

T.C.
KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

DAMACANA POMPASI PROJESİ

BİTİRME PROJESİ

Onur OFLU

Recep ASLAN

Barış ÇANAKÇI

Ömer Affan BAŞAK

2021
TRABZON

T.C.
KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

DAMACANA POMPASI PROJESİ

Onur OFLU

Recep ASLAN

Barış ÇANAKÇI

Ömer Affan BAŞAK

Jüri Üyeleri

Danışman.....: Prof. Dr. Burhan ÇUHADAROĞLU

Üye.....:

Üye.....:

Bölüm Başkanı: Prof. Dr. Burhan ÇUHADAROĞLU

2021

TRABZON

ÖNSÖZ

Damacana pompaları; damacandaki suyun bardağa pratik bir şekilde ve az güç harcanarak alınması için kullanılır. Elle ve otomatik olarak çalışan çeşitli türleri mevcuttur. El ile çalışanları insan gücü ile suyu damacandan bardağa aktarırken, otomatik olanları bir güç kaynağı kullanarak bu işlemi yapar. Bu proje çalışmasında; tablalı ve motorlu bir damacana pompası, masaüstünde ve damacana üstünde otomatik olarak çalışabilecek şekilde tasarlanmış, projelendirilmiş ve üretilmiştir.

Araştırmamızda ve proje çalışmalarımızda bize yardımcı olan değerli hocamız Sayın Prof. Dr. Burhan ÇUHADAROĞLU' na teşekkürlerimizi arz ederiz.

Onur OFLU

Recep ASLAN

Barış ÇANAKÇI

Ömer Affan BAŞAK

Trabzon 2021

ÖZET

DAMACANA POMPASI PROJESİ

Bu çalışma kapsamında otomatik olarak çalışan bir damacana pompasının tasarımı ve üretimi yapılmıştır. Günümüzdeki hızlı yaşam koşullarına uygun olarak tasarlanan damacana su pompası ile günlük hayatımızda sıkça kullandığımız içme suyunun israf edilmeden, verimli bir şekilde ve daha az güç harcanarak, pratik bir şekilde damacananadan bardağa aktarılması amaçlanmıştır.

Güz yarısında "MM 4007-Mühendislik Tasarımı" kapsamında başlamış olan çalışmamızda, öncelikle piyasadaki pompa türleri incelenmiştir. Proje hesaplarında literatürdeki ampirik bağıntılar, boyutsuz sayılar ve belirli boyut oranlarından faydalanılarak; pompa için güç hesabı yapılmıştır. Pompa gövdesi için mukavemet hesaplamaları yapılmıştır. Pompa motoru için belirlenen güç değerine bağlı olarak pompa bataryasının kapasitesi belirlenmiş ve seçim yapılmıştır. Ayrıca tasarımın çevresel etkileri değerlendirilerek maliyet analizi yapılmıştır. Üretim aşamasında; hesaplara uygun özellikte seçimi yapılmış olan pompa, TDS metre, batarya, devre kartı piyasadaki satın alınmıştır. Pompanın gövde parçaları için üretim yöntemleri araştırılarak 3D yazıcı ile üretimin yapılmasının uygun olacağı değerlendirilerek üretimi yapılmış ve montaj işleminden sonra prototip damacana pompasının üretimi tamamlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Damacana Pompası, Pompa Çeşitleri, Otomasyon

SUMMARY

PROJECT OF CARBOY PUMP

In this study, the design and production of an automatically working carboy pump has been made. With the carboy water pump designed in accordance with today's fast living conditions, it is aimed to transfer the drinking water that we frequently use in our daily life from the carboy to the glass without wasting, efficiently and with less effort.

In our study, which started within the scope of "MM 4007-Engineering Design" in the fall semester, primarily the pump types in the market were examined. In the project calculations, by using the empirical relations, dimensionless numbers and certain aspect ratios in the literature; power calculation was made for the pump. Strength calculations were made for the pump body. Depending on the power value determined for the pump motor, the capacity of the pump battery was determined and the selection was made. In addition, a cost analysis was made by evaluating the environmental effects of the design. During production; The pump, TDS meter, battery and circuit board, which were selected in accordance with the calculations, were purchased from the market. Production methods for the body parts of the pump were investigated and it was evaluated that it would be appropriate to produce with a 3D printer, and after the assembly process, the production of the prototype carboy pump was completed.

Keywords: Carboy Pump, Types of Pump, Automation

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ	III
ÖZET	IV
SUMMARY	V
İÇİNDEKİLER	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ	VIII
TABLolar DİZİNİ	X
SEMBOLLER DİZİNİ	XI
1. GENEL BİLGİLER	1
1.1. Giriş	2
1.2. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı.....	2
1.3. Literatür Taraması	3
1.3.1. Pompalarda Temel Kavramlar	5
1.3.1.1. Debi	6
1.3.1.2. Manometrik Basma Yüksekliği	6
1.3.1.3. Boru İçi Basınç Kaybı	7
1.3.1.4. Pompa Gücü	8
1.3.1.5. Elektriksel Güç	9
1.3.2. Sıvı Akışkan Aktarma Pompalarının Kullanım Alanları	9
1.3.3. Piyasada Kullanılan Bazı Damacana Pompaları ve Özellikleri	10
1.3.3.1. Narpump Marka Elektrikli Su Pompası	10
1.3.3.2. Urve Marka Mekanik Damacana Pompası	11
1.3.3.3. Kamjove Marka Elektrikli Damacana Pompası	12
1.3.3.4. XİOAMİ Marka Elektrikli Damacana Pompası	13
1.3.4. Damacana Pompaları için Bazı Patentler	14
1.3.4.1. Hava Tahliyeli Damacana Pompası Patenti	14
1.3.4.2. Su Miktarını Ölçen Damacana Pompası Patenti	15
1.3.4.3. Sıvı Akım Kontrollü Damacana Pompası Patenti	15
1.4. Çalışmayla İlgili Kısıtlar ve Koşullar	15
1.5. Mühendislik Hesapları ve Analizleri	16

1.5.1. Gövde Hesabı ve Tasarım	16
1.5.1.1. Gövdesinin Yan Yüzey Kalınlığı Hesabı	16
1.5.1.2. Üst Kapak Kalınlığının Belirlenmesi	19
1.5.2. Damacana Pompası Hesapları	19
1.5.2.1. Damacana Pompasının Damacana Üzerinde Kullanılması Durumunda Toplam Motor Gücünün Hesabı	20
1.5.2.2. Damacana Pompasının Tezgâh Üzerinde Kullanılması Durumunda Motor Gücünün Hesabı	30
1.5.3. Batarya Hesabı ve Tasarımı	33
1.5.3.1 Batarya Kapasitesi Hesabı	33
1.6. Çevresel Etki Değerlendirmesi	34
1.7. Maliyet Hesabı	35
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR	36
2.1. Pompa için Yapılan Çalışmalar	36
2.2. Pompanın Elektronik Bileşenleri için Yapılan Çalışmalar	39
2.3. Gövde için Yapılan Hesaplamalar ve Tasarım	44
2.4. Montaj	48
3. BULGULAR	53
4. TARTIŞMA.....	54
5. SONUÇLAR.....	55
6. ÖNERİLER	56
7. KAYNAKLAR	57
8. EKLER.....	61
ÖZGEÇMİŞLER.....	73

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. El ile kullanılan damacana pompasının şematik görünümü.....	5
Şekil 2. Güç ile akım ve voltaj arasındaki ilişki.....	9
Şekil 3. Narpump marka elektrikli damacana pompası.....	11
Şekil 4. Urve marka Musluklu Damacana Su Pompası.....	12
Şekil 5. Kamjove marka elektrikli damacana pompası.....	13
Şekil 6. XİOAMİ marka elektrikli damacana pompası.....	14
Şekil 7. Pompa gövdesi yan yüzeyine gelen kuvvetin etkisi.....	17
Şekil 8. Gövde üzerinde oluşan eğilme momenti.....	18
Şekil 9. Pompa sistemi için şematik gösterim.....	21
Şekil 10. Moody diyagramı.....	25
Şekil 11. Dirsekler için yerel kayıp katsayısı.....	27
Şekil 12. Ani genişleme için yerel kayıp katsayısı.....	28
Şekil 13. Pompa sistemi için şematik gösterim.....	30
Şekil 14. Damacanalarda kullanılan diyaframlı pompa.....	36
Şekil 15. Yapılan işlemler sonrası diyaframlı pompa.....	37
Şekil 16. Diyaframlı pompaları paralel bağlama aparatı.....	37
Şekil 17. Diyaframlı pompaları paralel bağlamakta kullanılan conta	38
Şekil 18. Diyaframlı pompaların paralel bağlama aparatına montajı.....	38
Şekil 19. Damacana pompasında kullanılan diyaframlı pompa.....	39
Şekil 20. Damacana pompasında kullanılan elektronik devre kartı	40
Şekil 21. Damacana pompasında kullanılan şarj edilebilir pil.....	40
Şekil 22. Damacana pompasında kullanılan micro USB type B girişli elektronik devre Kartı.....	41
Şekil 23. Mekanik buton ve buton altı parçası bağlantısı	41
Şekil 24. Mavi led	42
Şekil 25. Yapılan işlemler sonrası mavi led.....	42
Şekil 26. Şarj girişi devre kartı ve mavi led.....	43
Şekil 27. TDS metre.....	43
Şekil 28. Yapılan işlemler sonrası TDS metre.....	44

Şekil 29. Damacana pompasının gövdesi alt kapağının üretimi.....	45
Şekil 30. Damacana pompası gövdesi üst kapağının üretimi.....	45
Şekil 31. Damacana pompası gövdesi üst kapağı.....	46
Şekil 32. Damacana pompası gövdesi alt kapağı.....	46
Şekil 33. Damacana pompası gövdesi altlığı.....	47
Şekil 34. Damacana pompası gövdesi üst kapağı.....	47
Şekil 35. Damacana pompası gövdesi altlığı.....	47
Şekil 36. Buton üstü parçası.....	48
Şekil 37. Pompa üst kapağı iç yapısı.....	49
Şekil 38. Özel silikon boru.....	49
Şekil 39. Boru rekoru.....	49
Şekil 40. Pompa alt kapağı görüntüsü.....	50
Şekil 41. Pompa alt kapağı ve üst kapağı görüntüsü.....	51
Şekil 42. Pompa gövdesine PVC etiketlerin yapıştırılmış hali.....	51
Şekil 43. Pompa gövdesine altlığın takılmış hali.....	51
Şekil 44. Pompanın montaj görünüşleri.....	52

TABLULAR DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. Santrifüj pompalar için $P - \alpha$ değerleri.....	8
Tablo 2. Su fiziksel özellikleri.....	23
Tablo 3. Boruların mutlak pürüzlülük değerleri.....	24
Tablo 4. Maliyet hesabı	35

SEMBOLLER DİZİNİ

A	Borunun kesit alanı (m ²)
a	İvme (m/s ²)
BK	Batarya kapasitesi (mAh)
C	Akışkanın hızı (m/s)
°C	Derece (Santigrat)
c	Tarafsız eksene olan mesafe (m)
D	Boru çapı (m)
dB	Ses şiddeti (Desibel)
ε	Bağlı pürüzlülük
f	Sürekli basınç kayıp katsayısı
F	Kuvvet (N)
g	Yerçekimi ivmesi (m/s ²)
H _m	Pompalarda manometrik yükseklik (m)
h _{k(1-2)}	Pompanın giriş ve çıkışı arasındaki toplam kayıpları
h _{sürtünme}	Sürekli kayıplar (m)
h _{yerel}	Yerel kayıplar (m)
h _k	Toplam basınç kayıpları (m)
I	Alan atalet momenti (m ⁴)
I	Akım (A)
K _k	Yerel kayıp katsayısı
k	Boru iç yüzey mutlak pürüzlülük (mm)
L	Boru uzunluğu (m)
m	kütle (kg)
ṁ	Kütleli debi (kg/s)
Me	Eğilme momenti (Nm)
η	Pompa verimi (%)
η _{motor}	Motor verimi (%)
P _m	Pompa mil gücü (kW)
P	Basınç (Pa)
ΔP _k	Basınç kaybı (Pa)

Re	Reynolds sayısı
ŞS	Şarj süresi (h)
V	Gerilim (V)
V_{kesme}	Kesme Kuvveti (N)
ν	Suyun kinematik viskozitesi (m^2/s)
z	Referans düzlemine olan mesafe (m)
Q	Debi (m^3/s)
ρ	Akışkan yoğunluğu (kg/m^3)
σ	Eğilme gerilmesi (Pa)

1. GENEL BİLGİLER

Evlerde ya da çalışma alanlarına göre kullanılan küçük ev aletleri sürekli el altında ihtiyaç gereksinimi olmasından dolayı önem taşımaktadır. Teknolojinin gelişmesiyle hayatımıza giren küçük ev aletleri insanların günlük hayattaki işlerine büyük bir kolaylık ve hız kazandıran yardımcı gereçler olarak adlandırılabilir.

Günlük işlerde harcanan zaman kimileri için eğlenceli olsa da daha hızlı olabilmek için küçük ev aletlerinden destek almak oldukça zaman kazandırır. Piyasada kullanılan ev aletleri sürekli yapılan yenilikler ile daha gelişmiş, talepleri artmış ve popüler hale gelmiştir. Ev aletlerinin çok fonksiyonlu hale gelmeleri kullanıcılar tarafından takdir görmüş ve büyük beğeni toplamıştır [1].

Son yıllarda küresel pazarlarda en hızlı büyüyen sektörlerin başında "küçük elektrikli ev aletleri" sektörü gelmektedir. Yaşam kalitesini artıran, hayatı kolaylaştıran bu ürünlerin dünyada yaklaşık 46 milyar dolarlık bir pazarı oluşturduğu ifade edilmektedir. Elektrikli ev aletleri, geleneksel beyaz eşyalara göre daha dinamik ve trendleri daha yakından takip edilebilen bir sektör olmuştur. Bu sebeple piyasaya sunulan ürünler kullanıcıların taleplerine en hızlı şekilde cevap vermelidir [2].

Geçmiş yıllarla kıyaslandığında küçük elektrikli ev aletleri sektörel alanında hizmet veren imalat sanayi firmalarımızın ürün geliştirme, arge, tasarım gibi yaratıcı faaliyetlere daha fazla önem vermelerine rağmen, bu konuda ulaşılan noktanın yeterli olmadığını söylemek mümkündür [2]. Üretim endüstrilerinin piyasadaki rekabete dayanmak için sürekli inovatif geliştirmeler yapmaları gerekmektedir [2].

Bütün bu anlatılan durum bir küçük elektrikli ev aleti olan elektrikli damacana pompası için de geçerlidir. Bu proje kapsamında, konutlarda ve iş merkezlerinde içme suyunun damacanadan bardağa aktarma ihtiyacını karşılayan geliştirilmiş özelliklere sahip bir elektrikli damacana pompası tasarımı gerçekleştirilmiştir. Tasarlanan elektrikli damacana pompasının çalışır prototipi üretilmiştir. Bu proje çalışmasının hazırlanmasında birçok akademik kaynaktan yararlanılmıştır.

1.1. Giriş

Akışkanların bir ortamdan diğer bir ortama taşınması büyük önem arz eder ve bunun için pompa sistemleri kullanılır. Pompalar, mekanik enerjiyi hidrolik enerjiye çeviren makinelerdir. Pompaların görevi, akışkanın, sürekli olarak bir ortamdan başka bir ortama geçişini ve hareketini devam ettirmektir. Asıl amaçlanan akışkanın hızını değil basıncı arttırmaktır. Bunun için, kullanımı en uygun pompanın tasarımı ve imali yapılır [3, 4].

Ev tipi elektrikli su pompaları şebeke gerilimi ile beslenen, sıcaklığı 90°C'yi aşmayan sıvılar için kullanılan, ev ve benzeri yerlerde, damacanada bulunan suyu kullanma amacıyla pompalayan ürünlerdir. Ev tipi elektrikli damacana pompaları, ülkemizde içme suyunun muhafazasında yaygın olarak kullanılan damacana içerisindeki suyun pompalanmasında kullanılır. Damacana pompaları besleme tipine göre şebeke beslemeli, pil beslemeli hem şebeke hem de şarj edilebilir pil beslemeli olmak üzere 3'e ayrılırlar [5].

1.2. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Bu proje kapsamında konutlarda ve iş merkezlerinde içme suyunun damacanadan bardağa aktarma ihtiyacının verimli, konforlu, daha az güç harcayarak ve sağlık açısından güvenli bir şekilde karşılanması amacıyla bir damacana pompası tasarımı amaçlanmaktadır. Damacana pompasının optimum tasarımı ile enerji verimliliğinin artırılması, insan hayatının kolaylaştırılması ve konforun artırılması hedeflenmiştir.

Küçük elektrikli ev aletleri sektöründe dünyada gittikçe büyüyen pazar hacmi, küresel imalat sanayi firmaları için olduğu kadar ulusal imalat sanayi firmalarımız için de önemli pazar çekim kuvveti oluşturmaktadır [1]. Bu durum elektrikli damacana pompaları içinde geçerlidir. Dolayısıyla damacana pompasının optimal tasarımı ülkemiz ve sektör açısından önemli bir unsurdur. Buna ilave olarak el ile kullanılan su pompaları bazı dezavantajlara sahiptirler [6].

El ile kullanılan damacana pompaları ortamdaki havayı damacana içine vermek sureti ile suyu dışarı tahliye ettiğinden, ortamdaki kirli hava ve tozların damacana içine girip körük üzerinde birikip bakteri, mikrop ve virüs üretme riski oluşturmaktadırlar [7].

El ile kullanılan pompalarda; pompanın suyu çıkarabilmesi için kimi zaman butona defalarca basılması gerekir, kimi zaman da butona birkaç defa basılmasına rağmen su alınacak kap ya da bardağı taşıracak ölçüde fazlaca su çıkar bu durum su israfına neden olabilmektedir. Ölçüsüzce su basarak zemini ıslatması da ciddi bir olumsuzluk olarak karşımıza çıkmaktadır. Ayrıca el ile kullanılan pompalarda butona basma işi yorucu olup; ciddi bir güç kullanımı gerektirmektedir. El ile kullanılan pompalar rahatsızlık verecek ölçüde gürültülü çalışmaktadır [6].

Bir elektrikli damacana pompası temelde pompa gövdesi, pompa tahrik motoru, batarya, su çekme borusu ve elektronik devre kartı bileşenlerini içermektedir. Bu çalışma el ile kullanılan damacana pompalarının sahip olduğu dezavantajları ortadan kaldırıp optimum bir elektrikli damacana pompası tasarımı yapabilmek için damacana pompasını oluşturan pompa gövdesi, pompa tahrik motoru, pompa bataryası, pompa elektronik devre kartı gibi ögelerin tasarımı ve bu ögelere ait tasarımların mühendislik hesaplarını kapsamaktadır. Elektrikli damacana pompalarının en büyük artısı daha az güç harcayarak su dökülme riski olmadan suyu aktarmasıdır.

1.3. Literatür Taraması

Günümüzde oldukça yaygın kullanımı olan pompalar, genel olarak akışkanların basıncını ve toplam enerjisini artırarak, onların bir yerden başka bir yere aktarma edilmesini gerçekleştiren makinelerdir [8]. Pompalar pozitif yer değiştirmeli pompalar ve rotadinamik pompalar olmak üzere iki ana grupta toplanır. Volümetrik pompalarda, pompa içerisindeki akışkan hacmi değişmekte ve çalışma mekanik-statik kurallara bağlı kalmaktadır. Rotadinamik pompalarda ise akışkanın içinden geçtiği bir çark bulunmaktadır. Bu türdeki pompalarda, akışkana çeşitli elemanlar (palet, özel tasarımı elemanlar, vb.) yardımıyla moment aktarılmaktadır. Kapalı hacim söz konusu değildir. Akışkan, açık kanallardan geçerken sahip olduğu momentum artırılır, difüzör yardımı ile ulaşılan yüksek hız gerektiği takdirde basınca dönüştürülebilir [9].

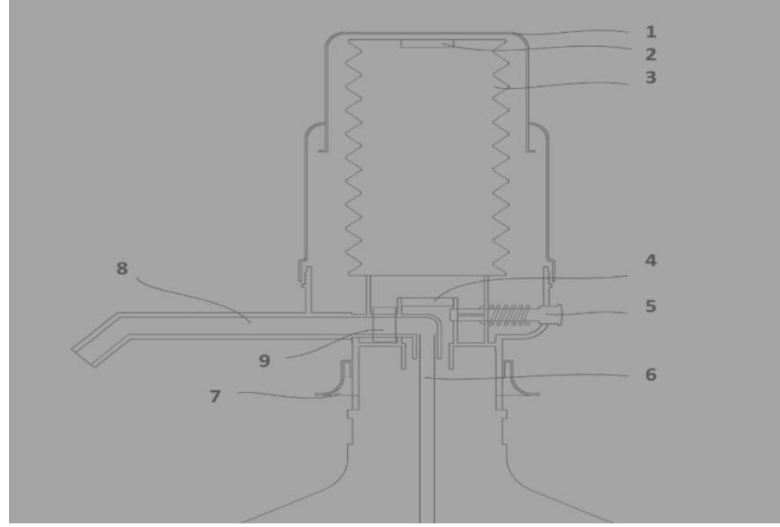
Hacimsel (volümetrik) pompalarda sıvının bir yere nakledilmesi ya sıvının bir şekilde taşınımına veya kap içerisinde yaratılan hacim değişimi sayesinde sıvının emilip basılmasına dayanır. Pistonlu, diyaframlı, dişli, paletli, vidalı pompalar hacimsel pompa grubuna girmektedir [9].

Akışkana momentum aktarımı yapan ve çark kanatları rotor kanatları adı verilen döner kanatlı üç temel pompa tipi vardır. Bu nedenle, dinamik pompalar bazen rotadinamik pompalar veya basit olarak dönel pompalar adını alır. Dönel pompalar akışın pompadan çıkış biçimine göre sınıflandırılır: merkezkaç akış, aksel akış ve karma akışlı pompalar. Merkezkaç akışlı pompada akışkan pompa merkezine aksel olarak girer ve pompa gövdesinin dış çapı boyunca radyal olarak terk eder. Bu nedenle merkezkaç pompalara radyal akışlı pompalarda denir. Aksel akışlı pompada akışkan pompa merkezine aksel olarak girer ve aksel olarak terk eder. Pompa orta kısmının, motor, mil ve göbek tarafından kapatılması nedeniyle bu akış tipik olarak pompanın dış kesimi boyunca gerçekleşir [9].

Bir dinamik pompa, motor ve pompa kafası olarak iki ana bölüme ayrılmaktadır. Pompa kafası ise fan ve salyangozdan meydana gelmektedir. Pompanın performansını belirleyen ana parça, pompa fanıdır. Fan geometrisindeki küçük değişiklikler, pompa performansını önemli ölçüde etkilemektedir. Bu sebepten, tasarım açısından pompa fanına verilen önem büyüktür. Genel tabirle, pompa tasarımı, pompa fanının tasarımıdır [8].

Firma açısından tasarıma verilen önem müşterinin taleplerini karşılamak açısından önemlidir. Pompanın geniş çalışma aralığına sahip olması, ucuz olması, maliyetinin düşük olması ve müşterilerinin talep ettiği gerekli kapasitede istenen performansı vermesi; firma tarafından talebi karşılamak üzere dikkatle ele alınması gereken temel özelliklerdir. Pompa üretimi yapan çoğu firmanın kendi tasarım teknikleri ve üretim yelpazeleri mevcuttur [10].

