

## Türkiye’de Ortez Protez, Kullanımı ve Üretim Aşamaları

Cemil Kobak<sup>1+</sup>, Yusuf Abdulkadir Ali<sup>1+</sup> ve Arzum Işıtan<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Makine ve İmalat Mühendisliği Bölümü/Teknoloji Fak  
Ültesi, Pamukkale Üniversitesi, Denizli, Türkiye

\*Corresponding author: [aisitan@pau.edu.tr](mailto:aisitan@pau.edu.tr)

+Speakers: [cemilkobak.10@gmail.com](mailto:cemilkobak.10@gmail.com), [yusufabdlkdr@gmail.com](mailto:yusufabdlkdr@gmail.com)  
Presentation/Paper Type: Oral / Full Paper

**Özet** – Protez, eksik olan vücut uzuvlarını taklit edecek şekilde yapılmış aygıtların genel adıdır. Ortez, işlevini kısmen veya tamamen kaybetmiş bireylerin uzuvlarının performansını veya iyileşme sürecini artırmak amacıyla kullanılan medikal cihazlardır. Türkiye İstatistik kurumuna göre ülkemizde 8,6 milyon engelli ve 1,5 milyon ise fiziksel engelli birey bulunmaktadır. Fiziksel engeli bulunan bireyler için ortez-protez tedavi yöntemi uygulanmaktadır. Ortez ve Protezler hasta birey üzerinden ölçü alınarak kişiye özel üretilmektedir. Ortez ve Protez genellikle paslanmaz çelik, karbon fiber, polietilen ve türevleri malzemeleri ile üretilmektedir. Araştırmalarımız sonucunda ortez ve protezlerde belli başlı sorunlar yaşanmaktadır. Hasar yaşanan ürünler incelenerek malzeme seçimi ve tasarım ile iyileştirmeler yapılabilmektedir.

**Anahtar Kelimeler-** Ortez, protez, ortopedik cihazlar, hasar, malzeme seçimi

**Abstract** – General name of devices that are made to imitation the missing limb regions is Prosthesis. Medical devices used to increase the performance or healing process of the limbs of individuals who have partially or completely lost their function as named Orthotics. According to the Turkish Statistical Institute, there are 8.6 million disabled and 1.5 million physically disabled individuals in our country. For individuals with physical disability, orthosis-prosthetic treatment method can be applied. Orthosis and prostheses are manufactured specially for the patient by taking measurements over the individual. They are usually manufactured with materials of stainless steel, carbon fiber, polyethylene, and their derivatives. While an individual uses orthosis and prosthetics, some problems and product damages can be occurred. Damaged products can be examined and improved with material selection and design. In this study, orthosis and prosthesis usage in Turkey and damage mechanisms of orthosis and prosthetics were studied. The selection of materials and design parameters how effective on the life of these products were investigated.

**Keywords** – Orthosis, prosthesis, orthotic devices, damage, material selection

### I. GİRİŞ

Fiziksel engeli bulunan bireyler için genellikle rehabilitasyon aşamalarında ortez-protez tedavi yöntemi uygulanmaktadır. İnsan uzvunun gerekliliklerini yerine getiren yardımcı cihazlar, engellilerin toplumdaki diğer bireyler gibi bağımsız yaşayabilmeleri tüm alanlarda tam ve etkin katılım sağlamaları, mekânda, eğitimde, sosyokültürel faaliyetler de erişilebilirlik sağlamaktadır. Ortez-protez doktorlar tarafından reçete edilen, bireylerin mobilitesini ve yaşam kalitelerini artırmak için kullanılmaktadır (örn. [1], [2]).

Ortez, vücutta organ kaybının olmadığı ancak organın anatomik, fizyolojik ve mekanik yapısında bozukluğun olduğu durumlarda söz konusu bölgeyi düzeltmek, desteklemek, hareketsiz konuma getirmek veya fonksiyon kazandırmak amacıyla kullanılan yardımcı medikal cihazlardır [3]. Ortezlerin kullanım alanları Tablo 1’de belirtildiği gibi kullanıldığı bölgeye göre üst ekstremité (uzuv), alt ekstremité (uzuv) ve spinal (gövde) ortezleri şeklinde sınıflandırılır. Bu ortezler dinamik veya statik hareketleri sağlamaktadır. Genellikle statik ortezler uygulandığı eklem hareketini kısıtlamak için kullanılır

iken dinamik ortezler uygulandığı bölgenin fonksiyonunu arttırmak amacıyla kullanılır [4]. Felç, inme, serebral palsi, pes ekinovarus, romatizmal hastalıkları ve deformitelerin engellenmesinde, tedavi yöntemi olarak uygulanmaktadır (örn. [5], [6], [7], [8]).

