

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ÇAMAŞIR MAKİNESİNDE YIKAMA PERFORMANSINI ARTIRMAK İÇİN
GELİŞTİRİLEN VORTEKS KANAT KONSEPTİNE ENERJİ TAŞIMA
ALTERNATİFLERİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Nihal YILMAZ

Makina Mühendisliği Anabilim Dalı

Konstrüksiyon Programı

ARALIK 2018

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ÇAMAŞIR MAKİNESİNDE YIKAMA PERFORMANSINI ARTIRMAK İÇİN
GELİŞTİRİLEN VORTEKS KANAT KONSEPTİNE ENERJİ TAŞIMA
ALTERNATİFLERİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Nihal YILMAZ
(503161230)**

Makina Mühendisliği Anabilim Dalı

Konstrüksiyon Programı

Tez Danışmanı: Dr. Öğretim Üyesi Vedat TEMİZ

ARALIK 2018

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 503161230 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi Nihal YILMAZ, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “ÇAMAŞIR MAKİNESİNDE YIKAMA PERFORMANSINI ARTIRMAK İÇİN GELİŞTİRİLEN VORTEKS KANAT KONSEPTİNE ENERJİ TAŞIMA ALTERNATİFLERİ” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Dr. Öğretim Üyesi Vedat TEMİZ**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Prof. Dr. Cemal BAYKARA**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Dr. Öğretim Üyesi İlyas İSTİF
Yıldız Teknik Üniversitesi

Teslim Tarihi : **16 Kasım 2018**
Savunma Tarihi: **13 Aralık 2018**

ÖNSÖZ

İstanbul Teknik Üniversitesi'ndeki yüksek lisans tez çalışmam kapsamında benden yardımlarını esirgemeyen sayın hocam Dr. Öğretim Üyesi Vedat TEMİZ'e teşekkürlerimi sunarım.

Tecrübesiyle yol gösteren yöneticim Celal VATANSEVER'e; iki yıl boyunca tecrübelerini benimle paylaşan, yoğun iş temposunda değerli vakitlerini ayıran ve beni hep motive eden sevgili danışmanlarım Ömer Burak ÇOBAN ve Sena DAVASLIGİL'e en içten teşekkürlerimi sunarım. Çalışmanın her aşamasında yardımlarını benden esirgemeyen başta Ersin DÖNMEZ ve Ömer Faruk PAYZA olmak üzere tüm Arçelik ailesine minnetlerimi sunarım.

Lisans ve yüksek lisans hayatım boyunca bana her konuda destek olan çok sevdiğim arkadaşım Dilber TÜRK'e teşekkür etmeyi borç bilirim.

Her daim yanımda olan, manevi desteğini ve sevgisini her zaman hissettiren başta annem olmak üzere sevgili aileme sonsuz teşekkür ederim.

Aralık 2018

Nihal YILMAZ
Makine Mühendisi



İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ	v
İÇİNDEKİLER	vii
KISALTMALAR	ix
ÇİZELGE LİSTESİ	xi
ŞEKİL LİSTESİ	xiii
ÖZET	xv
SUMMARY	xvii
1. GİRİŞ	1
1.1. Tezin Amacı ve Kapsamı	1
1.2. Çamaşır Makinesi Tarihçesi.....	3
1.3. Çamaşır Makinesinin Çalışma Prensibi	4
1.3.1. Çamaşır makinesinin yapısı	4
1.3.2. Sistemin çalışma prensibi.....	10
2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI	13
2.1. Yıkama Performansının Artırılması ile İlgili Literatür Araştırması.....	13
2.2. Enerji İletim Metotları ile İlgili Literatür Araştırması	15
2.3. Patent Araştırmasının Yapılması.....	17
3. TASARIM ALTERNATİFLERİNİN BELİRLENMESİ	21
3.1. Vorteks Kanat.....	21
3.2. Tasarım Kriterlerinin Belirlenmesi	22
3.2.1. Çözüm prensipleri	23
3.2.1.1. Alternatif I.....	23
3.2.1.2. Alternatif II	24
3.2.1.3. Alternatif III.....	25
3.2.1.4. Alternatif IV.....	26
3.2.2. Fayda değer analizi.....	27
4. SEÇİLEN ÇÖZÜMÜN DETAY TASARIMI	33
4.1. Motor Seçiminin Yapılması	34
4.2. Enerjinin Transfer Edilmesi	35
4.3. Sızdırmazlık Probleminin Çözülmesi.....	41
4.4. Montaj Kurgusunun Anlatılması.....	44
5. PROTOTİP YAPILMASI	47
6. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRMELER	51
KAYNAKLAR	53
EKLER	55
ÖZGEÇMİŞ	57



KISALTMALAR

AR-GE	: Araştırma Geliştirme
PEPT	: Positron Emission Particle Tracking
PCB	: Printed Circuit Board
IPC	: International Patent Classification
m	: metre
mm	: milimetre
cm	: santimetre
kg	: kilogram
kg.cm	: kilogram santim
N.m	: Newton metre
LED	: Light Emitting Diode
PTC	: Positive Temperature Coefficient
NTC	: Negative Temperature Coefficient
LDR	: Light Detecting Resistor
DC	: Direct Current
rpm	: Revolutions per Minute
FDM	: Fused Deposition Modeling
ABS	: Akrlonitril Bütadien Stire
CNC	: Computer Numerical Control
V	: Volt
PVC	: Polymerizing Vinyl Chloride

ÇİZELGE LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Çizelge 3.1 : Temel hedefler ve alt hedefler.....	28
Çizelge 3.2 : Değer puanları ve anlamları.	30





ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1 : Vorteks Kanat.....	2
Şekil 1.2 : Çamaşır makinelerinin yıllar içerisindeki gelişimi.	3
Şekil 1.3 : Çamaşır makinesinin genel yapısı.....	4
Şekil 1.4 : İki parçalı kazan.	5
Şekil 1.5 : Tambur, flanş, rulmanlar mil ve kanatlar.	5
Şekil 1.6 : Körük.....	6
Şekil 1.7 : Beton denge ağırlıkları.	6
Şekil 1.8 : Yaylar.	7
Şekil 1.9 : Amortisörler.	7
Şekil 1.10 : Isıtıcı.....	8
Şekil 1.11 : Deterjan Kutusu.....	8
Şekil 1.12 : Gövde.	9
Şekil 1.13: Makine kapağı.....	9
Şekil 1.14 : Tahliye pompası.	10
Şekil 2.1 : Sinner Çevrimi.	14
Şekil 2.2 : US5950460 numaralı DAEWOO firmasına ait patent görseli.	18
Şekil 2.3 : EP2966212B1 numaralı DAEWOO firmasına ait patent görseli.....	18
Şekil 2.4 : WO2018016733 numaralı SAMSUNG ELECTRONICS firmasına ait patent görseli.....	19
Şekil 2.5 : WO2018016733 numaralı patent görseli tahrik sistemi kesit görüntüsü.	20
Şekil 3.1 : Vorteks kanat.....	21
Şekil 3.2 : Vorteks kanat montaj parçaları.....	22
Şekil 3.3 : Alternatif I.	23
Şekil 3.4 : Alternatif II.....	24
Şekil 3.5 : Alternatif III.	25
Şekil 3.6 : Alternatif IV.	26
Şekil 3.7 : Alt hedefler ve ağırlıkları.	29
Şekil 3.8 : Hedef büyüklükleri matrisi.....	31
Şekil 4.1 : Mil içerisinde enerji taşınması genel görünüş.....	33
Şekil 4.2 : Seçilen motorun teknik özellikler tablosu.	35
Şekil 4.3 : Temassız kontak bileziği.	36
Şekil 4.4 : Piyasada kullanılan kontak bileziği uygulamaları.....	36
Şekil 4.5 : PCB kontak bileziği.	37
Şekil 4.6 : Kasnak civatası ve gövde sacı arasındaki mesafe.	38
Şekil 4.7 : Temaslı kontak bileziği montaj kesiti.	39
Şekil 4.8: Amerikan tel kalınlığı iletken boyutu tablosu.[20].....	40
Şekil 4.9: Seçilen kablunun kablo plastiği içerisindeki durumu.....	40
Şekil 4.10 : Kablo grubu yolu.....	41
Şekil 4.11: Sızdırmazlık elemanları.....	42

Şekil 4.12 : Kablo grubu.....	42
Şekil 4.13 : Mil yalıtma bileziği sızdırmazlık detayı.....	43
Şekil 4.14 : Kablo yalıtma bileziği detayı.....	43
Şekil 4.15 : Kablo grubu montaj sonrası perspektif görünümü.....	44
Şekil 4.16 : Kablo grubunun flanşa montajı.....	45
Şekil 4.17 : Kontak bileziği ve kasnağın kazana montajı.....	46
Şekil 5.1 : Yeni tasarıma göre değişiklik yapılmış flanş mil grubu.....	47
Şekil 5.2 : Metal fırça grubu.....	48
Şekil 5.3 : Metal bilezik grubu.....	49
Şekil 5.4 : Prototipin montajlanmış hali.....	49
Şekil A.1 : Seçilen motorun teknik bilgileri.....	55



ÇAMAŞIR MAKİNESİNDE YIKAMA PERFORMANSINI ARTIRMAK İÇİN GELİŞTİRİLEN VORTEKS KANAT KONSEPTİNE ENERJİ TAŞIMA ALTERNATİFLERİ

ÖZET

Günümüzde tüm sektörlerdeki teknolojik gelişmeler ile birlikte insan hayatını kolaylaştıran makineler üzerinde yapılan çalışmalar da artmaktadır. Zamanın en değerli kaynak olması, az uğraş ile maksimum iş yapan sistemlerin kullanımını artırarak bu duruma uygun sistemleri geliştirmenin gerekli hale geldiğini göstermektedir. Özellikle ev içi kullanımına uygun makinelerin estetik, verimlilik ve fonksiyonellik gibi özellikleri, şirketlerin AR-GE bölümlerinin öncelikli çalışma konuları arasındadır. Çamaşır makineleri de son 100 yılda evrimleşen ve sürekli otomatikleşen, her evin olmazsa olmazı bir dayanıklı tüketim ürünüdür. Kullanımının yaygınlığı ve marka yoğunluğunun yarattığı rekabet göz önünde bulundurulduğunda bu koşullar altında devamlılık ve büyüme sağlamayı hedefleyen firmaların teknolojilerini sürekli geliştirmesi gerektiği aşikardır.

Arçelik A.Ş. AR-GE departmanlarında, insan hayatını kolaylaştıran çamaşır makineleri üzerine birçok araştırma yapılmaktadır. Arçelik A.Ş., rakiplerinin makinelerine eklediği yeni özellikleri, yaptıkları patent başvurularını ve yatırım yaptıkları teknolojileri sürekli takip etmesinin yanında mevcut ürünlerinin problemleri ve geliştirmeye açık alanları üzerine de birçok araştırma yapmaktadır. Kullanıcıların temel ihtiyaçlarını anlamak, gerçek problemlerine ulaşmak için ise kullanıcı araştırmaları, anketler ve birebir görüşmeler gibi birçok yoldan çalışmalar yürütmektedir. Bu çalışmalar neticesinde çıkarılan kullanıcı temel iç görüşlerini ise enerji, performans, tasarım, tekstil koruma, kolaylık sağlama ve hijyen olarak sınıflandırmak mümkündür.

