

T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI



MEGEP

(MESLEKİ EĞİTİM VE ÖĞRETİM SİSTEMİNİN
GÜÇLENDİRİLMESİ PROJESİ)

BİYOMEDİKAL CİHAZ TEKNOLOJİLERİ

SİSTEMLERDE ARIZA ANALİZİ

ANKARA 2007

Milli Eğitim Bakanlığı tarafından geliştirilen modüller;

- Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığının 02.06.2006 tarih ve 269 sayılı Kararı ile onaylanan, Mesleki ve Teknik Eğitim Okul ve Kurumlarında kademeli olarak yaygınlaştırılan 42 alan ve 192 dala ait çerçeve öğretim programlarında amaçlanan mesleki yeterlikleri kazandırmaya yönelik geliştirilmiş öğretim materyalleridir (Ders Notlarıdır).
- Modüller, bireylere mesleki yeterlik kazandırmak ve bireysel öğrenmeye rehberlik etmek amacıyla öğrenme materyali olarak hazırlanmış, denenmek ve geliştirilmek üzere Mesleki ve Teknik Eğitim Okul ve Kurumlarında uygulanmaya başlanmıştır.
- Modüller teknolojik gelişmelere paralel olarak, amaçlanan yeterliği kazandırmak koşulu ile eğitim öğretim sırasında geliştirilebilir ve yapılması önerilen değişiklikler Bakanlıkta ilgili birime bildirilir.
- Örgün ve yaygın eğitim kurumları, işletmeler ve kendi kendine mesleki yeterlik kazanmak isteyen bireyler modüllere internet üzerinden ulaşılabilir.
- Basılmış modüller, eğitim kurumlarında öğrencilere ücretsiz olarak dağıtılır.
- Modüller hiçbir şekilde ticari amaçla kullanılamaz ve ücret karşılığında satılamaz.

İÇİNDEKİLER

GİRİŞ	1
ÖĞRENME FAALİYETİ- 1	3
1. ELEKTRİKSEL ÜNİTELERDEKİ ARIZALAR	3
1.1. Elektriksel Güvenlik	3
1.1.1. Elektriksel Güvenlikle İlgili Yayınlar Üreten Başlıca Organizasyonlar.....	4
1.1.2. Hastane Personelinin Sorumlulukları	4
1.1.3. Elektriksel Tehlikeleri Azaltmak İçin Önleyici Bakım ve Koruma Programları...	5
1.2. Kaçak Akım	6
1.2.1. Akım Tanımları	10
1.3. Güç İzolasyon Sistemleri	12
1.4. Elektriksel Şok Tehlikelerini Azaltmak İçin Eş Potansiyel Topraklama Sistemi	15
1.5. Elektriksel Şok Tehlikelerini Azaltmak İçin Kaçak Akım Rölelerinin Kullanılması .	16
1.6. Elektriksel Şok Tehlikelerini Azaltmak İçin Uygun Güç Tesisatı, Dağıtım ve Topraklama Sistemi	17
1.7. Topraklama ve Sızıntı Akım Değerleri İle İlgili Limitler	20
1.8. Özel Elektriksel Güvenlik (Emniyet) Test Ekipmanları	20
1.8.1. Ağırlıklı Risk Akım Ölçümü	21
UYGULAMA FAALİYETLERİ	23
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	27
ÖĞRENME FAALİYETİ- 2	29
2. BİLGİSAYAR ÜNİTELERİ	29
2.1. Bilgisayar ve Kumanda Merkezi Bağlantıları.....	30
2.1.1. Klavye Bağlantı Elemanları.....	30
2.1.2. Tarayıcı Bağlantı Elemanları	30
2.1.3. Monitör Bağlantı Elemanları	32
2.1.4. Fare Bağlantı Elemanları	32
2.1.5. USB (Universal Serial Bus).....	33
2.2. Bilgisayar Ağ Bağlantı Yapıları.....	34
2.2.1. Yerel Alan Ağı (Local Area Network-LAN).....	34
2.2.2. Orta Alan Ağı (Metropolitan Area Network – MAN)	35
2.2.3. Geniş Alan Ağ (Wide Area Network-WAN)	35
2.3. Ağ Topolojileri.....	35
2.4. Ağ Bağlantı Elemanları.....	36
2.5. Ağ Bağlantılarında Kullanılan Kablolar	38
2.5.1. Koaksiyel Kablolar	38
2.5.2. Fiber Optik Kablo	41
2.5.3. Dolanmış Çift Kablo (Twisted Pair Cable).....	41
2.5.4. Utp Kablo Yapımı	43
2.5.5. Ağ Bağlantı Sorunlarında Dikkat Edilecekler	45
2.6. Kablosuz Yerel Ağ (Wireless Local Area Network)	46
2.6.1. Kablosuz Yerel Ağ Teknolojileri.....	47
2.7. Ek	48
UYGULAMA FAALİYETLERİ	49
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	51
ÖĞRENME FAALİYETİ- 3	53
3. ELEKTRONİK ÜNİTELER	53
3.1. Antistatik Laboratuvar Ortamı	53

3.2. Elektronik Devre Eleman Yapıları.....	58
3.3. Arıza Bulma Teknikleri	61
3.3.1. V-I Test.....	61
3.3.2. Fonksiyonel Test.....	63
3.3.3. Kısa Devre Testi	63
3.3.4. Programlı Malzeme Testi	64
3.4. Röle ve Kontaktör Arızaları.....	64
3.5. Mikroişlemcili Devrelerde Kilitlenme ve Alınacak Önlemler	66
3.6. Arızalı Elektronik Kartları (PCB) Onarma Teknikleri.....	66
3.7. Elektrik Motorlarının Elektronik Elemanlarla Kontrolüne Örnek	68
UYGULAMA FAALİYETLERİ.....	70
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	72
ÖĞRENME FAALİYETİ- 4.....	74
4. MEKANİK ÜNİTELERDEKİ ARIZALAR.....	74
4.1. Mekanik Ünitelerin Arıza Sebepleri	75
4.2. Mekanik Sistemlerin Şematik Gösterilişi.....	76
4.3. Makinelerde Titreşim (Vibrasyon) Ölçümü.....	80
UYGULAMA FAALİYETLERİ.....	81
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	83
ÖĞRENME FAALİYETİ- 5.....	84
5. ÇIKTI BİRİMLERİ.....	84
5.1. Film Çıkarma Birimleri.....	85
5.2. Kimyasal Solüsyonlar	86
5.3. Filmler.....	86
5.4. Kasetler	86
5.5. Yazıcılar	87
UYGULAMA FAALİYETLERİ.....	88
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	90
CEVAP ANAHTARLARI.....	95
KAYNAKÇA	97

AÇIKLAMALAR

KOD	523EO0202
ALAN	Biyomedikal Cihaz Teknolojileri
DAL/MESLEK	Alan ortak
MODÜLÜN ADI	Sistemlerde Arıza Analizi
MODÜLÜN TANIMI	Biyomedikal cihaz sistemlerinde oluşan arızaları analiz etmek için gerekli bilgi ve becerilerin verildiği modüldür.
SÜRE	40/16
ÖN KOŞUL	
YETERLİK	Biyomedikal sistemlerde arıza analizi yapmak
MODÜLÜN AMACI	Genel Amaç: Bu modül sonrasında (Elektrikli Tıbbi Cihazlar Bölüm-1) genel güvenlik kuralları dahilinde sistemi oluşturan kısımları ayırabilecek, bu kısımlarda meydana gelebilecek arızaların analizini yapabileceksiniz. Amaçlar <ul style="list-style-type: none">➤ Biyomedikal cihazlarda elektriksel üniteleri ayırabilecek, bu ünitelerle ilgili elektriksel ölçüm ve testleri yapabileceksiniz.➤ Biyomedikal cihazlarda bilgisayar ve kumanda merkezi bağlantılarını ayırabilecek, bu ünitelerle ilgili ölçüm ve testleri yapabileceksiniz.➤ Biyomedikal cihazlarda elektronik üniteleri ayırabilecek, bu ünitelerle ilgili elektriksel ölçüm ve testleri yapabileceksiniz.➤ Biyomedikal cihazlarda mekanik ve birleşik üniteleri ayırabilecek, bu ünitelerle ilgili ölçüm ve testleri yapabileceksiniz.➤ Biyomedikal cihazlarda çıktı birimlerini ayırabilecek arıza analizi yapabileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	Ortam: Sistem analizi atelyesi, ölçme ve işaret işleme atelyesi, kalibrasyon atelyesi, Dal atelyeleri Donanım: AVO metre, bilgisayar ve bağlantı elemanları, mekanik ağırlıklı cihaz birimleri, elektronik kartlar, hasta masası, yazıcılar, antistatik malzemeler,
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Modülün içinde yer alan her öğrenme faaliyetinden sonra, verilen ölçme araçlarıyla kazandığınız bilgileri ölçerek kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen, modül sonunda size ölçme aracı (test, çoktan seçmeli, doğru yanlış vb.) uygulayarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgileri ölçerek değerlendirecektir.

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Bu modülde biyomedikal cihazları oluşturan kısımlardan; elektrik, bilgisayar, çıktı birimleri, elektronik ve mekanik üniteleri ayırt ederek, arıza durumunda yaklaşım noktalarını, genel test ve ölçümleri açıkladık. Ayrıca cihazlarımızda sık kullanılan motor çeşitlerinden servo ve step motoru da sizlere tanıtmaya çalıştık.

Biyomedikal cihazların çeşitlerini ve kullanım alanlarını genel olarak gördünüz. Cihazlarda ve sistemlerde arıza arama ve yaklaşım yöntemlerini ve bu arızaları giderme tekniklerini de Cihaz Dışı Arızalar, Hata Kodları ve Modifikasyon modüllerinden hatırlayacaksınız.

Bu modül ile insan sağlığı için gerekli cihazların ölçüm kalitesini korumak amaçlı elektriksel güvenlik testlerini tanıyarak, temel testleri yapabileceksiniz. Sistem yaklaşımınızı geliştirerek cihazın ünitelerine müdahale edebilme becerisini kazanacak, ama bunun içinde çok sayıda uygulama yapmanız gerektiğini de unutmayacaksınız.

ÖĞRENME FAALİYETİ- 1

AMAÇ

Bu öğrenme faaliyetini başarıyla tamamladığınızda, biyomedikal cihazlarda elektriksel üniteleri ayırabilecek, bu ünitelerle ilgili elektriksel ölçüm ve testleri yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Biyomedikal cihazların elektriksel ünite arızalarında dikkat edilmesi gereken işlemler nelerdir, araştırınız.
- Cihazların diğer birimlerle olan elektriksel bağlantılarında hangi tip kablolar kullanılmaktadır, farklı biyomedikal cihazlar için araştırınız.

1. ELEKTRİKSEL ÜNİTELERDEKİ ARIZALAR

Biyomedikal Temel Elektrik modülün de insanları ve elektrik tesisatını kaçak akımdan korumanın öneminden, insan vücudundan geçecek akımın etkilerinden ve de temas gerilimi etkilerinden söz edilmiştir.

Şimdi de ayrıntılı olarak elektriksel güvenlik ile ilgili temel bazı kavramları inceleyelim.

1.1. Elektriksel Güvenlik

Elektriksel güvenlik zararlı elektrik şokları, patlama, yangın ve hasarın malzeme ve binalara yapacağı her türlü zararı, etkili biçimde sınırlama ve engelleme demektir.

Elektrik şokundan kasıt her makro şok (yüksek derecede koldan kola ve çoğunlukla kalpten geçen) ve mikro şok (düşük derecede ve doğrudan kalpten geçen akım) 'tur. Potansiyel bir farkın burada mevcut olması şarttır (iki bağlantı noktası arasında ve her iki durumda). Bu şok hastalara, personele veya ziyaretçilere zarar verebilir.

Şokun sebebi kabloların yanlış bağlanması veya elektriksel malzemenin ve güç sistemlerinin yanlış kullanılması olabilir. Patlamanın meydana gelme sebebi elektriksel kontakta çıkan kıvılcımın patlayıcı gazlarla temasından olur (eter ve siklopropan anestetikleri gibi). Yangın ise fazla yüklenmiş, yanlış bağlanmış veya yanlış kullanılan malzeme ve güç sistemlerinden meydana gelen yüksek ısı sebebi ile olur.

Cihaz ve binaların hasarı ise patlama, yangın veya aşırı yükleme sebebi ile olabilir.

Güvenlik; ağrı (acı), yaralanma veya can kaybından korunma olarak tanımlanabilir. Aslında güvenlik genel anlamda zararsız durum demektir. Fakat gerçekte hiçbir durum tamamen güvenli değildir.

Pratik olarak rutin hastane hayatında şunu bilmek önemlidir, elektriksel güvenlik statik bir durum değildir. Aksine dinamik ve sürekli bir harekettir ve tehlikenin hissedilmesi ve düzeltilmesini içerir.

Hastanelerde kullanılan tanı ya da tedaviye yönelik sistemlerin büyük bir çoğunluğu elektriksel cihazlar ya da sistemlerdir. Bu nedenle elektriksel emniyet, hastanenin emniyet programı içerisinde çok önemli bir yer tutmaktadır.

1.1.1. Elektriksel Güvenlikle İlgili Yayınlar Üreten Başlıca Organizasyonlar

Tıbbi kuruluşlarda elektriksel güvenlik, bir dizi kod ve standarda sahip karmaşık bir düzendedir. Bunların bazıları ulusal yasalara bağlıdır. Bunlar Mesleki Güvenlik ve Sağlık İdaresi (OSHA), Sağlık Eğitim Sıhhat (HEW), Genel Sağlık Servisi (PHS), Yemek Ve İlaç İdaresi (FDA)dir. Diğerleri ise isteyerek yapılan ve bilinen standartlar sınıfına girer.

Mesela (NFPA) ulusal Yangından Korunma Birliği, (NEC) Ulusal Elektrik Kanunu, (ANSI) Amerika Ulusal Standartlar Enstitüsü, (UL) Sigortalama Laboratuvarları ya da tersi, (AAMI) Tıbbi Kuruluşları Geliştirme Birliği, (JCAHO) Sağlık Organizasyonlarının Onay Belgesindeki Birleşik Komisyonlar gibi.

Ayrıca yerel kanun ve standartlarda elektriksel güvenliğin özelliklerinin tanımlanmasında söz sahibidir. Ülkemizde bu konuda TSE, ilgili kurum ve kuruluşların uygulayacağı standartların talimatlarını belirler.

1.1.2. Hastane Personelinin Sorumlulukları

Her ne kadar bilgi alanları farklı olsa da elektriksel güvenliğin sorumluluğu tıp kurumları ve hastalarıdır. Hasta şüphelendiği herhangi bir elektriksel tehlikeyi ona bakan doktor, hasta bakıcı, güvenlik memuru veya ilgili teknisyene bildirmelidir. Ancak hasta dikkatli olsa bile, birçok potansiyel elektriksel tehlikelerden muhtemelen habersizdir. Onun için sorumluluğun büyük kısmı hastane personelinindir.

Tıp doktorları, hemşireler ve tıbbi teknisyenler hastaya bağlanan tüm elektriksel donanım ve kabloları muhtemel elektriksel tehlikeler için kontrol etmelidir.

Yardım kadrosu içeriği: Biyomedikal Mühendisler (BME), Biyomedikal Teknisyenleri (BMET), güvenlik memurları, teknisyenler, kurulan ameliyat personeli ve tıbbi teknisyenlerdir.

Hastanede bir elektrik güvenlik programı oluşturmak için tüm BME ve BMET çalışanlarının iş akışı benzer olmalıdır. BMET'lere, hemşirelere, doktorlara ve diğer tıbbi çalışanlara bu iş akışı bir elektrik güvenliği uzmanı tarafından verilebilir. BMET'ler hastanede genelde periyodik olarak sunum yapmak için fakat aynı zamanda tam bir elektriksel güvenlik programının kurulmasında gerekli olabilir. Bu işlem hastane güvenlik kurulu tarafından koordine edilir.

Hemen tüm elektronik cihazlarda olduğu gibi tıbbi cihazlarda da elektrik akım kaçaklarının belli sınırlar içinde olması istenir. Hatta bu, tıbbi cihazlar için çok daha fazla önem taşımaktadır. Çünkü tıbbi cihazlardaki herhangi bir istenmeyen akım direkt olarak insan hayatını tehdit edecek bir durum yaratır. Bu konu içinde besleme kaynaklarının da önemli bir fonksiyonu vardır.

Tıbbi Cihazlarda Güvenli Çalışma modülünde söz edildiği gibi tıbbi cihaz teknisyenleri görevleri gereği cihazların sökülmesi, birleştirilmesi, elektriksel bağlantıların yapılması, fonksiyonel testlerin ve kalibrasyonlarının yapılması nedeniyle her zaman elektriksel şoklara maruz kalma tehlikesiyle karşı karşıyadır.

1.1.3. Elektriksel Tehlikeleri Azaltmak İçin Önleyici Bakım ve Koruma Programları

- Önleyici bakım ve koruma; fonksiyonel olmayan tamiratlar, yedek parça değişimi, temizlik ve genel servis kavramlarından oluşur.
- Kalibrasyon; alet performansının ulusal standartlar ve teknoloji enstitüsüne uygun olarak ayarlanması ve ilişkisinin kurulması demektir.
- Tamirler; önleyici bakım, koruma programları veya rastgele olarak direkt ihtiyaç dâhilinde yapılan müdahalelerdir.
- Önleyici bakım (PM) düzeltici bakımdan (CM) farklıdır. PM rutin muayene ve testleri içerirken CM toplam kalibrasyonları veya kusurlu parçaların değiştirilmesini içerir.
- Elektriksel emniyet test ölçümleri PM boyunca elektriksel tehlikeleri erken uyarı sinyalleriyle azaltabilir. Hatalar CM esnasında düzeltilebilir.
- Kırık fişlerin, bozuk prizlerin ve kötü toprak bağlantılarının değiştirilmesi ile tıbbi ortam hastalar için daha güvenli yapılabilir.
- PM belirli standartlar için testler içerir. Örneğin **AAMI** elektro medikal aletler için güvenli akım limitleri ile ilgili standartları yayınlar. Amaçları riskli akımları ölçmek için teknikler geliştirmek, uygun kullanım ve ekipmanların bakımı için basit rehberlerle kullanıcı hâkimiyetini sağlamaktır. Bu standartlar kullanılan elektrik aletlerinin tüm kategorilerinde veya hastaların etrafında bulunan cihazlardaki akım sınırlarını belirler.

Bir X-Ray cihazının jeneratörüne ait akım ve gerilim ile diğer büyüklüklere ait limitler örnek etikette görülmektedir (Tablo 1.1).

Specifications

Maximum Ratings

Maximum output	: 400 mA @ 100 kVp 300 mA @ 125 kVp
Line current at max. rating (60Hz.)	: 153 amps momentary on a 240 VAC line. (100 kVp @ 400 mA.)
Line current at max. rating (50 Hz.)	: 168 amps momentary on a 230 VAC line. (100 kVp @ 400 mA.)
Duty Cycle	: 0.5%
Standby Current	: 3 Amps.
External Heat Generation	: 2320BTU

Output $P(w) = 0.707V(kvp) * I(mA)$

Input Power Requirements Line Voltage

For Model HE425: Nominal 240 VAC, 194 - 277 VAC, 60 HZ, Single Phase (specified at time of purchase)

For Model HE425/50HZ: Nominal 230 VAC, 194 - 277 VAC, 50 HZ, Single Phase (specified at time of purchase)

Tablo 1.1: X-Ray cihaz etiket örneği

Herhangi bir biyomedikal enstrümanın fonksiyonelliği veya elektriksel güvenliği bir etiketle belirtilir. Test edilen ekipman üzerinde test tarihi gösterilir. Diğer bir etiket üreticinin faaliyeti ve hizmet el kitabının yeri hakkında bilgi verir. Bu el kitabı tipik olarak genel ekipman kurma prosedürlerini yükleme, faaliyete dayalı şartlar ve işlemler, faaliyet teorisini belirtme, önleyici koruma ve test işlemleri ve yedek parçalarla ilgili bilgileri içerir. Özel biyomedikal araştırmalarla ilgili detaylar için AAMI el kitabına danışılmalıdır.

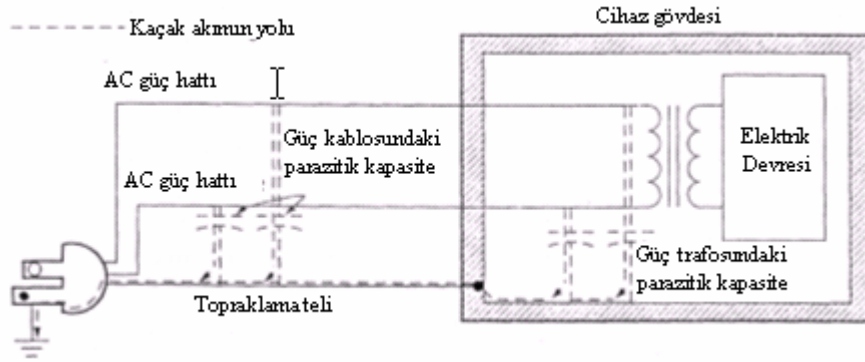
1.2. Kaçak Akım

Biyomedikal Temel Elektrik modülünde kaçak akım ve fizyolojik etkileri ile koruma yöntemleri hakkında bilgi daha önce verilmişti. Şimdi de tıbbi cihazlar açısından kaçak akımın nedenleri ve sonuçları ile ilgili daha ayrıntılı bilgi vermek istersek:

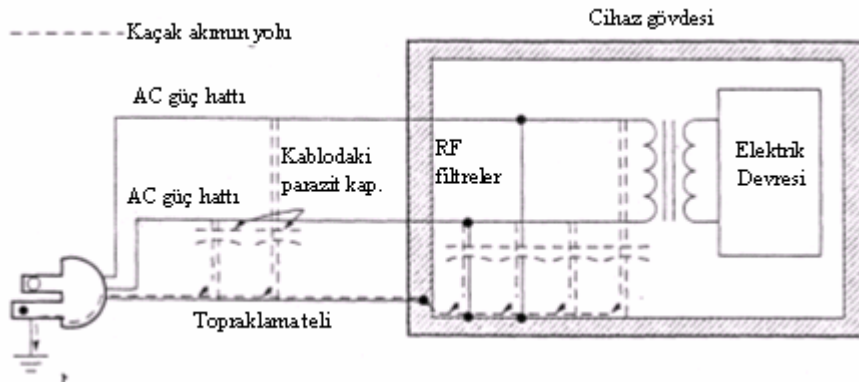
- Kaçak akım, bir cihazın metal şasisine, enstrüman veya aletin enerji içeren elektriksel kısmından doğal olarak sızan düşük değerli elektriksel akım olarak tanımlanır. Tüm elektriksel olarak işleyen ekipmanlar bir kaçak akıma sahiptir. Bu akım arıza sonucunda oluşmaz, elektriksel donanımın doğal bir sonucudur. Ancak yukarıda anlatılan etkilerden görülebileceği gibi, tıbbi cihazlarda akım kaçaklarının belli sınırlar içinde tutulması ve devamlı bu kalibrasyonun yapılması son derece önemlidir.

Kaçak akım iki ana öğeye sahiptir: *Kapasitif ve rezistif*.

- *Kapasitif kaçak akım* bir metal şasi ve bir tel arasında veya iki tel arasında dağıtılmış kapasiteden dolayı oluşur. Örneğin canlı bakır tel (güç sistemi için siyah faz ucu) bir plakayı, tel izolasyon biçimleri dielektrik materyali ve metal şasi biçimleri kapasitörün diğer plakasını oluşturur. Kapasitif kaçak akıma sebep ögeler radyo frekans (RF) filtreler, güç transformatörleri, güç telleri ve dağıtılmış kapasitansa sahip herhangi bir alet olabilir.
- *Rezistif kaçak akım*, güç hattını çevreleyen izolasyonun rezistansından ve transformatör primerinden çıkar. Modern termoplastik dielektrikler veya güç hatları ve şeritten sızıntıyla sonuçlanan akımlar, yüksek rezistanslı kapasitif sızıntı akımlarıyla karşılaştırıldığında ihmal edilebilirler. Şekil 1.1 kaçak akımın çıkış noktalarını gösterir ve Şekil 1.2 RF filtrelerin kullanımıyla artan sızıntıyı gösterir.



