



# Balıkesir Üniversitesi/Fen Edebiyat Fakültesi

## Kimya Bölümü

ALEYNA ÖZCAN

DOÇ. DR. FUNDA YÜKRÜK

# YAPAY ORGANLAR

Yapay organ işlevini yitirmiş veya yitirmekte olan ve genellikle hayati önem taşıyan organların yerine bu organların işlevlerinin bir kısmını ya da tamamını geri kazandırmak amacıyla tasarlanan mekanik malzemelerden veya doku mühendisliği yoluyla üretilen organdır. Hayati organlardan herhangi birinin yetmezliği bu organının işlevlerinin restore edilmediği durumlarda hastanın ölümüne yol açar. Organ nakli ya başka bir insandan ya da insan yapımı yapay organla sağlanır. Hayati organlar oldukça karmaşık yapıya sahiptirler ve işlevlerinin yapay malzemeler tarafından taklit edilmesi zordur. Bu yüzden bütün yapay organlar işlevsellik bakımından çeşitli ödünler verilerek tasarlanırlar. Diğer organların da (hayati olmayan), duyu organları vs. onarımı ya da yapay organ vasıtasıyla nakli yapılmaktadır. Son 30 yıldır yapay organlar insan vücudunun yaklaşık 40 farklı kısmına rutin olarak nakil edilmektedir.

❖Yapay organ nakli yapılan veya yakın zamanda yapılabilir olması umulan hayati organlar böbrek, kalp, ak ve karaciğerler, ve pankreas'tır. Bu yapay organlar genel olarak doğal organların işlevlerinin bir kısmını karşılayabilmektedirler. Fakat kök hücre araştırmaları ve doku mühendisliğindeki gelişmeler ile birlikte malzeme bilimindeki gelişmeler yapay organların geleceği hakkında umut vermektedir.

## HAYATİ YAPAY ORGANLAR

### YAPAY KALP

Kalbin en önemli işlevi kanın vücuda pompalanmasını sağlamaktır. İlk tümüyle nakil edilebilir yapay kalp 2001 yılında bir hastaya nakil edilmiştir. Abiomed tarafından üretilen bu yapay kalp 1 kg ağırlığındaydı ve AbioCor olarak adlandırılmıştı. AbioCor titanyum ve polimerden yapılmış vücut içine yerleştirilen bir iç batari ve hastanın omuzlarına giydirilen bir dış batariye oluşan bir kan pompasıydı. İlk yapay kalbi taşıyan hasta ameliyattan 4 ay sonra genel sağlık durumunun kötüye gitmesi sonucu ölmüştür. Bir önceki kuşak yapay kalpler (Jarvik-7) poliüretan ünitesinden ve iki pompa ve 4 yapay kalp kapakçığından oluşmaktaydı. Jarvik-7 sadece 4-5 yıl kullanılmak üzere tasarlanmıştı. Klinik deneyleri 1980'lerde yapılmış fakat uzun dönem kullanım testlerini geçememiştir. Bunun yerine organ nakli bekleyen hastaları kısa süre hayatta tutmak için kullanılmıştır. Yapay kalp dışında kronik kalp rahatsızlıklarıyla savaşmak için kalp pompaları, kalp pili, yapay kalp kapakçığı ve yapay kan damarları gibi yapay organlardan da yararlanılmaktadır. 1989'da Alain Carpentier, kardiyomyoplastii olarak bilinen ve doku mühendisliği biliminin heyecan verici alemlerine ilerleyen bir prosedür olan başarısız miyokardi onarmak için hastanın kendi iskelet kasını (latimissus dorsi kası) kullanma çalışmalarına öncülük etti.

Alain Carpentier

The SynCardia geçici bütün yapay kalp



"Carmat tasarımında, her iki kalp odacığı hidrolik sıvıyı tutan membranlar ile ayrılmış. Motorlu bir pompa, kalp odacıklarındaki hidrolik sıvının içeri ve dışarı akışını sağlar. Böylece sıvı her iki odacığa geçebiliyor. Membranın kan ile temas edeceği bölüm inek dokusundan yapılmış bir zar ile kaplanmış. Böylelikle cihazın canlı dokuyla daha uyumlu olması sağlanmış. Yapay kalbin kan ile temas edecek kısmının inek dokusundan yapılmış fikri kalbin canlı dokuyla uyumunu kolaylaştırıyor."

### YAPAY GÖZ

Günümüzde birçok makinede veya çeşitli üründe kullanılan yapay göz genellikle insan gözü özelliklerini taşımaz. Yapay bir gözün insan gözü olduğunun en önemli kanatlarından birisi de ara sıra göz kırpmaya eylemini gerçekleştirilmesidir.

