

AMPUTELERDE KULLANILAN DESTEKLEYİCİ TEKNOLOJİ

Öğr. Gör. Müh. Haydar ALTINKAYNAK*

ÖZET

Herhangi bir nedenle kaybedilen ekstremitelerin yerini alabilecek malzeme ve parçalar tarihi bir süreç içinde gelişerek bilimsel bir anlam kazanmış ve protez ismini almıştır. Protezler; ayakta durma, yürüme, giyinme, kendine bakım, üretim gibi yaşamsal aktivitelerin gerçekleştirilebilmesinde önemlidir.

Anahtar Kelimeler: Protez, ampute, destekleyici teknoloji.

ASSISTIVE TECHNOLOGY USED IN AMPUTEES

ABSTRACT

Prosthesis has been described as an artificial limb which is manufactured various materials and pieces for years and have been taken very important place in positive sciences. Prostheses are valuable for activities of daily life such as standing, walking, dressing, toilet and work.

Key Words: Prosthesis, amputee, assistive technology.

İnsan vücudu; Atmosfer basıncı ve yer çekimi kuvveti etkisi altındadır. Bu nedenle ayakta durmak ve yürümek genel vücut sağlığı içinde gereklidir. Kendine bakım, ulaşım, üretim yaşamsal aktivitelerin gerçekleştirilmesi gibi bir çok işlevi üstlenen ekstremiteler vücudun önemli organlarıdır.

Bu organlar doğuştan, trafik kazaları, damar hastalıkları, savaşlar, doğal afetler gibi bir çok nedenden dolayı kaybedilebilmektedir. Mutlu ve üretken olarak yaşamını sürdürmek zorunda olan insan başlangıçta odun parçaları, kılıç balığının kılıcı gibi bir çok araçla bu ihtiyacını gidermiştir. Teknolojik gelişmeler

bugün PROTEZ dediğimiz yapay organları bir bilim dalına dönüştürmüştür. PROTEZ; Doğuştan veya sonradan herhangi bir nedenle kaybedilen vücut uç organlarının yerini alan yapay bir organdır.

ALT EKSTREMİTE PROTEZLERİNİN ÜRETİM ÇEŞİTLERİ

Alt ekstremitelerdeki her seviyede amputasyon için yapılan protezler üç grupta üretilir.

- 1- Kozmetik amaçlı (pasif) protezler,
- 2- Klasik (konvensiyonel) protezler ve
- 3- Modüler pylon protezler.

Her gruptaki protezler değişik temel yapı elemanlarından oluşurlar. Bu elemanlar; soket, destek elemanları, ayar ve tespit elemanları ve vücuda tutunma elemanlarıdır. Protezlerin bu birbirinden tamamen değişik parçaların bazıları demir çelik ve metal alaşımları, bazıları petrokimya ürünü, bazıları ise deri ve tekstil ürünü olması nedeniyle çok değişik üretim teknolojilerinin bilinmesi ve uygulanabilmesi gerekir ayrıca; ekstremitte protezlerini hastaya uygulamak için anatomi, fizyoloji, kinezyoloji ve nöromusküler hastalıklar konusunda tıbbi bilgiye ve bu alanda özel eğitilmiş kişilere her zaman ihtiyaç duyulmaktadır.

EKSTREMİTE PROTEZLERİ İÇİN SOKET ÜRETİM YÖNTEMLERİ

Parçalarının yapısal farklılıklarından dolayı bir sistem diyebileceğimiz protezler için üretilen soketler; ölçüm, modelaj, laminasyon veya derin çekme aşamalarından

* Ankara Üniversitesi Dikimevi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, 06590, Dikimevi / Ankara.
1-2 Aralık 2001'de Ankara'da düzenlenen "1. Ulusal Özürlüler İçin Destekleyici Teknoloji Sempozyumu'nda sunulan konferansın metnidir.

oluşur. Her hasta için farklı olmakla birlikte genelde bütün soketler iki yöntemle üretilir.