Tablo 1. Ortez Çeşitleri [22]

<b>Üst Ekstremité Ortezleri</b>	EO-Dirsek Ortezleri WO- Bilek Ortezleri HO- El Ortezleri WHO- El Bilek Ortezleri EWHO- Dirsek El Bilekliği Ortezleri
<b>Spinal (Gövde) Ortezleri</b>	LO- Bel ortezleri TO- Torasik Ortezler CO- Servikal Ortezler SIO- Sakroiliak Ortezler LSO- Lumbosakral Ortezler TLSO- Torasik Lumbosakral Ortez CTLSO- Servikal Torasik Lumbosakral Ortezler

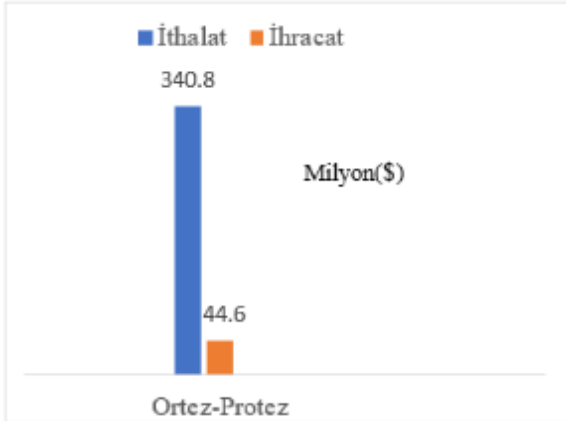
<b>Alt Ekstremité Ortezleri</b>	HpO-Kalça Ortezler KO-Diz Ortezler DAFO-Dinamik Ayak Ortezler KAFO-Diz Ayak Bileği Ayak Ortezler AFO-Ayak Bileği Ayak Ortezler HKAFO-Kalça Diz Ayak Bileği Ayak Ortezler
---------------------------------	---

Protez, vücutta tamamen veya kısmen eksik olan uzvun yerini alan cihazlardır [9]. Protez vücuttaki fonksiyonlarına göre tablo 2 de belirtildiği gibi alt ekstremité için transradial ve transhumeral, üst ekstremité için transtibial ve transfemoral şeklinde sınıflandırılmaktadır (örn. [10], [11], [12]). Transradial, transhumeral, transtibial ve transfemoral uzvun kesik bölgelerinin seviyelerini belirtmektedir. Ortez ve Protezlerin, tasarımı, karar verme aşaması ve daha sonrada hasta kullanımı sırasında kontrol edilmesi gerekmektedir.

Tablo 2. Protez Çeşitleri [22]

<b>Protezler</b>	AK-Diz Üstü Protezler AE-Dirsek Üstü Protezler BK-Diz Altı Protezler BE-Dirsek Altı Protezler
------------------	--

Türkiye’de fiziksel engelli nüfusunun fazla olması, ortez protez ihtiyaçlarını da belirlemektedir. Şekil 1’de görülebileceği gibi, ülkemizdeki ortez ve protez tıbbi cihazların ithalatı 340.885 milyon dolar ihracatı ise 44.667 milyon dolardır [13]. Ülkemizde yeterli nitelikte elemanlara sahip olmaması yerli üretimde, düşük ve orta seviye teknoloji cihazların üretimleri gerçekleşmektedir [14]. Bundan dolayı ithal yoğunluklu tıbbi cihazlar ülkemizde satışı yapılmaktadır.



Şekil 1. Türkiye’de 2015 yılı ortez-protez ithalat ve ihracat verileri [13]

Bununla birlikte ülkemizdeki yerli ürüne olan güvensizlik ortez protez alanlarında yerli üreticilerin büyümesini ve gelişmesini olumsuz etkileyen diğer unsurlardır [14].

İthal yoğunluklu ortez protez ülkemizde disiplinler arası çalışmalar ile daha teknolojik, daha kaliteli ve bireylerin yaşam kalitelerini artırmaya yönelik böyle bir çalışmanın gerekliliğini ortaya koymaktadır. Böylelikle uygun maliyetli ve daha kolay erişilebilirlik sağlanarak ortez ve protez imalatı yapılabilir. Böyle durumda nöroloji uzmanları, fizik tedavi doktorları, biyomedikal, imalat, malzeme ve mekatronik mühendisliği bölümleri ile entegre edilerek gerçekleştirilebilir. Özellikle cihaz tasarımında malzeme seçimi çok büyük önem arz etmektedir. Bu tür cihazlara yüklenen algılayıcılarla hem iyileşme süreci hem de hasta takibi yapılabilir. Bu çalışmanın

