

BMM123 Biyomedikal Mühendisliğine Giriş

Biyomedikal Cihaz Teknolojileri

Prof.Dr. Mutlu AVCI

Biyomedikal Cihazlarda Teknolojik Gelişim

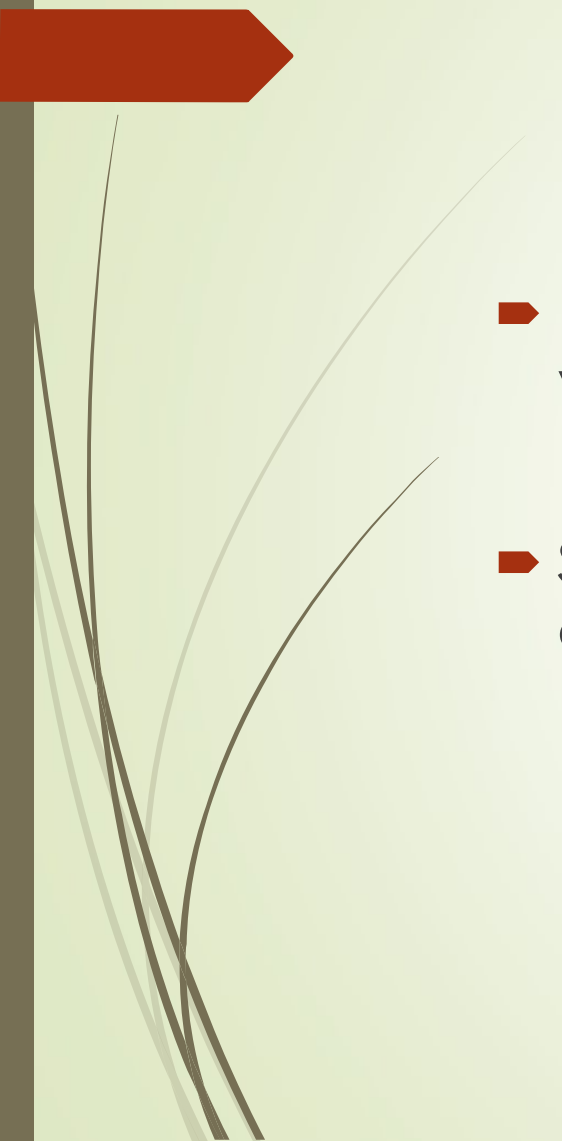
- 1895 yılında X ışınlarının bulunmasından sonra 20.yüzyılda, birçok alanda olduğu gibi tıp alanında da önemli gelişmeler olmuş, bunun sonucunda da tanı ve tedaviye yönelik hizmetlerin kalitesi büyük çapta artmıştır.
- 1950'li yıllarda gama kameralar,
- 1970'li yılların başında bilgisayarlı tomografi ve

.

- 
- 1980'li yıllarda manyetik rezonans cihazlarının tıp alanında kullanıma girmesi,
 - 1970'li yıllarda mikroişlemci teknolojisinin kullanılmaya başlaması, hastanelerde kullanılan cihazların nitelik ve niceliğinde değişimlere neden olmuştur

- 
- 
- Elektronik ve bilgisayar teknolojisindeki gelişmelerin sonucu olarak yüksek teknoloji ürünü tıbbi cihazlar sayı ve çeşit yönünden hızla çoğalmıştır.
 - Bu kısa süre içinde bilgisayarlı tomografi, manyetik rezonans, nükleer tıp ve ultrasonik görüntüleme sistemleri, renkli ultrasonik fiber endoskoplar, çeşitli tipte lazer cihazları ve daha birçok sağlık ile ilgili yeni teknolojiler ortaya çıkmıştır.

- 
- Tıbbi cihazların üretim maliyetlerinin düşmesi, ileri teknoloji ürünü tıbbi cihazların daha yaygın olarak kullanılmasını da beraberinde getirmiştir.
 - Teknolojik gelişim bu şekilde devam ettiği sürece tıbbi cihazların gelişimi de teknolojiye paralel olarak gelişmeye devam edecektir.
 - Teknolojik gelişimin yanı sıra ekonomik kararlar da sağlık alanında önemli araştırma ve yatırımların yapılmasına ortam hazırlamaktadır.

- 
- Biyomedikal cihazların gelişimini etkileyen birçok faktör vardır, bu gelişmelerin öncelikli sebebi ihtiyaçlardır.
 - Salgın hastalıklar, savaşlar tıp alanındaki gelişmelerin en önemli sebeplerindendir.

- 
- Biyomedikal teknolojisinin gelişimi, aslında oldukça eskilere dayanmaktadır.
 - 2000 yılında Alman arkeologların 3.000 yıllık bir mumyanın ayağında protez olduğu düşünülen tahtadan yapılmış bir baş parmak bulmuş olmaları da bunun bir göstergesidir.

- 
- Biyomedikal teknolojisinin gelişimi tıp alanındaki gelişmelere ve teknolojiye paraleldir.

Kronolojik olarak gelişim aşamaları:



1900 öncesi:

- Fransız Rene Laennec stetoskopu buldu.
- X-ışınları keşfedildi.
- İlk kan nakilleri geliştirildi.
- Solunumda oksijenin önemi anlaşıldı.
- İlk cerrahi antiseptik teknikler geliştirildi.
- İlk katarakt ameliyatları yapıldı.



1900-1920 arası:

- Kalple ilgili kateterizasyon teknikleri geliştirildi.
- Cerrahi dikiş tekniklerinde ilerlemeler ve damarlardan enjeksiyon gerçekleştirildi.
- William Eindhoven, EKG elektrokardiyografiyi geliştirdi.



1920'li yıllar:

- Dokular için dondurma ve çözme teknikleri geliştirildi.
- Drinker Respirator, yapay akciğer de denilen solunum cihazı geliştirildi.

1930'lu yıllar:

- Anestezi teknikleri geliştirildi.
- Kan bankaları kuruldu.



1940'lı yıllar:

- Kanda Rh faktörü keşfedildi.
- İlk başarılı böbrek ve deri transplantasyonları (organ nakli) yapıldı
- İlk başarılı böbrek ve deri transplantasyonları (organ nakli) yapıldı.



1950'li yıllar:

- Elektron mikroskobu kullanıldı.
- Nükleer tıpta gelişmeler oldu.
- Açık kalp ameliyatı ve pacemaker kullanımı gelişti.
- Kemik iliği transplantasyonu geliştirildi.
- DNA keşfedildi.
- Kalp-akciğer makinesi geliştirildi



1960'lı yıllar:

- Canlı insandan başarılı kalp, akciğer, karaciğer, pankreas nakilleri yapıldı.



1970'li yıllar:

- Kardiyoloji alanında ilerlemeler oldu.
- CT (bilgisayarlı tomografi) geliştirildi.
- MRI (manyetik rezonans görüntüleyici –EMAR) geliştirildi.
- Kolesterol ve kalp hastalıkları arasındaki bağlantı ortaya çıkarıldı.



1980'den günümüze :

- Gen haritası çıkarıldı.
- İntravascular oksijeneratörü geliştirildi.
- Görsel insan projesi hayata geçirildi.
- İleri organ nakil teknikleri geliştirildi.
- Elektrocerrahi teknikleri ve lazer teknolojileri geliştirildi.

