

PROTEZ-ORTEZLERDE ÜRETİMSSEL TEKNİK İŞLEMLER VE ÖNEMİ

Öğr. Gör. Yük. Müh. Haydar ALTINKAYNAK*

ÖZET

Protez ve ortez üretiminde kullanılan malzemeler üretim teknikleri karşısında değişik davranışlar sergilerler. Bu teknik işlemler genellikle; talaş kaldırma, döküm, derin çekme, sökülebilen ve sökülemeyen birleştirmeler, soğuk ve sıcak şekillendirmelerdir.

Bir çok protez-ortez malzemesi saf olarak kullanıldığında çoğunlukla önceden belirlenmiş hedefler karşısında yetersiz kalmaktadır. Bu sebeple günümüzde çok bileşenli (kompozit) malzemeler tercih edilmektedir ve üretim teknikleri bu doğrultuda gelişmektedir.

Anahtar Kelimeler: Teknik metod, protez, ortez, üretim.

TECHNICAL METHODS IN MANUFACTURING OF PROSTHESES AND ORTHOSES AND IMPORTANCE

ABSTRACT

There are many technical methods in manufacturing of prostheses and orthoses. These are filing, lamination, deep suction, dismantled-undismantled connetions, cold-hot forming.

Many materials are insufficient when they use alone from the other prosthetics and ortotics connecting materials. Thus today composite materials are preferred and manufacturing methods are improved in this approach.

Key Words: Technical method, prosthesis, orthosis, manufacture.

Protez-Ortez üretimi mekanik yasalarının ve üretim teknolojilerinin uygulanması ile objektive edilmesi mümkündür. Ancak diğer yandan uygulayıcılar ile deneyimli uzmanların "Sessiz Bilgi" olarak adlandırdıkları ve objektive edilmesi çok zor olan tecrübeye dayalı kazanımların ve değerlerin aşırı etkisi altındadır.

"Sessiz Bilgi"nin tekrarlı üretime ve fiili olarak öğrenilebilir, genelleştirilebilir formüle edilebilir bir bilgiye dönüştürülmesi çok zordur. Bu nedenle protez-ortez üretimi salt bilimsellikten daha fazla bir şeydir(1,2).

Bu durum üretimde kullanılan tüm malzemeleri genel özelliklerin bilinmesi ve üretim tekniklerinin tavizsiz uygulanmasını ayrıca ulusal ve uluslararası meslektaşların deneyimlerle kazandıkları becerilerin paylaşılması ve güncelleştirilmesi sürekli gerekmektedir.

Protez-Ortez üretiminde endüstriyel üretim yöntemlerinden yoğun olarak kullanılanları;

- **Talaş kaldırma** (eğeleme, zımparalama, polisaj, delme, diş açma, perdelama, tornalama, frezeleme vb.)

- **Döküm** (laminasyon, enjeksiyon, sant-rafuj ve serbest dökme metodları vb.)

- **Derin çekme** (protez-ortez malzemelerinin sıcak ve soğuk olarak pozitif veya negatif model üzerine mold edilmesi)

- **Sökülebilir ve sökülemeyen birleştirmeler** (vidalar, pimler, pernelar-kaynak, lehim, perçin, yapıştırma vb)

-Soğuk ve sıcak şekillendirme (Döv-me, egme, çekme sarma vb)

Bazen tarif edilip sınırları belirlenmemiş ortez-protezin veya komponentlerin üretimi söz konusu olabilir bu durumda en genel tasarım yöntemlerinden yola çıkılır.

- amaç
- ölçüm/çizim
- analitik yaklaşım
- katı modelleme
- simulasyon (Bilgisayar desteği)
- prototip üretimi (örnek)
- deneme

TALAŞLI ÜRETİM

Metalik protez-ortez malzemeleri üzerinde talaşlı çalışma yapılırken malzemenin cinsine göre uygun kesme hızı, kesme ilerlemesi, seçilmeli ve kesicilerin kesme açıları işleme uygun ve keskin olmalıdır. Kesme esnasında oluşan yüksek ısı nedeni ile oluşacak çarpılmalar ve gerginlikler engellenmelidir. Mümkünse gerginlik giderme işlemi yapılmalıdır. Aksi taktirde bu parçaların kısa sürede anlamsızca çatlayıp kırıldığı gözlenebilir (3,4).

