

# TEKNOFEST

## HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ

### İNSANLIK YARARINA TEKNOLOJİ YARIŞMASI PROJE DETAY RAPORU

**PROJE KATEGORİSİ:** Engelli Dostu

**PROJE ADI:** LENK

**TAKIM ADI:** TİMUR

**Başvuru ID:** #57598

**TAKIM SEVİYESİ:** Üniversite-Mezun

## İçindekiler

1. Proje Özeti .....	3
2. Problem/ Sorun .....	3
3. Çözüm .....	4
4. Yöntem .....	5
5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü .....	7
6. Uygulanabilirlik .....	7
7. Tahmini Maliyet ve Proje Zamanlaması .....	8
8. Projenin Hedef Kitle (Kullanıcılar) .....	8
9. Riskler .....	9
10. Kaynaklar .....	10



## 1. Proje Özeti (Proje Tanımı)

Projemizde tersine mühendislik prosesleri ve CAD programları yardımıyla tasarladığımız LENK protez mekanizması; kullanıcı bireylerin vücuduna en uygun şekilde diz altı protez bacağın hazırlanması ve kullanıcılar tarafından sürekli kullanım durumların da ortaya çıkan rahatsızlıkların azaltılması hedeflenmektedir. Üzerinde çalıştığımız bacak ölçüleri takım arkadaşlarımız üzerinden aldığımız verilerden elde edilmiştir.

Protezler; bacak veya ayağın kazalar, tümörler, damar hastalıkları ve diyabet gibi nedenlerle kaybedilmesi sonucunda bireylerin yürüme ve günlük aktivitelerini gerçekleştirmesi için dıştan kullanılan yapay uzuvlardır. Ampütasyon sonrası kalan vücut parçasına 'güdük' denilir.

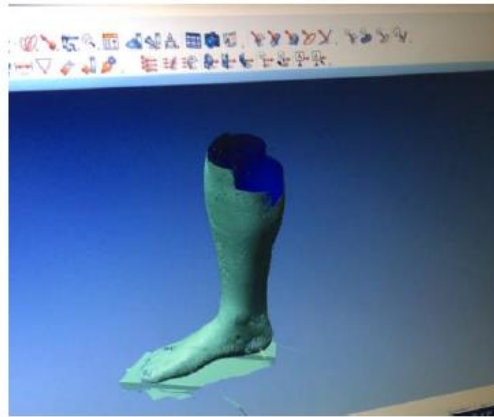
Projemiz kapsamında düşük maliyetli, erişilebilir, kullanıcı açısından estetik ve fonksiyonel bir protezi malzeme, talaşlı imalat, CAD programları ve sürekli gelişen mühendislik bilgileriyle üretmeye çalıştık.

## 2. Problem/Sorun:

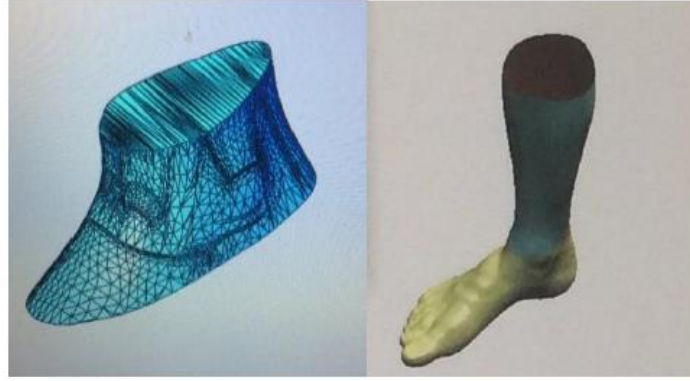
Projemizde protez üretimi ve kullanımı üzerine 2 temel sorun üzerine yoğunlaşmaktayız.