- 
- Görüldüğü gibi gerek tıp alanında gerek teknolojiye gerekse biyomedikal alanındaki gelişimin önemli safhaları son yüzyıl içinde gerçekleşmiştir.
 - Günümüzde bilimsel gelişmelerin teknolojiye dönüşmesi ve farklı disiplinlere uygulanması çok kısa sürede gerçekleşmektedir.
 - Yakın gelecekte hastaların uzaktan muayene edilmelerine, uzaktan ameliyatlara, vücut içinde dolaşan nano robotlara, yeni ilaçlara ve tedavi yöntemlerine başlanacaktır.

Biyomedikal Cihazlarda Sınıflandırma

- T.C Sağlık Bakanlığının 13.03.2002 tarih ve 24694 sayılı Resmî Gazetede yayımlanan Tıbbi Cihaz Yönetmeliği, tıbbi cihazlarla ilgili bir dizi tanım ve sınıflandırmaya ilişkin kuralları içermektedir. Bu yönetmeliğin EK.IX bölümünde yer alan sınıflandırma kısaca aşağıdaki şekilde ele alınmaktadır.

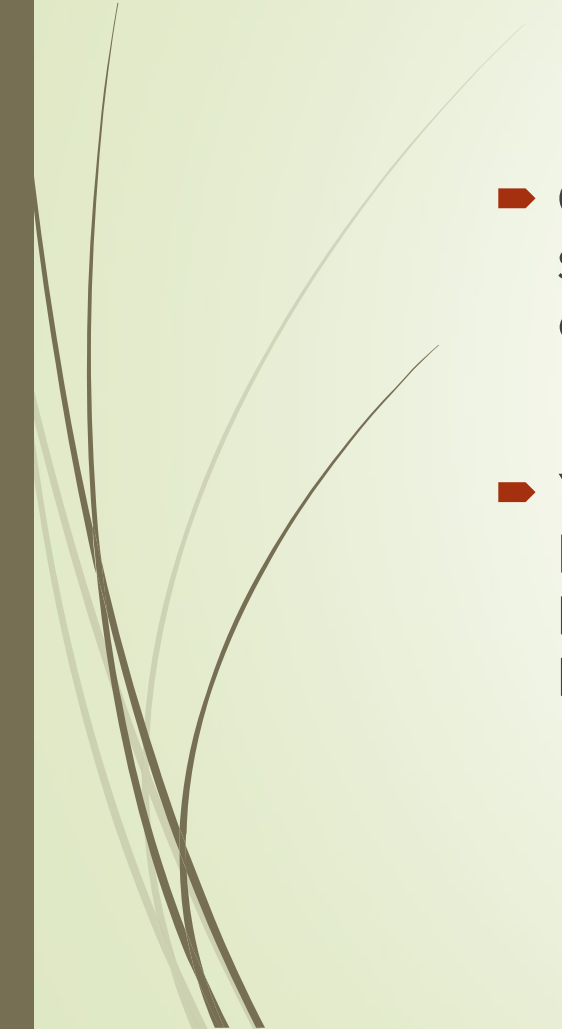


Süre Esasına Göre Cihazlar

- **Geçici süreli:** Normalde 60 dakikadan az bir sürede ve devamlı kullanılması amaçlanan cihazlar.
- **Kısa süreli:** Normalde 30 günden az ve sürekli kullanılması amaçlanan cihazlar.
- **Uzun süreli:** Normalde 30 günden fazla ve sürekli kullanılması amaçlanan cihazlar.

İnvaziv Cihazlar

- Bu cihazlar, vücut açıklığından veya vücut yüzeyini geçerek vücudun iç kısmına kısmen veya tamamen yerleştirilen cihazlardır.
- **Vücut açıklığı:** Göz yuvasının dış yüzeyini de içeren vücuttaki herhangi bir doğal açıklık veya kalıcı olarak açılmış yapay açıklıktır.

- 
- 
- **Cerrahi invaziv cihaz:** Bu tip cihazlar, bir cerrahi müdahale sonucu vücut yüzeyini geçerek vücudun iç kısmına yerleştirilen cihazlardır.
 - Yönetmelik'in amacına uygun olarak tanımlanan ve yukarıda belirtilen cihazlardan ayrı olarak vücudun mevcut girişleri haricindeki bir yere cerrahi operasyonla yerleştirilerek kullanılan cihazlar da cerrahi invaziv cihazlar olarak tanımlanır.

- 
- 
- **İmplant cihazlar:** Cerrahi müdahale ile bütünüyle insan vücuduna, göz yüzeyine veya deri yüzeyine yerleştirilen ve yerleştirme işleminden sonra yerinde kalan cihazlardır.
 - İnsan vücuduna cerrahi operasyonla kısmen takılan ve işleminden sonra en az 30 gün yerinde kalması öngörülen cihazlar da implant cihazlar olarak tanımlanır.

Tekrar Kullanılabilir Cerrahi Aletler

- Bunlar hiçbir aktif tıbbi cihaz ile bağlantısı olmaksızın kesme, delme, dikme, birleştirme, sıkma, çekme, tutturma veya benzeri cerrahi işlemleri yapmak için kullanılan ve bu işlemler tamamlandıktan sonra tekrar kullanılabilen tıbbi cihazlardır.



Aktif Tıbbi Cihazlar

- Bunlar, insan vücudunun doğal olarak oluşturduğu enerji haricinde herhangi bir elektrik enerjisi veya güç kaynağıyla ve bu enerjinin dönüşümüyle çalışan cihazlardır.
- Tıbbi cihaz ile hasta arasında enerjinin, maddelerin ve diğer elementlerin, belirli bir değişime yol açmaksızın geçişini sağlayan cihazlar ise aktif tıbbi cihaz sayılmaz.



Aktif Tedavi Edici Cihazlar

- Bunlar; bir hastalığın, yaranın veya sağlığı bozan faktörlerin etkisini azaltmak veya tedavisini gerçekleştirmek üzere tek başına veya diğer tıbbi cihazlarla birlikte biyolojik yapıları veya fonksiyonları destekleyen, değiştiren, yenileyen veya yeniden düzenleyen cihazlardır.

