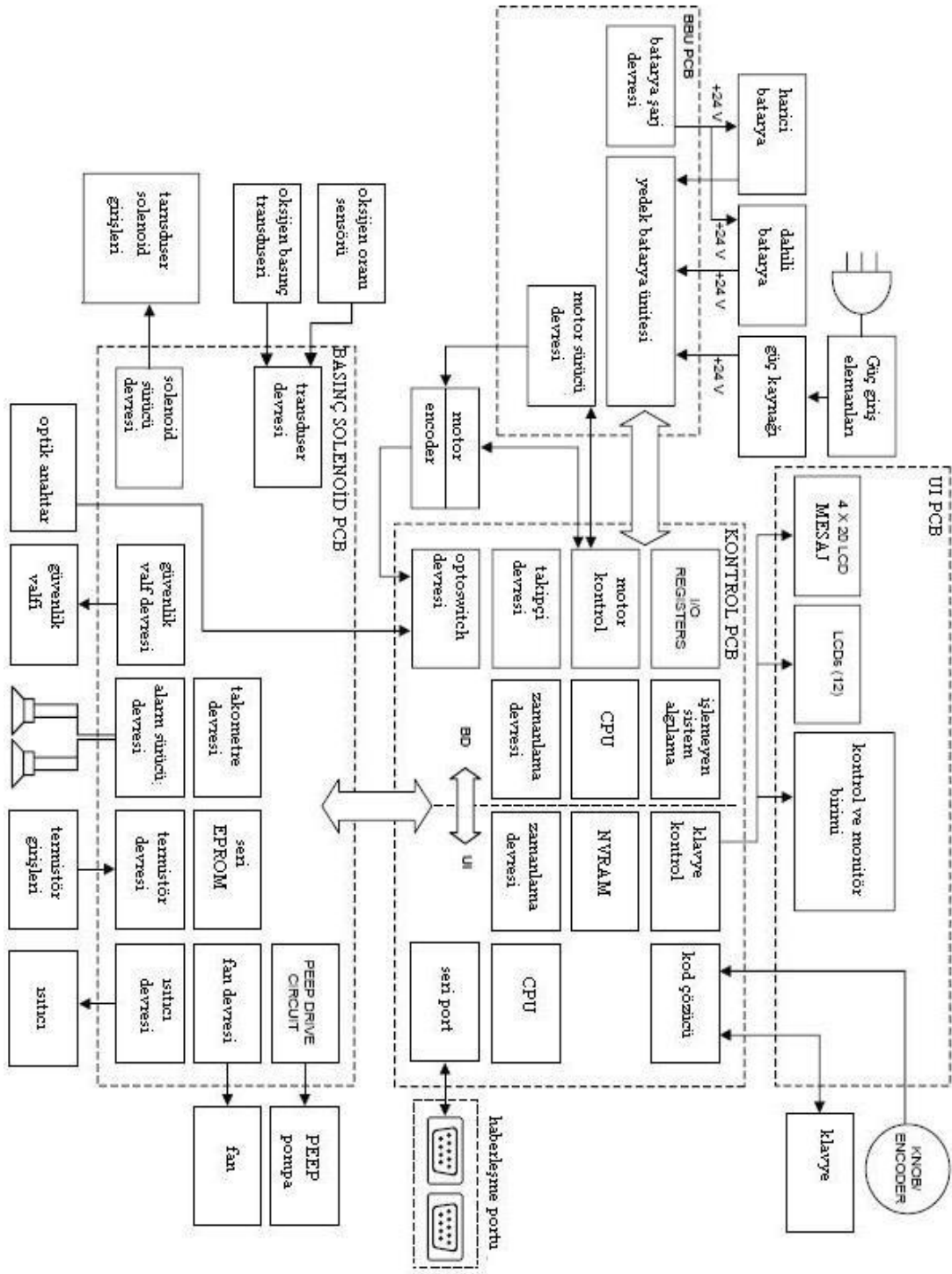
ARAŞTIRMA

- Mikrodenetleyicili sistemlerin kullanım alanlarını ve mikrodenetleyici çeşitlerini araştırınız.
- Örnek bir motor sürücü devresini inceleyiniz.
- Bilgisayarlarda kullanılan bellek türleri hakkında bilgi ediniz.
- Güç kaynakları ve çeşitleri hakkında araştırma yapınız.

6. ELEKTRONİK BİRİM

Elektronik birim, ventilatörün çalışabilmesi için gereken enerjiyi sağlamakla beraber, pnömatik sistemden gelen verileri değerlendirir ve bu verilerin kontrol ve görüntüleme birimine aktarılmasını sağlar. Aynı zamanda alarm ünitesini de yönetir. Elektronik birim aşağıdaki parçalardan meydana gelmektedir.

- Güç ünitesi ve bataryalar
- Motor sürücü devresi
- Basınç solenoid PCB (elektronik kart)
- Kontrol PCB

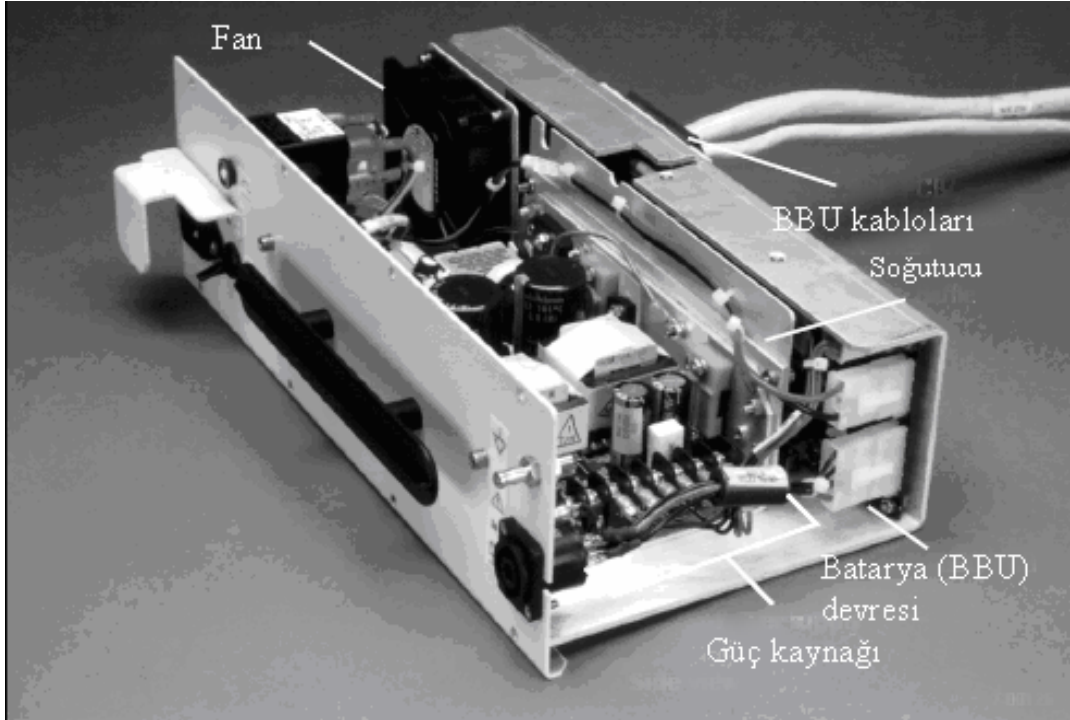


Şekil 6.1: Elektronik sistem blok diyagramı

6.1. Güç Ünitesi

Elektronik ve pnomatik sistemin çalışabilmesi için elektrik enerjisini sağlar. Güç ünitesine ait bileşenler aşağıda verilmiştir:

- Güç kablosu
- Hat filtresi
- Devre kesici anahtar
- Güç anahtarı
- Güç kaynağı
- Batarya devresi
- Dâhilî batarya
- Haricî batarya



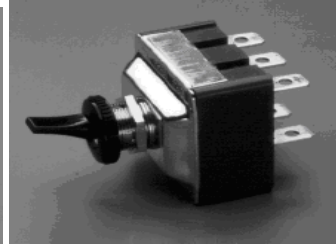
Resim 6.1: Güç ünitesi

6.1.1. Güç Kablosu

Ventilatör güç ünitesine, şehir şebeke gerilimi verebilmek için kullanılan toprak hatlı kablodur. Soketli giriş sistemine sahiptir.

6.1.2. Hat Filtresi

Güç kablosunun bağlanabileceği bir soketi içerir. Aynı zamanda şehir şebekesinden gelen parazitleri önleme görevini üstlenir.



Resim 6.2: Hat filtresi Resim 6.3: Devre kesici anahtar Resim 6.4: Güç anahtarı

6.1.3. Devre Kesici Anahtar

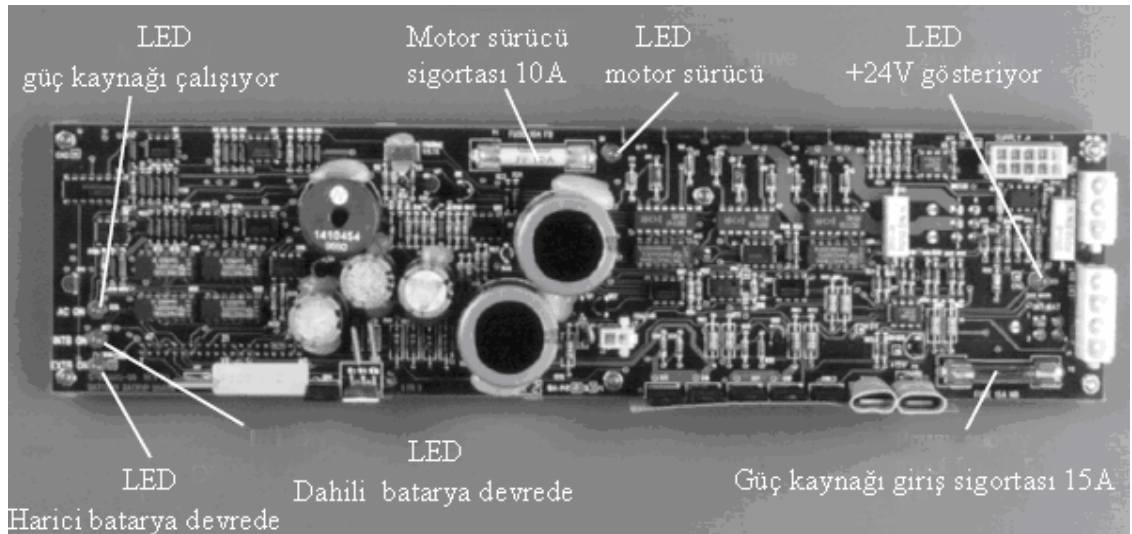
Bir sigorta gibi görev üstlenir. Sistemin korunmasında yardımcı olur. Ne zaman akım 4A değerini geçerse bu anahtar kontaklarını açarak iletimi keser. Güvenli olabilmesi için anahtar iki kutuba sahip olup hem faz hem de nötr bağlantısını kesebilmektedir.

