

TEKNOFEST

HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ

İNSANLIK YARARINA TEKNOLOJİ YARIŞMASI PROJE DETAY RAPORU

PROJE KATEGORİSİ: Sağlık ve İlk Yardım

PROJE ADI: ROBOTİK UZUN YÜRÜME ORTEZİ TASARIM ve
İMALATI

TAKIM ADI: SAFİNAZ YOLLARDA

TAKIM ID: T3-20330-152

TAKIM SEVİYESİ: Üniversite-Mezun

DANIŞMAN ADI: DR.ÖĞR. ÜYESİ ARZUM İŞTAN

İçindekiler

1. Proje Özeti (Proje Tanımı)

Ortez, hastalar tarafından yapılan herhangi bir hareketi önlemek veya yardımcı olmak için uzuvları veya omurgaları destekleyen yapay bir harici yardımcı cihaz olarak tanımlanabilir [1]. Ortezler, sinir ve kasları etkileyen hastalık grubu olan nöromusküler ve kas-iskelet sistemlerini etkileyen muskuloskeletal rahatsızlıklarda farklı amaçlarla kullanılmaktadır. Genel olarak ortezler eklemlerdeki bağ dengesizliğinden kaynaklı yaralanma veya zedelenmelerden korunmada, kasların normal olmayan dengesizliklerinden veya zayıflıklardan kaynaklı eklem kontrol sorunlarında, fleksibl bozulmaları düzeltmekte, fonksiyonel kayıpları yerine koymakta kullanılır. Alt ekstremitede ortez kullanımı ise yürümeye yardımcı olmak, ağrıyı ve yükü azaltmak, hareketin kontrolü, deformitenin ilerlemesinin kontrolü gibi amaçlarla yapılmaktadır [2]. Sağlık alanında mühendislerin dikkatini çeken konulardan biri de insan vücudunda kullanılan ortezlerdir. Özellikle de en sık kullanılan ortopedik ortezler, kişiye özel olarak tasarlanması, geliştirilmesi, üretilmesi ve uygulanması, bireyin tedaviden sonraki yaşamı için büyük önem taşır.

KAFO; uyluktan ayağa uzanan hareketi ve diz ayak bileği düzgün duruşunu sağlayan, uyluk kemiği/ kaval kemiği veya her ikisini birlikte konvansiyonel veya hibrid yapısı ile destekleyen uzun yürüme ortezidir [3]. Kalça-Diz-Ayak Bileği-Ayak Ortezi (Hip-Knee-Ankle-Foot Orthosis, HKAFO) ise alt ekstremitte ortezleri arasında pelvik bandın ve kalça ekleminin KAFO yapısına bağlanması ile oluşur. Sadece kilitli diz eklemi sağlayan KAFO'dan farklı olarak HKAFO, transvers ve sagittal düzlemde stabilite için kilitli kalça eklemleri de sağlar. Kalça eklemi ve pelvik bölüm, kalçaların yerinden çıkma riskini en aza indirirken önden arkaya, yandan yana, rotasyon gibi kalça hareketleri sağlar [1]. HKAFO'lar kalça ekleminde stabilizasyonu sağlamak ve rotasyonu kontrol etmek amacıyla kullanılmasının yanı sıra ayak, diz ve kalça ekleminin aktif olarak kontrol edilemediği durumlarda da uygulanır [4]. HKAFO; hastalık türüne ve hastanın durumuna göre çeşitlere ayrılır. Bunlar; Parawalker, Resiprokal Yürüme Ortezi ve Parapodyum[5]. Projemizde kullandığımız HKAFO çeşidi olan parawalker, paraplejik hastalar için geliştirilmiştir. Klasik ortezle yürüyemeyecek durumda olan hastalar içindir. Kalçaya minimum hareket verilir. Koltuk değneği ile ağırlık bir tarafa aktarılarak gövde hareketi ile karşı bacak yukarı kaldırılır. Projemiz 2018 yılında lisans bitirme tezi olarak başlamış olup, HKAFO kullanıcılarının sıkıntılarıyla karşılaştıkça her yıl farklı tasarımlar geliştirerek üzerinde çalışmaktayız. Projeye öncelikle bisiklet-fren sistemi uyguladık, ikinci dizayn olarak piston tasarımı yaptık ve en son HKAFO'dan esinlenerek dış iskelet sistemi için yazılımsal elektromotor dizaynı üzerinde çalışmaktayız. Piston tasarımıyla TEKNOFEST 2019'da finallerde yer aldık. Amacımız, basit sistemlerle her HKAFO kullanıcılarına ulaşmak ve hastaların ihtiyaçlarını karşılamaktır.

