

**TEKNOFEST**  
**HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ**  
**FESTİVALİ**

**BİYOTEKNOLOJİ İNOVASYON YARIŞMASI**

**PROJE DETAY RAPORU**

**PROJE KATEGORİSİ**

**PROJE KATEGORİSİ:** Proje Kategorisi

**PROJE ADI:** AsüBiyo İnsülin Pompası

**TAKIM ÜYELERİ:** Osman SARI, Furkan ADİL, Yunus Emre KALE

**TAKIM ADI:** ASÜ AR-GETEK

**TAKIM ID:** T3-20957-155

**DANIŞMAN ADI:** Selim SOYLU

<b>İçindekiler</b>		<b>Sayfa No</b>
1.	<b>Proje Özeti (Proje Tanımı)</b>	<b>3</b>
2.	<b>Problem/Sorun</b>	<b>3-4</b>
3.	<b>Çözüm</b>	<b>4</b>
4.	<b>Yöntem</b>	<b>4-9</b>
5.	<b>Yenilikçi (İnovatif) Yönü</b>	<b>10</b>
6.	<b>Uygulanabilirlik</b>	<b>10</b>
7.	<b>Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması</b>	<b>11-12</b>
8.	<b>Proje Fikrinin Hedef Kitlesi (Kullanıcılar)</b>	<b>12</b>
9.	<b>Riskler</b>	<b>13</b>
10.	<b>Proje Ekibi</b>	<b>13</b>
11.	<b>Kaynaklar</b>	<b>13-14</b>



## 1. Proje Özeti (Proje Tanımı)

Bu projede, tip 1 diyabetli olan çocuklar ve yetişkinler için ihtiyaç duyulan harici insülin infüzyonunu hastaya sağlayacak bir insülin pompasının ortaya konmaya çalışılacaktır. Gerçekleştirilecek olan insülin pompası ile hem hastanın kendisi hem doktorun hem de hasta yakınlarının verilen insülin miktarını takip edebilmesi amaçlanmaktadır. Bu amaçla Wi-fi, Bluetooth, GSM gibi kablosuz haberleşme tekniklerinden yararlanılacaktır. Günlük verilen insülin miktarları veri tabanına kaydedilecek ve bu veri tabanındaki bilgiler internet bağlantısı gerçekleştirildiğinde ve telefon ile bağlantılar gerçekleştirilerek diğer kullanıcılarla paylaşılabilir.

Projenin fikir ve geliştirme aşamalarında ilk olarak yurt dışında yaygın olarak kullanılan ve ülkemizde diyabet hastalarının da ithal ederek kullandığı güncel insülin pompaları incelenmiş, bunların sahip olduğu teknik özellikler, avantaj ve dezavantajlar detaylı olarak araştırılmıştır. Sonrasında ise geliştirilmeye çalışılan insülin pompasının tasarım ve ön prototip işlemleri için adım adım aşağıdaki işlemler yapılmıştır. Bu adımlara ait detaylı bilgiler “4. Yöntem” bölümünde bulunmaktadır.

- İstenilen insülin infüzyonu işlemindeki verileri kaydetmek ve takip etmek için bir web sitesi oluşturulmuştur.
- Prototipte kullanılan işlemci ile web sitesi arasındaki bağlantı sağlanmış ve yapılan işlemlerin işlemciye ait ekran üzerinde görüntülenebilmesi sağlanmıştır.
- İnsülin pompasını oluşturan rezervuar, motor, işlemci ve diğer elemanlar için prototipin zemini hazırlanmış ve elemanlar yerleştirilerek prototip oluşturulmuştur.

## 2. Problem/Sorun:

Halk dilinde şeker hastalığı olarak bilinen ‘Diyabet’, oldukça yaygın bir hastalıktır. Tip 1 ve tip 2 diyabet olarak iki kategoride sınıflandırılan diyabet hastalığında özellikle tip 1 diyabet hastaları yaşamlarını devam ettirebilmek için harici insülin tedavisine ihtiyaç duymaktadır. Dünya Sağlık Örgütü’ne göre dünya genelinde yaklaşık 422 milyon diyabet hastası mevcuttur ve bunların yaklaşık %10’unu tip 1 diyabet hastaları oluşturmaktadır. Ülkemizde ise yaklaşık 11 milyon diyabet hastası bulunmaktadır ve bu sayının yaklaşık 1 milyonu tip 1 diyabetlidir.