### 2.1 Ülkemizde Protez Üreten Firmaların Güdük Kısmı İçin Alçı Kalıp Kullanmaları

Takımımızın yaptığı araştırmaya göre protez yapım aşamasındaki en önemli işlemlerden biri alçı kalıplama yöntemiyle bacak ölçüsü alınmasıdır. Bu aşamada kişinin kendi sağlıklı uzuv ölçülerine benzer şekilde uzvun kalıbı alınır. Alınan kalıp üzerinde hassas bir işçilik gerekir. Yapılan işlem hata payı çok düşük olmak zorundadır. Aksi halde kişiye uygun üretilecek olan protezin üretim ve montajının daha ilk safhasında sorunlar oluşacaktır. Sorunların en başında hastanın sağlıklı ayağı ile protez yapılan ayağı arasında doğru senkronizasyonun sağlanamamasından kaynaklanan yürüme zorluğu, hastanın giyeceği protezin ampütasyon bölgesi kısmında sıkma-gevşeme gibi problemlerin ortaya çıkması ve hastanın protezden istenilen verimi alamaması gelmektedir. Hem üretici firmalar açısından hem de üretimin kalitesi açısından büyük bir sorun oluşturmaktadır.



Şekil 1. Taranan uzvun 3B görünümü



Şekil 2. Taranmış modelde yüzey oluşturulması

## 2.2 Gelişim Çağında Protez Kullanan Bireylerin Büyümeden Kaynaklı Olarak Zaman İçerisinde Sürekli Protezlerini Değiştirmek Zorunda Kalmaları

Gelişim çağında olan bireylerin düzenli kullandıkları protezlerin değişen vücut ölçüleri ile uyumsuzluğu sonucu amputasyon bölgesinde yara, kas ve dokularda ödemler ve şişlikler meydana gelebilmektedir. Bu süreçte sıklıkla yeni bir protez değişimi gerekmektedir.

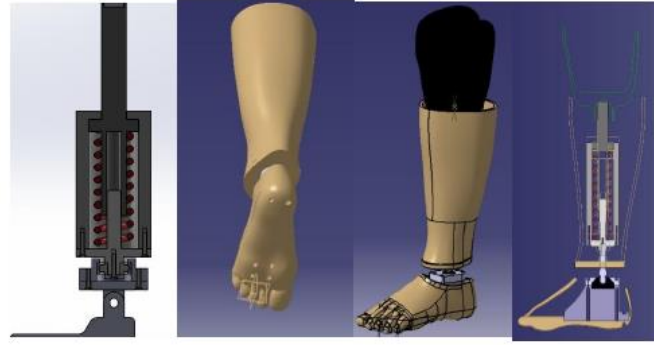


Şekil 3. Benzer bacak ölçülerine sahip çocuklarda farklı bacak protezleri

### 3. Çözüm

Protez imalat prosesleri arasında yaygın kullanılan alçı kalıplama yöntemini ortadan kaldırıp, kişinin kendi uzvundan birebir ölçüler 3 boyutlu tarama cihazları üzerinden data verileri şeklinde alınacaktır. Bu sayede alçı kaplama ile yapılan karmaşık uygulamaların, yapılan işlem süresinin uzunluğunun ve iş yükünün önüne, hızla gelişen bilgi ve teknolojiye uyum sağlayarak; kaliteli, ulaşılabilir ve inovatif protezimiz ile geçmeye çalıştık.

Gelişim çağındaki protez kullanıcılarının değişen vücut ölçülerinden kaynaklı olarak yaşanan uyumsuzlukların önüne geçebilmek için tibia bölgesinde kişinin kendi ağırlığına göre kitlenebilen bir mekanizma tasarlıyoruz, çalışmaların bu kısmı şu anda ilk aşamdadır. Prototip olarak temsili yaylı kovan kullanıldı, ilerleyen aşamada çalışabilir duruma getirmeyi hedefliyoruz. Amacımız protezin mekanizma kısmının uzayıp- kısaltabilen bir yapıya dönüştürülebilmesi ve dış formların aynı işlemler yapılarak değiştirilip, protez yenileme maliyetine göre çok düşük bir maliyetle yenilenmesi düşünülmüştür.



