

TEKNOFEST

HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ

İNSANLIK YARARINA TEKNOLOJİ YARIŞMASI PROJE DETAY RAPORU

PROJE KATEGORİSİ: Sosyal İnovasyon

PROJE ADI: ENGELSİZ ENERJİ

TAKIM ADI: TORULİNOVASYON

TAKIM ID:T3-19483-148

TAKIM SEVİYESİ: Lise

DANIŞMAN ADI: Tuğba TAT

İçindekiler

1. Proje Özeti (Proje Tanımı)

Bu projenin çıkış noktası, proje takım başkanımızın sosyal medyada takip ettiği ve mikroşlemcili (elektronik) diz üstü protez (**Şekil-1.1.**) kullanan engelli bir bireyin protez şarjının enerji kaynağı olmayan bir yerde bitmesiyle yaşadığı zorlukları anlatmasıdır. Bu sebeple sosyal konulara duyarlı arkadaşlarımızla, danışmanımızın ilgi ve yeteneklerimize göre yaptığı ilgili görev dağılımları dahilinde oluşturulan **Şekil-10.1.**' de belirtilen sekiz kişilik ekibimiz mikroşlemcili diz üstü protez kullanan engelli bireyleri ve bu bireylerin sosyal hayatta yaşadığı zorlukları araştırmıştır. Yapılan literatür araştırmasına göre doğuştan veya çeşitli nedenlerle sonradan bireylerde uzuv yoksunluğu oluşabilmektedir. Bu uzuv yoksunluğu nedeniyle, kişilerin günlük yaşam aktivitelerini yerine getirebilmesi amacıyla çeşitli materyaller kullanılarak uzmanlar tarafından üretilen, kişinin sosyal yaşama kavuşmasını amaç edinmiş yapay uzuv parçalarının bacak kısmını karşılayan protezlere, protez bacak denilmektedir. Bu yapay organlar zaman geçtikçe sürekli değişen teknolojiyle yenilenmekte ve geliştirilmektedir. İlerleyen teknolojiyle ve özellikle gelişen merkezi işlem birimi bulunduran entegre devre çipleri, hafıza ve giriş çıkış birimleri protezlerde de kullanılarak mikroşlemcili protezler üretilmeye başlanmıştır. Mikroşlemcili diz üstü protezlerin diğer normal protezlerden farkı diz ve ayak anatomisi ile uyum içinde koordineli çalışmasıdır. İçerisinde bulunan hidrolik piston mikroşlemci tarafından kontrol edilmekte ve bu sayede hidrolik pistonun ne kadar hareket edeceği ve hangi seviyede duracağı sistem tarafından belirlenmektedir. Böylelikle bireyin yürüyüşü kolaylaşmaktadır. Oturma ve kalkma esnasında ise hidrolik piston sertleşerek hastanın destek almadan, güvenle oturmasını ya da kalkmasına olanak vermektedir. Herhangi bir dengesizlikte ya da düşme esnasında hidrolik piston sertleşerek hastaya destek sağlamakta ve düşmesini engellemekte veya yavaşlatmaktadır. Mikroşlemcili diz üstü protezlerinde 12V ve 1.5A değerindeki lityum iyon batarya diz eklemine kontrol etmek için gerekli enerjiyi sağlamaktadır. Birçok farklı modeli bulunan mikroşlemcili diz üstü protezlerin üzerinde bulunan batarya ile engelli birey aktivite seviyesine ve kullandığı protezin modeline bağlı olarak şarja gereksinim duymadan ortalama 3 gün geçirebilmektedir. Enerji kaynağının olmadığı yerlerde protezlerin şarjının tamamen boşalması durumunda mikroşlemcili diz üstü protezi kendini kilitlemekte yani adım atma esnasında dizler bükülememektedir. Bireyin yaşadığı hareket kısıtlılığının üstesinden gelebilmesi için geliştirilen çözüm önerisi bireyin kendi yürüyüş adımlarıyla ürettiği enerjiyi protez bacağa aktararak protezin batarya ömrünü uzatacak böylelikle bireyin enerji kaynağına ulaşması kolaylaşacaktır. Proje için tasarlanan ürün (**Şekil-1.2.**) ile birey boşalan mikroşlemcili diz üstü protez bataryasını depolanan enerji ile şarj edebilecektir. Yapılan pilot çalışmada; 6 adet piezoelektrik malzeme bir ayakkabı tabanına yerleştirilmiş ve akımı depolaması için 6V, 200 mf'luk iki adet kondansatör birbirine seri bağlanarak ortalama 12 V değerinin elde edilebileceği geçici bir depo oluşturulmuştur. Fakat yapılan akım ölçümleri mikroşlemcili diz üstü protezin akım değeri olan 1.5A değerine ulaşmayınca ikinci aşamada akımı istenilen seviyeye getirebilmek için LTC3588 Energy Harvester Modül devresi kullanılmıştır. Bu devreye TP4056 lityum şarj entegresi bağlanarak 3,7V'luk lityum batarya şarj edilmiş ve bataryada depolanan 3,7V'luk gerilimin istenilen enerji değerine ulaşması için

