

**T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

BİYOMEDİKAL CİHAZ TEKNOLOJİLERİ

**HASTABAŞI MONİTÖR ARIZALARI
523EO0300**

Ankara, 2011

- 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	ii
GİRİŞ	3
ÖĞRENME FAALİYETİ-1	5
1. HBM SİSTEM BİRİMLERİ ve BLOK YAPI	5
1.1. Blok Diyagramı ve Temel Çalışma Prensipleri.....	5
1.2. HBM'nin Ünite ve Bölümleri	6
1.2.1. Pnömatik (Havalı) Ünite.....	7
1.2.2. Elektronik Yapısı.....	8
UYGULAMA FAALİYETİ	11
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	14
ÖĞRENME FAALİYETİ-2	15
2. HBM SENSÖRLERİ, SOKETLERİ, HATA KODLARI.....	15
2.1. HBM Sensörleri	15
2.1.1. Optik Sensörler.....	16
2.1.2. Sıcaklık Sensörleri.....	21
2.1.3. Basınç Sensörleri	21
2.1.4. CO ₂ Sensörleri	22
2.1.5. EKG Sensörleri.....	23
2.2. HBM Soket Bağlantıları.....	24
2.3. HBM Hata Kodları ve Nedenleri	26
UYGULAMA FAALİYETİ	28
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	31
ÖĞRENME FAALİYETİ-3	32
3. HBM BAKIM VE KALİBRASYONU	32
3.1. HBM Temizlik ve Bakımı.....	32
3.1.1. Temizleme	32
3.1.2. Kutunun Temizlenmesi.....	32
3.1.3. Hasta Kablolarının Temizlenmesi	32
3.1.4. Isı Proplarının Temizlenmesi ve Dezenfekte Edilmesi.....	33
3.1.5. Manşetlerin (Cuff) Temizlenmesi ve Dezenfekte Edilmesi.....	33
3.1.6. Oksijen Saturasyon (SpO ₂) Proplarının Temizlenmesi.....	33
3.1.7. IBP Transdüserinin Temizlenmesi ve Dezenfekte Edilmesi	34
3.1.8. Temizlikte Dikkat Edilecek Hususlar	34
3.2. HBM Kalibrasyonu.....	35
3.2.1. CO ₂ Kalibrasyonu.....	35
3.2.2. CO ₂ Kalibrasyonunda Dikkat Edilecek Hususlar	37
UYGULAMA FAALİYETİ	38
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	40
MODÜL DEĞERLENDİRME	41
CEVAP ANAHTARLARI.....	42
KAYNAKÇA	43

AÇIKLAMALAR

KOD	523EO0300
ALAN	Biyomedikal Cihaz Teknolojileri
DAL/MESLEK	Fizyolojik Sinyal İzleme Teşhis ve Kayıt Cihazları
MODÜLÜN ADI	Hastabaşı Monitör Arızaları
MODÜLÜN TANIMI	Hastabaşı monitörlerin elektronik ve mekanik açıdan çeşitli ünitelerinin incelendiği ve bu ünitelerde karşımıza çıkabilecek muhtemel arıza şekillerinin anlatıldığı öğrenme materyalidir.
SÜRE	40/32
ÖN KOŞUL	Biyomedikal Cihaz Teknolojileri alan ortak, Kalp Sinyal İzleyiciler ve Elektro Kardiyografi Donanımı modüllerini başarmış olmak
YETERLİK	
MODÜLÜN AMACI	Genel Amaç Gerekli ortam sağlandığında HBM cihazlarının yapılarını kavrayacak, bazı temel arıza nedenlerini tespit ederek bu arızaları giderme yöntemlerine ilişkin uygulamaları yapabileceksiniz. Amaçlar 1. Hastabaşı monitörlerin ölçüm birimlerini tanıyacak, bu birimlerde oluşabilecek elektronik ve mekanik arızaları bu doğrultuda giderebileceksiniz. 2. HBM'nin sensör yapılarını, sensörlerin teknik özelliklerini, sistem içerisinde kullanılan soket bağlantı şekillerini ve sistemdeki hata kodlarını öğreneceksiniz. Gerekli görüldüğü takdirde değiştirilmesi gereken sensör ve soketlerin değişimine ilişkin yöntem ve kuralları kavrayacak ve bu değişiklikleri yapabileceksiniz. 3. HBM'lerin bakımlarının nasıl yapılması gerektiğini ve bu bakımlar sırasında hangi hususlara dikkat edilmesi gerektiğini öğrenecek, bu bilgiler ışığında bir HBM'nin bakımını ve kalibrasyonunu yapabileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	Ortam: Sinyal ölçme laboratuvarı Donanım: HBM, NIBP ölçüm aparatları, SPO ₂ probu, CO ₂ ölçüm aparatı, EKG elektrotları, avometre, hasta simülatörleri
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,

Hastanelerde modern tıbbın gerektirdiği yenilikler sıkça karşımıza çıkmaktadır. Çok yaygın olarak kullanılan hastabaşı monitörler de bunlardan biridir ve hastanın sürekli takibi açısından büyük önem taşır.

Hastadan alınması gereken birkaç farklı parametreyi bu tek cihazı kullanarak elde etmek mümkündür. Her parametre için hastabaşı monitörlerde (HBM) farklı elektronik ve mekanik sistemler kullanılmaktadır.

Dolayısıyla bu cihazın bakımının yapılması ve arızalarının giderilmesi için HBM sistemlerini iyi tanımak gerekir.

Bu modülü bitirdiğinizde tıbbi cihazlar içinde çok büyük öneme sahip olan sinyal izleme cihazlarından hastabaşı monitörlerinin kalibrasyonunu, arıza tiplerini ve arızaların giderilme yöntemlerini öğreneceksiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-1

AMAÇ

Hastabaşı monitörlerin ölçüm birimlerini tanıyacak, bu birimlerde oluşabilecek elektronik ve mekanik arızaları giderebileceksiniz.

ARAŞTIRMA

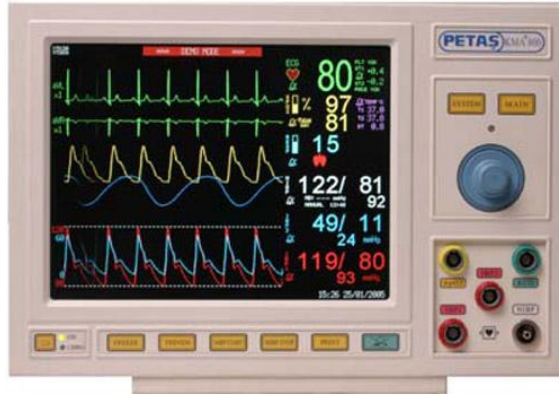
- İnternet ortamında HBM cihazlarının teknik özelliklerini ve çeşitlerini araştırınız (Arama motorlarından “hastabaşı monitör” veya “patient monitor” şeklinde yazarak arama yapabilirsiniz.).
- Bulduğunuz ildeki üniversite hastaneleri, devlet hastaneleri veya özel hastanelere giderek teknik servis elemanı ve sağlık personelinin HBM cihazları ile ilgili teknik bilgi edininiz. Farklı HBM cihazlarının birbirlerine göre üstünlüklerini öğreniniz.
- Edindiğiniz bilgileri arkadaşlarınızla ve öğretmeninizle paylaşınız.

1. HBM SİSTEM BİRİMLERİ VE BLOK YAPI

Hastabaşı monitörde bulunan birimlerini tanımak ve blok şemasını yorumlayabilmek için gerekli bilgi ve becerileri aşağıdaki basamaklarda açıklayabiliriz.

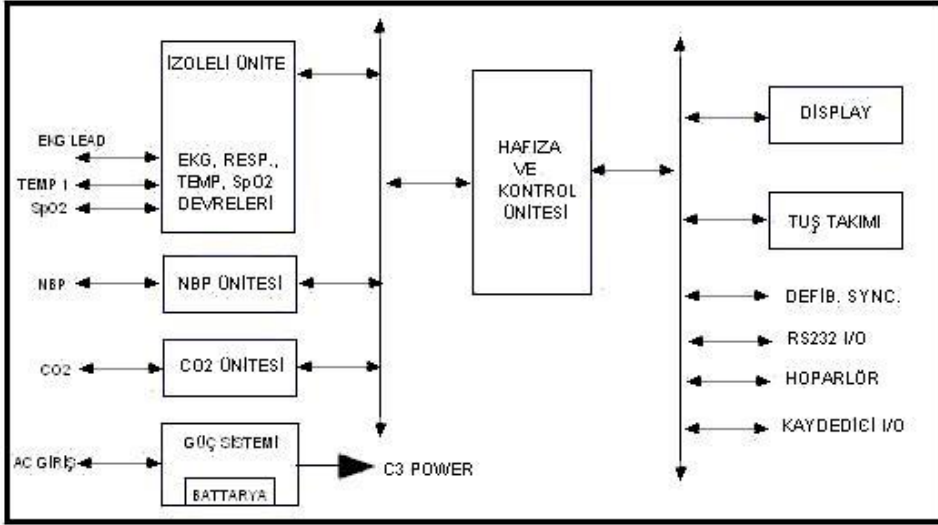
1.1. Blok Diyagramı ve Temel Çalışma Prensipleri

Hastabaşı monitörler son teknoloji ürünü cihazlardır. Hasta hakkında hayati öneme sahip çok önemli bilgileri verebilmeleri onları vazgeçilmez kılmaktadır.



Resim 1. 1: Bir HBM'nin ön görünüşü

Bir hastabaşı monitörün blok diyagramı Şekil 1.1'deki gibidir. Bu cihazlar mikro işlemci kontrollüdür. Çok parametrelili ölçüm sistemleri vardır. Bu sistemler hasta vücut ısısı ölçümü, EKG ölçümleri, kandaki oksijen saturasyonu ölçümü, vücuttan atılan karbondioksit oranı ölçümü, kan basıncı ölçümleri ve solunum ölçümü şeklinde sıralanabilecek işlemleri yapar.