Ülkemizde tip 1 diyabetli bireyler genellikle geleneksel insülin tedavisi kullanmaktadırlar. Bu yöntemde hasta bireyden günlük birkaç kez kan şekeri değerinin parmaktan ölçülmesi ve buna bağlı olarak harici insülinin insülin kalemleriyle miktar belirlenerek uygulanması esastır. Harici insülin uygulanmasında insülin kalemlerinin kullanılması birçok dezavantajı beraberinde getirmektedir. Tek kullanımlık kalemlerin tekrar tekrar kullanılmasının getirdiği problemler, insülin kaleminin her enjeksiyon sırasında verdiği acı hissi, kan

şekerindeki dalgalanmaları azaltmadaki ve şiddetli hipoglisemi ataklarını önlemedeki yetersizliği bu dezavantajlardan bazılarıdır.

İnsülin tedavisinde insülin kalemleri kadar sık olmasa da insülin pompaları da kullanılmaktadır. Bu hususta ise yerli bir yazılıma sahip, hastaya ve çevresine enjekte edilen miktar bilgisini verebilen, taşınma esnasında oluşabilecek sorunları minimum seviyeye çekebilecek, kullanıcının hayattaki günlük fonksiyonlarının kısıtlaması etkenin ortadan kaldırmayı amaçlayan bir insülin pompasının ortaya konulabilmesi önemlidir.

### 3. Çözüm

Projemizde günümüz teknolojisi kullanılarak yazılımı tarafımızca yapılmış bir insülin pompasının “Asübiyo insülin pompası” ortaya konması amaçlanmıştır. Asübiyo insülin pompası ile günlük ne kadar ve ne sıklıkla insülin alındığını yüksek doğruluk oranları ile hastaya, yakınlarına ve doktoruna bildirmek için ‘Cloud’ sistemi kullanarak gerekli bilgilerin depolanmasını ve ihtiyaç durumunda gerekli kişiler ile paylaşılmasını hedefler. Cloud sistemi dışında cihazın üstünde yer alacak olan ekrandan da günlük veriler görebilecektir.

Ayrıca insülin pompası kullanmada sıkıntı çekebilecek, doz ayarlamalarını doğru bir şekilde gerçekleştirmesi zor olan tip 1 diyabetliler de düşünülmüştür. Bu tür hastalar için hasta müdahalesi olmaksızın gerekli dozu uzaktan verilen komutlarla enjekte edebilecek bir insülin pompası hedeflenmektedir. Bu işlemler cihazın Wifi özelliği ile internet üzerinden gerçekleştirilecektir.

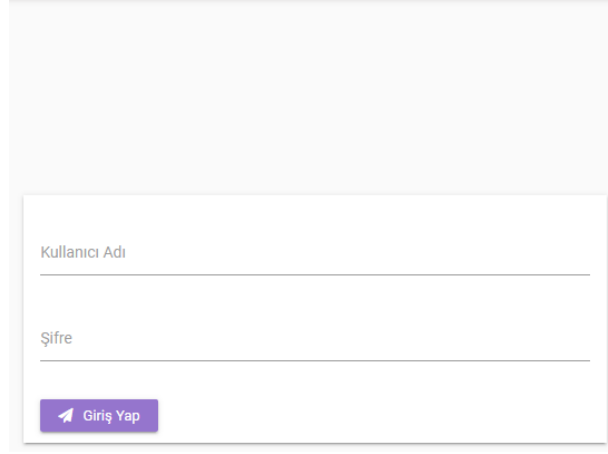
Cihazın tasarımsal olarak minimal boyutlarda olması ve diğer insülin pompaları gibi vücuda monte edilebilmesi hedeflenmiştir. Bu konudaki çalışmalar halen sürmekte ve daha minimal boyutta bir tasarım için Covid-19 sürecinde teminine imkân olmayan küçük boyutlu rezervuar ve diğer donanımların temini için çalışılmaktadır.