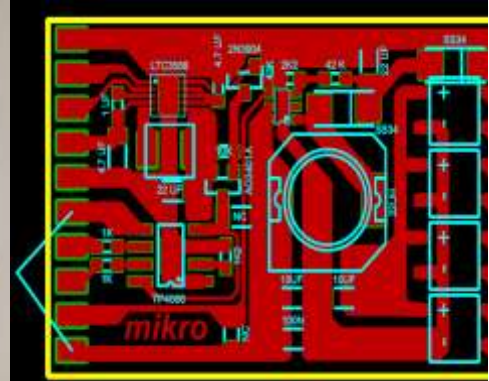
MT3608 DC-DC çevirici entegre kullanılarak devre tamamlanmıştır. (Şekil-1.3.)



Şekil-1.1.



Şekil-1.2.



Şekil-1.3.

2. Problem/Sorun:

Projemizin yapılmasını gerekli kılan sorun; bataryası tamamen boşalmış ve enerji kaynağı olmayan bir yerde (uzun yolculuk, kamp, vs.) kalan ya da şarj aleti yanında olmayan mikroişlemcili diz üstü protez kullanan engelli bir bireyin yürüme hareketinin kısıtlanmasıdır. Bu proje ile mikroişlemcili diz üstü protez bataryasının boşalması durumunda alternatif bir enerji kaynağına ulaşıncaya kadar bireye enerji desteği sağlamak amaçlanmıştır. Bireyin adımlarından elde edilen ve tasarlanan üründe depolanan enerjinin bireyin yürüme aktivitesine katkı sağlayacağı düşünülmektedir. (Şekil-2.1.)



Şekil-2.1.

3. Çözüm

Yaptığımız araştırmalara göre mikroişlemcili diz üstü protez bataryası 12V ve 1.5A değerlerine sahiptir. Bireyin şarjının yolda ya da enerji kaynağına uzak bir yerde bitmesi sebebiyle yaşayacağı olumsuzlukların önüne geçebilmek için geliştirilen bu projede ayakkabı tabanına yerleştirilen ek bir enerji kaynağı sayesinde birey adımlarından elde ettiği enerjiyi proteze aktararak hareketine devam edecektir.

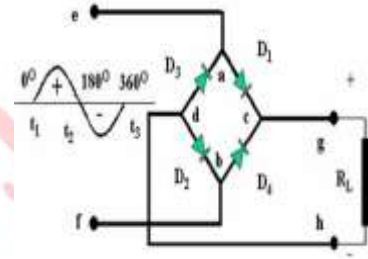
Projenin ilk aşamasında ayakkabı tabanına 6 adet piezoelektrik malzeme **Şekil-3.1.**'deki gibi monte edilmiş, gerekli ölçümler yapılmış (**Şekil-3.2.**) ve ardından doğrultucu devre (**Şekil-3.3.**) ile alternatif akımı (AC), doğru akıma (DC) çevrilmiştir.



Şekil-3.1.

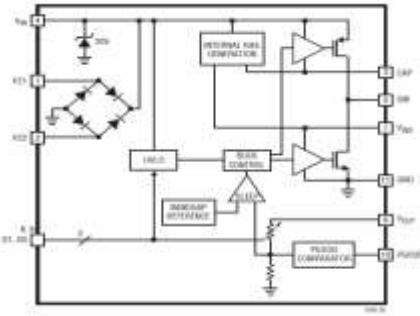


Şekil-3.2.



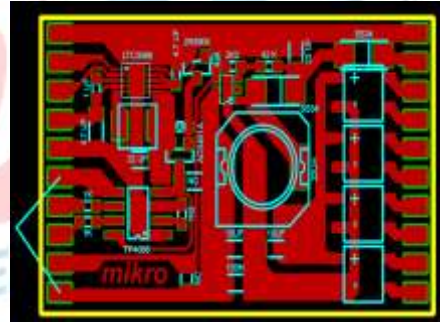
Şekil-3.3.