2. Problem/Sorun:

Proje kapsamında birçok ortez-protez uygulama merkezleriyle, hastalarla konuşulup sıkıntılar dinlendi. Yürüme işlevini yerine getiremeyen hastalarda, kullanılan ortez çeşidinin yürümeyi sağlamadığı sadece ayakta durmaya destek olması ve alt

ekstremitte bozukluğu olan ve yürüme işlevini yerine getiremeyen hastaların kas kullanımlarının yeterli olmaması nedeni ile kas erimelerinin meydana gelmesi sorunlardan bazılarıdır. Kısaca kullanıcıların en büyük sıkıntısı HKAFO'nun uzun zaman dilimlerinde destek elemanlarıyla (koltuk değneği, yürüteç vb. veya insan yardımı) ile kullanılıyor olması ve hareket kısıtlaması yapması idi. Bu sorun üzerinde yoğunlaşıp, daha basit, fiyat olarak piyasadakilerden çok daha ucuz ve erişebilirliği yüksek HKAFO tasarımı geliştirmek ve sağlık alanında katma değeri fazla bir ürünü Türkiye'ye kazandırmak için çalışmaktayız. Bu nedenle bu konu üzerinde yoğunlaşıp, bireyin daha rahat adım atması için bir dizayn önerileri geliştirmekteyiz. Projenin gerçekleşmesi halinde daha ergonomik, ucuz ve yerli bir HKAFO dış iskelet sistemi üretilecektir. Bunlara ilave olarak, geliştirilecek sistem ile, birey-ortez uyum süresi kısaltılacaktır. Karşılaştığımız sorunlar genellikle; denge, yürüme kolaylığı sağlamamaları ve hareket kısıtlamalarıdır.

3. Çözüm

Proje kapsamında HKAFO'ya ilk olarak basit bir sistem olan bisiklet fren sistemi uyguladık, ucuz olması, basit ve pratik olması istenilen özellikler doğrultusunda istenileni karşılada, kullanıcının yürümesini çok da kolaylaştırmadığı için ve kullanımının artmasıyla tellerin aşınması durumuna karşı ikinci dizayn önerisi geliştirdik. İkinci tasarımı olan piston dizaynında pnömatik pistonları kullanarak yağ ile hidrolikleştirerek yeni bir tasarım geliştirdik. Pnömatik pistonun hidrolik piston çalışma prensibine benzetilmesiyle daha az kuvvet yardımıyla daha rahat hareket sağlanmış oldu. Tasarım ucuz ve yürümeyi kolaylaştırması bakımından istenilen beklentileri karşılamıştır fakat pistonda yağ olması kullanıcının ileri ki zamanlarda sıkıntı çıkarabileceğini düşünerek üçüncü tasarımı olan yazılımsal elektromotorlar ve tasarlanan dış iskelet sayesinde kullanıcıların yürüme/daha kolay yürüme amaçlanmış olup, aynı zamanda aktif-pasif olarak çalışan sistem ile hem alt ekstremitte bozukluğu olan hastaların rehabilitasyon desteği ile hastalığın ilerlemesinin yavaşlatılması hem de her hasta grubu için de kas erimesinin minimuma indirilmesi amaçlanmıştır.



Şekil 1: Geliştirilen tasarımlar (bisiklet -fren sistemi, piston tasarımı, dış iskelet sistemi

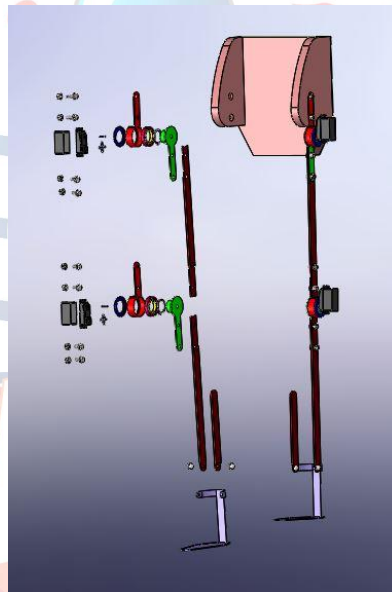
4. Yöntem

Önerilen bu projede seçilen malzemeler ile yazılımsal motorlar kullanılarak HKAFO dış iskelet tasarımı lazer kesim, metal kaynak işlemleri ve talaşlı imalat (üretim) yöntemleriyle hazırlanacaktır.