6.1.4. Güç Anahtarı

250V ve 5A kullanım alanına sahiptir. Sistemin çalışıp çalışmadığı bu anahtarla kontrol edilebilir. Ventilatördeki bütün sistemler bu anahtara bağlıdır.

6.1.5. Batarya devresi

Bu devre dâhilî veya haricî bataryaların hangi durumlarda ventilatöre 24 voltluk bir gerilimin verilebileceğini belirler yani bataryaların işleme konulmasını kontrol eden devredir. Batarya gerilimi 21 volt değerinin aşağısına düştüğü anda bataryaları kontrol etmesine rağmen bataryadan besleme geriliminin verilmesini engeller. Bu devre ventilatörün şebeke geriliminden beslenmesine öncelik verir. Şebeke gerilimi olmadığı zaman dâhilî veya haricî bataryaların devreye girmesini sağlar.



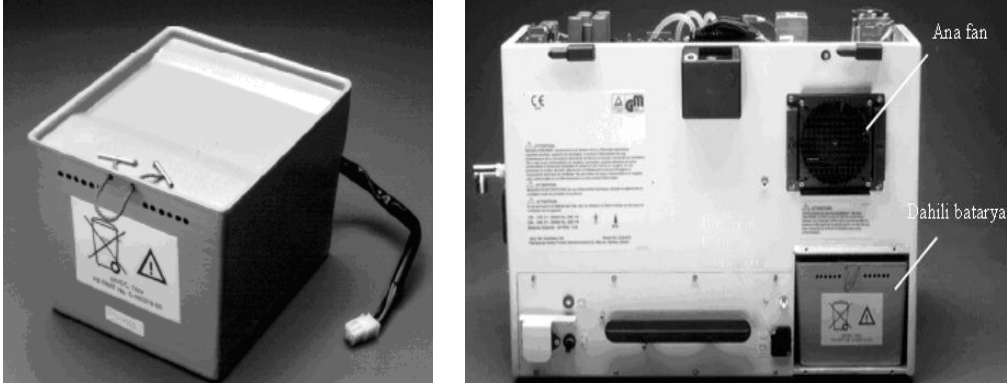
Resim 6.5: Batarya (BBU) devresi

6.1.6. Güç Kaynağı

24 volt değerinde DC sabit gerilimin elde edilmesini sağlar. 110-230 volt 65 Hz giriş gerilimlerini kabul eder. Aşırı akım çekmeye, kısa devreye ve aşırı ısınmaya karşı koruması mevcuttur.

6.1.7. Dâhilî Batarya

Kurşun asit tipte olup 21-26 volt arasındaki gerilim değerlerini sağladığı müddetçe ventilatörü çalıştırabilir. Eğer 21 volt değerinin aşağısına düşmüşse ya da şehir şebekesi devrede iken batarya devre dışıdır. Bataryanın ventilatörü besleyebilme süresi nominal değerler seçildiğinde 2,5 saattir (tidal volume 0.6 L, respiratory rate 15 breaths/min, PEEP/CPAP 5 cmH₂O, peak flow 60 L/min, plateau 0 s; average peak pressure 30 cmH₂O, average mean pressure 8 cmH₂O). Bataryalar her iki yılda bir değiştirilmelidir.

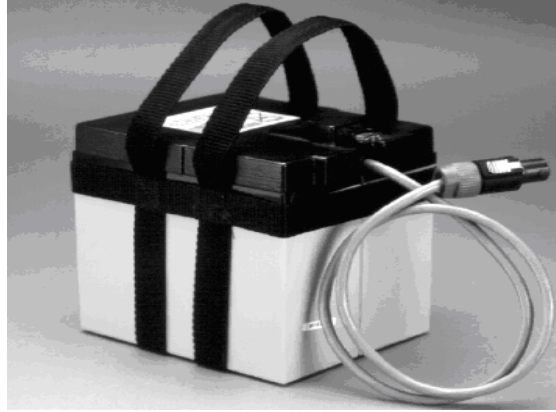


Resim 6.6: Dâhilî batarya ve ventilatördeki konumu

6.1.8. Haricî Batarya

Haricî batarya isteğe bağlı olarak kullanılabilir. Şehir şebekesinin olmadığı durumlarda üzerinde bulunan inverter aracılığıyla sisteme AC akımın yerini tutabilecek bir akımı sağlayabilir. Ventilatörün çalışması için gereken voltaj sınırı 21–26 volt düzeyinde olup haricî bataryadan elde edilen AC gerilim gerekli üniteler aracılığıyla ventilatörün ihtiyacı olan gerilim seviyelerine uygunlaştırılır.

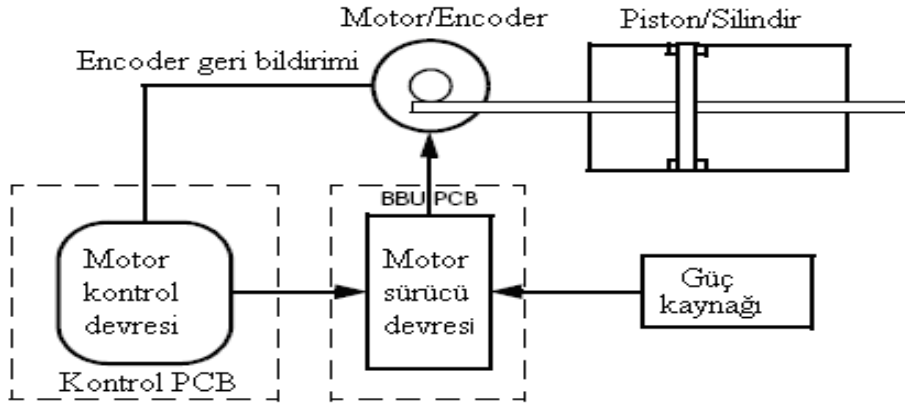
Haricî batarya üzerinde güvenlik amacıyla bir sigorta bulunmaktadır. Normal şartlar altında (tidal volume 0.6 L, respiratory rate 15 breaths/min, PEEP/CPAP 5 cmH₂O, peak flow 60 L/min, plateau 0 s; average peak pressure 30 cmH₂O, average mean pressure 8 cmH₂O olduğu zaman) bataryanın sistemi besleme süresi 7 saattir. Bataryanın her iki yılda bir yenisiyle değişmesi gerekir. Haricî batarya ventilatörün bağlı olduğu taşıma sisteminde kendisine ayrılmış olan bir raf üzerinde bulunur.



Resim 6.7: Haricî batarya

6.2. Motor Sürücü Devresi

Motor, kontrolör PCB'nin BD (nefes dağıtım) bölümü tarafından kontrol edilir. Motor kodlayıcı, motorun devir sayısını ve dönüş yönünü sürekli olarak denetler. Motor kontrol devresi aynı zamanda sürücü devreyi de kodlayıcıdan alınan verilere göre kontrol eder. Motor sürücü devresi güç kaynağından aldığı enerji ve kontrol devresinden aldığı verilerle motorun hareketini sağlar. Motorun tur sayısına göre pistonun verebileceği bir hacim sabiti vardır. Bu bakımdan motorun kontrolü çok önemlidir.



Şekil 6.2: Motor sürücü ve kontrol devresi

6.3. Basınç Solenoid PCB (Kartı)

Ventilatördeki pnomatik sisteme ait bütün parametrelerin değerlendirilip kontrol edildiği birimdir. Aşağıdaki bileşenlere sahiptir.

- Basınç transduser arabirimi
- Solenoid sürücü devresi
- Sesli alarm sürücü devresi
- PEEP sürücü devresi
- Termistör/ arabirim devresi

- Güvenlik valfi devresi
- Fan devresi
- Isıtıcı devresi
- Takometre devresi

6.3.1. Basınç Transduser Arabirimi

Solunum boyunca elde edilen bütün basınç değerlerini inceleyen devredir. Bu basınçlar:

- İnspirasyon/atmosferik basınç
- Ekspirasyon basıncı
- Silindir basıncı

6.3.2. Solenoid Sürücü Devresi

Ventilatör içindeki solenoid valflerin devreye girip veya girmediğini belirleyen birimdir.

6.3.3. Sesli Alarm Sürücü Devresi

Sesli olarak uyarı yapabilen alarm devresini süren devredir. Eğer ana alarm işareti çalışmaz ise ikinci bir buzzer (piezo) çalıştırabilir.

6.3.4. PEEP Sürücü Devresi

PEEP pompasının çalışabilmesi için gerekli olan dalga genişlik modüleli sinyallerin çıkışını süren devredir.

6.3.5. Termistör/ Arabirim Devresi

PCB üzerine monte edilmiş olan transduserden ve termistörden oluşan devredir. İnspirasyon, ekspirasyon basınç transduseri ve sıcaklık algılayıcı bu devre üzerinde bulunur.

6.3.6. Güvenlik Valfi Devresi

Hastaya ait ekspirasyon basıncı, 115 cmH₂O değerini geçerse güvenlik valfinin atmosfere açılması gerekmektedir. Bu valfin açılabilmesi yazılımla belirlenmiş bir kontrolör tarafından idare edilir. Yazılım olarak normal değer 92 cmH₂O olarak belirlenmiştir.

6.3.7. Fan Devresi

Fanın devrede olup olmadığını saptayan devredir. Fan, ventilatör çalışırken devrede olmalıdır.