Ardından 3.7V'luk lityum bataryayı şarj edecek LTC3588 modül devre elemanı kullanılmış ve çıkışı 3.7V'luk lityum bataryaya bağlanmıştır (**Şekil-3.4.**). Son olarak da MT3608 DC-DC çevirici ile devre 3.7V'dan, 12 V'a çevrilerek mikroişlemci bataryasını şarj edebilecek enerji seviyesine ulaşılmıştır. (**Şekil-3.5.**)



Şekil-3.4.

(www.linear.com sitesinden erişilmiştir.)



Şekil-3.5.

4. Yöntem

Projenin pilot aşamasında bir ayak için 6 adet piezoelektrik malzeme kullanılmıştır (**Şekil-4.1.**). Bu pilot çalışmada yapılan ölçümler sonucunda maksimum 18V, 20 mA değerinde enerji elde edilmiştir (**Şekil-4.2.**).



Şekil-4.1.

Şekil-4.2.

Şekil-4.3.

Şekil-4.4.

Şekil-4.5.

Alternatif akım (AC) üreten piezo malzemelerdeki akım N4007 Diyot kullanılarak doğru akıma (DC) çevrildi. Bu akımın depolanması için 6V, 200 mF'luk iki adet kondansatör birbirine seri bağlanarak (**Şekil-4.3.**)deki 12V'luk geçici bir depo oluşturuldu. (**Şekil-4.4.**)

Bu aşamada elde edilen değerler; mikroişlemcili diz üstü protezin batarya değerleri (12V, 1.5A) göz önüne alınarak değerlendirildiğinde voltaj değerinin istenilen değere yaklaştığı fakat akım değerinin istenilen değerin altında kaldığını göstermiştir. Bundan sonraki aşamada akım değerini yükseltebilmek için LTC3588 Energy Harvester Modül devresi kullanılmıştır. Bu modül devresi ultra düşük akıma sahip gerilimleri sabitlemek için kullanılmaktadır. 2.7V ve 20V arasındaki mA seviyesinde akıma sahip giriş gerilimini kondansatörlerde depolayarak 100 mA'e kadar çıkış vermektedir. Varsayılan 1.8V çıkış gerilimi 2.5V, 3.3V, 3.6 V şeklinde ayarlanabilmektedir. Giriş ve çıkış bekleme akımları çok düşük değerlerde olduğunda entegre uyku moduna girmektedir. Akım arttığında tekrar devreye girmekte ve iletimi sağlamaktadır. Ardından aynı devreye TP4056 Lityum şarj entegresi bağlanarak 3.7V' luk lityum batarya şarj edilmiştir. Bu bataryanın kullanılma amacı LTC3588 entegresinin çıkış voltunu 2.5-3.6 V arasında çıkış vermesinden kaynaklanmaktadır. Bunun kullanılma amacı 3.7 V'luk lityum bataryayı şarj edeceği bilgisidir. Daha sonra bataryada depolanan 3.7V'luk gerilimi 12V-1.5 A'lık enerji değerine yükseltmek için MT3608 DC-DC çevirici entegre kullanılmış ve tüm bu devreler **Şekil-4.5.**'de bulunan devre şemasına monte edilmiştir.

Son olarak yapılan sayısal hesaplamalar göz önüne alındığında devreden alınan 12V'luk çıkışın protez bacağın şarj girişine bağlanmasıyla elde edilebilecek şarj değerinin 200 adımda % 1, 5000 adımda % 15-20 olabileceği tahmin edilmektedir.

5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü

Projenin yenilikçi yönü, mikroişlemcili diz üstü protez kullanan engelli bir bireyin günlük aktivitesi sırasında depoladığı enerjiyi, batarya desteği olarak kullanabilmesidir.



6. Uygulanabilirlik

Proje fikri, önceki bölümlerde teknik detayları verilen enerji aktarımını sağlayan ayakkabı, kullanılacak malzeme niteliği artırılarak (örneğin esnek piezo taban kullanılarak) hayata geçirilebilir. Elektrikli ayakkabıdan elde edilecek enerjinin bazı nedenlerden ötürü depolanamaması, ya da protez bataryasını destekleyecek enerji seviyesine ulaşamaması mevcut risklerdendir.

7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması

Projemizde kullanılan başlıca malzemeler; 1 ayak tabanı için 30 mm'lik 6 adet piezoelektrik malzemesi (19.20 TL), 1 adet 3.7 V'luk lityum batarya (60 TL), TP4056 Lityum Şarj Entegresi (7 TL), MT3608 DC-DC çevirici (5 TL), LTC3588 Energy Harvester Modül devresi (125 TL), 6V ve 200 mA değerlerinde on adet kondansatör (10 TL), 2 adet LED (14 TL), diğer ek malzemeler (silikon taban, kablo,vs.) olup tahmini maliyet 240 TL'dir. **Tablo-9.2'**de yapılan maliyetler ayrıntılı olarak gösterilmiştir.

