

TEKNOFEST

HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ

İNSANLIK YARARINA TEKNOLOJİ YARIŞMASI

PROJE DETAY RAPORU

PROJE KATEGORİSİ: Engelli Dostu

PROJE ADI: HLZ-PR (Hidrolik Lazer Sistemli – Portatif Rampa)

TAKIM ADI: Arı Robotics

Başvuru ID: #82428

TAKIM SEVİYESİ: Lise

İçindekiler

1. Proje Özeti (Proje Tanımı)

2. Problem/Sorun

2.1. Çözüm Ürettiği Sorun

3. Çözüm

4. Yöntem

4.1 Lazer Tarama Teknolojisi

4.2 Üçgenleme

4.2.1 Üçgenleme Yöntemlerinin Sınıflandırılması

4.2.1.1 Amaca Göre Sınıflandırma

4.2.1.2 Çözüm Yöntemine Göre Sınıflandırma

4.3 Pnömatik

4.3.1 Neden Pnömatik?

5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü

6. Uygulanabilirlik

7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması

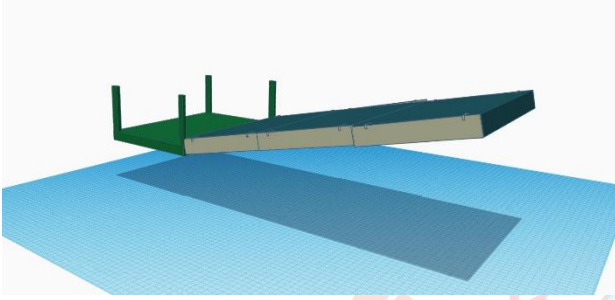
8. Proje Fikrinin Hedef Kitle (Kullanıcılar)

9. Riskler

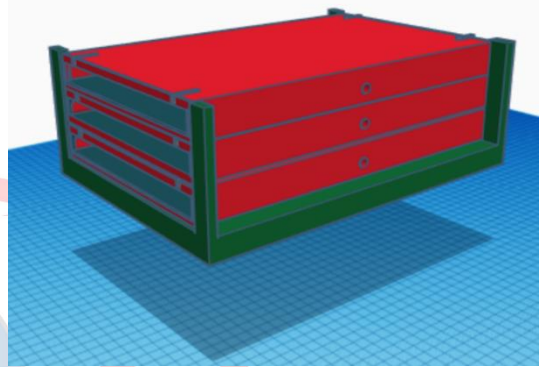
10. Kaynaklar

1 Proje Özeti (Proje Tanımı)

Engellilerin günümüzde karşılaştığı sorunlardan birisi hareket özgürlüklerinin kısıtlı olmasıdır. Doğru yapılmayan çevre düzenlemeleri, insanların engellilere ayrılan bölümlere dikkat göstermemeleri bu kısıtlamaları yaratan problemlerdir. Bu sorunların çözümsüz kalması yüzünden birçok engelli yardımsız dışarı çıkamıyor ve kendilerine ait sosyal bir hayat oluşturmaları çok zorlaşıyor. HLZ-PR ise engellilerin tek başlarına gündelik hayatta karşılaşılabilecek engelleri aşmalarını sağlayan portatif bir rampadır. Bu raporda sorun, çözüm ve kullanılan yöntem detaylıca anlatılıp HLZ-PR'nin uygulanabilirliği tartışılmıştır. Aynı zamanda olası market değeri bahsedilmiş ve projenin hayata geçmesindeki riskler de anlatılmıştır.



(HLZ-PR'nin açılmış hali)



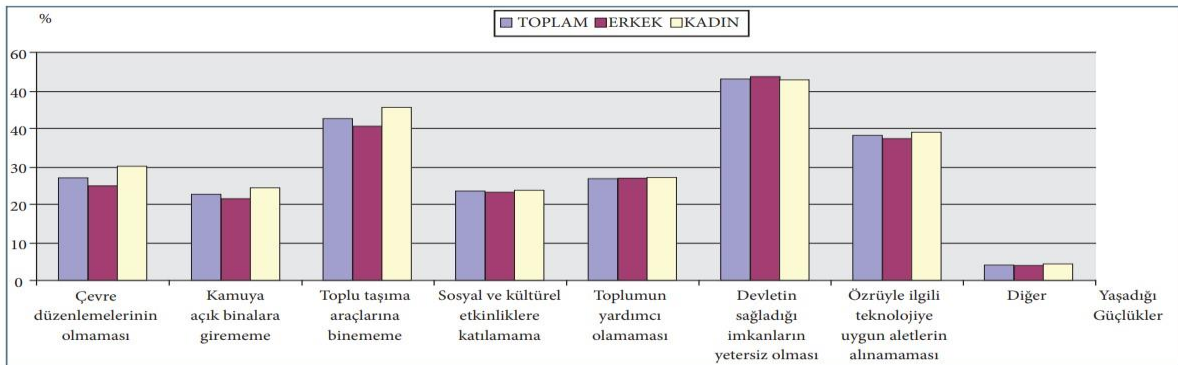
(HLZ-PR'nin kapalı hali)