Şekil 1.1: Kaçak akımın çıkış noktaları (dağıtılmış kapasite)



Şekil 1.2: RF filtreleri kaçak akımlarını artırır

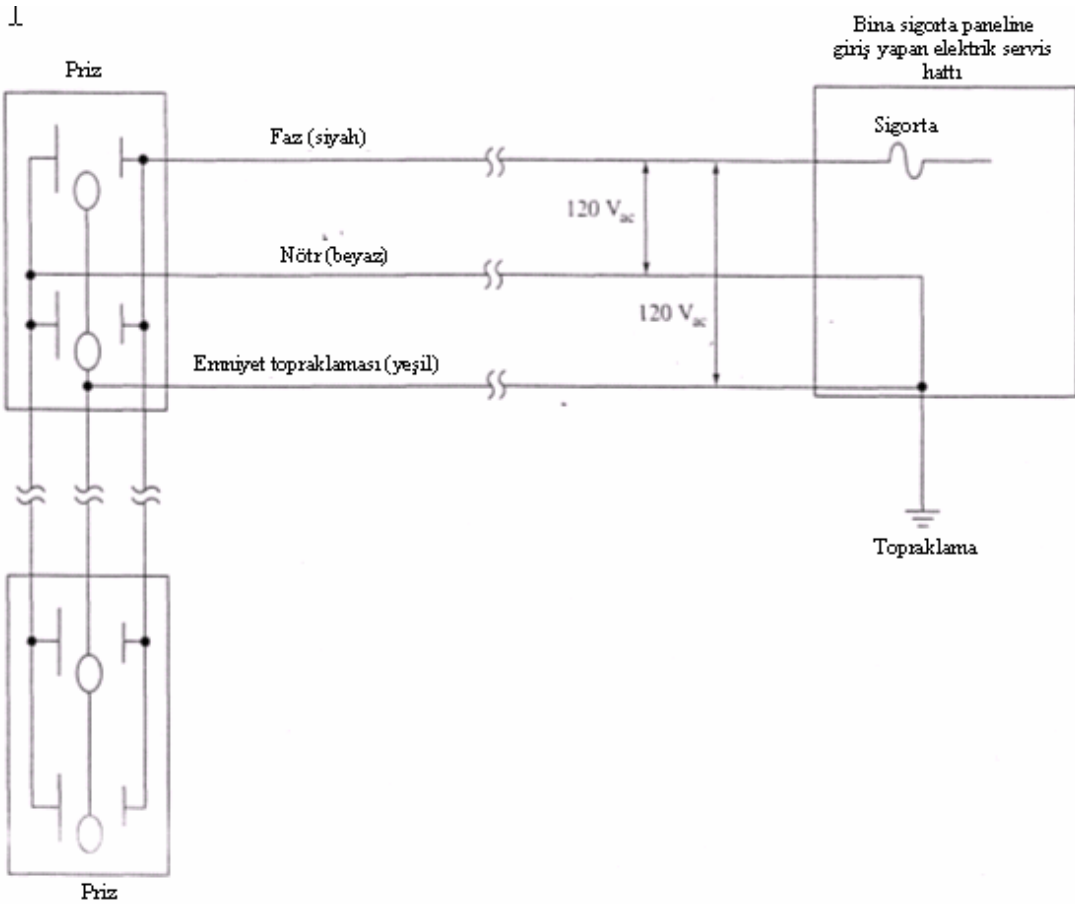
Aşırı kaçak akım için klasik çare üçüncü veya emniyetli yeraltı tellerdir. Elektrik güç tellerinin dağıtımı ve yeraltı döşemesini anlamada kaçak akım olayını anlamak ön şarttır. ABD sisteminde sıcak teller siyahtır ve yeraltı telleridir. Nötr yer üstü telleri beyazdır ve ana güç panelinde yer üstü bağlantı sağlayan dönüş telleridir. Güvenli yer üstü telleri yeşildir.

Gerçekten güvenliği kurmanın iki amacı, kaçak akımı çekmek ve sigortanın atmasını sağlamak suretiyle akımın kesilmesidir.

Diğer bir standart da Avrupa sistemi olup günümüzde hastanelerde elektriksel güç, üç-tel sistemiyle ABD standardına benzer şekilde ifade edilmektedir. G (Ground-Toprak) ile ifade edilir ve sıfır potansiyele sahiptir. Diğer tel faz olarak ifade edilir ve aktif uç olarak bilinir. Son tel ise dönüş yolu yani nötr olarak bilinir ve N ile gösterilir. Faz ve nötr arasındaki hat voltajı 220 V olup bu teller vasıtasıyla cihaza ana besleme akımının taşınma işlemi yapılır. Toprak hattı ise normal olarak ana besleme akımını taşımakta kullanılmayıp elektriksel tehlikelere karşı korunma amacıyla kullanılmaktadır.

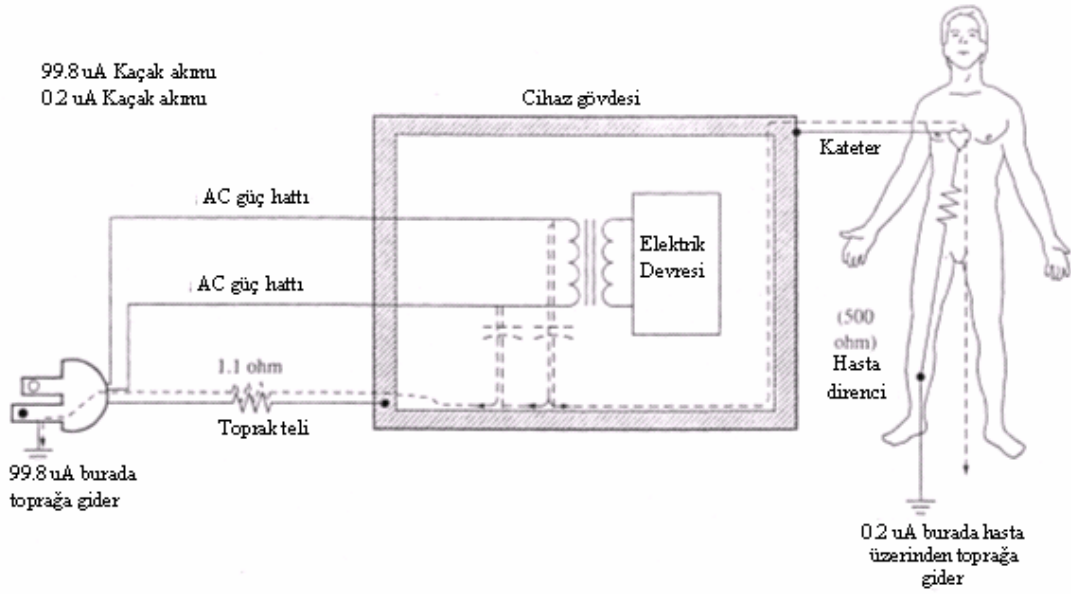
Çevrenizde gördüğünüz tesisatlar hangi standarda uygun yapılmış?

Şekil 1.3'te güç/sigorta paneline bağlanmış olan iki priz görülmektedir.



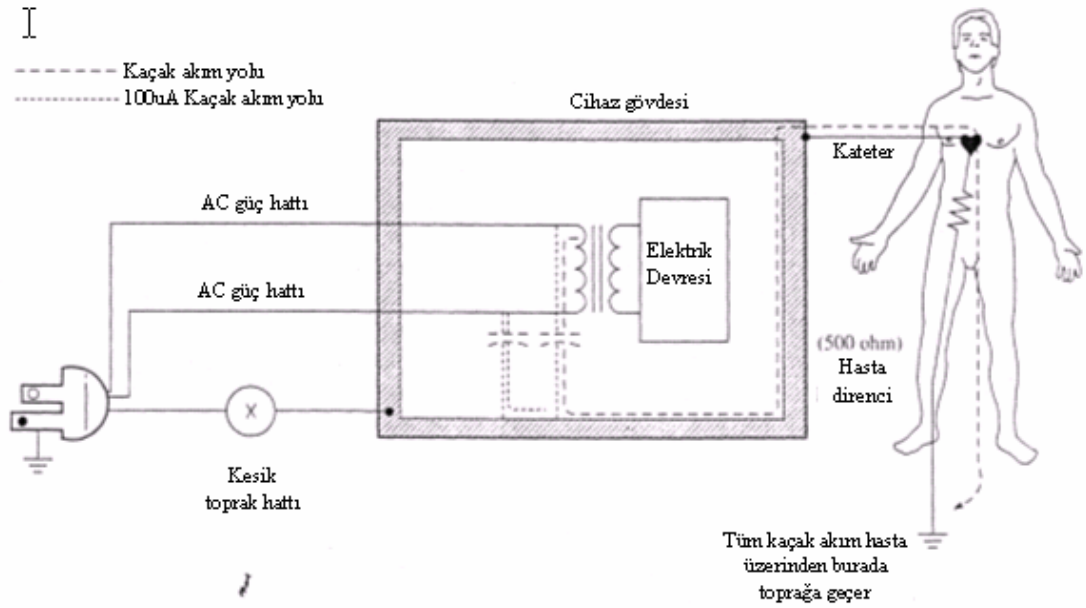
Şekil 1.3: Sigorta paneline bağlanan iki priz

- Güvenlik topraklamasının etkisini gösteren bir örnek olarak kaçak akımın, 1Ω topraklama rezistansı için $100\mu\text{A}$ olacağı varsayılan bir elektrik cihazını göz önünde bulunduralım. Hasta 500Ω 'luk bir direnç ile cihazın metal kutusuna dokunursa, $0,2\mu\text{A}$ 'lık bir kaçak akım hastaya geçer ve $99,8\mu\text{A}$ güvenlik topraklamasından geçer.
- Emniyet topraklaması, hastayla paralel ilişkili çok düşük bir rezistans olmalıdır. Böylece kaçak akımın çoğu güvenlik topraklamasından geçer. Şekil 1.4'te normal toprak sistemi görülmektedir.



Şekil 1.4: Kaçak akım için normal yol

Emniyet topraklamasının bağlantısı bozulursa veya 3'ten 2'ye adaptör kullanımıyla veya iki-telli kablo kullanarak bozulursa tüm kaçak akım hastaya geçer. Şekil 1.5 hasta açısından potansiyel olarak tehlikeli olabilecek bozuk yer sistemini gösterir.



Şekil 1.5: Arızalı toprak hattı sonucunda kaçak akımın akış yolu

- Üç-telli sistemin (emniyet topraklı) bozulması durumunda şu önlemler elektrik çarpması sonucu ölümü ve hasta şokunu engeller:

1. Dahili cihaz kaçak akımını standart düzeyin altında sınırlayın.
2. Toprak hattı sağlamlığını sürekli gözlemleyin.
3. Güç kablosu üzerindeki toprak hattına ek olarak paralel bir ikinci toprak hattı daha çekin.
4. Toprak hattının sağlamlığını periyodik aralıklarla denetleyin.
5. Cihazı dolayısıyla hastayı nötr ucundan yalıtacak güç izolasyonlu bir sistem kullanın.

1.2.1. Akım Tanımları

Tıbbi cihaz bakımında farklı tip akımlar (hata akımı, risk akımı ve kaynak akımı) arasındaki farkı bilmek gerekir. **Hata akımı**, cihazda bir arıza meydana geldiğinde akan ve arıza durumunda görülebilecek en yüksek değerdeki akımdır.

Birkaç farklı türü bulunan **risk akımı**, cihaz normal bir şekilde çalışırken akabilecek akımları tanımlar. Yapı itibarıyla hata akımlarını içermez. Genel olarak risk akımı (GRC), cihaz normal bir şekilde çalışırken fakat topraklama ve diğer cihazlarla herhangi bir bağlantısı yokken görülen akımdır.

- **Ara bağlantı risk akımı (AIRC)**, cihaz başka cihazlarla bağlıyken, diğer modüllerle ilişkili iken veya üretici tarafından belirtilen sayı, miktar ve şartlarla cihaza bağlanan aksesuarların bulunması durumunda çekilen akımdır.
- **Sterilizasyon risk akımı (SRC)**, cihazın üretici tarafından belirtilen şartlarla dezenfekte veya sterilize edilmesi durumunda görülen risk akımıdır.
- Çevresel şartlardaki risk akımı (ECRC), cihazın üreticinin belirttiği şart ve ortamlar haricinde en kötü koşullarda çalıştırılması durumunda görülen risk akımıdır.

Kaynak akımları iki bölüme ayrılır: şasi kaynak akımı (CSC) ve hasta kaynak akımı (PSC).

CSC güç hattı servis topraklaması (bir çeşit toprak hattı) ile cihazın şasisi veya bağlantılı metalik iletken uzantıları veya herhangi bir topraklama iletkeni arasında akan akımdır.

PSC, herhangi bir hasta bağlantısı ve toprak hattı, herhangi bir bağlantılı şasi veya iletken cisim arasında akan akımdır. Her iki durumda da kaynak akımı cihazın yalıtkan kutusu üzerine yerleştirilen 200cm²lik bir metal folyo üzerinde akan akımları da kapsar.

Aynı zamanda akımlar aşağıdaki durumlar için de geçerlidir:

AC Güç Kaynağı	Normal Polarite	Ters Polarite
Güç Anahtarı:	Kapalı	Açık
Toprak:	Sağlam	Açık devre

Standartlar tarafından izin verilen efektif akım değerleri:

CSC (AC güç kablosu bağlı), portatif	
Toprak açık devre:	300 µA
Toprak sağlam:	100 µA
CSC (AC güç kablosu bağlı), sabit	
Toprak açık devre:	5000 µA
Toprak sağlam:	100 µA

Elektrot-toprak arası akım:

Yalıtılmış hasta bağlantısı ile	
Toprak açık devre:	50 μ A
Toprak sağlam:	10 μ A
Yalıtılmamış hasta bağlantısı ile	
Toprak açık devre:	100 μ A
Toprak sağlam:	50 μ A

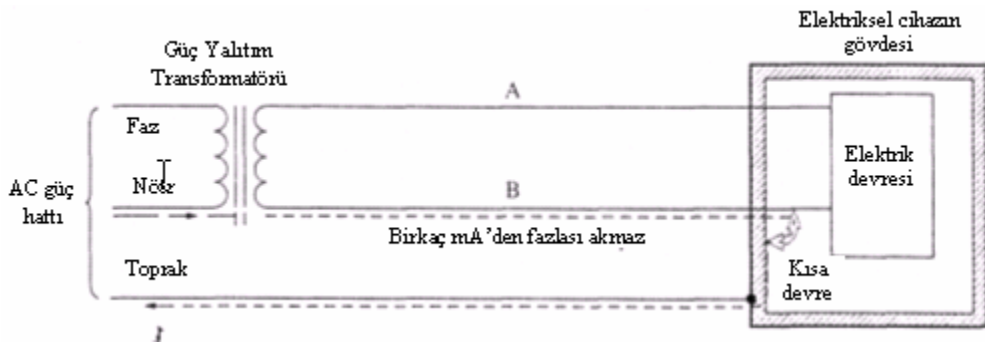
1.3. Güç İzolasyon Sistemleri

Güç izolasyon transformatörleri, nötr ucunun toprakla olan ilişkisini keserek yalıtılmış elektrik sistemleri oluşturur. Bu durumda elektriksel cihazların içindeki canlı uç artık toprağa referanslı değildir.

Hasta yalıtımı, bir sağ bacak sürücüsü kullanılarak sağlandığı takdirde hasta üzerinden bir akım akma ihtimali tamamen ortadan kaldırılmış olur. Her iki yöntem de birbirinden farklı olmakla birlikte aşırı akımların geçmesini önlemeyi amaçlar.

Güç izolasyon transformatör tasarımı, ekipman şasisi/ toprak (yer) ve kateter (sonda) arasındaki diferansiyel voltajları 5 mV'ye düşürmeye ayarlanmıştır. Bu cihazlar ameliyathanede kullanılmaktadır. Eğer standart hasta direnci olan 500 Ohm kullanılırsa 10 μ A üzeri akımlar geçmez. Bu tasarımın amacına ulaşması kolay değildir ve bu tip transformatörler denetleme işinde her bir hasta yatağı için \$1000 ve \$3000 arası değişen artı maliyet getirmektedir.

Ayrıca, izole edilmiş faz ucu topraklanmış metal kutu gövdesine temas edecek olursa (kısa devre), sigorta veya şalter, izole edilmiş güç, topraklı olmadığından iş görmeyecektir. Bu durumda, aşırı bir kaçak akımı akacaktır ve bu durum sadece izolasyon monitör zili tarafından algılanabilir. Şekil 1.6 güç izolasyon transformatörlü bir kısa devreyi göstermektedir.



Şekil 1.6: Güç izolasyon transformatörü kullanılmış bir devrede kısa devre meydana gelmesi

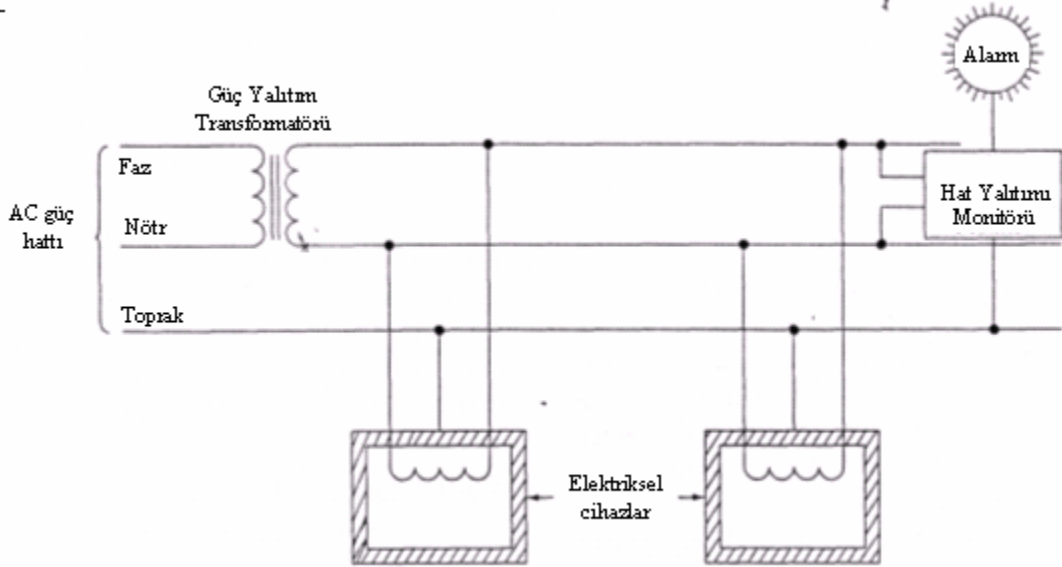
Orijinal izolasyon transformatör sistemleri metal kutuya bağlı faz ucu için ısıyı ve kıvılcımı engelleyecek şekilde tasarlanmıştır. Aksi halde, eter gibi yanıcı anestezi (bayıltıcı) gazın patlamasına neden olunur.

Bu olayı anlamak için, topraklı (izole edilmemiş) sistemi ve ECG monitörünü düşünürsek; eğer, faz ucu çift kablolu sistemdeki metal kutuya bağlanırsa kayan nokta (topraklanmamış), yere göre 120V olmaktadır. Sigorta hareket etmeyeceğinden bu ciddi mikroşok ve makroşok tehlikesidir. Bu nedenle hastanelerde çift kablolu sistem kullanılmamaktadır.

Eğer faz ucu metal kutuya 3 kablolu sistemle bağlanırsa topraklı durum, sigorta hareket edene kadar büyük akımlar (15-30A) geçirir. Bu ekipmanın gücünü keser ve şok tehlikesini ortadan kaldırır. Fakat bu büyük akım, ısınmaya sebep olur ve kıvılcım oluşur. Anestezi gazlarının toplandığı yere yakın seviyelerde bu durum patlamaya neden olur. Topraklı olmayan sistemlerde, eğer faz ucu (izolasyon transformatörünün ikinci kablosu dahil) yerdeki metal kutuya bağlanırsa bu durumda fazla bir akım akmaz.

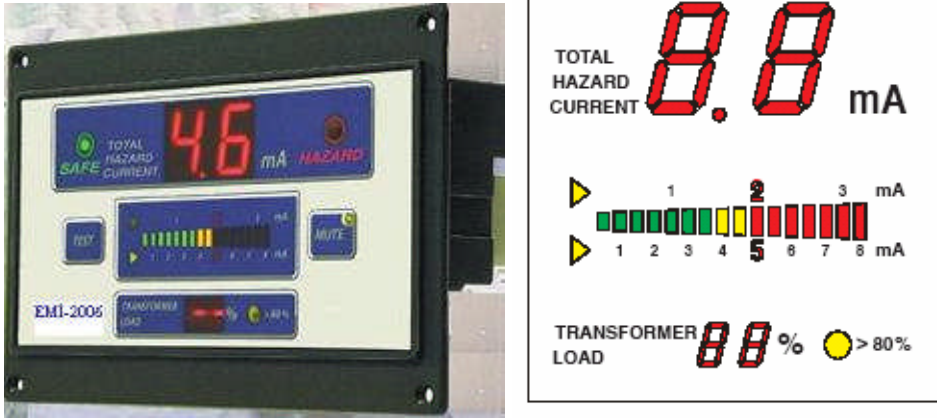
Sadece kaçak akımı (birkaç mA) oluşur ve kıvılcım meydana gelmez. Bu sistem patlamayı önler. Monitör sızıntı metresi kırmızı (2-3 mA) okursa veya izolasyon monitörü ses çıkarırsa gerekli önlemler alınmalıdır.

İzolasyon monitör hattı (LIM=Line Isolation Monitor), yere izole edilmiş güç hattındaki empedansı (özdirenç) gözlemlenmekte kullanılan cihazdır. Modern dinamik LIM, bu empedansı saniyede birçok kez gözlemlenmektedir. Bu cihaz, güç izolasyon transformatör sistemleri ile kullanılmaktadır. Şekil 1.7 arıza dedektörlü güç LIM sistemini göstermektedir.



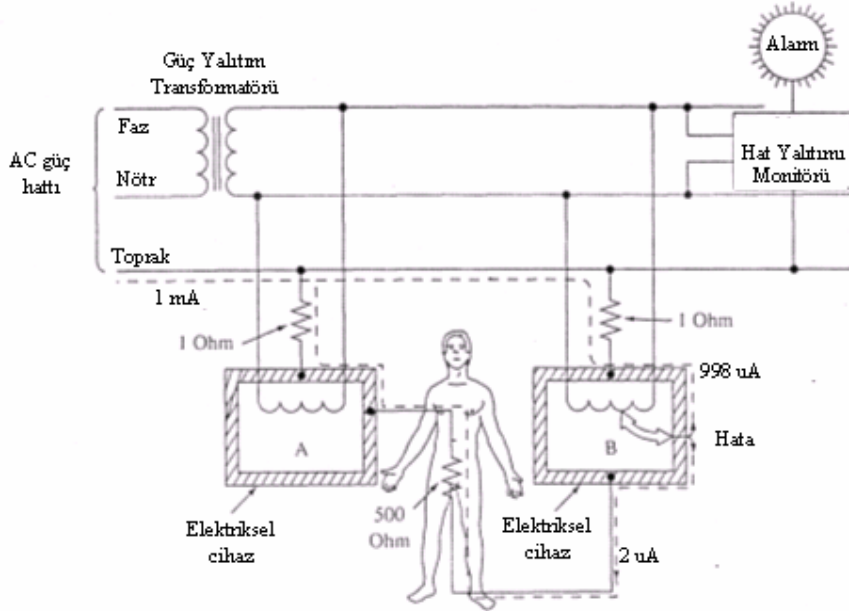
Şekil 1.7 İzolasyon transformatörlü güç hattında hata dedektörü kullanılması

Resim 1.1’de piyasada kullanılan bir LIM cihazı ve dijital ekranı görülmektedir. Dijital ekrandan da görülebileceği gibi kaçak akım miktarı arttıkça ekranda uyarı sarıdan kırmızıya geçerken ek olarak sesli olarak da uyaracaktır. Normalden çok daha küçük akımların hasta için zararlı olabileceği, özellikle ameliyathane ve yoğun bakım odalarındaki cihazlarla kullanılan güç hattında LIM cihazının gerekliliği ve önemi dikkate alınmalıdır.



Resim1.1: Piyasada kullanılan bir LIM cihazı ve dijital ekranı

Bir kimsenin şoka girebilmesi için birçok yol vardır; bir güç hattı ve yere dokunarak, bir metal şasi ve yere dokunarak veya iki metal şasiye dokunarak. Örneğin, eğer hasta topraklı iki metal şasiye dokunursa, (cihaz A ve B) ve B cihazı üzerindeki izolasyon kırılırsa, hasta Şekil 1-8’de görüldüğü üzere LIM sistemiyle korunur. Sadece $2\mu\text{A}$ hastaya geçer diğer kalan kısım ($998\mu\text{A}$) LIM alarmı sayesinde topraklama kablosuna akar.



Şekil 1.8: Tek hat yalıtım hatası

Ancak bazı durumlarda LIM sistemi de işe yaramaz. Özellikle “bir takım hatalar (arızalar)” LIM sistemi tarafından elimine edilemez: Bu topraklamanın açık devre olması durumudur. Bu durumda sigorta atmaz ve LIM alarmı çalmaz. Bu çözülmesi çok zor bir tehlikedir. Bütün donanım şasilerinin aynı yer terminaline ayrı bir kablo ile bağlandığı ayrı bir yer kablosu yani eş potansiyel topraklama sistemi ek bir güvenlik sağlamaktadır.

İzole edilmiş güç sistemlerinin tesis maliyeti oldukça yüksek olmakla birlikte bu sistemlerin yararları şöyle sıralanabilir:

Mükemmel bir şekilde izole edilmiş güç sistemleri, L1 ve L2 hatlarından toprak hattına doğru akım akmasına müsaade etmez. Bununla birlikte toprak referanslı sistemi izole edilmiş güç sistemine dönüştürmek amacıyla kullanılan transformatörlerdeki hatalardan kaynaklanabilen akımlar akabilir. Elektriksel mikro şoklardan kaynaklanabilecek tehlikeleri önlemek amacıyla başlangıçta izole edilmiş güç sistemleri yoğun bakım ünitelerinde yaygın olarak kullanılmıştır. Fakat izolasyonun yetersiz olduğu durumlarda karşılaşılan tehlikeler nedeniyle günümüzde yoğun bakım ünitelerinde bu sistemler kullanılmamaktadır.

Yanabilir anestezi gazlarının tutuşmasına neden olabilecek arkları önlemek amacıyla izole edilmiş güç sistemlerinin kullanılması gerekmektedir. Günümüzde yanmayan anestezi gazlarının kullanılması ile bu tehlike büyük ölçüde azalmıştır.