Tablo-7.1. : Proje Zaman Planlaması

NO	PROJE ADIMLARI	AYLAR							
		E	E	K	A	O	Ş	M	N
1	Araştırma								
2	Geliştirme								
3	Pilot uygulamaların yapılması								
4	Tasarımın oluşturulması								

8. Proje Fikrinin Hedef Kitle (Kullanıcılar):

Proje, mikroişlemcili diz üstü protez kullanan bireylere hitaben yapılmıştır. Mikroişlemcili diz üstü protezin bataryanın bitmesi durumunda sistem bireyin güvenliği için kendini kilitlemekte ve dizler bükülememektedir. Yürüdüğü esnada böyle bir durumu yaşayan bireyin geliştirilen proje ile depolanan enerjiyi kullanarak yürüme hareketine devam edebilmesi hedeflenmektedir.

9. Riskler

Projeyi olumsuz etkileyebilecek unsurlar (riskler) şu şekilde sıralanabilir:

- Tasarımın suya maruz kalarak kısa devre yapması, yeterli enerjiyi depolayamaması,
- Bireyin kullandığı protez ve bireyin ağırlığına bağlı olarak piezoelektrik malzemesi için gerekli olan basıncın elde edilememesi

Proje hayata geçirilirken protez bataryası için gerekli akım elde edilemeyebilir. Bu da piezoelektrik malzemenin özelliğinden kaynaklanmaktadır. Bu da gerekli akımı elde etmede

risk oluşturabilmektedir. Bu probleme yönelik olarak sisteme lityum batarya eklenerek istenilen akım ve voltaj değerlerine ulaşılmıştır.

B planı olarak; mikroişlemcili diz üstü proteze 9V, 200 mA'lık yedi ya da sekiz adet yaprak güneş paneli birbirine seri bağlanarak istenilen enerji elde edilebilecektir.

Proje takımı **Şekil-10.1.**'de gösterildiği üzere üç dala ayrılmış olup, projeye ait planlama **Tablo-9.1.** 'de gösterilmiştir.

Tablo-9.1. : Proje Planlaması

NO	ÇALIŞMA KONULARI	KİMLER TARAFINDAN YAPILACAĞI	AYRILAN SÜRE
1	Literatür Taraması	Araştırma Dalı	2 Ay
2	Proje fikrinin hedef kitlesi ile yapılan görüşmeler	Takım Üyelerinin Tamamı	Proje Süresince
3	Tasarımın Düşünülmesi	Takım Üyelerinin Tamamı	3 Ay
4	Tasarım İçin Gerekli Malzemelerin Listelenmesi ve Temin Edilmesi	Teknik Dal	3 Ay
5	Tasarımın Oluşturulması	Teknik Dal	2 Ay
6	Pilot Uygulamaların Yapılması	Takım Üyelerinin Tamamı	2 Ay
7	Tasarımın Revize Edilerek Son Şeklinin Verilmesi	Teknik Dal	4 Ay

Projeye ait maliyet bilgisi **Tablo-9.2.**'deki gibidir.

