

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**HAREKETLİ FİLTRE HAZNESİNE SAHİP EV TİPİ OTOMATİK BİR ÇAY
MAKİNESİNİN OPTİMUM TASARIMI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Ömer Burak ÇOBAN**

Anabilim Dalı : Makine Mühendisliği

Programı : Konstrüksiyon

KASIM 2011

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**HAREKETLİ FİLTRE HAZNESİNE SAHİP EV TİPİ OTOMATİK BİR ÇAY
MAKİNESİNİN OPTİMUM TASARIMI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Ömer Burak ÇOBAN
(503091234)**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 30 Eylül 2011
Tezin Savunulduğu Tarih : 17 Kasım 2011**

Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Vedat TEMİZ (İTÜ)

**Diğer Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Özgen Ümit ÇOLAK (YTÜ)
Prof. Dr. C. Erdem İMRAK (İTÜ)**

KASIM 2011

ÖNSÖZ

Her geçen gün yeni bir ürünün piyasaya sunulmasıyla gelişimini ortaya koyan teknoloji, günlük hayatımıza getirdiği kolaylıklarla hayatın her alanında hızla kabul görmeye başlamıştır. Gelişen teknolojiye paralel olarak ortaya çıkan globalleşmenin de beraberinde getirdiği çabuk etkileşim ile bölgesel alışkanlıklar global dünyaya sunulmaya başlanmıştır. Bunun en güzel örneği bir İtalyan kültürü olan espressonun gelişen ve yaygınlaşan teknoloji ile günümüzde dünyanın her yerinde insanlara ulaşabilmesidir. Çay da Türk damak kültüründe geniş yeri olan ve Türklere özgü demleme tekniğine sahip bir içecektir ve tıpkı espresso örneğinde olduğu gibi doğru bir teknolojik hamle ile Türkiye'nin yanı sıra dünyanın her yerindeki kullanıcıya ulaştırılabilmesi mümkün olacaktır.

Arçelik ARGE Yapısal Tasarım Yöneticiliği'nde yapılmış olan bu çalışma; çayı Türk damak tadına uygun olarak ve otomatik bir şekilde demleyebilen, bunun yanında yeşil çay, beyaz çay, bitki ve meyve çayları gibi diğer çay çeşitlerini de demleyerek kullanıcıya geniş bir yelpazede hitap eden hareketli filtre haznesine sahip bir çay makinesinin optimum tasarımını hedeflemektedir.

Yüksek lisans tez çalışmam kapsamında katkılarını esirgemeyen Arçelik Merkez ARGE Yapısal Tasarım Yöneticisi Sn. Mehmet DURMAZ' a, ARGE Uzmanı Sn. A. Levent HASANREİSOĞLU'na; tezimi hazırlarken güvenini ve desteğini hiçbir zaman esirgemeyen değerli hocam Sn. Yrd. Doç. Dr. Vedat TEMİZ'e, teknik ve moral desteğini esirgemeyen değerli mesai arkadaşlarım Sena DAVASLIGİL, İsmail GERZELİ, Celal VATANSEVER, Ömer YANIK, Samet AKAN ve S. Emre CİVAN'a teşekkür ederim.

Son olarak maddi ve mânevi desteğini her zaman arkamda hissettiğim aileme ve her koşulda yanımda olan nişanlıma teşekkürü borç bilirim.

Eylül 2011

Ömer Burak ÇOBAN

Makine Mühendisi

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	v
KISALTMALAR.....	vii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	ix
ŞEKİL LİSTESİ.....	xi
ÖZET.....	xv
SUMMARY.....	xvii
1. GİRİŞ	1
2. ÇAY BİTKİSİ ÜZERİNE NOTLAR	3
2.1 Çayın Tarihçesi	3
2.2 Türkiye'nin Dünya Pazarındaki Yeri	4
2.3 Çay Çeşitleri.....	6
2.3.1 Siyah çay.....	7
2.3.1.1 Soldurma	9
2.3.1.2 Kıvrırma	9
2.3.1.3 Oksidasyon	10
2.3.1.4 Kurutma	10
2.3.1.5 Tasnif	11
2.3.2 Yeşil çay	12
2.3.3 Beyaz çay	13
2.3.4 Oolong çayı.....	14
2.3.5 Bitkisel Çaylar.....	15
2.4 Çayların Paketleme Tipleri	17
3. SİSTEM GEREKSİNİMLERİ VE TASARIM KRİTERLERİNİN BELİRLENMESİ	19
3.1 Amaç.....	19
3.2 Demleme Gereksinimlerinin Araştırılması.....	20
3.2.1 Demleme suyu sıcaklığının tayin edilmesi	20
3.2.2 Demleme süresinin belirlenmesi	20
3.2.3 Demlenen çayın sıcaklığının tayini	22
3.2.4 Filtre haznesi kullanarak demleme.....	23
3.3 Su Taşıma Sistemleri.....	24
3.3.1 Deney düzeneğinin tasarlanması	25
3.3.2 Kabarcık oluşturarak taşıma.....	26
3.3.3 Basınçlandırarak taşıma.....	35
3.3.4 Flow-through ısıtıcı ile taşıma	42
3.3.5 Sıcak su pompası ile taşıma	48
3.4 Sonuç	50
4. MEVCUT VE BENZER ÇALIŞMALARIN ARAŞTIRILMASI	53
4.1 Amaç.....	53

4.2 Mevcut Ürünlerin İncelenmesi	54
4.3 Patent Araştırması	64
5. KONSTRÜKSİYON SİSTEMATİĞİ İLE TASARIMIN OLUŞTURULMASI.....	73
5.1 Problemin Tariflenmesi ve İstekler Listesinin Oluşturulması.....	73
5.2 Temel Fonksiyonun Soyutlanması.....	76
5.3 Temel Fonksiyonu Gerçekleştirebilmek Adına Alternatif Fonksiyon Strüktürleri Oluşturulması.....	77
5.3.1 Konsept tasarım-1	79
5.3.2 Konsept tasarım-2	81
5.3.3 Konsept tasarım-3	84
5.4 Fayda Değer Analizi	86
5.5 Teknik ve Ekonomik Değerlendirme	89
6. DETAY TASARIM	91
6.1 Motor Seçimi	91
6.1.1 Motor hız değerinin belirlenmesi.....	91
6.1.2 Motor tork değerinin belirlenmesi	92
6.2 Konseptin Detaylandırılması	95
6.2.1 Su aktarma detayı.....	95
6.2.2 Filtre haznesinin düşey hareketi ve demlemenin gerçekleşmesi	103
6.3 Hareket Mekanizmasının Prototip Üzerinde Test Edilmesi	108
7. DEĞERLENDİRME VE SONUÇ	115
KAYNAKLAR.....	117
EKLER	119

KISALTMALAR

ARGE	: Araştırma & Geliştirme
CTC	: Crushing-Tearing-Curling
g	: Gram
ml	: Mili Litre
dk	: Dakika
Fr	: Fransız
cm	: Santimetre
N	: Newton
s	: Saniye
P	: Havanın Kapağa Uygulamış Olduğu Basınç
A	: Hava Basıncının Uygulandığı Kapak Yüzeyi
kg	: Kilogram
W	: Watt
dB	: Desibel
NTC	: Negative Temperature Coefficient
IPC	: International Patent Classification
Ltd	: Limited
K	: Kesin İstekler
A	: Arzu Tipi İstekler
H	: Hedef Gösteren İstekler
EPDM	: Ethylene Propylene Diene Monomer
SLS	: Selective Laser Sintering
dev	: Devir

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 3.1 : Zhonglong Motor firmasının sıcak su pompasının teknik özellikleri ...	49
Çizelge 3.2 : Diyafram tipli sıcak su pompası yardımıyla 3 mm iç çapındaki silikon aktarma hortumu ile 210 mm yüksekliğe su aktarma deneyi.	50
Çizelge 5.1 : İstekler Listesi.....	75
Çizelge 5.2 : Hedef büyüklükleri matrisindeki puanlandırmaların sözel karşılıkları.	87

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 : Ülkeler bazında toplam çay üretim yüzdeleri.....	6
Şekil 2.2 : Çay bitkisi.	7
Şekil 2.3 : (a) Ortodoks (b) CTC yöntemleri ile üretilmiş çaylar.	8
Şekil 2.4 : Oksidasyon odası.....	10
Şekil 2.5 : Tasnif makineleri.	11
Şekil 2.6 : Ortodoks Yöntemi ile üretilen siyah çaylarda tasnif sisteminin genel akış şeması.....	11
Şekil 2.7 : CTC Yöntemi ile üretilen siyah çaylarda tasnif sisteminin genel akış şeması.....	12
Şekil 2.8 : Beyaz Çay	13
Şekil 2.9 : Oolong çayı yaprakları.	15
Şekil 2.10 : Oolong çayı demliğı.....	15
Şekil 2.11 : Kurutulmuş elma, tarçın parçaları ve sarı papatya ile oluşturulmuş bir bitkisel çay karışımı.	16
Şekil 2.12 : Çeşitli çay paketleri.....	17
Şekil 3.1 : Adlandırmalar.....	19
Şekil 3.2 : Bitkisel materyallerin demlenmesi sonucu suya geçen arsenik miktarının zamana göre değişimi.	21
Şekil 3.3 : Demlenme esnasında demlik üzerine konulan ve konulmayan çayların sıcaklık değişimi.	23
Şekil 3.4 : Kötü tasarlanmış bir filtre haznesi.....	23
Şekil 3.5 : SLS teknolojisiyle üretilmiş bazı parçalar.	25
Şekil 3.6 : Deney düzeneğinin genel görünüşü.	26
Şekil 3.7 : Su ve cıvanın kapiler bir boru içerisindeki davranışları.	27
Şekil 3.8 : Kabarcık yöntemiyle su taşıma.	28
Şekil 3.9 : Kabarcık yöntemiyle su taşıma sistemi deney düzeneğinin kesit görünüşü.	29
Şekil 3.10 : Hava hortumu çapının su aktarma hızına etkisi.....	30
Şekil 3.11 : 12 V pompa çalışma voltajında 18° C suyun farklı iç çaplardaki borularla taşınma süreleri.	31
Şekil 3.12 : 10 mm çapta voltaj kıyaslaması grafikleri (a) 170 mm (b) 210 mm boylarındaki borular için.....	32
Şekil 3.13 : 15 V'ta boy 10 mm iç çapındaki boruların boy kıyaslaması.....	33
Şekil 3.14 : Farklı sıcaklıklardaki suların taşınma hızlarının kıyaslanması.	34
Şekil 3.15 : Basınçlandırarak su taşıma deney düzeneğinin kesit görünüşü.	35
Şekil 3.16 : Su haznesi ve sızdırmazlık elemanlarının görünümü.	36
Şekil 3.17 : Basınçlandırılmış kapağa etkileyen kuvvetler	37
Şekil 3.18 : Kapak üzerine uygulanan kuvvetin sızdırmazlığa etkisi.....	38
Şekil 3.19 : Farklı iç çaplardaki boruların su taşıma hızına etkisi.	39
Şekil 3.20 : 10 mm'lik aktarma borusunun boy kıyaslaması.....	40

Şekil 3.21 : Aktarılan su sıcaklığının su taşıma hızına etkisi.	41
Şekil 3.22 : Flow-through ısıtıcı çalışma prensibi.	42
Şekil 3.23 : Flow-through ısıtıcı ile taşıma deney düzeneği.	43
Şekil 3.24 : Flow-through ısıtıcı ile taşıma deney düzeneğinin görünüşü.	44
Şekil 3.25 : Flow-through ısıtıcılı kettle haznesi alt detayı.	44
Şekil 3.26 : Oda sıcaklığındaki suyun flow-through ısıtıcı yardımıyla taşınması esnasında taşıma borusu çap kıyaslaması.	45
Şekil 3.27 : İlk sıcaklığı 80° C olan suyun taşınmasında farklı iç çaplardaki boruların kıyaslanması.	46
Şekil 3.28 : 80° C ve 15° C ilk sıcaklığındaki suların 8 mm’lik boru ile taşınması.	47
Şekil 3.29 : Santrifüj tip sıcak su pompası.	48
Şekil 3.30 : Diyaframlı tip sıcak su pompası.	49
Şekil 3.31 : Diyaframlı tip sıcak su pompasının teknik resmi.	50
Şekil 4.1 : Fakir Herbal Joy otomatik çay makinesi.	55
Şekil 4.2 : Herbal Joy demleme haznesi detayları.	56
Şekil 4.3 : Herbal Joy demlik ve demleme haznesi algılama anahtarı detayı.	57
Şekil 4.4 : Fakir Dematic otomatik çay makinesi.	57
Şekil 4.5 : Dematic su aktarma borusu ve kilitleme detayı.	58
Şekil 4.6 : Dematic ısıtıcı detayı.	59
Şekil 4.7 : Dematic demlik üzerinde su aktarma detayının görünüşü.	59
Şekil 4.8 : Breville One Touch çay makinesi.	60
Şekil 4.9 : Breville süzgeç hareket mekanizması.	60
Şekil 4.10 : Fine-T otomatik çay makinesi.	61
Şekil 4.11 : Fine-T demleme haznesinin görünüşü.	62
Şekil 4.12 : Fine-T aktarım solenoidi.	63
Şekil 4.13 : Zarafina otomatik çay makinesi.	63
Şekil 4.14 : GB1466866A numaralı patentteki modelin genel görünüşü.	65
Şekil 4.15 : EP2103234A2 numaralı patentteki modelin genel görünüşü.	66
Şekil 4.16 : US7594469 numaralı patentteki modelin genel görünüşü.	67
Şekil 4.17 : US2010018403 numaralı patentteki modelin genel görünüşü.	68
Şekil 4.18 : US2010018403 numaralı patentteki farklı bir tahrik örneği.	69
Şekil 4.19 : US2010018403 numaralı patentteki farklı tahrik mekanizmaları (a) kayışla (b) zincirle.	70
Şekil 5.1 : Teknik bir sistemin giriş ve çıkış büyüklüklerinin çay makinesi için ifadesi.	77
Şekil 5.2 : Konsept tasarım-1’in fonksiyon strüktürü.	79
Şekil 5.3 : Konsept-1 şematik görünüşü.	80
Şekil 5.4 : Konsept tasarım-2’nin fonksiyon strüktürü.	82
Şekil 5.5 : Konsept tasarım-2 şematik görünüşü.	83
Şekil 5.6 : Konsept tasarım-3 fonksiyon strüktürü.	84
Şekil 5.7 : Konsept tasarım-3 şematik görünüşü.	85
Şekil 5.8 : Temel ve Alt Hedefler	86
Şekil 5.9 : Hedef büyüklükleri matrisi.	88
Şekil 6.1 : Trapez ekseninden kaçık kılavuzlanmış sistemin maruz kaldığı yükler.	92
Şekil 6.2 : Seçilen motorun teknik özellikleri.	95
Şekil 6.3 : Çaydanlık altında kullanılan valf.	96
Şekil 6.4 : Su giriş bölgesi.	97
Şekil 6.5 : Kettle konumlandırma federleri.	97
Şekil 6.6 : Su giriş yolunun montajı.	98

Şekil 6.7 : Çaydanlık makine gövdesinde değilken su giriş yolunun kapalı konumu.	98
Şekil 6.8 : Çaydanlık makine gövdesindeyken su geçişi.	99
Şekil 6.9 : Tek yüzü yapışkan gıdaya uygun EPDM conta numunesi.	100
Şekil 6.10 : Pompanın makine gövdesine montajı.	100
Şekil 6.11 : Pompaya su giriş ve çıkış hatları.	101
Şekil 6.12 : Gıdaya uygun silikon hortumlar.	101
Şekil 6.13 : Suyun çaydanlıktan alınarak pompa ve silikon hortumlar sayesinde demliğe ulaştırılması.	102
Şekil 6.14 : Demlik aktarma ağzının konumunun üstten görünüşü.	102
Şekil 6.15 : Filtre haznesi.	103
Şekil 6.16 : Filtre haznesinin kullanıcı tarafından makineye yerleştirildiğindeki ilk konumu.	104
Şekil 6.17 : Demliğin her zaman aynı konumda olmasını sağlayan kabartmalar.	105
Şekil 6.18 : Filtrenin düşeyde hareket ederek demlik içerisine yerleşmesi.	105
Şekil 6.19 : Motorun gövdeye monte edilmesi.	106
Şekil 6.20 : Hareket civatası ve kılavuz yardımıyla filtre haznesini düşeyde hareket ettiren somun.	106
Şekil 6.21 : Kılavuz mil.	107
Şekil 6.22 : Tahrik grubunun montajı.	108
Şekil 6.23 : Filtre haznesi tahrik mekanizmasının montaj şekli. (a) montajlanmamış (b) montajlanmış görünüm.	109
Şekil 6.24 : Tahrik mekanizması prototipinin (a) genel (b) üstten görünüşü.	110
Şekil 6.25 : Kapağın filtre haznesine takılması.	111
Şekil 6.26 : Filtre haznesinin demlik içerisine girmesi ile kapağın demliğin ağzını kapatması.	112
Şekil 6.27 : Filtre haznesinin somuna takılması.	112
Şekil 6.28 : SLS teknolojisi ile üretilen (a) trapez vida ve (b) somun.	113
Şekil 6.29 : Filtre haznesinin düşey hareketinin gözlenmesi; (a) haznenin demlik içerisine girmesi (b) haznenin demlik içerisinden çıkması.	114

HAREKETLİ FİLTRE HAZNESİNE SAHİP EV TİPİ OTOMATİK BİR ÇAY MAKİNESİNİN OPTİMUM TASARIMI

ÖZET

Her geçen gün günlük hayatımızda daha fazla yer edinmeye başlayan çay içeceği, son yıllarda sudan sonra başlıca içeceklerimiz arasında gelmektedir. Süregelen araştırmalarla çayın devamlı olarak sağlığa farklı yararlarının bulunması da çayın popülaritesini arttırdığı gibi; yeşil çay, beyaz çay, seylan, oolong, bitki ve meyve çayı gibi farklı çay çeşitlerinin de yavaş yavaş Türkiye pazarına girmesi çayın daha geniş bir yelpazede günlük içecek olarak tüketilmesine katkı sağlamaktadır.

Gelişen teknolojiyle birlikte, günlük hayatta gördüğü talep gittikçe artan çayın evlerde daha pratik hazırlanabilmesi maksadıyla geliştirilen otomatik çay makinelerinin sayısı da sürekli olarak artmaktadır. Ancak Türkiye, ülkeler bazında üretim ve tüketimde her ne kadar üst sıralarda olsa da, geliştirilen çay makinelerinin birçoğu ithal makineler olup, siyah çay demleme yöntemleri genellikle Türk demleme tekniğine uygun olmadığından Türkiye’de siyah çay dışındaki çayların demlenmesinde tercih edilmektedirler. Türk demleme tekniğine uygun şekilde çay demleyen bir otomatik çay makinesinin ev ve işyerlerinde önemli bir ihtiyacı karşılayacağı düşünüldüğünde, hem kullanıcıya sağladığı kolaylık hem de Türk damak tadına uygunluğu açısından pazarda talep görmesi kuvvetle muhtemel bir ürün olduğu ön görülmektedir.

Bu noktadan yola çıkılarak Arçelik A.Ş. Merkez ARGE biriminde hayata geçirilen 10-040 Tea-matic projesi kapsamında siyah çayın yanında bitki ve meyve çaylarının da demlenmesine imkân tanıyan hareketli filtre haznesine sahip bir çay makinesinin tasarımı çalışılmıştır. Konsept geliştirilmesine paralel olarak piyasadaki mevcut ürünler incelenmiş; beraberinde patent araştırması yapılarak rakiplerin durumları irdelenmiştir. Bu çalışmaların sonucunda konstrüksiyon sistemiği ışığında seçilen filtre hareket mekanizması konseptinin detaylandırılması yapılmış ve prototipler yardımıyla edinilen geri bildirimlerle tasarım nihâi halini almıştır.

Arçelik A.Ş. Merkez ARGE departmanında yürütülen Türk demleme tekniğine uygun bir şekilde çay demlemenin yanında diğer çay çeşitlerinin de demlenmesine imkân tanıyan ve demleme işlemini otomatik bir şekilde gerçekleştiren hareketli filtre haznesine sahip bir çay makinesinin tasarımı çalışması bu tezin içeriğini oluşturmaktadır.

OPTIMUM DESIGN OF A HOUSEHOLD TEA MAKER WHICH HAS AN ACTUATED INFUSER

SUMMARY

Every passing day tea is becoming to take place in our daily lives more widely and ranks second as main beverage after water. As on-going researches emerge different benefits of tea for human health which making tea more popular among consumers; also various tea types like green tea, white tea, Ceylon, oolong, herbal and fruit tea started to enter Turkey market and contributing tea to become more popular.

To make tea brewing more practical at houses, which is being more demanded day after day, number of automatic tea brewing machines is constantly increasing with developed technology. However, although Turkey is a high-rank country according to production and consumption of tea in country scale, due to most of that automatic tea brewing machines are imported and they are not able to brew black tea similar to Turkish brewing style, in Turkey they are just preferred to brew other tea varieties, except black tea. The idea of meeting a substantial demand at houses and offices with an automatic tea machine which brews tea convenient to Turkish brewing style, both ease of use and suitability for Turkish taste it is predicted that this the tea machine will be an extremely likely to be demanded in the market.

Based on this point, with this study performed in Arçelik Inc. R&D Centre, as part of 10-040 Tea-matic project a tea maker concept, which has a movable infuser, was studied to brew herbal and fruit tea beside black tea. In parallel with concept improving, existing tea-brewing machines were examined and rival companies' levels on this field are semitized with patent researchments. As the result of this study, the specified infuser actuation mechanism concept was detailed with regard to construction systematics and the design was finalized with the aid of feedbacks that obtained from prototypes.

The study, performed in Arçelik Inc. R&D Centre, contains optimum design of an automatic tea machine which has a movable infuser and is able to brew black tea convenient to Turkish brewing style and enables brewing other tea varieties except black tea, constitutes the content of this thesis.

1. GİRİŞ

Türkiye; çay tarım alanlarının genişliği bakımından üretici ülkeler arasında 6. sırada, kuru çay üretimi bakımından üretici ülkeler arasında 5. sırada, yıllık kişi başına düşen tüketim bakımından dünya ülkeleri arasında 1. sırada yer almaktadır.

Türkiye yukarıdaki istatistiklerde de görüldüğü gibi dünya çay tüketiminde üretimde olduğundan daha üst sıralardadır. Gündelik hayatta bu kadar çok tüketilen çayın hazırlanma süreci ise ağırlıklı olarak “demleme sonrasında temizliği zor”, “hazırlanması pratik olmayan ve uzun süren”, “lezzetli bir şekilde hazırlanması zor” bir süreç olarak tanımlanır. Arçelik’in geliştirdiği mevcut Tiryaki teknolojisi ile yukarıda sayılan problemler bir nebze çözülmüştür. Örneğin temizleme problemleri iyileştirilmiş, çay makinasına modülerlik sağlanarak taşınmasına olanak sağlanmıştır. Ancak demleme yöntemi için hâlâ “otomatik” tabirini kullanmak mümkün değildir. Yukarıda bahsedilen problemleri aşmaya yönelik bir otomatik çay makinesi ev ve işyerlerinde önemli bir sorunu ortadan kaldıracak; çay demleme işini pratikleştirdiğinden bu konudaki ürün ihtiyacını karşılayacaktır.

Bu tez, öncelikle Türk damak zevkine uygun olarak siyah çay demleme tekniğinin ev tipi tam otomatik bir çay makinesinde uygulanabilmesi; ardından diğer çay türlerinin de demleme tekniği araştırılarak aynı makinede demlenebilmesinin uygulanabilirliği için yapılan çalışmaların bütünüdür.

Bu çalışma süresince öncelikle çay bitkisi üzerine detaylı bir araştırma yapılmış, tüketimi en yaygın çay çeşitlerinin genel olarak demleme metodolojileri araştırılmıştır. Bir sonraki adımda tüm dünyada ve özellikle Türkiye’de en çok tüketilen çay çeşidi olan siyah çayın yaygın olan demleme tekniği araştırılmıştır. Bu demleme teknikleri. Demleme tekniklerinin belirlenmesiyle ortaya çıkan sistem gereksinimlerinin belirlenmesinin ardından piyasa ve patent araştırması yapılarak benzer çalışmalar incelenmiş, bir nevi doğrulama ve bilgi edinme gerçekleştirilmiştir. İncelenen sistemlerin en önemli getirisi ne yapılıp ne yapılmayacağı hakkında çok net fikirler vermesidir ve bu aşama oldukça kritiktir. Bu aşamanın ardından ise konsept tasarımlar geliştirilerek en iyileme çalışması yapılmış; seçilen konseptin

detaylandırılması gerçekleştirilmiştir. Tasarımsal açıdan kritik olan sistemler için prototip üretimi yapılarak alınan geri bildirimlerle ev tipi otomatik bir çay makinesinin optimizasyonu gerçekleştirilmiştir.

Bu alışma, Arçelik A.ř. ARGE direktrlğnde yürütülen bir ARGE projesidir. Bu proje kapsamında, katı modelleme, prototipleme, deneyleme süreci ve finalizasyonunun tüm evrelerinde Arçelik A.ř.'nin imknları kullanılmıştır.

2. ÇAY BİTKİSİ ÜZERİNE NOTLAR

Çay, *Camellia sinensis* bitkisi ve diğer alt türlerinin yapraklarının, tomurcuklarının ve yumuşak dallarının farklı metodlarla işlenmesi ve kurutulmasıyla elde edilen bir tarım ürünüdür [1]. Çay bununla birlikte hoş kokulu bir içecek olan, kurutulmuş yapraklarla sıcak suyun bileşiminden elde edilen içeceğin de adı olarak anılır. Çay, dünyada sudan sonra, en fazla içilen ve içilme alışkanlığı gittikçe artan bir bitki olarak 5000 yıllık bir geçmişe sahiptir [2].

2.1 Çayın Tarihçesi

Çay konusunda ilk geniş çaplı araştırma M.S. 733-804 yılları arasında yaşayan Lu Yu'ya aittir. "Çay Kitabı" adlı eserinde, çay hakkında; üretiminden tüketimine, sistemli ve kapsamlı bilgi vermektedir. Böylece çay üretimi ve tüketimi daha da yaygınlaşma imkânı bulmuştur [3].

Avrupa'nın bu gizemli tat ile buluşması 17. yüzyılda gerçekleşir. İngilizler, sağlık ve zindeliğin sunulduğu bu sıcak içeceği o kadar çok benimserler ki, bunu adeta bir yaşam tarzı haline getirirler. İlk demlik örneklerinin Çin'den Avrupa'ya ulaşması ise 1650 'li yıllarda gerçekleşir [4]. 1635 yılından sonra, Hollanda ve Fransa, Avrupa'da çay tüketimine öncülük eden ülkeler olurlar. 18. yüzyılda da bugün dünyanın en büyük çay yetiştirilen bölgesi sayılan Assam ve Seylan Adası'nda çay bahçeleri oluştururlar. Üretilen bu çayları Avrupa'ya hızlı olarak taşımak için de, süratli yelkenliler yaparlar.

Çayı Amerika'ya ulaştıran ise Peter Stuyvesant'tır. Bugün New York olarak anılan New Amsterdam'a yerleşen Hollandalı koloniler, Amerika'nın ilk çay tiryakileri olarak tarihe geçerler. Çaya bilimsel adının yani *Camelia sinensis*'in verilmesi ise 1753 yılına rastlar. 1800'lü yıllarda, Avrupa ve Amerika'da yavaş yavaş çay endüstrisi boy göstermeye başlar [4].

Thomas Lipton'un ilk dükkanı da 1871 yılında Glasgow 'da hizmete girer. 1890 yılına gelindiğinde Thomas Lipton, Seylan'da ilk çay tarlasını satın alır. Hindistan'dan getirilen çay tohumları 1903 yılından itibaren Kenya'da yeşermeye başlar [4].

Amerika'da, sıcak havalarda çay satmakta zorlanan Richard Blechynden , çayı soğuk halde sunmayı akıl eder. Amerika kökenli “Ice Tea” kavramı da işte bu tesadüfle doğar. Poşet çayın keşfi ise 1908 yılında gerçekleşir [4].

Üst sınıflara hitap eden pahalı bir içecek olmaktan uzaklaşarak gitgide herkes tarafından tüketilen bir içecek haline gelen çay, endüstriyel anlamda çeşitli yeniliklerle birlikte gelişmeye devam etmektedir.

2.2 Türkiye'nin Dünya Pazarındaki Yeri

5000 yıllık bir geçmişi olan çayın Anadolu topraklarında içme alışkanlığı 1600'lü yıllarda başarmıştır. Üretimine Cumhuriyetin kuruluşundan sonra başlanan, 1963 yılına kadar talebin kısmen ithalatla karşılandığı çay günümüzde Türkiye topraklarında da üretilmektedir.

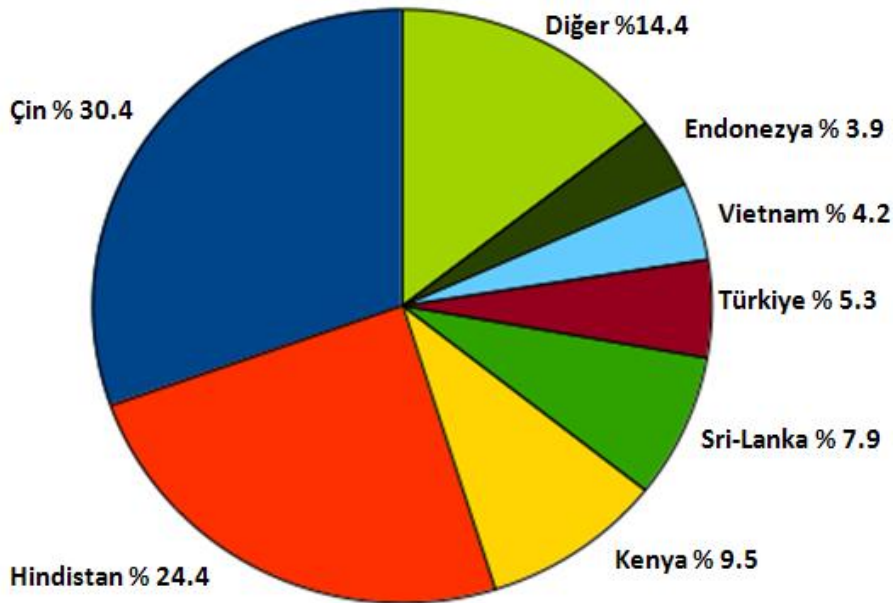
Türkiye'de çay bitkisinin yetiştirilmesine ait ilk ciddi girişim 1888 yılında yapılmıştır. Mekteb-i Mülkiye-i Şahane mezunlarından Mudanya Kaymakamı Hasan Fehmi tarafından İstanbul'da 1892 yılında yayınlanan Coğrafya-ı Sınai ve Ticari adlı kitabın 107. sayfasında çay fidanlarının, zamanın Ticaret Nazırı Esbakı İsmail Paşa Hazretleri aracılığıyla Çin'den getirildiği yazılmıştır. Bursa'da belli yerlere dikilen çay fidanları gelişmemiş ve aynı çaba 1892 yılında da yinelenmiş ancak sonuç alınamamıştır. Bursa ilimizin ekolojik koşullarının çay üretilmesine uygun olmaması ve bunun o zaman bilinmemesi bu girişimin başarıya ulaşamamasının nedenidir. Ancak çay içme alışkanlığının halk arasında hızla yaygınlaşmasının etkisiyle Türkiye'de çay yetiştirilmesi sürekli konuşulur ve tartışılır bir konu olmuştur. Bu arada çok az sayıda da olsa çay ile ilgili makale ve kitaplar yayınlanmıştır. Örneğin çaya olağanüstü ilgisi nedeniyle, Çaycı namıyla da anılan Hicaz Vali Vekilliği, Haremi Şerif Müdürlüğü ve Basra Valiliği görevlerinde bulunmuş olan Hacı Mehmet Arif Çay Risalesi adlı ilginç kitabını 1877 yılında yayınlamıştır. Mehmet İzzet tarafından yazılan Çay Hakkında Malûmat adlı kitap ise 1910 yılında yayınlanmıştır.

Türkiye'de çay tarımı ile ilgili girişimler, 1917 yılından sonra gelişmiştir. Batum ve havalisinin Türkiye'ye geri verilmesini izleyen günlerde incelemeler yapmak üzere bölgeye bir heyet gönderilmiştir. Heyette yer alan Halkalı Ziraat Mekteb-i Alisi Müdür vekili ve Nebatat ve Emrazı Nebatiye Müderrisiyiz Rıza Erten seyahat dönüşü İktisat Vekaleti'ne sunduğu 91 sayfalık raporunda benzer ekolojiye sahip olan Doğu Karadeniz kıyılarımızda da çay bitkisinin yetiştirilebileceğini açıklamıştır. Çay dış alımı için ödenen paranın yüksekliğine de işaret eden Erten, ekolojik yönden uygun olması nedeniyle Rize bölgesinde çay tarımının yapılmasını önermiştir. Ancak; Birinci Dünya Savaşı nedeniyle bu rapor dikkate alınmamış, savaş sonrası bölgede doğan işsizlik sorunu sebebiyle 1924 yılında T.B.M.M. Rize vilayeti ve Borçka kazasında fındık, portakal, mandalina, limon ve çay tarımının yapılması adına düzenlenen kanunu kabul etmiştir. Bununla beraber yeterli desteği göremeyen ve çay tarımının ileride neler getireceğini göremeyen üreticiler çay tarımına olan ilgilerini yitirmiş ve bu durum 1933 yılına değin devam etmiştir.

Hükümetin kendi kendine yetme ilkesini benimsemesi ve 1933 yılında bunu bir programa bağlaması üzerine, ülkemizde çay tarımı yeniden gündeme geldi. Çay tarımının yerleştirilip geliştirilmesi için Ziraat Genel Müfettişi Zihni Derin tam yetki ile yeniden görevlendirildi. Geçmişte yitirilen yılların deneyimleriyle sıkı tutulan işler bu kez daha bilinçli ve programlı şekilde yürütölmeye başlandı. 3788 sayılı Kanun ve bu Kanuna dayanılarak 1940 yılında çıkarılan kararname ile çay tarım alanları, ekolojik ilkelere göre Araklı Deresi'nden Gürcistan hududuna değin ve sahilden 15 km içeride olacak şekilde belirlendi. Aynı kararname ile 1940 yılında Hopa, Sürmene ve Of'ta çay tarımının yapılmasına izin verildi. Çay tarımının sürekli gelişmesi ve tarım alanlarının genişlemesi ile üretim Doğu Karadeniz Bölgesinde yaygınlaştı ve günümüzdeki halini aldı.

Çaydaki gelişmelerin dünü ve bugünü dikkate alındığında, çayda en büyük değışikliğin 4 Aralık 1984 tarihli ve 3092 sayılı Çay Kanunu ile gerçekleştirildiği görülür. Bu kanunla çayın tarımı, üretimi, işlenmesi ve satışı serbest bırakılmıştır. Böylece gerçek ve tüzel kişilere üreticilerden yaş çay yaprağı satın alabilmelerine, çay işleme ve çay paketleme fabrikalarını kurup işletmelerine olanak tanınmıştır. Kanun, çayda devlet tekeli kaldırılmış, devlet sektörü ile özel sektörün yan yana çalışması sağlanmıştır. Ancak, çay tarım alanlarının belirlenmesi Bakanlar Kurulunun yetkisine bırakılmıştır. Bakanlar Kurulunun belirlediği alanlar dışında

ay tarımı yasaklanmış, çay tarım alanlarına giren yörelerde çay bahçesi kuracakların önceden ruhsat almaları zorunlu kılınmıştır.



şekil 2.1 : lkeler bazında toplam çay üretim yüzdeleri.

Günümüzde Türkiye, ay tarım alanlarının genişliğı bakımından üretici ülkeler arasında 6. sırada, kuru çay üretimi bakımından üretici ülkeler arasında 5. sırada, yer almaktadır. 2004 yılında yapılan bir araştırmaya göre ise; Türkiye yıllık 180,000 ton çay tüketimi ile 300,000 tonluk tüketim yapan Hindistan'ın ardından ikinci sıradadır. Ancak kişi başına yıllık 2,5 kg'lık çay tüketimi ile de dünya lideridir [5].

Genel olarak çay iki şekilde tüketilmektedir:

- %75 siyah çay diye tabir edilen fermente edilmiş çay,
- %25 fermente edilmemiş ya da yarı fermente edilmiş diğeri çaylardır.

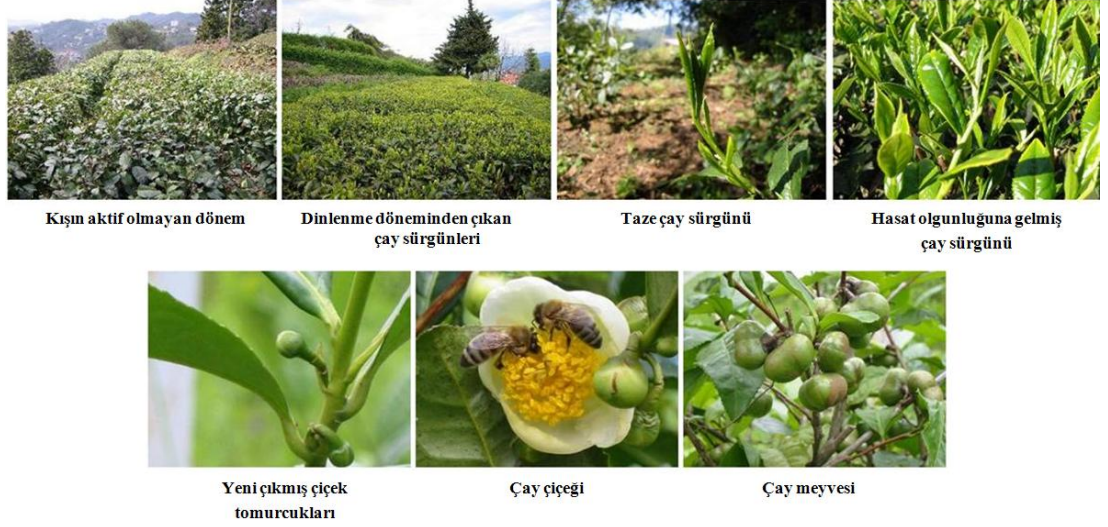
2.3 ay eşitleri

ay kültürü günümüzde de durağanlık kazanmış ve taşları yerine oturmuş bir kurallar dizisi değıldir. Günbegün farklı çay eşitleri ve bu çay çeşitlerine bağılı olarak farklı demleme teknikleri ortaya çıkmaya devam etmektedir.

Bir ay bitkisi;

- Kök
- Yaprak

- Sürgün
- Çiçek, kısımlarından oluşmaktadır.



Şekil 2.2 : Çay bitkisi.

Çay bitkisinden, hasat döneminde sürgün uçlarından taze olarak koparılan iki yaprakla bir tomurcuk, nitelikli çay üretiminde kullanılır. Toplanan bu yapraklar “soldurma, kıvrırma, oksidasyon, kurutma, tasnif” gibi bir dizi üretim prosesinden geçer. Üretim proseslerinden “oksidasyon” prosesleri çayın çeşitlenmesi açısından kritiktir. Çay bitkisi uğradığı oksidasyon prosesi niteliğine göre çeşitlenmektedir. Örneğin “tam oksidasyon” a uğrayan çay bitkisinden “siyah çay” elde edilirken, “kısmî oksidasyon” prosesine uğrayan çay bitkisinden “oolong çayı”, “oksidasyon prosesine uğramayan” çay bitkisinden ise “yeşil çay” elde edilmektedir. Bu çay çeşitlerini ve demleme tekniklerini biraz daha detaylı incelemek, optimizasyonu yapılan çay makinesinin algoritması açısından önemli veriler oluşturacaktır.

2.3.1 Siyah çay

Çay sınıflandırılması karıştırılan ve yanlış anlaşılan konulardan biridir. Çayların sınıflandırılması dünya çapında standardize edilmemiştir ve sınıflar bölgelere göre farklılık gösterebilmektedir. Ayrıca bir çayın sınıfının tadını ve kalitesini belirtmek zorunluluğu da yoktur. Siyah çaylar çoğunlukla yaprak veya partikül büyüklüğü esas alınarak sınıflandırılıp satılır.

Siyah ay üretiminin iki ana metodu bulunmaktadır. Geleneksel Ortodoks metodu hasatta st iki yaprağın ve tomurcuğın elle koparılmasını ve fermentasyon başlangıcına kadar kıvrılmayı gerektirir. Ortodoks metodu mümkün olan tüm yaprak büyüklüklerini ve sınıflarını ürün olarak verebilir. Ortodoks Yöntemi'nden farklı olarak CTC (parçalama-öz suyunu çıkarma-kıvrma) Yöntemi'yle siyah çay üretimi yapılırken çaylar soldurma işleminden sonra kıvrma işlemi yerine CTC makinalarından geçirilir. CTC metodu verimliliğ ve uygunluğ sebebiyle popülarite kazanmıştır. CTC ile işlenmiş çaylar top top bir görünüşe sahiptirler ve her zaman kopuk yapraklıdırılar.

Ülkemizde aykur tarafından gerçekleştirilen siyah çay üretim metodu ise Ortodoks metodunun modifiye edilmiş bir halidir. aykur fabrikalarında kullanılan makinelerin büyük bir bölümü koşullara uygun halde değştirilmiş ve ülkemizde üretilmiştir [6].

ÇAYKUR Yöntemi, diğerk işlem basamakları yönünden Ortodoks Yöntemin modifiye edilmiş şekli olmakla birlikte, tasnif sistemi ve derecelendirmesi CTC Yöntemine benzerlik gösterir. ÇAYKUR Yöntemi, yalnızca 7 nevinin alındığı farklı bir tasnif sistemine sahiptir.



şekil 2.3 : (a) Ortodoks (b) CTC yöntemleri ile üretilmiş aylar.

Siyah ayların sınıflandırılması partikül yapılarına göre olmaktadır. İlk önce iki ana kategoriye bölünmektedir; yaprak (unbroken) ve kırık (broken) aylar. ay ticaretinin %95'i kırık çaylar ile olmaktadır. Bunun sebebi olarak; kk partiküller halinde olması, daha az yer kaplaması, daha sert ve koyu dem vermeleri sayılabilir.

Çayların sınıflandırılması onların kalitelerinin de belirtilmesi anlamından ziyade onların partikül büyüklüklerinden fazla bir anlam taşımamaktadır [6]. Siyah çay üretim süreçleri aşağıda daha detaylı olarak anlatılmaktadır.

2.3.1.1 Soldurma

Uygun şekilde hasat edilen taze çay yaprağının ağırlıkça %75- 80'ini oluşturan suyun, uygun sıcaklıkta, kontrollü veya normal atmosfer şartlarında %60- 65 seviyesine kadar indirgenmesi işlemine soldurma adı verilir. Çay imalatında en önemli proseslerden biridir. Soldurma işlemi sırasında yaprakta fiziksel ve kimyasal olmak üzere yaprakta iki şekilde solma oluşmaktadır.

Soldurma yöntemleri: Uygun şekilde hasat edilen çay yapraklarının soldurulması genel olarak iki şekilde yapılabilir:

- Doğal Şartlarda Soldurma
- Kontrollü Şartlarda Soldurma

İster doğal yolla, ister kontrollü şartlarda olsun soldurma işlemi yaprağın tipine, yaprağın durumuna (ıslak ve kuru oluşu, zedelenmiş olup olmaması, vs.), toplama standardına, serme kalınlığına, solmayı sağlayacak havanın sıcaklığına ve nem içeriğine, soldurma süresine bağlı olarak değişir. Genel olarak hasat edilen yaprakta başlayan soldurma işlemi 14-20 saat sürerken sıcaklık 32° C'yi geçmemelidir.

2.3.1.2 Kıvrırma

Ortodoks imalat yönteminde en belirleyici işlemlerden biri kıvrırma işlemidir. Solmuş çay yapraklarında hücre zarının parçalanması ve yaprakların kıvrılmasını sağlayan bu işlem kıvrırma makinelerinde gerçekleştirilir. Kıvrırma işleminin yapılış sebepleri; hücre zarı ve hücre duvarlarını parçalayarak hücre özsuyunu açığa çıkarmak, yaprak hücresi özsuyunun hava ile temasını sağlayarak oksidasyon işlemini başlatmak, solmuş yapraklara arzu edilen kıvrımı ve görünümü kazandırmaktır.