Şekil 1.1: Bir HBM'nin blok diyagramı

HBM'lerin güç kaynakları, bütün biyomedikal cihazlarda olduğu gibi hasta ve cihaz güvenliği düşünülerek özel tasarlanmış izolasyonlu bir yapıya sahiptir. AC şebeke gerilimi ile çalışabildiği gibi dâhilî bataryası ile şebekeden bağımsız olarak da çalışabilir. Genellikle 10.4 veya 12.1 inch renkli TFT LCD ekran yapısına sahiptir. Bu ekran yapısı 8 ayrı parametre dalga formunu aynı anda görme imkânı verir.

Her bir parametre ölçümü için gerekli sensör ve donanımlar cihaz içerisinde mevcuttur. Ancak ölçümler için haricî ekipmanlar gerekmektedir. Örneğin; NIBP (haricî kan basıncı ölçümü) için hasta koluna takmak üzere cuff (manşon) gereklidir. EKG ölçümleri için hasta vücuduna EKG elektrotlarının takılması, hastanın CO₂i (karbondioksit) vücuttan atma oranını görmek için CO₂ sensörü, vücut ısısı ölçümü için ısı probu, kandaki oksijen saturasyonunu ölçmek için finger probu (parmak probu), bunların bağlantı kablosu, konnektör ve hortumları gereklidir.

1.2. HBM'nin Ünite ve Bölümleri

HBM'leri çok farklı bölümlere ayırarak incelemek mümkündür. Ancak elektronik ve havalı (pnömatik) sistemler bu cihazda birlikte kullanıldığı için iki ana bölümde incelemek daha uygun olacaktır.

1.2.1. Pnömatik (Havalı) Ünite

Pnömatik ünite, NIBP ölçüm modülü ve CO₂ ölçüm modülünü kapsar. Bu sistemlerde hava basıncı, özel olarak imal edilmiş boru düzeneklerinden iletilir. Kimi zaman cihaz tarafından oluşturulan basınçlı hava, kimi zaman da hastadan alınan CO₂ bu boru düzeneklerinden geçirilir.

1.2.1.1. Cuff (Manşon) Kompresörü



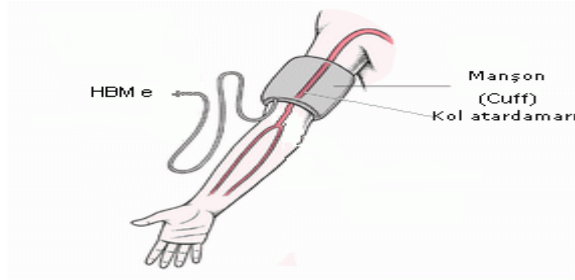
Resim 1. 2: Cuff kompresörü

Resimde bir HBM'nin NIBP modülü görülüyor. Cuff kompresörü iki ana bölümden oluşmaktadır. Bunlar, DC motor ve pompa. Bu iki parça tümleşik olarak imal edilmiştir. Mikro işlemciden gelen komut doğrultusunda DC motora gelen enerji pompa mekanizmasını hareket ettirir. Elde edilen basınçlı hava, özel bağlantı boruları ve valfler yardımı ile cuffa gönderilir.

Kompresörde farklı arızalar oluşabilir. Bu arızalar; DC motor arızaları, pompa arızaları, hava borularının birleşim noktalarındaki hava kaçak arızaları, elektronik valf arızaları ve bu ünitenin elektronik kontrol kartı arızaları şeklinde olabilir. Arıza biçimi, sistemin güvenli çalışmasını etkilemeyecek biçimdeyse arızalanan parçanın değiştirilmesi yoluna gidilebilir. Eğer sistem buna izin vermeyen hassas yapıda ise bu modül komple orijinali ile değiştirilmelidir.

1.2.1.2. Cuffun (Manşon) Yapısı

Cuffun kullanım amacı, kol arterindeki kan basıncını ölçmeye yardımcı olmaktır. Motorlu pompa ile şişirilmiş cuff yaklaşık olarak 180 mmHg iken kan akışının durduğu noktadaki basınca ulaşır. Sonra HBM işlemcisi kontrolü altında basınç yavaş yavaş artırılır. Bu arada basınç transdüseri, hava basınç ve iletim parametre sinyallerini NIBP modül anakartına gönderir.



Resim 1. 3: Cuff ve kola bağlanış şekli

Cufflar elastik malzemelerden üretilir. Bu elastik malzemenin üzerine basınca dayanıklı, cilde zarar vermeyen kumaş kaplanmıştır. Çok kullanımlı olduklarından solüsyonlarla temizlenebilir yapıya sahiptir. Cuffun lastik hortumu, HBM'den hastaya rahat ulaşabilir uzunlukta (160 cm civarında) imal edilir.

Cufflar uzun süreli kullanım sonucu deforme olur. Üretici firma tarafından önerilen zaman sonrasında yenisi ile değiştirilmelidir. Lastik hortumları ya da balon kısmında oluşan yırtılma durumunda kullanılmaz hâle gelir.



Resim 1. 4: Kol manşeti

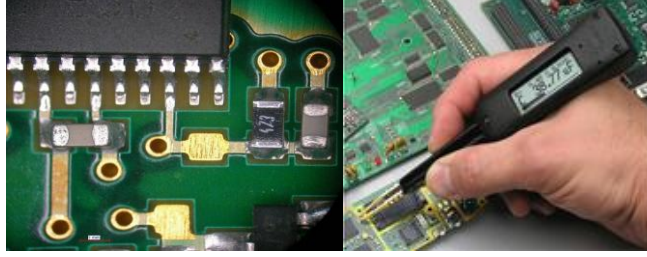
1.2.2. Elektronik Yapısı

Hastabaşı monitörde birden fazla elektronik ünite bulunmaktadır.

1.2.2.1. Pcb Yapı ve Arıza Kontrolü

HBM'ler ileri teknoloji ürünü cihazlardır. Yüzey montaj teknolojisi (Surface Mount Device-SMD) kullanılarak imal edilmiştir (Resim 1.5). Dolayısıyla bu tip cihazlardaki arızaları bulmak diğerlerine nazaran daha fazla dikkat gerektirir. Ölçüm ve testlerde, özellikle sökme, lehimleme, açık veya kısa devre kontrollerinde ışıklı büyüteçler kullanmak gerekir (Resim 1.6). Surface montajlı cihazların lehimlenmesi ve sökülmesi işlemleri, özel ısı ayarlı havayalar ve yardımcı aparatlar yardımıyla yapılmalıdır. Entegre devre sökme işlemleri de aşırı sıcaklık nedeniyle bu komponentlere zarar vermemesi ve işlemin çabuklaştırılması için özel vakumlu havayalar ile yapılmalıdır (Resim 1.7).

HBM'lerin bütün elektronik kart arızaları basit göz kontrolü ve testlerle bulunamıyorsa kart test cihazları kullanılarak test edilir. Elektronik devrelerin, kartların üzerindeki entegreler ve diğer komponentler yüzey montaj (SMD) teknolojisi kullanılmış olsa bile devre üzerinden sökülmeden, üzerindeki entegreler ile komponentlere ve devrenin orijinal yapısına zarar verilmeden test edilir. Bu test iki kısma ayrılır: Bunlardan birincisi, fonksiyonel test denilen sadece sağlamlık kontrolü yapılacak entegrenin devre üzerinde çalıştırılarak test bilgisayarının içindeki o isimdeki malzemeye ait olan verilerle ölçme sistemidir. İkincisi ise aynı elektronik devrenin sağlamlığıyla veya farklı bir arızası olan eşiyile karşılaştırma sistemidir. Bu sistemde her iki elektronik kartın veya devrenin üzerindeki komponentlerin tümü teker teker tüm pinlerine dokunularak yani bir çeşit "yüzey tarama" yapılarak voltaj-akım eğrileri çıkarılır ve farklılıklara göre o noktalarda arıza aranır. Arızalı kartta her iki test şekli uygulandığında arıza bulma oranı % 100'e yakındır. Arızalı komponentlerin sökülmesi ve değiştirilmesi devrenin orijinallliğini koruyacak biçimde gelişmiş vakumlu sökme takma sistemleriyle yapılmalıdır.



Resim 1. 5: SMD tekniği ile üretilmiş bir PCB ve komponent testi yapılan iğne uçlu LCR metre



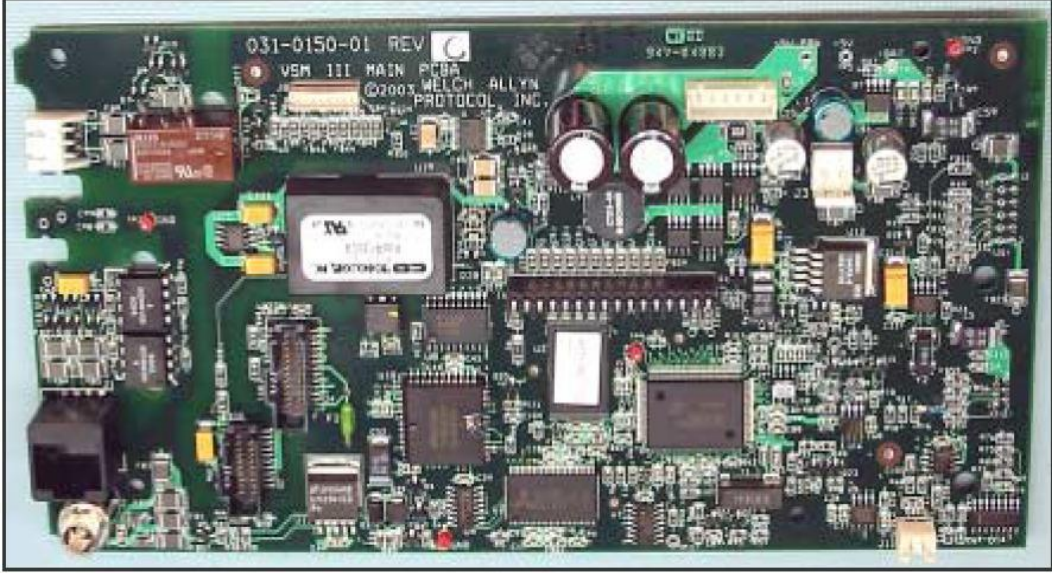
Resim 1. 6: PCB kontrolü yapmak için kullanılan ışıklı büyüteç



Resim 1. 7: Isı ayarlı özel havyalar

1.2.2.2. HBM'nin Anakartı

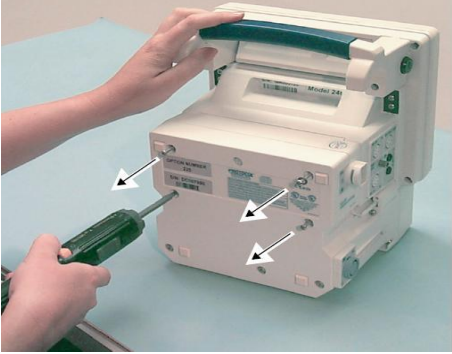


HBM'ler farklı firmalar tarafından farklı özelliklerde üretilir. Resim 1. 8'de HBM anakartından biri görülmektedir. Farklı özelliklerine rağmen hepsinin ortak özelliği mikro işlemcili bir sisteme sahip olmalarıdır.



