

TEKNOFEST

HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ

İNSANLIK YARARINA TEKNOLOJİ YARIŞMASI PROJE DETAY RAPORU

PROJE KATEGORİSİ: Sosyal İnovasyon

PROJE ADI: Hibrit Tekerlekli Sandalye Kiti

TAKIM ADI: HTS

TAKIM ID: T3-13017-149

TAKIM SEVİYESİ: Üniversite-Mezun

DANIŞMAN ADI: Prof. Dr. Erkan YÜCE

İçindekiler

| | |
|---|---|
| 1. Proje Özeti..... | 3 |
| 2. Problem/Sorun..... | 3 |
| 3. Çözüm..... | 4 |
| 4. Yöntem..... | 5 |
| 5. Yenilikçi Yönü..... | 5 |
| 6. Uygulanabilirlik..... | 5 |
| 7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması..... | 6 |
| 8. Proje Fikrinin Hedef Kitlesi..... | 7 |
| 9. Riskler..... | 7 |
| 10. Proje Ekibi..... | 7 |
| 11. Kaynaklar..... | 7 |
| EK 1 Elektronik Bileşen Görselleri..... | 8 |
| EK 2 Mekanik Bileşen Görselleri..... | 9 |

1. Proje Özeti

Türkiye’de yaklaşık 2,5 milyon kişi fiziksel rahatsızlık kapsamında sorunlara sahiptir [1] ve bunlardan bazıları tekerlekli sandalyeye ihtiyaç duymaktadır. Günümüzde ya manuel ya da akülü tekerlekli sandalyeler mevcuttur. Her ikisinde de bazı avantaj ve dezavantajlar söz konusudur. Örneğin, manuel tekerlekli sandalyelerin sadece insan kas gücü ile hareketi sağlanabilir olma özelliğinden refakatçiye ihtiyaç duyma, uzun mesafe gidememe gibi dezavantajlarının yanında taşıma kolaylığı ve ekonomik olma gibi avantajları bulunmaktadır. Akülü tekerlekli sandalyelerin ise elektrik gücü ile kullanımı kolay olması avantajının yanı sıra pahalı ve ağır olma gibi dezavantajları vardır. Bu projede, manuel ve akülü tekerlekli sandalyelerin birbirlerine kıyasla dezavantajlarını ortadan kaldırıp avantajlarının birleştirildiği ve istenildiğinde manuel istenildiğinde elektrikli kullanıma olanak sağlayan yeni bir çözüm oluşturmak için hibrit tekerlekli sandalye (HTS) kiti önerilmektedir.

Önerilen HTS kiti istenildiğinde kolaylıkla sökülüp takılabilecek şekilde portatif olarak tasarlanmıştır. Bu projede, fırçasız DC (BLDC) motorlar kullanılacağından piyasadaki akülü araçlardan daha hafif, verimi daha yüksek, bakım masrafı daha az ve daha sessiz bir ürün tasarımı gerçekleştirilmiştir [2]. Diğer akülerle karşılaştırıldığında, kullanılan batarya lityum-iyon olması nedeniyle kullanım süresi daha uzun ve daha hafif olması tasarımın pozitif yanlarından biridir. Kullanılan BLDC motorların sürücü kartının tasarımı tamamen yerli olarak proje ekibimiz tarafından yapılmıştır. Ayrıca, motorların kontrolünü sağlayan yazılım da tamamen proje ekimiz tarafından gerçekleştirilmiştir. İlk aşamada yapılan prototipin (HTS-01) mekanik tasarımı ve üretimi proje ekibimizin öz kaynaklarıyla yapılmıştır. Herhangi bir dış destek söz konusu değildir.

HTS’nin kullanım alanları, kişisel kullanım yanında hastaneler, hava limanları ve alışveriş merkezleri gibi tekerlekli sandalyelere ihtiyaç duyulan diğer yerler hedef kitlemizi oluşturmaktadır. Önümüzdeki süreçte proje ile ilgili aşağıdaki çalışmaların yapılması planlanmaktadır.