Kıvrırma makineleri konusunda en önemli gelişmeyi 1873 yılında tablalı kıvrırma makinalarını icad eden araştırmacı W. Jakson sağlamıştır. Bu makine disk şeklindeki yatay bir tabla ile tabla üzerinde dikey konumdaki silindir kazandan oluşur. Bu silindir kazan üç noktadan krankla yataklanmıştır. Kazan, krankların dönme

hareketine bağı olarak sabit tabla üzerinde devir yapar. Kazana doldurulan yapraklar tablanın üzerine oturmuşlardır. Kazan dönerken tabla sabit kaldığından yapraklar tabla yüzeyine sürtünüp kıvrılır. Bugün de aynı prensiple çalışan kıvrırma makinalarının kullanımına devam edilmektedir.

2.3.1.3 Oksidasyon

Uzun yıllar fermentasyon işlemi diye adlandırılmış olan bu işlem, aslında çay yaprağında bulunan polifenollerin oksijenli ortamda ve oksidasyon enzimleri vasıtasıyla yükseltgenmesi işlemidir. Oksidasyon reaksiyonunun arzulanan düzeyde gerçekleşebilmesi için sıcaklık ve bağıl nemin, enzim aktivitesini maksimum düzeye çıkaracak şekilde ayarlanması ve bu seviyede tutulması gerekir.



Şekil 2.4 : Oksidasyon odası.

Çayın oksidasyonuna etki eden etmenlerin başlıcaları; oksidasyon süresi, sıcaklık, solma derecesi, çay yapraklarının serilme kalınlığı, oksijen konsantrasyonu, oksidasyon odası koşulları ve diğr etmenlerdir.

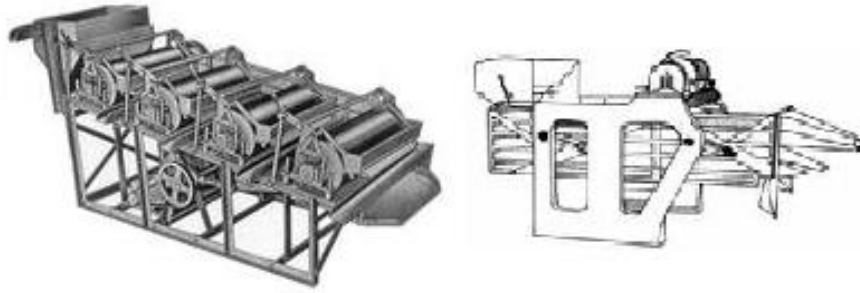
2.3.1.4 Kurutma

Kurutma işlemi, enzim aktivitesini durdurarak oksidasyona engel olmak ve mamül çayın kalitesini koruyabilmek için stabil bir ürün elde edebilmek amacıyla yapılır. Yaş çay yaprağının ağırlıkça %75-80'ini oluşturan su oranı soldurmada % 15-20 oranında , kurutmada da %55-57 oranında azalarak nihâi üründe %3-4 'e düşer.

Kurutma işleminin kalitesine etki eden etmenler, giriş ve çıkış sıcaklığı, kurutma havasının debisi, dış hava sıcaklığı ,kurutulacak çayın serme kalınlığı ve kurutmanın süresidir.

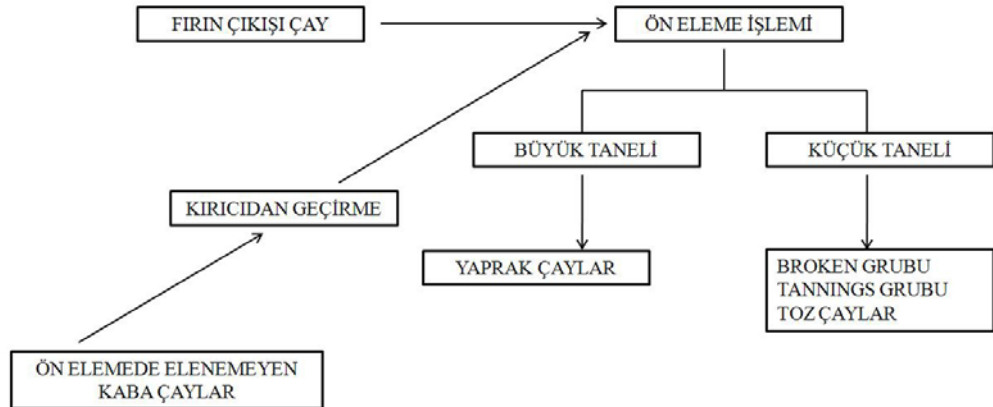
2.3.1.5 Tasnif

Fırın çıkışı, çaylar homojen değildirler. Değişik tanecik büyüklüğüne ve yoğunluğuna sahiptirler. Bunların belli şekilde tasnifi ve standardizasyonu gereklidir. Bu amaçla fırın çıkışı çaylar tasnife tabi tutulur. Tasnifte elenmeyen kaba çaylar kırıcılardan geçirilip kırılarak tekrar aynı tasnif sisteminden geçirilir. Bu işlem sonucunda tanecik büyüklükleri aynı; fakat kalitesi daha düşük ikinci bir seri daha elde edilir.



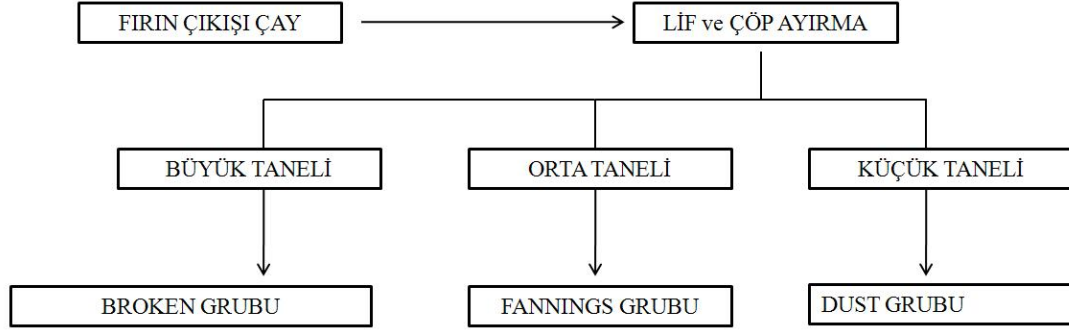
Şekil 2.5 : Tasnif makineleri.

Fırın çıkışı, çaylar önce midilton eleklerinden, daha sonra ise pakka eleklerinden elenip en iyi kalitedeki belli sınıf çaylar elde edilir. Kalan kaba çaylar ise kırıcılardan geçirilerek tekrar aynı tasnif işlemine tabi tutulur.



Şekil 2.6 : Ortodoks Yöntemi ile üretilen siyah çaylarda tasnif sisteminin genel akış şeması.

ÇAYKUR'un kullandığı yöntem, diğer işlem basamakları yönünden Ortodoks Yöntemi'nin yeniden düzenlenmiş bir şekli olmakla birlikte, tasnif sistemi ve derecelendirmesi CTC Yöntem'ine benzerlik gösterir. ÇAYKUR Yöntemi, yalnızca 7 nevinin alındığı farklı bir tasnif sistemine sahiptir.



Şekil 2.7 : CTC Yöntemi ile üretilen siyah çaylarda tasnif sisteminin genel akış şeması.

2.3.2 Yeşil çay

Yeşil çay , Camellia sinensis çay bitkisinin tepe tomurcuğu ve onu takip eden iki yaprak esasına göre hasat edilmiş taze sürgünlerinden üretilen okside olmamış bir çay çeşididir. Sağlığa yararları ile ilgili bilimsel çalışmaların kamuoyuyla paylaşılmaya başlanması ile dünyada tüketimi hızla artmakta olan yeşil çay , ülkemizde de henüz tanınmaya başlanmıştır [6]. Bu sebeple optimizasyonu yapılması amaçlanan çay makinesinde yeşil çay demleyebilme opsiyonu da göz ardı edilmemelidir.

Çay İşletmeleri Genel Müdürlüğü'nün tamamen kendi olanakları ile projelendirilen ve uygulamaya konan Türk Yeşil Çayı İşleme Teknolojisinde temel olarak iki imalat yöntemi belirlenmiştir. Bunlardan birincisi Kıvrırma Esaslı İmalat , ikincisi CTC Esaslı İmalat 'tır. Hammaddenin çok taze olduğu dönemlerde kıvrırma esaslı imalat , diğer dönemlerde ve ağırlıklı demlik veya fincan poşet üretimi yapılacağı dönemlerde CTC esaslı imalat tercih edilmelidir [6].

Üretilen yeşil çaylardan alınan numunelerle gerek kalite belirleme analizleri ve gerekse aromalandırma denemeleri yapılmaktadır. Aromalandırma için turunç yaprağı , zencefil , nane , kişniş , keşniş ve bergamot esansı gibi farklı aromalar farklı oranlarda kullanılarak değişik tatlarda yeşil çaylar elde edilmektedir. Yeşil çayın demlenme şekli ülkelere ve geleneklere göre küçük farklılıklar göstermekle birlikte bu bitkiden en üst düzeyde yararlanmak için 80° C'ye ısıtılmış su kullanılması önerilmektedir. Demleme süresi kafein miktarını belirleyici bir etkidir. Yeşil çay yapraklarının üzerine kaynama seviyesinde olmayan su ilave edilip, 3-4 dakika ya da istenilen tat düzeyine gelene kadar ağzı kapalı olarak demlenmesi ve şeker ilave edilmeden içilmesi genelgeçer bir yeşil çay demleme tekniği olarak kabul edilebilir.

2.3.3 Beyaz ay

Modern ağın beyaz ayı 1796 yılında Qing Hanedanı döneminde ortaya çıkmıştır. Bu dönemden itibaren beyaz çay, demlenebilen dökme çay olarak üretilmiş ve dağıtılmıştır. 1885'ten sonra büyük etli tomurcukları olan 'Big White', 'Small White' ve 'Narcissus' ay klonları başta 'Silver Needles' olmak üzere tüm beyaz çay çeşitlerinin hammaddesi olmak üzere seleksiyonla elde edilmişlerdir. 1891'lerde Silver Needle ihraç edilmeye başlanmış ve 1922'de ilk 'White Peony' retimi başlatılmıştır [6].



şekil 2.8 : Beyaz ay.

Hammaddeye ve farklı toplama standartlarına bağlı olarak beyaz ay:

- Yin Zhen Bai Hao (Silver Needle)
- Bai Mu Dan (White Peony)
- Gong Mei (Tribute Eyebrow)
- Shou Mei (Noble, Long Life Eyebrow)

olarak sınıflandırılmıştır. Tüm bu beyaz çay eşitleri Çin'de yaygın olarak üretilmektedir [6].

Beyaz ay, dünyanın en nadide ve en pahalı ayıdır. Dünyada yılda ortalama 600 ila 800 ton arası beyaz çay üretilmektedir. Beyaz ay üreten ülkeler sırasıyla Çin, Hindistan, Kenya, Sri Lanka ve Vietnam'dır. Çok değerli ve miktar olarak az olan beyaz çay, bugüne kadar yalnızca Çin'in Fujian Bölgesindeki belirli varyetelerden üretilmekteydi. Bugün lkemizde de seleksiyonla elde edilmiş olan beyaz çay üretimine uygun varyeteler vardır. Türkiye'de seleksiyonla tesbit edilmiş Der pazarı-7, Fener-3 ve Hamzabey klonları kullanılarak 2006 yılında ilk "Türk Beyaz ayı retim Denemesi" başarıyla gerçekleştirilmiş ve yapılan analizlerle kalite değerleri belirlenmiştir [6].

Beyaz çayın üretimi, büyük dikkat ve çaba gerektirir. Çay bitkisinin özel varyeteleri seçilir ve hasat olgunluğuna gelinceye kadar birkaç yıl bakılır. En iyi beyaz çay, erken ilkbaharda üretilir. Doğru zaman geldiğinde, gümüş rengi tomurcuklar ve seçkin yapraklar elle ve dikkatle toplanır. Yağmurlu günlerde veya ayazda toplama yapılmaz. Beyaz çay üretimine uygun hammadde, yıl içerisinde yalnızca çok kısa bir dönemde toplanabilir olduğundan çok nadidedir. Tomurcuklar ve yapraklar, daha önceki yıllarda önce şoklanıp, sonra kurutulurdu; ancak son yıllarda yalnızca soldurma ve kurutma işlemi uygulanmaktadır. Siyah, oolong ve yeşil çaydan farklı olarak kıvrırma işlemine tabi tutulmamıştır. Ayrıca işlenmesi esnasında oolong ve siyah çay gibi özellikle teşvik edilen bir oksidasyon safhası yoktur. Çok düşük düzeyde seyreden oksidasyonun sebebi ise bahçede toplama esnasında koparılan kısmın hava ile temas etmesidir [6].

Bir fincan beyaz çay demlemek için izlenecek yol, yeşil çay demlemeye benzer. Çok sert veya çok sıcak su, beyaz çayın tadını bozar. Çok ağır olmayan filtre edilmiş su veya memba suyu en mükemmel demleme sonucunu verir. İdeal su sıcaklığı, 79-82°C arasındadır. Demliğe 1-1.5 yemek kaşığı beyaz çay için 200 ml su konur. 2 dakika süreyle demlemeye bırakılır [6]. Görüldüğü üzere beyaz çay için de yeşil çayda olduğu gibi genelgeçer kabul edilebilecek bir demleme metodu bulunmaktadır, çay makinasında bu çaylar için uygulanacak demleme tekniği düşünüldüğünde bu genel kurallara uymak gerek ve yeter bir şart olarak görülebilir.

2.3.4 Oolong çayı

Oolong çayı, *Camellia sinensis* bitkisinden elde edilen, şiddetli güneş ışığı altında soldurma ve kıvrırma işlemi öncesinde oksidasyona uğratılarak üretilmiş bir geleneksel Çin çayıdır [8]. Oolong çaylar genel olarak siyah çay fabrikalarında üretilirler. Bunlar yeşil çaydan daha çok siyah çaya benzerler. Ancak siyah çaylardan iki şekilde ayrılırlar:

- Siyah çaylarda uygulanan optimum oksidasyon zamanının yalnızca yarısı kadar okside edilirler.
- Bu çaylar bütün yapraklardan yapılırlar. Diğer bir deyişle oolong çay, siyah çayların işlem gördüğü şekilde şiddetli parçalama (Ortodoks üretimdeki presli kıvrırma, rotorvan veya CTC) içermeyen bir kıvrırma işleminden geçirilir.

Bu nedenlerle işlem sonrası oolong çaylar büyükçe kıvrılmış bir yaprağa, kahverengimsi bir renge, çok hafif yeşilimsi ve bakır rengi liköre sahiptir. Viet Nam'da (çoğunlukla Güney Viet Nam 'da) bir çok fabrika oolong çay yapmak için yalnızca taze yaprağı bilinen özel varyeteleri kullanırlar. El emeği yoğun bir üretim yöntemi içerir.



Şekil 2.9 : Oolong çayı yaprakları.

Demleme metodolojisi olarak ise genellikle; 2.25 g. oolong çayı (ya da 2 çay kaşığı)/170 ml su uygulanabilir. Demleme suyu sıcaklığı 82-88 °C arasında olmalıdır ve 3-4 dk demleme yapılır [9]. Yüksek kaliteli bir oolong çayında, diğer çayların aksine, aynı yapraklar birkaç defa demlendikçe lezzet artar. Aynı yaprakların birkaç 3-5 defa demlenmesi yaygındır, 3. ve 4. demlemeler ekseriyetle aromanın en iyi açığa çıktığı demlemelerdir.



Şekil 2.10 : Oolong çayı demliği.

2.3.5 Bitkisel Çaylar

Bitkisel çay, Camellia sinensis bitkisinden elde edilmeyen, adlarını elde edildikleri bitkilerden veya meyvelerden alan çaylardır. Basit olarak, kaynamış su ile kurutulmuş meyve, çiçek veya otların bir kombinasyonudur. Bitki çayı olarak

adaçayı, ıhlamur, papatya, rezene, ekinezya, zencefil vb.; meyve çayı olarak ise elma, böğürtlen, kuşburnu, nar vb. çayları sayılabilir. Sağlığa yararları sebebiyle bitkisel çayların son yıllarda gördüğü rağbet artmıştır.



Şekil 2.11 : Kurutulmuş elma, tarçın parçaları ve sarı papatya ile oluşturulmuş bir bitkisel çay karışımı.

Meyve çayları ve bitki çayları demleme tekniği olarak aynı grupta kategorize edilebilir. Ancak; eğer demlenecek bitkisel çayın ham maddesi kurutulmuş meyve ise demleme tekniği farklılaşır. Çünkü, kurutulmuş meyvelerin aromasının elde edilmesi için, diğer çayların demleme tekniğinden farklı olarak; kaynatılması gerekmektedir. Eğer bitkisel çay, siyah çayda olduğu gibi toz (dökme) haldeyse, bu durumda çayın demlenmesi için kaynatılmasına gerek kalmaz. Demlenecek bitki çayının cinsine göre, üzerine sıcaklığı farklılık gösteren su eklenip, yine bitkinin cinsine göre belirli sürelerde demlenmesi beklenerek bitkisel çay hazırlanır. Dökme halindeki bazı çayların kaynatılmasının vücuda yarardan çok zarar getireceği de belirtilmektedir.

Optimizasyonu yapılacak çay makinesinin her türde bitkisel çayı demlemeye elverişli olması için kaynama gerektiren çayları da demlemesi gerekir. Bu durumda makinenin kapsamı genişleyip, tasarımsal kapasitesi artacaktır. Sadece toz halindeki bitki çaylarını demleme veya bitki çayı demlememe gibi seçenekler de ihtimâl dahilinde olursa mühendislik yaklaşımı açısından çözüme daha kolay ulaşılabilir.

2.4 ayların Paketleme Tipleri

ayların farklı elde ediliş şekilleri ve özlerden elde edilmesi sebebiyle demleme tekniklerinde farklılıklar olduğu yukarıda belirtilmiştir. Günümüzde, genişleyen çay pazarı sebebiyle çayın daha uzun süre saklanabilmesi, pratik ve çabuk demlenmesi gibi nedenlerden ötürü çay raflarda farklı tipte paketlerde yer almaktadır. Bizim evlerde sıklıkla demlediğimiz çaylar dökme paket çaylardır ve demleme tekniği ufak farklılıklar gösterse de genellikle aynıdır. Bunun dışında bardak ve demlik poşeti veya kapsül halinde çaylar da bulunmaktadır ve demleme teknikleri dökme çaydan farklıdır. Siyah ayın özünün bir kapsül içerisine yerleştirilerek “tablet çay” olarak üretilmesi de ÇAYKUR’un yeni geliştirdiği bir yöntemdir. Bu yöntemle çayın ilaç gibi tketilebilmesinin amaçlandığı ve tabletin sıcak suya atılıp karıştırılmasıyla demlemenin gerçekleştirildiği belirtilmektedir.

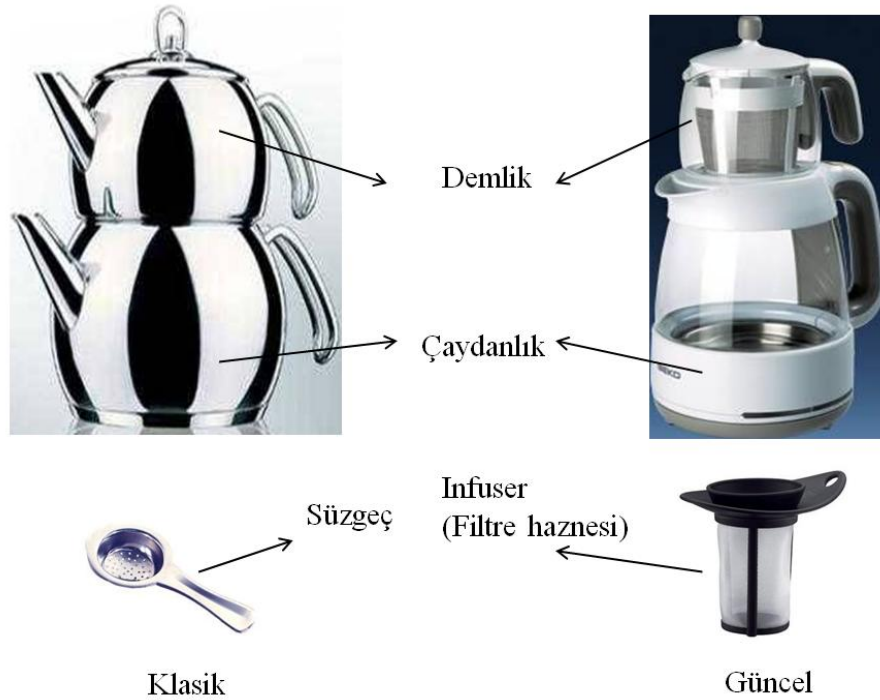


şekil 2.12 : Çeşitli ay paketleri.

3. SİSTEM GEREKSİNİMLERİ VE TASARIM KRİTERLERİNİN BELİRLENMESİ

3.1 Amaç

Ev tipi bir çay makinesinin optimizasyonu yapılırken; ilk ve temel amaç kaliteli ve Türk damak tadına uygun bir şekilde çay demlemek olmalıdır. Bu nedenle, öncelikle doğru demleme metodunu belirlemek gerekir çünkü demleme tekniği; ısıtıcıların seçimi, su taşıma sistemi, taşınan suyun sıcaklığı, demleme odasının yapısı, yardımcı komponentlerin seçimi gibi parametrelerin belirlenmesinde başrol oynayacak olan etkindir. Bu sebeplerle ilk olarak demleme tekniği oluşturulmalı ve diğer sistemler bu amaca hizmet etmek adına belirlenmelidir. Çayın tadına etki eden parametreler bilinirse kontrol edilmesi de mümkünleşir ve kaliteli çay demleme işlemi otomatik olarak gerçekleştirilebilir. Şekil 3.'de tezin bu bölümünden sonra kullanılacak bazı adlandırmalar gösterilmiştir.



Şekil 3.1 : Adlandırmalar.

3.2 Demleme Gereksinimlerinin Araştırılması

Konu siyah çay demlemek olduğunda hemen herkesin kendi damak tadına uygun ideal çayı demlemek için uyguladığı farklı teknikler olduğu görülür. Siyah çay demleme konusunda yeşil, beyaz, bitkisel veya oolong çaylarda olduğu gibi belirlenmiş ve genel olarak uygulanan bir kural yoktur. Bununla birlikte, tane tipi ve harmanlama şekilleri nedeniyle farklı çeşitlerde siyah çaylar bulunmaktadır ve birine uygulanan demleme tekniği diğerine uygulanamayabilmektedir.

Konu ile ilgili olarak genel bir araştırma yapılarak ideal çay demleme tekniğinin tarifinin çeşitlilik gösterdiği doğrulanmıştır. Buna bir de farklı siyah çay çeşitleri eklendiğinde demleme metodunu belirlemek gittikçe karmaşık bir hâl alacaktır (aynı marka çayın kırmızı, siyah veya sarı paketleri arasında bile demleme yönünden farklılıklar olabilmektedir).

3.2.1 Demleme suyu sıcaklığının tayin edilmesi

Siyah çayın ideal demleme yöntemi belirlenirken yapılan araştırmalarda en yaygın olarak karşılaşılan demleme sıcaklığının kaynar su sıcaklığı (100° C civarı) olduğu görülmüştür. Öte yandan siyah çay tozu üzerine kaynar su dökmenin aslında çayı haşladığı ve öldürdüğü ve dolayısıyla yanlış bir yöntem olduğu söylenmektedir. Bunun da ötesinde Çinliler kaynamış suya bünyesindeki oksijeni attığı için ölü su nitelendirmesi yaparak bu suyla çay demlemenin yanlış bir yöntem olduğunu ileri sürmektedirler.

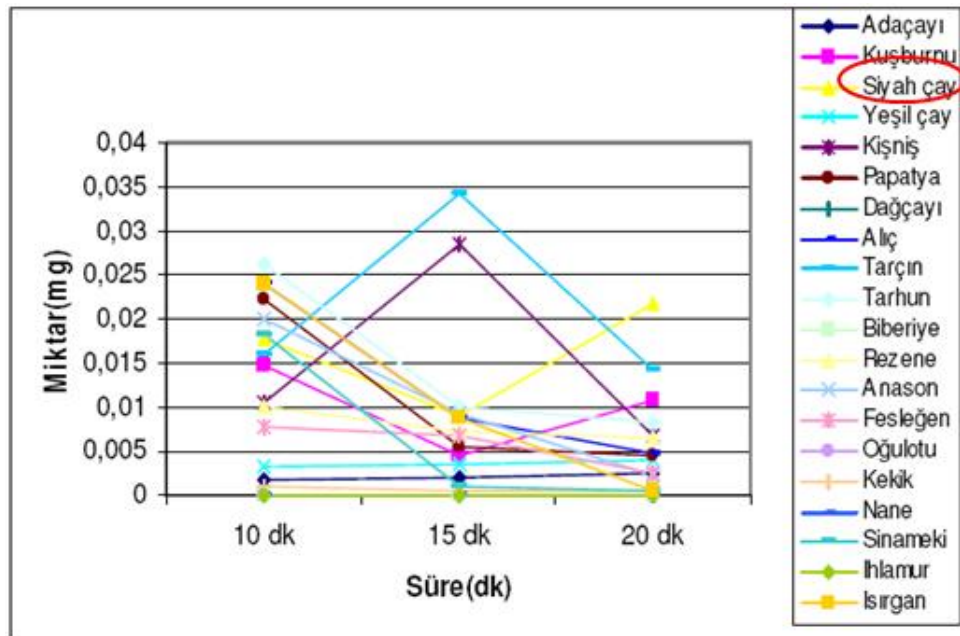
Türk damak tadına uygun olan demleme yönteminde de su sıcaklığı yaygın olarak kaynama sıcaklığı civarındadır. Kaynama noktası civarındaki sıcaklıklarda bir su ile demlenen bir çayla, nispeten daha soğuk bir su (70-80° C civarındaki bir su) ile demlenmiş çayların tat kıyaslaması yapıldığında da kullanıcıyı memnun eden çayın evlerde demlediğimiz şekilde daha sıcak su ile demlenmiş çay olacağı görülecektir.

3.2.2 Demleme süresinin belirlenmesi

Demleme süresi çayın temel olarak pişip pişmediğini doğrudan etkiler. Türkiye’de yaygın olarak 15-20 dk. civarı demleme yapılırken, İngiltere’de bu süre 3-5 dk. civarında olabilmektedir. Bu da demektir ki çay, demlendiği bölgenin damak tadına uygun olarak farklı sürelerde demlenebilmektedir.

Çay demlendiği esnada kuru çaydan deme polifenol, kafein ve mineraller gibi bileşenler geçmektedir. Şekil 3.3'te toksik bir element olan arseniğin demlemenin 10-15 dakika aralığında azaldığı, 15. dakikada en aza indiği, 15-20 dakika aralığında ise tekrar artmaya başladığı görülmektedir.

Çayın demlenmesi süresince çaydaki kafein miktarı da sürekli olarak artmaktadır. Ancak 35. dakikadan sonra kafein miktarında hemen hemen değişme görülmemektedir. Yani posa ile dem arasında bir denge durumu oluşmaktadır. Klasik şekilde hazırlanan 1 fincan (200 ml) siyah çaydaki kafein miktarının 40 mg/fincan civarında olduğu düşünülmektedir. Sağlık uzmanları tarafından kafeinin günlük tüketim düzeyinin 300 mg'ı aşmaması önerilmektedir.



Şekil 3.2 : Bitkisel materyallerin demlenmesi sonucu suya geçen arsenik miktarının zamana göre değişimi.

Siyah çayın demlenmesinde sürenin (beşer dakika ara ile toplam 1 saat) artması ile birlikte, deme geçen kafein miktarının da arttığı ancak 35. dakikadan sonra deme geçen kafein miktarının hemen hemen durduğu gözlenmiştir.

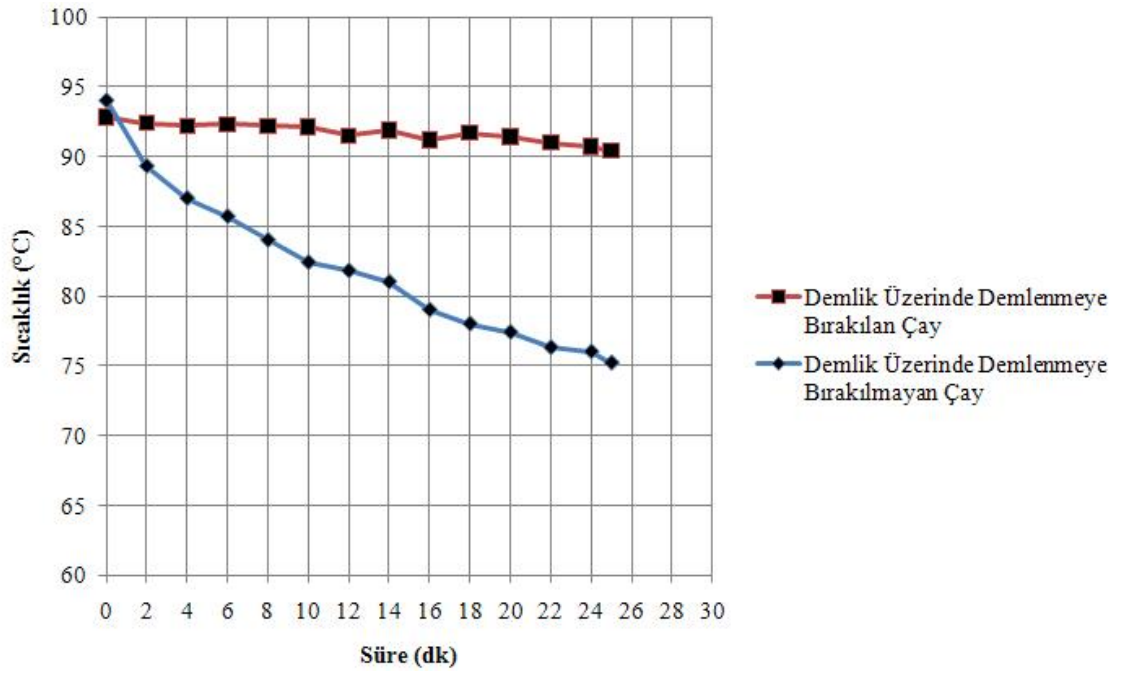
Buradan hareketle; demlenme esnasında sürekli olarak posadan deme madde geçişi olduğunu düşünürsek, çayın demlenmesinden sonra posanın çay içerisinde bekletilmesiyle bu aktivasyonun devam ettiği söylenebilir. Evlerde klasik yöntemle çay demlediğimizde ilk içtiğimiz çayla belli bir süre geçtikten sonra içtiğimiz çayın tat açısından farklı olmasının sebebinin de bu olduğu çıkarılabilir.

Bu deneyle elde edilen en önemli veri, çay makinasının ideal tatta bir çay demlemesi isteniyorsa posa ile demi ideal demlenme süresi sonunda ayırmasının gerekliliğidir. Posayı demden uzaklaştırmak en önemli tasarım kriterlerindendir; nitekim hareketli filtre haznesi ile hedeflenen de demleme süresi sonrası dem ile posanın birbirinden ayrılmasını sağlamaktır.

3.2.3 Demlenen çayın sıcaklığının tayini

Demlenen çayın sıcaklığını koruyup korumamaması tat ve koku bakımından çaya etki eden parametrelerdendir. Genel olarak evde çay demlerken, hemen hepimiz demleme işlemini gerçekleştirdikten sonra demliği çaydanlığın üzerine koyarız. Bunu yaparken aslında çok da bilimsel bir dayanağımız yoktur; birçoğumuz bunu alışkanlık gereği yaparız. Ancak; Şekil 3.3'te demliğin çaydanlık üzerine konulmasının etkisi açıkça görülmektedir. Çaydanlık üzerine konulan demlik, çaydanlıktaki sürekli olarak buharlaşan su sayesinde, bir miktar ısı kaybı yaşasa da, sıcaklığını neredeyse koruduğu söylenebilir. Demlik üzerine bırakılmayan çayda ise durum bir hayli farklıdır. 94° C civarında başlayan demleme sıcaklığı 75° C civarına inmiştir. Bu durum, çayın iyi bir şekilde demlenmesini etkileyen bir faktördür ve demleme esnasında soğuyan çay tat açısından tatmin edici olmamaktadır.

Bu deney bize gösteriyorki; çay, demlenme esnasında sıcaklığını korumadığı takdirde tadımcıyı memnun etmeyecektir. Bu yüzden tam otomatik bir makinede çay demlenirken çayın sıcaklığını koruması hususu özellikle dikkate alınmalıdır. Buradan hareketle; demlenen çayın sıcaklığını koruması bir tasarım kriteri olarak ele alınmalıdır. Sonuç olarak, optimizasyonu yapılan çay makinesi klasik demlik-çaydanlık demleme metoduna ne kadar benzerlik gösterirse, kullanıcı açısından o kadar başarılı bulunacaktır.



Şekil 3.3 : Demlenme esnasında demlik üzerine konulan ve konulmayan çayların sıcaklık değişimi.

3.2.4 Filtre haznesi kullanarak demleme

Son dönemlerde temizleme kolaylığı sağlaması açısından demlik içerisinde filtre haznesi koyarak demlemek yeni bir akım olmaya başlamıştır. Filtre hazneleri çelik çaydanlık setleriyle birlikte satılmakla beraber, son dönemlerde piyasaya sürülen makinelerin hemen hepsinde bulunmaktadır. Bu sebeple filtre haznelerinin çayın tadına etkisini inceleme gerekliliği doğmuştur.



Şekil 3.4 : Kötü tasarlanmış bir filtre haznesi.

Kötü tasarlanmış bir filtre haznesinin tek getirisi demliğin kolay temizlenmesini sağlamasıdır. Plastik filtre hazneleri çayın tadını bozmakta, hacmi yetersiz olan hazneler ise çay yapraklarının doğal şekilde çökmesini ve çayın su ile temasını engellediğinden demlenmenin yetersiz bir şekilde gerçekleşmesine neden olmaktadır.

Şekil 3.4 kötü tasarlanmış bir filtre haznesi içerisinde demleme sonrasında yaprakların durumunu göstermektedir. Filtre haznesi içerisine demleme için başlangıçta yalnızca 30 g kuru çay konmasına rağmen; çay, suyu emerek şişmiş ve 150 g dolaylarına ulaşmıştır. Filtre haznesinin hacmi yetersiz olduğundan yeterli düzeyde demlenme gerçekleşmemiştir. Haznenin aynı zamanda süzgeç delikleri de boyutsal ve sayısal bakımdan yeterli gelmediğinden yaprakların suyla teması kısıtlanmış ve hacim yetersizliğinden dolayı doğal bir yolla çökmesi de gerçekleşmemiştir.

3.3 Su Taşıma Sistemleri

Klasik yöntemlerle çay demlemenin en zahmetli tarafı suyun kaynamasını beklemek ve kaynamanın ardından sıcak suyu kuru çayın üzerine dökerek demlemeyi gerçekleştirmektir. Bu işlemi otomatik olarak yapan bir makine çay demleme işlemini kullanıcı açısından bir hayli kolaylaştıracaktır. Tasarımı yapılan ev tipi çay makinesinin en belirgin özelliği su ısıtma haznesinde ısıtılan demleme suyunu çayın üzerine otomatik olarak taşıması olacaktır. Bu da piyasada bulunan yarı otomatik makinelerin bir çoğunda bulunmayan otomatik demleme özelliğine karşılık gelmektedir.

Su aktarma işlemi yapılırken uyulması gereken temel kurallar sistem gereksinimlerini belirlemek amacıyla yapılan araştırmalar sonucunda belirlenmiştir. Bunların başlıcaları aktarılan suyun kaynama noktası civarında olması (90° C üzerindeki sıcaklıklar) ve kuru çay üzerine en kısa sürede boşaltılmasıdır. Kuru çayın üzerine çok yavaş bir şekilde su aktarmak demleme süresini etkilediğinden demlemeye kötü yönde etkileyecektir. Yani; 10 dk. demlenmesi gereken çayın üzerine belli bir miktar su aktarmamız gerektiğini düşünecek olursak aktarma işlemini 5 dakikada yapmak demleme süresini kötü yönde etkilemek anlamına gelir. Çünkü çay 5 dk. boyunca demleme için gerekli su miktarından daha düşük miktarda suyla demlenmiş olacak ve gerekli olan demleme süresine riayet edilemeyecektir. Bu

sebeple suyu konvansiyonel yöntemde olduğu gibi en kısa sürede taşımak hedeflenmiş ve farklı su taşıma sistemleri tasarlanarak aktarma hızları ölçülmüştür.

3.3.1 Deney düzeneğinin tasarlanması

Su taşıma sistemlerinin deneysel olarak gözlenebilmesi için bir deney düzeneği hazırlanmıştır. Deney düzeneği yapısal olarak; su haznesi, sızdırmazlık elemanları, su taşıma boruları ve kanallarından oluşmaktadır.

Deney düzeneğinin hazne bölgesinin malzemesi pleksiglastır. Borular ve diğer yardımcı taşıma elemanları hızlı prototipleme yöntemiyle üretilmiş parçalardır. Kullanılan hızlı prototip tekniği SLS (ısıtarak toz bağlama) olup, bu teknikte ısıtıldığında kaynaşabilen toz halindeki bir inşa hammaddesi ince ve düzgün bir tabaka halinde yayılır. Ardından yüzeydeki seçilen bölgeler lazer ışınıyla taranarak ışının yüzeye çarptığı noktalarda oluşan sıcaklıkla toz malzemenin eriyerek temas halinde olduğu diğer toz taneleriyle kaynaşması sağlanır. Böylece, prototip katman katman toz yığılarak üretilir. Parçanın üretimi tamamlandıktan sonra -aynı zamanda da destek malzemesi işlevi gören- fazla tozlar parça üzerinden bir fırça yardımıyla temizlenir. Bu teknolojiye kullanılan malzemeler polyamide, ploystrene ve çeşitli özelliklerde metal alaşımlarıdır [10].

Pleksiglas taban ve yan yüzeylerin birleştirilmesinde yapıştırma elemanı olarak terostat kullanılmıştır. Terostatın tercih edilmesinin sebebi hem ısıl dayanımının hem yapıştırma kalitesinin yüksek oluşudur. Boru veya kanalların pleksiglastan geçtiği noktalardaki sızdırmazlığın sağlanması amacıyla ise teflon bant kullanılmıştır.



Şekil 3.5 : SLS teknolojisiyle üretilmiş bazı parçalar.

Aynı deney düzeneği üzerinde farklı su taşıma sistemlerinin uygulanabilmesi için deney düzeneğinin bu esnekliğe uygun olmasına dikkat edilerek tasarımı yapılmıştır. Pleksiglas taban üzerindeki deliklerin konumu, boru boyları, adaptör parçalar bu esnekliğe uygun olacak şekilde tasarlanmıştır.

Tasarlanan deney düzeneğinde su taşıma yükseklikleri olarak 170 ve 210 mm'lik mesafeler baz alınmıştır. 170 mm ortalama bir su ısıtıcısının tabanından en üst noktasına kadar olan mesafeye tekabül etmektedir. 210 mm ise daha fazla yüksekliğin gerekebileceği durumları da göz önüne almak için belirlenmiş bir değerdir. Bu sebeplerle boru boyları tasarlanırken 170 ve 210 mm'lik boylarda iki tip seçilmiştir. Bu boruların çap değerleri ise hedeflenen debi değerleri ve boyutsal kısıtlamalar göz önüne alınarak seçilmiş olup 6, 8 ve 10 mm olacak şekilde tasarlanmıştır.

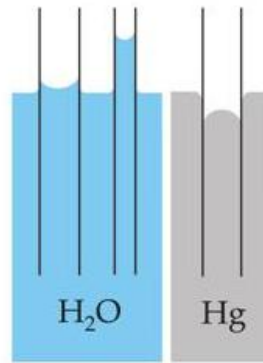


Şekil 3.6 : Deney düzeneğinin genel görünüşü.

3.3.2 Kabarcık oluşturarak taşıma

Sıvı yüzeyinde birim uzunluğu gergin tutan kuvvete yüzey gerilimi denir. Birimi dyne/cm'dir. Dar tüplerde gözlenen sıvı yükselme ve alçalması olan kapilarite olayının nedeni de yüzey gerilimidir.

Bir sıvının aynı cins molekülleri arasındaki birbirlerini çekme kuvvetine kohezyon denir. Bu kuvvet yağmur damlacıklarının tek parça olarak düşmesini sağlar. Kohezyon aynı zamanda bir su yüzeyinin çarşaf gibi gerilmesi olarak da bilinen ve sudan daha yoğun bir toplu iğnenin su üzerinde yüzeyi yırtmadan durabilmesini sağlayan yüzey geriliminin de sebebidir. Su ve camdan bir kabın molekülleri gibi farklı cins iki malzemenin molekülleri arasındaki çekim kuvvetinin adı ise adhezyondur. Adhezyon suyun cam kaba tutunmasını sağlar. Bir sıvı ile katı kap arasındaki adezyon kuvveti sıvı molekülleri arasındaki kohezyon kuvvetinden büyük olursa sıvı kabın yüzeyini ıslatır ve sıvı yüzeyi kaba yakın kısımlarından yukarı doğru ağzı açık bir eğri çizer. Eğer bir sıvı ile kabı arasındaki adhezyon kuvveti, kohezyon kuvvetinden küçük olursa bu durumda sıvı kabı ıslatmaz ve sıvı yüzeyinin ortası nispeten yukarda ve sıvı kenarları aşağıda olacak şekilde ağzı aşağı doğru açık bir eğri çizmiş olur. Şekil 3.10'da adhezyon kuvveti kohezyon kuvvetinden daha düşük olan cıvanın kapılar boru içerisindeki davranışı görülmektedir. Su için ise durum bunun tam tersidir. Adezyon kuvveti ve (kohezyon kuvvetinin sebep olduğu) yüzey gerilimi cam kabı ıslatabilen suyun yukarı doğru bir eğri çizmesini sağlar.



Şekil 3.7 : Su ve cıvanın kapiler bir boru içerisindeki davranışları.

Su molekülleri birbirine kohezyonla ve cam kaba adhezyonla bağlıdır. Bu moleküllerin etkileşimiyle su molekülleri cama tırmanır, zincirleme bir şekilde komşu su molekülleri birbirinin yerini doldurur. Cam boru ne kadar ince olursa taşınacak sıvı ağırlığı o kadar azalacağından sıvı yukarıya doğru tırmanır. Sıvı ağırlığı yukarı yöndeki kılcallık etkisini sağlayan kuvvetlerce dengeleninceye kadar su yükselmiş olur.

Kapilarite sıvıların yüzey gerilimi ile dar tüplerde gözlenen yükselme ve alçalması olayıdır. İnce borularda kapılar yükselme formülü:

$$h = \frac{2\sigma}{gr\rho} (m) \quad (3.1)$$

σ : yüzey gerilimi (N/ m)

g : yerçekimi ivmesi (m/s²)

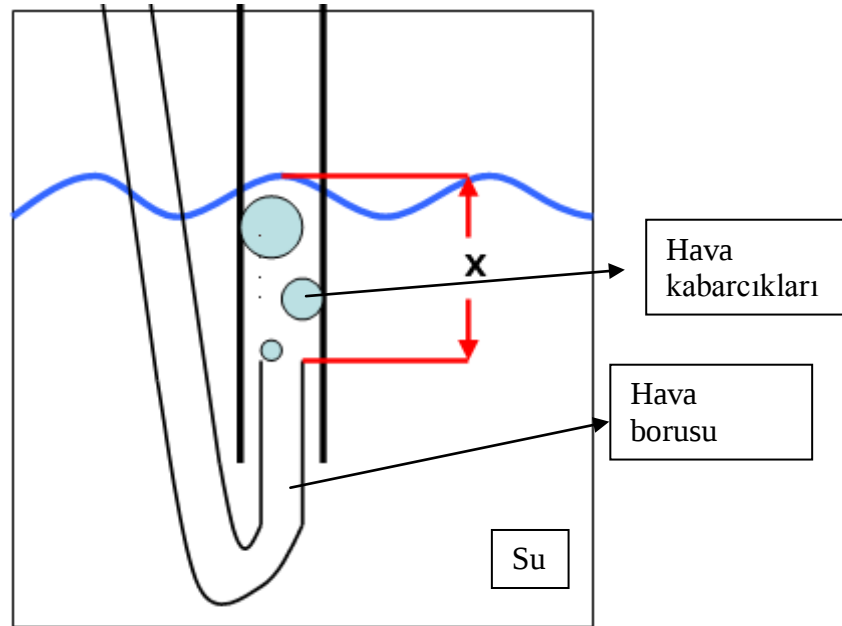
ρ : sıvının yoğunluğu (kg/m³)

r : borunun yarıçapı (m)

Kapılar yükselme formülüne göre Şekil 3.7'yi yorumlayacak olursak; suyun daha ince bir boruda daha fazla yükselmesinin sebebinin; yarıçapın, yükselme miktarıyla ters orantılı olmasından kaynaklandığını görürüz.