1- DÖKÜM (Laminasyon)

Termoset plastiklerin polimerizasyonu

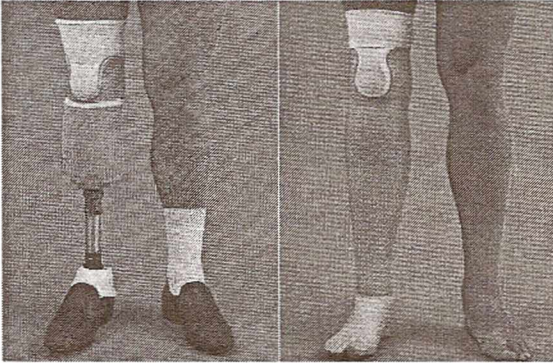
2- DERİN ÇEKME

Termoplastiklerin kalıplanması

Ölçüm ve modelaj işlemlerinde bilgisayar desteğinden yararlanılabilir.

Alt ekstremitte protezlerinde soket;

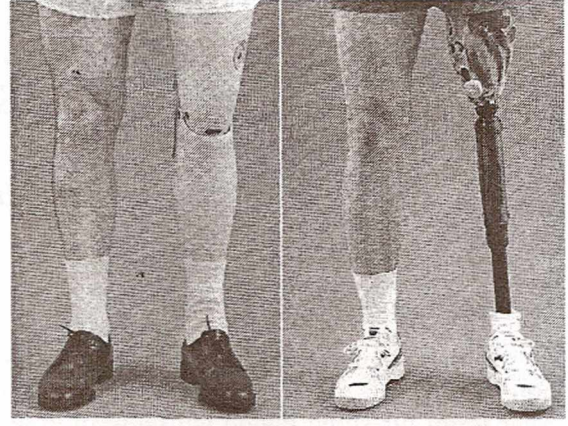
- Güdük hacmini tam olarak içine alır,
- Protezin güdüğe güvenilir şekilde tutunmasını sağlar,
- Ağırlık ve kuvvet aktarımını destekler, Transtibial amputasyon protezleri için;
- P.T.B. (Patellar Tendon Bearing),
- P.T.S. (Patellar Tendon Supra Kondüler),
- K.B.M (Kondüler Bettung Munster) tipinde (Şekil 1).



Şekil 1. KBM Soketli Modüler Pylon ve Klasik Transtibial Amputasyon Protezleri

Transfemoral amputasyon protezleri için ise;

- Quadrilateral (Dört Duvarlı)
- CAT-CAM (Contoured Adducted Trochanteric-Controlled Alignment Method)
- ISNY (Icelandic-Swedish-New York)
- NSNA (Normal Shape Normal Alignment) (Şekil 2)



Şekil 2. Quadrilateral Soketli Klasik ve Modüler Pylon Transfemoral Amputasyon Protezleri

gibi isimlerle çok çeşitli olarak üretilse de aslında enine oval soketler ve boyuna oval soketler olmak üzere iki çeşittir. Soket tipini; güdük boyu kontraktürler, deformiteler yumuşak doku kaybı gibi hastaya ait bulgular belirler.

Dezartikülasyon protezleri:

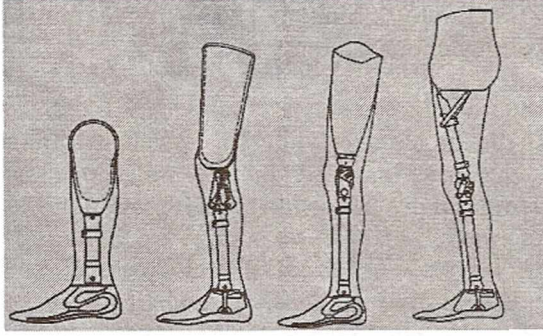
- Ayakbileği, diz ve kalça eklemlerinin dezartikülasyonundan sonra yapılan protezlerde diğer alt ekstremitte protezlerinde olduğu gibi modüler pylon veya klasik tarzda üretilmektedir. Bu protezlerin soketlerinde; güdüğün distalde yük taşıma yumuşak doku ve yüklenme dayanıklılığına bağlı olarak (uzun, kısa, ischial destekli, ischial desteksiz vb.) modifikasyonlar yapılabilmektedir.

