

**T.C.  
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

# **BİYOMEDİKAL CİHAZ TEKNOLOJİLERİ**

**HATA KODLARI VE MODİFİKASYON  
523EO0201**

**Ankara, 2011**

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

# İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR .....	iii
GİRİŞ .....	1
ÖĞRENME FALİYETİ-1 .....	3
1. ARIZA SIKLIĞINA VE ÇEŞİDİNE GÖRE ARIZA TİPLERİ .....	3
1.1. Arızanın Tanımı .....	3
1.1.1. Arıza Arama .....	3
1.1.2. Arıza Tespit, Teknik ve Yöntemleri .....	5
1.1.3. Arıza Kartları .....	6
1.1.4. Algoritmalar (Akış Kartları) .....	7
1.2. Arıza Belirtileri ve Alınabilecek Önlemler .....	7
1.2.1. Arızalara Karşı Alınabilecek Önlemler .....	8
1.3. Arıza Bildiren Kişiden Bilgi Alınması .....	8
1.4. Arıza Sebeplerinin Sıralanması ve Arızalı Bölgenin Tespiti .....	8
1.5. Arıza Bulma ve Giderme Teknikleri .....	8
1.5.1. Arıza Bulma .....	8
1.5.2. Arıza Giderme (Onarma) .....	9
1.6. İş Akışı Algoritmaları .....	10
1.6.1. Akış Şemaları (Diyagramları) .....	10
1.6.2. Arıza Analizi Algoritmaları .....	11
1.6.3. Blok Diyagram Okuma .....	12
1.6.4. Örnek Bir Akış Şeması .....	13
UYGULAMA FAALİYETİ .....	14
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	16
ÖĞRENME FALİYETİ-2 .....	17
2. CİHAZ YAZILIMI .....	17
2.1. Bellekler .....	17
2.2. Cihaz Yazılımı Okuma Araçları ve Aktarma Araçları .....	19
2.3. Yazılım Algoritmaları .....	22
2.4. Cihaz Editörleri .....	25
2.5. Diğer Yazılım Cihazları .....	25
UYGULAMA FAALİYETİ .....	27
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	29
ÖĞRENME FALİYETİ-3 .....	30
3. ARIZA KODLARI .....	30
3.1. Servis El Kitapları .....	32
3.2. Bilgisayar Yardım Menüleri .....	34
3.3. Özel Cihazlarla Hata Kodlarının Okunması .....	34
3.4. Devre Söküm Şemaları .....	34
3.5. Cihaz Söküm Şemaları .....	35
UYGULAMA FAALİYETİ .....	36
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	38
ÖĞRENME FALİYETİ-4 .....	39
4. TEST VE ÖLÇÜMLER .....	39
4.1. Biyomedikal Cihazlarda Test Cihazları .....	39
4.1.1. Testler .....	39
4.2. Biyomedikal Cihazlarda Kimyasal Ölçümler .....	42

---

4.3. Biyomedikal Cihazlarda Fiziksel Ölçümler .....	43
4.4. Rutin Test ve Ölçümler .....	43
4.4.1. Self Testler .....	43
UYGULAMA FAALİYETİ .....	45
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	47
ÖĞRENME FAALİYETİ-5 .....	48
5. MODİFİKASYON VE GÜNCELLEME .....	48
5.1. Modifikasyon Tanımı .....	48
5.2. Modifikasyonun Gerekliliği .....	48
5.3. Donanım ve Uyarlama .....	49
5.3.1. Standart Dışı Cihazlar .....	49
5.3.2. Çalışma Alanının Düzenlenmesi .....	49
5.4. Güncelleme .....	50
UYGULAMA FAALİYETİ .....	51
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	53
MODÜL DEĞERLENDİRME .....	54
CEVAP ANAHTARLARI .....	56
KAYNAKÇA .....	60

# AÇIKLAMALAR

<b>KOD</b>	<b>523EO0201</b>
<b>ALAN</b>	<b>Biyomedikal Cihaz Teknolojileri</b>
<b>DAL/MESLEK</b>	<b>Alan Ortak</b>
<b>MODÜLÜN ADI</b>	<b>Hata Kodları ve Modifikasyon</b>
<b>MODÜLÜN TANIMI</b>	Biyomedikal cihazlarda yazılımla hata bulma ve giderme yeterliğinin kazandırıldığı öğrenme materyalidir.
<b>SÜRE</b>	40/16
<b>ÖN KOŞUL</b>	
<b>YETERLİK</b>	Biyomedikal cihazlarda yazılımla hata bulmak/gidermek
<b>MODÜLÜN AMACI</b>	<b>Genel Amaç</b> Bu modül sonrasında genel güvenlik kuralları dâhilinde arıza nedenlerini sorgulayarak arıza sıklığına göre arıza analizi yapabilecek, cihaz yazılımındaki hata kodlarından arıza analizi yapabilecek ve cihaza yazılım modifikasyonu yapabileceksiniz. <b>Amaçlar</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Arıza sıklığına ve çeşidine göre arıza tiplerini belirleyebileceksiniz.</li><li>2. Cihaz yazılımının doğru çalışıp çalışmadığını belirleyebileceksiniz.</li><li>3. Cihaz yazılımından arıza kodlarını okuyarak arızalı birime ulaşabileceksiniz.</li><li>4. Servis el kitabına göre gerekli test ve ölçümleri yapabileceksiniz.</li><li>5. Modifikasyon ve güncelleme yapabileceksiniz.</li></ol>
<b>EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI</b>	<b>Ortam:</b> Tıbbi terminoloji ve teknoloji atölyesi, dal atölyeleri <b>Donanım:</b> Çeşitli cihazlara ait servis el kitapları, bilgisayarlar, hata bulma aletleri, yazılım yükleme cihazları
<b>ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME</b>	Modül içinde yer alan her öğrenme faaliyetinden sonra verilen ölçme araçları ile kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen modül sonunda ölçme aracı (çoktan seçmeli test, doğru-yanlış testi, boşluk doldurma, eşleştirme vb.) kullanarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek sizi değerlendirecektir.



# GİRİŞ

## **Sevgili Öğrenci,**

Biyomedikal cihazlarda karşılaşılan arızaların büyük bir kısmı basit, giderilmesi kolay arıza tiplerindedir. Biyomedikal cihazların büyük bir kısmı ileri teknoloji kullanan cihazlardır ve daha önce de belirttiğimiz gibi bilgisayar, mikroişlemci ve mikrodenetleyicilerle kontrol edilir. Bu kontrol de bize arızanın giderilmesi konusunda oldukça hız kazandırmaktadır. Hata kodları olarak da adlandırdığımız bu ifadeler arızanın tipi ve giderilmesi noktasında oldukça faydalı ipuçları vermektedir.

Biyomedikal cihazlarla ilgili çalışırken sürenin ne kadar önemli olduğu unutulmamalıdır.

Biyomedikal cihazlarla çalışırken yapacağınız her doğru hareketin insan yaşamına ve insan yaşam kalitesine büyük bir katkı olduğu bilincinde hareket etmeniz temel ilkelerinizden olmalıdır.





# ÖĞRENME FAALİYETİ-1

## AMAÇ

Bu öğrenme faaliyetini başarıyla tamamladığınızda arıza sıklığına ve çeşidine göre arıza tiplerini belirleyebileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- Evinizde kullandığınız beş temel elektrikli cihazda oluşabilecek arıza tiplerini içeren bir tablo oluşturarak arkadaşlarınızla sonuçlarınızı karşılaştırınız.
- Çevrenizde bulunan elektrikli ev aletleri teknik servisleri ve internet ortamlarından araştırma yapabilirsiniz.

## 1. ARIZA SIKLIĞINA VE ÇEŞİDİNE GÖRE ARIZA TİPLERİ

### 1.1. Arızanın Tanımı

Arıza sistem bütünlüğünün bozulmasına neden olan çevre, cihaz yazılım ve donanımlarının biri ya da her birinde meydana gelen normal olmayan durumlar olarak tanımlanabilir.

#### 1.1.1. Arıza Arama

Biyomedikal cihazlar da diğer cihazlar gibi çeşitli nedenlerden dolayı arıza yapabilmektedir. Bununla birlikte cihazların arıza yapmaları alınabilecek önlemler sayesinde önlenebilir ya da arıza yapma sayıları azaltılabilir. Genel olarak altyapısı iyi kurulmuş sistemlerde arıza yapma olasılığı azalır.

Dış hava şartlarına karşı alınan tedbirler, cihaz montajının ve çevre emniyet tedbirlerinin iyi alınmış olması arıza oluşumunu engelleyen önlemlerdir.

Bir cihaz ya da sistemin arıza yapmasını önlemede, klima tesisatı, su arıtma, basınçlı gaz, elektrik tesisatı gibi yardımcı ve yan donanımların iyi kurulmuş olması da önemlidir.

Cihazların eğitim almış, cihazını seven, sakın yapılı, sorumluluk hissi olan kişiler tarafından kullanılması, kullanma hatalarının gözlenmesi ve düzeltilmesi, sorumluların bilgilendirilmesi, cihazların kesinti oluşturmayan uygun besleme hatlarına bağlanmış olması çıkabilecek arızaları önleyici unsurlardandır.

Cihazların koruyucu bakımlarının ve kalibrasyonlarının eğitimli kişiler tarafından aksatılmadan yapılması, uygun yedek parça ve sarf malzemelerinin kullanılması arızaların önlenmesinde önemlidir. Biyomedikal cihazlarda oluşan arızalar çok çeşitli olabilir. Bu arızaların sınıflandırılması, arızanın giderilmesi konusunda servis elemanına yardımcı olacaktır.

Genel olarak arıza kaynakları aşağıdaki şekilde sınıflandırılabilir:

- Bulunulan ortamın etkileri
- Dış şebeke bağlantıları (gaz, elektrik, sıvı bağlantıları vb.)
- Kullanıcı hataları
- Cihazdan kaynaklanan sorunlar
- Kullanılan sarf malzemelerinden kaynaklı sorunlar
- Hastaların neden olduğu hasarlar

Arızalar fiziksel olarak da;

- Donanım kaynaklı,
- Yazılım kaynaklı şeklinde sınıflandırılabilir.

Arızaların kapsadığı alan açısından da;

- Dar kapsamlı (kısmi),
- Geniş kapsamlı (genel) olarak sınıflandırılabilir.

Arıza kaynaklarını arızanın olduğu bölgeye göre de sınıflandırabiliriz.

Cihazın içinden kaynaklı arızalar

- Tasarım hataları
- Malzeme hataları
- Üretim hataları
- Kalite ve son kontrol hataları
- Depolama hataları
- Nakliye hataları
- Montaj hataları

Cihazın dışından kaynaklı arızalar:

- Dış ortamdan kaynaklı arızalar
- Kullanıcıdan kaynaklı arızalar
- Hasta ve yakınlarından kaynaklanan arızalar
- Altyapıdan kaynaklı arızalar

## 1.1.2. Arıza Tespit, Teknik ve Yöntemleri

Biyomedikal cihazlarda uygulanan teknoloji ve tekniğin sürekli yenilenmesi, cihazların karmaşık yapıları nedeni ile arıza teşhis becerisi olan elemanlara ihtiyaç artmıştır. Arıza teşhisinin hızlı ve doğru yapılması önemlidir. Bunun için bazı arıza bulma tekniklerinin kullanılması hem arızanın bulunması ve çözümünü hızlandıracak gibi hem de sistemli çalışmadan dolayı oluşabilecek tehlikeler en aza indirilecektir.

Arızaların teşhisinde değişik yöntemler kullanılmaktadır.

### 1.1.2.1. Altı Temel Adım

Arıza teşhisinde elde edilen bulguların mantıklı bir şekilde sistematik olarak değerlendirilmesi arızanın tespitini ve çözümünü kolaylaştıracaktır. Burada altı temel arıza bulma adımından bahsedilecektir.



