

TEKNOFEST

HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ BİYOTEKNOLOJİ İNOVASYON YARIŞMASI

PROJE DETAY RAPORU

PROJE KATEGORİSİ

TAKIM ADI

GırGır COMPANY

PROJE ADI

Yürüyüş Destek Cihazı

BAŞVURU NUMARASI

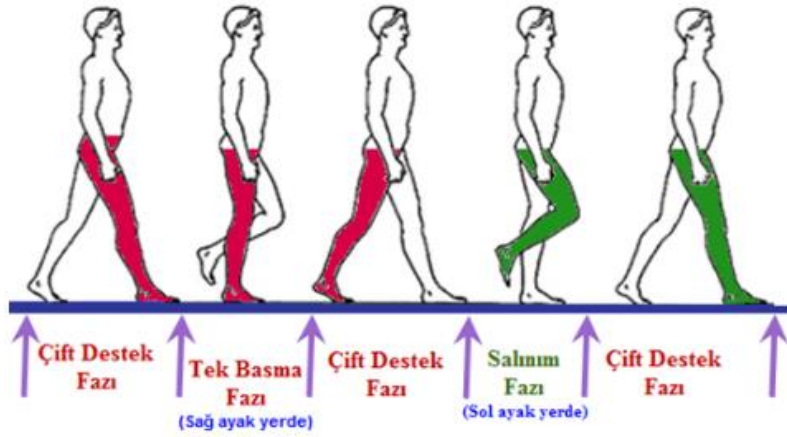
58739

KATEGORİ

Proje Kategorisi

1. Proje Özeti (Proje Tanımı)

Bu proje de EMG (Elektronöromyografi) yardımıyla bireylerin çevresel sinir sisteminden aldığımız biyolojik sinyalleri işleyerek yürüyüş destek cihazının hareketlerini tayin edeceğiz. Cihazın hareketlerini bireyden alınan sinyallere göre Arduino üzerinde kodlayıp cihaza hareket kazandırmak projenin başlıca amacıdır. Cihazın eklem noktalarına yerleştirilen elektriksel aktuatörler ile hareket etmesi sağlanacaktır. Kazanılan hareket kabiliyeti insan anatomisi ve yürüme kinesiyojisine uygun olarak tasarlanmış olacaktır. İnsanların yürüme veya hareket kinesiyojisine uygun tasarlanacak dış iskelet; bireylerin boyuna, kilosuna ve hastalık türüne göre farklılık gösterebilir. Ortezlerin üretimi bu duruma örnek olarak gösterilebilir.

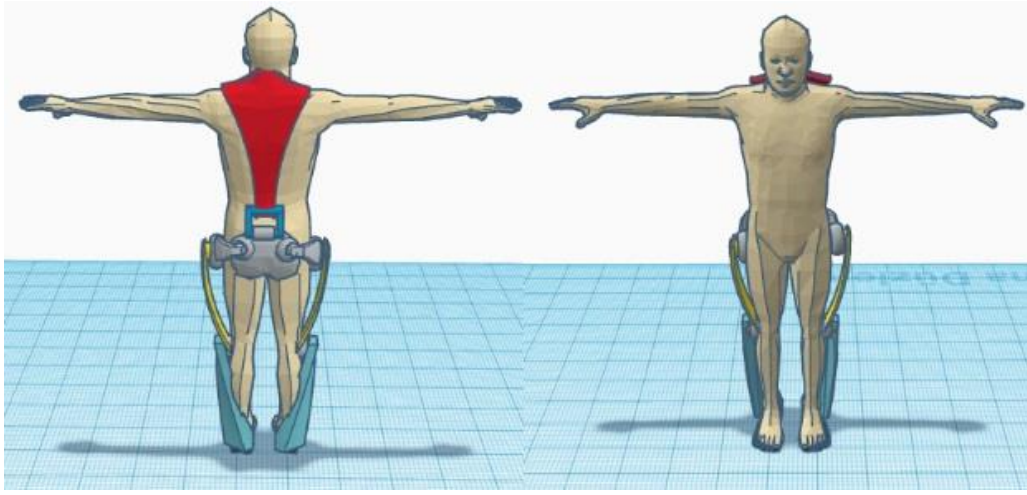


Şekil 1. Yürüme sırasında yerden destek fazları [1].

Günlük yaşamımızda fonksiyonel hareketler sırasında, tek bir eklem hareketinden çok eklemlerin eş zamanlı seri hareketleri söz konusudur. Hareket sistemini oluşturan anatomik yapılar iskelet kasları, eklem yapıları vb. hareket esnasında incelendiğinde, belli bir sırayla ve düzen içerisinde kasılarak, eklemlere ardışık hareket yaptırılırlar. Yürüme analizinde hareket halinde iken kas kontraksiyonu dinamik EMG ile ölçülür. Dinamik EMG ile yürüme döngüsünde kasılmanın zamanı, kasılma süresi ve şiddeti hakkında bilgi edinilir. Vücut hareket döngüsündeyken hareket için gerekli olan kasları tetikleyen veya gevşeten biyolojik işaretlerde ‘sinyallerde’ aynı periyotlarda oluşurlar. Bu veriler ışığında dış iskeletin kontrolü sürekli o iskeleti kullanan bireylerde olması sağlanmış olacaktır.



Şekil 2. Taşıyıcı ve taşınan birim [2].



Şekil 3. Proje kapsamında önerilen cihazın birey üzerindeki görünümü.

Bireylerin hareketlerini taklit eden bu dış iskelet, bireyler hareketlerini gerçekleştirmek istediklerinde hem daha güçlü bir şekilde hareket etmesini sağlar hem de iskelet kaslarının daha az kullanılmasıyla yorgunluk oluşmamış olur. Bu projede; bireylerin ayak ve bacak kaslarına yük bindirmeden çalışması ve hareket özgürlüğünün yeniden kazanılması hedeflenmektedir.

