

## Üç Boyutlu Yazıcı ile Kuğu Boynu Deformitesi için Kişiyi Özgü Parmak Ortez Üretimi ve Kullanıcı Memnuniyeti

### Custom Finger Orthosis Production and User Satisfaction for Swan Neck Deformity with Three-Dimensional Printer

<sup>1</sup>Eren TİMURTAŞ, <sup>2</sup>Gazi AKGÜN, <sup>1</sup>Ender Ersin AVCI, <sup>1</sup>Neslihan KARABACAK, <sup>1</sup>Gökçe KARTAL, <sup>1</sup>Mine Gül den POLAT, <sup>1</sup>İlkşan DEMİRBÜKEN

<sup>1</sup>Marmara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, İstanbul, Türkiye  
<sup>2</sup>Marmara Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Mekatronik Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye

Eren Timurtaş: <https://orcid.org/0000-0001-9033-4327>

Gazi Akgün: <https://orcid.org/0000-0002-8154-5883>

Ender Ersin Avcı: <https://orcid.org/0000-0002-8089-0351>

Neslihan Karabacak: <https://orcid.org/0000-0003-1177-7926>

Gökçe Kartal: <https://orcid.org/0000-0002-2024-4104>

Mine Gül den Polat: <https://orcid.org/0000-0002-9705-9740>

İlkşan Demirbük en: <https://orcid.org/0000-0003-0566-5784>

#### ÖZ

**Amaç:** Kuğu boynu deformitesi, proksimal interfalan-geal eklemin hiperekstansiyonu, distal interfalan-geal eklemin fleksiyonu ile karakterizedir. Tedavi sürecinde, konservatif yöntemlere ek olarak kullanılan ortezlerin çeşitli şekillerde üretimi mevcuttur. Son dönemlerde öne çıkan üç boyutlu (3B) yazıcı teknolojileri ortez üretiminde de kullanılmaktadır. Bu çalışmanın amacı kuğu boynu parmak deformitesi olan kişilere 3B yazıcı kullanarak yüzük ortezi üretmek ve bu kişilerin ortez memnuniyet düzeyini değerlendirmektir.

**Materyal ve Metot:** Çalışma, kişiyi özel ortez üretimi ve katılımcıların kullanım memnuniyetinin değerlendirilmesi olarak iki aşamalı olarak yapılandırıldı. Ortezin tasarım aşamasında bilgisayar destekli modelleme kullanıldı. 3B yazdırma sürecinde erimiş birikimli modelleme yöntemi kullanıldı. Termoplastik malzeme olarak polilaktik-asit tercih edildi. Çalışma 10 gönüllü (7 Erkek, 3 Kadın, yaş ortalaması 55,2±5,31) ile gerçekleştirildi. Katılımcıların ortez kullanım memnuniyetleri Quebec Yardımcı Teknoloji Kullanıcı Memnuniyeti Değerlendirme anketi (Q-YTKMD) ile değerlendirildi.

**Bulgular:** 3B yazıcı teknolojisi kullanılarak kişiyi özel yüzük ortez üretildi. Q-YTKMD anketindeki 8 soru için kaydedilen ortalama puanlar 5 puan üzerinden 4.00 ile 5.00 arasında değişmekteydi. Katılımcıların yardımcı cihaz memnuniyet ortalamalarının 4,57±0,38 olduğu belirlendi. Katılımcıların öne çıkan 3 memnuniyet kriteri ortez ağırlığı, kullanım kolaylığı ve işe yararlılığı olduğu belirlendi.

**Sonuç:** Çalışma, günümüzde sağlık sektöründe kullanımı giderek artan 3B yazıcılarla kuğu boynu deformitesi için yüksek kullanıcı memnuniyetli, kişiyi özel ortezler üretilmesinin mümkün olduğunu ileri sürmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Kuğu boynu deformitesi, ortez üretimi, üç boyutlu yazıcı

#### ABSTRACT

**Objective:** Swan-Neck deformity is characterized by hyperextension of proximal interphalangeal joint and flexion of distal interphalangeal joint. In the treatment process, in addition to conservative methods, orthoses are produced in various ways. Recently, prominent three-dimensional (3D) printer technologies are also used in orthotics production. The aim of this study was to produce a ring orthosis using a 3D printer for the population with swan neck finger deformity and to evaluate the orthosis satisfaction level of these individuals.