Gözler eğilimli bir nem seviyesinin altına düşerse yanmaya başlar ve göz kırpmaya eylemi gerçekleşir. Her göz kırpmayla birlikte, gözler gerekli neme kavuşur. Böylece gözlerin yıpranmadan çok daha sağlıklı bir şekilde çalışması sağlanmış olur. Biyonik gözlerde ise, normal şartlarda böyle bir şey mümkün değildir.

### Yapay Göz



Bilim insanları tarafından üretilen bu göz aynı zamanda kornea hücrelerini de barındırıyor. Kornea hücrelerinin bulunduğu mercek gözün çok daha aktif bir şekilde kullanılmasını sağlıyor.

Laboratuvar ortamında üretilen bu gözle yapılan deneylerde, uzun bir süre gözün açık bırakıldığında kızarmaya başladığı görüldü. Bu gerçekten de ilk defa yapay bir gözün gerçek bir gözle ciddi oranda benzerliği anlamına geliyor.

### DIŞ PROTEZİ

Arkeologlar Batı Avrupa'da insanoğlunun 'ilk takma dişine ait' olduğu düşünülen kalıntılara ulaştı.

Diş implantı, Fransa'nın kuzeyindeki La Chène'de yürütülen arkeolojik kazılarda, keresteden yapılan bir mezarın içinde gömülü halinde bulunan Demir Çağ'a ait bir kadın iskeletinden çıktı.



Diş Protezi



12 11 21 22

### YAPAY AKCİĞER

Akcğerler karbondioksiti oksijenle değiştirirler. Akcğer 40 farklı çeşit yapay şekilde taklit edilmesi çok zor olan hücre içerir. Bu her bir hücrenin işlevleri henüz tam olarak anlaşılammıştır. Bu sebeplerden dolayı henüz sadece yardımcı solunum ve gaz değişim aletleri geliştirilebilmiştir. Bu aletler genellikle ameliyatlarda kullanılır. Yakın zamanda nakil edilebilir akciğerin kısıtlı işlevlerini kısa süreliğine yerine getirebilen bir kateter geliştirilmiştir. Bu alet Vena Kava'ya yerleştirilip kronik akciğer hastalarına uygulanmaktadır.

Pittsburgh Üniversitesi Biyomühendislik Fakültesi'nden Prof. Dr. William Federspiel ve ekibi şu anda sırt çantasına sığabilecek büyüklükte mobil bir akciğer tasarlıyorlar ve hedeflerine çok yakınlarda. Araştırma ekibi, karbondioksiti kandan ayırabilen ve "solunum diyalizi" olarak tanımlanan Hemolung Respiratory Assist System (RAS) adını verdikleri bir cihazı çoktan icat etti.

Pittsburgh'a Federspiel'in kurduğu ALung Technologies tarafından cihazın üretimine başlandı ve 2018 başından itibaren de Amerika'da klinik testleri devam etmekte. Avrupa, Kanada ve Avustralya tarafından ise bu teknoloji çoktan onaylanmış durumda.

William Federspiel

Yapay Akciğer



### BİYONİK KULAK (KOKLEAR İMPLANT)

Bir koklear implant (KI) sistemi, ileriden çok ileri dereceye kadar sensörünral işitme kaybı olan bireyler için işitme duygusunu geri kazandırmaya yardımcı olur. Bu tür işitme kaybı olan bireyler için işitme cihazları çok az fayda sağlar veya hiç fayda sağlamaz.

Koklear implant, bir duyunun yerini alabilen yegane tıbbi cihazdır. İç kulağın işlevini yitiren kısımlarını baypas ederek çalışır ve kokleadaki sinir liflerine doğrudan elektriksel uyarım sağlar.



Koklear implant sistemi iki parçadan oluşur: kulağın arkasına oturan veya başa yapışarak kullanılan bir ses işlemcisi ve cildin hemen altına ameliyatla yerleştirilen iç parça, yani koklear implant.

### Yapay Kulak



Çin'de tek kulağını bir kazada kaybeden adamın koluna Estetik cerrahiyle yapay kulak nakli yapıldı. Operasyonda, Estetik Cerrahi Doktoru Guo Şuzhong, hastanın kaburgalarından alınan kıkırdığı, Yeni bir kulak oluşturmak için ameliyatla koluna nakletti. Doktor Şuzhong, hastanın koluna nakledilen yapay kulağın dört ay içinde gelişimini tamamlamasını öngörüyor. Bu sayede, Çinli adamın kazada kaybettiği sağ kulağının yerine bu yapay kulak ameliyatla nakledilebilecek.

### YAPAY AYAK PARMAĞI

Arkeologlar, Mısır'ın Nil Nehri kenarında yatan antik Luksor kentine yapılan kazılarda üç parça ahşap ve deriden ayak parmağı buldu. Tarihin ilk protezi olabileceği öne sürülen ve M.Ö 950-710 yıllarına ait olduğu düşünülen parmaklar, kadın bir mumyanın mezarında bulundu. Arkeologlar ayrıca, M.Ö 600 yılına işaret eden, ezilmiş kağıttan yapılmış bir ayak parmağı da ortaya çıkarıldı.

### Ayak Protezi



### YAPAY KARACİĞER

Karaciğer binlerce değişik işlevi olan hücrelerden oluşan büyük ve karmaşık bir organdır. Karaciğer yağ, karbonhidrat, kan pıhtılaşma faktörlerinin oranlarını, protein metabolizmasını ve birçok diğer işlemi yerine getirir. Günümüz imkanlarıyla bu işlevlerin tümüyle yapay bir şekilde taklit edilmesi imkansız görülmektedir. Bu yüzden en yapılabilir yol doku yapay malzeme karışımı bir yapay karaciğer olarak görülmektedir.

Wake Forest Üniversitesi'nde bir grup araştırmacı yapay karaciğer üretmek amacıyla hayvan karaciğerlerini, fazla güçlü olmayan, yumuşak bir deterjanla hücresizleştirmeyi (desellülerizasyon) başardı. Hücresizleştirme sonucunda sadece karaciğerin iskeleti ve organı destekleyen diğer yapıları bıraktı. Karaciğer hücrelerinin yerine ise olgunlaşmamış insan karaciğer hücreleri ve kan damarlarını kaplayacak endotel hücreleri büyük bir damar aracılığıyla iskelete ekildi. Ardından karaciğer, organ için besin ve uygun biyolojik şartların sağlandığı bir biyoreaktöre yerleştirildi. 1 hafta sonra, araştırmacılar karaciğer fonksiyonlarını gösterebilecek dokunun oluşumu gözlemlidiler.

### Karaciğer Hücresizleştirilmesi



Resim a : Hücresizleştirilmiş bir karaciğer (desellülerizasyon)  
Resim b : Yeni hücreler ekilmiş bir karaciğer (resellülerizasyon)  
Seden Bedir & Fatih Kocabaş

### YAPAY BURUN

Londra'da Royal Free Hastanesi'nde bilim insanları kök hücreleri kullanarak laboratuvar ortamında, burun yapayı başardı. Burun süngerimsi yapısını taklit etmek için yapı önce tuzlu ve şekerli bir kalıpta bekletildi. Sonrasın burun hastanın koluna nakledilerek cildin buruna sarılması ve onarması beklendi.

### Yapay Burun



1. Fotoğraflar ve tomografi çekiliyor.
2. Bal peçeği benzeri kalıpla şekil alınıyor ve kemik iliğinden alınan kök hücreler çoğaltılıyor.
3. Hücrelerin uyumunu arttırmak için biyoreaktöre konuyor.
4. Kolun altına bir balon yerleştirerek her gün biraz daha cilt gerdiriliyor.
5. 3 ay sonra balon kaldırılıyor ve yerine burun konarak gerekli kan damarları ve sinirler ciltten buruna aktarılıyor.
6. 3 ay sonra burun alınarak yüze ekleniyor.

### DİZ PROTEZİ

İnsanın hareket edebilmesini sağlayan ve vücut ağırlığını taşıyan diz ekleminin artrozu ağırlı bir süreçtir. Günlük yaşantıyı kısıtlayan ağrı, bilim adamlarını diz artroplastisini geliştirmeye zorlamıştır. Minimal invazif yöntemlerden mega protezlere kadar geniş bir urun yelpazesi olan diz protezleri, 19 yüzyılın başlarından beri kullanılmaktadır. Normal insan anatomisi taklit edilmeye çalışılmış ve eklem yüzleri değiştirilerek farklı protez çeşitleri insanoğlunun hizmetine sunulmuştur. Unikondiler dizler, bikondiler dizler, arka çapraz bağı koruyan - ksen, sabit insert - hareketsiz insert, çimentolu - çimentosuz uygulanan, patella değiştiren - değiştirmeyen, menteşeli ve tumor rezeksiyon protezleri dahil çok farklı protez seçenekleri mevcuttur. Tüm protez modelleri ile elde edilecek istenen hedef, ağrısız ve fonksiyonel bir diz eklemdir.

### Diz Protezi



### YAPAY PANKREAS

Pankreas insülin salgılamasında rol oynayarak kandaki glikoz seviyesini kontrol eder. 1969 yılında Minnesota Üniversitesinde nakil edilebilir insülin pompası geliştirilmiştir. Bu pompa 300 gr ağırlığındaydı. Yakın zamanda yapay pankreas Roman Hovorka tarafından Londra şehir üniversitesinde geliştirilmiştir. Bu alet insülini deri altından kana ulaştırarak kan şekeri oranının sabit kalmasını sağlar.

Diğer bir yapay pankreas üretim yaklaşımında yapay-bio pankreas'tır. Bu metot uyarıldığında endokrin hormonu salgılayabilen hücre adacıklarından oluşan dokuların doku mühendisliği tekniğiyle üretilip nakil edilebilir hale getirilmesini amaçlamaktadır. Dünyadaki şeker hastalarının yaşamlarına dokunacak bir buluş olan ilk insülin pompası 1964 yılında ABD'de Dr. Arnold Kadish tarafından tasarlandı. 1960'ların ortalarında hantal ve bir sırt çantasında taşınabilecek kadar büyüktü. Arnold Kadish'in bu ilk modeli, kullanıcıya sadece insülin değil, aynı zamanda glukagon da veriyordu. Bu ilk pompa aslında kişinin sırtına takılabileceği yapay bir pankreas'tı. Buradaki fikir, gerekli kimyasalları kişinin kan akışına ileterek artık çalışmayan pankreas rolünü pompanın üstlenmesiydi.

### Günümüzde kullanılan insülin pompası



İlk insülin pompası 1964 ABD



Arnold Kadish

### PROTEZ BACAK

Dünyanın ilk hisseden protez bacağı. Avusturya'nın başkenti Viyana'da tanıtıldı.



Linç Üniversitesi'nden Protez uzmanı Prof. Dr. Hubert Egger, ekibiyle birlikte Viyana'da düzenlediği basın toplantısında, uzun araştırmalar sonucu geliştirdiği ve "hisseden protez bacak" adını verdiği ürünü kamuoyuna tanıttı.

Egger, hastanın kalçasından bacağına doğru uzanan sinirleri yeniden yapılandırarak deri altına yakın bir bölgeye yerleştirdiklerini ve protez ayağın, tabanına yerleştirilen 6 adet sensörle yapay bacağın içerisindeki yapay uyarıcılara bağlandığını söyledi.

Egger, ayak hareketlerinin oluşturduğu basınç ile oluşan sinyallerin önce kumanda merkezine, oranda sinir uçları yoluyla beyne iletildiğini aktardı.

### KALÇA PROTEZİ

Aşırı kullanma, aşırı kilo ve genetik yapı artrit oluşumuna neden olur. Kalçada görülen artrit "koksartroz" deniliyor. Hastalık ilerleyince, eklem değiştirme cerrahisiyle hasarlı eklem kırıldığı ve kemigin bir bölümü protez denilen yapay eklemle değiştirilir. İlk kalça protezi; 1891'de Almanya'da Profesör T. Gluck tarafından, kalça eklemi tüberküloz nedeniyle aşınan bir hastaya takıldı.

### Kalça Protezi



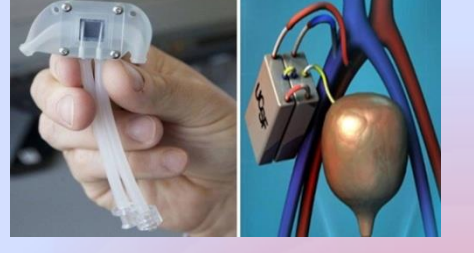
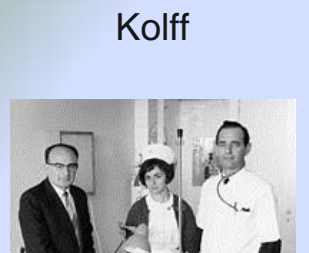
ÖNCESİ SONRASI

### YAPAY BÖBREK

Böbreğin işlevlerini yerine getirmek üzere tasarlanan diyaliz makinesi ilk yapay organ olarak gösterilebilir. Diyaliz makinesi 1940'lı yıllarda Kolff tarafından icat edilmiştir. Böbrekler kan basıncını, hacmini ve asitliğini, çeşitli kimyasal maddelerin derişimlerini kontrol ederek, filtre görevi üstlenerek ve ayrıca çeşitli hormonlar üreterek vücudun dengesini sağlarlar. Yetmezlik sorunu çeken böbreğe diyaliz yaşam kurtaran fakat ideal olmaktan uzak bir çözümdür. Diyaliz makinesi üre ve diğer istenmeyen besinleri ve tuzları kandan arıtarak böbreğin işlevlerinin bir kısmını üstlenmekte birlikte doğal bir böbreğin kullanılmayan besinleri tekrar kan dolaşımına katma işlevini yerine getiremez. Ortalama bir hasta diyaliz tedavisine haftada üç kez her seferinde 5-6 saat olmak üzere girer.

Yapay böbreğe bir diğer örnekte yapay bio-böbrek'tir. Yapay bio-böbrek hastanın kendi hücrelerini yapay bir yapıda kullanarak diyaliz makinelerinin yerine getiremediği hormon ve bağışıklık faktörleri salgılamak gibi doğal böbrek işlevlerini sağlamaya amaçlamaktadır. FDA ("Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi") kurumu nisan 2012'de yaptığı duyuruyla üç yapay bio-böbrek uygulaması seçmiş ve bunları test etmeye başlamıştır.

### Biyonik Böbrek



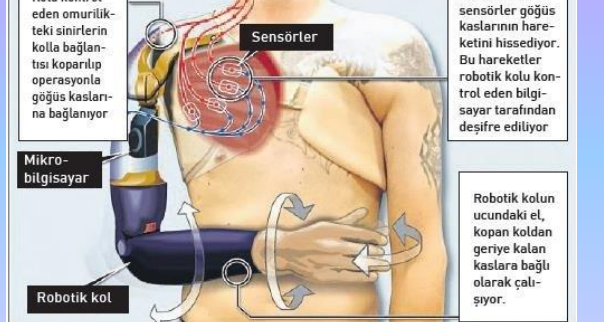
Biyonik böbrekte kalp tarafından kontrol edilen mikroçipler bulunuyor. Böylece hastanın kendi doğal nabız atışlarına göre temizleniyor. Biyonik böbrek kandaki toksinleri doğal böbrek gibi elimine ediyor.

İlk Diyaliz Aleti İsrail, 1965

### PROTEZ KOL

Yeni geliştirilen robotik kol, kasların hareketleriyle değil, sinirlerden çıkan sinyalleri algılayarak çalışıyor. Daha önceki protez kollar kasların hareketleriyle çalıştığı için kullanıcılar sınırlı sayıda hareket yapabiliyordu. Bu nedenle protez kol kullanıcılarının yüzde 50'sinin protezlerini kullanmadığı belirtiliyor. Uzmanlar robotik kolun zarar görmemiş motor sinyallere bağlı olduğundan daha kullanışlı olduğunu söylüyor. Protez kolun, bu nedenle kendi alanında oldukça devrimsel bir yöntem kullandığı vurgulanıyor. Başkent Londra'daki Imperial College uzmanları tarafından geliştirilen protezi kullanmak için yapılması gereken tek şey, kolun nasıl kullanılacağını düşünmek.

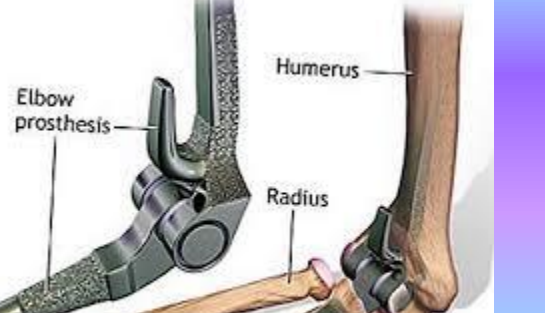
### PROTEZ KOL DÜŞÜNCELERİ NASIL OKUYOR?



### DİRSEK PROTEZİ

Total dirsek protezi, ilk kullanılmaya başlandı. 1970li yıllardan bu yana gelişmekte olan ve endikasyonları özelleşen bir tedavi seçeneğidir. Özellikle romatoid artritir dirsek tutulumu, posttraumatik artritir, suprakondiler humerus pseudoartrozunda diğer tedavi seçeneklerinin yetersiz kaldığı durumlarda ön planda düşünülebilir. Fakat kullanımda olan çeşitli farklı dirsek protez tasarımları bulunmaktadır ve farklı tasarım protezlerin doğru endikasyonda kullanımı tedavi sonucunu etkilemektedir. Özellikle non-constained ve ya constained( semi ya da full) tasarım seçimi hem oluşabilecek komplikasyonlar açısından hem de tedavi sonucu açısından belirleyici olabilir. İmplant seçimi sırasında dirseği etkileyen patoloji, radyolojik değerlendirme kadar hastanın gereksinimi, aktivite durumu ve cerrahin tecrübesi de göz önünde bulundurulmalıdır.

### Dirsek Protezi



CC-Inc.org Ufna