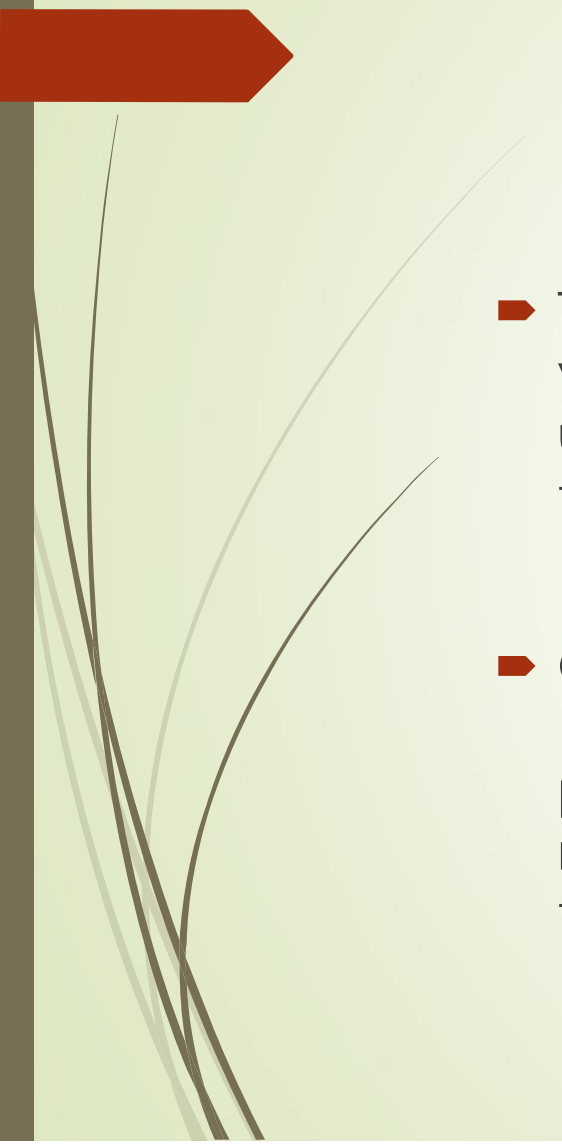
Teşhis Amaçlı Aktif Cihazlar

- Bunlar; hastalık veya doğuştan gelen şekil bozuklukları, sağlık durumunu ve fizyolojik fonksiyonları tanımlama, teşhis, izleme ve tedavi etmek amacıyla bilgi sağlamak için tek başına veya başka tıbbi cihazlarla bileşik olarak kullanılan aktif tıbbi cihazlardır.



Evrensel Tıbbi Cihaz Terminolojisi - GMDN

- Önceki yapılan sınıflandırmanın dışında uluslararası kabul görmüş bir sınıflandırma standardı olan GMDN Global Medical Device Nomenclature (GMDN) (Evrensel Tıbbi Cihaz Terminolojisi) tıbbi cihazların doğru tanımlanması ve kataloglanması için terimler listesidir.
- Özellikle de insanlardaki yaralanma veya hastalıkların teşhisi, tedavisi, izlenmesi, önlenmesi veya yatıştırılması için gerekli olan ürünlerde kullanılmaktadır.

- 
- Tüm dünyadaki tıbbi cihaz uzmanları (imalatçılar, sağlık yöneticileri ve yasa koyucular) GMDN'yi yaklaşık 4 yıl süren uluslararası müzakereler ve görüşmeler sonucunda toparlamışlardır.
 - GMDN'nin kullanımını kolaylaştıran yaklaşık 7.000 terim artı 10.000'den fazla eş anlamlı sözcük içermektedir. GMDN piyasaya sürülen bütün tıbbi cihazların sınıflandırmasına müsaade eden üç Avrupa Direktifinde (talimatında) tanımlandığı gibi bir sınıflandırma sistemidir.

- 
- 
- Hâlen GMDN tüm bu ürünleri kapsayan 12 mevcut, 8 boş yedek toplam 20 kategoriye ayrılmıştır.
 - Bu sınıflandırma sistemine yeni ürün alanlarının dâhil edilmesi gerektiğinde, yeni bir sınıflandırma kodu tahsis edilir ve o kategori geliştirilmiş olur.
 - Sistemin sonraki hiyerarşi seviyesi —Jenerik Cihaz Grubudur ki bu da gerçek terminoloji (nomenclature) seviyesi veya isimlendirme seviyesidir.

GMDN KATEGORİ KODU	KATEGORİ ADI
1	Aktif İmplantasyon Aletleri
2	Anestezi ve Solunum Aletleri
3	Dişçilik Aletleri
4	Elektromekanik Tıbbi Cihazlar ve Aletler
5	Hastane Donanımı
6	In Vitro Teşhis Aletleri (Ivd)
7	Aktif Olmayan İmplantasyon Aletleri
8	Göz ve Optik Aletler
9	Yeniden Kullanılabilen Aletler
10	Tek Kullanımlık Aletler
11	Özürlü Kişiler İçin Teknik Yardım Sağlayan Aletler
12	Teşhis ve Tedavi İçin Kullanılan Radyasyon Aletleri
13-20	Yedek olarak ayrılmıştır - Boş

- 
- Bu sistem, Uluslararası Standartlar Kuruluşunun katkı ve kabulüyle ve Avrupa Komisyonunca desteklenmiş proje kapsamında Avrupa Standartları birimi CEN tarafından geliştirilmiştir.
 - Avrupa Ekonomik Alanı içinde tıbbi cihazların resmi olarak sınıflandırıldığı tek terminoloji sistemi olup dünyadaki pek çok ulus tarafından kullanılmaktadır.

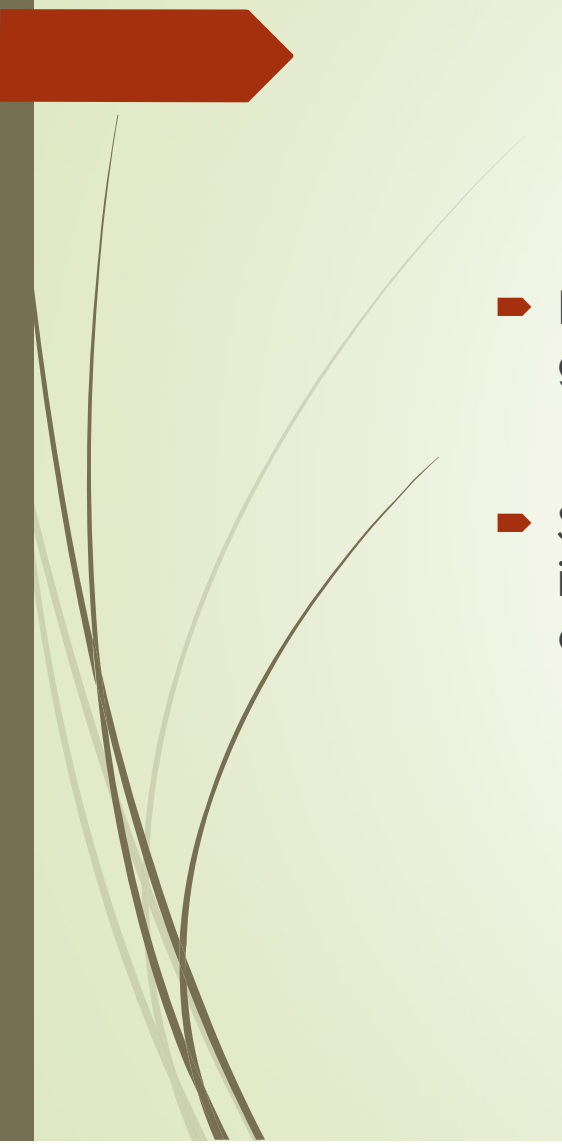
- 
- GMDN adlandırma sisteminin ülkemizde etkin kullanımı için T.C. Sağlık Bakanlığı tarafından Türkçeye çevrilmiştir.
 - Bu standardın kullanımı ve ülkemizde üretilen tıbbi cihazların sınıflandırılması için uyumlaştırma çalışmaları devam etmektedir.
 - GMDN kodlama sistemi 3 seviyeden oluşan bir kodlama mekanizması içermektedir.