Su ve cıva için ise, her iki durumda da yer çekimi ivmesi ve borunun yarıçaplarının eşit olduğu varsayılırsa; sıvının yüzey gerilimi ve yoğunlukları etkindir. Cıvanın yüzey gerilimi değeri 480 dyn/cm (1dyn =10⁻⁵ N), suyun ise 72.8 dyn/cm'dir (1cm boyunca sıvı yüzeyinde yer alan moleküller arası ilişkileri kesebilmek için uygulanması gereken kuvvet). Ancak; cıva için adhezyon değeri kohezyondan daha düşük olduğu için cıva molekülleri cam borunun iç yüzeyine tutunamaz ve bir tümsek oluşturur.

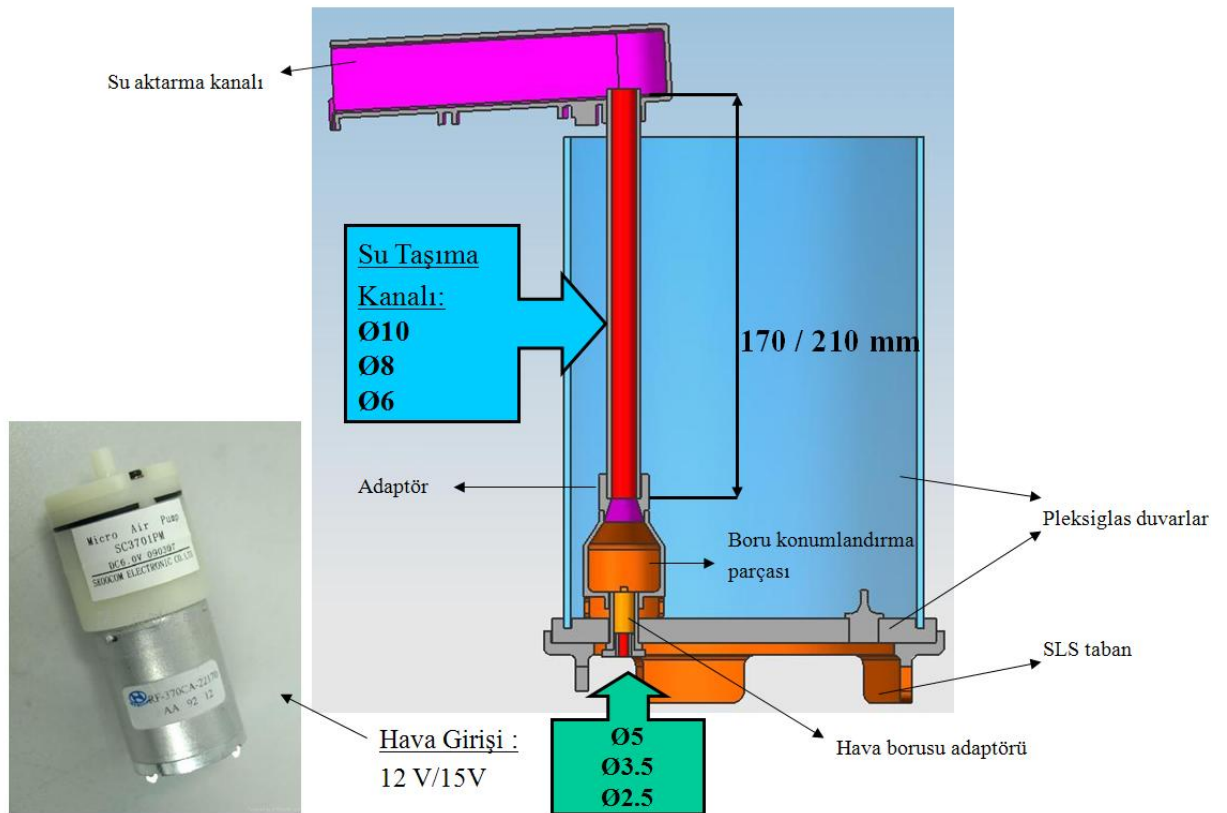
Kabarcıklar taşıma metodunda temel olarak suyun dar kesitli bir tüp içerisinde kendiliğinden yükselmesine yardımcı olma esaslı bir yöntem uygulanmıştır.



Şekil 3.8 : Kabarcık yöntemiyle su taşıma.

Su taneciklerinin bir tüp içerisinde kendiliğinden yükselmesi, yukarıda açıklandığı üzere az bir miktar gerçekleşebilmektedir ve daha fazla yükselmesini sağlamak için yardımcı bir kuvvete ihtiyaç vardır. Kabarcıkla taşıma yönteminde suyun yükselmesi için kullanılan bu yardımcı kuvvet hava vasıtasıyla sağlanmıştır. Yani, boru içerisine dolan suyun altından bir hava pompası yardımı ile hava verilerek su içerisinde hava kabarcıkları oluşturulmuş ve bu kabarcıklar yardımıyla suyun daha yüksek mesafelere iletilmesi sağlanmıştır.

Şekil 3.8’de deney düzeneğinde oluşturulan sistemin çalışma detayı görülmektedir. Burada x mesafesi sistemin çalışabilirliği açısından önemli bir etkindir, çünkü havanın üzerinde taşıyabileceği su miktarı arttıkça su taşıma işlemi kolaylaşacaktır. Hava çıkışının su seviyesine olan mesafesinin (x mesafesi) düşük olması halinde hava kabarcıkları üzerine yeteri miktarda taşıyacakları su alamadan suyun içinden çıkacaklardır.

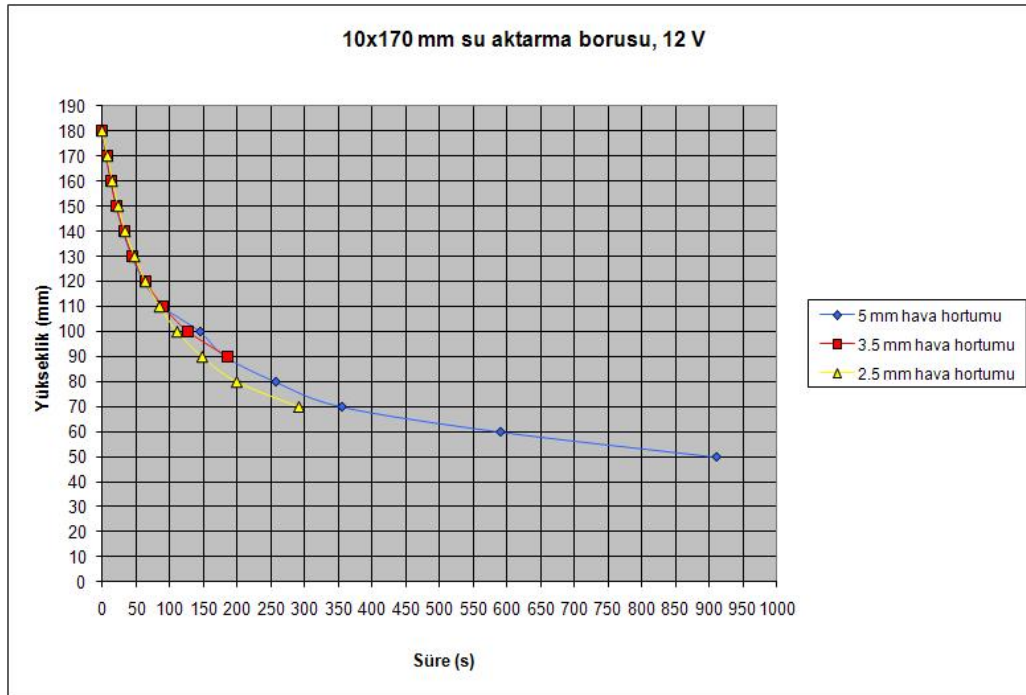


Şekil 3.9 : Kabarcık yöntemiyle su taşıma sistemi deney düzeneğinin kesit görünüşü.

Şekil 3.9 kabarcıkla taşıma yöntemini gözlemlemek amacıyla tasarlanan deney düzeneğinin kesit görünüşünü göstermektedir. Kıyaslama yapabilmek adına haznesinin içerisine her defasında 180 mm yüksekliğe kadar su konulmuştur.

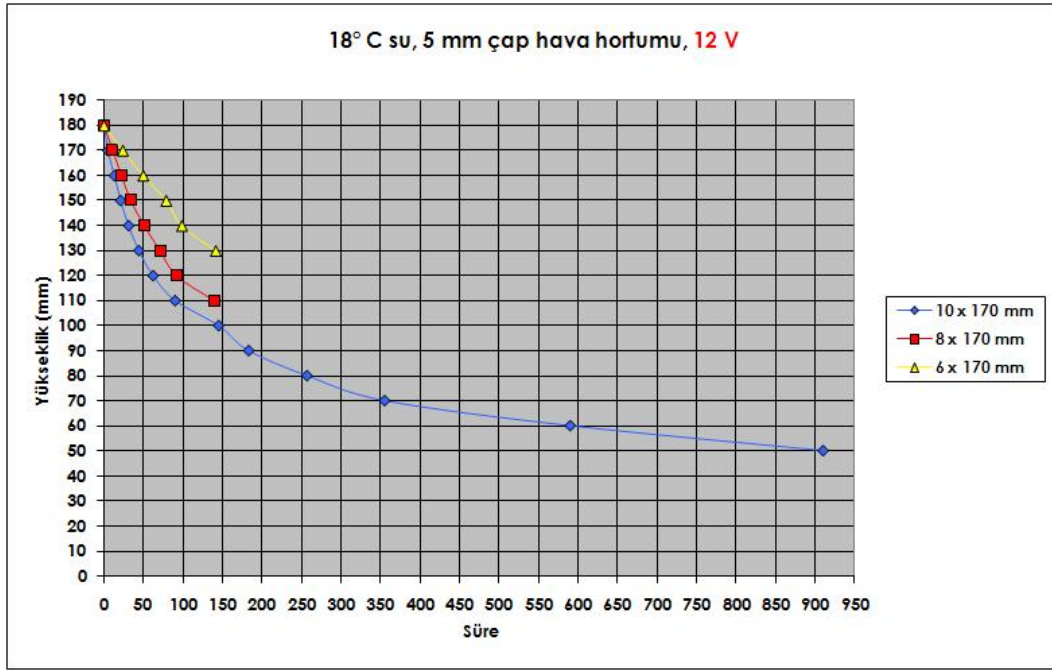
Deneylerde, pleksiglas hazneye her zaman 180 mm yükseliğe kadar su konularak ardından bu yüksekliğin düşüşü izlenmiştir. Su sütunundaki her 10 mm düşüş yaklaşık 150 ml suya denk gelmektedir; yani yükseklikte 10 mm bir düşüş olduğu zaman 150 ml su aktarılmış demektir.

Deney düzeneğinde kullanılan hava pompası 12 V, DC, diyaframlı tip bir pompadır. Pompa hava çıkış hortumu olarak üç farklı çapta hava hortumu kullanılmıştır. Bu hortumlar 5, 3.5 ve 2.5 mm iç çaplarındadır. Farklı iç çaplarında hortumlar kullanılarak oluşan kabarcık büyüklüklerinin su taşıma hızına etkisi olup olmadığı gözlenmeye çalışılmıştır. Ancak, yapılan deneylerde farklı hava hortumlarının su taşıma hızına bir etkisi görülmemiştir (Şekil 3.11). Grafiğin dikey eksen mm cinsinden su haznesi içerisindeki su yüksekliğini, yatay eksen ise saniye cinsinden süreyi göstermektedir. Grafikte görüldüğü üzere eğriler hemen hemen çakışmıştır.



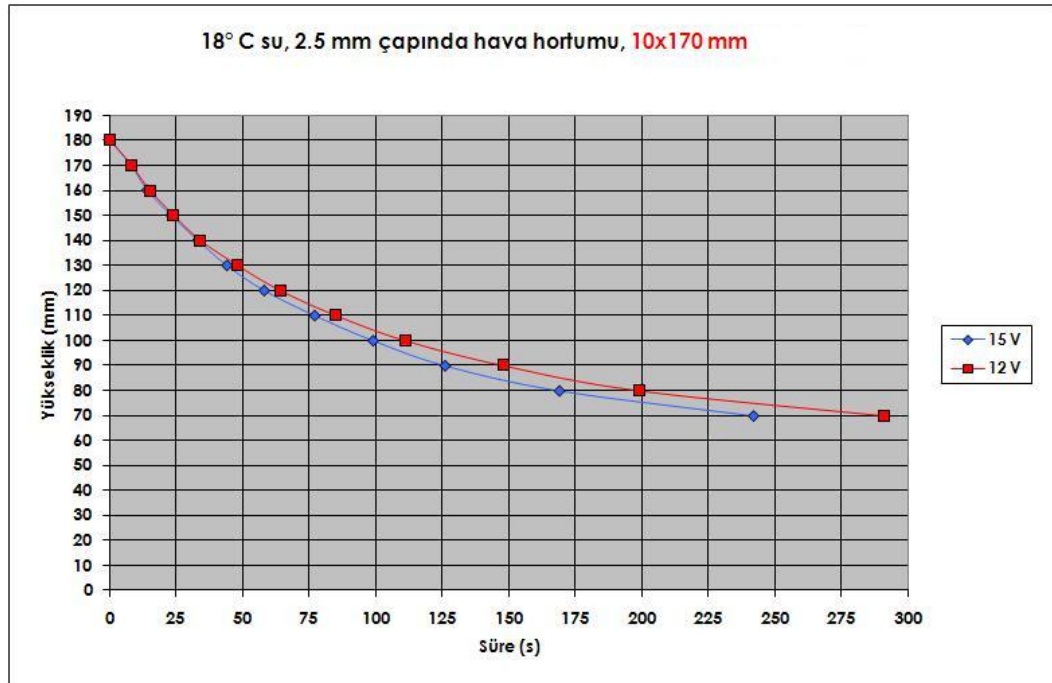
Şekil 3.10 : Hava hortumu çapının su aktarma hızına etkisi.

Su taşıma deneyleri için 6, 8 ve 10 mm çapında; 170 ve 210 mm boylarındaki 6 adet boru kullanılmış ve herbiri için ayrı deneyler yapılmıştır. Bu borular denenirken diğer değişkenler pompanın sürülme voltajı ve taşınan suyun sıcaklığıdır.

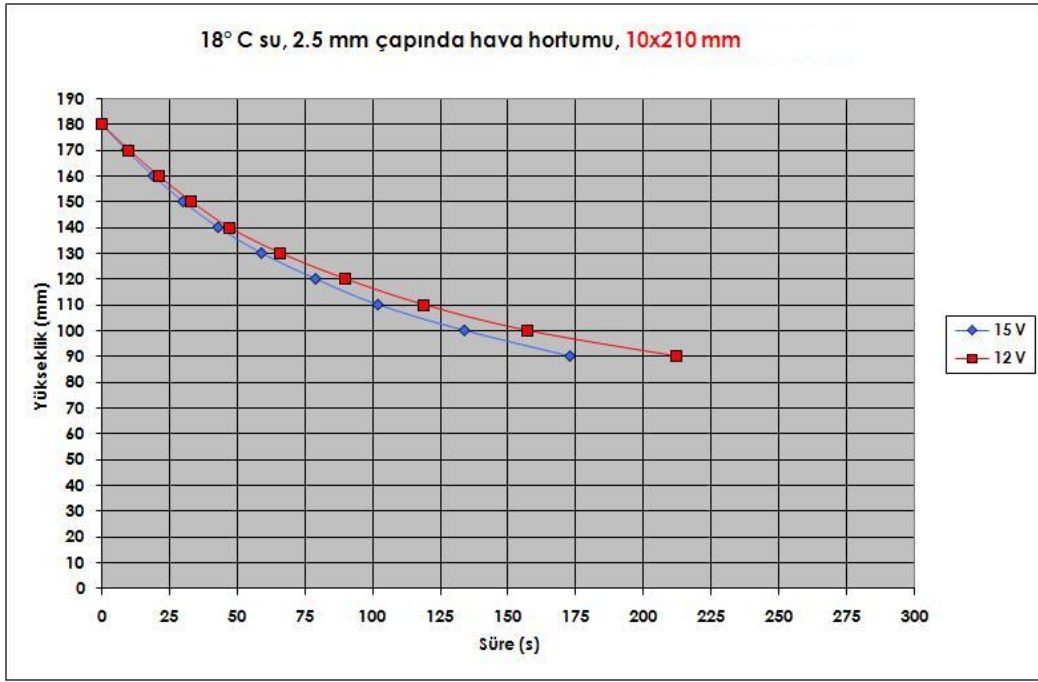


Şekil 3.11 : 12 V pompa çalışma voltajında 18° C suyun farklı iç çaplardaki borularla taşınma süreleri.

Farklı iç çaplardaki boruların su taşıma hızına etkisi gözlemlenecek olursa 10 mm iç çaptaki boruyla taşınan su hızının 8 ve 6 mm'lik borularla taşıma hızına göre daha iyi olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 3.11).



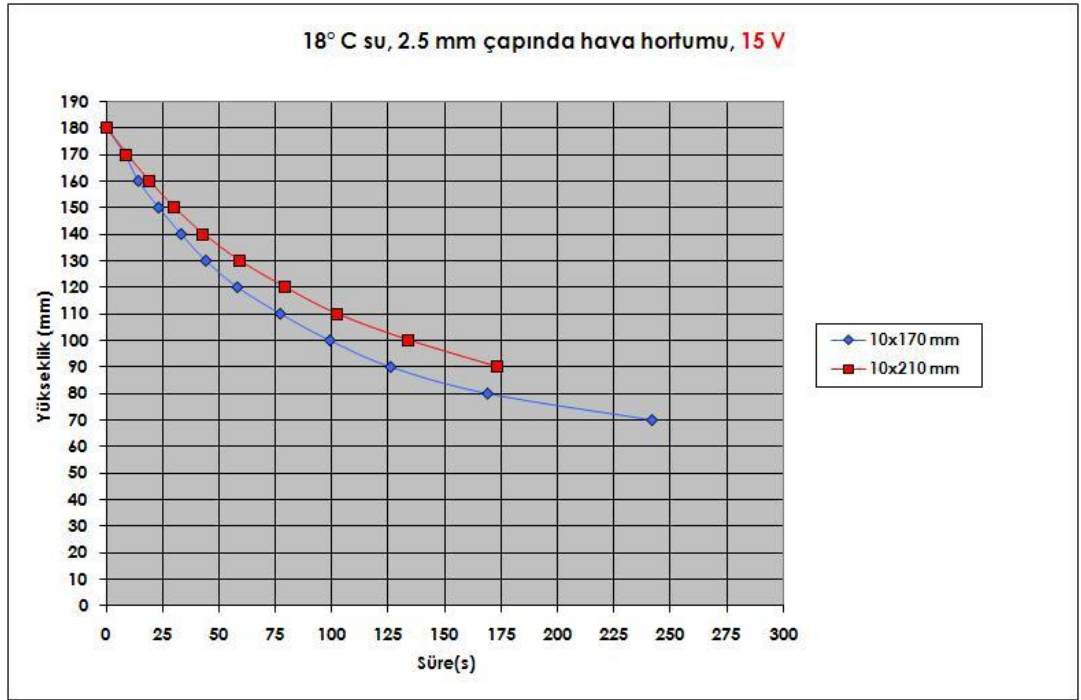
(a)



(b)

Şekil 3.12 : 10 mm çapta voltaj kıyaslaması grafikleri (a) 170 mm (b) 210 mm boylarındaki borular için.

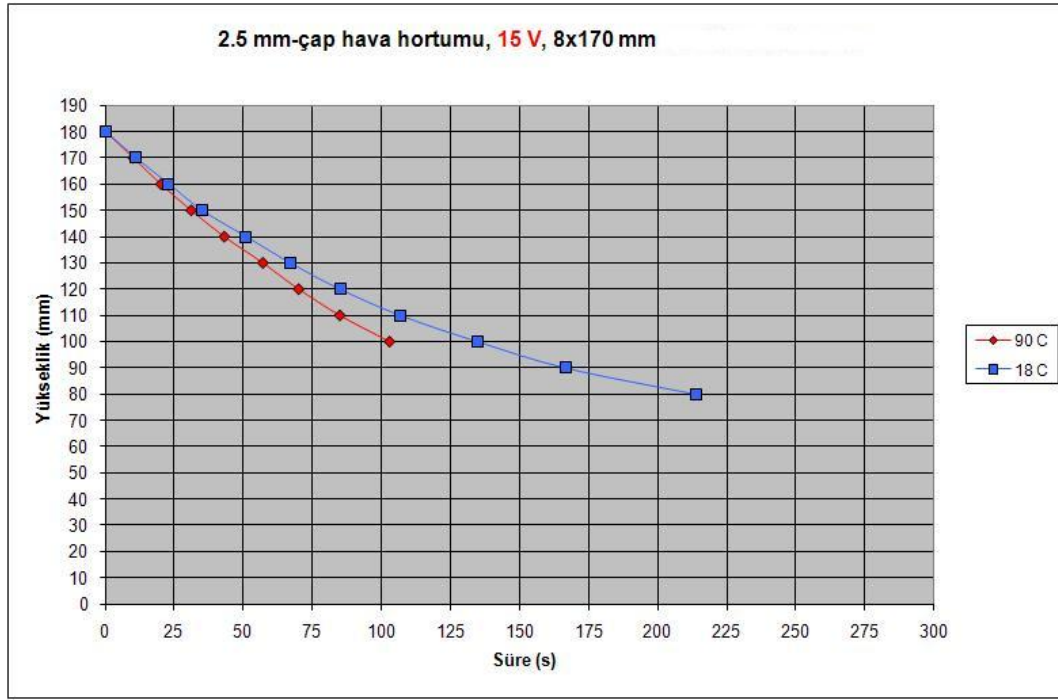
Pompayı 12 V veya 15 V ile sürmek arasında başlangıçta çok büyük farklar olmamasına rağmen zaman skalasında ilerledikçe grafikteki açılmalardan görüleceği üzere 15 V ile sürmek pompanın birim zamanda daha fazla hava basması demek olduğundan birim zamanda taşınan su miktarı da artmaktadır (Şekil 3.12 a ve Şekil 3.12 b).



Şekil 3.13 : 15 V'ta boy 10 mm iç çapındaki boruların boy kıyaslaması.

210 mm ve 170 mm borular ile taşınan suyun boy kıyaslaması yapılması durumunda ise beklendiği gibi kısa olan 170 mm'lik boru ile daha hızlı bir şekilde su taşındığı görülmektedir (Şekil 3.13).

Deneylerin bu zamana kadar yapılan kısmında sürekli olarak oda sıcaklığındaki suların taşınma hızı ölçülmüştür. Fakat sistem makine içerisine uygulandığında taşınması gereken suyun sıcaklığı bu değerlerden daha yüksek olacaktır. Sıcak suyun taşınması gerçekleştirildiğinde sistemin taşıma hızında ne gibi değişiklikler meydana geleceğini gözlemlemek için taşınan suyun sıcaklığı artırılarak deneylere devam edilmiştir. Bunun için oda sıcaklığında ve 90° C'de olan suların kabarcıklandırma yöntemiyle taşınması gözlemlenmiş ve sonuçlar yeniden grafik üzerinde karşılaştırılmıştır (Şekil 3.14). Grafikten de görüleceği üzere 90° C'deki suyun taşınma hızı, oda sıcaklığındaki suyun taşınma hızından daha iyi olmaktadır. Bunun sebebi sıcaklığın artmasıyla su moleküllerinin kinetik enerjisinin artması ve hareketlilik kazanmaları olarak açıklanabilir. Sıcaklığın etkisiyle hareketlilik kazanan su moleküllerini bir yerden bir yere taşımak daha kolay olacaktır.



Şekil 3.14 : Farklı sıcaklıklardaki suların taşınma hızlarının kıyaslanması.

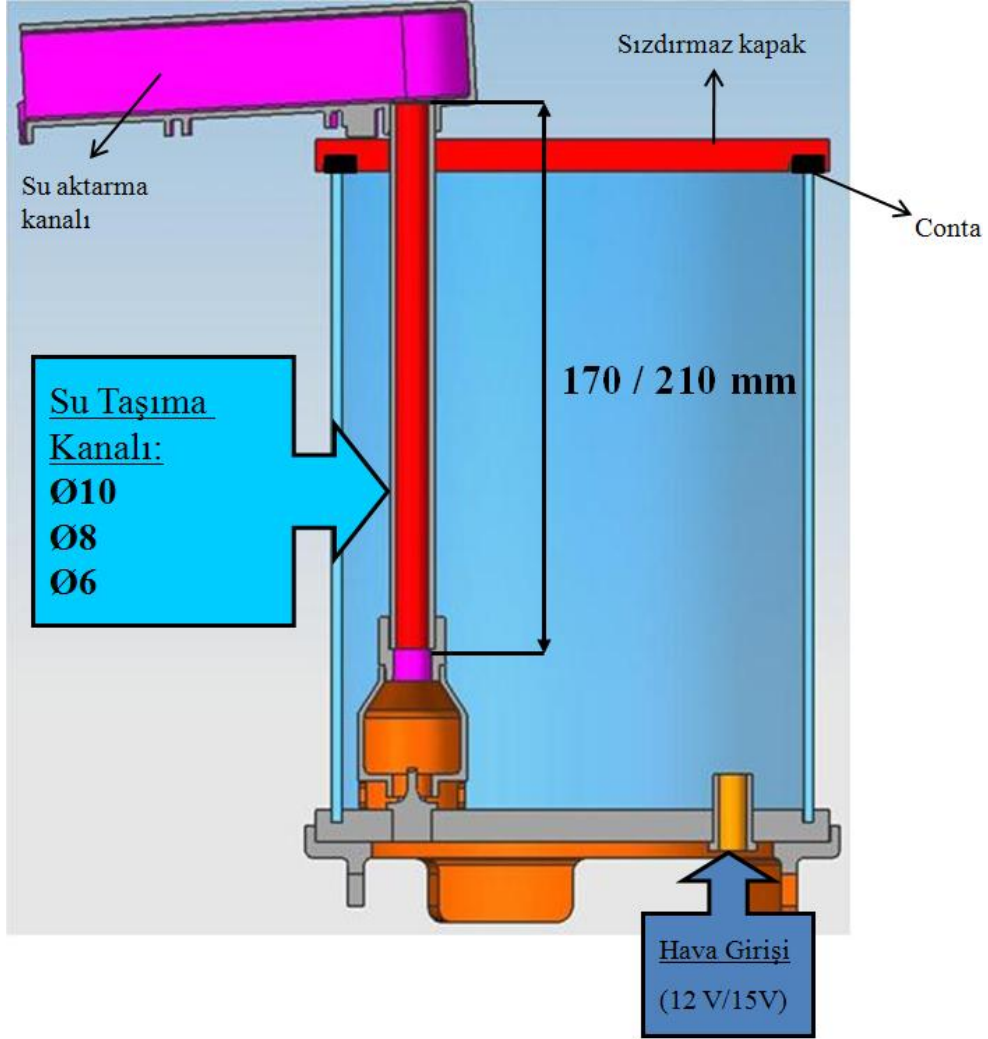
Kabarcıklandırma ile su taşıma yönteminde genel bir değerlendirme yapmak gerekirse:

- Boru çapı arttıkça su aktarma hızı iyileşmektedir. (**Ø 10>8>6**)
- Boru boyu küçüldükçe su aktarma hızı iyileşmektedir. (**170 mm > 210 mm**)
- Voltaj arttıkça su aktarma hızı iyileşmektedir.
- Aktarılan suyun sıcaklığı arttıkça su aktarma hızı iyileşmektedir.
- Hava hortumu çapı hızı etkilememektedir. (**Ø 5≈ Ø 3.5 ≈ Ø 2.5**)
- Su seviyesi ile suyun aktarılacağı yükseklik arasındaki düşey mesafe arttıkça su aktarma hızı kötüleşmektedir.

Son maddeyi biraz daha açmak gerekirse, su haznesindeki su yüksekliği 100 mm'nin altına düştüğünde su aktarılamamaya başlamaktadır. Su yüksekliğinin 100 mm'nin altına düşmesi taşıma yükselişinin 100 mm'ler seviyesine çıkması demektir. Yani kabarcıkla taşıma yönteminde 100 mm yüksekliğe kadar olan mesafelere su taşınabilmekte ancak; yükseklik bu seviyelerin üzerine çıktığında taşıma hızı artarak kötüye gitmektedir. Bu da sistemin uygulanabilirliği yönünden büyük bir kısıtlama anlamına gelmektedir. Diğer yöntemlerle kıyaslama yapılarak kabarcıklandırarak taşıma yönteminin mevcut taşıma sistemleri içerisindeki yeri de değerlendirilecektir.

3.3.3 Basınçlandırarak taşıma

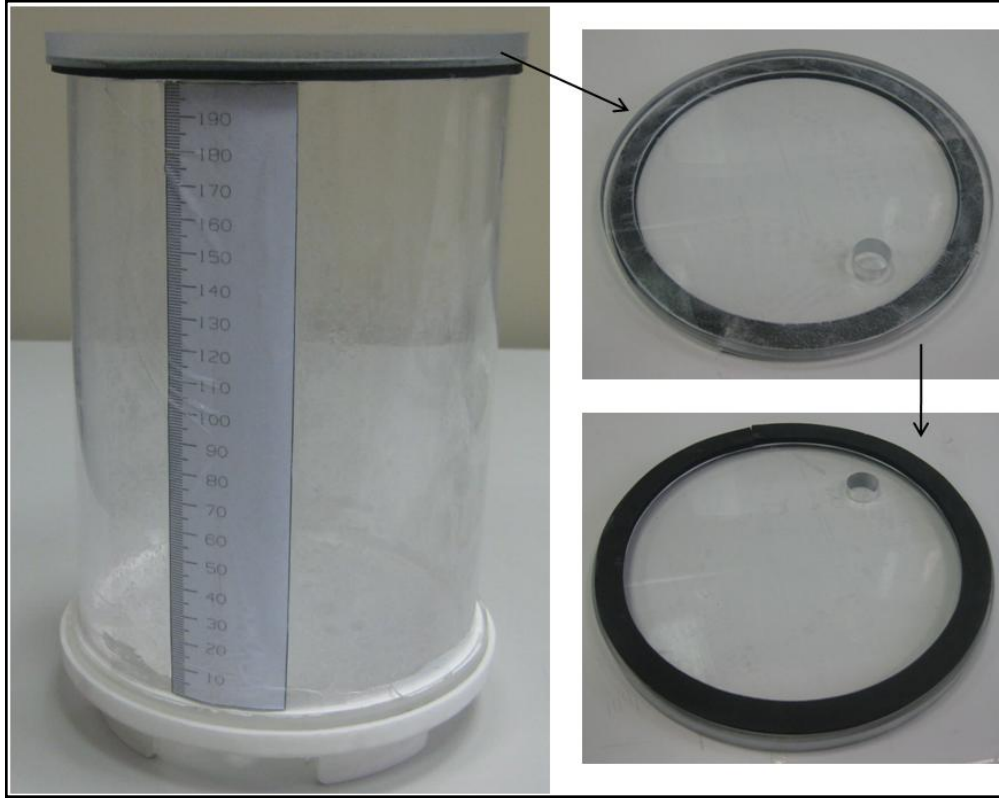
Basınçlandırma yönteminde de kabarcıklandırarak su taşıma yönteminde kullanılan deney düzeneğinden faydalanılmıştır. Sistem, damacanalarda olduğu gibi; kapalı ve sızdırmaz bir hacim oluşturarak bu sızdırmaz hacme hava pompası yardımıyla hava basmak ve ardından sistemden su taşımak mantığıyla çalışmaktadır. Şekil 3.15 deney düzeneğinin kesit görünüşünü yansıtmaktadır.



Şekil 3.15 : Basınçlandırarak su taşıma deney düzeneğinin kesit görünüşü.

Basınçlandırma yönteminde sistemin en kritik yanlarından biri kapağının sızdırmazlığının derecesidir. Sistemde hafif bir hava kaçağı olsa bile eğer pompanın debisi bu kaçağı telâfi edecek seviyedeysse sistem için çok fazla bir dezavantaj oluşturmamakta fakat; bu kaçağın derecesi arttıkça sistemin su aktarma performansı düşmektedir. Hava kaçağının derecesini etkileyen en önemli iki

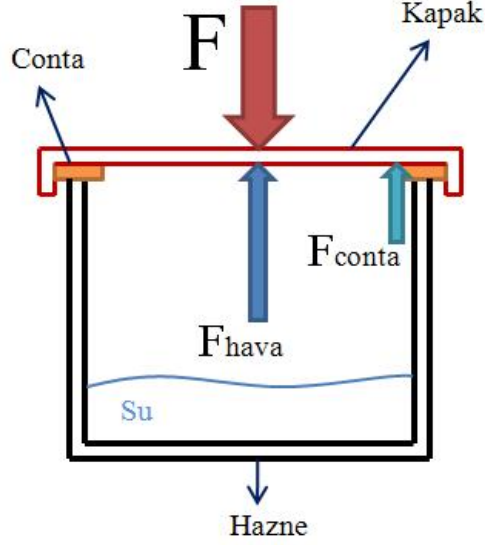
parametre; kapağın üzerine uygulanan ve sızdırmazlığı sağlayan kuvvet ile sızdırmazlık elemanı olan elastik contanın shore değeridir.



Şekil 3.16 : Su haznesi ve sızdırmazlık elemanlarının görünümü.

Sistemin çalışma prensibini açıklamak gerekirse; içerisine (diğer deneylerde de olduğu üzere 180 mm seviyesine kadar) su konulduktan sonra hazneye alttaki hava girişinden hava verilmesi ve ortamın basınçlandırılarak haznedeki suyun içerisine daldırılmış olan borunun üst ucundan su çıkışı sağlanması yöntemiyle çalışmaktadır. Deneylerde kullanılan su boruları 6,8 ve 10 mm iç çaplarında ve 170/210 mm boylarındadır. Şekil 3.16’da görülen sızdırmaz kapağın üzerinde bulunan delikler su borularının çıkışı için konulmuştur ve boru ile kapak arasındaki sızdırmazlık teflon bant yardımıyla sağlanmıştır. Kapakta aynı zamanda halka şeklinde bir kanal açılmıştır ve conta bu kanal içerisine yapışkan yüzeyi vasıtasıyla sabitlenmiştir.

Haznenin sızdırmazlığını sağlamak amacıyla kapak üzerine ağırlık konularak contaya baskı uygulanmıştır. Şekil 3.17 kapağın üzerine uygulanan kuvvet ve haznenin içerisine hava verilmesi sonucu hazne üzerinde oluşacak olan kuvvetleri göstermektedir.



Şekil 3.17 : Basınçlandırılmış kapağa etkiyen kuvvetler.

Sızdırmazlık şartının sağlanması için; kapak üzerine uygulanan kuvvetin, hazne içerisine pompalanan havanın uyguladığı basıncın sebep olduğu kuvvet ile conta'nın gösterdiği tepki kuvvetinin toplamından büyük veya bu değere eşit olması gerekmektedir.

Bu eşitliğin denklemi tek boyutta yazılacak olursa;

$$F = F_{hava} + F_{conta} \quad (3.2)$$

Conta'nın yalnızca düşey yönde sıkıştığı varsayıp formül detaylı yazılacak olursa;

$$F = P.A + k_{conta} . z \quad (3.3)$$

P: havanın kapağa uygulamış olduğu basınç (N/mm²),

A: hava basıncının uygulandığı kapak yüzeyi (mm²),

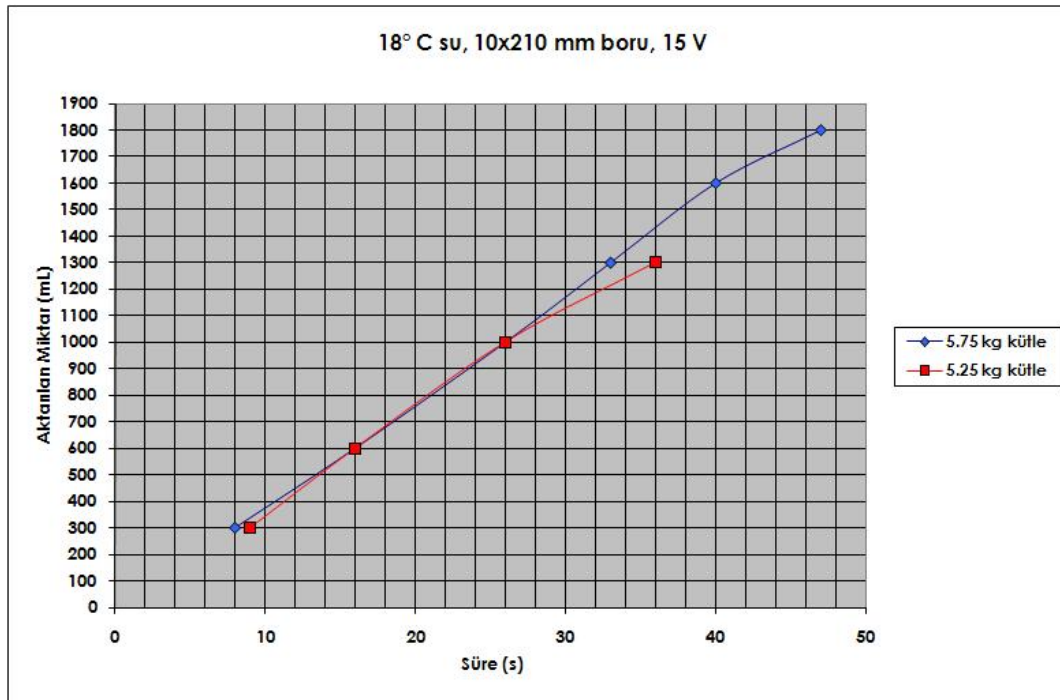
k: conta'nın düşeydeki yay katsayısı (N/mm)

z: conta'nın sıkışma miktarı (mm)

Bu denklemlerden de görüleceği üzere conta'nın elastiklik sabitinin sistemin verimliliğine etkisi çok fazladır. Eğer conta gereğinden fazla ezilirse elastiklik özelliğini yitirecek ve sızdırmazlık sağlamakta zorlanacaktır. Bunun tersi durumda ise conta'nın elastiklik sabiti yeterince ezilmesine müsaade etmeyecek kadar büyüktür ve conta ezilmediğinden sızdırmazlığı da sağlayamamaktadır. Gerçek

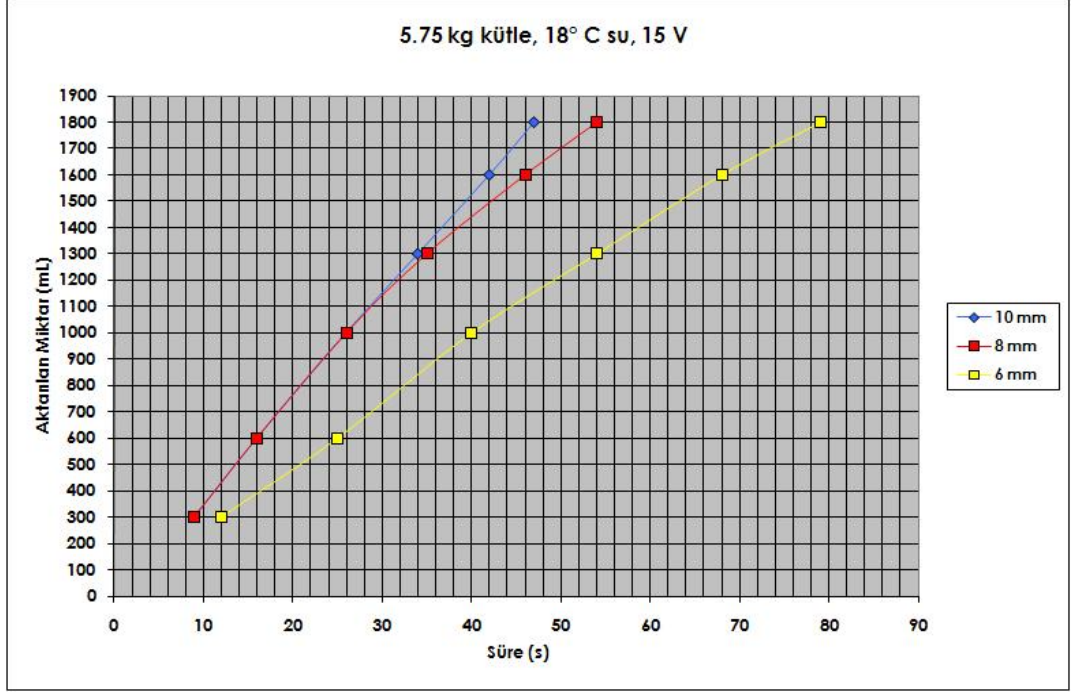
koşullarda ise conta üstünden bir kuvvet uygulandığında, conta halka şeklinde sarıldığından radyal yönler doğru da ezilecektir ve üst yüzeyinden sabitlendiği için (conta pleksiglas kapağa yapıştırılmıştı) üst yüzeyde genişleyemeyecek ancak bunun yerine alt yüzeyinde yayılacaktır. Sızdırmazlık da bu yolla sağlanmaktadır.

Sonuç olarak kuvvet-conta karakteristiği arasındaki ilişkinin sızdırmazlığın temelini oluşturduğu baz alındığında, harcıâlem bir conta kullanılsa dahi, bu contayı yeteri kadar sıkıştırarak bir kuvvet uygulandığı takdirde hava sızdırmazlığı sağlanabilir. Deney düzeneği seviyesinde ise su taşımaya engel oluşturmayacak bir sızdırmazlığın sağlanması yeterlidir. Bu yüzden kapağa yapıştırılan contanın haznedeki sızdırmazlığı sağlaması için üzerine ağırlıklar konarak birkaç denemede uygulanması gereken yeterli kuvvet miktarı bulunmuştur. Bunun dışında pompa gücü de su taşımaya etki eden parametrelerdendir. Suyu 10 m yüksekliğe basabilmek için uygulanması gereken basıncın yaklaşık olarak 1 bar olması gerektiği düşünülürse pompanın maksimum 200 mm yükseliğe kadar su basabilmesi için 0.02 bar basınç uygulayabilmesi yeterli olacaktır. Deney düzeneğinde kullanılan pompanın uygulayabildiği basınç değeri ise 0.1 bar olduğundan pompa su taşıma için yeterli bir pompadır. Hatta pompa, sistemde oluşabilecek hafif kaçakları da telafi edebilecek güce sahiptir.



Şekil 3.18 : Kapak üzerine uygulanan kuvvetin sızdırmazlığa etkisi.

Şekil 3.18’de görülen grafikte düşey sütun ml cinsinden aktarılan su miktarını, yatay sütun ise saniye cinsinden zamanı göstermektedir. 5.75 kg’lık bir kütle ile baskı uygulamanın 5.25 kg’lık bir kütle ile baskı uygulamayla kıyaslanması durumunda başlarda pek fark gözlenmemesine rağmen zamanla eğriler arasında bir açılma gözlenmektedir. Yapılan deneyler sonucunda 5.75 kg ağırlık uygulamanın yeterli olduğuna kanaat getirilmiş ve diğer deneylerin tümü bu ağırlıkla yapılmıştır.