DESTEK VE AYAR TESPİT ELEMANLARI

Dökme, talaş kaldırma, elastik ve plastik biçimlendirme yöntemleri ile yarı mamül olarak fabrikalarda üretilen bu parçalar; protezin bütün parçalarının birbirine bağlanmasını, diğer ekstremiteye göre gerekli açısız eğimlerin ve düzlemsel kaydırmalar ile rotasyonların yapılabilmesini sağlayan ve gerektiğinde boy uzatılması, bozuk bölümlerin değiştirilebilmesi gibi bir çok avantaj sağlayan modüler yapıda elemanlardır. Modüler pylon protez parçalarının önceden standardize edilmeleri ve hafifletilmeleri mümkün olabilmektedir. Bu gün tamamı ithal olan bu parçalar küçük girişimcilerimiz tarafından azda olsa üretilmeye başlanmıştır. Klasik protezlerin destek ve ayar tespit elemanları; ayak ve

bağlantı vidası hariç pedilen köpük, ahşap, mantar, polyester, macun polyester gibi dolgu maddelerinden oluşmaktadır. Bu nedenle standardı zordur. Bire bir işçilik gerektirir. Bitişi yapıldıktan sonra uzatma, kısaltma, döndürme, kaydırma gibi işlemlere izin vermez.

Klasik ve modüler pylon tip protezlerin her ikisinde de aynı tip protez ayaklar kullanılabilir. Protez ayakların bazıları normal ayak eklem hareketlerini izleyebilirken bazıları sadece topuk ve metatars hareketliliği sağlar (Şekil 3).



Şekil 3. Çeşitli Modüler Pylon Yapıdaki Protezler Ve Komponentleri

TUTUNMA ELEMANLARI

Protezlerin güdük üzerine tutunmaları negatif basınç, elastik soketler, bandaj ve kemerler, elastik çoraplar, silikon çoraplar gibi yardımcı araçlarla sağlanmaktadır.

Güdük tarafından proteze aktarılan hidrostatik, elastikite ve adele basıncı bu tutunmaya yardım ederse de protezin kütlesinin emniyetli bir şekilde tutunma elemanları tarafından yenilmesi gerekir. En sık kullanılan tutunma elemanları:

- Uyluk bandı (suprakondiler cuff),
- Bel kemeri ve Y. bandı ,
- Uyluk korsesi,
- Negatif basınç,
- Suprakondiler kama
- Sekiz şeklinde suprapatellar band,
- Pelvik kemer,
- Silesian kemer,

Silikon soketlerdir. Bu elemanlar gerekli olduğunda kullanılır. Protezlerin rutin parçaları değildir. tutunma elemanlarının protezlere montajları önceden belirlenen kurallara uygun olarak yerleştirilmelidir. Bu durum her hasta için farklı olabilir. Örneğin başlangıç noktası trochanter major seviyesinde soketin lateral duvarına tutturulan silesian kemerin ikinci ucu pelvisin arkasından iliak crista ve kalça eklemi arasından geçerek diz üstü soketinin ön duvarına tutturulur. Ancak bu ikinci tespit noktasının içte, dışta, yukarıda ve aşağıda olması protezin pozisyonlanmasını doğrudan etkiler.

EKLEM MEKANİZMALARI

Protez diz eklemleri iki grupta üretilmektedir:

- 1- Monosentrik diz eklem mekanizmaları ve
- 2- Polisentrik diz eklem mekanizmaları.

Monosentrik diz eklemleri: Diz eklemine transvers eksenini merkez olmak üzere tek bir dönme noktası bulunur. Fleksiyon-ekstansiyon yapar ve tek eklem eksenine sahiptir. Polisentrik diz eklemleri ise eksen merkezleri ile aynı olmak zorunda olmayan çok sayıda dönme merkezine sahiptir. Her bir mekanik eksen fleksiyon ya da ekstansiyon hareketi sırasında kendi eksen merkezi etrafında döner.

Polisentriklik kavramı diz eklemine bir bütün olarak ele alır. Eklemün üst kısmı soket tarafından; eklemün alt kısmı baldır tarafından bir dönme merkezi etrafında doğal hareket sürecini devam ettirir. Bir protez diz eklemine dönme noktasının, anatomik diz ekleminden farklılık yaratsa da destek fazında diz eklemine emniyete alınması için mümkün olduğunca posterior ve superiorda (geride ve yukarıda) olarak düzenlenir.

4-5-6 uzuvlu polisentrik eklem mekanizmaları transfemoral amputasyon ve diz dezartikülasyonu geçirmiş hastalara daha iyi bir kozmetik ile daha uygun duruş ve hızlanma fazı özellikleri sağlar. Her faz hidrolik pnömötik ve elektronik sistemlerle kontrol edilebilir. Ağır ve pahalı olması dezavantaj olarak kabul edilir.