Resim 1. 8: HBM Anakartı

UYGULAMA FAALİYETİ

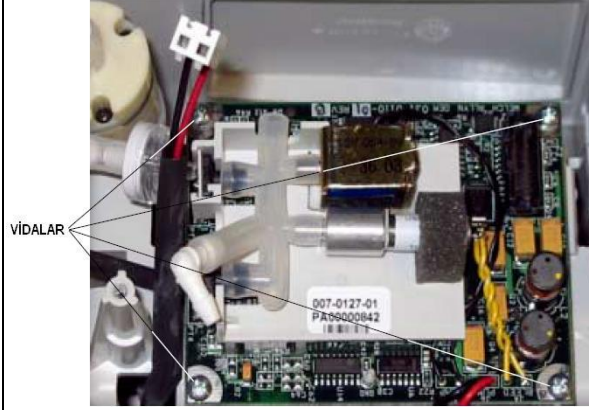
NIBP pompasının değiştirilmesi işlemini yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
<p>➤ HBM'nin dış koruma kabı vidalarını sökünüz.</p> 	<p>➤ Cihazınızı uygun aletler kullanarak sökünüz.</p> <p>➤ Bazı cihazlarda ilk bakışta görülmeyen gizli vidalar vardır. Bunlara dikkat ediniz ve cihazı zorlamayınız.</p> <p>➤ Hangi konektörü ve hangi vidayı nereden söktüğünüze dikkat ediniz. Yanlışlıkla uygun olmayan parçaları birleştirmeye çalışmayınız. Aksi hâlde cihazınız zarar görebilir.</p>
<p>➤ Koruma kabını dikkatlice açınız.</p> 	<p>➤ Elektriksel güvenlik açısından demontaj sırasında bütün besleme gerilimlerini devre dışı bırakınız.</p> <p>➤ Her konektör yapısı aynı olmayabilir. Konektörlerin tırnaklı, sıkıştırılmalı veya geçmeli olan tipleri vardır. Demontaj sırasında aşırı kuvvet uygulamayınız.</p>
<p>➤ Batarya kablolarını sökünüz.</p> 	

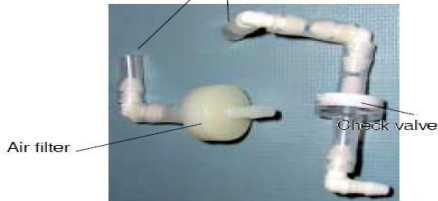
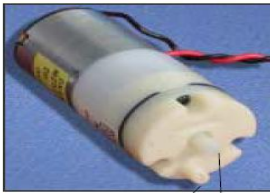
- NIBP ünitesi boru bağlantılarını sökünüz.



- NIBP ünitesini vida bağlantılarını sökerek şasiden ayırınız.



- Pompayı tamamen ana şasiden ayırınız.



- Pompayı değiştirerek bütün parçaları demontaj sırasının tam tersi şekilde montaj yapınız.

- Söktüğünüz parçaları belirli bir sıraya dizmeniz size kolaylık kazandıracaktır.

- Tornavida, vida ağzını iyice kavramalı ve yeterince basınç uygulanmalıdır.

- Eğer çok karmaşık bir cihaz söküyorsanız, tekrar montaj sırasında size kolaylık sağlaması için demontaj sırasında yapılan işlemlerle ve sökülen parçalarla ilgili notlar almanız faydalı olacaktır.

- Burada sadece bir ünitenin demontaj uygulaması verilmiştir. Diğer üniteler de aynı yol izlenerek demonte edilebilir.

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. Size verilen HBM'nin dış koruma kabı vidalarını söktünüz mü?		
2. Koruma kabını dikkatlice açtınız mı?		
3. Batarya bağlantı kablolarını söktünüz mü?		
4. NIBP ünitesi boru bağlantılarını söktünüz mü?		
5. NIBP ünitesini vida bağlantılarını sökerek şasiden ayırdınız mı?		
6. Pompayı tamamen ana şasiden ayırdınız mı?		
7. Pompayı değiştirerek bütün parçaları demontaj sırasının tam tersi şekilde montaj yaptınız mı?		

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. () HBM'ler mikro işlemci kontrollüdür.
2. () HBM'ler kanın saniyedeki akış miktarını ölçebilir.
3. () HBM sistemlerinde izoleli güç kaynakları kullanmak gerekmez.
4. () NIBP, haricî kan basıncı ölçümü demektir. Bu ölçüm hasta koluna takılan manşon yardımı ile yapılır.
5. () Pnomatik ünite, NIBP ölçüm modülü ve CO₂ ölçüm modülünü kapsar. Bu sistemlerde hava basıncı özel olarak imal edilmiş boru düzeneklerinden iletilir.
6. () Cuff kompresörü, DC motor ve pompa olmak üzere iki ana bölümden oluşmaktadır.
7. () Cuffun kullanım amacı, kol arterindeki kan basıncını ölçmeye yardımcı olmaktır.
8. () HBM'ler ileri teknoloji ürünü cihazlardır. Yüzey montaj teknolojisi (Surface Mount Device- SMD) kullanılarak imal edilmiştir.
9. () Cufflar hiç eskimeyen dayanıklı bir yapıya sahiptir.
10. () HBM'lerde cuff, el pompası ile manuel olarak şişirilir.

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

HBM'nin sensör yapılarını, sensörlerin teknik özelliklerini, sistem içerisinde kullanılan soket bağlantı şekillerini ve sistemdeki hata kodlarını öğreneceksiniz. Gerekli görüldüğü takdirde değiştirilmesi gereken sensör ve soketlerin değişimine ilişkin yöntem ve kuralları kavrayacak ve bu değişiklikleri yapabileceksiniz.

HBM'de anahtar, sensör ve soketlerin teknik özelliklerini kavrayacak, arızalanmaları durumunda bu elemanları değiştirebileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- NIBP, IBP, SpO₂, EKG, CO₂ ve vücut sıcaklık ölçüm sensörleri ile ilgili araştırma yapınız.
- Bu ölçüm parametrelerini HBM dışında yapabilen başka cihazların olup olmadığını araştırınız.
- Bu araştırmaları internet ortamında ya da hastanelerde yapabilirsiniz.
- Edindiğiniz bilgileri arkadaşlarınızla ve öğretmeninizle paylaşınız.

2. HBM SENSÖRLERİ, SOKETLERİ, HATA KODLARI

Sensör, soket ve hata kodları aşağıda açıklanmıştır.

2.1. HBM Sensörleri

Günümüzde üretilmiş yüzlerce tip sensör vardır. Mikro elektronik teknolojisindeki hızlı gelişme, bu konuda her gün yeni bir buluş ya da yeni bir uygulama tipi geliştirilmesini sağlamaktadır. Teknik terminolojide sensör ve transduser terimleri birbirlerinin yerine sık sık kullanılmaktadır. Transduser, genel olarak enerji dönüştürücü olarak tanımlanır. Sensör ise çeşitli enerji biçimlerini elektriksel enerjiye dönüştüren cihazlardır. Ancak 1969 yılında ISA (Instrument Society of America) bu iki terimi eş anlamlı olarak kabul etmiş ve "ölçülen fiziksel özellik, miktar ve koşulların kullanılabilir elektriksel miktara dönüştüren bir araç" olarak tanımlamıştır.

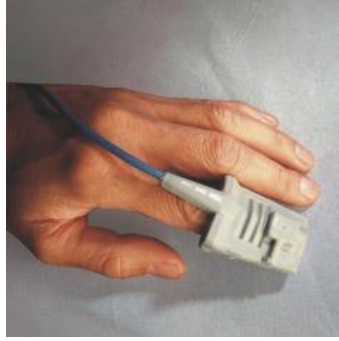
Hastabası monitörlerde de tıbbi amaçlı kullanılan bu sensörlerden bahsetmek mümkündür. Genellikle bir HBM'de SpO₂ ünitesinde optik sensör, NIBP ünitesinde basınç sensörü, CO₂ ölçüm ünitesinde CO₂ sensörü, vücut ısısı ölçümü için sıcaklık sensörü gibi sensörler kullanılmaktadır.

2.1.1. Optik Sensörler

Pals oksimetreler, kandaki oksijen saturasyonunu tek başlarına ölçebilen cihazlardır. Aynı ölçüm sistemi HBM'lerde de vardır. Bu ölçüm; parmak, kulak, el veya ayak gibi vücut kısımlarından yapılabilir.



Resim 2.1: SpO₂ Parmak probu (finger probe)



Resim 2. 2: SpO₂ kulak probu (earlobe probe)

Yetişkin kişilerde oksijen saturasyonu ölçümü parmak ya da kulaktan yapılır. Ancak pediatrik ölçümlerde hastanın aşırı hareketliliği nedeni ile el ya da ayaktan da ölçüm yapılabilir.



Resim 2. 3: Pediatrik SpO₂ propları

Pals oksimetre yöntemini anlayabilmek için önce hemoglobin ve oksijen saturasyonu terimlerini bilmek gerekir.