El ile kullanılan damacana pompaları, pompanın basma başlığına el ile baskı uygulandığında pompanın bulunduğu ortamdaki havayı pompa içerisindeki körük vasıtasıyla damacana içerisine aktarır. Bu işlem esnasında pompadaki körüğün üzerinde yer alan körük emiş diyaframı kapanarak körük içindeki hava körük basma diyaframı üzerinden damacana basılır. Damacana içerisine basılan hava ile damacana içerisindeki hava basıncında artış gerçekleşir ve damacana içerisindeki su, su çekme elmanı ile dışarı aktarılır. El ile baskı kaldırıldığında körük ilk konumun geri döner ve körük basma diyaframı kapanırken körük emiş diyaframı açılır. Böylelikle körük içerisine körük emiş diyaframı üzerinden yeni hava emilir. El ile kullanılan damacana pompaları damacana içerisindeki suyu bu şekilde pompalamaktadır [11]. Ayrıca el ile kullanılan damacana pompalarının bazı dezavantajları vardır. Bir el ile kullanılan damacananın şematik resmi Şekil 1’ de verilmiştir.



1	Pompa basma başlığı	8	Pompa su çıkış borusu
2	Körük emiş diyaframı	9	Manyetik filtre elemanı
3	Körük	10	Hortum askı ağırlığı
4	Körük basma diyaframı	11	Damacana
5	Hava boşaltma elemanı	12	Hava boşaltma elemanı yayı
6	Pompa su çekme elemanı	13	Conta
7	Pompa kilitleme halkası		

Şekil 1. El ile kullanılan damacana pompasının şematik görünümü [11]

Elektrikli damacana pompalarında pompa üzerinde yer alan ilgili butona basıldığında pompada bulunan elektronik kart üzerindeki devre tamamlanır ve pompadaki motor çalışmaya başlar. Motorun hareketi pompa çarkına (pervane) aktarılır. Çark kanadının dönmeye başlaması ile damacana içerisindeki su ilgili tahliye borusundan dışarı pompalanır. Butona basıldığı müddetçe tahliye işlemi devam eder. Kullanılmak istenen miktarda su alındığında buton bırakılır ve tahliye işlemi sona erer [6].

Bazı elektrikli damacana pompaları çark kanatlarına sahip değildir. Bu tür damacana pompalarında elektrik ile çalışan küçük diyaframlı su pompaları kullanılır. Bu tür damacana pompalarında diyaframın hareketi ile hacim değişimi sağlanıp damaca içerisindeki su pompalanır.

1.3.1. Pompalarda Temel Kavramlar

Pompalarda enerjinin nasıl aktarıldığı, akışkanın basılan miktarının ne kadar olduğu gibi genel ifadeleri hesaplamak için pompalardaki temel kavramları incelemek gereklidir [8].

1.3.1.1. Debi

Pompa debisi, birim zamanda pompanın basma tarafından basılan akışkanın birim zamandaki hacmidir. Pompanın iç kaçakları, aksenal itme dengeleme sistemlerine ve salmastraya giden akışkan miktarı dikkate alınmaz [9]. Hacimsel debi Q (m³/s) şeklinde ifade edilir. Hacimsel debiye bağlı olarak da kütleli debi formül 1'deki gibi ifade edilir. (ρ = akışkan yoğunluğu (kg/m³)) [8].

Hacimsel debi ise (2) eşitliği ile hesaplanır.(2) eşitliğinde C akışkanın hızını (m/s) ve A borunun kesit alanını (m²) ifade etmektedir [9].

$$\dot{m} = \rho \cdot Q \text{ (kg/s)} \quad (1)$$

$$Q = C \cdot A \text{ (m}^3\text{/s)} \quad (2)$$

1.3.1.2. Manometrik Basma Yüksekliği

Pompalarda manometrik yükseklik (H_m) basılan sıvının pompa giriş ve çıkış kesitleri arasındaki birim ağırlık başına kazandığı net enerji olarak tanımlanır. Pompa çarkı vasıtasıyla akışkanın birim ağırlığının yaptığı işdir [8].

Manometrik yükseklik, Enerji denkleminde yer alan enerji bileşenlerinin toplamlarından elde edilmektedir. Sürekli akış halinde pompa girişi ve çıkışı arasında düşü artışı (H_m) sağlanmaktadır. Enerji denklemi formül (3) 'de verilmiştir [9].

$$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{C_1^2}{2g} + z_1 + H_m = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{C_2^2}{2g} + z_2 + h_{k(1-2)} \quad (3)$$

Formül (3)'deki γ ifadesi yoğunluk (kg/m³) ile yerçekimi ivmesinin (m/s²) çarpımıdır. P (Pa) basınç, C (m/s) ise hızı ifade etmektedir. z (m), referans düzleme olan mesafeyi, $h_{k(1-2)}$ ise pompanın giriş ve çıkışı arasındaki toplam kayıpları (m) göstermektedir. Pratikte emme ve basma borusu çapları birbirine eşit veya emme borusu çapı basma borusu çapından daha büyüktür [8,9].

1.3.1.3. Boru İçi Basınç Kaybı

Boru içi akışlarda basınç kaybı ikiye ayrılmaktadır. Birincisi viskoz etkiler nedeniyle oluşan sürekli kayıplar ($h_{\text{sürtünme}}$), ikincisi ise akış kesitinde veya bağlantı elemanı nedeniyle oluşan yerel kayıplardır (h_{yerel}). Toplam basınç kayıpları h_k ifadesi ile gösterilir ve metre cinsinden ifade edilir. Toplam basınç kaybı (4) eşitliği ile hesaplanmaktadır [12].

$$h_k = (h_{\text{sürtünme}} + h_{\text{yerel}}) \quad (4)$$

Tam gelişmiş laminer veya türbülanslı akışlarda dairesel veya dairesel olmayan boru içi akışlar için basınç kaybı ifadesi aşağıdaki gibi yazılır [12].

$$\Delta P = f \frac{L \rho \cdot C_{ort}^2}{D} \quad (5)$$

Burada ΔP_k basınç kaybını (Pa), L boru uzunluğunu (m), D boru çapını (m), ρ akışkan yoğunluğunu (kg/m^3) ve f sürekli basınç kayıp katsayısını ifade etmektedir. Borulama sistemlerinde basınç kayıpları genellikle yük kaybı ile ifade edilmektedir. Yük kaybı literatürde eşdeğer akışkan sütun yüksekliği olarak da ifade edilir. Yukarıdaki ifadeyi “ ρg ” ifadesine bölünürse basınç düşüşünü m cinsinden yük kaybı olarak ifade edilmiş olmaktadır. Boru içi akışlar için sürekli sürtünme kayıpları (6) eşitliği ile hesaplanmaktadır [12].

$$h_{\text{sürtünme}} = f \frac{L \cdot C_{ort}^2}{D \cdot 2g} \quad (6)$$

Yukarıdaki ifade, boruda meydana gelen sürtünme kayıplarını, bu kayıpları yenmek için gerekli gücün yükseklik olarak ifadesini göstermektedir [12].

Borulama sistemindeki basınç kayıpları sadece viskoz kuvvetlerden değil, borulamada kullanılan bağlantılar, valfler, dönüşler, genişleme ve daralma, ayrılma ve birleşme gibi unsurlardan da oluşmaktadır. Bu kayıplar yerel kayıp olarak adlandırılır. Yerel kayıplar h_{yerel} olarak ifade edilmekte ve (7) eşitliği ile hesaplanmaktadır. Bu eşitlikte K_k yerel kayıp katsayısını ifade etmektedir [12].

$$h_{yemel} = K_K \frac{c^2}{2g} = \frac{\Delta P}{\rho g} \quad (7)$$

1.3.1.4. Pompa Gücü

Pompa gücü; pompa mil gücü ve pompa tahrik motoru gücü olmak üzere iki grupta incelenebilir. Pompa mil gücü, pompayı tahrik etmek için pompa miline uygulanması gereken güçtür ve η pompa verimi olmak üzere şu şekilde hesaplanır:

$$P = (\rho \times Q \times g \times H_m) / (\eta) \quad [W] \quad (8)$$

Pompa tahrik motoru gücü ise, pompanın etiket değerlerinden daha büyük debilerle çalışabileceği düşünülerek pompa mil gücünden α katsayısı kadar büyük seçilir. α katsayıları Tablo 1 kullanılarak seçilmektedir. Pompa tahrik motoru gücü ise formül (9) ile hesaplanmaktadır [8].

Pompa tahrik motoru gücü ile pompa mil gücü arasındaki ilişki eşitlik (10)'da verilmiştir. Bu eşitlikte η_{motor} motor verimini ifade etmektedir [13].

$$P_m = \alpha \times P \quad (9)$$

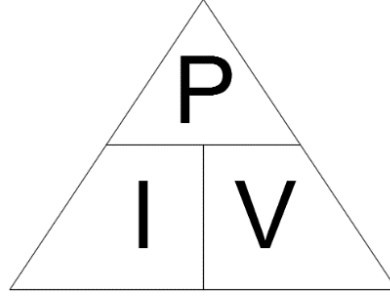
$$P = \eta_{motor} \times P_m \quad (10)$$

Tablo 1. Santrifüj pompalar için $P - \alpha$ değerleri [7]

P (kW)	α
< 1.5	1.50 – 1.40
1.5 – 4	1.40 – 1.25
4 – 35	1.25 – 1.15
>35	1.15 – 1.10

1.3.1.5. Elektriksel Güç

Güç, Watt olarak ölçülür ve W ile gösterilir. 1000 W - 1 kW'a eşittir. W; MKS birim sisteminde enerji akışının birimidir. Basit bir şekilde ifade etmek gerekirse enerji akışının anlık değerine güç denir. W biriminin kullanımını içerisinde belirli bir zamanın olmayışı yanlış kullanıma sebep olabilir. 1 W, saniyede üretilen 1 J enerjiye eşittir. Güç denklemi nispeten basittir ve ohm yasası ile ilgilidir. Gerilim ve akımın güç ile ilişkisi ohm yasasının bir uzantısıdır. Şekil 2'de olduğu gibi güç denklemi sunulmuştur [14].



Şekil 2. Güç ile akım ve gerilim arasındaki ilişki [14]

Şekilde P güç (W), I akım (Amper) ve V gerilim (Volt) olarak adlandırılmıştır. Matematiksel ifadeler aşağıda verilmiştir [14].

$$P=I.V \quad (11)$$

1.3.2. Sıvı Akışkan Aktarma Pompalarının Kullanım Alanları

Günümüzde, özellikle büyük şehirlerde, su kaynaklarının kirlenmesinin bir sonucu olarak şebeke suları sadece temizlik amacı ile kullanılmaktadır. İçmek ve yemek yapmak için ise genelde şebeke suyu yerine kaynağında şişelenen ve çeşitli boyutlarda şişe ya da damacanalarda içerisinde satışa sunulan sular tercih edilmektedir. Şişe suları taşınması kolay olduğu için dış mekânlarda tercih edilirken ev, işyeri, fabrika, okul vb. kapalı alanlarda ise yüksek hacimli ve dolayısı ile uzun süreli kullanım sağlayan damacana suları tercih

edilmektedir. Ancak, damacanelerin boyutları ve ağırlığından dolayı içerisindeki suyun kullanılmak üzere alınması zahmetli bir iştir [6].

İçme suyuna ihtiyaç duyulan yerlerde (ev, işyeri, okul gibi) damacana pompası kullanımı görülmektedir. Ayrıca sanayide kullanılan ve el ile çalışan farklı tip sıvı aktarma pompaları mevcuttur.

El tipi sıvı akışkan pompaları, düşük viskoziteli sıvıların, varilden, bidondan ve diğer kaplardan el gücü ile aktarılmasında kullanılır. Farklı gövde ve keçe seçenekleri ile su, kimyasal, solvent, atık, yağ, mazot vb. sıvıları güvenli, hızlı ve ucuz maliyet ile varilden transfer edebilirsiniz. Kolay kullanımı, uzun ömürlü oluşu, taşınabilir olması ve düşük işletme maliyetli sebebi ile tercih edilen bir pompa çeşididir [15].

1.3.3. Piyasada Kullanılan Bazı Damacana Pompaları ve Özellikleri

Konutlarda ve iş merkezlerinde kullanılan damacana pompaları araştırılmış ve bazılarının özellikleri aşağıdaki gibi açıklanmıştır.

1.3.3.1. Narpump Marka Elektrikli Su Pompası

Narpump marka elektrikli damacana su pompasının görüntüsü Şekil 3'te verilmiştir. Bu damacana pompası 1500 mAh batarya kapasitesine sahip olarak DC 5 V ile çalışmaktadır. Ayrıca pompa 4 W güç harcamaktadır. Pompa üzerinde pompanın kontrolünü sağlayan bir buton bulunmaktadır. Bu pompada pompa gövde malzemesi olarak ABS plastik, pompa musluğu malzemesi olarak paslanmaz çelik kullanılmıştır. Bu damacana pompası dakikada 3,4 litre su pompalayacak şekilde üretilmiştir. Pompanın toksik madde içermediği belirtilmiştir. Pompanın 70 mm genişliğe, 70 mm derinliğe, 130 mm yüksekliğe sahip olduğu ve 450 g kütleyle sahip olduğu bilinmektedir [16,17].



Şekil 3. Narpump marka elektrikli damacana pompası [17]

1.3.3.2. Urve Marka Mekanik Damacana Pompası

Urve marka mekanik damacana su pompasının görüntüsü Şekil 4’te verilmiştir. Bu pompada pompa gövde malzemesi olarak ABS plastik, pompa iç kısımlarında ise gıda sınıfı malzeme kullanılmıştır. Pompanın insan sağlığına zararlı madde içermediği bilinmektedir [18].



Şekil 4. Urve marka Musluklu Damacana Su Pompası [18]

1.3.3.3. Kamjove Marka Elektrikli Damacana Pompası

Kamjove marka elektrikli damacana su pompasının görüntüsü Şekil 5’de verilmiştir. Bu damacana pompası DC 12 V şebeke gerilimi ile çalışıp 4 W güç harcamaktadır. Pompa üzerinde pompanın kontrolünü sağlayan butonlar ve bir dijital ekran bulunmaktadır. Bu pompada pompa gövde malzemesi olarak polikarbonat, pompa musluğu malzemesi olarak paslanmaz çelik kullanılmıştır. Bu damacana pompası dakikada 2 litre su pompalayacak şekilde üretilmiştir. Pompanın 115 mm genişliğe, 130 mm derinliğe, 315 mm yüksekliğe sahip olduğu belirtilmiştir (bilinmemektedir). Pompanın insan sağlığına zararlı madde içermediği, gürültüsüz ve şebeke gerilimi ile çalıştığı belirtilmiştir [19].



Şekil 5. Kamjove marka elektrikli damacana pompası [19]

1.3.3.4. XIOAMI Marka Elektrikli Damacana Pompası

Xioami marka elektrikli damacana su pompasının (Xiaolang) görüntüsü Şekil 6’da verilmiştir. Bu damacana pompası bataryalı olup DC 5 V ile çalışıp 4 W güç harcamaktadır. Pompa üzerinde pompanın kontrolünü sağlayan bir buton bulunmaktadır. Bu pompada pompa malzemesi olarak gıda sınıfı malzeme kullanılmıştır. Pompanın insan sağlığına zararlı madde içermediği belirtilmiştir. Pompanın 69 mm genişliğe, 69 mm derinliğe, 160 mm yüksekliğe sahip olduğu ve çalışırken 50 dB şiddetinde ses çıkardığı bilinmektedir [20].



Şekil 6. XİOAMİ marka elektrikli damacana pompası [20]

1.3.4. Damacana Pompaları için Bazı Patentler

Damacana pompalarına ait patentler araştırılmış ve bazıları aşağıdaki şekilde sıralanmıştır.

1.3.4.1. Hava Tahliyeli Damacana Pompası Patenti

Buluş sahipleri Muhammed Mustafa Altundağ ve Tarkan Aydın olan su miktarını ölçen damacana pompası patentlenmiş olup literatürde yer almaktadır. Bu damacana pompası el ile kullanılan bir pompa olup damacandan su alırken taşma riskini ortadan kaldırarak hem su israfını hem de zemini temizleme gereksinimini önlemek amacı ile geliştirilmiştir. Bu tasarımda, damacana pompasına üzerine yerleştirilen mekanizma ile pompalama işlemi bırakıldıktan sonra damacana içerisinde kalan havanın istenildiği an dışarıya tahliye edilip suyun kesilmesi sağlanmaya çalışılmıştır. [21]

Bu tasarım ile suyun taşması, israf olması ve zeminin kirlenmesi engellenmiştir fakat bu tasarımda da el ile kullanılan pompalara ait yukarıda belirtilen olumsuzluklar tam anlamıyla çözülememiştir.

1.3.4.2. Su Miktarını Ölçen Damacana Pompası Patenti

Buluş sahipleri Ozan Terzi ve Yağmur Kırkağaç olan su miktarını ölçen damacana pompası patentlenmiş olup literatürde yer almaktadır. Bu damacana pompası el ile kullanılan bir pompa olup kullanıldığı su damacanasının içerisindeki su miktarını ölçebilecek şekilde tasarlanmıştır. Bu tasarımda, damacana içerisindeki su miktarını ölçmek için suya ses dalgaları gönderilir ve ses dalgaları gönderilerek sağlanan veriler gösterge paneli sayesinde kullanıcıya aktarılır. Kullanıcılar, bu tasarımda damacana pompası üzerinde yer alan gösterge paneli ile damacandaki su miktarı seviyelerini damacana herhangi bir kılıfla kaplı olsa bile görebilmektedir [22].

Bu tasarımda da el ile kullanılan damacana pompalara ait yukarıda belirtilen olumsuzluklar tam anlamıyla çözülememiştir.

1.3.4.3. Sıvı Akım Kontrollü Damacana Pompası Patenti

Buluş sahibi Cüneyt Perihan olan sıvı akım kontrollü damacana pompası patentlenmiş olup literatürde yer almaktadır. Bu damacana pompası el ile kullanılan bir pompa olup damacana içindeki suyun el ile uygulanan basma kuvvetiyle damacana içinden çekilerek bardak türünden başka bir kaba aktarılırken, damacana pompası üzerinde yer alan hava giriş boşluğu sayesinde kullanıcının su akımını kontrol ederek istediği anda su akışını kesmesine olanak sağlanması ve suyun boşa akmasının önlemek amacıyla tasarlanmıştır [23]. Bu tasarımda da el ile kullanılan damacana pompalarına ait önceden belirtilen olumsuzların bazıları çözülebilmıştır fakat bütün olumsuzluklar tam anlamıyla çözülememiştir.

1.4. Çalışmayla İlgili Kısıtlar ve Koşullar

Tasarımı yapılacak olan damacana pompasının gıda ile temasta olmasından dolayı pompa malzemesi seçiminde Türk gıda mevzuatına uyulması gerekmektedir [24].

Damacana pompasının konutlarda ve iş merkezlerinde gündüz veya gece insanların yakınında(etrafında) kullanılacağı göz önüne alınarak pompanın çıkardığı sesin

sınırlandırılması gerekmektedir. Buna bağı olarak pompanın çıkardığı sesin 85 dB'i geçmemesi gerekmektedir [25].

Damacana pompaları genellikle evlerde veya ofislerde kullanılan küçük elektrikli ev aletleri olduğu için TS EN 60335-2-41 güvenlik kurallarına uygun olmalıdır [26].

Tasarımı yapılacak olan damacana pompasının piyasaya sürülebilmesi için gerekli kurallar çerçevesinde yani ISO (International Organization for Standardization) ve TSE (Türk Standartları Enstitüsü) standartlarına uygun tasarlanması gerekmektedir [27].

Damacana pompası konutlarda ve iş merkezlerinde tezgah üzerinde kullanılabileceğinde dolayı damacana pompasını ayaklı(tablalı) olarak tasarlamak daha doğrudur.

Damacana pompası soğuk iklime sahip coğrafi bölgelerde de kullanılabileceğinden dolayı yapılan hesaplarda bu durum göz önünde bulundurulmalıdır.

1.5. Mühendislik Hesapları ve Analizleri

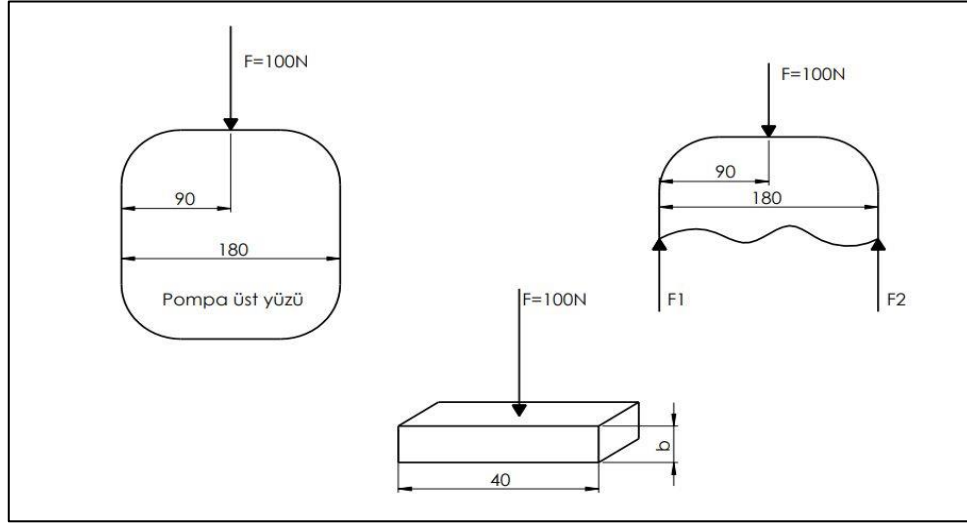
1.5.1. Gövde Hesabı ve Tasarım

Damacana pompa gövdesi; motoru, bataryayı, pompayı ve tasarımı oluşturan diğer elemanları içinde barındırabilecek şekilde, bunun yanında üzerine konulan kabı taşıyabilecek kapasitede malzeme seçimi yapılarak uygun bir şekilde tasarlanmıştır.

Tasarım genel anlamda Solidworks paket programı ile yapılmış olup gerekli bazı veriler program üzerinden faydalanarak belirlenmiştir. Montajı oluşturan; pompa gövdesi alt kapağı, pompa gövdesi üst kapağı, sızdırmazlık elemanı ve gövde altlığı darbelere karşı dayanıklı, esnek, elektrik iletkenliği düşük, kolayca şekil alabilen ve insan sağlığı için tehlike teşkil etmeyen bir malzeme olan abs plastik, malzemesi seçilerek tasarım oluşturulmuştur [28]. ABS plastiğin yoğunluğu 1040 kg/m^3 , akma mukavemeti ise 60 MPa'dır [29].

1.5.1.1. Gövdesinin Yan Yüzey Kalınlığı Hesabı

Pompa gövdesini yan yüzeyine gelen kuvvet 100N olarak alınmıştır. Gövdenin alt ve üst kenarlarının yük taşımadığı varsayılmıştır. Şekil 7'de bu durum açıklanmaya çalışılmıştır.