MONOSENTRİK VEYA POLİ- SENTRİK OLARAK ÜRETİLEN EKLEM MEKANİZMALARI

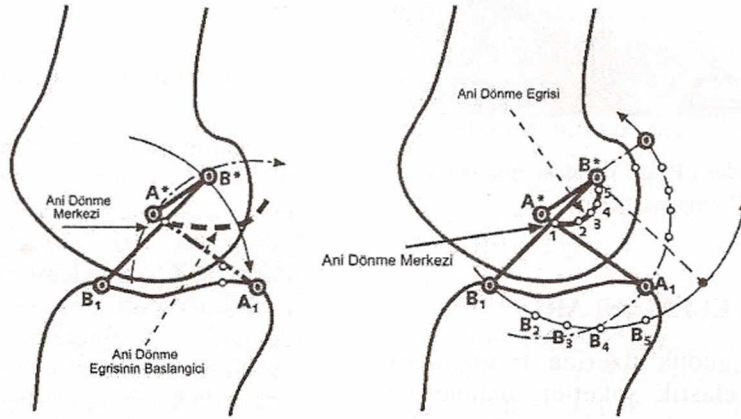
- Serbest hareketli diz eklemleri
- Manuel bloklamalı serbest hareket eden diz eklemleri
- Sürtünme frenli diz eklemleri
- Yüke bağlı duruş fazı kumandalı diz eklemleri
- Yüke bağlı bloklanmış diz eklemleri
- Mekanik hızlanma fazı kumandalı diz eklemleri
- Pnömatik hızlanma fazı kumandalı diz eklemleri
- Hidrolik hızlanma fazı kumandalı diz eklemleri

- Mekanik hızlanma ve duruş fazı kumandalı diz eklemleri

- Hidrolik hızlanma ve duruş fazı kumandalı diz eklemleri

- Elektronik hızlanma ve duruş fazı kumandalı diz eklemleri

Ayak-ayak bileği, diz ve kalça eklem mekanizmalarının; konumlarının, hareket aralıklarının, fleksiyon, ekstansiyon dirençlerinin ve hızlarının mekanik, hidrolik, pnömatik, elektronik sistemlerle kontrol edilmesi hastaya harmonik bir yürüyüş konforu sağlamaktadır. Bu eklem mekanizmalarının tasarımları yapılırken; anatomik veriler (Şekil 4), teknolojik imkanlar, ağırlık ve maliyet belirleyici olmaktadır.



Şekil 4. Anatomik Eklem Mekanizması ve Muhtemel Konumları

ÜST EKSTREMİTE PROTEZLERİ

Üst ekstremitte protezleri yapısal olarak bir parmak amputasyonunun kozmetik amaçlı pasif bir protezle tamamlanmasından; birden fazla eklemin motor hareketini içeren, harici kuvvetle işletilen kas aksiyon potansiyeliyle kumanda edilen fonksiyonel bir omuz dezartikülasyon protezine kadar uzanır. Ağırlıklı olarak kozmetik (estetik) amaçlı pasif protezler ve fonksiyonel amaçlı aktif protezler olarak iki gruba ayrılırlar (Şekil 5).

Üst ekstremitte protezleri; Soket metal tüp veya plastik tüp gibi birleştirici ayar ve tespit elemanları, omuz, dirsek ve el bileği-el eklemleri, terminal ucu oluşturan çeşitli pasif mekanik veya elektronik el mekanizmaları ve

bunları kaplayan kozmetik amaçlı oldukça gelişmiş eldivenler ile tutunma ve kontrol amaçlı bandaj sistemlerinden oluşurlar. Üretim çeşitleri ise;

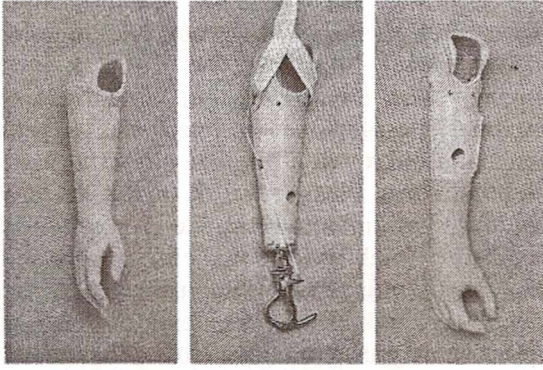
- Pasif (Kozmetik amaçlı) üst ekstremitte protezleri

- Klasik (Mekanik fonksiyonel) üst ekstremitte protezleri

- Modüler pylon (Mekanik fonksiyonel) üst ekstremitte protezleri

- MYO elektrik kontrollü (Elektro mekanik fonksiyonel) üst ekstremitte protezleri

olarak dört çeşittir.



Şekil 5. Çeşitli Dirsek Altı Protezleri

Pasif üst ekstremitte protezleri hiçbir tutma/kavrama fonksiyonuna sahip değildirler veya diğer el ile başlatılan ve sonlandırılan bir tutma fonksiyonuna sahip olabilirler.

Pasif protezler kavrama fonksiyonuna sahip olmalarına rağmen ampute için büyük önem taşırlar. Çünkü ekstremitenin kaybı şeklinde gerçekleştirilmiş bir vücut engeli olayındaki belirginlik bu protezlerle ortadan kalkmaktadır. Özellikle bayan hastalar ve halka yönelik meslek sahipleri (enformasyon, memur, kapıcı vs.) için psişik denge açısından gözden kaçırılmayacak öneme sahiptir.

Kol protezleri yukarıda sayılan psikososyal görevlerin yanısıra vücut ağırlığını dengeleme amacını da yerine getirir. Protez kullanmayan amputelerde bir süre sonra amputasyonlu taraftaki omuzda bir yükselme ve omurgada bir bükülme görülür.

Adım siklusunda protezin hızlanma kütlesi omuz ile pelvisin münavebeli rotasyonunun sağlanmasında önemli bir görev üstlenir.

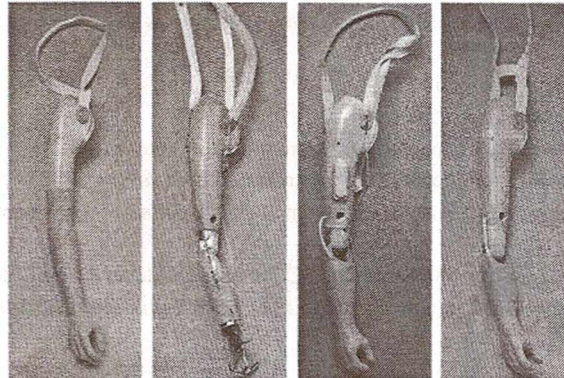
Protez kullanmayan amputelerde fizyolojik pelvis hızlanması yoktur ve yürüyüş

tabloları "sert" ve fazla enerjiye ihtiyaç gösterir niteliktedir. Protez uygulaması lehindeki tüm bu argümanlara rağmen, hasta eğer kendisi aktif bir protez talep etmiyorsa ya da uygulama ile ilgili olarak kayıtsız kalıyorsa hastaya kozmetik bir protez uygulamak mantıklı olacaktır.

FONKSİYONEL ÜST EKSTREMİTE PROTEZLERİ

Aktif üst ekstremitte protezleri modüler veya klasik yapıda olabilir. Bu protezlerin işletilmesinde hastanın kendi enerjisi (dahili enerji) kullanılır. Dahili enerji ile işletilen bu protezler tek ve çift çekmeli kablolar ile kavrama organını devreye sokarlar. Kavrama organı protez elin kavrama fonksiyonunu başparmak ile işaret parmağı ve orta parmak arasında gerçekleştirir. Ayrıca "HOOK" (Kanca) el olarak adlandırılan uçları arasında çok yönlü kavrama tutma ve çekme yapabilen üniversal iş elleri de kullanılmaktadır. Dirsek altı protezlerinde terminal ucu oluşturan protez elin açılıp kapanması için tek çekmeli kablo; dirsek üstü protezlerinde ise, buna ilave olarak dirsek eklemi kilidini açmak ve kapatmak için ikinci bir çekme kablosu aracılığıyla doğrudan hasta tarafından aktif olarak omuz bandajları vasıtasıyla yönetilir.

Hastalar bu tür protezler ve iş elleriyle aktif olarak kavrayabilir, tutabilir, kucaklayabilir ve yemek yeme araçlarını ağzına götürebilir. Bu protezler "otonom" çalıştırılabildiğinden ve sağlam ele bağımlı olmadığından fonksiyonel kazanç çok büyüktür. Ayrıca, salt protezli tarafta bir tutma veya pozisyon değişikliği yapabilmek için sağlıklı elin iletme, tutma ve kontrol işlevi zedelenmemiş olmaktadır (Şekil 6.)



Şekil 6. Çeşitli Dirsek Üstü Protezleri

MYO ELEKTRİK KONTROLLÜ ÜST EKSTREMİTE PROTEZLERİ

Harici enerji ile çalışan MYO elektrik kontrollü üst ekstremité protezleri üç değişik yapı grubundan oluşurlar.

1- Kişisel ölçülere uygun olarak üretilen soketler.

2- Önceden üretilmiş mekanik yapı elemanları

- Mekanik veya elektro-mekanik dirsek eklemi

- Mekanik veya elektro-mekanik pronasyon ve supinasyon eklemi

- Elektro-mekanik el

3- Önceden üretilmiş elektrikli ve elektronik yapı elemanları

- Enerji deposu (pil, akü)

- Kumanda elektrotları

- Elektrik ve elektronik işlem devreleri

- Eklemleri işleten motorlar ve hareket aktarıcı coplinler

Çalışma Prensipleri:

Soket üretim prensiplerine uygun ve kişisel olarak yapılan soket içine; önceden tespit edilmiş motor noktaların üzerine gelecek şekilde yerleştirilmiş elektrotlar ile kas aksiyon

potansiyelleri alınarak protezin kumanda elektroniğine iletilir. Bu kas aksiyon potansiyelleri kas gruplarının istemli olarak gerilmesi ile oluşurlar ve yeterli hassasiyette cihazlarla mikrovolt düzeyinde cilt yüzeyinden ölçülebilirler. Fleksör ya da ekstansörlerin kontrollü gerilmeleri neticesinde elde edilen bu potansiyel; elektro-mekanik elin açılması ve kapanması, pronasyon ve supinasyon yapması elektro-mekanik bir dirsek eklemi için fleksiyon ve ekstansiyon yapması gibi çalışmaların kontrol impulsu olarak kullanılır. Kısaca MYO elektrikli protezler manüplatörler veya şalterlerle değil kas aksiyon impulsları ile çalıştırılır. Bu protezlerin sinir sistemi vasıtasıyla yönetildiği için iradi olarak çalıştığı söylenebilir. Elektrotlar tarafından alınan sinyal, çalışacak protez motoruna bir elektronik devre kademesi vasıtasıyla istenilen işletme konumuna getiren güçlendiricilere iletilir.

Elektronik işlem devreleri ise esasen dijital veya ölçülü çalıştırma (impulsun büyüklüğüne bağlı) eşikli çalıştırma (impuls süresine bağlı) gibi çok sayıda çalıştırma ve kumanda olasılıklarını sunar.

MYO elektrik kontrollü üst ekstremité protezleri çalışma sistemi için dahili enerji gerektirmemesi; istemli olarak kullanılması, mekanik sistemlerle kombine edilmesi avantaj olarak, ağır ve pahalı olması ve malzemelerinin tamamen ithal olması ise dezavantaj olarak kabul edilmektedir.

KAYNAKLAR

- 1- Charles M. F., Michael, M. Upper-Limb Prosthetics Atlas of Limb Prosthetics. Mosby Year Book, 1992.
- 2- Susan Kapp, C.P., Donald Cummings, C.P. Prosthetic Management. Atlas of Limb Prosthetics. Mosby Year Book 1992-453.
- 3- Erdem H. Ekstremité Protezleri, Ankara 1996.
- 4- Şener G., Erbahçeci F. Protezler, Ankara 2001.
- 5- Dr. Ing. Eh Max Nader-Dr. Med. Fritz Blohmke Alt Ekstremité İçin Protezler, 1993.
- 6- Dr. Ing. Eh Max Nader-Dr. Med. Fritz Blohmke Üst Ekstremité İçin Protezler, 1993.
- 7- Solomonidis, S.E. Gait Analysis of the Lower Limb Amputee-The Effect of Alignment International Symposium, Berlin 1990.
- 8- Savcı M.N. Computer Aided Design of Mechanisms. ODTÜ Makine Mühendisliği Bölümü, Ankara 1985.
- 9- Pasın F., Gürgöze M. ve Tascan S. Mekanizma Tekniğı. İTÜ Vakfı Yayını, İstanbul 1987.