**Materials and Methods:** The study was structured in two phases as the production of customized orthoses and the evaluation of participants' satisfaction with use. Computer aided design was used in the design phase of orthosis. Fused deposition modeling method was used in 3D-printing process. Polylactic acid was preferred as thermoplastic material. The study was conducted with a total of 10 volunteers (7-males and 3-females mean age:55.2 ± 5.31). User satisfaction was evaluated with the Quebec Assistive Technology User Satisfaction Assessment Questionnaire (Q-YTKMD).

**Results:** Custom ring orthoses were produced using 3D printer technology. The average scores recorded for the 8 questions in the Q-YTKMD questionnaire ranged from 4.00 to 5.00 out of 5 points. The participants' mean assistive device satisfaction score was 4,57±0,38. Orthosis weight, ease of use and usefulness were the 3 prominent satisfaction criteria of the participants.

**Conclusion:** The study suggests that it is possible to produce customized orthoses with high user satisfaction for swan neck deformity with 3D printers, which are increasingly used in the healthcare industry today.

**Keywords:** Swan neck deformities, three-dimensional printing, orthotics production

#### Sorumlu Yazar / Corresponding Author:

Ender Ersin Avcı  
Marmara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, İstanbul, Türkiye  
Tel: +90 5075891959  
E-mail: [ender.ersin.avci@gmail.com](mailto:ender.ersin.avci@gmail.com)

#### Yayın Bilgisi / Article Info:

Gönderi Tarihi/ Received: 11/08/2021  
Kabul Tarihi/ Accepted: 13/06/2022  
Online Yayın Tarihi/ Published: 01/09/2022

**Atıf / Cited:** Timurtaş E ve ark. Üç Boyutlu Yazıcı ile Kuğu Boynu Deformitesi için Kişiyi Özgü Parmak Ortez Üretimi ve Kullanıcı Memnuniyeti. *Online Türk Sağlık Bilimleri Dergisi* 2022;7(3):340-345. doi: 10.26453/otjhs.981590

## GİRİŞ

Kuşu boynu deformitesi, proksimal interfalangeal eklemin hiperekstansiyonu ve distal interfalangeal eklemin fleksiyonu ile karakterizedir.<sup>1</sup> Bu deformite romatolojik hastalıklardan kaynaklı olarak; parmaklardaki tendon ve ligamentlerde oluşan kuvvet imbalansının bir sonucudur. Deformitenin tedavisinde sıklıkla konservatif yaklaşımlar tercih edilir. Bu yaklaşımlar, eklemin stabilizasyonunun sağlanması, korunması ve desteklenmesi için ortez kullanımını içermektedir.<sup>2</sup> Oluşan deformiteleri düzeltmek için üç nokta prensibine dayalı ortezler kullanılmaktadır. Fonksiyonel yetersizlik bulunan kişilere biyomekanik destek sağlamak için tercih edilen bu ortezler geleneksel endüstriyel üretimde kullanılmakta olan kesme delme yöntemleri kullanılarak parça çıkarma ile üretilmektedir.<sup>3</sup> Günümüzde, gelişen endüstriyel teknolojiler ile beraber ortez üretiminde geleneksel üretim yöntemlerinin yanında üç boyutlu (3B) yazıcıların kullanımı giderek artmaktadır.<sup>4,5</sup> Charles Hull tarafından 1980'lerin sonlarında geliştirilen 3B yazıcı teknolojisi, özellikle uygun maliyetli, anatomik olarak doğru ve estetik ortezler üretmek için tercih edilmektedir.<sup>6,7</sup> 3B yazıcı teknolojisi; eriyik yığıma modelleme (EYM), mürekkep püskürtmeli (ink-jet), seçici lazer sinterleme, doğrudan lazer metal sinterleme, laminalı nesne imalatı (LNI) ve benzeri farklı üretim teknikleri kullanılarak gerçekleştirilebilmektedir.<sup>8</sup>

Kişinin anatomik yapısına optimum uyumlu üretime imkân vermesi ve kişiden alınan ölçümler sonucu oluşturulan sanal modelin kaydedilebilir ve tekrar üretilebilir olması 3B yazıcıları geleneksel üretim yöntemlerine göre avantajlı kılmaktadır.<sup>5</sup>

Bu çalışmada, kuşu boynu deformitesinde kullanılan yüzük ortezin 3B yazıcı kullanarak kişiye özel üretilmesi ve ortezi kullanan bireylerin memnuniyetinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

## MATERYAL VE METOT

**Etik Durum:** Araştırmanın saha çalışması öncesi Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Etik Kurulu'ndan etik onay alındı (Tarih: 30.12.2020, karar no: 82). Araştırma Helsinki bildirgesi ilkelerine uygun olarak yürütüldü. Katılımcılara çalışma hakkında sözlü ve yazılı bilgi verilerek imzalı onamları alındı.

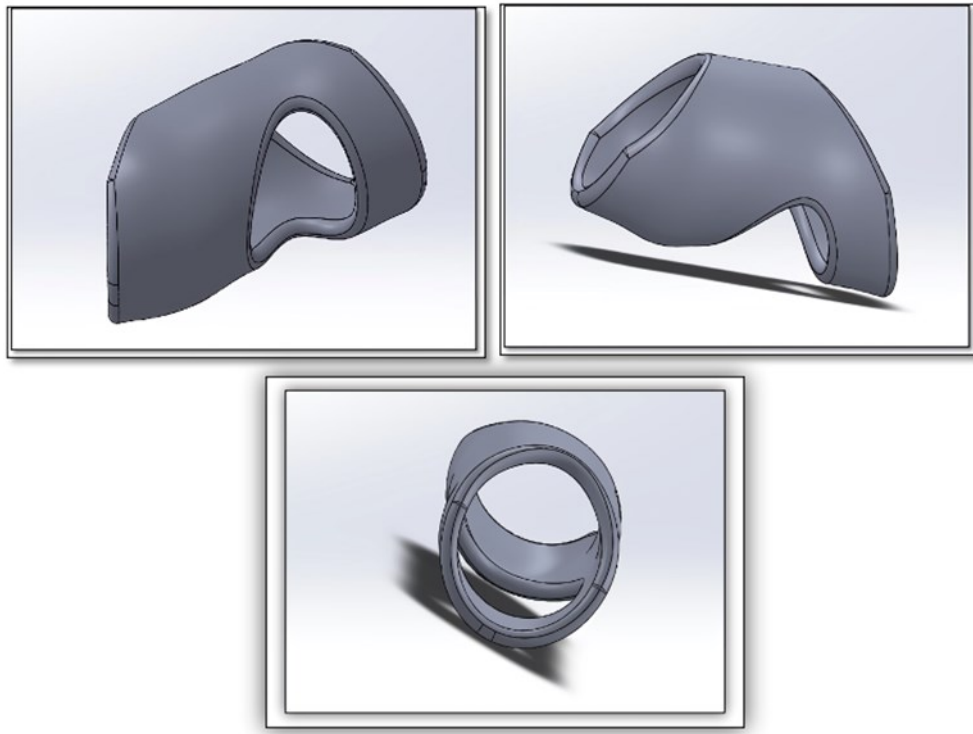
**Araştırma Türü:** Araştırma modeli kesitsel tarama şeklinde yapılandırıldı. Bu tarama modeli, katılımcılardan belirli bir süre içerisinde tek seferde verilerin toplandığı ve durum analizlerinin yapıldığı betimsel bir araştırma türüdür.

**Prosedür:** Çalışma Ekim 2018 – Haziran 2019 tarihleri arasında gerçekleştirildi. Çalışma öncesinde, çalışmada yer alan 2 fizyoterapist araştırmacı SolidWorks 2018 programı ile 3B yazıcı kullanım eği-

timi aldı. Rutinde kuşu boynu deformitesi tedavisi devam eden ve ortez önerisi ile Marmara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon bölümüne yönlendirilmiş kişilerden 10 gönüllü katılımcı (7 Erkek, 3 Kadın) çalışmaya dahil oldu. Katılımcılara çalışma hakkında sözlü ve yazılı bilgi verilerek imzalı onamları alındı.

Çalışma, kişiye özel ortez üretimi ve katılımcıların ortez kullanım memnuniyetinin değerlendirilmesi olmak üzere iki aşamalı olarak yapılandırıldı. Çalışmanın ilk aşamasında gönüllü katılımcılar için kişiye özel ortez üretimi gerçekleştirildi. Ortezin tasarım aşamasında bilgisayar destekli modelleme (CAD-Computer Aided Design) kullanıldı. Dijital kumpas kullanılarak ortez üretimi yapılacak parmağın ölçüleri alındı. Parmağın 4mm aralıklarla yükseklik ve genişlik ölçümleri gerçekleştirildi. Ortezin giyilme konforunu arttırmak amacıyla model ölçümlerinde 0,50mm tolerans belirlenerek öteleme yöntemi ile modele uygulandı. CAD programı olarak SolidWorks 2018 tercih edildi. Ölçümlerden elde edilen veriler ile bilgisayar üzerinde dijital katmanlama yapılarak ortezin 3B modeli oluşturuldu. Katı model matematiksel olarak üçgenlere ayrılıp 3 boyutlu matematiksel model olarak saklayan Stereolitography (STL) formatında kaydedilerek, Ultimaker Cura 4.3 açık kaynak kodlu 3B baskı arayüz programına aktarıldı. 3B dijital model, dilimleme algoritması kullanılarak 2 boyutlu (2B) kesitlere ayrıldı. Bu kesitler G- kod olarak adlandırılan kodlara dönüştürüldü. Bu kodlar, 3B yazıcının ortez üretim sürecinde her bir 2B katmanın belirlenmiş noktalarına uygun miktarda üretim materyalini işlemesi komut bilgilerini içermektedir.<sup>4</sup> 3B yazdırma sürecinde termoplastik malzemeyi eriterek yapılan katmanlı üretim teknolojisi; erimiş birikimli modelleme yöntemi kullanıldı. Termoplastik malzeme olarak polilaktik asit (PLA) tercih edildi. Üç nokta prensibine uygun olarak ortezin destek ve itme noktaları belirlendi. Belirlenen destek bölgeleri haricinde kalan kısımlar çıkarılarak ortezin nihai formu verildi (Şekil 1). Kullanım konforunu arttırmak amacıyla modelin keskin kenarları “radyus-yuvarlatma” komutuyla yumuşatıldı. 3B yazıcı ile üretilen ortezin yüzeyi zımparalanarak pürüzsüz ve kullanıma hazır hale getirildi.

Çalışmanın ikinci aşamasında katılımcılardan, 3B yazıcı ile kendilerine özel üretilen parmak ortezi 15 gün boyunca kullanmaları istenildi. Bu süre sonrasında, katılımcıların ortez kullanım memnuniyetleri Quebec Yardımcı Teknoloji Kullanıcı Memnuniyeti Değerlendirme (Q-YTKMD) anketi (QUEST 2.0) ile değerlendirildi. Anket yüz yüze görüşme yöntemi ile uygulandı. Q-YTKMD anketi, Demers ve ark.<sup>9</sup> tarafından 1996 yılında yardımcı cihazların kullanım memnuniyetini değerlendirmek için geliştirilen bir ankettir. Anket, yardımcı cihaz (8 soru) ve servis (4



**Şekil 1.** Solidworks programındaki ortez çiziminin son hali.

soru) memnuniyetini sorgulayan iki alt başlık ve toplam 12 soru içermektedir. Soru 1'den 8'e kadar verilen cevapların puanlarının toplanıp 8'e bölünmesi ile yardımcı cihaz memnuniyet alt başlığı puanı hesaplanmaktadır. Soru 9'dan 12'ye kadar verilen cevapların puanları toplanıp 4'e bölünmesi ile servis memnuniyet alt başlığı puanı hesaplanmaktadır. Tüm yanıtların puanların toplamının 12'ye bölünmesi ile de toplam Q-YTKMD puanı hesaplanmaktadır. Ayrıca anketin devamında kullanıcılardan ankette yer alan maddelerden memnuniyet ile ilgili en önemli üç maddeyi seçmeleri istenen bir bölüm bulunmaktadır. Çalışma Q-YTKMD anketinin yardımcı cihaz memnuniyetini sorgulayan 8 sorusu ile gerçekleştirildi. Ortez ile ilgili bir servis hizmeti gereksinimi olmaması dolayısıyla anketin servis memnuniyeti ile ilgili 4 sorusu araştırma sorularına dahil edilmedi. Anket soruları, 5 puanlı Likert skalasına göre yanıtlanmaktadır ve yüksek puan yüksek memnuniyeti ifade etmektedir (1=hiç memnun değilim ve 5=çok memnunum).<sup>9,10</sup> Yakut ve ark.<sup>11</sup> tarafından anketin Türkçe geçerlilik güvenilirlik çalışması protez ve ortez kullanılan bireyler ile gerçekleştirilmiştir.

**İstatistiksel Analizi:** Anketi cevaplandıran bireylerin yaş, Q-YTKMD anketinin yardımcı cihaz memnuniyet puan değişkenleri için tanımlayıcı istatistikler kullanıldı. Veriler, ortalama  $\pm$  standart sapma ile ifade edildi. Veri analizinde, SPSS 20.0

tanımlayıcı istatistik programı (IBM Corp. Released 2011. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 20.0. Armonk, NY: IBM Corp.) kullanıldı.

### BULGULAR

Çalışma 7 Erkek, 3 Kadın toplam 10 gönüllü katılımcı ile gerçekleştirildi. Katılımcıların yaş ortalaması  $55.2 \pm 5.31$  (Min= 48, Max= 63) olarak kaydedildi. Katılımcıların demografik bilgileri Tablo-1'de sunuldu.

**Tablo 1.** Katılımcıların demografik bilgileri.

Katılımcılar (n=10)	Yaş (X $\pm$ SD)	Min-Max
7 Erkek, 3 Kadın	55,2 $\pm$ 5,31	48-63

Araştırmanın ilk aşamasında 3B yazıcı teknolojisi kullanılarak her bir katılımcı için kişiye özel yüzük ortez üretildi. Katılımcıların üretilen yüzük ortezi 15 günlük kullanımları sonrasında Q-YTKMD anketinin yardımcı cihaz memnuniyeti sorularına verdikleri yanıtların skorları Tablo 2'de sunuldu. Sonuçlara bakıldığında anket içerisindeki 8 soru için kaydedilen ortalama puanlar maksimum 5 puan üzerinden 4,00 ile 5,00 arasında değişmekteydi (Tablo 2). Katılımcıların yardımcı cihaz memnuniyet ortalamalarının  $4,57 \pm 0,38$  olduğu belirlendi. Katılımcılar açısından en önemli 3 memnuniyet maddesinin ortezin

ağırlığı, kullanım kolaylığı ve işe yararlılığı olduğu belirlendi.

**Tablo 2.** Katılımcıların Q-YTKMD anketi skorları.

SORULAR	Puan (X±SD)	Min-Max
<b>Soru 1.</b> Ortezin boyutlarından (büyüklüğü, yüksekliği, uzunluğu, genişliği) ne kadar memnunsunuz?	4,80 ± 0,42	4-5
<b>Soru 2.</b> Ortezin ağırlığından ne kadar memnunsunuz?	5,00 ± 0,00	5-5
<b>Soru3.</b> Ortezin parçalarını ayarlama kolaylığından (oturtma, takma) ne kadar memnunsunuz?	4,60 ± 0,52	4-5
<b>Soru4.</b> Ortezin sağlamlığı ve güvenliğinden ne kadar memnunsunuz?	4,00 ± 0,67	3-5
<b>Soru5.</b> Ortezin dayanıklılığından (sağlamlığı, aşınmaya/yıpranmaya direnci) ne kadar memnunsunuz?	4,20 ± 0,42	4-5
<b>Soru6.</b> Ortezin kullanım kolaylığından ne kadar memnunsunuz?	4,90 ± 0,32	4-5
<b>Soru 7.</b> Ortezin rahatlığından ne kadar memnunsunuz?	4,20 ± 0,42	4-5
<b>Soru 8.</b> Ortezin işe yaramasından (cihazınızın ihtiyaçlarınızı ne kadar karşıladığı) ne kadar memnunsunuz?	4,90 ± 0,32	4-5
<b>TOTAL</b>	4,57±0,38	

Min, minimum; Max, maksimum; SD, standart sapma; \*: Q-YTKMD anketi katılımcılara uygulanırken anket orijinalinde yer alan "yardımcı cihaz" ifadesi "ortez" olarak uyarlanmıştır.

## TARTIŞMA VE SONUÇ

Birinci aşaması 3B yazıcı ile kişiye özel yüzük ortez üretimi olan ve ikinci aşamada üretilen ortezin kullanıcı memnuniyetinin araştırıldığı çalışmamızın sonuçları 3B yazıcı ile yüksek kullanıcı memnuniyeti olan kişiye özel yüzük ortezin üretildiğini göstermektedir.

Eklem stabilizasyonunun sağlanması, korunması ve desteklenmesi için kullanılan ortezler deformitenin olduğu eklem vücut dışından uygulanmaktadır. Günümüzde seri üretim yöntemi ile üretilen ve genellikle yurtdışından ihraç edilen bu ortezler 1-2-3 veya small (S), medium (M), large (L) şeklinde standardize edilmiş ölçülerde üretilerek kullanıma sunulmaktadır. Ancak kişilerde görülebilen anatomik varyasyonlar, eklemdeki deformitenin düzeyindeki farklılıklar bu ortezlerin seri üretiminden ziyade kişiye özel üretimini gerektirmektedir.<sup>12</sup> Kişiye özel ortezler; yaygın olarak geleneksel kesme, oyma, delme, parça çıkarma vb. endüstriyel yöntemler ile üretilmektedir. Geleneksel endüstriyel üretim yöntemi kalıp alma, modelleme ve üretim aşamalarından oluşmaktadır. Bu manuel üretim yöntemi ile ortez üretmek zaman-maliyet parametrelerini olumsuz etkilemektedir. Ortezin yenilenmesi gerektiği durumlarda ise bu süreçler tekrarlanmaktadır. Ancak, 3B yazıcılar ile ortez üretiminde; kişinin ölçüsü alındıktan sonra bilgiler STL formatında kaydedilebilmekte ve tekrar ölçüm alma sürecine ihtiyaç duyulmadan tekrar tekrar aynı ortez üretilebilmektedir. Ayrıca bu üretim yöntemi kesme delme vb. manuel yaklaşımlar içermemesi dolayısıyla insan gücüne ihtiyacı da azalmaktadır. Bu sayede düşük üretim maliyetli, anatomik uygunluğu yüksek ortezler üretmek mümkün hale gelmektedir.<sup>5</sup>

Portnoy ve ark.<sup>5</sup> gerçekleştirmiş oldukları bir çalışmada; 3B yazıcı ve geleneksel yöntemlerle üretilen ortez üretim süreci ve üretilen ortezlerin anatomik uyumu

karşılaştırıldığında 3B yazıcı ile üretilen ortezlerin klinisyenleri daha çok memnun ettiği raporlanmıştır. Buna rağmen CAM/CAD (Computer Aided Manufacturing/ Computer Aided Design) yazılımları kullanmayı öğrenme ve dijital kaliper kullanarak yapılan anatomik ölçümleri yerine getirme sürecinin zaman alması sebebiyle katılımcıların %44'ü manuel yöntemleri tercih edeceklerini bildirmişlerdir.<sup>5</sup> Gelecekte bu yeni ortez üretim teknolojisinin kullanımını bilen kişi sayısı arttıkça ortez üretiminde tercih edilebilirliğinin artacağını düşünmekteyiz.

3B yazıcı ile ortez yapımında en çok kullanılan filamentler PLA ve akrilonitril butadien stiren (ABS)'dir. PLA'nın aşınması daha yavaştır ve baskı sırasında kokusuzdur. Düz bir parça haline getirmek daha kolaydır ve ABS'ye kıyasla çözüme karşı daha az hassastır, bu nedenle baskı sırasında çok sıcak bir baskı yatağı gerektirmez.<sup>13,14</sup> ABS materyal yüksek sıcaklığa maruz kaldığında zehirli Hidrosiyamik Asit (HCN) gazı açığa çıkarmaktadır.<sup>13,15</sup> Bu yüzden yüzük ortez üretiminde geri dönüşümü olan kaynaklardan üretilen ve ABS'ye göre daha fazla avantaj sağlayan PLA malzemesi kullanıldı.

Seri üretim ortezler ağrı, ödem, basınç ve terleme gibi problemlere neden olabilmektedir. Bu durumlar ortezin terapotik etkisini azaltabilmektedir.<sup>16</sup> Günümüzde, tarama yöntemleriyle ekstremite ölçülerinin alınarak bilgisayar ortamında anatomik varyasyonlarının oluşturulmasına ilgi giderek artmaktadır. Ortez üretiminde bu dijital teknolojinin kullanımı standart üretime göre daha işlevsel ve yapısal modifikasyona imkan vermektedir.<sup>17</sup>

Çalışmamız ikinci aşamasında katılımcıların ortez memnuniyet düzeyleri Q-YTKMD anketi ile değerlendirildi. Anket sonuçlarında katılımcıların genel memnuniyet düzeyleri ile ilgili ortalama puanlarının 4.57/5 olduğu belirlendi. Çalışmamızın sonuçlarıyla benzer şekilde Yakut ve arkadaşları hem ortez hem

de protez kullanım memnuniyeti ile ilgili yaptıkları araştırmada çalışmalarına katılan ortez kullanan bireylerin genel memnuniyet puanlarının 4.56/5 olduğunu bildirmişlerdir.<sup>11</sup> Bu çalışmada 3B yazıcı yöntemi dışında farklı tiplerde ortez kullanan bireylerin çalışmaya dahil edildiği görülmektedir. Çalışmamızdaki yüksek memnuniyet puanlarına bakılığında ortez ağırlığı, kullanım kolaylığı, boyutları ve ayarlama kolaylığı maddelerindeki yüksek memnuniyet puanları dikkat çekiciydi. Ayrıca çalışmamızda anket maddelerinden ağırlık, kullanım kolaylığı ve işe yararlık katılımcılar tarafından en yüksek memnuniyet maddeleri olarak ilk üçe seçildi.

Çalışmamızla benzer şekilde romatoid artrit tedavisinde kullanılmak amacıyla 3B yazıcı ile üretilmiş ortezin kullanıcı memnuniyetinin Q-YTKMD anketi değerlendirildiği bir çalışmada katılımcıların ortez ağırlığı, kullanım ve ayarlama kolaylığına tam puan verdiği belirtilmiştir.<sup>18</sup> Sonuçların paralellik göstermesinde, 3B yazıcı ile üretilen ortezlerin geleneksel yöntemlerle üretilen ortezlere kıyasla kullanıcıya daha iyi anatomik uyum sağlaması etkili olmuş olabilir. Ayrıca 3B yazıcı üretim materyalinin karakteristik özelliklerinin de kullanıcı memnuniyetine olumlu katkı sağlamış olabileceğini düşünmekteyiz. 3B yazıcı yöntemi ile üretilen ve yüksek kullanıcı memnuniyeti kanıtlanmış olan yüzük orteze ait çalışmamızın sonuçları dikkate alınarak 3B yazıcı kullanarak geliştirilen ortezlerin klinik etkinliğinin değerlendirildiği ve diğer üretim yöntemleri ile karşılaştırıldığı ileri çalışmalara ihtiyaç vardır. Bu ortez üretim yöntemi kişiselleştirilmiş üst ekstremité ortez üretiminde klinisyen ve son kullanıcılar için tercih edilebilir düşük maliyetli yaklaşım olma potansiyeline sahiptir.

Sonuç olarak, günümüzde sağlık alanında kullanımı artmakta olan 3B yazıcılar ile kuğu boynu deformitesinde kullanıma yönelik kişiye özgü ortez üretimi gerçekleştirilebilmektedir. 3B yazıcı ile üretilen ortezin ağırlığı, kullanım kolaylığı, boyutları ve işe yararlığı öne çıkan katılımcı memnuniyet özellikleridir. Çalışmanın sonuçları kuğu boynu deformiteli bireylerin tedavisinde kullanılmak üzere kişiye özgü yüzük ortez üretiminde 3B yazıcı teknolojilerinin kullanımını önermektedir. Üretilen yüzük ortezin kuğu boynu parmak deformiteli bireylerden oluşan bir örnekleme klinik etkinliği ve uzun dönem kullanım memnuniyeti değerlendirmelerini içeren çalışmalara ihtiyaç vardır.

**Etik Komite Onayı:** Araştırmanın saha çalışması öncesi Marmara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Etik Kurulu'ndan etik onay alındı. (Tarih: 30.12.2020, karar no: 82).

**Çıkar Çatışması:** Yazarlar çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

**Yazar Katkıları:** Fikir – ET, GA, EEA, NK, GK, İD, MGP; Denetleme- ET, GA, EEA, NK, GK, İD, MGP; Malzemeler – ET, GA, EEA, NK, GK, İD, MGP; Veri toplanması ve/veya işlemesi- EEA, NK, GK; Analiz ve/veya yorum –ET, GA, EEA, İD, MGP; Yazıyı yazan – ET, GA, EEA, İD, NK.

**Hakem Değerlendirmesi:** Dış bağımsız.

**Diğer Bilgi:** Bu çalışma 1139B381800272 proje id nosu ile Tübitak-2238 Girişimcilik ve Yenilikçilik yarışması kapsamında yapılan İstanbul Bölge Sergisi'nde birincilik ödülü almıştır.

## KAYNAKLAR

1. Fox PM, Chang J. Treating the proximal interphalangeal joint in swan neck and boutonniere deformities. *Hand Clin.* 2018;34(2):167-176. doi:10.1016/j.hcl.2017.12.006
2. Vedel PN, Tranum-Jensen J, Dahlin LB, Brogren E, Søre NH. Deformities of the finger joints. *Ugeskr Læger.* 2017;179(48):V04170324.
3. Humpl D, Ferry KA, Rawlins LD, Tate K. Splinting, taping, and adaptation. In: *Pediatric Hand Therapy.* 5th ed. Elsevier. 2020;57-76. doi:10.1016/B978-0-323-53091-0.00005-1
4. Aydın L, Küçük S, Kenar H. Design and construction of a 3d bioprinter for bioprinting of tissues and organs. *Proceedings on the Tıp Tekno.* 2015;15(1):153-157.
5. Portnoy S, Barmin N, Elimelech M, ve ark. Automated 3D-printed finger orthosis versus manual orthosis preparation by occupational therapy students: Preparation time, product weight, and user satisfaction. *Journal of Hand Therapy.* 2020;33(2):174-179. doi:10.1016/j.jht.2020.03.022
6. Lunsford C, Grindle G, Salatin B, Dicianno BE. Innovations with 3-dimensional printing in physical medicine and rehabilitation: A review of the literature. *PM R.* 2016;8(12):1201-1212. doi:10.1016/j.pmrj.2016.07.003
7. Sedlacek F, Lašová V. Additive manufacturing of PA6 with short carbon fibre reinforcement using fused deposition modelling. *Trans Tech Publ.* 2018;928:26-31. doi:10.4028/www.scientific.net/MSF.928.26
8. Aydın L, Küçük S. Design and construction of ankle foot orthosis by means of three dimensional printers. *Journal of Polytechnic.* 2017;20(1):1-8 doi:10.2339/2017.20.1
9. Demers L, Weiss-Lambrou R, Ska B. Development of the Quebec user evaluation of satisfaction with assistive technology (QUEST). *Assist Technol.* 1996;8(1):3-13. doi:10.1080/10400435.1996.10132268
10. Demers L, Monette M, Lapierre Y, Arnold D, Wolfson C. Reliability, validity, and applicability of the Quebec User Evaluation of Satisfaction with assistive Technology (QUEST 2.0) for

- adults with multiple sclerosis. *Disabil.* 2002;24(1-3):21-30. doi:10.1080/09638280110066352
11. Yakut Y, Yurt Y, Yagci G, Simsek E. Quebec Yardımcı Teknoloji Kullanıcı Memnuniyeti Değerlendirme 2.0 Anketi'nin protez ve ortez kullanan bireylerde Türkçe adaptasyonu. *JETR.* 2020;7(3):284-295.
  12. Mavroidis C, Ranky RG, Sivak ML, ve ark. Patient specific ankle-foot orthoses using rapid prototyping. *J Neuroeng.* 2011;8(1):1-11. doi:10.1186/1743-0003-8-1
  13. Altunkaynak D. 5 eksen 3 boyutlu yazıcı tasarımı ve uygulaması. Karabük Üniversitesi Endüstriyel Tasarım Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi. Karabük, Türkiye. 2020.
  14. Çirak ZD, Yakinci DB. Tıbbi uygulamalarda kullanılan biyoyumlu biyomalzemeler. İnönü Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksek Okulu Dergisi. 2020;8(2):515-526. doi:10.33715/inonusaglik.745301
  15. Otepbergenov T, Smagulov Z, Abilgazyev A, Kurokawa S, Ali MH. Numerical and experimental analysis of the 3D printed multi-material ankle-foot orthosis. *J Phys Conf Ser.* 2020;1510(1):012012. doi:10.1088/1742-6596/1510/1/012012
  16. Baronio G, Volonghi P, Signoroni A. Concept and design of a 3D printed support to assist hand scanning for the realization of customized orthosis. *Appl Bionics Biomech.* 2017;8171520. doi:10.1155/2017/8171520
  17. Palousek D, Rosicky J, Koutny D, Stoklásek P, Navrat T. Pilot study of the wrist orthosis design process. *Rapid Prototyp J.* 2014;20(1):27-32. doi:10.1108/RPJ-03-2012-0027
  18. Marinho FD, Dos Santos PM, Nardi SMT, Sime MM, Coutinho GC. Use of 3D printed orthosis and occupational therapeutic treatment in rizarthrosis. *Braz J Occup Ther.* 2020;28(4):1151-1164. doi:10.4322/2526-8910.ctoAO2083