### 4. Yöntem

Projenin hayata geçirilişinde Elektrik-Elektronik Mühendisliği ve daha önceki dönemlerde tecrübe sahibi olunan yazılım bilgilerinden faydalanılmıştır. Prototipin oluşturulmasında elektronik devre tasarımı, motor kontrolü ve 3B yazıcı kullanımındaki tecrübelerimiz bizlere yol göstermiştir.

Veri kaydı ve takibi için oluşturulan web sitesine [www.asubiyo.ccoft.com](http://www.asubiyo.ccoft.com) adresinden “Kullanıcı adı: admin , Şifre: admin” bilgileri ile yönetici hesabına erişim sağlayabilirsiniz.

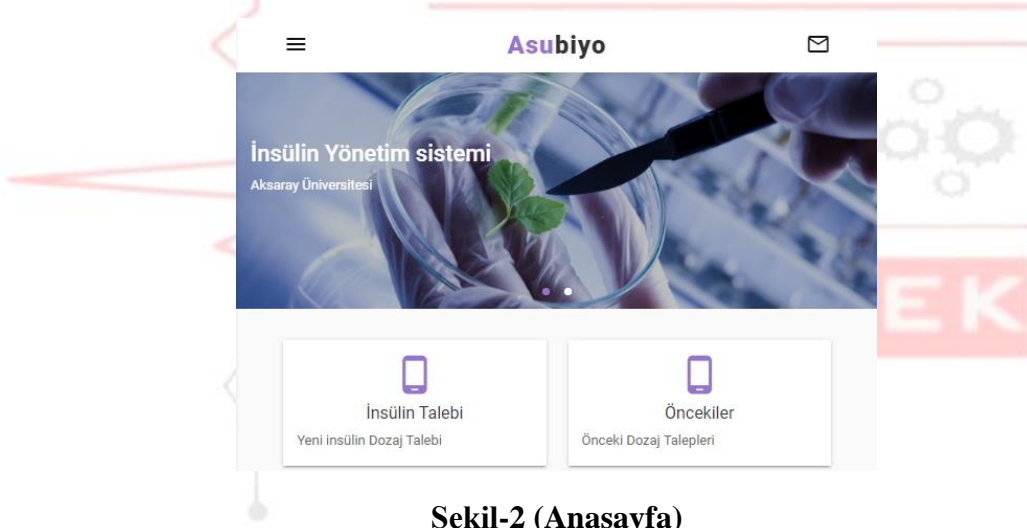
## Asubiyö



The login form consists of two input fields: 'Kullanıcı Adı' (Username) and 'Şifre' (Password). Below the fields is a purple button labeled 'Giriş Yap' (Login).

### Şekil-1 (Login)

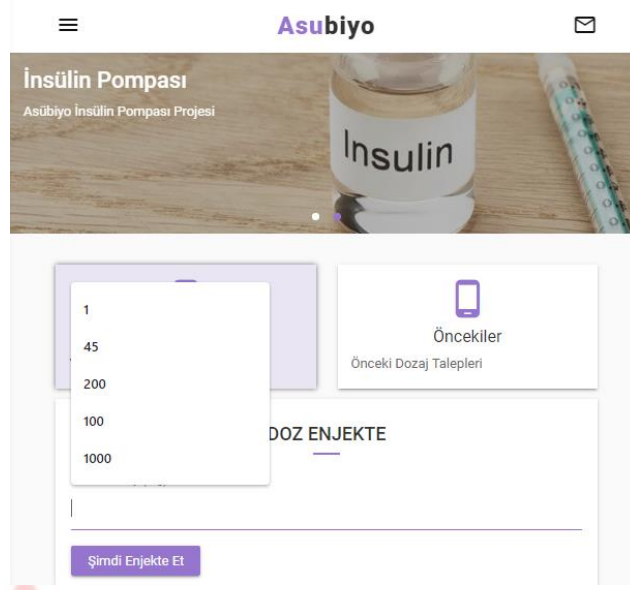
Yukarıdaki Şekil-1’de web sitemizin giriş ekranıdır.