Bu sistemde yukarıda belirtilen adımlar sırası ile mantıksal değerlendirildiği takdirde arıza tespiti ve çözümü oldukça kolaylaşacaktır.

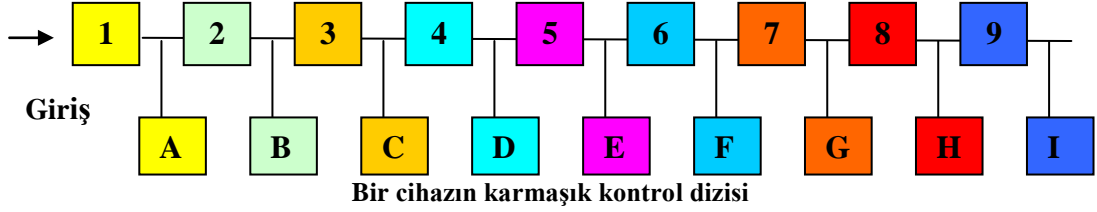
Servis elemanı herhangi bir cihazın arızası ile karşılaştığında bu sisteme göre cihazın kullanıcılarından arızaya neden olabilecek durumlar ile ilgili bilgileri toplamalıdır. İkinci olarak elde edilen bilgi ve bulgularla birlikte cihaz ya da sistemi gözleyip gerekli olan testleri yapmalı, cihazın çıktılarını gözden geçirip üretici talimatlarını dikkate alarak üçüncü adımı yani arıza yerini belirlemelidir.

Arıza yeri tespit edildikten sonra öncelikle arızaya neden olan durum ortadan kaldırılmalıdır. Arıza üreticinin talimatları doğrultusunda giderildikten sonra sistem kontrol edilip normal olarak çalıştığından emin olunmalıdır.

### 1.1.2.2. Alt Bölümlere Ayırma

Alt bölümlere ayırma tekniği cihazların tasarımı aşamasında başlar ve tasarımı yapan kişinin giriş beslemesi ve çıkışta olması gereken değerleri tam belirlemesi gerçeğine dayanır. Çıkışta beklenen durumdan tolerans değerleri dışında bir sapma olması cihazda bir arıza olduğunun göstergesidir. Kompleks yapıdaki cihazlarda sistemin tasarımı yapılırken cihazdaki tüm blok çıkışlarında ölçülecek ya da cihaz üzerinden okunacak değerlerin ne

olması gerektiği doğru şekilde belirlenir. Ölçme; voltaj, akım, basınç veya başka ölçülebilen değerler şeklinde olabilir.



Yukarıdaki şekilde cihazın giriş noktası ve her blok sonrası noktalarda (A-I) ölçülebilecek değerler veya sinyaller belirtilmiştir. Bu noktalardan ölçülebilecek büyüklükler veya sinyaller üretici tarafından hazırlanan test el kitabında belirtilmiştir. Yukarıdaki şekilde I noktasındaki bir okuma, sistemde bir arıza olduğunu gösterebilir. Kontrol dizisinde orta nokta olan E noktasında bir kontrol yapılarak işe başlanabilir. Eğer E noktasında doğru çıktı var ise arızanın E noktasından sonraki bir yerde oluştuğu düşünülebilir. Bu yöntem devam ettirilerek arıza tespiti daha hızlı bir şekilde yapılabilir.

### 1.1.3. Arıza Kartları

Bu teknik, arızalar ve arızanın belirtilerinin derlendiği ya da üretici firma tarafından hazırlanan belgeleri gerektirir. Bu kartlarda arızalar tanımlanır, arızaların muhtemel sebepleri ve çözüm yolları belirtilir.

PROBLEM	OLASI NEDEN	YAPILMASI GEREKEN
Cihaz çalışmıyor.	Devre kesici anahtar aktive olmuş.	Devre kesici anahtarı devreden çıkarınız.
	Çıkış bağlantısında hata	Güç çıkışının tamam olduğunu doğrulayınız. Güç kordonunun cihaz girişine iyi yerleştiğini doğrulayınız.
	Güç kordonunda hata	Geçerli kordon bağlantılarını doğrulayınız. Güç kordonunu değiştiriniz.
	Güç düğmesinde hata	Devre tahtası üzerine düğmeyi yerine yerleştiriniz.

Tablo 1.1: Bir cihazın ana güç arıza kartı

### 1.1.4. Algoritmalar (Akış Kartları)

Algoritma, bilgisayarlarda problem çözme stratejisini göstermek üzere geliştirilmiş bir metottur. Bu metod cihazlarla ilgili arızaların tespitinde de oldukça sık kullanılmaktadır.

Algoritma teriminin mevcut kullanımları, bu ifadenin teorik matematikten türetilmiş olduğunu gösteriyor. Matematikte bu terim, değişik başlangıç verilerinden aranan sonuca doğru giden bir yolu tanımlayan emirler anlamına gelmektedir.

Arıza tespitine yönelik sorular ve bu sorulara verilen cevaplar doğrultusunda izlenecek yolu gösteren blok diyagramlardan oluşmaktadır. Eğer ilk soruya cevap “evet” ise gösterilen yolu izleyebilirsiniz. İlk cevap “hayır” ise sonradan gelen sorulara vereceğiniz yanıtlar sizi yönlendirecektir.

İyi hazırlanmış bir algoritmada sorular en aza indirilmiştir. Bu da her sorudaki belirsizliği yarıya indirgeyerek mümkün olmaktadır. Bir algoritmanın ana özellikleri şunlardır:

- İşin başarılı bir şekilde tamamlanması için işlem sıralaması açık bir şekilde verilir.
- Başlangıçta, tamir veya değiştirme yapabilmek için gerekli bazı temel beceriler kazanılmış olduğundan az bir desteğe ihtiyaç duyulur.
- Düzensiz aralıklarla ortaya çıkan arızalar konusunda bilgi kolayca bulunabilir.
- Bir arıza için araştırma alanı belirlenir.
- Arıza yeri ve teşhisi ile ilgili sistematik bir yaklaşım, üzerinde çalışılacak bağımsız bir birime uygulanabilir.



Resim 1.1: Bir cihazda arıza tespiti

## 1.2. Arıza Belirtileri ve Alınabilecek Önlemler

Arıza çevrede cihaz yazılım veya donanımlarında meydana gelen normal olmayan durum olarak tanımlanmıştı. Arıza belirtileri de yine bu çevresel koşulların cihaz yazılım ve donanımlarının farklı tepkileri olarak karşımıza çıkar. Arıza belirtileri cihazlara göre oldukça fazla çeşitlilik göstermektedir. Bu belirtiler ses ısı değişimleriyle karşımıza çakabileceği gibi bilgisayar yazılımındaki bir hata kodu olarak da karşımıza çıkabilir.

### 1.2.1. Arızalara Karşı Alınabilecek Önlemler

Arızalara karşı alınabilecek en iyi önlem periyodik bakımlarının zamanında ve kurallara uygun olarak yapılmasıdır. Bu konuyla ilgili detaylı bilgileri “**Biyomedikal Cihaz Birimlerine Bakım**” modülünde detaylı olarak göreceksiniz.

### 1.3. Arıza Bildiren Kişiden Bilgi Alınması

Biyomedikal cihaz yapıların çeşitliğini hepimiz bilmekteyiz. Aynı işler için kullanılan cihazlarda bile oldukça farklılık bulunmaktadır. Her arıza çeşidi için kullanılması gereken el aletleri, sarf maddeleri, bakım kitleri ve hatta kalibrasyon araçları büyük farklılık göstermektedir. Arıza kaynağının bulunduğu ortama giderken arızanın giderilmesi için yanımıza alacağımız her türlü malzemenin niteliği arızayı bildiren kişiden alacağımız bilgilere bağlıdır. Arızayı bildiren kişiye doğru soruların sorulması son derece önemlidir.

### 1.4. Arıza Sebeplerinin Sıralanması ve Arızalı Bölgenin Tespiti

Biyomedikal cihazlar genellikle farklı sistemlerin (bloklar) birleşiminden meydana gelmiştir. Başka bir deyişle bir cihaz sistemi içerisinde;

- Elektriksel sistemler,
- Elektronik sistemler,
- Mekanik sistemler,
- Hidrolik sistemler,
- Pnömatik sistemler,

gibi birbiriyle ilintili ortak sistemler bulunabilmektedir.

Bu olay da arıza tiplerinde çok farklı nitelikteki arızaları karşımıza çıkarmaktadır. Arızaya -doğru bir yaklaşımla- arıza analizi yaklaşımıyla yaklaşmak gerekir. Bu konuyla ilgili detaylı bilgileri “**Sistemlerde Arıza Analizi**” modülünde göreceksiniz.

### 1.5. Arıza Bulma ve Giderme Teknikleri

Biyomedikal cihazlarda kullanılan arıza bulma ve giderme tekniklerini iki başlık altında değerlendirelim.

#### 1.5.1. Arıza Bulma

Arıza bulma yöntemleri de arızanın olduğu sistemlerin niteliklerine göre farklılık gösterebilir.

Normal olarak çalışan biyomedikal cihazların bazı durumlarda hatalı çalışmalarını mümkündür. Cihazların bu hatalı çalışma moduna girmelerinin çeşitli sebepleri olabilir. Bu sebeplerin başlıcaları şunlardır:

- Hedeflenen
  - Değerden şaşma (farklılık)
  - Değere pozisyone ulaşamama
  - Değere ulaşmakta gecikme
  - Değere ulaşmak için yapılan denemelerin belirlenen sayısal sınırı aşması
  - Değere giderken beklenen ve belirli değerlerde ayrılma (sıçramalar)
- Tespit edilen hata sayısının sınırı aşması
- Orijinal/Reset/Başlangıç pozisyonuna dönmeme/geri/gelmeme
- Belirli bir noktadan geçmeme /algılamama
- Eksik ya da beklenenden az sayıda data veya pulse alma
- Sıcaklığın veya basıncın limit dışına çıkması
- Besleme gerilimlerinin sınırlar dışına çıkması
- Fazların ters dönmesi (3-fazlı beslemelerde)
- Hatalı veya tehlikeye neden olacak eğim verme
- Çarpma korumalarının devreye girmesi
- Işınlama yapmama
- Sensörler arasında ölçüm farklılığı
- Hasta ile uyumsuz değer ve parametrelerin girilmesi
- Yasaklanmış veya illegal komutların uygulanması
- Cihaz kapaklarının açılması
- Bir modülün çevrime çıkmaması veya statüsünü bildirmemesi
- İşlemin başarıyla bittiğinin bildirilmemesi
- Yansıma, kaçak ya da sızıntıların olması, ana değerde düşme
- İletişim kopukluğu
- Ortam ısısının farklılaşması
- Bağlantı yapılan soğuk su, basınçlı hava değerlerinde düşme, sınır dışına çıkma
- Hatalı aksesuar kullanma
- Sarf malzemelerinin (film, helyum ve solüsyon gibi) azalması ya da hiç kalmaması
- Fazlarda dengesizlik, toprağa akım kaçması
- Optik yolların tıkanması, optik geçirmezlik

### 1.5.2. Arıza Giderme (Onarma)

Bir cihazın bakım-onarım işlemi için müdahale süresi ve fiziki yakınlık bakımından 4 tip destek çeşidi sayılabilir:

1. Yerinde + Yanında destek
2. Yakınında destek (Kurum içi teknik birim)
3. Yerel destek (Temsilci)
4. Uzaktan (yabancı) destek (Üretici + Yan üretici)

Arıza yapan bir cihaz için çeşitli arıza tipleri ve onarım teknikleri belirtilebilir. Cihazların çok çeşitli arıza durumuna sahip olabilmeleri, buna bağlı olarak bakım-onarım metodlarının da çeşitlenmesine neden olur. Arıza yapan bir cihazı onarma teknikleri genel olarak aşağıdaki gibi sıralanabilir:



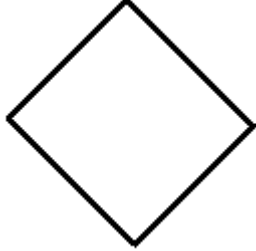
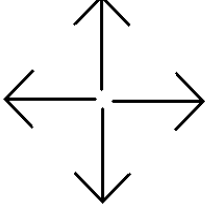
- Arıza giderilerek
  - Arızalı bloku onarma
  - Arızalı bloku değiştirme
  - Arızalı parçaları orijinal parça ile değiştirme
  - Cihaza bakım yapma
  - Kalibrasyon ve ayar yapma
  - Arızalı parça imal etme
  - Gevşeyen parçaları sıkma
  - Yerinden çıkan parçaları yerleştirme
  - Yıpranan parçaları değiştirme
  - Kullanılmayan bir diğer parça ile yer değiştirme
- Cihaza yazılım yükleyerek
- Cihazı veya blokları programlayarak
- Altyapı problemlerini gidererek
- Kullanıcıyı uyararak
- Cihazın arızalı fonksiyonunu atlatarak
- Cihazın o fonksiyonunu bir müddet kullanmayarak
- Cihazı performansı düşük olarak kullanarak

## 1.6. İş Akışı Algoritmaları

### 1.6.1. Akış Şemaları (Diyagramları)

Herhangi bir sorunun çözümü için izlenmesi gerekli olan aritmetik ve mantıksal adımların söz veya yazı ile anlatıldığı algoritmanın, görsel olarak simge ya da sembollerle ifade edilmiş şekline "akış şemaları" veya FLOWCHART adı verilir. Akış şemalarının algoritmadan farkı, adımların simgeler şeklinde kutular içine yazılmış olması ve adımlar arasındaki ilişkilerin ve yönünün oklar ile gösterilmesidir.



AÇIKLAMA	SEMBOL
Başlama	
Soru ve yönergelerde kullanılan sembol	
Koşullu ifadelerde kullanılan sembol	
Yönlendirme amaçlı kullanılan semboller	

**Tablo 1.2: Akış şemalarında kullanılan bazı semboller ve anlamları**

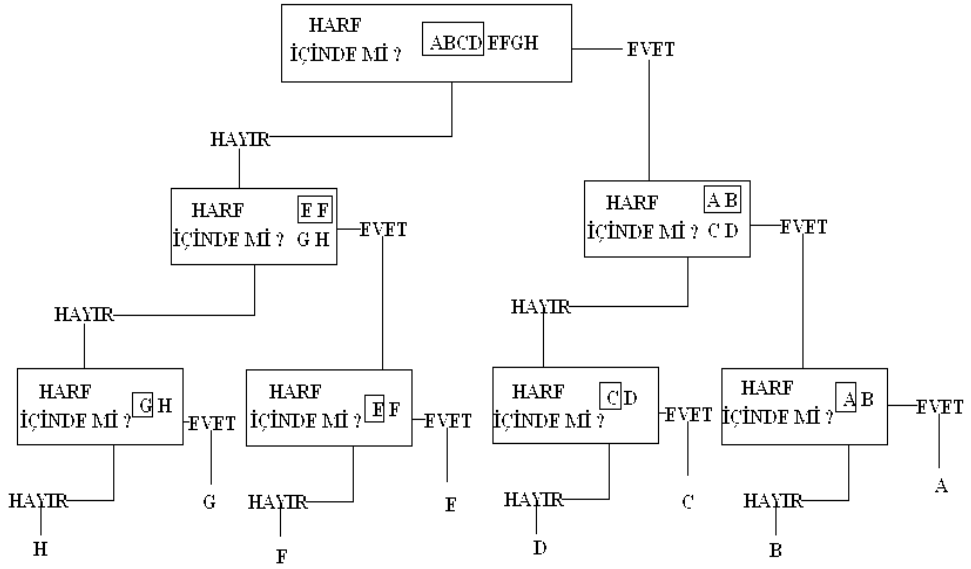
Bu şema sembolleri bilgisayarlardaki yazılım algoritma şemalarına çok benzer, daha fazla sembole aşağıda yazılımla ilgili akış şemalarında değinilecektir.

### 1.6.2. Arıza Analizi Algoritmaları

Algoritmalar aslında bilgisayarlarda problem çözmek için kullanılan bir yöntemdir; ancak bilgisayarların da sistemler içine girmesi, otomasyon sistemlerinin yaygınlaşması algoritmaların arıza analizi yöntemleri içerisinde kullanılmasına da olanak vermiştir.

### 1.6.3. Blok Diyagram Okuma

Şimdi basit bir algoritma uygulaması yaparak 8 harfli bir seçimden 4 soru sorarak harfi bulma yoluna gidelim. Bu uygulama algoritma ve akış diyagramını mantığını anlamanıza çok faydalı olacaktır.





Şekil 1.1: Akış diyagramı



## UYGULAMA FAALİYETİ

- Öğretmeninizin belirlediği bir cihaz hakkında soru sorarak arızanın niteliğini tespit ediniz.

İşlem Basamakları	Öneriler
 <ul style="list-style-type: none"><li>➤ Arıza bilgilerini not etmek için rapor kâğıdı ve kalem alınız.</li><li>➤ Arızalı cihazın ne olduğunu sorunuz.</li><li>➤ Şebekede ve diğer besleme kaynaklarında enerji olup olmadığını sorunuz.</li><li>➤ Arızanın hangi koşullarda oluştuğunu sorunuz.</li><li>➤ Arızanın hangi çalışma aşamasında oluştuğunu sorunuz.</li><li>➤ Rutin testlerin yapılıp yapılmadığını sorunuz.</li><li>➤ Cihazın kullandığı sarf malzemelerin miktarını sorunuz.</li><li>➤ Uyarı ikaz ve işaretlerin olup olmadığını sorunuz.</li><li>➤ Arızayla ilgili görüşünüzü raporunuza yazınız.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Standart bir rapor kâğıdı belirleyip işlemlerinizi bu kâğıda yapabilirsiniz.</li></ul>  <ul style="list-style-type: none"><li>➤ Rutin testler cihazlara göre farklılık gösterir. Sorularınızı cihazın ne olduğunu öğrendikten sonra sorabilirsiniz.</li></ul>

## KONTROL LİSTESİ

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

Değerlendirme Ölçütleri		Evet	Hayır
1.	Arızalı cihazın ne olduğunu sordunuz mu?		
2.	Arızanın hangi koşullarda oluştuğunu sordunuz mu?		
3.	Arızanın hangi çalışma aşamasında oluştuğunu sordunuz mu?		
4.	Rutin testlerin yapılıp yapılmadığını sordunuz mu?		
5.	Cihazın kullandığı sarf malzemelerin kalan miktarını sordunuz mu?		
6.	Şebekede ve diğer besleme kaynaklarında enerji olup olmadığını sordunuz mu?		
7.	Uyarı ikaz ve işaretlerin olup olmadığını sordunuz mu?		
8.	Arızayla ilgili görüşünüzü raporunuza yazdınız mı?		

## DEĞERLENDİRME

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

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

1. Bir cihazın bakım-onarım işlemi için müdahale süresi ve fiziki yakınlık bakımından 4 tip olmak üzere .....çeşidi sayılabilir.
2. Arıza gidermede birinci adım.....

Aşağıdaki boşlukları doldurunuz.

3. Cihazın içinden kaynaklı arızalar:

- a) .....
- b) .....
- c) .....
- d) .....
- e) .....
- f) .....
- g) .....
- h) .....

4. Arıza yapan bir cihazı onarma teknikleri:

- a) .....
- b) .....
- c) .....
- d) .....
- e) .....
- f) .....
- g) .....
- h) .....

## DEĞERLENDİRME

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

# ÖĞRENME FAALİYETİ-2

## AMAÇ

Bu öğrenme faaliyetini başarıyla tamamladığınızda cihaz yazılımının doğru çalışıp çalışmadığını belirleyebileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- Herhangi bir bilgisayarın ilk açılış durumunda ekrana yazdığı ifadelerin ne anlam taşıdığını belirten bir rapor hazırlayarak arkadaşlarınızın raporları ile karşılaştırınız.
- Gözlem yaparak ve internetten araştırarak raporunuzu hazırlayabilirsiniz.

## 2. CİHAZ YAZILIMI

Öncelikle cihaz yazılımlarının yüklendiği ortamları hatırlayalım.

### 2.1. Bellekler

Bir bilgisayarda programın veya programın işlediği verilerin geçici veya daimî olarak saklandığı alanlara **bellek** adı verilir. Temelde iki çeşittir: RAM ve ROM. Burada biyomedikal cihazların çok büyük bir kısmının bilgisayar kontrollü olduğunun hatırlanmasında büyük yarar vardır.

- **ROM (Read Only Memory):** Önemli bilgisayar bilgilerinin (BIOS gibi) saklandığı hafıza çeşitleridir. RAM'dan farklı olarak ROM'da bilgiler kalıcı olarak (bilgisayar kapandığında dahi) bulunur. ROM'un birkaç çeşidi vardır:



Resim 2.1: ROM

- **PROM (Programmable ROM):** Bir kez yazmaya izin verir. CD-ROM mantığı ile çalışır. Bilgi bir kez yazıldığında kalıcı olur ve silinemez.



Resim 2.2: ROM

- **EPROM (Erasable Programmable ROM):** Bu ROM tipi, ultraviyole ışını ile bilginin silinerek tekrar yazılmasına izin verir.



Resim 2.3: EPROM

- **EEPROM (Electrically Erasable Programmable ROM):** BIOS'un kullandığı ROM'dur. Ultraviyole ışınına ihtiyaç olmadan elektriksel olarak silinip yazılabilen bellektir.



Resim 2.4: EEPROM

- **RAM (Random Access Memory)** Bilgisayar açıkken bilgilerin geçici olarak depolandığı bellek türüdür. RAM' in iki çeşidi vardır:
  - **SRAM (Statik RAM):** Statik RAM, hızlı, pahalı ve oldukça geniştir. L1 ve L2 ön bellekler SRAM tipi belleklerdir.
  - **DRAM (Dinamik RAM):** Sistemin genel belleği için kullanılır. SRAM tipi belleklerden daha yavaştır. DRAM'in farklı tipleri vardır:
    - **SDRAM:** Senkronize DRAM şu anda en popüler olan DRAM çeşididir. Sistem yolu ile aynı hızda çalışır.
    - **DDR SDRAM (Double Data Rate SDRAM):** Çift veri oranlı SDRAM, SDRAM'dan iki kat hızlıdır. Sistem bus saati ile senkronize çalışır.



- **DRDRAM (Direkt Rambus DRAM):** SDRAM'dan 2-3 kat daha pahalıdır. 400 MHz hızında olan direkt rambus kanalına sahiptir. Teorik olarak 800 MHz hızında veri okuyabilir.



Resim 2.5: DRDRAM

- **Sabit bellekler:** Yüksek kapasiteli bellekler işletim sistemlerinin ve sistemlerle ilgili verilerin depolanmasına olanak verir.



Resim 2.6: Sabit bellek



Resim 2.7: Memory stick





Yukarıda belirtilen standart bellekler dışında teknolojinin gelişimine paralel olarak her geçen gün kapasitesi ve hızı artan yeni bellek türleri çıkmakta ya da mevcut bellek türleri geliştirilmektedir.