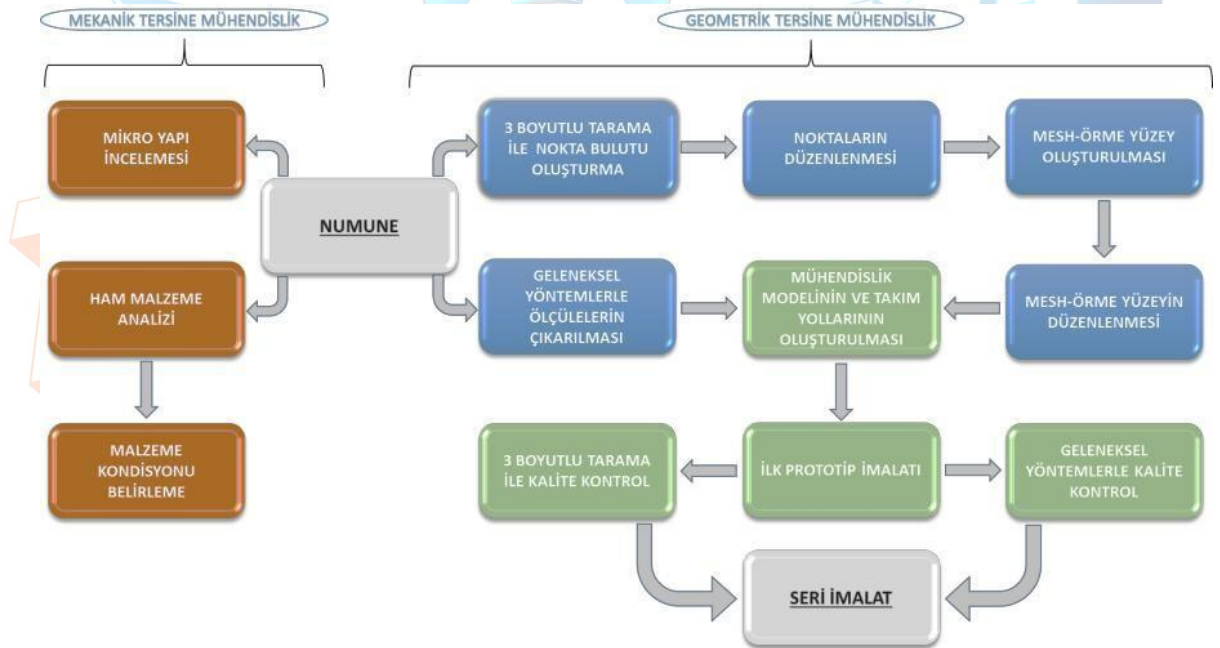
Şekil 4. Taranmış modelde iç mekanizma tasarımı ve montajı

#### 4. Yöntem

Projemizde kullandığımız yöntem TERSİNE MÜHENDİSLİK prensibidir.

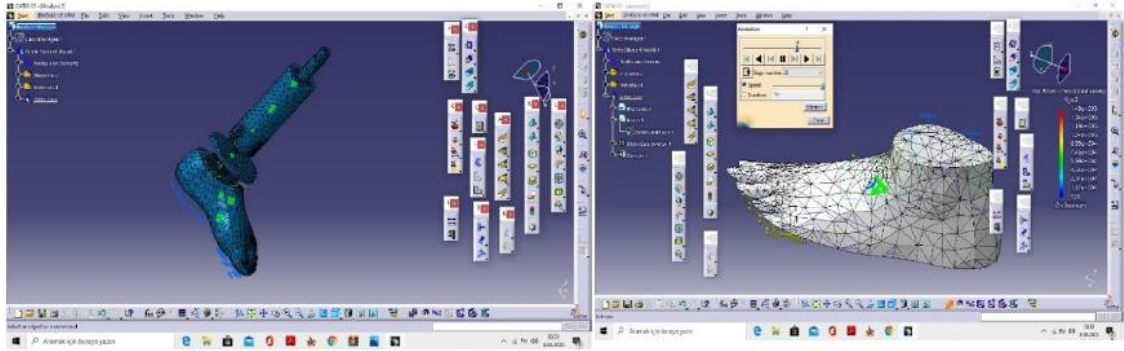
Tersine Mühendislik oluşturulmuş bir aygıtın, sistemin veya bir objenin; yapısının, işlevinin ve çalışmasının tekrar incelenerek ve yeniden keşfedilmesine olanak sağlayarak mühendislik alanındaki en iyi geliştirme yöntemlerinden biridir. Makine veya mekanik aletlerin elektronik komponent ve yazılım programlarıyla parçalarına ayrılması ve çalışma prensiplerinin detaylı şekilde analizini içerir.