Temel görevi ev işlerinde kolaylık sağlamak ve çamaşırları temizlemek olan çamaşır makinesinin en kuvvetli iç görüşünü, performans ve kolaylık sağlama olarak değerlendirmek yanlış olmayacaktır. Rekabette farklılaşma, kullanıcının konforunu artırıp zaman kazandıran, çamaşır yıkama performansı yüksek makineler tasarlamakla mümkün olacaktır.

Bu tez çalışmasında da çamaşır makinelerinin yıkama performansının artırılması için tasarlanan bir konsept olan vorteks kanat incelenmiştir. Vorteks kanat üzerindeki hareketli parça sayesinde çamaşırlara uygulanan mekanik etkinin artırılacağı öngörülmüştür. Hareketli parçanın döndürülmesi için tambur içerisine enerji aktarılması probleminin çözülmesi ise bu tezin amacını oluşturmaktadır.

Çalışma süresince, çamaşır makinesinin tarihi gelişimi ve makinenin genel çalışma prensibi kapsamında yapısal komponentler ve sistem çalışması üzerine incelemeler yapılmıştır. Yıkama performansının artırılması ile ilgili yapılan deneyler ve enerjinin aktarılması ile ilgili var olan farklı metotlar incelenmiştir. Hareketli kanat tasarımları ve enerjilendirme metotları ile ilgili patent araştırmaları da yapılmıştır.

Tasarım kriterlerinin belirlenmesi için vorteks kanat detayı incelenmiştir. Literatür ve patent araştırmaları ışığında farklı enerji iletme metotları içeren dört ayrı tasarım alternatifini şematik olarak çizilmiştir. Alternatiflerin doğru değerlendirilmesi için sistem hedefleri ve bu hedeflerin alt kırınımları -ağırlıkları belirlenerek- açıklanmış ve objektif olması açısından alternatifler bir grup tarafından oylanmıştır. Seçilen konseptin detay tasarımının yapılabilmesi için kanat üzerine gelecek yük hesabı yapıp motor seçilmiş ve bu seçimlere göre boyutlar belirlenmiştir.

Tasarımın yapılacağı makine belirlenmiş ve bu bilgiler ışığında CAD ortamında tasarım yapılmıştır. Sistemin fonksiyonel ve emniyetli çalışması için enerji iletimi ve sızdırmazlık başlıkları üzerine detaylı çalışmalar yapılmıştır. Mevcut parçalardan mil, flanş ve kasnak civatası üzerinde yapılacak revizyonlar ile yeni tasarımdaki elemanların mevcut makineye adaptasyonu sağlanmıştır. Tasarım yapılırken montaj kurgusu da oluşturulmuş ve aktarılmıştır. Sistemin tasarım ve montaj hatalarını görebilmek ve sistemi teste tabi tutabilmek için farklı üretim metotları ve malzemeler kullanılarak prototipleme işlemi yapılmıştır.

Çalışmanın sonuç kısmında yapılan çalışmanın faydaları ve projenin devamında gerçekleştirilecek çalışmalar aktarılmıştır. Ayrıca tambur içerisine elektrik enerjisinin aktarımı sayesinde gelecekte yapılabilecek çalışmalar incelenmiştir.

Yıkama performansını artıracak ve kullanıcı hatalarını azaltacak komponentlerin kullanımına olanak tanıyan bu çalışmanın gelecek çalışmalara ilham olması amaçlanmıştır.

Bu çalışma, Arçelik A.Ş. Merkez AR-GE direktörlüğünde yürütölen bir projedir. Bu proje kapsamında makine incelenmesi, katı modelleme ve prototiplemenin tüm evrelerinde Arçelik A.Ş.'nin imkânları kullanılmıştır.

ENERGY TRANSMISSION ALTERNATIVES FOR VORTEX PADDLE CONCEPT WHICH ARE DEVELOPED TO INCREASE WASHING PERFORMANCE ON WASHING MACHINE

SUMMARY

Nowadays, studies on the machines which make human life easier are increasing with improvements in all sectors. Time, as the most valuable resource, shows that systems which do maximum work with minimum effort are used more and it is vital for firms to develop systems like to this. Especially, indoor machines' qualities like esthetics, productivity and functionality are in the priority study subjects of companies' R&D departments. In the last 100 years, washing machines have been evolving and becoming more automatic as an inevitable durable consumption product in houses. Considering the usage prevalence and the number of brands in competition, it is apparent that companies must continuously innovate if they want to endure in these difficult conditions.

Washing machines that simplify human life have been researched and it is being researched in Arçelik Inc. R&D department. Besides adding new qualities, applying to patents and pursuing technologies that are invested, Arçelik research's about problems of current products and its developable parts. Also, Arçelik conducts studies about consumers by making surveys and doing face to face meetings in order to see consumer's basic needs and real problems. As a result of these studies, it is possible to be classified consumer's insights as energy, performance, design, fabric care, convenience and hygiene.

Main duties are washing machines are providing convenience in house works and cleaning clothes, so it would not be wrong to evaluate the most important insights of washing machines as performance and providing convenience. Differentiation in competition will be possible by designing consumer's comfort enhancing, time saving and high performed washing machines.

In this thesis, vortex paddle which is a concept to be designed in order to increase the performance of washing machine is studied. Increasing the mechanic effect on textile is to be predicted through the moving part on the vortex paddle. The goal of this thesis is to solve the problem about transferring energy into drum to rotate the moving part.

During the study, historical development of washing machine has been researched. To understand the needs of the washing machine and avoid damage to the existing system, machine's structural components and systems within machine's general working principle have been investigated. Experiments about improving washing performance have been analyzed. By deducting from these experiments, it has been decided that how and when vortex paddle should work. Various methods about energy transfer have been investigated and these methods have been used when

searching for solution alternatives. Movable paddle designs and powering methods patents have been researched. While creating solution alternatives, differentiation from these patents has been an important criterion.

To determine criterions for design, vortex paddle design has been inspected in detail. In consideration of the literature and patent researches have been schematized as four different design alternatives that includes different energy transfer methods. Each alternative has its own advantages and disadvantages. To evaluate the alternatives, system targets and their bottom diffraction weights have been explained and judged them by a group for unbiased results. To create detailed design of the selected concept, engine has been chosen and load design of paddle and sizes have been calculated.

Machine that will be used for design has been determined and designed on CAD software in consideration of these information. For a functional and safe system, energy transfer method and impermeability have been studied in detail. With minimum cabling, new energy transmission paths have been determined and adapted to the system. For these purpose, several methods in the market have been investigated. New sealing elements have been adapted to the system by examining the existing sealing elements of the washing machine. Adaptation between existing units have been provided by making revisions on shaft, flange and pulley screw. While designing, montage scenario has been made and given.

Prototyping has been done in order to see system errors and montage failures. Metal parts have been produced by CNC and metal injection methods and plastic parts have been produced by using different 3D printing methods and different materials.

At the end of research, benefits of project and developments have been explained later on the project. By means of concept that has been work on design in detail, the energy coming from the washing machine mainboard directly activates the motor in the drum. Thanks to the communication between the motor in the vortex paddle and washing machine mainboard, operating mode of vortex paddle can be changed with the program that selected by the user. In order to prevent the delicate fabric from textile abrasion, the rotational parts will remain stationary and paddle will perform the functions of lifting textiles and intaking water as an existing paddle does. In stained laundry washing program, the vortex paddle will improve the washing performance with movements such as continuous rotation in one direction or turning left and right at regular intervals to create scrubbing effect. In this way, more controlled washing algorithms will be provided to the users.

Also, because of electric energy transfer in to the drum, researches that can be made in future have been investigated. Another benefit of transferring electrical energy into the drum is that it is possible to operate many electronic components inside the drum. By increasing the control mechanisms of the washing machine, it is possible to gain benefits such as increasing washing performance, decreasing user errors or creating more convenient washing machine for users. Therefore, it will be possible to control the drum which is the part that users intervene during washing process by adding new features to the drum. These features to be added to the drum which is the part that laundries directly contact with the machine, the can be listed as detecting fabric type, color and stain amount.

This study provides components which are able to increase the washing performance and decrease user errors. The material from this thesis can be used to inspire future studies.

This project has been directed by Arçelik Inc. Central R&D. Within this project, Arçelik Inc' s opportunities have been used while researching machines, solid modeling and prototyping.





1. GİRİŞ

1.1. Tezin Amacı ve Kapsamı

Bir kullanıcının amaşır makinesinden beklentisi, temizleme işlemine amaşıra zarar vermeden, en basit Şekilde ve en az enerji ile yapabilmesidir. Bu birincil istekler gerçekleştiğinde dayanıklı, Őık görünümlü ve gürültüsüz bir makine tercihinde bulunulacaktır. Pazar ve kullanıcı araştırmalarından yola çıkarak çamaşır makinelerinde kullanıcının öncelikli i görülerini; enerji, performans, tasarım, dayanım, tekstil koruma ve hijyen olarak sıralayabiliriz.

Çamaşır makinelerinde yıkama performansını artırmak, yıkama sistemini daha kontrollü hale getirmek için birçok çalışma yapılmaktadır. Bu çalışmaların bir kısmı deterjan üreticileri, bir kısmı tekstilciler ve bir kısmı da çamaşır makinesi üreticileri tarafından yapılmaktadır. Bu çalışmada ele alınan problem, çamaşır makinelerinde yıkama performansını artıracak bir konseptin teknik altyapısının oluşturulmasıdır. Yıkama performansının artırılması için yapılacak çalışmalar ise, tambur içerisindeki çamaşıra ekstra hareket vererek içerideki kaotik hareketi artırmak ve bu sistemin çalışması için gerekli olan mekanik altyapıyı oluşturmak olacaktır.

Çamaşır makinesi üreticileri, özellikle farklı tekstil tiplerine göre algoritmalar oluşturarak yıkama performansını artırma ve bu Şekilde rekabette farklılaşma yolunda çalışmalar yürütmektedir. Bu kapsamda Arçelik A.Ő.'de yapılan bir çalışma da tambur içerisindeki kanatların faydasının artırılmasıdır ve bu fayda ile yıkama performansının iyileştirilmesi hedeflenmiştir.

Şekil 1.1'de görülen vorteks kanat adını verdiğimiz konsept çalışmasında, tambur kanadına yerleştirilen dönel yapı ile çamaşıra ek hareket kazandırılması, kullanıcıda kalite algısının artırılması ve rekabetten farklılaşma amaçlanmıştır.



Şekil 1.1 : Vorteks Kanat.

Vorteks kanadının makine içerisinde çalışmasının mümkün olması için, kanat üzerindeki yapıya sürekli bir hareket iletiminin sağlanması gerekmektedir. Makine içerisinde kazan sabit olsa da tambur farklı devirlerde döndüğü ve ortam sürekli deterjanlı suya maruz kaldığı için hareketi iletme, mevcut çamaşır makinesi sistem çözümleri ile mümkün olmayacaktır. Problemin çözümü için yeni bir konsept geliştirilmesi gerekmektedir.

Yapılan bu çalışmada öncelikle çamaşır makinesi tarihi gelişimi, makine genel yapısı, kullanılan komponentler ve mevcut sistemin çalışma prensibi incelenmiştir. Literatür araştırması kapsamında yıkama performansını artıran etkiler ve bu etkilerden biri olan mekanik etkinin önemi araştırılmıştır. Daha sonra yine bu kapsamda, hareket iletim yöntemleri üzerinde durulmuş ve literatürdeki tanımlamalar ve çalışmalar incelenmiştir. Kanat üzerindeki dönel yapının hareket ettirilmesi için patent ve benchmark araştırması yapılmıştır.

Geliştirilecek konseptin tasarım kriterlerinin belirlenmesi için vorteks kanat incelenmiş ve çözüm alternatifleri belirlenmiştir. Belirlenen alternatifler fayda değer analizine göre değerlendirilip sistem gereksinimlerini en üst düzeyde karşılayan konsept belirlenmiştir.

Sistemin detay tasarımı ise, enerji iletim şekli ve sızdırmazlık başlıkları altında aktarılmıştır. Tasarımı tamamlanan konseptin prototipi üretilmiş ve teste hazır hale getirilmiştir. Çalışmanın son kısmında ise varılan sonuçlar, gelecekte yapılacak çalışmalar ve öneriler sunulmuştur.

1.2. Çamaşır Makinesi Tarihçesi

Günümüzde zaruri bir ihtiyaç olarak görülen elektrikli ev aletlerinden olan çamaşır makinelerinin tarihi gelişimine bakacak olursak, önceleri çamaşırlar durgun ve akan doğal su kaynaklarının kenarında yıkanırды. Daha sonra bu yöntemin yerini çeşitli leğen, kova, metal tank gibi çamaşırları evlerin yakınında yıkamaya olanak sağlayan eşyalar aldı. Bu eşyalar yavaş yavaş her eve girecek ölçülere küçülerek, kömür ısıtmalı, merdaneli metal tank haline geldi. Şekil 1.2'de de görüldüğü gibi farklı boyut ve şekillere evrildikten sonra çamaşır makineleri günümüzdeki modern halini aldı.



Şekil 1.2 : Çamaşır makinelerinin yıllar içerisindeki gelişimi.

1920'lerde ilk elektrikli çamaşır makinesi çıktığında sadece tambur döndürme mekanizması elektrikliydi, diğer tüm kontroller ve işlemler manuel olarak yapılıyordu. 1930'lara gelindiğinde makineler otomatikleşti; basınç anahtarları, termostatlar ve zamanlayıcılar eklenmeye başlandı. 1980'lerden sonra elektronik alanındaki gelişmeler çamaşır makinelerini de etkiledi. Daha reaktif ve donanımlı çamaşır makinelerinin üretilmesini sağladı.

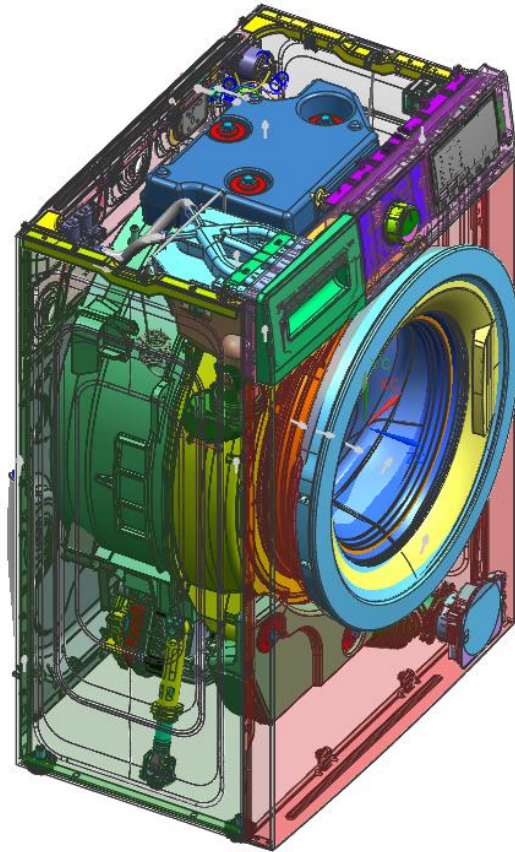
Artık yeni makineler, ağırlık sensörleriyle makineye ne kadar çamaşır koyduğunuzu ölçebiliyor, daha iyi yıkama performansı için su seviyesini, bulanıklığını ölçebiliyor,

tamburun dönme hızını ve şeklini farklı tekstil tiplerine göre ayarlayabiliyor ve doğaya daha az zarar vermek için enerji ve su tasarrufu yapıyor. Ayrıca çamaşır makineleri internete bağlanarak, uzaktan kontrole imkan sağlıyor. Bazıları ise elektroliz teknolojisi sayesinde deterjansız yıkama yapılabiliyor.[1]

1.3. Çamaşır Makinesinin Çalışma Prensibi

1.3.1. Çamaşır makinesinin yapısı

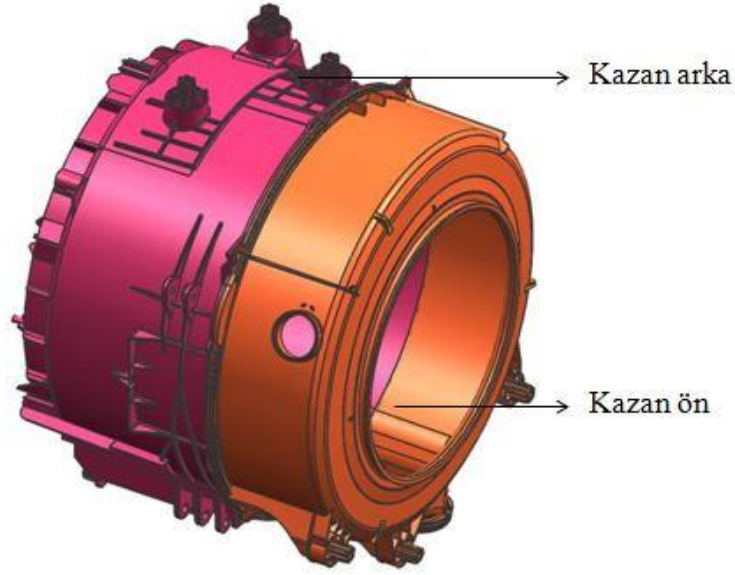
Çamaşır makineleri genel olarak Şekil 1.3'deki gibi tahrik grubu, gövde, elektronik kartlar, su sistemleri, deterjan kutusu gibi ana bölümlerden oluşur. Tahrik grubu yıkama işleminin gerçekleştiği ana gruptur ve başlıca elemanları; kazan, tambur, ısıtıcı, körük, motor, kayış-kasnak, denge ağırlıklarıdır. Ana hareket ve titreşimler tahrik grubunda olduğu için, gövdeye yaylar ve amortisörler ile bağlanmıştır.



Şekil 1.3 : Çamaşır makinesinin genel yapısı.

Tahrik grubunda bulunan kazan, suyun döküldüğü yer olup çelik veya plastik malzemeden üretilir. Günümüzde genel olarak plastik enjeksiyon ile Şekil 1.4'te

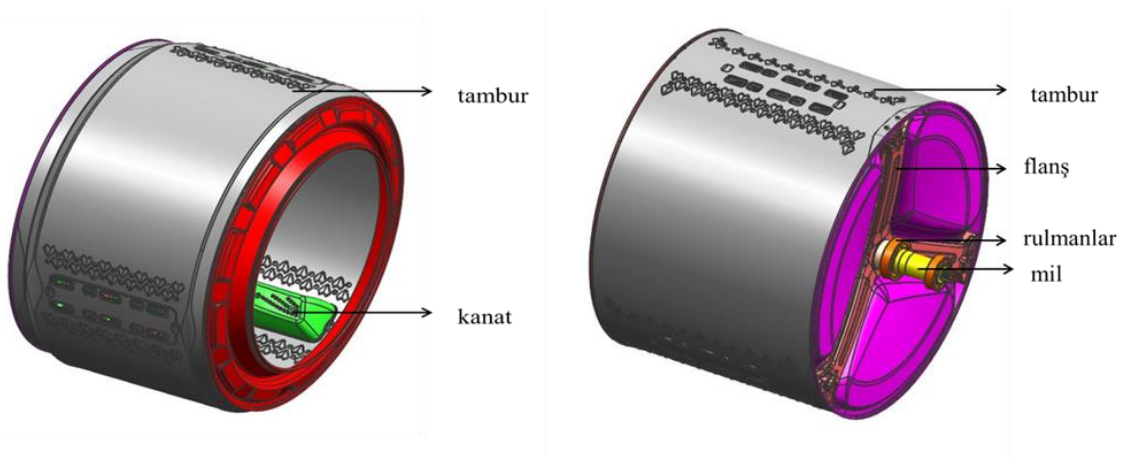
görüldüğü gibi iki parça olarak üretilen kazanlar, içerisine flanş ve kanatların montajlandığı tambur yerleştirildikten sonra titreşim kaynağı ile birleştirilir.



Şekil 1.4 : İki parçalı kazan.

Tambur kazanın arka tarafında iki adet rulman ile yataklanmış, paslanmaz sacdan üretilen ve suyun içerisine girebilmesi için delikli yapıda tasarlanan elemandır. Şekil 1.5' teki gibi ön, orta ve arka olmak üzere 3 parçadan meydana gelir. Motordan kayış kasnağına aktarılan dönme hareketi, buradan da mil ve flanş yardımıyla tambura iletilir.

Tambur içerisinde bulunan kanatlar ise, çamaşırların daha iyi karışıp hareketlilik kazanmasına yardımcı olur. Genel olarak plastik olan bu parçalar 3 adet olup, 120 derecelik açıyla tambur iç yüzeyine montajlanmıştır.



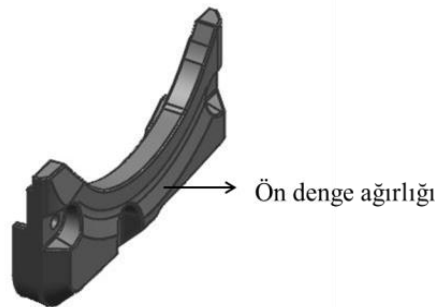
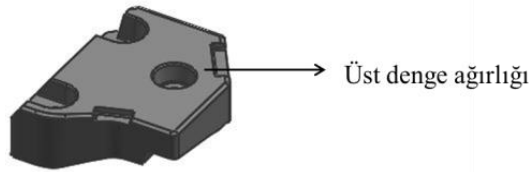
Şekil 1.5 : Tambur, flanş, rulmanlar mil ve kanatlar.

Körük; kazan ve gövde ön açıklığına bağlanan, sızdırmazlık sağlayan ve titreşim sönümleyici bir elemandır. Şekil 1.6' da görüldüğü gibi bu elastik yapıdaki eleman üzerinde makine modeline göre LED girişi için delik veya jet nozül delikleri bulunabilir.