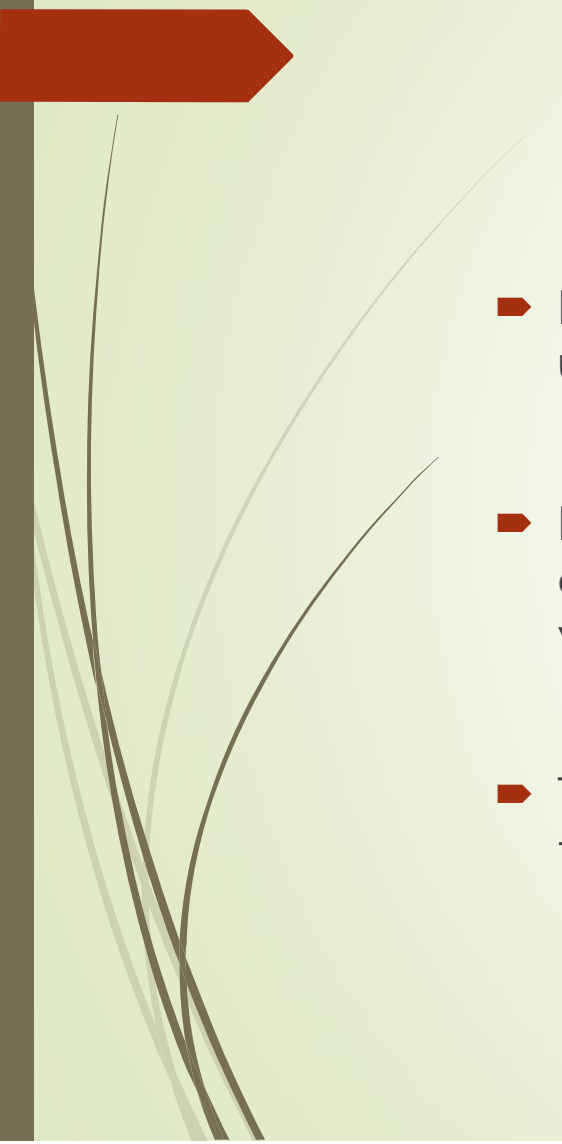
- 
- Buna göre bir cihaz için cihazın dâhil olduğu GMDN kategori kodu, cihazın GMDN bölüm kodu ve cihazın GMDN kodu bulunmaktadır.
 - Türkçeye çevrilen GMDN kategori adları ve bazı cihazlara ilişkin kodlama örnekleri aşağıda verilmiştir

GMDN Kategor i Kodu	GMDN Bölüm Kodu	GMDN Cihaz Kodu	Türkçe Terim	Açıklama
1	1	35852	Defibrilatör implante edilebilir, otomatik	Hastanın elektrokardiyogramının (EKG) izlenmesi için hastanın içine implante edilen bir cihazdır. Bir taşikardi bulgulandığında kalp ritmini aşağıya normal hıza çekmek için cihaz kalp kasına bir defibrilatör vurusu yollar.
2	5	11746	Akış ölçer	Gazın bir solunum devresinden verildiği bir anestezi sistemi taze gaz kaynağından gelen anestetik gazların, oksijenin, nitröz oksidin ya da havanın akım hızının ölçülmesi için kullanılan bir araçtır.
3	65	38590	Üste takma diş	Takma dişlerin tabanı kısmen mukoza ve kısmen de kronlara yaslandığında kök başlarını, kalan diğer dişleri ya da diş köklerini örttüğünde kayıp ve kalan dişler için çıkarılabilir bir yapay parçadır.
11	88	31152	Motorlu ve görevli personel kontrolünde tekerlekli sandalye	Tekerlekli sandalyedir.
12	9	40852	Bilgisayar, nükleer tıp sistemi, SPECT	Özel olarak tek foton emisyonlu bilgisayarlı tomografi dedektör sistemi düzenlemesinin çalışmasını kontrol etmek ve izlemek için kullanılan özel bir ana çatı bilgisayar, kişisel bilgisayar (PC) veya PC temelli platform ve bağlantılı donanım, bellenim ve iş

Kullanım Alanına Göre Tıbbi Cihazlar

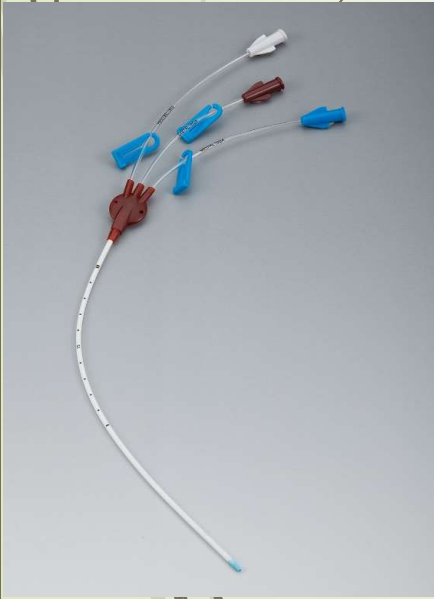
- Tıp veya tıbbi cihazlardan bahsedildiğinde ilk akla gelen sağlık hizmetlerinin verildiği yer olan hastanelerdir.
- Hastaneler tıbbi hizmetlerin bir bütün olarak sunulduğu ortamlardır.
- Doğal olarak bu hizmetlerin sunulabilmesi için organize bir yapıya, çeşitli bina, araç gereç, teçhizat ve personele ihtiyaç vardır.

- 
- Hastaneler doğası gereği farklı meslek alanlarından oluşan çalışan gruplarının hizmet ürettikleri kuruluşlardır.
 - Sağlık hizmetlerinin karmaşık yapıları nedeniyle bu organizasyonlar içinde yer alan hizmet birimleri, meslek elemanları, kullanılan cihazlar çeşitlilik gösterir.

- 
- Bu karmaşık yapı nedeniyle bazı hastanelerin ve klinik hizmetlerin uzmanlaşma yoluna gittikleri de sık karşılaşılan durumlardır.
 - Bunun yanında özel laboratuvarlar, görüntüleme merkezleri, klinikler, diyaliz merkezleri, rehabilitasyon merkezleri sağlık alanında hizmet veren çeşitli sağlık kuruluşları da bulunmaktadır.
 - Tüm bu ortamlarda da çeşitli sağlık hizmetlerinin görülmesine yönelik teşhis, tedavi ve yaşam destek cihazları kullanılmaktadır.

Tıbbi Görüntüleme Sistemleri

- İnsan bedeni, büyük bir bölümü su olmak üzere kemikler, gazlar ve çeşitli minerallerden meydana gelmiştir.
- Vücudun iç yapısını görüntüleme çalışmaları 1885 yılında William K. Roentgen'in X-ışınlarını keşfetmesine kadar uzanır.
- Tıbbi görüntüleme amacıyla damar içine kateter yerleştirmekten ağız yoluyla alınan boya maddelerine, radyoaktif madde enjekte etmekten ultrasona kadar çok çeşitli teknikler kullanılmıştır.



- 
- 1950'li yıllardan itibaren hızla gelişen tıbbi görüntüleme teknikleri 1970'li yıllarda bilgisayarlı tomografinin uygulama alanına girmesiyle en üst noktalarına ulaşmıştır.
 - Günümüzde nükleer manyetik rezonans gibi yeni görüntüleme tekniklerinin de kullanılması sonucu bu alandaki teknolojik gelişmeler büyük bir hız kazanmıştır.
 - Klinik amaçlarla kullanılan tıbbi görüntüleme sistemleri 5 temel tekniğe dayanmaktadır.