Günümüzde ağırlıklı olarak var olan parçaların üç boyutlu (3B) sanal modellenmesinde kullanılmaktadır. Tersine mühendislik endüstriyel tasarım, modelleme ve imalat sektöründen tarihi eser incelemelerine kadar çok geniş alanlarda kullanılmaktadır. Prensibi detaylı inceleyecek olursak aşağıdaki şema daha açıklayıcı olacaktır.

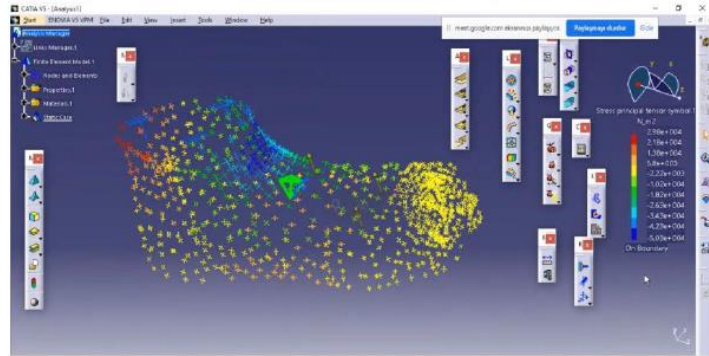


Şekil 5. Tersine mühendislik prensibinin şematik gösterimi

3 boyutlu tarama cihazları ile alınan veriler CAD programına aktarılıp istenilen toleranslarda yüzey oluşturma işlemleri yapılarak, amputasyon bölgesiyle taranan uzvun dış görüntüsü entegre edilip 3 boyutlu yazıcı teknolojisini kullanarak protezin dış formunu basabiliriz. Bu sayede zamandan ve iş yükünden tasarruf etmiş ve işin kalitesini arttırmış oluruz.