- **Hemoglobin**, kanda solunum organından dokulara oksijen, dokulardan solunum organına ise karbondioksit taşıyan, kırmızı kan hücrelerinde (alyuvarlarda) bulunan, kanın oksijen ve karbondioksit taşıma işini yapmasında görevli, demir ihtiva eden solunum pigmentidir.
- **Oksijen saturasyonu**, kandaki oksijene bağlanmış hemoglobinin toplam hemoglobine oranı olarak tanımlanır. Pals oksimetre ile yapılan bu oran ölçümü yöntemi, hemoglobinin oksijene olan doygunluğunu yüzde olarak gösteren noninvasive bir ölçüm yöntemidir.

Pals oksimetre ölçümü yapan cihazlar, kandaki toplam hemoglobin ile oksijen hemoglobinin iki ışık dalga boyundaki soğurmalarının farkını ölçmektedir. Bir ışık kaynağı ve fotodetektör ile kanın rengini saptayarak anlık oksijen saturasyonu ölçümü yapar. İki tür hemoglobin arasındaki ayrımı yapabilmek için soğurulmayı iki dalga boyunda ölçmek gerekir. Bunun için biri kırmızı (yaklaşık 660 nm) diğeri kızılötesi (infrared yaklaşık 940 nm) olmak üzere farklı ışık yayan LED içeren bir ışık kaynağı kullanılır.

Kırmızı LED kaynaklar oksijene bağlanmamış hemoglobin seviyesini ölçer. Kızıl ötesi LED kaynaklar oksijene bağlanmış hemoglobin seviyesini ölçer. Bu ışık kaynaklarını ve fotodiyodu içeren ölçüm sensörleri üç farklı tipte üretilir. Bunlar;

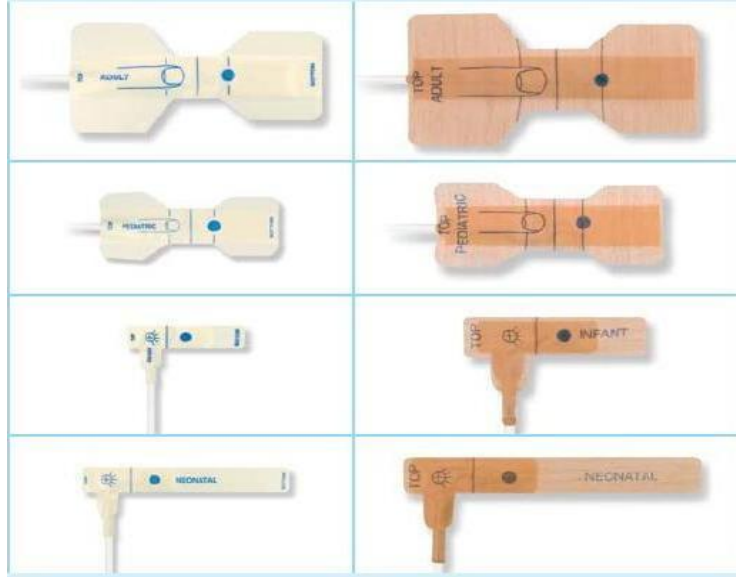
- Çok kullanımlık sensörler,
- Çok kullanımlık flexible sensörler,
- Tek kullanımlık sensörler şeklinde sınıflandırılmıştır.



Resim 2. 4: Çok kullanımlık sensör

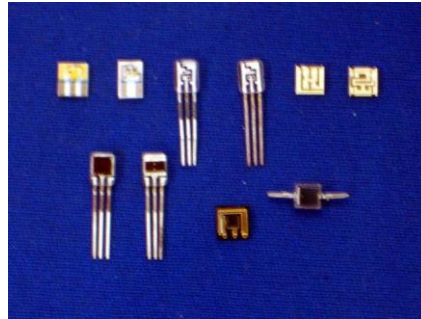


Resim 2. 5: Çok kullanımlık flexible sensör

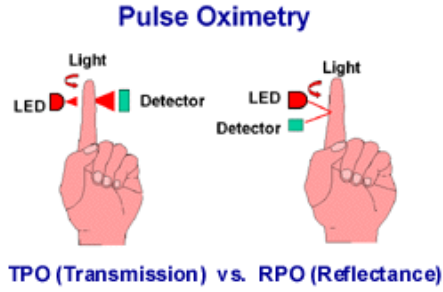


Resim 2. 6: Tek kullanımlık sensörler (Disposable sensor)

Hangi tip SpO_2 sensörü ya da probu kullanılırsa kullanılsın bunların çalışma prensipleri aynıdır. Işık yayan bir LED ve bu LED'in hemen karşısında bu ışığı algılayan bir fotodiyot bu düzeneğin sensör kısmını oluşturur. Fotodiyotlar Resim 2.7'deki gibi imal edilmiş olup seramik ya da plastik kılıfıdır. LED tarafından gönderilen ışığın fotodiyot (dedektör) tarafından algılanması iki şekilde olmaktadır. Birincisi gönderilen ışığın vücut dokusundan geçerek alıcıya ulaşması (transmisyon), ikincisi de vücut dokusunu tamamen geçmeden doku içerisinden geri yansıyarak alıcıya ulaşması (reflektans) şeklindedir (Resim 2. 8).

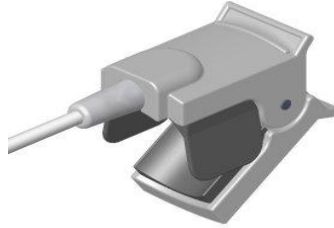


Resim 2.7: SpO_2 de kullanılan fotodiyotlar



Resim 2. 8: Transmisyon ve reflektans

Transmisyon tip SpO_2 probunda ışık alıcısı ve vericisi karşılıklı olarak dururken reflektans tip SpO_2 probunda aynı düzlem üzerinde bulunmaktadır.



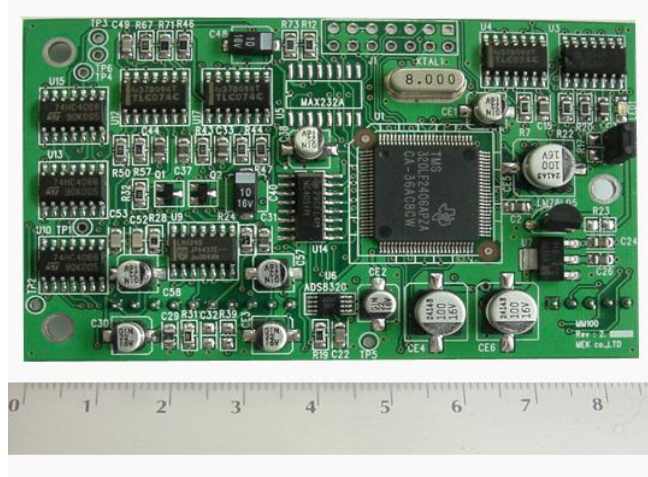
Resim 2. 9: Transmisyon prop



Resim 2. 10: Reflektans prop

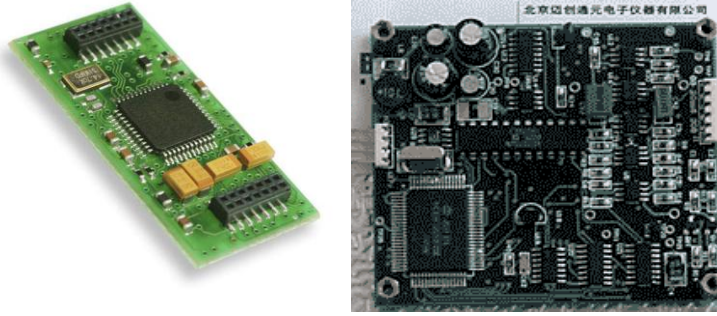
HBM'lerde SpO_2 sensörlerinin yardımı ile elde edilen veriler SpO_2 modülünde işlenmektedir. Bu modül bütün HBM cihazlarında prensip olarak aynı işlemi yapmaktadır. Ancak farklı markalar farklı elektronik dizaynlar geliştirmişlerdir. Bu modüller yüzey montaj teknolojisi (SMD) ile üretilmiştir.

Resim 2. 11 ve Resim 2. 12'de farklı markalara ait ve farklı olarak dizayn edilmiş SpO_2 elektronik kartları görülmektedir.



Resim 2. 11: SpO₂ modülüne bir örnek

SpO₂ ölçüm modüllerinde, en çok ölçüm proplarında (sensör) kablo kopması şeklinde arızalar oluşur. Nadiren fotodiyot-LED ikilisinin birinde arıza oluşması da mümkündür. Bu durumda prop yenisi ile değiştirilmelidir. Eğer arıza elektronik kart üzerinde ise yukarıda anlatılan PCB üzerinde arıza arama teknikleri uygulanmalıdır.

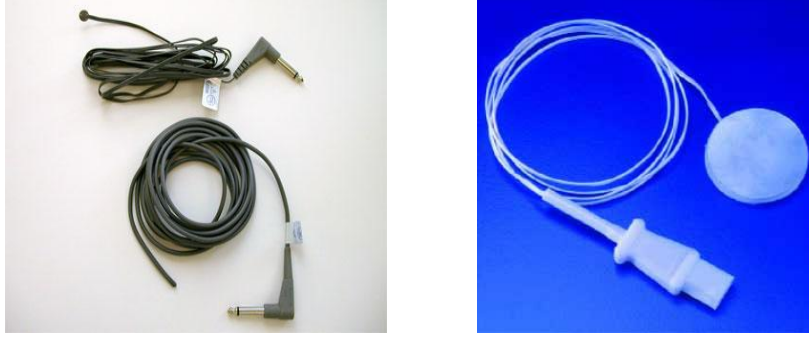


Resim 2. 12: Farklı dizayn edilmiş SpO₂ modülleri

Hiçbir zaman önerilmeyen component değişimi yapılmamalıdır. Değiştirilmesine izin verilen elemanlar ve sadece orijinaleri ile değiştirilmelidir. Değişim yapıldıktan sonra ilk olarak kaçak akım güvenlik testi yapılır. Daha sonra kalibrasyon kontrolü yapılmalıdır.