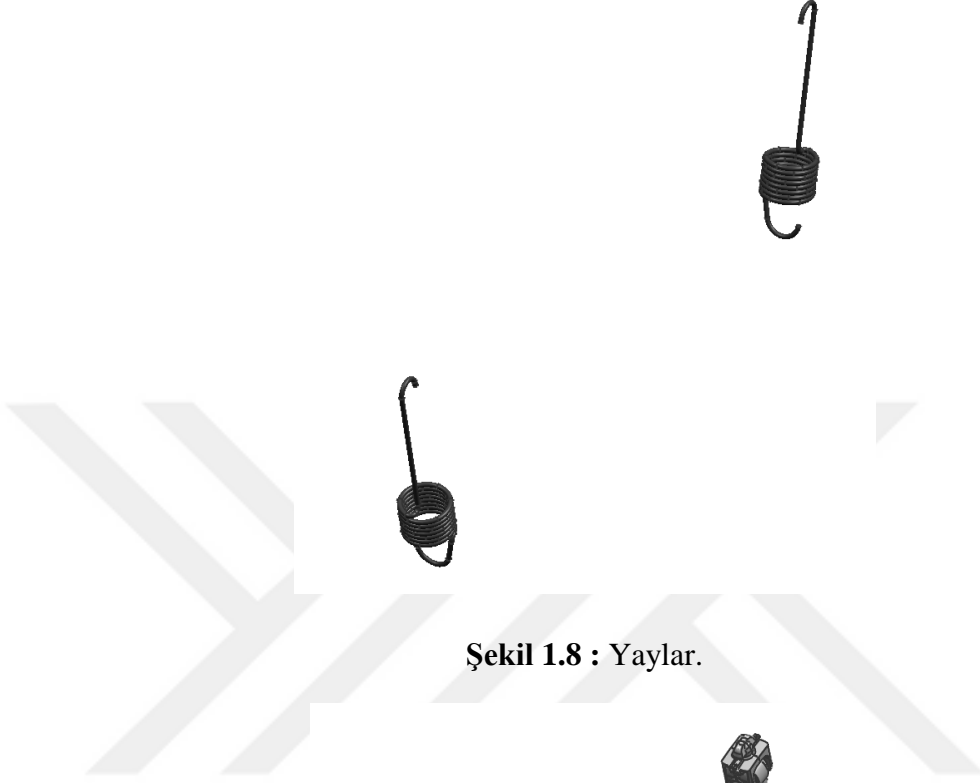
Şekil 1.6 : Körük.

Tüm bu tahrik grubunun ağırlık merkezinin ayarlanması ve rezonansa daha düşük devirlerde girmesi amacıyla kazanın üst ve ön alt kısmında Şekil 1.7 'deki gibi iki adet denge ağırlığı bulunur. Bu ağırlıklar metalden olabileceği gibi, maliyeti nedeniyle genel olarak farklı yoğunluklarda ve farklı oranda metal katkılı betonlardan da üretilebilir.

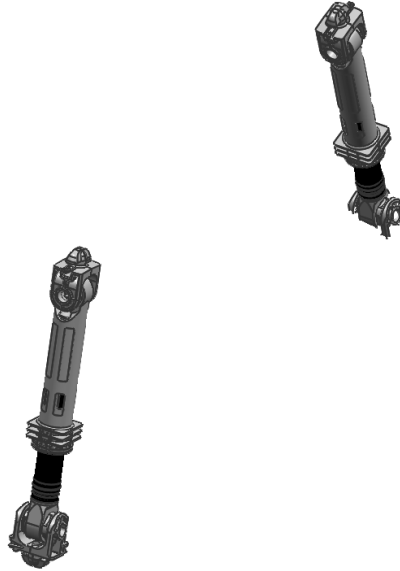


Şekil 1.7 : Beton denge ağırlıkları.

Sıkma sırasında yüksek devirlere çıkan tahrik grubundaki titreşimlerin gövdeye ve makinenin konumlandığı ortama iletilmesini azaltmak için kazan ile gövde birbirlerine Şekil 1.8 ve Şekil 1.9' daki gibi amortisör ve yaylarla bağlıdır.

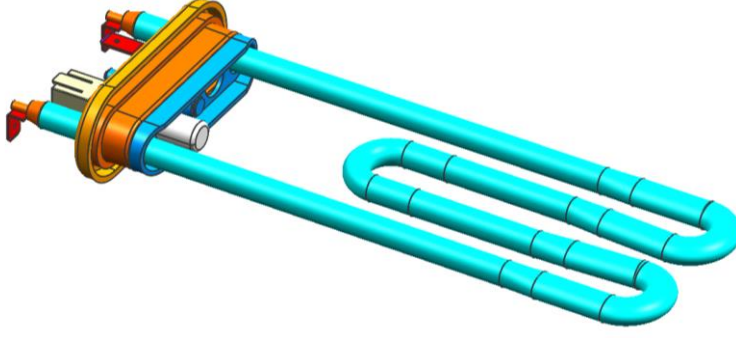


Şekil 1.8 : Yaylar.



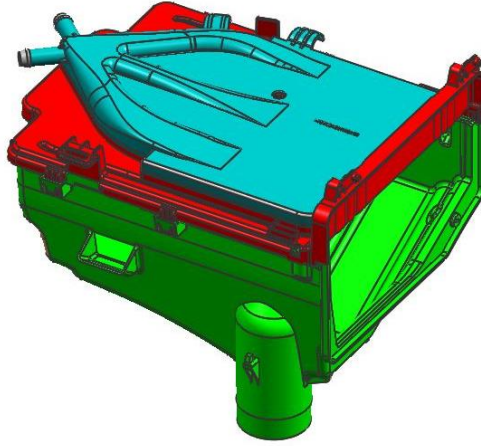
Şekil 1.9 : Amortisörler.

Kazan ve tambur arasına, suyun dolduğu en alt seviyeye yerleştirilen Şekil 1.10' daki ısıtıcı, program adımlarına göre suyu ısıtmak ile görevlidir.



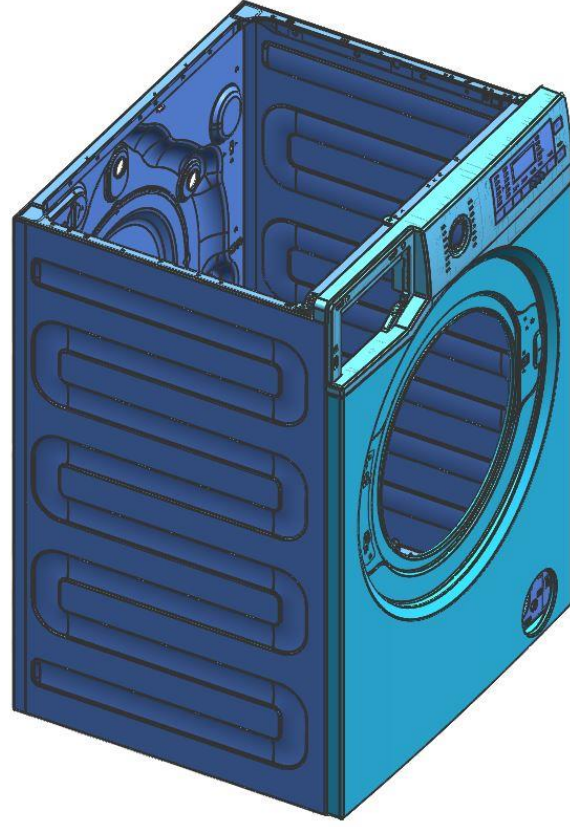
Şekil 1.10 : Isıtıcı.

Kullanıcıların en çok temas ettiği eleman olan deterjan kutusu, kullanıcının erişebileceği en kolay yerlerden birine, sol üst köşeye konumlandırılmıştır. Şekil 1.11'de görüldüğü gibi deterjan kutusunun bir tarafı şebekeye bağlı iken bir tarafı da kazana bağlıdır.



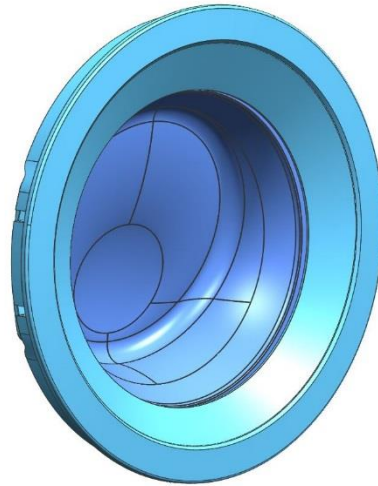
Şekil 1.11 : Deterjan Kutusu.

Şekil 1.12' deki gövde, makinenin dışında bulunan, sacdan üretilmiş bölümdür. Tüm yapıyı üzerinde taşıdığı için saca, mukavemeti artıracak formlar verilir. Ön tarafındaki açıklığa ise kapak montajlanır.



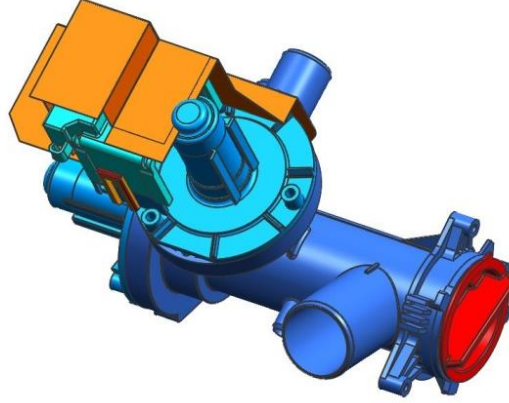
Şekil 1.12 : Gövde.

Çamaşırların tambur içerisine atıldıktan sonra gövde ön kısmındaki açıklığı kapatan eleman Şekil 1.13'teki makine kapağıdır. Kazana bağlı körük sayesinde burada tam bir sızdırmazlık sağlanır. Kapağın tam kapanmaması durumunda yıkamanın başlamaması için kapakta kilit mekanizması bulunur ve buradaki anahtar program kartıyla haberleşir.



Şekil 1.13: Makine kapağı.

Gövde alt kısmında, suyun tahliye edilmesini sağlayan Şekil 1.14'de görüldüğü gibi bir tahliye pompası ve kaba filtre bulunmaktadır. Kullanıcıların belirli aralıklarla filtreyi çıkarıp temizlemesi için ön gövdede bir açıklık da bulunmaktadır.



Şekil 1.14 : Tahliye pompası.

Tüm bu sistemin çalışmasını sağlayan elektronik kartlar gövdenin üzerinde, makine tuşlarının hemen arkasındaki yerde konumlandırılmıştır. Motorun çalışmasını kontrol eden motor kartı ise, arka alt köşede motora yakın yerlerde konumlandırılmıştır ve tüm sistem birbiriyle iletişim halindedir.

1.3.2. Sistemin çalışma prensibi

Çamaşır makinesi genel olarak; su alımı, yıkama, durulama, sıkma ve tahliye adımlarını kart içerisine yüklenmiş program yardımıyla gerçekleştirir. Su alımında, şebekeye bağlı selenoid vanalarından geçen su önce deterjan çekmecesine gelir ve buradaki deterjanı süpürerek kazana gider. Tambur üzerinde bulunan delikler, suyun kazandan tambur içine dolmasını sağlar ve bu şekilde çamaşırların su ile teması sağlanmış olur.

Tambur kazan içerisine iki adet rulman ile yataklanmıştır. Hareketini motor ve kayış-kasnak mekanizmasından alan tamburun dönmesiyle, içerisindeki çamaşırlar hareketlilik kazanır. Bu hareket, çamaşırların yıkanmasını sağlayan ana harekettir. Tambur içerisindeki kanatlar çamaşırın yukarı taşıyıp yukarı-aşağı yönde hareket kazanmasına yardım ederken, kapağın iç tarafındaki geometri çamaşırların ileri-geri hareket kazanmasını sağlar. Bu harekete yunuslama hareketi de denir.