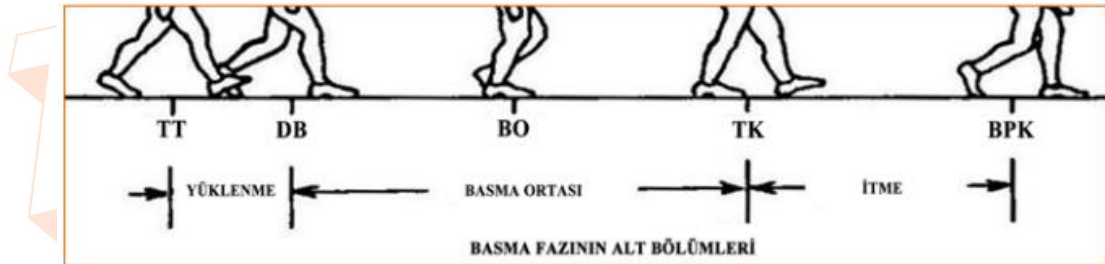


Şekil 6. Catia V5 Analiz İşlemleri



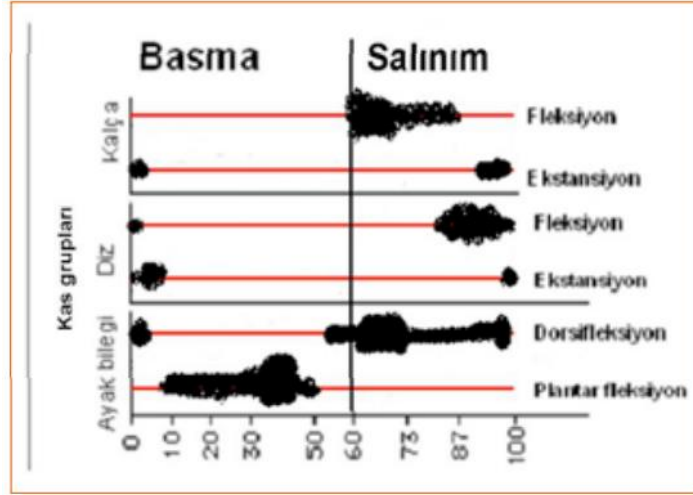
Şekil 7. Catia V5 Analiz işlemlerinde ayak üzerine binen kuvvetlerin gösterimi

Analiz aşamasında taranan ve yüzey oluşturulan ayak modelinde Catia V5 programını kullanarak ayağın analizi gerçekleştirilmiştir. Şekil 7’ de ayağımızın uç bölgesinde-parmaklar üzerinde kuvvet yığılması sarı renkli yoğun noktalar analiz sonucu ortaya çıkmıştır. Kuvvet binen ayak parmakları bölgesinde mukavemeti iyi olan elastik filament kullanarak dayanımı artırıp, gerekli elastikiyeti sağlayacağız.



Şekil 8. Yürümenin basma fazının alt bölümleri. TT: Topuk teması, DB: Düz basma, BO: Basma ortası, TK: Topuk kalkışı, BPK: Başparmak kalkışı

Şekil 8’ de verilen yürümenin basma fazlarında ayak- ayak bileği hareketlerinin; topuk teması, düz basma, topuk kalkışı, başparmak kalkışı görünmektedir. Yürümenin büyük bir kısmında ayak bileği dinamik olarak sürekli görev almaktadır. Şekil 9’ da ise verilen yürümenin basma fazlarında diz, kalça ve ayak bileği çevresindeki kasların çalışma dönemleri, özellikle ayak bileği çevresindeki kasların yoğunluk görülmektedir. Tüm bu verilerden yola çıkarak protezimizde işlev olarak sağlıklı bir ayak bileğini ve içerisinde büyük gerilmelere dayanıklı, oldukça güçlü bir yapı olan aşil tendonunu taklit etmeye çalıştık. Ayak bileği bölgesinde hareketi sağlaması için, 12 volt DC motorunu bu sene projemize ekledik, üzerinde çalışmalarımız devam etmektedir.



Şekil 9. Yürüme döngüsü sırasında kalça, diz ve ayak bileği eklemlerinin çevresinde kas gruplarının çalışma dönemleri

## 5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü

Protez kullanan bireylerin yaşadığı en büyük sıkıntılar; proteze uyum süreci ve protezin uzun süreli kullanımına bağlı olarak ortaya çıkan nem, koku ve kirlilik gibi şikayetlerdir. Yapacağımız projede protez içerisine yerleştirilecek olan anti bakteriyel katman sayesinde bu gibi sorunların önüne geçebilmeyi planlıyoruz. Ayrıca yine soket kısmına bulunan bir hareket sensörü ile kişinin protez ile uyumluluğu, ilerleyişi ve yürüyüşü mobil uygulamada görülebilecek ve protez üzerinde bu verilere bakılarak ayarlamalar yapılabilecektir.

Piyasada aktif vakumlu, hidrolik sistemli diz altı protezleri bulunmaktadır. Bazı ürünlerde projemizdeki protezden farklı diz eklemi işlevini gören protezler de bulunmaktadır. Ancak bizim tasarladığımız kalitedeki protezlerin ya da diz eklemi gibi gelişmiş sistemler içeren protezlerin fiyatları 20.000-35.000 \$'a kadar çıkabilen ulaşılması güç yabancı üretim cihazlardır ve çok ağırdırlar, protezin ağır olması kullanıcı için uygulanacak kuvvetin fazla olmasına, kullanım zorluğuna sebep olmaktadır. Piyasada bulunan diğer ürünlerden ve üreticilerden farkı üreteceğimiz protezin hafif, uygun fiyatlı ve ulaşılabilir olmasıdır.