Plastiklerin talaşlı çalışma esnasında oluşturdukları dezavantajları; üretim esnasında kalite ve malzemenin orijinal özelliklerini koruması bakımından göz önünde tutulmalıdır. Plastiklerin talaşlı üretim esnasında oluşan bazı dezavantajları;

- ısı iletkenliği kötüdür,
- ısı birikimi fazladır,
- sığa dayanıklılığı azdır,
- elastikiyet modülü küçüktür,
- bünyedeki dolgu maddeleri aşınmayı artırır,
- uygun olmayan seviyede talaş çıkar ve dolayısıyla atılması sorun oluşturur.
- Ayrıştırıcı maddeler açığa çıkar,
- Renk değişimleri oluşturur,

Talaşlı çalışmada, meydana gelen sürtünme ısısının belirli sınırlar dahilinde kalmasına dikkat edilmelidir. Çünkü plastiklerin ısı iletkenliği metallerinkinin yüzde

biri ile binde biri arasındadır. Bu husus uygulanacak talaşlı işlem türünün ve şartlarının belirlenmesinde dikkate alınmalıdır. İşlenen noktada oluşan ısı, üzerinde çalışılan parçanın alete bulaşacak kadar yumuşamasına yol açacak seviyede olmamalıdır. Bu nedenle, talaşlı çalışma sırasında meydana gelen ısı ıslak veya kuru soğutma yolu ile kaldırılmalıdır. Plastik çeşitlerinin her biri talaşlı çalışma esnasında farklı bir davranış gösterir (5,6,7).

a- Termoplastikler

- termoplastikler işlendiği noktada sürtünme ısısı nedeniyle kesici alete bulaşma sarma olur.

- sürekli talaş oluşumu nedeniyle çalışma engellenir

- PVC işlenirken HCl (Hidrolik asit) ayrışması nedeniyle kötü koku çıkar.

- amaca uygun olmayan soğutma sonucu oluşan gerilimlerin yol açtığı yırtılmalar ve çatlamlar oluşur.

b- Termoset plastikler

- kenarlar kırılır

- toz oluşur

- kötü koku yayılır

- kesici aletleri aşındırır

- su ile soğutulduğunda içerdiği organik dolgu maddeleri su çeker

(olayı ile takviye edilmiş plastikler)

Termo ve termoset plastikler işlenirken görünen veya görünmeyen özelliklerinin değişmemesi ve fiziki hasarların oluşmaması için;

- kesme kuvvet düşük tutulmalıdır

- kesme hızı yüksek olmalıdır

- uygun ileri itilim (kesme ilerlemesi) ısınma tehlikesi nedeniyle çok yüksek olmamalıdır

- soğutma mümkün olduğu kadar basınçlı hava ile yapılmalıdır

- işlenen noktadaki ısı birikimini düşük tutabilmek amacıyla dar kesme açısı yüksek kesme hızı ve düşük kesme ilerlemesi seçilmelidir

- Organik ve inorganik dolgu ve takviye maddeleri(cam elyaf, kuvars, karbon elyafı, pudra, bakalit tozu) gibi katkı maddeleri içeren plastiklerin işlenmesi esnasında oluşan ısı daha yüksek olacağından ayrıca değerlendirilmelidir.

Döküm (Laminasyon)

Sıvı haldeki termoset plastiklerin polimerizasyonu plastik reaktöründe başlar, katalizörler (sertleştirici: koboltnaftanant hızlandırıcı: katon peroksit) yardımı ile pozitif model üzerinde katılaştırma işlemidir ve termoset plastiğin polimerizasyonu burada sonlanır (8,9).

Polimerizasyon işlemi $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ denklemine göre analiz edilir.

Bu denklemde ΔG serbest enerji değişimi ΔH entalpi T sıcaklık ve ΔS entropidir. Polimerizasyon gelişigüzel dağılmış monomerlerden uzun makromolekül oluşturma işlemidir. Esasen bu işlem monomerleri belirli bir düzene getirme işlemidir. Bu nedenle polimerin entropisi, monomerin entropisinden daha küçük olacak ve denkleme göre polimerizasyon teşvik edilecektir. Ağırlığın ve dayanımın en önemli belirleyici faktörler olması nedeniyle ortez ve protez ara parçalarının ve yapı elemanlarının üretiminde metalik ve plastik malzemelerinin saf olarak kullanılması çoğunlukla önceden belirlenmiş hedefler karşısında yetersiz kalmaktadır. Bu nedenle günümüzde kompozit (çok bileşenli) malzemeler tercih edilmekte bu malzemeler hızla gelişmektedir (karbon tekniği) kompozit malzeme, belirli bir amaca yönelik olarak en az iki farklı maddenin bir araya getirilmesi ile meydana gelen malzeme gurubudur, amaç bileşenlerin hiç birinde tek başına mevcut olmayan bir özelliğin elde edilmesidir diğer bir deyişle, amaçlanan doğrultusunda bileşenlerinden daha üstün özelliklere sahip yeni bir malzeme üretilmesidir protez-ortez üretiminde kullanılan kompozit malzemelerde;

- mekanik dayanım
- yorulma dayanımı
- korozyon direnci
- kırılma tokluğu

- ses tutuculuğu veya ses yutuculuğu
- rijitlik, ağırlık, görünüm gibi özelliklerin iyileştirilmesi hedeflenmektedir.