2. Problem / Sorun

Yürüme engeli bireylerin gündelik yaşamlarını en çok etkileyen rahatsızlıklardandır. Ülkemizde engelli insan yaşamını etkileyen faktörlerin en başında engelli yollarının az sayıda kullanılabilirliğidir. 2020 yılı sayımlarına göre ülkemiz de yürümede, merdiven inmede ve çıkmada zorluk yaşayan vatandaşlarımızın sayısı 1.452.000 kadın ve 861.000 erkek olmak üzere toplamda 2.313.000 kişidir ve bu sayı nüfusumuzun yaklaşık olarak %3,3'lük kısmını oluşturmaktadır [3].

Savaş, doğal afet, trafik kazası, mesleki kaza, yanlış ilaç kullanımı, yaşlılıktan kaynaklı vb. birçok sebepten dolayı insanlar yürüme zorluğu yaşamakta veya tamamen yürüme yetilerini kaybetmektedirler.

Kaybedilen uzuv veya yetenek yeri doldurulamadığı zamanlarda insanlara yaşamsal faaliyetlerini gidermede zorluklar çıkmaktadır [4]. İnsanların yaşama verimini düşüren bu sebeplerden dolayı sosyal yaşamlarına adapte olamamaları ve fiziki engellere takılmaları gibi problemler vardır. Ülkemizde çoğu binada ve toplumun kullandığı meydanlarda maalesef engelli bireyler için yeterli ve uygun ortamlar sağlanamamıştır. Örneğin; kolayca merdiven çıkamamakta, yürüyememekte kendi işlerini tek başlarına çözememektedirler. Sağlıklı insanlar her ne kadar farkında olmasalar da bu engellere sahip insanlar ne yazık ki bu zorluklarla karşı karşıya kalmaktadırlar.

Multiple Skleroz (MS) tanısı olan birçok kişi yürüme zorluğu yaşamaktadır. Yürüme zorluğu, özellikle yürümenin şekline göre tanımlanır (örneğin "dengesiz yürüyüş"). MS hastaları tanı aldıktan sonra uygun bir biçimde tedavi edilmemeleri ya da tedaviye yanıt vermemeleri halinde yaklaşık 15 yıl içinde yürümek için desteğe ihtiyaç duymaktadırlar [5]. Tüm bunlara ek olarak birçok farklı alanda engelli bireyler istihdam edilse de bu sayılar yetersiz kalmakta, engelli bireyler iş bulmakta zorlanmaktadırlar.

Bu ve benzeri sebeplerden yürüme engeli gibi sorunlar insanları hayattan koparmakta, eve hapsedmekte ve kendileri isteseler bile kendi ihtiyaçlarını görüp başkalarına muhtaç olmamalarını sağlamalarına büyük bir engel olmaktadır. Diğer birçok engele nazaran yürüme engeli insanların hayatını en çok zorlaştıran ve %3,3'lük oranıyla ülkemizde en sık karşılaşılan ikinci engeldir. Yürüme engelli bireylerin temel ihtiyaçlarını karşılamasını en çok kısıtlayan engeldir.

Birçok farklı açıdan hem ailesine hem de ülkesine katkı sağlayabilecekken yürüme engeli sebebiyle engelli insanlar bundan mahrum kalmaktadırlar. Yeni nesil yürüyüş destek cihazları engelli insanlara kendi işlerini görüp gündelik yaşamlarını devam ettirmelerinde, başkalarına duydukları ihtiyacı ve yardımı ortadan kaldırmada ve kendi hayatlarını sürdürebilmelerinde büyük destekler sağlayacaktır.

Yürüme engeli birçok insanımızın gündelik yaşamını olumsuz yönde etkilemektedir. Sadece engelli bireylerimiz değil, bu bireylerle ilgilenen aile üyeleri de bu durumdan olumsuz etkilenmekte ve günlük yaşamda problemler yaşamaktadır. Yürüme engeli ve zorluğu bireylerin ömürlerinin sonuna kadar aile bireyelerine ve dışarıdan gelecek yardımlara muhtaç bırakmaktadır. Bu bağlamda engelli bireyler için yapılacak çalışmalar hem aile içinde ki sorumlulukları azaltacak hem de engelli bireylerin kendi ayakları üzerinde durup yardıma muhtaç olmadan hayatlarını idame ettirmelerini sağlayacaktır.

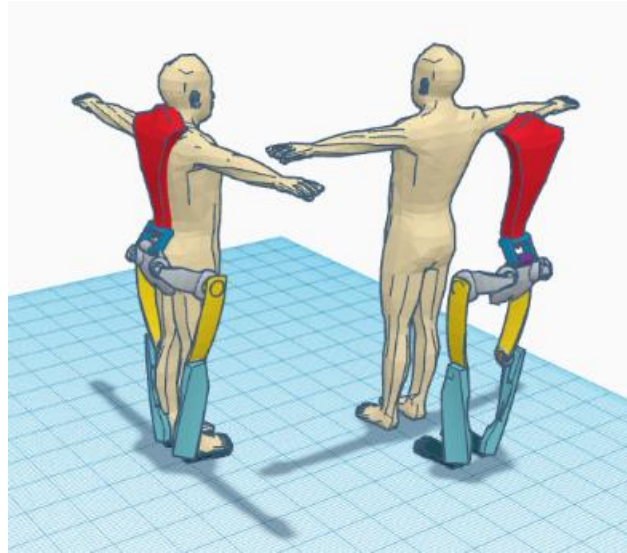
Buna karşılık Türkiye'de yürüme zorluğu yaşayan veya yürüme becerisini yitirmiş bireylere (engelli, gazi, trafik/iş kazası v.b. sebepler ile) destek veren cihazlar yetersiz kalmaktadır.