## 6. Uygulanabilirlik

Timur Takımı olarak 2 senedir LENK projesi üzerinde araştırma ve çalışmalar yapıyoruz. Mekanizmanın üretimi konusunda Denizli Sanayici ve İşadamları Derneği'nden (DESİAD) destek alınacaktır. Projemizin prototip üretimi ve daha sonra hastalarda denemelerinin yapılıp, sonuçların değerlendirilmesiyle projemizi ticari bir ürüne dönüştürmeyi hedeflemekteyiz.

Projemizin uygulanabilirliğini avantajlar ve dezavantajlar olarak sıralayacak olursak: Avantajları; bir ürünün imalat aşamasından önce doğabilecek problemleri analiz edebiliyor olunması, 3D sistemlerin bir arada oluşturduğu hizmetin istenilen verimi karşılıyor olması, sistemin kurulması halinde çıkarılan ürünlerin daha piyasa içerisinde ekonomik olmasıdır.

Dezavantajları; ürünün 3D yazıcıdan eksik çıkması halinde malzemeden kayıp olması, ilk yatırım maliyetinin yüksek olması ve seri imalata uygun olmamasıdır.

## 7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması

Kullanılan Malzemeler	Malzeme Fiyatları
Atmega İşlemci	40₺
12 volt DC Motor 30 rpm (ayak bileği için)	200₺
DF Robot C18 (Hareket Sensörü)	70₺
İnce Film Basınç Sensörü	100₺
Devre Elemanları (Board vs.)	500₺
TT Bluer 3D Yazıcı	2000₺
PLA Flament 5 KG (3D yazıcıda kullanılacak)	400₺
Yay vb. Mekanik Ekipmanlar (Ayak Tabanı için)	500₺
SparkFun Çoklu Basınç Sensörü- MS5803- 14BA	540₺
Poster Sunum için Malzemeler	300₺
<b>TOPLAM</b>	<b>4650₺</b>

İş Paketleri	DÖNEMLER /AYLAR							
	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül
1 Uzun bilgisayar destekli 3B (üç boyutlu) rekonstrüksiyonu	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>						
2 Durum ve hareket animasyonlarının yapılması ve değerlendirilmesi		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>					
3 Eklem bağlantıları için mekanik sistem tasarımı			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			
4 Eklem ve motor kontrolleri için elektronik bileşenlerin ve yazılımın hazırlanması						<input checked="" type="checkbox"/>		
5 Mekanik ve elektronik sistemlerin montajı							<input checked="" type="checkbox"/>	
6 TEST								<input checked="" type="checkbox"/>

## 8. Proje Fikrinin Hedef Kitlesi (Kullanıcılar):

Projemizin hedef kitlesi, alt ekstremitede ampütasyon bulunan bireylerdir. Türkiye İstatistik Kurumu raporlarına göre ülkemizde yaklaşık 8,6 milyon (toplam nüfusun %12'si) engelli kişi bulunmaktadır. Engelli bireylerin %1.25'i fiziksel engellidir.



Türkiye’de 2008-2013 yılları arasında kullanılan 6755 protezin 6062’sini alt ekstremité protezleri oluşturmaktadır. En çok uygulanan alt ekstremité protezleri modüler diz altı protezleridir. Modüler diz altı protezleri alt ekstremité protez uygulamalarının % 63’ünü, tüm protez uygulamalarının % 57’sini ve genel protez-ortez uygulamalarının ise % 15’ini oluşturmaktadır.