### Şekil-2 (Anasayfa)

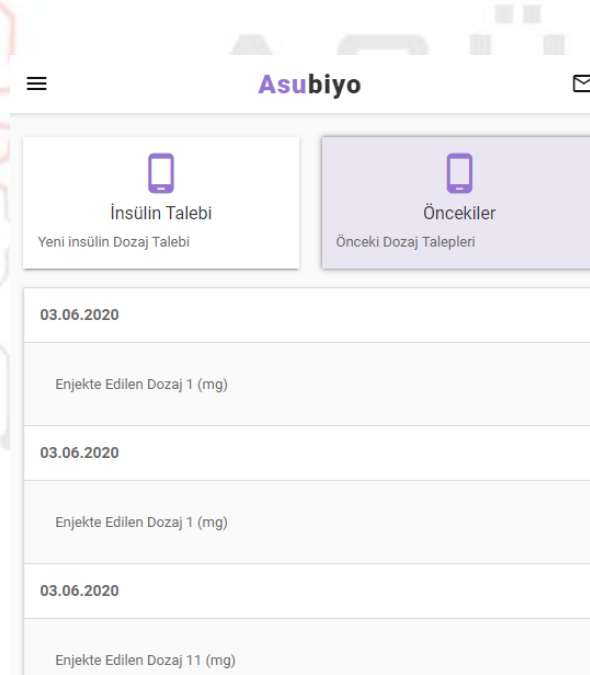
Yukarıdaki Şekil-2’de web sitemizin anasayfasının görüntüsü bulunmaktadır.

Bu sayfada İnsülin Taleplerinin ve Önceki alınan insülin miktarlarına ulaşılacağı bölümler ve sol üst kısımda yöneticinin erişebileceği kontrol paneli yer almaktadır.



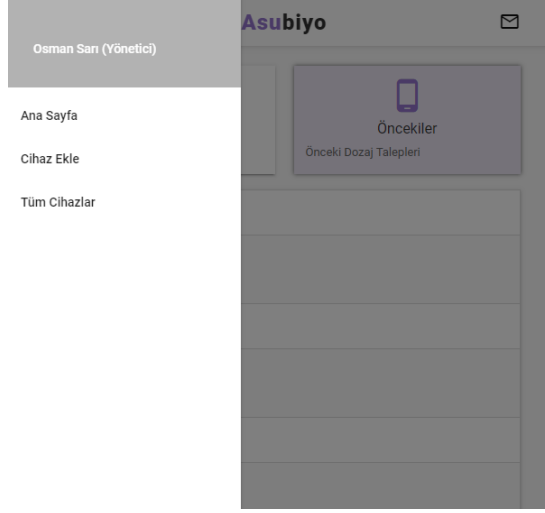
**Şekil-3 (İnsülin Talebi)**

Şekil-3’de kullanıcının talep etmek istediği insülin miktarı verisinin alındığı paneldir. Bu kısımda alınan veri ‘POST’ edilerek cihaza ulaşması sağlanmaktadır.



**Şekil-4 (Daha önce alınan insülin miktarları)**

Şekil-4’de kullanıcının daha önce enjekte ettiği insülin miktarı ve hangi tarihte enjekte edildiği verileri bulunmaktadır.



**Şekil-5 (Yönetici paneli)**

Şekil-5’de yönetici hesabının erişebileceği yetkiler bulunmaktadır.