HBM'lerde optik sensör, sadece SpO₂ ünitesinde değil yazıcı ünitesi olan tiplerde de bulunabilir. Yazıcı kâğıdının olup olmadığını ve hangi sınırdan itibaren yazabileceğini bu optik sensör ayarlar. Sistem olarak bir ışık kaynağı ve onun karşısında ışıktan etkilenen bir almacın yazıcı motor ünitesini hareket ettirmesi ilkesine göre çalışır. Bu iki eleman arasında ise yazıcı kâğıdı vardır. Yazıcı ünitesi motoru bu sensör tarafından gönderilen işaretlere göre hareket eder.

2.1.2. Sıcaklık Sensörleri

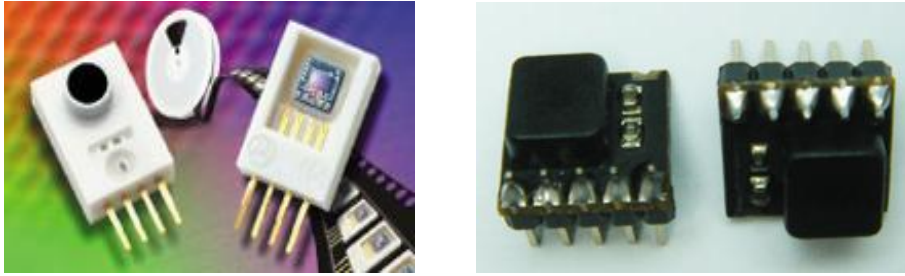


Resim 2. 13: Çeşitli sıcaklık sensörleri

HBM'ler, hasta vücut ısısını sürekli takip edebilecek, gerektiğinde veya bir anormallik oluşursa personeli uyarabilecek sisteme sahiptir. Sıcaklık ölçümü, ısı probunun içindeki termistör yardımıyla yapılır. Isı değişimi ile orantılı olarak termistörün direnci değişir. Termistörün direnci ölçülerek sıcaklık hesaplanır.

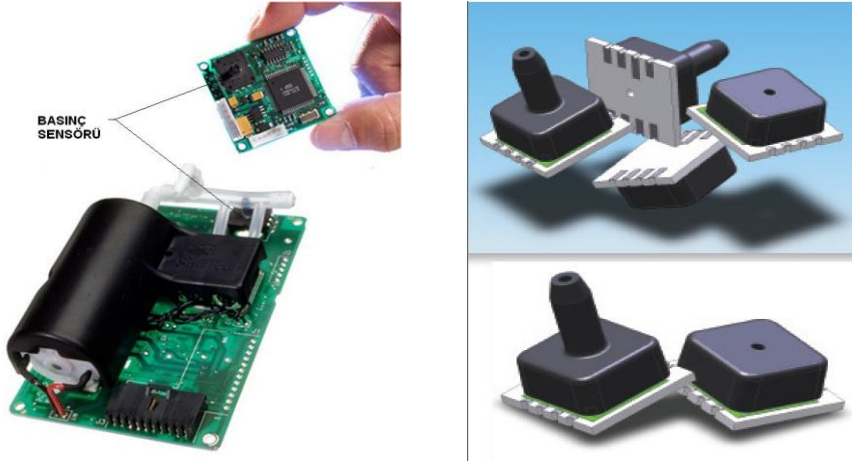
2.1.3. Basınç Sensörleri

HBM'lerde standart olan donanımlardan biri kan basıncı ölçümü ünitesidir. Pnömatik ünite başlığı altında anlatılan NIBP (non invasive blood pressure) haricî kan basıncı ölçüm ünitesinde basınç sensörleri kullanılmaktadır. Bu sensörlerden bazıları aşağıdadır.



Resim 2. 14: Çeşitli basınç sensörleri

HBM'lerde kullanılan basınç sensörleri diğer basınç sensörlerine göre ölçüm hassasiyetleri bakımından üstünlük gösterir. Üzerlerine uygulanan basınca gerçek zamanlı cevap verir. Bu sensörlerin bazı tipleri sadece açma-kapatma gibi basit anahtar görevi görürken bazıları da uygulanan basınçla doğru orantılı olarak rezistif değişimler gösterir. Arızalanmaları hâlinde orijinali ile değiştirilmelidir.



Resim 2. 15: Basınç sensörleri ve NIBP kartı üzerindeki konumu

2.1.4. CO₂ Sensörleri

Yaşamak için gerekli olan oksijen (O₂) akciğerler vasıtası ile kana, oradan da tüm vücuda ulaştırılır. Her bir hücrede kullanılan oksijen, karbondioksit olarak vücuttan yine akciğerler yardımı ile atılır. Vücuttan atılan karbondioksit miktarı hasta solunumu ile ilgili olarak hekime önemli ipuçları verir.

Hasta solunum sisteminden atılan CO₂ miktarını ölçmek için HBM'lerde CO₂ ölçüm sensörleri kullanılır. Bu sensörler hastanın solunum hızını ve vücuttan attığı CO₂ miktarını ölçmek için kullanılan aparatlardır.

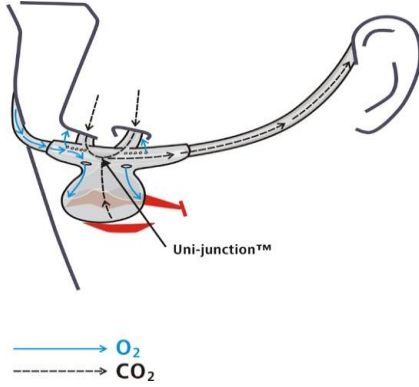
Aşağıdaki resimlerde farklı CO₂ sensörleri görülmektedir. Bu sensörler sadece HBM'lerde değil solunum ile ilgili olan yaşam destek ünitelerinde de kullanılır.

HBM'lerde CO₂, mmHg veya % cinsinden ölçülür.



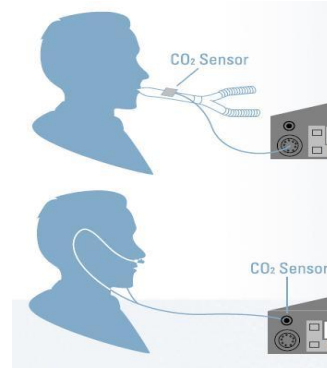
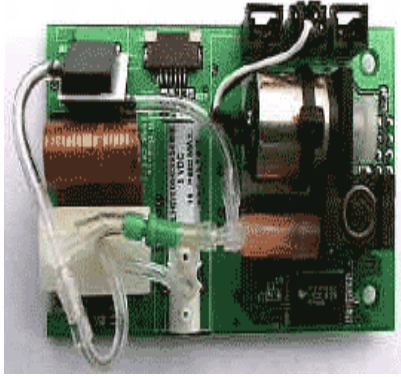
Resim 2. 16: CO₂ sensörleri

Resim 2.17'de CO₂ sensörünün hastaya bağlanış biçimi görülmektedir. O₂'nin akış yönü mavi, CO₂'nin akış yönü de siyah oklarla gösterilmiştir. Bu sensörün burundan uygulanan tipi olduğu gibi ağızdan uygulanan tipi de vardır. Resim 2. 18'de her iki tip sensör de görülmektedir.



Resim 2. 17: CO₂ sensörünün hastaya bağlanması

CO₂ sensörleri bazen solunum aparatı üzerinde bulunurken bazen de ölçümü yapıp yorumlayan elektronik aksam üzerinde bulunur.



Resim 2. 18: CO₂ sensörünün bağlanış tipleri ve bir CO₂ modülü

CO₂ sensörlerinde ve bu sensörlerden elde edilen verileri işleyen elektronik kartta arızalar oluşabilir. Bu sistem havalı (pnömatik) olduğu için öncelikle hava boruları ve ek yerleri kontrol edilmelidir.

2.1.5. EKG Sensörleri

EKG cihazlarında kullanılan sensörler (elektrot) HBM'lerde de kullanılır. Bu sensörlerin EKG cihazlarında kullanılan sensörlerden hiçbir farkı yoktur.



Resim 2. 19: EKG sensörleri ve bir hastaya uygulması

2.2. HBM Soket Bağlantıları

HBM'lerin dış ünitelerle ve sensörler ile (NIBP, SpO₂, Termistör, EKG leadleri gibi) bağlantı kurması, konnektör denilen bağlantı noktaları ile gerçekleşir. Bu haricî ekipman bağlantılarından başka, cihaz içinde de konnektörlü bağlantı noktaları vardır. Aşağıdaki resimlerde haricî ekipmanlarla iç ünitelere ait bağlantı jak ve konnektörleri görülmektedir.



Resim 2. 20: HBM'ler için uygunlaştırıcı (konnektörler) adaptör



Resim 2. 21: CO₂ sensörü ve konnektörü

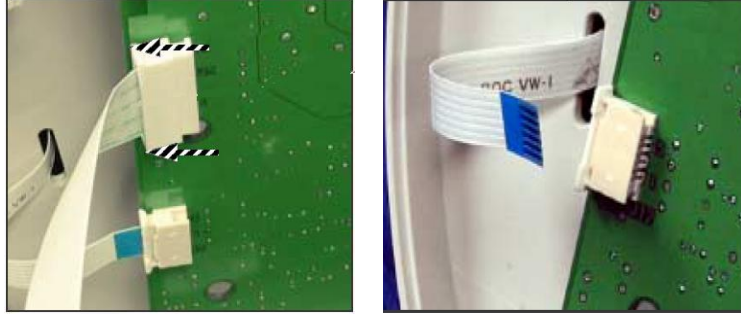


Resim 2. 22: SpO₂ sensör ve konnektörü

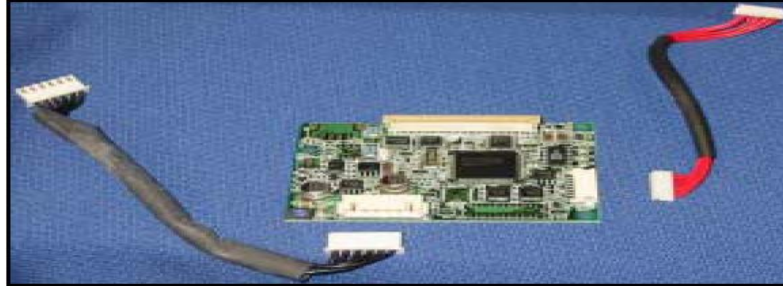
Bu konnektörler, yanlış bağlantıları önlemek amacıyla sadece doğru eşleştirme yapıldıklarında birbirlerine uyum sağlar. Örneğin; CO₂ sensör jakı yerine hatayla bile olsa SpO₂ jakı takılamaz çünkü yapıları farklıdır.