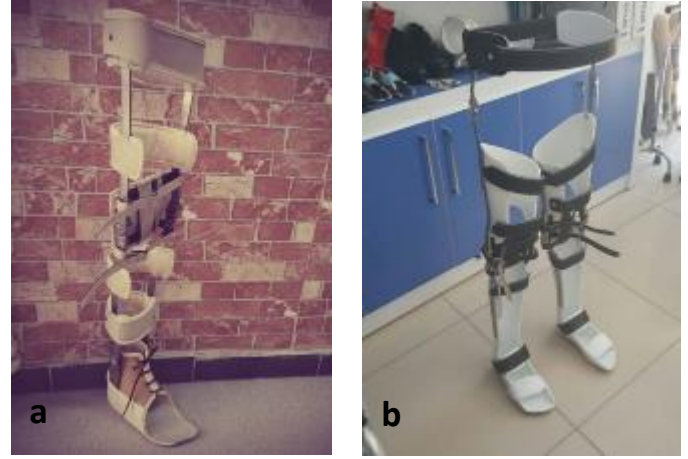
amacı, ortez ve protezlerin, kullanım amacı, üretim aşamaları, malzeme seçimi, üretim aşamalarında multidisipliner bir çalışma yapılabilmesi için bir farkındalık oluşturmaktadır. Çünkü Türkiye’de fonksiyon ve uzuv kaybı yaşayan nüfusun fazla olması, düşük kalitede ürünlerin üretilmesi ve yurt dışı menşei ürünlerin ithalatı ve yüksek maliyetli olmaları gözlenmiştir.

Bu çalışmada ortez protez kullanımı, çeşitleri, imalatla kullanılan malzeme ve üretim yöntemleri incelenmiştir.

## II. MALZEME VE METHOD

### Ortez Protez Türleri

KAFO ve HKAFO ortezleri uzvu kapsadıkları bölgelere göre adlandırılmıştır. Ülkemizde uzun yürüme cihazları geçmektedir. Bu ortezler alt ekstremité deforme bölgeleri için yürüyüş esnasında kullanılan dinamik ortezlerdir. Genellikle serebral palsi, çocuk felci vb. hastaların iyileşme süreçlerinde tedavi amaçlı kullanılmaktadır.



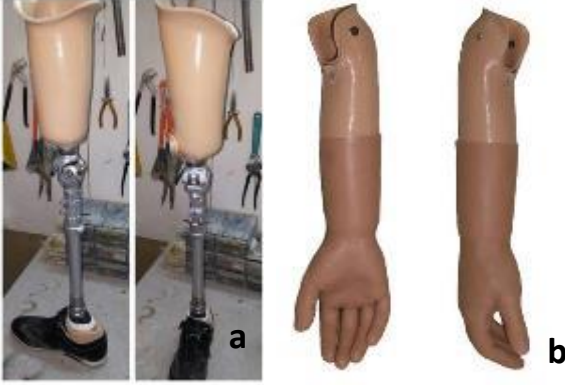
Şekil 2. KAFO-Diz Ayak Bileği Ayak Ortezi (a), HKAFO Kalça Diz Ayak Bileği Ayak Ortezi (b) [17]

EWHO ortezleri Şekil 3’de görüldüğü gibi üst ekstremitéde deforme olmuş uzuv için genellikle statik olarak kullanılmaktadır. Statik olması uzvu stabilize halde tutmasıdır. Uzvu istenilen pozisyonda tutarak istenmeyen hareketleri ve buna bağlı ağrıları engellemektedir. Kol bölgelerindeki kırıklar içinde kullanılmaktadır. Üst ekstremité için diğer ortez çeşitleri ise dirsek, bilek ve el parmaklarına uygun üretilmektedir.



Şekil 3. EWHO-Dirsek El Bileği Ortezi [17]

Alt ekstremitte ve üst ekstremitte protezler Şekil 4’de görüldüğü gibi uzvu taklit eden cihazlardır. Protezler eksik olan uzvun şekline göre çeşitlere ayrılmaktadır. Bunlar dirsek altı ve üst, diz altı ve üst bölgelerine göre belirlenmektedir. Protezlerin üretiminde genellikle plastik ve türevleri, titanyum alaşımları kullanılmaktadır. Bunun nedeni daha hafif bir yapı oluşturarak bireyin enerji tüketimini minimum seviyede tutmasından dolayıdır. Protez kullanımı ile hareket becerisi kazanan uzvun toplumda aktif rol üstlenmesi ve böylelikle kendini de pozitif hissederek olumlu yönde etkilemektedir [14].