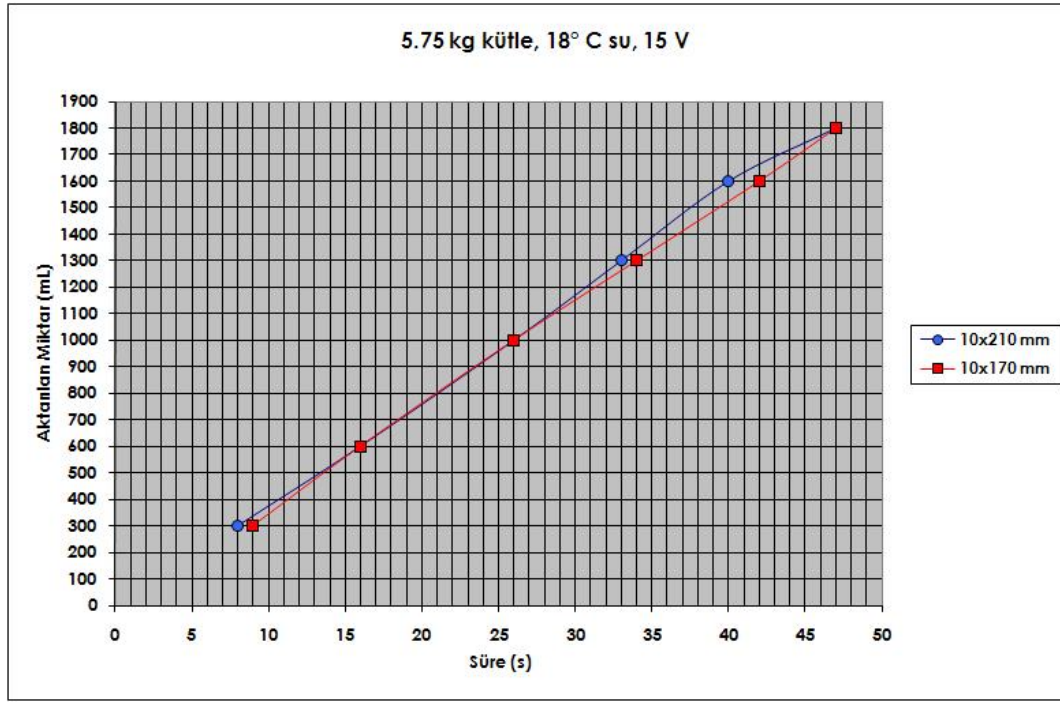


Şekil 3.19 : Farklı iç çaplardaki boruların su taşıma hızına etkisi.

Su aktarma borularının iç çapları da beklendiği gibi sistemin taşıma hızına etki eden parametrelerdendir. Bu boruların iç çapları arttıkça taşınan suyun debisi artmakta, dolayısıyla sistemin su aktarma hızı iyileşmektedir. Şekil 3.19’da 10 mm iç çapındaki boru ile taşımının en iyi yöntem olduğu gözlenmektedir. 10 mm’den daha geniş iç çaplarda borular ile taşıma yapıldığı takdirde sistemin daha da kısa bir sürede su aktarma işlemini gerçekleştireceği beklenmektedir.

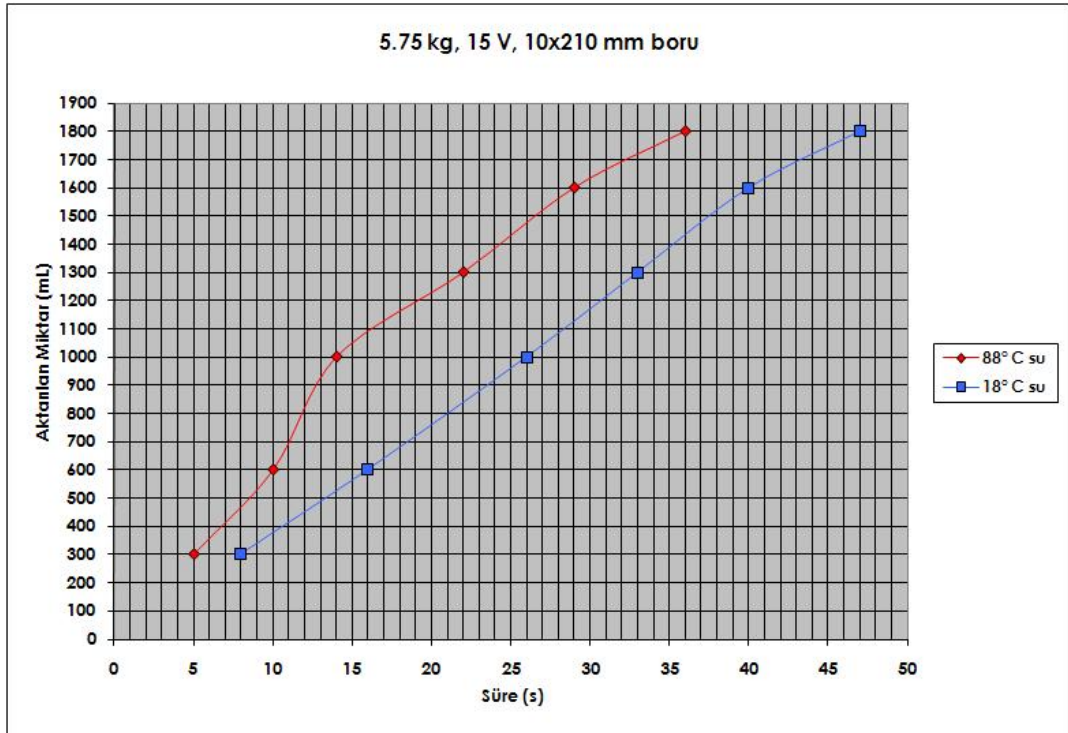
En hızlı aktarımı sağlayacak borunun çapı belirlendikten sonra bu borunun farklı boylardaki iki örneğinin kendi içinde kıyaslaması yapılmıştır. Daha önce de belirtildiği gibi sistem iki farklı yüksekliğe su aktarma sağlaması amacıyla tasarlanacağından su aktarma yönteminin de bu iki farklı yüksekliğe de su aktarmayı sağlaması gerekir. Bu sebeple 210 ve 170 mm boylarındaki borularla yapılan taşıma işlemlerinin grafiği incelendiğinde (Şekil 3.20) sistemin bu derece farklı

yüksekliklere taşıma kabiliyeti ile ilgili herhangi bir handikapı bulunmadığı gözlenmektedir. Yani boru boyları arasındaki 40 mm’lik fark basınçlandırma ile su taşıma sistemi için su aktarma hızı anlamında bir farklılık yaratmamaktadır. Nitekim 210 ve 170 mm’lik boruların su taşıma eğrileri neredeyse çakışıktır ancak; bu farkın daha fazla olduğu herhangi iki boru arasında kıyaslama yapılsaydı daha az benzerlik gösteren iki eğrinin oluşturduğu bir grafik elde edeceğimiz de muhtemeldir.



Şekil 3.20 : 10 mm’lik aktarma borusunun boy kıyaslaması.

Kapağa uygulanması gereken ağırlık, boru çapı, boru boyu değerleri için ideal kriterler yakalandıktan sonra taşıma hızını etkileyebilecek tek kritik değer olarak su sıcaklığının kaldığı söylenebilir. Aktarılan suyun sıcaklığı arttıkça su moleküllerinin kinetik enerjileri arttığından suyun harekete olan eğilimi artacak ve daha hızlı bir taşıma gerçekleşecektir. Aynı miktarlarda 88° C’deki suyun taşınması 18° C’deki suyun taşınmasından çok daha hızlı gerçekleşmektedir (Şekil 3.21). Sıcaklığın artmasıyla beraber, buharlaşan su miktarı da artarak su molekülleri conta kaçaklarına yerleşmiş ve sızdırmazlığa yardımcı olmuş; dolayısıyla aktarma hızının iyileşmesine de katkı sağlamıştır.



Şekil 3.21 : Aktarılan su sıcaklığının su taşıma hızına etkisi.

Basınçlandırma ile su taşıma yöntemine genel bir yaklaşımda bulunursak;

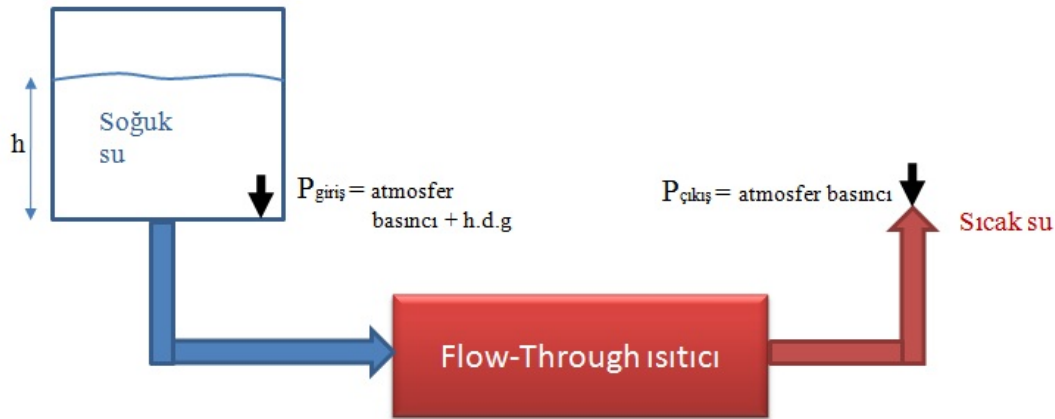
- Boru çapı arttıkça su aktarma hızı iyileşmektedir. (**Ø 10>8>6**)
- Boru boyu hızı etkilememektedir. (**170 mm $\approx$ 210 mm**)
- Voltaj arttıkça su aktarma hızı iyileşmektedir. (**15 V > 12 V**)
- Sıcaklık aktarılan suyun sıcaklığı arttıkça su aktarma hızı iyileşmektedir.
- Kapağa uygulanan kuvvet arttıkça, su aktarma hızı iyileşmektedir. (**Ø 5 $\approx$ Ø 3.5 $\approx$ Ø 2.5**)
- Su seviyesi ile suyun aktarılacağı yükseklik arasındaki düşey mesafenin değişmesinin aktarma hızına etkisi görülmemektedir. (Su yüksekliği ne olursa olsun sistem su aktarmayı sürdürmektedir.) Bu da demektir ki; basınçlandırma ile su taşıma yönteminde, kullanılan pompanın uyguladığı basınç müsaade ettiğince, yüksekliğe bağımlı olmaksızın, su aktarma gerçekleşmektedir.

Kabarcıklandırma ile su taşıma yönteminde olduğu gibi su seviyesi 100 mm'nin altına indiğinde sistemin su aktarması durmamış, asgari seviyeye kadar su aktarma

gerçekleştirilmiştir. Basınçlandırma ile su taşıma yönteminin kabarcıklandırma ile taşıma yöntemine olan üstünlüğü daha bu aşamada ortaya çıkmaktadır.

3.3.4 Flow-through ısıtıcı ile taşıma

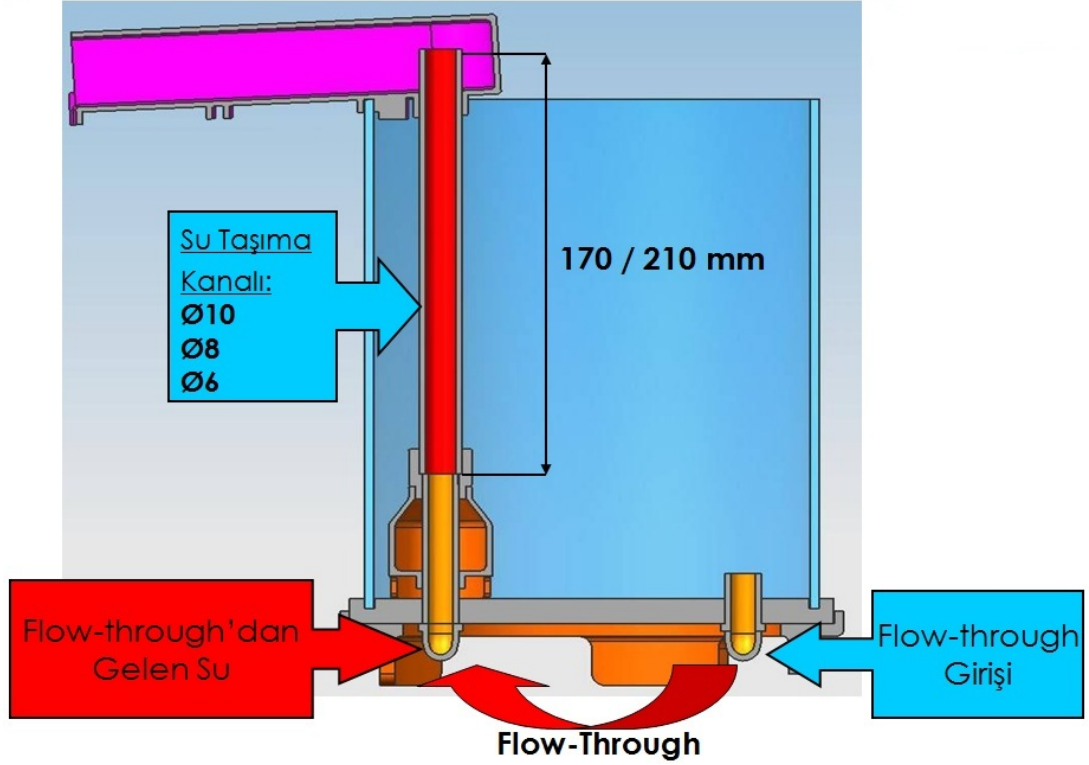
Flow-through ısıtıcı devamlı akışlı ısıtıcı anlamına gelmektedir. Bu sistem filtre kahve makinelerinde oldukça yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Çalışma prensibini basitçe açıklamak gerekirse; içerisinden su akabilen ve içerisine ısı geçişine izin veren bir boru ve bu borunun içerisine ısı geçişi sağlayacak şekilde boru etrafına konumlandırılmış bir ısıtıcıdan meydana gelmektedir. Borunun bir ucundan giren nispeten soğuk su, boru etrafındaki ısıtıcı vasıtasıyla ısınmış boru cidarlarına çarptığında âni olarak ısınır ve boru içerisinde yüksek bir basınç meydana gelir. Borunun giriş ucuna içi su dolu bir hazne konup, diğer ucu ise atmosfere açık bırakılırsa borunun giriş ucuna atmosfer basıncıyla beraber su basıncı etki edecek, atmosfere açık ucuna ise sadece atmosfer basıncı etki edecektir.



Şekil 3.22 : Flow-through ısıtıcı çalışma prensibi.

Boru içerisinde âni şekilde ısıtılarak basınçlandırılmış akışkan ise enerji kazandığından; basıncın yüksek olduğu yerden, basıncın düşük olduğu yere doğru yönelecektir. Böylelikle Şekil 3.22’de görüldüğü gibi borunun bir ucundan giren nispeten soğuk akışkan, ısıtıcılı boru içerisinden geçerek basıncın düşük olduğu diğer ucundan sıcak bir şekilde çıkar; yani su bir yerden bir yere hem taşınmış hem de bu esnada ısıtılmış olur. Bu yaklaşımla düşünüldüğünde tam otomatik bir çay makinesi optimizasyonu için flow-through ısıtıcı kullanımı gayet makûl bir komponenttir fakat; ideal tatta çay demlemek için önemli olan parametrelere (taşıma hızı, ısıtma kapasitesi) uyumluluğunu test etmek gerekmektedir. Bu amaçla daha

önce de kullanılmış olan deney düzeneği bir takım değişikliklere uğratılarak flow-through ısıtıcıyı test etmek amacıyla kullanılmıştır.



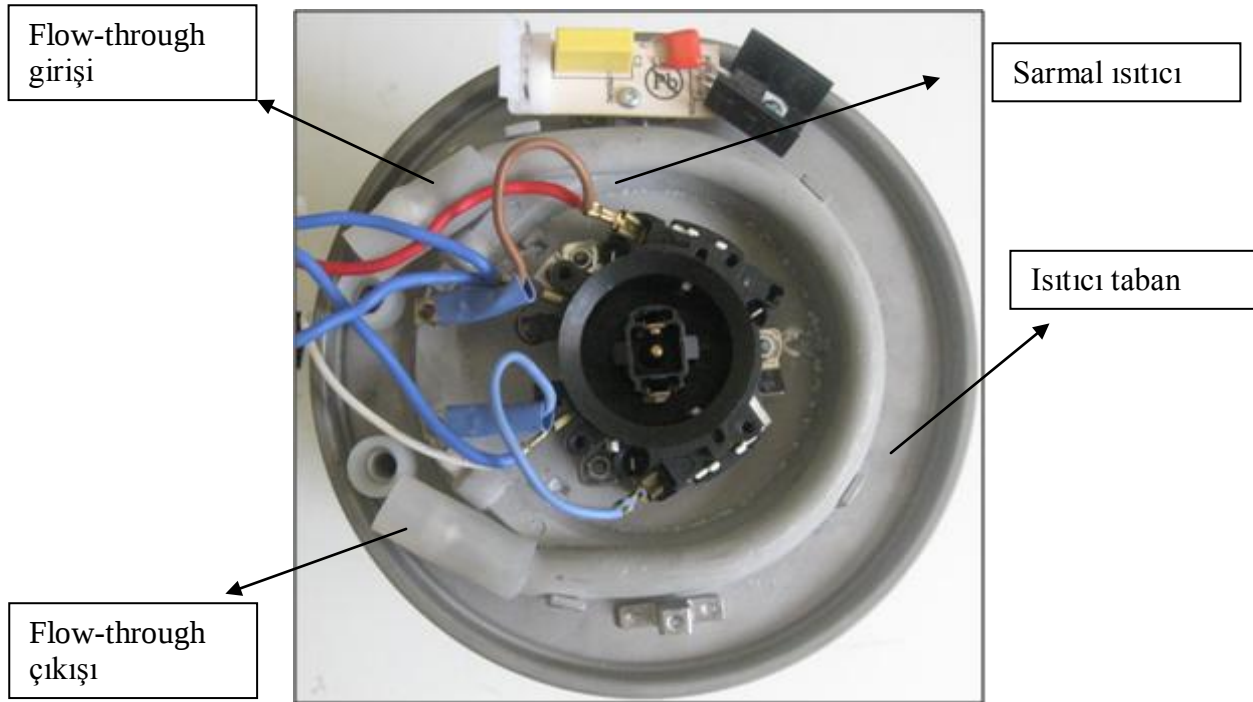
Şekil 3.23 : Flow-through ısıtıcı ile taşıma deney düzeneği.

Deney düzeneğinde diğer yöntemlerde kullanılan pleksiglas hazne ve SLS yöntemiyle üretilmiş diğer su taşıma ekipmanları kullanılmıştır. Şekil 3.23'te görüldüğü gibi haznenin alt kısmından flow through ısıtıcıya bir giriş sağlanmış, flow-through ısıtıcıda ısınmış olan su haznenin içerisindeki boruya yönlendirilmiş ve üst kısımda bulunan su aktarma kanalına iletilerek diğer yöntemlere benzer şekilde taşınmıştır. Deney düzeneğinde kullanılan ısıtıcı Fakir firmasının Dematic model otomatik çay makinesinde kullanılan flow-through ısıtıcıdır. Şekilde görülen deney düzeneğinde haznenin tabanından bir boru vasıtasıyla bahsi geçen makinenin ısıtıcısına bir giriş sağlanmış; ardından ısınan su yine plastik bir boru yoluyla su taşıma kanalına yönlendirilerek suyun taşınması ve ısıtılması işlemleri gerçekleştirilmiştir. Flow-through ısıtıcı ile taşıma deney düzeneği Şekil 3.24'te görülmektedir.



Şekil 3.24 : Flow-through ısıtıcı ile taşıma deney düzeneğinin görünüşü.

Sistemde kullanılan flow-through ısıtıcı 2200 W gücündedir. Kettle haznesinin alt kısmında bir ısıtıcı taban, bu tabanın altında ve tabana bitişik bir sarmal ısıtıcı, sarmal ısıtıcıya kaynatılmış bir borudan oluşan flow-through ısıtıcı yer almaktadır.

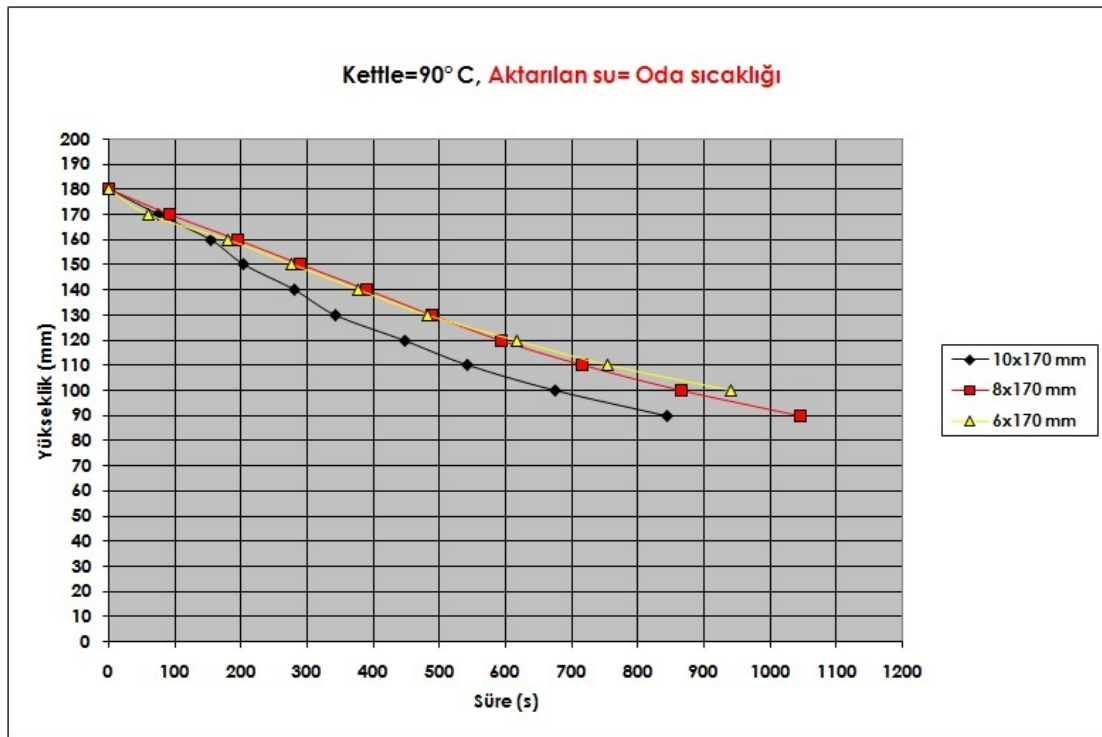


Şekil 3.25 : Flow-through ısıtıcılı kettle haznesi alt detayı.

Bu kettle haznesinin ısıtma detayı piyasa araştırması bölümünde aktarılacaktır ancak; flow-through ısıtıcının çalışma prensibini kısaca açıklamak gerekirse, kettle tabanı ile flow-through borusunun arasına yerleştirilmiş olan 2200 W gücündeki ısıtıcı, ısıtıcı tabanı yoluyla kettle haznesi içerisine konulan suyu ve hazneden serbest bir

biçimde flow-through borusuna dolması sağlanan suyu ısıtır. Kettle haznesine konan su ortam sıcaklığında olduğu için, ısıtıcı başlangıçta gücünün bir kısmını haznedeki suyu ısıtmada bir kısmını ise flow-through amacıyla su taşımada kullanmaktadır. Bu durum göz önüne alındığında hazne içerisindeki suyun sıcaklığı arttıktan sonra haznedeki suya geçen ısı miktarı azalmakta ve dolayısıyla flow-through ile su taşıma performansı bir süreye kadar düşük hızlarda seyretmekteyken ardından taşıma performansı artmaktadır.

Yukarıda belirtilenlerin ışığında, eğer kettle içerisine soğuk su konarak deney düzeneğindeki su taşınmak istenirse su taşıma performansı düşük hızlarda başlayacak ve yalnızca flow-through ısıtıcının su taşıma kapasitesi ölçülmek istendiğinden hatalı sonuçlara ulaşılabacaktır. Bu sebeple sistemde kullanılan kettle haznesi içerisine her zaman 90° C sıcaklığında su konmuş ve ısıtıcının kapasitesini kettle haznesi içerisindeki suyu ısıtmak için değil de yalnızca flow-through ısıtıcı için harcaması hedeflenmiştir.



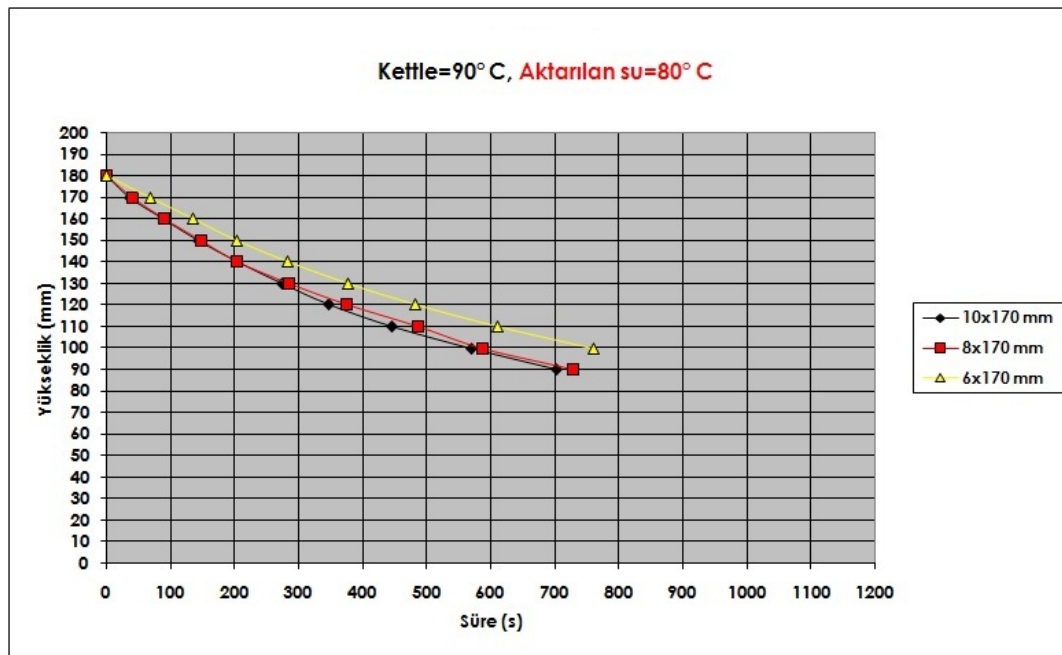
Şekil 3.26 : Oda sıcaklığındaki suyun flow-through ısıtıcı yardımıyla taşınması esnasında taşıma borusu çap kıyaslaması.

Flow-through ısıtıcı denemelerinde yapılan ilk deney oda sıcaklığındaki suyun farklı çaplardaki taşıma kanallarıyla yükseltilmesidir. Şekil 3.26 gösteriyor ki, 10 mm iç çapındaki boru ile yapılan taşıma 8 veya 6 mm'lik borularla yapılanlara göre daha kısa

sürelerde meydana gelmektedir (boru boyları 170 mm.dir). Ayrıca ilk taşınan suyun sıcaklığı yalnızca 70° C dolaylarında olmaktadır ve bu siyah çay demlemek için yeterli bir sıcaklık değildir.

Grafikte sol sütunda görülen yükseklik değerinin ml cinsinden bir karşılığı da bulunmaktadır. Buna göre her 10 mm düşüş yaklaşık olarak 150 ml suya karşılık gelmektedir. Grafikten görüldüğü üzere 600 ml su aktarmak için geçen asgari süre süre ise 280 saniyedir. Bu süre 210 mm'lik borularla yapılan deneylerde daha da uzayacaktır.

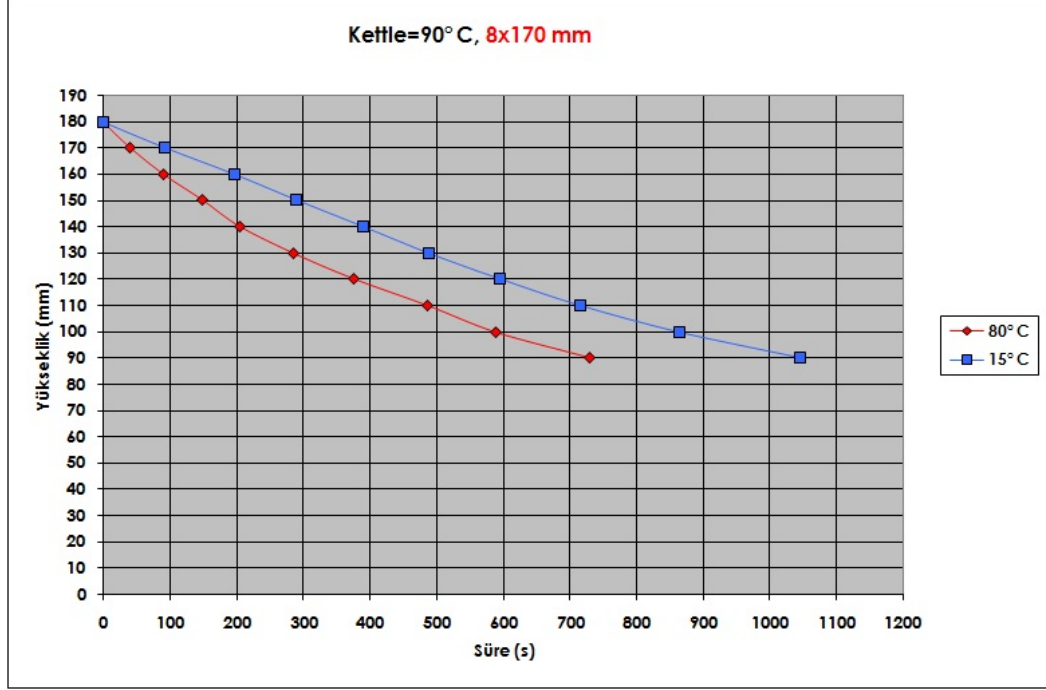
Soğuk suyun taşınması için gereken enerji seviyesine ulaşması adına verilmesi gereken enerji miktarı ile sıcak suyun taşınması için verilmesi gereken enerji miktarları aynı değildir; çünkü sıcak su molekülleri nispeten daha hareketlidir ve taşınması da kolaydır. Bu sebeple sistemde taşınması gereken suyun ilk sıcaklığı yükseltilerek aynı deney tekrarlanmış ve sonuçlar Şekil 3.27'deki grafikte ifade edilmeye çalışılmıştır.



Şekil 3.27 : İlk sıcaklığı 80° C olan suyun taşınmasında farklı iç çaplardaki boruların kıyaslanması.

Taşınan suyun ilk sıcaklığı 80° C'ye çıkarıldığında sistemin taşıma hızı iyileşmektedir. Grafikte de görüldüğü üzere 600 ml suyun taşınması için geçen süre 280 saniyeden 204 saniye seviyelerine düşmüştür. Bu da demektir ki, suyun taşıma yüksekliği sabit kalarak, taşınan suyun ilk sıcaklığı arttırıldığında taşıma hızı artmaktadır. Ayrıca 10 mm iç çapındaki boru ile 8 mm iç çapındaki boruların taşıma

kapasiteleri de birbirine yaklaşmıştır. Bununla birlikte taşınan suyun flow-through çıkış sıcaklığı da yükselmekte ve 90° C'nin üstüne kmaktadır ve bu sıcaklık da siyah çay demlemek için yeterli olmaktadır.



şekil 3.28 : 80° C ve 15° C ilk sıcaklığındaki suların 8 mm'lik boru ile taşınması.

Taşınan suyun ilk sıcaklığının taşıma hızına etkisi şekil 3.28'de de açık bir şekilde görülmektedir. Flow-through deneylerini genel olarak değerlendirmek gerekirse;

- Farklı çapların aktarma hızları arasında belirgin farklar görülmemektedir ancak; 10 ve 8 mm'lik borularının taşıma kapasiteleri daha yüksektir.

(Ø 10 ≈ Ø 8 > Ø 6)

- Boru boyu arttıa, aktarma hızında az da olsa kötüleşme görülmektedir.

(170 mm ≈ 210 mm)

- Sıcaklık aktarılan suyun sıcaklığı arttıa, su aktarma hızı iyileşmektedir.
- Su seviyesi ile suyun aktarılacalı yükseklik arasındaki düşey mesafe arttıa su aktarma hızı kötüleşmektedir (su yüksekliği 100 mm' nin altına düştüğünde su aktarılmamaya başlıyor). Bu sonuç flow-through ile taşıma sisteminin en büyük handikapıdır ve özellikle kahve makinelerindeki uygulamalarında taşıma yüksekliği asgari düzeylerde tutulmuştur. Çünkü

flow-through ısıtıcıların suyu yükseltebilme kapasiteleri kısıtlıdır ve taşıma yükseklikleri azami olarak 20-30 mm seviyesinde olabilmektedir.

Flow-through ısıtıcının taşıma debilerinin ve taşıma yüksekliği seviyesinin düşük oluşu sistemin en büyük handikapıdır. Bu sorunu çözmek için flow-through girişine bir soğuk su pompası konarak sisteme debi ve taşıma yüksekliği açısından takviye yapılması düşünülebilir. Isıtıcı girişinin önüne bir soğuk su pompası konulması durumunda flow-through ısıtıcıya giriş debisi pompanın l/dk. cinsinden debisine eşit olacaktır. Bu durumda sistemin taşıma hızı iyileştirilmiş olur ancak; şuna dikkat edilmelidir ki flow-through ısıtıcıya giren suyun debisinin artması demek suyun ısıtıcı içerisinde daha kısa sürelerde istenen sıcaklık seviyesine ulaşmasını istemek demektir. Böyle bir durumda gerekli olan taşıma debilerinde yeterli hızda ısıtma sağlayabilecek bir flow-through ısıtıcı seçmek gerekir. Eğer tasarımın detaylandırılması kısmında flow-through ısıtıcı ile su taşımakta karar kılınırsa sistemin bu yönde daha detaylı incelenmesi, ısıtma ve taşıma seviyelerinde optimum değerlerin yakalanması için gerekli pompa ve flow-through özelliklerinin belirlenmesi gerekmektedir.

3.3.5 Sıcak su pompası ile taşıma

Yukarıda bahsi geçen ve deneylerle performans ölçümleri yapılan yöntemlerin dışında suyu sıcak su pompası ile aktarmak da düşünülebilir. Sıcak su pompaları çay makinesi için gereken debilerde pek yaygın bulunmayan komponentler olsa da yavaş yavaş yaygınlaşmaktadırlar. Yapılan araştırmalarda gıdaya uygunluk, boyutsal uygunluk, debi değerleri, çalışma çevre sıcaklıkları gibi kriterleri karşılayan iki farklı sıcak su pompasına rastlanmıştır.



Şekil 3.29 : Santrifüj tip sıcak su pompası.

Şekil 3.29’da görülen Zhonglong Motor firmasına ait santrifüj tip sıcak su pompasının özellikleri aşağıdaki gibidir:

- Düşük gürültü, 10cm mesafeden 35dB,
- Devamlı çalışabilme kapasitesi,
- 40° C’ye kadar çalışma ortam sıcaklığı,
- Su geçirmez özelliği sayesinde su altında da çalışabilme,
- Gıdaya uygunluk.

Çizelge 3.1 : Zhonglong Motor firmasının sıcak su pompasının teknik özellikleri.

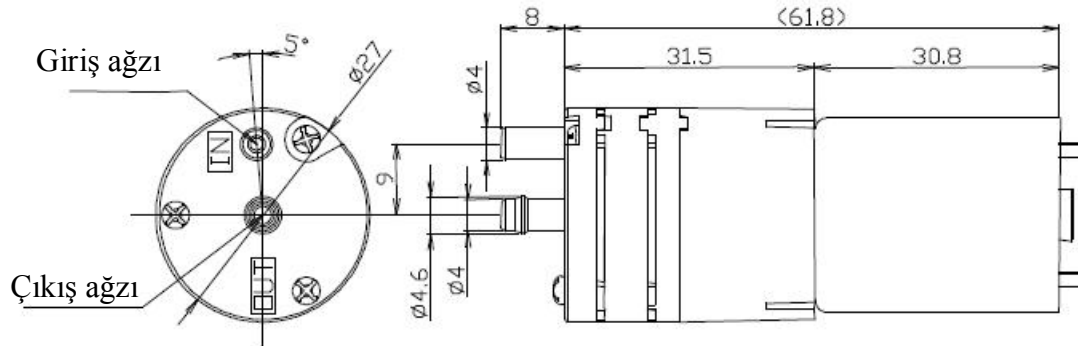
Çalışma Voltajı (V DC)	Akım (mA)	Maks. Statik Yükseltme Mesafesi (m)	Debi (l/dk)	Sıcaklık
4.5	350	0.7	0.8	≤100° C
6	300	1	1	≤100° C
9	300	1.5	1.5	≤100° C
12	300	1.5	1.5	≤100° C
Boyutlar (mm)	Giriş Borusu Dış çapı (mm)	Çıkış Borusu Dış çapı (mm)		
32*26*36	9	7		

Çizelge 3.1’de görüldüğü gibi pompadan talep edilen debi gereksinimler ışığında değişkenlik gösterebilmektedir. Su aktarma yüksekliği de yine sistem gereksinimlerini karşılayabilecek kapasitededir. Bu özelliklere sıcak suya uygunluğu ve boyut olarak küçük olması da eklenince bu sıcak su pompasının su taşıma için kullanılması makûl gözükmektedir.



Şekil 3.30 : Diyaframli tip sıcak su pompası.

Diğer bir sıcak su pompası ise Şekil 3.30’da görülen Nidec firmasına ait diyaframlı tip sıcak su pompasıdır. Pompa gıdaya uygun olup maksimum 100° C sıcaklıktaki suyu taşıyabilmektedir. Pompa 12 V gerilimde 330±50 ml debiye sahiptir.



Şekil 3.31 : Diyaframlı tip sıcak su pompasının teknik resmi.

Şekil 3.34’teki teknik resminden de görüleceği üzere pompa boyutsal olarak büyük handikaplar teşkil etmemektedir.

Çizelge 3.2 : Diyafram tipli sıcak su pompası yardımıyla 3 mm iç çapındaki silikon aktarma hortumu ile 210 mm yüksekliğe su aktarma deneyi.

Taşınan Su Miktarı (ml)	Süre (s) (40° C)	Süre (s) (60° C)	Süre (s) (100° C)
200	34	40	10
400	70	76	79
600	105	115	119

Diyaframlı tip sıcak su pompası temin edilebildiği için test edebilme imkanı da doğmuştur. Çizelge 3.2’de diyaframlı tip sıcak su pompası ile sıcak su taşıma deneyinin sonuçları görülmektedir. Taşınmak istenen su, bulunduğu haznenin dibinden pompaya serbest olarak girmiş ve pompadan çıktıktan sonra 210 mm yükseklikteki demliğe aktarılmaya çalışılmıştır. Görüldüğü gibi 100° C sıcaklıktaki 600 ml suyun aktarım hızı 119 saniyede gerçekleştirilebilmektedir. Bu da diyaframlı tip sıcak su pompasının iyi bir sıcak su aktarma alternatifi olarak görülebileceğini ortaya koymaktadır.

3.4 Sonuç

Deneyisel olarak da performansları test edilen bu su taşıma yöntemlerinin dışında da sıcak su taşıma yöntemleri bulunmaktadır. Bunlara örnek olarak sifonla ve yer

çekimi etkisi ile aktarma yöntemleri gösterilebilir fakat bu yöntemlerin performans testlerini yapma gereksinimi duyulmamıştır. Bunun sebebi bu yöntemlerin yaygın bir şekilde piyasadaki mevcut sıcak içecek makinelerinde kullanılması ve değişken boru çapları yardımı ile kolaylıkla istenen debide su aktarımı gerçekleştirebilme kabiliyetleridir. Öte yandan bu yöntemlerin ikisinde de aktarım yapılacak deponun düşey seviyesinin, su haznesinin altında olması gerekliliği sınırlandırması vardır. Bu sebeple, tasarım aşamasında da konumlandırma açısından kısıtlamalar getirecek yöntemlerdir fakat güvenilirlikleri ispatlanmış yöntemler olduğundan ayrıyeten test edilmelerine gerek görülmemiştir.

Su taşıma sistemlerinin incelenmesinin sistemin bütünü açısından bakıldığında gerekliliği açıktır. Çünkü, bu yöntemler içerisinden birini seçmek ve suyu bu yöntemle taşımak istenirse hangi sistemin ne gibi handikapı veya avantajı olduğunu bilmek gerekir. Yapılan deneyler sistemlerin dezavantajlarını ve avantajlarını ortaya koymakla beraber tasarımın detaylandırılması esnasında tasarım kriterleri veya kısıtları açısından da optimizasyona veri sağlamaktadır.

Sonuç olarak, yapılan su taşıma performans testleri de göstermektedir ki basınçlandırma ile su taşıma yöntemi ve sıcak su pompası ile su taşıma yöntemleri taşıma yüksekliklerinden etkilenmeden kararlı bir şekilde su taşıma kapasitesine sahip yöntemlerdir. Ancak; optimizasyonu yapılacak makinede bu yöntemlerden hangisi veya hangilerinin kullanılacağına beraberlerinde getirecekleri tasarımsal karmaşıklıklar da göz önüne alınarak karar verilmelidir.

4. MEVCUT VE BENZER ÇALIŞMALARIN ARAŞTIRILMASI

4.1 Amaç

Otomatik bir çay makinesi tasarımı yapılırken, herhangi yeni bir ürün piyasaya sürülürken yapılması gerektiği gibi öncelikle piyasa araştırması yapmak, mevcut durumu incelemek ve ihtiyaçları belirlemek gerekir. Yeniliğin en temel sebebi ihtiyaçtır, dolayısı ile ihtiyaçları belirlemek ve mevcut durumu görmek amacı ile piyasa araştırması yapmak ve teknolojik açıdan gelinen noktayı iyi analiz etmek gerekir. Bu araştırma rakiplerin de durumunu sağlıklı bir şekilde değerlendirmeye imkân tanıyacak, bu ürünlerin seviyelerinin analiz edilmesi rekabet etme gücünü arttıracaktır.

Mevcut ürünler detaylı bir şekilde incelenmeli, zayıf noktaları belirlenerek tasarımda bu zayıflıkları ortaya çıkaracak yaklaşımlardan uzak durulmalı, güçlü yanları örnek alınarak en az aynı seviyede bir ürün ortaya koymanın yolları aranmalıdır. Bu aşamada yeni ürün geliştirmeye veri sağlayacak en güçlü iki kanal piyasadaki mevcut ürünler ve patent araştırmalarıdır. Dolayısıyla “otomatik” tabirine uyan çay makineleri araştırılmış ve bu makineler arasından sisteme veri sağlayacağı düşünülen makineler temin edilmiştir. Bu makinelerin çalışma prensipleri incelenmiş, bunun yanında demontajı yapılarak ısıtıcı seçimleri, su taşıma sistemleri, kullanılan malzeme çeşit ve tipleri bazında daha detaylı bir komponent incelmesi yapılmıştır.

Teknoloji incelemesi yapılırken yalnızca piyasadaki ürünleri incelemek eksik bir alanı taramak anlamına gelecektir. Çünkü patent yoluyla duyurulmuş teknolojilerin ürüne dönüşmemiş olma olasılığı yüksektir ve yalnızca patent araştırması kanalıyla incelenmeleri mümkün olabilmektedir. Ancak; “çay makinesi” adı altında bir araştırma yapmak da binlerce patentle boğuşmak; bir alana odaklanmadan verimsiz bir araştırma yapmak anlamına gelir.

Patent araştırması yeni bir ürün fikri ortaya çıktığı anda başlar, tasarım somutlaşmaya başladığında hız kazanır ve ancak tasarım nihayete erdiğinde son bulur; yani patent araştırması çalışmanın her döneminde yapılması gerekli bir faaliyettir. Tasarım detaylandırıldığında makinede uygulanması gereken bazı prensiplerin herhangi bir patentte olup olmadığı araştırılmalıdır ancak yukarıda da belirtildiği gibi henüz çalışmanın başında çok geniş bir alanı taramak gereksiz iş gücü harcamasına yol açacaktır. Bu sebeple tasarım somutlaşmaya başladığı ve belli başlı bazı prensipler makineye uygulanmaya karar verildiğinde araştırmayı bu yönde detaylandırmak daha makûl olacaktır.