Şekil 7. Pompa gövdesi yan yüzeyine gelen kuvvetin etkisi

Gövde yan yüzeyine gelen kuvvetten dolayı oluşan eğilme momenti oluşmaktadır. Bu durum gövde yan yüzeyinde eğilme gerilmesi oluşturmaktadır. Eğilme gerilmesi aşağıdaki formül ile hesaplanmaktadır. Burada M_e eğilme momentini (Nm), c tarafsız eksene olan mesafeyi (m), I alan atalet momentini (eylemsizlik momenti)(m^4), σ ise eğilme gerilmesini (N/m^2) ifade etmektedir [30].

$$\sigma = \frac{M_e \times c}{I} \quad (12)$$

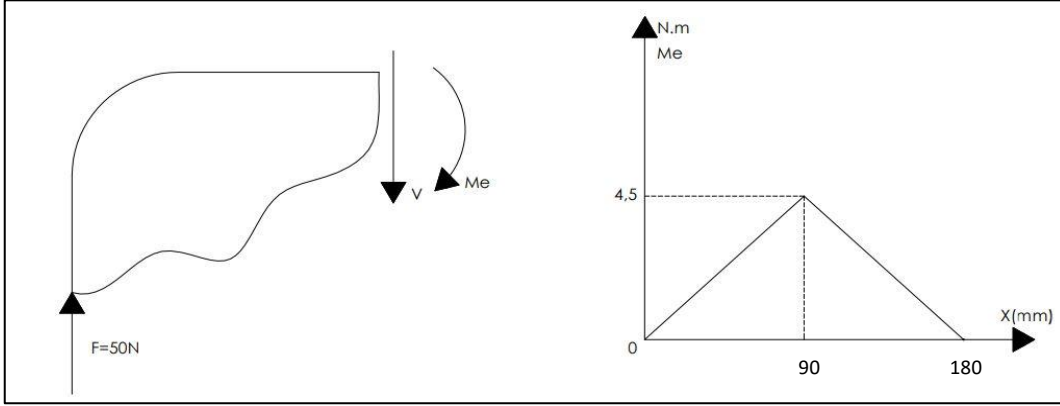
Dikdörtgen kesitli katılar için alan atalet momentini (eylemsizlik momentini) aşağıdaki formül ile hesaplanmaktadır. Burada b dikdörtgen kesit alanının yatay uzunluğunu (m), h ise dikdörtgen kesit alanını dikey uzunluğunu (m) ifade etmektedir [30].

$$I = \frac{b \times h^3}{12} \quad (13)$$

Gövde üzerinde oluşan bu eğilme gerilmesi gövdenin emniyet gerilmesini geçmemesi gerekmektedir.

$$\sigma \leq \sigma_{em}$$

$$\sigma_{em} = \frac{\sigma_{akma}}{s}$$



Şekil 8.Gövde üzerinde oluşan eğilme momenti

Eğilme momenti hesaplanırsa:

$$Me = V_{kesme} \times 0,09$$

$$Me = 50 \times 0,09 = 4,5 \text{ Nm}$$

$$c = \frac{b}{2} \text{ m}$$

$$I = \frac{1}{12} \times 0,04 \times b^3 \text{ m}^4$$

$$\sigma \leq \sigma_{em} = \sigma \leq \frac{\sigma_{akma}}{s}$$

Emniyet katsayısı 1,10 (S = 1,10) ve ABS plastik için akma mukavemeti 60 Mpa alınırsa:

$$\sigma \leq \frac{\sigma_{akma}}{s} = \frac{4,5 \times \frac{b}{2}}{\frac{1}{12} \times 0,04 \times b^3} \leq \frac{60}{1,10} \times 10^6$$

$$= b = 3,5178 \times 10^{-3} \text{ m}, b = 3,50 \text{ mm alınabilir.}$$

Gerçekte ihmal edilen yüzeyler de yükü taşımaktadır, bu yüzden emniyet katsayısı daha düşük seçilmiştir.

1.5.1.2. Üst Kapak Kalınlığının Belirlenmesi

Pompa üzerine gelen yük 4 adet sütunla ve yüzeysel gövde çevresiyle taşınmaktadır. Pompa üzerine su dolu 5 kg bir kap koyulduğu ve bu yükün sütunlara eşit dağıldığı varsayılarak hesap yapılmıştır. Newton'ın 2.Yasası uygulanarak su dolu kabın pompaya uyguladığı kuvvet hesaplanabilir.

$$\sum F = m \cdot a \quad (N) \quad (14)$$

Burada F su dolu kabın uyguladığı kuvveti (N), m su dolu kabın kütesini (kg), a ise yer çekimi ivmesini (m/s^2) ifade etmektedir.

$$\sum F = m \cdot a \Rightarrow F = 5 \times 9,81 = 49,05N$$

Bütün yükün 4 sütunla taşındığı varsayıлып tekine gelen kuvvet hesaplanırsa:

$$F_{tek} = \frac{F}{4} = 12,26 N$$

olarak bulunur.

Pompa üzerine gelen kuvvetin çok az olmasından, pompa malzemesinin mukavemetli ve ucuz olmasından dolayı pompa üst kapağının kalınlığı 3 mm alınarak tasarım yapılmıştır.

1.5.2. Damacana Pompası Hesapları

Piyasada bulunan mini su pompalarının tekil kullanımda pompa tasarımı istenen 2,5 l/dk su debisine ve 5 W güce aynı anda sahip olmamaları ve istenen bu debi ve güce sahip pompaların damacana pompası içerisinde dikey olarak büyük yer kaplayıp yer sorunu

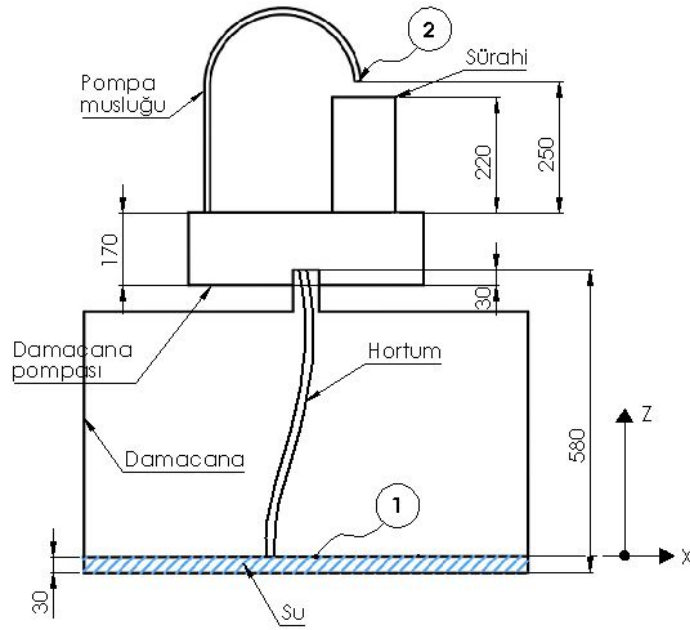
oluşturmalarından dolayı damacana pompası sisteminde istenen bu özellikleri karşılamak için özdeş 2 adet küçük elektrikli diyaframlı pompa birbirine paralel bağlanarak kullanılmıştır. Damacana pompası tasarımında istenen güç, debi ve verim gibi özellikleri sağlama nedeniyle küçük elektrikli diyaframlı pompa tercih edilmiştir. Diyaframlı pompalar pratik ve basit sisteme sahip olup stabil ve darbesiz bir akış sağlarlar [31]. Diyaframlı pompaları paralel bağlama yoluyla pompa debisi ikiye bölünüp diyaframlı pompalardan eşit debi alınmıştır.

Pompa seçilirken pompa tahrik motoru gücü, pompa mil gücünden daha büyük olması gerektiği ortadadır. Bu seçimde farklı yaklaşımlar ve katsayılar vardır. Burada dikkate alınacak bazı hususlar aşağıda belirtilmiştir.

- Pompanın ilk çalışmaya başlarken veya çalışırken daha düşük basma yüksekliklerinde, daha yüksek debi basması durumunda artan pompa mil gücünün karşılanması gerektiği hesaba katılmalıdır.
- Mekanik parçaların (çark, gövde vb.) zaman içinde aşınarak veya yıpranarak tasarlandığı verimden daha kötü performans göstermesi sebebi ile artan güç talebinin karşılanması gerektiği dikkate alınmalıdır.
- Motorun çalıştığı ortamın deniz seviyesinden yüksekliği veya ortamın sıcaklığından dolayı motor veriminin düşmesi göz önünde bulundurulmalıdır [32].

1.5.2.1. Damacana Pompasının Damacana Üzerinde Kullanılması Durumunda Toplam Motor Gücünün Hesabı

Damacana Pompasının damacana üzerinde kullanılması durumunda sistem için şematik gösterim Şekil 9'da verilmiştir. Damacana pompasının bu kullanım durumu altında paralel bağlı iki özdeş küçük diyaframlı pompa için toplam motor gücü hesabı yapılmıştır.



Şekil 9. Pompa sistemi için şematik gösterim (ölçüler mm'dir)

Hesaplamalar için bazı kabuller yapılmıştır. Bunlar aşağıya sıralanmıştır.

- Bütün sıvılar, bir dereceye kadar sıkıştırılabilir yani, yoğunluk basınç ya da sıcaklık sebebi değişiklikleri de kapsamaktadır. Bununla birlikte, birçok durumda basınç ve sıcaklık değişikliklerinin yoğunluk üzerindeki etkisi ihmal edilebilir şekilde yeterince küçüktür. Bu durumda akım bir sıkıştırılmaz akış olarak modellenebilir. Boru boyunca akış daimi ve sıkıştırılmaz olarak kabul edilir [12]. ($m_g - m_c = 0$, $\rho_1 = \rho_2$).
- Şekil 9'da verilen sistem için 1 ve 2 noktası atmosfere açıktır bundan dolayı bu noktalardaki basınçlar 1 bar basınca eşit alınmıştır ($P_1 = P_2 = P_{\text{atmosfer}} = 100000 \text{ Pa}$).
- Damacana'daki su için kinetik enerji sıfır kabul edilmektedir çünkü 1 noktasında akışkan hareketsizdir ($C_1 = 0$, su durgundur).
- Pompanın çalıştırıldığı ortamın sıcaklığı kritik durum olması için 4°C kabul edilmektedir. ($T_{\text{oda}} = 4^\circ\text{C}$)
- Pompa üzerinde boyu 22 cm olan sürahi kullanıldığı varsayılmıştır.
- Pompa borusu olarak et kalınlığı 2 mm olan 6 mm çaplı gıda sınıfı silikon boru kullanılmıştır.
- Pompa musluğu olarak 7 mm çaplı paslanmaz çelik boru kullanılmıştır.
- Damacana içerisinde 3 cm yüksekliğinde su bulunduğu varsayılmıştır.

- Damacana pompasındaki küçük diyaframlı pompaların toplam sağladığı hacimsel su debisi 2,5 l/dk olarak alınmıştır.(Q= 2,5 l/dk)
- Damacana pompasının gıda sınıfı silikon borusunun uzunluğu 0,9 m, paslanmaz çelik borunun uzunluğu ise 0,34267 m olarak belirlenmiştir.
- Pompaları paralel bağlamaya yarayan aparat kanal çapı 8 mm olarak tasarlanmıştır.

Pompa motorunun gücü (8) eşitliği ile hesaplanmaktadır fakat burada manometrik basma yüksekliği (H_m) bilinmemektedir. Manometrik basma yüksekliği Şekil 9'da ifade edilen sistem için 1 ve 2 noktaları arasında enerjinin korunumu prensibi uygulanarak bulunur. 1 ve 2 noktaları arasında enerjinin korunumu prensibi eşitlik (3)'den yararlanılarak şu şekilde yazılır:

$$\frac{P_1}{\rho} + \frac{C_1^2}{2g} + z_1 + H_m = \frac{P_2}{\rho} + \frac{C_2^2}{2g} + z_2 + h_{k(1-2)}$$

Burada $P_1 = P_2 = 1$ bar, $C_1 = 0$, $z_1 = 0$ ve $z_2 = 0,94$ m olduğundan dolayı bu ifade şu şekilde yazılır:

$$H_m = \frac{C_2^2}{2g} + 0,94 + h_{k(1-2)}$$

İlk olarak suyun çıkış yeri olan 2 noktasındaki akışkan hızı hesaplanırsa:

$$Q = 2,5 \text{ lt/dak} = 0,0025 \cdot 60 = 4,16666 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$$

Debi eşitliği kullanılırsa:

$$Q = C \cdot A; \quad A = (\pi \cdot d^2)/4 = (\pi \cdot 0,006^2)/4 = 2,8274333 \times 10^{-5} \text{ m}^2$$

$$C = Q/A = (4,16666 \times 10^{-5}) / (2,8274333 \times 10^{-5}) = 1,47365453 \text{ m/s}$$

1 ve 2 arasındaki toplam kayıplar ($h_{k(1-2)}$) (4) eşitliği ile hesaplanırsa:

$$h_{k(1-2)} = (h_{\text{sürtünme}(1-2)} + h_{\text{yerel}(1-2)})$$

İlk olarak sürekli kayıplar (6) eşitliliği ile hesaplanırsa:

$$h_{\text{sürtünme}(1-2)} = f \frac{L}{D} \frac{C_{ort}^2}{2g}$$

Burada sürekli basınç kayıp katsayısı (f) değeri akışın Re ve bağlı pürüzlülüğe göre, Moody diyagramından alınabileceği gibi literatürde mevcut ampirik bağıntılar kullanılarak da bulunabilir [31]. İlk olarak f değerini belirlemek amacıyla akış için Re hesaplanır. Reynolds sayısı aşağıda belirtilen formül ile hesaplanmaktadır. Bu eşitlikte D boru çapını(m), ν suyun kinematik viskozitesini (m^2/s) göstermektedir [9].

$$Re = C \cdot D / \nu \quad (15)$$

Suyun kinematik viskozitesi Tablo 2'den yararlanılarak belirlenebilir. 1 bar basınç ve 4°C için tablo verileri arasında interpolasyon yapılırsa, suyun kinematik viskozitesi (ν) $1,5932 \times 10^{-6} m^2/s$ olarak belirlenmiştir.

Tablo 2. Su fiziksel özellikleri [33]

SICAKLIK	MUTLAK BASINÇ	ÖZGÜL KÜTLE	ÖZGÜL ISI	İLETİM KATSAYISI	DİNAMİK VİSKOZİTE	KİNEMATİK VİSKOZİTE
T	P	ρ	c_p	λ	$\mu \cdot 10^6$	$\nu \cdot 10^6$
[°C]	[bar]	[kg/m ³]	[kcal/kg°C]	[kcal/mh°C]	[kgs/m ²]	[m ² /s]
0	1	999.8	1.0074	0.475	182.7	1.762
10	1	999.7	1.0013	0.497	133.3	1.340
20	1	999.2	0.9987	0.514	102.2	1.004
30	1	995.7	0.9980	0.528	81.3	0.801
40	1	992.2	0.9980	0.540	66.5	0.658

$$Re = (1,47365453 \times 0,006) / (1,5932 \times 10^{-6}) = 5549,7911$$

Hesaplanan Re, 4000'den daha büyük olduğu için akış türbülanslıdır [34]. Sürekli basınç kayıp katsayısını (f) belirlemek için Moody diyagramı kullanılmıştır ve bu nedenle sistem için bağıl pürüzlülük değerleri hesaplanmıştır. Bağıl pürüzlülük aşağıdaki (16) eşitliği aracılığıyla belirlenmiştir. Bu eşitlikte ϵ bağıl pürüzlülüğü, k boru iç yüzey mutlak pürüzlülüğünü(mm) ve D ise boru çapını(mm) ifade etmektedir [34].

$$\epsilon = k/D \quad (16)$$

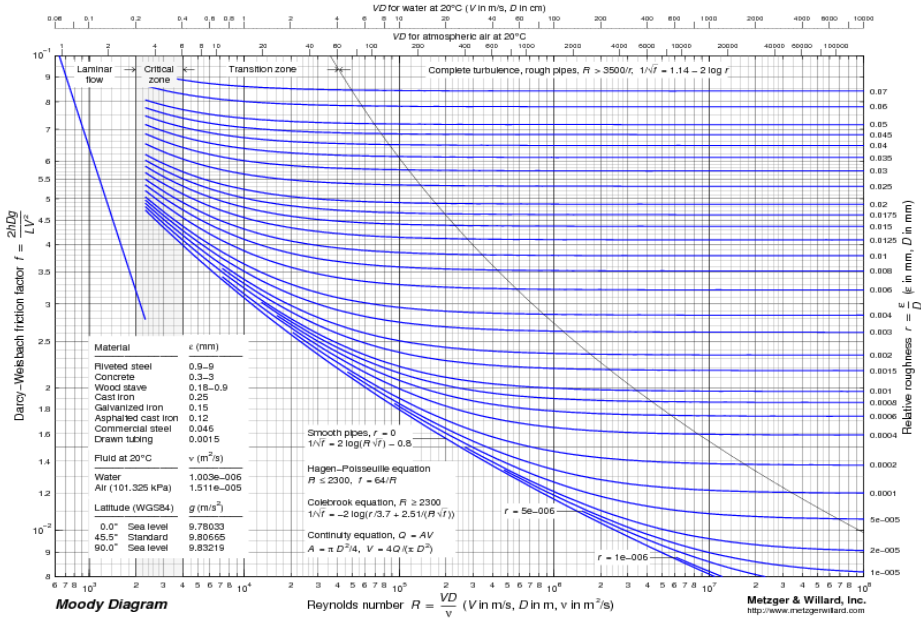
Silikon boru ve paslanmaz çelik boru için mutlak pürüzlülük değerleri 0,0015 mm olarak Tablo 3'den alınmıştır. İki borunun da iç yüzey mutlak pürüzlülükleri aynı olduğundan tek bağıl pürüzlülük elde edilmiştir.

Tablo 3. Boruların mutlak pürüzlülük değerleri [34]

Boru tipi	Mutlak pürüzlülük (k, mm)
Çeşitli perçinli çelik	0.9-9.0
Beton	0.3-3.0
Ahşap (oyma ağaç)	0.18-0,9
Dökme demir	0,26
Galvanizli demir	0,15
Çelik ve dövme demir	0,045
Çekme çelik, pirinç, kurşun	0,0015
Cam, plastik	0-0.0015

Silikon ve paslanmaz çelik musluk için musluk bağıl pürüzlülük:

$$\epsilon = k/D = 0,0015/6 = 2,5 \times 10^{-4}$$



Şekil 10. Moody diyagramı

Şekil 10'da verilen Moody diyagramı kullanılarak $Re=5549,7911$ ve $\epsilon=2,5 \times 10^{-4}$ bağıl pürüzlülük için sürekli basınç kayıp katsayısı 0,038 olarak belirlenmiştir.

Teknik çizimi EK 1'de verilen pompaları paralel bağlamaya yarayan parçada da bir miktar sürekli kayıp oluşmaktadır. Bu parçada oluşan sürekli kayıp önceki hesaplardaki gibi hesaplanmıştır. Parça için yapılan sürekli kayıp hesabı aşağıda verilmiştir. Pompa debisi değişmediğinden dolayı debi eşitliğinden yararlanılmıştır.

Debi eşitliği kullanılırsa:

$$Q = C_a \cdot A_a; \quad A_a = (\pi \cdot d^2)/4 = (\pi \cdot 0,008^2)/4 = 5,0265482 \times 10^{-5} \text{ m}^2$$

$$C_a = Q/A_a = (4,16666 \times 10^{-5}) / (5,0265482 \times 10^{-5}) = 0,828932002 \text{ m/s}$$

Parçadaki akış için Re hesaplanırsa:

$$Re = C.D/ v$$

$$Re = (0,82893200 \cdot 0,008)/(1,5932 \times 10^{-6}) = 4162,35$$

Hesaplanan Re, 4000'den daha büyük olduğu için akış türbülanslıdır [34]. Pompaları paralel bağlama aparatı için mutlak pürüzlülük değerleri 0,0015 mm olarak Tablo 3'den alınmıştır.

Pompaları paralel bağlamaya yarayan aparat için bağlı pürüzlülük:

$$\epsilon = k/D = 0,0015/8 = 1,875 \times 10^{-4}$$

Şekil 10'da verilen Moody Diyagramı kullanılarak $Re=4162,35$ ve $\epsilon=1,875 \times 10^{-4}$ bağlı pürüzlülük için sürekli basınç kayıp katsayısı 0,041 olarak belirlenmiştir

Sistem için toplam sürekli kayıplar hesaplanırsa:

$$h_{\text{sürtünme}(1-2)} = f \frac{L C^2}{D 2g}$$

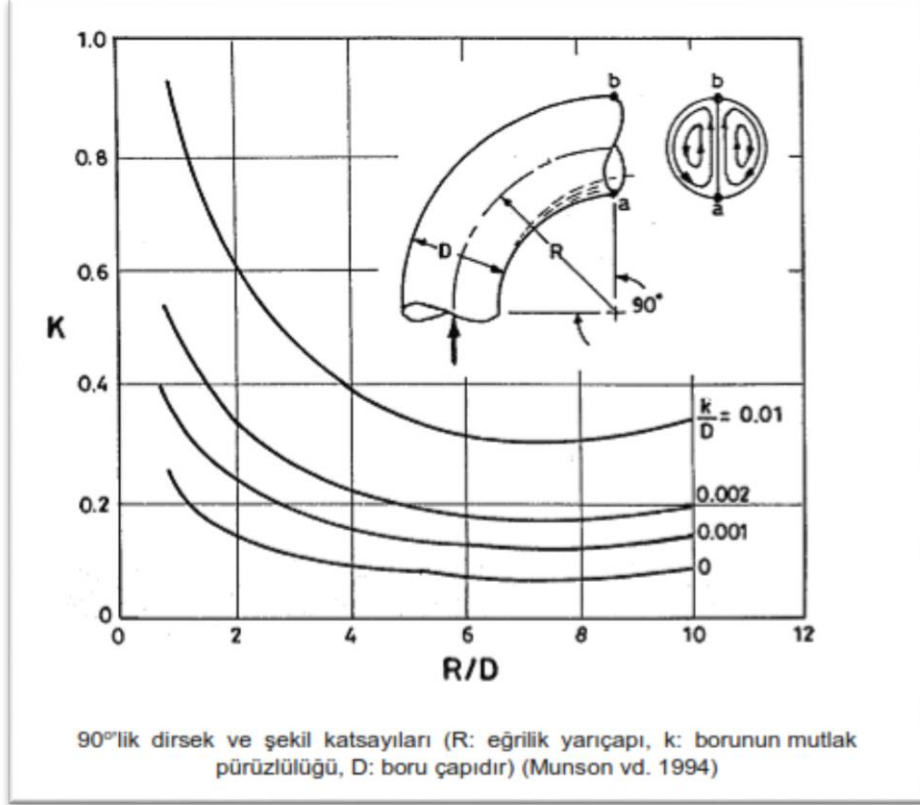
Silikon boruların toplam uzunluğu 0,9 m, paslanmaz çelik musluğun uzunluğu 0,34267 m ve pompaları birbirine bağlayan aparatın kanalının uzunluğu 0,08 m olarak belirlenmiştir

$$h_{\text{sürtünme}(1-2)} = 0,038 \frac{1,24267 (1,47365453)^2}{0,006 \cdot 2(9,81)} + 0,041 \frac{0,08 (0,828932002)^2}{0,008 \cdot 2(9,81)} =$$

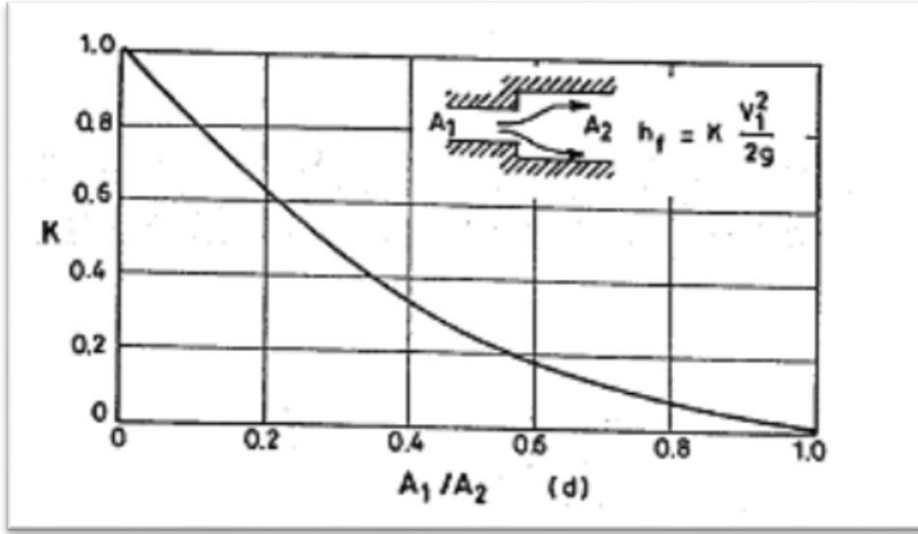
$$= h_{\text{sürtünme}(1-2)} = 0,871125093 + 0,014358949 = 0,885484042 \text{ m}$$

Yerel kayıplar (7) eşitliği ile hesaplanırsa:

$$h_{yerel(1-2)} = K_K \frac{c^2}{2g}$$



Şekil 11. Dirsekler için yerel kayıp katsayısı



Şekil 12. Ani genişleme için yerel kayıp katsayısı

Burada yerel kayıp katsayısı(K_k) Şekil 11'de verilen grafik kullanılarak paslanmaz çelik boru için ($R/d = 2,33$ ve $k/d \cong 0,002$ alınarak) $0,3$ ve 45° 'lik geçiş için $0,2$ olarak belirlenip kullanılmıştır. Aynı grafik kullanılarak silikon boru için yerel kayıp katsayısı $0,28$ olarak belirlenmiştir. Ayrıca sistemde, pompaları paralel bağlamada kullanılan aparattan dolayı bir kol ayrılma ve bir kol birleşme durumu mevcuttur. Kol ayrılma ve kol birleşme durumları için yerel kayıp katsayısı 1 olarak kullanılmıştır. Sistemde tds metrenin alıcılarının olduğu bölümde bir ani genişleme ve bir de ani daralma durumu mevcuttur. Ani daralma ve ani genişleme için yerel kayıp katsayıları Şekil 12'de verilen grafik kullanılarak $A_1/A_2 = 0,5625$ için $0,2$ olarak belirlenmiştir.

Toplam yerel kayıplar hesaplanırsa:

$$\sum h_{yerel(1-2)} = \sum K_K \frac{c^2}{2g} = 0,3 \frac{(1,47365453)^2}{2(9,81)} + 3,0,2 \frac{(1,47365453)^2}{2(9,81)} + 0,28 \frac{(1,47365453)^2}{2(9,81)}$$

$$= 0,130609381 \text{ m}$$

Toplam kayıplar hesaplanırsa:

$$h_{k(1-2)} = h_{sürtünme(1-2)} + h_{yerel(1-2)} = 0,885484042 + 0,130609381 = 1,0160934 \text{ m}$$

Manometrik basma yüksekliği hesaplanırsa:

$$H_m = \frac{c_2^2}{2g} + 0,94 + h_{k(1-2)} = \frac{(1,47365453)^2}{2(9,81)} + 0,94 + 1,0160934 = 2,06677933 \text{ m}$$

Pompa mil gücü (8) eşitliği ile hesaplanırsa:

$$P = (\rho \times Q \times g \times H_m) / (\eta) \text{ [W]}$$

Burada pompaların paralel bağlanma durumu için 2,06677933 m basma yüksekliği ve $4,16666 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$ debi sağlamak amacıyla 2 adet birbirinin özdeşi olan ticari uygun pompa seçimi yapılır fakat damacanaya uygun pompaların çalışma verimleri farklılık göstermektedir. Seçilen pompa 2,06677 m basma yüksekliğine ve en az $2,08333 \cdot 10^{-5}$ debiye sahip olması gerekmektedir. Bu durumda pompa mil gücü seçilen pompanın verime bağlı olarak değişmektedir. Sistemde verimi en az 0,35 olan bir pompa kullanılması durumunda pompa mil gücü hesaplanırsa: (1 bar mutlak basınç ve 4°C sıcaklık için suyun yoğunluğu (ρ) $999,76 \text{ kg/m}^3$ 'tür [33].)

Emniyet payı için pompa verimi 0,05 düşürülürse:

$$P = (999,76 \times 2,08333 \cdot 10^{-5} \times 9,81 \times 2,06677933) / (0,3) = 1,407653 \text{ W}$$

Pompa motor gücü hesaplanırsa:

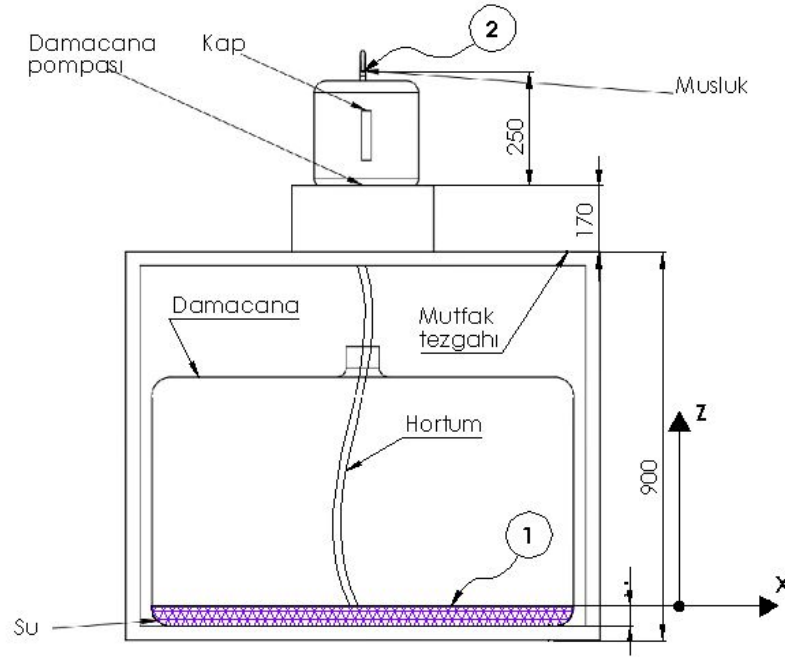
$$P_m = \alpha \times P$$

α katsayısı Tablo 1'den 1,4 olarak alınır:

$$P_m = 1,4 \times 1,407653 = 1,9707145 \text{ W}$$

1.5.2.2. Damacana Pompasının Tezgâh Üzerinde Kullanılması Durumunda Motor Gücünün Hesabı

Pompanın damacana üzerinde kullanılması durumunda motor gücünün hesabında yapılan kabuller bu hesaplama için de yapılmıştır fakat silikon boru uzunluğu 1,1 m alınmıştır. Damacana Pompasının tezgâh üzerinde kullanılması durumunda sistem için şematik gösterim Şekil 13’de verilmiştir.



Şekil 13. Pompa sistemi için şematik gösterim(ölçüler mm'dir)

Pompa damacana üzerinde kullanırken yapılan hesaplar bu bölümde de aynı şekilde tekrarlanmıştır. İlk olarak 1 ve 2 noktaları arasında enerjinin korunumu prensibi eşitlik (3)'den yararlanılarak şu şekilde yazılır:

$$\frac{P_1}{\rho} + \frac{C_1^2}{2g} + z_1 + H_m = \frac{P_2}{\rho} + \frac{C_2^2}{2g} + z_2 + h_{k(1-2)}$$

Burada $P_1 = P_2 = 1 \text{ bar}$, $C_1 = 0$, $z_1 = 0$ ve $z_2 = 0,129 \text{ m}$ olduğundan dolayı bu ifade şu şekilde yazılır:

$$H_m = \frac{C_2^2}{2g} + 1,29 + h_{k(1-2)}$$

$$Q = 4,16666 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$$

Suyun silikon boru ve paslanmaz çelik musluktan geçerken hızı:

$$C = 1,47365453 \text{ m/s}$$

Suyun pompaları bağlayan aparattan geçerken hızı:

$$C_a = 0,828932002 \text{ m/s}$$

$$h_{k(1-2)} = (h_{\text{sürtünme}(1-2)} + h_{\text{yerel}(1-2)})$$

$$h_{\text{sürtünme}(1-2)} = f \frac{L}{D} \frac{C_{ort}^2}{2g}$$

Suyun silikon boru ve paslanmaz çelik musluktaki akışı için Re:

$$Re = 5549,7911$$

Suyun pompaları bağlayan aparatdaki akışı için Re:

$$Re = 4162,35$$

Silikon boru ve paslanmaz çelik musluk için bağıl pürüzlülük $2,5 \times 10^{-4}$, pompaları birbirine bağlayan aparat için ise bağıl pürüzlülük $1,875 \times 10^{-4}$ olarak belirlenmiştir. Silikon boru ve paslanmaz çelik musluk için sürekli kayıp katsayısı 0,038 olarak, pompaları birbirine bağlayan aparat için 0,041 olarak belirlenmiştir. Silikon boruların toplam uzunluğu 1,1 m, paslanmaz çelik musluğun uzunluğu 0,34267 m ve pompaları birbirine bağlayan aparatın kanalının uzunluğu 0,08 m olarak belirlenmiştir

Sistem için toplam sürekli kayıplar hesaplanırsa:

$$h_{\text{sürtünme}(1-2)} = 0,038 \frac{1,44267}{0,006} \frac{(1,47365453)^2}{2(9,81)} + 0,041 \frac{0,08}{0,008} \frac{(0,828932002)^2}{2(9,81)} =$$

$$h_{\text{sürtünme}(1-2)} = 1,011327254 + 0,014358949 = 1,025686203 \text{ m}$$

Toplam yerel kayıplar hesaplanırsa:

$$\sum h_{\text{yerel}(1-2)} = \sum K_K \frac{c^2}{2g} = 0,3 \frac{(1,47365453)^2}{2(9,81)} + 3,0,2 \frac{(1,47365453)^2}{2(9,81)} + 0,28 \frac{(1,47365453)^2}{2(9,81)}$$

$$\sum h_{\text{yerel}(1-2)} = 0,130609381 \text{ m}$$

Toplam kayıplar hesaplanırsa:

$$h_{k(1-2)} = h_{\text{sürtünme}(1-2)} + h_{\text{yerel}(1-2)} = 1,025686203 + 0,130609381 = 1,156295584 \text{ m}$$

Manometrik basma yüksekliği hesaplanırsa:

$$H_m = \frac{c_2^2}{2g} + 1,29 + h_{k(1-2)} = \frac{(1,47365453)^2}{2(9,81)} + 1,29 + 1,156295584 = 2,556982 \text{ m}$$

Pompa mil gücü (8) eşitliği ile hesaplanırsa:

$$P = (\rho \times Q \times g \times H_m) / (\eta) \text{ [W]}$$

Burada pompaların paralel bağlanma durumu için 2,556982 m basma yüksekliği ve $4,16666 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$ debi sağlamak amacıyla 2 adet birbirinin özdeşi olan ticari uygun pompa seçimi yapılır fakat damacanaya uygun pompaların çalışma verimleri farklılık göstermektedir. Seçilen pompa 2,556982 m basma yüksekliğine ve en az $2,08333 \times 10^{-5}$ debiye sahip olması gerekmektedir. Bu durumda pompa mil gücü seçilen pompanın verime bağlı olarak değişmektedir. Sistemde verimi en az 0,35 olan bir pompa kullanılması durumunda pompa mil gücü hesaplanırsa: (1 bar mutlak basınç ve 4°C sıcaklık için suyun yoğunluğu (ρ) $999,76 \text{ kg/m}^3$ 'tür [33].)

Emniyet payı için pompa verimi 0,05 düşürülürse:

$$P = (999,76 \times 2,08333 \times 10^{-5} \times 9,81 \times 2,556982) / (0,3) = 1,741523 \text{ W}$$

Pompa motor gücü hesaplanırsa:

$$P_m = \alpha \times P$$

α katsayısı Tablo 1'den 1,4 olarak alınır:

$$P_m = 1,4 \times 1,407653 = 2,438132 \text{ W}$$

Damacana pompasının tezgah üzerinde kullanılması durumunda pompanın damacana üzerinde kullanılmasına göre daha çok güce ihtiyacı olduğu sonucuna varılmıştır. Bu durumda 2,556982 m basma yüksekliği ve en az $2,08333 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$ debi için 2 adet birbirinin özdeşi olan ticari uygun pompa seçimi yapılmıştır. Bu bağlamda pompaların paralel bağlama durumu için debi ve basma yüksekliğinde oluşabilecek kayıplar da göz önüne alınarak sistemde $2,3333 \times 10^{-5} - 2,666 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$ debiye, 2,5 W mil gücüne ve en az %35 verime sahip 2 adet özdeş pompa kullanılmıştır.

1.5.3. Batarya Hesabı ve Tasarımı

Motorun ve diğer bileşenlerin talep ettiği gücü destekleyecek şekilde batarya seçimi yapılmıştır. Elektrikli damacana pompaları enerjiyi alma yönlerine göre şebeke ile beslenen damacana pompaları (Adaptörlü) ve bataryalı damacana pompaları (Şarjlı) olmak üzere 2' ye ayrılmaktadır. Burada şarjlı damacana pompaları için hesap yapılmıştır.

1.5.3.1 Batarya Kapasitesi Hesabı

Elektrik motoru verimini düşüren sebepler genel olarak motor içi enerji kayıplarında meydana gelmektedir. Bu kayıpların ana nedenleri, manyetik demir nüve kayıpları, stator sargı direncin kayıpları, rotor sargı direncin kayıpları, alüminyum enjeksiyonlu rotor direncin kayıpları, sürtünme kayıpları, hava ve mekanik sürtünme kayıpları olarak ifade edilebilir [35]. Motor gücü hesabında bulunan değer ve motor içi enerji kayıpları göz önüne alınarak hesaplar yapılmıştır. Hesaplamalar sonucunda pompaların toplam elektriksel gücü

5 W olarak hesaplanmıştır. Anma gerilimi 12 V olan bu motor için eşitlik (16) kullanılarak en az kaç amper gerektiği belirlenirse:

$$I = \frac{P}{V} = \frac{5W}{12V} = 0,4166A = 416,667mA$$

Batarya kapasitesi aşağıda verilen (17) eşitliği ile hesaplanmaktadır. Burada BK, batarya kapasitesini (mAh), I şarj akımını (mA) ve ŞS şarj süresini (saat) ifade etmektedir [36,37].

$$\frac{BK(mAh)}{I(mA)} \times 1.5 = \text{ŞS}(h) \quad (17)$$

Yeni bir li-on pilin 8 saat şarj edilmesini salık veren kullanım talimatları eski nikel bataryalar döneminden kalma “modası geçmiş” bir alışkanlıktır. Bataryanın günlük hayatın şartlarına uygun olması için 6 saatte tam dolum için batarya kapasitesi hesaplanırsa [38]

$$\frac{BK(mAh)}{416,667mA} \times 1.5 = 6\text{saat}(h)$$

Batarya Kapasitesi = 1666,668mAh bulunur.

Sistemde, pompanın daha uzun bir kullanım süresi sunması amacıyla toplamda 3000 mAh elektriksel yüke sahip 2 adet şarj edilebilir pil kullanılmıştır.

1.6. Çevresel Etki Değerlendirmesi

Elektronik tuş kontrolü sayesinde suyun taşması engellenerek su israfının önüne geçilmesi sağlanmıştır.

Elektrikli damacana pompasının TDS özelliği sayesinde kullanıcıların içtikleri su hakkında bilgi sahibi olması sağlanmıştır.

Elektrikli damacana pompası elektrik ile çalıştığından dolayı elle damacana pompalarına göre elektrik tüketiminin artmasına neden olmaktadır.

Suya doğrudan temas eden pompa ve pompa parçalarının temizliği yapılmadığında havada ve ortamda bulunan mikroorganizmalar, kokular ve ya yabancı maddeler pompa üzerinde birikip suya bulaşacaktır [39]

1.7. Maliyet Hesabı

Sistemin toplam maliyeti Tablo 4’de gösterilmiştir.

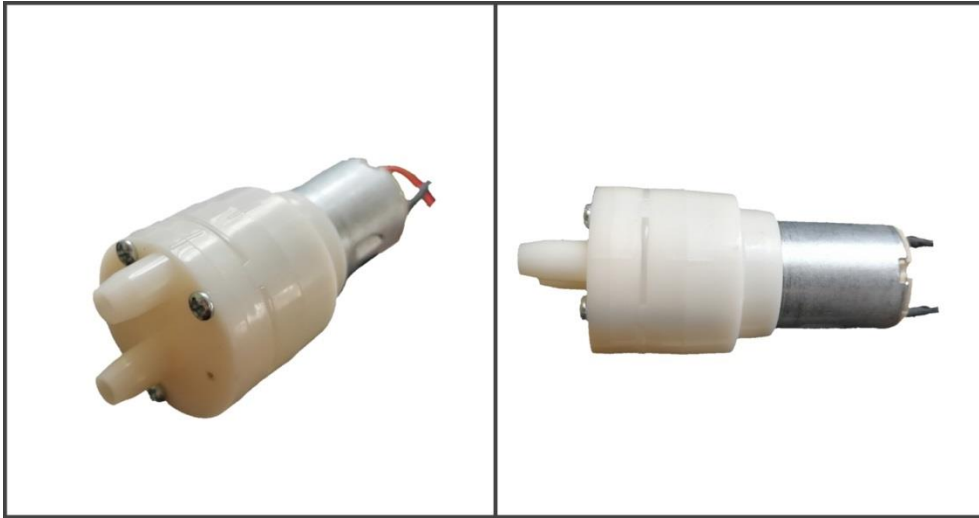
Tablo 4. Maliyet hesabı

DONANIM	ÖZELLİK	FİYAT
Pompa	Diyaframlı	65 TL
Musluk	Paslanmaz Çelik	35 TL
Pil(Batarya)	18650 3000mAh kapasite	50 TL
Gövde(3D Baskı)	ABS	300 TL
Devre Kartları	-	50 TL
Dijital Ekran	-	50 TL
TDS Ölçer	-	20 TL
Buton Altı Parçası	-	20 TL
Su Borusu	Gıda sınıfı plastik	23 TL
USB Şarj Soketi	-	60 TL
Diğer Maliyetler	-	129 TL
Toplam Maliyet	-	802 TL

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

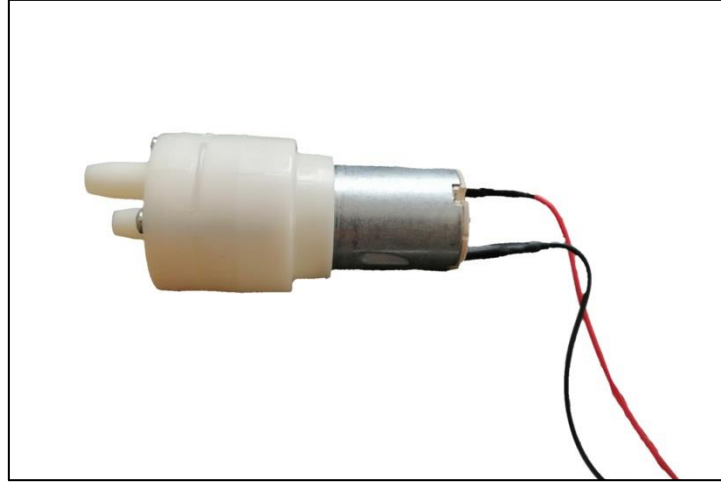
2.1. Pompa için Yapılan Çalışmalar

Damacana pompası tasarımında debiyi ve uygun gücü sağlamak için 2 adet özdeş küçük elektrikli diyaframlı pompa kullanılmıştır. Pompalar DC 12 V ile çalışmaktadır. Sistemde kullanılan diyaframlı pompanın görüntüsü Şekil 14’de, teknik çizimi ise EK 2’de verilmiştir. Kullanılan pompanın giriş ve çıkış çapları 6 mm olduğundan dolayı sistemde boru çapı 6 mm tutulmaya çalışılmış olup boru içi akışta kayıplara neden olabilecek genişlemelerin ve daralmaların önüne geçilmeye çalışılmıştır.



Şekil 14. Damacanalarda kullanılan diyaframlı pompa

Pompaların uçlarına lehimleme yolu ile kablo bağlanıp bu kablolar su geçirmezlik adına plastik malzemeyle sarılmıştır. Bu işlem sonrası pompa görüntüsü Şekil 15’de verilmiştir.



Şekil 15. Yapılan işlemler sonrası diyaframlı pompa

Görüntüsü Şekil 16’da verilen pompaları paralel bağlama aparatı gıda sınıfı plastik malzemedan üretilmiş olup pompaları bağlamakta kullanılmıştır. Pompalar aparata takılmadan önce pompaların uçlarına silikon contalar yerleştirilmiştir. Bu contaların görüntüsü Şekil 17’de verilmiştir.

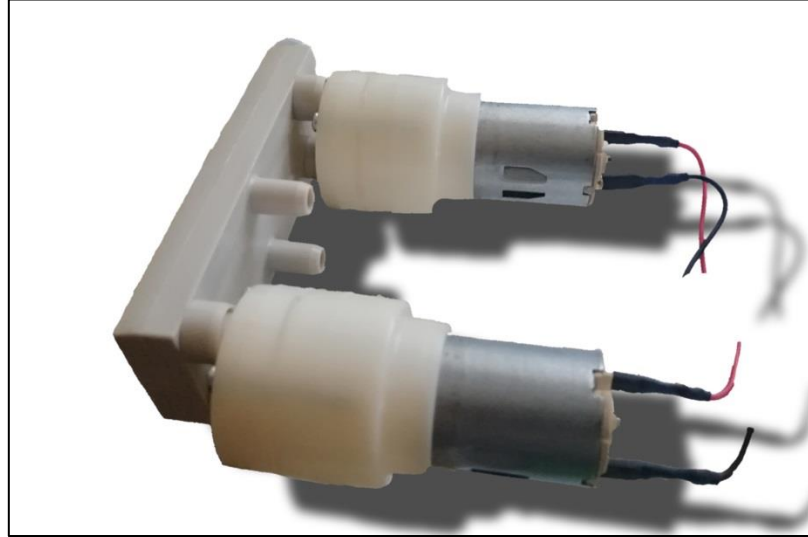


Şekil 16. Diyaframlı pompaları paralel bağlama aparatı

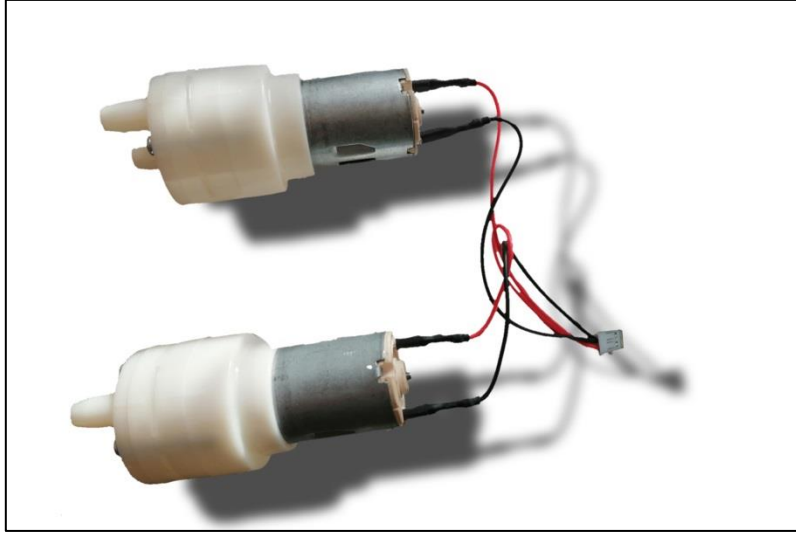


Şekil 17. Diyaframlı pompaları paralel bağlamakta kullanılan conta

Pompaların aparata bağlandıktan sonraki görüntüsü Şekil 18’de verilmiştir. Pompa kabloları uçları bir adet 2 pinli mini soket bağlanmıştır. Bu işlem sonrası pompa görüntüsü Şekil 19’da verilmiştir.