Resim 2. 23: NIBP hava boruları bağlantı konnektörleri (male-female connector)



Resim 2. 24: HBM'nin anakart üzerindeki esnek kablolu konnektör bağlantıları



Resim 2. 25: HBM yazıcı ünitesi ve konnektör yapıları



Resim 2. 26: Vücut ısı ölçüm probu bağlantı jakesi



Resim 2. 27: SpO₂ modül bağlantı konnektörü

2.3. HBM Hata Kodları ve Nedenleri

HBM'ler sistemin işleyişinde bir anormallik oluştuğunda görsel ya da sesli olarak uyarı işaretleri üretir. Bu uyarı mesajlarının bazılarını ve muhtemel nedenlerini şöyle sıralamak mümkündür:

EKRAN MESAJI	MUHEMEL NEDENİ
EKG İZLEME	
Elektrot çıktı.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Elektrot ucu elektrottan ayrılmıştır. ➤ Elektrot deriye sabit olarak yerleştirilmemiştir. ➤ Elektrot kablosu bağlantı kablosundan çıkmıştır. ➤ Uç ve elektrot arasındaki bağlantı zayıftır. ➤ Elektrot ucu zarar görmüştür.
NIBP İZLEME	
Servis gerekli	➤ Test işlemi sırasında arıza tespit edilmiştir.
Aşırı basınç	➤ Manşet basıncı pediatrik modunda 200 mmHg'yi, Yetişkin modunda 280 mmHg'yi geçmiştir.
Manşet tıkalı	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Boruda fiziksel hasar vardır. ➤ Dolaşık hortum.
Ölçüm yapılamadı.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Hatalı ekipman ➤ Hatalı manşet yerleşimi ➤ Hasta nabızı çok düşük ➤ Hasta aşırı hareketli
Pnömatik vana tıkalı	➤ Ölçüm vanası tıkalı
Manşet şişmiyor.	➤ Hava hortumu bağlantısı kopuk
Anormal ölçüm sonuçları	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Gevşek manşet ➤ Yanlış manşet kullanımı ➤ Manşetin yanlış yerleştirilmesi ➤ Ölçüm sırasında hastanın hareketleri

IBP İZLEME	
IBP sensörü çalışmıyor.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ IBP kablosu kopmuştur. ➤ IBP monitörden ayrılmıştır.
Sıfırlama yapılamadı. (Unable to zero IBP)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Hatalı transdüser ➤ Transdüser kablosu kopmuştur.
Anormal veya gürültülü IBP	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Hatalı IBP sensörü ➤ Gürültü kaynaklarının girişimi
SpO₂ İZLEME	
SpO ₂ Sensör Off	<ul style="list-style-type: none"> ➤ SpO₂ sensörü cihaza bağlanmamıştır. ➤ Sensör çalışmıyor. ➤ Sensör kablosunda kopma ya da temassızlık var. ➤ Sensör, monitöre uygun değildir.
Prop takılı değil.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Prop parmandan çıkmıştır.
Yetersiz ışık	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Sensör hatalıdır. ➤ Sensör ölçülen sinyali gözleyemiyor. ➤ Yanlış uygulanan prop ➤ Hasar görmüş sensör ya da sensör kablosu
Düşük SpO ₂ veya yüksek SpO ₂	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Hastanın oksimetre seviyesi geçerli alarm limitlerinin dışına çıkmıştır. ➤ Alarm limitleri bu hasta için uygun değildir. ➤ Alarm limiti seçildikten sonra SpO₂ seviyesi değişmiştir. ➤ Hatalı ekipman
Düşük Pulse Rate	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Pulse Rate düşük alarm limitinin altına düşmüştür.
Yüksek Pulse Rate	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Pulse Rate yüksek alarm limitini aşmıştır.
Değişen SpO ₂ değeri	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Bozuk sensör ➤ Bozuk kablo bağlantısı ➤ Sensörün yanlış yerleştirilmesi

UYGULAMA FAALİYETİ

HBM ye ait sensörleri kullanarak ölçüm alınız ve diğer ölçme yöntemleriyle değerleri doğrulayınız. Doğrulamadığınız durumlar içinse hataları bulunuz.

İşlem Basamakları	Öneriler
<p>➤ HBM ile farklı kişiler üzerinde oksijen saturasyonu ölçümü yapınız. Hatalı ölçüme neden olan durumları tespit ediniz.</p> 	<p>➤ Cihazınızı mutlaka topraklı bir prizde çalıştırınız.</p> <p>Farklı kişilerdeki ölçüm sonuçları da farklı olabilir. Ancak bu farklılık belirli sınırlar içerisinde olmalıdır.</p>
<p>➤ HBM ile farklı kişiler üzerinde NIBP ölçümü yapınız. Hatalı ölçüme neden olan durumları tespit ediniz.</p> 	<p>➤ SpO₂ ölçümü sırasında aynı koldan NIBP ölçümü yapılmamalıdır. Aksi hâlde SpO₂ ölçümü hatası oluşur.</p> <p>➤ Ölçüm sırasında kol, kalp seviyesinde olmalı ve kişi hareket etmemelidir.</p>
<p>➤ HBM ile farklı kişiler üzerinde ısı ölçümü yapınız. Hatalı ölçüme neden olan durumları tespit ediniz.</p> 	<p>➤ Farklı kişilerdeki ölçüm sonuçları da farklı olabilir. Ancak bu farklılık belirli sınırlar içerisinde olmalıdır.</p> <p>➤ Isı sensörleri ile ölçüm yapılırken sensör tipine göre mutlaka beklenmesi gereken zamana uyulmalıdır.</p>

- G sensörlerinin ve sensörlere ait leadlerin sağlamlık kontrollerini simülatör yardımı ile test ediniz.



- Sensör jaklarının hata ile başka sensör yuvalarına takılıp takılmadığını kontrol ediniz.



- HBM iç konnektörlerinin hata ile başka konnektör yuvalarına takılıp takılmadığını kontrol ediniz.



- Arızalı lead veya sensörler mutlaka doğru test edilmelidir. Bu aparatların sağlamlıklarının hayati öneme sahip olduğu unutulmamalıdır.
- Elektriksel güvenlik açısından bu işlem sırasında bütün besleme gerilimlerini devre dışı bırakınız.
- Her konnektör yapısı aynı değildir. Pin sayıları ve yapıları farklıdır. Konnektörlerin tırnaklı, sıkıştırılmalı veya geçmeli olan tipleri vardır. Aşırı kuvvet uygulamayınız.
- Elektriksel güvenlik açısından bu işlem sırasında bütün besleme gerilimlerini devre dışı bırakınız.
- Her konnektör yapısı aynı değildir. Pin sayıları ve yapıları farklıdır. Konnektörlerin tırnaklı, sıkıştırılmalı veya geçmeli olan tipleri vardır. Aşırı kuvvet uygulamayınız.

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.	HBM ile farklı kişiler üzerinde oksijen saturasyonu ölçümü yaparak hatalı ölçüme neden olan durumları tespit ettiniz mi?		
2.	HBM ile farklı kişiler üzerinde NIBP ölçümü yaparak hatalı ölçüme neden olan durumları tespit ettiniz mi?		
3.	HBM ile farklı kişiler üzerinde ısı ölçümü yaparak hatalı ölçüme neden olan durumları tespit ettiniz mi?		
4.	EKG sensörlerinin ve sensörlere ait leadlerin sağlamlık kontrollerini simülatör yardımı ile test ettiniz mi?		
5.	Sensör jaklarının hata ile başka sensör yuvalarına takılıp takılmadığını kontrol ettiniz mi?		
6.	HBM iç konnektörlerinin hata ile başka konnektör yuvalarına takılıp takılmadığını kontrol ettiniz 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 cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

1. () Transduser genel olarak enerji dönüştürücü olarak tanımlanır. Sensör ise çeşitli enerji biçimlerini elektriksel enerjiye dönüştüren cihazlardır.
2. () Pals oksimetreler, kandaki oksijen saturasyonunu tek başlarına ölçebilen cihazlardır.
3. () Hemoglobin, kandaki karbondioksit ve oksijen değişimini sağlayan solunum pigmentidir.
4. () Oksijen saturasyonu, kandaki oksijene bağlanmış hemoglobinin toplam hemoglobine oranıdır.
5. () SpO₂ sensörleri ışık yayan bir LED ve onun karşısında bulunan ve ışığı algılayan bir fotodiyottan oluşmuştur.
6. () EKG cihazlarında kullanılan sensörler (elektrot) HBM'lerde kullanılan EKG sensörlerinden tamamen farklıdır.
7. () Vücut sıcaklık ölçümü, ısı probunun içindeki termistör yardımıyla yapılır. Isı değişimi ile orantılı olarak termistörün direnci değişir. Termistörün direnci ölçülerek sıcaklık hesaplanır.
8. () HBM'lerde disposable (tek kullanımlık) SpO₂ sensörü kullanılmaz.
9. () HBM'lerde CO₂, mmHg veya % cinsinden ölçülür.
10. () HBM'lerde arızalanan basınç sensörleri ekonomik olması amacı ile değiştirmek yerine tamir edilmelidir.

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

HBM'lerin bakımlarının ve kalibrasyonlarının nasıl yapıldığını, bu bakımlar ve kalibrasyon sırasında hangi hususlara dikkat edilmesi gerektiğini kavrayacaksınız.

ARAŞTIRMA

- HBM'lere ait kullanım veya servis kılavuzları edinerek bakım ile ilgili bölümlerini inceleyiniz.
- HBM bakım ve kalibrasyonunun nasıl yapıldığını araştırınız.
- Bu araştırmaları internet ortamında, hastane teknik servislerinde ve kalibrasyon merkezlerinde yapabilirsiniz.

3. HBM BAKIM VE KALİBRASYONU

HBM'nin bakım ve kalibrasyonlarının yapıları aşağıda açıklanmıştır.