Bu yetersizliğin giderilmesi motivasyonu, hali hazırda kullanılan cihazların yenilenmesi ve geliştirilmesi gerekliliği oluşmuştur. Bu sebeple, projemizde engelli bireylere yürüme ve gündelik işlerini kolayca yerine getirebilme konusunda destek olabilmek için yeni nesil yürüyüş destek cihazları üretme ve geliştirme konularında çalışılacaktır.

3. Çözüm

Projemizin amacı doğrultusunda çözüme baktığımızda; yürüme zorluğu çeken insanlara gündelik hayatlarında gündelik işlerini için destek sağlayıp onların yürümelerine yardımcı olacak teknolojiler üretmektir. Üreteceğimiz yürüyüş destek cihazı ile yürüme zorluğu çeken insanlar kolayca yürüyebilecek, merdiven çıkabilecek ve gündelik işlerini zorlanmadan yapabileceklerdir. Bilimsel olarak inceleyecek olursak; canlı sistemlerle ilgili çeşitli parametrelerin algılanması ve değerlendirilmesi amacıyla kullanılan tüm elektronik teknoloji ve yöntemleri kapsayan bilim dalı olan **tıp elektroniği** ve **kinesiyoloji** bilim dalları bu projede ele alınacaktır. Kısaca kinesiyoloji bilimi, fizyoloji, biyomekanik, anatomi yardımı ile fonksiyonel insan hareketlerini inceleyen bir bilim dalı olup, hareket bilimini açıklamaktadır.

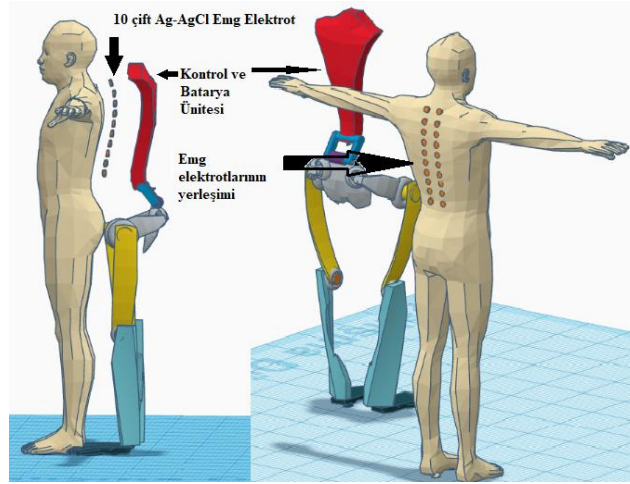
Tespit ettiğimiz sorunların ortak noktasında yürüme engeli ve yürüme bozuklukları vardır. Çözüm olarak bireylerin kaybettikleri kinesiyolojik, fizyolojik, anatomik ve biyomekanik özelliklerinin yürüyüş destek cihazı sayesinde yeniden kazanılması beklenmektedir.



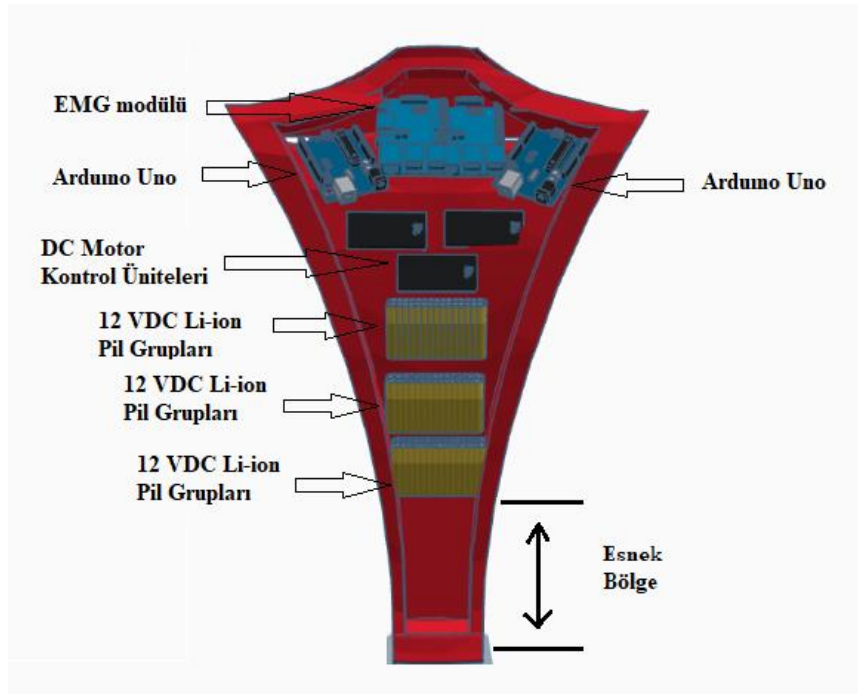
Şekil 4. Yürüyüş destek cihazının dış iskelet yapısı.

Giyilebilir teknoloji olarak belirlenen dış iskelet yapısındaki yürüyüş destek cihazı kullanıcı kullanmadan önce klinik ortamında 10 çift EMG elektrodu spinal sinirlerdeki elektriklenmeyi veya biyolojik elektriksel sinyalleri izlemek için omurluk boyunca belirli noktalara yerleşimi cildin üstüne yapılır. Daha sonrasında bireyler elbisesini giyebilir ve

yürüyüş destek cihazını kendilerine kalibre edilir ve rahatlıkla kullanabilirler. Kullanılan EMG elektrotları kullan-at Ag-AgCl yüzey elektrotlarıdır. Bu elektrotlar gümüşten yapıldığı için vücut dokusu ile elektrot etkileşime girmezler. Ag-AgCl elektrotları hem ucuz hem de diğer elektrotlara göre daha kararlı çalışırlar. Bu sebeple projemiz kapsamında; Ag-AgCl yüzey elektrotları kullanılacaktır.