Yeni Cihaz

YENİ CİHAZ KAYDI

Ad

Soyad

Kullanıcı Adı

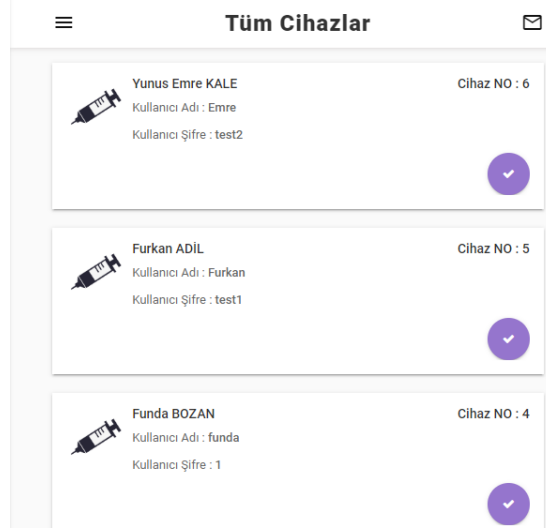
Şifre

Yeni Cihaz Kaydet

**Şekil-6 (Kullanıcı ekleme)**

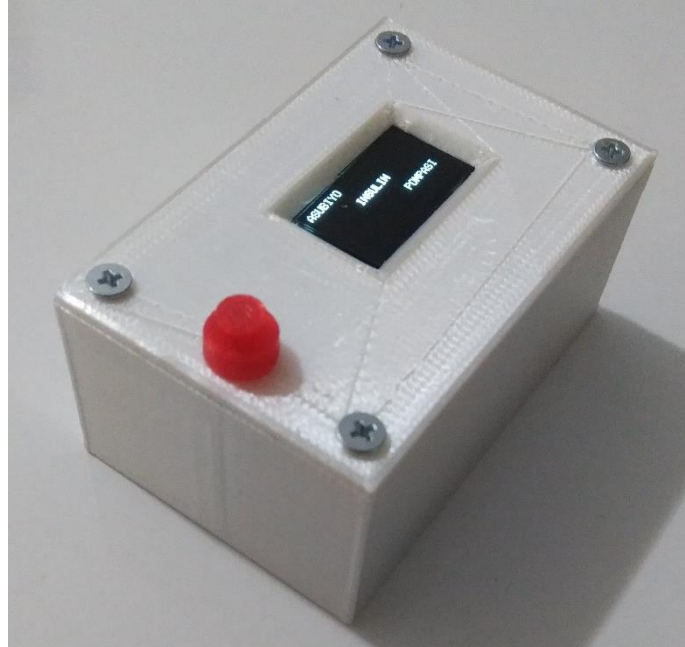
Şekil-6’da Sadece yöneticinin sahip olduğu kullanıcı ekleme bölümü yer almaktadır.

Bu bölümde cihazı kullanacak olan kişilerin kaydı yapılacaktır. Güvenlik sebebi ile cihazlara dışarıdan kullanıcı kendisi kayıt yapamayacaktır. Bu bölümde kaydı yapılan her kullanıcıya bir “ID” tanımlanmaktadır ve o ID’ye göre cihazına erişebilecektir.



**Şekil-7 (Tüm kullanıcılar)**

Şekil7’de cihaz kullanan tüm kullanıcılar bilgileri ile birlikte sadece yönetici yetkisi altında görünmektedir. Ayrıca kullanıcıların cihaz kullanımını kontrol altında tutmak ve olası sorunları engellemek için sağ tarafta bulunan tik işareti ile kullanıcının cihazını kullanıp kullanamaması yönetici yetkisindedir.



**Şekil-8 (Prototip Görsel)**



Şekil-8’de ön prototipe ait görsel sunulmaktadır. Prototipin çalışma mantığı kullanıcının web sitesi üzerinden talepte bulunduğu insülin miktarını cihaz wifi bağlantısı ile internete bağlanıp

```
“sensorReadings = httpGETRequest("http://asubiyo.ccoft.com/servis.ashx?ID=1");”
```

kodu ile web sitesinden GET ederek alınan veriyi

```
“JSONVar myObject = JSON.parse(sensorReadings);”
```

Kodu ile myObject değişkenine parse ederek tanımlıyor.

Kullanıcı talepte bulunduğu anda myObject değişkeni değer alıyor ve bu değerler ,

```
if (myObject.length() > 0)
```

```
{
```

```
Serial.println(myObject);
```

```
int ID = int(myObject[0][“ID”]);
```

```
double DOZ = double(myObject[0][“DOZ”]);
```

```
double TOPLAM = double(myObject[0][“TOPLAM”]);
```

```
String TARİH = JSON.stringify(myObject[0][“TARİH”]);
```

```
}
```

Ayrıştırılıp farklı değişkenlere tanımlanıyor daha sonra bu değişkenleri Şekil-9’da görüldüğü gibi kullanıcıya gösterilmesi için cihazın ekranına yazdırılıyor ve kullanıcı takibini yapabiliyor.