Tasarlanmak istenen bu dış iskelet sistemi için model ölçüleri belirlenmiş olup solidworks 3D modellemesi ve bilgisayar destekli yapısal analizleri yapıldı. İmalat için gerekli malzemeler temin edilecek ve dış iskelet sistemini oluşturan parçaların imalatı yapılacak. Daha sonra üretilen parçaların montajı yapılacak.

Yazılım için gerekli olan yürüme fazlarındaki açı değerleri belirlenecek olup motorların hareketi için sürücü kartları yardımıyla kodlamalar tamamlanacaktır. Gerekli elektronik malzemeler temin edilecek ve dış iskelete elektronik montajı yapılacaktır.

Prototipin insan üzerinde kullanılarak ilk testi edilecek. Sonuçlar değerlendirilip eksik olan kısımlar var ise düzenlemeler yapılacaktır. Gerekirse ikinci bir teste tabi tutulacaktır.



5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü

Mevcut HKAFO kullanıcıları daha uzun zaman dilimlerinde koltuk değneği, yürüteç vb. destek elemanlarıyla ortezi kullanıyor ve polietilen kalıp kullanıcıları terletme, acıtma vb. deriyi deforme etme sebeplerinden dolayı kullanıcıyı rahatsız ediyor. Polietilen kalıp çıkartılıp motorlar sayesinde sadece dış iskelet sistemi kullanmak kullanıcıyı daha da rahatlatacağını düşünmekteyiz.

HKAFO çeşitlerini kullanan hastalar belli bir zaman hem orteze alışmak hem de dengeyi sağlamak için hastanın koşullarına bağlı olarak belli bir süre koltuk değneği vb. destek elemanı kullanmak zorundadır, tasarlayacağımız dış iskelet sistemi ile bu süreyi kısaltmak ve hastaya kısa sürede dengeyi sağlamak en büyük amacımızdır.

Yapılacak olan robotik dış iskelet ile kasların çalıştırılması hedeflenmektedir.

Yürümek için insan gücünün ve enerjisinin azaltılması, kullanımının daha rahat olması, alışılmış isveç kilit sisteminin kaldırılması ile yazılımsal boyut kazandırarak motor mekanizmaları ile daha teknolojik ve disiplinli bir çalışma prensibi sağlanması amaçlandı.

Araştırmalarımıza göre benzer bir çalışma Freegait adı altında yapılmış olup seri imalata geçilmemiştir. Bu proje kapsamında ise ulaşılabilirliği yüksek, seri üretim odaklı, milli ve yerli olan bir dış iskelet sistemi oluşturulması planlanmaktadır.

6. Uygulanabilirlik

Proje, Pamukkale Üniversitesi Bilimsel Araştırma ve Proje Koordinatörlüğünün desteği ile de uygulamaya geçilmesi ve projenin istenilen beklentileri karşılaması sonucu Patenti alınacak olup, ticarileştirmek adına faaliyetlerde bulunulacaktır. Proje kapsamında ön çalışmalar yapılmış olup, gerçekleşmesi ve prototip haline getirilmesi olanağının güçlü olduğu gözlemlenmiştir. Tasarlanan HKAFO dış iskelet sisteminin hastada istenilen etkiyi yaratması hem kullandığımız sistem hakkında hem de HKAFO kullanılan hastalıklar için çok daha bilgi sahibi olmamıza imkân sağlayacaktır. Projemizin Ortez-protez üretimi yapan firmalar içinde yol gösterici olacağını düşünmekteyiz.

7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması

Projemizin prototip hale gelmesi için tahmini bütçe 25.000 TL'dir. Seri üretime geçirildikten sonra maliyet fiyatının düşeceğini planlamaktayız. Piyasada üretilen projemize benzer ürünlerin 100.000 \$ olduğunu ve projemiz hayata geçirildikten sonra ülkemize katma değeri yüksek bir ürün kazandıracığımızı bildirmek isteriz.