6.3.8. Isıtıcı Devresi

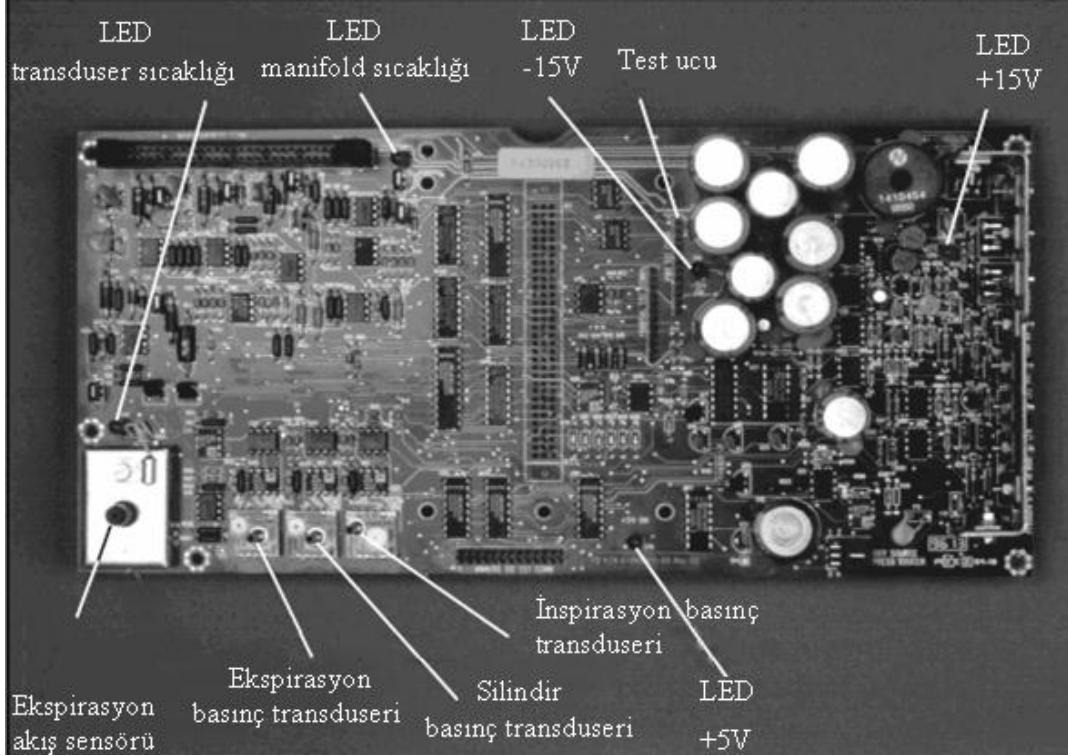
Ekspirasyon ısıtıcılarını kontrol eden devredir. Isıtıcıların çalışma sıcaklığı 50°C olmalıdır. Bu devre ısıtıcı sıcaklıklarının kontrol edilmesi sırasında geri bildirim de sağlar.

6.3.9. Takometre Devresi

Pistonun hareket hızını ölçen devredir.

6.3.10. PCB Üzerindeki LED'ler ve Görevleri

- Devre voltajını gösteren LED, +5V, +15V,-15V değerlerini gösterir.
- Ekspirasyon ısıtıcısının değerinin değişimini gösteren LED yanıp söner.
- Akış sensöründeki aşırı değişimlerde LED yanıp söner.



Şekil 6.8: Basınç solenoid PCB

6.4. Kontrol PCB

Denetleyici PCB'nin iki bölümü vardır. Bunlar, nefes dağıtımı (BD) ve kontrol görüntüleme sistemi (UI) dir. Bu bölümler, fiziksel olarak ayrılmıştır ve her bir bölüm PCB'nin bir yarısında bulunmaktadır. Her bir bölüm, kendi mikro işlemcisi ve haricî belleği içermektedir.

BD bölüm, hastaya hava sağlayan elektronik ve pnömatik sistem bileşenleri kontrol eder. UI bölümü klavye aracılığıyla operatörden alınan emirleri, knob ve displayi tercüme eder. Bunun yanında BD birimini izler. Her iki bölüm, birbirleriyle devamlı olarak haberleşmektedir.

6.4.1. BD (Nefes Dağıtım) Ünitesi

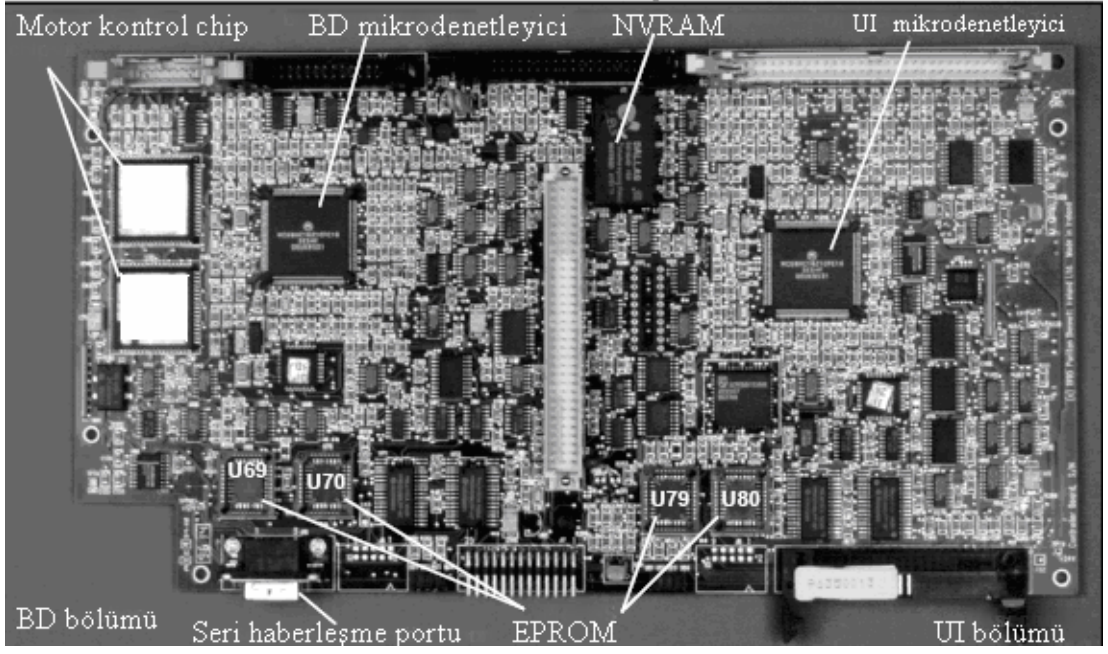
Kontrol PCB biriminin pnömatik sisteme ait kontrollerin yapıldığı bölümdür. Bu sistem aşağıdaki birimlerden meydana gelmektedir.

- **İşlemci bölümü:** 16 MHz'da çalışan microcontrollerleri içerir. Microcontroller chip, bir mikro işlemci, clock sinyali üretici, bellek, bir I/O arayüz ve A/D converteri içerir. **EPROM, 512 KB'lık toplama ve BD bölümü için gerekli veriyi barındırır.** Anl RAM 64 KB olup devam eden hesaplar için veri deposu olarak kullanılır.
- **Motor kontrol devresi:** Motor milinin pozisyonunu izleyen özel amaçlı bir çip setidir. PCB üzerinde yer alır.
- **I/O Register:** Solenoid, optoswitches ve işitilebilir alarm işaretlerinin izlenmesine ve kontrolüne izin verir.
- **Ventilatör alarm işaretleri devresi:** Güvenlik valfinin açılması esnasında ve çalışması sırasında uygun olmayan durumları haber veren, görsel ve işitsel alarm sinyallerini üreten devredir.
- **Haricî takipçi devresi:** İşlemcinin güvenli çalışabilmesi için işlemciyi takip eden ünitedir.

6.4.2. UI (Kontrol ve Görüntü sistemi) Ünitesi

Kullanıcının yaptığı kalibrasyonların ve kullanıcıya ait görsel verilerin işlendiği kontrol ünitesidir. Aşağıdaki birimlerden meydana gelmiştir.

- **İşlemci bölümü:** 16 MHz'da çalışan mikrokontrollerleri içerir (Microcontroller chip, bir mikro işlemci, clock sinyali üretici, bellek, bir I/O arayüz, ve A/D converteri içerir.). EPROM, 512 KB'lık toplama ve UI bölümü için gerekli yazılımı içerir. RAM 64 KB olup devam eden hesaplar için veri deposu olarak kullanılır.
- **NVRAM (Geçici olmayan bellek):** Kritik ofset (referans) değerlerinin depolandığı yerdir. Buradaki bilgiler kullanıcı tarafından girilen kalibrasyon değerleriyle güncellenebilir. Bu değerlerle sistemdeki kontrol ünitelerinin çalışma şekilleri belirlenir. Hasta için belirlenmiş olan solunum değerleri burada saklanır ve sistemin çalışması NVRAM'daki bilgilere göre düzenlenir.
- **I/O register:** UI (kullanıcı arayüzü) birimindeki ledlerin kontrolünü ve batarya şarj ünitelerinin durumunun izlenmesini sağlayan ünitelerin kontrolünü sağlar.
- Tarihi ve zamanı takip eden ünite
- **RS-232 seri haberleşme portu:** Sistemin dışında bir bilgisayara bağlanmasına ve uploading/downlading servis bilgisi için haricî bir bilgisayara izin veren ünitedir.



Resim 6.9: Kontrol PCB

UYGULAMA FAALİYETİ

Ventilasyon istasyonlarında bulunan, elektronik ünite birim ve kart arızaları ile algılama arızalarını gideriniz.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Ventilatörün enerjisini kesiniz.➤ Ventilatörün kapağını sökünüz.➤ Cihazın elektronik şeması üzerinden takibini yapınız.➤ Güç ünitesinin yerini tespit ediniz.➤ Güç ünitesinden diğer ünitelere giden kabloları tespit ediniz.➤ Güç ünitesi sigortalarını tespit ediniz.➤ Devre kesici anahtarının yerini bulunuz.➤ Hat filtresinin yerini tespit ediniz.➤ Motor kontrol ve sürücü devrelerinin yerini tespit ediniz.➤ Solunum kontrol ve görüntüleme anakartının yerini tespit ediniz.➤ Anakart üzerinde NVRAM yerini tespit ediniz.➤ Solenoid kontrol kartını tespit ediniz.➤	<ul style="list-style-type: none">➤ Cihaz enerji kablosunun prize takılı olmamasına dikkat ediniz.➤ Mikrobiyolojik riske karşı gerekli önlemleri alınız.➤ Cihazı sökmek ve gerekli ölçümlerini yapmak için uygun araç ve gerecin seçilmiş olmasına dikkat ediniz.➤ Söktüğünüz parçaları koymak için küçük bir kap hazırlayınız.➤ Çalışma sırasında parçaları sökerken servis el kitabındaki talimatlara dikkat ediniz.➤ Elektronik sistem içine dışarıdan herhangi bir iletken maddenin karışmamasına dikkat ediniz.➤