- 
- İnsan vücudundan geçirilen X-ışınlarının ölçülmesi yöntemi
 - Gönderilen ultrason dalgalarının çeşitli dokulardan yansıyarak dönmesi ve ölçülmesi yöntemi
 - Damara enjekte edilen radyoaktif maddelerden yayılan gama ışınlarının ölçülmesi yöntemi
 - Vücuttaki hidrojen atomlarının yüksek manyetik alana maruz bırakılması esasına dayanan nükleer magnetik rezonans yöntemi
 - Termal görüntüleme teknikleri

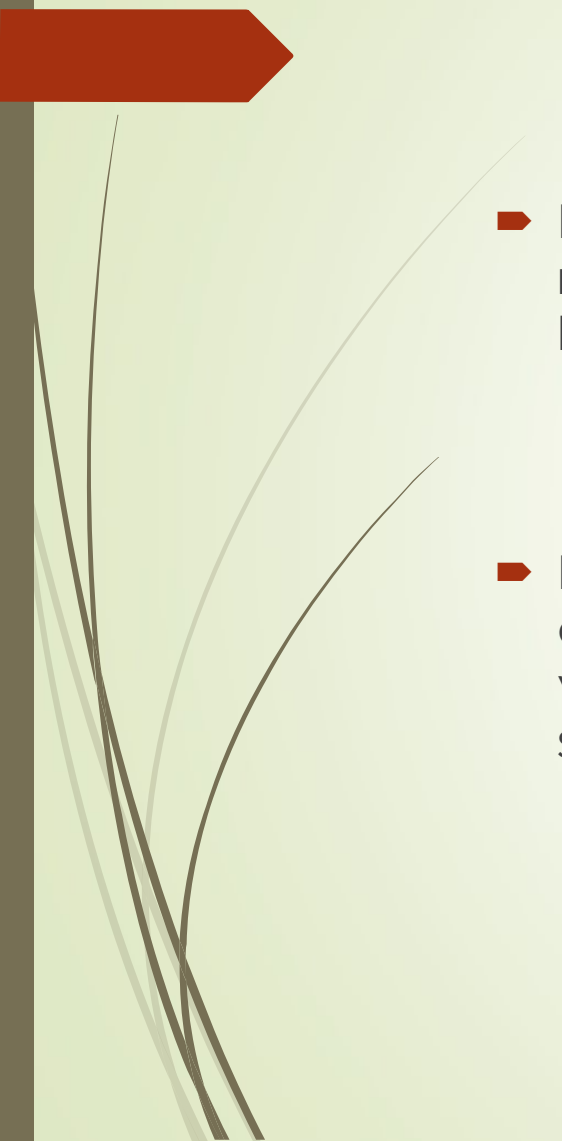


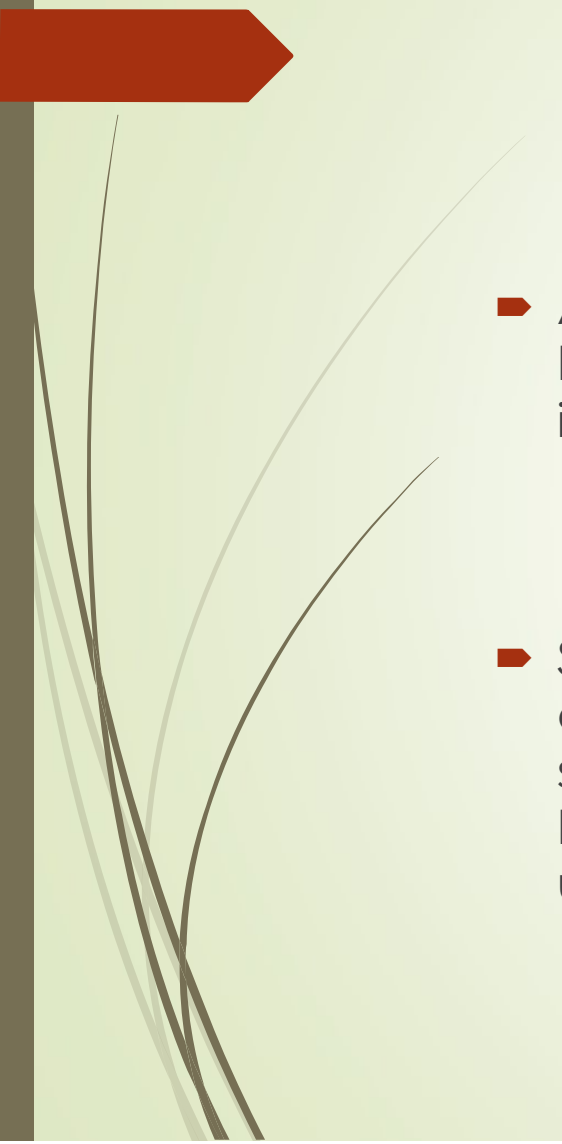
Modern bir MRI odası

Röntgen Cihazları

- Röntgen, kemiklerdeki ve göğüs dokusu gibi bazı vücut dokularındaki anormallikleri göstermek için 1895 yılından beri kullanılan bir görüntüleme tekniğidir.



- 
- Radyolojik tanıda kullanılan en geleneksel yöntem olan röntgen, X ışınları kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Bu geleneksel yönetimin son halini sayısal (dijital) tekniklerle çalışan cihazlar oluşturmaktadır.
 - Röntgen cihazları X-ışınlarının vücuttaki dokulardan geçerken dokunun özelliğine göre enerjisini kaybetmesi prensibine göre çalışır ve dokunun film üzerinde değişik gri tonlarda görüntülenmesini sağlar.

- 
- Analog röntgen cihazları, görüntüleri video bilgisi olarak fotoğraf baskısına benzer bir yöntemle film üzerine kaydeder. Filmler banyo işleminden sonra incelenebilir hâle gelir.
 - Sayısal röntgenlerde görüntü bilgisi sayısallaştırılarak bilgisayar ortamında saklanabilir. Sayısal görüntüler PACS sistemlerinde saklanarak hastane içindeki farklı departmanlarda bulunan bilgisayarlar aracılığıyla kolayca incelenebilir hatta uluslararası uzmanlara iletilerek konsültasyon yapılabilir.