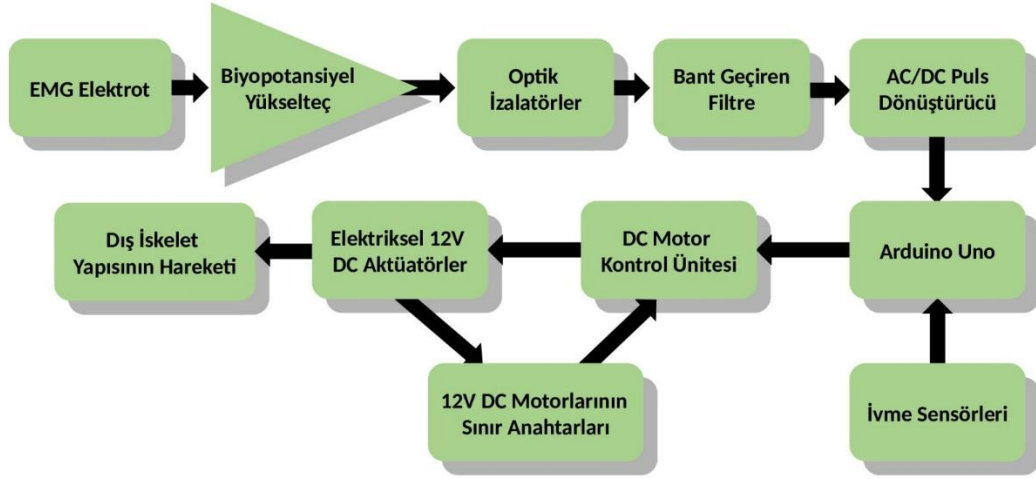
Şekil 5. Yüzey temaslı EMG elektrotlarının vücutta yerleşimi.



Şekil 6. Kontrol ve batarya ünitesi.

4. Yöntem

Önerdiğimiz çözümü hayata geçirirken kullandığımız yöntemlerin ve metotların şekil 7’de belirtildiği gibi bir sıralaması vardır. Bu yöntemlerin her birinin ayrı ayrı başka amaçlar veya işlemler için de kullanıldığı ve projemiz için gerekli hassasiyette oldukları belirlenmiştir. Ayrıca bu yöntemler, ekonomik olmaları içinde takımızca tercih edilmiştir.



Şekil 7. Projemizin elektriksel alt yapısının blok diyagramı.

4.1 EMG Elektrotlar

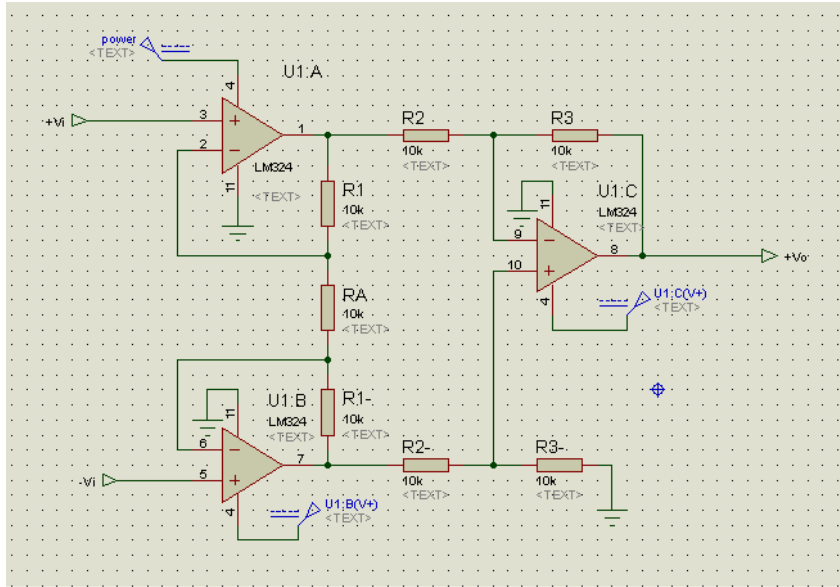
İnsan vücudu, farklı elektrolit iyonları içeren çok sayıda sıvı hücreden meydana gelir. Hücre içi sıvısı potasyum, sodyum ve klor iyonlarını içerir. Aksiyon potansiyel iyon konsantrasyonlarındaki değişimlerden kaynaklanır. Aksiyon potansiyeli algılama için kullanılan elektrot arayüz potansiyeli üretir. Bir metal elektrot bir elektrolit çözeltiye daldırıldığında, iki çeşit kimyasal reaksiyon oluşur. Bunlardan ilki metal atomlarının elektron bırakarak metal iyonları haline gelmesiyle oluşan oksidasyon reaksiyonu ikincisi ise elektronların ve metal iyonlarının birleşerek metal atomlarını oluşturduğu redüksiyon reaksiyonudur. Metal ve elektrolit sıvı arasındaki arayüzde pozitif ve negatif yüklü iyonlar zıt yönlere hareket ederler. Böylece zıt elektrikli iki iyon katmanı oluşur. Oluşan iyon potansiyeli arayüz potansiyelidir. Bu nedenden dolayı biyolojik sinyallerin ölçümünde düşük arayüz potansiyelli metaller elektrot olarak seçilmelidir.