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Gerekli el ve güç aletlerini temin edebildiniz mi?		
2. Çalışma alanını hazırlayabildiniz mi?		
3. Cihazın enerjisini kestiniz mi?		
4. Cihaza ait servis kitapçığını bularak doğru şekilde kullanabildiniz mi?		
5. Ventilatör kapağını sökebildiniz mi?		
6. Elektronik kartların yerlerini tespit edebildiniz mi?		
7. Sensörleri tespit edebildiniz mi?		
8. Güç kaynağı ünitesini tespit edebildiniz mi?		
9. Sensör ve solenoid girişlerini tespit edebildiniz mi?		
10. Çalışmanızı uygun sürede tamamlayabildiniz mi?		
11. Cihazı tekrar eski durumuna getirip çalıştırabildiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “**Hayır**” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “**Evet**” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Aşağıdakilerden hangisi, örnek ventilatör cihazının elektronik biriminde bulunmaz?
A) Mikro işlemci
B) RAM bellek
C) Pnömatik valfler
D) Sensörler
2. DC/DC dönüştürücünün görevi aşağıdakilerden hangisidir?
A) Doğru akımı alternatif akıma çevirmek
B) Alternatif akımı doğru akıma çevirmek
C) DC gerilimdeki dalgalanmaları azaltmak
D) D) Tek bir DC kaynaktan, değişik elemanların ihtiyaç duyduğu gerilim seviyelerini elde etmek
3. Aşağıdaki elemanlardan hangisi arızalandığında yenisi ile değiştirmek arızanın giderilmesini sağlamaz?
A) EEPROM
B) Mikro işlemci
C) RAM
D) ADC
4. Örnek ventilasyon cihazında CO₂ sensörü ile ölçülen değerler, elektronik birim üzerindeki anakarta hangi iletişim arabirimi ile iletilir?
A) CAN
B) Veri yolu
C) RS 232
D) Analog olarak
5. Örnek ventilasyon cihazının elektronik birimi, diğer ana birimler ile (kontrol birimi ve pnömatik birim) hangi iletişim arabirimi ile haberleşir?
A) CAN
B) Veri yolu
C) RS 232
D) DUART
6. Aşağıdakilerden hangisi hat filtresinin görevidir?
A) Tehlike durumlarında sistemi kapamak
B) Sisteme gerekli olan gücü sağlamak
C) Şehir şebekesinden gelen parazitleri engellemek
D) Şehir şebeke gerilimini cihazın çalışabileceği gerilimlere uygunlaştırmak
7. Aşağıdaki hangisi güç ünitesine ait değildir?
A) Hat filtresi
B) Devre kesici anahtar
C) Batarya devresi
D) Solenoid PCB

8. Pnomatik sistemin kontrolünü sağlayan birim aşağıdakilerden hangisidir?
A) Kontrol ve görüntüleme birimi
B) Nefes dağıtım nitesi
C) RAM
D) G nitesi
9. Ventilatörde tarih ve zamanı kontrol eden ünite aşağıdakilerden hangisinin kapsamındadır?
A) Solenoid PCB
B) UI PCB
C) BD PCB
D) Haberleşme birimi

Aşağıdaki cmlerinin başında boş bırakılan parantezlere, cmlerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

10. () Devre kesici anahtar, akım 4A değerini geçerse bu anahtar kontaklarını açarak iletimi keser.
11. () Motor sürücü devresi, motor kontrol devresinden gerekli emirleri alır.
12. () Ventilatördeki pnomatik sisteme ait bütün parametrelerin değerlendirilip kontrol edildiği kısım devre kesici anahtardır.
13. () Ventilatör içindeki solenoid valflerin devreye girip girmediğini belirleyen birim, solenoid sürücü devresidir.
14. () Ekspirasyon ısıtıcılarını kontrol eden devre takometre devresidir.
15. () Hasta için belirlenmiş olan solunum değerleri geçici bellekte saklanır.
16. () Haberleşme birimlerinde optokuplrlerin kullanılması, haberleşilen cihazda oluşacak bir elektrik arızası durumunda elektronik birimi korur.

DEğerLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-7

AMAÇ

Ventilatör cihazlarının güvenlik testlerini standart değerlere uygun olarak gerçekleştirebileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Güvenlik testlerinin günlük hayatta başka hangi cihazlar için yapıldığını araştırınız.
- Farklı ventilatör modellerinde de aynı güvenlik testlerinin nasıl yapıldığını araştırınız.

7. VENTİLATÖR GÜVENLİK TESTLERİ

Ventilatörün elektriki ve pnömatik birimlerinin düzenli çalışıp çalışmadığı kontrolü belirli testlerle yapılmalıdır. Özellikle ilk kurulum aşamasından sonra güvenlik testleri yapılmalıdır. Bu bölümde “Puritan Bennet 740” ventilatörüne göre güvenlik testleri ifade edilmiştir. Farklı bir ventilatör cihazı üzerinde çalışılıyorsa cihaza özel güvenlik testleri servis el kitabındaki talimatlara göre gerçekleştirilir.

7.1. Elektriksel Güvenlik Testi

Ventilatör, elektriksel bir güvenlik testinden başarısız olursa diğer güvenlik testlerine girilemez.

- Ventilatör güç anahtarının OFF konumunda olduğu doğrulanır.
- Dijital multimetreyle güç kablosunun toprak hattının direnci ölçülür.
- Güç kablosu toprak hattı direncinin $< 0,2 \Omega$ olduğu test edilir. Eğer test olumlu ise güç anahtarı açılır.
- Güç kablosunun diğer uçlarının da birbirleriyle iletiminin olmadığı kontrol edilir (kısa devre kontrolü).
- Güç kablosu prize takarak anahtarı ON konumuna getirilir.
- Ventilatör pnömatik sisteminin çalışıp çalışmadığı kontrol edilir.
- Ana fanın uygun şekilde çalıştığı doğrulanır.

7.2. Döner Kodlayıcı Testi (KNOB düğmesi)

Bu test, KNOB düğmesinin doğru çalışıp çalışmadığını kontrol eder.

- Ventilatör gücünün anahtarının ON olduğu doğrulanır.
- Aşağıdaki değerlere ventilatör ayarlanır.

Kontrol	Ayarlanacak Değer
Mode	A/C VCV
RESPIRATORY RATE	15 breaths/min
TIDAL VOLUME	200 ml
PEAK FLOW	30 l/min
PLATEAU	0s
PEEP/CPAP	0 cmH ₂ O
% O ₂	21

- PEEP/CPAP modunu seçiniz.
- KNOB düğmesini saat yönünde döndürünüz. PEEP/CPAP ayarının 0,5 cmH₂O olduğunu gözleyiniz.
- KNOB düğmesini 9 adım çeviriniz. Her bir adımda PEEP/CPAP ayarının 0,5 cmH₂O arttığını gözlemleyiniz.
- Ventilatör güç anahtarını OFF konumuna getiriniz.

7.3. Batarya Testi

Batarya testi, bataryaların doğru olarak çalışıp çalışmadığını test eder. Hem haricî hem de dâhilî batarya testi yapılmalıdır.

7.3.1. Haricî Batarya Testi

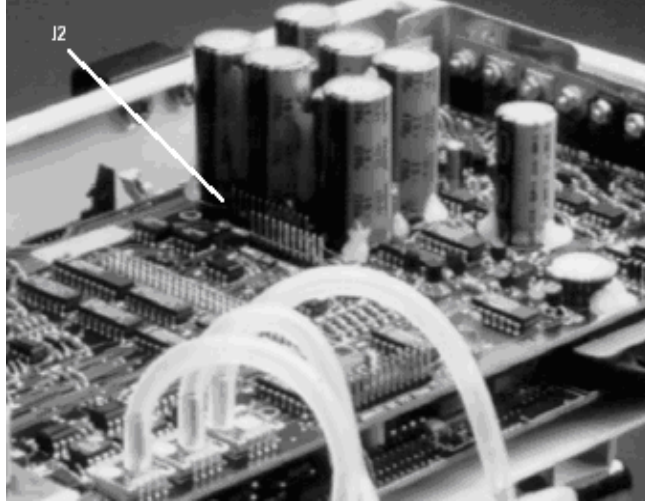
- Ventilatörün güç kablosu prize takılır.
- Ventilatörün güç anahtarı ON konumuna getirilir.
- Prizden güç kablosu çıkarılır.
- Batarya displayinde şarj edilmediği ve bataryanın devreye girdiği gözlemlenir.
- Ventilatörden haricî bataryanın bağlantısı kesilir.
- Bu durumda ventilatörün çalışmaya dâhilî batarya sayesinde devam ettiği batarya displayinden izlenir.

7.3.2. Dâhilî Batarya Testi

- Haricî batarya yoksa yalnız dâhilî batarya testi gerçekleştirilebilir.
- Prize ventilatör güç kablosu bağlanır.
- Ventilatörün güç anahtarı ON konumuna getirilir.
- Prizden ventilatör güç kablosu çıkarılır.
- Batarya displayinden güç kaybı gözlenir.
- Prizden ventilatör güç kablosu çıkarılır.
- Dâhilî batarya displayinden şarjın kapalı olduğu gözlenir.

7.4. Güç Kaynağı Testi

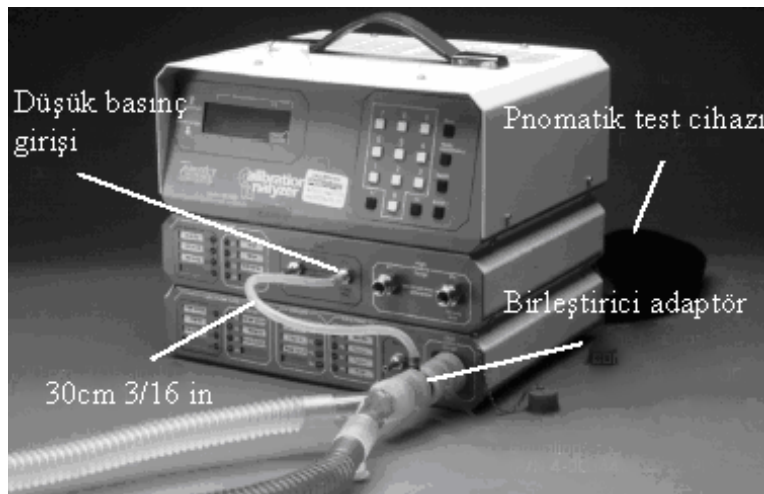
- Ventilator kapağı açılır.
- PCB'den dışarı çıkan test pimleri dijital multimetreye bağlanır. Multimetreyi bağlarken COM probu PCB şase ucunda sabit tutulur.
- Diğer probu PCB üzerindeki uçlara sırayla dokundurulur.
- 1,2V, +5V, +15V, 24V, -5V ve -15V değerlerinin elde edildiği kontrol edilir.