Röntgen cihazı

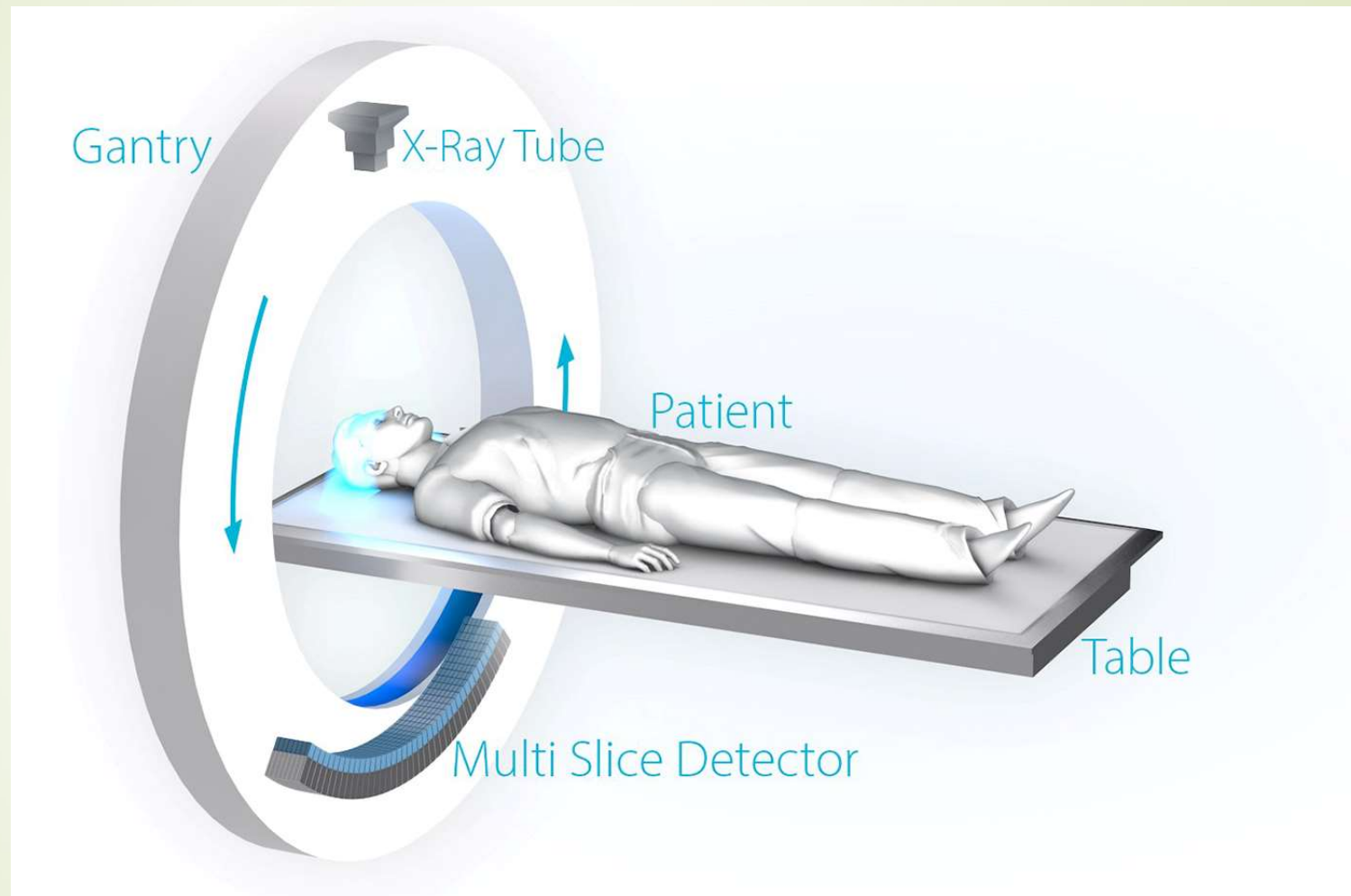
Bilgisayarlı Tomografi Sistemi

- Bilgisayarlı tomografi x-ışını (röntgen) kullanılarak vücudun istenen bir bölgesinin kesitsel görüntüsünü oluşturmaya yönelik radyolojik teşhis yöntemidir.



BT(CT) Bilgisayarlı tomografi cihazı

- 
- İnceleme sırasında hasta, bilgisayarlı tomografi cihazının masasında hareket etmeden yatar. Masa elle ya da uzaktan kumanda ile cihazın "gantry" adı verilen açıklığına sokulur.
 - Cihaz bir bilgisayara bağlıdır. X-ışını kaynağı incelenecek hasta etrafında 360 derecelik bir dönüş hareketi gerçekleştirirken "gantry" boyunca dizilmiş dedektörler tarafından x-ışını demetinin vücudu geçen kısmı saptanarak elde edilen veriler bir bilgisayar tarafından işlenir.

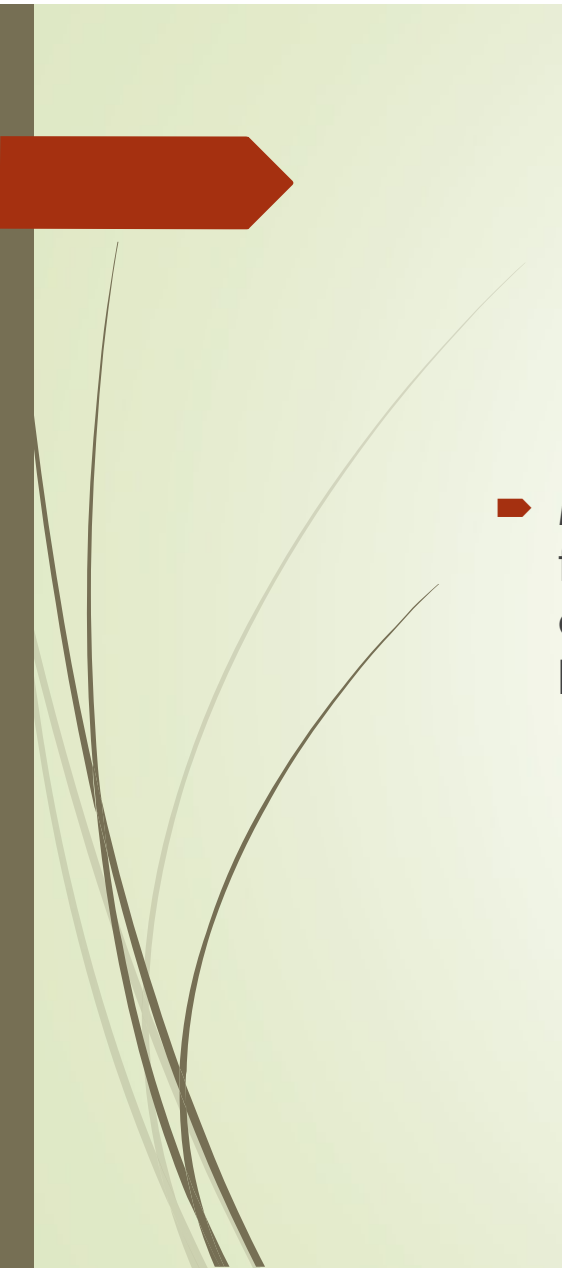


- 
- Sonuçta dokuların birbiri ardı sıra kesitsel görüntüleri oluşturulur.
 - Oluşturulan görüntüler, bilgisayar ekranından izlenebilir.
 - Görüntüler bilgisayar tarafından işleme tabi tutularak birbirine dik eksenlerde yeniden yapılandırılmış görüntüler elde edilebilir. Bu görüntülerin de yardımıyla 3 boyutlu görüntüler oluşturulabilir.

Manyetik Rezonans Görüntüleme Sistemi



EMAR (MRI) manyetik rezonans görüntüleme cihazı

- 
- Manyetik rezonans görüntüleme (MR) iyonlaştırıcı olmayan radyo frekansı (RF) kullanan yeni bir görüntüleme yöntemidir. Bu yöntemle dikkatle kontrol edilen bir manyetik alan içine yerleştirilen vücudun herhangi bir düzleminin görüntüsü elde edilir.