2 Problem/Sorun:

2.1 Çözüm Ürettiği Sorun

OECD-AB ve Türkiye verilerine göre, dünya nüfusunun yaklaşık %15'i engelli bireylerden oluşuyor. Türkiye'de ise Ulusal Engelli Veri Tabanına göre engelli birey sayısı 1.559.222. (Ancak resmi olmayan rakamlara göre %13 düzeyinde, 9 milyon olduğu söyleniyor.) Bunların %27'si 0-21 yaş, %36'sı 22-49 yaş, %37'siyse 50-64 yaş arasındadır. Bu çoğunluğun büyük bir kısmı ise fiziksel engelli bireyler olup yaşamlarının hemen hemen her alanında tekerlekli sandalye kullanımına ihtiyaç duymaktadırlar. Parapleji hastaları, MS hastaları, felçli bireyler örnek olarak verilebilir.

Tablo 2: Ortopedik engellilerin yaşadığı güçlükler (ham veriler TÜİK 2002 raporundan alınmıştır.)



Günümüz modern toplumlarında engellilerin temel ihtiyacı sosyal hayatlarını bağımsız ve özgürce yaşayabilmektir. Zamanlarının çoğunu evlerinde geçiren engellilerin, aktif sosyal yaşamlarının olmamasının nedeni yaşadıkları yerdeki fiziksel çevre düzenlemelerinin fiziksel engelli bireylere uygun olmamasıdır. Çağdışı belediyeçilik, ekonomik problemler ve sosyal yaşamın yanlış yorumlanması da engelli bireyler için sorun teşkil etmektedir. Bu sebeplerden dolayı engelliler; destek ve sosyal yardımların artırılmasını, sağlık hizmetlerinin iyileştirilmesini, bakım

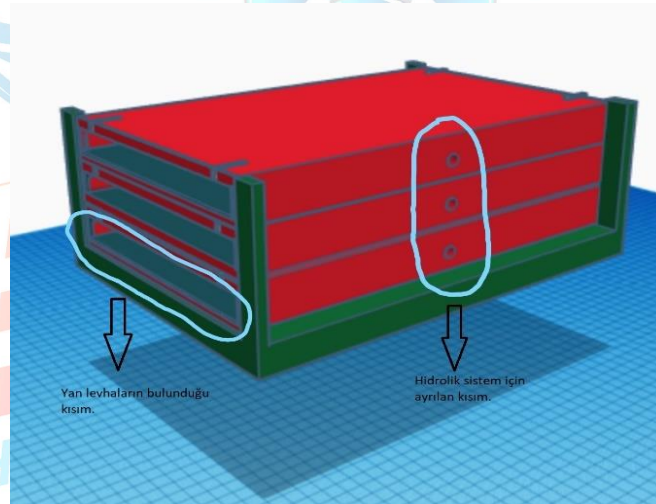
hizmetlerinin iyileştirilip yaygınlaştırılmasını, fiziksel çevre ve ulaşım imkânları konusunda düzenlemelerin yapılmasını talep etmektedirler.



3 Çözüm

Fiziksel engelli bireylerin hareket özgürlüğünün çevre ve konut alanlarında çok sınırlı olduğu, yetersiz kaldığı ve mevcut düzenlemelerin ihtiyaca tam olarak cevap vermediği gözlenmektedir. Bizde bu soruna çözüm olarak; düşük maliyetli, engelli bireylerin hızlı ve kolay bir şekilde günlük hayattaki engelleri (apartman girişlerinde bulunan merdivenler, taşıtlardaki basamakların yüksek olması, kaldırımlar vb.) aşmasını sağlayan projemiz HLZ-PR'yi geliştirdik.