3.1. HBM Temizlik ve Bakımı

HBM'nin temizliği ve bakımı aşağıda açıklanmıştır.

3.1.1. Temizleme

HBM'ni temizlemeye başlamadan önce güç anahtarı yardımıyla HBM'nin enerjisi kesilmeli ve şebeke voltajından besleme fişi çekilmelidir. Hiçbir şekilde cihaz, sensörleri veya herhangi bir aksesuarı temizleme sıvısı içine batırılmamalıdır. Sıcak su, buhar veya hava ile temizlenmemelidir.

3.1.2. Kutunun Temizlenmesi

HBM'nin kutusu hafif nemli bez veya sünger ile temizlenebilir. Aşındırıcı olmayan bir temizleyici, yağ veya parmak izlerini temizlemek amacıyla kullanılabilir. Cihaz zaman zaman deterjanlı yumuşak bir bezle silinmelidir. Seyreltilmiş amonyak katılmış su veya seyreltilmiş çamaşır suyu dezenfektan olarak kullanılabilir.

3.1.3. Hasta Kablolarının Temizlenmesi

Hasta kabloları herhangi bir mekanik baskıya maruz bırakılmamalıdır. Kablolar çıkarılırken fiş tutularak kuvvet uygulanmalıdır. Kablolar sabunlu su ile temizlenebilir.

Kablo uçları temizlendikten sonra iyice kurulanmalıdır. Sterilizasyon gerekli ise bu işlem buharla değil gazla yapılmalıdır.

3.1.4. Isı Proplarının Temizlenmesi ve Dezenfekte Edilmesi

Isı propları temizlenirken ve dezenfekte edilirken şu hususlara dikkat edilmelidir:

- Üretici tarafından her sıcaklık probunun yanındaki talimatların içinde verilen bilgiler her zaman incelenmelidir.
- Proplar, her kullanımdan sonra ılık sabunlu bez ile temizlenmelidir. Konnektör ve kablolar su içine daldırılmamalıdır. Yapışkan banttaki artıklar gaz yağı ile temizlenebilir.
- Proplar, hastane tipi temizleme ajanlarıyla % 70'e kadar alkol içeren dezenfektanlarla dezenfekte edilmelidir. Konnektör ve kablolar çözelti içine daldırılmamalıdır.
- Proplar otoklava konulmamalı ya da sterilize edilmemelidir.
- Koruyucu kılıflar kullanımdan sonra atılmalıdır.

3.1.5. Manşetlerin (Cuff) Temizlenmesi ve Dezenfekte Edilmesi

Manşetleri temizlerken ve dezenfekte ederken şu hususlara dikkat edilmelidir:

- Tekrar kullanımı önlemek için disposable manşetler kullandıktan sonra atılmalıdır.
- Reusable manşetler sabunlu bezle temizlenebilir. Manşet kesesinin içine hiçbir şekilde bir sıvı kaçırılmamalıdır. Eğer kese içine bir sıvı girerse manşet atılmalıdır.
- Manşet temizlendikten sonra su ile iyice durulanmalı ve oda sıcaklığında 15 saat boyunca kurumaya bırakılmalıdır.
- Manşetler dörtlü grup amonyum bileşikleriyle ve/veya aldehitler içeren dezenfektanlarla dezenfekte edilmelidir. Bu ajanlar hızlı kurur ve manşet üzerinde yapışkan bir tabaka bırakmaz.
- Manşet kol üzerinde değilken şişirilmemelidir.

3.1.6. Oksijen Saturasyon (SpO₂) Proplarının Temizlenmesi

SpO₂ proplarını temizlerken şu hususlara dikkat edilmelidir:

- Temizlemeden önce prop, modülden çıkarılmalıdır.
- Propları temizlemek için sabunlu suya batırılmış bez veya % 70'lik izopropil alkol çözeltisine batırılmış yün ped kullanılmalıdır. Proplara 55 °C'de etilen oksitle gaz sterilizasyonu yapılabilir.
- Proplar hiçbir zaman sıvı içerisine daldırılmamalıdır.
- Proplar tekrar kullanılmadan önce tamamen kurutulmalıdır.

3.1.7. IBP Transdüserinin Temizlenmesi ve Dezenfekte Edilmesi

IBP görüntülemesi tamamlandıktan sonra borular ve hazne transdüserden çıkarılarak transdüser diyaframı su ile silinmelidir. Transdüser ve kablo, sabun-su veya aşağıda listelenen temizleme ajanlarıyla ıslatılarak ve/veya silinerek temizlenebilir.

- Cetylcide
- Wavicide-01
- Wescodyne
- Cidex
- Lysol
- Vesphene

Konnektör herhangi bir sıvı içine daldırılmamalıdır. Temizledikten sonra transdüser iyice kurutulmalıdır. Kablo renginin hafif solması veya yüzey kalınlığının geçici olarak artması normaldir. Kablolar temizlenirken aseton, alkol, amonyak, kloroform ve diğer kuvvetli çözücüler kullanılmamalıdır çünkü vinil kablolar bu ajanlar yüzünden zamanla zarar görebilir.

Sterilizasyon için sıvı kimyasal sterilizasyon veya gaz sterilizasyon yöntemlerinden biri kullanılabilir.

3.1.8. Temizlikte Dikkat Edilecek Hususlar

Temizlik sırasında dikkat edilmesi gereken noktalar şunlardır:

- Temizlik sırasında;
 - Aseton,
 - İyodür esaslı temizleyiciler,
 - Fenol esaslı temizleyiciler,
 - Etilen oksit sterilizasyonu malzemeleri kullanılmamalıdır.
- Monitör sterilizasyonu için sterilizasyon merkezi ile temas kurulmalıdır.
- Pavodine, sagrotan, mucocit temizleme ajanları veya aseton gibi kuvvetli çözücüler kullanılmamalıdır.
- Birçok temizleme ajanı kullanmadan önce seyreltilmelidir. Bu seyreltme işlemi üreticinin talimatlarına göre yapılmalıdır.
- Çelik, yün veya gümüş cilası gibi aşındırıcı materyaller kullanılmamalıdır.
- Monitörün içine sıvı girmesine izin verilmemeli ve sistemin herhangi bir parçası bir sıvı içine daldırılmamalıdır.
- Temizlemek için sistemin üzerine herhangi bir sıvı dökülmemelidir.
- Cihaz yüzeyinde herhangi bir temizleyicinin kalmasına izin verilmemelidir. Hemen silinmelidir.

3.2. HBM Kalibrasyonu

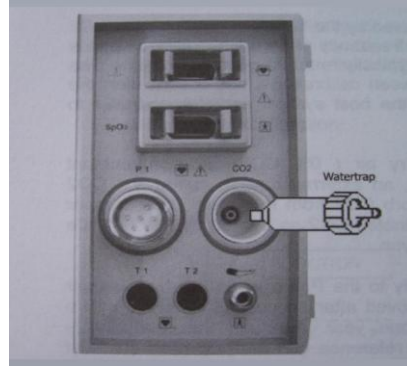
HBM’de çok çeşitli sensörler bulunduğundan kalibrasyonları da çeşitlidir.

3.2.1. CO₂ Kalibrasyonu

Farklı HBM’lerde cihaz ve menü yapıları da farklı olabilir. Burada herhangi bir HBM’nin CO₂ kalibrasyonu anlatılacaktır.

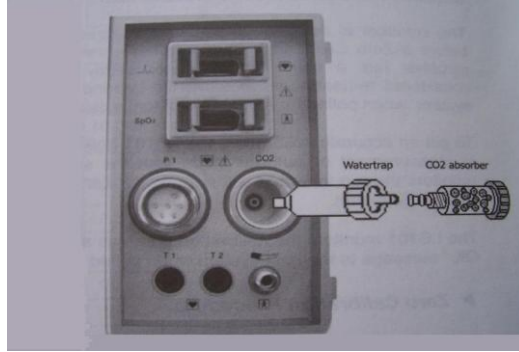
CO₂ modülünün **SIFIR** ve **KAZANÇ** olmak üzere iki değişik kalibrasyonu vardır. Doğru CO₂ ölçümleri için bu kalibrasyonların zamanında ve düzenli olarak yapılması gerekmektedir. SIFIR kalibrasyonu iki haftada bir, KAZANÇ kalibrasyonu ise altı ayda bir yapılmalıdır. Her iki kalibrasyonda da cihaz, kullanıcıya mesaj penceresinde verdiği mesajlar ile gerekli araçları ve yapması gereken işlemi belirtir.

- **Sıfır kalibrasyonu:** Sıfır kalibrasyonu her iki haftada bir kez yapılmalıdır. Sıfır kalibrasyonunu yapmak için aşağıdaki işlemler uygulanmalıdır. Ön paneldeki MAIN tuşuna basılır. Herhangi bir menü aktif değilse dalga ekranına dönülür. Kontrol düğmesi CO₂ parametresine gelene kadar çevrilir. Kontrol düğmesine basarak seçim yapılır. CO₂ AYARLARI menüsü ekrana gelecektir. CO₂ AYARLARI menüsünde kontrol düğmesi çevrilerek "Sıfır kalibrasyon" seçeneği seçilir. Sıfır kalibrasyonu başlatmak için KABUL seçeneği seçilir.



Resim 3.1: CO₂ absorber olmadan watertrapın durumu

CO₂ scrubber, içinde granüller bulunan ve aspire edilen hava içindeki CO₂ gazının tamamını absorbe eden bir aksesuardır. Watertrapın arkasına doğrudan bağlanacak şekilde dizayn edilmiştir. Sıfır kalibrasyona başlamadan önce CO₂ scrobberini arkasına ve bu ikili birlikte cihazın CO₂ girişine takılır.