Projemizde kullanılan Ag-AgCl yüzey elektrotları düşük arayüz potansiyeline sahiptir. Düşük arayüz potansiyeline sahip olduğu için ölçüm sırasında aşırı arayüz potansiyellerinden kaynaklı parazitleri biyolojik sinyallerden elemiş oluruz. Genelde biyolojik sinyal aralığı 50 μ V ile 1mV ve Ag-AgCl yüzey elektrotunun arayüz potansiyeli 0.1 V ile 1 V aralığındadır. Bu duruma ek olarak, biyolojik işaretleri izlemek için kullandığımız yüzey elektrotlarının arayüz potansiyeli zamanla değişmektedir.

4.2. Biyopotansiyel Yükselteç

Biyopotansiyel yükselteçler genelde enstrümantasyon kuvvetlendiricileridir. Enstrümantasyon ve dönüştürücü uygulamalarında μV 'lar mertebesinde fark işaret gerilimleri ve bunlarla birlikte bulunan büyük değerli ortak işaret gerilimleri söz konusudur. Dolayısıyla, bu tür işaretleri kuvvetlendirecek kuvvetlendirici yapıları için 100 dB mertebesinde ortak işareti bastırma oranı gerekli olur. Bu özellik, klasik işlemsel kuvvetlendirici yapılarıyla sağlanamaz. Gerektiğinden fazla parazit oluşumuna sebebiyet verirler. Bu tür biyolojik işaretlerin kuvvetlendirilmesi için geliştirilen yapılar **enstrümantasyon kuvvetlendiricileri** olarak isimlendirilirler. Enstrümantasyon kuvvetlendiricileri çok yüksek bir giriş empedansı ve yine çok yüksek bir ortak işareti zayıflatma oranı gösterirler. Bunun yanı sıra, enstrümantasyon kuvvetlendiricileri açık çevrimde çalıştırılırlar. Giriş işareti doğrudan doğruya kuvvetlendiricinin fark işaret girişlerine uygulanır ve presizyonlu olarak tanımlanmış bir kazanç oranında kuvvetlendirilir. Bu yapıda, çıkıştan girişe geri-besleme yoktur. Katlar üzerine lokal geri-besleme uygulanır. Devrenin çıkışı düşük empedanslıdır.

Piyasada tüm-devre olarak bulunan enstrümantasyon kuvvetlendiricisi, işlemsel kuvvetlendiricilerden yararlanılarak da gerçekleştirilebilir. Örneğin; Şekil 8'de üç işlemsel yükselteçten oluşan tüm-devresi gösterilmektedir.



Şekil 8. Ön kuvvetlendirici [kazanç] devresi.

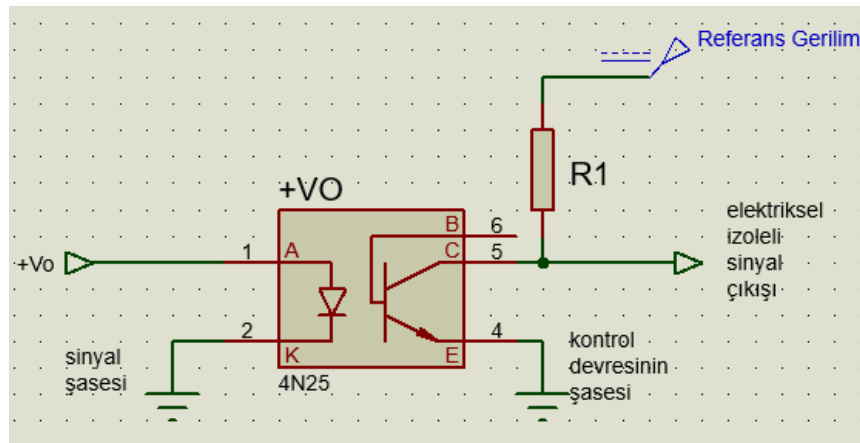
Projemizde kullanılan bu devrede $+V_i$ ve $-V_i$ ye yüzey elektrotlarından değişken genliklerde biyolojik işaretler 'sinyaller' gelir. Bu iki ayrı noktalarda bulunan yüzey elektrotları arasındaki potansiyel fark elektrotların bağlandığı noktada bulunan sinir ve kas aktivitesine göre değişkenlik gösterir. Oluşan bu potansiyel farkı gözlemleyebilmek için ve bu gözlemlerden bir sonuç veya tanı koyabilmek için yüksek kazançlı fark yükselteçleri kullanılır. Bu potansiyel fark yükseltilecek $+V_o$ 'a iletilir. Kas ve sinir aktivitesine bağlı anlamlı EMG sinyallerimizi elde etmiş oluruz.

Devre kazancı (K_V) istenilen kazançlarda ayarlanabilir ve Denklem (1)' de verilen formülle hesaplanır:

$$K_V = (2 \times R_3 \times R_1 + R_A) / (R_2 \times R_A) \quad (1)$$

4.3. Optik İzalatörler

Projemizde kullanılan enstrümantasyon kuvvetlendiricilerden toplanan çıkış sinyallerinin her birinin ayrı ayrı elektriksel ortamdan izole edilmesi gereklidir. Sistemin kararlı ve dengeli çalışabilmesi için bu konu çok önemlidir. Bu izolasyonu iki katın birbirinden ayrılması ama aralarındaki sinyal iletişiminin devam etmesi olayı olarak açıklanmaktadır. Ayrılma fiziksel olarak gerçekleşir ama iletişim manyetik veya optik olarak devam eder. Bu izolasyonu gerçekleştirmek için 4n25 optokuplör izolatörü seçilmiştir.



Şekil 9. Projemizde kullanılan örnek izolatör devresi.