- 
- 
- Yöntem, görüntü elde etmek için hücre sıvısı ve lipidler içerisindeki hidrojen çekirdeğinin yoğunluğunun dağılımını ve çekirdeğin hareketleri ile ilgili parametreleri kullanır.
 - Başlıca yumuşak dokuları inceleyen bir yöntemdir.
 - Lezyonları daha iyi göstermek amacıyla RF palsının uygulama şekli değiştirilerek farklı dokular arasındaki kontrastın artırılabilmesi gibi bir avantajı vardır.
 - Yumuşak doku kontrast çözümüleme gücü en yüksek olan radyolojik tanı yöntemidir.

Kemik Mineral Densitometre Cihazı

- Kemik densitometre cihazı (DXA) kemik erimesi hastalığının (osteoporoz) teşhis ve izlenmesinde kullanılan cihazdır.
- Kemik densitometre cihazı (DXA) hastaya iki farklı dalga boyunda (Hologic QDR-4500 model cihazda 100 ve 140 kVp) röntgen ışını göndererek bunların emilimindeki farklılıklardan kemikteki mineral madde miktarını ve yoğunluğunu tespit etmektedir.



Kemik mineral densitometre cihazı



Anjiyografi Sistemleri

- Anjiyografi; insan vücudundaki tüm damarların içlerine yüksek yoğunlukta bir madde verilerek görüntülerinin çekilmesi anlamında, genel bir tanımlamadır.
- İnsan vücudundaki tüm organların damarları olduğu için anjiyografileri yapılmaktadır.

- Yapılan bu anjiyografiler sayesinde damarlar ile ilgili birçok hastalığa sağlıklı biçimde tanı koymak olasıdır.



Anjiyografi sistemi

- 
- 
- Anjiyografik işlemler; en sağlıklı şekilde özel olarak geliştirilmiş DSA (Digital Subtraksiyon Anjiyografisi) cihazlarında yapılmaktadır.
 - Anjiyografi sırasında incelenmesi istenilen damar içine özel olarak geliştirilmiş kateter adı verilen ince bir tüp sistemi ile girilerek kontrast madde verilmekte ve bu sırada seri biçimde görüntüler alınmaktadır.

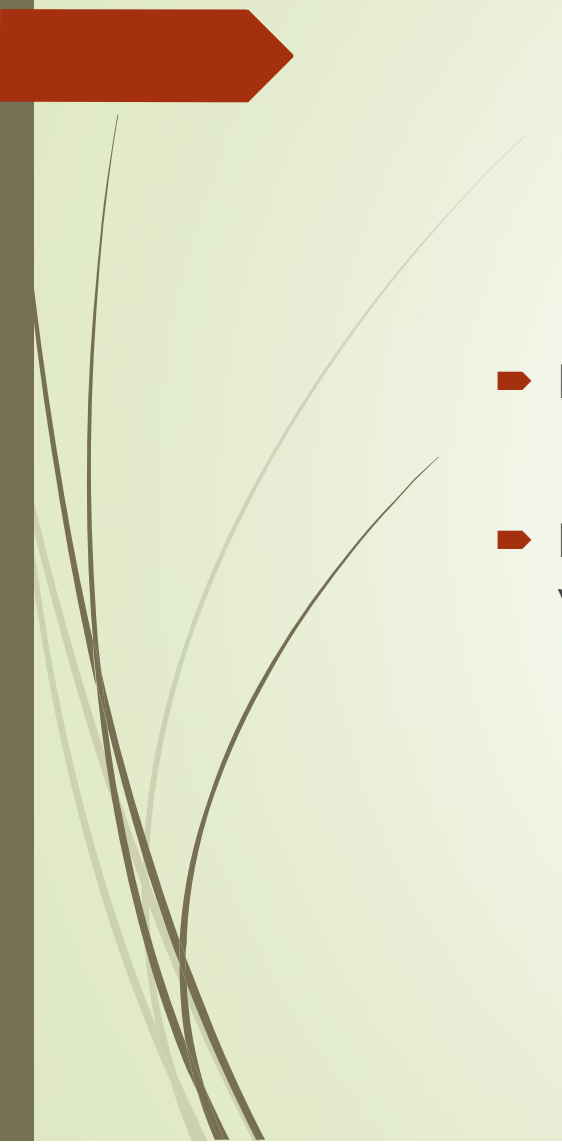


Ultrasonografi-Doppler Cihazları

- Ultrason, insan kulağının işitemeyeceği kadar yüksek frekanslı ses dalgalarını kullanarak iç organları görüntüleyen bir tanı yöntemidir.
- Ultrasonda radyasyon kullanılmaz. Bu nedenle gebelerde ve bebeklerde rahatlıkla kullanılabilir.
- Cihazdan gönderilen ses dalgaları, hasta vücudundan yansıdıktan sonra gene aynı cihaz tarafından algılanır. Yansıma farklılıkları organdan organa değişir.



Doppler ultrason cihazı

- 
- Bu nedenle farklı yansımaların olduğu yapılar, farklı görüntüler verir.
 - Normal yapılar içindeki bir tümör ya da kist, ses demetlerini farklı yansıttığı için farklı yapıda gözlenir ve tanı konulur.

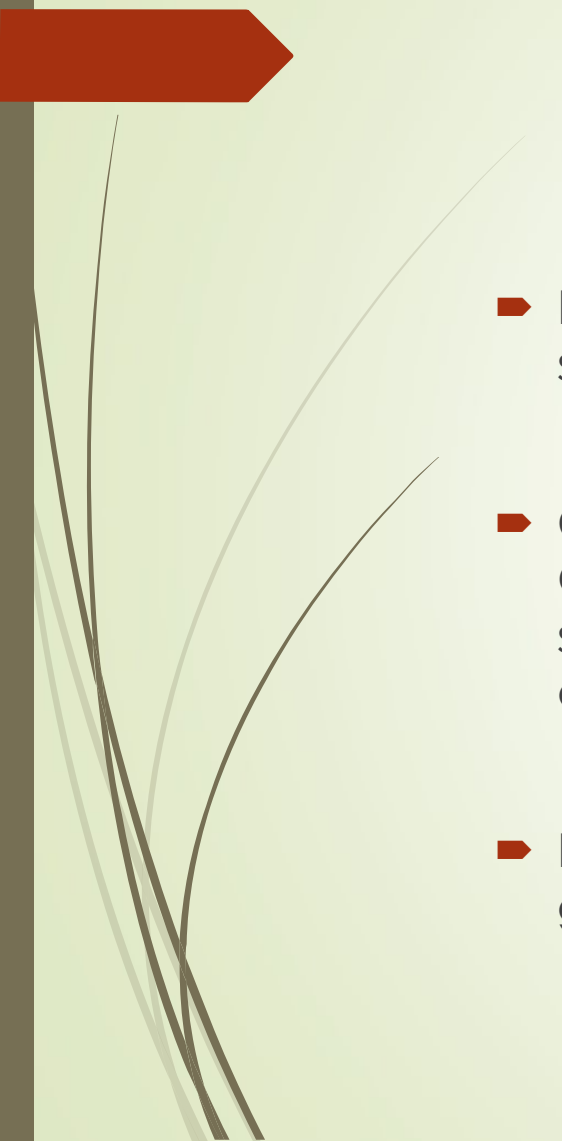


Gama Kamera, PET (Siklotron), SPECT

- Gama kamera 1957 yılında Hal Anger tarafından geliştirilmiştir.
- Orijinal tasarım hâlen bazı kaynaklarda Anger kamerası olarak belirtilmektedir.
- Gama kameralar nükleer tıpta kullanılan tıbbi görüntüleme cihazlarıdır.
- Gama kamera radyonukleidlerden yayılan gama ışınları ile görüntü oluşturur.