Toprak referanslı güç dağıtım sistemlerinde bazı cihazlarda meydana gelebilecek hatalar cihazın tamamen beslenememesi sonucunu doğururken, izole edilmiş güç sistemlerinde cihaz kesintisiz olarak çalışmaya devam etmektedir. Örneğin toprak referanslı sistemde, faz hattı ile cihazın toprak hattı arasında bir kısa devre söz konusu ise devre kesiciler tarafından güç kesilecek ve cihaz çalışmayacaktır. Fakat izole edilmiş güç sistemleri, L1 ya da L2 hatlarından biri toprak hattı ile kısa devre olsa bile aşırı akım akmasına müsaade etmez.

1.4. Elektriksel Şok Tehlikelerini Azaltmak İçin Eş Potansiyel Topraklama Sistemi

Eş potansiyel topraklama sistemine geçmeden önce gürültü azaltma yöntemlerinden biri olarak kullanılan **toprak çevrimlerinden** söz edelim:

Teşhis ve tedavi sırasında, hastaya birden fazla tıbbî cihaz bağlanmış olabilir. Bunlardan biri elektrokardiyografi cihazı, diğeri örneğin bir basınç ölçüm düzeni olabilir. Hastaya bağlı cihazlar, ya bu cihazların güç kabloları üzerinden şebeke hattıyla birlikte gelen toprak noktasına veya ayrı bir kablo üzerinden civarda bulunan bir toprak bağlantısına bağlanarak topraklanır.

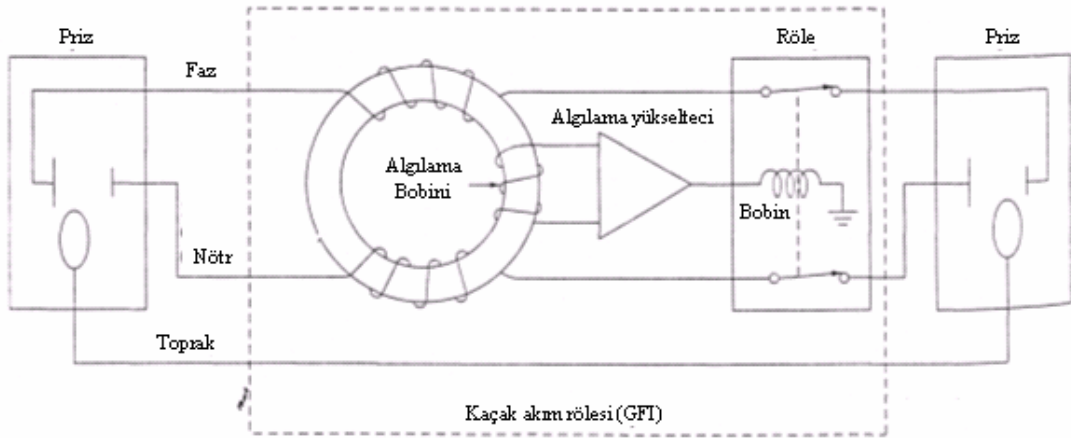
Her iki cihazın toprak elektrotları hastaya bağlanmış ve bu elektrotlar, oda içerisindeki farklı topraklar üzerinden topraklanmış olsun. Eğer B toprağının gerilimi A'dan biraz fazla ise hasta üzerinden fazla akım akacaktır. Bu akım, elektriksel emniyet bakımından hasta için tehlikeli boyutlarda olabilmekte ve hasta üzerinde V_{AB} ortak mod potansiyelini ortaya çıkarabilmektedir.

Akımın aktığı yol toprak çevrimi olarak isimlendirilir. Bu çevrime bir magnetik akım kuple edecek olursa ortak mod gerilimi daha büyük değerlere çıkabilecektir. Ayrıca cihazlardan birinin toprak hattı koptuğunda, o cihazın toprak akımı, diğer cihazın toprak hattından ve dolayısıyla hasta üzerinden akacağından tehlike daha da büyüyecektir. Bu çevrimin ortadan kaldırılması gereklidir. Cihazlarda birinin toprağı, diğerinin topraklama noktasına bağlanarak tek toprak noktası kullanılacak olursa bu sorunlar ortadan kalkacaktır.

Eş Potansiyel Topraklama Sistemi de toprak çevrimlerini önlemesine benzer şekilde, ortak topraklama terminaline her bir cihaz şasisinin ayrı ayrı bağlanmasından oluşmaktadır. Bu, güç kablosundaki üçüncü kabloya paralel merkez noktadaki her bir şasiye ayrıca birer topraklama kablosu daha eklemekle olmaktadır. Bu topraklama kabloları aynı uzunlukta ve her bir metal şasi diğeriyle aynı potansiyelde olacak şekilde çekilir ve bütün metal yüzeyler aynı terminale bağlanır. Eğer iki metal yüzey arasındaki diferansiyel potansiyel 5 mV ve altına düşerse $10\mu\text{A}$ 'den fazla akım hastaya ulaşmaz. Bu sistemler, cihazlardan dışarı çıkan kalın toprak kabloları (AWG 8 numara) ile tanınabilir. Bu sistemler, OR (operation rooms-ameliyat odası), ICU (intensive care unit-yoğun bakım ünitesi) ve CCU(coroner care unit-koroner bakım ünitesi)'da kullanılmaktadır.

1.5. Elektriksel Şok Tehlikelerini Azaltmak İçin Kaçak Akım Rölelerinin Kullanılması

- Kaçak akım röleleri (GFI), fazla kaçak akım olması durumunda gücü kesen otomatik anahtarlardır.
- Bu cihazlar, faz ve nötr iletkenlerinin sarıldığı toroidal (yüzük şeklinde) bir bobin kullanılmaktadır. Şekil 1.10'da GFI blok diyagramı görülmektedir.

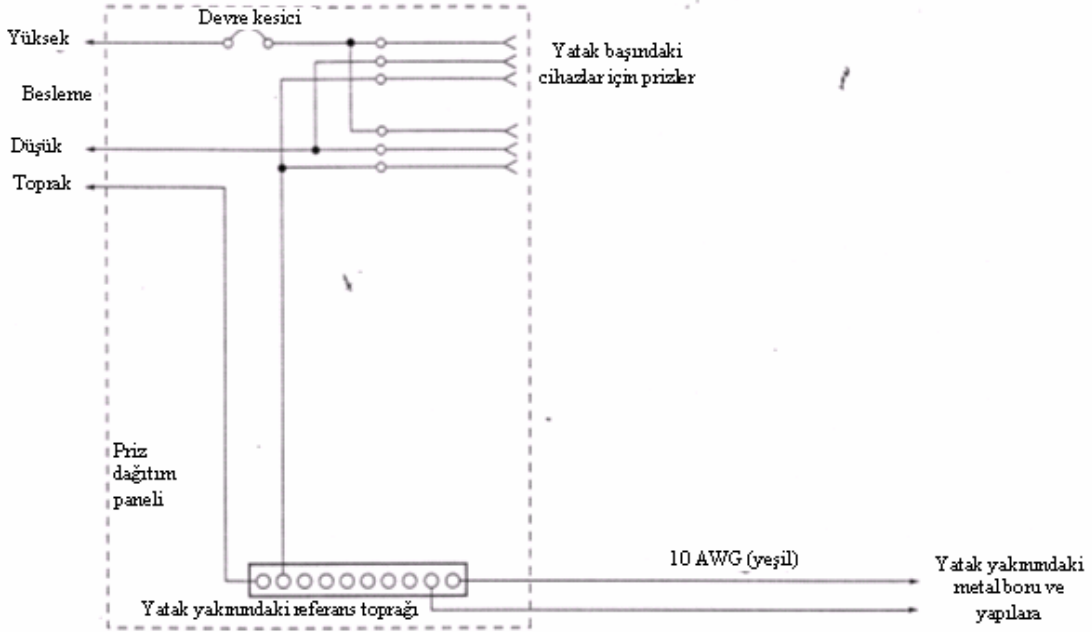


Şekil 1.10: Kaçak akım rölesi blok diyagramı

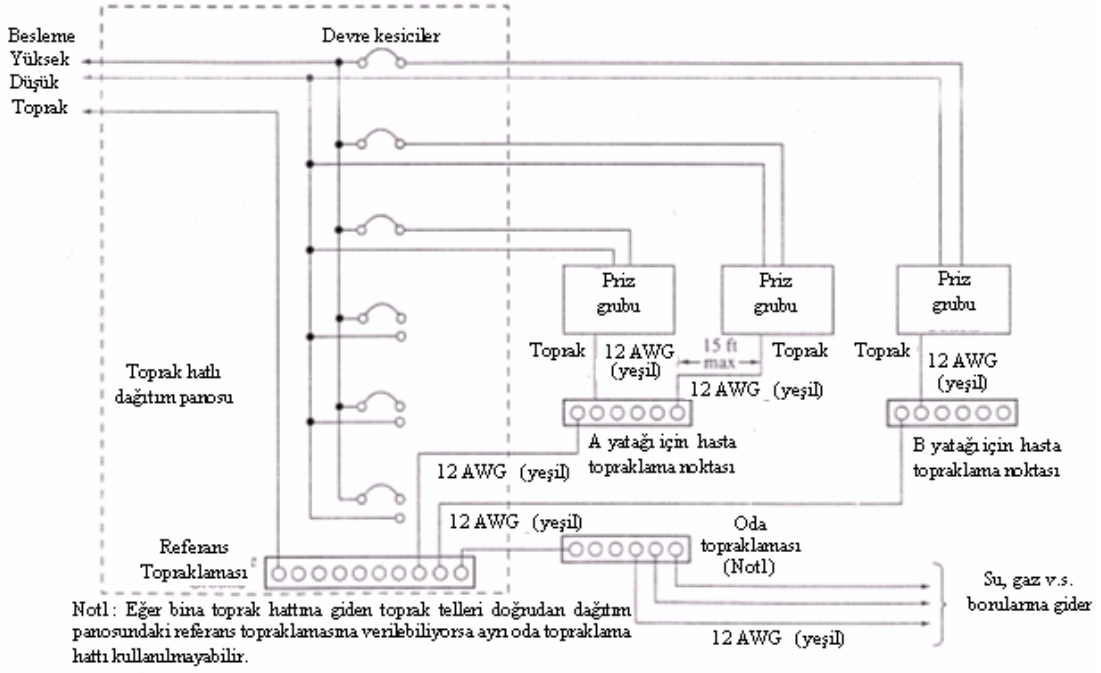
- Faz ve nötr kablolarındaki akımlar eşitse bobin nüvesinde net bir manyetik alan oluşmaz (kaçak akım yok-röle kontakları kapalı). Eğer bu akımlar eşit değilse net bir manyetik akım oluşur ve bu da kaçak akımı olduğunu gösterir. Algılama bobini, bir algılama yükselteci üzerinden devre kesicinin (röle) bobinine sinyal verir. Böylece kontaklar açılır ve kutudaki güç yok olur. GFI genelde hastanenin hemodiyaliz bölgesi gibi nemli alanlarda kullanılır. Fakat bu biyomedikal ekipmanın çalıştığı odada zararlı olabilir. Çünkü elektrik güç müdahalesi kritik durumdaki hastanın hayat destek ekipmanı fonksiyonunu engellemektedir.

1.6. Elektriksel Şok Tehlikelerini Azaltmak İçin Uygun Güç Tesisatı, Dağıtımı ve Topraklama Sistemi

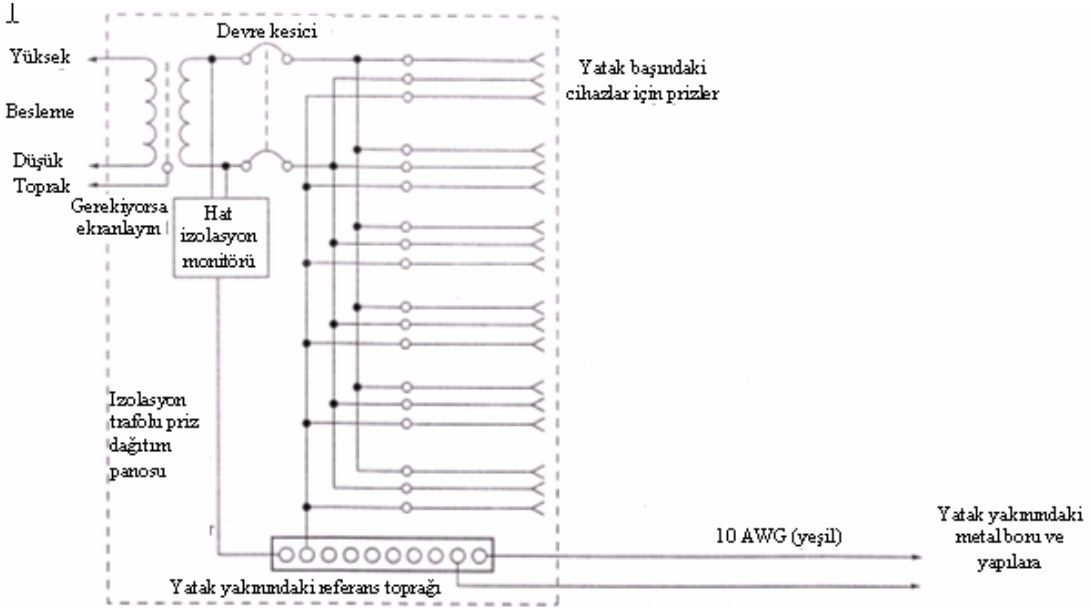
- Elektrik tesisatı, dağıtımı ve topraklama işlemleri elektrikle çalışan cihazların güvenliği açısından önemlidir. 4 diyagram uygun elektrik tesisatı ve topraklamayı göstermektedir. Elektrik fişleri arasındaki topraklama kabloları 15ft uzunluğundan az olmalıdır. NEC kablo tesisatı standartlarını belirtmektedir. Şekil 1.11 ve Şekil 1.12 izole giriş kablosu sistemlerini göstermektedir. Şekil 1.13 izolasyon transformatörlü tek yataklı sistemi göstermektedir. Şekil 1.14 izole tesisat sistemini ve çok yataklı sistemi göstermektedir.



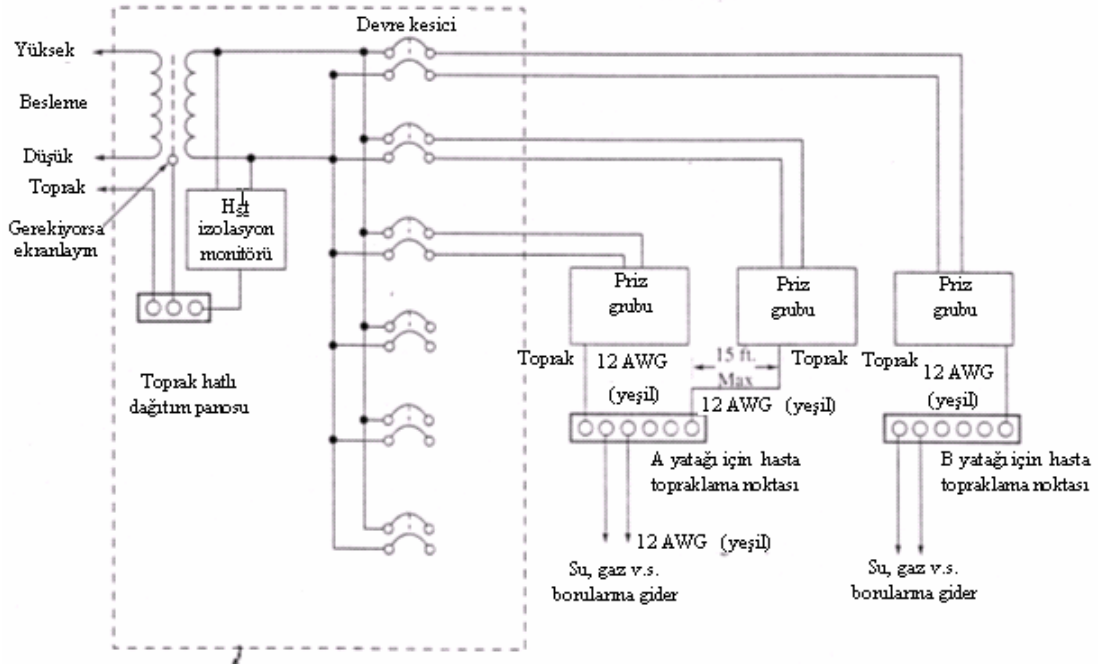
Şekil 1.11: Yatak yakınındaki topraklı priz grubunu gösteren kablolama şeması



Şekil 1.12: Topraklı hat sistemi için kablolama şeması (yataklar dağıtım panosundan uzakta)



Şekil 1.13: Yalıtılmış güç hatlı sistem (yatak yakınında)



Şekil 1.14: Uzak yalıtılmış güç hattı

Biyomedikal cihazların topraklama türleri ve bu türleri belirten işaretler aşağıda verilmiştir.

- Elektriksel şok koruma topraklaması (protective earth).



Protective Earth (PE)

- Fonksiyonel topraklama (functional Earth). Birden fazla cihazın toprakları aynı prize verilir.



Equipotential/Functional Earth (FE)

- Eş potansiyelli bağlama (Prevention of potential difference over patient). Bu tür topraklamada hasta üzerine düşen potansiyel farkı önlenir. Hasta böylece kaçak akımdan korunur.

1.7. Topraklama ve Sızıntı Akım Değerleri İle İlgili Limitler

Elektrikli cihazların çalışabilmesi için elektrik dağıtım sisteminden beslenmeleri gerekmektedir. Bir elektrikli cihazın beslenebilmesi için faz ve nötr bağlantısı yeterli olacaktır. Bununla birlikte pratik uygulamalarda bu ideal durumdan sapmalar olabilir. Bu durumlar aşağıda açıklanmıştır.

Şayet bir hata olursa cihazın metal iletken yüzeyinde ya da topraklanmış yüzeyinde bir elektriksel potansiyel bulunabilir. Bu yüzeylere dokunan bir kişi makro düzeyde bir şoka maruz kalabilir.

Herhangi bir hata yapılmaya bile, mükemmel olmayan yalıtım ve elektromanyetik kuplaj (endüktif ya da kapasitif) toprağa göre bir elektriksel potansiyel oluşmasına neden olabilir. Elektriksel olarak duyarlı bir hastada bu potansiyelin oluşturduğu sızıntı akımı mikro şoklara sebep olabilir.

Bütün bu sorunların giderilebilmesi için klinik bölgesindeki tüm elektriksel güç dağıtım sistemleri toprak olarak isimlendirilen üçüncü bir iletkeni de içermelidir. Şebekeden beslenen tüm sistemlerin de dış iletken yüzeylerinin topraklanabilmesi için bu üçüncü hatta bağlanmaları gerekmektedir. Bu işlemlerin sonucunda aşağıda belirtilen faydalar sağlanmaktadır.

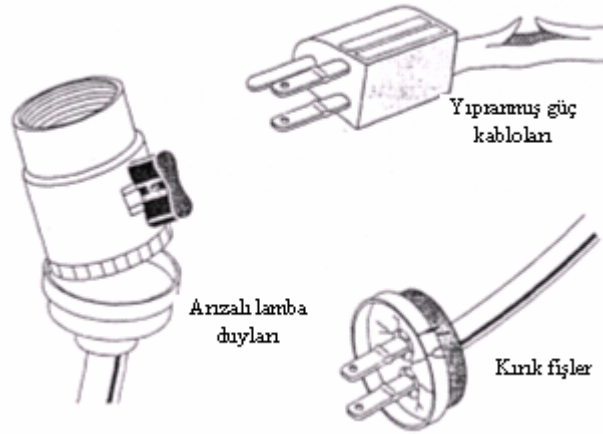
Şayet bir elektriksel hata olmuşsa (örneğin cihazın fazı ile ilgili metal yüzeyi arasında bir kısa devre söz konusu ise) sonuçta oluşan akım, devre kesici röle yardımıyla sistemin besleme devresini kesecektir. Makro düzeydeki şokları önlemek amacıyla kullanılan bu yöntem, oldukça yüksek düzeydeki akımları toprağa göndermek için topraklama sisteminden yararlanmaktadır.

Herhangi bir elektriksel hata söz konusu olmasa bile topraklama sistemi sızıntı akımlarının emniyetli bir şekilde güç kaynağına geri gönderilmesi amacıyla da kullanılmaktadır.

Topraklama sistemi toprağa oldukça düşük dirençli bir iletim hattı sağladığından sızıntı akımlarından kaynaklanabilecek mikro şok türü tehlikeleri büyük ölçüde azaltmaktadır.

1.8. Özel Elektriksel Güvenlik (Emniyet) Test Ekipmanları

Elektrik güvenliği konusunda bilgili olabilmek için BMET bu bölümde anlatılanları iyi bilmelidir. Hastanede çalışmak için bir BMET, elektrik güvenliği testlerinin sonuçlarını rapor etmelidir. Bu testler, Şekil 1.15'te görülen tehlikeleri belirlemek içindir.



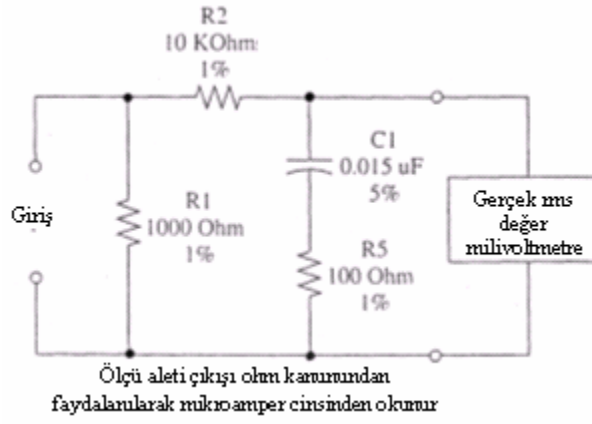
Şekil 1.15: Genelde görülen ölümcül elektrik tehlikeleri

Aşağıdaki test ekipmanları uygun ölçü ve testler için gereklidir:

- **Gerilme ölçer:** Duvar prizlerindeki faz, nötr ve toprak kontaklarının yay gerilimini ölçer. Gerilme değeri iyi bir fiziksel fiş bağlantısı için en azından 8 oz olmalıdır.
- **Topraklama kablosu döngü direnci ölçer:** Güç sistemindeki emniyet topraklaması (yeşil renkli kablo) ve nötr (beyaz renkli kablo) arasındaki direnci ölçer.
- **Priz Kutup Ölçer:** Doğru kablolama yapmak için faz ve nötr uçlarını ayırt etmekte kullanılır.
- Cihazın metal şasisinden, üçüncü kabloya doğru olan direncin ölçülmesi.
- Faz ucundan, cihazın metal gövdesine ve nötr ucuna doğru olan yalıtım direncinin ölçülmesi.
- Cihaz gövdesi ve toprak ve ayrı ECG elektrotlarından toprağa doğru olan kaçak akımın ölçülmesi.

1.8.1. Ağırlıklı Risk Akım Ölçümü

Ağırlıklı Risk akımı, gerçek rms gerilim değerini okuyacak şekilde kalibre edilmiş bir AC milivoltmetre kullanılarak ve test uçları arasına AAMI (Association for the Advancement of Medical Instrumentation) standardında belirtilen değerde bir yük bağlayarak μA cinsinden okunabilir. AAMI standart yükü test terminaline bağlanmış bir voltmetre Şekil 1.16’te gösterilmiştir. Bu yük direnci, yüzde 1 toleranslı bir metal film direnç olmalıdır. $0.015 \mu\text{F}$ kondansatör ya mika ya da plastik tipte, yüzde 5 toleranslı veya daha iyi olmalıdır.

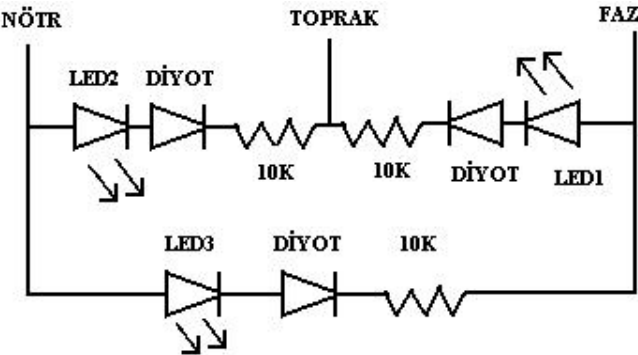
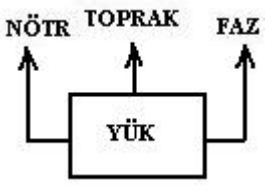



Şekil 1.16: Milivoltmetre

Daha önce söz edildiği gibi genel olarak arıza durumlarında karşımıza çıkabilecek en yoğun ölçümleme tekniği fiziksel ölçümlerdir. Bu ölçümlemede tıbbi cihazlarda karşılaşılabileceğimiz bütün test ve ölçü alanları kalibre edilmektedir.

UYGULAMA FAALİYETLERİ


Duvar prizlerinin kontrolünü yapmak.