4.2 Mevcut Ürünlerin İncelenmesi

Piyasa araştırması öncelikle rakip firmaların ilgili konudaki seviyelerinin belirlenmesi açısından kritiktir. Pazarda yarışılacak ürünlerin teknolojik ve fonksiyonel seviyeleri belirlenmeden bir tasarıma girilmesi ve piyasaya bir ürün çıkarılması yetersiz analizler sebebiyle başarısızlıkla sonuçlanacaktır. Bu yüzden mevcut teknolojinin üzerine bir yenilik koyarak, zayıf bir noktayı iyileştirerek, güçlü olan bir noktayı daha da ön plana çıkararak bir tasarım yapmak gereklidir.

Ev tipi otomatik bir çay makinesinin optimizasyonu yapılırken piyasadaki mevcut ürünler incelenmiş ve otomatik çay demleyen, kritik olduğu düşünülen bazı makineler temin edilerek bunların detaylı incelemesi yapılmıştır. Piyasa araştırması yapılırken yalnızca Türkiye'deki makinelerin araştırması yapılmamış, yurtdışındaki otomatik çay makinelerinin de incelenmesi yapılarak teknolojik ve fonksiyonel değerlendirmeleri yapılmıştır. Temin edilebilen ürünler temin edilmiş ve daha detaylı olarak komponent bazında incelenmiştir.

Türkiye pazarında Fakir firmasına ait, otomatik çay demleyen iki adet ürüne (Herbal Joy ve Dematic) ulaşılmıştır. İki ürünün de çalışma prensibi basitçe irdelenmiş ve birer kez çay yapılmıştır. Ayrıca demlenen çaylar içilerek ilk izlenimler oluşturulmuştur. Bu süreçte karşılaşılan ilginç başlıklar ve dikkat edilmesi gereken konular değerlendirilmiştir. Daha sonra bu makineler demonte edilerek sistem bazında komponentleri incelenmiştir.

Bu bağlamda Fakir firmasının ilk incelenen makinesi Herbal Joy otomatik çay makinesidir. Makine adından da anlaşılacağı gibi bitki çayı demleme özelliğine de vurgu yapmaktadır.

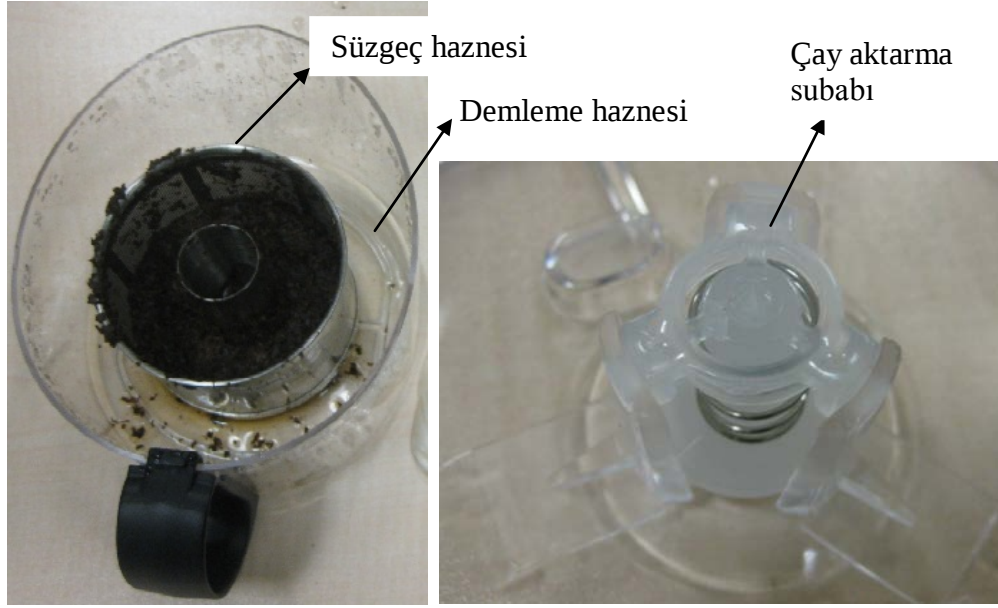


Şekil 4.1 : Fakir Herbal Joy otomatik çay makinesi.

Şekil 4.1.'de 1 numara ile gösterilen hazne su kaynatma haznesidir. Bu hazne 1l hacmindedir ve hava sızdırmazlığı sağlayacak bir şekilde tasarlanmıştır. İçerisine konulan su kaynadığı esnada kapalı hazne içerisinde buhar basıncı oluştuğu için hazne basınçlanmış olacak ve içerisine yerleştirilmiş ters “U” şeklindeki sifon borusu vasıtasıyla su kaynadığı anda altında bulunan 2 numaralı demleme haznesine aktarılacaktır.

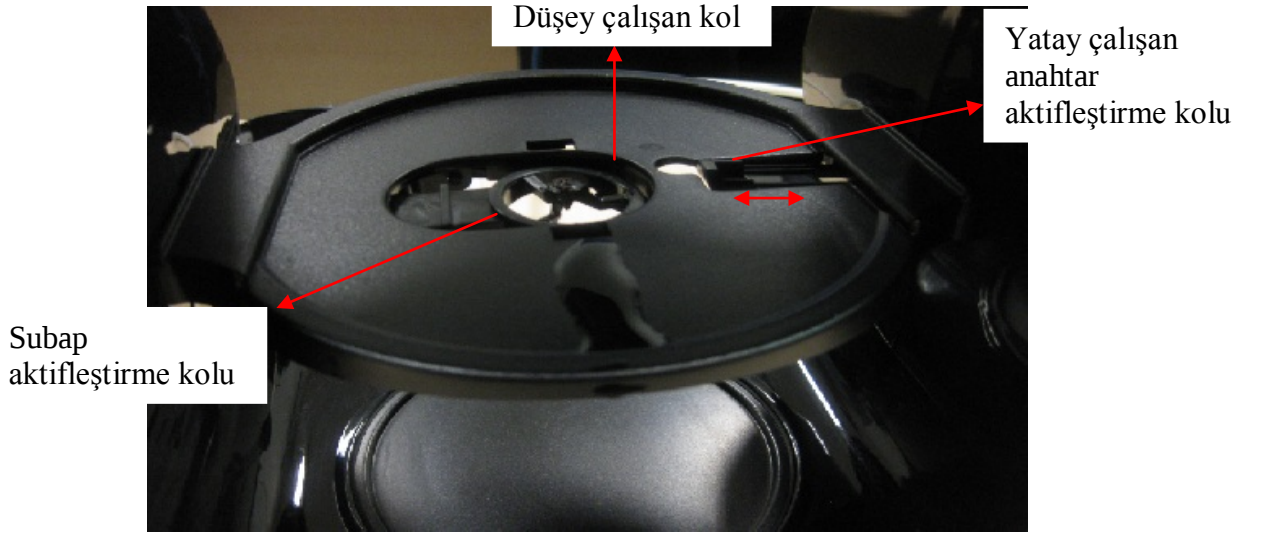
Demleme haznesinin içerisinde bulunan 7 numaralı filtre haznesi içerisine çay konulmaktadır ve kaynadıktan sonra demleme haznesine alınan su ile bu haznede demlenme gerçekleşmektedir. Makinenin göze çarpan özelliklerinden birisi çayın demleme süresinin kullanıcı tarafından 6 numaralı mekanik saat ile tayin edilebiliyor olmasıdır. Makine bitki çayı demlemeye de vurgu yaptığı için demleme süresinin tayin edilebilir olması gerekmektedir çünkü bitki çayları 5-10 dk gibi kısa sürelerde demlenmesi gereken çaylardır.

Kullanıcının belirlediği demleme süresince çay demleme haznesinde beklemektedir ve bu hazneye herhangi bir ısı geçişi olmadığından çayın sıcaklığı düşmektedir. Demlenme gerçekleştiği anda solenoidle aktiveleştirilen bir manivela demleme haznesinin içerisindeki subabı aktiveleştirerek demlenmiş çayın aşağı, 3 numara ile gösterilen demliğe yer çekimi etkisiyle süzülmesini sağlar. Çay demliğe süzildükten sonra soğumasını engellemek için demliğin altına 60W'lık bir ısıtıcı yerleştirilmiştir.



Şekil 4.2 : Herbal Joy demleme haznesi detayları.

Makinenin en göze çarpan özelliklerinden biri güvenlik için düşünülmüş olan, demlik ve demleme haznesi algılama anahtarı detaydır. Kullanıcının unutması olasılığı göz önüne alınarak düşünülen bu sisteme göre demlik veya demleme haznelerinden herhangi birisini makine gövdesine yerleştirilmediği takdirde çay makinesi çalışmamaktadır. Bu detay makine gövdesine -demleme haznesi ile demlik arasında- konulmuş bir anahtar ile çözülmüştür. Kullanıcı ilk olarak demleme haznesini gövdeye yerleştirdiğinde demleme haznesinin tabanı yatay çalışan manivelanın yukarı yönde hareketini engeller ve ardından demlik de gövdedeki ilgili yerine oturtulursa demliğin kapağı bu manivelayı yukarı doğru iterek yatay çalışan manivelanın yan duvarda bulunan anahtarı aktiveleştirmesini ve devreyi kapatmasını sağlar ve makine çalışabilir konuma geçer. Anahtarlama sistemi demlik veya demleme haznesinin makine içerisine konulma sırasından etkilenmemektedir. Makine çalışırken bu haznelerden herhangi birisi makine gövdesinden alınırsa makine kapanmaktadır.



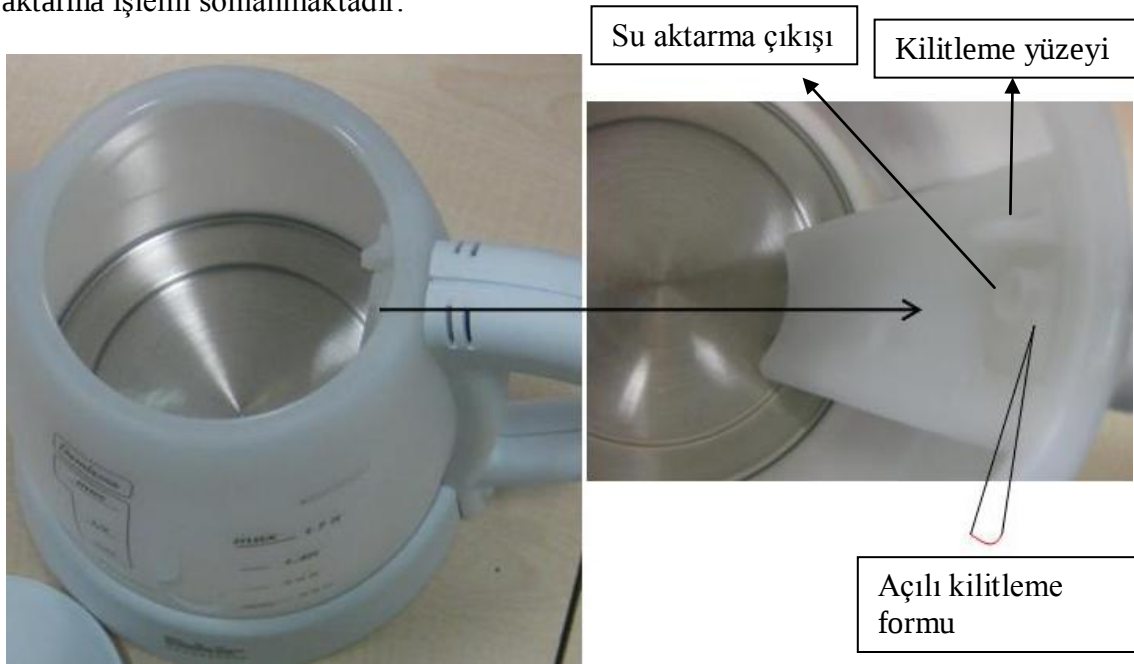
Şekil 4.3 : Herbal Joy demlik ve demleme haznesi algılama anahtarı detayı.

Fakir firmasının incelenen diğer bir otomatik çay makinesi Dematic'tir. Bu makine çaydanlık vazifesi gören bir kettle ve üzerine konulan bir demlikten meydana gelmektedir. Konvansiyonel çaydanlık prensibine uygun bir şekilde demlik çaydanlık üzerine yerleştirilerek demleme gerçekleştirilmektedir.



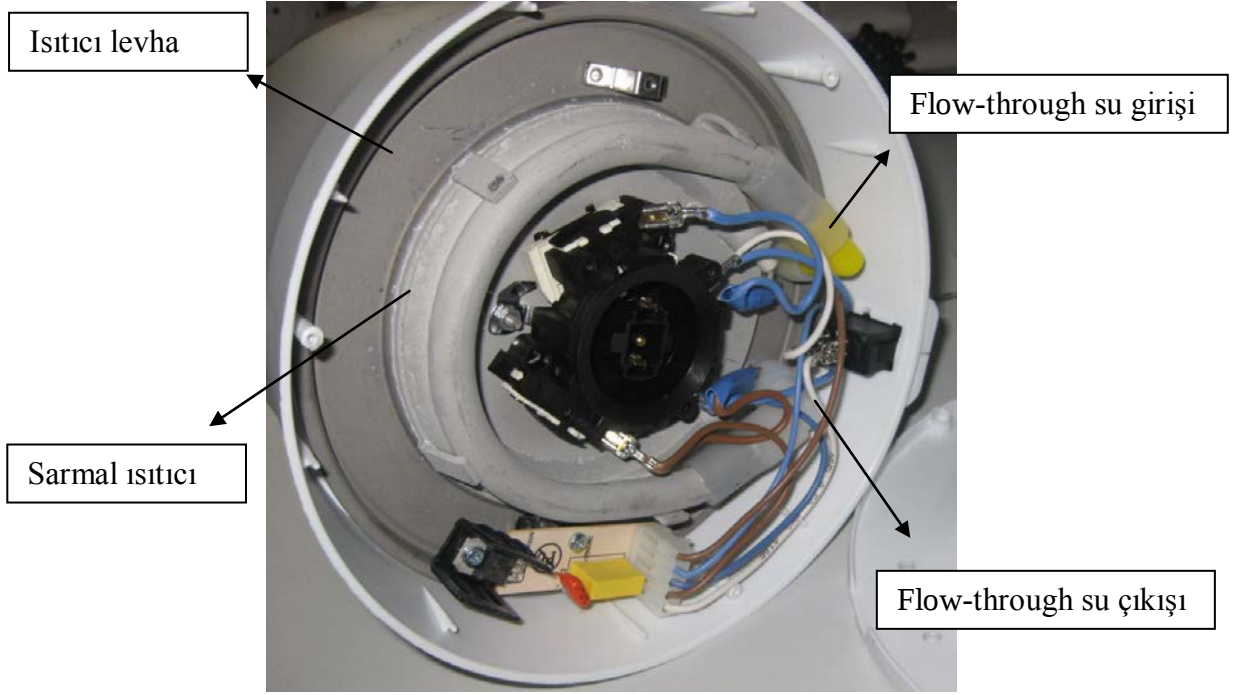
Şekil 4.4 : Fakir Dematic otomatik çay makinesi.

Makinenin çalışma prensibi flow-through ısıtıcı ile çaydanlıktan demliğe sıcak su aktararak otomatik demleme sağlamaya dayanmaktadır. Çaydanlık yan duvarına konumlandırılmış bir borulama ile çaydanlık içerisine konulan suyun flow-through ısıtıcıya alınması sağlanmıştır. Flow-through giriş borusunun boyu çaydanlık içerisinde 1 litre seviyesinin üzerine kadar uzanmaktadır. Bu seviyenin üzerinde konulan su, demleme suyu olarak demliğe aktarılmaktadır. Demleme suyu miktarı çaydanlığın üzerine konulan demleme suyu bareminden kontrol edilebilmektedir ve aktarma sonucu kettle içerisindeki su seviyesi 1 litre seviyesine indiğinde, su yüksekliği de flow-through giriş borusu seviyesinin altına indiğinden demliğe su aktarma işlemi sonlanmaktadır.



Şekil 4.5 : Dematic su aktarma borusu ve kilitleme detayı.

Flow-through ısıtıcıdan çıkan suyun demliğe aktarılması gerektiğinden su taşımının gerçekleştirilebilmesi için demliğin çaydanlık üzerine kilitlenmesi gerekmektedir. Bunun için çaydanlığın içerisinde Şekil 4.5'te görüldüğü gibi hem conta vazifesi gören hem de kilitleme sağlayan elastik bir boru çıkışı sağlanmıştır. Demlik çaydanlık üzerine oturtulduğunda düşey eksen etrafında döndürülerek bu çıkış yüzeyindeki açılı form sayesinde çaydanlık üzerindeki boru ile demlik üzerindeki giriş deliğinin merkezlenmesini, yandaki kilitleme yüzeyi ise döndürme işleminin sonlandırılarak demliğin kettle üzerine kilitlenmesini sağlamaktadır.



Şekil 4.6 : Dematic ısıtıcı detayı.

Demliğin alt tarafındaki açıklıktan su girişi sağlandıktan sonra (Şekil 4.7), su demlik üzerindeki boydan boya kanaldan geçerek üst bölümde bulunan delikten çıkar ve kuru çayın üzerine dökülür. Böylece otomatik bir şekilde demleme gerçekleştirilmiş olur.



Şekil 4.7 : Dematic demlik üzerinde su aktarma detayının görünüşü.

Makinenin en büyük dezavantajı demleme suyu aktarımının yavaş olmasıdır. Klasik yöntemle çay demlendiğinde kuru çay üzerine su dökme işlemi birkaç saniyede gerçekleşmektedir. Fakat Dematic sıcak suyu kuru çay üzerine 20 dk gibi uzun bir

sürede aktarmaktadır ve dolayısıyla çayı konvansiyonel demleme tekniğinde demleyememektedir.



Şekil 4.8 : Breville One Touch çay makinesi.

Piyasa araştırmasında yurt dışı ürünleri arasındaki ürünlerden biri de Breville firmasının “One Touch Tea Maker” otomatik çay makinesidir. Makinenin en belirgin özelliği yeni yapılacak tasarıma benzer şekilde hareketli bir süzgeç haznesine sahip olmasıdır. Makine, demleme işlemi bittikten sonra süzgeç haznesini yukarı yönde hareket ettirerek çay yaprakları ile çayın temasını kesmekte ve çayın acılaşmasını engellemektedir.



Düşey
hareket
sağlayan
mekanizma

Şekil 4.9 : Breville süzgeç hareket mekanizması.

Şekil 4.9’da görülen düşey hareketi sağlayan mekanizma hareket civatası ve mıknatıs özelliği taşıyan bir somundan oluşmaktadır. Hareket civatası makinenin alt bölümüne yerleştirilmiş bir motor ile döndürülerek mıknatıs özelliği olan somunun doğrusal

hareket yapması sağlanmaktadır. Bu civata-somun mekanizmasının içerisinde bulunduğu kanalın üzerine yerleştirilen süzgeç de manyetik özellikte olduğu için somun düşey yönde hareket ettikçe süzgeç de beraberinde hareket eder. Sistemin patent başvuruları da bulunmaktadır ve patent araştırması bölümünde hareket sistemine tekrardan değinilecektir.



Şekil 4.10 : Fine-T otomatik çay makinesi.

Yurt dışı ürünlerinden diğer birisi ise Şekil 4.10’da görülen İngiltere menşeli Fine-T otomatik çay makinesidir. Makine, önceden ayarlanabilen çay demleme zamanı, istenen sıcaklıklarda su ısıtıp yine ayarlanabilen süre zarfında demleme yapabilme özellikleriyle farklı çay tipleri demleme gibi özellikleri ile fonksiyonellik bakımından üst düzey bir çay makinesidir. Bu makine tedarik edilebildiği için detaylı bir inceleme yapma imkânı da doğmuştur.

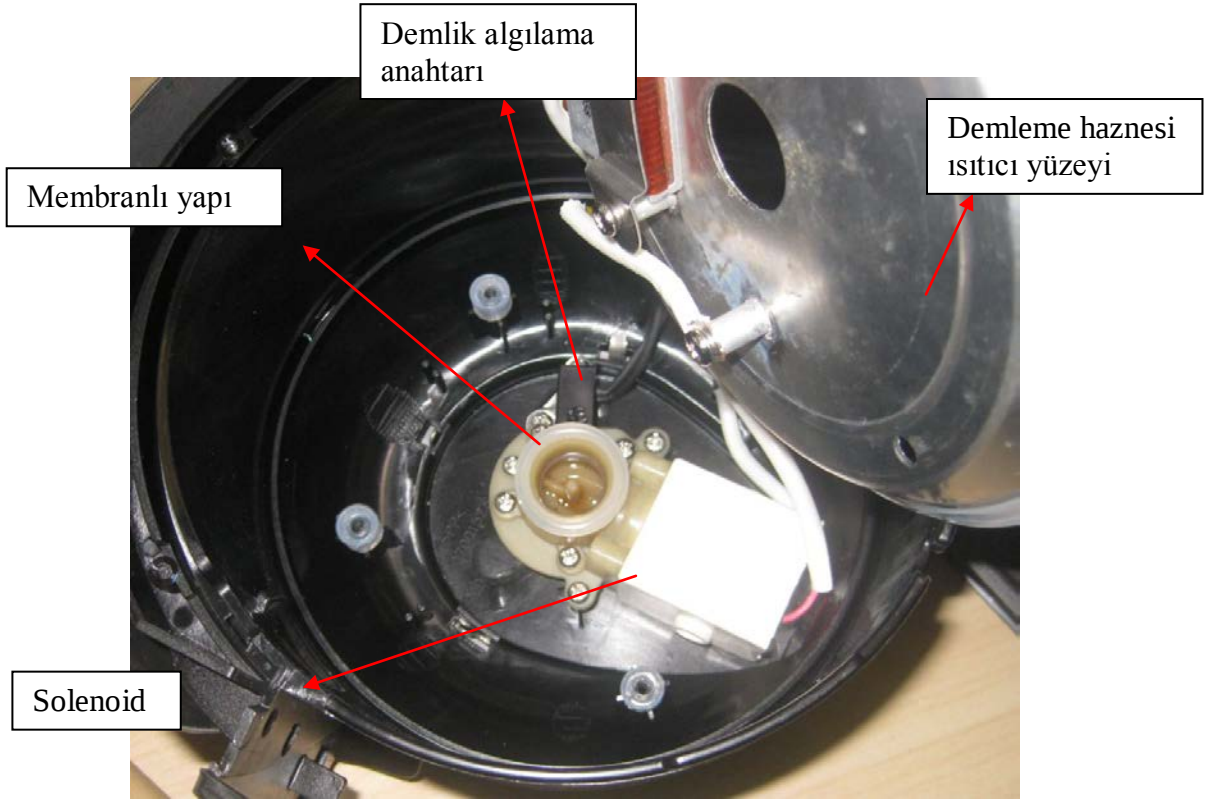
Fine-T, konsept olarak Fakir firmasının Herbal Joy makinesine benzemektedir. Üstteki su ısıtma haznesine konulan su burada 1200 W gücündeki rezistanslı ısıtıcı yardımı ile ısıtılırken NTC termistörü ile de suyun sıcaklığı kontrol edilir. NTC negatif ısı katsayılı termistör anlamına gelir yani; NTC’nin üzerindeki sıcaklık arttıkça direnci azalır, sıcaklık düştükçe de direnci artar. Kullanıcı tarafından ayarlanmış sıcaklık seviyesine erişildiğinde, suyun aktarılması için gerekli sinyal NTC’nin sıcaklıkla değişen direnci sayesinde makinenin elektronik kartı tarafından

algılanır. Isıtıcı haznenin altına çekme tipi bir solenoidle aktifleştirilen membranlı bir klape yerleştirilmiştir. Isıtıcı haznesine konulan su, bu membranlı yapı içerisine de dolar ancak; membran suyun alt hazneye geçiş yolunu tıkadığı için suyun demleme haznesine geçişi engellenir. Kullanıcının belirlediği sıcaklığa erişen su, ısınma süresi sonunda solenoidin aktifleştirilmesi ile membranın geri çekilerek suyun geçiş yolunu açmasıyla demleme haznesine alınır.



Şekil 4.11 : Fine-T demleme haznesinin görünüşü.

Şekil 4.11’de görüldüğü gibi demleme haznesinin içerisinde temizlik amacıyla çıkarılabilen bir hazne bulunmaktadır. Bu haznenin içerisine kullanıcı tarafından demlenecek kuru çay konur, istenen sıcaklığa kadar ısıtılan su bu hazneye geçer ve demlenme başlar. Demlenme süresince çayın ideal demlenme sıcaklığını kaybetmemesi için haznenin altına 25 W gücünde bir ısıtıcı yerleştirilmiştir. Haznenin altında su haznesinin altındaki gibi bir solenid daha bulunmaktadır ve çay tipine göre belirlenen demlenme süresinin sonunda aktifleşerek çayın demliğe alınmasına müsaade eder.



Şekil 4.12 : Fine-T aktarım solenoidi.

Fine-T’de de Herbal Joy’da olduğu gibi demliğin gövdeye yerleştirilip yerleştirilmediği bir anahtar vasıtasıyla kontrol edilir, demlik gövdeye oturtulduğunda demliğin kapağı anahtarı açar ve makinenin çalışmasına izin verilmiş olur. Çay demliğe aktarıldıktan sonra soğumaması için demliğin altına da 20 W gücünde bir ısıtıcı daha konulmuştur.



Şekil 4.13 : Zarafina otomatik çay makinesi.

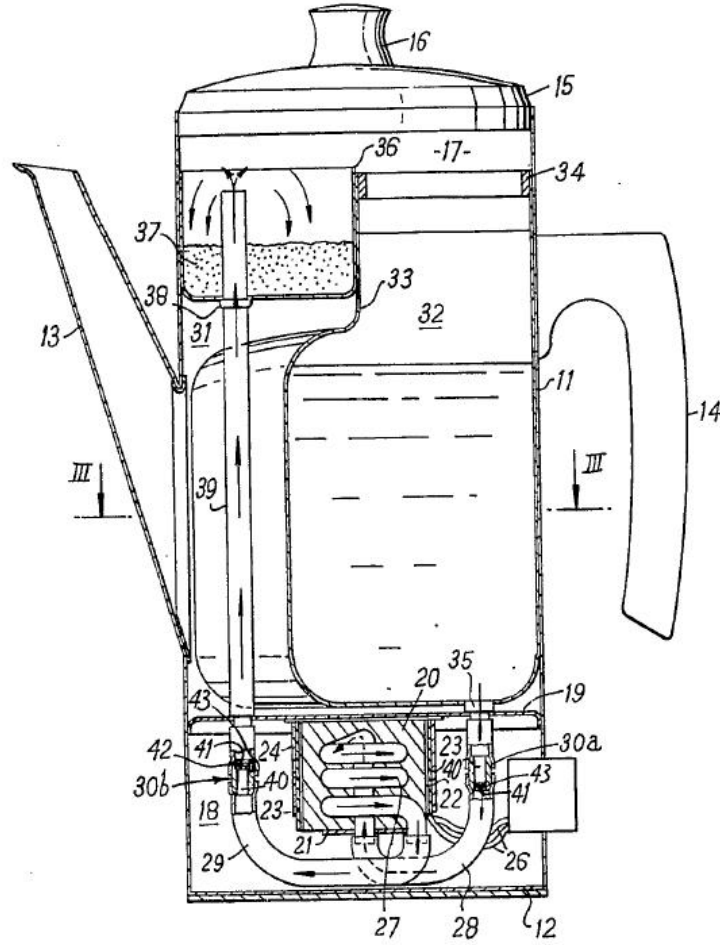
Yine bir yurt dışı ürünü olan Zarafina'da ise görselliğin yanında en dikkat çekici özellik su üzerinde yüzebilen filtre haznesidir. Kullanıcı filtre haznesini çay ile doldurup su dolu kaynatma haznesine koyduğunda filtre haznesi su üzerinde yüzdüğünden çay ile suyun teması gerçekleşmez. Su demleme sıcaklığına eriştiğinde filtre haznesinin tabanındaki sıcaklığa duyarlı valfler açılarak haznenin içine su dolmasını sağlar ve hazne batar; böylelikle demlenme başlamış olur. Çay tipine göre belirlenen demleme süresinin ardından demlenmiş çay hazne dışına alınır ve otomatik bir şekilde posa ile dem birbirinden ayrılmış olur. Bu makine temin edilemediğinden detaylı inceleme şansına erişilememiştir.

Piyasa araştırması sırasında incelenen bu makinelerin haricinde daha bir çok makineye rastlanmıştır ancak; fonksiyonellik açısından bu makinelerden düşük seviyelerde oldukları veya benzer özellikler barındırdıklarından piyasa araştırması bölümünde bu makinelere yer verilmemiştir.

4.3 Patent Araştırması

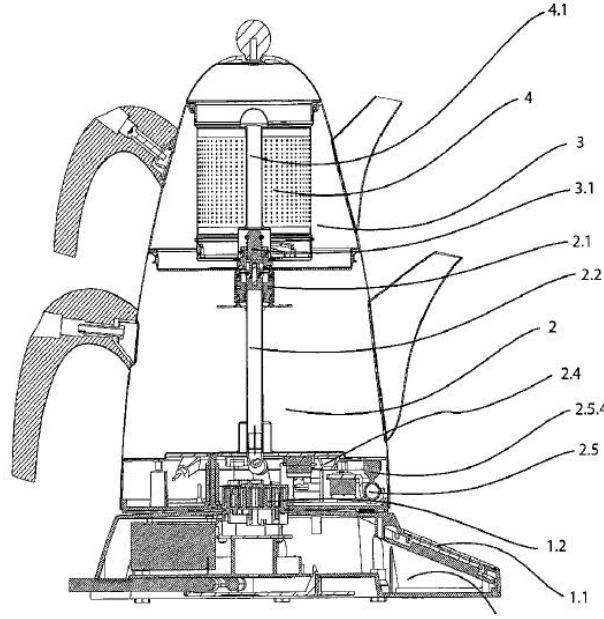
Patent araştırması çalışmaları daha önce de belirtildiği gibi bir projeye başlandığı anda başlar, tasarım sonuçlanana değin devam eder. Fakat, henüz tasarımın hangi yöne doğru gideceği belirlenmeden yapılan çok genel bir patent araştırması birçok patentle boğuşulması durumunu yaratacağı gibi çalışmanın anlamsızlaşması sonucu da doğacaktır. Bu bağlamda patent araştırması kısmı konsept tasarım geliştirirken fikir vermesi, piyasa araştırmasında temin edilen makinelerin incelenmesi sonucu bu makinelerde görülen ve uygulanması düşünülen benzer bazı sistemlerin kullanılıp kullanılamayacağı yönünde bilgi edinilmesi düzeyinde yapılmıştır.

Patent araştırması için Avrupa Patent Ofisi'nin veritabanı kullanılmıştır. Bu veritabanı sayesinde başvuru tarihinden 18 aylık bir süre sonra patent başvurularına ve patentlere ulaşmak mümkün olmaktadır. Araştırma yapılırken ilgili anahtar kelimeler ve araştırılan konu ile ilgili IPC kodu ("içecek hazırlama cihazları"na ilişkin IPC kodu olan A47J31) girilerek ilgili patentlere erişilmektedir. Aşağıda, yapılan araştırma sonucunda kayda değer görülen patentlere yer verilmiştir.



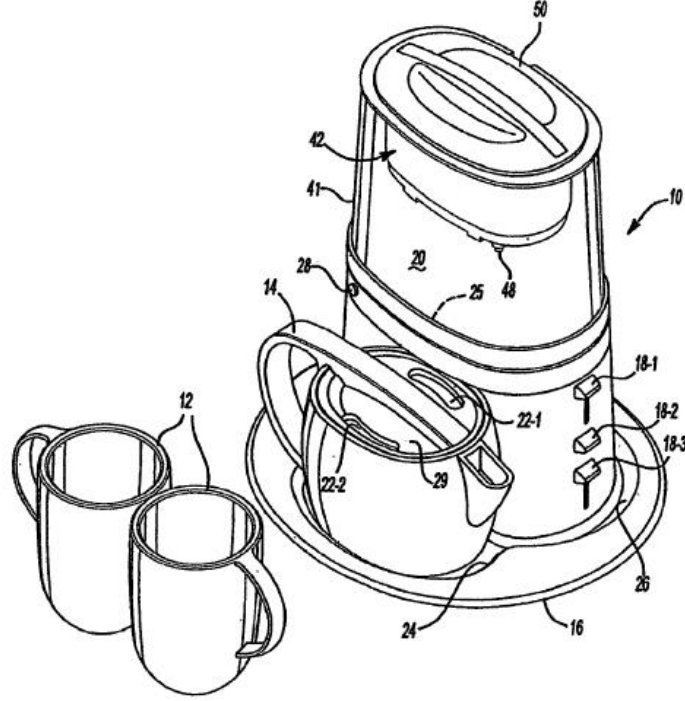
Şekil 4.14 : GB1466866A numaralı patentteki modelin genel görünüşü.

GB1466866A numaralı ve 1973 başvuru tarihli Hobbs R. Ltd. firmasının patent başvurusu, aynı gövde içerisinde iki farklı hazne oluşturulması ve bu hazneler arasında flow-through bir ısıtıcı ile su taşıma işlemi yapılarak filtre kahve veya çay hazırlanması üzerine alınmış bir patenttir. Bu patente suyun ters yönde akmasını engelleyen tek yönlü valflerden bahsedilmiş ve suyun bir filtre içerisine konulmuş kahve veya çay tanecikleri üzerinden geçerek diğer bir hazneye aktarılması üzerine bir patent alınmıştır. Bu patent göstermektedir ki flow-through ısıtıcılı bir sistem tasarlandığında herhangi bir patentin herhangi bir bağlayıcılığı olmamaktadır. Doküman, başvuru seviyesinde kalmış ve patent geçerliliği kazanmamıştır ancak; yöntem bilinen bir yöntem olarak ifşa edildiği için artık bu konuda bir patent almak da mümkün olmayacaktır [11].



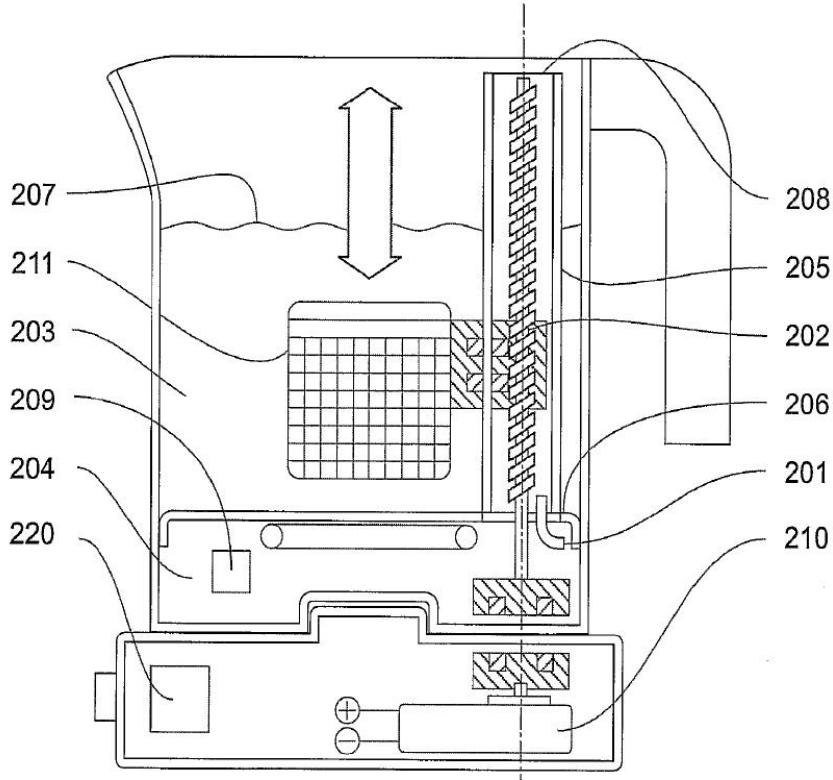
Şekil 4.15 : EP2103234A2 numaralı patentteki modelin genel görünüşü.

EP2103234A2 numaralı 11.02.2009 başvuru tarihli kişisel patent başvurusunda alt hazneden flow through yardımıyla üst hazneye bir sıcak su transferi yapılmaktadır. Patentin ilk isteminde genel olarak bütün sistem için bir başvuru yapıldığı görülmektedir. Şöyle ki; dokunmatik kontrol ekranı, alt ve üst hazneyi ortalarından birbirine bağlayan ve 360° hareket kabiliyeti sağlayan su iletim borusu, su giriş valfi ile su aktarma borusu arasında bulunan ısıtıcı tüp (flow-through), alt ve üst hazne arasındaki çift yollu valf gibi tüm detaylardan ayrı ayrı bahsedilmiştir. Diğer 4 istemde ise hazneler arası contanın sızdırmazlığı, dil seçenekleri, sıcak tutma fonksiyonu ve aktarma borusunun gösterge fonksiyonlarından bahsedilmektedir. **EP2103234A3** araştırma raporlu başvuruda patentin ilk isteminin **GB1466866A** numaralı **1973** başvuru tarihli patente takıldığı ve geçerlilik kazanamadığı görülmüştür [11].



Şekil 4.16 : US7594469 numaralı patentteki modelin genel görünüşü.

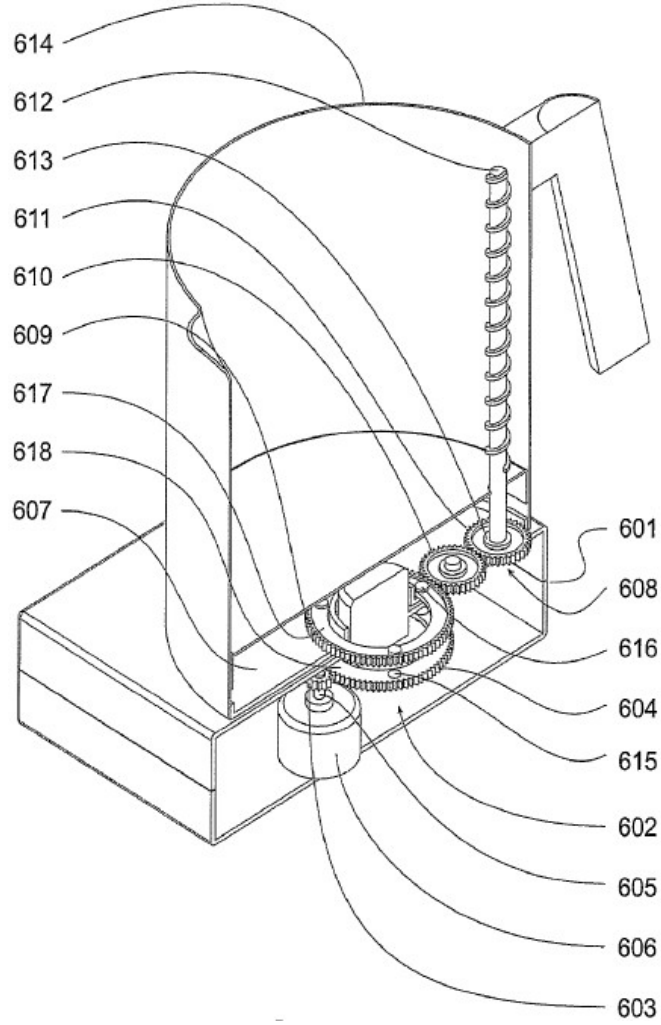
US7594469 numaralı ve 2006 tarihli Sunbeam Products Inc. firmasının başvurusunda, bir su kaynatma haznesi, bu haznenin içerisine yerleştirilen ve içine kuru çay konulan filtre haznesinden bahsedilmektedir. Filtre haznesinin tabanında sıcaklığa duyarlı valfler bulunmaktadır ve su sıcaklığı hedeflenen sıcaklığa eriştiğinde valfler açılarak filtre haznesi içerisine su dolmasına imkan tanımaktadır. Böylelikle çay tipine göre değişkenlik gösteren demleme suyu sıcaklığına duyarlı olarak demlenme gerçekleştirilebilmektedir. Bu patent başvurusu patent geçerliliği kazanmıştır [11].



Şekil 4.17 : US2010018403 numaralı patentteki modelin genel görünüşü.

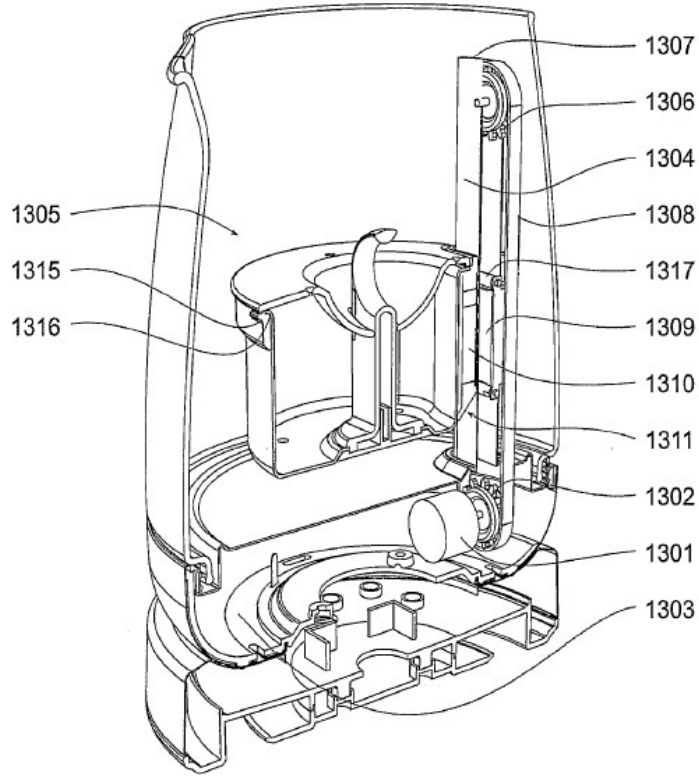
US2010018403 numaralı ve 2007 tarihli Breville Ltd. firmasının patent başvurusu, bir demleme haznesi (kettle) içerisine düşey hareket edebilen bir süzgeç haznesi, bu haznenin düşey hareketini sağlayan farklı doğrusal hareket mekanizmaları ve çay tipine göre değişkenlik gösterebilen demleme algoritmaları üzerine bir başvurdur. Bu patenti diğerlerinden ayıran en büyük özellik düşeyde hareketli bir filtre haznesine sahip olmasıdır. Tasarımı yapılacak hareketli filtre haznesine sahip makineye veri sağlaması açısından değerlendirilmesi önem arz etmektedir. Şekil 4.17’de görülen doğrusal hareketi sağlayan mekanizma hareket civatası-somun mekanizmasıdır. Motor milinin radyal hareketi mıknatıslı kaplin çifti yardımı ile kılavuz içerisindeki civataya iletilir. Somun, kılavuz içerisinde düşey hareket ederken üzerine yerleştirilmiş mıknatıslar filtre haznesinin üzerindeki mıknatısları çektiği için haznenin kendisiyle beraber hareket etmesini sağlar. Başvuruda filtre haznesinin düşey hareketinin bu mekanizmanın dışında kayış-kasnak ve zincir-dişli mekanizmaları yardımıyla da sağlanabileceğinden bahsedilmektedir (Şekil 4.19 a ve b). Filtre haznesinin bu düşey hareketi ile çay tiplerine bağlı olarak demleme algoritmaları oluşturulmuştur. Örneğin; siyah çay demlemek için filtre haznesi 4,5 dk. boyunca 100° C su içerisinde bekletildikten sonra çıkarılırken, beyaz çay 5 dk.

boyunca 80° C su içerisinde bekletildikten sonra filtre haznesi otomatikman suyun içerisinde çıkarılmaktadır.