Gama kamera

- 
- Bir gama kamera gantry'e monte edilmiş bir ya da daha fazla sayıdaki dedektörden oluşan karmaşık bir cihazdır.
 - Cihaz, bir tarama sistemi ve görüntü depolama biriminden oluşur. Görüntüler, hastaya damardan bir kanulle verilen talyum-210 veya sodyum iyodürden yayılan gama fotonlarının incelenen organ etrafında döndürülen dedektörler tarafından algılanır.
 - Bu sinyaller bir bilgisayara aktarılır. Bilgisayar elde ettiği sinyalleri renkli görüntüye çevirerek analizini yapar

PET (Positron Emission Tomography - Pozitron yayılım tomografisi)

- Tarayıcı şekil itibariyle bilgisayarlı tomografi (BT) cihazına benzemekte olup yatar pozisyonda hastanın içinden geçebileceği bir boşluk ve bunun etrafında hasta vücudundan gelen radyoaktif ışınları tespit eden bir «gantry» ünitesi ile gelen bilgilerin aktarıldığı ve işlendiği bir bilgisayar kısmından oluşur.
- Modern PET tarayıcılarda gantrinin aksiyel mesafedeki görüş alanı 1–15'cm'dir ve bu bir yatak pozisyonu olarak isimlendirilir.
- Görüntülemenin süresi esas olarak tarayıcıdaki algılayıcı kristalin tipine bağlıdır.



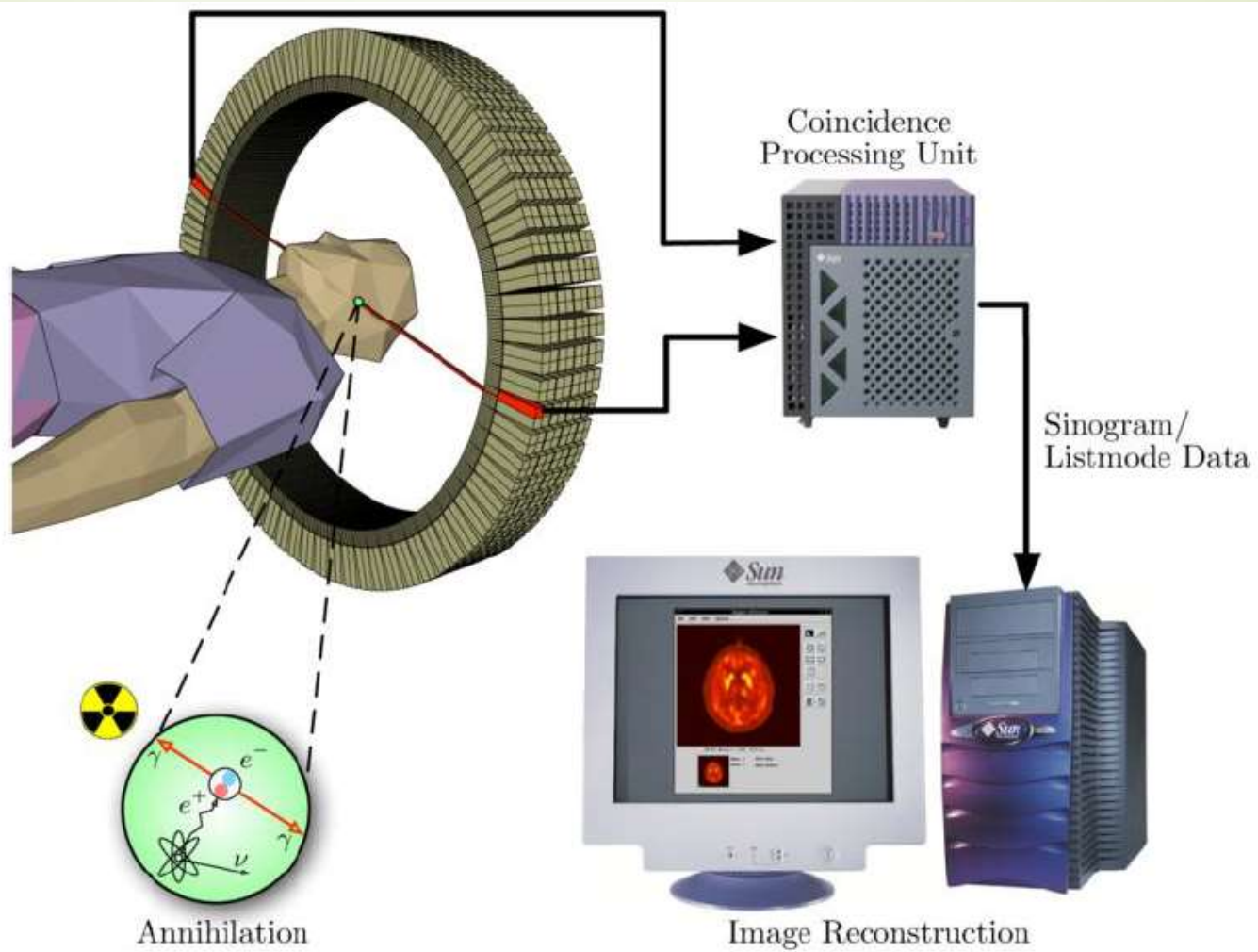
PET (siklotron) sistemi

- 
- Gantry'deki boşluk çevresinde paketlenmiş küçük parçalar tarzında dizilmiş olan kristaller, hastadan gelen radyoaktif ışınları algılayarak görünebilir ışık hâline çevirir.
 - Kristal sayısı arttıkça sistemin uzaysal çözünürlüğü bir noktaya kadar artar. Uzaysal çözünürlük (ayırım gücü) kabaca, sistemin görebileceği en küçük lezyon boyutunun bir ifadesidir.
 - Günümüz teknolojisinde en yüksek (HI-REZ) PET tarayıcılarda bile çözünürlük 5 mm'nin altına düşmemektedir.



SPECT (Single Photon Emission Computerized Tomography – Tek foton yayılım bilgisayarlı tomografi)

- yine bilgisayarlı tomografi cihazlarına benzeyen ve gama ışınlarıyla gerçekleştirilen nükleer tomografik görüntüleme tekniğidir.
- SPECT bir gama kamera tarafından farklı açılardan taranan 2 boyutlu görüntüleri, bilgisayar yardımıyla 3 boyutlu tomografik görüntü hâline dönüştürür.
- Çalışma prensibi açısından gama kameradan hiçbir farkı olmamasına rağmen SPECT sensörleri genellikle 180–360 derece dönebilecek şekilde tasarlanmışlardır. Çekim süresi yaklaşık 15–20 dk. kadardır.



SPECT sistemi