Çamaşırlar tamburda su ve birbirleriyle temas ettikçe yıkama işlemi gerçekleşir. Yıkama işleminde program seçimine göre kazana birkaç kez su alınır. Yıkama işlemi

bittikten sonra kirli su tahliye edilerek durulama suyu kazanın içine alınır ve karıştırma işlemi tekrarlanır. Sonrasında sıkma işlemi tamburun yüksek devirlerde dönüp çamaşırların tambur çevresine yapışması ve suyun kazan içinde tahliye edilmesi ile gerçekleşir. Tahliye işlemi tahliye pompası vasıtasıyla sağlanır.

Günümüzde çamaşır makinelerinde sistemin kontrolünü sağlayan birçok yapı ve sensör bulunmaktadır. Bu yapı ve sensörler yıkama işlemi sırasındaki adımların doğru şekilde işlediğinden emin olma ve beklenmedik bir durumla karşılaşmamak için kullanılır.

Kazan içerisindeki suyun sıcaklığı, çalıştırılan programa göre farklılık gösterir. Suyu kontrollü ısıtmak için ise PTC veya NTC termistör sıcaklık sensörleri kullanılmaktadır. NTC termistörler, suyun sıcaklığı ile doğru orantılı olarak dirençleri azalan ve bu şekilde işlemciye su sıcaklığını bildiren elemanlardır.

Çamaşır makinelerinde en kritik durumlardan biri de kazan içerisine ne zaman su alınacağı ve tahliyenin ne zaman yapılacağıdır. Farklı programlarda, programların farklı adımlarında ve farklı yüklerde kazanın içerisine alınacak su miktarı farklılık göstereceğinden, içeri alınan suyun miktarını ölçmek son derece önemlidir. Su seviye sensörü de kazandaki suyun miktarını ölçmeye yarar. Kazandaki su, kazana bağlı olan sensörün içine dolar ve su yükseldikçe bu yapı içerisindeki şamandıra anahtara dokunarak sinyal yollar. Buradaki sinyal şebekeye bağlı su giriş vanalarının kapanmasını sağlar ve bu şekilde kazandaki su seviyesinin kontrolünü sağlamış olur.

Üst ve orta segmentteki hemen hemen tüm çamaşır makinelerinde otomatik yük algılama sensörü bulunur. Bu sensörün kullanılma amacı, makinenin istenilen yükte doldurulması ve yüklenen ağırlığa adapte olmasının sağlanmasıdır. Adaptasyondan kasıt, yüke bağlı olarak makinenin su ve deterjanı ayarlamasıdır. Bu sayede makine minimum deterjan ve su harcayarak optimum yıkamayı en düşük tüketimle sağlamış olur.

Yıkamada, yük ile birlikte çamaşırların kirliliği de önemli bir parametredir. Yıkama ve durulama suyunun kirliliğinin kontrol edilmesi, programın da yıkama ve durulama tekrarı için önemli bir girdidir. Bu nedenle kazanda, suyun kirlilik kontrolü kirlilik sensörü ile yapılır. Bu sensör üzerinde bir LED ve bir LDR bulunur. LDR, LED' den gelen ışığı kontrol ederek program kartına bilgi verir. Yıkama veya durulama suyu,

kirlendikçe bulanıklaşır ve ışığı daha az iletmeye başlar, LDR' ye gelen ışık azaldıkça da suyun kirlendiği bilgisi program kartına aktarılmış olur.[2]



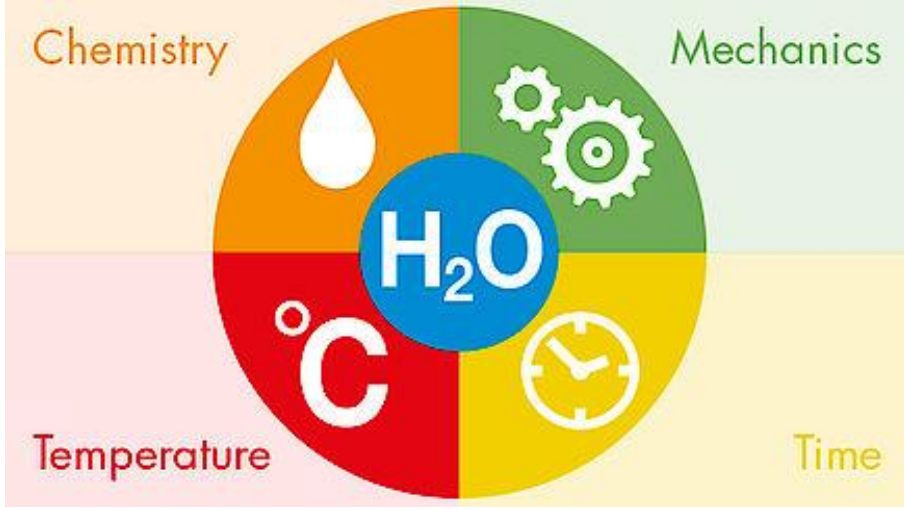
2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

2.1. Yıkama Performansının Artırılması ile İlgili Literatür Araştırması

Çamaşır makinelerinde yıkama performansını artıran birçok faktör bulunmaktadır. Bu faktörlerin bazıları deterjan üreticilerinin çalışma alanıyken, bazıları da kullanıcının çamaşır yıkama alışkanlıklarından kaynaklanan seçimlere bağlıdır. Çamaşıra kazandırılan hareket, zaman ve yıkama suyu sıcaklığı gibi etmenler ise çamaşır makinesi üreticilerinin algoritmalar ile sürekli geliştirdiği alanlardır. Üreticiler farklı tekstil tiplerine göre farklı tambur hareketleriyle yüksek yıkama performansını artırmaya çalışmaktadır. Bu sebeple çalışmanın bu kısmında, yıkama performansını artıracak mekanik etkileri inceleyen akademik çalışmalar incelenmiştir.

Johansson and P. Somasundaran'ın derlediği farklı temizleme ve kirden arındırma süreçlerinin anlatıldığı kitap incelenmiştir. Bu kitapta, etkileri ve parametreleri göz önünde bulundurulduğunda son derece karmaşık bir süreç olan temizleme sürecinin ev temizliği, kişisel bakım ve endüstriyel temizlik gibi farklı tipleri incelenmiştir.[3]

Wolfgang von Rybinski'in genel temizlik süreçleri ile ilgili olarak yaptığı çalışmada, fiziksel ve kimyasal temelli sistematik bir yaklaşım olan Sinner çevrimi üzerinde durulmuştur. Bu yaklaşımın Şekil 2.1'de görüldüğü gibi sıcaklık, mekanik, kimyasal ve süre olmak üzere dört temel elemanı bulunmaktadır. Herhangi bir yıkama olayında optimum yıkama prosesinin elde edilmesi için bu faktörlerin göz önünden bulundurulması gerektiğinden bahsedilmiştir.[3]



Şekil 2.1 : Sinner Çevrimi.

Bu çalışmalarda tüm yıkama süreçleri için genel parametrelerden bahsedilmiştir. Bu çıkarımla, çamaşır makinelerinde tekstile uygulanan mekanik hareket makine geometrisi, yıkama alanındaki elemanlar ve tamburun hareketine bağlı olduğu için bu alanlardaki iyileştirmeler makine üreticileri tarafından yapılmaktadır. Tezde yapılmak istenen de farklı mekanik hareketler ile yıkama performansını artırmak olacaktır.

Ahjin Lee, Moon Hwo Seo, Seungdo Yang, Joonseok Koh, ve Hyungsup Kim'in 2007'de yaptıkları deneysel çalışmada, çamaşır yıkama sürecinde tekstile uygulanan mekanik hareketin rolü incelenmiştir. Bu inceleme kapsamında deneysel bir aparat tasarlanarak hidrodinamik akış hareketi, tekstil esneme hareketi ve sürtünme hareketi olarak tanımladıkları üç tipte hareketin farklı tür lekeler üzerinde etkileri ile ilgili çeşitli testler yapılmıştır. Çalışma sonunda leke tipi ve lekenin tekstil üzerindeki durumunun öneminin yanı sıra özellikle karma lekelerde sürtünme hareketinin en etkili leke çıkarma hareketi olduğu sonucuna varılmıştır. Bu da sürtünmeye sebep olan hareketlerin leke çıkarmadaki etkisini gözler önüne sermiştir.[4]

Changsang Yun, Sohyun Park ve Chung Hee Park'ın yaptıkları deneysel çalışmada, önden yüklemeli çamaşır makinelerinde farklı tekstil hareketlerinin yıkama performansına etkisi incelenmiştir. Bir çamaşır makinesi içerisine, tekstil hareketinin takip edilmesi için yüksek hızlı kamera yerleştirilmiş ve 13 adet hareket indeksi elde edilmiştir. Yapılan gözlemlerde, tekstil hareketleri 4 kategoriye ayrılmış ve hareket indekslerine göre temizleme testleri yapılmıştır. Deney sonuçlarına göre farklı tipteki hareketlerin mekanik gücünün tek bir harekete kıyasla çok daha güçlü olduğu

görülmüştür. Tekstil ve tambur arasındaki hız farkının mekanik güç için önemli bir faktör olduğu ortaya koyulmuştur. Bu çalışmadan çıkarımla, farklı hareketlerin leke çıkarmaya olan etkisinin yanında bu hareketlerin beraber uygulanmasının önemi göz önünde bulundurulacaktır. Yapılacak tasarımda da eklenen hareketin diğer hareketlere engel olmamasına dikkat edilecektir.[5]

C. MacNamara, A. Gabriele, C. Amador ve S. Bakalis tarafından 2012'de yapılan araştırmada, önden yüklemeli bir çamaşır makinesinde tekstil hareketlerini gözlemlmek için radyoaktif olarak etiketlenmiş bir parçacığın algılanmasını sağlayan bir yöntem olan PEPT kullanılmıştır. Bu yöntem ile tekstilin yıkama sürecindeki mekanik hareketleri incelenmiştir. Farklı tambur hareketleri ve makine tasarımının tekstile etkisi üzerinde durulmuştur.[6]

Adine Gericke' in yaptığı çalışmada, yıkamada tekstil hasarına sebep olan önemli etkenlerden birinin de tamburun mekanik hareketi olduğu saptanmıştır. Farklı makine ve tambur tipleriyle yapılan deneyler, tekstillerin tambur hareketlerine uzun süre maruz kalması yıpranma faktörlerini artırarak ömürlerini kısalttığını göstermiştir. Aynı şekilde uzun yıkama çevrimlerinde tekstiller kimyasal ve mekanik etkilere daha uzun süre maruz kaldığından yıpranma faktörleri artmaktadır.[7]

Bu çalışmada mekanik etkinin yıkama performansını iyileştirmesinin yanında yıpratıcı etkisi olduğu da görülmüştür. Yapılacak tasarımın her programda çalışması olumsuz etkilere sebep olabileceğinden vorteks kanadın dönmesinin program algoritmasıyla haberleşmesi yararlı olacaktır. Bu konu alternatifler çalışılırken değerlendirilecektir.

2.2. Enerji İletim Metotları ile İlgili Literatür Araştırması

Temel problemimiz en yalın haliyle, dönme hareketinin sağlanması şeklinde açıklanabilir. Bu dönme hareketinin sağlanması için ya içerideki mevcut mekanik hareketin aktarılması ya da bir motor yardımıyla yeni bir hareketin oluşturulması gerekmektedir.

Makine içerisindeki mevcut mekanik hareketin dönel yapıya aktarılması için doğru iletim yöntemlerini bulmak ve optimize etmek gerekir. Bunu yaparken de mevcuttaki sistemi bozmamak önemlidir. Mevcut sistemde sabit olan kazan içerisindeki tambur, kazan ekseninde bir dönme hareketi yapmaktadır. Vorteks kanat üzerindeki yapının

bu eksen ile çakışık bir eksende dönmesi istenmektedir. Bunun için kesişen eksenler arasında hareket iletimine olanak sağlayan sistemlerin incelenmesi gerekmektedir.

Konik dişliler kesişen eksenler arasında hareket iletimini sağlayan elemanlardır. Bu dişliler, miller arasındaki hareketi iletmek ile birlikte gerektiğinde hız dönüşümünün sağlanması gerektiği durumlarda da kullanılırlar. Düz, helisel ve konik dişli çark mekanizmaları şeklinde farklı diş geometrisine sahip tipleri bulunmaktadır.[8]

Sürtülmeli çarklar, hareket iletiminin yüzeyler arasındaki sürtünme sayesinde sağlandığı çarklardır. Sürtülmeli çarklarda hareketin doğru şekilde gerçekleşmesi için çarklar arasında izafi bir kayma hareketinin olmaması gerekmektedir. Hareketin doğru şekilde gerçekleşmemesi durumunda çarklar birbiri üzerinde kayarak hareket iletimi sağlanamamış olur.[9]

Dönel yapının hareketi motor ile sağlanmak istendiğinde, motorun bu sulu ve hareketli ortamda çalışmasına olanak sağlayan elektrik enerjisinin aktarılma problemi ile karşı karşıya kalınmaktadır. Elektrik enerjisinin aktarılma yöntemini en temel şekilde, temaslı ve temassız enerji aktarımı olarak ikiye ayırabiliriz. Temaslı enerji aktarımı kablolar ve temaslı konektörler ile sağlanmaktadır. Sabit bir yapıdan hareketli bir yapıya enerji iletilmesinde ise elektromekanik bir ürün olan kontak bilezikleri kullanılmaktadır.

Temaslı kontak bilezikleri, dönel bir yapıdan sabit bir yapıya veya sabit bir yapıdan dönel bir yapıya enerji aktaran konnektör yapılarıdır. Temaslı kontak bileziklerinin, metal fırça ve metal bilezik olmak üzere iki ana elemanı bulunmaktadır. Uygulamanın kullanılacağı alana göre fırça veya bilezikten biri mil ile beraber dönerken diğeri hareketsiz bir konuma sabitlenir. Metal fırça, metal bileziğe sürekli veya kesintili sürtünerek elektrik enerjisini aktarır.

Temassız enerji aktarımı, iletken malzemeler olmadan elektriksel alan yardımıyla enerjinin transfer edilmesidir. Kablolulu bağlantı kullanmanın elverişsiz olduğu durumlarda kullanılırlar.

Manyetik kaplinler tork, kuvvet veya hareketi bir dönen elemandan diğesine ileten, temassız kaplinlerdir. Aktarım herhangi bir fiziksel birleştirme olmadan, aralarında manyetik olmayan bariyer bulunan manyetik disk veya rotor çifti arasında gerçekleşir. En basit terimlerle manyetik kaplinler, karşıt manyetik kutupların

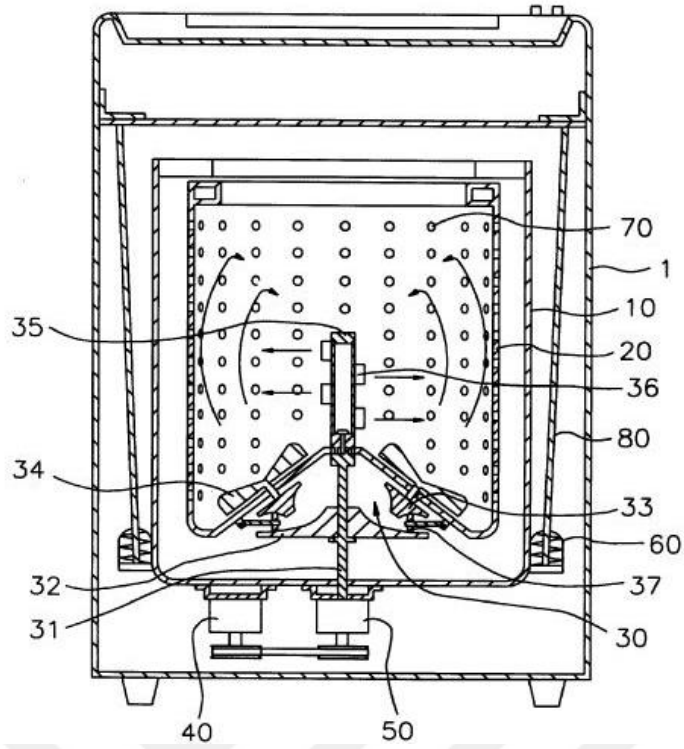
birbirlerini çekmesi prensibi ile torku bir merkezden diğerine iletir. Farklı çap, devir, kanal sayısı, akım veya voltaj değerlerine göre farklı tiplerde ve boyutlarda üretilebilmektedir. [10]

T. Bieler, M. Perrottet, V. Nguyen ve Y. Perriard, bir matkap makinesine yeni fonksiyonlar yüklemek için temassız enerji ve bilgi aktarımı üzerine deneysel çalışmalar yapmıştır. Farklı bobin geometrileri üzerine çalışarak bobinler arasındaki karşılıklı indüktansı azaltmaya çalışmışlardır. Tasarladıkları yeni sistemin, zorlu çalışma şartlarında son derece sağlam, düşük maliyetli ve akıllı enerji transferini mümkün kıldığı gözlemlenmiştir.[11]

2.3. Patent Araştırmasının Yapılması

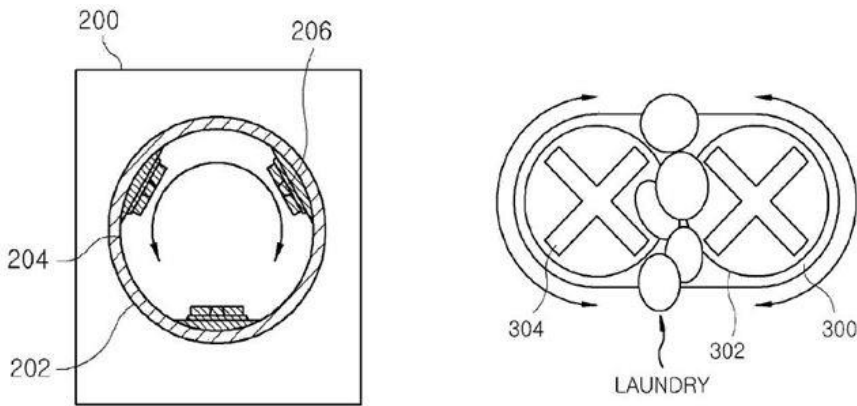
Çalışmanın bu bölümünde kanat üzerinde dönel bir yapının hareket ettirilmesi ile ilgili patent araştırması yapılmıştır. Araştırma yapılırken çamaşır makinesine ait D06F IPC kodu ile anahtar kelimeler üzerinden gidilmiştir. Aşağıda konu ile ilgili görülen patentler bulunmaktadır.

US5950460 numaralı DAEWOO firmasına ait patent dokümanında, Şekil 2.2' deki gibi üstten yüklemeli bir çamaşır makinesinde piramit şeklinde tasarlanan taban üzerindeki agitatorün alt kısımlarına pervane yapılarının yerleştirilmesi tarif edilmektedir. Bu pervanelerin hareketi agitatorün hareketine bağlıdır ve hareket iletimi sürtünmeli çarklar ile sağlanmıştır. Çamaşıra ek mekanik hareket sağlamak için yerleştirilen bu pervane yapıları vorteks kanat ile aynı amaca sahip olsa da, makine tipi, dönel parçanın yapısı ve tambur üzerindeki konumu farklıdır. Ayrıca pervanenin hareket mekanizmasının önden yüklemeli makinelerde kullanılması uygun değildir. Bu patentin geçerliliği de 2003 yılında sona ermiştir.[12]



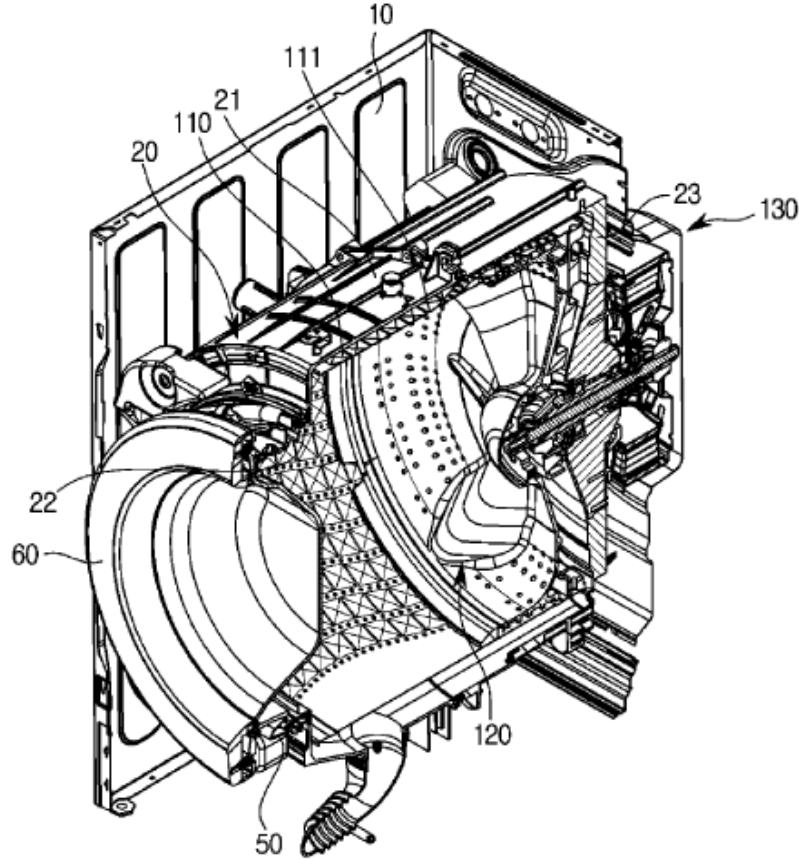
Şekil 2.2 : US5950460 numaralı DAEWOO firmasına ait patent görseli.

EP2966212B1 numaralı DAEWOO firmasına ait patent dokümanında, Şekil 2.3' de görüldüğü gibi kanat üzerine yerleştirilen pervane yapıları tarif edilmektedir. Her bir kanatta en az iki adet pervanenin bulunduğu ve çamaşırların bu pervanelerin arasında sıkıştırılarak çitilenmesinin sağlandığı anlatılmaktadır. Patentin alt istemlerinde, pervanelerin çamaşırların etkisiyle ya da ayrıca iç tankın dışına yerleştirilen bir motor tarafından döndürülebileceği söylenmektedir. Uygulamanın vortex kanattan farkı kanat üzerinde en az 2 pervaneye sahip olmasıdır. Enerji aktarım metodu da alternatifler oluşturulduğunda ve detay tasarım yapıldığında gözden geçirilecektir.[13]



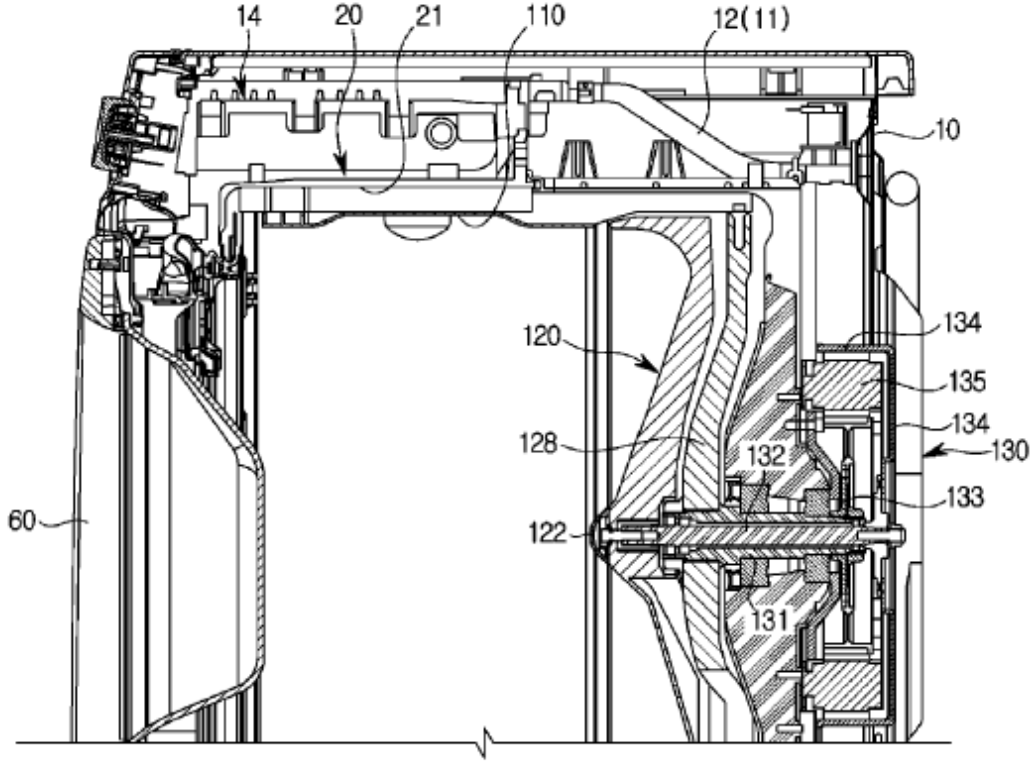
Şekil 2.3 : EP2966212B1 numaralı DAEWOO firmasına ait patent görseli

WO2018016733 numaralı SAMSUNG ELECTRONICS CO LTD firmasına ait patent dokümanında, tambur arkasındaki bir titreştirici dönel eleman tasarımı ve bu elemanın tahrik sisteminden bahsedilmiştir. Tambur içerisine ayrı bir yapı montajlanmamış, tambur arka sacı hareket ettirilmiştir. Dönel elemanın tahrik sistemi taburun tahrik sisteminden bağımsızdır, bu sayede dönme yönü ve hızı farklılaştırılarak yıkama performansının artırılması mümkün kılınmıştır. Yıkama performansının artırılması da yıkama süresini azaltacağı öngörülmüştür.[14]

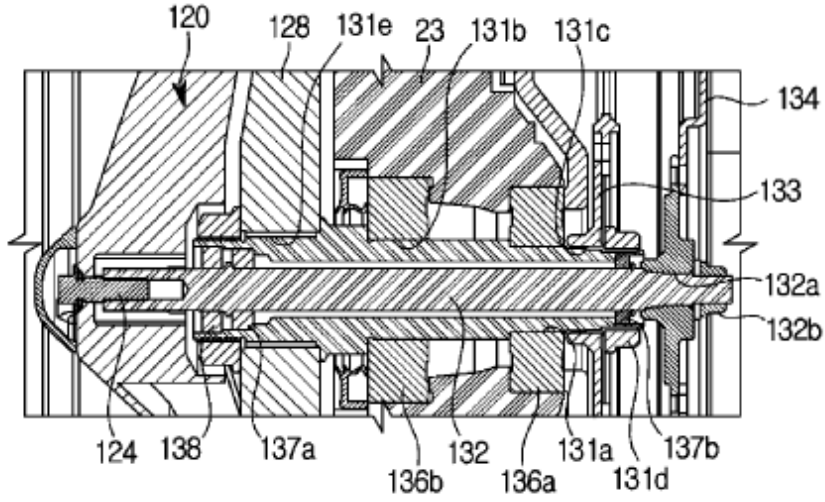


Şekil 2.4 : WO2018016733 numaralı SAMSUNG ELECTRONICS firmasına ait patent görseli

Sistemin tahrik mekanizması, Şekil 2.5’deki gibi tambur arkasında bir stator, stator içerisinde bir rotor ve stator dışında bir rotordan oluşur şeklinde tarif edilmektedir. Bu iki rotor, iki ayrı motor ve kayış kasnak sistemi ile tahrik edilmektedir. Mil içerisine konumlandırılan ikinci bir mil ile tambur arka sacının hareket ettirilmesi sağlanmıştır. Vorteks kanat konseptinde hareket ettirilen parçanın kanat üzerinde olması Vorteksi patentteki sisteminden ayırır. Tahrik mekanizması alternatifleri oluşturulurken patentteki durum göz önünde bulundurulacaktır.[14]



[E5]



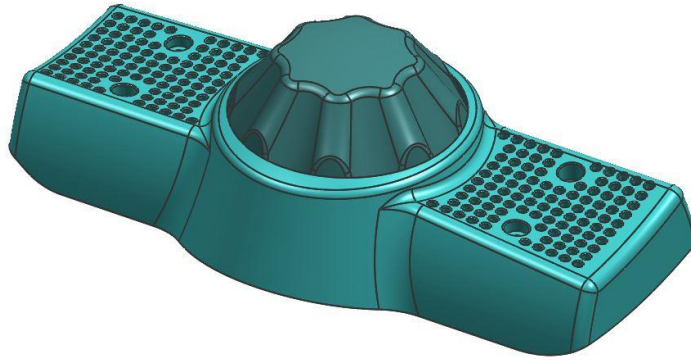
Şekil 2.5 : WO2018016733 numaralı patent görseli tahrik sistemi kesit görüntüsü.

3. TASARIM ALTERNATİFLERİNİN BELİRLENMESİ

3.1. Vorteks Kanat

Mekanik etkiyi artıran önemli yapılardan biri olan kanat, çamaşır ile sürekli temasta olması, tambura sonradan takılabilmesi ve tüm tambur tiplerinde kullanılması sebebiyle değiştirilmesi ve geliştirilerek faydasının yaygınlaştırılması görece kolay bir yapıdır.

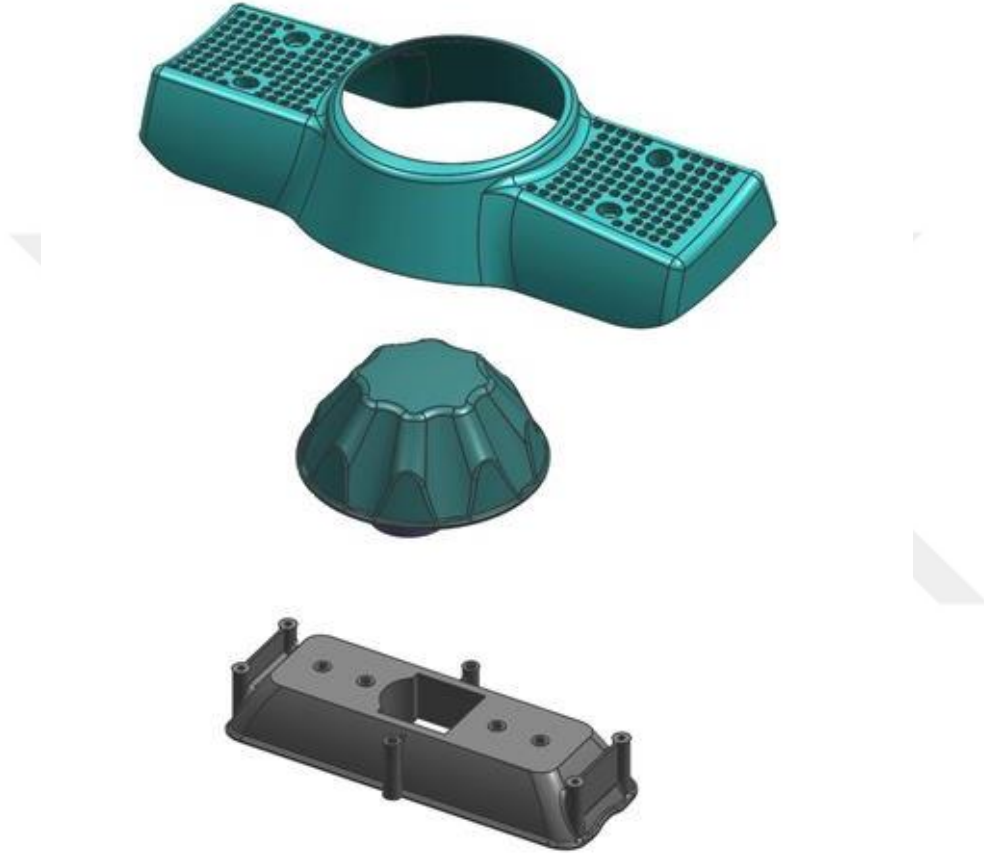
Çamaşırın, tambur eksenini boyunca da hareket ettirilmesi için kanadın tüm yapısı hareket ettirilebilir veya çok parçalı hale getirilerek belirli bir kısmı hareketli tasarlanabilir. Bu hareketi sağlamak için, kanada bir DC motor yerleştirilebilir veya makinedeki mevcut hareketler dönel yapıya aktarılabilir. Bu şekilde bir hareketin mümkün olabilmesi için vorteks kanatta mevcut kanat yapısı, tek parçalı halden çok parçalı hale getirilmiştir. Şekil 3.2'de görüldüğü gibi 'Vorteks kanat' olarak adlandırdığımız kanat yapısında bir tambura bağlantıyı sağlayan sabit parça, hareketli dönel yapı ve sistemin üst kısmına konumlandırığımız kapak parçası bulunmaktadır.



Şekil 3.1 : Vorteks kanat.

Şekil 3.2' te görüldüğü gibi sabit parçada, mevcut kanatlardaki gibi vida bağlantı uzantıları ve kapak parçasının vida bağlantı uzantılarının konumlanacağı delikler bulunmaktadır. Kapak parçasında, dönel yapının konumlanacağı boşluk, mevcut kanatta olduğu gibi suyun boşalmasını sağlayan delikler ve sabit parçanın

montajlanmasını sağlayan delikler yer almaktadır. Dönel parça ise hem çamaşırı tambur içerisinde döndürebilecek büyüklükte hem de çitileme etkisini verebilecek geometride tasarlanmıştır. Bu çalışma konsept doğrulama çalışması olduğundan, kanat motor ile döndürülecek ise kanadın içerisine yerleştirilecek DC motorun sızdırmazlığı mil kısmında o-ring ile, diğer kısımlarında motorun bulunduğu hacme reçine dökülerek sağlanacaktır.