Sorun tespitinden ve proje üzerinde detaylı bir çalışma yaptıktan sonra gerekli uygulamaları kullanarak kendi 3 boyutlu prototipimizin ilk tasarımını yaptık.



HLZ-PR; engelli sandalyeleri için yapılmış, pnömatik hidrolik ve lazer sistemi bulunduran ve sandalyenin 25 santimetre yüksekliğe kadar çıkabilmesini sağlayan, otonom ve katlanabilir rampadır. Pnömatik ve lazer sistemi, rampanın açılımı ve eğimi için kullanırken rampanın engelli bireyin geçebileceği boyut ve genişliğe ulaşmasını da içinde bulunan yan levhalar sağlar. (Yukarıdaki 3 boyutlu tasarımımızda yer alan kırmızı bölümler ana levha olup içerisinde bulunan bölümler ise yan levhaların bulunduğu yerdir.) Kestamid plastiğinden oluşan ana levhalar 1.5 santimetredir. İçerisinde bulunan yan levhalar ise 3-4 milimetre kalınlığındaki baklava sacdan oluşur. Yan levhaların toplam ağırlığı 12.1 kilogram olup ana levhaların toplam ağırlığı 6.07 kilogramdır. Pnömatik sistem ve kullanılan motorlar (DC, servo vb. motorlar) ile birlikte HLZ-PR'nin toplam ağırlığı 20.17 kilograma denk gelmektedir.

Engelli bireyin rampadan geçmesi için gerekli aşamalar şu şekildedir.

- Engelli birey, geçmek istediği alana (tümsek, kaldırım, basamak vb.) dik bir şekilde geldikten sonra sistemi çalıştırır.
- Sistem ilk olarak lazer ölçüm cihazının mesafe ve eğimi ölçmesi ile başlar. Ardından lazer ölçümünden alınan veriler Arduino'ya aktarılır.
- Aktarılan veriler ışığında levhalar Arduino tarafından uygun bir eğim verilir. Eğimi verilen levhalarda rampayı oluşturur.
- Ana levhalar oluştuktan sonra yan levhalar tekerlekli sandalyenin rampadan geçebilmesi için pnömomatik sistem yardımı ile açılırlar.
- Engelli birey, oluşan rampanın üzerinden geçtikten sonra levhalar sandalyenin altındaki bölmeye geri toplanır.

4 Yöntem

HLZ-PR'de pnömomatik sistem, rampa açıldıktan sonra içerisinde bulunan 17.5 santimetrelik yan levhaların açılmasını sağlar. Kullanılan lazer sistemi ise engelin ne kadar yüksek ve uzaklıkta olduğunu ölçer.

4.1 Lazer Tarama Teknolojisi

Lazer kelimesine İngilizce bakacak olursak; Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation (Uyarılmış Işın Salınımıyla Işığın Kuvvetlendirilmesi) cümlesindeki kelimelerin baş harflerinin alınmasından türetilmiş bir kelimedir. Bu ışıklardan yararlanılarak lazer tarayıcı sistemleri geliştirilmiştir. 3B lazer tarama teknolojisi, yeni teknoloji alanında bir ölçme tekniği olarak yeni bir gelişim yönünün önünü açmıştır. Lazer ışını kullanılarak bir nesne veya bir yüzeyin uzaklığını anlamaya yarayan teknoloji olmakla birlikte nesne ya da yüzeye gönderilen lazer darbesinin gönderiliş zamanı ile nesneye çarpıp gelen yansımanın tekrar kaynağa ulaşma vakti arasındaki fark sayesinde uzaklık ölçülür.

Lazer tarayıcılar, kullanıcısı için nesnenin yüzeyine ait noktaların üç boyutlu koordinatlarını toparlayabilen alettir. Başka bir deyişle lazer tarayıcılar, nesne yüzeyini tarayarak otomatik ve sistematik bir desen oluşturan, saniyede yüzlerce hatta binlerce nokta verisi toparlayabilen çok kısa sürede sonuç ürün olarak üç boyutlu koordinat bilgisine ulaşabilen aletlerdir. Yersel lazer ölçmelerinde temel büyüklük, alet ve ölçülen nokta arasındaki mesafedir. Lazer mesafe ölçümü için farklı teknikler kullanılmaktadır. Bunlar; üçgenleme, faz farkı ölçümü, ışığın gidiş/dönüş zamanı ölçümü ya da puls metodudur. Yersel lazer tarayıcılarında kısa zaman aralıklarıyla lazer pulslarının gönderilmesi ve ölçülmesi esasına dayanan puls metodu kullanılmaktadır.