Şekil 18. Diyaframlı pompaların paralel bağlama aparatına montajı

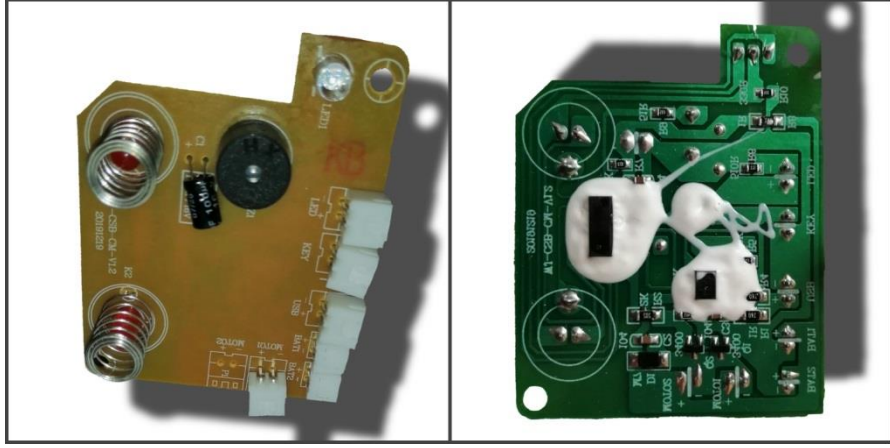


Şekil 19. Damacana pompasında kullanılan diyaframlı pompa

2.2. Pompanın Elektronik Bileşenleri için Yapılan Çalışmalar

Damacana pompası elektronik ve bataryalı olarak tasarlanmıştır. Böylelikle, şebeke ile beslenen damaca pompalarına kıyasla konutlarda ve iş merkezlerinde elektrik kesintisi olduğunda su ihtiyacı kolaylıkla karşılanabilir. Ayrıca damacana'yı elektrik kaynağının yakınına konumlandırma zorunluluğu ortadan kaldırılmıştır. Elle (mekanik) damacana pompalarının sahip olduğu dezavantajlar ortadan kaldırılmıştır.

Damacana pompasının yönetimi ve kontrolü elektronik devre kartı ile sağlanmıştır. Pompada kullanılan elektronik devre kartının görüntüsü Şekil 20'de verilmiştir. Bu elektronik devre kartı sayesinde akıtılmak istenen su miktarı ayarlanabilmektedir. Elektronik devre kartında 2 adet yaylı (dokunmatik) buton 4 adet led ve pil ve motorların bağlantılarını sağlayan portlar bulunmaktadır.

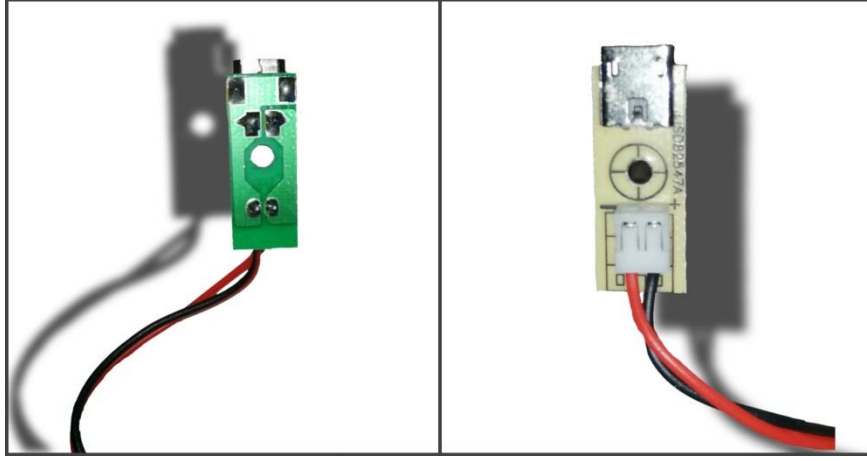


Şekil 20. Damacana pompasında kullanılan elektronik devre kartı

Damacana pompasına enerji kaynağı olarak 3000mAh kapasiteye 3,7 V gerilime 5,55W güce sahip 2 adet şarj edilebilir pil kullanılmıştır. Kullanılan pilin yüksek elektriksel yüke sahip olması sayesinde pompaya uzun bir kullanım süresi kazandırılmıştır. Sistemde kullanılan şarj edilebilir pilin görüntüsü Şekil 21’de verilmiştir. Damacana pompasındaki bataryaların şarj edilmesini sağlamak amacıyla sistemde micro USB type B girişe sahip ayrı bir elektronik devre kartı kullanılmıştır. Bu giriş sayesinde konutlarda ve iş merkezlerinde bulunan telefon şarj adaptörleri ile pompa şarj edilebilmektedir. Bu elektronik devre kartının görüntüsü Şekil 22’de verilmiştir.

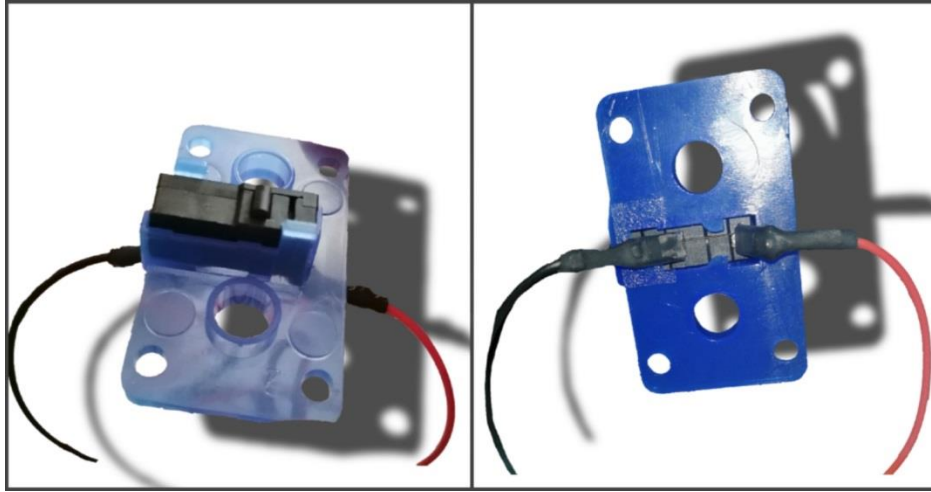


Şekil 21. Damacana pompasında kullanılan şarj edilebilir pil



Şekil 22. Damacana pompasında kullanılan micro USB type B girişli elektronik devre kartı

Pompanın üzerine bir kap yerleştirildiğinde su akışı sağlamak amacıyla mekanik bir buton sisteme eklenmiştir. Bu mekanik buton sayesinde damacana pompasının kullanan kişi hiç bir tuşa basmadan su ihtiyacı karşılayabilmektedir. Bu mekanik buton, teknik çizimi EK 3’de verilen buton altı parçasına montajlanmıştır. Bu mekanik butonun uçlarına lehimleme ile kablo bağlantısı yapıp suya karşı koruma amaçlı etrafı plastik malzeme ile sarılmıştır. Bu işlemler sonrası buton görüntüsü Şekil 23’de verilmiştir.



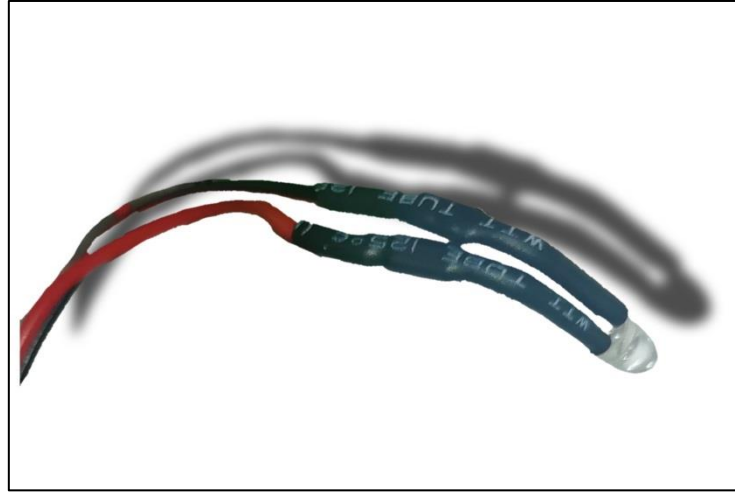
Şekil 23. Mekanik buton ve buton altı parçası bağlantısı

Damacana pompasının mekanik butonunun üzerine bir kap koyulduğunda yanabilen bir mavi led sisteme eklenmiştir. Bu mavi led sayesinde pompanın ışık alamayan ortamlarda da kullanılması sağlanmıştır. Görüntüsü Şekil 24’de verilen bir mavi led uçlarına lehimleme

ile kablo bağlanıp kabloların etrafı plastik malzeme ile sarılmıştır. Bu işlem sonrası ledin görüntüsü Şekil 25’de verilmiştir.

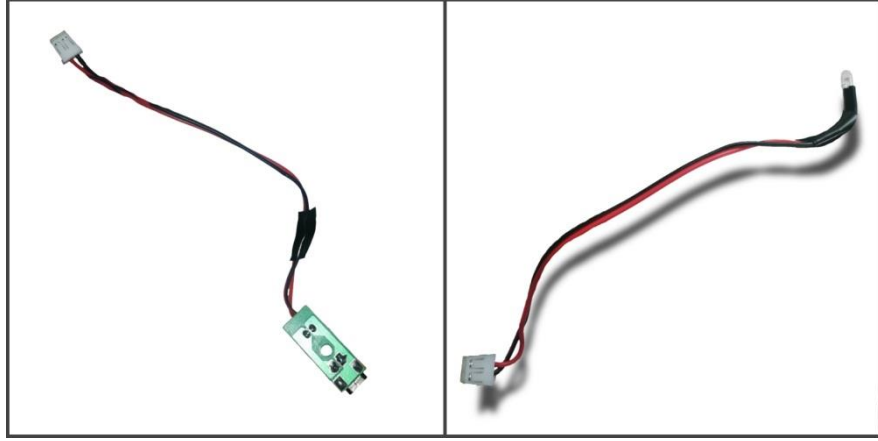


Şekil 24. Mavi led



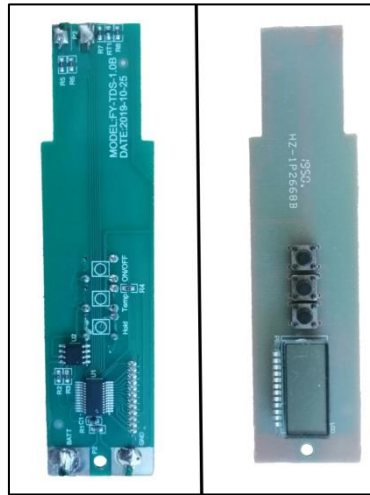
Şekil 25. Yapılan işlemler sonrası mavi led

Mavi ledin, şarj edilebilir pilin, mekanik butonun ve şarj girişi devre kartının kablolarının uçlarına birer adet 2 pinli mini soket bağlanmıştır. Bu işlem sonrası şarj girişi devre kartı ve mavi ledin görüntüsü Şekil 26’da verilmiştir.

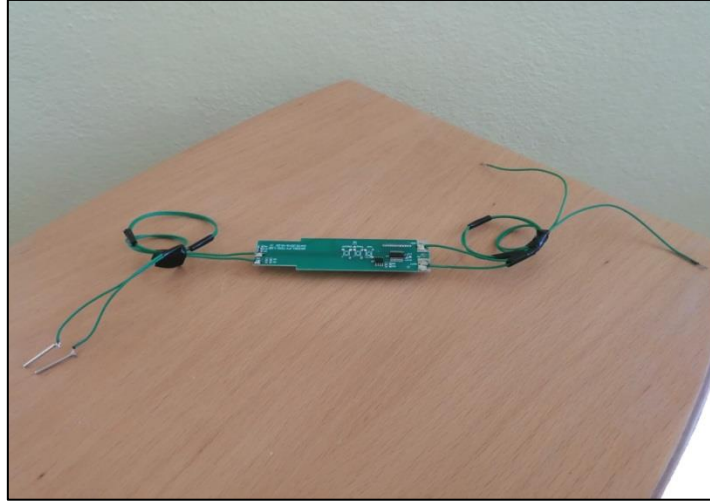


Şekil 26. Şarj girişi devre kartı ve mavi led

Damacanadaki suyun kalitesini ölçmek için bir TDS metre pompa sistemine eklenmiştir. TDS metrenin görüntüsü Şekil 27’de verilmiştir. TDS metrenin alıcı uçlarına ve enerji girişi uçlarına lehimleme ile elektrik kablosu bağlanmıştır. TDS metrenin alıcı propları devreye lehimli kablolara lehim ile bağlanmıştır. Bu işlemler sonrası TDS metre görüntüsü Şekil 28’de verilmiştir.



Şekil 27. TDS metre

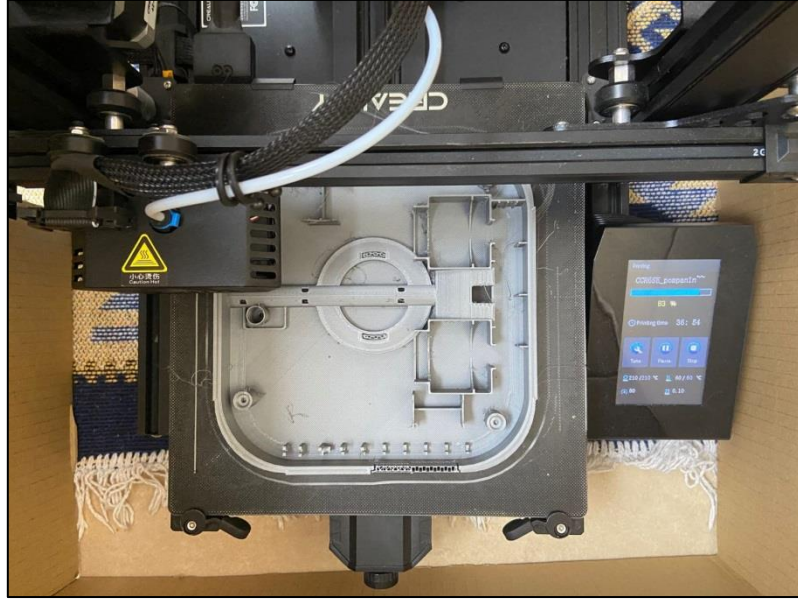


Şekil 28. Yapılan işlemler sonrası TDS metre

2.3. Gövde için Yapılan Hesaplamalar ve Tasarım

Gövde, içine bir TDS metre yerleştirilebilecek şekilde tasarlanmıştır. TDS metre aracılığı ile damacnadaki suyun içindeki tuz, mineral, metal gibi katı çözünmüş maddelerin oranı ölçülebilmektedir [28]. Damacananın bu özelliği sayesinde kullanıcılar içtikleri su hakkında fikir sahibi olabileceklerdir. Ayrıca TDS metre aracılığı ile damacnadaki suyun sıcaklığı ölçülebilir.

Tasarlanan pompa gövdesi alt kapağının teknik çizimi EK 4’de, pompa gövdesi üst kapağı teknik çizimi ise EK 5’de verilmiştir. Damacana pompasının altlığının teknik resmi ise EK 6’de verilmiştir. Bu tasarımla, olası bir düşme veya çarpma durumunda küçük diyaframlı pompaların ve diğer bileşenlerin bozulmasının önüne geçmek amaçlanmıştır. Gövdede diyaframlı pompaların ve pillerin etrafı sarılmıştır ve hareket etmeleri engellenmiştir. Altlık pompaya takılıp çıkartılabilir olarak tasarlanmıştır bu sayede pompa istenilirse damacana üzerinde değil istenilen herhangi bir yerde kullanılabilir. Tasarlanan pompa gövdesi alt ve üst kapağı ve pompa altlığı bir üç boyutlu yazıcı aracılığıyla gümüş renkli ABS plastik malzemeden üretilmiştir. Damacana pompasının gövdesinin alt kapağının 3 boyutlu yazıcı ile basım esnasındaki görüntüsü Şekil 29’da ve üst kapağının basım esnasındaki görüntüsü Şekil 30’da verilmiştir.



Şekil 29. Damacana pompası gövdesi alt kapağının üretimi



Şekil 30. Damacana pompası gövdesi üst kapağının üretimi

Sistemde kullanılan pompa gövdesi alt kapağının görüntüsü Şekil 31'de, pompa gövdesi üst kapağının görüntüsü Şekil 32'de ve pompa altlığının görüntüsü Şekil 33'da verilmiştir. Gövde üst kapağı üç boyutlu yazıcı tarafından yekpare olarak üretilmediğinden gövde üzerindeki çıkıntı yarı üretilip yerine epoksi yapıştırıcı ile yapıştırılmıştır. Bu işlem sonrası üst kapak görüntüsü Şekil 34'de verilmiştir. Gövde üst ve alt kapağı 4 adet M3 vida ile montajlanabilmektedir.



Şekil 31. Damacana pompası gövdesi üst kapağı



Şekil 32. Damacana pompası gövdesi alt kapağı

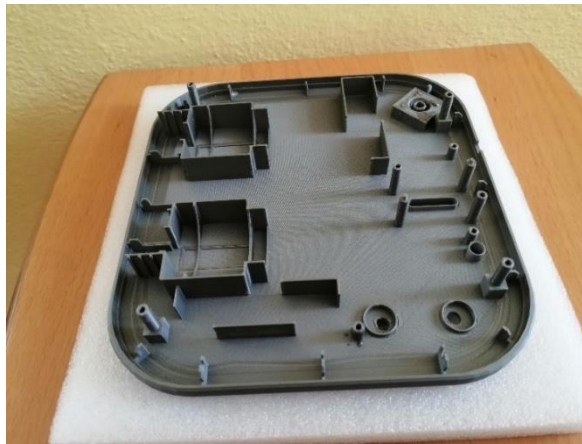


Şekil 33. Damacana pompası gövdesi altlığı



Şekil 34. Damacana pompası gövdesi üst kapağı

Damacana pompasının üst kapağı ışığı geçirmediğinden dolayı üst kapakta gerekli yerlere delikler açılmıştır. Bu işlem sonrası üst kapak görüntüsü Şekil 35’de verilmiştir.

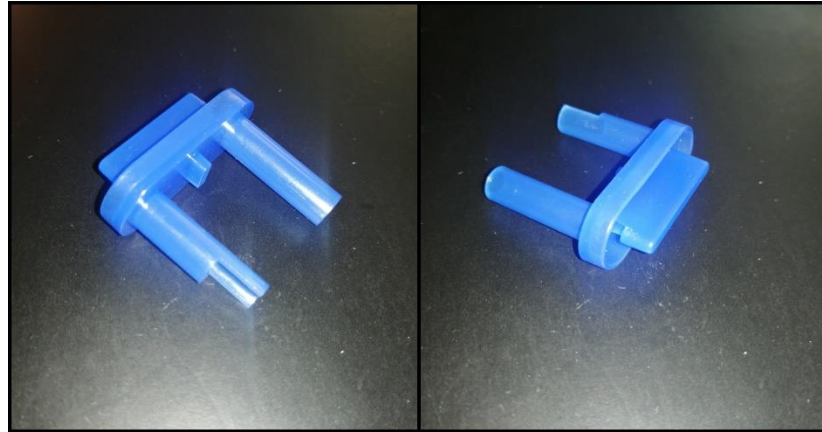


Şekil 35. Damacana pompası gövdesi altlığı

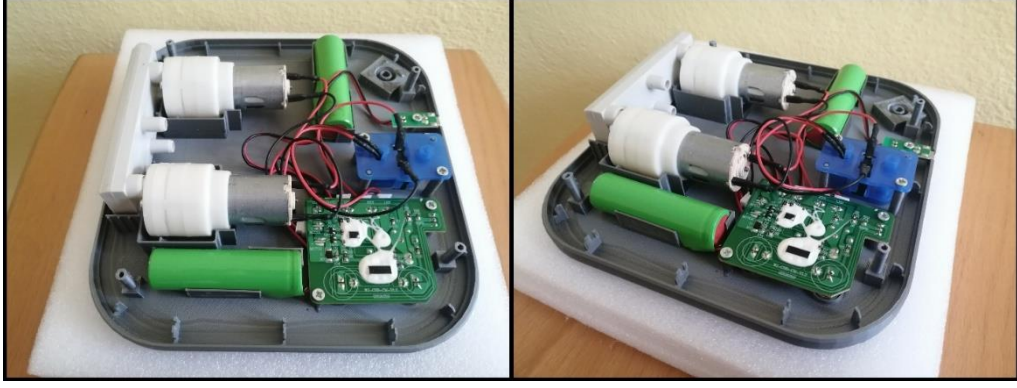
2.4. Montaj

Diyaframlı pompalar, paralel bağlama aparatına conta ile bağlanmıştır ve pompa gövdesi üst kapağında yerine yerleştirilmiştir. Elektronik devre kartı pompa gövdesi üst kapağına 2 adet M3 vida ile sabitlenmiştir. Mekanik buton üstü pompa üst kapağında yerine yerleştirilmiştir. Buton üstü parçasının görüntüsü Şekil 36'da, teknik çizimi ise EK 7 'de verilmiştir Mekanik buton ve buton altı parçası pompa gövdesi üst kapağına 2 adet M3 vida ile sabitlenmiştir. 2 adet şarj edilebilir pil pompa gövdesi üst kapağında pil yuvalarına yerleştirilmiştir. Mikro USB type B girişe sahip elektronik devre kartı pompa gövdesi üst kapağında yerine 1 adet M3 vida ile sabitlenmiştir. Mavi led buton üstü parçasının içine yerleştirilmiştir.

Elektronik parçaların soketleri devre kartında ilgili yerlere takılmıştır. Bu işlemler sonrası pompa iç yapısı görüntüsü Şekil 37'de verilmiştir. Görüntüsü Şekil 38'de verilen boru özel olarak tasarlanmıştır. Bu boru 6 mm ve 10 mm iç çaplarına sahip iki farklı gıda sınıfı silikon borunun birbirine iki adet rekor ile bağlanmasıyla elde edilmiştir. Bu özel tasarlanan boru aracılığıyla paralel bağlama aparatı ile pompa musluğu arasında su akışı sağlanmıştır. Kullanılan boru rekoru görüntüsü Şekil 39'da verilmiştir.