Şekil-9

Servo Dışlı Bilgileri	Hazne Dışlı Bilgileri
23 Dış	28 Dış
1 tur 720 ms gerçekleşiyor	1 tur 876 ms gerçekleşiyor
200 doz insülin için 35 tur atmalı	200 doz insülin için 42,60 tur atmalı
1 turunda 4,69 doz insülin enjekte etmektedir	1 turunda 5,70 doz insülin enjekte etmektedir
1 doz için 153 ms dönmelidir	1 doz için 186 ms dönmelidir

### Şekil-10

Şekil-10 'da yapılan testler sonucu alınan değerler verilmiştir.

#### 5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü

İlk olarak Asübiyo insülin pompasının yerli, gelişime açık bir yazılım ve tasarıma sahip, gerektiğinde hastaya anlık ve geçmişte enjekte edilen insülin miktarını hastanın çevresiyle (yakınları, doktoru, vs.) en yüksek doğrulukla paylaşabilen bir insülin pompası olmasıdır. Ayrıca insülin pompası kullanımında sıkıntı çekmesi muhtemel çocuk yaştaki tip 1 diyabetliler ve Alzheimer hastası gibi tip 1 diyabetliler için hasta müdahalesi olmaksızın dışarıdan belirlenen dozda insülini enjekte edebilecek bir insülin pompasının gerçekleştirilmeye çalışılması projemizin bir diğer yenilikçi yönüdür. Bunlara ek olarak benzer cihazlara nazaran boyut olarak daha minimal ve daha teknolojik bir yapıya sahip, gelişime yönelik olan teknolojiye tabi olarak uyarlanmış hastanın işlemlerini yüksek doğruluk payı ile en az maliyetle yerine getirebilecek bir tamamen yerli yazılım ve tasarım ile çalışmaya yönelik olan insülin pompasının ortaya konulacak olması da önemli bir üstünlüğüdür.

#### 6. Uygulanabilirlik

Asü biyo insülin pompası olarak adlandırmış olduğumuz tasarımımız da kullanılan parçaları tasarım programlarında oluşturarak 3B yazıcı ile hayata geçirip montajlamalarda üretilen parçaları bir araya getirilip bir prototip oluşturulmuştur. Prototip için geliştirme kartları kullanılmıştır. Proje doğruluğunda hata payının minimum seviyeye çekilebilmesi için rezervuarda, serum hortumunda ve kelebek iğnesinde akışkanlığın birebir uyumu açısından hasta olmaksızın (vücuda infüze edilmeden sadece miktar doğruluğu testleri) gerçekleştirilen test aşamalarında gerçek insülin kullanılmıştır.

Projenin ticari bir ürüne dönüşmesi için yazılımsal olarak bir sorun bulunmamaktadır. Fakat Covid-19 sebebiyle planlanan malzemelerin temin edilememesinden dolayı prototip

düşünüldüğü daha büyük oluşturulmuştur. Halen küçültme işlemleri üzerinde çalışılmaktadır. İstenilen malzemelerin temini gerçekleştirildikten sonra oluşan prototip hem görsel hem de kullanılabilirlik anlamında geliştirilecektir.

Tedaviye yönelik bir proje olması sebebiyle asıl prototipin oluşturulması sonrasında gerekli Etik Kurul onayı alınmalı, tıp fakültesi ve/veya devlet hastanesi Endokrinoloji ve Metabolizma bölümlerinde uzman doktor ve hemşire kadrosu gözetiminde tip 1 diyabet hastaları üzerinde testleri gerçekleştirilmelidir. Ticari bir ürüne dönüştürülmesi bu şartlar altında sağlanabilir, bu sayede yerli ve milli bir ürün hastalarımızın kullanımına sunulabilir.

## 7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması

Omnipod cihazının Türkiye’de satışı bulunmamaktadır. Araştırmalara göre yurt dışındaki tahmini yaklaşık değeri 7000 TL olduğunu söyleyebiliriz.

Firma/Marka	Model	Pompa perakende fiyatı KDV Dahil	SGK desteği var/yok	SGK desteği KDV Dahil	Diyabetlinin cebinden, 1 sefere mahsus çıkacak tutar	Set/Patch ve rezervuar perakende fiyatı (3 aylık)	Set ve rezervuar SGK Desteği (3 aylık)	Set ve rezervuar için diyabetlinin cebinden, her 3 ayda 1 çıkacak tutar	Pil konusu	Pil maliyeti (Aylık)	Not
Dana - Filiz Buyurgan	Dana R	€8.000	Var	€5.275	€2.725	€850	€460	€390	Firmadan satın alınan pille çalışıyor.	€35	Firma ile iletişim kurulamadı. Bu maliyetler Eylül 2019'a aittir.
Medtronic	640G	€17.269	Var	€5.275	€11.994	€800	€460	€340	Duracell veya Energizer pille çalışıyor.	Satın alacağınız yere göre değişir.	
	754 sensörlü	€5.275	Var	€5.275	€0	€800	€460	€340	Duracell veya Energizer pille çalışıyor.	Satın alacağınız yere göre değişir.	
	754 sensörsüz	€5.275	Var	€5.275	€0	€800	€460	€340	Duracell veya Energizer pille çalışıyor.	Satın alacağınız yere göre değişir.	
	QuickSet Takma Aparatı	€70	Yok	€0	€70						
Best Sağlık	Medtrum patch pump (Pompa+pili+kumanda)	€18.000	Yok. Ancak birkaç aya kadar SGK desteği alınacak. Bunu düşünerek hesaplama yapılmıştır.	€5.275	€12.725	€4.200	€0	€4.200	Kendi pili var.	Kendi pili var.	Birkaç ay içinde SGK süreci tamamlanacak. Bu süreye kadar firma SGK desteğini diyabetlilerden almıyor. Patchler ise normalde 3 günde 1 değişiyor. Ancak 7 günde 1 değişimde de sorun yaşanmadığı belirtilmekte. Bu da patch maliyetini düşürecektir. Aynı zamanda patchler de SGK geri ödemesine girerse ufak da olsa patch maliyeti düşer.

Yukarıdaki kaynakçada cihazın yurt dışındaki 2020 fiyatlarını aktarmış bulunmaktayız.

Vermiş olduğumuz tabloyu; <https://www.diyabetimben.com/guncel-insulin-pompasi-ve-sarf-malzemelerinin-maliyetleri-mayis-2020/> adresinden ulaşılabilir.

Projenin çalışma zaman dilimi olarak sorunun tespit edilmesi mart ayında gerçekleşti sorunun tespit edilmesinden sonra AR-GE çalışmaları başladı. Sağlık çalışanları ile endokrinoloji ve iç hastalıkları doktorları başta olmak üzere proje hakkında fikir alışverişini gerçekleştirdi. Proje çalışmasında kullanılacak malzemelerin belirli bir kısmını nisan ayında temin ettik. Proje ön değerlendirme formunu başarılı bir şekilde geçtikten sonra

prototip için çalışmalara başlandı. Çalışmalar aşamasında arızalan malzemelerin COVID-19 salgını nedeni ile tekrar temini sağlanamadı. Son prototip üzerinde çalışmalar devam etmektedir.

ALINAN MALZEMELER	FİYATI	ALINAN MALZEMELER	FİYATI
Saat pilleri Cr 2032	10 TL	İnsülin	150 TL
Dikey pil yuvaları	10 TL	İnsülin kalemleri	150 TL
ESP 32 Lora	170 TL	İğne çeşitleri	20 TL
Sg 90s Servo motor	15 TL	Vida somunları	10 TL
Flement	90 TL	Yay çeşitleri	2.5 TL
Rezervuar çeşitleri	30 TL	Vida çeşitleri	2.5 TL
İntraket çeşitleri	20 TL	GSM modülü	80 TL
Kelebek iğne	20 TL	Arduino uno	30 TL
Serum hortumu	10 TL		
	TOPLAM=	820 TL	

ALINMASI DÜŞÜNÜLEN MALZEMELER	FİYATI
1.8 ml'lik rezervuar seti (Türkiye'de satışı mevcut değildir. Yurt dışından temin edilmesi söz konusudur.)	54 Dolar \$
TOPLAM=	54 Dolar \$

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

Asübiyo insülin pompasının hedef kitlesine örnek olarak; Alzheimer hastaları, tip 1 diyabetin sıklıkla görüldüğü küçük yaşta olan çocuklar vs. başta olmak üzere gençlerde ve yetişkinlerde kullanılabilir. Harici insülin ihtiyacı olan hastaların sorun yaşamadan günlük yaşamlarını sorunsuz sürdürebilecek şekilde modellenmiştir ve oluşturulmuştur.