Resim 7.1: Güç kaynağı üzerindeki test noktaları

7.5. Pnömatik Sistem Testi

- Pnömatik test cihazı şekildeki gibi bağlanır.



Resim 7.2: Pnömatik test cihazının bağlanması

- Ventilatör ayarları tablodaki gibi değiştirilir.

Kontrol	Ayarlanacak Değer
HIGH RATE	100 breaths/min
HIGH TIDAL VOLUME	ISOml
LOW INSP PRESSURE	3 cmH ₂ O
LOW TIDAL VOLUME	Oml
HIGH PRESSURE	90 cmH ₂ O
LOW MINUTE VOLUME	OL
Mode	A/C VCV
RESPIRATORY RATE	30 breaths/min
TIDAL VOLUME	100 ml
PEAK FLOW	30 l/min
PLATEAU	Os
PEEP/CPAP	3 cmH ₂ O
TRIGGER SENSITIVITY	20 l/min
%O ₂	21

- En az 10 kere hava verilinceye kadar beklenilmelidir.
- Ölçümler yapılarak aşağıdaki değerlerle aynı olması sağlanır.

Ölçülen değer	Kabul edilebilir sınır
Tidal volume	80 to 120 ml
Respiratory rate	29 to 31 breaths/min
PEEP	17.39 to 22.61 cmH ₂ O

- Ventilatör ayarlar tablodaki değerlere göre yapılır.

Kontrol	Ayarlanacak Değer
HIGH RATE	100 breaths/min
HIGH TIDAL VOLUME	1500 ml
LOW INSP PRESSURE	3 cmH ₂ O
LOW TIDAL VOLUME	Ornl

HIGH PRESSURE	90 cmH ₂ O
LOW MINUTE VOLUME	OL
Mode	A/C VCV (SQUARE flow waveform for software revision I or later)
RESPIRATORY RATE	20 breaths/min
TIDAL VOLUME	600 ml
PEAK FLOW	60 l/min
PLATEAU	Os
PEEP/CPAP	15cmH ₂ O
TRIGGER SENSITIVITY	20 l/min
% O ₂	21

- Yapılan ölçümler aşağıdaki değerlerle uyum göstermelidir.

Ölçülen değer	Kabul edilebilir sınır
Tidal volume	530 to 670 ml
Respiratory rate	19 to 21 breaths/min
PEEP	12.56 to 17.44 CmH ₂ O

- Ventilator ayarları tablodaki değerlere göre yapılır.

Kontrol	Ayarlanacak Değer
HIGH RATE	100 breaths/min
HIGH TIDAL VOLUME	1500ml
LOW INSP PRESSURE	3 cmH ₂ O
LOW TIDAL VOLUME	0ml
HIGH PRESSURE	90 cmH ₂ O
LOW MINUTE VOLUME	OL
Mode	A/C. VCV (SQUARE flow waveform for software revision I or later)
RESPIRATORY RATE	10 breaths/min
TIDAL VOLUME	1000 ml
PEAK FLOW	80 L/min

PLATEAU	Os
PEEP/CPAP	20 cmH ₂ O
TRIGGER SENSITIVITY	20 l/min
%O ₂	21

- Yapılan ölçümler aşağıdaki değerlerle uyum göstermelidir.

Ölçülen değer	Kabul edilebilir sınır
Tidal volume	890 to! 110ml
Respiratory rate	9 to 11 bteaths/min
PEEP	17.39 to 22.61 cmH ₂ O

- Test düzeneği kaldırılır.

7.6. Sorun Giderme

- Güç kablosu topraklama direnci $>1,2 \Omega$ 'dir.
- Ventilatörün bağlantısı kesilir.
 - Güç kablosunda görülebilir bir hasar var mı kontrol edilir.
 - Hasar varsa güç kablosu değiştirilir.
 - Prizin topraklama hattına sahip olduğu kontrol edilir.
 - Hat filtresi değiştirilir.
- Ana fan uygun şekilde çalışmıyor.
- Fan voltajının değeri ölçülür.
 - Ana fanın kablolarının bağlantıları kontrol edilir.
 - Ana fan değiştirilir.
 - PCB üzerindeki basınç solenoidini değiştiriniz.
- Döner kodlayıcı düzgün çalışmıyor.
- Döner kodlatıcının kablo bağlantıları kontrol edilir.
 - Ventilatör ana/UI kablo bağlantıları kontrol edilir.
 - Döner kodlayıcı değiştirilir.
 - PCB üzerindeki denetleyici değiştirilir.
- Haricî batarya teste başarısız oldu.
- Batarya kablo bağlantıları kontrol edilir.
 - Haricî batarya sigortası kontrol edilir.
 - Haricî batarya değiştirilir.
 - BBU ünitesi değiştirilir.
- Dâhilî batarya testten başarısız oldu.
- Batarya bağlantı kablolarının zarar görüp görmediği kontrol edilir.
 - Düşük şarj görülüyorsa batarya testi yeniden yapılır.
 - Dâhilî batarya değiştirilir.

- PCB üzerindeki BBU ünitesi yenisiyle değiştirilir.
- Güç kaynağı testten başarısız oldu. +24V değeri görünmüyor.
 - PCB den ventilatöre giden kablolar sökülür.
 - Yedek batarya ünitesinin kabloları sökülür.
 - Şimdi yeniden 24V gerilimi ölçülür.
 - 24 V elde edildiyse sorun yedek batarya ünitesindedir. Yenisiyle değiştirilir.
 - 24V elde edilmedi ise güç kaynağını değiştirilir.
 - Güç kaynağı değiştirildikten sonra yedek batarya ünitesi bağlanır.
 - 24 V gerilimi yeniden ölçülür.
 - Ölçümde 24 V elde edilmiyorsa yedek batarya ünitesi değiştirilir.
- Tidal volüme değeri olması gereken aralığın dışında
 - Kalibrasyon testi için kurulmuş olan düzeneğin doğruluğu kontrol edilir.
 - Ventilatör ayarlarının doğruluğu kontrol edilir.
 - Tüm hortum bağlantılarının doğruluğu kontrol edilir.
 - Teste tekrar başlanır.
 - Servis menüsünden sensörlerden elde edilen değerler gözlenir.
 - Silindir giriş valfi kontrol edilir. Delik olabilir.
- PEEP değeri olması gereken sınırların dışında
 - Kalibrasyon testi için kurulmuş olan düzeneğin doğruluğu kontrol edilir.
 - Ventilatör ayarlarının doğruluğu kontrol edilir.
 - Tüm hortum bağlantılarının doğruluğu kontrol edilir.
 - Teste tekrar başlanır.
 - PEEP pompası yeniden kalibre edilir.
 - PEEP pompası giriş filtresi değiştirilir.
 - PEEP pompası değiştirilir.

UYGULAMA FAALİYETİ

Ventilatör cihazı üzerinde aşağıdaki işlem basamaklarını gerçekleştiriniz.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Ventilatör kapağını açınız.➤ PCB'den dışarı çıkan test pimlerini dijital multimetreye bağlayınız. Multimetreyi bağlarken COM probu PCB şase ucunda sabit tutunuz.➤ Diğer probu PCB üzerindeki uçlara sırayla dokundurunuz.➤ 1,2V, +5V, +15V, 24V, -5V ve -15V değerlerinin elde edilip edilmediğini kontrol ediniz.➤ Multimetrenin bağlantılarını sökünüz.➤ Ventilatör kapağını tekrar kapayınız.➤ Ventilatörü tekrar çalıştırıp sorun olup olmadığını kontrol ediniz.	<ul style="list-style-type: none">➤ Cihaza ait servis el kitabındaki talimatlara dikkat ediniz.➤ Çalışma alanının temiz olmasına dikkat ediniz.➤ Uygun el ve güç aletleri kullanmaya dikkat ediniz.➤ Çalışma sırasında parçaları zorlayarak çıkarmamaya özen gösteriniz.➤ Çalışırken diğer mekanizmalara zarar vermemeye dikkat ediniz.➤ Ölçüm esnasında PCB üzerinde kısa devre yapmamaya özen gösteriniz.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Gerekli el ve güç aletlerini temin edebildiniz mi?		
2. Çalışma alanını hazırlayabildiniz mi?		
3. Ventilatör kapağını sökebildiniz mi?		
4. Güç kaynağı test noktalarını tespit edebildiniz mi?		
5. Multimetreyi doğru bağlayabildiniz mi?		
6. Multimetreyi doğru ölçme konumuna getirebildiniz mi?		
7. Ventilatör kapağını yerine takabildiniz mi?		
8. Çalışmanızı uygun sürede tamamlayabildiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “**Hayır**” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “**Evet**” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Ana fan çalışmıyorsa aşağıdakilerden hangisi öncelikli olarak yapılmalıdır?
A) Güç kaynağı değiştirilmelidir.
B) Fan değiştirilmelidir.
C) Fan kontrol ünitesi değiştirilmelidir.
D) Fanın PCB ye bağlantıları kontrol edilmelidir.
2. Haricî batarya testten başarısız olursa aşağıdakilerden hangisi öncelikli yapılmalıdır?
A) Haricî batarya değiştirilir.
B) Batarya devresi değiştirilir.
C) Batarya sigortası kontrol edilir.
D) Güç kaynağı değiştirilir.
3. Tidal volume değeri olması gereken aralığın dışında ise aşağıdakilerden hangisi yapılmalıdır?
A) Pistonu kontrol eden motor değiştirilir.
B) Kontrol PCB değiştirilir.
C) Güç kaynağı değiştirilir.
D) Tüm hortum bağlantıları kontrol edilir.
4. Güç kaynağı testten başarısız olursa aşağıdakilerden hangisi ilk önce yapılmalıdır?
A) Güç kaynağı değiştirilmelidir.
B) Dâhilî batarya değiştirilmelidir.
C) Batarya devresine giden kablolar sökülerek test yeniden yapılır.
D) Hat filtresi değiştirilmelidir.

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

5. Güç kablosunun toprak hattı direnç değeri.....olmalıdır.
6. Pnomatik testler yapılırken.....cihazı kullanılmalıdır.

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

7. () Herhangi bir arıza giderildiğinde tekrar test yapılmalıdır.
8. () Bir sistem arızalandığında bütün bileşenleri değiştirilmelidir.
9. () Ventilatör elektriksel bir güvenlik testinden başarısız olursa diğer güvenlik testlerine geçilir.
10. () Tidal volume değeri olması gereken aralığın dışında ise önce kalibrasyon testi için kurulmuş olan düzeneğin doğruluğu kontrol edilir.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-8

AMAÇ

Yapay solunum cihazlarının periyodik ve servis bakımları ile kalibrasyonlarını yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Bir ventilasyon istasyonuna ait servis ve bakım kılavuzlarını bularak kalibrasyon ve bakım ile ilgili kısımları inceleyerek periyodik bakıma ihtiyaç duyan parçaları ve bunların bakım sürelerini öğrenerek sebepleri konusunda tartışınız.