İşlem Basamakları	Öneriler
<p>➤ Şekildeki devre için gerekli malzemeleri hazırlayınız.</p>  <p>➤ Malzemelerin fiziksel kontrollerini yapınız.</p> <p>➤ Bağlantılarınızı yapmak için prizini açınız.</p> <p>➤ Priz kapağına üç adet LED için delik deliniz.</p> <p>➤ Ledleri yerleştirdikten sonra şemayı takip ederek devre bağlantılarını yapınız.</p> <p>➤ Faz, toprak ve nötr için priz uçlarına giden terminallere bağlantı yapınız.</p> <p>➤ Kısa devre kontrollerini yapınız.</p> <p>➤ Öğretmeninizin kontrolünde şekildeki gibi yük üzerinden bağlantıları yaparak ledlerin yanmasını gözlemleyiniz.</p>  <p>➤ LED'lerin yanma durumunu aşağıdaki tabloya göre izleyiniz.</p> <p>➤ Bağlantılarda farklı kopukluklar oluşturarak olasılıkları gözlemleyiniz.</p>	<p>➤ Rahat ve farklı bir kullanım örneği denemek isterseniz resimdeki gibi topraklı bir priz kullanabilirsiniz.</p>  <p>➤ Ledlerin yerini şekildeki gibi seçebilirsiniz.</p> <p>➤ Malzemelerin lehim noktalarının soğuk lehim olmamasına dikkat ediniz.</p> <p>➤ Bağlantı için bir ara eleman kullanılabilir.</p> <p>Bu devreyi bir hastabaşı monitörde deneyebilirsiniz</p>

Olasılıklar	Led1	Led2	Led3
Faz kopuk (ya da hepsi faz)			
Nötr kopuk	X		
Test cihazı bozuk		X	
Toprak kopuk			X
Faz-toprak yer değiştirmiş	X	X	
Doğru bağlantı	X		X
Faz-nötr yer değişmiş		X	X
Faz kopuk ve nötr'e bağlanmış	X	X	X

UYGULAMA FAALİYETLERİ

Fiş-toprak ucu ile metal kutu arası direnç ölçümü: Cihazın fişteki toprak bağlantısı ile cihazın metal kutu arasındaki (cihazın ulaşılabilir bütün iletken yüzeyleri)direnç ölçülür.


İşlem Basamakları	Öneriler
 <p>➤ Şekildeki devre için gerekli malzemeleri hazırlayınız.</p> <p>➤ Ölçüm için kullanılacak cihaz tipini belirleyiniz.</p> <p>➤ Cihazın fiziksel kontrolünü yapınız.</p> <p>➤ Ölçme için gerekli noktaları eğiticinizin yardımıyla tespit ediniz.</p> <p>➤ Ölçme noktalarından direnç ölçümü yapınız.</p> <p>➤ Ölçtüğünüz değerleri kaydediniz.</p> <p>➤ Arıza formu doldurunuz</p>	<p>➤ SINIF I.CİHAZ: Bu sınıftaki cihazlar toprağa bağlanmış bir metal kutu içerisine konmuş olanlardır.</p> <p>➤ Elde ettiğiniz değerler 0.15Ohm'dan küçük olmalıdır.</p>

KONTROL LİSTESİ

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
Çalışma ortamını düzenlediniz mi?		
Uygulama faaliyeti 1.1 için gerekli devreyi kurabildiniz mi?		
Ölçme için cihaz tipini belirlediniz mi?		
Aynı düzenele farklı yükler üzerinde ölçme yapabildiniz mi?		
Uygulama faaliyeti 1.2 için hangi sınıf cihazlarla çalışıldığını öğrendiniz mi?		
Seçilen cihazın bağlantılarının kontrollerini öncelikli olarak yaptınız mı?		
Birden fazla noktadan direnç ölçümü gerçekleştirdiniz mi?		
Elde ettiğiniz değerlere göre cihaz durumunu açıklayabildiniz mi?		
Arıza formu doldurabildiniz mi?		

Yapılan değerlendirme sonunda hayır şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Cevaplarınızın tamamı evet ise bir sonraki ölçme sorularına geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

- Aşağıdakilerden hangisi sağlık sisteminin ilişkili olduğu uluslararası kuruluşlardan değildir?
 - Mesleki Güvenlik ve Sağlık İdaresi (OSHA),
 - Sağlık Eğitim Sıhhat (HEW),
 - Genel Sağlık Servisi (PHS),
 - Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO)
- “Cihazda bir arıza meydana geldiğinde akan ve arıza durumunda görülebilecek en yüksek değerdeki akımdır.” tanımı aşağıdakilerden hangisine aittir?
 - Hata akımı
 - Risk akımı
 - Kaynak akımları
 - Sterilizasyon risk akımı
- Kaçak akım, güç hattını çevreleyen izolasyonun rezistansından ve transformatör primerinden çıkarsa hangi kaçak sınıfına girer?
 - Sterilizasyon risk akımı
 - Kapasitif kaçak akımı
 - Hasta kaynak akımı
 - Rezistif kaçak akımı
- Biyomedikal cihazlarda kullanılan aşağıdaki sembol ün anlamı nedir?
 **Protective Earth (PE)**
 - Fonksiyonel topraklama
 - Eş potansiyelli bağlama
 - Elektriksel şok koruma topraklaması
 - Mikro topraklama
- Aşağıdaki test ekipmanlarından hangisi elektriksel arıza bulma ve giderme için kullanılmaz?
 - Gerilme ölçer
 - Topraklama kablosu döngü direnci ölçer
 - Priz kutup ölçer
 - ozimetre
- Fazla kaçak akım olması durumunda gücü kesen otomatik anahtarlara ne denir?
 - Priz kutup ölçer
 - Güç izolasyon transformatörleri
 - Kaçak akım röleleri
 - İzolasyon monitör hattı

7. Yere izole edilmiş güç hattındaki empedansı (özdirenç) gözlemlemede kullanılan cihazlara ne ad verilir?
- E) LİM
 - F) TSE
 - G) NEC
 - H) CSC

Aşağıdaki sorulara Doğru ya da Yanlış olarak cevap veriniz.

8. Güç izolasyon transformatörleri, nötr ucunun toprakla olan ilişkisini keserek yalıtılmış elektrik sistemleri oluşturur.
- A) Doğru B) Yanlış
9. Cihazın kutu direnç ölçüm değeri 1.5 M Ohm'dan fazla olmamalıdır.
- A) Doğru B) Yanlış
10. Hastanın sağ bacak bağlantısından negatif gürültü veren devrelere, sağ bacak sürücüleri denir.
- A) Doğru B) Yanlış

DEĞERLENDİRME

Sorulara verdiğiniz cevaplar ile cevap anahtarını karşılaştırınız, cevaplarınız doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz. Yanlış cevap verdiyseniz öğrenme faaliyetinin ilgili bölümüne dönerek konuyu tekrar ediniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ- 2

AMAÇ

Bu öğrenme faaliyetini başarıyla tamamladığınızda, biyomedikal cihazların bilgisayar ünite ve kumanda kısımlarının bağlantı arıza analizlerini yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Biyomedikal cihazlarda kullanılan bilgisayar ağ yapıları hakkında internetten araştırma yapınız.
- Hangi cihazların kumanda merkezi ve hastane ağına bağlantıları yapılmaktadır, araştırınız.

2. BİLGİSAYAR ÜNİTELERİ

Biyomedikal cihazların büyük bir kısmı bilgisayar üniteleri içerir. Bu üniteler sistemin kontrolünü sağladığı gibi yapılan işlemin kayıt ve görsel incelemesine de olanak sağlar. Örneğin laboratuvar cihazlarında sonuçların incelenmesi için kumanda birimleri; bilgisayar, yazıcı, klavye, monitör gibi birimleri içerebilir. Resim 2.1 'deki biyokimya analiz cihazı gibi.



Resim 2.1: Biyokimya analiz cihazı

2.1. Bilgisayar ve Kumanda Merkezi Bağlantıları

Bilgisayarın diğer birimlerle olan bağlantıları en fazla arıza oluşturan kısımlardır. Bu bağlantıların yapı ve özelliklerinin bilinmesi arızanın güvenli bir biçimde giderilmesini sağlar. Bilgisayar birimlerinin bağlantılarında günümüzde anakartlar üzerindeki seri ve paralel portlar daha yoğun olarak kullanılır. Bağlantı araçlarını bilgisayarın çevre birimlerine göre açıklayalım.

2.1.1. Klavye Bağlantı Elemanları

Klavyeler ile bilgisayar arasındaki bağlantı **AT** veya **PS/2** yapıya sahip kablo ve portlar aracılığıyla yapılır. Günümüzde daha çok **PS/2** veya **USB** yapıya sahip klavye portları tercih edilmektedir. **PS/2** portlar 6 pinlik ve open-collector özelliğe sahiptir. Elimizde USB port özelliğine sahip klavye var ise bir dönüştürücü ile **PS/2** bağlantısı yapılabilir.



Resim 2.2: Klavye

2.1.2. Tarayıcı Bağlantı Elemanları

Tarayıcıların bilgisayara bağlantıları ise paralel, seri ve **SCSI** olmak üzere üç biçimde yapılabilir. **SCSI** bağlantılar, paralel bağlantıdan hızlıdır. **USB** ise çok daha kolay kullanım ve hıza sahiptir, bu yüzden tercih edilir. Tarayıcılarda yazıcıların bağlandığı iletişim portu vardır. Enerji kablosu da arıza durumunda bakılması gereken malzemelerdendir.



Resim 2.3: Tarayıcı



Resim 2.4: Monitörler ve monitör kabloları

2.1.3. Monitör Bağlantı Elemanları

Monitörde de veri ve enerji kablosu olmak üzere iki kablo vardır. Ama biyomedikalde kullanılan monitör çeşitleri çok fazla ve değişik özelliklere sahiptir. Tıbbi Monitörler modülünde bu detaylıca anlatılmıştır. Arıza analizlerinde öncelikle bu kablo bağlantılarında fiziksel sorun olup olmadığı, kablo soketlerinin oturup oturmadığı kontrol edilmelidir. Sorun iletimde görülürse kablo pinleri basit bir kısa devre testi ile kontrol edilebilir.

Resim 2.4 'teki gibi bir monitör kablosunun pinlerini her iki taraflı AVO ile kontrol ediniz

Bağlantı arızaları haricinde size direkt bir arıza bildirimini şu şekilde ulaştırmış ise örneğin bir anestezi monitöründe oluşabilecek arıza için;

Arıza nedenleri:

- Pillerin bitmiş olması
- Cihazın bataryasının boşalması
- Besleme sigortalarının atması
- Besleme kartının arızalanması
- Cihaz içindeki flash hafıza kartının takılmamış olması

Çözüm önerileri:

- Piller değiştirilmeli,
- Flash hafıza kartı düzgün takılmalı,
- Sigortalar kontrol edilmeli,
- Besleme kartı kontrol edilmeli,
- Bataryalar aralıklı olarak şarj edilmeli, şeklinde sıralanabilir.

2.1.4. Fare Bağlantı Elemanları



Resim 2.5: Mause(fare)

Fare ya da mouse USB kablosu ile bağlantı yaptığımız malzemelerdir. Eski tip bağlantılarda mevcuttur (**PS/2**). Cihazlarda dokunmatik altlık (touchpad) diye adlandırılan diz üstü bilgisayarlarda da gördüğümüz donanımlar olabilir. Bunlardaki bağlantı kopuklukları cihazın kontrolünü etkilediğinden arıza verilerine göre öncelikli bakılması gerekli noktalardır.

Resim 2.5'teki gibi bir mouse kablosunun pinlerini her iki taraflı AVO ile kontrol ediniz.

2.1.5. USB (Universal Serial Bus)

Universal Serial Bus (USB), evrensel seri yolu, bilgisayar ve telekomünikasyon endüstrisinde geliştirilmiş, iletişim standartlarında yeni bir bağlantı şeklidir. Amacı, geleneksel seri ve paralel portların yerini almak ve işi evrenselleştirmektir. Birçok PC ve Mac bilgisayarlar, artık USB' siz üretilmemektedir. Çevre birimleri de aynı şekilde USB destekli üretilmektedir. USB, bağlandığı alete güç verir. USB, 12 Mbit/s ve 1.5 Mbit/s data transfer hızı sağlar. USB, PC' leri birbirine hızlı bağlamak için kullanılmaz ama küçük çapta şebeke ortamı kurmak için bazı ürünler çıkarılmıştır. USB, ana bilgisayar ile çevre birimleri arasında güçlü, bilgisayar çalışırken takıp çıkartabileceğiniz, "gerçek plug-and-play" ara yüzü sağlar.

Bunlar; klavye, fare, oyun çubuğu, telefon, tarayıcı, yazıcı, güvenlik dangılı, mikrofon, hoparlör, disket sürücü kamera, modem, CD-ROM sürücü vb. olabilir.

USB ilkel çevre bağlantı teknolojisini geliştirmek için icat edilmiştir. Avantajları şunlardır:

- Bilgisayarı kapatmanız gerekmez (önemli bir avantaj).
- Kasayı açmanız gerekmez.
- Kart takma yok.
- Çakışma yok.
- Kilitlenme yok.
- Sürücü yüklemeye gerek kalmaz (bazılarında bir seferlik yükleme yapılır).
- "tiered-star hub" şebeke yapısı, her bilgisayara 127' ye kadar alet bağlanmasına izin verir.
- İki giriş imkânı sunar.
- Bazı aletler voltajını buradan alır.
- Çift data hızı uygular: saniyede 1.5 ve 12 mega bit (Mbps).
- Performansı 12 Mbps ' e kadar ulaşabilir.
- İhtiyaç duyuldukça sürücüler, otomatik olarak yüklenir veya bırakılır.

USB aletleri iki tip fiş kullanır. Tip A ve Tip B: Soldaki uç bilgisayara, sağdaki ise çevre birimlerine takılır. Her iki konektörde de 4 uçludur. İki voltaj, ikisi de data içindir.



Resim 2.6:USB fişi

USB portlarında bilgi iletimini iki kablo yapar. Diğer kablolarda ise +5V ile şase bulunmaktadır.

2.2. Bilgisayar Ağ Bağlantı Yapıları

Ağ birbirine kablolarla bağlanmış server, printer, PC, modem gibi birçok haberleşme donanımının en ekonomik ve verimli yoldan kullanılmasıdır. Ağ, insanların bireyselce değil, ortak çalışmalarını sağlar. Ağ, veri, yazılım ve donanım paylaşımıdır. Küçük bir ağ iki bilgisayardan oluşabileceği gibi, büyük bir ağ binlerce bilgisayar, faks-modem, CD-rom sürücü, printer ve bunun gibi donanımlardan oluşabilir.

Ethernet en genel ağ yapılanma sistemidir. Ethernet standartlarıyla birlikte gelmiştir. Ethernet ağından gönderilen tüm mesajlar diğer bir donanımın alabileceği standart kodlardan oluşur. İlk olarak XEROX tarafından bulunmuş ve daha sonra DEC, Intel ve XEROX tarafından formülize edilip belirli yöntemleri kullanıp saniyede 10 Mbit veri aktarımı yapabilen bir sistem olarak ortaya çıkmıştır.

2.2.1. Yerel Alan Ağı (Local Area Network-LAN)

Sınırları belirlenmiş alan içinde olan bilgisayarların oluşturduğu ağ türüne yerel alan ağı (LAN) denir. Bu tür ağlar 10 km² alan içerisinde olup bir binayı veya bir kampüsü kapsamaktadır. Genellikle tek tür haberleşme amacıyla kullanılırlar. Bu ağ yapılarında server yani ana bilgisayar bulunmaz. Ağ sistemi devlet kurumları, laboratuvar, ev içi kullanımlarda görülür.

2.2.2. Orta Alan Ağı (Metropolitan Area Network – MAN)

Yerel ağlardan daha geniş ağlardır. Genelde şehir içi uzak bağlantılar söz konusu olduğundan ve şehrin bir kısmını kapsadığından metropolitan ağlar denmiştir. Mesafenin etkin olarak kapsanması gerektiği ve ağa bağlı her bölge arasında tam erişim gerekmediğinden değişik donanım ve aktarım ortamları kullanılır.

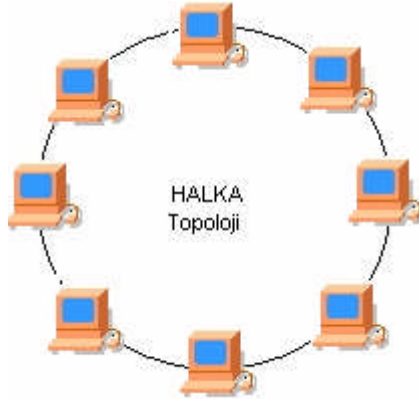
2.2.3. Geniş Alan Ağ (Wide Area Network-WAN)

MAN'dan geniş her tür ağı içine alır. Ülkenin ya da dünyanın çeşitli bölgelerindeki yerel alan ağları birbirine bağlayan yapıdır. İkiye ayrılır:

- **Enterprise WAN:** Bir kuruluşun tüm LAN' larını bağlar.
- **Global WAN:** Tüm dünyayı kaplayan bir ağ olabileceği gibi, birçok ulusal sınırı ve pek çok kuruluşun ağını kapsar

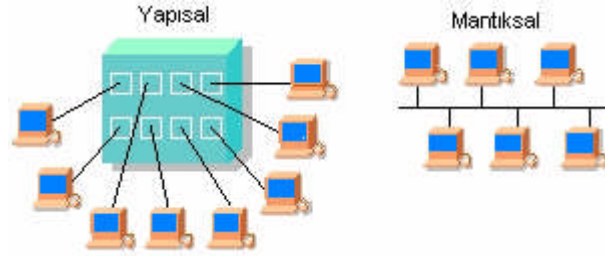
2.3. Ağ Topolojileri

Yerel ağda ağ noktalarının ve ortamın fiziksel olarak düzenlenmiş haline **ağ topolojisi** denir. **Halka (ring) ağ topolojisi**, kapalı döngü şeklinde uçtan uca bağlantı topolojisidir. Her birime gelen kablo alıcı, giden kablo verici görevi görür. Sinyal her birimde güçlü olduğundan kayıplar az olur.



Şekil 2.1:Halka topolojisi

Yıldız (star) ağ topolojisi, sık kullanılan bir ağ topolojisidir. Bilgisayarlar merkezde bulunan bir hub üzerinden haberleşir. Tüm bilgisayarlar ayrı ayrı huba bağlıdır.



Şekil 2.2:Yıldız topolojisi

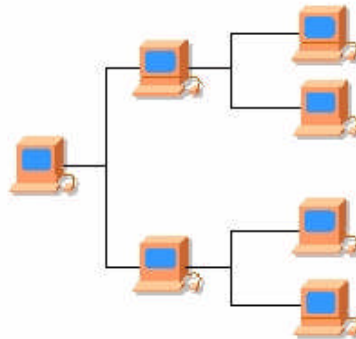
Hat (bus) ağ topolojisi, bu yapıda bilgisayarlar ortak tek bir ağ kablosu üzerinden iletişim kurar. Kablonun her iki ucu uygun değerde bir direnç ile sonlandırılır. Dezavantajı kablodaki kopma tüm sistemi engeller.



Şekil 2.3:Hat topolojisi

Mesh topolojisi, bu sistemdeki bilgisayarlar diğer bilgisayarlara teker teker bağlanır. Pek tercih edilmez.

Ağaç topolojisi, yıldız ağ topolojisi ile hat ağ topolojisinin birleşmesi ile oluşmuştur.

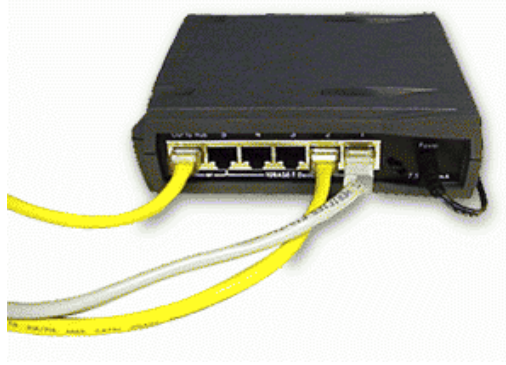


Şekil 2.4:Ağaç topolojisi

2.4. Ağ Bağlantı Elemanları

Server, dosya depolamak ve bu dosyalara ağ üzerinden erişmek için kullanılan basit bir sistem olabileceği gibi, birçok hard-disk içeren, yedekleme üniteleri ve CD-rom sürücülere olan kompleks sistemler olabilir. Printer, faks makineleri, modemler, internet erişimi vs. gibi kaynakların ağ üzerinde paylaşılmasına yardımcı olur. Servera bağlanan bilgisayarlara istemci (client) denir. Sunucular genelde, veri tabanı dosyalarını, birçok yazılım istemcisinin erişimine sunar.

Hub: Hub'ın görevi kendisine ulaşan sinyalleri alıp yine kendisine bağlı olan ağ donanımlarına dağıtmaktır. Hub, bu işlem sırasında bir yineleyici görevi görür ve sinyali güçlendirir

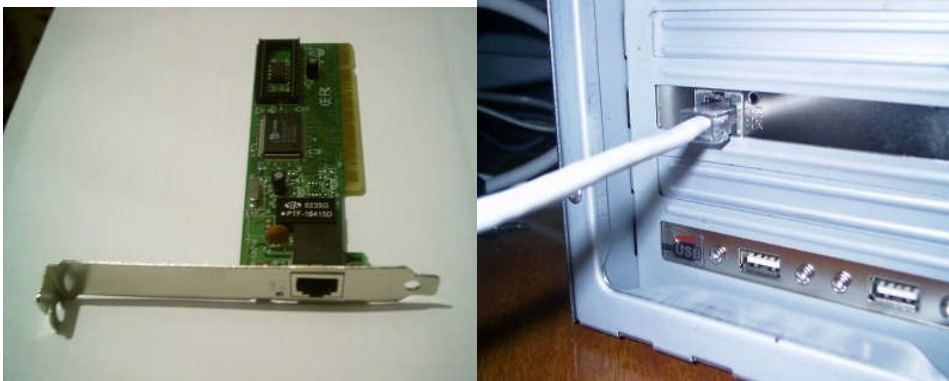


Resim 2.7:Hub

Mbps: Saniyede 10 milyon bit (Millions of bits per second)

Switch: Switch'ler daha karmaşık ve daha verimli hub 'lardır. Portları arasında direkt kanal oluşturma yeteneği vardır. Ağ performansını artırır

Ağ kartı: Ağın çalışmasını sağlayan diğer bir bileşen ise Network Interface Card(NIC) - Ağ Kartı'dır. Sık sık ethernet kartı deriz, aslında ağ kartı demek daha doğrudur. Bu bir "generic name" haline gelmiş. Nasıl margarin yerine "sana yağ" diyorsak, ağ kartları içinde "ethernet" türü tartışmasız en yaygın tür olduğu için, ağ kartı ethernet kartına dönüşmüş. Ancak başka ağ teknolojilerinde çalışmak üzere üretilmiş ağ kartları da mevcut. Sonuç olarak ağ kartı genel bir tanım, ethernet ise bir alt tür ama en yaygın olanıdır.



Resim 2.8:Ağ kartı ve bağlantısı

Node: Bir ağ donanımı (hub veya switch gibi) ile haberleşebilen, server, printer, faks makinesi, vb. Çalışma grubu: Küçük haberleşebilen bir grup oluşturabilmek için, tek bir switch veya hub'a bağlı node'lara denir. 10BASE-T Kablo: Her iki ucunda RJ-45 konnektörü bulunan, Kategori 3 kablolaşmayı destekleyen 10 Mbps Ethernet standardının kablosu.

Server Tabanlı Ağlar: Server tabanlı ağlarda “server” ağın yöneticisidir. Tüm node’lar server’a bağlıdır (star yapıda hub aracılığıyla). Bu ağlarda sunucu ortak kullanıma açılan yazılım, printer, faks modem, internet erişimi gibi kaynakları istemcilerin erişimine sunar. Sunucu bir hakem gibi davranır ve node’lar bilgi istediğinde önce server’la konuşur ve sunucu istenilen bilginin yerini tespit ederek kullanıcının erişim haklarına göre veriye ulaşımını sağlar

Peer-to-Peer Ağlar: Bu ağ yapısında server kullanılmaz, her bir istemci kendi hard diskine sahiptir. Her node birbiri ile konuşabilir ve istediği bilgi veya servisi alabilir. İstemciler diğer istemcilerin kullanımına açmak istedikleri veri veya servisi paylaşırlar.

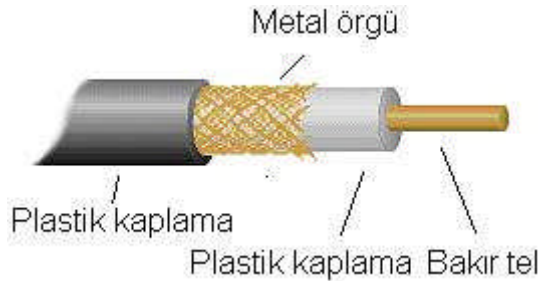
2.5. Ağ Bağlantılarında Kullanılan Kablolar

Bilgisayar ağlarında kullanılan kablo tipleri şunlardır

- Koaksiyel Kablo (Coaxial Cable)
 - RG-8
 - RG-6 (Ağlarda kullanılmasa da bilmemiz gerekiyor.)
 - RG-58
- Fiber Optik Kablo (Fiber Optic Cab)
- Dolanmış Çift Kablo (Twisted Pair Cable)
 - Kaplamalı Dolanmış Çift (Shielded Twisted Pair-STP)
 - Kaplamasız Dolanmış Çift (Unshielded Twisted Pair-UTP)

2.5.1. Koaksiyel Kablolar

Koaksiyel (veya kısaca "koaks") kablo, merkezde iletken kablo, kablunun dışında yalıtkan bir tabaka, onun üstünde tel zırh ve en dışta yalıtkan dış yüzeyden oluşur.



Şekil 2.5:Koaksiyel kablo yapısı

Koaksiyel kablo elektromanyetik kirliliğin yoğun olduğu ortamlarda düşük güçte sinyalleri iletmek için geliştirilmiş bir kablodur. Koaksiyel kablo çok geniş bir kullanım alanına sahiptir. Ses ve video iletiminde kullanılır. Çok değişik tiplerde karşımıza çıkabilir. Ancak bilgisayar ağlarında şimdiye kadar kullanım alanı bulmuş yalnızca iki tip koaksiyel kablo vardır: RG-8 ve RG-58. Koaksiyel kablo tipleri kendi RG kodlarına sahiptir. Koaksiyel kabloda bizim için önemli olan ve değişkenlik arz eden değer kablunun empedansı veya omajıdır. Bu değer kablunun belirli bir uzunlukta elektrik akımına karşı gösterdiği dirençtir. Koaksiyel kablolar dıştan bakıldığında birbirlerine çok benzerler, ancak kabloya daha yakından bakınca üzerinde RG kodunu ve empedansını görebilirsiniz. Empedans değeri "50 Ω " veya "75 Ω " şeklinde omega karakteriyle yazılır. Aşağıda farklı koaksiyel kablo çeşitleri vardır.