Şekil 4. Alt Ekstremitte (a) ve Üst Ekstremitte (b) Protez [17]

#### Ortez ve Protezde Kullanılan Malzemeler

- Mevcut kullanılan ortez ve protezler ile karşılaştırma
- Yaygın olarak kullanılan malzemeler ve mekanik özellikleri nasıl kullanılır
- Ismarlama yani kişiye özel üretilmesi
- Ortez ve protezlerin ölçekleme ve bilgisayar destekli üretimi
- Ortez protez imalatını etkileyen faktörler
- Ortez ve Protez tersine mühendislik ile katmanlı imalat işlemleri (örn. [18], [19])

Malzemeler; Metaller, Çelikler, Deri, Alüminyum, Titanyum ve Magnezyum, Ahşap, Plastik ve Kompozitler, Termoplastikler, Termoset Malzemeler, Termoform, Köpüklü Plastikler.

Metaller; Ortez ve protezlerin imalatında kullanılan metal türleri üç gruba ayrılabilir: çelik, alüminyum ve titanyum alaşımları veya magnezyum alaşımları. Bu malzemeler birbirlerine yakın özellikler gösterebilir. Bireylerin ihtiyaçları ve tercihleri doğrultusunda belirlenir [20].

Çelik; Genel çelik terimi, herhangi bir demir bazlı alaşım malzemesini ifade eder. Alaşımli çelik terimi, diğer malzemeler ile ortez protez imalatına dahil edildiğinde kullanılır. Düşük karbonlu ve yüksek karbonlu çelikler olarak tanımlanır. Çelikler güçlü, sünek, ve dayanıklıdır ama yüksek yoğunluğundan dolayı ağır ve korozyona uğramaları dezavantajlıdır (örn. [18], [20], [21]).

Alüminyum; Yüksek mukavemeti ve korozyona karşı dayanıklı olması nedeniyle ortez protez üretimi için uygundur. Çeliklerde olduğu gibi alüminyum özellikleri, alaşım bileşimlerine, ısı işleme ve soğuk işleme bağlıdır. Dövme ve döküm alüminyum tipini tanımlamak için kullanılan terimdir. Alüminyum alaşımları protez iskeletlerinde, ortezlerde ise yapısal amaçlı kullanılmaktadır (örn. [18], [20], [21]).

Titanyum ve Magnezyum; Protezlerde titanyum alaşımı yaygın olarak kullanılmaya başlanmış ancak ortezlerde nadiren kullanılmaktadır. Yoğunlukları çeliklere %60 daha düşüktür. Titanyum ile yapılan protezler diğerlerine göre daha hafif olması ve bu sayede daha az enerji harcamaktadır. Titanyum alaşımları ayrıca alüminyum ve çeliklerden daha fazla korozyon direnci vardır (örn. [18], [21]).

Plastik ve Kompozitler; Ortez ve protezlerde üretim aşamasında bu malzemeler model üzerinde pozitif kalıplanabilmektedir. Plastikler düşük ısıda kolay şekil değiştirme işlemi yapılabildiğinden dolayı ortez ve protezlerde yaygın olarak kullanılmaktadır. Plastiklerde ikiye ayrılır, termosetler ve termoplastiklerdir (örn. [18], [22], [23]).

Termoplastikler; Düşük ısılarda kolay şekillendirilebilir fakat soğuktan sonra sertleşmektedir. Sıcaklık aralıklarına bakılarak düşük sıcaklık ve yüksek sıcaklık malzemeleri olarak sınıflandırılabilir. Bu malzemeler çoğunlukla ortez cihazlarında ve protezler için kullanılır.

Köpüklü Plastikler; Köpüklü plastikler, ortez ve protezler ile bireyin cildi arasında, özellikle kemik çıkıntıları gibi basınca maruz kalabilecek alanlarda koruyucu bir arayüz olarak kullanılabilir. Köpüklü plastikler iki sınıfa ayrılır: açık ve kapalı hücredir. Hücreler kauçuk veya polimerlerde yüksek basınçlı gazlama işlemi ile üretilir (örn. [18], [20], [24]).

Kompozitler; Kompozitler, tek bir madde olarak özelliklerine göre geliştirilmiş performans özelliklerine sahip bir malzeme, belirgin şekilde farklı fiziksel veya kimyasal özelliklere sahip iki veya daha fazla malzemenin birleşimidir (örn. [18], [22], [23]).