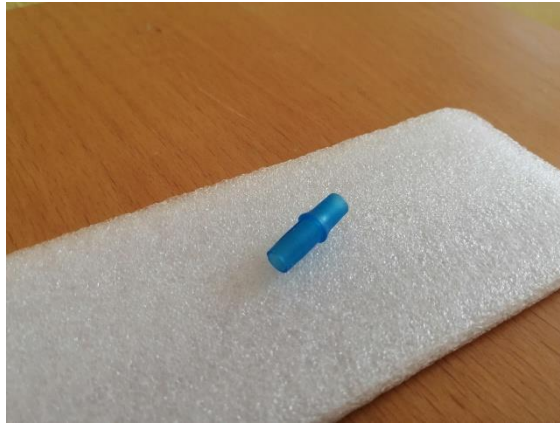
Şekil 36. Buton üstü parçası



Şekil 37. Pompa üst kapağı içyapısı

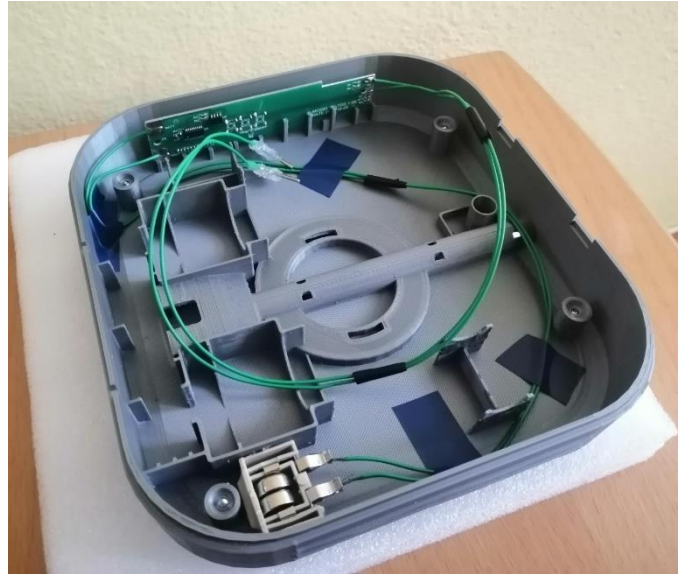


Şekil 38. Özel silikon boru

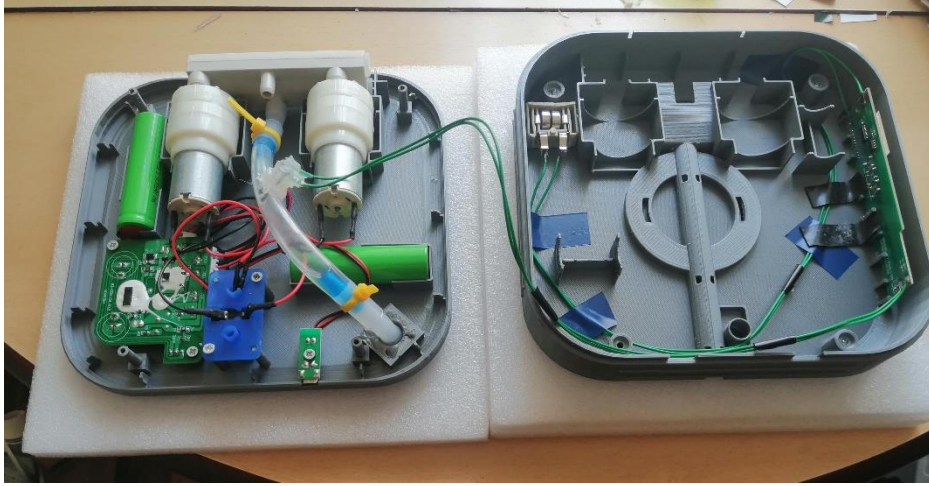


Şekil 39. Boru rakoru

Bu borunun bir ucu paralel bağlama aparatına bir ucu ise pompa çıkışına takılmıştır. TDS metre alt kapakta yerine yerleştirilmiştir. Pompa alt kapağına TDS metrenin pillerinin yuvası yapıştırıcı ile yapıştırılmıştır. TDS metrenin uçları alt kapaktaki pillere bağlanmıştır. Bu işlem sonrası pompa alt kapağı görüntüsü Şekil 40'da verilmiştir. Özel tasarlanan silikon borunun bir ucu paralel bağlama aparatını diğer ucu ise musluk çıkışına bağlanmıştır. TDS metrenin alıcı uçları gıda sınıfı silikon borunun ilgili yerine yerleştirilmiştir. Bu işlemler sonrası alt ve üst kapağın görüntüleri Şekil 41'de verilmiştir. Pompa gövdesi alt kapağı üst kapağına 4 adet M3 vida ile montajlanmıştır iki kapak arasında bant çekilmiştir. Pompa üzerine tuşlar ve diğer işaretler için PVC malzemeden bastırılan etiketler yapıştırılmıştır. Bu işlemler sonrası pompa görüntüsü Şekil 42'de verilmiştir. Pompa altlığı alt kapağına takılmıştır. Bu işlem sonrası pompa görüntüsü Şekil 43'de verilmiştir. Teknik çizimi EK 8'de, verilen pompa musluğu, pompa gövdesi üst kapağına conta ile takılmıştır. Pompanın kullanıma hazır hali görüntüsü Şekil 44'de verilmiştir.



Şekil 40. Pompa alt kapağı



Şekil 41. Pompa alt kapağı ve üst kapağı



Şekil 42. Pompa gövdesine PVC etiketlerin yapıştırılmış hali



Şekil 43. Pompa gövdesine altlığın takılmış hali



Şekil 44. Pompanın montaj görünümüleri

Pompanın montaj durumundaki teknik resmi EK 9'de, pompanın damacana üzerinde kullanım durumundaki teknik resmi ise EK 10'da verilmiştir.

3. BULGULAR

- Tasarlanan damacana pompası konutlarda ve iş merkezlerinde oda koşulları altında damacana üzerinde kullanılması durumunda dakikada 2.63 lt su pompalaya bilmektedir.
- Tasarlanan damacana pompası oda koşulları altında (25°C sıcaklık ve 100 kPa mutlak basınç) sorunsuz çalışmaktadır.
- Tasarlanan damacana pompası 5 V, 2 A güç kaynağı ile 4.5 saatte tamamen şarj olabilmektedir.
- Tasarlanan damacana pompası tam şarj ile 8 adet damacana şişesi suyunu pompalayabilmektedir. Dolayısıyla tam şarj ile bu damacana pompası 152 lt suyu pompalayabilmektedir.
- Tasarlanan damacana pompası konutlarda ve iş merkezlerinde oda koşulları altında 90 cm yüksekliğe sahip mutfak tezgâhı üzerinde kullanılması durumunda dakikada 2.61 lt su pompalayabilmektedir.
- Tasarımda kullanılan TDS metre, sıcaklığı 0°C-99°C arasında bulunan suyun ölçümünü yapabilmektedir.
- Tasarımda kullanılan TDS metre %1 doğruluk ile ölçüm yapmaktadır.

4. TARTIŞMA

Ülkemizde ve dünyada su çok büyük bir öneme sahiptir. Başta içme amaçlı olmak üzere birçok alanda kullanılmaktadır. Bu sebeple suyu doğru ve yerinde kullanmak günümüz dünyasında dikkat edilmesi gereken bir husustur. Bütün bu parametreler göz önünde bulundurulduğunda suyun israf edilmemesi daha fazla önem arz etmektedir. Ülkemizde genellikle içme suyunda damacanadan su çekmek için el gücüne dayalı mekanik sistemler yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu da suyun isteğe bağlı olarak kontrolünü güçleştirmekte olup su israfına sebebiyet vermektedir. Bunun yanında şebekeden çekilen suyun içinde barındırdığı insan sağlığına zararlı maddelerin insan sağlığı açısından içilebilirliğinin tespit edilmesi her zaman mümkün olmayabilir. Bu projede, insanın var olduğu her alanda insanların rahat ve güvenli bir biçimde su içme ihtiyaçlarını giderebilmek için gittikleri her alanda taşınabilir, hafif ve isteğe bağlı kullanım rahatlığı sunabilen bir elektrikli damacana pompası tasarımı çalışması yapılmış ve imalatı gerçekleştirilmiştir.

Literatür incelendiğinde tasarlanan tablalı elektrikli damacana pompasının su israfının önüne geçilmesinde büyük ölçüde sağladığı görülmüştür. Mühendislik hesapları yapılarak sistemde oluşabilecek hatalar minimize edilmiş olup bunun yanında tüm bu araştırma ve hesaplamalar mümkün olduğunca özgün ve etik değerlere uygun bir şekilde tamamlanmıştır.

5. SONUÇLAR

Bu bitirme projesinde otomatik çalışan prototip bir damacana pompası üretimi yapılmış olup, elde edilen sonuçlar şu şekilde sıralanabilir;

- Projede su israfının önüne geçilmesi ve insan hayatının konforlaştırılması amaçlanmıştır. Bu nedenle el ile kullanılan damacana pompasından farklı olarak otomatik olarak çalışan elektrikli damacana pompası tasarlanmıştır. Elektrikli damacana pompasını oluşturan bileşenler için teorik hesaplamalar ve analizler yapılmıştır. Bu çalışmalar temel alınarak prototip bir ürün üretilmiştir.
- Piyasadaki diğer damacana pompa tipleriyle kıyaslama yapılmış ve gerekli kullanım durumuna göre mühendislik hesapları yapılarak damacana pompası için motor gücü belirlenerek pompa seçimi yapılmıştır.
- Damacana pompasını daha kullanışlı kılmak adına damacana pompasının gövdesi çikartılabilir ayaklı olarak tasarlanmış ve üretilmiştir.
- Çalışma kapsamında tasarlanan damacana pompasının gövdesi ile ilgili mühendislik hesaplamaları, tasarımı ve üretimi yapılmıştır.
- Çalışma kapsamında damacana pompası bileşenlerinin malzemesi gıda kodeksine uygun ve istenilen mukavemete sahip olacak şekilde seçilmiştir.
- Damacana pompası bataryalı olarak tasarlanmış ve batarya ile ilgili mühendislik hesaplamaları yapılmıştır.
- El ile kullanılan damacana pompaları ortamdaki havayı damacana içine vermek sureti ile suyu dışarı tahliye ettiğinden, ortamdaki kirli hava ve tozların damacana içine girip körük üzerinde birikip bakteri, mikrop ve virüs üretme riski oluşturmaktadırlar. Bu yüzden üretilen damacana pompası sistemine içme suyundaki katı çözünmüş maddelerin oranını ölçebilen TDS metre eklenmiştir.
- Konutlarda ve iş merkezlerinde içme suyunun damacandan bardağa aktarma işleminin verimli, konforlu, güvenli, ekonomik ve sağlık açısından güvenli bir şekilde karşılanabileceği bir damacana pompası üretimi gerçekleştirilmiştir.

6. ÖNERİLER

- Prototip üzerinde akış kaynaklı yorulma etkilerinin değerlendirilerek, gövde, motor ve yataklar üzerindeki etkileri incelenebilir.
- Prototipin mukavemet, dayanıklılık, aşınma direnci vb. konular açısından analizleri yapılabilir.
- Proje kapsamında yapılan manometrik basma yüksekliği, boru içi basınç kaybı ve pompa gücü hesapları daha hassas bir şekilde yapılan ihmaller de göz önüne alınarak tekrar hesaplanabilir.
- Suyun temas ettiği noktalardaki malzemelerin (borular, gövde, vb.) insan sağlığı ve çevre açısından tehlikeleri araştırılabilir.
- Şarj edilebilir pillerin yerine doğal enerji kaynaklarından yararlanılabilir.
- Damacana içerisindeki suyun analizi TDS metreden daha gelişmiş aletlerle yapılabilir.

7. KAYNAKLAR

1. URL-1, <https://www.kucukevaletlerimiz.com/2019/04/11/kucuk-ev-aletlerinin-onemi/>, Küçük Ev Aletlerinin Önemi. 5 Kasım 2020.
2. Ünsal, H.T., Elektrikli Küçük Ev Aleti Tasarımında Firma Kimliği ve Tasarım Trendi Araştırmaları, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Yayınları, İstanbul, 2012.
3. Toprak, M., Akış Simülasyonu (HAD) Yazılımı ile Santrifüj Pompa Tasarımı ve Performansının Belirlenmesi". Konya Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, 2019.
4. URL-2, https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/54180/mod_resource/content/1/8.HAF-TA.pdf, Ankara Üniversitesi Açık Ders Malzemeleri, Borulardaki Viskoz (Sürtünmeli) Akım. 20 Ekim 2020.
5. URL-3, www.femko.com.tr/ce-belgesi/ev-tipi-elektrikli-su-pompasi-damacana-pompasi-ce-belgesi, Femko, Ev Tipi Elektrikli Damacana Pompası CE Belgesi. 15 Kasım 2020.
6. Bülbül, M., Damacandan Su Çeken Şarjlı Ve Elektrikli Pompa, Türkiye Patent No. 2016/05441, 2016, 20 Kasım 2020.
7. URL-4, <https://www.amazon.com.tr/Damacana-Pompas%C4%B1-%C5%9Earj-Edilebilir-Motorlu/dp/B07QFGGLNV?th=1>, Narpump Taşınabilir Kablosuz Şarj Edilebilir Çift Motorlu, İki Kat Hızlı Damacana Su Pompası. 1 Kasım 2020.
8. Keleş, H., Pompa Çarkı Malzemesi Nikel Alüminyum Bronza Uygulanan Sürtünme Karıştırma Prosesinin Malzemenin Kaviteasyon Direncine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 2016.
9. Özmen, Y., Hidrolik Akım Makineleri (Ders Notları) Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü, Trabzon, 2019.
10. Kaya, D., Eksenel Pompalarda Çark Kanat Konstrüksiyonunun Pompa Genel Verimi Üzerine Etkisi, Doktora Tezi, Sakarya Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü, Sakarya, 2014.
11. Barut, M., Bir Damacana Pompası, Türkiye Patent No. 2018/20782, 2018, 20 Kasım 2020.
12. Karayel D., Akışkanlar Mekaniği Ders Notları, Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Antalya, 2017.

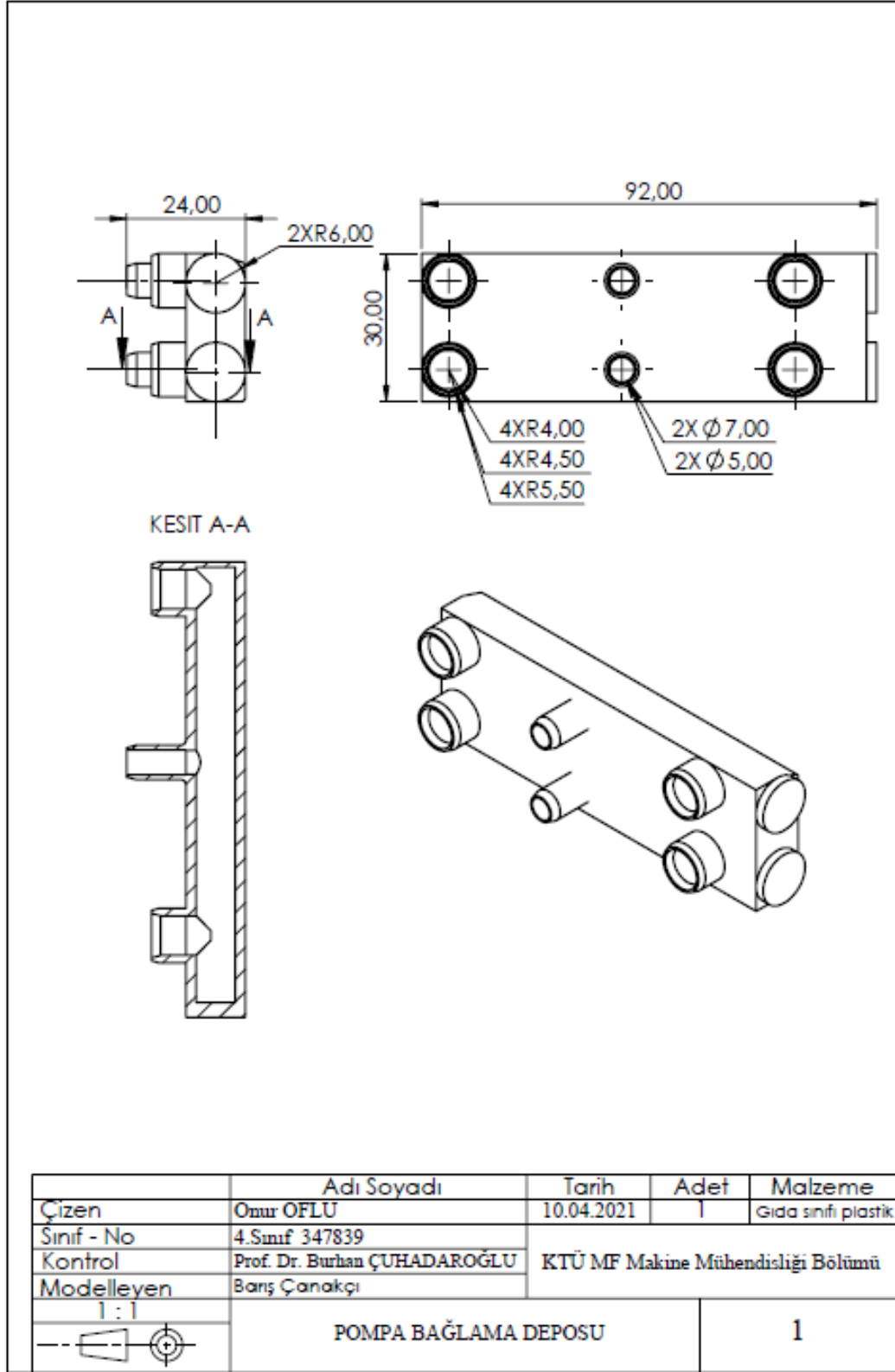
13. URL-5, http://www.miksanmotor.com/images/Catalogues_Manuals/PK_tr.pdf, Miksan Motor, Pompa Katalođu 2015. 15 Kasım 2020.
14. Akman, Ö., FOTOVOLTAİK PANELLERDE SICAKLIđIN ELEKTRİKSEL VERİME ETKİLERİ VE TERMAL GÜÇ ELDESİ, Yüksek Lisans Tezi, Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2019.
15. URL-6, www.odaksan.com.tr, Odaksan, Sıvı Akışkan Pompaları Ürün Tanıtımı. 20 Kasım 2020.
16. URL-7, <https://www.trendyol.com/narpump/sarjli-otomatik-damacana-su-pompasi-iki-kat-hizli-cift-motorlu-3-5-litre-dk-p-32255070>, Narpump Şarjlı Otomatik Damacana Su Pompası. 25 Kasım 2020.
17. URL-8, <https://www.hepsiburada.com/narpump-cift-motorlu-sarjli-otomatik-damacana-su-pompasi-3-5-lt-dk-debili-p-HBV00000IQB4K>, Narpump Şarjlı Otomatik Damacana Su Pompası. 25 Kasım 2020.
18. URL-9, <https://www.hepsiburada.com/urve-ur-3081-musluklu-damacana-su-pompasi-p-HBV00000LQOTA>, Urve Ur-3081 Musluklu Damacana Su Pompası. 25 Kasım 2020.
19. URL-10, https://www.aliexpress.com/item/32751494999.html?spm=a2g0o.productlist.0.0.119739c0q6sddU&algo_pvid=9138d19c-372b-45ce-b21f-6c6dfa308710&algo_expid=9138d19c-372b-45ce-b21f-6c6dfa308710-49&btsid=0b0a119a16085358792862610e0b4e&ws_ab_test=searchweb0_0,searchweb201602_,searchweb201603_, Water pump pure water bottled water dispenser automatic electric pumping device water filler. 25 Kasım 2020.
20. URL-11, https://www.aliexpress.com/item/1005001279525594.html?spm=a2g0o.productlist.0.0.7c9a3938JrTvxH&algo_pvid=246863ec-702c-4c19-88d7-de76f832a3da&algo_expid=246863ec-702c-4c19-88d7-de76f832a3da-3&btsid=0b0a0ae216085381850524854e0a61&ws_ab_test=searchweb0_0,searchweb201602_,searchweb201603_, Xiaomi XiaoLang TDS Automatic Mini Touch Switch Water Pump. 25 Kasım 2020.
21. Altundağ, M. ve Aydın, T., Hava Tahliyesi Damacana Pompası, Türkiye Patent No. 2018/05106 , 2018, 20 Kasım 2020.
22. Terzi, O. ve Kırkağaç, Y., Su Miktarını Ölçen Damacana Pompası, Türkiye Patent No. 2016/03182 , 2016, 20 Kasım 2020.
23. Perihan, C., Sıvı Akım Kontrollü Damacana Pompası, Türkiye Patent No. 2011/01141, 2011, 20 Kasım 2020.

24. URL-12, <http://mevzuat.basbakanlik.gov.tr/Metin.Aspx?MevzuatKod=7.5.5003&MevzuatIli ski=0&sourceXmlSearch=kodeksi>, Anonim, Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği. T.C. Resmi Gazete. 25 Kasım 2020.
25. Güner, Ç. ve Çobanoğlu, Z., Gürültü: Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi, 19, 1994.
26. URL-13, <https://optimumtest.com.tr/test-standartlari/en-60335-1-testleri>, Optimumtest, EN 60335-1 Testleri. 10 Aralık 2020.
27. URL-14, <http://www.olusumpatent.com.tr/iso-tse-ce-belgelendirme.html>, Oluşum Patent, ISO, TSE, CE Belgelendirme. 14 Aralık 2020.
28. URL-15 <https://pagev.org/abs>, PAGEV, Akrilonitril Bütadiyen Stiren (ABS). 2018.
29. URL-16 [https://www.hastek.com.tr/blog/16/plastik-enjeksiyon-makinelere/233/enjeksiyon-kaliplerinde-kullanilan-plastikler-ve-ozellikleri#:~:text=7.Akrilonitril%20Butadien%20Stiren%20\(ABS,Mekanik%20% C3%B6zelli% C4%9Fi%20% C3%A7ok%20iyidir, ENJEKSİYON KALIPLARINDA KULLANILAN PLASTİKLER VE ÖZELLİKLERİ](https://www.hastek.com.tr/blog/16/plastik-enjeksiyon-makinelere/233/enjeksiyon-kaliplerinde-kullanilan-plastikler-ve-ozellikleri#:~:text=7.Akrilonitril%20Butadien%20Stiren%20(ABS,Mekanik%20% C3%B6zelli% C4%9Fi%20% C3%A7ok%20iyidir, ENJEKSİYON KALIPLARINDA KULLANILAN PLASTİKLER VE ÖZELLİKLERİ).
30. Hibbeler, R.C., Mechanics of Materials Ninth Edition, Prentice Hall, 2014.
31. URL-17, <https://www.sisdoz.com.tr/blog/diyaframli-pompa-nedir>, Diyaframlı Pompa Nedir. 30 Aralık 2020.
32. Türkmen, B., Santrifuj Pompalar, TTMD Isıtma, Soğutma, Havalandırma, Klima, Yangın ve Sıhhi Tesisat Dergisi, 17 (2009).
33. URL-18, <https://www.aralsan.com/su-fiziksel-ozellikleri>, Aralsan, Su Fiziksel Özellikleri. 20 Ekim 2020.
34. URL-19, https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/54180/mod_resource/content/1/8.HAF TA.pdf, Ankara Üniversitesi Açık Ders Malzemeleri, Borulardaki Viskoz (Sürtünmeli) Akım. 20 Ekim 2020.
35. Bayram, O., ENDÜSTRİLERDE KULLANILAN SANTRİFÜJ POMPALARIN ENERJİ VERİMLİLİKLERİNİN ANALİZİ, Yüksek Lisans Tezi, T.C. Maltepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Şubat 2019.
36. URL-20, <https://bugulma-lada.ru/tr/sovety/zaryadka-akkumulyatora-3-7-v-ot-usb-kak-pravilno-zaryazhat-akkumulyatory.html>, Bugulma-lada. 10 Aralık 2020.
37. URL-21, <http://vwlowen.co.uk/arduino/battery-tester/battery-tester.htm>, Rechargeable Battery Capacity Tester. 10 Aralık 2020.