8. KALİBRASYON VE CİHAZ BAKIMI

Cihazın hastaya uyguladığı fiziki değerleri doğru ve hassas bir şekilde uygulayabilmesi için gerekli olan kalibrasyon, günümüz cihazlarında artık otomatik şekilde yapılabilecek hâle gelmiştir.

Ventilasyon cihazlarında geçerli olan kalibrasyon ve bakımlar, örnek ventilasyon cihazı üzerinden anlatılmaya çalışılacaktır. Diğer ventilasyon cihazlarına ait kalibrasyon ve bakım süreçleri de burada anlatılanlara benzer bir yapıdadır. Bir cihazın kalibrasyon ve bakımı yapılırken ilgili cihazın servis kitapçığı muhakkak yanda bulundurulmalıdır.

8.1. Ventilasyon Cihaz Kalibrasyonu

Örnek ventilasyon cihazımızda sensör kalibrasyonları otomatiktir ve cihaz çalışırken herhangi bir esnada “calibration” tuşuna basılarak yapılır. Son kalibrasyon değerleri, bir sonraki kalibrasyona kadar makine kapatılsa bile hafızada saklanır. Örnek ventilatör cihazı için kalibrasyonlarda şunlara da ayrıca dikkat edilir:

- Hava yolu basıncını ölçmek için basınç sensörlerinin kalibrasyonu otomatiktir.
- Akış ve oksijen sensörleri günlük otomatik olarak kalibre edilir.
- Akış sensörlerinin elle kalibrasyonu herhangi bir zamanda hatta ventilasyon sırasında bile gerçekleştirilebilir.
- Oksijen sensörlerinin kalibrasyonu herhangi bir zamanda hatta ventilasyon sırasında bile gerçekleştirilebilir. Uygulanan oksijen konsantrasyonu kalibrasyondan etkilenmez.
- CO₂ sensörünün kalibrasyonu ventilasyon sırasında kontrol edilebilir.

8.1.1. Kalibrasyon Esnasında Dikkat Edilecek Hususlar

Oksijen sensörlerinin değişmesinden sonra kalibrasyonunda ısınma fazının tamamlanması için 15 dakika beklenmelidir. Ventilasyon esnasında ölçülen değer ile ayarlanan değer arasında % 2'den fazla hacimsel sapma varsa oksijen sensörü yeniden kalibre edilmelidir.

CO₂ sensörleri kalibrasyonlu olarak imal edilir ve kalibrasyonu aşağıdaki durumlarda gereklidir:

- Bir test filtresi veya test gazıyla kalibrasyon kontrolü sırasında belirli bir test değeri elde edilemezse altı aylık cihaz kontrolünde eğer yeni bir CO₂ sensör kontrolü yapılacaksa ısınma fazının tamamlanması için 3 dakika beklenmelidir.

8.1.2. CO₂ Sensörünün Kontrolü/Kalibrasyonu

Örnek ventilatör cihazımızda kullanılan CO₂ sensörleri kalibrasyonlu olarak imal edilirler ve bütün aynı model cihazlarda daha ileri bir kalibrasyon yapılmaksızın kullanılabilir. CO₂ sensörünün sıfır kalibrasyonu yapılmadan sensörün kontrolü veya kalibrasyonu yapılamaz.

CO₂ sensörünün kalibrasyon kontrolü test filtresi ve kontrol gazı ile olmak üzere iki şekilde yapılabilir. Burada yalnızca kontrol gazıyla yapılan sensör kontrolü anlatılacaktır. Test filtresi ile yapılacak sensör kontrolü ilgili cihazın servis dokümanlarından öğrenilebilir.

8.1.3. CO₂ Sensörünün Sıfır Kalibrasyonu

CO₂ sıfır kalibrasyonu cihaz kontrolünün bir parçası olarak gerçekleştirilir ve aşağıdaki durumlarda gereklidir:

- Cihaz sıfır CO₂ sıfır kalibrasyonunu “CO₂ zero calibration” mesajı ile isterse
- CO₂ gösterge değeri her soluk alıştan sonra sıfıra dönmüyorsa
- Her kalibrasyon testinden önce
- Her CO₂ kalibrasyonundan önce

CO₂ sıfır kalibrasyonu yapılırken sensörün ısınma fazının tamamlanması için 3 dakika beklemeden sonra şu aşamalar yürütülür:

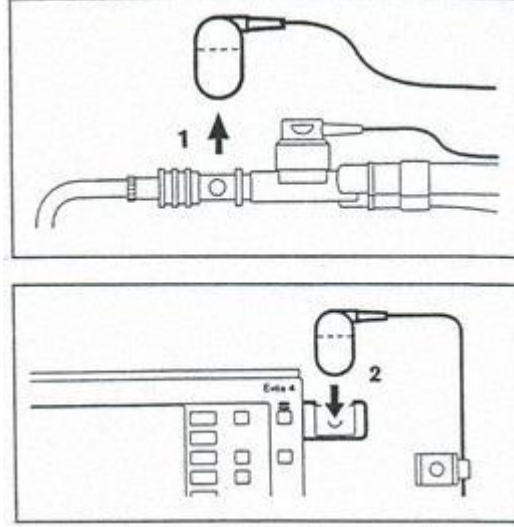
- “Calibration” tuşuna basılır.
- Gelen ekran menüsünden sırasıyla “CO₂” ve “zero” ekran tuşlarına dokunulur.

Cihaz mesaj olarak “Park CO₂ sensör”(CO₂ sensörünü yerleştiriniz.) verecektir.

Buna karşılık olarak aşağıdaki işlemler gerçekleştirilir.

- CO₂ sensörünü küvetten çıkarınız ve park mesnetlerine yerleştiriniz.
- Onay tuşuyla “CO₂ zero calibration” mesaj (CO₂ sıfır kalibrasyonunun artık gerçekleştirilebileceğini) onaylanır.

Yaklaşık 5 saniye sonra cihaz “CO₂ zero ok” mesajı ile CO₂ sensörünün sıfır kalibrasyonunu onaylayacaktır. Eğer cihaz “CO₂ not zeroed” gibi bir mesaj verirse kalibrasyonda hata vardır ve bunu gidermek için cihazın servis dokümanlarına bakılmalıdır.



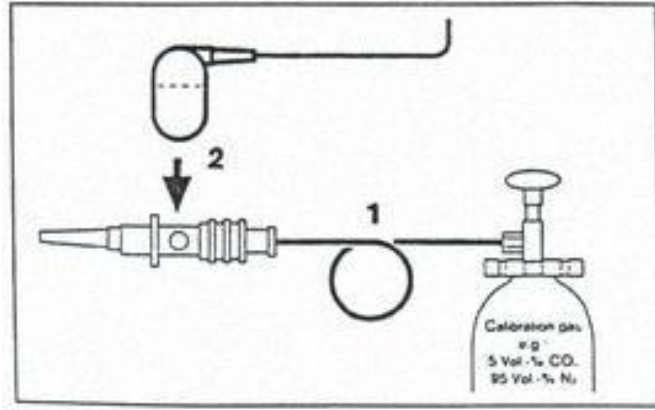
Şekil 8.1: CO₂ sıfır kalibrasyonu esnasında CO₂ sensörünün küvetten çıkartılması ve park mesnedine yerleştirilmesi

8.1.4. CO₂ Kalibrasyonunun Kalibrasyon Gazıyla Kontrolü

Test filtresi ile yapılan test esnasında belirlenmiş kalibrasyon değeri bulunmadığı durumlarda ve en az altı ayda bir yapılır.

CO₂ sensörünün ısınma fazının tamamlanması için 3 dakika beklendikten sonra CO₂ sensörünün sıfır kalibrasyonu yapılmalıdır. Bunun için ilgili cihazın kullanım ve servis dokümanlarına bakılabilir. Örnek ventilatör cihazı için CO₂ sıfır kalibrasyonu yukarıda anlatılmıştır.

- CO₂ sensörü hortum üzerinden sökerek kalibrasyon gaz kaynağına bağlanır.
- Gaz kaynağındaki konsantrasyon değerleri cihaz üzerindeki ayar düğmeleri vasıtası ile cihaza girilir.
- Gaz kaynağındaki döner topuzu çevirerek gaz akışı başlatılır.
- Cihaz üzerinde CO₂ ölçme süreci başlatılır.
- Ölçülen değer kalibrasyon gazının CO₂ içeriğinin %±0,2 vol aralığında olmalıdır.
- Kalibrasyon değeri izin verilen değer dışında ise tekrar kalibre edilmelidir.



Şekil 8.2: CO₂ kalibrasyonu için gaz kaynağı ve CO₂ sensörünün kaynağa takılması

8.2. Cihaz Bakımı

Tüm cihazlarda olduğu gibi ventilasyon cihazları da periyodik bakıma ihtiyaç duyar. Bunların neler olduğu, hangi periyotlarda yapılması gerektiği ve değişen veya bakım yapılan parçaların nasıl sökülüp takılabileceği ile ilgili olarak kullanılan cihazın servis dokümanlarına bakılmalıdır.

Sizlere fikir vermesi açısından örnek ventilatör cihazımız üzerinden bakım periyotları ve neler yapılması gerektiği verilecektir.

8.2.1. O₂ Sensörünün Değiştirilmesi

O₂ sensörü “O₂ measurement inop” mesajı geldiğinde ve O₂ sensörünün kalibre edilmesi mümkün olmadığı durumlarda değiştirilir. O₂ sensörü değiştirilirken dikkat edilecek hususlar şunlardır:

- O₂ sensörü özel bir atıktır. O₂ sensörü yerel atık düzenlemelerine göre atılmalıdır.
- Takılan yeni O₂ sensörünün kalibrasyonu kontrol edilmelidir.

8.2.2. Çevresel Hava Filtresi ve Soğutucu Hava Filtrelerinin Değiştirilmesi

Çevresel hava filtreleri ve soğutucu hava filtreleri 4 haftada bir temizlenmeli ve yeniden takılmalıdır. Filtreler 1 yılda bir değiştirilmelidir. Filtreler temizlenirken şu hususlara dikkat edilir:

- Deterjanlı ılık su ile temizlenmelidir.
- Takılmadan önce kurutulmalıdır.