#### Ortez ve Protez Üretim Yöntemleri

Ismarlama yani kişiye özel ortez veya protez doktor tarafından reçete yazıldıktan sonra üretime başlanmaktadır. İki farklı üretim yöntemleri vardır. Klasik yöntem birey üzerinden referans alınacak ölçü, alçı ile kalıbı çıkarılmaktadır. Bu referans doğrultusunda kalıp üzerinden ürünün imalatı yapılmaktadır. Diğer yöntem ise bireyin 3D lazer tarama yapılarak tasarımı oluşturulmaktadır. Bilgisayar destekli üç boyutlu tasarımı yapıldıktan sonra 3D printerden imalatı yapılmaktadır.

Geleneksel üretim;

1. Uzuvdan doğru ölçümleri alma
2. Negatif kalıp ile dökümünü yapma
3. Ekstremitte veya vücut segmentinin üç boyutlu bir pozitif model oluşturma
4. İstenilen kontrolleri içerecek şekilde pozitif modelinin değiştirilmesi
5. Ortez veya protez soketi pozitif modeli etrafında imal edilmesi
6. Cihazın hastaya takılması

Bazı durumlarda, cihazın optimum uyum ve fonksiyonunu sağlamak için daha fazla değişiklikler yapılarak ayarlanması gerekmektedir [18].

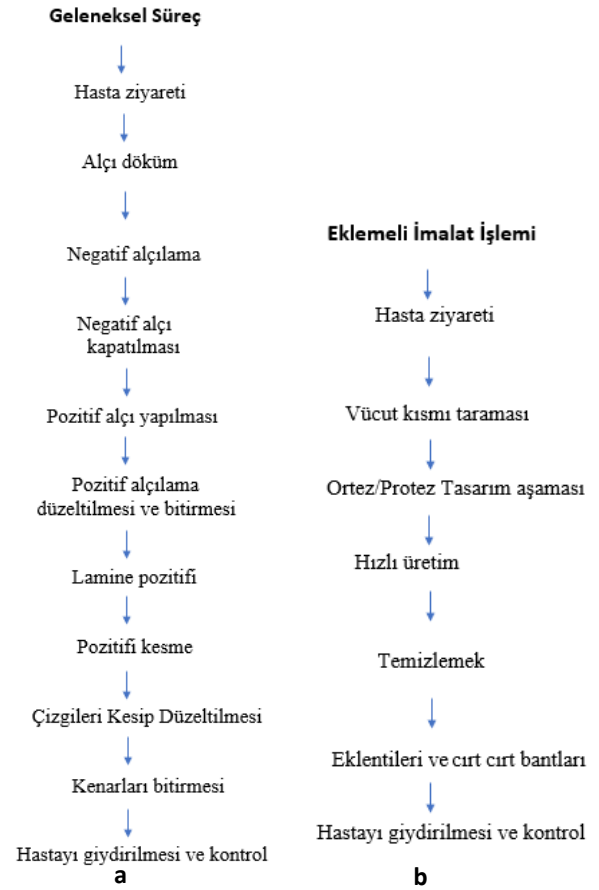
Genellikle ortezlerin üretimi için metal, plastik, sentetik kumaşlar veya kompozit gibi birçok malzeme türü vardır. Ancak plastiklerin hafif olması, destek sağlaması ve vücuda daha iyi temasından dolayı reçete edilmektedir. Bununla birlikte ayarlanamaması gibi bazı dezavantajları da mevcuttur. Hem hastaya rahatlık sağlamak hem de mevcut tasarımların verimliliğini artırmak için yeni tasarımlar önerilebilir. Yeni tasarımlar oluşturularak ve yeni üretim yöntemleri ile cihazlar geliştirilebilir. En geleneksel imalat tekniği, bireylerin deforme olan uzuvların alt ekstremitte veya üst ekstremitte

bölgelerinin kalıplama yöntemidir. Ayrıca, farklı tasarım ve malzeme türlerinin gereksinimleri nedeniyle farklı üretim yöntemleri geliştirilmiştir.

İki üretim süreci vardır.