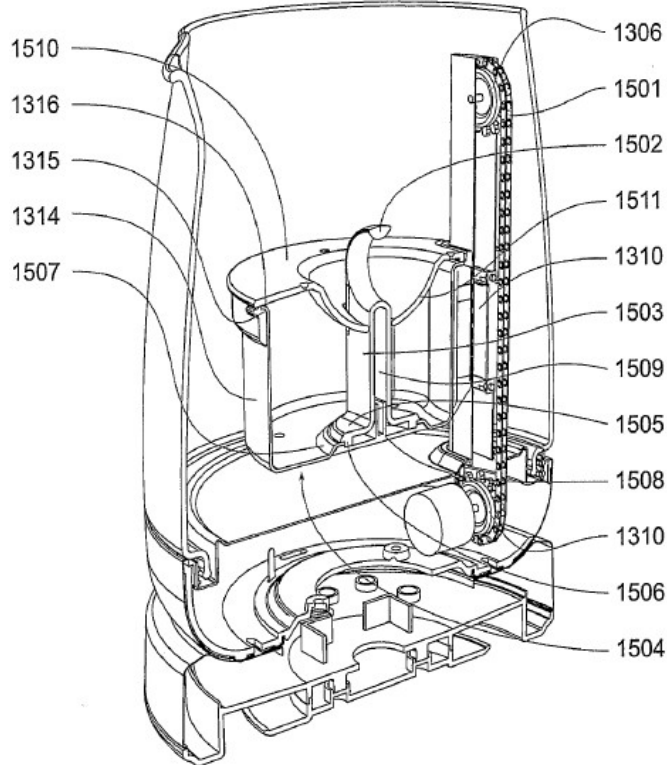


Şekil 4.18 : US2010018403 numaralı patentteki farklı bir tahrik örneği.

Şekil 4.18 ise aynı patent başvurusuna ait; fakat mıknatıslı kaplından farklı bir tahrik mekanizmasını göstermektedir. Şekilden de görüldüğü gibi demleme haznesinin altında ve merkezden kaçık bir şekilde konumlandırılmış motor (606) merkezde konumlandırılmış dişliyi hareket ettirmektedir (602). Bu dişlinin dönmeye başlaması ile tam üzerinde konumlandırılmış diğer dişliye hareket, her iki dişli üzerinde bulunan çepeçevre dizilmiş mıknatıslar (615-616) sayesinde iletilmektedir. Daha sonra üstteki dişli transfer dişlisini (610) döndürerek hareket civatasının bağlı olduğu dişliyi tahrik etmektedir. Patent başvurusu buluş basamağı içermediğinden geçerlilik kazanmamıştır [11].



(a)



(b)

Şekil 4.19 : US2010018403 numaralı patentteki farklı tahrik mekanizmaları (a) kayışla (b) zincirle.

Yapılan piyasa araştırmaları su taşıma sisteminin uygulanabilirliği hakkında patent araştırmaları ise uygulama imkânı olup olmadığı hakkında bilgi vermektedir. Yukarıdaki araştırmalar sonucu görölmüştür ki sistem gereksinimleri bölümünde incelenen su taşıma yöntemlerinin herhangi birinin uygulanmasında patent açısından bir sakınca bulunmamaktadır. Su taşıma yönteminin performansına göre seçilecek yöntemin uygulanabilirliği mümkündür.

Diğer yandan hareketli filtre haznesine sahip Breville firmasının çay makinesi tasarımı yapılacak çay makinesine benzer bir ürün olup, hareketli filtre haznesi tasarımını korumaya yönelik yapılmış patent başvuruları geçerlilik kazanmamıştır. Dikkat edilecek olursa patentte filtre haznesini farklı şekillerde tahrik etmeye yönelik seçenekler sunulmaktadır. Bu tahrik yöntemlerinin her biri bilindik yöntemlerdir ve bunların patentlenebilirliği mümkün olmamaktadır. Dolayısıyla tasarlanacak olan filtre hazneli çay makinesinin patent açısından herhangi bir sorunla karşılaşması muhtemel gözükmemektedir.

5. KONSTRÜKSİYON SİSTEMATİĞİ İLE TASARIMIN OLUŞTURULMASI

5.1 Problemin Tariflenmesi ve İstekler Listesinin Oluşturulması

Yeni bir ürün geliştirirken temel sebep bir ihtiyacın karşılanmasıdır. İhtiyaçlar ise bir problem karşılığında ortaya çıkmaktadır. O halde yeni bir tasarım yapılırken öncelikle bu tasarımın çözmesi gereken problemler veya yerine getirmesi gereken şartlar açık ve net bir biçimde tariflenmelidir. Bu da problemin veya ödevin tariflenmesi anlamına gelir.

Konstrüktif geliştirme sürecinin bütün aşamalarındaki başarı şansı ödev tanımlamasının tam bir kesinlik kazanmasına bağlıdır. Problemin tarifi yapılırken genellikle ana hatlarıyla bir tariflemeye gitmek gereklidir çünkü kesin, maddesel çözümler ele almak çoğu zaman daha iyi çözümleri önleyici bir etkidir. Bu gereklerin nasıl yerine getirileceği ise asıl çalışma konusudur ve ancak bir mühendislik uğraşısı sonucu ortaya konabilir.

Ödevi açıklığa kavuşturmak için şu maddelere dikkat edilmelidir;

- Esas problem nedir?
- Genellikle düşünülmüş olup, açıklanmamış olan arzular, beklentiler var mıdır?
- Ödev verilirken açıklanan şartların hepsi sistemden istenen fonksiyon için zorunlu mudur?
- İstenen sistemin geliştirilmesi bakımından hangi yollar açıktır? Ne gibi kısıtlayıcı şartlar vardır?
- Tasarlanacak çözüm hangi maksada yöneliktir?
- Hangi özelliklere sahip olmalı, hangilerine olmamalıdır?

Ödevin kesinlik kazanması ve problemin tariflenmesi aşamasında bu sorular konuyu açıklığa kavuşturmada gereklidir.

Bu bağlamda bu tez çalışmasının konusu olan ödev şu yargıyla ifade edilmiştir:

“Hareketli filtre haznesinin farklı bir hazne içerisine girip çıkmasıyla demleme süresi sonunda posa ile demin birbirinden ayrılmasını sağlayan, dolayısıyla yeşil çay, beyaz çay, bitki ve meyve çayları gibi farklı çay tiplerinin demlenmesine olanak tanıyan ve aynı zamanda demlenme sonunda temizlik kolaylığı sağlayan çay makinesinin düşey hareket sisteminin tasarımı.”

Yukarıda ortaya çıkarılan ödevi gerçekleştirmek amacıyla öncelikle tüm gereklilikleri ortaya koyan bir istekler listesi oluşturulur. İstekler listesi oluşturmanın temel sebebi problemi somut bir ifadeden soyut bir ifadeye ulaştırarak daha serbest bir beyin fırtınası ortamı yaratmaktır. İstekler, ödevin amaçladığı teknik sistemi tanımlayan çeşitli özellikleri, niteliksel veya niceliksel olarak belirten büyüklüklerdir. Bunlar teknik sistemin giriş ve çıkış büyüklükleri kümesini meydana getiren çevre büyüklükleridir [12].

İstek tipleri ise üç kategoriye ayrılabilir. Bunlar;

- Kesin istekler : Ödevin çözümünde muhakkak yerine getirilmesi gereken isteklerdir
- Arzu tipi istekler: Bu tip isteklerin gerçekleştirilmesi zorunlu değildir ancak ürünün pazar şansını artırma özelliğine sahiptirler.
- Hedef gösteren istekler: Bu tip istekler müşteri veya pazar talebi ile ilgili değildir. Geleceğe yönelik konstrüktif anlamda bazı yeniliklerin yapılabileceğini ortaya koyar.

Çizelge 5.1’de görülen istekler listesinde sol sütunda isteğin tipi (kesin, arzu tipi, hedef gösteren), sağ sütunda ise isteğin tanımı gösterilmektedir ve;

- K: Kesin istekleri,
- A: Arzu tipi istekleri,
- H: Hedef gösteren istekleri ifade etmektedir.

Çizelge 5.1 : İstekler Listesi.

No.	İstek Tipi	İstekler
1	K	Filtre haznesi demlenme süresi sonunda en fazla 20 s içerisinde demlikten çıkabilmeli
2	K	Demlikten çıkma esnasında damlama ve titreşime sebebiyet vermemesi için yeterince akıcı hareket etmeli
3	K	Kullanıcı filtre haznesini tahrik mekanizmasına kolaylıkla takıp mekanizmadan kolaylıkla sökebilmeli
4	K	Filtre haznesi düşey hareketi süresince herhangi başka bir parçaya çarpmamalı
5	K	Filtre haznesinin ve tahrik mekanizmasının ilgili parçalarının malzemeleri gıdaya uygun malzemelerden seçilmeli
6	K	Filtre haznesi kolay temizlenmeye imkan tanıyacak bir geometriye sahip olmalı
7	K	Demleme esnasında demliğin ağzının açık kalarak demlik dışına buhar kaçmasının önüne geçilmeli
8	H	Filtre haznesi demlik içerisindeyken kullanıcı demliği makine gövdesinden aldığı anda sistemde herhangi bir hasar meydana gelmemeli
9	H	Demlik makine gövdesine konulduğunda demliğin kapağı kendiliğinden açılarak filtre haznesinin demlik içerisine girmesine müsaade etmeli
10	A	Mekanizma ergonomik, hafif, kompakt ve portatif bir tasarıma sahip olmalı
11	A	Sistemin gürültü değeri 40 dB değerini geçmemeli
12	K	Sistem 1 kg yük taşıyabilme kapasitesine sahip olmalı
13	A	Sistemin beslenmesi 220 V AC akım ile sağlanabilmeli
14	K	Filtre haznesi mevcut konumunu herhangi bir dış etkene ihtiyaç duymadan koruyabilmelidir
15	K	Montajı basit ve parça geometrileri sade olmalı
16	A	Kullanıcının demliği ve filtre haznesini makineye konumlandırma sırası değişken olabilmeli

5.2 Temel Fonksiyonun Soyutlanması

Temel prensip istekler listesinin sadeleştirilmiş ve soyutlaştırılmış bir halidir. Bu amaçla yapılan soyutlama işleminde ilk olarak arzu tipi istekler ve ödevin fonksiyonları ile doğrudan ilişkili olmayan istekler elenmelidir. Bu aşama gerçekleştirildikten sonra istekler listesinden aşağıdaki istekler elde edilir:

- Filtre haznesi demlenme süresi sonunda en fazla 20 s içerisinde demlikten çıkabilmeli,
- Demlikten çıkma esnasında damlama ve titreşime sebebiyet vermemesi için yeterince akıcı hareket etmeli,
- Kullanıcı filtre haznesini tahrik mekanizmasına kolaylıkla takıp mekanizmadan kolaylıkla sökebilmeli,
- Filtre haznesi düşey hareketi süresince herhangi başka bir parçaya çarpmamalı,
- Filtre haznesinin ve tahrik mekanizmasının ilgili parçalarının malzemeleri gıdaya uygun malzemelerden seçilmeli,
- Filtre haznesi kolay temizlenmeye imkan tanıyacak bir geometriye sahip olmalı,
- Demleme esnasında demliğin ağzının açık kalarak demlik dışına buhar kaçmasının önüne geçilmeli,
- Sistem 1 kg yük taşıyabilme kapasitesine sahip olmalı,
- Filtre haznesi mevcut konumunu herhangi bir dış etkene ihtiyaç duymadan koruyabilmelidir,
- Montajı basit ve parça geometrileri sade olmalı.

Bir sonraki adımda ise niceliksel bilgiler, niteliksel hale dönüştürülmeli ve bunların da temel fonksiyon bakımından vazgeçilebilir olanları bu aşamada dikkate alınmamalıdır.

- Düşeyde yeterince hızlı ve akıcı hareketli,
- Kolay erişilebilir,
- Demlik içerisine sorunsuz olarak girip çıkabilme.

Son aşama olarak ise temel prensip, her hangi bir niceliksel çözüme bağlanmaksızın genel anlamda tariflenmelidir:

“Düşeyde hızlı ve akıcı hareket ederek demlik içerisine sorunsuz olarak girip çıkabilen, erişebilirliği kolay hareketli bir filtre haznesi mekanizması.”

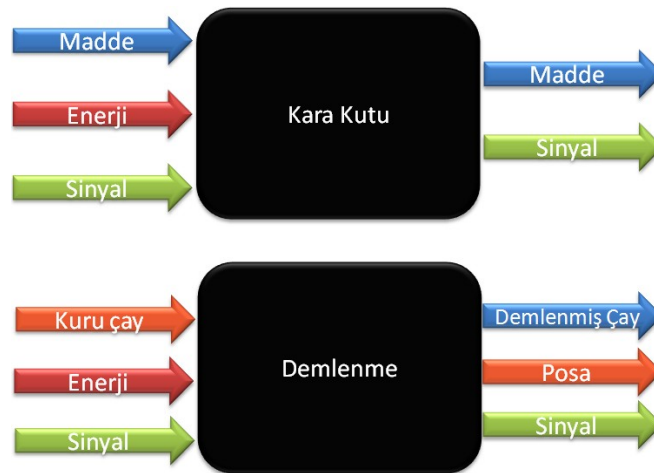
5.3 Temel Fonksiyonu Gerçekleştirebilmek Adına Alternatif Fonksiyon Strüktürleri Oluşturulması

Tasarımı yapılan yapıt bir sistem olarak göz önüne alınırsa, bunun için üç temel özellik tanımlanabilir. Bunlar:

- Çevre: İstekler listesi esas itibarı ile teknik sistemin çevre veya çevre büyüklüklerini içermektedir.
- Fonksiyon: “Temel prensip” veya “temel fonksiyon”,
- Strüktür: Ortaya çıkarılan alt fonksiyonları belirli bir düzen ve ilişkiler içinde birbirine bağlama işlemleridir.

Her teknik sistem, kendisinden daha basit alt sistemlere ayrılabilirse, temel fonksiyon da kendinden daha basit alt fonksiyonlara ayrılabilir. Bu analiz işlemine kademe kademe devam etmek ve artık daha basite ayrılmasında pratik bir yarar olmayan en basit alt fonksiyonlara kadar inmek mümkündür. Basitleştirilen bu en alt fonksiyon birimine “elemanter fonksiyon” denir [12].

Teknik bir sistemin giriş ve çıkış büyüklükleri üç temel özellikte olabilir. Bunlar madde, enerji ve sinyaldir. Bu üç tür büyüklük teknik sistem içinde bir işleme tabi tutulmaktadır. Bu işlemler karakter bakımından bir akım veya dönüşüm şeklinde tarif edilebilir [12].



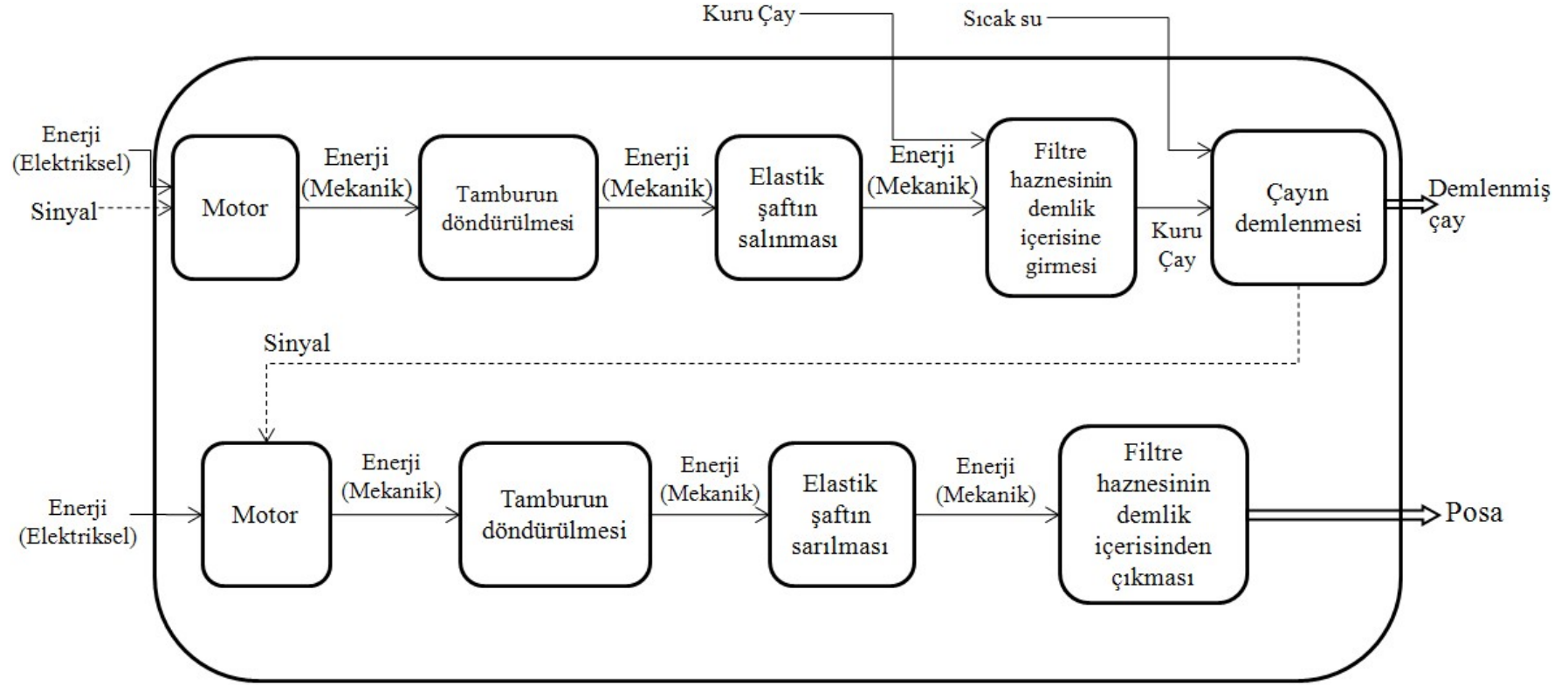
Şekil 5.1 : Teknik bir sistemin giriş ve çıkış büyüklüklerinin çay makinesi için ifadesi.

Fiziksel büyüklüklerin teknik sistem içinde birimleri, sayısal değerleri veya yönleri değişebilir. Bu şekildeki bir elemanter fonksiyonun tanımlanmasında enerji, madde ve sinyal türündeki büyüklükler için üç temel operasyon tarif edilebilir [12]. Bunlar:

- Dönüşüm,
- Büyüklük değişimi,
- Yer değişimidir.

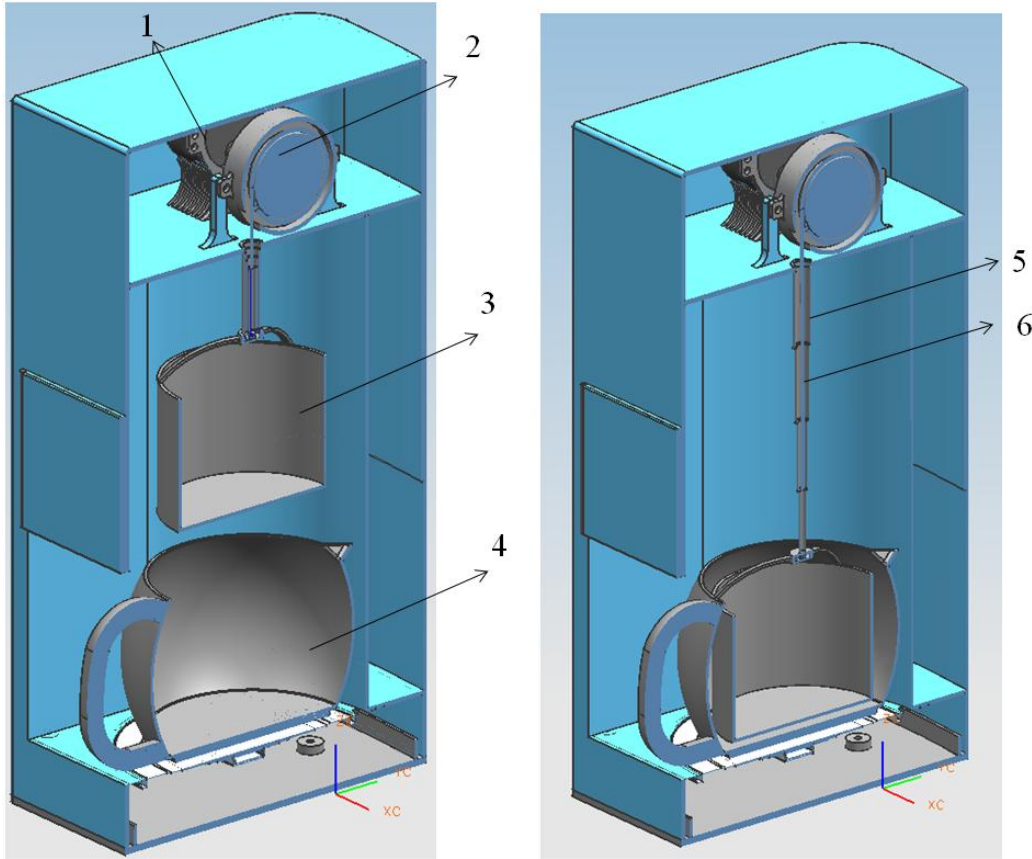
Genel hatlarıyla analiz edilen problem tarifinin “temel fonksiyon” haline getirilmesinden sonra bu temel fonksiyonu gerçekleştirecek sistemler geliştirilmeye çalışılmıştır. Bu sistemler elemanter fonksiyonlar cinsinden ifade edilmiş ve daha iyi anlaşılmaları adına çizilen taslaklarla da desteklenmiştir.

5.3.1 Konsept tasarım-1



Şekil 5.2 : Konsept tasarım-1'in fonksiyon strüktürü.

Şekil 5.3'te fonksiyon strüktürü görülen konsept tasarımların ilkinde tahrik mekanizması motor, tambur, tamburun etrafına sarılan elastik şaft ve teleskobik bir milden oluşmaktadır. Mekanizma çalışma prensibi gereği demleme odasının üstünde konumlandırılmıştır. Elastik şaft tamburun etrafına sarılmış olup bir ucu tambura diğer ucu ise teleskobik milin ucuna içten bağlanmış durumdadır; bu sebeple motor çalışıp tamburu döndürmeye başladığı zaman şaftın teleskobik mile sabitlenmiş ucu düşeyde hareket ederek milin uzayıp ksalmasını sağlar. Tamburun etrafına sarılmış olan elastik şaft demlik haznesinin üst bölgesinden hazneye girerken yataklanmış olduğundan düşeyde lineer bir hareket yapar. Şekil 5.4 konsept-1'in şematik gösterimini yansıtmaktadır.



Şekil 5.3 : Konsept-1 şematik görünüşü.

- 1-Motor
- 2-Kasnak
- 3-Filtre haznesi
- 4-Demlik

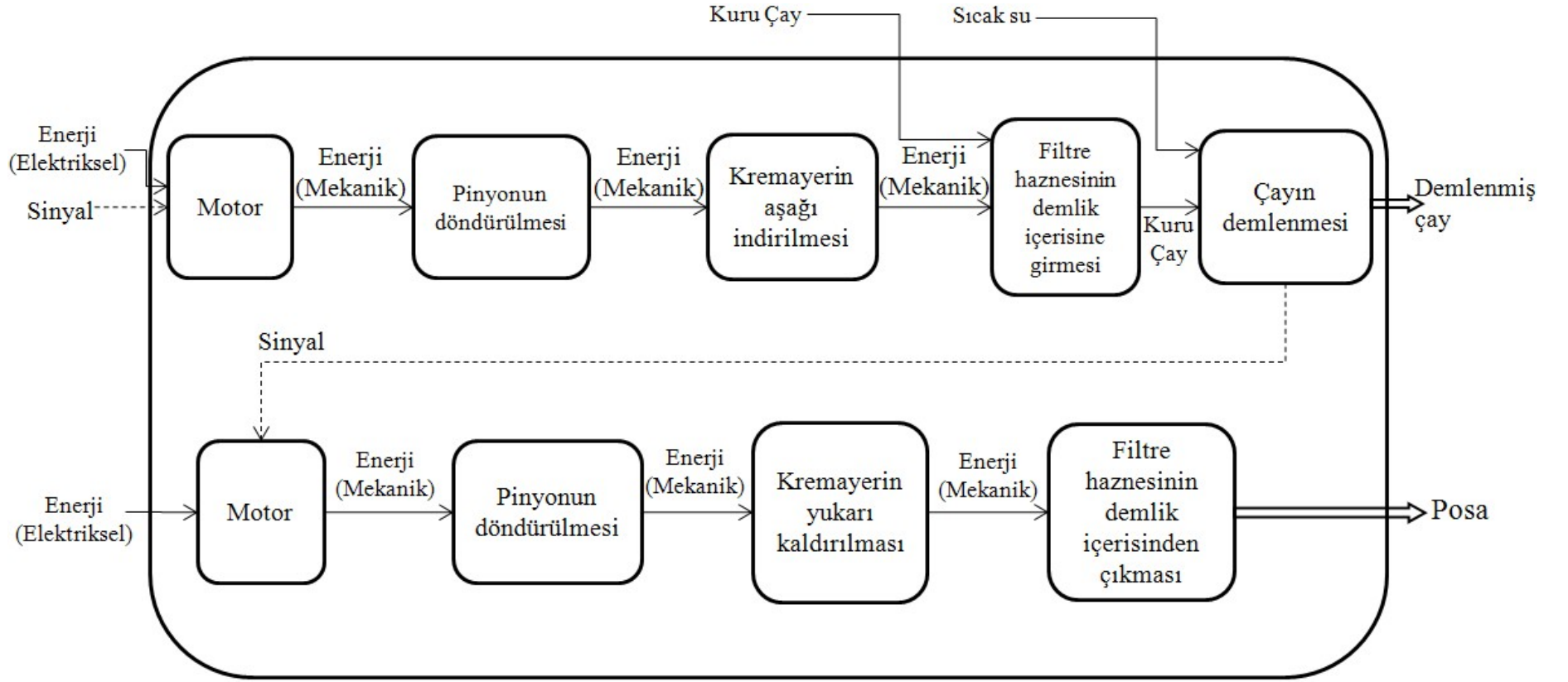
5-Teleskobik mil

6-Elastik şaft

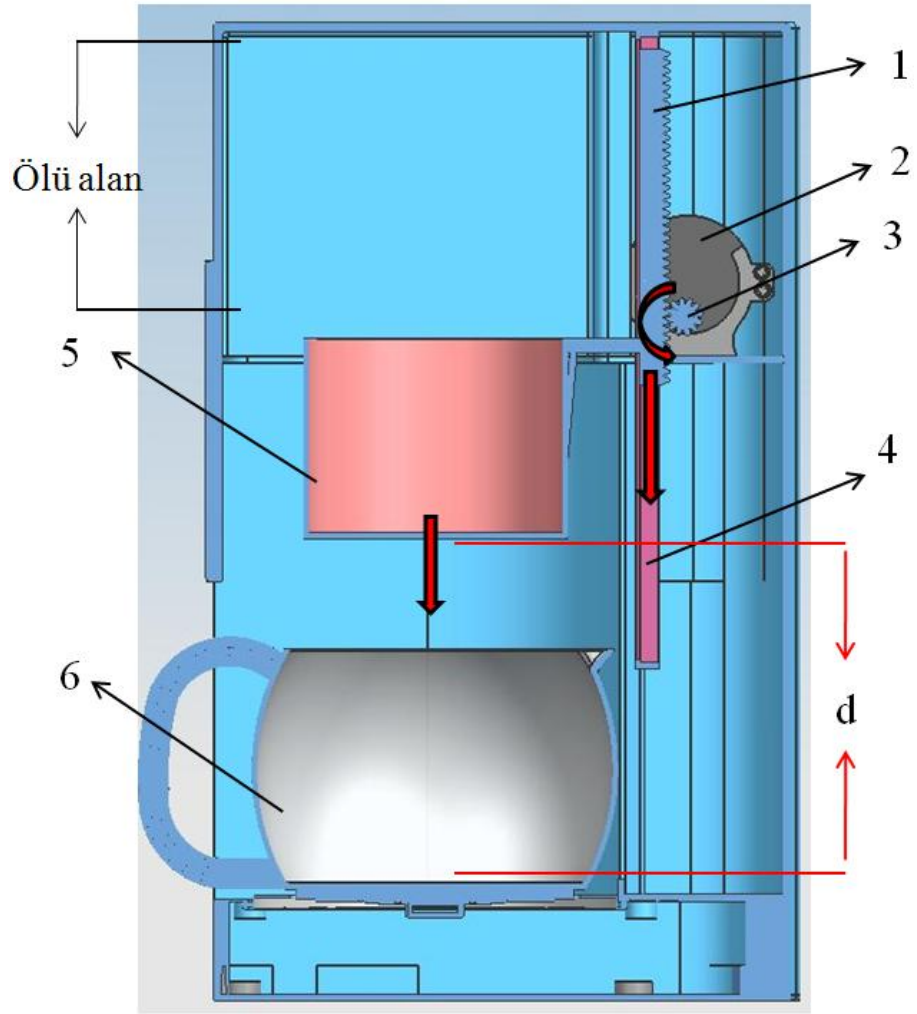
Kullanıcı filtre haznesine kuru çay koyup teleskobik milin demlik haznesinde bulunan ucuna takar ve demliği demleme haznesine yerleştirir. Demleme için ideal sıcaklığa kadar ısıtılmış olan su demlik haznesine taşındığında ise motor çalışarak tamburu tahrik eder ve tambur etrafına sarılmış olan elastik şaft salındığından teleskobik mil uzar; dolayısıyla filtre haznesi demlik içerisine kadar indirilmiş olur. Böylelikle demleme demlik haznesi içerisinde gerçekleşir. Çay tipine göre değişkenlik gösteren ideal demleme süresinin geçmesinin ardından ise motor aksi yönde çalışarak tamburun elastik şaftı dolamasını sağlar ve dolayısıyla teleskobik mil kısalarak filtre haznesini demlik içerisinden çıkarır ve demleme işlemi nihayete erişmiş olur.

5.3.2 Konsept tasarım-2

Şekil 5.5'te diğer fonksiyon strüktürü görülen diğer bir konsept tasarımda ise tahrik mekanizması motor ve pinyon-kremayer çiftinden oluşmaktadır. Mekanizmanın konstrüksiyonu gereği kremayer demlik odasının arkasında yataklanmıştır. Motor ise sistemin minimum hacim kaplaması bakımından kremayerin strok mesafesinin tam ortasına konumlandırılmıştır. Motor devreye girdiğinde motor milinin ucuna yataklanmış pinyon kremayeri tahrik etmekte ve kremayer yatakladığı için lineer hareket yapmaktadır. Demleme odasının arka kısmında açılan bir kanal vasıtasıyla kremayerin sırtında bulunan filtre haznesi yuvasına erişilebilmektedir ve kullanıcı demlik odasındaki bu yuvaya filtre haznesini monte ettiğinde filtre haznesi de kremayerle birlikte düşey hareketini gerçekleştirmektedir. Demleme gerçekleşeceği zaman kullanıcı filtre haznesinin içerisine kuru çay koyarak hazneyi yuvaya yerleştirir. Benzer şekilde sıcak suyun taşınmasının ardından motor devreye girer ve kremayeri aşağı doğru hareket ettirir. Demleme işlemi bittiği zaman ise motor yeniden aksi yönde dönerek filtre haznesini demlik içerisinden çıkarır ve posa ile dem birbirinden ayrılmış olur. Şekil 5.6 kremayer-pinyon çifti içeren mekanizmanın şematik gösterimini yansıtmaktadır.



Şekil 5.4 : Konsept tasarım-2'nin fonksiyon strüktürü.



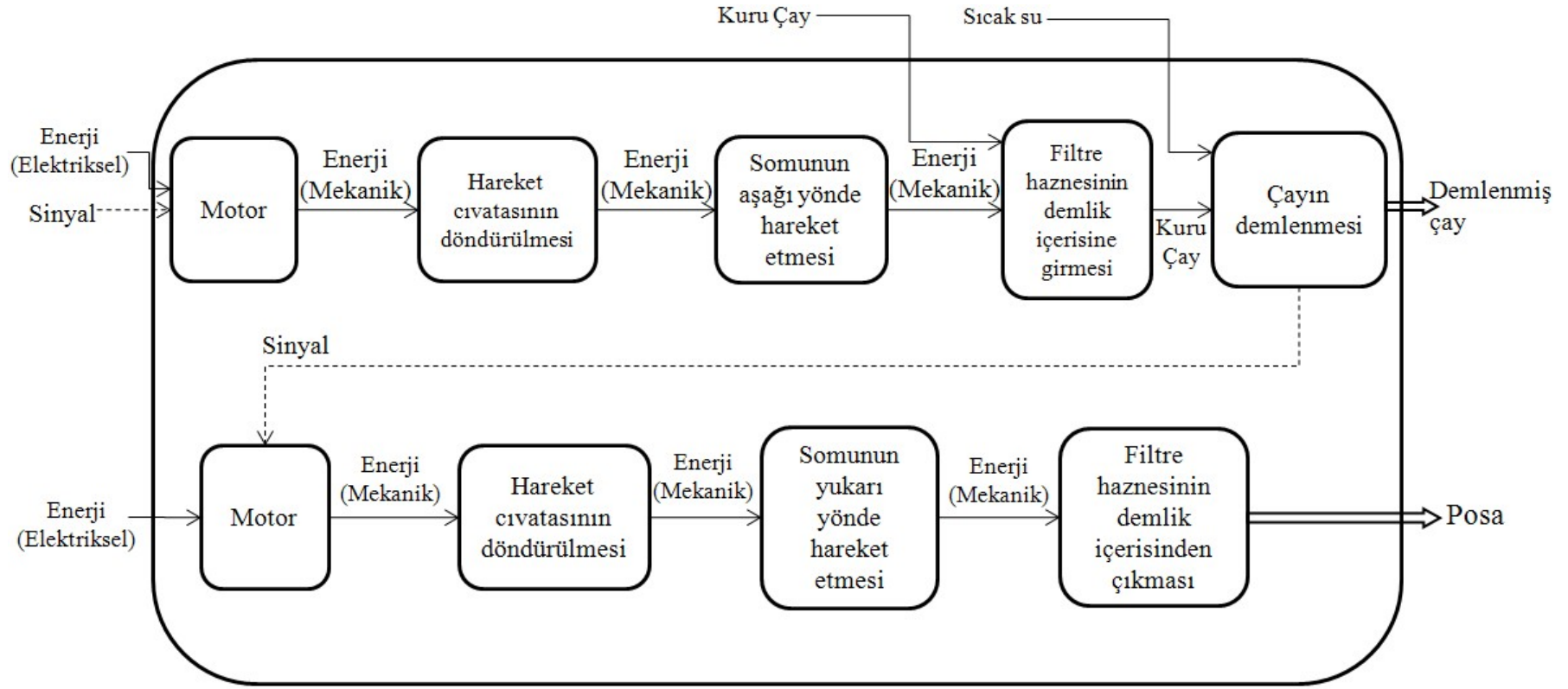
Şekil 5.5 : Konsept tasarım-2 şematik görünüşü.

- 1-Kremayer
- 2-Motor
- 3-Pinyon dişlisi
- 4-Kremayer yatağı
- 5-Filtre haznesi
- 6-Demlik

- $d = \text{strok mesafesi} = 100 \text{ mm}$ 'dir.

Yukarıdaki şekilden de görüleceği gibi 100 mm'lik strok mesafesini kat etmek için kremayerin de en az 100 mm uzunluğunda olması gerekmektedir.

5.3.3 Konsept tasarım-3



Şekil 5.6 : Konsept tasarım-3 fonksiyon strüktürü.

- 1- Trapez vida
- 2- Kılavuz mil
- 3- Somun
- 4- Motor
- 5- Filtre haznesi

Somunun üzerinde aynı zamanda bir de filtre haznesi yuvası bulunmaktadır. Kullanıcı içerisine kuru çay koyduğu filtre haznesini somun üzerindeki yuvasına taktığında somunun yaptığı düşey hareketle filtre haznesi de demlik içerisine girip-çıkarak demleme otomatik bir şekilde gerçekleştirilmektedir.

5.4 Fayda Değer Analizi

İstekler listesi göz önünde bulundurularak geliştirilen konsept tasarımlar (veya teknik çözümler) içerisinden en iyinin bulunması için bir fayda-değer analizi yapmak gerekir. Bu analizi sağlıklı bir şekilde yapabilmek adına, “hedef büyüklükleri matrisi” oluşturarak mevcut çözümlerin karşılaştırmalarının yapılması amaçlanmıştır. Şekil 5.9’da görülen “temel hedefler” referans lineer hareket mekanizmalarının ve bu mekanizmaların ev tipi bir çay makinesine uygulanması sonucunda ortaya çıkan ve sağlanması gerekli olan objektif seçim kriterleridir. Matristeki “alt hedefler” indisi ise bu temel hedeflerin sağlanmasında etken olan diğer alt kriterleri göstermektedir. Her bir temel hedefin toplam içindeki ağırlığı ve alt hedeflerin temel içerisindeki ağırlıkları da önem sırasına göre derecelendirilmiştir.

Fonksiyonellik		Akıcı hareket	
		0,3	0,075
		Titreşim azlığı	
		0,35	0,0875
0,25	0,25	Kullanım kolaylığı	
		0,35	0,0875

Güvenlik		Kullanılan sistemlerin güvenilirliği	
		0,4	0,06
		Kullanıcı güvenliği	
		0,6	0,09
0,15	0,15		

Algılanan Kalite		Boyut	
		0,5	0,1
		Temizlik ve Hijyen	
		0,5	0,1
0,2	0,2		

Tasarımsal Karmaşıklık		Parçaların üretilebilirliği	
		0,35	0,0875
		Montaj kolaylığı	
		0,35	0,0875
0,25	0,25	Standart parça oranı	
		0,3	0,075

Maliyet		komponentlerin temin edilebilirliği	
		0,25	0,0375
		Standart parça sayısı	
		0,35	0,0525
		İşçilik	
		0,25	0,0375
		Toplam parça sayısı	
		0,15	0,0225
0,15	0,15		

Şekil 5.8 : Temel ve Alt Hedefler.

Konseptlerin kıyaslanacağı kriterler ve bu kriterlerin bütün içerisindeki ağırlıkları Şekil 5.9’da görülen hedef puanlaması yöntemiyle belirlendikten sonra bir hedef büyüklükleri matrisi oluşturularak konseptlerin puanlandırılması yapılmıştır. Tasarımların her bir kritere göre değerlendirilmeleri 10 puan üzerinden puanlandırma

yapılarak gerçekleştirilmiştir. Daha sonra alternatif tasarımların puanları toplanarak en yüksek puanı alan tasarım belirlenmiştir. Çizelge 5.2 puanların sözel karşılıklarını göstermektedir.

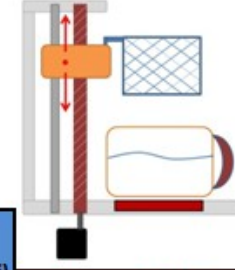
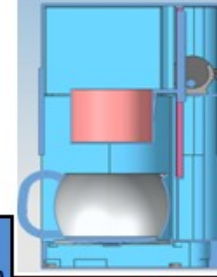
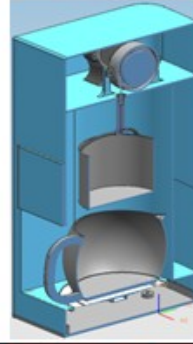
Çizelge 5.2 : Hedef büyüklükleri matrisindeki puanlandırmaların sözel karşılıkları.

Puan	Sözel Karşılık
0	Hiç işe yaramaz
1	Yetersizliği Çok
2	Zayıf
3	Kabul Edilebilir
4	Yeterli
5	Tatmin Edici
6	İyiye Yakın
7	İyi
8	Çok İyi
9	Referanstan İyi
10	İdeal

Şekil 5.10’da görülen hedef büyüklükleri matrisinde bulunan kriterlere ilişkin puanlama yapılırken tasarımcının yalnız başına puanlama yapması doğru olmaz çünkü; tasarımcı teknik çözümlere tarafsız yaklaşım gösteremeyebilir. Böylesi bir durum da aslında daha etkin çözümlerin detay tasarıma taşınmasında handikap oluşturur. Bu çalışma kapsamında da puanlandırma yapılırken tarafsız bir yaklaşımda bulunulmaya çalışılmış, çözümlerin yalnızca teknik yönden kıyaslanmalarına gayret gösterilerek bir en iyileme yapılmıştır.

Hedef büyüklükleri matrisindeki puanlama sonucu 10 puan üzerinden:

- Konsept tasarım-1: **5.5875**
- Konsept tasarım-2: **6.7375**
- Konsept tasarım-3: **7.0625** puan almış ve en iyi tasarım alternatifi olarak belirlenmiştir.



Temel Hedefler	Alt Hedefler	gi	Konsept 1 (Pi)	Ağırlıklı Değer (gi*Pi)	Konsept 2 (Pi)	Ağırlıklı Değer (gi*Pi)	Konsept 3 (Pi)	Ağırlıklı Değer (gi*Pi)
Fonksiyonellik	Akıcı hareket	0,075	4	0,3	8	0,6	7	0,525
	Titreşim azlığı	0,0875	4	0,35	8	0,7	7	0,6125
	Kullanım kolaylığı	0,0875	6	0,525	7	0,6125	7	0,6125
Tasarımsal karmaşıklık	Parçaların üretilebilirliği	0,0875	7	0,6125	7	0,6125	7	0,6125
	Montaj kolaylığı	0,0875	4	0,35	7	0,6125	7	0,6125
	Standart parça oranı	0,075	7	0,525	7	0,525	7	0,525
Algılanan kalite	Boyut	0,1	2	0,2	2	0,2	8	0,8
	Temizlik ve hijyen	0,1	7	0,7	7	0,7	7	0,7
Güvenlik	Kullanılan sistemlerin güvenilirliği	0,06	7	0,42	7	0,42	7	0,42
	Kullanıcı güvenliği	0,09	8	0,72	7	0,63	7	0,63
Maliyet	Kullanılan komponentlerin temin edilebilirliği	0,0375	6	0,225	7	0,2625	6	0,225
	Standart parça sayısı	0,0525	6	0,315	8	0,42	7	0,3675
	İşçilik	0,0375	5	0,1875	7	0,2625	7	0,2625
	Toplam parça sayısı	0,0225	7	0,1575	8	0,18	7	0,1575
TOPLAM AĞIRLIK			Konsept 1	5,5875	Konsept 2	6,7375	Konsept 3	7,0625

Şekil 5.9 : Hedef büyüklükleri matrisi.

5.5 Teknik ve Ekonomik Değerlendirme

Fayda-değer analizine benzer bir değerlendirme sistemi ise alman Mühendisler Birliği Tarafından duyurulmuş olan “Teknik ve Ekonomik Değerlendirme” dir. Ekonomik yönden bir değerlendirme yapabilmek için imal edilecek tasarımın, pazarda kendisi ile aynı veya benzer fonksiyonu olan diğer tasarımlarla mukayese edilmesi gerekir. Özellikle dayanıklı tüketim ve ara mallarında, üretilecek sistemim pazar şansı önemli ölçüde fiyatının kabul edilebilirliği ile ölçülür.

Konsept tasarım 1 teknik yönden zayıf bir akternatiftir. Bunun sebebi ise lineer hareketi sağlamak için kullanılan elastik şaftın, teleskobik milin aşağı yönde uzamasını sağlarken yataklanmasının zorluğudur. Bununla birlikte elastik şaft esnek bir yapıda olduğu için titreşimsiz hareketini sağlamak oldukça güçtür. Sistem ekonomik yönden ise çok fazla dezavantaja sahip olmayan bir sistemdir. Tahriği sağlayan motorun AC olması tercih edilir çünkü AC motorları elektronik kartla sürmek için ekstra anahtarlama güç kaynağı kullanımı gerekmemektedir. Öte yandan AC motorların da DC motorlara göre boyutsal dezavantajları bulunmaktadır. Sistemde kullanılabilecek motor da diğer konseptlerdekilere benzer olacağı için diğer konseptlerle kıyas yapılırken motordan kaynaklanan bir dezavantaj gündem dışı olmaktadır.

Konsept tasarım 2 ise tahriği sağlayan motor haricinde bir kremayer ve pinyon dişlisinden müteşekkildir. Bu sistem lineer hareket açısından güçlü bir tekniktir. Lineer hareket pinyon dişlisi ile kremayerin dişleri arasındaki şekil bağı ile sağladığından akıcı ve pürüzsüzdür. Öte yandan bu akıcılığı sağlamak adına kremayerin yataklanması çok kritiktir. Ekonomik açıdan ise az sayıda ve standart komponentler barındırması sistemin bir avantajıdır. Öte yandan kremayerin iyi yataklanması için hassas bir işleme gerekmektedir.