RG 6



Resim 2.9: RG 6

CATV, CCTV kablolu TV ve UYDU sistemlerinde düşük zayıflama gerektiren yerlerde kullanılan bakır folyo ekranlı kablolardır. Bina dışı ve yer altı sistemlerinde kullanılır.

RG 8



Resim 2.10: RG 8

Telsiz ve data iletişim sistemlerinde yüksek sinyal dizilerinde düşük zayıflama gerektiren yerlerde bağlantı kablosu olarak kullanılır. Standart: MIL-C-17

RG 58



Resim 2.11: RG 58

Telsiz ve data iletişim sistemlerinde yüksek sinyal dizilerinde düşük zayıflama gerektiren yerlerde bağlantı kablosu olarak kullanılır. Diğer isimleri Thinnet (ince net) ve Cheapernet (ucuz net)'tir. Aynı RG-8 gibi 50 Ω olan bu kablo RG-8'e göre ucuz, uygulaması kolay bir kablodur. UTP yaygınlaşınca kadar yerel ağlarda geniş uygulama alanı bulmuştur.

RG 59



Resim 2.12:RG 59

Uydu anten ve CCTV sistemlerinde 2 kamera veya 2 çanaktan sinyalleri ilgili cihazlara iletmek amacıyla kullanılır.

Fire Kab (Yangın Alarm Kablosu)



Resim 2.13: Fire kab

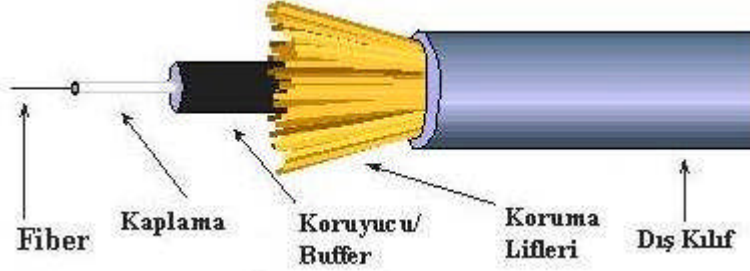
Bu kablolar insanların yoğun olarak bulunduğu veya değerli eşyaların olduğu akıllı veya yarı akıllı binalar, Hastaneler, Sinemalar, tiyatrolar, okullar, alışveriş merkezleri, havaalanları vs. yerlerde yangın sistemlerinde kullanılır.



Resim 2.14: RG-58 Kablosu ile BNC konektör

2.5.2. Fiber Optik Kablo

Düşük sinyal kayıpları nedeniyle fiber ile bakır kablolarla göre daha yüksek hızlarda ve çok daha uzun mesafelerde veri aktarımı mümkündür. Bu mesafe repeater kullanılmadan 2 km'ye kadar çıkabilir. Bakır UTP kablolarında bu mesafe 100m ile sınırlıdır. Fiberin hafif ve ince yapısı, bakır kablo kullanmanın zor olduğu ortamlarda kullanılabilmesini sağlar. Bütün bunlar fiberin önemli özellikleri olmakla beraber, fiberin en önemli özelliği elektromanyetik alanlardan hiç etkilenmemesidir. Çünkü fiber kablodan elektrik değil ışık aktarılır.

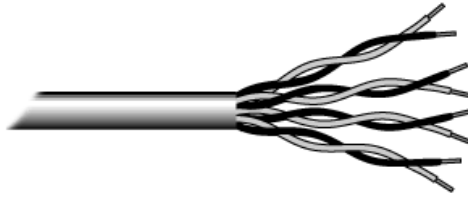


Şekil 2.6: Fiber optik kablo yapısı

Fiber kabloda normal ışık veya lazer kullanılabilir. Bu iki tip fiber tamamen farklı donanım kullanır. Işık sinyalleri yollamak için LED (Light Emitting Diode) kullanan fiber tipi multi-mode olarak adlandırılır ve en yaygın tiptir. Lazer ışığı kullanan single-mode fiber çok yüksek veri aktarım değerlerine ulaşabilmesine rağmen pahalı ekipmanı nedeniyle yaygın değildir.

Bir fiber deney seti üzerinde ışık transferini izleyebilirsiniz.

2.5.3. Dolanmış Çift Kablo (Twisted Pair Cable)



Şekil 2.7: Dolanmış Çift Kablo

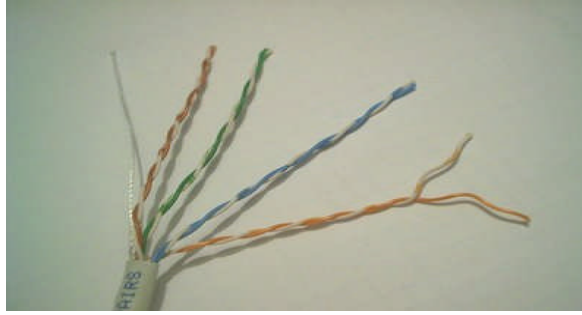
Günümüzde en yaygın kullanılan ağ kablosu tipi birbirine dolanmış çiftler halinde, telefon kablosuna benzer yapıdaki kablodur. İki tip TP kablo mevcuttur:

2.5.3.1. Kaplamalı Dolanmış Çift (Shielded Twisted Pair-STP)

Bu tip kabloda dolanmış tel çiftleri koaksiyel kabloda olduğu gibi metal bir zırh ile kaplıdır. STP kablo Token Ring ağlarında kullanılmıştır ancak ethernet ağları için tercih edilmeyen bir kablo tipidir.

2.5.3.2. Kaplamasız Dolanmış Çift (Unshielded Twisted Pair-UTP)

UTP birbirine dolanmış çiftler halinde ve en dışta da plastik bir koruma olmak üzere üretilir. Kablonun içinde kablonun dayanıklılığını artırmak ve gerektiğinde dıştaki plastik kılıfı kolayca sıyırmak için naylon bir ip bulunur (resimde görülüyor). Tel çiftlerinin birbirine dolanmış olmaları hem kendi aralarında hem de dış ortamdan oluşabilecek sinyal bozulmalarının önüne geçmek için alınmış bir tedbirdir.



Resim 2.15: Kaplamasız dolanmış çift

Kablo içindeki teller çiftler halinde birbirine dolanmıştır. Her çiftin bir ana rengi bir de "beyazlı" olanı vardır. Yukarıdaki resimde de görüldüğü gibi ana renkler turuncu, mavi, yeşil ve kahverengidir. Bunlara sarılı olan beyaz teller ise diğerleriyle karışmasın diye, sarılı olduğu renkle aynı bir çizgiye sahiptir. Böylece 8 telin de turuncu, turuncu-beyaz, mavi, mavi-beyaz, yeşil, yeşil-beyaz, kahverengi, kahverengi-beyaz olmak üzere 8 farklı renkte ama 4 grupta toplanmış olduğunu görüyoruz.

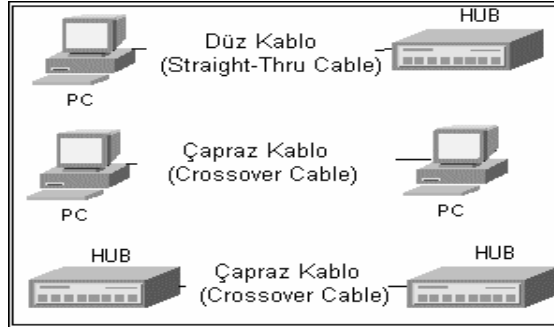
UTP kablo kendi içinde güvenli olarak aktarabileceği veri miktarına göre kategorilere sahiptir. Bilgisayar ağlarında önce 10 Mbit ethernet döneminde CAT3 kablo yoğun olarak kullanılmış, 100 Mbit ethernetin geliştirilmesiyle CAT5 kablolar üretilmiştir. UTP kablolar dış görünüş olarak birbirine çok benzer. Ancak her kablonun üzerinde kategorisi yazmaktadır.

Kategori	Desteklediği maksimum veri aktarım miktarı
Kategori 1	Telefon hatları-veri aktarımında kullanılmaz
Kategori 2	4 Mbit/Saniye
Kategori 3	16 Mbit/Saniye
Kategori 4	20 Mbit/Saniye
Kategori 5/5e	100 Mbit/Saniye
Kategori 6	1000 Mbit/Saniye

Tablo 2.1: UTP kablo veri miktar kategorileri

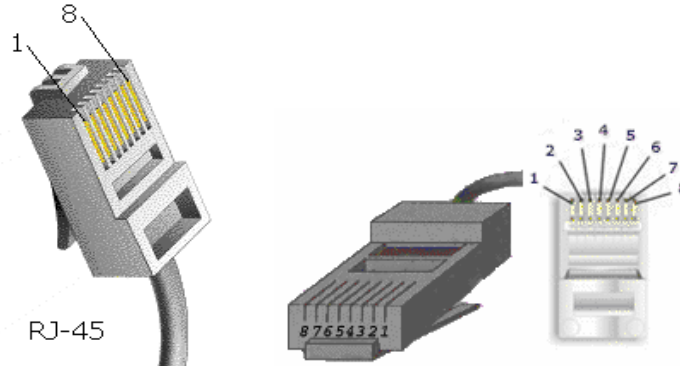
2.5.4. Utp Kablo Yapımı

Kablonun iki ucuna jak takarken, kabloyu nerede kullanacağımıza bağlı olarak iki tipten bahsedilebilir. Düz kablo, cross(çapraz) kablo. Aynı cihazlar arasında(PC-PC veya Hub-Hub) cross kablo kullanıyoruz. PC'den hub'a gidecek kablo ise düz kablodur.



Şekil 2.8:Ağ kablosu bağlantı tipleri

Şekil 2.9'da UTP kablonun ucuna taktığımız RJ-45 jakı üzerindeki pinler, yakın pinleri size bakacak şekilde tutulduğunda soldan sağa 1'den 8'e kadar sıralı kabul edilir.



Şekil 2.9: RJ-45 pin sıralanışı

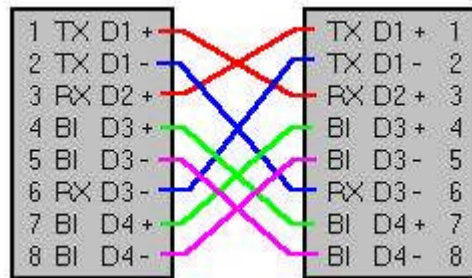
Kablo uçlarını yaparken uymanız gereken, daha doğrusu uyarmanız sizin ve sizden sonra ağa müdahale edecek kişinin işini kolaylaştıracak standartlar vardır. Bu standarda uygun yaptığınız kablo veri kanallarının aynı tel çiftini kullanması kuralına uygun olacaktır. EIA/TIA isimli kuruluş "EIA/TIA -568-A 'Commercial Building Wiring Standard' " isimli kablolama ile ilgili standartları belirlemiştir. Tüm dünyada üreticiler ve teknisyenler bu standartları takip ederler. "EIA/TIA -568-A" standardı içinde kablo uçlarını yaparken kullanabileceğiniz elektriksel olarak birbirinin tamamen aynısı iki şema önerilmiştir. T568A şeması ve T568B şeması.



Şekil 2.10: T568A şeması, T568B şeması ve bağlantı tipi

Gigabit Ethernet

Yukarıdaki kablo bağlantıları 10BaseT ve 100BaseTX için yani 10Mbit ve 100Mbit ethernet için geçerlidir. 1000BaseT yani UTP kablo üzerinden gigabit ethernet kullanacaksanız düz bağlantıda bir farklılık yok. 568A<-->568A bağlantısını kullanabilirsiniz. Çapraz kabloda ise durum değişik, gigabit çapraz için Şekil 2.11'deki şemayı kullanmanız gerekir.



Şekil 2.11: Gigabit Ethernet için çapraz(cross) UTP bağlantısı

Öncelikle RJ45 pinlerinin tellere temas edip etmediğini test etmemiz gerekiyor. Bunun için piyasada kablo test cihazları satılmaktadır. Bir ölçü aleti (AVO metre) varsa kablo testini pratik olarak da gerçekleştirebilirsiniz.

Uygulama: Kablonun her iki ucuna takılı olan RJ45'leri elimize alalım. Ölçü aletimizi direnç ölçmek için en küçük kademeye getirdikten sonra sırayla pinler arasındaki iletkenlik testini yapabiliriz. Örneğin yeşil-beyaz renkli tele basan pine ölçü aletinin bir ucunu, diğer uçtaki aynı renkli tele basan pine ölçü aletinin diğer ucunu değdirdiğimizde küçük bir direnç okunuyorsa bu iki pin arasında iletkenlik vardır. Bütün pinleri kontrol ettikten sonra eğer bazı pinler arasında iletkenlik problemi varsa basma aparatına soketleri tekrar takarak iyice bastırın. Eğer problem giderilemiyorsa RJ45'leri söküp yenilerini basmanız gerekir.

►► Siz de farklı soket ve konnektör bağlantılarını yapmayı deneyebilirsiniz. ◀◀



Resim 2.16: İkili seri USB çevirici



Resim 2.17: BNC konnektörler

2.5.5. Ağ Bağlantı Sorunlarında Dikkat Edilecekler

Her şeyden önce problemin neden kaynaklandığını anlamak için tüm kablo ve güç bağlantılarını denetlemelisiniz.

- RJ-45'lerin (10BASE-T bağlantıları) yerine iyice oturmuş olduğundan emin olun.
- Kötü veya yanlış bir kablo hemen değiştirilmelidir. Eğer BNC (koaksiyel) konnektör kullanıyorsanız, her birinin bağlantısının takılı olup olmadığını kontrol edin.

- Tüm BNC kablolarının her iki tarafının ucuna 50 Ohm'luk terminatör sonlandırıcı takılarak sonlandırılmalıdır.
- Bağlantı durumunu gösteren ışığın yanması için bilgisayarın ağ aygıtına bağlanmış olması ve her ikisinin de çalışıyor olması gerekir.
- Kablo kalitesi ve uzunluğunun standartlara uyması gerekir. Ağ performansını artırabilmek için kablo uzunluklarını olabildiğince kısa tutunuz. Birçok 10 Mbps hub'ı birbirine bağlarken üretici firma tarafından sağlanan kablo çizgelerini izleyiniz.
- Aygıtları (hub, bridge, switch vb.) birbirine bağlarken çapraz kablo kullanılır. Bu bağlantıları yaparken üreticinin bağlantı çizgelerini izleyiniz.

2.6. Kablosuz Yerel Ağ (Wireless Local Area Network)

Kablosuz yerel alan ağı (Wireless Local Area Network) , kablolu ağlara göre daha fazla fonksiyonları bulunan yeni haberleşme şeklidir. Radyo frekans (RF) teknolojisini kullanan WLAN ile veri iletimi/alımı havadan ve her türlü engelden geçerek sınır tanımayan bir iletişimdir diyebiliriz. Bazı hız kısıtlamaları dışında WLAN iletişimi, geleneksel LAN iletişim teknolojilerinin özelliklerinin üzerinde daha fazla özellik içerebilmektedir.

Kablosuz yerel ağlar sağlık kurumları, hipermarketler, üretim kuruluşları, fabrikalar, akademik kurumlar ve ambarlar gibi birçok alanda yaygın hale gelmiştir. Hastanelerdeki doktorlar ve hemşireler hasta bilgilerini, anında ekranlarında görebilecekleri dizüstü bilgisayarlar ya da cihaz çıktı birimlerinden bu şekilde alabilmektedirler.

WLAN konfigürasyonu iki temel şekilde olabilmektedir.

Peer to peer (Noktadan noktaya):Kablosuz ağ kartlarıyla donatılmış 2 ya da daha fazla PC'nin haberleşmesi ile oluşturulmuştur bir yöntemdir.

Client/Server (İstemci/Sunucu) modeli:Bu modelde bir ağın alt yapısı mevcuttur. Burada tüm bilgisayarlar erişim noktası (access point) adlı ürünle mevcut olan kablolu ağa bağlanmıştır. Access Point adlı cihazlar ile kablosuz ağ ortamı kablolu ağ ortamıyla bağlantısı yapılırken veri iletişimi daha geniş alanlara aktarılır.

Kablosuz yerel ağların, geleneksel yerel ağlara karşı üstünlükleri şunlardır:

- **Mobilite:** Kablosuz yerel ağlar ağ kullanıcılarına şirketlerinin hangi noktasında olursa olsunlar, hareket halinde dahi gerçek zamanlı bilgi erişimi sağlar.
- **Kurulum hızı ve basitliği :** Kablosuz yerel ağ sistemlerinin kurulumu hızlı ve kolaydır, ayrıca duvar ve tavanlardan kablo çekme zorunluluğunu da ortadan kaldırır.
- **Kurulum esnekliği :** Kablosuz ağ teknolojisi kablolu ağın erişemeyeceği yerlere ulaşımı sağlar.
- **İleriye yönelik maliyet kazancı:** Kablosuz ağ kurabilmek için ilk olarak harcanması gereken miktar kablolu bir ağdan daha fazla olmakla birlikte hayat evresi sarfiyatı çok azdır. Uzun vadeli kazançları, çok yer değiştirme gerektiren dinamik ortamlarda kendini belli eder.

- **Genişletilebilirlik:** Yapılar kolaylıkla değiştirilebilir ve az miktarda kullanıcının oluşturacağı “peer to peer” ağ yapısından, binlerce kullanıcıya geniş bir yelpazeyi kapsar.

2.6.1. Kablosuz Yerel Ağ Teknolojileri

Kablosuz yerel ağ teknolojisi olarak iki yapıyı açıklayacağız.

2.6.1.1. Dar Bant (Narrowband) Teknolojisi

Dar bant metodu, radyo sinyal frekansını sadece verinin geçebileceği kadar ve mümkün olduğunca dar tutar. İletişim kanalları arasında istenmeyen kanal karışması, değişik kullanıcıların farklı kanallara yönlendirilmesiyle önlenir.

Basit bir telefon hattı radyo frekansına benzetilebilir. Her ev nasıl kendine özel bir telefon hattına sahipse ve komşu evler yapılan konuşmaları kendi hatları üzerinden duyamıyorsa, radyo sistemi de bu girişim ve gizliliği ayrı radyo frekansları kullanarak sağlar.

Radyo alıcısı istenen frekans haricindeki bütün frekansları filtreler. Kullanıcı açısından dezavantajı, son kullanıcının Telsiz Genel Müdürlüğü'nden frekans tahsisi ve proje noktaları için izin alması zorunluluğudur.

2.6.1.2. Dağınık Spektrum (Spread Spectrum) Teknolojisi

Birçok kablosuz yerel ağ sistemi kritik, güvenli ve gizli askeri haberleşme sistemleri için geliştirilmiş bir geniş bant radyo frekans tekniği kullanır. Dağınık spektrum metodu bant genişliğini güvenilirlik, güvenlik, gizlilik için kullanılır.

Dar bant haberleşme metodundan daha fazla bir bant genişliği gerektirir. Ama bu özellik daha güçlü ve sezilmesi daha kolay olan bir sinyal üretimi anlamına gelir. Eğer bir alıcı doğru frekansa ayarlı değilse dağınık spektrum sinyallerini çevre gürültüsü olarak algılayacaktır. İki çeşit dağınık spektrum metodu vardır, FHSS ve DSSS.

- **Frekans Atlamalı Dağınık Spektrum (Frequency Hopping Spread Spectrum) FHSS** verici ve alıcı tarafından nasıl değişeceği bilinen bir dar bant taşıyıcı frekansı kullanır. Doğru eşleme sağlandığında net etki mantıksal bir kanalın oluşturulmasıdır.
- **Düz Sıralı Dağınık Spektrum (Direct Sequence Spread Spectrum) DSSS** gönderilecek her bit için çok miktarda bitlerden oluşan bir “pattern” üretir. Bu bit paternine “chip” ya da “chipping code” denir. “Chip” ne kadar uzunsa orijinal verinin geri alınması o kadar yüksek olur. Fakat bu daha fazla bir bant genişliği gerektirir.

Eğer chip'in içindeki bir ya da iki bit haberleşme sırasında bozulursa cihaz istatistiksel tekniklerle orjinal veriyi, haberleşmeyi tekrarlamadan kurtarabilir. İstemsiz bir alıcıya DSSS düşük güçlü geniş bantlı bir gürültü olarak görünür ve birçok dar bant alıcısı bu gürültüyü reddeder.

2.7. Ek

RS 232



Resim 2.18: RS 232

RS 232 kabloyu da tanıyalım. Bilgisayar bağlantıları ile elektronik kontrol sistemlerinde veri iletişimde kullanılırlar. Başlıca özellikleri: En yüksek çalışma gerilimi 300 V, test gerilimi 1000 V, empedans 120 Ohm civarındır.

UYGULAMA FAALİYETLERİ

Eğiticinizle seçeceğiniz, bilgisayar birimlerine sahip cihazınızın bağlantılarını söküp tekrar takınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Uygulama faaliyetimiz için uygun cihazı belirleyiniz.➤ Cihazınızın bağlantı çeşitlerini tespit ediniz.➤ Bağlantı yerlerini blok şema oluşturarak çiziniz.➤ Bu bağlantılarda kullanılan soket yapılarını belirleyiniz.➤ Bu bağlantılarda kullanılan kablo yapılarını belirleyiniz.➤ Cihazınızın bağlantılarını sökünüz.➤ Tüm bağlantı elemanlarının fiziksel ve elektriksel testlerini yapınız.➤ Cihaz bağlantılarını tekrar yapınız.➤ Arıza formu doldurunuz.	<ul style="list-style-type: none">➤ Blok şemada cihaz ünitelerinin tamamını gösteriniz➤ Bloklar cihazın ayrı ünitelerinden olmalıdır.➤ Kaydettiğiniz notları tablo biçiminde düzenleyiniz.

KONTROL LİSTESİ

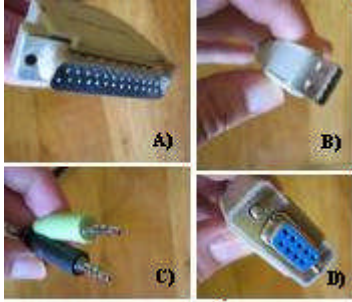
Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
Uygun cihazı belirlediniz mi?		
Cihazınızın bağlantı çeşitlerini tespit edebildiniz mi?		
Bağlantı yerlerini blok şema oluşturarak çizebildiniz mi?		
Bu bağlantılarda kullanılan soket yapılarını belirleyebildiniz mi?		
Bu bağlantılarda kullanılan kablo yapılarını belirleyebildiniz mi?		
Tüm bağlantı elemanlarının fiziksel ve elektriksel testlerini yapabildiniz mi?		
Cihaz bağlantılarını tekrar yapabildiniz mi?		
Arıza formu doldurabildiniz mi?		

Yapılan değerlendirme sonunda hayır şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Cevaplarınızın tamamı evet ise bir sonraki ölçme sorularına geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

1. Sınırları belirlenmiş alan içinde olan bilgisayarların oluşturduğu ağ türüne ne denir?
A) WAN
B) LAN
C) Peer-to-Peer
D) Motor parametrelerinden sürtünmeyi gösterir.

2. Aşağıdakilerden hangisi paralel port konnektörüdür?



3. Ağ bağlantılarında PC-PC arası hangi bağlantı tipi kullanılır?
A) Cross kablo
B) Düz kablo
4. Aşağıdakilerden hangisi kablosuz yerel ağların, geleneksel yerel ağlara karşı üstünlüklerinden değildir?
A) Kurulum hızı ve basitliği
B) İleriye yönelik maliyet kazancı
C) Kurulum esnekliği
D) Kablo empedansları uyumu
5. Aşağıdakilerden hangisi koaksiyel kablo çeşididir?
A) RG 6
B) Single-mode fiber
C) BNC
D) USB

Aşağıdaki soruları **doğru** ya da **yanlış** olarak işaretleyiniz.

6. Ağ performansını artırabilmek için kablo uzunluklarını olabildiğince kısa tutunuz.
A) Doğru
B) Yanlış
7. FHSS verici ve alıcı tarafından nasıl değişeceği bilinen bir dar bant taşıyıcı frekansı kullanır.
A) Doğru
B) Yanlış

8. DSSS gönderilecek “chip” ne kadar uzunsa orjinal verinin geri alınması o kadar yavaş olur.
A) Doğru B) Yanlış
9. Peer to peer (Noktadan noktaya), Client/Server (İstemci/Sunucu) modeli kablolu ağ yapısının iki temel modelidir.
A) Doğru B) Yanlış
10. EIA/TIA -568-A(Commercial Building Wiring Standard)standartları cihazların mekanik kutularının elektriksel direnç değerlerini belir.
A) Doğru B) Yanlış

DEĞERLENDİRME

Sorulara verdiğiniz cevaplar ile cevap anahtarını karşılaştırınız. Cevaplarınız doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz. Yanlış cevap verdiyseniz öğrenme faaliyetinin ilgili bölümüne dönerek konuyu tekrar ediniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ- 3

AMAÇ

Bu öğrenme faaliyetini başarıyla tamamladığınızda, biyomedikal cihazlarda elektronik üniteleri ayırabilecek, bu ünitelerle ilgili elektriksel ölçüm ve testleri yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Biyomedikal cihazların elektronik ünite tamirlerinde kullanılan ortamlar hakkında internette araştırma yapınız.
- Elektronik ünitelerindeki arıza giderme yöntemleri hakkında teknik servis personeli ile görüşerek, servis el kitaplarını inceleyerek bilgi edininiz.