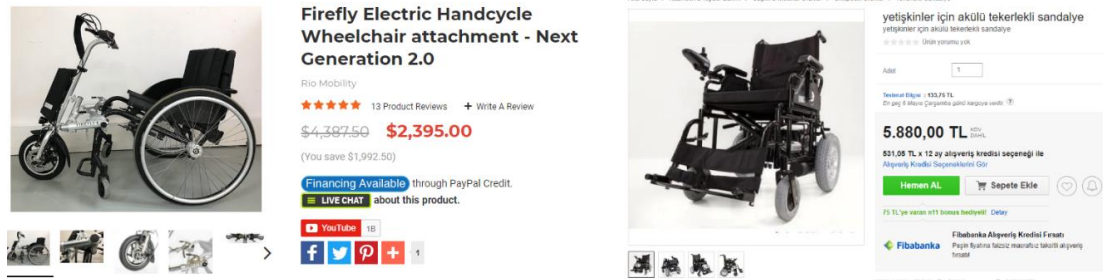
1. Daha önce kullanılan BLDC motorun, redüktörlü BLDC motor ile değiştirilmesi,
2. Uzun vadede redüktörlü BLDC motorun yerli üretiminin yapılıp maliyetin azaltılması,
3. Dışa bağımlılığın azaltılması ve ülke ekonomisine katkı sağlanması,
4. Elektronik kartın çok katmanlı baskı devre teknolojisi kullanarak küçültülmesi ve daha kompakt bir yapıya dönüştürülmesi,
5. Mekanik tasarımın yenilenerek daha kullanışlı bir tasarımın yapılması (HTS-02) amaçlanmaktadır.

Tüm bu işlemlerin ardından kısmi felçli, MS, ALS vb. hastaların hareketliliğini sağlayacak bir ürüne (HTS-03-XX) dönüşebilmesi için gerekli çalışmaların yapılması başarm hedefleri olarak belirlenmiştir.

2. Problem/Sorun

Mevcut tekerlekli sandalyeler içerisinde projemize en benzer ürün Şekil 1.a’da gösterilmiştir. Bu ürün, tekerlekli sandalyeyi bir nevi üç tekerlekli bir motosiklete dönüştüren alternatif bir üründür. Bu ürünün satış fiyatı 05.05.2020 tarihinde alınan ekran görüntüsünde gösterildiği gibi 2.395\$’dır. Şekil 1.b’de gösterilen ortalama bir akülü sandalye ise dolar kuru

yaklaşık 7 TL (05.05.2020 tarihinde) iken satış fiyatı kargo dâhil yaklaşık 6.000 TL olduğu görülmektedir.



Şekil 1. a) Ateş böceği tekerlekli sandalye eklentisi [3] b) Ortalama bir akülü sandalye (05.05.2020 tarihinde).

Ayrıca Şekil 1.a ve b’de bulunan ürünlerin şarjının bitmesi halinde tekerlekli sandalye kullanıcısı için adeta bir yük haline gelmektedir ve kullanıcıların dışarıdan yardım almalarını zorunlu hale getirmektedir. Yukarıda bahsedilen her iki örnekte kısmi felçli, ALS ve MS gibi hastaların kendi başlarına hareketliliğini sağlayacak çözümler üretememektedir.

3. Çözüm

Tasarlanacak portatif kit devreye alma/çıkarma özelliklerine sahip olacaktır. Bu özellik batarya dolu iken elektrik motorlarının kullanılması, batarya bittiğinde ise büyük manuel tekerleklerin kullanımına olanak sağlayacak şekilde tasarlanmıştır. Böylelikle tekerlekli sandalye kullanıcısının bir başka kişinin yardımına ihtiyaç duymadan gidebileceği mesafe büyük oranda artırılmış olacaktır.