Şekil 5 a’da belirtildiği gibi ortezin üretim aşamaları Negatif kalıplama üretimi ile uzuv koruma amaçlı folyo yardımıyla izole edilir. Daha sonra, negatif kalıbın kesilmesine ve çıkarılmasına yardımcı olmak için uzvun önüne ip yerleştirilir. Ekstremité uygulanan bir sıva bandajı ile sarılır. Ayak bileği 90 derece fleksiyon da nötr pozisyonda tutulur. Alçı kalıbı sertleştiğinde, ipin üzerinden bir kesme bıçağıyla kesilir ve uzuvdan çıkarılır. Ardından, negatif kalıp kurutma fırınına konur. Pozitif Kalıp Üretimi Negatif sıva kalıbı izole edilir ve daha sonra içine metal bir çubuk yerleştirilir. Sıvı sıva ile doldurulur ve sertleşmeye bırakılır. Negatif kalıp, pozitif kalıptan çıkarılır. Temizleme işleminden sonra, pozitif kalıp hastanın antropometrik ölçütlerine göre olarak kalıp düzelir. Vakum fırın ile şekillendirmede termoplastik malzemeden tabakalar şekillendirme sıcaklığında ısıtılır ortezlerin tabanlarını ve dış bölümlerini oluşturmak için dökümden yapılan kalıp üzerine dökülür. Malzemeyi kalıpta şekillendirmek için vakum uygulanır. Bu teknikte, bir termoplastik tabaka bir fırında yumuşama sıcaklığına ısıtılmaktadır. Bu teknikte, bir termoplastik tabaka bir fırında yumuşama sıcaklığına ısıtılmaktadır. Daha sonra, ısıtılmış termoplastik tabaka bir ortezci tarafından bir kalıbın kıvrımlarına karşı zorlanır. Bu işlemde kullanılan kalıplara pozitif kalıplar denir. Pozitif kalıplar negatif kalıplardan üretilir [25].

Şekil 5 (a) ‘de belirtildiği gibi üretim aşamaları protez tasarımına ve imalatına geleneksel yaklaşım, geometrisini bir yüzeyde yakalamak uzuv sıva bandajlarına sarılmasıyla başlar. Kalıntı uzuvlarını sardıklarında, protezci kemik çıkıntılarındaki potansiyel basınç noktaları için elle muayene eder ve konumlar belirlenir. Uzuv alçısı çıkarılarak sıva harcı ile kalıbın içerisi doldurulur. Katı hale gelmesi için pozitif kalıp içerisinde bırakılır. Daha hızlı, pozitif kalıp yapmanın yolu, kalan uzuvların optik taramasını yapılarak oluşturulur. Veriler, yüzey geometrisine dönüştürülüp daha sonra bir kalıntı bloğunun bir modelini bir köpük bloğundan taşıyan bir CNC freze makinesine aktarılır. Pozitif modeli oluşturmak için hangi yöntem kullanılırsa kullanılsın, modifikasyonlar herhangi kemikli çıkıntılara veya hassas alanlara hacim eklemek için kullanılmaktadır. Protez uzmanının değerlendirmesi ve tecrübesi tarafından belirlenen basınç toleranslı alanlardan hacim uzaklaştırılır. Pozitif soket kalıbı, kalıbın şekline uyacak şekilde vakumla oluşturulmuş yarı erimiş bir PE, PP veya kopolimer (hem PE hem de PP'nin karışımı) plastik levha ile sarılır (PE: Polietilen, PP: Polipropilen). Alternatif olarak, karbon fiber ve epoksi reçinesi ile aşılınmış diğer tekstiller, pozitif kalıp etrafına sarılabilir ve genellikle "aktif" ampute'lerin ihtiyaç duyduğu daha güçlü ve hafif protezler oluşturmak için sertleştirilebilir [26].



Şekil 5. Geleneksel imalat süreci (a), Eklemeli imalat süreci (b)

Şekil 5 (b) de görüldüğü gibi 3D baskı yöntemlerinin çoğu ortez imalatında kullanılabilir. Kaynaşık biriktirme modellemesi ve Polyjet yazıcılar, ortez oluşturmak için nozul boyunca küçük plastik püskürtüleri katmanları seçerken, selektif lazer sinterlenmesi, bir toz halindeki malzemeyi bir ortez veya protez şekline sokmak veya sinterlemek için lazerler kullanır. Eklemeli imalat, serbest formlu tasarım sağlamak gibi birçok avantaja sahiptir. Geleneksel üretime göre bu üretim süreci şematik bir genel bakış sunar. 1980'lerin başından bu yana kısa teslim sürelerine sahip düşük hacimli bileşenlerin üretilmesi için ek üretim işlemleri mevcuttur. Son zamanlarda ise özel üretim ve yaratılması da dahil olmak üzere tıbbi cihazların üretiminde daha fazla yararlanılmıştır. Özellikle AFO ortezlerinin yapımında çok fazla kullanılmaktadır.

Üretim yönteminin sunduğu tasarım özgürlüğünün kullanımıyla birlikte ortezlerin teslim edilmesine yönelik kitlesel bir kişiselleştirme sisteminin, AF (eklemeli imalat) yaklaşımı ile üretilen cihazların klinik olarak önemli bir potansiyel sunması önerilmektedir [26]. Bu yaklaşımın avantajlarından bazıları şunlardır;

- Reçete işlemi sırasında hasta için daha konforlu bir deneyim (sıva dökümü gerekmez). Optik 3D tarayıcılar hasta geometrisini kesin ve tutarlı bir şekilde yakalamak için kullanılabilir.
- Daha az deneyimli teknisyenler, el işçiliği azaltması ve deneyime sahip olmanın çok önemli olmadığı için kullanılabilir.
- Bitirilen ürünlerin sistematik değerlendirmesi, tasarım sistemine uygulanabilir [26].

### III. SONUÇLAR

Ortez uzuvların işlevini kısmen veya tamamen kaybetmiş bireylerin performansını ve iyileşme süreçlerini artırmak, protez ise vücutta tamamen veya kısmen eksik olan uzvun yerini alan medikal cihazlardır [3]. Ortez ve protezler bireyin yaşam kalitesini ve mobilitesini artırmaktadır. Dünya nüfusun %15 yani yaklaşık 1 milyarın üzerinde engelli birey bulunmaktadır. Dünya’da engelli nüfusu her yıl artmakta ve engelli nüfusunun %80’i gelişmekte olan ülkelerdir [15]. Ülkemizde ise 8,5 milyon engelli ve 1,5 milyonun üzerinde ise fiziksel yani bedensel engelli birey vardır [16]. Ülkemizde ortez protez cihazları çoğunlukla ithal edilmektedir. Ülkemizdeki ortez protez üretimi ve satışları yurt dışı menşei ürünlerine göre 8 kat daha düşüktür [13].

### IV. TARTIŞMA

Klasik üretim yöntemi yerine eklemi imalat yöntemi izlenerek daha hafif, daha kaliteli ürünlerin üretimi yapılabilir.

Ülkemizde interdisipliner bir çalışma yapılarak daha gelişmiş cihazlar kazandırılabilir. Bu sayede daha uygun maliyetli olması ve ürüne erişilebilirlik sağlanabilir.

### V. SONUÇ

- Engelli nüfusu ve ortez protez ihtiyaçlarının farkındalık yaratmak amacıyla bu çalışma yapılmıştır.

- Ortez protezlerde malzeme seçimi ve üretim aşamaları değerlendirilmiştir.

- Ülkemizde üretim yapmak mümkün olup, disiplinler arası çalışmalar yapılarak kişiye özel, yüksek kaliteli ve teknolojik ürünler üretilebilir.

- Fizyoterapist doktorları ve ortez protez bölümleri ile birey anatomisi, deforme seviyeleri ve üretim aşamaları
- Malzeme mühendisliği ile ham madde çalışmaları
- Makine ve İmalat mühendislikleri ile tasarım ve analiz
- Mekatronik mühendislikleri ile elektronik ve yazılım belirlenerek daha inovatif ve yenilikçi ürünler yapılabilir.

### REFERANS

- [1] Ottobock, «ottobock.» Ottobock Available: www.ottobock.com.
- [2] M. Lina, G. Ritu, R. J. Katrine, G. Katharina, W. Jenny ve A. S. R. S. G. A. Sofia Wallén, «Quality of life of prosthetic and orthotic.» 2019.
- [3] S. Alsancak, Ortez ve Protez Tarihçesi, cilt 1, Ankara: Ankara Üniversitesi Dikimevi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu Yıllığı, 2000.
- [4] C. Z. Algun, Interviewee, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü. [Röportaj]. 19 July 2017.
- [5] R. J. Adams, A. L. Ellington, K. Armstead, K. Sheffield, J. T. Patrie ve P. T. Diamond, «Upper Extremity Function Assessment Using a Glove Orthosis and Virtual Reality System.» SAGE, cilt 2, no. 81-89, p. 39, 2019.
- [6] E. Martins, R. Cordovil, R. Oliveira, J. Pinho, A. Diniz ve J. R. Vaz, «The Immediate Effects of a Dynamic Orthosis on Gait Patterns in Children With Unilateral Spastic Cerebral Palsy: A Kinematic Analysis.» Frontiersin, 2019.
- [7] S. I. Guner ve S. Guner, «Pes Ekinovariste Konservatif Tedavi.» Van Tıp Dergisi, cilt 3, no. 186-190, p. 21, 2014.
- [8] K. CAPACI, «ORTHOSIS, ADAPTIVE DEVICES OF DAILY LIVING ACTIVITIES AND ENVIRONMENTAL ADAPTATIONS IN RHEUMATIC DISEASES.» Türkiye Klinikleri Dahili Tıp Bilimleri Dergisi, cilt 2, no. 15-20, p. 45, 2006.
- [9] H. Aoife, F. Sybil, P. Anand ve C. Nachiappan, «A systematic review of randomised controlled trials assessing effectiveness of prosthetic and orthotic interventions.» PLOS ONE, cilt 3, no. 14, p. 13, 2018.

- [10] N. Cayirli, N. Yazıcı ve C. Kilickap, «Üst Ekstremitte Protezlerinde Temel Prensipler ve Uygulamalarımız.» Ankara Üniversitesi Dikimevi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu Yıllığı, cilt 2, no. 1, 2001.
- [11] E. S. Celik, TRANSTİBİYAL PROTEZLER.
- [12] S. Demirdel ve F. Erbahceci, «TRANSFEMORAL AMPUTASYONU OLAN BİREYLERDE İKİLİ GÖREVİN YÜRÜYÜŞE ETKİSİNİN İNCELENMESİ.» Türk Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Dergisi, cilt 3, no. 118-124, p. 28, 2017.
- [13] K. Kurumları, S. T. Kuruluşları ve Üniversiteler, TÜRKİYE TIBBİ CİHAZ SEKTÖRÜ STRATEJİ BELGESİ VE EYLEM PLANI, T.C. Sağlık Bakanlığı, Türkiye İlaç Kurumu ve Tıbbi Cihaz Kurumu, 2015.
- [14] S. Alsancak, H. Altinkaynak ve S. Guner, «Sosyal Güvenlik Kurumu verilerine göre Türkiye’de hastaya özel yapılarak uygulanan protez ve ortezlerin sayısal çeşitlilik analizi.» Türkiye Fizyoterapistler Derneği, cilt 1, no. 99-103, p. 24, 2013.
- [15] w. h. organization, «Disability and health.» 16 January 2018. [Çevrimiçi]. Available: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/disability-and-health>.
- [16] M. Aysoy ve O. Demir, «bianet Bağımsız İletişim Ağı.» 03 Aralık 2003. [Çevrimiçi]. Available: <http://bianet.org/bianet/toplum/26969-turkiyede-ozurluorani-yuzde-12-29>. [Erişildi: 2019].
- [17] E. Argun, «Atom Ortopedi.» Atom Ortez Protez Yapım Ve Uygulama Merkezi, 2013 Ocak 2013. [Çevrimiçi]. Available: [www.facebook.com/AtomOrtezProtezYapimVeUygulamaMerkezi/](http://www.facebook.com/AtomOrtezProtezYapimVeUygulamaMerkezi/).
- [18] Orthotics and Prosthetics in Rehabilitation By Michelle M. Lusardi, PhD, PT, Millee Jorge, Caroline C. Nielsen, PhD.
- [19] Committee on Artificial Limbs. Terminal Research Reports on Artificial Limbs (Covering the Period from April 1, 1945 through June 30, 1947). Washington, DC: National Research Council; 1947.
- [20] American Society of Testing and Materials (ASTM). Standards. Philadelphia: ASTM; 2001.
- [21] International Organization for Standardization (ISO). Prosthetics-Orthotics. Paramus, NJ: ILI Infodisk; 2000.
- [22] O’Flaherty F. Leather. In: American Academy of Orthopaedic Surgeons, eds. Orthopaedic Appliances Atlas. Ann Arbor, MI: JW Edwards; 1952:17-28.
- [23] Redford II JB. Orthotics Etcetera. 3rd ed. Baltimore: Williams & Wilkins; 1986. Murphy EF, Burnstein AH. Physical properties of materials including solid mechanics. In: American Academy of Orthopaedic Surgeons, eds. Atlas of Orthotics: Biomechanical Principles and Application. 2nd ed. St. Louis: Mosby; 1985:6-33.)
- [24] (Compton J, Edelstein JE. New plastics for forming directly on the patient. Prosthet Orthot Int. 1978;2(1):43-47. Lockard MA. Foot orthoses. Phys Ther. 1988;68(12):1866-1873. Peppard A, O’Donnell M. A review of orthotic plastics. Athletic Training. 1983;18(1):77-80. Manganon PL. The Principles of materials Selection for Engineering Design. Prentice Hall; 1999.)
- [25] Design, Manufacture, and Selection of Ankle-Foot-Orthoses. Hasan Kemal Surmen/Istanbul University, Turkey, Nazif Ekin Akalan/Istanbul University, Turkey, Yunus Ziya Arslan/Istanbul University, Turkey
- [26] DESIGN AND ADDITIVE FABRICATION OF FOOT AND ANKLE-FOOT ORTHOSES J. H. P. Pallari1, K. W. Dalgarno2, J. Munguia2, L. Muraru3, L. Peeraer4, S. Telfer5, and J. Woodburn5