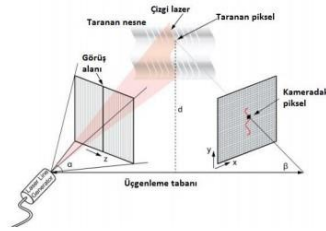
Etkin ve güvenilir bir veri toplama tekniği olan Lazer tarama yönteminin avantajları;

- Hızlı ve obje ile temas kurmadan ölçüm yapma,
- Aynı ölçme alanı için daha fazla veri toplama ve beraberinde net, güvenilir sonuç,
- Lazer ölçülerinin var olan başka tür ölçülerle kolayca entegrasyonu,
- Daha güvenli veri toplama imkânı.

4.2 Üçgenleme

Mesafe ve eğim ölçen lazer sistemimizde ölçümler üçgenleme yöntemi ile ölçülür. Üçgenleme, konuma bağlı bilginin (yükseklik, jeoit ondülasyonu, gravite değeri vb.) üretiminin ve tüketiminin artması, konumsal bilginin modellenmesini ve gerektiğinde enterpolasyonla ara değer üretilmesini gerekli kılmıştır. Gelişen bilgisayar olanakları bu ihtiyacı daha da kolay karşılanır hale getirmiştir. Fiziksel yeryüzü gibi düzgün olmayan yüzeylerin matematiksel olarak ifadesinde zorluklar vardır. Tam olarak ifade edilebilmesi için yüzeydeki tüm noktaların tanımlı olması gerekir

ki bu da pratik olarak mümkün değildir. Yüzey tek bir fonksiyonla bütün olarak ifade edilmesiyle yapılabileceği gibi geometrik şekillere bölünerek parça parça ifade edilmesiyle de yapılabilmektedir. Özellikle düzensiz dağılım gösteren noktalara bağlı yüzey modellemesinde, noktaların işlenerek üçgenler ağı oluşturulması (üçgenleme), enterpolasyon işlemi gibi önemli olan konularda sıkça kullanılan bir çözüm yöntemidir. Yüzeyi oluşturan üçgenlerin köşe noktaları dayanak noktalarıdır ve her bir dayanak noktası en az bir üçgenin köşe noktasını oluşturur. Üçgenlemenin amacı dayanak noktalarını ilişkilendirmektir. İki, üç ve daha büyük boyutlu uzaylarda gerçekleştirilebilir.



Şekil 1.8 Üçgenleme (triangulation) tabanlı tarama

4.2.1 Üçgenleme Yöntemlerinin Sınıflandırılması

Üçgenleme algoritmaları, hedeflenen amaç ve kullanılan çözüm yöntemi esas alınarak iki farklı şekilde sınıflandırılabilir.

4.2.1.1 Amaca Göre Sınıflandırma

Üçgenlemede sıklıkla kullanılan amaçlar şunlardır:

- Oluşan üçgenlerin eşkenar üçgenlere en yakın üçgenler olması,
- Oluşan üçgenler ağının kenarları toplamının minimum olması,
- Her bir üçgen oluşturulurken olası kenarlardan en kısa olanının seçilmesidir.

4.2.1.2 Çözüm Yöntemine Göre Sınıflandırma

Üçgenleme algoritmaları, dayandıkları çözüm yöntemlerine göre iki genel gruba ayrılabilirler. Bunlardan birincisi, artan yöntemler, ikincisi ise bölüp-birleştiren yöntemlerdir. Artan yöntemler, veri alanının içindeki veya sınırındaki bir dayanak noktasından başlayıp adım adım diğer noktaları ağa katarak üçgenleme işlemini gerçekleştirir. Bölüp-birleştiren yöntemler, son üçgenleme oluşana kadar veri alanını ardışık olarak alt bölgelere ayıran yöntemlerdir. Bu ayırımın yanı sıra yöntemler, direkt ve iteratif yöntemler olarak da sınıflandırılabilir. Direkt yöntemler üçgenleme işlemini bir kerede tamamlayan algoritmalarıdır. İteratif yöntemlerde ise ilk olarak keyfi bir üçgenleme oluşturulur, daha sonra seçilen bir optimizasyon kriteri kullanılarak, hiçbir üçgen kenarı değişmeyene kadar üçgenleme iyileştirilir. Bazı algoritmalarda ise araya sokma yöntemi kullanılır. İlk işlem olarak sadece veri alanını sınırlayan dayanak noktaları kullanılarak üçgenleme işlemi yapılır. İçeride kalan dayanak noktaları sonradan teker teker üçgenlemeye dâhil edilir. Araya sokulan nokta, içine düştüğü üçgenin köşe noktalarıyla birleştirildikten sonra optimizasyon kriteri uygulanır. Değişecek kenarlar ve üçgenler yenilenir. Araya sokma işlemini gerçekleştirmenin ikinci bir yolu da şöyledir: Araya sokulan noktayı hangi üçgenlerin çevrel çemberlerinin içerdiği belirlenir. Bu üçgenlerin kenarları bir listeye yazılır. Listede iki kez geçen kenarlar ve bu kenarlara ait üçgenler iptal edilir. Bu silinen üçgenler yerine, araya sokulan nokta ile listede kalan kenarlar birleştirilerek elde edilecek üçgenler dâhil edilir. Günümüzde arazi modellemede sıklıkla kullanılan Delaunay üçgenlemesi bu durumda amaca yönelik bir algoritmadır. (Tomurcuk, 2012)

HLZ-PR'de kullanılacak olan üçgenleme algoritması da iteratif üçgenleme yöntemi olacaktır. Bunun sebebi de hata payının direkt yöntemeye göre çok daha az olmasıdır.

4.3 Pnömatik

Kullandığımız bir diğer sistem ise pnömatiktir. Pnömatik, sıkıştırılmış havanın kuvvet oluşturmada kullanılması milattan öncelere rastlar. İlkel insan hava körüğü gibi araçlar kullanarak pnömatiğin gündelik hayatta kullanılmasına aracı olmuştur. Ancak endüstriyel anlamda ilk ciddi pnömatik uygulamalar, 19. Yüzyılın ortalarından itibaren basınçlı havanın el aletlerinde kullanılmasıyla başlamış ve pnömatik günümüze kadar pek çok farklı çalışma alanında kendine yer edinmiştir. Özellikle elektro pnömatik sistemlerin yaygınlaşması sayesinde pnömatik, seri üretim uygulamalarında ve otomasyonlu üretimlerde ihtiyaç duyulan hatta tercih edilen sistemler arasına girmiştir.

4.3.1 Neden Pnömatik?

Pnömatik sistemlerin elektrikli ve hidrolik sistemlere göre çeşitli avantajlarının olması bu sistemlere olan talebi arttırmıştır. Pnömatikte temel enerji üretimi ve iletimi hava ile sağlanır. Hava; her yerde kolayca bulunabilen, iletimi basit, basınçlandırıldığında rahatça depo edilebilen bir akışkandır. Aynı zamanda sıcaklık değişikliklerine karşı Hassas bir davranış göstermez bu da yüksek sıcaklıklarda bu sistemlerin kullanılmasını kolaylaştırır. Güç kaynağı olarak havanın kullanılması emniyetlidir. Parlama, patlama ya da yanma gibi riskler söz konusu değildir. (Aykaç, 2011)

HLZ-PR de ise pnömatik yan levhaların açılımlında görevlidir. Bir hava pompası hortumlarla yan levhalara bağlı olacaktır ve komut geldiğinde bu hava pompası hortumu doldurarak yan levhaları hızlıca açacaktır. Pnömatik kullanımın projeye yararı gazların sıkıştırılabilir olmasından gelmektedir. Yan levhalara dışarıdan gelebilecek darbelere karşı sıkıştırılmış hava bir süspansiyon görevi görecek ve yan levhaları daha güvenilir hale getirecektir. Aynı zamanda pnömatiğin kullandığı madde hava olduğundan hidroliklerde olduğu gibi detaylı bakıma ihtiyacı olmaz ve hava koşullarındaki değişimlerin etkisi çok daha az olur.