DERİN ÇEKME

Polimerizasyonu plastik reaktörlerinde tamamlanmış çok çeşitli mekanik özelliklere sahip termoplastik levhaların şekillendirilmesinde kullanılan en yeni yöntemdir. Çoğunlukla termoplastik levhalar yumuşatıldıktan sonra model üzerine elle çekilmektedir ancak bu yöntemle yapılan üretimde özellikle istenen ölçülerde büyük sapmalar olur ayrıca plastikte çekmeler ve buna bağlı fiziksel değişimler gözlenir. Derin çekme yönteminde ise yumuşatılmış termoplastik levha ile model arasına negatif basınç (vakum) uygulayarak model üzerindeki en küçük detayların dahi oluşumu sağlanır ayrıca ini soğumu ve negatif basıncın çekme etkisi plastik levhadaki boyutsal sapmalar en aza indirilir. Negatif basınç plastik levhaların kalınlığına doğru orantılı olarak artırılır. Derin çekme yöntemi ile plastik köpüklerin ve plastik olmayan malzemelerin (deri kumaş) de şekillendirilmesi mümkündür bu tür malzemeler model üzerindeyken elde edilen formun korunması gerektiğinde çeşitli solüsyonlar emdirilerek kalıcılık sağlanabilir.

Derin çekme işlemi hem soğuk hemde sıcak yapılabilir. Bu yöntemi ortez-protez soketleri, gece atelleri, yatak atelleri destek elemanları, yumuşak yataklamalar yastık bağlamaları ve çeşitli rehabilitasyon araç ve gereçlerinin üretimi için kolay hızlı ve ekonomik bir üretim yöntemidir (8,9).

YÜZEY İŞLEME VE ÖNEMİ

Protez-ortezlerin soket bölümleri sistemin en önemli kısımlarıdır. Buralarda "Doğa yasaları gereğince" bazı kuvvet ve denge oluşumları meydana gelir. (Yer reaksiyon kuvvetleri, kesme ve bükülme kuvvetleri basınç germe ve torsiyon kuvvetleri vb) bu dış kuvvetleri istendiği gibi ayarlamak mümkün değildir, ancak bu kuvvetlerin karşısına onlarla aynı şiddete sahip iç kuvvetler konulması gerekir. Örneğin güdüğün soket içinde hatalı pozisyonlanması bu dengeye aykırılık yaratır.

Söz konusu kuvvetlerin iletimine yarayan temas yüzeyi bir taraftan güdüğün yüzeyi diğer

tarafından soketin iç yüzeyidir. Yani, soket sadece anatomik konturlara uygun "tam sekilde" üretilmesi yeterli değildir. Soket kuvvetlere uygun nitelikte de olmalıdır. Kas kontraksiyonları ve kemik çıkıntıları için bir serbestlik bulunmalı ve yüzey kalitesi tutunmaya elverişli olmalıdır. Çünkü hareket, ancak eğer hareket ettiren kuvvet ile hareket ettirilecek cisim (Protez) arasında şekilsel ve kuvvetsel bütünlük var ise hiçbir kayıp olmaksızın iletilir. Ayrıca soketlerin kütle temas alanları herhangi bir iritasyonu sebep olmaması için termoplastik malzemelerden seçilmeli eğer termosetlerden laminasyon metoduyla üretilmiş ise sokete polimerizasyonunu tamamlayabilmesi için süre verilmelidir. Bu süre reçinenin cinsine bağlı olarak 6-70 saattir (10).

YAPIŞTIRMA

Katı cisimlerin birbirine tutunmasını moleküler kuvvet ile sağlayan genellikle metalik olmayan çalışma malzemeleridir. Birbirine tutturulacak malzemenin türüne bağlı olarak çeşitli yöntem ve yapıştırıcılar var ise de her şeyi yapıştıran bir yapıştırıcıda yoktur. Çeşitli yapıştırıcıları birbirinden aşağıdaki özellikler ile ayırabiliriz (5,6,10).

- Çözücülü yapışkanlar
- Yapıştırıcı dispersiyonlar
- Tutkal çözeltileri

Çözücülü yapışkanlar sıvı bir yapışkan türü olup organik çözücüler içerirler ve kendiliğinden yapıştıranlar, kontok yapıştırıcılar ve reaksiyonla yapıştıranlar olmak üzere çeşitlenirler. Çözücülü yapışkanlar ile özellikle termoplastik malzemeler yapıştırılır. Bunlar, üzerinde çalışılan malzemenin ana maddesini çözer yani termoplastığı eritecek cinsten çözücüler kullanılır.

Reaksiyonlu yapıştırıcılar erimeyen plastiklerde tercih edilir. Genelde iki komponentten oluşurlar; Reçine ve sertleştirici kullanımdan kısa süre önce karıştırılır pürüzlendirilmiş birleştirme yüzeylerine sürülür yüzeyler basınçla fiske edilir bu yapıştırıcılar plastik, deri, lastik, seramik, cam

ve uretal metal malzemelerin yapıştırılması için uygundur.

Yapıştırıcı dispersiyonlar: bu tür yapıştırıcılar su içerisinde dağılmış ancak suda çözünmeyen ince dağılımlı termoplastik malzemelerdir. Tutkal çözeltileri bu yapıştırıcılar ise suda çözülmüş yapıştırıcılar- dır. Ağaç tutkalı gibi (Pelivinil Asetat)

- Yapıştırıcı, yapıştırılacak malzemeye uygun seçilmelidir.

- Yüzeylerdeki elektro statik güç veya emilim nedeniyle oluşmuş küller mutlaka temizlenmelidir.

- Boşluk ve ek yerleri dolgu maddeleri ile tavsiye edilmelidir.

- Pürüzsüz kaygan yüzeyler pürüzlendirilmelidir.

- Yapıştırıcının kıvamı belli bir süre çalışmaya izin verecek nitelikte olmalıdır.

- Üretimi tarafından öngörülen kurumu süresine ve sertleşme koşullarına riayet edilmelidir.

Ayrıca yapıştırma işleminde basınç sıcaklık, süre ve eklenecek kısımların konstrüktif yapısı gibi diğer yapışma/ sertleşme şartları dikkate alınmalıdır.

Protez üretiminde protezin rahatlık ve işlevselliği büyük ölçüde güdüğün yükten uzak tutularak yada yüklenebilecek kısımlar tutarlı bir şekilde dikkate alınarak belirlenir. Bu gerek güdüğün gerekse protezin biyomekaniğinin doğru şekilde yapımı açısından geçerlidir.

Sadece yanlış şekillendirilmiş bir protez değil kötü bir yapıda genel olarak protezin kullanımını hayli zorlaştıran kuvvetlerin dönme momentlerinin ve basınçların oluşmasına neden olabilir. Güdük ile soket arasında, soket ile protez yapı elemanları arasında ilişki ve hastanın değerlendirilmesi sonucunda elde edilen sapmalar ve bu sapmaların hangi ölçüde olduğunu tespit etmek için ayrı ayrı ele alınmalı ortez-protez bu sapmaları karşılayacak şekilde yapılandırılmalıdır. Uygulanan protez-ortezin yeterince etkin olup olmadığını anlaşılması için hastanın mümkünse ortez/protez ile ve ortez/protez siz olarak elde edilen bulgular ve sapmalar karşılaştırılmalıdır.

KAYNAKLAR

1. Savcı MN: Computer Aided Design of Mechanisms ODTÜ Makine Mühendisliği Bölümü, Ankara, 1985.
2. Pasın F, Gürgöze M, Tascan S : Mekanizma Tekniği, İTÜ Vakfı Yayını, İstanbul , 1987.
3. Akyurt M, Savcı M : Makine Elemanları İ.T.Ü. Makine Fakültesi, Birsen Yayınevi, İstanbul 1984.
4. Baydur G : Malzeme, Bahçelievler, Ankara, Ekim- 1996.
5. Charles M, Fryes, BS, John W, Michael M : Upper-Limb Prosthetics, In: Bowker J.H., Michael JW Eds. Atlas of Limb Prosthetics, 2 nd ed. Mosby Year Book, St. Louis, 1992: 107-174
6. Susan K, Donald C: Prosthetic Management, In: Bowker J.H., Michael JW Eds. Atlas of Limb Prosthetics, 2 nd ed. Mosby Year Book, St. Louis, 1992: 453-478
7. Erdem H : Ekstremitte Protezleri, Ankara, 1996.
8. Pritham CH : Emerging Trends in Lower-Limb Prosthetics: Research and Development. In : Bowker J. H., Michael JW Eds. Atlas of Limb Prosthetics, 2 nd ed. Mosby Year Book, St. Louis, 1992: 655-706.
9. Solomonidis SE : Gait Analysis of the Lower Limb, In : Boenick U. Ed. Amputee-The Effective alignment International Symposium, Berlin, 1990.
10. Nader M, Blohmke F : Üst Ekstremitte İçin Protezler, 1993.