İŞ TANIMI	AYLAR					
	1	2	3	4	5	6
Proje tasarımı, solidworks 3D modellemesi ve bilgisayar destekli yapısal analizleri						
İmalat için malzeme temini ve parça üretimi						

Üretilen parçaların montajı						
Yazılım ve Elektronik Dizayn						
Analiz ve Deneme						

Proje AR-GE çalışması olduğu için maddi yönden harcamalar malzeme temini süresi boyunca yapılacaktır.

KULLANILACAK MALZEME LİSTESİ	MALZEME FİYATI
16 Kanal 12 Bit PWM/Sensor Shield	500 TL
DS5160M6 Servo Motor	5000 TL
Rulman	500 TL
Arduino Uno R3	750 TL
Lipo Pil	1.500 TL
Lipo pil şarj aleti	250 TL
Lazer Kesim Yöntemi	1.000 TL
Metal Kaynak İşlemleri	2.000 TL
Talaşlı imalat (üretim)	2.000 TL
Montaj işlemleri	5.000 TL
3D Printer İşlemleri	3.000 TL
Bilgisayar Destekli Yapısal Analiz Hizmeti	2.000 TL
TOPLAM	23.500 TL

8. Proje Fikrinin Hedef Kitle (Kullanıcılar):

Proje ortez-protez firmaları, ortezler üzerinde çalışma yapan insanlar için yol gösterici; HKAFO hastaları ve yürüme zorluğuyla alakalı bir hastalığa sahip olan insanlar için

bir umut olacaktır. Öncelik hedef kitlemiz HKAFO hastaları olup, ileri ki çalışmalarımızla her yürüme zorluğu çeken hastalar en büyük hedefimizdir.

9. Riskler

Olası Riskler	B Planı	Olasılık ve Etki
Tasarımın yüklerle dayanamaması, düzgün çalışmaması	Tekrar revize edilmesi	Düşük
Seçilen malzemelerin tedarik edilememesi, Elektronik montaj sırasında malzemelerin zarar görmesi	Seçilen malzemelerin eşdeğer özelliklerdeki başka malzemelerin alınması, Yedek malzemelerin kullanılması	Orta
Hareketin verilen açılarda düzenli olmaması	Yeni uygun açıların programlanması	Orta
Motorların yeterli tork değerini sağlamaması, zorlanması	Tasarımın redüktör eklenerek revize edilmesi	Orta
Yazılım reelde hata sağlaması.	Uygun 2. ve 3. yazılımların geliştirilmesi	Orta
Yazılımda parametrelerin yanlış konumlandırılması	Şüphelenilen parametrelerde uygun şekilde not alınması	Yüksek

Proje hayata geçirilirken ortaya çıkabilecek en büyük sorun malzemelerin tedariki ve parçaların üretilmesi sürecidir. Malzemelerin zamanında tedarik edilememesi, yanlış malzeme tedariki vb. ve parçaların tasarımının yanlış çizilmesinden kaynaklı üretimde yaşanabilecek sorunlar karşılaşılabileceğimiz en büyük sorunlardır.

10. Proje Ekibi

Takım Lideri: FUNDA ÇAKMAK

Adı Soyadı	Projedeki Görevi	Okul	Projeyle veya problemle ilgili tecrübesi
FUNDA ÇAKMAK	Takım lideri	Pamukkale Üniversitesi Biyomedikal mühendisliği yüksek lisans -2.sınıf	İki yıldır Teknofest katılımcısı
YASEMİN DEMİREL	Biyomedikal Araştırma ve Tasarım	Pamukkale Üniversitesi Biyomedikal mühendisliği- Mezun	HKAFO üzerine Lisans bitirme tezi
TEVABİL AÇKURT	Mekatronik Sistemler ve Yazılım	Pamukkale Üniversitesi Mekatronik mühendisliği- 4.sınıf	Çeşitli yazılımsal proje ve ödevler
CAN BERK ŞAHİN	Tasarım sorumlusu	Pamukkale Üniversitesi İmalat mühendisliği- 4.sınıf	Üst düzey tasarımcı
HASAN KARABEYAZ	İmalat Sorumlusu	Pamukkale Üniversitesi İmalat mühendisliği- 4.sınıf	İki yıllık imalat üzerine iş deneyimi