5 Yenilikçi (İnovatif) Yönü

HLZ-PR, piyasada şu ana kadar görülmüş bir ürün değildir ve fikir tamamıyla orijinaldir. Piyasada bulunabilen diğer merdiven çıkabilen sandalyeler ile arasında da birçok fark bulunmaktadır. Bunlardan birincisi HLZ-PR'nin fiyatıdır. HLZ-PR piyasaya sürülebileceği fiyat 4-5 bin TL arasındayken piyasadaki diğer modeller 11-12 bin TL satışa sunulmaktadır. Bu sayede HLZ-PR ihtiyaç duyan herkes tarafından temin edilebilir.

HLZ-PR'nin başka bir özelliği ise hem akülü hem de elle itilen sandalyeler için uygun olmasıdır. Rampanın aldığı açı rahatça kişinin kendi başına çıkabileceği bir eğim yaratır ve bu sayede kimsenin yardımına ihtiyaç duymadan engelliler karşılaştıkları engelleri geçebilir. Bu özellikle akülü sandalye kullanmayanlar için geçerli olmakla birlikte projenin çok büyük bir kilo eklemesi yapmaması da hareket özgürlüğünü kısıtlamaz.

6 Uygulanabilirlik

HLZ-PR, şu an kaldırım veya basamaklar için tasarlanmasına rağmen projemizin potansiyeli çok daha fazla. HLZ-PR'nin teknolojisine birkaç ekleme ve çevre düzenlemeleri yapılarak tekerlekli sandalye kullananların otobüs gibi toplu taşıma araçlarına tek başlarına ve rahatça çıkması sağlanabilir. Ayrıca rampa sistemine yapılabilecek eklemeler ve düzenlemeler sayesinde rampa aşağı doğru açılacak duruma getirilebilir. Bu sayede yüksek yerlerden inmek gibi tek başına imkânsız görünen hareketler rahat ve hızlıca yapılabilir.

HLZ-PR'nin çözüm ürettiği alan çok özel ve dar olup fazlasıyla emek ve planlama gerektirmektedir. Bu sebepten ötürü marketlerde HLZ-PR'nin işlevini yapan veya aynı amacı güden bir ürün bulunmamaktadır. Piyasadaki merdiven çıkmaya yarayan sandalye modelleri ise kur farkı gözetmeksizin birçok insanın karşılayamayacağı bir fiyata sahiptir. Eğer HLZ-PR markete açılacak

olursa herhangi bir rakibi olmayacak ve planlanan fiyatı fazla olmadığından ihtiyacı olan bireyler rahatça temin edebileceklerdir.

HLZ-PR'nin ticari bir ürün haline gelmesindeki tek olası tehdit hedef kitleye uygun bir çözüm sunamamasıdır. Ama doğru bir planlamayla çözüm tam olarak hedef kitleye uyarlanırsa bu sorun ortadan kalkar ve HLZ-PR rakipsiz olduğu bu alanda başarıyı yakalayabilir.

7 Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması

Motion Poliüretan Hortum T Serisi Mavi 5 x 8 mm – 25,35 TL

Unox Çift Etkili Pnömatik Aktüatörlü Paslanmaz Dişli Küresel Vana 3/4" – 490,00 TL

Bosch GLM 80+R 60 Eğim Ölçer Lazer Metre 80 Metre – 2.972,99 TL

Baklavalı Sac (3-4 mm kalınlık, 1000X2000 MM ebat) – 98,7 TL

Kestamit Levha (kesimli) – 160,31 TL

7.2 Proje Takvimi

NİSAN	Engelin boyutlarını ölçebilen lazer ve pnömatik sistemi üzerinde Ar-Ge çalışmaları yapımı. Bu çalışmaların sonucuna göre de rapor yazımı.
MAYIS	Ar-Ge çalışmalarının sonuçlarına göre yazılan raporun son kontrolleri ve ardından proje tanıtım videosu çekimi.
HAZİRAN	Yazılan raporu detaylandırma. Pnömatik ve lazer sistemi üzerinde araştırma ve fikir geliştirme çalıştırma yapma. Finansal destek sonrası yapılacak prototip için malzeme listesi düzenleme.
TEMMUZ	Proje Detay Raporu Sonuçlarının, Maddi Destek Kazanan ve Finale Kalan Takımların Açıklanması. Ardından Finansal planlama.
AĞUSTOS	Bütçe ve finansal kaynağı malzeme listesi ile karşılaştırma, gerekli görüldüğü takdirde malzeme listesi üzerine tekrar çalışma yapılması.
EYLÜL	TEKNOFEST 'e katılım ve proje sunumu.
EKİM	TEKNOFEST 'in bitiminin ardından projeyi ticarileşme potansiyeli üzerine karar verme. Karara göre gerekli kurum ve kuruluşlar ve sponsorlar için karar raporu çıkarma ve görüşmeler yapma.
KASIM	Üretime sunulmak üzere gerçek ve ilk model yapımı.
ARALIK	Yapılan modelin hedef kitleden oluşan kullanıcı grubuna sunumu ve alınan sonuçlara göre ürünün geliştirilmesi.