3. ELEKTRONİK ÜNİTELER

Biyomedikal cihazların en önemli kısımlarından biri de elektronik üniteleridir. Bu ünitelerin arıza analizlerinde arıza bulma tekniklerinden yararlanır. Daha öncesinde sistem yaklaşımını hatırlatalım. Servis el kitaplarında elektronik ünitelerin arızaların giderme yöntemleri açıktır. Örneğin bir görüntüleme cihazı olan Gama ünitesinde elektronik kart arızası hata kodu ile bildirilir (Bk. Hata Kodları ve Modifikasyon modülü). Arıza için elektronik kartların öncelikle kablo bağlantıları sonra soket ve konnektörleri kontrol edilir. Arıza giderilememiş ise kart değişimi yapılır. Arızalı kart yerine yedek ya da servisten temin edilen kart takılır.

Arızalı kartlar teknik şartnamede ya da garanti belgelerinde belirtilen kurallar dahilinde onarım görür. Onarım için gerekli ortam, sağlam ya da arızalı olan tüm kartlar için önemlidir.

3.1. Antistatik Laboratuvar Ortamı

Statik elektrik etkisi daha önceki modüllerde sık karşılaştığınız bir kavram. İnsanın herhangi bir metalle teması esnasında deşarj (yük boşalması) olması elektronik ünitelerin tamir, bakım ve kalibrasyonlarında dikkat edilmesi gereken bir konudur.

Sürtünmede iki cisimden biri +, diğeri devamlı - yüklenir. İnsan ve bir cisim sürtünüyorsa insan devamlı + yük ile yüklenir. İnsanların statik elektrik yüklenmesi yürüme esnasındaki sürtünmelerden, araçlara inip binerken, çalıştıkları masadan, giymiş-çıkarmış oldukları elbiselerden olabilir. Aşağıdaki Tablo 3.1' de insanların hareketleri esnasında oluşan bazı statik elektrik miktarları verilmiştir.

Statığı Oluşturan Faktörler	Elektrostatik Voltaj	
	%10-%20 Nem	%65-%90 Nem
Halı üzerinde yürümek	35000V	1500V
Vinileks kaplı zeminde yürümek	12000V	250V
Tezgâh üzerinde çalışırken	6000V	100V
Vinileks kaplanmış zeminde çalışırken	7000V	600V

Tablo 3.1: İnsanın hareketleri ile oluşan statik elektrik miktarları

Statik yük boşaldığında malzemede üç şekilde bozulma gerçekleşir.

- Malzeme tamamen yanabilir veya çalışmaz.
- Karakteristiği bozulur.
- Çalışma ömrü kısalmır.

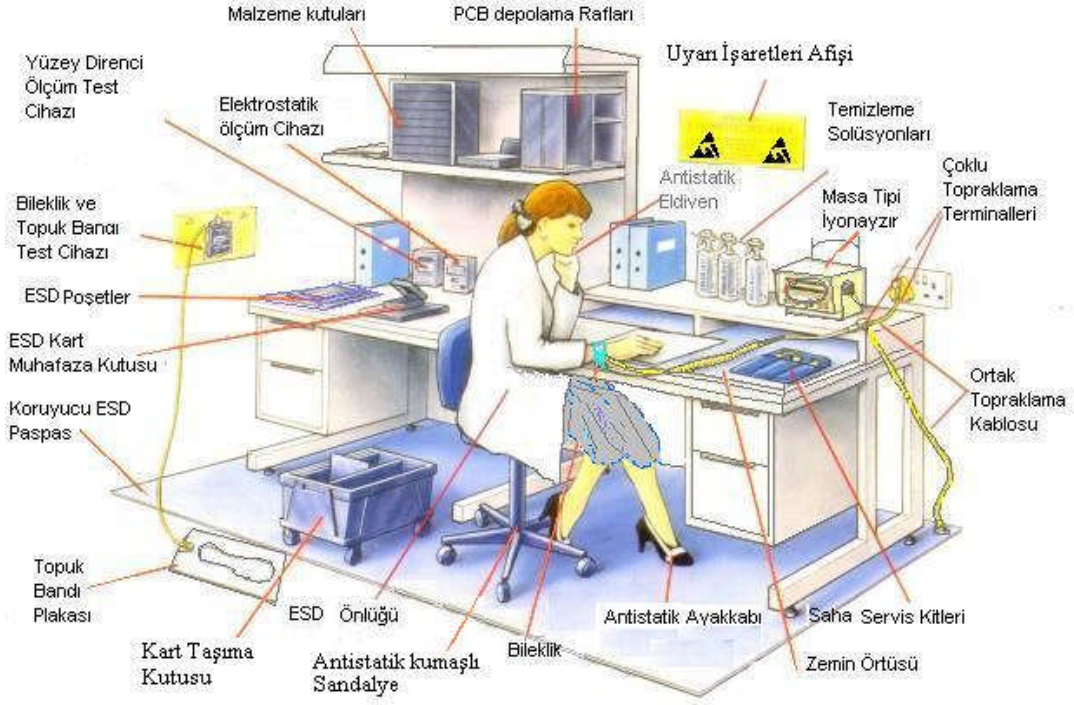
Bu tip malzemelerden bazılarının bozulma sınırı diyebileceğimiz eşik voltajları Tablo 3.2’de gösterilmiştir. (Bk. Programlanabilir Tümlşik Devre Elemanları modülü)

Malzeme	Voltaj	Malzeme	Voltaj
Mosfet	100V	Schottky Diyot	300V
Eprom	100V	Film Direnç	300V
Jfet	140V	Bipolar Transistör	380V
Opamp	190V	Scr(Tristör)	680V
Cmos	250V	Schottky Ttl	1000V

Tablo 3.2: Elektronik devre elemanlarının bozulabileceği eşik voltajları

Statik elektrik etkisi ile bozulabilecek elektronik malzemelerin uygun koşullarda kullanımı için, antistatik malzemeleri ve laboratuvar ortamlarını tanımamız gereklidir.






Antistatik: İletkenlerin alan direnci 10^4 - 10^5 Ohm arasındadır ve hızlı deşarj sağlarlar, yalıtkanların alan direnci 10^{12} Ohm'dan büyüktür ve tam bir statik yük oluşturma kaynağıdır. Bu malzemelerin direnç değerlerinin arasında kalan, alan direnci 10^6 - 10^{12} Ohm olan ve istediğimiz özellikleri bize sağlayan malzeme ANTİSTATİK malzemedir.



Resim 3.1:Antistatik laboratuvar ortamı

Antistatik bir tamir bakım servisi Resim 3.1’de görülmektedir. Antistatik ortamdaki malzemeleri Tablo 3.3 yardımıyla kısaca tanıyalım:

Malzeme	Adı	Özellikleri
	İkaz etiketleri	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Genellikle statik dağıtıcı ➤ Elle ve otomatik makinelerde kullanılabilir özelliklerde
	Statik dağıtıcı eldivenler	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Elektrostatik dağıtıcı özellikli ➤ Genellikle alerji yapmayan yapı
	Yalıtımlı Torbalar	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Dış yüzeyi statik yalıtımlı torba ➤ Genellikle alüminyum alaşım ➤ Isı yalıtım ➤ ESD sembollü

	<p>Köpükler</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ PE poli-etilen ya da PU polüretan köpük ➤ Elektrostatik dağıtıcı
	<p>Masa örtüleri</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Lehim ve ısınmalara karşı dayanıklı ➤ Aşınmalara karşı dirençli ➤ Sert sentetik kauçuk yapı ➤ Hacimsel iletkenlik
	<p>Önlükler</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Statik dağıtıcı kumaş ➤ Hafif, ferah ve rahat yapılarda ➤ Çamaşır makinesinde yıkanabilir özelliklerde ➤ İçerisinde karton lifler bulunduran
	<p>Hava iyonlaştırma cihazları</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Hızlı statik hız düşme süresi ➤ Etki alanları belirli ➤ Emiter nokta temizleyicisi içerebilen ➤ Isıtıcı ve fan donanımlı olabilen ➤ AC teknoloji ➤ Ozon Üretimi vb. özellikler içerebilen yapılarda
	<p>Çok amaçlı kutular</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ İletken yoğunluklu malzeme yapısı ➤ Farklı boyutlarda

	Temizleme fırçaları	<ul style="list-style-type: none"> ➤ İletken plastik tutacak ➤ Doğal saç karışımı iletken fiberler ➤ ESD sembolü
	Ayakkabılar	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Topraklama direnci 10^5-10^7 Ohm
	Bileklik ve kabloları	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Genellikle ayarlanabilir ➤ Alerji oluşturmeyen ➤ Çıt çıtlı
	Toprak bağlantı kutu ve terminalleri	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Halka terminalle kabloların topraklama bağlantı noktasına bağlanmasına izin veren yapılar ➤ Yer kablosu ➤ Halka terminal ➤ Her giriş için 1 MOhm direnç yapılarını içeren özellikler
	Servis kitleri	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Seyyar ekip için portatif statik kontrollü istasyon ➤ Dayanıklı,statik dağıtıcı sentetik malzeme ➤ Cepli, antistatik örtü ➤ Taşıma çantası ➤ Bileklikli spiral kablo ➤ Topraklama kablosu ➤ Timsah ağızlı klip vb. malzemeleri içeren kitler

	Temizleyici	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Antistatik ortamların temizlenmesinde kullanılan temizleyici 1000 cc veya 100cc boyutlarında satılmaktadır. ➤ Sprey halindedir, sıkılan yüzeyi antistatik hale getirir. ➤ Toksik madde içermez.
---	-------------	---

Tablo 3.3: Antistatik malzeme ve genel özellikleri

3.2. Elektronik Devre Eleman Yapıları

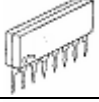

Arızalı üniteadaki kartları, cihaz teknik şartnamelerine göre ya tamamen değiştirir ya da üzerinde izin verilen kısımlar dahilinde tamir ederiz. Arıza analizinde karşılaşacağımız malzemeleri tanıyarak tamir için birinci koşuldur.

Daha önceki modüllerde temel devre elemanlarını tanıdık ve devre uygulamaları gerçekleştirdik. Karşılaştığımız elektronik ünitelerde gelişmelere paralel olarak farklı yapılarda entegreler, transistörler, kılıflar tasarlanmıştır ve bu tasarımlar gün geçtikçe çeşitlenecektir.








Elektronik kartlara malzemelerin bağlantısı iki tipte gerçekleştirilir. Bu sınıflandırmayı çok karşılaştığımız transistör ve entegreler için açıklayalım:

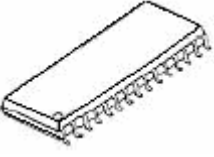
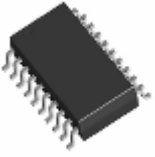


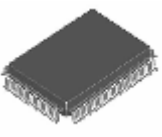
- Lead Insertion Type: Malzemenin bacakları, kartın ön yüzeyinden girip arka yüzeyinden çıkarak lehimle sabitlenen malzemeler denir (Tablo 3.4).
- Surface Mount Type (Yüzey montaj tipi): Malzemenin bacakları, kartın ön yüzeyine lehimlenerek sabitlenen malzemelere denir. Tablo 3.5

Malzemenin Görünüşü	Sembol	Malzemenin Adı	Çevre Ölçüsü	Bacak Aralığı	Bacak Tipi
	TO - 92	Transistor Outline Package	Bakır Alaşım	1.27 mm	Tek
	TO - 220F	Transistor Outline Package	Bakır Alaşım	2.54 mm	Tek

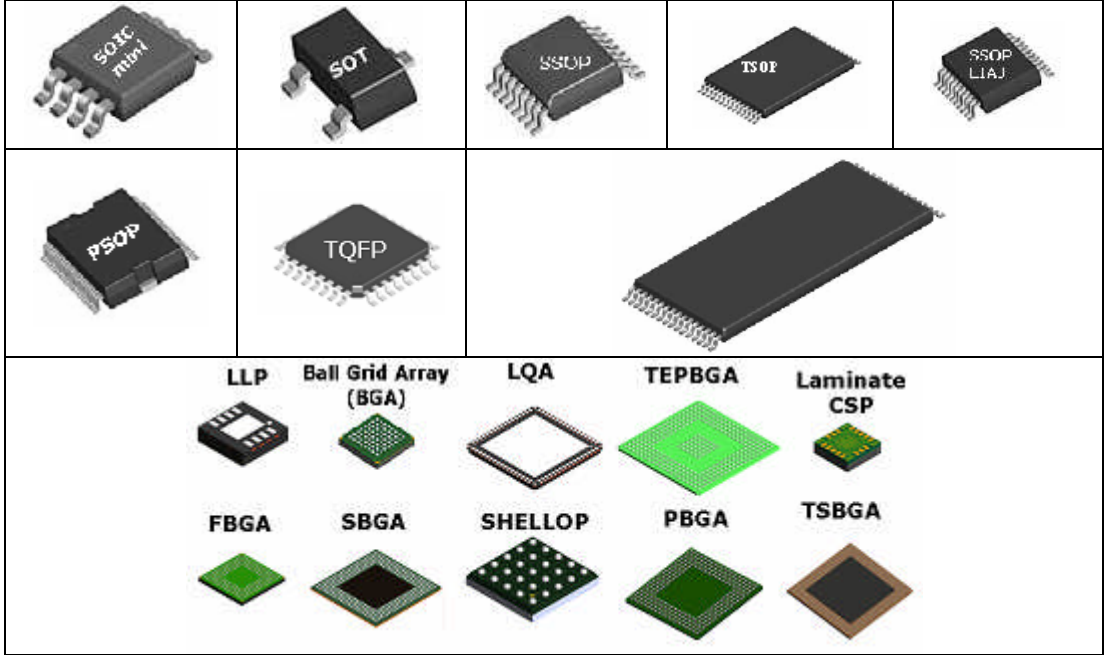
	SIP	Single In-Line Package	Bakır Alaşım	2.54 mm	Tek
	ZIP	Zig-zag In-Line Package	42 Alaşım	1.5 mm	Tek
	DIP	Dual In-Line Package	Bakır Alaşım	2.54 mm	Çift
	SDIP	Shrink Dual In-Line Package	Bakır Alaşım	1.778 mm	Çift

Tablo 3.4: Lead Insertion Type

Malzemenin Görünüşü	Sembol	Malzemenin Adı	Çevre Ölçüsü	Bacak Aralığı	Bacak Tipi
	SOT - 89	Small Out Line Transistor	Bakır Alaşım	1.5 mm	Tek Yüzey
	TO - 252	Transistor Out Line Package	Bakır Alaşım	2.28 mm	Tek Martı Kanat
	FLP	Flat Lead Package	Bakır Alaşım	0.5 mm, 0.65 mm, 0.95 mm	Çift Yüzey
	SOT - 23 (MTP)	Small Out-Line Transistor	Bakır Alaşım	0.95 mm	Çift Martı Kanat
	TVSP	Thin Very Small Package	Bakır Alaşım	0.5 mm, 0.65 mm	Çift Martı Kanat
	SSOP	Shirk Small Outline Package	42 Alaşım	0.5 mm, 0.65 mm, 0.8 mm	Çift Martı Kanat
	DMP	Dual In-Line Mini Mold Package	42 Alaşım, 24 pin Bakır Alaşım	0.95 mm, 2.54 mm	Çift Martı Kanat

	SDMP	Shrink Dual In-Line Mini Mold Package	Bakır Alaşım	1.00 mm	Çift Martı Kanat
	SOP	Small Out-Line Package	42 Alaşım, 24 pin Bakır Alaşım	1.27 mm	Çift Martı Kanat
	PLCC	Plastic Lead Chip Carrier	Bakır Alaşım	1.27 mm	Dört J
	PPF	Flip-Chip Fine Package	Seramik Board	0.5 mm	Dört Seramik Board
	QFP	Quad Flat Package	Bakır Alaşım	0.5 mm, 0.65 mm, 0.8 mm, 1.00 mm	Dört Martı Kanat

Tablo 3.5: Surface Mount Type



Tablo 3.6:Farklı paket örnekleri

3.3. Arıza Bulma Teknikleri

Elektronik kartlara müdahale yetkimiz olduğunda karşılaştığımız arıza çeşitlerini sınıflar ve müdahale yöntemlerine bir göz atarsak;

- Malzeme (komponent) arızaları,
- İletim hat problemleri,
- Açık/kısa devreler,
- Soğuk lehimler,
- Programlı malzemelerin yazılım problemleri olarak arıza türlerini sınıflayabiliriz.

Müdahale yöntemleri ise;

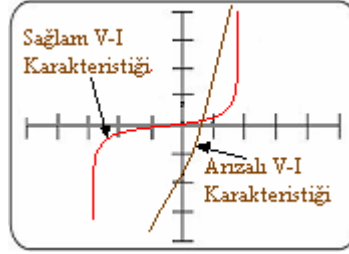
- V-I Empedans Analizi
- Fonksiyonel Test
- Kısa Devre Testi
- Programlı Malzeme Testi

3.3.1. V-I Test

Her hangi bir dokümana ve bilgiye ihtiyaç duymadan, karta enerji uygulamadan arızayı tespit edebilme olarak tanımlayabileceğimiz V-I testi;

- Sağlam kartın referans alınarak, arızalı kart ile karşılaştırılması,
- PCB üzerindeki her türlü diyot, direnç, transistör, kondansatör, trafo, entegre vb. malzemelerin akım - gerilim (empedans) karakteristiklerinin yansıtılması,
- Değişik gerilim ve frekans seviyelerinde test,
- Pasif enerji altında devre içi test,
- Malzeme hataları, yol kopukları, açık/kısa devreler, malzemelerdeki değer kayıpları, yanlış bağlantılar vb. arızaların tespiti
- Gerektiğinde sağlam karttaki bilgilerin bilgisayar ortamında saklanması, bir daha sağlama ihtiyacı duymadan test yapabilme gibi konuları içerir.

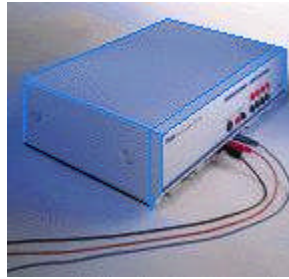
V-I Empedans analizi bilgisayar destekli analizleri kapsar. Karşılaştırmalı grafikler yolu ile arızayı bulmayı amaçlar (Şekil 3.1). Bu işlemler için farklı firmaların test programlarından yararlanılır.



Şekil 3.1: Sağlam kart ile arızalı kartın karşılaştırılması

- DIP
- SIP
- SOIC
- SOP
- PLCC
- QFP söylenebilir.

Resim 3.2 ve 3.3' te test cihazı ve bir üretim yerindeki kart empedans test işlemini yapan test robotu görülmektedir.



Resim 3.2: PFL V/I test cihazı



Resim 3.3: Emedans test robotu

3.3.2. Fonksiyonel Test

Elektronik kartlarda malzemelere gerilim ve sinyaller uygulanarak çıkışların kontrolünün yapıldığı teste fonksiyonel test denir. Yazılım yardımıyla gerçekleştirilen bu tip testlerin biyomedikal cihazlarda kullanımı yaygındır. Bu test içinde yapılan farklı işlemlere örnek verecek olursak;

- Malzemeye gerilim uygulayarak test etme,
- TTL, CMOS, Analog, Interface, Mikroişlemci vb. entegre devrelerin kart üzerinde veya dışında testi,
- Üç terminalli yarı iletken malzemelerin tetikleme uygulanarak testi,
- Aralıklarla meydana gelen ve sıcaklığa bağlı arızaların belirlenmesi,
- Parça numarası silinmiş ne olduğu belli olmayan entegre devrelerin, parça numarasının belirlenmesi ve muadillerinin bulunması,

Bir elektronik karta fonksiyonel testi uygularsak

- Cihaz üzerinden Malzeme/karta uygun gerilim verilir.
- Cihaz hafızasından Test edilecek malzeme P/N göre seçilir.
- Cihaz çıkışından uygun klip malzemeye takılır.
- Yazılım üzerinden test tuşuna basılarak fonksiyonel test başlatılır.
- Sonuç PASS veya FAIL şeklinde yazılımdan görülür.
- Test edilen malzemenin pinlerindeki sonuçlar analiz ekranından izlenir.

3.3.3. Kısa Devre Testi

Kısa devre testi tek/çift yüz veya çok katlı kartlarda;

- Besleme - toprak hataları,
- PCB'lerdeki B U S hataları,

- Fazla akım çeken malzemeler,
- Kısa devre olmuş malzemeler. için uygulanabilir.

Kısa devre test cihazları ile arızalı karta bağlantılar yapılır. Cihaz toprak bağlantıları test cihazına bağlanır. Cihazdaki pulse probu kart besleme hattına uygulanarak cihaz aktif konuma geçer. Olası arıza durumunda potansiyel fark sıfır olur. Biyomedikal cihazların arızalarının giderilmesindeki aşamaları unutmamak gerekir. Tablo 3.4'te arızalı bir entegre için uygulanabilecek arıza giderme yöntemlerinin akış şeması verilmiştir.

Servis el kitaplarındaki işlem basamakları bizim için her zaman önceliklidir. Ayrıca firmalarla yapılmış garanti sözleşmeleri, teknik şartnameler ve kurum içi kurallar mesleğin olmazsa olmazıdır.

3.3.4. Programlı Malzeme Testi

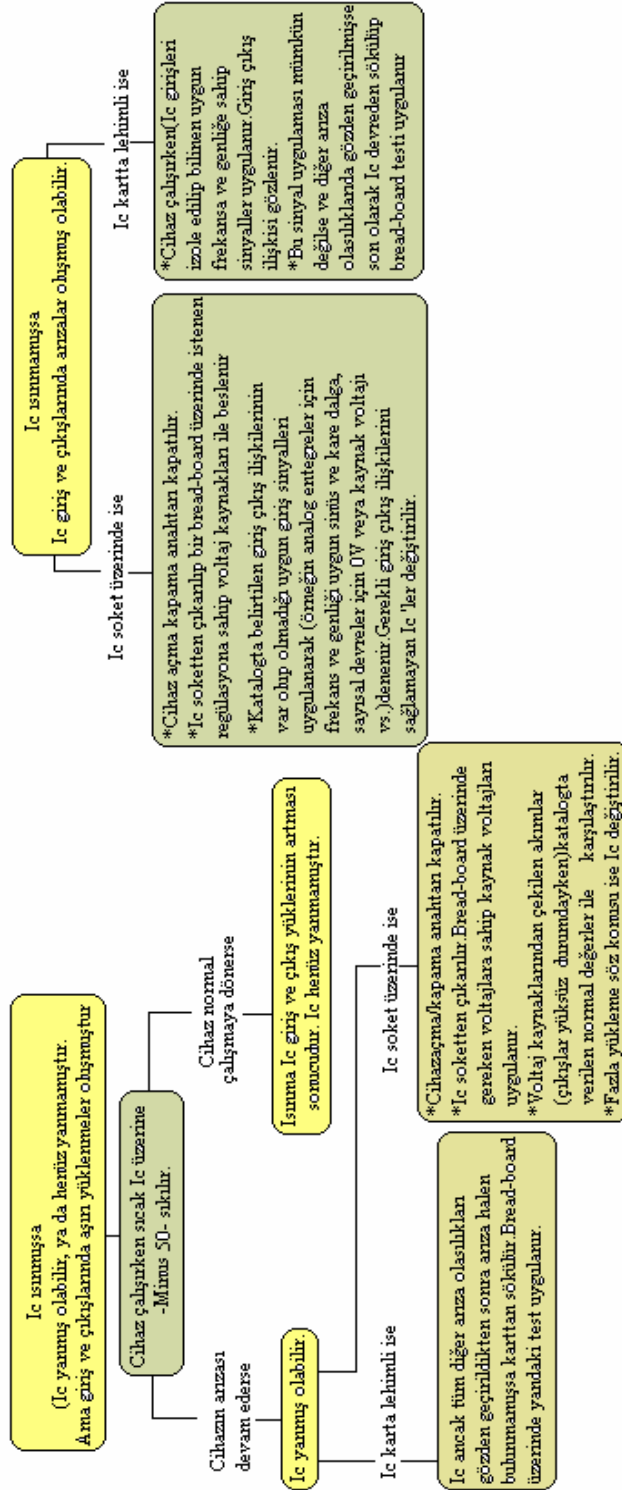
Eprom, EEprom, Flash, Prom, PLD, GAL, Micro türündeki malzemelerin;

- Programlarının okunması,
- Program karşılaştırmalarının yapılması,
- Bilgisayar ortamında programların saklanması,
- Gerekğinde yeni bir malzemeye program aktarımının yapılması,
- Program yazma / programa müdahale işlemlerini kapsar.

3.4. Röle ve Kontaktör Arızaları

Röle ve kontaktörler, bir elektrik-elektronik devrede sık sık arıza ve problem çıkaran elemanlardır. Bu elemanların devrelerde sık kullanılmaları sebebiyle bu elemanların arızaları içinde buldukları devrenin de görevini yapmasını engeller. Röle ve kontaktörlerle ilgili en sık karşılaşılan arızalar şunlardır:

- Kontaktörlerin kapalıyken direnç göstermesi,
- Kontaktörlerin kapalıyken açık devre göstermesi,
- Kontaktörlerin mekanik olarak kopması,
- Kontaktörlerin yapışması,
- Röle kontaktörlerinin elastikiyetini yitirmesi,
- Kontaktörlerin mekanik olarak hareket etmemesi, kapak nedeniyle sıkışmalar bulunması,
- Bobinlerin kavrulması,
- Kontaktör yüzeylerinde, ark sonucunda bozulma meydana gelmesi,
- Kontaktörlerin açılıp kapanması sonucunda ark oluşması, yüksek gerilimli akımların diğer devrelerde enterferans ve arıza oluşturması,
- Röle bobinine takılan koruma diyotlarının kısa devre olması ya da bastırma devrelerinde arızalar meydana gelmesi.
- Röle süren elemanın kısa devre olması ya da kontaktörlerinin yapışması,
- Kontaktörlerin açılıp kapanmaları esnasında titreşim yaratarak etraftaki vidaların gevşemesine neden olmaları,
- Kontaktörlerin gümüş pasıyla kaplanması, direnç göstermesi,



Tablo 3.7:İc arıza giderme akış şeması

- Kontaktların koparak civar kartlarda ve bağlantı terminallerinde kısa devrelere neden olması,
- 3-fazlı sistemlerde bir kontakın tam olarak akımı geçirmemesi halinde motorun dönmesi engellenmiş olur. Böylece motor aşırı akım çekmeye başlar.
- Kontaktların geniş yüzeyden değmemesi, yıpranma sonucunda dar alandan temas olması,
- Kontaktlardan aşırı akım geçmesi sonucunda kontak yüzeylerinin pürüzlü olması, temizlik yapılması sonucunda kontaktlarda dar alanlarda akım yoğunlaşmasına neden olabilecek çizilmeler meydana gelmesi,
- Röle veya kontaktör klemenslerinin kırılması, bobin tellerinin kopması.

3.5. Mikroşemcili Devrelerde Kilitlenme ve Alınacak Önlemler

Günümüz teknolojisinde artık mikroşemcili devreler çok yaygınlaşmış ve hemen bütün elektrik-elektronik cihazların içine girmiştir. Bu kadar yaygın kullanılan ve birçok cihaz için bir kalp-beyin görevi yapan mikroşemcili devrelerde sık sık kilitlenme sorunu yaşanmakta ve bu durum da bu devreleri barındıran cihazların çalışmalarının durmasına neden olmaktadır.

3.6. Arızalı Elektronik Kartları (PCB) Onarma Teknikleri

Arızalı elektronik kartların onarımı sırasında dikkat edilecek hususlar ve onarma teknikleri şunlardır:

- Kart gözle fiziksel olarak kontrol edilmelidir.
- Karta giren çıkan ve kart üzerindeki soketlerin, yerlerine doğru olarak takıldığı kontrol edilmelidir.
- Kartlar basınçlı hava ile temizlenirken, ayar potlarının ve diğer hassas elemanların değer değiştirmemesine dikkat edilmelidir.
- Elemanların, varsa renk değişimlerinin nedenleri incelenmelidir.
- Bakır yollardan yanmış veya kavrulmuş olanlar tespit edilmeli ve izlenmelidir.
- Kart dışarıdan, uygun bir güç kaynağı ile beslenebilir.
- Girişi başka kanala verme ve sinyal yönünü değiştirme metodu ile arıza aranabilir.
- Kart test pozisyonuna alınıp devre içinde olduğu durumda, teknik dokümanlarına uygun olarak test edilebilir.
- Bilhassa ayakları gümüş kaplı elemanlar, oksitlenmiş röle kontaktları temizlenmelidir.
- Kart üzerindeki ısıya duyarlı elemanlar uyarılarak arıza takibi yapılmalıdır.
- Kısa devreler, atlamalar, anahtar pozisyonları kontrol edilmelidir.
- Elektronik kartlar, gerek eleman bazında test yapan genel maksatlı, gerekse tüm fonksiyonlarını test edebilen özel amaçlı sistemlere bağlanarak test edilmelidir.
- Kartlar, dikkatli olunmak kaydıyla diğer bir muadil cihaza takılarak da fonksiyon yönünden test edilebilir.

- Kimyasal sıvı ihtiva eden kondansatör ya da ısıdan etkilenen elemanları kart üzerindeki ısı yayan malzemelerden uzaklaştırmak gereklidir.
- Kart üzerindeki bataryaların gerilimlerinin kontrol edilmesi gereklidir.
- Kart beslemelerinin limitler dahilinde olduğuna emin olunmalıdır.
- Arızaya neden olabilecek, enerji yayan elemanların etkileri en aza indirilerek arıza giderilmelidir.
- Kartta çatlakların oluşmamasına ve delik içi kaplamaların bozulmamasına dikkat edilmelidir.
- Arıza durumunda, kart üzerindeki programlanabilen elemanlar kart devre üzerindeki cihazın kendi yazılımı kullanılarak veya özel programlama aletleri kullanılarak programlanmalıdır.
- Kartların hata tamponları özel cihazlarla okunmalı veya hataları gösteren göstergelere bakılmalıdır. Arızalar müteakiben bu verilere göre aranmalı ve giderilmelidir.
- Elemanları takarken ayak bağlantılarının kart üzerindeki karşılıklarına uyduğundan emin olunmalıdır.
- Bilhassa entegre devrelerden aynı ayak sayısını taşıyan ve aynı koda sahip olanları birbirine karıştırılmamalıdır.
- Kart üzerindeki anahtarlarla oynanmamalıdır. Bu durumları doğru bir şekilde, her ihtimale karşı bir yere kaydedilmelidir.
- Kartı yerine takarken dış bağlantılar ve kilitleme kolları unutulmamalıdır.
- Kart üzerinde ölçüm yaparken tercihen uzatma kartları kullanılmalıdır.
- Onarım esnasında karttan sarkan kabloların yorulmasına kırılmalarına meydan vermemek için onları bantla karta sabitlenmelidir.
- Kart mekanik stres altına sokulmamalıdır. Çatlaklara ve kırılmalara sebep olunabilir.
- Fazlaca ısınan elemanların montajı yapılırken karttan uygun miktarda uzaklaştırılmalıdır.
- Entegre devreleri soketlere doğru yönde yerleştirilmelidir.
- Arızalı kart yerine yeni kart takarken yeni kartın versiyon numarasına, parça numarasına bakılmalı ve üzerinde gerekli düzenlemeler yapılmalıdır.
- Kart yerine yerleştirilirken, etraftaki komşu kartların ve konnektörlerin hasar görmesi önlenmelidir.
- Kart üzerinde ikaz ve bilgi için konulmuş sesli ve görsel uyarı elemanlarının ne işe yaradığı öğrenilmelidir.
- Elektriksel gürültüye, ısı birikmesine ve benzeri olumsuz etkilere karşı alınmış tedbirler ortadan kaldırılmamalıdır.
- Yapılan modifikasyonlar cihazın ilgili dokümanına iliştilmelidir.
- Kartları soğutan sistemlerin çalışır olmasına ve toz filtrelerinin temiz bulundurulmasına dikkat edilmelidir. Aralıklı olarak kontrolleri yapılmalıdır.
- Kartlar metal gövdeye metal vida ile tutturuluyorsa gerekli olabilecek izolatör ve ayırıcı elemanlar (borular ve benzeri elemanlar) kullanmaya özen gösterilmelidir.

Hasarlı ya da atıl durumdaki kartların üzerindeki soketli malzemelerin değişimini yapınız.

Kart üzerindeki hasarlı yol için alternatif yol oluřturun:

- **Uygun kablo seçin.**
- **Kablo ucunu bağlantı yeri ve yapısına göre aın.**
- **Kablonun bir ucunu adacıėa lehimleyin.**
- **Diğer adacık için iletim yoluna göre kabloyu řekillendirin.**
- **Kabloyu silikon ile sabitleyebilirsiniz**
- **Adacığa lehimleyin, sağlamlığını kontrol edin.**

3.7. Elektrik Motorlarının Elektronik Elemanlarla Kontrolüne rnek

Manyetik Rezonans ve Tomografi cihazı masalarının sürülmesi, bilgili olmayan personel için çoğu zaman problem olmakta ve zorluk çıkarmaktadır. Hlbuki bu masaların sürülme metotlarının bilinmesi ile bu problemler ortadan kaldırılabilir. Manyetik Rezonans ve Tomografi cihazları masalarının sürülmeleri maddeler halinde řu şekilde özetlenebilir:

- Her iki yöne hareket için;
 - Çift yönlü DC motor,
 - Elektrikli debriyaj,
 - Elektrikli frenler,
 - Kayıřlar,
 - Dişli makaralar,
 - Takometre,
 - Göstergeler,
 - Arabirim niteleri,
 - Güç kaynakları,
 - Tuřlar ve elektronik titreşim (debouncing) alıcı devreler,
 - Elle serbest bırakma anahtarları (yüzer pozisyon) kullanılır.
- Hareket için mekanik tuřtan bilgi önce bilgisayara gider, bu bilgi bilgisayarda iřlendikten sonra motor süren devreye döner. Bütün iletişim seri/paralel ve paralel/seri şeklinde yürütülmektedir.
- Bilgisayara řu bilgiler gönderilir:
 - Dn bilgisi (darbeler),
 - Dn yönü bilgisi,
 - Ařırđ akım çekiliyor bilgisi.

- Motor sürme devresinin katları;
 - Çıkış transistörleri (çıkış katı),
 - Transistör sürme devreleri,
 - Aşırı akım sezici devre elemanları,
 - Giriş devreleri ve arabirim devreleri.

- Bilgisayar veya elle kontrollü olarak masa şu şekilde sürülür: Masa üzerindeki tuşa her basışta masa üst kısmı kısa mesafeli bir adım atıp duruyorsa ya aşırı akım çekiyordur ya da takometre darbe göndermiyordur. Takometre kapalı bir modüldür ve içinde flamanlı bir lamba bulunmaktadır. Işık kesme temelli bir optik yapıya sahiptir. Bu lamba arızalı ise masa adım adım hareket eder, sürekli bir ilerleme elde etmek mümkün olmaz. Kontroller sırasında mekanik sıkışma olmadığına ve debriyajın dönüyü motordan kayışa ilettiğine emin olunmalıdır. Ayrıca elektrikli frenler hareket halindeyken bırakılmamalıdır. Frenler yazılım kontrollü olduğundan problemleri bir konumda çekili kalır. Manuel serbest bırakmada frenler üzerinde yazılım kontrolü olmaz. Takometre diski yaylı bir kuvvet tarafından dönü makarasına temas halindedir. Buradan ayrılarak serbest hale getirilir ve elle döndürülürse çıkışında ince darbeler (pulse'lar) üretir. Ancak lamba yanıkta bu mümkün olmaz. Çıkıştaki bu dar genişlikli darbeleri görmek için skop kullanılmalıdır. Darbeler üretiliyorsa göstergedeki rakamlar değişir.

- Tuşa basıldığında,
 - Frenler bırakılır.
 - Debriyaj (coupling) aktive edilir.
 - Motor sürülür (bir yöne dönüş başlar).
 - Dönü yönü ve dönü darbeleri gözlenir.
 - Mesafe göstergesi değişir.

UYGULAMA FAALİYETLERİ

Elektronik kart arıza tespiti ve değişimini yapma

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Elektronik kart arıza analizi için gerekli ortamı düzenleyiniz.➤ Faaliyet için kullanılacak bir cihaz temin ediniz.➤ Arızalı olduğu bilinen ya da varsayılan kartın cihaz blok şemasında yerini tespit ediniz.➤ Cihaz etiket bilgilerini ve çalışma özelliklerini inceleyiniz.➤ Arızalı kart şemasını inceleyiniz.➤ Değişim kararı vererek kart bağlantılarını tekrar kontrol ediniz.➤ Arızalı kartı sökünüz.➤ Kartın işlevi ile ilgili blok şema üzerinde ölçüm noktalarını belirleyiniz.➤ Katlar arasında giriş ve çıkış sinyallerini ölçünüz.➤ Arızalı kısmı tespit etmeye çalışınız.➤ Kartı tekrar yerine takınız.➤ Bağlantılarını yapınız.➤ Harici fonksiyon testlerini yapınız.➤ Arıza formu doldurunuz.	<ul style="list-style-type: none">➤ Antistatik malzemelere dikkat ediniz.➤ Lehimleme ve Baskı Devre modülünden yararlanabilirsiniz➤ Kartın blok şemasını iyi analiz ediniz.➤ Ölçme noktalarını blok şemada işaretleyerek çalışınız.➤ Analog Devre Elemanları modülünden yararlanabilirsiniz. <p>Farklı cihazlarda, farklı kartların değiştirilmesini deneyebilirsiniz.</p>

KONTROL LİSTESİ

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
Çalışma ortamını düzenlediniz mi?		
Antistatik malzemeleri tespit ettiniz mi?		
Cihazın blok şemasını takip edebildiniz mi?		
Seçilen cihazın kart bağlantılarının kontrollerini öncelikli olarak yaptınız mı?		
Kartı yerinden çıkarabildiniz mi?		
Kart üzerinde blok blok giriş çıkış sinyallerini ölçtünüz mü?		
Kartı doğru biçimde yerine yerleştirdiniz mi?		
Kartın bağlantılarını doğru taktınız mı?		
Çalışma sonuçlarını ve arıza müdahalelerini kaydettiniz mi?		
Arıza formu doldurabildiniz mi?		

Yapılan değerlendirme sonunda hayır şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Cevaplarınızın tamamı evet ise bir sonraki ölçme sorularına geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki sorulara doğru yanlış olarak cevap veriniz.

1. İnsan ve bir cisim sürtünüyorsa, insan devamlı –(eksi) yük ile yüklenir.

A) Doğru

B) Yanlış



2. Şekildeki entegre, kartlara **Surface Mount Type** tipi yerleştirme ile takılır.

A) Doğru

B) Yanlış

3. Arızalı kartlara müdahale yöntemlerinden biride kısa devre testidir.

A) Doğru

B) Yanlış

4. Gürültüye karşı bir önlem olarak TTL ailesinden olan elemanların V_{CC} ve şasesi arasına 100 nanofarad kapasitör bağlanmalıdır.

A) Doğru

B) Yanlış

5. Antistatik sprey, yüzeyi antistatik hale getimez, tozdan arındırır.

A) Doğru

B) Yanlış

6. Programlı malzeme testi; gerektiğinde yeni bir malzemeye program aktarımının yapılması, program yazma / programa müdahale işlemlerini kapsar.

A) Doğru

B) Yanlış

7. V-I Test ile arızalı kartta aşağıdaki işlemlerden hangisi yapılmaz?

A) Sağlam kartın referans alınarak, arızalı kart ile karşılaştırılması,

B) PCB üzerindeki her türlü diyot, direnç, transistör, kondansatör, trafo, entegre vb. malzemelerin akım - gerilim (empedans) karakteristiklerinin yansıtılması,

C) Kart değişimi

D) Malzeme hataları, yol kopukları, açık/kısa devreler, malzemelerdeki değer kayıpları, yanlış bağlantılar vb. arızaların tespiti

8. Arızalı kart üzerindeki entegre ısınmış ama cihaz tekrar çalışmaya dönmüş ise aşağıdaki durumlardan hangisi oluşmuş olabilir?
- A) İç yanmıştır.
 - B) Giriş çıkış yükleri artıp azalmıştır.
 - C) İç bacakları kopmuştur.
 - D) Cihaz yazılımı bozulmuştur.
9. Aşağıdakilerden hangisi röle ve kontaktörlerle ilgili arızalardan değildir?
- A) Kontakların kapalıyken direnç göstermesi
 - B) Entegre devreleri soketlere doğru yerleştirilmemesi
 - C) Kontakların kapalıyken açık devre göstermesi
 - D) Kontakların mekanik olarak kopması
10. Elektrik motorların sürülmesinde bilgisayara hangi bilgiler gönderilebilir?
- A) Dönü bilgisi (darbeler)
 - B) Dönü yönü bilgisi
 - C) Aşırı akım çekiliyor bilgisi
 - D) Motor katalog bilgisi

DEĞERLENDİRME

Sorulara verdiğiniz cevaplar ile cevap anahtarını karşılaştırınız, cevaplarınız doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz. Yanlış cevap verdiyseniz öğrenme faaliyetinin ilgili bölümüne dönerek konuyu tekrar ediniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ- 4

AMAÇ

Bu öğrenme faaliyetini başarıyla tamamladığınızda, biyomedikal cihazlarda mekanik ve birleşik üniteleri ayırabileceğiniz, bu ünitelerle ilgili ölçüm ve testleri yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Biyomedikal cihazların mekanik üniteleri neler olabilir?
- Cihazların mekanik birimlerinde hangi parçalar kullanılmaktadır, farklı biyomedikal cihazlar için araştırınız.

4. MEKANİK ÜNİTELERDEKİ ARIZALAR

Biyomedikal cihazların mekanik kısımları bazen çevresindeki kapakları, bazen çalışma sistemindeki mekanik yapıyı ifade eder.

Cihazlar mekanik, elektrik ve elektronik malzemelerden oluşur. Cihazları oluşturan elemanların özelliklerinin bilinmesi ve hangi fonksiyonu yerine getirdiklerinin öğrenilmesi tüm cihazı anlamak açısından şarttır. Bu aynı zamanda bakım-onarım işlemleri için kaçınılmaz bir gerekliliktir.

Toplu halde cihazları oluşturan mekanik malzemeleri şu şekilde sayabiliriz. Bunların büyük bir kısmını Biyomedikal Elektromekanik modülünde görebilirsiniz.

Dişliler	Borular	Şalterler
Miller	Klemensler	Kablo bağları
Konprasörler	Pabuçlar	Motorlar
Fanlar	Makaralar	Valflar
Vidalar	Pullar	Problar
Somunlar	Bantlar	Isı problemleri
Tekerlekler	Filtreler	Basınç problemleri
Rulmanlar	Anahtarlar	Sensörler
Selenoid valflar	Musluklar	Vanalar
Çatallı çiviler	Kapı contaları	Termostatlar
Montaj malzemeleri	Sigortalar	Transformatörler
Orijinal yedek parçalar	Ham madde metal çubuk	Ham madde sert plastik çubuk

4.1. Mekanik Ünitelerin Arıza Sebepleri

Cihazlarda kullanılan mekanik malzemelerin birçok konuda oldukça duyarlı oldukları göz önünde bulundurulmalıdır. Malzemelerin özellikle aşağıdaki etkilere karşı hassasiyeti bilinerek ona göre tedbir alınması bir zorunluluktur.

- Darbelere karşı
- Titreşime karşı
- Neme karşı
- Toza karşı
- Işığa karşı
- Isıya karşı

Mekanik aksamlarda örneğin toz etkisi ile aşağıdaki sorunlar oluşabilir:

- Hareketli mekanik aksamın sürtünme nedeniyle yıpranmasına ve aşınmasına sebep olur.
- Yağların özelliğini (akışkanlığını) bozar.
- Mekanik elemanların hareketine (sıkışmalar) mani olur.
- Akış yollarının (pnomatik elemanlar) tıkanmasına ve daralmasına neden olur.
- Cihazların kirli ve kötü görünmesine ve dış yüzeylerin çizilmesine, matlaşmasına sebep olur.

Bir başka arıza sebebi de onarım ya da montaj esnasındaki darbelerdir. Bir vida için örneklersek;

- Vida ve somun dişlerinin sıyrılması
- Bunların kırılması, yarık ve oyuklarının yanlış el aleti kullanılması sonucunda genişlemesi
- Özelliğini kaybetmesi nedeniyle döndürülememesi
- Vida, somun veya diğer bağlantı elemanlarının kaybedilmesi

Son maddeye örnek vererek röntgen kurulumu sırasında unutulmuş bir vida tüm sistemin çalışmasını engelleyebilir.

Arızalı bir cihazı onarımda açıp tekrar kaparken kapakların dişlerinin yerine oturmaması da yeni bir arızaya sebep olabilir. Burada değinilmesi gereken, mekanik kısım diye adlandırılan kutuların bazı cihazlarda sert plastik malzeme ile de yapılmış olduğudur.

Resim 4.1'de hastabaşı monitör görülmektedir. Arıza sonrası cihaz, dişlerin hasarlı olmasından dolayı kapatılamamıştır.



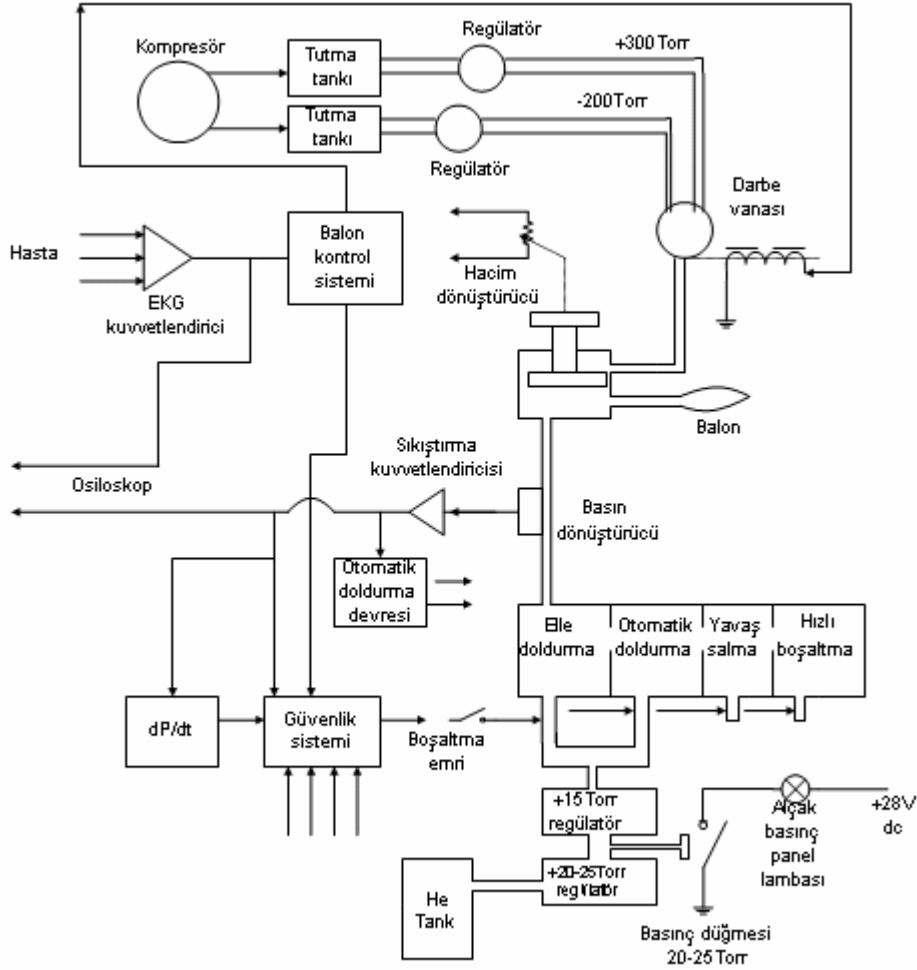
Resim 4.1: Hastabaşı monitörde arıza arama

4.2. Mekanik Sistemlerin Şematik Gösterilişi

Şekil 4.1’de aorti çi balon pompasının mekanik ve pnomatik sistemi gösterilmiştir. Blok diyagram şeklindeki gösterim, sistemin çalışması hakkında da bilgi vermektedir. Ana sistemde, elektronik devre kontrolündeki bir hava vakum sistemi, helyum balon ve emniyet kontrol sistemi bulunur. Şeklin sağında yer alan balonun vücut içine takılan bir malzeme olduğunu hatırlatmakta fayda var.

Şekil 4.1 incelendiğinde kompresör dikkatimizi çeker. Kompresörler tıbbi cihazlarda kullanılan önemli bir parçadır. Kompresör; bir gazın basınca karşı akışını sağlayan mekanik kuvveti ve hareketi pnomatik akışkan kuvvete dönüştüren makinedir. ISO 4414 uluslararası standartlara göre emniyet tedbirlerine uyar. Özellikle el aletlerinde basınçlı hava kullanımı yaygındır. Bunun nedenleri şöyle sıralanabilir:

- Elektrik güvenliği açısından
- Ağırlık ve fiziki boyutların küçültülebilmesi açısından
- Pnomatik elemanların bakımının kolay olmasından
- Pnomatik elemanların nemli ortamlardan etkilenmemesinden
- Basitlik açısından
- Arıza sıklığının azaltılması açısından
- Daha yüksek hızlara çıkılabilmesi açısından



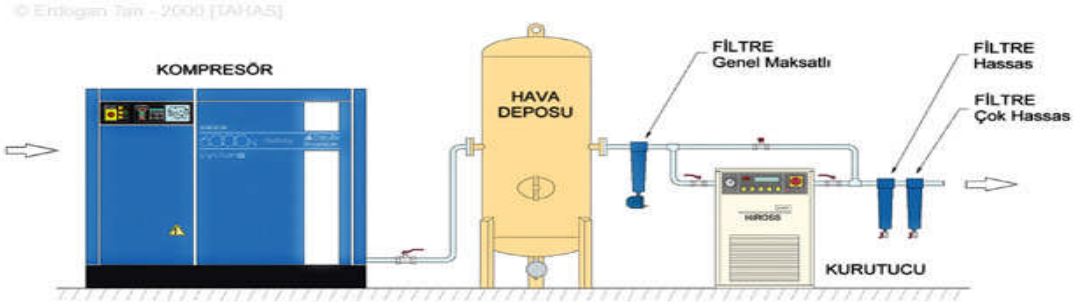
Şekil 4.1: Aort içi balon pompasının mekanik ve pnomatik sistemi

Kullanılan kompresörler üzerindeki elemanlar şunlardır:

- Tank (uzun süreli kullanım için kapasite maksadıyla)
- Bağlantı boruları
- Histerisizli basınç şalteri
- Emniyet valfi
- Su boşaltma vanası
- Kurutucu (dryer, scrubber)
- Elektrik motoru ve piston bloğu
- Ayarlı basınç regülatörü
- Motor için kolay kalkış (ilk hareket tertibatı)
- Elektriksel koruma tertibatı
- Giriş filtreleri (toz, bakteri)

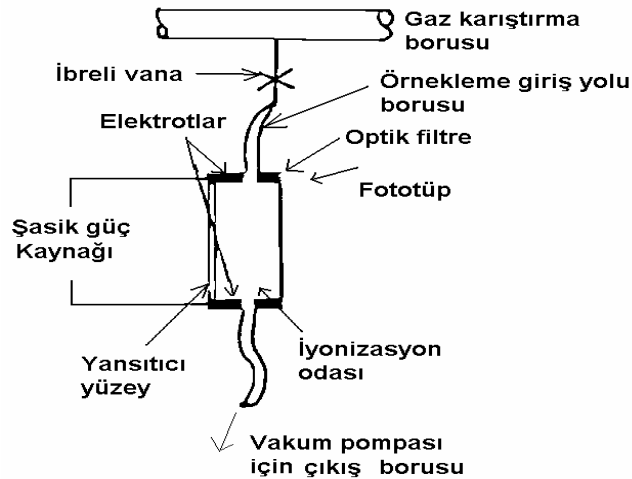
Kompresörlerin (basınçlı hava) kullanıldığı tıbbi cihazlar;

- Manyetik rezonans cihazı,
- Taş kırma makinesi,
- Etilen oksit sterilizatörleri,
- Buharlı otoklavlar,
- Diş üniteleri,
- Sternum testereler,
- Alçı kesme makineleri,
- Ventilatörler,
- Vitrektomi cihazı,
- Pnömatik esaslı açma-kapama ve genel olarak kontrol elemanları kullanan cihazlardır.