Tasarlanan kitle bazı yurtdışı teminli dolar endeksli parçalar (elektronik devre elemanları, elektrik motorları vb.) kullanılacağı için dolar kuru yaklaşık 6,8 TL iken yaptığımız çalışmalar sonucu detayları ilerleyen kısımlarda verilecek olan yeni tasarım ürünün tahmini maliyetininin 2.770 TL civarında olacağı hesaplanmıştır. Seri üretimde tahmini maliyetin daha da düşük olması söz konusudur. Tasarlanan ürünün fiyatı ortalama olarak bir akülü sandalyeden yaklaşık ½ oranında daha ucuz bir çözüm sunmaktadır. Manuel kullanıma da olanak sağlayacağı düşünüldüğünde, kullanıcıların hareket mesafesinin artmasını da sağlayacak bir projedir. Hedef kitlemiz olan belediyelerde sosyal yardım amacıyla dağıtılan onlarca akülü sandalye yerine HTS’nin kullanılması da hem belediyelerin bu yardımlar için ayırdığı bütçede ciddi tasarruf sağlayacak hem de ülke ekonomisine katkı sağlayacaktır. Örnek vermek gerekirse, yaşadığımız şehir olan Denizli Büyükşehir Belediyesi ile yaptığımız görüşmelerde projemizden bahsettiğimizde projemize oldukça sıcak baktıklarını memnuniyetle söylenebilir. Buna ek olarak, 2018 yılında sadece Denizli Büyükşehir Belediyesininin 70 adet akülü sandalye ihalesine çıktığı görülmüştür [4].

Piyasadaki standart akülü sandalyeler kısmi felçli, ALS ve MS hastaları gibi hastalara çözüm alternatifini oluşturamazken, yarışma sonrası yapacağımız çalışmalarda hareket kabiliyeti olan uzuvlara özgü sensörler ile söz konusu hastalara HTS-03-XX ile hareket kabiliyeti kazandırabilecektir.

Önerilen proje, elektronik ve mekanik olmak üzere iki temel bileşenden oluşmaktadır. Projenin elektronik kısmı elektrik motoru, elektronik kontrol kartı, batarya ve tekerlekli

sandalyeyi yönlendirme için joystickten oluşmaktadır. Elektrik motoru olarak üstünlükleri özet bölümünde belirtilen BLDC motorlar kullanılmıştır. BLDC motorların fırçalı DC motorlara göre çok daha karmaşık bir kontrol devresinin bulunması dezavantajları gibi gözükse de kendi tasarımı olan elektronik kontrol kartıyla bu avantaja dönüştürülmektedir. Tasarlanan elektronik kart, gerilim düzenleyici (regülatör), mikrodenetleyici ve iki adet motoru sürmek için ağırlıklı olarak transistörlerin kullanıldığı yardımcı devre elemanlarından oluşmaktadır. Batarya olarak 36V lityum-iyon batarya kullanılmaktadır. Tekerlekli sandalyenin yönlendirilmesi için içerisinde iki adet potansiyometre bulunan çift eksenli bir joystick kullanılmıştır. Projenin mekanik kısmında iskeleti alüminyum kullanılacağı için hafiflik ve sağlamlık ön plandadır. BLDC motorların makas tipi kriko ve lineer ray sistemi ile aşağı ve yukarı yönlü hareketi sağlanmıştır. Tasarlanan kitin manuel tekerlekli sandalyeye bağlantısı kolay, dayanıklı ve güvenli olarak tasarlanmıştır. Krikonun hareketi redüktörlü DC motor yardımıyla sağlanmaktadır.

4. Yöntem

BLDC motor sürümü için literatürde popüler iki türlü sürme tekniği vardır. Bunlardan biri sinüzoidal sürme yöntemi diğeri ise karesel sürme yöntemidir. Bu proje, 6'lı H-köprüsü kullanarak karesel motor sürme yöntemiyle sensörlü BLDC motor sürücü devresi tasarlanmıştır.

5. Yenilikçi Yönü

- Elektronik kartların tasarımının ve motor sürücülerinin yazılım kısımları tamamen proje ekibimiz tarafından yerli imkânlarla üretilmesi,
- Lityum-iyon batarya kullanılması,
- Redüktörlü BLDC motor kullanımı ve bu motorların kullanımından dolayı duyulacak ihtiyaç için yerli seri üretim redüktörlü BLDC motor için bir piyasa oluşturulması,
- Piyasadaki hiçbir ürün kısmi felçli, ALS ve MS gibi hastalar için özel çözüm üretmezken HTS-03-XX'in bu hastalar için özel sensör ve görüntü işleme teknikleri ile çözümler üretecek olmasıdır.