## 2.2. Cihaz Yazılımı Okuma Araçları ve Aktarma Araçları

Cihaz yazılımları okumak için farklı okuyuculardan faydalanılabilir. Bu yazılımlar basit programlayıcılar olabileceği gibi bilgisayarlarla da yapılabilir. Bilgisayarların seri paralel ya da USB bağlantılarına eklenebilen cihazlar, cihaza ait yazılımları kontrol edebilmekte okuyup sürüm kontrollerini yapabilmektedir. Bilgisayar ağ teknolojilerinin gelişmesiyle de cihaz yazılımlarının kontrolü için cihaz başına gitmek zorunluluğu kalkmıştır. Evlerimizde, okullarımızda, iş yerlerimizde kullandığımız yazılımların kendi kendilerinin sürümlerini (cihaz yazılımlarını) kontrol etmesi gibi uzak mesafelerden de biyomedikal cihazların yazılımlarının okunup denetlenmesi mümkündür.

Cihazlara bağlanacak yazılım okuma araçlarında bazı özelliklere dikkat etmek gerekir. Cihazlarda kullanılan yazılım yüklenmiş elemanların ne tür yazılımla yazıldığı ve yazılımın nereye kaydedildiği gibi.

Yazılım okuma araçları da yazılımın kaydedildiği yere göre farklılık gösterir. Hepimizin bildiği daha önceki modüllerimizde ve derslerimizde gördüğümüz hatta günlük hayatta kullandığımız bazı yazılım okuma araçlarını hatırlayalım.

<p>➤ İlkel olarak tanımlayabileceğimiz bir yazılım okuma ve aktarma aracı manyetik kasetle yazılım okuma</p>	
<p>➤ Günümüzde yaygınlığı yitirilmiş olan floppy diskle yazılım okuma ve aktarma</p>	
<p>➤ Oldukça yaygın kullanılan CD ve DVD yazılım okuma ve aktarma</p>	
<p>➤ Memory stick'lerle yazılım yazılım okuma ve aktarma (USB portları üzerinden)</p>	

<p>➤ Flash kartlar üzerinden USB desteğiyle yazılım okuma ve aktarma araçları</p>	
<p>➤ Yukarıda belirttiğimiz cihazlar bilgisayar desteğiyle yapılabilen yazılım okuma ve aktarma işlemlerini ifade etmektedir.</p> <p>➤ Ancak bazı cihazlarda bilgisayar kontrolü yoktur, bunun yerine mikroişlemciler ve mikrodenetleyiciler kullanılabilir. Bu tür cihazların da kullandıkları elemanlara göre yazılım okuma ve aktarma cihazları bulunmaktadır.</p>	
<p>➤ EPROM yazılımları için kullanılan bir okuma aktarma kopyalama cihazı</p>	
<p>➤ Günümüzde oldukça yaygınlaşan pic elemanlarının yazılım okuma ve aktarma aracı</p>	

**Tablo 2.1: Yazılım aktarma araçları**

Bu konuyla direkt ilgili olmasa da yazılım okuma ve aktarma noktalarında yetkiyle ilgili problemlerin aşılmasında kullanılmaya başlanan smart kartlardan da kısaca bahsedelim. Smart kartlar yazılım yükleme ve değiştirme yetkisi bulunan kişilerin yazılımlara ulaşmasına olanak veren elektronik bir kimlik tanıma aracı olarak ifade edilebilir.



**Resim 2.8: Smart kart**

**ÖNEMLİ:** Biyomedikal cihazlara yazılım aktarmak oldukça önemli bir iştir. Yetkisiz kişilerin cihazlara yazılım yüklemeleri kesinlikle önlenmelidir. Cihazların çalışmalarını ve verdikleri sonuçları yakından ilgilendiren bir durumdur ve bu konu üzerinde hassasiyetle durulması gerekir.

## 2.3. Yazılım Algoritmaları

Algoritma, herhangi bir sorunun çözümü için izlenecek yol anlamına gelmektedir. Çözüm için yapılması gereken işlemler hiçbir alternatif yoruma izin vermeksizin sözel olarak ifade edilir. Diğer bir deyişle algoritma verilerin bilgisayara hangi çevre biriminden girileceğinin, problemin nasıl çözüleceğinin, hangi basamaklardan geçirilerek sonuç alınacağıının, sonucun nasıl ve nereye yazılacağıının sözel olarak ifade edilmesi biçiminde tanımlanabilir.

Algoritma hazırlanırken çözüm için yapılması gerekli işlemler, öncelik sıraları göz önünde bulundurularak ayrıntılı bir biçimde tanımlanmalıdır. Aşağıda algoritma hazırlanmasına ilişkin örnekler yer almaktadır.


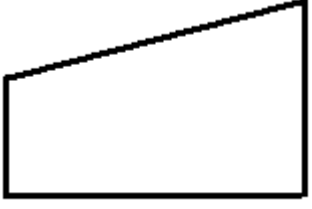




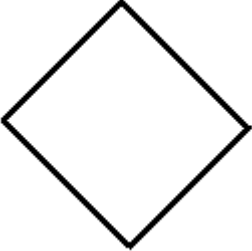
**ÖRNEK 1:** Verilen iki sayının toplamının bulunmasının algoritması aşağıdaki gibi yazılır:






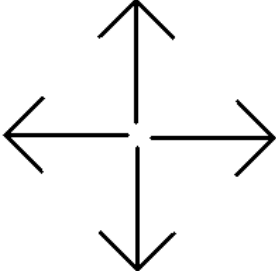
Algoritma  
Adım 1-Başla  
Adım 2-Birinci sayıyı oku  
Adım 3-İkinci sayıyı oku  
Adım 4-İki sayıyı topla  
Adım 5-Dur

Algoritmaya dikkat edilirse işlemlerin sıralanmasında, işlem önceliklerinin göz önünde bulundurulduğu görülür. Ayrıca algoritma yazımı sorun çözümünün başladığını gösteren "BAŞLA" ifadesi ile başlamakta ve işlemlerin bittiğini belirten "DUR" ifadesi ile sona ermektedir.

Programın saklanacak esas belgeleri olan akış şemalarının hazırlanmasına, sorun çözümlenmesi sürecinin daha kolay anlaşılır biçime getirilmesi, iş akışının kontrol edilmesi ve programın kodlanmasının kolaylaştırılması gibi nedenlerle başvurulur. Uygulamada çoğunlukla, yazılacak programlar için önce programın ana adımlarını (bölümlerini) gösteren genel bir bakış akış şeması hazırlanır. Daha sonra her adım için ayrıntılı akış şemalarının çizimi yapılır.

Akış şemalarının hazırlanmasında aşağıda yer alan simgeler kullanılır.

	<p>➤ Algoritmanın başladığını ya da sona erdiğini belirtmek için kullanılır.</p>
	<p>➤ Klavye aracılığı ile giriş ya da okuma yapılacağını gösterir.</p>
	<p>➤ Yazıcı (printer) aracılığı ile çıkış yapılacağını gösterir.</p>
	<p>➤ Kart okuyucu aracılığıyla giriş yapılacağını gösterir.</p>
	<p>➤ Araç belirtmeden giriş ya da çıkış yapılacağını gösterir.</p>
	<p>➤ Hesaplama ya da değerlerin değişkenlere aktarımını gösterir.</p>
	<p>➤ Aritmetik ve mantıksal ifadeler için karar verme ya da karşılaştırma durumunu gösterir.</p>

	<p>➤ Diskten okuma ya da diskete yazmayı gösterir.</p>
	<p>➤ Disketten okuma ya da diskete yazmayı gösterir.</p>
	<p>➤ Teyp kütüğünü gösterir.</p>
	<p>➤ Yapılacak işler birden fazla sayıda yinlenecek ise diğer bir deyişle iş akışında çevrim (döngü) var ise bu sembol kullanılır.</p>
	<p>➤ Akış diyagramında iki nokta arası ilişkiyi gösterir. Döngü sonunu göstermek için ya da diyagramın çizilemediği durumlarda kullanılır. Burada “i” herhangi bir sembol olabilir.</p>
	<p>➤ Oklar işin akış yönünü gösterir.</p>

**Tablo 2.2: Program yazılımında kullanılan sembol ve açıklamaları**

## 2.4. Cihaz Editörleri

Biyomedikal cihazlarda cihazlara aktarılan ve cihazların çalışmaları için gerekli olan yazılımların kodlar aracılığıyla yazıldığı ortamlara **editörler** denir. Cihazın yazılımına bağlı olarak da bu editörler farklılıklar göstermektedir. Yazılım ihtiyaçları artıkça kullanılan editörler de daha gelişmiş editörlerden seçilmektedir. Özellikle bilgisayar desteğiyle çalışan cihazlarda kullanılan yazılımların kullanılan işletim sistemiyle uyumlu olması gerekir.

### Başlıca işletim sistemleri

- DOS
- GNU/Linux
- Mac OS
- Windows
- UNIX

### Başlıca programlama dilleri

- Çok yüksek seviyeli diller: VisualBasic, VB.NET, Acces, Foxpro...
- Yüksek seviyeli diller: Pascal, BASIC, Fortran...
- Orta seviyeli diller: C, C++, C# , Java, ADA...
- Düşük seviyeli diller: Assembly...
- Makine dilleri: Bilgisayarın çalışma dilleri 1 ve 0'lardan oluşur.

Bu dillerin kullanıldığı alanlara örnek verirsek;

- Bilim ve mühendislikte: Pascal, C, C++, Java, Fortran...
- Veri tabanı programcılığında: Dbase, Access, Foxpro, Sql...
- Yapay zekâ kullanımında: Prolog, Lisp...
- Sistem programcılığında: C, C++, Java ve sembolik makine dilleri...

Biyomedikal cihaz teknolojileri alanında kullanılan cihazlarda çok farklı disiplinlerdeki teknolojilerden faydalanılmıştır. Bu sebeple farklı cihazlarda farklı yazılım dilleriyle karşılaşılması mümkündür.

Mikroişlemci ve mikrodenetleyicilerle ilgili konulardan daha önceki modüllerimizde bahsetmiştik. Genellikle bu tür elemanlarda cihazın işletim sistemiyle ilgili problemlerde cihazın program kodlarını içeren komutların yeniden yüklenmesi yoluna gidilmektedir.

## 2.5. Diğer Yazılım Cihazları

Biyomedikal cihaz teknolojileri alanında kullanılan sistemlerden biri de endüstriyel otomasyon sistemleridir. Bu sistemler içerisinde PLC ve SCADA sistemlerinden bahsetmekte yarar var.

**Programlanabilir lojik kontrolör (PLC):** Hızlı gelişen endüstri uygulamalarında yaygın olarak kullanılan PLC cihazları ile yapılan endüstriyel otomasyon uygulamaları röleli ve PC kontrollü sistemlere göre çok ekonomik ve hızlıdır. Endüstriyel otomasyon sistemleri, en küçük birimin amaca uygun çalışmasını düzenlediği gibi, bütün üretim sistemleri arasında veri iletişimi imkânı sağlayarak daha üst düzeyde yönetim ve planlama için gerekli bilgi tabanını oluşturur. Bu nedenle PLC'ler kendilerine oldukça geniş kullanım alanları bulmuştur.

Bunlardan bazıları enerji dağıtım sistemleri, karmaşık fabrika otomasyonları, asansör sistemleri, konveyörler, motor hız kontrolü vb. endüstrinin hemen hemen her alanında rahatlıkla kullanılabilen PLC'ler ile yapılan otomasyon sistemleri röleli ve bilgisayarlı (PC) sistemlere göre birçok avantaja sahiptir. Bunlardan bazıları şöyle sıralanabilir:

- Daha üst düzeyde bir otomasyon sağlanır.
- PLC'li sistem daha uzun süre bakımsız çalışır ve ortalama bakım süreleri daha azdır.
- Teknik gereksinimler arttıkça PLC'li sistem az bir değişiklikle ya da hiçbir değişiklik gereksinimi duyulmadan yeniliğe adapte edilebilir.
- PLC'ler daha az yer kaplar ve çok az enerji harcar.
- PLC'li sistemler endüstri ortamlardaki yüksek elektriksel gürültü, elektromagnetik parazitler, mekanik titreşimler, yüksek sıcaklıklar gibi olumsuz koşullar altında çalışabilir.
- Teşhis yazılımlarıyla hatalar kolayca bulunabilir.