8 Proje Fikrinin Hedef Kitlesi (Kullanıcılar):

Ülkemizdeki engelliler her yaşta ve her kiloda bulunabiliyor. Aynı zamanda her engelli vatandaş varlıklı değil. HLZ-PR ise tüm sınıftan ve özellikten insanların sorunlarına çözüm bulmaktadır, bu sebepten ötürü HLZ-PR tüm engellilere hitap eder. Ürünün taşıma sınırı yoktur ve her yaş grupları için uygundur. Fiyatı da piyasadaki diğer modellere göre azdır ve her gelir sınıfı için ulaşılabilir bir üründür.

9 Riskler

HLZ-PR aktif olarak engelli bireyin hareketine dâhil olduğu için yapılacak yanlışlar kötü sonuçlar doğurabilir. Projedeki risklerden biri parçaların bakımınıdır. Kullanılan parçalar ne kadar kötü hava koşullarına (yağmur, kar, don vb.) dayanıklı olsa da bir süre sonra etkilenmeye ve işlevini tam olarak yerine getirememeye başlayacaktır. Bu durum özellikle baklava sacların ve kestamidin arasındaki birleşim kısmında etkili olacaktır ve bakımı (yağlaması, temizlenmesi vb.) yeterli olmazsa büyük sorun teşkil edebilir. Bu sebepten ötürü bakım yapılması kullanıcının güvenliği için önem teşkil eder.

Projenin karşılaştığı başka bir risk ise kullanılacak olan pnömatik sistemdir. Pnömatik sistem sıcaklık, nem, soğuk gibi hava koşulları yüzünden zarar görebilir ve bu da yan levhaların açılmasını engeller. Pnömatik sistemde kullanılacak boruların hasar görmesi ürünü tamamen kullanışsız kılar ve bu tarz arızaların tamir edilmesi zaman alıcı ve zor olacaktır. Bu sebepten ötürü eğer pnömatik sistem istenilen sonuçları vermezse B planı olarak yan levhalar DC motorlarla hareket ettirilecektir. DC (direkt akım) motorlar direkt akımı kullanarak içlerindeki mıknatısı yükler. Bu yükleme sebebiyle motorun içinde oluşan manyetik alan motoru dönmeye yöneltir. Bu yöntem DC motorlarının temel prensibidir ("DC motorların çalışma prensibi). Günümüzde bu elektrik gücü dişlilerle çoğaltılarak tork artırılma yöntemleri mevcuttur. Torkun ve dönüş hızının yüksek olması bu motorları yan levhaların açılması için elverişli hale getirir ama aynı zamanda güç tüketimi artırdığı için HLZ-PR'nin kullanım süresini düşürecektir.

10 Kaynaklar

- MEB. (2011). Step ve Servo Motorlar. 20-42.
http://www.megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Step-servo%20Motorlar.pdf
- ONDC Control. (2015). DC Motorların Çalışma Prensipleri. 1-2.
<https://www.onxcontrol.com/files/dc%20motorlar%C4%B1n%20C3%A7al%C4%B1C5%9Fma%20prensipleri.pdf>
- TOMURCUK, İrem Füsün.(2012). POUL BOURKE ÜÇGENLEME YÖNTEMİ İLE YERSEL LAZER TARAYICI VERİLERİNDE GÜRÜLTÜ ELİMİNASYONUNA YÖNELİK ALGORİTMA GELİŞTİRME. 22-25.
<http://dSPACE.yildiz.edu.tr/xmlui/bitstream/handle/1/2857/0044743.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- AYKAÇ, Sinem E. (2011). Pnömatik- Hidrolik. 6-10.
https://abs.mehmetakif.edu.tr/upload/0572_656_dosya.pdf