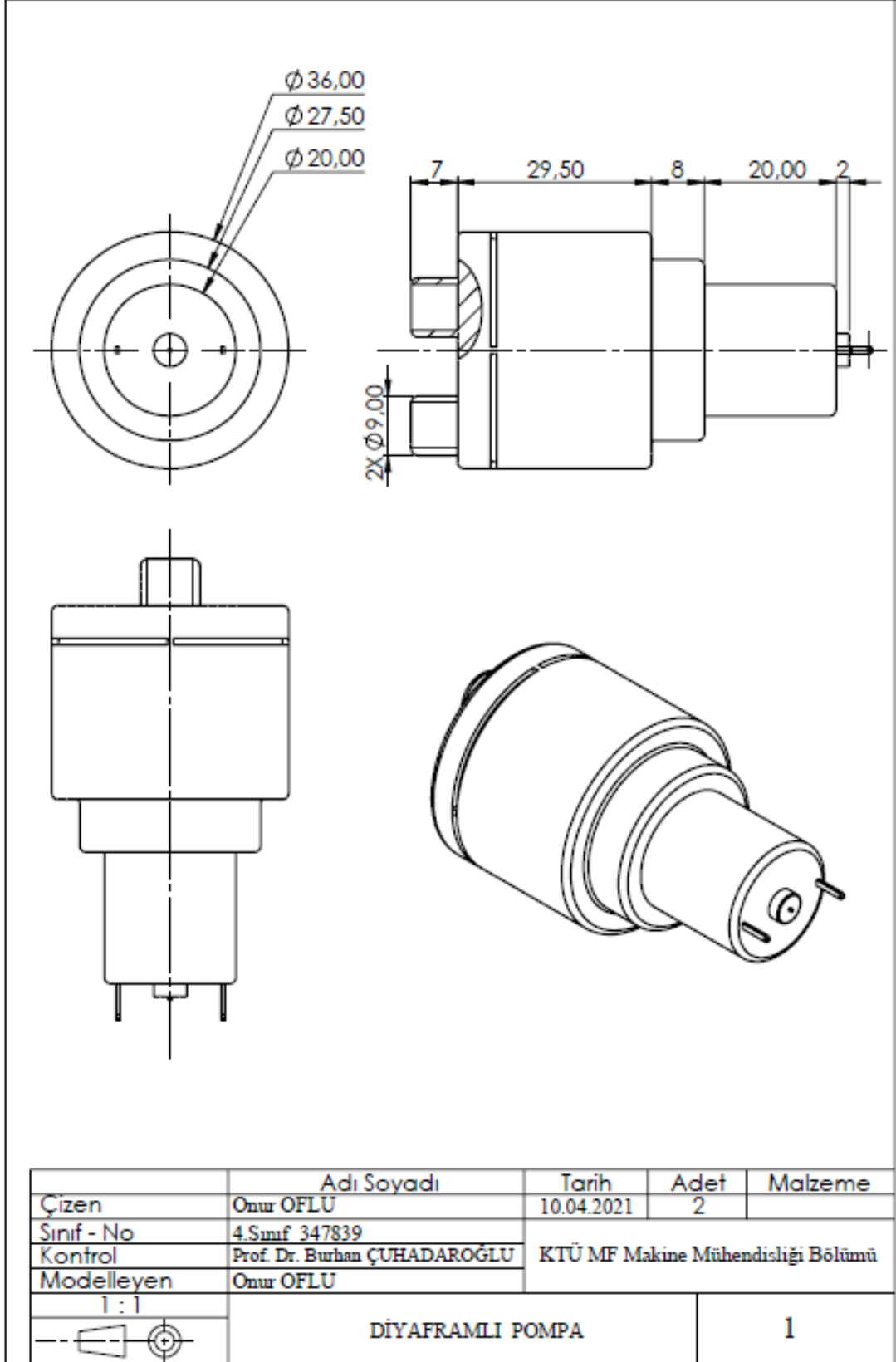
38. URL-22, [https://birikipilleri.net/blog/lityum-pilleri-verimli-kullanmak-icin-
oneriler](https://birikipilleri.net/blog/lityum-pilleri-verimli-kullanmak-icin-oneriler), Lityum-Piller Hakkında Önemli Bilgiler. 15 Aralık 2020.
39. URL-23, [https://birikipilleri.net/blog/lityum-pilleri-verimli-kullanmak-icin-
oneriler](https://birikipilleri.net/blog/lityum-pilleri-verimli-kullanmak-icin-oneriler), Lityum-Piller Hakkında Önemli Bilgiler. 15 Aralık 2020.