6. Uygulanabilirlik

Projemizin ilk aşaması olan HTS-01 sabit montajlı bir dönüşüm kiti olup HTS-02'den farkı bu kitin devreye alınıp devreden çıkarma özelliğinin olmamasıdır. HTS-01'in üretim amacı elektronik sistemin (sürücü kartları, regülatör vb.) tasarlanması ve geliştirilmesine öncü olmaktır. Ayrıca kullanılan redüktörsüz BLDC motorların tork ve hız değerlerinin test edilmesidir. Projemizin ikinci aşama prototip (HTS-02) çalışmaları devam etmekte olup Teknofest 2020 etkinliğine kadar bitirilmesi planlanmaktadır. HTS-02 ticarileşebilir bir ürün olmasının yanı sıra seri üretime geçilirse ihraç edilebilir bir ürün olacaktır. Ayrıca HTS-02 için kullanılacak olan redüktörlü BLDC motorların yerli imkânlarla üretilmesi hedefimizi gerçekleştirdiğimizde ise ülkemize katma değeri yüksek bir diğer ürün de kazandırılmış olacaktır.

7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması

Tahmini maliyet planlaması Tablo 1’de verilirken tahmini zaman planlaması Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 1. Tahmini maliyet planlaması

| Ürün | Adet | Birim Fiyatı | Fiyat |
|-----------------------------|------|--------------|----------|
| Redüktörlü BLDC Hub Motor | 2 | 850 TL | 1.700 TL |
| Batarya | 1 | 170 TL | 170 TL |
| Çok Katmanlı PCB Üretimi | 2 | 50 TL | 100 TL |
| Elektronik Devre Elemanları | - | 200 TL | 200 TL |
| Joystick | 1 | 100 TL | 100 TL |
| Mekanik İmalat | 1 | 400 TL | 400 TL |
| Redüktörlü DC Motor | 1 | 100 TL | 100 TL |
| TOPLAM | | | 2.770 TL |

Tablo 2. Tahmini zaman planlaması verilmiştir.

| | Mayıs | Haziran | Temmuz | Ağustos | Eylül |
|--|-------|---------|--------|---------|-------|
| HTS-02 için Mekanik Tasarım ve İmalat | X | X | | | |
| HTS-02 için PCB tasarımı ve sipariş edilmesi | X | X | | | |
| Redüktörlü BLDC Motor sipariş edilmesi (Yurt dışından geleceği için ilave bir ay eklenmiştir.) | X | X | X | | |
| Mekanik ve Elektronik Montaj | | | X | | |
| Testlerin yapılması | | | | X | |
| Test sonrası iyileştirmelerin yapılması | | | | | X |

Önerilen projenin, ilk aşamasında (HTS-01) ana kartı arızalı bir howerboard kullanılmıştır. Howerboard içinden kullanılan malzemeler 2 adet BLDC motor ve bataryanın kullanılabilir olması başlangıç maliyetlerini oldukça düşürmüştür. Bunun yanı sıra ilk aşamada kullanılan sürücü ve mekanik tasarımı tamamen yerli bir şekilde proje takımı tarafından gerçekleştirilmesi büyük bir avantaj sağlamaktadır. Bununla birlikte Teknofest 2020’ye yetiştirmeye çalıştığımız ikinci aşama (HTS-02) prototip için daha iyi bir prototip haline getirmek adına şuan için ülkemizde bulunmayan ve seri bir şekilde üretilmeyen 2 adet redüktörlü BLDC motoru yurt dışından getirmek prototip maliyetimizi bir miktar artırmaktadır. Önerilen proje, seri üretime geçilebilmesi halinde bu redüktörlü BLDC motorların yerli imkânlarla tasarlanması ve üretilmesi maliyetimizi önemli bir ölçüde azaltacağı düşünülmektedir.

En büyük giderlerden olan redüktörlü BLDC motor, joystick, çok katmanlı PCB üretimi ve elektronik devre elemanları gibi harcama kalemlerinin sponsorlar tarafından karşılanma durumu söz konusudur. Elektronik ve mekanik tasarımlar ekibimiz tarafından gerçekleştirildiği için bu konularda herhangi bir maddi harcama olmamıştır.

8. Proje Fikrinin Hedef Kitleleri

Projemizde ortaya çıkacak olan ürünün temel hedef kitleleri tekerlekli sandalye kullanıcılarıdır. Bunun yanı sıra belediyeler (sosyal yardım ile dağıtılan akülü sandalyelere alternatif olarak), havalimanları (yürüme zorluğu çeken yolcuların kullanımı için) ve hastanelerdir (özellikle şehir hastaneleri).

9. Riskler

Projemizde yurt dışından getirilmesi planlanan redüktörlü BLDC motorların küresel salgın yüzünden sektöre uğraması en büyük risk faktörüdür. Son güne kadar bekleyip sonuçlar beklediğimiz gibi gelişmez ise redüktörsüz BLDC motor ile yarışmaya katılımı sağlanacaktır. Bunun dışındaki risklere karşı alternatiflerimiz hazır bulunmaktadır. Örnek vermek gerekirse, mekanik tasarımdaki olası hataların takımın kullanımda olan mini CNC ile tekrar işlenerek giderilmektir. Tasarladığımız elektronik kartın test sürecinde veya yarış sürecinde arızalanması durumuna karşılık da yedek elektronik kart veya yedek elektronik devre elemanlarımız hâlihazırda bulunmaktadır.

10. Proje Ekibi

Proje ekibi Tablo 3'te gösterilmiştir.

Tablo 3. Proje ekibi

| Adı Soyadı | Projedeki Görevi | Okul | Özgeçmiş |
|----------------|---|---|--|
| Tayfun UNUK* | Yazılım / PCB Tasarımı / Sponsor ilişkileri | Pamukkale Üniversitesi Elektrik Elektronik Mühendisliği | Pamukkale Üniversitesi Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümünde araştırma görevlisi ve halen doktora eğitimine devam etmektedir. |
| Mustafa ARSLAN | 3D / Mekanik Tasarım | Pamukkale Üniversitesi Elektrik Elektronik Mühendisliği | İndüksiyon ısıtmalar üzerine hazırladığı proje ile TÜBİTAK 1512 desteği aldı ve projeyi başarıyla tamamladı. Şu anda 3 boyutlu yazıcı imalatı, 3 boyutlu tasarım, elektronik kart ve CNC imalatı üzerine çalışmalar yapmaktadır. |
| Resul BAYLAN | Yazılım / PCB Tasarımı | Pamukkale Üniversitesi Elektrik Elektronik Mühendisliği | Otomasyon sektöründe çalışmaktadır. Halen yüksek lisans eğitimine devam etmektedir. |
| Arda KAYA | Mekanik / Elektronik Montaj | Pamukkale Üniversitesi Elektronik ve Otomasyon Bölümü | Halen Pamukkale Üniversitesi Teknik Bilimler MYO da ön lisans eğitimine devam etmektedir. |

*: Takım Lideri

11. Kaynaklar

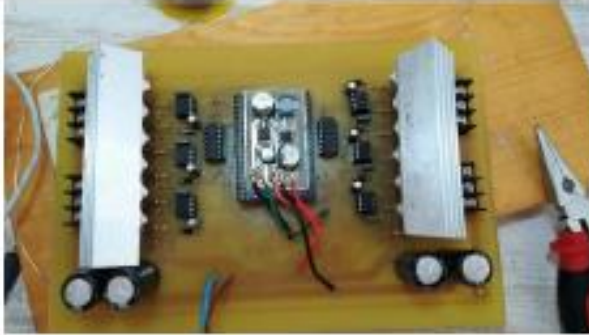
- [1] <https://www.aa.com.tr/tr/turkiye/turkiyede-yaklasik-2-5-milyon-ortopedik-engelli-var/1143665>
- [2] <https://diyot.net/bldc/>
- [3] <https://livingspinal.com/handcycle/rio-mobility/firefly-electric-handcycle/firefly-electric-handcycle-wheelchair-attachment-next-generation-2-0/>
- [4] <https://denizli.bel.tr/Default.aspx?k=haber-detay&id=17811>

EK 1 Elektronik Bileşen Görselleri

Şekil 2’de HTS-01 ve redüktörlü fırçalı DC hub motor gösterilirken Şekil 3’te HTS-01 elektronik kart tasarımı verilmiştir. Şekil 4’te ise 36V lityum-iyon batarya ve çift eksenli joystick gösterilmiştir.



Şekil 2. HTS-01 ve redüktörlü fırçalı DC hub motor.



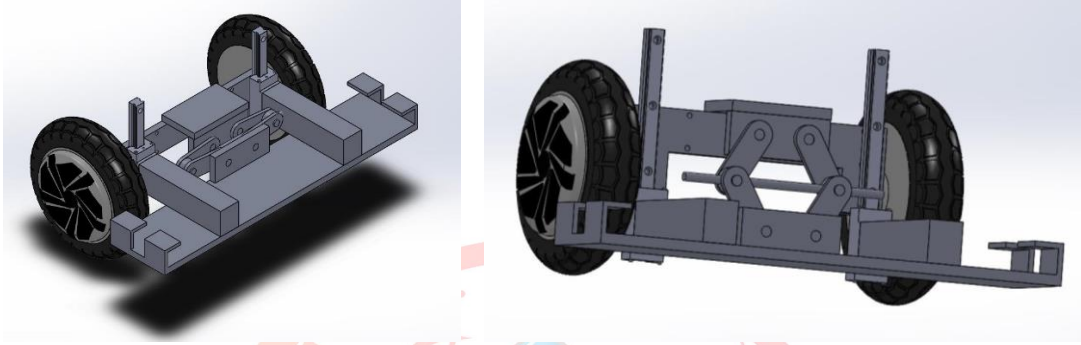
Şekil 3. HTS-01 elektronik kart tasarımı.



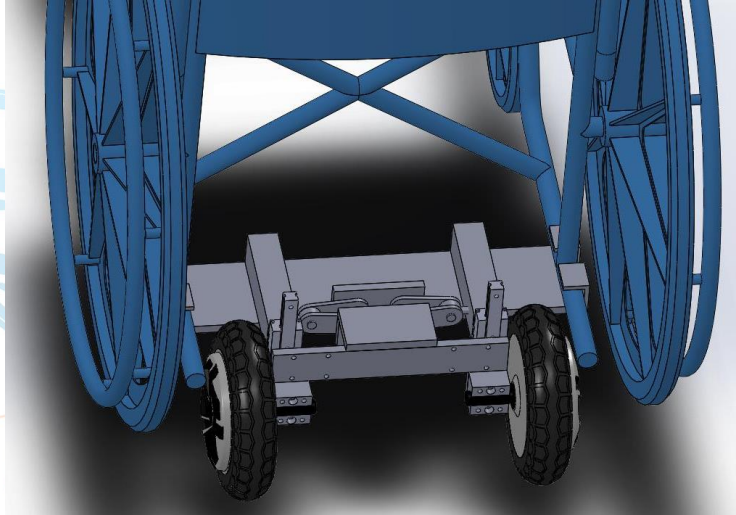
Şekil 4. 36V lityum-iyon batarya ve çift eksenli joystick.

EK 2 Mekanik Bileşen Görselleri

Şekil 5’te tasarlanan HTS kitinin üç boyutlu görselleri gösterilirken Şekil 6’da bu kitin manuel tekerlekli montaj edilmiş hali verilmiştir. Şekil 7’de ise HTS kiti takılı tekerlekli sandalyenin manuel ve elektrikli kullanım hali gösterilmiştir.



Şekil 5. Tasarlanan HTS kitinin üç boyutlu görselleri.



Şekil 6. Tasarlanan HTS kitinin manuel tekerlekli sandalyeye montaj edilmiş hali.



Şekil 7. HTS kiti takılı tekerlekli sandalyenin a) manuel kullanım hali b) elektrikli kullanım hali.