Projemiz gerçekleştirildiğinde ortaya çıkacak ürünü her yaşta insanların protez kullanıyor olabileceği durumlarından dolayı çocuk, genç ve yaşlı ayırmaksızın protez kullanan herkese hitap edecektir. Ayrıca proje sonucu ortaya çıkacak ürünün seri üretilmesi durumunda medikal cihazlar satan firmalar da hedef kitleler arasında bulunmaktadır. Gelişen teknolojiyle birlikte kullanıma sunulan her yeni protez ekipmanı protez kullanıcılarının hayatlarını kolaylaştırmada yardımcı olduğu gibi kullanıcının genel sağlık durumu kullanıcının ağırlığı, kullanım amacı vs. gibi birçok etken hazırlanacak protezin genel hatlarıyla statik- dinamik dizaynını belirlemede baz alınması gereken değerlerdir kullanıcının etki düzeyini ve kullanacağımız ekipmanları belirlemede baz aldığımız bir skalamız mevcuttur. Bu skala sayesinde kişinin aktivite düzeyini sınıflandırabilecek beklentilerine ve fiziksel kondisyonuna uygun protez seçimini yapmış oluruz.

## 9. Riskler

	<b>RİSKLER</b>	<b>B PLANI</b>
I	Tarama cihazının bozulması	Hastanın tıbbi görüntüleme yöntemlerinden olan MRI (manyetik rezonans görüntüleme) veya CT (bilgisayarlı tomografi) alınan verilerle alınan 3 boyutlu görüntüsünden çalışmaya devam edilebilir.
II	Ayak bileğinde kullanılacak olan hareketli eklem için motor kontrolleri için elektronik bileşenlerin ve yazılımın hazırlanması: İstenen açılar elde edilememesi	Yazılım ve motor kontrolleri tekrar gözden geçirilerek bu problem ortadan kaldırılacaktır.
III	Mekanik ve elektronik sistemlerin montajı: Montaj ve parça üretim hataları	Bilgisayar ortamında tam olarak çalışan ve çok bileşenden oluşan sistemlerin montajında bazen küçük detaylar gözden kaçabilmektedir. Bu durumda, tasarım ve üretim ekibimiz hatalı parçaları tekrar üretecek veya montajda ilave birleştirme ekipmanları kullanacaktır.
IV	Malzeme desteğinin karşılanamaması	İşbirliği sağlanarak, sponsor kurumların desteği alınarak çözülebilir

Olasılık	<b>Yüksek</b>	Orta Risk	Yüksek Risk	Çok Yüksek Risk
	<b>Orta</b>	Düşük Risk	Orta Risk	Yüksek Risk (III, IV)
	<b>Düşük</b>	Çok Düşük Risk	Düşük Risk	Orta Risk (I, II)
		<b>Düşük</b>	<b>Orta</b>	<b>Yüksek</b>
				<b>Etki</b>

Şekil 10. Etki – olasılık matrisi

## 10. Kaynaklar

- [1] <https://www.nishsaglik.com/pediatric-el-kol-ayak-bacak-protezi>
- [2] Kaya, A., “ 3 BOYUTLU TARAYICI”, Lisans Tezi , Karabük Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Karabük,(2016)
- [3] Görür B. V., Akdoğan A. N., Yurci M. E., “Optik Ölçme Yöntemlerinin Sac ve Plastik Parçaların imalatındaki Sayısallaştırma, Tersine Mühendislik ve Muayene Prosesleri Yönünden Sağladığı Yararlar”, [www.turkcaadam.net](http://www.turkcaadam.net), Aralık 2003
- [4] Artkın, F., “Tersine Mühendislik ve Hızlı Prototipleme’nin Endüstriyel ve Mesleki Alandaki Uygulamaları”, Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi Meslek Yüksekokulu, Kocaeli,(2018)
- [6] <http://www.formedhealthcare.com/>
- [7] Şeker A, Talmaç M. A., Sarıkaya İ. “Yürüme Biyomekaniği”, TOTBİD Dergisi 2014; 13:314–324
- [8] Alsancak, S., Altınkaynak, H., & Güner, S. (2013). Sosyal Güvenlik Kurumu verilerine göre Türkiye’de hastaya özel yapılarak uygulanan profitez ve ortezlerin sayısal çeşitlilik analizi. Fizyoterapi Rehabilitasyon, 24(1), 99-103.