Konsept tasarım 3’te ise yine tahriği sağlayan motorun kapasitesi kremayerli sistemdekiyle yaklaşık aynı özelliklerde bir motor olacaktır. Bu sistemde somunun kılavuz üzerinde düzgün kaymasını sağlamak amacıyla somunun üzerindeki yatak hassas işlenmesi gereken bir bölgedir. Ayrıca kılavuzlama amacıyla kullanılan miller indüksiyonla sertleştirilmiş millerdir ve harici bir üretim prosesi gerektirmektedir. Öte yandan sistemin teknik olarak diğer konseptlere çok üstün bir yanı vardır bu da boyutsal avantajıdır. Sistem strok mesafesi dışında sadece motor için bir yükseklik

gereksinimi duymaktadır. Bunun dışında sistemin yükseklik avantajı konsepti bir adım öne çıkarmaktadır.

Tüm bu kriterler göz önünde bulundurulduğunda konsept tasarım 1 teknik yönden en zayıf konsept olmaktadır. Konsept tasarım 2 ve konsept tasarım 3 ise teknik ve maliyet açısından birbirine yakın konseptlerdir. Fakat boyutsal avantajı dolayısıyla konsept tasarım 3 bir adım öne çıkmaktadır.

6. DETAY TASARIM

Geliştirilen konsept tasarımların ardından bu tasarımlar teknik ve maliyet yönlerinden kıyaslanmış; yapılan bu kıyaslama çalışmasının ardından hareket cıvatası-somun mekanizması konseptinin detaylandırılmasına karar verilmiştir.

6.1 Motor Seçimi

6.1.1 Motor hız değerinin belirlenmesi

Motor hızı, filtre haznesinin demlik içerisine girmesi için geçen sürenin tayin edilmesiyle belirlenmektedir. Filtre haznesinin demlik içerisine girmesi için 15 s süre yeterli bir süredir. Hatvesi 2.4 mm olan trapez vida kullanıldığında motor hızı:

$$V = \frac{x}{t} \quad (6.1)$$

V: Doğrusal hız (mm/s)

x: strok mesafesi (mm)

t: zaman (s)

formülü ile bulunur. Buradan hareketle demliğin hızı:

$$V = \frac{100}{15} = 6.67 \text{ mm / sn.}$$

olarak hesaplanır. Makine boyutlarını arttırmamak adına trapez vidanın boyutları belli limitler içerisinde tutulmuştur. Trapez vidanın anma çapı 14 mm'dir. Motorun bu hızı sağlaması için gereken diğer bir değişken olan trapez vidanın hatve değeri olarak 4 mm seçilmiştir. Bu demektir ki trapez vida her bir turunda üzerindeki somun düzeyde 4 mm hareket edecektir. Öyleyse trapez vidanın saniyedeki tur sayısı:

$$w = \frac{V}{h} = \frac{6.67}{4} = 1.67 \text{ dev / sn.} \quad (6.2)$$

Olarak hesaplanır.

w: motorun açısal hızı (dev/dk.)

V: trapez vidanın çizgisel hızı (mm/sn.)

h: trapez vidanın hatvesi (mm)

Dakikadaki tur sayısı hesaplanacak olursa:

$$w = 60 \times 1.67 \cong 100 \text{ dev} / \text{dk.}$$

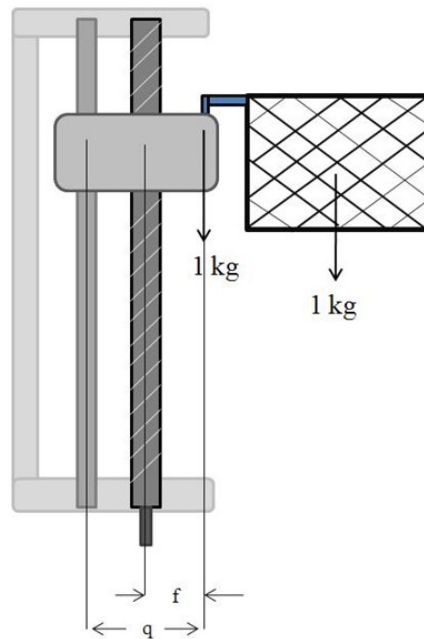
Motorun devir sayısı 100 dev/dk. olarak bulunur.

6.1.2 Motor tork değerinin belirlenmesi

Motor seçimi yapılırken hız dışındaki diğer en önemli kriter motor tork değeridir.

Motor torku sistemin taşıyacağı yükü karşılamamanın dışında, sistemin yüklenme biçimi göz önünde bulundurularak yapılan hesaplamaların ardından belirlenmektedir.

Şekil 6.1 sistemin yüklenme biçimini göstermektedir.



Şekil 6.1 : Trapez ekseninden kaçık kılavuzlanmış sistemin maruz kaldığı yükler.

Sistem, filtre haznesinin içindeki çay posası ile sisteme maksimum 1 kg yük getireceği baz alınarak hesaplamalar yapılmıştır. Filtre haznesinin 1 kg.'lık yükü, hazne somuna rijit olarak bağlı olmadığından direkt olarak somuna aktarılacaktır. Somun, trapez vida ekseninden belli bir mesafede bulunan kılavuzlar vasıtasıyla doğrusal hareketini sağladığından bu kılavuzlar trapez vidanın dişleri ile somunun dişleri arasında bir kasmaya neden olacaktır. Öyleyse sistem yalnızca 1kg.lık filtre

haznesi yükünden daha fazla bir kuvvetle yüklenecektir. Bu yük yukarı çıkmada kendini daha fazla hissettirecektir. Sisteme uygulanan maksimum eksenel yük yukarı çıkışlarda oluşur ve aşağıdaki şekilde hesaplanabilir [13]:

$$F = Q \frac{l+2\mu q}{l+2\mu f} \quad (6.3)$$

Q: trapez vida ekseninden kaçık yük (N)

F: trapez vida ekseninde oluşan yük (N)

l: somun boyu (mm)

q: somunun maruz kaldığı dış yük ile kılavuz ekseninin dik uzaklığı (mm)

μ : somun ile trapez vida arasındaki statik sürtünme katsayısı

μ sürtünme katsayısı, PA (polyamide) malzemeden imal edilmiş vida ile POM (Polyoxymethylene) malzemeden üretilmiş somun çifti arasında 0,18 değerindedir [14]. Sistemde PA malzemeden imal edilmiş trapez vida ile POM malzemeden imal edilmiş somun ve yataklar kullanılacaktır. PA ve POM malzemeler gıdaya uygun ve yağlama gerektirmeden kuru sürtünme koşulları altında çalışabilmektedirler. Buna göre 6.3 formülündeki sayısal değerler yerine konacak olursa:

$$F = 10 \cdot \frac{20+2 \cdot 0,18 \cdot 30}{20+2 \cdot 0,18 \cdot 15} = 12,1 \text{ N}$$

değeri bulunur. Sonuç olarak sistemde 10 N değerinde olan filtre haznesinin sebep olduğu yükün etkisi 12,1 N değerine ulaşmaktadır.

Motor torkunun yenmesi gereken moment değeri, somun ve trapez vidanın dişleri arasındaki sürtünme momenti (M_{s1}) ile yataklama sistemindeki sürtünme momentinin (M_{s2}) toplamıdır. Bu momentler döndürme momenti olan motor torkuna karşı koymaya çalışan momentlerdir [15].

$$M_{s1} = F \frac{d_2}{2} \left[\frac{h}{\pi d_2} + \mu' \right] \quad (6.4)$$

M_{s1} : Trapez vida ile somun dişleri arasında oluşan sürtünme momenti (N.mm)

F: trapez vidanın maruz kaldığı eksenel yük (N)

d_2 : trapez vidanın ortalama çapı (mm)

h: trapez vidanın hatvesi (mm)

μ' : profil açısından kaynaklanan sürtünme katsayısı

μ' aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanabilir:

$$\mu' = \frac{\mu}{\cos(\alpha/2)} \quad (6.5)$$

α : profil açısı

Seçilen trapez vida için $\alpha=30^\circ$ değeri formülde yerine konursa μ' değeri:

$$\mu' = \frac{0,18}{\cos(30/2)} = 0,186$$

olarak hesaplanır.

F: 12,1 N

d_2 : 12,5 mm

h: 4 mm

değerleri de 6.5 formülünde yerlerine konursa:

$$M_{s1} = 12,1 \times \frac{12,5}{2} \left[\frac{4}{\pi 12,5} + 0,186 \right] = 21,77 \text{ N.mm}$$

Yataklama sistemindeki sürtünme momenti M_{s2} ise aşağıdaki formülle hesaplanır:

$$M_{s2} = \mu_0 F \frac{d_0}{2} \quad (6.6)$$

M_{s2} : Yataklama sistemindeki sürtünme momenti (N.mm)

F : trapez vidanın maruz kaldığı eksenel yük (N)

d_0 : temas yüzeylerinin ortalama çapı (mm)

μ_0 : trapez vida ile temas yüzeyi arasındaki sürtünme katsayısı

trapez vidanın yatağa temas eden kesitinin ortalama çapı $d_0=13$ mm'dir. Sayısal değerler 6.7 formülünde yerine konursa:

$$M_{s2} = 0,18 \times 12,1 \times \frac{12}{2} = 13,07 \text{ N.mm} \quad (6.7)$$

Toplam moment ise,

$$M_T = M_{s1} + M_{s2} = 21,77 + 13,07 = 34,8 \text{ N.mm} \approx 3,5 \text{ N.cm} \quad (6.8)$$

olarak bulunur.

Seçilecek motor dakikadaki devir sayısı ve tork bakımından sistem gereksinimlerini karşılayacak teknik özelliklere sahip olmalıdır. Hesaplarda görüldüğü gibi motorun

sağlaması gereken tork değeri en az 3.5 N.cm devir sayısı ise 100 dev./dk. olmalıdır. Bu özelliklere göre seçilen motorun teknik bilgileri Şekil 6.2’te görülmektedir.



额定电压 Rate voltage	伏 V	220/110														
额定频率 Rated frequency	赫兹 Hz	50/60														
输入功率 Input power	瓦 W	7/6														
输出转速 Output speed	转/分 r/min	1.04 /1.25	1.7 /2	2.5 /3	5 /6	8 /9.6	12.5 /15	16.7 /20	27.5 /33	28 /34	33 /40	50 /60	66.7 /80	100 /120	150 /180	
输出转矩 Output torque	牛·厘米 N/CM	300 /300	300 /300	280 /230	140 /117	86 /72	55 /46	42 /35		24.5 /20.5	20.81 /17.3	14 /11.7	10.5 /8.7	6.9 /5.7	4.6 /3.8	
				350 /350	200 /170				55 /45							
旋转方向 Rotation direction		双向可控 Dual direction control														
工作电压可根据用户要求变动(12-220) Operation voltage changed with user's demand (12-220V)																
出轴的直径及长度可根据用户要求制作 Output shaft diameter and length made with user's demand																

Şekil 6.2 : Seçilen motorun teknik özellikleri.

Motor AC akımla çalışan bir motor olup 220 ve 110 V gerilimlerinde çalışabilmektedir. AC motor seçilmesinin bir nedeni de DC motorlara göre maliyet avantajının bulunmasıdır. Seçilen motorun maliyet 3 \$/adettir (Haziran 2011). Motorun özellik tablosundan da görüleceği üzere 100 dev./dk. hızda 6.9 N.cm tork değeri sağlamaktadır. Sistemin tork bakımından emniyetli bir şekilde çalışabileceği görülmektedir. Motor yine teknik özellikler tablosundan görüleceği üzere çift yönde çalışabilmektedir; bu da filtre haznesinin aşağı ve yukarı olmak üzere çift yönlü hareketine olanak sağlandığı anlamını taşımaktadır.

6.2 Konseptin Detaylandırılması

Seçilen konseptin detaylandırılması bölümü otomatik bir şekilde çay demlenebilmesine olanak sağlamak amacıyla seçilen komponentlerin uygun yapısal tasarım kriterlerince bir araya getirilmesini içermektedir.

6.2.1 Su aktarma detayı

Makine Türk usulü çay demleme alışkanlıklarına uygun bir şekilde çay demleyeceğinden demleme sonrası dem ve sıcak su ayrı ayrı kullanıcıya sunulmalıdır. Bu işlevi yerine getirecek demlik ve çaydanlıkların hacimleri sırasıyla

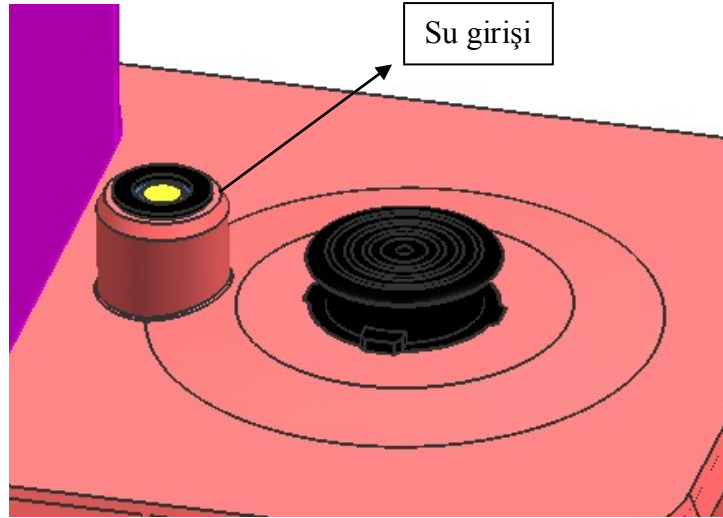
1 1 ve 2 l'dir. Kullanıcı çay demleyeceği zaman yalnızca çaydanlığı (kettle) dolduracaktır ve çaydanlık içerisindeki su ısıtılmaya başlanacaktır. Seçilen çay tipine uygun sıcaklığa erişildiğinde çaydanlık içerisindeki su demliğe aktarılmaktadır. İşte bu aktarma mekanizması yapısal tasarım bakımından detaylandırılması gereken bir valf mekanizması gerektirmektedir.

Tasarım gereği çaydanlığın taban yüzeyine bir su geçiş hattı oluşturulmuştur. Bu su geçiş hattı, çaydanlık makine üzerine yerleştirildiğinde açılarak pompaya su geçişine izin verir. Çaydanlık makine üzerinden alındığında ise kapalı konumdadır ve bu konumda hem çaydanlığın altında damlama olmaması hem de su aktarma bölgesinin makine üzerindeki kısmında su birikintisi oluşmaması (veya minimum düzeyde oluşması) amaçlanmıştır.



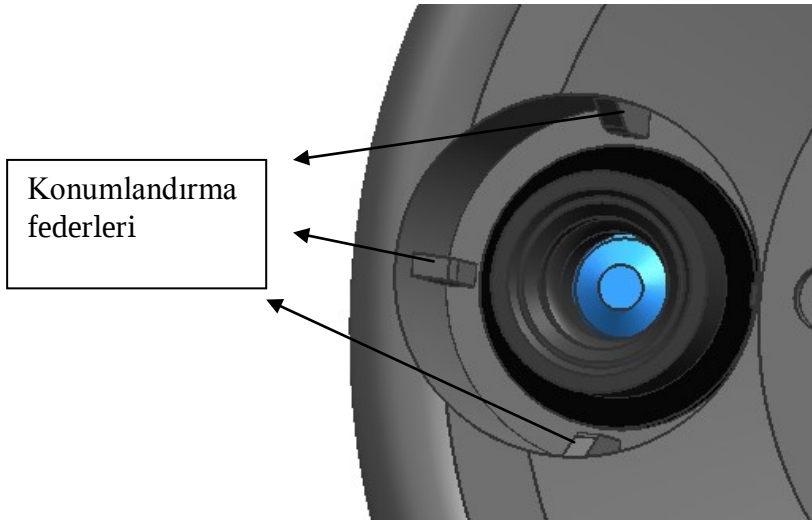
Şekil 6.3 : Çaydanlık altında kullanılan valf.

Subap mekanizması çaydanlıktaki su çıkış bölgesi ve makine üzerindeki su giriş bölgesi şeklinde iki ayrı bölge olarak düşünülürse çaydanlık kısmında bir su çıkış borusu ve bu boru içerisine yerleştirilmiş bir tek yönlü valf bulunmaktadır. Şekil 6.3'da görülen bu tek yönlü valf çaydanlık makine üzerinde değilken çaydanlığın altından su çıkışını engellemektedir. Şekil 6.4 ise makine üzerindeki su giriş bölgesini göstermektedir.



Şekil 6.4 : Su giriş bölgesi.

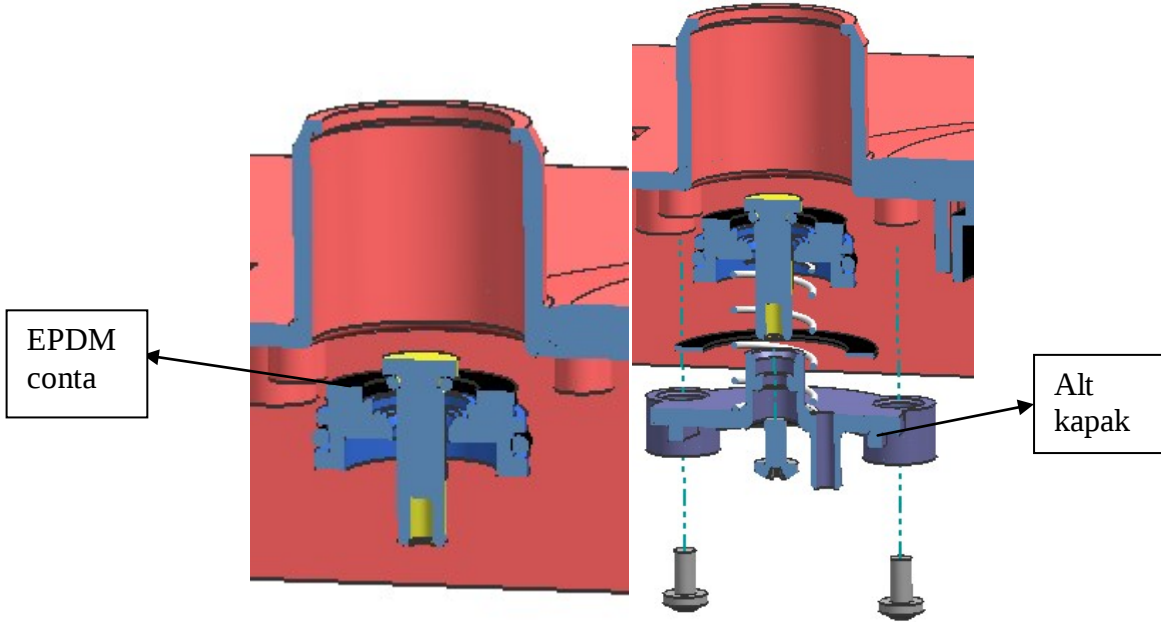
Kullanıcı çaydanlığı makine üzerine yerleştirmek istediğinde çaydanlık ortadaki konnektöre ve makine üzerindeki su giriş bölgesine denk gelecek şekilde rahatça konumlandırılmalıdır. Bu konumlandırma rahatlığını sağlamak amacıyla çaydanlık alt plasitiğinde Şekil 6.5 de görüldüğü üzere konumlandırma federleri tasarlanmıştır. Bu federler çaydanlık altındaki su çıkış hattının makine üzerindeki su giriş hattına rahatlıkla konumlandırılmasında kolaylık sağlamaktadır.



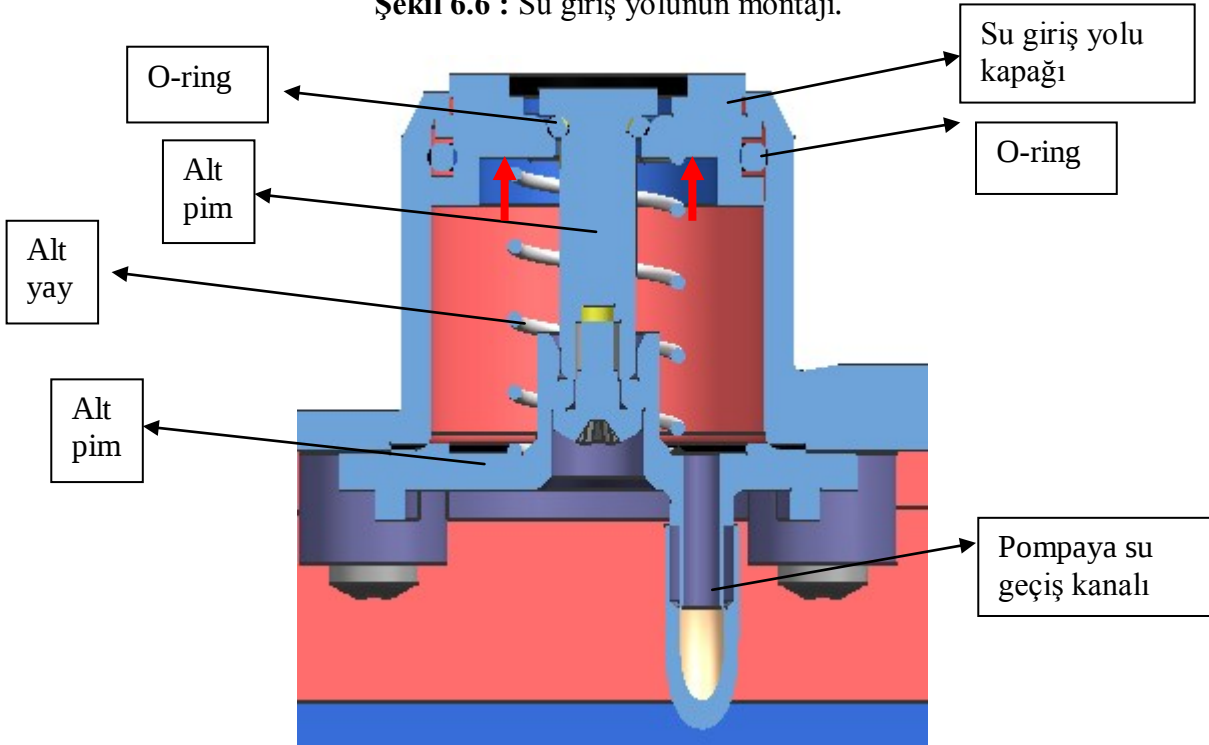
Şekil 6.5 : Kettle konumlandırma federleri.

Tasarlanan subap mekanizmasının özelliği çaydanlık makine üzerine yerleştirildiğinde önce suyun geçiş yapacağı yolu, daha sonra çaydanlık çıkışını açmasıdır. Çaydanlık makine üzerinden alındığında ise tersi bir biçimde önce çaydanlıktan olan su çıkış yolu kapanacak daha sonrasında makine üzerindeki su giriş yolu kapanacaktır. Böylelikle çaydanlık makine üzerindye su giriş yolu her

zaman açık kaldığından çaydanlık makineden alındığında gövdedeki su giriş bölgesi üzerinde su birikintisi oluşmaması hedeflenmiştir. Şekil 6.6 su giriş yolunun motajını, Şekil 6.7 ise kapalı konumunu göstermektedir.



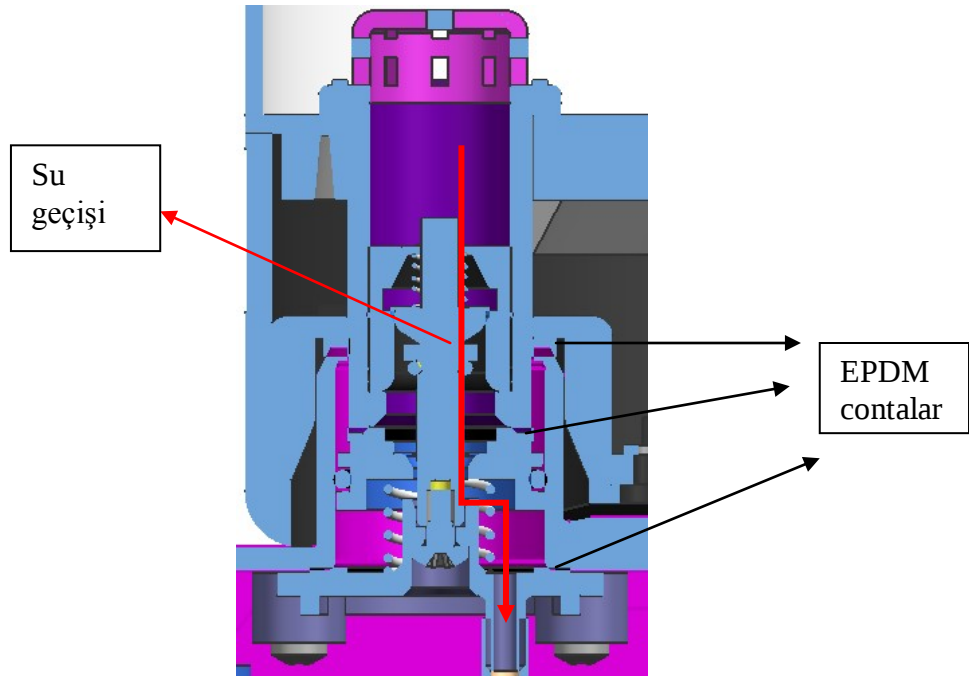
Şekil 6.6 : Su giriş yolunun montajı.



Şekil 6.7 : Çaydanlık makine gövdesinde değilken su giriş yolunun kapalı konumu.

Çaydanlıktan su çıkışının gerçekleşmesi açıklanacak olursa; su giriş yolu kapağı, altında bulunan yay vasıtasıyla serbest konumda yukarı doğru itildiği için alt pimin

üzerinde bulunan 2.75x1.5 mm. boyutlarındaki o-ringe baskı yapar ve giriş yolunun kapalı olmasını sağlar. Su giriş yolu kapağı kanal içerisinde düşey olarak hareketli bir kapak olduğundan etrafında da sızdırmazlık sağlanması gerekmektedir ve bu sebeple etrafında da 19x2 mm boyutlarında o-ring yerleştirilmiştir. Çaydanlık makine üzerine yerleştirildiğinde öncelikle üst valf yuvasının etekleri su giriş yolu kapağını aşağı yönde bastırır böylelikle su giriş yolu kapağının ortasında bulunan delik ile pimin etrafındaki o-ring arası mesafe açılarak pompaya su geçiş yolu açılmış olur. Çaydanlık makine üzerindeki son konumunu aldığı anda ise bu kez alt bölgedeki pim çaydanlığın altında bulunan subabı tetikler ve su çıkış yolu açılır. Su çıkış yolu açıkken sızdırmazlığın sağlanması için sistemin birkaç noktasına conta yerleştirilmesine gerek görülmüştür. Bu sebeple, üst valf yuvasının etekleri ile su giriş yolu kapağı arasında sızdırmazlık sağlanması amacıyla kapağın üstüne tek yüzü yapışkan gıdaya uygun EPDM conta yapıştırılmıştır. Benzer şekilde su giriş kanalının üst duvarlarının da çaydanlığın tabanına temas ettiği bölgeye conta yapıştırılmıştır ve böylece sistemin sızdırmazlığı amaçlanmıştır. Yine sızdırmazlık sağlanması amacı ile pompa giriş kanalının duvarları ile makinenin alt tabanı arasına EPDM conta yapıştırılmıştır. Şekil 6.8 çaydanlıktan pompaya sıcak su geçişinin mümkün olduğu konumu göstermektedir.

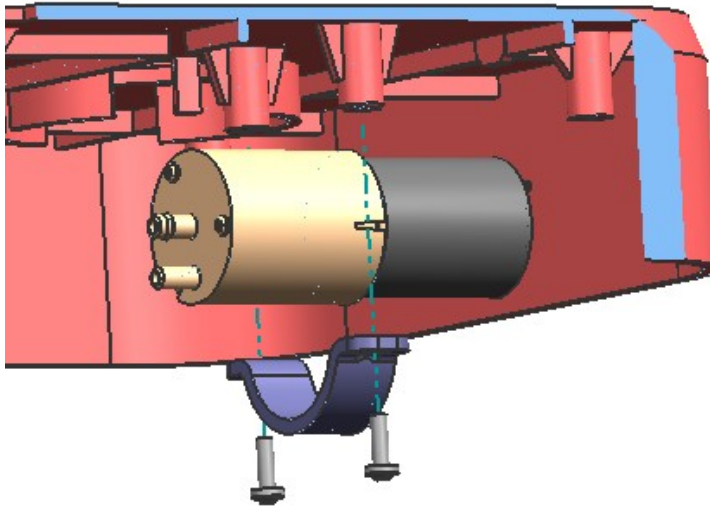


Şekil 6.8 : Çaydanlık makine gövdesindeyken su geçişi.



Şekil 6.9 : Tek yüzü yapışkan gıdaya uygun EPDM conta numunesi.

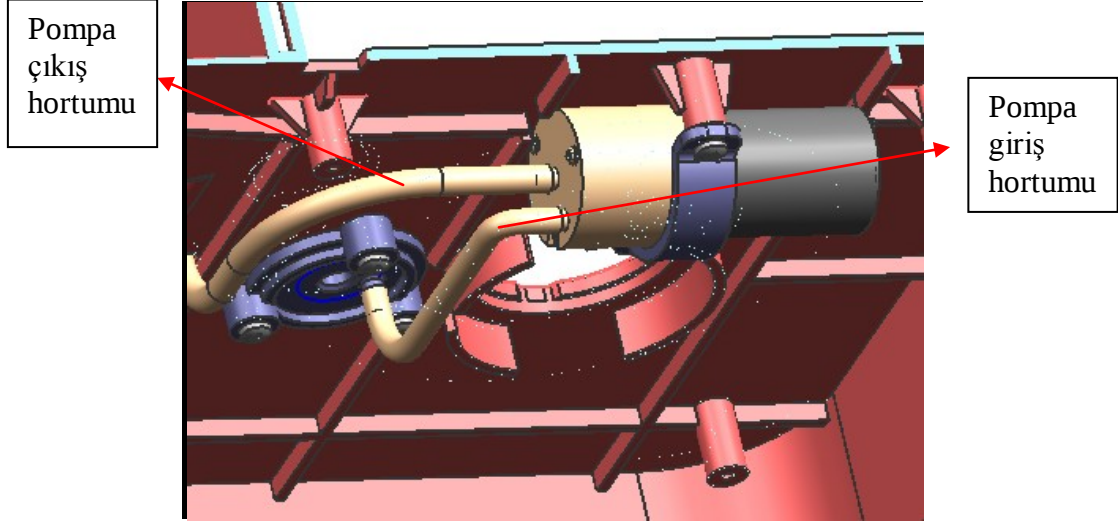
Su yolu açılıp su geçişi sağlandıktan sonra çaydanlık içerisindeki su ısıtılmaya başlanır ve istenen sıcaklığa eriştiğinde pompa vasıtasıyla aktarılır. Pompa diyaframli tip olduğu için su pompa içerisinden serbest olarak geçemez ve pompa girişine ulaştığında durur. Şekil 6.10 pompanın makine gövdesine montajını göstermektedir. Pompa makine gövde plastiğinin altına, etrafına vidalarla konumlandırılan tutucu plastik sayesinde monte edilmektedir.



Şekil 6.10 : Pompanın makine gövdesine montajı.

Makinede diyaframli tip pompa kullanılmasının temel sebeplerinden biri de pompa kapalı konumdayken su geçişine izin vermemesidir. Diğer bir sıcak su pompası alternatifi olan santrifüj tip pompanın handikaplarından bir diğeri ise vakum yapamadığından suyun pompaya serbest bir şekilde girmesinin gerekliliğidir.

Nitekim santrifüj tip pompayla yapılan testlerde pompanın bu handikapı görülmüş ayrıca pompa kapalıyken su sütununun arasına hava kabarcıkları dolduğu için pompanın su yerine hava basmak zorunda kaldığı ve su aktaramadığı durumlar oluşmuştur. Bu problemi aşabilmek adına pompanın giriş hortumuna hava tahliyesi koymak gerekmektedir. Tüm bu handikaplar tasarımsal yükleri de beraberinde getireceği için diyaframlı tip pompa kullanılması daha uygun bulunmuştur. Şekil 6.11 pompaya su giriş ve çıkış hatlarını göstermektedir.

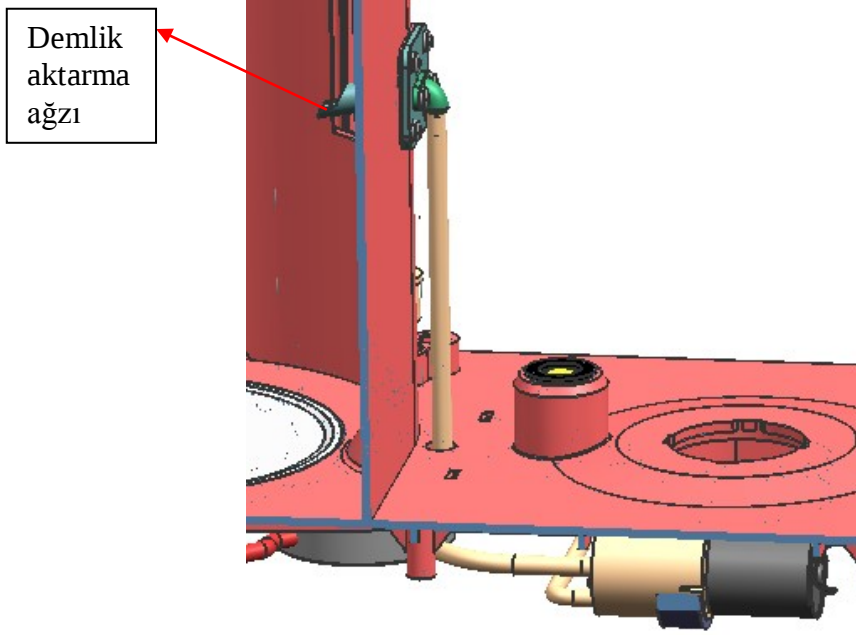


Şekil 6.11 : Pompaya su giriş ve çıkış hatları.

Sıcak su, pompa ile aktarıldıktan sonra Şekil 6.11’de görülen pompa çıkış hortumu vasıtasıyla demlik aktarma ağzına ulaşır ve atmosfere açılarak demliğe dökülür. Pompaya su giriş-çıkışında silikon ve gıdaya uygun hortumlar kullanılmıştır. Şekil 6.12’te görülen silikon hortumların dış çapları 5,5 iç çapları ise 3 mm.’dir.

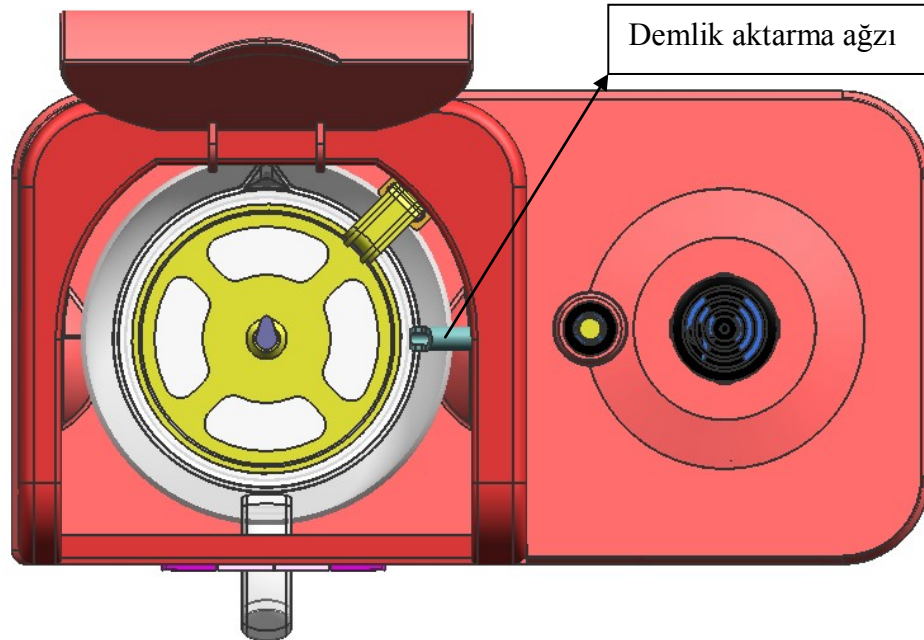


Şekil 6.12 : Gıdaya uygun silikon hortumlar.



Şekil 6.13 : Suyun çaydanlıktan alınarak pompa ve silikon hortumlar sayesinde demliğe ulaştırılması.

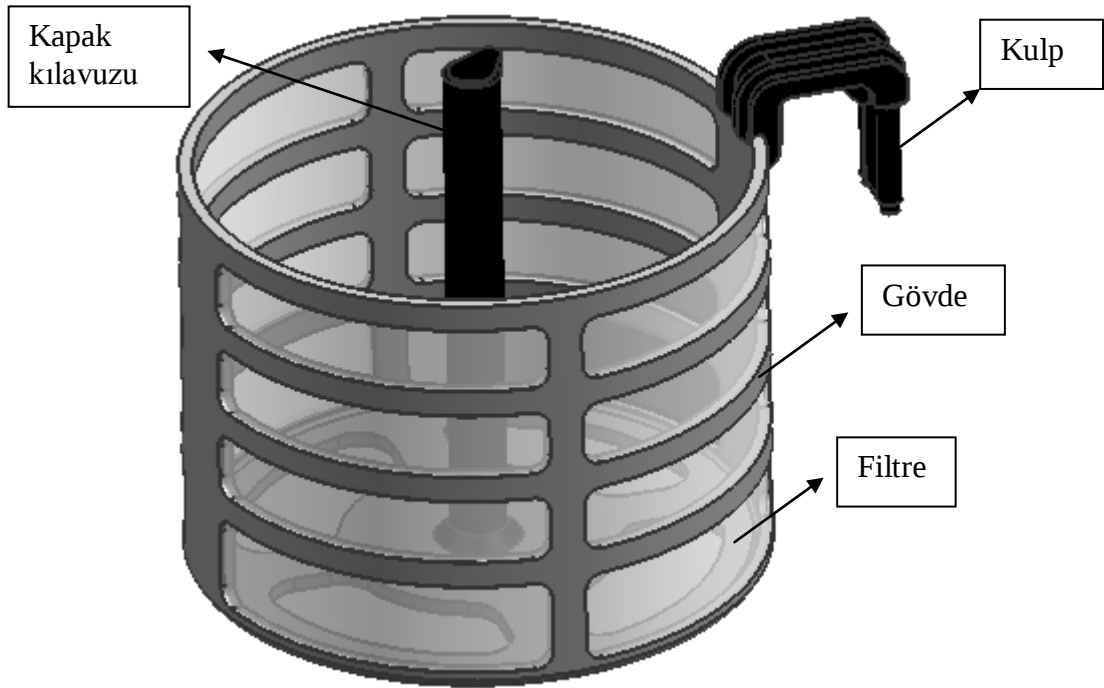
Demlik aktarma ağızı Şekil 6.14’de görüldüğü gibi demliğin üst-yan tarafından demliğin içerisine sıcak su aktarımını sağlayacak ve düşeyde hareket eden filtre haznesinin hareketini engellemeyecek şekilde tasarlanmıştır. Sıcak su demlik içerisine aktarıldığında su taşıma işlemi sonlanmış olur.



Şekil 6.14 : Demlik aktarma ağzının konumunun üstten görünüşü.

6.2.2 Filtre haznesinin düşey hareketi ve demlemenin gerçekleşmesi

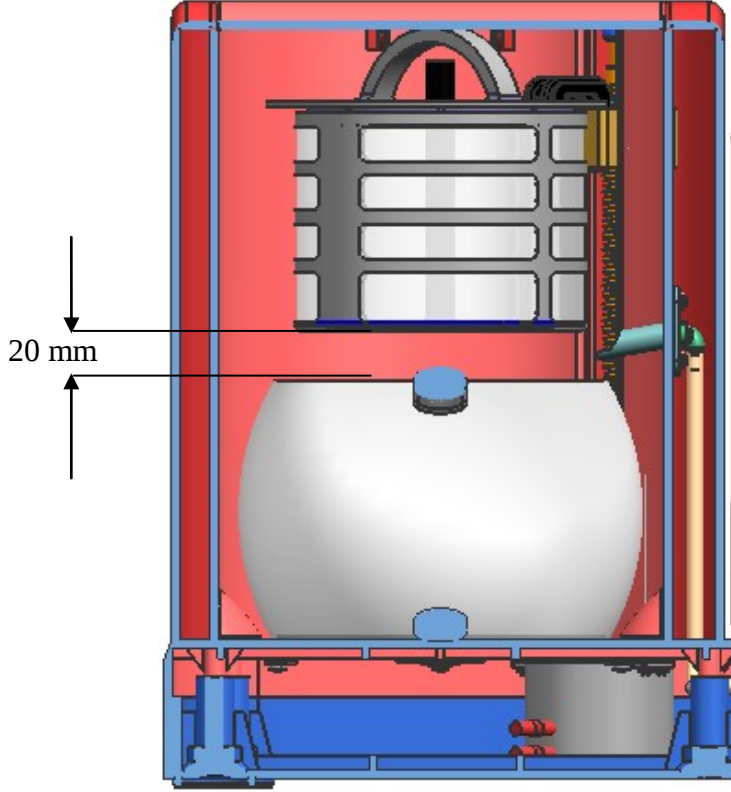
Daha önce de bahsedildiği üzere demleme sonrası demin posadan ayrılması amacıyla filtre haznesinin hareketli olarak tasarlanması kararlaştırılmış ve bu tasarım makine içerisine uygulanmıştır. Demleme haznesi Şekil 6.15'te görüldüğü üzere plastik bir kulp ve paslanmaz çelik bir gövde ve plastik bir kapak kılavuzundan oluşmaktadır. Bu çelik gövdenin iç yüzeylerine filtre görevi görecek paslanmaz örme tel levha punta kaynağı yöntemiyle kaynatılarak filtre haznesi elde edilmektedir. Kullanıcı filtre haznesinin kuru çay ile doldurarak makinenin üst bölgesinden makine içerisine yerleştirir. Filtre haznesinin makine içerisine yerleştirilmesi filtre haznesinin kulbunun somunun demleme bölmesi içerisinde kalan yuvaya takılmasıyla sağlanır. Kulp ve takılacağı yuva kullanıcı filtre haznesini yerleştirirken kolaylık sağlaması ve rijit bir bağlama elde edilmesi amacıyla düşeyde açılı olarak tasarlanmıştır. Bu açılı yapı sayesinde kulbun alt kısmı dar yuvanın ise üst kısmı geniş olduğundan filtre haznesinin takılması esnasında kolaylık sağlanır.



Şekil 6.15 : Filtre haznesi.

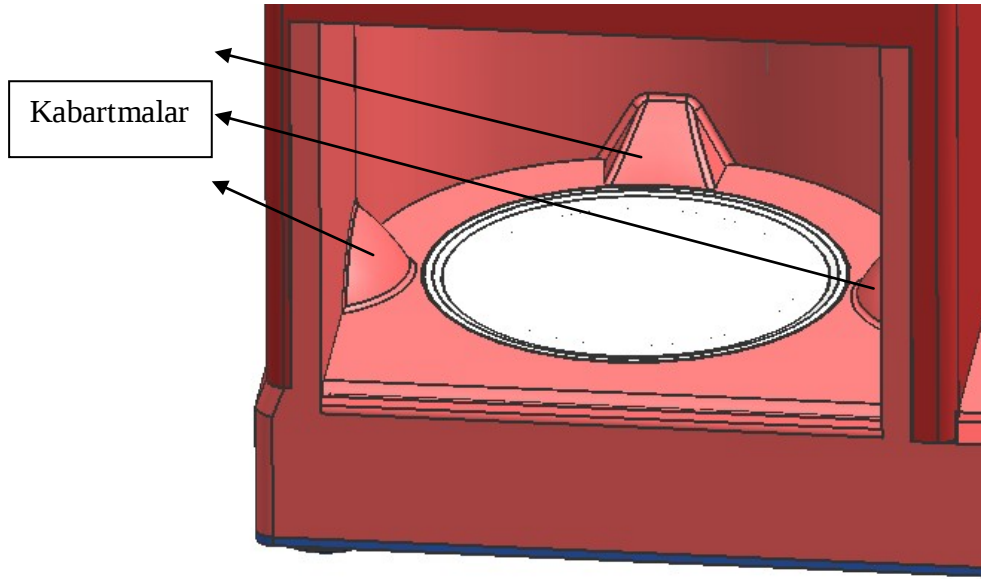
Filtre haznesi yuvaya yerleştirildikten sonra üzerine demleme esnasında demin sıcaklığını koruması amacıyla tasarlanmış kapak takılmaktadır bu sebeple demlik makine içerisine kapaksız bir şekilde konumlandırılır. Bu kapak filtre haznesi üzerinde serbestçe hareket etmektedir ve demleme konumunda demliğin üzerini örterek buharlaşma yoluyla oluşan ısı kaybının önüne geçmektedir. Kapağın su

dökme ağızına denk gelen kısmı oyuk bir şekilde tasarlanmıştır böylelikle düşeydeki hareketi esnasında bir girişim meydana gelmemektedir. Ayriyeten filtre haznesi takıldığı konumundayken Şekil 6.16’da görüldüğü gibi demliğin üst seviyesiyle arasında 20 mm.’lik bir mesafe oluşmaktadır. Bu sayede kullanıcının demliği makine içerisine filtre haznesinden sonra yerleştirebilmesine imkân tanınmaktadır.