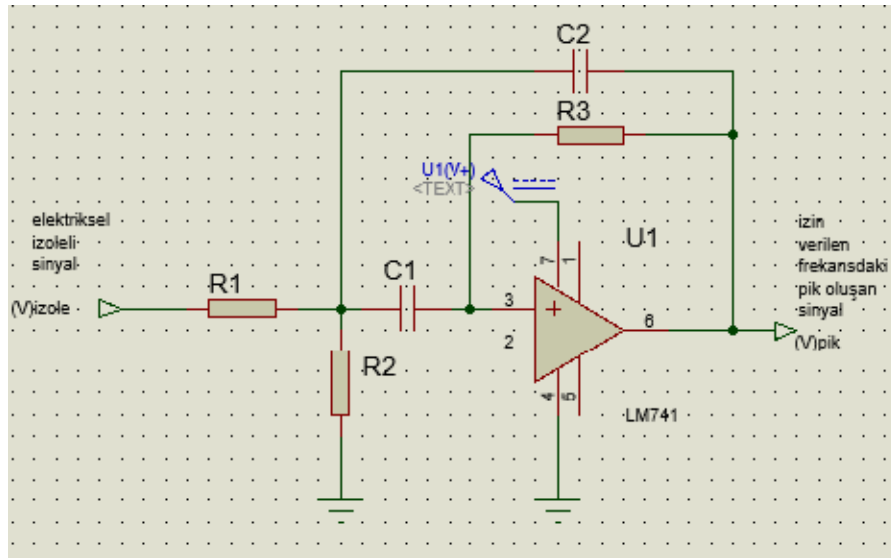
Optokuplör kullanılmasının faydası, katlardan birinde olan fazla akım, yüksek gerilim gibi olumsuz, sisteme zarar verecek etkilerden diğer katları korumaktır. Optokuplör daha çok, iki ayrı özellikli devre arasında elektriksel bağlantı olmadan, ışık yoluyla irtibat kurulmasını sağlayan devrelerde kullanılır. Bu sayede; düşük gerilimle çalışan bir devreyle yüksek gerilimli bir güç devresine Opto izolatör aracılığıyla kumanda edilebilir.

4.4. Bant Geçiren Filtre

Alt ve üst frekans limitleri dışında kalan noktadaki sinyalleri bastıran, belirtilen aralıklardaki sinyallere dokunmayan transfer fonksiyonuna sahip filtrelerdir. Bu filtreleri kullanmamızın amacı yüzey elektrotlarına birçok biyopotansiyel parazit sinyaller toplanıyor bu sinyalleri eleyebilmek için bu işleme ihtiyacımız olur.

Rezonans frekansının (F_r) her iki yanındaki yarı güç noktaları arasında bir grup frekansta çalışır. (Filtrenin çıkış geriliminin ve kazancının maksimum olduğu frekansa *rezonans frekansı* denir.)

Bu frekans sınırları dışındaki frekanslar sönümlenir. En büyük çıkış gerilimi rezonans frekansında oluşur ve bu nokta tepe noktası olarak adlandırılmaktadır.



Şekil 10. Bant geçiren filtre devresi.

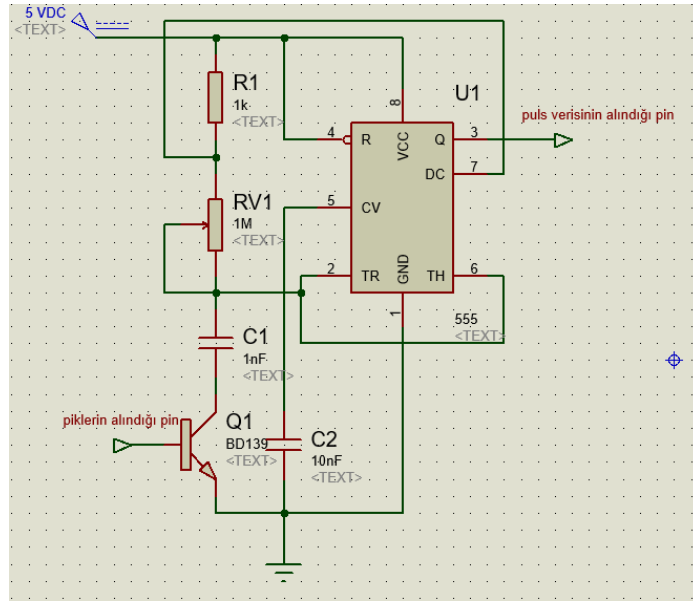
$$R_p = R_1 \times R_2 / (R_1 + R_2) \quad (2)$$

$$F_r = 1 / 2\pi (R_2 \times R_1 \times C_1 \times C_2)^{1/2} \quad (3)$$

Denklem 2 ve Denklem 3 ile rezonans frekansı belirlenir. Böylelikle istenmeyen frekanslardaki sinyaller sönümlenmiş olur ve kontrol ünitesine giremezler.

- Bu devrenin kullanımına örnek olarak; özellikle şehir şebekesinden dolayı oluşan parazitlerin çeşitli elektronik cihazlarda bozma etkisini önlemek amacı ile bu tip filtrelerden yararlanılmaktadır.

4.5. AC/DC Puls Dönüştürücü



Şekil 11. Oluşan piklerin dijital sinyallere çevirici devre.

Projemizde kullanılan bu devre sayesinde kas ve sinir aktivitesinden kaynaklı oluşan EMG sinyallerinin analizini Arduino-uno yazılım geliştirme kartı üzerinden yapılır. Örnek olarak; Bant geçiren filtre devresinden gelen pik Q1 transistörünü çalıştırır ve Q1 transistöründe 555 entegresinin kare dalga üretmesini başlatır. Pik ne kadar uzun süreli geliyorsa o kadar kare dalga sayısı oluşacaktır.