8.2.3. Veri Desteği Piliinin Değiştirilmesi

Veri desteği pili iki yılda bir değiştirilir. Pili değiştirirken dikkat edilecek hususlar şunlardır:

- Elektrostatik deşarjların ESD'ye duyarlı elemanlara hasar vermemesi için ESD koruyucu levha ve bir bilek şeridi kullanılmalıdır.
- Cihaz çalıştırılır ve 2 dakika süreyle çalışır şekilde kalması sağlanır. Bu sayede RAM'ların güç pinleri arasındaki kondansatörler şarj olur.
- Veri kaybını engellemek için pil 1 dakika içinde değiştirilir.
- Pil takılırken doğru polaritede olmasına dikkat edilir.

8.2.4. Gerçek zaman saatinin değiştirilmesi

Gerçek zaman saati 6 yılda bir veya cihazın saati işlem yapamaz hâle geldiğinde değiştirilir. Gerçek zaman saati değiştirilirken şu hususlara dikkat edilmelidir:

- Elektrostatik deşarjların ESD'ye duyarlı elemanlara hasar vermemesi için ESD koruyucu levha ve bir bilek şeridi kullanılmalıdır.
- Gerçek zaman saati pil içerir ve pil özel bir atıktır. Bu yüzden gerçek zaman saati değiştirildikten sonra yerel atık düzenlemelerine göre atılmalıdır.
- Gerçek zaman saati takılırken gerilim polaritelerine dikkat edilir. Yapılacak hata gerçek zaman saatine ve sisteme hasar verebilir.

8.2.5. Hava ve O₂ Basınç Regülatörlerinin Değiştirilmesi

Hava ve O₂ basınç regülatörleri 6 yılda bir değiştirilir. Regülatörler değiştirilirken şu hususlar dikkate alınmalıdır:

- Sökme ve takma aşamaları için cihazın servis kitapçıkları kullanılır.
- Kullanılmış conta rondelaları kullanmak sızıntıya sebep olabilir. Basınç regülatörleri değiştirilirken conta rondelaları her zaman değiştirilmelidir.
- Takılan yeni basınç regülatörü kesinlikle ayarlanmalıdır. Ayar için servis kitapçığından faydalanılmalıdır.

8.2.6. Gaz Girişlerindeki Filtrelerinin Değiştirilmesi

Gaz girişlerindeki filtreler her iki yılda bir değiştirilmelidir. Gaz giriş filtreleri değiştirilirken aşağıdaki hususlar dikkate alınmalıdır.

- Kullanılmış conta rondelaları kullanmak sızıntıya sebep olabilir. Gaz girişlerindeki filtreler değiştirilirken conta rondelaları da her zaman yenileri ile değiştirilmelidir.

UYGULAMA FAALİYETİ

Ventilasyon istasyonu üzerinde “gaz basınç kalibrasyonu”nu ve “gaz akış (hava ve oksijen) miktarını ve karışım kalibrasyonu”nu, CO₂ sensörünün kalibrasyonlarını yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Cihazı kalibrasyon kontrolü için hazırlayınız.➤ Kalibrasyon etiketlerini kontrol ediniz.➤ Kalibrasyonların kontrolden önce cihazı 15 dakika süre ile çalıştırınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Değişik ölçülerde el ve güç aletleri temin ediniz.➤ Ventilasyon cihazına ait servis dokümanlarından kalibrasyon talimatlarını inceleyiniz.
<ul style="list-style-type: none">➤ Ventilatör test cihazı ile “gaz basınç kalibrasyon” ölçümlerini yapınız.➤ Test cihazını oksijen kaynağına bağlayınız.➤ Ölçüm sonuçlarını kaydediniz ve referans değerlerle karşılaştırınız.➤ Tolerans değerleri dışında ise gerekli ayarlamaları talimatlara göre yapınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Bağlantı noktalarında sızdırma olmamasına dikkat ediniz.➤ “Biyomedikal Sistemlerde Kalibrasyon” modülünü inceleyiniz.➤ Sterilizasyona dikkat ediniz.
<ul style="list-style-type: none">➤ Hastaya gönderilen “gaz akış (hava ve oksijen) miktarını ve karışım doğruluğunu/oranını” seçerek ayarlayınız.➤ Ayarlanan değerle cihaz üzerinden okunan değer aynı olduğunu gözlemleyiniz.➤ Cihaz üzerindeki gaz çıkış manifolduna “anestezi ventilatör analizörünü bağlayınız.➤ Cihazı kalibrasyon moduna alınız.➤ Anestezi ventilatör analizörünün kullanımını kullanıcı klavuzundaki kalibrasyon talimatlarını uygulayınız.➤ Ölçüm sonuçlarını kaydediniz ve referans değerlerle karşılaştırınız.➤ Tolerans değerleri dışında ise gerekli ayarlamaları talimatlara göre yapınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Çalışma alanını temizleyerek hazır hâle getiriniz.➤ Anestezi ventilatör analizörünün kullanım klavuzunu inceleyiniz.
<ul style="list-style-type: none">➤ CO₂ sensörünün kalibrasyonunu test gazı ile yapınız.➤ Test gazını cihazın soluk sistemine bağlayınız.➤ Cihaz üzerinden ölçülen değer ile kontrol ediniz.➤ Ölçüm sonuçlarını kaydediniz ve referans değerlerle karşılaştırınız.➤ Tolerans değerleri dışında ise gerekli ayarlamaları talimatlara göre yapınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Bağlantı noktalarında sızdırmazlık olmamasına dikkat ediniz.➤ CO₂ sensörünün kalibrasyonlarını öğrenme faaliyeti içinden inceleyiniz.➤ Sterilizasyon kurallarına dikkat ediniz.

➤ Kalibrasyon formlarını doldurunuz.	➤ Belgeleri arşivleyiniz.
--------------------------------------	---------------------------

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Cihazı kalibrasyon kontrolü için hazırladınız mı?		
2. Kalibrasyon etiketlerini kontrol ettiniz mi?		
3. Kalibrasyonların kontrolden önce cihazı 15 dakika süre ile çalıştırabildiniz mi?		
4. Ventilator test cihazı ile “gaz basınç kalibrasyon” ölçümlerini yapabildiniz mi?		
5. Test cihazını oksijen kaynağına bağlayabildiniz mi?		
6. Ölçüm sonuçlarını kaydederek referans değerlerle karşılaştırabildiniz mi?		
7. Tolerans değerleri dışında ise gerekli ayarlamaları talimatlara göre yapabildiniz mi?		
8. Hastaya gönderilen “gaz akış (hava ve oksijen) miktarını ve karışım doğruluğunu/oranını” seçerek ayarlayabildiniz mi?		
9. Ayarlanan değerle cihaz üzerinden okunan değerlerin aynı olduğunu gözlemleyebildiniz mi?		
10. Cihaz üzerindeki gaz çıkış manifolduna “anestezi ventilator” analizörünü bağlayabildiniz mi?		
11. Cihazı kalibrasyon moduna aldınız mı?		
12. Anestezi ventilator analizörünün kullanımını kullanıcı kılavuzundaki kalibrasyon talimatlarını uygulayabildiniz mi?		
13. Ölçüm sonuçlarını kaydederek referans değerlerle karşılaştırdınız mı?		
14. Tolerans değerleri dışında ise gerekli ayarlamaları talimatlara göre yaptınız mı?		
15. CO ₂ sensörünün kalibrasyonunu test gazı ile yaptınız mı?		
16. Test gazını cihazın soluk sistemine bağlayabildiniz mi?		
17. Cihaz üzerinden ölçülen değer ile kontrol edebildiniz mi?		
18. Ölçüm sonuçlarını kaydederek referans değerlerle karşılaştırdınız mı?		
19. Tolerans değerleri dışında ise gerekli ayarlamaları talimatlara göre yaptınız mı?		
20. Kalibrasyon formlarını doldurdunuz mu?		

UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıdaki uygulama faaliyet ile ventilasyon istasyonuna ait bakımları gerçekleştiriniz.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ O₂ sensörünü sökünüz.➤ O₂ sensörünü değişim tarihine/hata uyarısına göre değiştiriniz.➤ Giriş ve çıkış filtrelerinin sökünüz ve yenisiyle değiştiriniz.➤ Veri desteği pilini tarihine göre değiştiriniz.➤ Gerçek zaman saatini kontrol edip gerekli ayarlamaları yapınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Malzemelerin kullanım ömürlerine dikkat ediniz.➤ Cihaz kontrolü için cihaz için üretilmiş olan test ciğerini kullanınız.➤ Sökmüş olduğunuz parçaları geri takmayı unutmayınız.
<ul style="list-style-type: none">➤ Hava ve O₂ basınç regülatörlerini kontrol ediniz, gerekli ise değiştiriniz.	
<ul style="list-style-type: none">➤ Ventilasyon cihazı üzerindeki alarm mesajlarını kontrol ediniz.➤ Cihaz üzerinde çeşitli hatalar oluşturarak cihazın vereceği mesajları gözlemleyiniz.➤ Hata oluşturmak için yapmış olduğunuz değişiklikleri gideriniz.➤ Bakım formunu doldurunuz.	

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanmadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. O ₂ sensörünü sökebildiniz mi?		
2. O ₂ sensörünü değişim tarihine/hata uyarısına göre değiştirebildiniz mi?		
3. Giriş ve çıkış filtrelerini sökerek yenisiyle değiştirdiniz mi?		
4. Veri desteği pilini tarihine göre değiştirdiniz mi?		
5. Gerçek zaman saatini kontrol edip gerekli ayarlamaları yaptınız mı?		
6. Hava ve O ₂ basınç regülatörlerini kontrol ederek değiştirdiniz mi?		
7. Ventilasyon cihazı üzerindeki alarm mesajlarını kontrol ettiniz mi?		
8. Cihaz üzerinde çeşitli hatalar oluşturarak cihazın vereceği mesajları gözlemleyebildiniz mi?		
9. Hata oluşturmak için yapmış olduğunuz değişiklikleri giderdiniz mi?		
10. Bakım formunu doldurdunuz mu?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “**Hayır**” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “**Evet**” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise **D**, yanlış ise **Y** yazınız.

1. () CO₂ sensörünün kalibrasyonu ventilasyon sırasında kontrol edilebilir.
2. () Akış ve oksijen sensörleri günlük otomatik olarak kalibre edilir.
3. () Oksijen sensörlerinin değişmesinden sonra kalibrasyonunda ısınma fazının tamamlanması için beklenmemelidir.
4. () CO₂ sensörleri kalibrasyonlu olarak imal edilir.
5. () CO₂ sensörünün kalibrasyon kontrolü yapılmaz.
6. () O₂ sensörü çıkarıldığında evsel atık kutusuna atılır.
7. () Filtreler takılmadan önce ıslatılarak temizlenmeli ve takılmalıdır.
8. () Gerçek zaman saat pil içerir ve pil özel bir atıktır.
9. () Hava ve O₂ basınç regülatörleri her yıl değiştirilir.
10. () Gaz girişlerindeki filtreler her iki haftada bir değiştirilmelidir.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise “Modül Değerlendirme”ye geçiniz.

MODÜL DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Aşağıdakilerden hangisi ventilasyon istasyonu seçiminde dikkat edilecek temel unsurdur?
A) Fiyat
B) Klinik amaçlara uygunluk
C) Soluk alma ve soluk verme valflerinin cevap zamanı
D) Cihazın monitörizasyon özellikleri
2. Aşağıdaki gaz parametrelerinden hangisi, ventilasyon istasyonunun kontrol ettiği temel parametrelerden biri değildir?
A) Basınç
B) Akış
C) Gaz ısısı
D) Hacim
3. Aşağıdakilerden hangisi hava kaynağı olarak ventilasyon istasyonlarında kullanılmaz?
A) Kompresör
B) Blower
C) Piston
D) Pnömatik
4. Aşağıdakilerden hangisi ventilasyon istasyonunun temel bileşenlerinden değildir?
A) Oksijen sensörü
B) Sistem monitörü
C) Karıştırıcı
D) Ventilatör
5. Aşağıdaki elemanlardan hangisi hava akışını kontrol etmede kullanılır?
A) Pnömatik
B) Oransal valf
C) Hava filtresi
D) Mikser
6. Aşağıdakilerden hangisi örnek ventilatör cihazının elektronik biriminde bulunmaz?
A) Mikroişlemci
B) RAM bellek
C) Pnömatik valfler
D) Sensörler
7. DC/DC dönüştürücünün görevi aşağıdakilerden hangisidir?
A) Doğru akımı alternatif akıma çevirmek
B) Alternatif akımı doğru akıma çevirmek
C) DC gerilimdeki dalgalanmaları azaltmak
D) Tek bir DC kaynaktan değişik elemanların ihtiyaç duyduğu gerilim seviyelerini elde etmek

8. Aşağıdaki elemanlardan hangisi arızalandığında sadece yenisi ile değiştirmek arızanın giderilmesini sağlamaz?
- A) EEPROM
B) Mikro işlemci
C) RAM
D) ADC
9. Örnek ventilatör cihazımızda CO₂ sensörü ile ölçülen değerler, elektronik birim üzerindeki anakarta hangi iletişim arabirimi ile iletilir?
- A) CAN
B) Veri yolu
C) RS 232
D) Analog olarak
10. Örnek ventilatör cihazının elektronik birimi, diğer ana birimler ile (kontrol birimi ve pnomatik birim) hangi iletişim arabirimi ile haberleşir?
- A) CAN
B) Veri yolu
C) RS 232
D) DUART
11. Aşağıdaki elemanlardan hangisi ile bir cihaza kullanıcı veri girişi yapamaz?
- A) Klavye
B) Buton
C) Röle
D) Potansiyometre
12. Aşağıdakilerden hangisi kontrol birimine ait görüntüleme elemanı olamaz?
- A) Analog göstergeler
B) Diyot
C) LED
D) CRT ekran
13. Bir ekrandaki görüntü netliği üzerinde aşağıdakilerden hangisi etkili değildir?
- A) Ekranın büyüklüğü
B) Ekranın çözünürlüğü
C) Grafik işlemcinin kalitesi
D) Video belleğinin kapasitesi
14. Aşağıdakilerden hangisi video RAM'da saklanmaz?
- A) Video işlemci programı
B) Video işlemci verileri
C) Gösterilen görüntü
D) Kullanıcı tuş bilgileri

15. Örnek ventilatör cihazının kontrol birimine ait işletim programı, kontrol birimi anakartı üzerinde bulunan belleklerden hangisinde saklanır?
A) RAM
B) Flash EPROM
C) Video RAM
D) Video işlemci
16. Oksijen sensörü hangi ilkeye göre çalışır?
A) Galvanik pil ilkesi
B) Lithyum pil ilkesi
C) Ni-Cd pil ilkesi
D) Alkalin pil ilkesi
17. Ventilasyon istasyonuna sağlanan gazların, iç basıncını ölçen eleman hangisidir?
A) PEEP/PIP valfi
B) Akış sensörü
C) Kaynak basıncı sensörleri
D) CO2 sensörü
18. Aşağıdaki sensörlerden hangisi pnomatik birim içinde bulunmaz?
A) Akış sensörü
B) O2 sensörü
C) CO2 sensörü
D) Basınç sensörü
19. Ventilasyon istasyonlarında soluk verme basıncını kontrol eden eleman aşağıdakilerden hangisidir?
A) Hasta sistemi
B) Kartuş valfleri
C) Mikser
D) PEEP/PIP valfi
20. Ventilasyon istasyonuna gelen gazların bir filtreden geçirilerek diğer birimlere dağıtıldığı birim aşağıdakilerden hangisidir?
A) Hasta sistemi
B) Gaz bağlantı bloku
C) Mikser
D) Soluk alma birimi
21. Pnomatik birim içinde bulunan hava ve oksijen filtrelerinin görevi aşağıdakilerden hangisidir?
A) Oksijen ve hava kaynağında bulunulabilecek yağ, toz gibi zerreciklerin hastaya ve cihazın diğer birimlerine ulaşmasını engellemek
B) Kaynak basıncını sınırlamak
C) Kaynak basıncını artırmak
D) Gaz akışının tek yönlü olmasını sağlamak

22. Pnömatik birimde bulunan fanın görevi aşağıdakilerden hangisidir?
A) Hastaya hava sağlamak
B) Hastaya giden gaz karışımını soğutmak
C) Pnömatik birim üzerinde bulunan elektronik ve pnömatik elemanların aşırı ısınmasına engel olmak
D) Hava kaynak basıncının yeterli olmadığı durumlarda hava kaynağına destek olmak
23. . Örnek ventilatör cihazımız aşağıdaki sensörlerden hangisinin kalibrasyonunu otomatik olarak yapamaz?
A) O₂
B) CO₂
C) Akış
D) Basınç
24. Eğer CO₂ gösterge değeri her soluk alıştan sonra sıfıra dönmüyorsa aşağıdaki kalibrasyonlardan hangisi yapılır?
A) O₂ kalibrasyonu
B) CO₂ kalibrasyonu
C) CO₂ sıfır kalibrasyonu
D) Akış sensörü kalibrasyonu
25. Aşağıdaki mesaj türlerinden hangisi önceliklidir ve kesinlikle müdahale edilmesi gereken mesaj türüdür?
A) İkaz mesajı
B) Uyarı mesajı
C) Bilgi mesajı
D) İletişim mesajı

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki modüle geçmek için öğretmeninize başvurunuz.

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ-1'İN CEVAP ANAHTARI

1	B
2	A
3	B
4	C
5	C
6	C
7	C
8	D
9	D
10	D
11	Yanlış
12	Doğru
13	Yanlış
14	Doğru
15	Yanlış
16	Yanlış
17	Yanlış
18	Doğru
19	Yanlış
20	Doğru

ÖĞRENME FAALİYETİ-2'NİN CEVAP ANAHTARI

1	Doğru
2	Doğru
3	Yanlış
4	Yanlış
5	Yanlış
6	Yanlış
7	Doğru
8	Yanlış
9	Doğru
10	Doğru

ÖĞRENME FAALİYETİ-3'ÜN CEVAP ANAHTARI

1	C
2	B
3	A
4	A
5	B

ÖĞRENME FAALİYETİ-4'ÜN CEVAP ANAHTARI

1	C
2	C
3	D
4	B
5	C
6	Doğru
7	Yanlış
8	Yanlış
9	Doğru
10	Doğru

ÖĞRENME FAALİYETİ-5'İN CEVAP ANAHTARI

1	D
2	B
3	C
4	A
5	A
6	C
7	A
8	Yanlış
9	Doğru
10	Doğru
11	Doğru
12	Yanlış

ÖĞRENME FAALİYETİ-6'NIN CEVAP ANAHTARI

1	C
2	D
3	A
4	C
5	A
6	C
7	D
8	D
9	B
10	Doğru
11	Doğru
12	Yanlış
13	Doğru
14	Yanlış
15	Doğru
16	Doğru

ÖĞRENME FAALİYETİ-7'NİN CEVAP ANAHTARI

1	D
2	C
3	D
4	C
5	$< 0,2 \Omega$
6	pnömatik test cihazı
7	Doğru
8	Yanlış
9	Yanlış
10	Doğru

ÖĞRENME FAALİYETİ-8'İN CEVAP ANAHTARI

1	Doğru
2	Doğru
3	Yanlış
4	Doğru
5	Yanlış
6	Yanlış
7	Yanlış
8	Doğru
9	Doğru
10	Yanlış

MODÜL DEĞERLENDİRMENİN CEVAP ANAHTARI

1	B
2	C
3	D
4	A
5	B
6	C
7	D
8	A
9	C
10	A
11	C
12	B
13	A
14	D
15	B
16	A
17	C
18	C
19	D
20	B
21	A
22	C
23	B
24	C
25	A

KAYNAKÇA

- CHATBURN Robert L., **Fundamentals of Mechanical Ventilation**, Cleveland-Ohio, 2003.
- DİKMEN Yalım, Atilla RAMAZANOĞLU, Necmettin ÜNAL, **Yoğun Bakım Ventilatörleri**, TARD Eğitimi Geliştirme Kursu, 2007.
- Yoğun Bakım Ventilatörü Kullanım Talimatnamesi
- Yoğun Bakım Ventilatörü Teknik Dokümantasyonu
- <http://americanhistory.si.edu>
- http://lokman.cu.edu.tr/anestezi/mekanik_ventilasyon/
- http://med.cu.edu.tr/anestezi/mekanik_ventilasyon/bl_8.htm
- <http://meded.ucsd.edu/>
- <http://tip.erciyes.edu.tr>
- Puritan Bennet 740 Ventilatör Service Manuel
- www.lokman.cu.edu.tr/anestezi/mekanik_ventilasyon/bl_8.htm