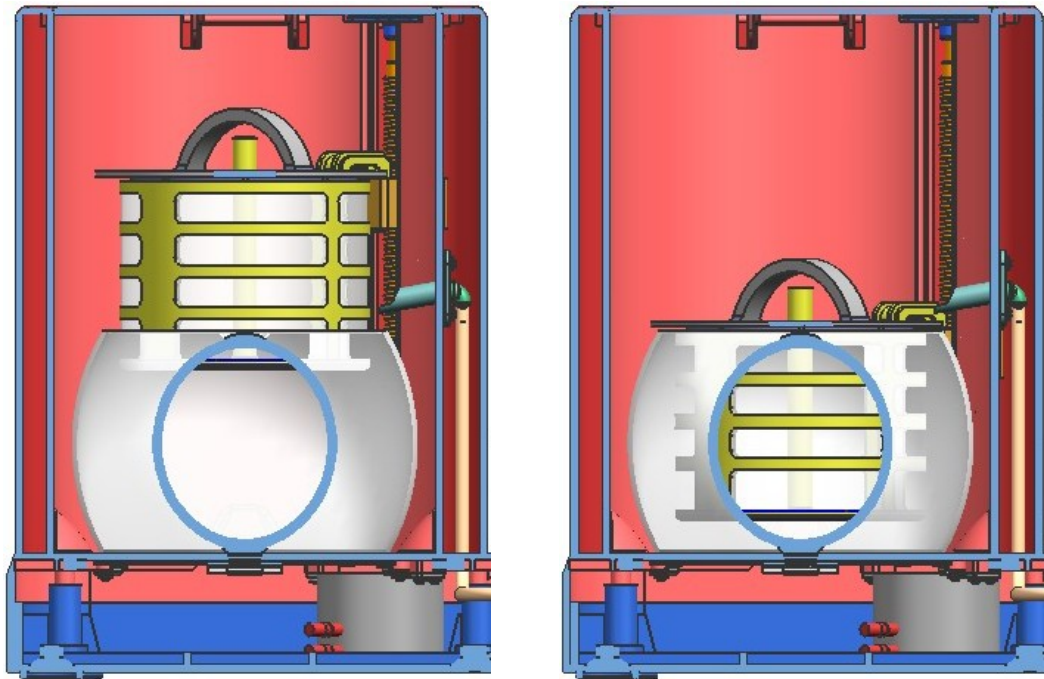
Şekil 6.16 : Filtre haznesinin kullanıcı tarafından makineye yerleştirildiğindeki ilk konumu.

Demliğin her zaman tam konumunda yerleştirilmesi için gövdenin 3 tarafında Şekil 6.17’de görüldüğü gibi kabartma bulunmaktadır. Bu kabartmalar ve ısıtıcı yüzeyindeki demliğin tabanını saran form sayesinde kullanıcının demliği her zaman aynı konuma yerleştirmesi amaçlanmıştır.



Şekil 6.17 : Demliğin her zaman aynı konumda olmasını sağlayan kabartmalar.

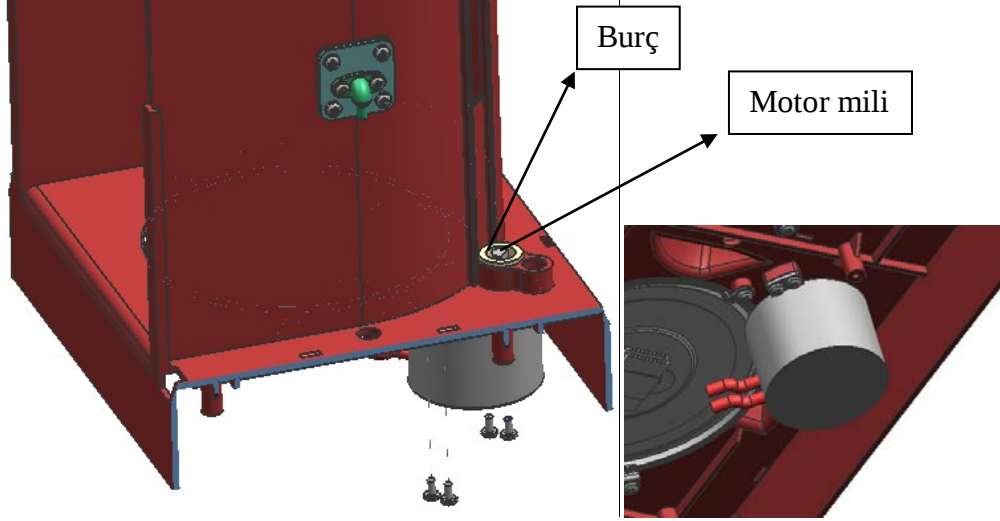
Sıcak su demliğe aktarıldıktan sonra filtre haznesinin düşey hareketini gerçekleştirmek üzere motor çalışır ve hazne düşey hareketine başlamış olur (Şekil 6.18). Hazne 15 saniye sonra demleme konumunu gelir ve 100 mm’lik strok tamamlanır. Filtre haznesi demleme konumuna gelirken üzerinde bulunan kapak demliğin üstünü kapatır ve demlemenin kapalı bir hacimde gerçekleşmesini sağlar. Demleme esnasında ideal demin gerçekleştirilmesi için demliğin altındaki ısıtıcı çalışır ve demin sıcaklığını koruması sağlanır.



Şekil 6.18 : Filtrenin düşeyde hareket ederek demlik içerisine yerleşmesi.

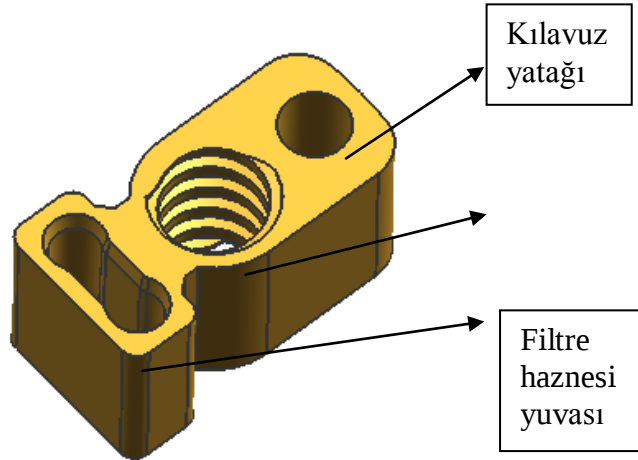
Demleme süresi sonunda motor ters yönde çalışır ve filtre haznesi yukarı doğru kaldırılarak posa ile dem ayrılmış olur.

Düşey hareketi gerçekleştiren tahrik mekanizmasının montajı gerçekleştirilirken öncelikle motor gövdenin alt tarafına getirilerek gövdeye vidalanır ve motorun mili gövdedeki yataktan geçer (Şekil 6.19).



Şekil 6.19 : Motorun gövdeye monte edilmesi.

Motor milinin gövdeden geçtiği yuvaya POM malzemeden imal edilmiş olan burç, gövdedeki yatağa sıkı geçme toleransında takılmaktadır. Burcun gövdeye takılmasının ardından PA malzemeden üretilmiş trapez vida burcun içerisine oturtulur. Trapez vidanın alt ucu motor milinin “D” formunu karşılayacak şekilde tasarlanmıştır ve mile burç içerisinde yataklanacak şekilde takılır. Trapez vidanın üzerinde gezecek ve filtre haznesinin hareketini sağlayacak olan somunun ise malzemesi POM’dur.



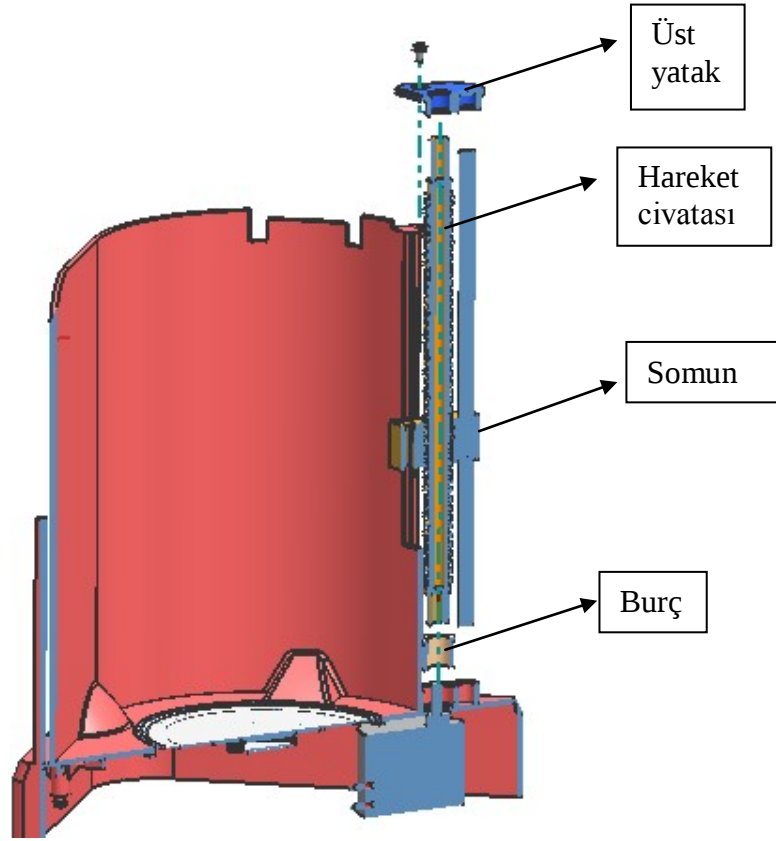
Şekil 6.20 : Hareket civatası ve kılavuz yardımıyla filtre haznesini düşeyde hareket ettiren somun.

Somunun düşey hareketi sağlaması amacıyla kullanılan kılavuz mil indüksiyonla sertleştirilmiş 8 mm. çapında krom kaplı bir mildir. İndüksiyonlu millerin yüzeyleri çarpmalara ve darbelere karşı dayanıklı olduğundan ağır şartlarda çalışmaya uygundurlar. Şekil 6.20’de görülen somunun üzerindeki iki delikten biri trapez vida ile tahrik edilmesi açısından dişli, diğeri ise kılavuz milin geçmesi için açılmış düz bir deliktir. Somunun Şekil 6.21’de görülen kılavuz milin üzerinde rahatça kayması için mil ile delik kayar geçme toleransındadır (milin toleransı ISO f7).



Şekil 6.21 : Kılavuz mil.

Kılavuz mil ve trapez vida gövdeye alt bölgelerinden sabitlendikten sonra üst atak elamanı gövdeye vidalanarak tahrik mekanizmasının yataklanması ve montajı tamamlanmış olur. Üst yatak yine POM malzemeden imal edilecektir. Tahrik grubunun genel montajı ise Şekil 6.22’de görülmektedir.

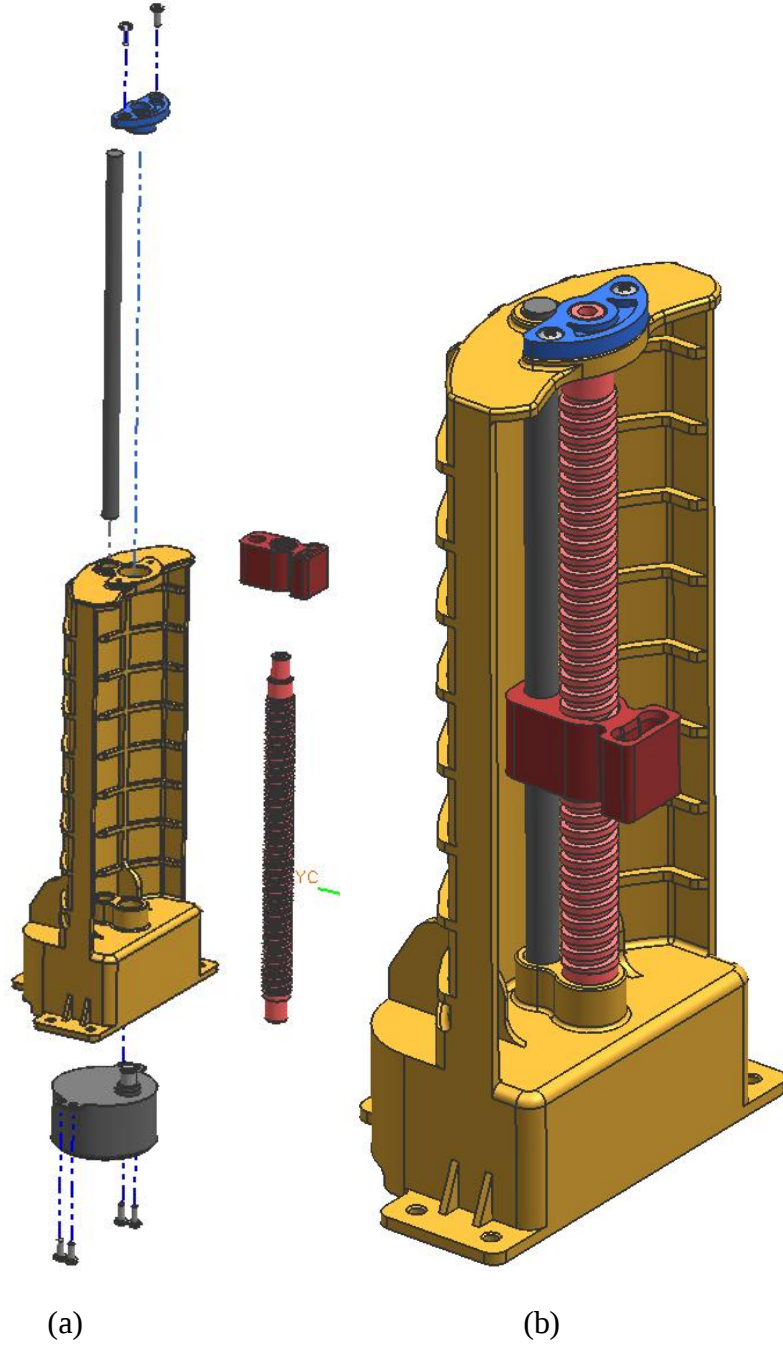


Şekil 6.22 : Tahrik grubunun montajı.

Tahrik grubunun montajı tamamlandıktan sonra üst plastik ve alt plastikler takılarak makinenin montajı tamamlanmış olur.

6.3 Hareket Mekanizmasının Prototip Üzerinde Test Edilmesi

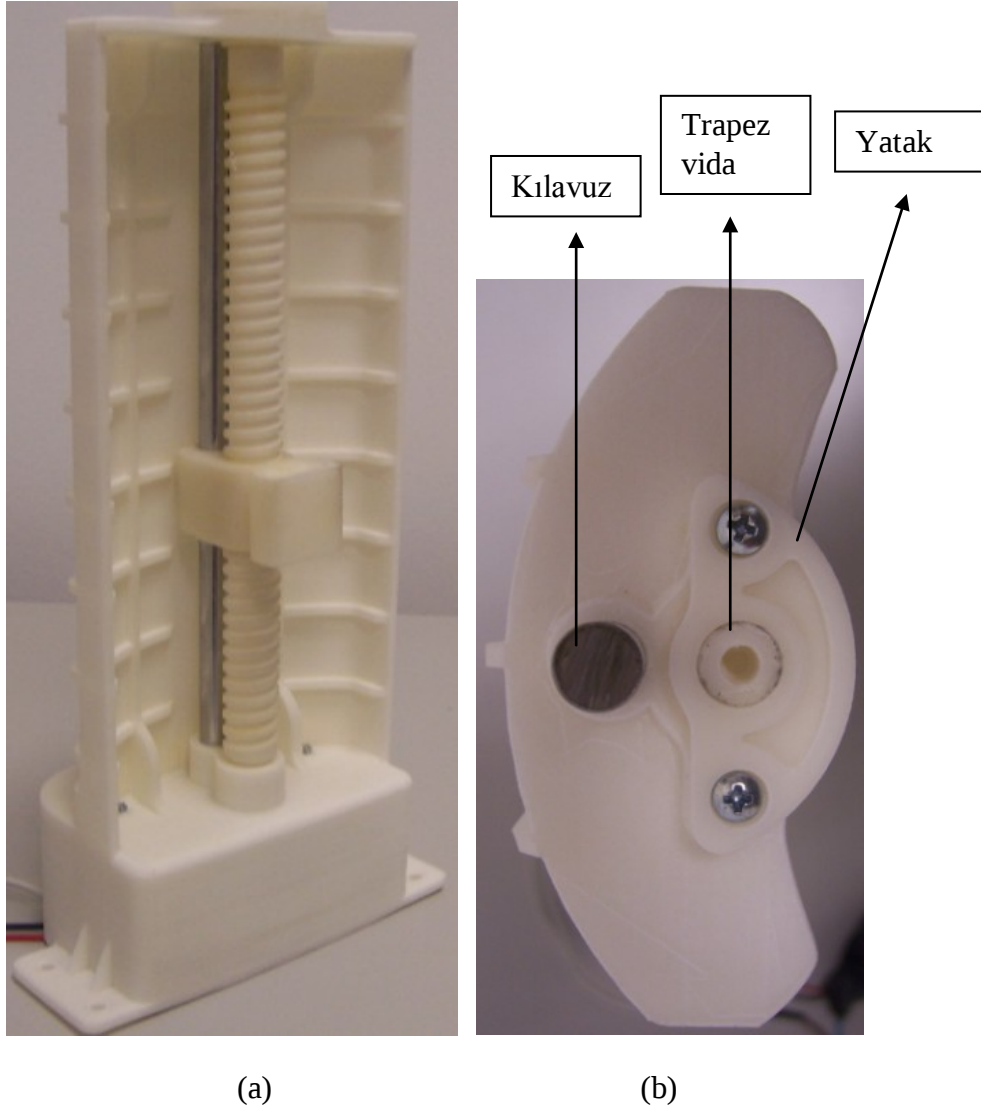
Sistemin düşey hareketinin gözlemlenmesi amacıyla SLS teknolojisi kullanılarak trapez vida, somun, gövde, üst yatak, filtre haznesi ve filtre haznesi kapağı üretilmiştir. Demlik piyasadan tedarik edildiği için filtre haznesi ve kapakta boyutsal değişiklikler yapılmıştır. Prototipi üretilen tahrik mekanizması Şekil 6.23'te görülmektedir.



Şekil 6.23 : Filtre haznesi tahrik mekanizmasının montaj şekli. (a) montajlanmamış, (b) montajlanmış görünüm.

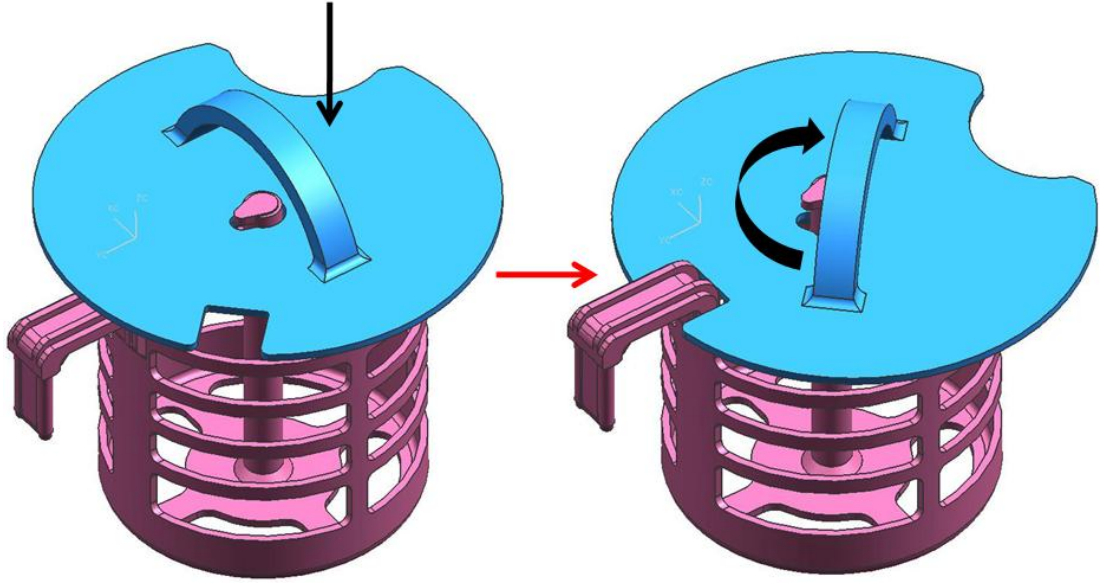
Yukarıdaki şekilde görülen ana gövdeye alttan 4 adet vida yardımı ile bağlanan motorun mili gövdedeki yataktan geçer. Daha sonra somun ve trapez vida dışarıda gruplanır. Trapez vida ana gövdeye takılırken eğilerek önce üst delikten geçirilir daha sonra vidanın D formda sahip alt tarafı motor miline oturtulur. Üstten takılan kapak şeklindeki üst yatak trapez vidanın konumlandırılmasını sağlar. Somun düşeyde kılavuzun yataklanacağı hizaya getirilir ve kılavuz da yukarıdan aşağı doğru sürülerek somundan geçirilir ve gövdede bulunan alt yatağına oturtulur. Ana gövde

üç tarafında bulunan vida delikleri yoluyla zemine sabitlenir. Montajlanmış prototip Şekil 6.24'te görülmektedir.



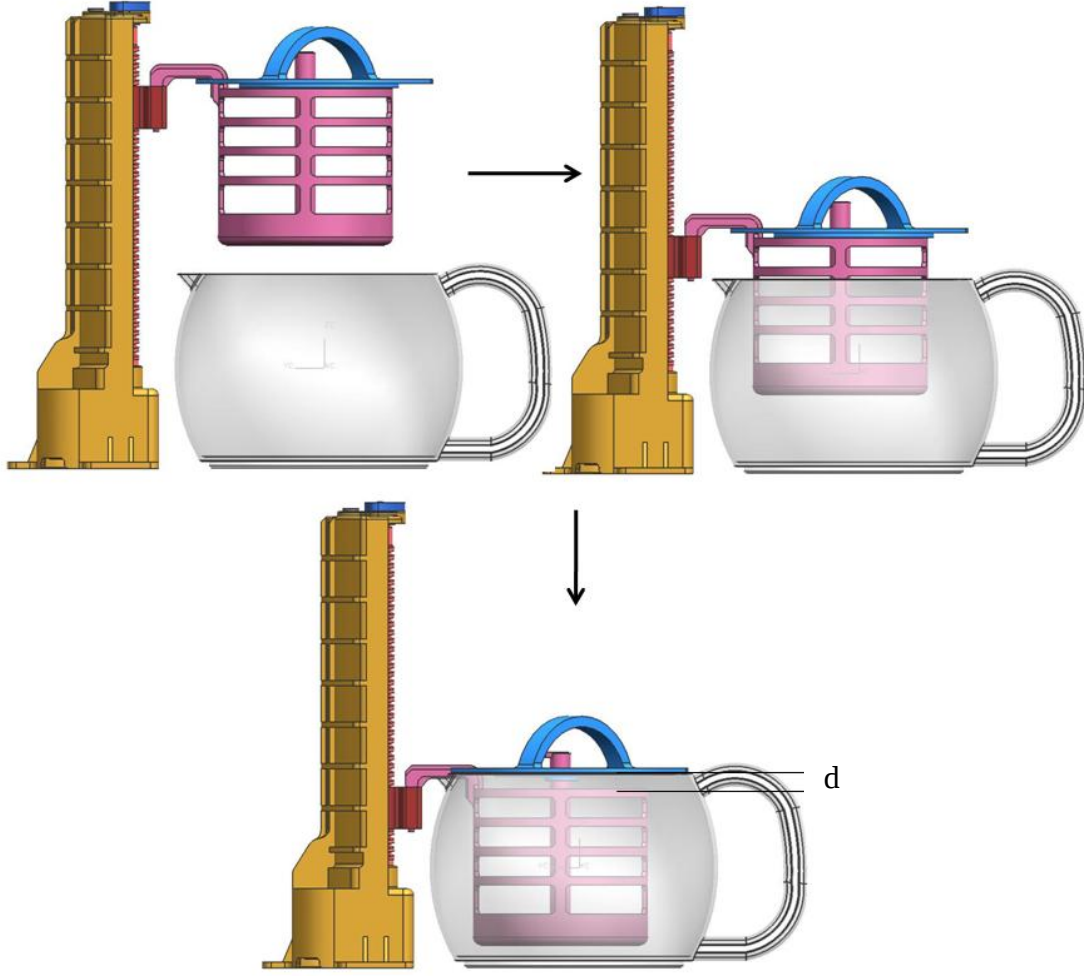
Şekil 6.24 : Tahrik mekanizması prototipinin (a) genel (b) üstten görünüşü.

Prototipte tek parça SLS'ten üretilen filtre haznesinin ortasında formlu bir pim bulunmaktadır. Bu formlu pim vasıtasıyla kapak Şekil 6.25'teki gibi filtre haznesi üzerine kilitlenir ve kapağın düşeyde hazne ile beraber hareket etmesi sağlanır.

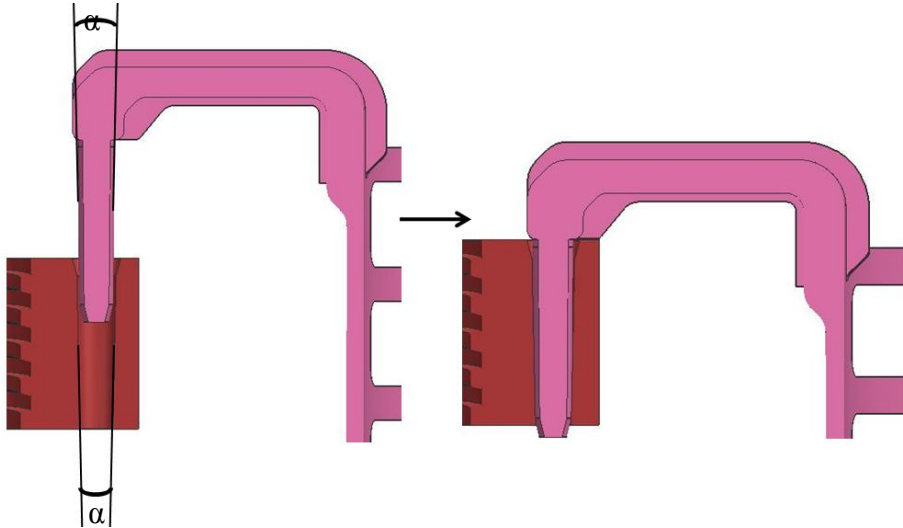


Şekil 6.25 : Kapağın filtre haznesine takılması.

Kapak filtre haznesi üzerine takıldıktan sonra düşeyde hazneden bağımsız şekilde hareket edebilmektedir. Bunun sebebi; filtre haznesi demlik içerisine girdiğinde kapağın demlik ağızına takılarak demliğin ağızını kapatması ve demlemenin kapalı bir haznede gerçekleşmesinin sağlanmasıdır. Filtre haznesi demlik içerisindeyken kapak ile filtre haznesi arasındaki açıklık Şekil 6.26’da “d” mesafesi ile gösterilmektedir.



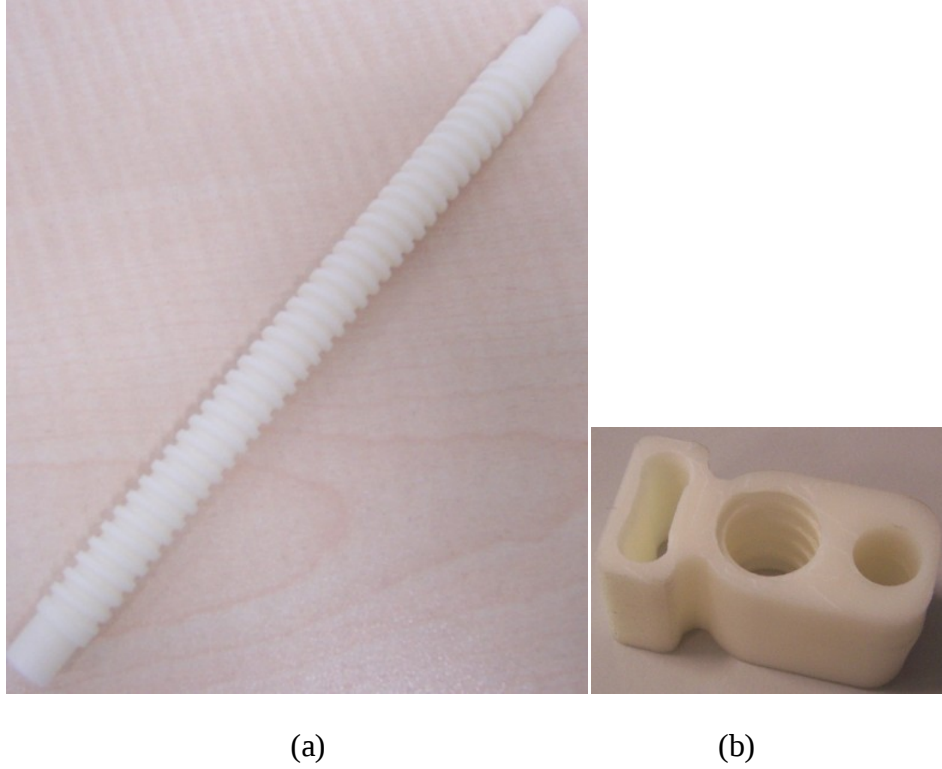
Şekil 6.26 : Filtre haznesinin demlik içerisine girmesi ile kapağın demliğin ağzını kapatması.



Şekil 6.27 : Filtre haznesinin somuna takılması.

Filtre haznesinin somuna rahatlıkla takılması ve ardından rijit bir bağlantı oluşturması amacıyla kulpun takıldığı yuva ve kulp Şekil 6.27’de görüldüğü gibi

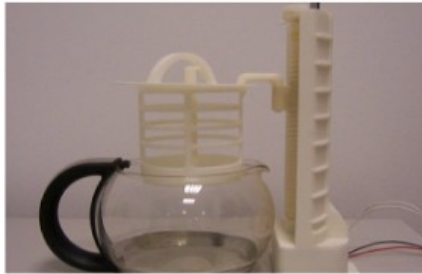
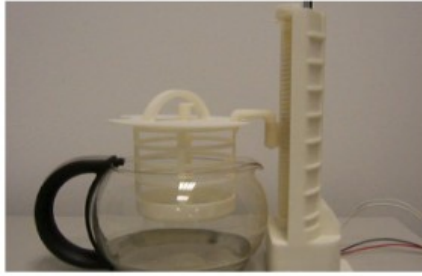
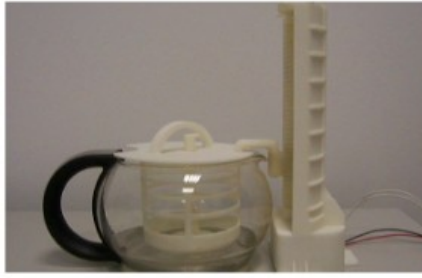
açılı tasarlanmıştır. Bu sayede kulpun alt ucunun kesiti daralmış yuvanın ise üst kesiti genişlemiş olduğu için filtre haznesinin somuna takılmasında kolaylık, her iki geometride de düşeyde kesit daralması olduğundan hareket esnasında filtre haznesinin somunla birlikte rijit bir şekilde hareket etmesi sağlanmıştır.



Şekil 6.28 : SLS teknolojisi ile üretilen (a) trapez vida ve (b) somun.

Trapez vida-somun ve kılavuz-somun çiftleri Şekil 6.28’de görüldüğü üzere somun ve trapez vidanın SLS teknolojisi ile üretilmesi sebebiyle sürtünme katsayısı yüksek çiftler meydana getirmektedir. Bu sebeple somunun dişleri ve kılavuz üzerinde kayan yatak bölgesine gres uygulanarak sistem rahatlatılmıştır.

Motora bağlanan çift yönlü anahtarla yön tayini yapılarak sistem çalıştırılmış ve hareketi test edilmiştir. Motor mili 100 dev./dk. ile dönüp, trapez vidanın adımı 4 mm. olduğundan filtre haznesi 100 mm’lik stroğunu 15 saniyede katetmiştir. Şekil 6.34’te görülen filtre haznesinin düşey hareketi esnasında beklentileri karşılar nitelikte kararlı bir hareket yaptığı gözlenmiştir. Hareket esnasında sistemde herhangi bir kasılma veya hareket bozukluğu oluşumu görülmemiştir.



(a)

(b)

Şekil 6.29 : Filtre haznesinin düşey hareketinin gözlenmesi; (a) haznenin demlik içerisine girmesi (b) haznenin demlik içerisinden çıkması.

Sistemin özellikle kontrol hususunda gerekli olan elektronik alt yapısı bu tezde anlatılmamaktadır.

7. DEĞERLENDİRME VE SONUÇ

Tez çalışması kapsamında Arçelik A.Ş. Merkez ARGE Yapısal Tasarım Yöneticiliği'nde hareketli filtre haznesine sahip ev tipi otomatik bir çay makinesi tasarımı yürütülmüştür. Bu çalışma ile çay demleme işleminin ev ve iş yerlerinde daha pratik daha lezzetli ve otomatik bir şekilde demlenmesi hedeflenmiştir [16].

Çalışma kapsamında öncelikle makinede demlenmesi muhtemel çay çeşitleri araştırılmış bunların demleme metodolojileri incelenerek makinede uygulanabilirliği saptanmıştır. Farklı çayların demleme teknikleri araştırılmış hareketli filtre haznesi ile demlenme yöntemine uygunlukları araştırılmıştır.

Otomatik bir şekilde demleme yapmanın en kritik unsurlarından biri olan otomatik bir şekilde su taşıma işlemine ilişkin farklı teknikler araştırılarak çay demlemek için en uygun ve en kararlı su aktarma yöntemi araştırılmıştır. Bu yöntemler arasında yapılan kıyaslamalar sonucu en güvenilir yöntem seçilerek makinede uygulanmasına karar verilmiştir.

Otomatik çay makinesi konusunda sektörde geline mevcut durumu analiz edebilmek adına rakip firmaların geliştirdikleri makineler incelenmiştir. Otomatik çay makinelerinin çalışma prensipleri incelenmiş, tedarik edilebilen makineler sökülerek komponent bazında değerlendirmeleri de yapılmıştır. Piyasa araştırmasına paralel olarak patent incelemelerinde bulunulmuş çalışma açısından kritik görülen patentler incelenerek uygulanması düşünülen yöntemlere ilişkin çıkarımlarda bulunulmuştur.

Daha sonra konstrüksiyon sistemi yöntemi yardımıyla konsept geliştirme sürecine girilmiş, filtre haznesinin düşey hareketini sağlamaya ilişkin konseptler geliştirilerek bunlar içerisinde en optimum olanı eniyileme yöntemiyle belirlenerek detay tasarım aşamasına taşınmıştır.

Detay tasarım aşamasında ise konsept aşamasında oluşmuş olan fikirler daha ayağı yere basan, somut hâle dönüştürülmüştür. Sistemin su aktarma detayı ve filtre haznesinin hareket mekanizmaları çalışılarak bunların makine üzerine uygulanmaları

yapılmıştır. Çalışma prensiplerine uygun olan malzeme seçimleri yapılmış, yine çalışma prensiplerine ve montaj şekillerine uygun parça tasarımları yapılmıştır.

Makinenin en kritik yönü olan hareket mekanizmasının çalışmasını incelemek adına SLS teknolojisi kullanılarak prototip üretimi gerçekleştirilmiştir. Prototip üzerinde sistemin çalışması incelenmiş, hareket mekanizmasının performansı test edilmiştir.

Sonuç olarak, “otomatik çay demleyebilen bir çay makinesi” geliştirmek üzerine demleme yöntemleri incelenmiş, benzer ürünler ve patent araştırması kanalıyla mevcut seviye irdelenmiş, otomatik demlemeyi gerçekleştirebilmek adına komponent seçimi, malzeme seçimi ve tasarımı, mekanizma tasarımı çalışmaları yapılarak “hareketli filtre haznesine sahip ev tipi otomatik bir çay makinesinin optimum tasarımının yapılması” çalışması tamamlanmıştır.

Demliğin makine gövdesine konulurken kapağının çıkarılması zorunluluğu makinenin en zayıf noktasıdır. Bu zaafiyeti gidermek için demliğin kapaklı bir şekilde makine gövdesine konulabilmesi adına iyileştirmeler yapmak bu çalışmanın ileriki adımlarını oluşturmalıdır. Bunu gerçekleştirmek için demlik makine gövdesine konulduğunda kendiliğinden açılan bir demlik kapağı mekanizmasının tasarımının çalışılması gerekmektedir.

Elektronik ve güvenlik konuları bu tez kapsamında incelenmemiştir.

KAYNAKLAR

- [1] **Tea Guardian.** "Quality Basics 1: Various Plants, Various Qualities". http://teaguardian.com/nature_of_tea/nature_of_tea1.html. Retrieved 22 December 2010.
- [2] **Alan Macfarlane;** Iris Macfarlane (2004). The Empire of Tea. The Overlook Press. p. 32. ISBN 1-58567-493-1.
- [3] **Url-1** <<http://www.doguscay.com.tr/>>, alındığı tarih 01.03.2011
- [4] **Url-2** <<http://www.lipton.com.tr/cayinbuyusu/tarihcesi.asp>>, alındığı tarih 01.03.2011
- [5] Euromonitor International
- [6] **Url-3** < <http://www.caykur.gov.tr>>, alındığı tarih 02.03.2011
- [7] **Prof.Dr.Burhan Kacar,** Çayın Biyokimyası ve İşleme Teknolojisi, Çaykur Yayını.
- [8] **Chen Zhongmao,** “Zhongguo Chajing pp 222-234, pp419-412, & pp271-282, Publisher: Shanghai Wenhua Chubanshe (Shanghai Cultural Publishers) 1991.”
- [9] **Upton Tea Imports,** "A Brief Guide to Tea"
- [10] **Url-4** <<http://www.kocaeli.abigem.org/teknopark>>, alındığı tarih 01.04.2011
- [11] **Url-4** <<http://worldwide.espacenet.com/>>, alındığı tarih 05.04.2011
- [12] Konstrüksiyon Sistematiği Ders Notları, 2009.
- [13] **Babalık, Fatih C.,** 2008. Makine Elemanları ve Konstrüksiyon Örnekleri, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.
- [14] Polimer Esaslı Kompozitlerle Konstrüksiyon Ders Notları, 2010.
- [15] **Akkurt, M.** 2005. Makine Elemanları, Birsen Yayınevi, İstanbul.
- [16] 10-040 Tea-matic Proje Raporu.

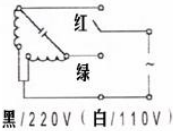
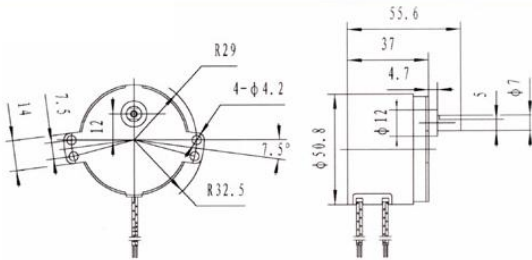
EKLER

EK A.1 : Seçilen motorun teknik bilgileri.



Data Group: 663
SKU: 1311012
Weight (Kg): 0.5000
Description: 50KTYZ-220V150RPM
HS Code: 8501.31.4000
Applications: electric curtain,small stage curtain,stage lamp,electric machine and automatic instrument an

额定电压 Rate voltage	伏 V	220													
额定频率 Rated frequency	赫兹 Hz	50/60													
输入功率 Input power	瓦 W	7/6													
输出转速 Output speed	转/分 r/min	1.04 /1.25	1.7 /2	2.5 /3	5 /6	8 /9.6	12.5 /15	16.7 /20	27.5 /33	28 /34	33 /40	50 /60	66.7 /80	100 /120	150 /180
输出转矩 Output torque	牛·厘米 N·CM	300 /300	300 /300	280 /230	140 /117	86 /72	55 /46	42 /35		24.5 /20.5	20.81 /17.3	14 /11.7	10.5 /8.7	6.9 /5.7	4.6 /3.8
旋转方向 Rotation direction		双向可控 Dual direction control													
工作电压可根据用户要求变动(12-220) Operation voltage changed with user's demand (12-220V)															
输出轴的长度及直径可根据用户要求制作 Output shaft diameter and length made with user's demand															

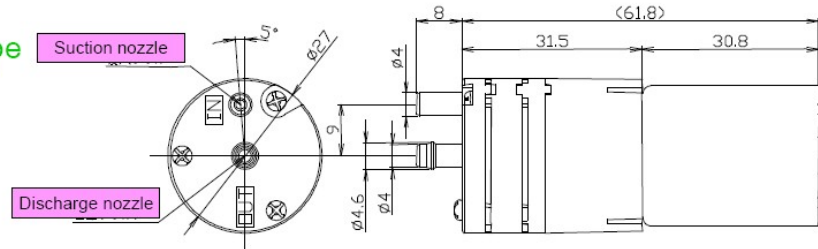
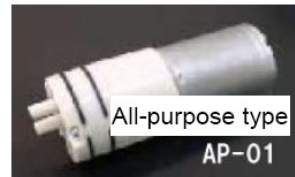


EK A.2 : Seçilen pompanın teknik bilgileri.

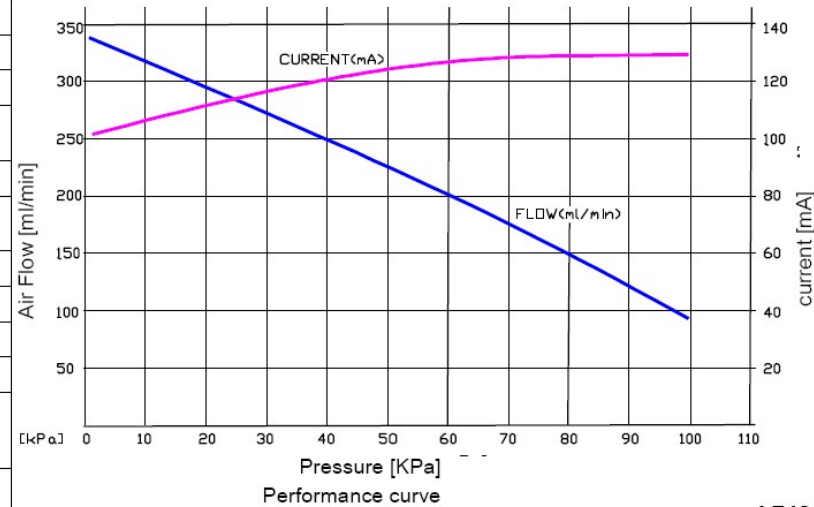
2. Characteristic chart/Dimensional drawing -All for dreams

AP-01AW12

Liquid/Brushed motor type



Rated voltage	12V
Flow	330±50ml/min
Consumption current	130mA
Self-suctionable lifting height	More than 2m
Max pressure	More than 90Kpa
Coil insulation classification	A type
Endurance time	More than 300 hrs
Operating noise	Less than 50dB
Starting voltage	2V
Weight	60g
Operating environmental temperature	5 ~ 65°C
Operating environmental humidity	0 ~ 90%RH



15/25

ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad: Ömer Burak ÇOBAN

Doğum Yeri ve Tarihi: Malazgirt / 15.04.1987

Adres: Yenikent Mah. 2423 Sok. No:2 D: 5 Gebze/KOCAELİ.

Lisans Üniversite: İstanbul Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü.