

# Dünden Bugüne Protezler

Adem'den bu yana, insanlar her zaman kazalara maruz kaldı ve neticesinde yaralandı. Üstelik bu yaralanmaların bazıları parmak, kol, bacak veya önemli bir başka uzvun kaybıyla sonuçlandı. Uzun kayıplarının sebep olduğu mekanik yetersizlikler insanoğlunu organın işlevini taklit eden çözümler bulmaya zorladı. İşte bu noktada devreye protezler girdi.

**P**rotez kelimesi “eklenti, ekleme, önüne ekleme” anlamındaki Yunanca *próthesis*'ten geliyor. Pek çoğumuz, çocukluğumuzun unutulmaz hikâyelerinden Peter Pan'ın azılı düşmanı Kaptan Kancayı hatırlarız. Hikâyede Kaptan Kanca'nın sağ eli Peter Pan ile girdiği bir düello sonrasında bir timsaha yem olur. Kaptan, kaybettiği elinin yerine, daha sonra adına ilham verecek olan metal bir kanca takar. Şüphesiz bütün uzuv kayıplarının böyle bir hikâyesi yok, ancak genellikle insanlık tarihi boyunca hastalıklar, kazalar ve savaşlar uzuv kayıplarını da beraberinde getirmiştir. Bu kayıplar eski çağlarda, insanlar arasında utanç verici bir durum olarak kabul edilirken, günümüzde yaşam kalitesini düşüren büyük eksiklikler olarak görülmeye başlanmıştır. Her derde deva bulmaya programlanmış insanoğlu, tarih boyunca çareyi kaybettiği uzvunun yerine imkânlarının elverdiği bir malzeme koymakta bulmuştur. Geçmişte bir korsanın basit bir tahta çubuktan oluşan bacağı, günümüzde başka türlü şekillenecek engelli bir atletin 100 metreyi 11 saniyenin altında koşmasını sağlıyor. İşte bu büyüleyici değişim, kökeni Milat'tan öncesine dayanan protezlerin mitolojiye ve ünlü yazarların hikâyelerine konu olmuş 3000 yıllık yolculuğu.

## Protezlerin Doğuşu: Mısır

Yerleşik hayata geçen ilk medeniyetlerden biri olan Mısırlılar, protezlerin tarihinde önemli bir yer sahibidir. Aynı zamanda, o zaman için “modern tıp” diyebileceğimiz kadar somut tedavi yöntemleri geliştiren ilk medeniyet de onlarıdır. Araştırmacılar, 2000 yılında Kahire'de bilinen en eski yapay vücut parçasını buldu. Bu ayak protezinin belli bir mühendislik yak-

laşımıyla yapılmış ve işlev gören ilk protez olduğu sanılıyor. Söz konusu protez, Mısırlıların ölenleri protezleri ile mumyalamaları neticesinde tahminen MÖ 950-750 yıllarından bugüne kadar mucizevi bir şekilde neredeyse hiç bozulmadan kalmış.

## Emekleme Dönemi: Antik Çağ

İnsanlık Bronz Çağı ve Demir Çağı'nın beraberinde getirdiği ilerlemelerle gelişirken, protezlerin de bundan nasibini alması uzun sürmedi. O çağda metale hükmetmeyi öğrenen insan, bunu kaybolan uzuvlarının yerine kullanmaya başladı. 1858'de İtalya, Capua'da MÖ 300'lü yıllara ait olduğu sanılan yapay bir bacak protezi bulundu. Dışı bronz ve demirle kaplı ahşaptan yapılmış protezin diz altı için kullanıldığı tahmin ediliyor. Yazılı kaynaklar ünlü tarihçi Heredotos'un MÖ 425 yılında idama mahkûm edilmişken, bacağına keserek zincirlerinden kurtulan Persli bir kâhinden bahsettiğini gösteriyor. Kâhin çevredeki en yakın köye kadar gidebilmek için kaçamaz kendine tahtadan bir bacak yapmış.

MÖ 215'te İkinci Kartaca Savaşı'nda sağ kolunu kaybeden Romalı general Marcus Sergius, savaşa devam edebilmek için kalkanını tutmasını sağlayan demirden bir el yaptırdı ve savaşın geri kalanına bu protezle devam eder. Ancak savaştan sonra bir eli eksik olduğu için rahip olmasına izin verilmez. Bu dönemlerde Romalıların kullandığı bir çok protez çelik ya da ahşap çubuklardan yapılmadığı.

Arkeologlar MÖ 1'e dayandığı düşünülen, tunçtan yapılmış bir protez bulmuş. Bu, yüzeyi çok paslı olmasına rağmen tahminen kullanılabilir durumdaki en eski protez. Halen sağlamlığını koruyan protezin vücuda nasıl bağlanacağı dahi anlaşılabilir.

## Gerileme Dönemi: Karanlık Çağ

Karanlık Çağ, protez teknolojisinde kanca el ve çubuk bacak haricinde çok az gelişme görmüş. Yaygın olarak bu dönemde protezler, bazı özürleri kapatmak ve savaşın neden olduğu kayıpları telafi etmek için kullanılmış. Bir şövalyenin, kalkanını tutmak için bir el ya da üzeninin üzerinde durabilmek için bir bacak protezi istemesi bunun örnekleri. Savaşın haricinde, yalnızca toplumun zengin ve şanslı bireyleri günlük işlerini yerine getirmelerine yardımcı olacak, basit işlevleri yerine getiren protezlere sahip olma fırsatını yakalamış.

## Yeniden Doğuş: Rönesans Akımı

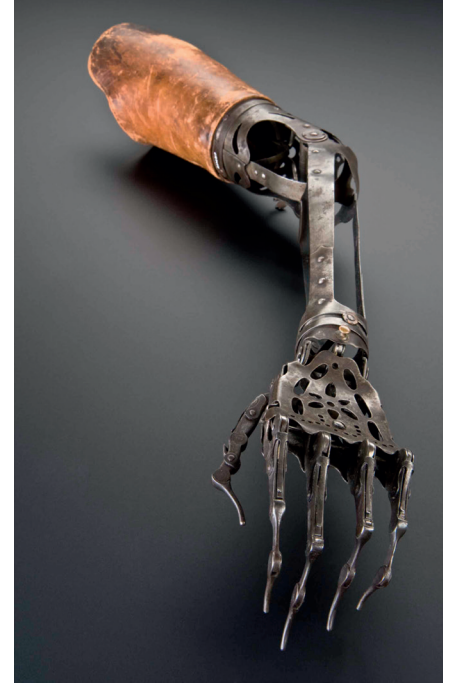
Rönesans'la birlikte sanat, felsefe, bilim ve tıp alanlarında gelişen yeni bakış açıları, dönemin protezlerine de yansımış, protezlerin hem işlev hem de estetik olarak bir nevi yeniden doğuşunu sağlamış. Demir, çelik, bakır ve ahşap Rönesans dönemi protezlerinin ham maddeleri olmuş.

O döneme ait protezlerin kayda geçen ilk örneklerinden biri, Alman asker Götz von Berlichingen'in 1508'deki Landshut Kuşatması'nda sağ kolunu kaybettikten sonra kullandığı el protezi.

Protezin parmakları -vücuda bağlı deri şeritler yardımı ile- vücut şekil değiştirdiğinde açık ve kapalı pozisyonlara geçebiliyor, kılıçtan kaleme kadar farklı nesnelere rahatça tutabiliyordu. İtalyan bir cerrah 1512 yılı civarında yaptığı Asya gezisi sırasında, şapkasını çıkarabilen, cüzdanını açabilen ve hatta imza atabilen, iki kolu da protezli bir kişi gördüğünü kaydetmiş. İlgili çekici bir başka örnek ise 1512 yılında kardeşi Barbaros Hayrettin Paşa ile yan yana İspanyollara karşı savaşırken sol kolunu kaybeden Oruç Reis'tir. Bu olayın hemen ardından kendisine gümüşten bir kol yaptırılır ve Oruç Reis "Gümüş Kol" lakabını alır.

## Mitolojiye ve Hikâyelere İlham Veren Protezler

Dirseğinden itibaren kolu olmayan ve bir protez kullanan Peru tanrısı Aia Paec (Ai Apec) protez kullanımına verilebilecek ilk mitolojik örnek. Başka bir örnek ise Aztek yaratılış ve intikam tanrısı olarak bilinen Tezcatlitoca. Mitolojiye göre Tezcatlitoca Dünya Canavarı ile savaşırken sağ ayağını kaybeder ve yerine obsidyen taşının (doğal yollarla oluşan bir tür volkanik kökenli cam) aynalaştırılmış halinden bir ayak yaptırır. Sol kolu olmadığı için dört parmaklı, gümüşten yapılmış bir protez kullanan İrlanda tanrısı New Hah da bu örnekler arasında yer alır. Yunan mitolojisinde ise protezler Zeus'un torunu Pelops'ta görülür. Pelops babası Tantalus tarafından parçalanarak her bir parçası bir tanrıya ziyafet olarak sunulur. Ancak tarım tanrıçası Demeter hariç tanrılar bu ziyafetin kaynağının Pelops olduğunu fark edince yemeyi reddeder ve parçaları birleştirerek Pelops'a yeniden hayat verirler. Kendi payına Pelops'un omzu düşen doğa ana Demeter ise kızını kaybettiği için üzgün olduğundan dalgınlıkla sunulanı yer. Bir süre geçtikten sonra ne yaptığının farkına varır ve dirilirken omzu eksik kalan Pelops'a fildişinden yapılmış bir omuz hediye eder. Bir protez ile ilgili ilk yazılı kaynak Hintli bir şair tarafından MÖ 3500'de yazılmış Rigveda'dır. Şiir, savaşta bacağını kaybetmiş bir savaşçı olan Kraliçe Vishpala'nın trajik hikâyesinden bahseder. Savaştan sonra kendisine yapılan demirden protez, onu savaşa geri döndürebi-  
lecek kadar etkili olmuştur.



19. yüzyılın başlarında kullanıldığı tahmin edilen kol protezi. Londra Bilim Müzesi'nde sergileniyor (üstteki resim)

Çoğunlukla tüccarlar ve esnaflar, özellikle de zırh yapımcıları, bu protezleri tasarlayıp üretmiş. Saat tamircileri ise protezlerden beklenen daha karmaşık işlevleri, kendi zanaatlerinden bir parça katarak yani protezlerde yayları ve dişlileri kullanarak elde etmiş.



Orijinali 2. Dünya Savaşı'na kadar Londra'daki Kraliyet Cerrahlar Koleji'nde tutulan tunç protezin bire bir kopyası şu an Londra Bilim Müzesi'nde sergileniyor (üstteki resim).



Dünya Savaşı sırasında kullanıldığı tahmin edilen bacak protezi. Londra Bilim Müzesi'nde sergileniyor (soldaki resim).

16. yüzyılın ortalarında Fransız ordu cerrahı Ambroise Paré protezler için bir dizi mühendislik tasarımı ortaya koyar, bu sayede daha sonra modern protezlerin babası olarak anılacaktır.

17. yüzyılın sonlarında Pieter Verduyn bir dizaltı protezi yapmıştır. Bu protez hareketli bir eklemi olan ve daha sonra yapılacak eklemli protezlere ilham veren ilk örnektir.

## Yükseliş Dönemi: Modern Çağ

Endüstri Devrimi'nin tüm dünyaya yayılmasıyla beraber mühendislik ve teknoloji alanındaki yeni keşifler, bu dönemdeki protezlerin de daha işlevsel olmasını sağlamış. Artan refahla birlikte protezlerden sadece temel işlevleri yerine getirmeleri beklenmemiş, uzuv kayıpları yüzünden düşen yaşam standardını tekrar yükseltme isteği oluşmaya başlamış. Bu nedenle o dönemde birçok mühendis ve mucit tüm hünerlerini kullanarak protezleri bir adım öteye taşımaya çalışmış.

1800'lü yılların başında Londralı James Potts kendisine ahşaptan, adım atma yeteneğine sahip bir insanın tendonuna ve incik kemiğine benzer, diz ve ayak bileği arasına gerilen kayışlarla bağlanan bir bacak protezi yapar. Bu protez daha sonraları Waterloo Savaşı'nda bacağını kaybeden Anglesey (Galler'in bir eyaleti) Markisi tarafından kullanılmaya başlanınca "Anglesey Bacağı" adını alır. Aynı modeli 1839 yılında ABD'ye getiren William Selpho'dan dolayı, proteze o dönemlerde ABD'de "Selpho Bacağı" denmiş.

1843 yılında Sir James Syme, bacağın üst kısmının kesilmediği, yalnızca bileğin kesildiği bir cerrahi yöntem keşfince protez camiasına umut olur.

Bu sayede kişi sadece ayak protezi kullanarak, bacak protezleriyle olduğunun aksine rahatlıkla yürüyebilecektir. 1846 yılında Benjamin Palmer, protez bacakların parçaları arasında kalan boşlukların herhangi bir amaca hizmet etmediğini düşünerek "Selpho Bacağı"nda bazı değişiklikler yapmış, protezin içine amortisör görevi gören bir yay eklemiştir. Protezin dış kısmına da gerçek bacağına daha çok benzemesi için yumuşak bir kaplama yaparak hem estetik açıdan hem de işlevsel açıdan doğal bacağına benzer bir yapı elde etmeyi başarmış.

Dr. Douglas Bly 1858 yılında "yapay bacak teknolojisinde son nokta" olarak nitelendirdiği "Doktor Bly'in Anatomik Bacağı" isimli protezine patent almış. Fildişinden yapılmış bir kürenin sertleştirilmiş kauçuk bir soket içerisine yerleştirilmesiyle elde edilen protez hareket kabiliyeti yüksek bir diz eklemine sahip.

1868 yılında Gustav Hermann protezlerde çelik yerine alüminyum kullanılmasıyla protezi hem daha işlevsel hem de daha hafif yapacağını düşünmüştü. Ancak ilk alüminyum protez bu tarihten çok sonra, 1912 yılında bacağını kaybeden ünlü İngiliz Pilot Marcel Desoutter'a, mühendis kardeşi Charles tarafından yapılmış.



Sadece mekanik aksam ile bile ayak hareketi kusursuzca yakın taklit edilebiliyor (üst solda). Parmak protezi kısmi el kayıplarında hastaların imdadına yetişiyor (üst sağda).

## Günümüzde Durum

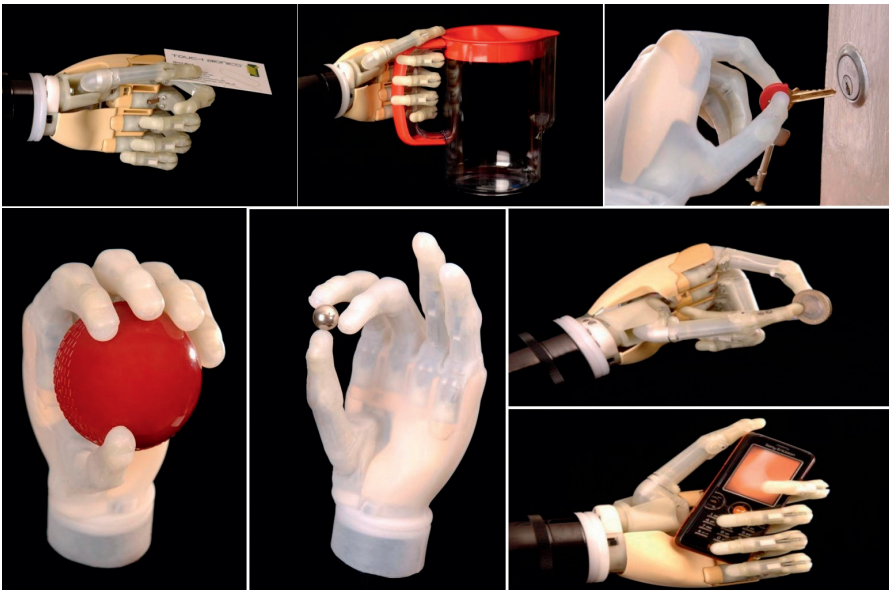
Tarih boyunca protezlerin gelişimi savaşların varlığı ile tetiklenmiş. İnsanlar ya yeniden savaşabilmek için ya da normal hayatlarına geri dönebilmek için protez kullanmış. Yakın tarihe bakıldığında da durum çok farklı değil.

ABD'de iç savaş başladıktan sonra protezlere olan ihtiyaç çok artmış ve bu durum ABD'yi protez sektöründe ilerlemeye zorlamış. İç savaşın ilk mağdurlarından James Hanger kendi adıyla anılan (Hanger Uzvu) yapay bir bacak tasarlayarak patent almış. Selpho, Hanger, Palmer ve A. A. Marks dönemin malzeme ve mekanik teknolojilerini geliştirerek protez alanında büyük ilerleme kaydeden isimler.

ABD'deki iç savaşın aksine, I. Dünya Savaşı'nda protezler açısından önemli bir gelişme kaydedilmemiştir. Bu dönemdeki en büyük gelişme dönemin ordu başhekiminin desteğiyle Amerikan Ortotik ve Protetik Derneği'nin kurulması.

Daha sonraları II. Dünya Savaşı gazileri kullandıkları protezlerin teknolojik olarak yetersiz olduğunu ve bu alanda çalışmalar yapılmasını talep etti. Bunun üzerine ABD hükümeti askeri şirketlerle anlaşarak protezlerin ordunun ihtiyaçları doğrultusunda geliştirilmesine ve bir süre için protez geliştirme sürecinin silah geliştirme sürecinden önde tutulmasına karar verdi. Modern protezlerin gelişimindeki en büyük etkenlerden biri budur.

Günümüz protezleri eskilere nazaran çok daha hafif malzemelerden (plastik, alüminyum ve kompozit malzemeler) yapılmış, çok fonksiyonlu gereçler. Ayrıca protezlerde mikroçipler ve robotik sistemler kullanılması ve hasta odaklı tasarımlar yapılması, uzuv kaybına uğ-



Ticari olarak en gelişmiş el protezi olarak kabul edilen iLimb ile kartvizit, anahtar, bilye, madeni para gibi küçük boyutlu nesnelerin yanısıra cam sürahi gibi ağır nesnelere veya cep telefonu gibi karmaşık geometriye sahip nesnelere kolaylıkla tutulabiliyor.



ramış kişilerin yalnızca basit işlevleri veya estetik görünümü tekrar kazanmasını değil, alışkın oldukları hayat standartlarına geri dönüşünü de sağlıyor. Bunun yakın tarihteki örneklerinden biri 2005 yılında köpekbalığı saldırısında bacağını kaybeden bir hastaya takılan, düşük ağırlıklı alüminyum alaşımından yapılmış, işlemci kontrollü, motorize bilek ve diz eklemlerine sahip bacak protezi.

Bu yapay uzvun en dikkat çekici özelliği üzerindeki çok sayıda algılayıcı sayesinde, kullanıcının o anki pozisyonundan ve hareketinden bir sonraki hareketini "tahmin" edebilmesi. Bu sayede gerçeğe yakın bir hareket kabiliyeti elde edilebildiği gibi, kişinin proteze alışma sürecindeki öğrenme süreci de kolaylaştırılmış oluyor. Protezlerin kullanıcı tarafından kontrol edilebilmesine verilebilecek en çarpıcı örneklerden biri ise 2006 yılında motosiklet kazasında kolunu kaybetmiş bir kadın hastaya takılan biyoteknik kol. Şikago Rehabilitasyon Enstitüsü tarafından geliştirilen bu protez, türünün en gelişmiş örneklerinden biri. Sinir kontrolü sayesinde, tıpkı gerçek bir uzuvda olduğu gibi sadece düşünerek kullanıcının kolunu kullanmasına imkân sağlıyor.

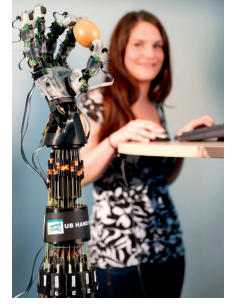
Sinir kontrollü protezlerin yanı sıra araştırmacıların üzerinde durduğu en önemli noktalardan biri de protezlerin gerçekçiliği. Protezlerin erken dönemlerinden son 10 yıl öncesine kadar, temel amaç kaybolan işlevselliği tekrar kazandırmaktı. Ancak günümüzde kaydedilen gelişmeler neticesinde artık bu işlevselliği gerçekçilik noktasına çekme eğilimi baş gösterdi. Öyle ki Alman araştırmacılar, yalnızca mekanik aksam kullanarak, ilk bakışta protez olduğu anlaşılmayacak kadar kusursuza yakın ve insan ayağının hareketini taklit edebilen bir ayak protezi geliştirdi. Tabii protez dünyasında gerçekçiliği yakalamanın diğer uzuvlara göre daha zor olduğu bir uzuv var: İnsan eli. 29 kemik, 34 kas, 48 sinir ve 123 ligament (bağ dokusu) tarafından kontrol edilen bu karmaşık uzuv, araştırmacıların taklit etmekte en çok zorlandığı uzuv. Neyse ki gelişen malzeme teknolojisi sayesinde yapay tendonlar yay gibi işlev görerek parmak hareketlerinin hassasiyetle kontrol edilmesini sağlayabiliyor. Kullanılan algılayıcılar vasıtasıyla uygulanan kuvvetin seviyesi ayarlanarak, yumurta kadar hassas nesnelere ağır bir cam şişe kadar pek çok nesne kavranabiliyor. Tüm bu gelişmelerin bir araya gelmesiyle 2007 yılında iLimb adlı, gerçekçiliğin sınırlarını zorlayan yapay uzuvlar üretilti. Akıllı algılayıcıların, motorize eklemlerin, sinir bağlantılarının ve hatta estetik amaçlı olarak silikon malzemelerin kullanımı bu protezi günümüzün ticari olarak ulaşılabilecek en gelişmiş el protezi yapıyor.

Söz konusu bu protezin yakın zamana kadar tüm dünyada 100'den fazla hastaya başarıyla uygulanmış olması bunun en önemli kanıtı. Bu el protezinin yanı sıra aynı firma benzer teknolojiyle biyoteknik parmak protezi de geliştirmiş. Kısmi el engelliler veya başka bir deyişle parmak engellileri, tüm dünyadaki bedensel engelli nüfusunun yaklaşık % 10-20'sini oluşturduğundan, bu gelişmenin çok sayıda insanın hayatını kolaylaştırmak açısından olumlu bir adım olduğu açık.

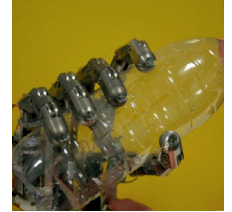
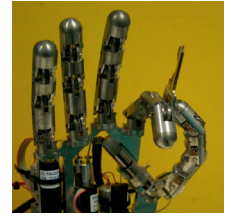
Avrupa Birliği ve İsrail'in en parlak bilim insanlarından oluşan bir araştırma ekibinin çalışmaları ise protez teknolojisinin gerçekçiliğe yaklaşmasında bir dönüm noktası niteliğinde. SmartHand adı verilen bu el protezi, sadece insan elinin hareketini taklit etmekle kalmıyor aynı zamanda kullanıcıya dokunma ve hissetme duygusunu da sağlıyor.

Ancak tüm bu ileri teknoloji ürünlerinin ciddi bir dezavantajı da var. Günümüzde, özellikle diz ve bacak engellerinde kullanılan protezler 10.000-100.000 ABD dolarlık bir fiyat aralığında yer alıyor. Bu yüksek fiyatlar, savaşlar ve yetersiz sağlık hizmetleri nedeniyle protez ihtiyacının diğer ülkelerden daha fazla olduğu gelişmekte olan ülkelerde, hastaların protezlere ulaşma şansını düşürüyor. Neyse ki araştırmacılar, bu konu üzerinde de çalışmaya zaman ayırıyor. Adını JaipurFoot Protez Vakfı'ndan alan Jaipur-Foot bacak protezi, yüksek teknoloji ürünü protezlere göre daha az gelişmiş olmasına rağmen işlev açısından diğerlerinden geri kalmıyor. Fiyatı sadece 45 dolar olan bu protez daha ucuz malzemeler kullanılarak üretilmiş, çünkü hedef gelişmekte olan ülkelerdeki muhtaç insanlara ulaşmak olarak belirlenmiş.

Kim bilir belki protezler, bu büyüleyici yolculukları sayesinde, daha geniş kitlelerin derdine çare olabilecek ve hatta gelişen teknolojiyle engelli bir atletin 100 metrede son Dünya ve Olimpiyat rekorunu Usain Bolt'u geçmesini sağlayacak kadar başarılı olacak. 2008 yılı Engelli Yaz Olimpiyatları'nda kendi klasmanında 100, 200 ve 400 metre koşu rekorlarını kırarak hepsinde altın madalya kazanmayı başaran ilk engelli atlet Oscar Pistorius'un başarısı, o günün sandığımızdan daha yakın olduğunun bir göstergesi.



Gelişen malzeme teknolojisi sayesinde yumurta gibi hassas nesnelere zarar vermeden tutabilen yapay tendonlar protezlere entegre ediliyor.



Protezlerin parmak uçlarına yerleştirilen sensörler ile kişiye hissetme duygusunu kazandırılarak kavrama eylemi nesnelere büyüklük ve şekillerine bağlı olarak daha hassas kontrol edilebiliyor.

#### Kaynaklar

- Şaşmazlı Türkoglu, H., Biyomalzemeler, Ders Notları, Atılım Üniversitesi, 2013.
- Adamson, C., Kaufmann, M., Levine, D., Millis, D. L., Marcellin-Little, D. J., "Assistive Devices, Orthotics, and Prosthetics", *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, Cilt 35, Sayı 6, s. 1441-1451, Kasım 2005.
- <http://www.unc.edu/~mbritt/ProstheticsHistoryWebpage-Phys24.html>
- [http://www.amputee-coalition.org/inmotion/nov\\_dec\\_07/history\\_prosthetics.html](http://www.amputee-coalition.org/inmotion/nov_dec_07/history_prosthetics.html)
- <http://www.gizmag.com/tag/bionic/>
- <http://phys.org/news159030845.html>
- <http://www.uni-saarland.de/nc/aktuelles/artikel/nr/5556.html>