8. EKLER

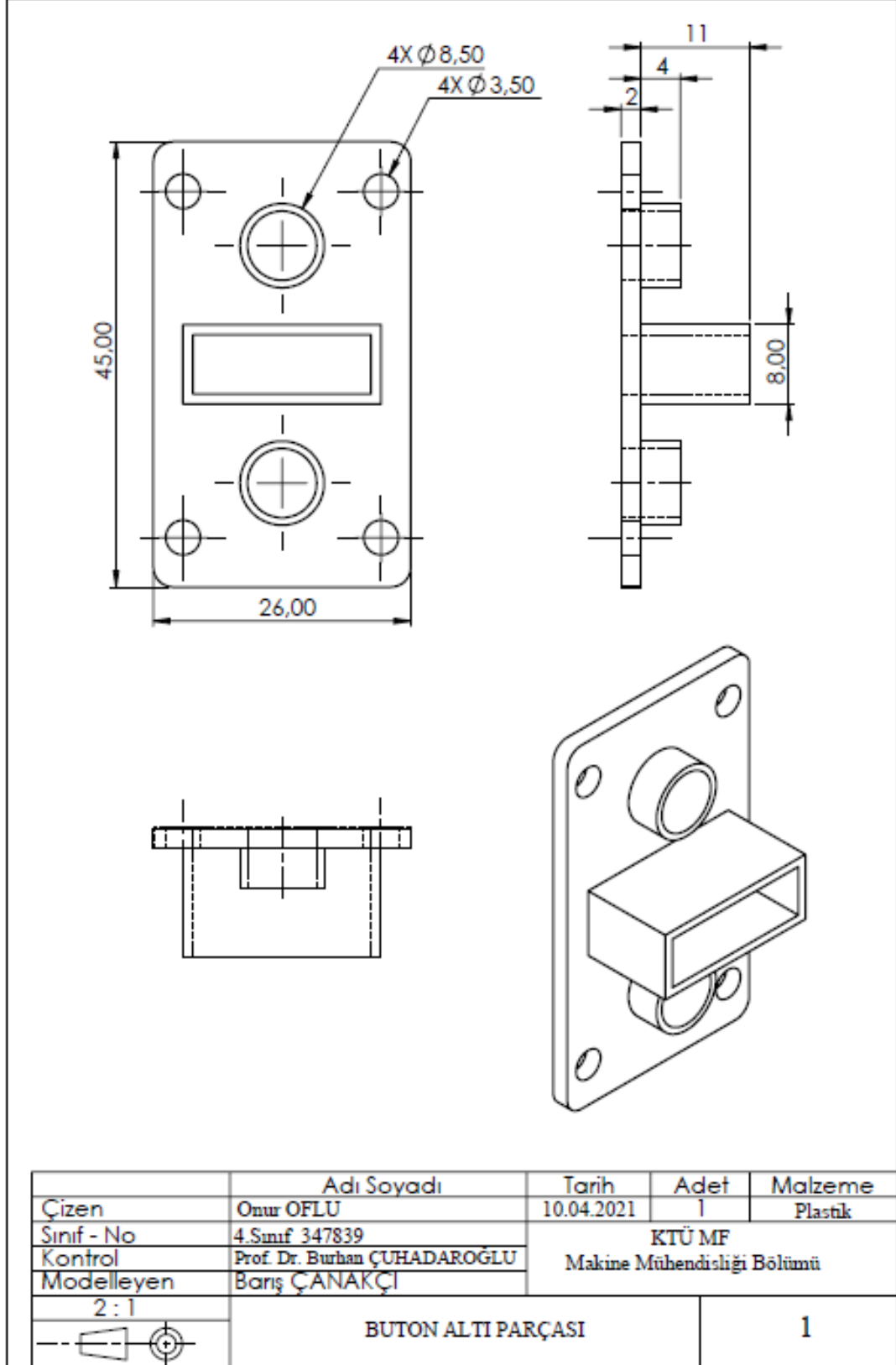
EK 1. Pompa bağlama deposu



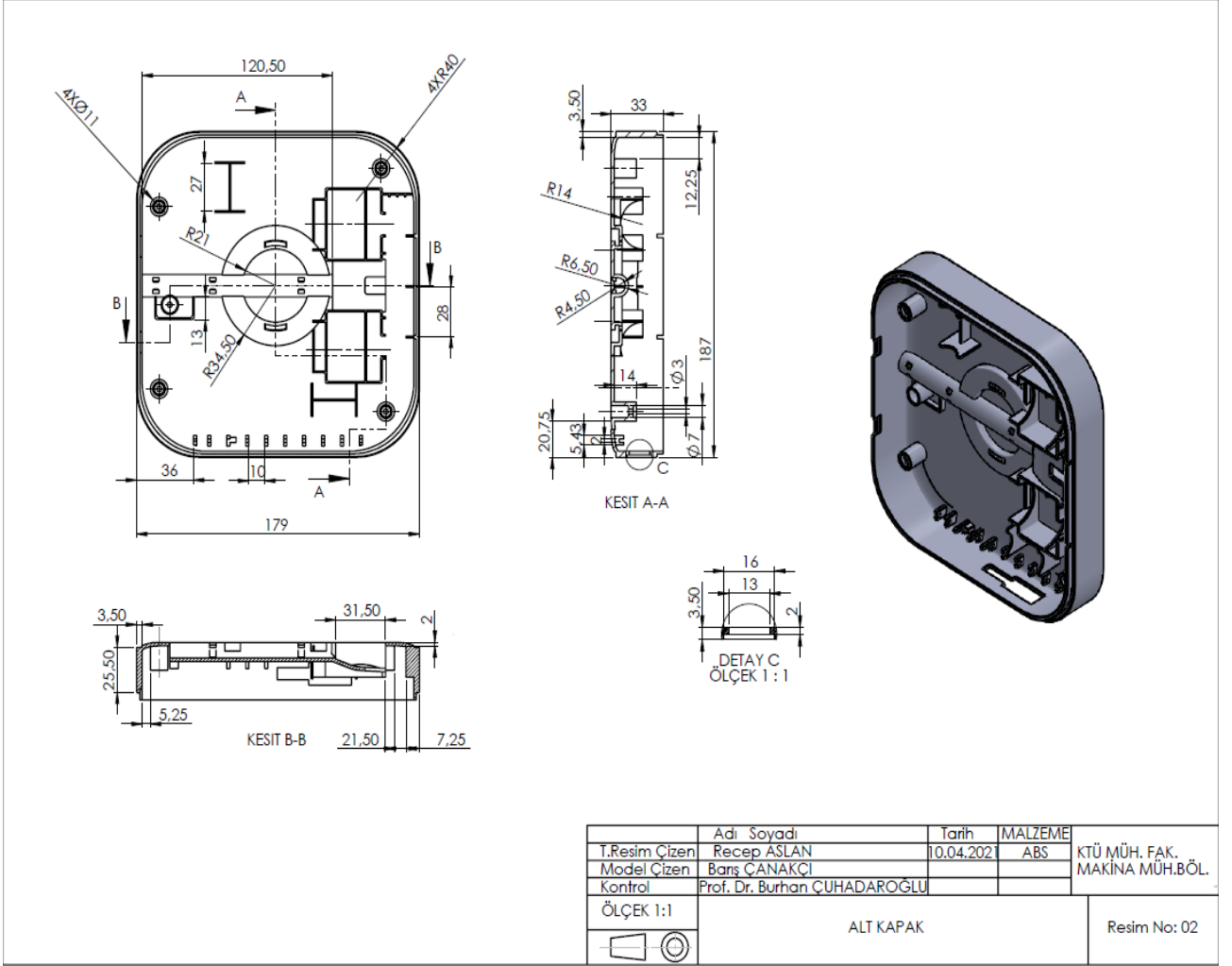
EK 2. Diyaframli pompa



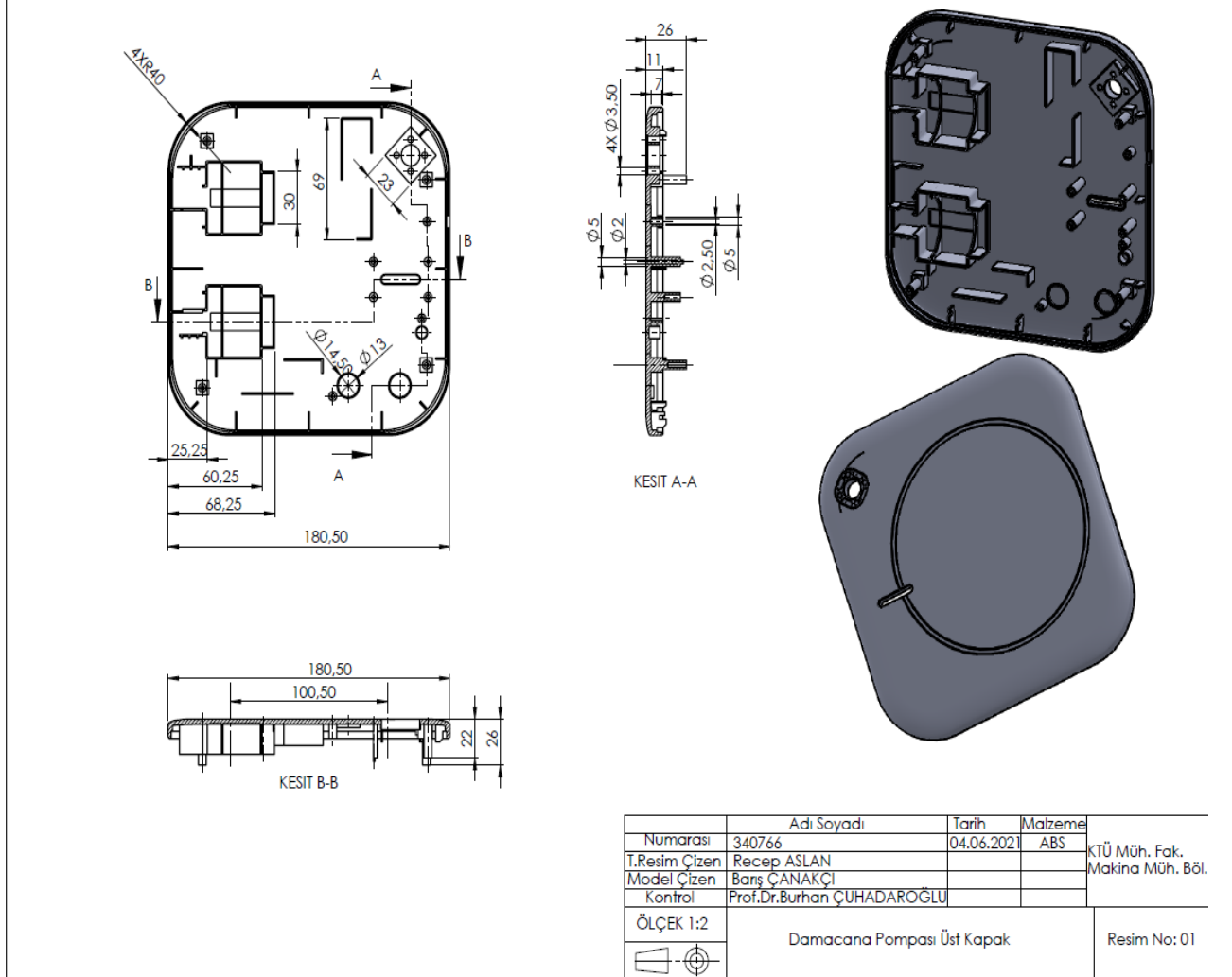
EK 3. Buton altı parçası



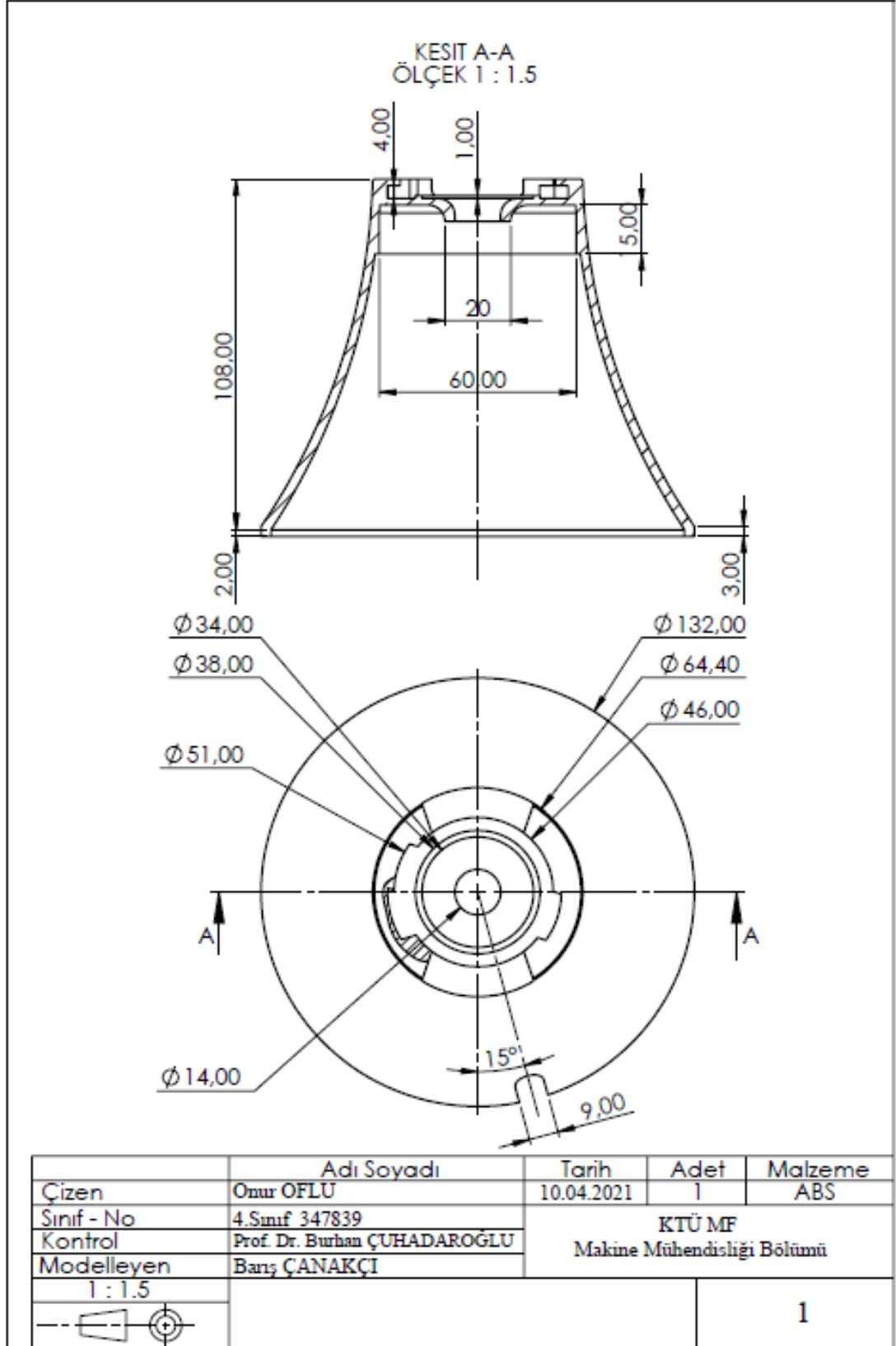
EK 4. Pompa gövdesi alt kapağı



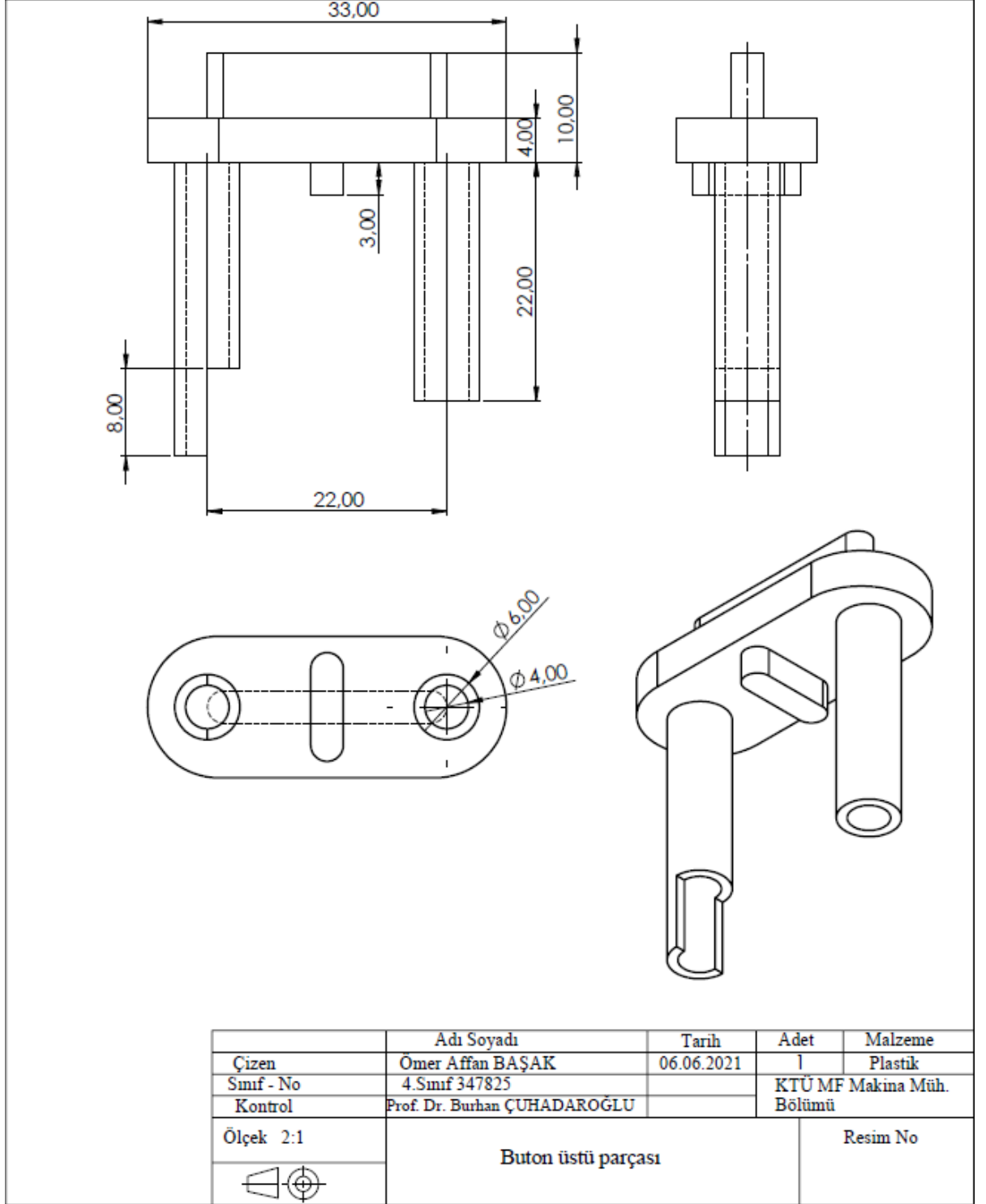
EK 5. Pompa gövdesinin üst kapağı



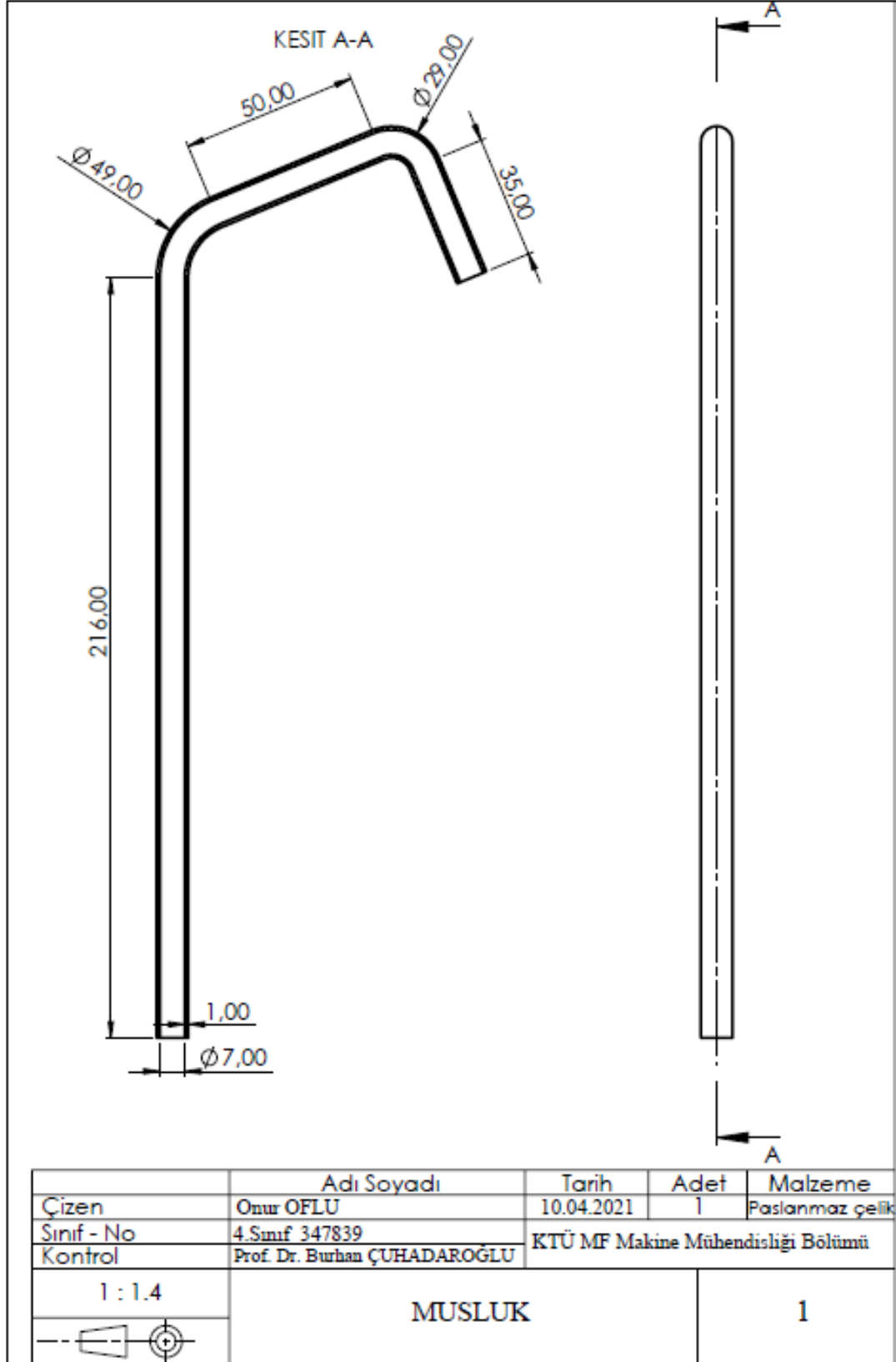
EK 6. Pompa gövdesi altlığı



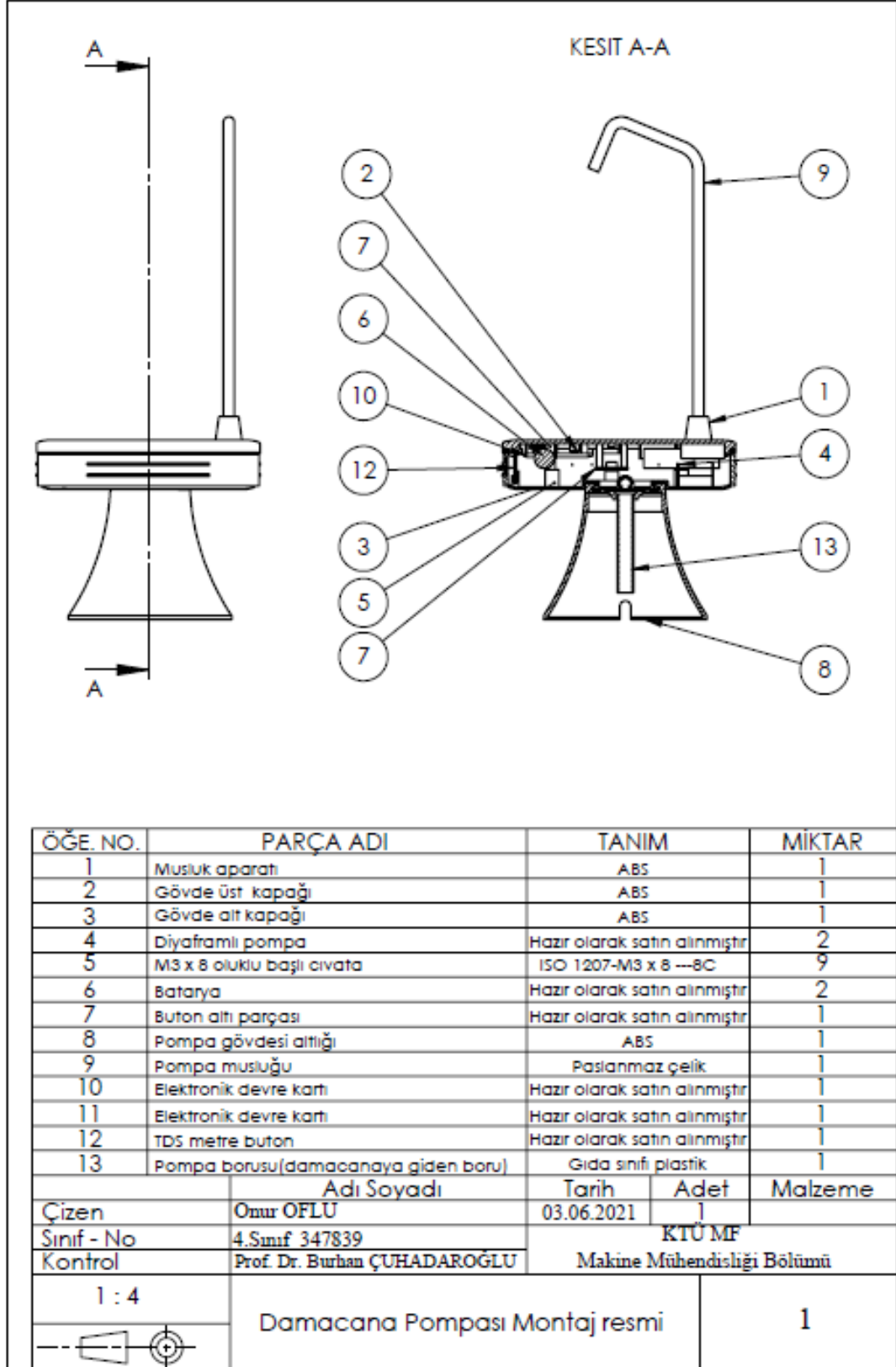
EK 7. Buton üstü parçası



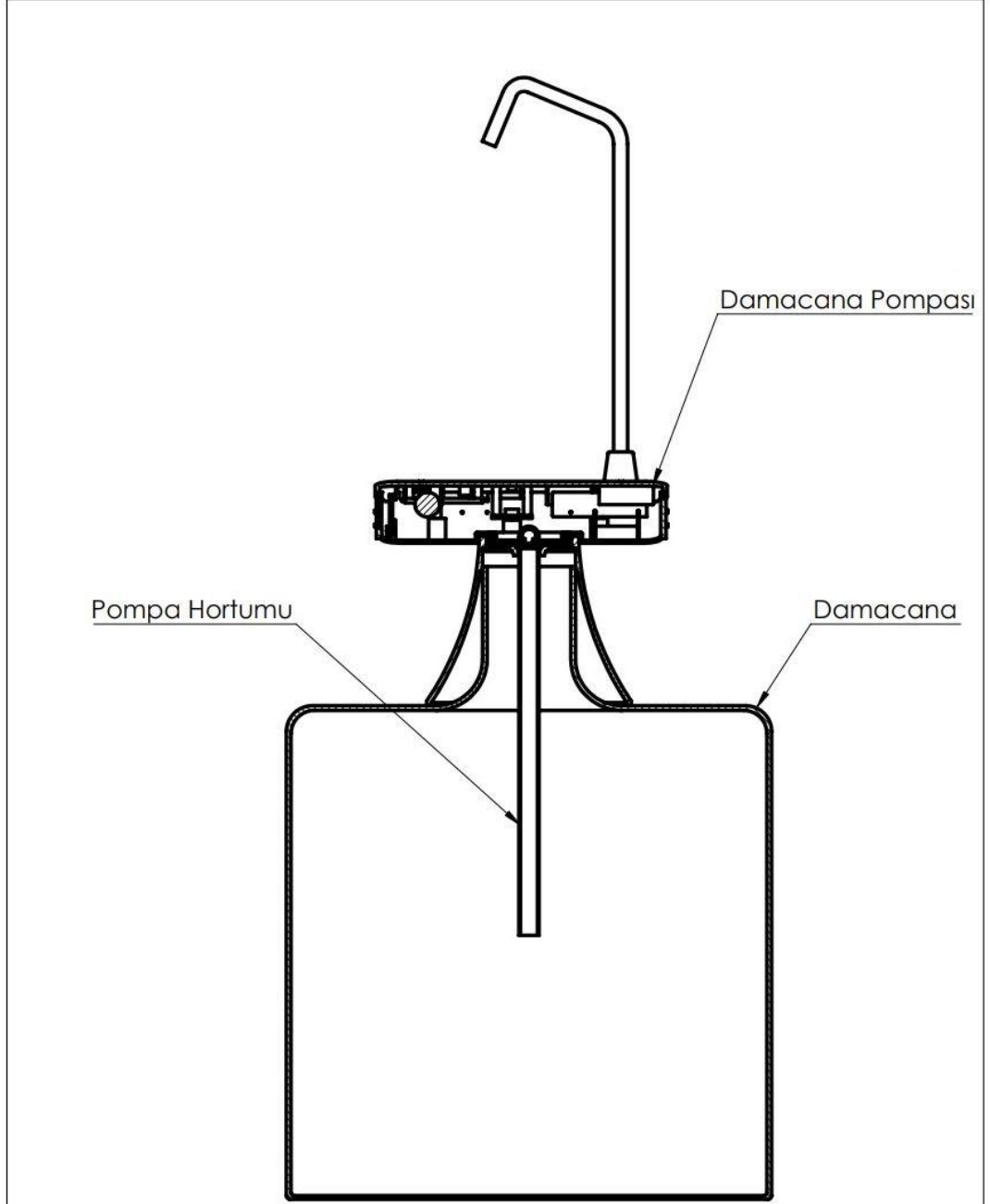
EK 8. Pompa musluğu



EK 9. Montaj görünümü

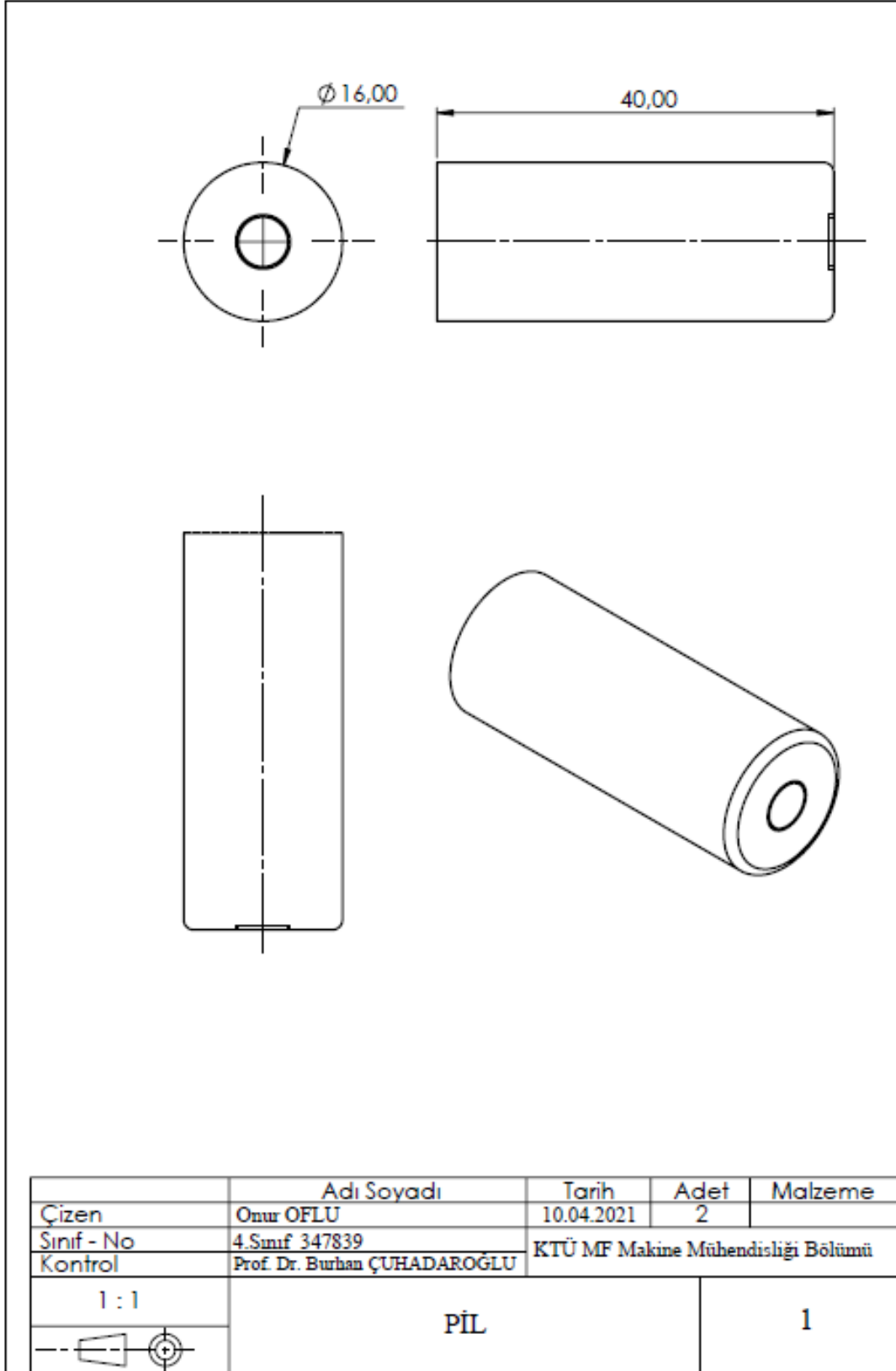


EK 10. Damacanaya bağlı montaj görünümü

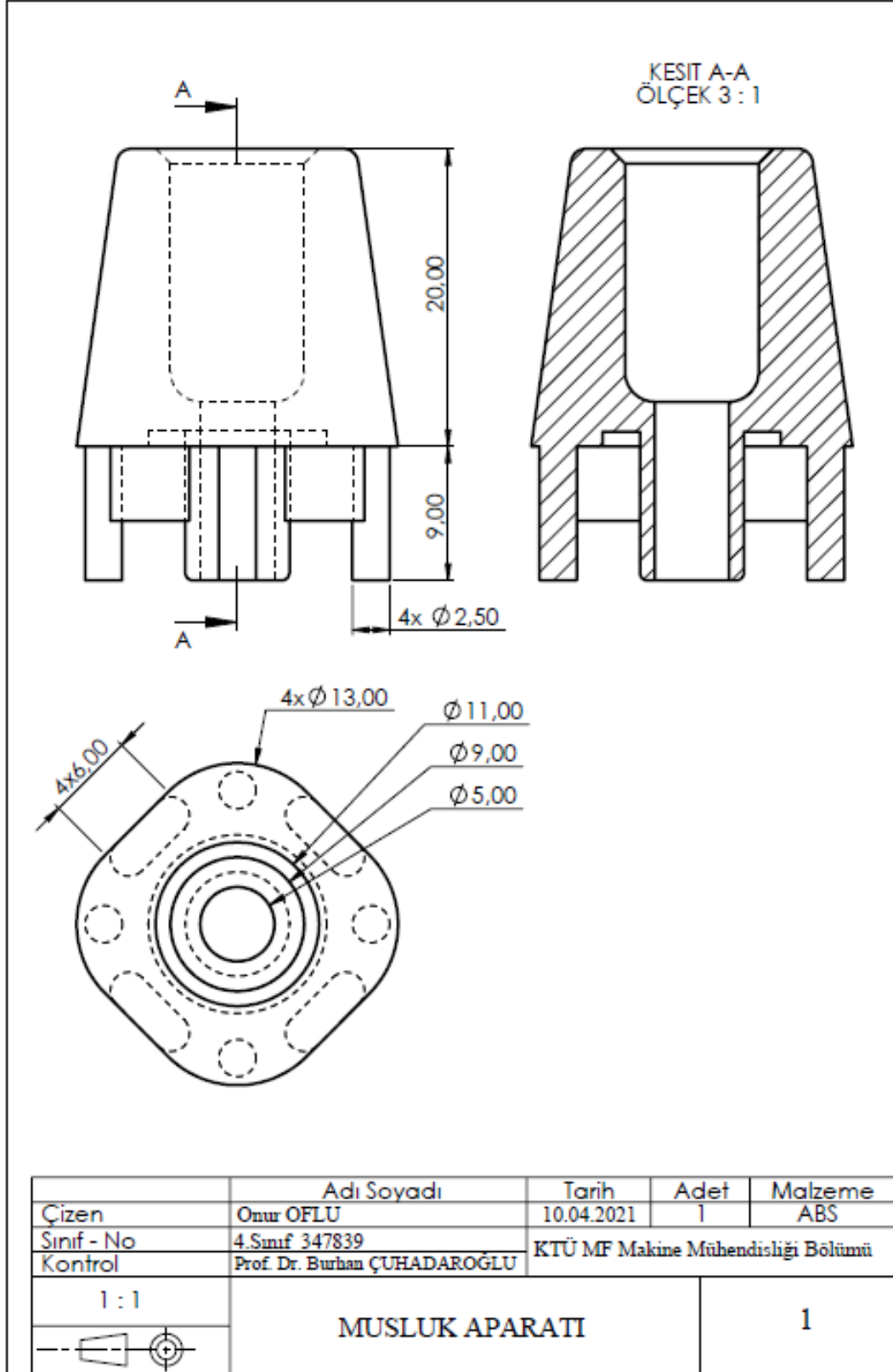


	Adı Soyadı	Tarih	Adet	Malzeme
izen	Onur OFLU	10.04.2021	1	
Şınıf - No	4.Sınıf 347839	KTÜ MF Makine Mühendisliği Bölümü		
Kontrol	Prof. Dr. Burhan ÇUHADAROĞLU			
1 : 1	MONTAJ			1

EK 11. PİL



EK 12. Musluk aparatı



ÖZGEÇMİŞLER

Barış Çanakçı: 13.06.1998 tarihinde İstanbul ilinin Eyüp ilçesinde dünyaya geldi. İlk ve orta öğrenimini Emniyettepe İlköğretim Okulunda tamamladı. Lise öğrenimini Beşikdüzü Anadolu Lisesinde okul birincisi olarak tamamladı. 2016-2017 yılları arasında ODTÜ Yabancı Diller Yüksek Okulu İngilizce hazırlık sınıfını tamamladı. Trabzon Silah Sanayi A.Ş.'de 20 günlük genel atölye stajını tamamladı. 2017 yılında girdiği Karadeniz Teknik Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümünde lisans öğrenimine devam etmektedir. İyi seviyede İngilizce bilmektedir. SolidWorks ve Matlab paket programlarını iyi seviyede bilmektedir. MS Office uygulamalarını iyi seviyede kullanma becerisine sahiptir.

Onur OFLU: 03.03.1997 tarihinde Trabzon'da dünyaya geldi. İlk ve orta öğrenimini Bener Cordan Ortaokulunda 2011 yılında tamamladı. Lise öğrenimini Yavuz Sultan Selim Anadolu Lisesinde 2015 yılında tamamladı. 2016-2017 yılları arasında KTÜ Yabancı Diller Yüksek Okulu İngilizce hazırlık sınıfını tamamladı. 2019 yılının Ağustos ayında Erkunt Sanayi A.Ş.'de genel atölye stajını tamamladı. 2017 yılında girdiği Karadeniz Teknik Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümünde lisans öğrenimine devam etmektedir. Solidworks, Matlab, Octave ve MS Office programlarını iyi seviyede kullanabilmektedir.

Recep ASLAN: 01.08.1994 tarihinde Balıkesir ilinin Sındırgı ilçesinde dünyaya geldi. İlk ve orta öğrenimini Yaylabayır İlköğretim Okulunda tamamladı. Lise öğrenimini Manisa Esnaf Ve Zanaatkarlar Odaları Birliği Anadolu Teknik Lisesinde makina bölümünü bitirdi. Lise eğitimi esnasında aynı zamanda yaz aylarında yaz stajı adı altında ECA Valfsel A.Ş. 'de atölye stajını tamamladı. Ön lisans öğrenimini 2015 yılında Manisa Turgutlu Meslek Yüksek Okulunda Makina Teknolojileri adı altında okul ve bölüm 1.si olarak bitirdi. Aynı zamanda yaz ayında Balıkesir Çelmak A.Ş.'de atölye stajını tamamladı. 2015 yılında girdiği Karadeniz Teknik Üniversite Mühendislik Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümünde lisans eğitimine devam etmektedir. 2019 yılında Önder Lift A.Ş.de İşletme ve Organizasyon stajını tamamladı. Autocad, Solidworks, Matlab ve MS Office programlarını iyi seviyede kullanabilmektedir.

Ömer Affan BAŞAK: 01.09.1998 tarihinde İstanbul ilinin Bahçelievler ilçesinde dünyaya geldi. İlk ve orta öğrenimini Ali Haydar Günver İlköğretim Okulu ve Ertuğrul Gazi İlköğretim Okulunda tamamladı. Lise öğrenimini Kayaşehir Anadolu Lisesinde tamamladı. 2016-2017 yılları arasında KTÜ Yabancı Diller Yüksekokulu İngilizce hazırlık kısmını tamamladı. 2019 yılında Koroza Ambalaj San. ve Tic. A.Ş. 'de atölye stajını tamamladı. 2017 yılında girdiği Karadeniz Teknik Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makina Mühendisliği bölümünde lisans eğitimine devam etmektedir. İyi seviyede İngilizce bilmektedir. Solidworks ve MS Office programlarını iyi seviyede kullanabilmektedir.