Biyolojik verileri kas ve sinir aktivitelerini oluşturduğumuz tekniklerle dijital ortamda yazılım ile işlenebilir istediğimiz veriyi elde edebilir ve o verilerle yürüyüş destek cihazımızın kinetik hareketlerini elektriksel aktuatörlerle rahatlıkla kontrol edebiliriz. Bireyin omurilik boyunca kas ve sinir aktivite ölçümleri yapılmalıdır. Ölçümlere dayalı analizlerden elde edilen sonuçlarla sisteme ait elektronik devreler bireye göre oluşturulur ve ardından bireyin fizyolojisine göre sisteme ait dış iskelet tasarımı yapılmaktadır.

5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü

Projemizi yerli ve milli olarak üretip bu alanda dışa bağımlılığı azaltmayı hedeflemekteyiz. Projemiz diğer yürüyüş destek cihazlarından farklı olarak daha dayanıklı, daha az enerji tüketen ve daha az masraf ile temin edilebilecektir. Her yaş grubuna uygun, özel olarak geliştirilebilecek ve benzerlerine göre daha iyi bir dengeye sahip olacak bir cihaz tasarlanmıştır.

Piyasada ki diğer yürüyüş destek cihazlar istenileni karşılayamamaktadır. Belirli bir yaş, boy ve kilo grubuna özel tasarlanmış gibidir ve tüm engelli bireyler tarafından kullanılması zorlaşmaktadır. Bizler bu proje ile her yaş grubuna hitap edecek ve engelli bireylerin fiziksel özellikleri baz alınarak üzerinde değiştirmeler yapılabilecek bir yürüyüş destek cihazı tasarlayacağız.

Tasarladığımız bu cihaz giyilebilir teknoloji ürünü olması sayesinde engelli bireyler tarafından yardım almaksızın kullanılabilir. Bu sayede engellerini ortadan kaldırmak için kullanacakları bu cihazı kimsede yardım almaksızın giyinip kullanabileceklerdir. Sökülüp takılabilir ve şarj edilebilir olması sayesinde bataryalarını diledikleri gibi çıkarılıp şarj edebilecekler ve kesintisiz olarak kullanabileceklerdir.

Projemiz ile tüm yürüme engelli bireylere destek sağlayabilecek, bireylerin fiziksel kriterlerine göre ayarlamalar yapılabilecek, engelli bireylerden alınacak geribildirimler sayesinde kolayca yenilenip geliştirilebilecek özgün bir yürüyüş destek cihazı üreteceğiz. Üretilmesi önerilen sistemin detaylı donanımsal özellikleri Kısım 4'te verilmiştir.

6. Uygulanabilirlik

Engelli bireylerin hayatını kolaylaştırmak ve hayatlarında karşılaşılabilecekleri zorlukları minimuma indirmek için direkt ve dolaylı yoldan birçok çalışma yapılmaktadır. Protez bacaklardan, robotik kollara kadar birçok örneği mevcuttur. Fakat yürüme engelli bireyler için yapılan çalışmalar her ne kadar fayda sağlasa da yetersiz kalmakta ve bu kişiler yine birçok engelle karşı karşıya kalmaktadır. Bu proje ile hayata geçireceğimiz yürüyüş destek cihazı yürüme engeline sahip tüm bireylerde vücut endekslerine bağlı olarak düzenlenecek parametreler sayesinde uygulanabilir olacaktır.

Günümüzde yürüme engelli insanlara tahsis edilen elektrikli tekerlekli sandalye ve yeniden yürüyebilmeleri için yapılan fizik tedavi uygulamaları yüksek maliyet, erişim zorluğu, kesin sonuç verememesi, bireylerin yaşadıkları problemler karşısında yeterli desteği sağlayamaması ve onları belirli noktalarda yeniden yardıma muhtaç bırakması gibi birçok nedenden dolayı istenilen etkiyi yaratamamaktadır. Bizler bu proje ile düşük maliyetli, erişilebilir, bireyin karşılaştığı engelleri yardım almaksızın aşabilmesini sağlayacak ve yeniden yürümesi muhtemel hastalarda fizik tedavi etkisi oluşturacak bir yürüyüş destek cihazı tasarlayacağız ve üreteceğiz.

Ülkemizde nüfusun %3,3'lük kısmını oluşturan yürüme engelli insanları bu proje ile destekleyecek ve yeniden hayata kazandıracacağız. Yürüme engeli bu engele sahip insanlarla ilgilenen aile fertleriyle birleşince ortaya yaklaşık 5.000.000 kişilik bir sonuç çıkmaktadır. Nüfusun %6,6'luk kısmını oluşturan bu sayı eve hapsolmakta ve ülkemize katkı sağlamakta geri kalmaktadır. Bu proje ile bu insanları topluma kazandırmakla kalmayıp, ülkemize doğrudan katkı sağlamlarının önünü açmış olacağız.

İlk prototipimizi oluşturacak olan bu proje engelli bireylerin kullanmaya başlamasıyla birlikte gelişime açık hale gelecektir. Yürüyüş destek cihazının kullanıcısı olan engelli bireylerden alınacak geri bildirimler sayesinde cihazı daha da geliştirecek, eksiklerini kapatacak ve daha kullanışlı hale getirebilmek için gerekli eklemeler yapılabilecektir.

Gerek ülkemizde yaşamını sürdüren engelli bireyleri ve bu bireylere bakmakla yükümlü aile üyelerini hayata kazandırıp ülkemize doğrudan katkı sağlamalarının önünü açmak gerekse yurt dışına yapılacak ihracatlar sayesinde ülkemize getireceği kazançlar bakımından projemiz uygulanabilir.