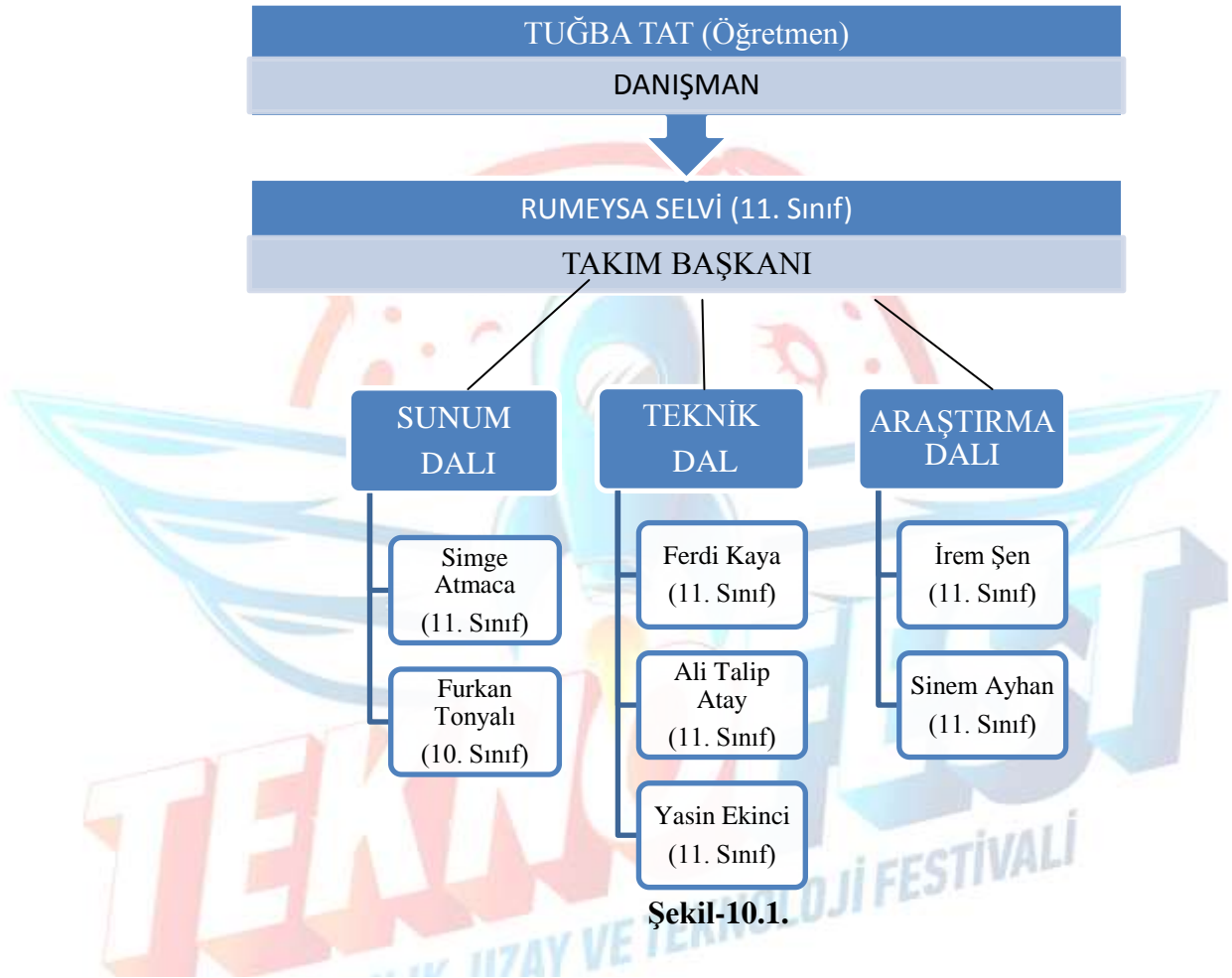
Tablo-9.2. : Maliyet Tablosu

	ADET	BİRİM FİYATI (TL)	TOPLAM FİYAT (TL)
Piezoelektrik malzemesi	6	3.20	19.20
3.7 V'luk lityum batarya	1	60	60
MT3608 DC-DC çevirici	1	5	5
LTC3588 modül devresi	1	125	125
Kondansatör	10	1	10
LED	2	7	14
TP4056 Lityum Şarj Entegresi	1	7	7
Diğer malzemeler (bakır kablo, silikon taban)			10
TOPLAM MALİYET			250.2

10. Proje Ekibi

Takımımız; 7'si 11. sınıf, 1'i 10. sınıf öğrencisi olmak üzere 8 kişilik sosyal konulara duyarlı bir ekiptir. Projede daha verimli çalışmak ve etkili iletişim kurabilmek amacıyla grubumuz; teknik, araştırma ve sunum olmak üzere üç dala ayrılmıştır. Takım içerisindeki görev dağılımı takım üyelerinin konu ile ilgili yetenek, ilgi ve becerileri göz önünde bulundurularak danışmanımız tarafından yapılmış ve **Şekil-10.1.**"de gösterilmiştir.

Takım Okulu: Şehit Tamer Özdemir Anadolu Lisesi



Şekil-10.1.

11. Kaynaklar

- www.linear.com/LTC3588-1
- www.proklinik.com.tr › lower-limb › knee-joint-c-leg
- www.ottobock.com.tr
- www.bbc.com › 2015/01 › 150115_ayakkabi_elektrik
- www.dengeortopedi.com.tr › mikroislemcili-bacak-protezleri
- www.capaprotez.com › diz üstü mikroislemcili eklemli protezler-capa protez

NOT:

* Mikroislemcili diz üstü protez kullanan, yüzme antrenörü sayın Berk Kamanlı ile yapılan görüşmeler projemize ışık tutmuştur.