**SCADA:** SCADA terimi “supervisory control and data acquisition” kelimelerinin ilk harfleri ile oluşturulan bir kısaltmadır. SCADA sistemleri büyük bir alana ait teknik konulardaki denetleme ve yönetim işlevini yerine getirmek amacıyla. Bu bağlamda çoğunlukla HMI (Human-Machine Interface) veya MMI (Man-Machine Interface) kısaltmaları ile yan yana kullanılır.

**PLC'ler:** Biyomedikal sistemlerde ve bazı büyük hastanelerde endüstriyel otomasyon sistemleri olarak uygulanan bu sistemlerin de kendine has yazılımları ve yazılım aktarma cihazları bulunmaktadır. PLC cihazlarının programlaması bilgisayar desteğiyle yapılabildiği gibi PLC programlamaya dönük el programlama aletleriyle de mümkündür.



## UYGULAMA FAALİYETİ

- Bilgisayarlı kontrol edilen bir cihazın yazılımının doğru çalışıp çalışmadığını kontrol ediniz.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Sistemi ilk açılış konumuna getiriniz.</li><li>➤ Açılış aşamasında ekranda hata veya uyarı mesajlarının olup olmadığını kontrol ediniz.</li><li>➤ Sistem hazır oluncaya kadar bekleyiniz.</li><li>➤ Sistemi oluşturan alt sistemlerin genel kontrollerini yapınız.</li><li>➤ Sisteme komut vererek çalışmasını denetleyiniz.</li><li>➤ Alt sistemlere komut vererek çalışmasını denetleyiniz.</li><li>➤ Simülatör veya kalibratörlerle test ediniz.</li><li>➤ Test çıktıları alınınız.</li><li>➤ Sonuçlarınızı raporlayınız.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Servis el kitabındaki direktifleri kontrol ediniz.</li></ul>  <ul style="list-style-type: none"><li>➤ Genel kontrolleri elle, gözle veya ölçü aletleriyle yapabilirsiniz.</li><li>➤ Sistemi veya alt sistemleri denetlerken herhangi bir elektriksel veya mekanik bir arızanın olmadığından emin olunuz.</li><li>➤ Simülatör ve kalibratör kullanacaksanız servis el kitabının ilgili kısımlarını inceleyiniz.</li></ul>

## KONTROL LİSTESİ

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

<b>Değerlendirme Ölçütleri</b>	<b>Evet</b>	<b>Hayır</b>
1. Sistemi ilk açılış konumuna getirdiniz mi?		
2. Açılış aşamasında ekranda hata veya uyarı mesajlarının olup olmadığını kontrol ettiniz mi?		
3. Sistemi oluşturan alt sistemlerin genel kontrollerini yaptınız mı?		
4. Sisteme komut vererek çalışmasını denetlediniz mi?		
5. Alt sistemlere komut vererek çalışmasını denetlediniz mi?		
6. Test çıktıları aldınız mı?		
7. Sonuçlarınızı raporladınız mı?		

## DEĞERLENDİRME

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

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümleleri, doğru ve yanlış şeklinde karşılardaki kutucuklara (X) işareti koyarak değerlendiriniz.

1. ( ) Algoritma, herhangi bir sorunun çözümü için izlenecek yol anlamına gelmektedir.
2. ( ) PLC'ler daha az yer kaplar ve çok enerji harcar.
3. ( ) Bir bilgisayarda programın veya programın işlediği verilerin geçici veya daimî olarak saklandığı alanlara bellek adı verilir.
4. ( ) SCADA sistemleri büyük bir alana ait teknik konulardaki denetleme ve yönetim işlevini yerine getirmek için yapılır.
5. ( ) PLC sistemlerinde hataları bulmak oldukça zordur.
6. ( ) Algoritmalar “Başla” komutuyla başlayıp “Dur” komutuyla biter.
7. ( ) Windows bir programlama dilidir.

## DEĞERLENDİRME

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

# ÖĞRENME FAALİYETİ-3

## AMAÇ

Bu öğrenme faaliyetini başarıyla tamamladığınızda cihaz yazılımından arıza kodlarını okuyabilecek ve servis el kitaplarından arıza kodunu bulup arızalı birime ulaşabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- Servis yardımcı kitaplarından herhangi birini kullanarak hata kodları konusuna ulaşın bu cihazın ne tür arızalarının hata kodlarıyla tespit edildiği ile ilgili bir rapor hazırlayınız.
- Araştırma yaparken internet ortamlarını yetkili servisleri ve servis el kitaplarını ve servis yardım araçlarını kullanabilirsiniz.

## 3. ARIZA KODLARI

İleri teknoloji kullanan biyomedikal cihazlarda cihaz yapıları içerisinde cihaz özellik ve değerlerinin görüntülenebildiği çıktı birimleri mevcuttur. Bu çıktı birimleri cihazlara göre farklılık gösterebilir. Kimi cihazlarda tek bir çıktı birim mevcutken kimi cihazlarda çok daha fazla çıktı birimi bulunmaktadır.

Arıza kodları bir sistem içinde sistemde meydana gelen bir olumsuzluk nedeniyle sistemin çalışma düzeninin bozulmasına bağlı olarak çıktı birimlerinden aldığımız uyarı mesajlarıdır. Bu uyarı mesajları;

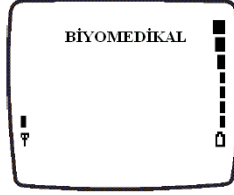
- Sesli uyarı,
- Işıklı uyarı,
- Sembollerle uyarı,
- Hata kodlu uyarı şeklinde bize ulaşmaktadır.



Resim 3.1: Hesap makinesi

Aslında hata uyarı mesajları ve hata kodları günlük yaşantımızdan çok uzak konular değildir. Hesap makineleriyle anlamsız ya da hatalı hesap yaparken hesap makinesi ekranında karşımıza çıkan “E” işareti bir hata mesajıdır.

Yine başka bir örnek cep telefonlarımızdan aldığımız düşük batarya mesajları dizüstü bilgisayarlardan aldığımız çeşitli uyarı mesajları hep bu hata mesajlarının bize bir yansımasıdır.



**Resim 3.2: Cep tel ekranı**

Şekilde bir cep telefonu ekranı görülmektedir. Bu cep telefonundaki sorunu göremeyen var mı?

Hepimizin bildiği gibi bu telefondaki sorun telefonun sinyal alımının düşüklüğüdür.

Biyomedikal cihazlarda hata kodlarının okunabilmesi için farklı çıktı cihazlarından bahsetmiştik. Bu çıktı cihazlarının en temel parçası cihaz üzerinde bulunan ekranlardır.



**Resim 3.3: Display**



**Resim 3.4: Ekran**

Biyomedikal cihazların bilgisayar desteğiyle çalışması hata bulma ve arıza arama noktasında çok büyük destek sağlamaktadır. Bu cihazlar üzerinde sistemin ilk açılış testleri ve akış içerisinde sistem analizi mevcuttur. Bilgisayar kontrolüyle yapılan ilk açılış durumunda sisteme giren her alt sistemin onayı bilgisayar ekranında görünmektedir. Bu şekilde hatalı alt sistemi tespit etmek daha açılış aşamasında mümkündür. Yine karşımıza hata kodu olarak çıkabilecek ortam koşulları, sarf malzeme sorunları, bakım prosedürleri gibi hata nedenleri de burada ekranda karşımıza çıkmaktadır.

Özellikle bilgisayar kontrollü cihazlarda uyarı mesajları işletim sistemi hata kodu olarak bile karşımıza gelebilmektedir.

Sistem hatası uyarılarının büyük bir kısmının hatası giderilebilir. Hata basit bir arıza olabileceği gibi elektronik kartlardan veya elemanların bozulmasından kaynaklanan kolay giderilemeyecek bir arızada da olabilir.

Hata kod alımlarında ya da arıza durumlarında genel davranış biçimleri servis el kitaplarında tanımlanmış durumdadır; ancak aksi belirtilmemiş durumlarda genel yaklaşım için aşağıdaki işlem sırası takip edilebilir:

- Elektrik şebeke bağlantıları kesilir (Sistemde kesintisiz güç kaynağı gibi başka besleme kaynakları da varsa onların da cihazla bağlantıları kesilir.).
- Sistem içerisindeki üniteleri besleyen bir batarya varsa çıkartılıp ölçülür.
- 15 saniyeden az olmamak koşulu ile beklenip varsa bataryalar şarjlı durumda yerleştirilir.
- Sistem ilk açılış konumunda sorunsuz hareket ediyorsa tekrar hata mesajı veya uyarısı vermeyecektir. Sistem ilk açılış konumunda hata mesajı veya uyarısı veriyorsa uyarı notu, işareti veya hata kodu kaydedilip sistem kapatılır.
- Servis el kitaplarının hata mesajları ve kodu kısımlarından arıza tespit ediniz.
- Servis el kitabı direktifleri doğrultusunda arıza giderilir.

### 3.1. Servis El Kitapları

**İngilizce Servis Dokümanları** modülümüzde servis el kitapları ve içerikleri konularına detaylı bir şekilde değinilmişti. Bu modülümüzün arıza giderme kılavuzu (troubleshooting guide) konusunun anlatıldığı kısmı ile ilgili yine aynı modülümüzde İngilizce servis el kitabındaki arıza giderme ve hata kodlarından arızalı kısımlara ulaşılması konusunda bilgi ve uygulama faaliyeti bulunmaktadır.

Cihazlarla ilgili olarak gerek yerli cihazlara gerekse yabancı üretim cihazlara ilişkin işlemlerde, Türkçe ya da İngilizce servis el kitaplarından arızalı kısma ulaşmada basit direktiflere uyulması yeterlidir.

Biyomedikal cihazların gerek maddi değerlerinin çok yüksek olması gerekse bu cihazların insan yaşamı ve yaşam kalitesi için çok önemli bir yere sahip olması nedeniyle servis el kitaplarındaki yönergelere uyulması son derece önemlidir.

Yönergelere uyulmaması;

Hem cihaz üreticilerinin sunduğu garanti kapsamının devre dışı olmasına neden olarak maddi kayıplara hem de hatalı ölçme, teşhis ve uygulamalara neden olarak çok daha ciddi sorunlara neden olmaktadır.

Hex Code	Explanation	Recommended Action
A	Measured value of isolated reference supply on front end was low	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Check power supply.</li> <li>2. Replace main PCB.</li> </ol>
B	On a NPB-4000 rev 4 PCB or earlier. The measured value of isolated reference supply on front end was high.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Check power supply.</li> <li>2. Replace main PCB.</li> </ol>
C	On a NPB-4000 rev 5 or later, or on NPB-4000C. The measured value of isolated reference supply on front end was high.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Check power supply.</li> <li>2. Replace main PCB.</li> </ol>
64	MP-205 SpO2 module is not sending messages to host CPU.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ensure MP-205 module is properly connected.</li> <li>2. Replace MP-205 module.</li> <li>3. If problem persists, replace main PCB.</li> </ol>
65, 66	MP-205 SpO2 module has detected an error during initialization.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Replace MP-205 module.</li> <li>2. If problem persists, replace main PCB.</li> </ol>
6E-71	MP-205 SpO2 module has detected an error on its serial port.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Replace MP-205 module.</li> <li>2. If problem persists, replace main PCB.</li> </ol>

**Tablo 3.1: Hata kodlarının verildiği örnek tablo**

İngilizce Servis Dokümanları modülünde yer alan hata kodlarının verildiği tabloyu inceleyelim.

Bu dokümanda ekran üzerinden alınması mümkün bir hata kodunun ve bu hataya neden olabilecek arıza veya hatanın ne olabileceği son olarak da nasıl giderilebileceği belirtilmiştir.

## 3.2. Bilgisayar Yardım Menüleri

Bilgisayarlarla çalışırken karşılaştığımız herhangi bir sorunu gidermek için kullandığımız en yaygın yöntem paket programdaki yardım (help) menüsünden faydalanmaktır. Bu yöntemi hepimiz günlük hayatımızda kullandığımız bilgisayarlarda uygulamaktayız.

Bir kelime işlem programı (Word vb.), bir hesap tablosu (Excel vb.) kullanırken veya bir işletim sisteminde takıldığımızda bu menülerden faydalanırız.

Biyomedikal cihazların büyük bir kısmının kontrolleri bilgisayar destekleri ile sağlanmaktadır. Bunu çevremizdeki biyomedikal cihazları gözlemekle görmemiz mümkündür.

Biyomedikal cihazlarda kontrol amacıyla kullanılan bilgisayarlara gerekli yazılım destekleri yüklendiğinde yardım menüleri oluşmakta ve bu yardım menülerinde;

- Kullanıcı el kitabı,
- Servis el kitabı,
- İnternet ulaşım bilgileri,
- Telefon iletişim bilgileri,
- Online iletişim bilgileri,
- Sürüm bilgileri,
- Güncelleme bilgileri ,
- Kullanıcı istekleri,
- Cihaz yazılım niteliğine göre farklı yardım konuları bulunmaktadır.

## 3.3. Özel Cihazlarla Hata Kodlarının Okunması

Biyomedikal cihazlarda en yaygın kullanılan hata okuma cihazları taşınabilir nitelikteki bilgisayarlardır. Bu bilgisayarlarda servis elemanları için servis el kitapları kullanıcı kılavuzları yardımcı simülasyon programları mevcuttur. Bu cihazların donanımlarında biyomedikal cihazlarla iletişim kurmayı sağlayacak USB, paralel ve seri bağlantı noktaları gibi cihazlar arası haberleşme kanalları mevcuttur.

Özel yazılımlar aracılığıyla (Bu yazılımlar, her cihaz grubu hatta farklı modeller arası farklılık gösterebilir) cihazda olası muhtemel hata ve arızaları gösterebilir. Taşınabilir nitelikteki bu cihazlar el tipi şeklinde de üretilebilmektedir.

## 3.4. Devre Söküm Şemaları

Biyomedikal cihazlarda bazı durumlarda hata mesajının yönlendirmelerine göre çok katlı devrelerden oluşmuş sistemlerde farklı katlara ulaşmak gerekebilir. Bu gibi durumlarda servis el kitabından veya bahsedilen diğer direktif araçlarından faydalanılarak devre kartları aşamalı bir şekilde sökülebilir. Bu direktiflere uymak devrenin sökümü yapılırken diğer katlara zarar vermemesi açısından oldukça önemlidir. Aksi durumda bir arızanın giderilme aşamasında başka bir arıza yaratmakla karşı karşıya kalınabilir.








### 3.5. Cihaz Söküm Şemaları

Biyomedikal cihazlarda çok farklı sistemlerin bulunduğunu ve bu sistemlerin bir bütün içerisinde birbiri içerisine geçtiğini biliyoruz. Özellikle aldığımız hata koduna, ikazına göre cihaz üzerinde hatalı sisteme ya da birime ulaşmak gerektiğinde cihazın sistemlerinin ayrılması, sökülmesi bir zorunluluk olabilir. Bu gibi durumlarda cihazın montaj ve söküm sırasının doğru bir şekilde yapılması gerekir. Bu söküm ve montaj işlemleri servis bilgileri kaynaklarında bulunmaktadır. Söküm ve montaj resimlerinden işlem basamaklarının çıkarılması konusuna **Biyomedikal Sistemlerle Meslek Resmi** modülünde değinmiştik. Konunun hatırlanması açısından tekrar inceleyebilirsiniz.

## UYGULAMA FAALİYETİ

- Öğretmeninizin belirlediği bir cihaza, ilgili program aktarma cihazını bağlayıp okuduğunuz ya da öğretmeninizin belirlediği hata kodunun ne anlama geldiğini açıklayarak cihaz söküm planı çıkartınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Cihaza ilgili hata okuyucu birimleri bağlayınız.</li></ul>  <ul style="list-style-type: none"><li>➤ Hata okuyucu birimlerden hata kodunu okuyup kaydediniz.</li></ul>  <ul style="list-style-type: none"><li>➤ Servis el kitaplarında yazılmış olan arıza koduna ait yönergeyi bulunuz.</li></ul>  <ul style="list-style-type: none"><li>➤ Servis el kitabındaki talimatlara göre yönergeyi takip edip arızalı birime ulaşmak için söküm planı oluşturunuz.</li><li>➤ Montaj planını oluşturunuz.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Cihazlara yardımcı birim takarken bağlantı elemanlarının zarar görmemesine özen gösteriniz.</li></ul>  <ul style="list-style-type: none"><li>➤ Servis el kitaplarındaki montaj şemalarından söküm planı oluştururken faydalanabilirsiniz.</li></ul> 

## KONTROL LİSTESİ

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

Değerlendirme Ölçütleri		Evet	Hayır
1.	Cihaza ilgili hata okuyucu birimleri bağladınız mı?		
2.	Hata okuyucu birimlerden hata kodunu okuyup kaydettiniz mi?		
3.	Servis el kitaplarında yazılmış olan arıza koduna ait yönergeyi buldunuz mu?		
4.	Arızalı birime ulaşmak için sökülme planı oluşturduğunuz mu?		
5.	Montaj planını oluşturduğunuz mu?		

## DEĞERLENDİRME

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

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

1. Arıza kodları, bir sistem içinde sistemde meydana gelen bir olumsuzluk nedeniyle sistemin çalışma düzeninin bozulmasına bağlı olarak .....uyarı mesajlarıdır.
2. Biyomedikal cihazlarda hata uyarılarını ..... uyarı olarak alabiliriz.

Aşağıdaki boşlukları doldurunuz.

3. Biyomedikal cihazlarda kontrol amacıyla kullanılan bilgisayarlara gerekli yazılım destekleri yüklendiğinde yardım menüleri oluşmakta ve bu yardım menülerinde genel olarak
  - a. ....
  - b. ....
  - c. ....
  - d. ....
  - e. ....
  - f. ....
  - g. ....
  - h. .... bulunur.

## DEĞERLENDİRME

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

# ÖĞRENME FAALİYETİ-4

## AMAÇ

Bu öğrenme faaliyetini başarıyla tamamladığınızda servis el kitabına göre gerekli test ve ölçümleri yapabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- Biyomedikal bir cihaza ait servis el kitabından gerekli ölçüm ve testler konusunu inceleyerek bir rapor hâline getiriniz, raporunuzu arkadaşlarınızın raporlarıyla karşılaştırıp ortak noktaları bulunuz.

## 4. TEST VE ÖLÇÜMLER

Biyomedikal cihazlarda ölçüm ve test konusu oldukça önemli bir konudur. Bu konuyla ilgili olarak farklı modüllerde çeşitli ölçüm cihazları ve ölçme yöntemlerine değinilmiştir. Bu ölçümlerin hata kodlarıyla ilişkilerinin değerlendirilmesi bu öğrenme faaliyetinde yapılacaktır.

### 4.1. Biyomedikal Cihazlarda Test Cihazları

#### 4.1.1. Testler

Biyomedikal cihazlarda arıza giderilmesinde gerek güvenlik önlemlerinin alınmasına gerekse arıza tespitine yönelik bazı testler ve ölçümler yapılmalıdır. Biyomedikal cihaz ve sistemlerde kullanım alanına ve taşıdığı risk statüsüne göre servis elemanı gerek kendi güvenliği gerekse ortam güvenliği açısından önemli olan güvenlik testlerini mutlaka yapmalıdır. Bu testler elektriksel güvenlik testi, radyasyon ölçümü, gaz ölçümü gibi testleri içermektedir. Bu ölçümler sonucu gerekli olan güvenlik önlemlerini almalıdır.

Güvenlik testlerinin dışında arıza tespiti için gerekli mekanik ve elektriksel testler, arıza giderildikten sonra cihazın yazılı standartlara uygunluğunun belirlenmesi, doğrulanması, kullanımla ilgili şüphelerin giderilmesi ve istenilen özelliklerde çalışıp çalışmadığının kontrolü için performans ve kalibrasyon testleri yapılmalıdır. Bu testler yapılırken farklı amaçlı test cihazları ve simülatörler kullanılmaktadır.

Test ve kalibrasyon cihazlarına örnek olarak aşağıdaki cihazları gösterebiliriz.

- Elektrik güvenliği test cihazı
- EKG simülatörü
- Defibrilatör test cihazı
- Takometre
- Ultrasonik güçölçer
- Basınç-sıcaklıkölçer
- Frekans sayacı
- Sayısal entegre test cihazı
- Analog entegre test cihazı
- Eprom programlayıcı
- Dijital avometre
- Osilaskop
- Toprak direnci ölçüm cihazı
- Yüksek gerilim ölçme probu
- Anemometre
- Anestezik gaz konsantrasyon cihazı
- Fototerapi ışık güçölçer
- Ventilator test cihazı
- Lüksmetre
- Sensitometre-Densitometre
- LCR metre

		
<b>Anemometre</b>	<b>Basınçölçer</b>	<b>EKG simülatorü</b>
		
<b>Kaçak akım test cihazı</b>	<b>LCR metre</b>	<b>Takometre</b>
		
<b>Topraklama direnci test cihazı</b>	<b>Ultrasonik güçölçer</b>	<b>Yüksek gerilim probu</b>

**Tablo 4.1: Farklı amaçlar için kullanılan test cihazları**

Biyomedikal cihazlarda alınan hata kodlarından bazıları ortamdaki ortam koşullarının uygun olmamasından kaynaklıdır. Servis el kitaplarına kullanım kılavuzuna bakarak alınan hata kodlarının ortamdaki ortama kaynaklanıp kaynaklanmadığı denetlenmelidir.

## 4.2. Biyomedikal Cihazlarda Kimyasal Ölçümler

Biyomedikal cihazlarda veya farklı ortamlarda karşılaşılabilecek kimyasal madde sınıflandırması Resmî Gazete'nin 11 Temmuz 1993 tarih ve 21634 sayılı TEHLİKELİ KİMYASALLAR YÖNETMELİĞİ'nde yapılmıştır. Genel olarak kimyasal maddeleri aşağıdaki gibi sınıflandırabiliriz.

- Patlayıcı madde
- Oksitleyici madde
- Çok kolay alevlenir madde
- Kolay alevlenir madde
- Alevlenir madde
- Çok toksik madde
- Toksik madde
- Zararlı madde
- Aşındırıcı madde
- Tahriş edici madde
- Alerjik madde
- Kanserojen madde
- Mutajen madde
- Üreme için toksik madde
- Çevre için tehlikeli madde

“**Tıbbi Cihazlarla Güvenli Çalışma**” modülümüzde bu kimyasallara karşı nasıl davranmamız gerektiği detaylı bir şekilde anlatılmaktadır. Ancak bu öğrenme faaliyetinde öncelikle ortamdaki kimyasalların cihazda yaratacağı tepki dikkate alınmalıdır. Biyomedikal cihazların bulunduğu ortamlarda kullanılacak kimyasal maddelerin cihazlarda ne tür bir reaksiyona neden olacağını önceden kestirilmesi gerekir.

Cihaz yapısına göre kullanılacak kimyasalın gerekliliği ve mevcut kimyasal maddelerin miktarının da ölçülmesi gereken durumlar olabilir. Bu durumda gerek cihaz üzerindeki ölçüm cihazlarıyla gerekse haricî ölçüm cihazlarıyla kimyasal ölçümler yapılabilir.

Yapılan ölçümlerin sınıflandırılması

- İnorganik ölçümler
- Organik ölçümler
- Klasik ölçümler
- Gaz ölçümleri

Özellikle ileri teknoloji kullanan cihazlarda kimyasal ölçümlerle ilgili bir sorunla karşılaşıldığında cihaz monitörlerinden ya da uyarı ekranlarından gelen hata kodlarıyla servis el kitaplarındaki hata kod tabloları karşılaştırılarak yetki dâhilindeki hataların giderilmesi sağlanır.



### 4.3. Biyomedikal Cihazlarda Fiziksel Ölçümler

Biyomedikal cihazların buldukları ortamların fiziksel büyüklüklerinin cihaza etkileri konuları önceki modüllerimizde geniş bir şekilde yer almıştı bu öğrenme faaliyetinde bu fiziksel etkilerin cihazdan hata kodu olarak bize dönmesi konusuna değinelim.

Fiziksel büyüklükler:

- Sıcaklık ölçümü
- Nem ölçümü
- Titreşim ölçümü
- Partikül (parçacık) ölçümü
- Işık seviye ölçümü
- Ses seviye ölçümü
- Eğim hesabı ve ölçümü
- İş, enerji ve güç ölçümü
- Süre, hız ve devir ölçümü
- Elektromanyetik akı ve alan ölçümü
- Buhar ve gaz basıncı ölçümü
- Renk konsantrasyon ölçümleri
- Gerilim ölçümleri
- Frekans ölçümleri
- Radyoaktivite ölçümleri
- Pil batarya ölçümleri
- Vakum (emme basıncı) ölçümler
- Hava basıncı ölçümleri

Cihazların çeşitlerine ve bu büyüklüklerin cihaza etkilerine göre cihazdan bu fiziksel değişkenlere göre hata kodu almak mümkündür. Basit bir örnek vermek gerekirse basitten karmaşığa hemen hemen her cihazın şebeke gerilimini kontrol etme ya da bataryadan (pillerle) beslenen cihazlarda ise düşük batarya göstergesi bulunur. Bu gösterge sesli, sembollerle ya da ekran monitör içeren cihazlarda hata kodunun yazılması şeklinde gerçekleşebilir.

### 4.4. Rutin Test ve Ölçümler

Bazı hassas cihazların ya da kalibrasyon ortamlarının ideal çalışma değerlerinde işletilmesi gerekmektedir. Bu sebeple ortam değerlerinin ideal nitelikte olup olmadığının denetlenmesi için yapılan ve periyodik olarak yapılıp kaydedilmesi gereken test ve ölçümlerdir.

#### 4.4.1. Self Testler

İleri teknoloji ürünü olan biyomedikal cihazlar ilk açılış konumlarında kendi kendilerini kontrol eder. Bu kontrol işlemine **self test** denir. Bu cihazlar kendi ürettikleri referans işaret ya da sinyalleri okuyarak karşılaştırma yapar, bu karşılaştırma sonrası eğer

---

ölçümler kabul sınır değerleri arasında yer alıyorsa sistemin kullanıma hazır olduğunu kullanıcıya bildirir. Aksi takdirde bu işlem sonucu hata mesajı vererek kullanıcıyı uyarır.

Bu kontrol işlemine varsa cihazın kullandığı sarf malzemeler ya da yardımcı aygıtların hazır olup olmadığı da dâhil edilir. Günümüz cihazlarında self testlerle çok daha fazla bilgiye ulaşma imkânı sağlanmaktadır (cihazın ne kadar süreyle çalışabileceği, bataryaların ne kadar süre daha kullanılabilirliği, kullanılan sarf malzemesinin ne kadar sonra tükenebileceği gibi).

Hatta bu self testler bazı arızaların (özellikle yazılım kaynaklı) giderilmesi için yeterli olmaktadır. Hata mesajı veren bir cihazın açılıp kapatılması sonrasındaki self testler sistemin işler hâle gelmesine yeterli olabilmektedir.

## UYGULAMA FAALİYETİ

- Biyomedikal bir cihazın ilk açılış, hata kodu sonrası, onarım sonrası ve bakım sonrası prosedürlerini inceleyerek direktiflere bağlı test ve ölçümleri yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Servis el kitaplarından rutin test ve ölçüm konularını içeren bölümü bulunuz.</li><li>➤ Cihazın ilk açılış direktiflerini kontrol ediniz. Direktiflere uygun olarak test ve ölçümleri yapınız.</li><li>➤ Cihazın hata kodu sonrası direktiflerini kontrol ediniz. Direktiflere uygun olarak test ve ölçümleri yapınız.</li><li>➤ Cihazın onarım sonrası direktiflerini kontrol ediniz. Direktiflere uygun olarak test ve ölçümleri yapınız.</li><li>➤ Cihaz bakım sonrası direktiflerini kontrol ediniz. Direktiflere uygun olarak test ve ölçümleri yapınız.</li><li>➤ Sonuçlarınızı bir rapor hâline getiriniz.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Servis el kitabı kullanımlarında “<b>İngilizce Servis Dokümanları</b>” modülünden faydalanabilirsiniz.</li><li>➤ Gerekli test ve ölçümleri yaparken ölçüm kurallarına dikkat ediniz.</li></ul>

## KONTROL LİSTESİ

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

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Cihazın ilk açılış direktiflerine uygun olarak test ve ölçümleri yaptınız mı?		
2. Cihazın hata kodu sonrası direktiflerine uygun olarak test ve ölçümleri yaptınız mı?		
3. Cihazın onarım sonrası direktiflerine uygun olarak test ve ölçümleri yaptınız mı?		
4. Cihaz bakım sonrası direktiflerine uygun olarak test ve ölçümleri yaptınız mı?		
5. Sonuçlarınızı bir rapor hâline getirdiniz mi?		

## DEĞERLENDİRME

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

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

1. Biyomedikal cihazlar ilk açılış konumlarında kendi kendilerini kontrol eder. Bu kontrol işlemine .....denir.
2. Yapılan kimyasal ölçümlerin sınıflandırılması .....  
..... şeklinde yapılabilir.
3. Biyomedikal cihaz ve ortamlarda yapılan fiziksel büyüklük ölçümlerinden 8 tanesini yazınız.
  - a. ....
  - b. ....
  - c. ....
  - d. ....
  - e. ....
  - f. ....
  - g. ....
  - h. ....

## DEĞERLENDİRME

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

# ÖĞRENME FAALİYETİ-5

## AMAÇ

Bu öğrenme faaliyetini başarıyla tamamladığınızda modifikasyon ve güncelleme yapabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- Biyomedikal cihazlarda modifikasyon nedir? Araştırıp rapor hâlinde hazırlayınız ve hazırladığınız raporu arkadaşlarınızla tartışınız.
- Araştırma ortamı olarak internet ve kütüphaneleri kullanabilirsiniz.

## 5. MODİFİKASYON VE GÜNCELLEME

Biyomedikal cihazlarla çalışırken zaman zaman cihazdan daha yüksek verim almak için farklı düzenlemeler yapılması gerekebilir. Ancak bu düzenlemeler yetkili kişiler tarafından belli yönergelere uyularak sadece izin verilen şekilde yapılmalıdır. Bu düzenleme cihazın donanım kısmına yapılabileceği gibi bilgisayar veya mikroişlemci, mikrodenetleyici kontrollü cihazlarda yazılım düzenlemesi olarak da gerçekleşebilir.

### 5.1. Modifikasyon Tanımı

Cihazların donanımlarına veya yazılımlarına yapılan değişikliklerle performanslarının artırılması işlemine **modifikasyon** denir. Bu konunun detayı aşağıda açıklanacaktır.

### 5.2. Modifikasyonun Gerekliği

Kullanılan cihazların bakım onarım işlemleri sırasında ortaya cihazın modifiye edilme zorunluluğu ortaya çıkabilir. Modifiye işleminin zaman geçirilmeden yapılması sonradan meydana gelebilecek problemlerin de önüne geçilebilmesini sağlar. Bir cihazın veya sistemin modifiye edilmesi şu nedenlere bağlıdır:

- Cihazda sık sık oluşan arızaları önlemek
- Yeni gelişmeleri cihaza uyarlamak
- Karşılaşılan tehlikeleri önlemek
- Üretimi duran parçalardan oluşabilecek sorunları en aza indirmek
- Belirlenen imalat hatalarını ortadan kaldırmak

## 5.3. Donanım ve Uyarılama

**Uyarılama:** Sistemin kendisi veya çevresi dezavantajlı bir duruma dönüştüğünde, kaybettiği verimliliğin en azından bir kısmını yeniden kazanabilmek için sistemin, kendisi ve çevresini değiştirebilme kabiliyeti, uyarlanabilirliktir.

Uyarlanabilirlik tanımı dört tür uyarılama verir:

- **Dış-dış uyarılama:** Dış etkenlere bağlı olarak cihaz dışının uyarlanması (çevresel etkilere karşı çevrenin düzenlenmesi)dir.
- **Dış-iç uyarılama:** Dış etkenlere bağlı olarak cihaz yazılımlarının ya da kontrollerinin uyarlanması ( çevresel etkilere karşı cihazın düzenlenmesi)dir.
- **İç-iç uyarılama:** Cihaz yazılımları ile ilgili sorunların cihaz yazılımları ile giderilmesi uyarlaması (cihazın kendi üzerindeki etkilerine karşı cihazın düzenlenmesi)dir.
- **İç-dış uyarılama:** Cihazın kendisinden kaynaklı sorunları çevreyi düzenleyerek uyarılama (cihazın kendi üzerindeki etkilerine karşı çevresel etkilerin düzenlenmesi)dir.

### 5.3.1. Standart Dışı Cihazlar

Biyomedikal cihazlar beyan edilen amaç ve şartlara uygun olarak kullanıldığında ortaya çıkabilecek tehlikeler, hastaya sağladığı faydaya göre makul ve kabul edilebilir nitelikte olmalı ve cihazlar, hastanın güvenliği, klinik şartları, kullanıcı ve üçüncü kişilerin sağlığını ve güvenliğini bozmayacak ve yüksek seviyede koruyacak şekilde tasarlanmalı ve üretilmelidir. Bu üretimler yapılırken Türk standartlarına ve uluslararası standartlara uygunluğu sağlanmalıdır. Uygunluk değerlendirmeleri yapılabilir ve son yıllarda Avrupa Birliği standartlarında belirtilen CE uygunluk işaretine sahip olmalıdır.

Standartlara uygun olmayan biyomedikal cihazlar, teşhis ve tedavide yanlış uygulamalara neden olabileceği gibi güvenlik önlemlerindeki yetersizlikler ve yanlışlar nedeni ile de hem çalışanlar hem de hastalar için ciddi tehlikelere yol açabilir. Bu nedenle uygunluğu belirli kurumlarca onaylanmış cihazların kullanılmaması gerekmektedir. Bununla birlikte belirli dönemlerde yapılan kalibrasyon ve uygunluk testlerinin sonucunda standartlara uymayan, eski ve yıpranmış cihazlar kullanımdan kaldırılmalıdır.

### 5.3.2. Çalışma Alanının Düzenlenmesi

Biyomedikal cihazların meydana getirebileceği tehlikeleri önlemenin önemli bir yolu da çalışma alanlarının düzenlenmesidir. Biyomedikal cihaz ve sistemler kullanım alanına ve çalışma prensiplerine göre farklılıklar göstermektedir. Bu farklılık biyomedikal cihazların tehlikeleri için de söz konusudur. Bu nedenle üzerinde çalışılacak cihaz ve sistemle ilgili bilgi sahibi olmak, tehlikeleri ve insan sağlığı üzerindeki etkilerini değerlendirebilmek oldukça önemlidir.

Röntgen ve MR cihazları gibi birçok cihaz için özel çalışma koşulları gereklidir. Bu nedenle cihazlardan kaynaklı tehlikeleri önlemek için cihazlara özgü çalışma alanlarının düzenlenmesi gereklidir. Çalışılacak ortamla ilgili nem, sıcaklık, statik dayanım gibi fiziki koşulların standartlarda ve yönetmeliklerde belirtilen kurallar çerçevesinde oluşturulması gerekmektedir.

Her cihazın tehlike statülerine uygun koruyucu bariyerler ve uyarı ikaz işaretleri kullanılmalıdır.

Biyomedikal servis elemanları, cihazlara bakım-onarım ve kalibrasyon gibi nedenlerle müdahale etmek durumundadırlar. Bu müdahaleler, bazı cihazlarda cihazın bulunduğu ortamda yapılabileceği gibi bazı durumlarda da atölyelerde yapılabilmektedir. Bu nedenle servis elemanı müdahalede bulunduğu ortamı tehlikelere meydan vermeyecek şekilde düzenlemelidir. Bu düzenlemelerde müdahale edilen cihazın tehlike statüsüne göre çalışma ortamı ile ilgili aşağıdaki önlemleri almalıdır.

- Çalışma ortamına tehlike statüsüne göre uyarı ve ikaz işaretleri koymalıdır.
- Cihazın tehlike statüsüne ve yapılan işin niteliğine göre koruyucu teçhizat kullanmalıdır.
- Çalışma ortamından ilgisi olmayan kişiler uzaklaştırılmalıdır.
- Cihaz ve yan donanımları etrafından gereksiz malzemeler uzaklaştırılmalıdır.
- Çalışılan ortamın havalandırılması yeterli olmalıdır.
- Çalışılan ortamın aydınlatması uygun olmalıdır.
- Çalışılan ortam temiz ve düzenli tutulmalıdır.

## 5.4. Güncelleme

İşletim sistemlerinde olduğu gibi BIOS'lar da hata içerebilir. Eğer sisteminizdeki bir donanım ile çalışmayı reddediyorsa veya uyumsuzluk yapıyorsa bu sorunları ve hataları BIOS güncellemeleri ile gidermek mümkündür.

Kısacası BIOS güncellemesi, cihazınızın üreticisinin çıkardığı daha yeni BIOS sürümünü kullandığınız BIOS ile değiştirmektir.

Sistem sağlıklı çalışıyorsa ortada bir sorun yokken BIOS güncellemek pek mantıklı değildir. Ancak yeni özellikler gelmiş veya kritik sorunlar giderilmiş olabilir, o zaman da güncelleme yapılabilir.






Güncelleme işlemi, sadece sorunları gidermek için yapılan bir şey değildir. Bazı durumlarda yeni bir eklenti eklemeniz gerekebilir. Sisteminizin teorik olarak bu eklemeyi desteklediği ama eklenti taktığımızda, sistemin bu eklentiye yanlış algılandığı durumlarda da BIOS güncellemesi ile sistemin tam olarak desteklendiğini görürsünüz.

BIOS, genellikle sadece okunabilir bellek (ROM) üzerine yazılır. Ancak bilgisayar desteği ile çalışan sistemlerde kullanılan BIOS'lar EEROM üzerine yazılmıştır. Bu nedenle bu BIOS'lara güncelleme yapmak mümkündür.



## UYGULAMA FAALİYETİ

- Bilgisayarla kontrol edilebilen biyomedikal bir cihaza yazılım yükleyiniz.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Cihaz çevre birimlerini bağlayınız.</li></ul>  <ul style="list-style-type: none"><li>➤ Cihaz üzerindeki yazılımı kontrol ediniz.</li><li>➤ Yazılım yükleme elemanını seçiniz.</li></ul>  <ul style="list-style-type: none"><li>➤ Yazılımı direktiflere uygun olarak yükleyiniz.</li></ul>  <ul style="list-style-type: none"><li>➤ Yazılımın doğru çalışıp çalışmadığını denetleyiniz.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Servis el kitabından ilgili talimatları takip edebilirsiniz.</li></ul>  <ul style="list-style-type: none"><li>➤ Yazılım yükleme elemanını ve yazılım kaynağını seçerken mevcut donanım özelliklerini doğru belirleyiniz.</li></ul> 

## KONTROL LİSTESİ

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

Değerlendirme Ölçütleri		Evet	Hayır
1.	Cihaz çevre birimlerini bağladınız mı?		
2.	Cihaz üzerindeki yazılımı kontrol ettiniz mi?		
3.	Yazılım yükleme elemanını seçtiniz mi?		
4.	Yazılımı direktiflere uygun olarak yüklediniz mi?		
5.	Yazılımın doğru çalışıp çalışmadığını denetlediniz mi?		

## DEĞERLENDİRME

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

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

1. Cihazların donanımlarına veya yazılımlarına yapılan değişikliklerle performanslarının artırılması işlemine .....denir.
2. Sistemin kendisi veya çevresi dezavantajlı bir duruma dönüştüğünde kaybettiği verimliliğin en azından bir kısmını yeniden kazanabilmek için sistemin, kendisi ve çevresini değiştirebilme kabiliyeti,..... .
3. Yeni özellikler gelmiş veya kritik sorunları giderilmiş olan yazılımın yeniden yüklenmesi işlemine .....denir.

### DEĞERLENDİRME

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

# MODÜL DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları cevaplayarak bu modülde kazandığımız bilgileri ölçünüz.

1. Arıza kaynaklarını sınıflandırınız.
  - a. ....
  - b. ....
  - c. ....
  - d. ....
  - e. ....
  - f. ....
2. Cihazın dışından kaynaklı arızalar nelerdir?
  - a. ....
  - b. ....
  - c. ....
  - d. ....

3. Arıza bulmada altı temel adım nedir?

1.ADIM

.....

2.ADIM

.....

3.ADIM

.....

4.ADIM

.....

5.ADIM

.....

6.ADIM

.....

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

4. Arızaların muhtemel sebepleri ve çözüm yollarının belirtildiği üretici firma tarafından hazırlanan bilgi kartlarına .....denir.
5. Algoritmanın, görsel olarak simge ya da sembollerle ifade edilmiş şekline ..... adı verilir.
6. Biyomedikal cihazlarda kullanılan işletim sistemleri .....olarak yazılabilir.

7. Servis el kitaplarındaki yönergelere uyulmaması;  
.....
8. Biyomedikal cihazlarda en yaygın kullanılan hata okuma cihazları  
.....
9. İleri teknoloji ürünü olan biyomedikal cihazlar, ilk açılış konumlarında kendi kendilerini kontrol eder. Bu kontrol işlemine .....denir.
10. Cihazların donanımlarına veya yazılımlarına yapılan değişikliklerle performanslarının artırılması işlemine .....denir.

## DEĞERLENDİRME

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

# CEVAP ANAHTARLARI

## ÖĞRENME FALİYETİ-1'İN CEVAP ANAHTARI

1	Yanında Destek, Yakınında Destek, Yerel Destek, Uzaktan Destek
2	Delilleri Toplamaktır
3	a) Tasarım Hataları b) Malzeme Hataları c) Üretim Hataları d) Kalite Ve Son Kontrol Hataları e) Depolama Hataları f) Nakliye Hataları g) Montaj Hataları
4	a) Arızalı Bloku Onarma b) Arızalı Bloku Değişirme c) Arızalı Parçaları Orijinal Parça İle Değişirme d) Cihaza Bakım Yapma e) Kalibrasyon Ve Ayar Yapma f) Arızalı Parça İmal Etme g) Gevşeyen Parçaları Sıkma h) Yerinden Çıkan Parçaları Yerleştirmek i) Yıpranan Parçaları Değişirme j) Kullanılmayan Bir Diğer Parça İle Yer Değişirme

## ÖĞRENME FAALİYETİ-2'NİN CEVAP ANAHTARI

1	Doğru
2	Yanlış
3	Doğru
4	Doğru
5	Yanlış
6	Doğru
7	Yanlış

## ÖĞRENME FAALİYETİ-3'ÜN CEVAP ANAHTARI

1	Çıktı Birimlerinden Aldığımız
2	Sesli Uyarı, Işıklı Uyarı, Sembollerle Uyarı, Hata Kodlu
3	a. Kullanıcı El Kitabı b. Servis El Kitabı c. İnternet Ulaşım Bilgileri d. Telefon İletişim Bilgileri e. Online İletişim Bilgileri f. Sürüm Bilgileri g. Güncelleme Bilgileri h. Kullanıcı İstekleri

## ÖĞRENME FAALİYETİ-4'ÜN CEVAP ANAHTARI

1	Self Test
2	İnorganik Ölçümler, Organik Ölçümler, Klasik Ölçümler, Gaz Ölçümleri
3	a. Sıcaklık ölçümü b. Nem Ölçümü c. Titreşim Ölçümü d. Partikül (Parçacık) Ölçümü e. Işık Seviye Ölçümü f. Ses Seviye Ölçümü g. Eğim Hesabı Ve Ölçümü h. İş, Enerji Ve Güç Ölçümü i. Süre, Hız Ve Devir Ölçümü j. Elektromanyetik Akı Ve Alan Ölçümü k. Buhar Ve Gaz Basıncı Ölçümü l. Renk Konsantrasyon (YOĞUNLAŞMA) Ölçümleri m. Gerilim Ölçümleri n. Frekans Ölçümleri o. Radyoaktivite Ölçümleri p. Pil Batarya Ölçümleri q. Vakum (Emme Basıncı) Ölçümler r. Hava Basıncı Ölçümleri

## ÖĞRENME FAALİYETİ-5'İN CEVAP ANAHTARI

1	Modifikasyon
2	Uyarlanabilirliktir
3	Güncelleme

## MODÜL DEĞERLENDİRMENİN CEVAP ANAHTARI

1	a) Bulunulan Ortamın Etkileri b) Dış Şebeke Bağlantıları (Gaz, Elektrik, Sıvı Bağlantıları Vb.) c) Kullanıcı Hataları d) Cihazdan Kaynaklanan Sorunlar e) Kullanılan Sarf Malzemelerinden Kaynaklı Sorunlar f) Hastaların Neden Olduğu Hasarlar
2	a) Dış Ortamdan Kaynaklı Arızalar b) Kullanıcıdan Kaynaklı Arızalar c) Hasta Ve Yakınlarından Kaynaklanan Arızalar d) Altyapıdan Kaynaklı Arızalar
3	Delilleri Toplamak Delilleri Analiz Etmek Arıza Yerini Belirlemek Arıza Nedenini Gidermek Arızayı Tamir Etmek Sistemi Kontrol Etmek
4	Arıza Kartı
5	Akış Şemaları
6	Dos, Gnu/Linux, Mac Os Windows, Unix
7	Hem Cihaz Üreticilerinin Sunduğu Garanti Kapsamının Devre Dışı Olmasına Neden Olarak Maddi Kayıplar Hem De Hatalı Ölçme, Teşhis Ve Uygulamalara Neden Olarak Çok Daha Ciddi Sonuçlar



---

	<b>Doğurmaktadır.</b>
<b>8</b>	<b>Taşınabilir Nitelikteki Bilgisayarlardır.</b>
<b>9</b>	<b>Self Test</b>
<b>10</b>	<b>Modifikasyon</b>

## KAYNAKÇA

- HALAÇ Ertan, Osman EROĐUL, **Tıbbi Cihazlarda Arızacılık ve Hasta Güvenliği**
- KARAGÖZ İrfan, **Tıbbi Teknoloji Yönetimi**, Haberal Eğitim Vakfı, Ankara, 1998.
- <http://www.biyokam.gazi.edu.tr/>
- [www.tse.org.tr](http://www.tse.org.tr) (2006 ağustos)