Şekil 4.2: Kompresör sistemi

Bir başka örnekte (şekil 4.3) emisyon spektroskopisi yapıları gösterilmiştir. Bu tip bir cihazın vakum kısmına, boşalma borusuna gelecek hasar mekanik bir hasar olarak değerlendirilebilir.



Şekil 4.3: Azot analizörü kullanan emisyon spektroskopisi

Mekanik aksamın ağırlıklı olduğu diğer bir örnek de hasta masaları ya da koltuklarıdır. Resim 4.3'te ki hasta masasının özelliklerine baktığımızda mekanik yapıyı daha iyi anlamaktayız. Dişçi koltuklarının mekanik sistemlerinde sonsuz dişli sistem yaygındır.



Resim 4.2: Hasta masaları

Yükselme / alçalma	Pedal kontrollü hidrolik sistem
Başlık	Çift manivelalı mekanik sistem
Sırt bölümü	Manivela kontrollü entegre basınç yayı
Vücut elevatörü	Manivela kontrollü mekanik sistem
Bacak bölümü	Manivela kontrollü basınç yayı
Trendelenburg / ters-trendelenburg ve yanal eğim	Manivela kontrollü 2 özel mekanik sistem
Emniyet kilidi	Manivela kontrollü

Tablo 4.1:Hasta masası özellikleri

Bir diş ünitesinin mekanik yapısı hortumlardan ve kablolardan oluşur. El aletleri ise mekanik yapıda en fazla arızalanan kısımlardır. Hareket düzgünlüğü için periyodik bakımda yağlama gerektirir. Bilyeli yapıdakilerde ise mekanik ezilmeler söz konusudur. O zaman ezilme düzeltilir. Ama kullanım süresi azalır. Şekil 4.4'te basınçlı hava ile çalışan diş ünitelerindeki el aleti görülmekte.



Şekil 4.4:Airotör iç yapısı

4.3. Makinelerde Titreşim (Vibrasyon) Ölçümü

Titreşim (vibrasyon) makinelerin mekanik aksamının iç ve dış kuvvetlere karşı gösterdiği tepki olarak tarif ediliyor. Titreşim bir makinenin erken uyarı sistemi gibidir. Titreşimin meydana geldiği frekans bize arızanın ya da uygunsuzluğun tipini ve kaynağını gösterir. (Biyomedikal Fiziksel Ölçümler modülünde titreşim ölçerler ile ilgili bilgilere bakınız.). Elektrik motorundan kaynaklanan manyetik ve elektriksel problemin varlığını anlamamanın en iyi yolu, motorun enerjisini keserek anlayabiliriz. Enerji kesilince rotor ilk hızıyla dönmeye devam ederken vibrasyon aniden düşüyorsa sorunun kaynağı elektrikseldir diyebiliyoruz. Mekanik bir sorun varsa vibrasyon rotorun devrine göre yavaş yavaş azalır.

UYGULAMA FAALİYETLERİ

Hasta masasının mekanik ünitelerinin kontrolünü yapma

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Cihaz etiket bilgilerini ve çalışma özelliklerini inceleyiniz.➤ Mekanik kısımların yapılarının tespit ediniz.➤ Küçük mekanik parçaları tespit ediniz.➤ Mekanik hareketi sağlayan parçaları tespit ediniz.➤ Hareketi sağlayan parçaların kontrolünü yapınız.➤ Hidrolik kısımların fiziksel ve fonksiyon kontrolünü yapınız.➤ Manivelaları kontrol ediniz.➤ Arıza formu doldurunuz.	<ul style="list-style-type: none">➤ Cihaz montaj şemasından yararlanınız.➤ Hastalık risklerine karşı koruyucu tedbirleri alınız.

KONTROL LİSTESİ

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
Cihaz etiket bilgilerini ve çalışma özelliklerini inceleyebildiniz mi?		
Mekanik kısımların yapılarının tespit edebildiniz mi?		
Küçük mekanik parçaları tespit edebildiniz mi?		
Mekanik hareketi sağlayan parçaları tespit edebildiniz mi?		
Hareketi sağlayan parçaların kontrolünü yapabildiniz mi?		
Hidrolik kısımların fiziksel ve fonksiyon kontrolünü yapabildiniz mi?		
Manivelaları kontrol edebildiniz mi?		
Çalışma sonuçlarını ve arıza müdahalelerini kaydettiniz mi?		

Yapılan değerlendirme sonunda hayır şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Cevaplarınızın tamamı evet ise bir sonraki ölçme sorularına geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

1. Mekanik aksamlardaki tozun etkisi ile aşağıdaki sorunlardan hangisi oluşmaz?
 - A) Hareketli mekanik aksamın sürtünme nedeniyle aşınmasına sebep olur.
 - B) Yağların özelliğini (akışkanlığını) bozar.
 - C) Mekanik elemanların hareketine (sıkışmalar) mani olur.
 - D) Hareketliliği sağlar.
2. Aşağıdakilerden hangisi kompresöre ait elemanlardan değildir?
 - A) Kurutucu
 - B) Filtre
 - C) Manivela
 - D) Emniyet valfi
3. Basınç ölçmek için kullandığımız aletlere ne denir?
 - A) Ampermetre
 - B) Manometre
 - C) Meger
 - D) Dozimetre
4. Kompresörlerin (basıncılı hava) kullanıldığı biyomedikal cihazlardan biri manyetik rezonans cihazıdır.
 - A) Doğru
 - B) Yanlış
5. Manivelalar mekanik sistemlerde anahtar görevi yapar.
 - A) Doğru
 - B) Yanlış

DEĞERLENDİRME

Sorulara verdiğiniz cevaplar ile cevap anahtarını karşılaştırınız, cevaplarınız doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz. Yanlış cevap verdiyseniz öğrenme faaliyetinin ilgili bölümüne dönerek konuyu tekrar ediniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ- 5

AMAÇ

Bu öğrenme faaliyetini başarıyla tamamladığınızda, Biyomedikal cihazlarda çıktı birimlerini ayırabilecek arıza analizi yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Biyomedikal cihazların çıktı üniteleri neler olabilir?

5. ÇIKTI BİRİMLERİ

Biyomedikal cihazlarda çok farklı çıktı birimleri vardır. Kasetli kayıt, CD kayıt, filmler, kâğıtlar gibi.

Bunlardan CD kayıt birimleri daha önce bahsedilen bilgisayar ünitelerinin içinde yer almaktadır. Özellikle görüntüleme cihazlarında çıktı monitör yardımıyla görüntülenmektedir. Monitörlerde izlenen görüntü kontrol ünitelerinin yardımı ile bilgisayara aktarılır. Farklı görüntü işleme programları ile CD 'ye, video ile kasetlere ya da termal bir yazıcı ile kâğıda aktarılır.

Ultrason çıktı ünitesi

Ultrasonik dalgaların CPU'da işlenmesi ve görüntüye dönüştürülmesi ile elde edilen veriler çıktı ünitelerine aktarılır. Bu ünitelerin en çok kullanılanı monitördür. Bu monitör bilgisayar monitörü ile benzerdir. Pek çok ultrasonda renkli monitör de olsa ekrana yansıyan görüntü siyahtan beyaza dek uzanan gri tonlardan oluşmuştur. Ekrandaki koyu renk alanlar ses dalgasını kıran ya da emen oluşumları temsil ederken, daha açık renkli alanlar sesi yansıtan ya da proba çok yakın olan dokuları gösterir.

Örneğin sıvı, ses dalgasını absorbe ettiği için içi idrarla dolu bir mesane ya da basit bir yumurtalık kisti ultrasonda siyah olarak görülür. Doppler etkisi ile çalışan ultrasonlar ise hareketleri de gösterebilir ve bu hareketler ekranda renkli olarak görülebilir. Bu etki en çok kan akımlarını izlemek için kullanılır. Probdan uzaklaşan cisimler ekranda mavi, yaklaşanlar ise kırmızı renkte görünür. CPU'dan çıkan ve monitörde yansıtılan görüntü disket ya da CD gibi depolama aygıtlarında saklanabilir, bağlı olan bir video ile kasede kaydedilebilir ya da termal bir yazıcı ile kâğıda aktarılabilir.

5.1. Film Çıkarma Birimleri



Resim 5.1: Otomatik banyo cihazları

Klasik çekim düzeninin korunduğu yeni banyo cihazları, solüsyonu ve karanlık oda ihtiyacının olmadığı, film yerine fosfor ihtiva eden görüntüleme plakaları kullanılarak röntgen enformasyonunun dijitale çevrildiği sistemdir. Yanlış ve fazla doz aşımı ya da elle müdahale sorunları oluşmaz. Bu sistemler de bilgisayar kontrollüdür. İşlemcinin uyarıları ile kimyasallar yerleştirilir. CR sistemi Nelerden oluşur;

- Gelişmiş tarama (scan) sistemi
- Gelişmiş (software) yazılım programı
- Hızlı imaj silicisi

Fosfor ihtiva eden görüntüleme plakasına yapılan çekimi tarayarak imajın dijitale dönüştürülmesini sağlar ve medikal görüntüleme programları izler, işler ve arşivler. Nasıl çalışır;

- Ranfansatörsüz standart bir röntgen film kasetine fosfor ihtiva eden görüntüleme plakası (IP) muhafazası ile birlikte yerleştirilir.
- Kaset; röntgen sistemindeki bukili masanın gözüne yerleştirilir ve hasta için gerekli doz ayarları yapıp şutlama(ekspojür)yapılır.
- Şutlanan kaset normal ışıklı ortamda açılır ve IP filmi, muhafazası ile birlikte proscan CR sistemi görüntü plakası alma yerine sürülür.
- Bu arada bilgisayarda hasta bilgileri girilir ve scan (tarama) komutu verilerek CR görüntüleme plakasını taramaya başlar ve kontrol amaçlı ön görüntü hemen elde edilir.
- Tarama işlemi bitince görüntü monitörde belirir, gerekli parlaklık, koyuluk, kontrast vb. ayarları yapılarak imaj doz ve tanı açısından mükemmel hale getirilir, İstenirse hafızaya alınır (opsiyonel) veya yazıcıdan çıktı alınır. Yeni cihazlarda medikal görüntüleme software (yazılım programı) ile bu dijital bilgiler izlenebilmekte, işlenmekte ve arşivlenebilmektedir.
- Tarama işlemi biten IP filmi CR 'ın altındaki silicinin çekmecesine yerleştirilir ve şutlama tuşuna basılarak mevcut imaj silinir.
- Silinmiş IP filmi tekrar film kasetine yerleştirilerek yeni film çekimine hazır edilir.
- Bu işlemler her bir görüntüleme için tekrar edilir.



Resim 5.2: Karanlık odada film banyo ünitesi

5.2. Kimyasal Solüsyonlar



Resim 5.3: Solüsyonlar

Banyo makinelerinde kullanılan solüsyonlar eski ve yeni görüntüleme sistemlerinde kullanılır. Uzun yarılanma ömürlerine sahip, çevre normlarına uygun üretilen solüsyonlar olmasına dikkat edilir.

5.3. Filmler

Teknolojik gelişmelerle filmler de bir hayli değişiklik kazanmıştır. Renklere duyarlı filmler, antistatik özelliğe sahip görüntü kalitesi yüksek çeşitliliktedir. Özel amaçlı filmler ise mamografi filmleri, video CRT filmler, lazer filmler, IR (infrarad)filmler, He Ne (Helyum Neon) filmler, kuru sistem filmler olarak sıralanabilir.

5.4. Kasetler

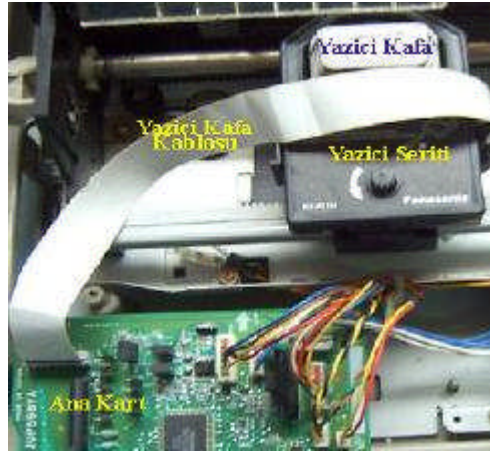


Resim 5.4: Kasetler

Kasetler özellikle filmlerin içine yerleştirildiği örneğin röntgen ünitelerindeki bukilere takılan parçalardır. Çekim sonrasında filmi içeren kaset banyo ünitesine aktarılır. Eski banyo ünitelerinde karanlık odada kaset içindeki film çıkarılarak makineye verilmekte idi. Halen kullanılan bu sistemlerde banyo kimyasalları da operatör tarafından hazırlanır.

5.5. Yazıcılar

Bu konuyla ilgili **Nokta Vuruşlu Yazıcıların Hareket Sistemi** modülünden faydalanılabilir.



Resim 5.5: Yazıcı

UYGULAMA FAALİYETLERİ

Yazıcının arıza analizini yapmak

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Cihaz etiket bilgilerini ve çalışma özelliklerini inceleyiniz.➤ Yazıcının enerjisini kesiniz.➤ Yazıcının bağlantı vidalarını çıkarınız.➤ Yazıcının üst kapağını çıkarınız.➤ Dişlilerin fiziksel kontrolünü yapınız.➤ Tambur kontrolünü yapınız.➤ Yazıcı kafanın kontrolünü yapınız.➤ Bağlantıları yapınız.➤ Cihazı kapatınız.➤ Arıza formu doldurunuz.	<ul style="list-style-type: none">➤ Cihaz montaj şemasından yararlanınız.

KONTROL LİSTESİ

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
Cihaz etiket bilgilerini ve çalışma özelliklerini inceleyebildiniz mi?		
Yazıcının enerjisini kesebildiniz mi?		
Yazıcının bağlantı vidalarını çıkarabildiniz mi?		
Yazıcının üst kapağını çıkarabildiniz mi?		
Dışlilerin fiziksel kontrolünü yapabildiniz mi?		
Tambur kontrolünü yapabildiniz mi?		
Yazıcı kafanın kontrolünü yapabildiniz mi?		
Bağlantıları yapabildiniz mi?		
Cihazı kapatabildiniz mi?		
Çalışma sonuçlarını ve arıza müdahalelerini kaydettiniz mi?		

Yapılan değerlendirme sonunda hayır şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Cevaplarınızın tamamı evet ise bir sonraki ölçme sorularına geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları doğru yanlış olarak cevaplayınız.

1. CPU'dan çıkan ve monitörde yansıtılan görüntü disket ya da CD gibi depolama aygıtlarında saklanabilir.
A) Doğru B) Yanlış
2. Yazıcılarda yazma işlemini gerçekleştiren tırnaklı kayıştır.
A) Doğru B) Yanlış
3. Özel amaçlı filmler ise mamografi filmleri, video CRT filmler, lazer filmler, IR (infrarad)filmler, He Ne (Helyum Neon) filmler, kuru sistem filmler olarak sıralanabilir.
A) Doğru B) Yanlış
4. Kasetler laboratuvar ünitlerinin bir parçasıdır..
A) Doğru B) Yanlış
5. Karanlık odalar otomatik banyo makineleri için vazgeçilmezdir.
A) Doğru B) Yanlış


DEĞERLENDİRME

Sorulara verdiğiniz cevaplar ile cevap anahtarını karşılaştırınız, cevaplarınız doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz. Yanlış cevap verdiyseniz öğrenme faaliyetinin ilgili bölümüne dönerek konuyu tekrar ediniz.

MODÜL DEĞERLENDİRME

Bu modül sonunda hangi bilgileri kazandığınızı, aşağıdaki soruları yanıtlayarak belirleyiniz.

Ölçme Soruları

1. Antistatik sprey yüzeyi antistatik hale getirmez, tozdan arındırır.
A) Doğru B) Yanlış
2. Biyomedikal cihazlarda kullanılan aşağıdaki sembol ün anlamı nedir?
 **Protective Earth (PE)**
A) Fonksiyonel topraklama
B) Eş potansiyelli bağlama
C) Elektriksel şok koruma topraklaması
D) Mikro topraklama
3. Kaçak akım, güç hattını çevreleyen izolasyonun rezistansından ve transformatör primerinden çıkarsa hangi kaçak sınıfına girer?
A) Sterilizasyon risk akımı
B) Kapasitif kaçak akımı
C) Hasta kaynak akımı
D) Rezistif kaçak akımı
4. Yere izole edilmiş güç hattındaki empedansı (özdirenç) gözlemlemede kullanılan cihazlara ne ad verilir?
A) LİM
B) TSE
C) NEC
D) CSC
5. Güç izolasyon transformatörleri, nötr ucunun toprakla olan ilişkisini keserek yalıtılmış elektrik sistemleri oluşturur.
A) Doğru B) Yanlış
6. Ağ bağlantılarında PC-PC arası hangi bağlantı tipi kullanılır?
A) Cross kablo B) Düz kablo
7. EIA/TIA -568-A(Commercial Building Wiring Standard) standartları cihazların mekanik kutularının elektriksel direnç değerlerini belirler.
A) Doğru B) Yanlış
8. Alan direnci 10^6 - 10^{12} Ohm olan ve istediğimiz özellikleri bize sağlayan malzeme; ANTİSTATİK malzemedir.
A) Doğru B) Yanlış

PERFORMANS TESTİ (YETERLİK ÖLÇME)

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Çalışma ortamını düzenleyiniz.➤ İşe uygun koruyucu bariyerleri kullanınız.➤ Yeterlik ölçme için uygun cihazı belirleyiniz.➤ Cihazınızın elektrik, bilgisayar, elektronik, mekanik ve çıktı kısımlarını listeleyiniz.➤ Blok şemada bu kısımları gösteriniz.➤ Cihaz bağlantılarının yerlerini tespit ediniz.➤ Bağlantı yerlerini blok şemada çizerek gösteriniz.➤ Bu bağlantılarda kullanılan soket yapılarını belirleyiniz.➤ Bu bağlantılarda kullanılan kablo yapılarını belirleyiniz➤ Elektriksel güvenlik testlerini yapınız.➤ Cihazınızın bağlantılarını sökünüz.➤ Tüm bağlantı elemanlarının fiziksel ve elektriksel testlerini yapınız.➤ Hareketli ve sabit mekanik aksamaları kontrol ediniz.➤ Varsa motorları kontrol ediniz.➤ Elektronik kartların fiziksel kontrolünü yapınız.➤ Elektronik kart bağlantı kontrollerini yapınız.➤ Cihazınızdaki çıktı birimlerini kontrol ediniz.➤ Cihaz bağlantılarını tekrar yapınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Cihaza ait servis el kitabından bularak da gösterebilirsiniz.➤ Blok şemada cihaz ünitelerinin tamamını gösteriniz➤ Bloklar cihazın ayrı ünitelerinden olmalıdır.➤ Kaydettiğiniz notları tablo biçiminde düzenleyiniz.

KONTROL LİSTESİ

Modüldeki öğrenme faaliyetlerinde kazandığınız beceriler doğrultusunda yaptığınız yeterlik ölçme çalışmasında, istenilen yeterliği kazanıp kazanmadığınızı aşağıdaki ölçüğe göre değerlendiriniz.

Sıra No	Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1	Çalışma ortamını düzenleyebildiniz mi?		
2	İşe uygun koruyucu bariyerleri kullandınız mı?		
3	Yeterlik ölçme için uygun cihazı belirleyebildiniz mi?		
4	Cihazınızın elektrik, bilgisayar, elektronik, mekanik ve çıktı kısımlarını listeleyebildiniz mi?		
5	Blok şemada bu kısımları gösterebildiniz mi?		
6	Cihaz bağlantılarının yerlerini tespit edebildiniz mi?		
7	Bağlantı yerlerini blok şemada çizerek gösterebildiniz mi?		
8	Bağlantılarda kullanılan soket yapılarını belirleyebildiniz mi?		
9	Bu bağlantılarda kullanılan kablo yapılarını belirleyebildiniz mi?		
10	Elektriksel güvenlik testlerini yapabildiniz mi?		
11	Cihazınızın bağlantılarını sökebildiniz mi?		
12	Tüm bağlantı elemanlarının fiziksel ve elektriksel testlerini yapabildiniz mi?		
13	Hareketli ve sabit mekanik aksamaları kontrol edebildiniz mi?		
14	Motorları kontrol edebildiniz mi?		
15	Elektronik kartların fiziksel kontrolünü yapabildiniz mi?		
16	Elektronik kart bağlantı kontrollerini yapabildiniz mi?		
17	Cihazınızdaki çıktı birimlerini kontrol edebildiniz mi?		
18	Cihaz bağlantılarını tekrar yapabildiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

Modül çalışmaları ve araştırmalar sonucunda kazandığınız bilgi ve becerilerin ölçülmesi için öğretmeniniz size ölçme araçları uygulayacaktır.

Ölçme sonuçlarına göre sizin modül ile ilgili durumunuz öğretmeniniz tarafından değerlendirilecektir. Bu değerlendirme için öğretmeninize başvurunuz.

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ-1'İN CEVAP ANAHTARI

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

ÖĞRENME FAALİYETİ-2'NİN CEVAP ANAHTARI

1	B
2	A
3	A
4	D
5	A
6	A
7	A
8	B
9	B
10	B

ÖĞRENME FAALİYETİ-3'ÜN CEVAP ANAHTARI

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

ÖĞRENME FAALİYETİ-4'ÜN CEVAP ANAHTARI

1	D
2	C
3	B
4	A
5	B

ÖĞRENME FAALİYETİ-5'İN CEVAP ANAHTARI

1	A
2	B
3	A
4	B
5	B

MODÜL DEĞERLENDİRME'NİN CEVAP ANAHTARI

1	B
2	C
3	D
4	A
5	A
6	C
7	B
8	A

KAYNAKÇA

- Türk Standartları Enstitüsü Metroloji ve Kalibrasyon Dairesi Başkanlığı, Genel **Metroloji ve Kalibrasyon Eğitim Notları**, TSE Ankara, Temmuz- 2004
- EROĞUL Osman, Ertan HALAÇ, **Tıbbi Cihazlarda Arızacılık Ve Hasta Güvenliği Notları**, GATA, Ankara, 2005
- EROĞUL Osman, İrfan KARAGÖZ, **Tıbbi Görüntüleme Sistemleri**, Ankara, Haberal Eğitim Vakfı, 1998.
- KARAGÖZ İrfan, **Tıbbi Teknoloji Yönetimi**, Haberal Eğitim Vakfı, 1998
- TSE Elektriksel Kalibrasyon Müdürlüğü, **Elektriksel Kalibrasyon Eğitim Notları**, Ankara, Mayıs 1996
- GÜLER İnan, **Biyomedikal Enstrumantasyon Eğitim Notları**, Gazi Üniversitesi, Ankara, 2006
- GÜLER İnan, **Tıbbi Enstrumantasyon II Eğitim Notları**, Gazi Üniversitesi, Ankara, 2006
- TYİH(Türkiye Yüksek İhtisas Hastanesi), **ODTÜ TABOM Eğitim Notları**, 1984.
- KÜÇÜKDECECİ Fikret, **Biyomedikal Cihaz Teknolojileri Eğitim Notları**, Ankara, 2006.
- TAŞ Şükrü, Yüksek İhtisas Hastanesi, Kalibrasyon Merkezi, **Biyomedikal Cihaz Teknolojileri Eğitim Notları**, Ankara, 2006.
- KURDAŞ Turgay, **Tıbbi Cihaz Teknisyen Eğitim Notları**, TSK Sıhhiye İkmal, Etimesgut, 2005.
- Mevzuat ,- **Tıbbi Cihaz Yönetmeliği**, Turk Tabipleri Birliği, Ankara, 2006
- Standart, **Elektrikli Tıbbi Cihazlar Genel Güvenlik Kuralları**, TS EN 60601-1, 1996
- Çolakoğlu Dilek, **Elektrik Makineleri Otomatik Kontrol**,
- Solak Hikmet, Ders notları