EYÜP FATİH ÖZMEN	Elektronik sorumlusu	Pamukkale Üniversitesi İmalat mühendisliği- 4.sınıf	Sekiz yıllık elektrik elektronik iş tecrübesi
RAMAZAN ÇAĞRI KUTLUBAY	Analiz ve test Sorumlusu	Pamukkale Üniversitesi Makine Mühendisliği Doktora - 2. Sınıf	İki yıldır Teknofest katılımcısı

11. Kaynaklar

- [1]:Shahar, F. S., Hameed Sultan, M. T., Lee, S. H., Jawaid, M., Md Shah, A. U., Safri, S. N. A., & Sivasankaran, P. N. (2019). A review on the orthotics and prosthetics and the potential of kenaf composites as alternative materials for ankle-foot orthosis. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*, 99, 169–185.
- [2]: TATAR, Y. 2006. ‘Medulla Spinalis Yaralanmalarında Alt Ekstremitte Ortezleri’, VII. Medulla Spinalis Yaralanmaları Sempozyumu, Marmara Üniversitesi Tıp Fakültesi, Fizik-sel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı, Protez-Ortez Merkezi, İstanbul, Türkiye.
- [3]:https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/28676/mod_resource/content/2/ORT%20I-14.hft.HKAFO.pdf
- [4]: UYSAL, H.H. 2009. ‘Ortopedi ve Travmatolojide Ortez Kullanımı’, TOTBİD (Türk Ortopedi ve Travmatoloji Birliği Derneği) Dergisi, Cilt: 8 Sayı: 1-2.
- [5]: <https://slideplayer.biz.tr/slide/13986357/>
- [6]: Erişöz, T., Kurul, G., Şaşmaz, İ. ve Ökten, K.H., 1994. “Biyomekanik”, T.C. Sağlık Bakanlığı, Sağlık Eğitim Genel Müdürlüğü, Ortopedi Teknisyen Okulu, İstanbul. Hız, M., 1995. “Diz, Uyluk ve Kalça Bölgelerinde Ampütasyon ve Dezartikülasyonlar”, XII. Akif Şakir Şakar Günleri, 140-149.
- [7]: <http://content.lms.sabis.sakarya.edu.tr/Uploads/27429/50846/protezler.pdf>
- [8]: <http://esaglikonline.com/E-Saglik%20Online/Ortez-Protez/Ortez%20Giris.pdf>
- [9]: Kuzgun, Ü., Alsancak, S.: “Protez ve Ortez Terminolojisi” I. Ulusal Protez ve Ortez Kongresi, 23-27 Ekim 1994, Ankara. ss:11-17. Estetik Matbacılık, Ankara.
- [10]: http://www.totbid.org.tr/files/ONLIB/8_1-2/8.pdf
- [11]: http://www.totbid.org.tr/files/ONLIB/8_1-2/8.pdf
- [12]: Fishman, S., et al.: “Lower Limb Orthoses.” American Academy of Orthopaedic Surgeons Atlas of Orthotics. Edit: Bunch W.H., 2nd Ed. pp: 199-237. Mosby Comp., St.Louis, Missouri, 1985.
- [13]: Alsancak, S.: Ortez-I. Ayak Ortezleri, Diz Ortezleri, Kalça Ortezleri. Hatiboğlu Yayınları. Ankara, 2007.
- [14]: Fishman, S., et al.: “Lower Limb Orthoses.” American Academy of Orthopaedic Surgeons Atlas of Orthotics. Edit: Bunch W.H., 2nd Ed. pp: 199-237. Mosby Comp., St.Louis, Missouri, 1985.
- [15]: Alsancak, S.: Ortez-I. Ayak Ortezleri, Diz Ortezleri, Kalça Ortezleri. Hatiboğlu Yayınları. Ankara, 2007.
- Fishman, S., et al.: “Lower Limb Orthoses.” American Academy of Orthopaedic Surgeons Atlas of Orthotics. Edit: Bunch W.H., 2nd Ed. pp: 199-237. Mosby Comp., St.Louis, Missouri, 1985