7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması

Tablo 1. Projede kullanılması önerilen mal ve sarf malzeme listesi

Alınması Önerilen Tüketime Yönelik Mal ve Malzeme Alımı Listesi (Sarf Malzemesi)				
Adı, Modeli	Birim Fiyatı (TL)	Adet	Toplam (KDV Dahil, TL)	Bağlantı
9.5-15-30mm / s DC 12V 30mm İnme Mini Elektrikli Lineer Aktüatör Motor	500,00	8	4000	X
Arduino UNO R3 (Klon)	100,00	2	200	X
4N25 DIP-6 Transistör Çıkışlı Optokuplör Entegresi	2,00	20	40	X
L298 DC ve Step Motor Sürücü Modülü	15,00	8	120	X
LM324 Operational Amplifier	2,00	10	20	X
LM741 Operational Amplifier	2,50	10	25	X
NE555 Ayarlanabilir Pulse Kare Dalga Osilatör Modülü	7,50	10	75	X
ABG 1.75 mm Kırmızı PLA 3D Yazıcı Filament	120	2	240	X
Talep Edilen Destek Toplamı		4720 TL		

Bizi tasarladığımız yürüme cihazı bireylerin özgürce hareket etmelerini sağlayacak kapasidedir. .

Ülkemizde bulunan örnek bir yürüme cihazı için satış fiyatı:
<https://www.cagrimedikal.com/yurume-destegi-buyukler-icin-yurume-yardimcisi>

Tablo 2. İş Paketleri

İP No	İş Paketlerinin Adı	Kim(ler) Tarafından Gerçekleştireceği	Zaman Aralığı	Projenin Başarısına katkısı ve Başarı Ölçütü
1	Bireyin fizyolojik özelliklerinin tespit raporunun hazırlanması	Selçuk Aydınli, Enes Karateke	7 Gün	% 10
2	Bireyin omurilik boyunca sinir ve kas aktivitenin sinyallerinin analizi	Abdulsamet Özcan, Selçuk Aydınli, Enes Karateke	20 Gün	%25
3	Bireyin rahatsızlığına ve fiziksel özelliklerine göre dış iskelet tasarlanması	Abdulsamet Özcan, Selçuk Aydınli, Enes Karateke	45 Gün	%25
4	Yapılan araştırma çalışmalarına göre imalat raporunun hazırlanması	Abdulsamet Özcan, Enes Karateke	7 Gün	% 15
5	Bireyin fiziksel özelliklerine göre elektriksel aktuatör seçimi	Abdulsamet Özcan, Selçuk Aydınli, Enes Karateke	7 Gün	% 15
6	Seçilen aktuatörlere göre motor sürücüsü imalatı	Abdulsamet Özcan, Selçuk Aydınli	30 Gün	% 10

8. Proje Fikrinin Hedef Kitlesi (Kullanıcılar):

Projenin hedef kitlesi yaşlılıktan dolayı yürüme konusunda sıkıntı çeken bireyler, doğuştan yürüme engeline sahip bireyler, kemik erimesi, kas hastalıkları gibi etkenler yüzünden yürümekte zorluk çeken bireyler, çeşitli hastalıklar (örnek guatr: guatr hastaları merdivenlerde ve dik yokuşlarda nefes darlıkları yaşamakta ve bu sebeple yürümekte zaman zaman zorluk çekmektedirler) nedeniyle merdiven çıkmada zorlanan hastalardır. Bu proje ile yürüme yetisini kısmen veya tamamen kaybetmiş hastalara hizmet etmekteyiz.

9. Riskler

	En Önemli Riskler	Risk Yönetimi (B Planı)
1	Fazla kilo sahibi bireylerin kullanması durumunda cihazın denge sağlamak ve engelli bireyin ağırlığını taşımakta zorlanması.	Bu tarz durumlarda cihazın taşıyıcı parçaları güçlendirilecek ve denge konusunda daha hassas sensörler kullanılacaktır.
2	Sinyallerin alınması planlanan sırt kaslarının da yetisini yitirmiş olması.	Bu tarz durumlarda cihazın EMG problemleri (yüzey elektrotları) sırt veya omuzda yetisini yitirmemiş başka kaslara yerleştirilecek ve cihazın programlaması üzerinde gerekli düzenlemeler yapılacaktır.
3	Cihazın; cihazı kullanan bireye göre çok hızlı veya çok yavaş hareket etmesi.	Cihazın: cihazı kullanan bireyin, boy, kilo, yaş vb. özellikleri göz önünde bulundurularak yürüme hızına göre programlamasının yeniden düzenlenmesi.

10. Kaynakça

[1]<https://www.fizyoplatform.com/konu-yurume-mekanizmasi-fazlari-ve-asamaları-patolojik-yuruyusler.html> Erişim Tarihi: 15.04.2021.

[2]<https://docplayer.biz.tr/amp/19953259-Selim-yalcin-nadire-berker.html> Erişim Tarihi: 22.04.2021.

[3] Aile, T. C. "Çalışma ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı." Engelli ve Yaşlı Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Engelli ve Yaşlı İstatistik Bülteni (2020).

[4] TOTBiD (Türk Ortopedi ve Travmatoloji Birliği Dergisi) Dergisi, Cilt: 5, Sayı: 1-2, Sayfa: 3 (2006).

[5] Karakoç Kumsar, Azime, Nermin Olgun, and Özlem Kevser Korel. "Multiple Sklerozlu hastada yorgunluğun değerlendirilmesi." Maltepe Üniversitesi Hemşirelik Bilim ve Sanatı Dergisi, Cilt:2, Sayı:2, Sayfa: 3-4 (2009).