Ülkemizde tip 1 diyabetli bireyler genellikle geleneksel insülin tedavisi kullanmaktadırlar. Bu yöntemde hasta bireyden günlük birkaç kez kan şekeri değerinin parmaktan ölçülmesi ve buna bağlı olarak harici insülinin insülin kalemleriyle miktar belirlenerek uygulanması esastır. Harici insülin uygulanmasında insülin kalemlerinin kullanılması birçok dezavantajı

beraberinde getirmektedir. Tek kullanımlık kalemlerin tekrar tekrar kullanılmasının getirdiği problemler, insülin kaleminin her enjeksiyon sırasında verdiği acı hissi, kan şekeriindeki dalgalanmaları azaltmadaki ve şiddetli hipoglisemi ataklarını önlemedeki yetersizliği bu dezavantajlardan bazılarıdır.

İnsülin tedavisinde insülin kalemleri kadar sık olmasa da insülin pompaları da kullanılmaktadır. Bu hususta ise yerli bir yazılıma sahip, hastaya ve çevresine enjekte edilen miktar bilgisini verebilen, taşınma esnasında oluşabilecek sorunları minimum seviyeye çekebilecek, kullanıcının hayattaki günlük fonksiyonlarının kısıtlanması etkenin ortadan kaldırmayı amaçlayan bir insülin pompasının ortaya konulabilmesi önemlidir.

## 9. Riskler

Piyasada bulunan ve diyabet hastalarının kullandığı insülin pompalarında görülen bazı durumlar bu proje için de risk teşkil etmektedir. Vücuda insülin infüzyonunu sağlayan kateterin tıkanması bu risklerden biridir. Bu sebeple prototipin testleri esnasında oldukça titizlikle çalışılacak, testler gözetim altında ve kan şekeri yoğunluğunun sık aralıklarla uzman tarafından kontrol edildiği bir ortamda gerçekleştirilmesi gerekmektedir.

İnsülin pompası kullanımının bir diğer riski yanlış dozda insülinin vücuda verilmesidir. Gerçekleştirilmesi planlanan bu projeye hastaya verilmesi gereken insülinin doktor ya da hasta yakını tarafından takip edilmesi bu riski en aza indirmektedir.

## 10. Proje Ekibi

**Takım Lideri: Osman SARI**

Adı Soyadı	Projedeki Görevi	Okulu	Projeye veya problemle ilgili tecrübesi
Osman SARI	Yazılım ve Programlama	Aksaray Üniversitesi	Kodluyoruz JavaScript Eğitimi
Furkan ADİL	Tasarım ve Modelleme	Aksaray Üniversitesi	GSB Mühendislik Kampı
Yunus Emre Kale	Montajlama, Test Aşamaları ve Hesaplamalar	Aksaray Üniversitesi	Kişisel AR-GE tecrübesi

## 11. Kaynaklar

Video örnekleri;

- <https://youtu.be/ZNYu7RvcoGI>
- <https://www.youtube.com/watch?v=rCjcZ6QXfSc>
- <https://www.youtube.com/watch?v=f1BKilxCrow>
- <https://www.youtube.com/watch?v=ZNYu7RvcoGI>
- <https://www.youtube.com/watch?v=xCjzyMZ5zIQ>

Makale, tez ve yazı örnekleri;

- <https://www.turkiyeklinikleri.com/article/tr-tip-1-diyabet-ve-insulin-pompasi-50952.html>
- [https://www.tavsiyeediyorum.com/uzmanyazisi\\_241.htm](https://www.tavsiyeediyorum.com/uzmanyazisi_241.htm)
- <http://www.arkadasimdiyabet.com/assets/biz-bize/Insulin-Pompa-Tedavisi.pdf>
- <https://www.turkdiab.org/diyabeti-ogrenelim.asp>
- Soylu, S., 2018. Tip 1 diyabet hastaları için yapay pankreas sisteminde kontrol yöntemlerinin geliştirilmesi. Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı, Doktora Tezi.