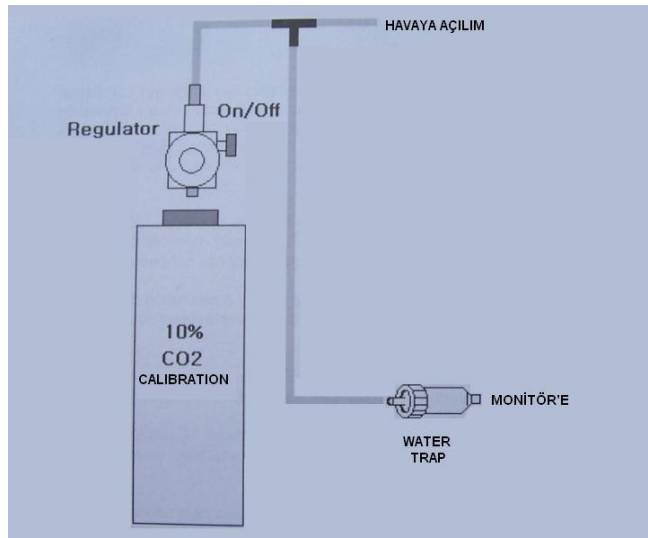


Resim 3.2: Watertrapa CO₂ absorberın takılması

Artık sıfır kalibrasyon yapılmaya hazırdır. Yapılması gereken sadece **kabul** tuşuna basmaktır.

- **Kazanç kalibrasyonu:** Kazanç kalibrasyonu her altı ayda bir yapılmalıdır. Bu kalibrasyonu yapmak için önce ana menüden CO₂ ayarlarına ve oradan kazanç kalibrasyon seçeneğine gelinir. Kazanç kalibrasyonu, **sıfır** ve **kazanç** kalibrasyonları olmak üzere iki aşamadan oluşur. Bu nedenle sıfır kalibrasyonunda uygulandığı gibi kalibrasyona başlamadan önce CO₂ scrubberi watertrapın arkasına ve bu ikili birlikte cihazın CO₂ girişine takılır. Artık kazanç kalibrasyonu yapılmaya hazırdır. Yapılması gereken sadece **kabul** tuşuna basmaktır.

Kalibrasyon düzeneği % 10.0 CO₂ kalibrasyon gazından, aşağıdaki şekilde gösterilen hortum bağlantılarından ve 'T' den oluşmaktadır.



Şekil 3.1: Kalibrasyon düzeneği

'T' den sonra havaya açılım kısmı cihazdan uzaklaşacak şekilde olmalıdır. %10,0 CO₂ kalibrasyon gazı açılır ve ekranda durağan bir dalga görünceye kadar beklenir. Durağan bir capnogram sinyali görmek için yukarıda gösterilen düzenekteki hortumların tamamının %10,0 CO₂ kalibrasyon gazı ile dolmasını beklemek gerekmektedir. Durağan bir capnogram gördükten sonra **kabul** tuşuna basılır. Yaklaşık 10-15 saniye içinde kalibrasyon gazı örneklenerek kazanç kalibrasyonu tamamlanır. Bu işlemden sonra kalibrasyon gazının vanası kapatılır.

3.2.2. CO₂ Kalibrasyonunda Dikkat Edilecek Hususlar

- Kalibrasyon için sadece belirtilen parçalar kullanılmalıdır.
- Cihaz anestezi gazlarının bulunduğu ortamda kullanılmamalıdır.
- Basınç kompanzasyonu otomatik olarak yapılmaktadır. Cihaz; uçak, helikopter gibi yerden irtifası yüksek olan araçların içinde kullanıldığı takdirde ortalama 4-5 dakikada bir watertrap çıkarılıp tekrar takılmalıdır. Bu işlem, cihazın çevredeki basınç değişikliğine adaptasyonunu sağlar.
- Watertrap disposable bir malzemedir. Sterilize edilemez.
- Watertrap su ile dolunca cihaz uyarı verir. Su boşaltılarak kullanılamaz. Bu nedenle yenisi ile değiştirilmelidir.
- Her cihazın watertrapı farklı olabilir. Bu nedenle o cihaza özel watertrap kullanılmalıdır.
- Cihaz kullanıcısı, kalibrasyon zamanlarını takip etmekle sorumludur çünkü cihaz kalibrasyon zamanının aşılması durumunda alarm vermez.
- Sıfır kalibrasyonu sırasında fonksiyon tuşlarına basılmamalıdır. Aksi hâlde kalibrasyon işlemi iptal edilir.
- Kazanç kalibrasyonu öncesinde cihazın tarih ve saat ayarları kontrol edilmelidir. Kazanç kalibrasyonunun en son ne zaman yapıldığı cihaz kayıtlarından öğrenilebilir.
- Aşırı nemli olan ve sıcaklık değişimi fazla olan ortamlarda cihaz hatalı ölçümler yapabilir.
- CO₂ parametrelerinin izlenmediği durumlarda CO₂ modülü standby konumuna alınmalıdır. Daha uzun cihaz ömrü için sensörün içinde bulunan IR ışık kaynağı ve vakum pompasının gereksiz kullanımı önlenmelidir.

UYGULAMA FAALİYETİ

HBM cihazı için kalibrasyon öncesi işlemleri gerçekleştiriniz.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ HBM'nin fiziki sağlamlık kontrolünü yapınız.➤ Hasta kablosunun sağlamlık kontrolünü yapınız.➤ Cuff ve hortumlarının sağlamlık kontrolünü yapınız.➤ HBM'nin batarya sağlamlık testini yapınız.➤ HBM kalibrasyonlarını kontrol ediniz.	<ul style="list-style-type: none">➤ Fiziki bir hasar varsa hasarlı bölümü değiştiriniz.➤ Hasta kablosunu hasta simülatörü ile test ediniz.➤ Sağlamlık testini önce göz ile sonra ölçüm doğruluğu açısından yapınız.➤ Bataryayı tam şarj ediniz. Cihaz üzerinde şarj bitinceye kadar çalıştırınız. Deşarj süresini kontrol ediniz.➤ CO₂, NIBP, SpO₂, EKG, TEMP kalibrasyonlarını kontrol ediniz. Otomatik kalibrasyonlar dışındaki işlemlerde kalibratörleri kullanınız.

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. HBM'nin fiziki sağlamlık kontrolünü yaptınız mı?		
2. Hasta kablosunun sağlamlık kontrolünü yaptınız mı?		
3. Cuff ve hortumlarının sağlamlık kontrolünü yaptınız mı?		
4. HBM'nin batarya sağlamlık testini yaptınız mı?		
5. HBM kalibrasyonlarını kontrol ettiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “**Hayır**” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınızı “**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. () HBM kutusunun dezenfeksiyonunda seyreltilmiş amonyak katılmış su veya seyreltilmiş çamaşır suyu dezenfektan olarak kullanılabilir.
2. () Hasta kablolarının sterilizasyonu gerekli ise bu işlem buhar ile değil gaz ile yapılmalıdır.
3. () Isı proplarına ait konnektör ve kablolar temizlik için su içine daldırılmalıdır.
4. () Proplar otoklava konulmamalı ya da sterilize edilmemelidir.
5. () HBM temizlenirken pavodine, sagrotan, mucocit temizleme ajanları veya aseton gibi kuvvetli çözücüler kullanılmamalıdır.
6. () Temizlik için çelik, yün veya gümüş cilası gibi aşındırıcı materyaller tercih edilmelidir.
7. () CO₂ modülünün SIFIR ve KAZANÇ olmak üzere iki değişik kalibrasyonu vardır.
8. () Kazanç kalibrasyonu her altı ayda bir yapılmalıdır.
9. () Watertrap disposable bir malzemedir. Sterilize edilemez.
10. () HBM'ler, aşırı nemli ve sıcaklık değişimi fazla olan ortamlarda hatalı ölçümler yapabilir.

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

1. () HBM sistemlerinde izoleli güç kaynakları kullanmak gerekmez.
2. () Pnömatik ünite, NIBP ölçüm modülü ve CO₂ ölçüm modülünü kapsar. Bu sistemlerde hava basıncı özel olarak imal edilmiş boru düzeneklerinden iletilir.
3. () Cufflar hiç eskimeyen dayanıklı bir yapıya sahiptir.
4. () NIBP, haricî kan basıncı ölçümü demektir. Bu ölçüm hasta koluna takılan manşon yardımı ile yapılır.
5. () Pals oksimetreler, kandaki oksijen saturasyonunu tek başlarına ölçebilen cihazlardır.
6. () Hemoglobin, kandaki karbondioksit ve oksijen değişimini sağlayan solunum pigmentidir.
7. () SpO₂ sensörleri ışık yayan bir LED ve onun karşısında bulunan ve ışığı algılayan bir foto diyottan oluşmuştur.
8. () HBM'lerde disposable (tek kullanımlık) SpO₂ sensörü kullanılmaz.
9. () HBM'lerde CO₂, mmHg veya % cinsinden ölçülür.
10. () EKG cihazlarında kullanılan sensörler (elektrot) HBM'lerde kullanılan EKG sensörlerinden tamamen farklıdır.
11. () Oksijen saturasyonu, kandaki oksijene bağlanmış hemoglobinin toplam hemoglobine oranıdır.
12. () HBM kutusunun dezenfeksiyonunda seyreltilmiş amonyak katılmış su veya seyreltilmiş çamaşır suyu dezenfektan olarak kullanılabilir.
13. () CO₂ modülünün SIFIR ve KAZANÇ olmak üzere iki değişik kalibrasyonu vardır.
14. () Isı proplarına ait konnektör ve kablolar temizlik için su içine daldırılmalıdır.
15. () Watertrap disposable bir malzemedir, sterilize edilemez.

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	D	6	D
2	Y	7	D
3	Y	8	D
4	D	9	Y
5	D	10	Y

ÖĞRENME FAALİYETİ – 2'NİN CEVAP ANAHTARI

1	D	6	Y
2	D	7	D
3	D	8	Y
4	D	9	D
5	D	10	Y

ÖĞRENME FAALİYETİ – 3'ÜN CEVAP ANAHTARI

1	D	6	Y
2	D	7	D
3	Y	8	D
4	D	9	D
5	D	10	D

MODÜL DEĞERLENDİRMENİN CEVAP ANAHTARI

1	Y	9	D
2	D	10	Y
3	Y	11	D
4	D	12-	D
5	D	13-	D
6	D	14-	Y
7	D	15	D
8	Y		

KAYNAKÇA

- www.biyomedikal.org
- www.gata.edu.tr
- www.gazi.edu.tr
- www.hacettepe.edu.tr
- www.med.yale.edu
- www.ogu.edu.tr
- www.tse.org.tr