Şekil 3.2 : Vorteks kanat montaj parçaları.

3.2. Tasarım Kriterlerinin Belirlenmesi

Bu aşamaya kadar tasarım kriterlerinin belirlenmesi için çamaşır makinesi incelenmiş, pazarlama ve kullanıcı araştırmaları yapılmış, benchmark çalışması ve patent araştırması yapılmış ve literatürdeki teorik ve deneysel sonuçlar incelenmiştir. Yıkama performansının artırılmasını sağlayan vorteks kanat tasarımının çalışması için tambur içerisine hareketin aktarılması, aktarılan bu hareketin kesintisiz, verimli ve güvenli olması ve bu sistemin sızdırmazlık problemi yaşamaması gerekmektedir. Bunun için çalışmanın geri kalanında, sistem problemlerini çözüme kavuşturan

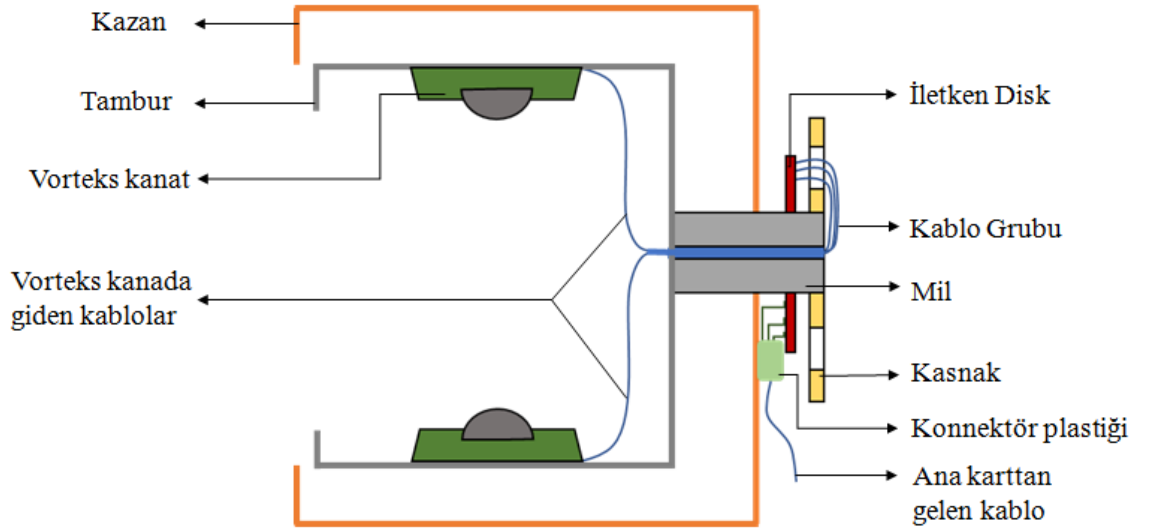
çeşitli alternatif çözümler ortaya koyulacak, teknik değerlendirmenin ardından seçilen konseptin detaylı tasarım çalışması yapılacaktır.

3.2.1. Çözüm prensipleri

Enerji aktarımının sağlanması için üç alternatif çözüm önerilmiştir.

3.2.1.1. Alternatif I

Enerjinin aktarılması için önerilen ilk alternatifte, vorteks kanadın içerisine bir DC motor yerleştirilmiştir. Sistemin DC motor ile sürülmesi için enerji aktarımı en geleneksel yöntem olan kablo ile sağlanmıştır. Şekil 3.3'de görüldüğü gibi enerji makine ana kartından, kablo ile kazan arka kısmına sabitlenmiş konnektör plastiğine, buradan da fırça konnektörlere aktarılmıştır. Fırça konnektörler mile bağlı döner bir diske temas halindedir ve disk döndüğünde temas kesilmez, enerji aktarılmaya devam eder. Disk üzerindeki kablolar enerjiyi, mil içerisine açılmış delikten tambur içerisine taşımış olur. Bir ya da birkaç farklı sinyal, bu iletim yolu ile iletilebilir. Enerji miktarı kablo ve konnektör seçimi ile artırılıp azaltılabilir. Bu durum, içeride çalıştırılacak motorun gücünü direkt olarak etkileyeceğinden çamaşıra verilmek istenen hareket artırılıp, yıkama performansının iyileştirilmesinde önemli bir kriter olacaktır.



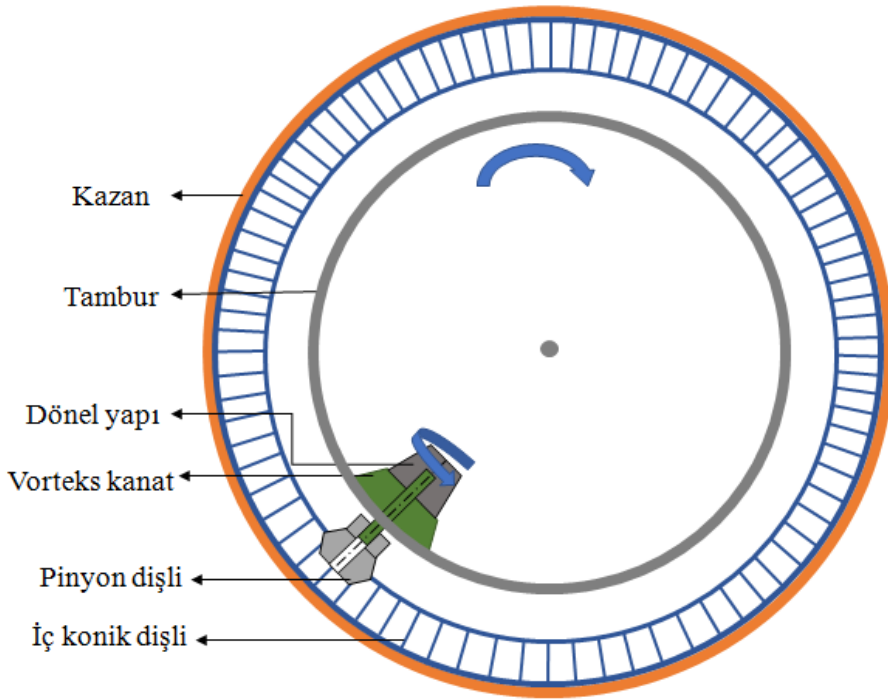
Şekil 3.3 : Alternatif I.

Bu alternatifte dönel yapının dönmesini kontrol eden kart, makine ana kartı olacağından yıkama programları ile dönel yapının haberleşmesi sağlanabilecektir.

Belirli programlarda vorteks kanadın dönmemesi veya farklı hız ve yönlerde dönmesi sağlanabilecektir.

3.2.1.2. Alternatif II

Bu alternatifte, vorteks kanat dönel parçasının hareketi ek bir enerji ile değil, tamburun dönüş hareketinin kanada aktarılması ile sağlanmıştır. Bu aktarım Şekil 3.4' deki gibi konik dişli çiftleri ile sağlanır. Dönel yapının içerisindeki mil tamburun dışında bir pinyon konik dişliye bağlıdır, dişli ve dönel yapı beraber hareket eder. Pinyon konik dişli, sabit olan kazanın iç kısmına yerleştirilecek bir çevresel konik dişli ile beraber çalışır. Tambur döndükçe pinyon konik dişli, çevresel konik dişli üzerinde hareket eder ve dönel yapıya hareket kazandırır.



Şekil 3.4 : Alternatif II.

Bu uygulamada, dönel hareket mevcut hareketten beslendiği için herhangi bir ek enerjiye ihtiyaç duyulmamaktadır. Ayrıca sisteme eklenen tüm elemanlar kazan sınırları içerisinde olduğu için sızdırmazlık problemleri de yaşanmayacaktır.

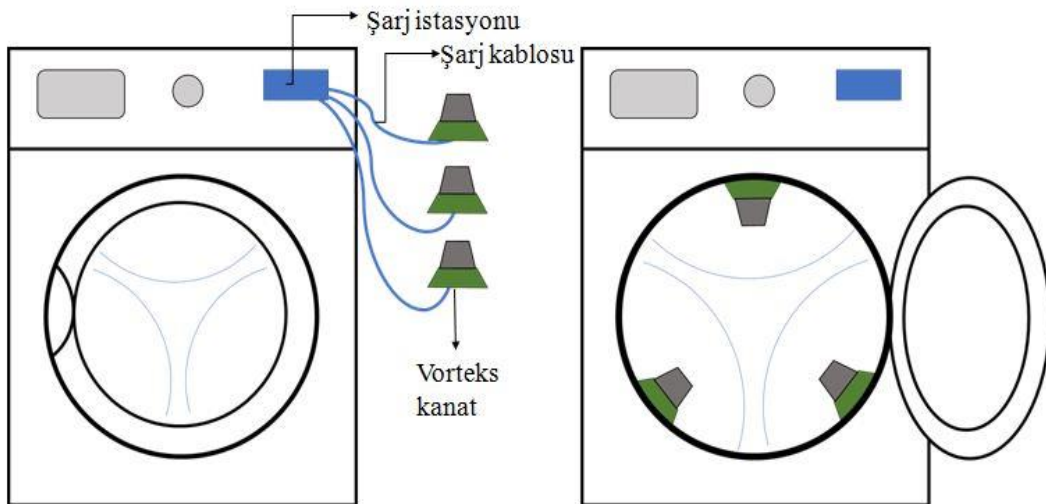
Bu tip bir uygulamada çözülmesi gereken problemleri, dişli çiftinin çalışmasından kaynaklanan gürültü ve sistemin deterjanlı suya ve sarsıntıya karşı dayanımının artırılması şeklinde sıralayabiliriz. Ayrıca sistem, sıkma adımında yüksek devirlerde dönen tambur hareketine uyum sağlayabilmelidir.

3.2.1.3. Alternatif III

Üçüncü alternatifte kanat içerisindeki dönel yapı yine DC motor ile döndürülmektedir. Ancak DC motora aktarılan enerji makine içerisinde gelmemektedir. Vorteks kanadın içerisine yerleştirilen DC motor ile birlikte batarya ve elektronik devre de yerleştirilmiştir. Bu sistem enerji depoladıktan sonra kendi kendine yetebilen bir sistem olarak tasarlanmıştır. Dönel yapının hareketi artık makine hareketi ve program tipinden bağımsız olarak çalışmaktadır. Kanat üzerinde bataryanın doluluk seviyesini gösteren bir gösterge de bulunmaktadır.

Mevcut üretimlerde kanat, kazan kaynak montajı yapılmadan önce tambur içerisine tırnak ve vidalar ile tutturulmaktadır. Bunun sebebi, üretimde montajı yapılırken konumunun sürekliliğini hem tırnaklar ile hem de vida bağlantısı ile sağlamaktır. Ayrıca bu bağlantı tamburun dış yüzeyinden yapılmaktadır ve bu şekilde tırnak çıkıntılarının ve vida başlarının çamaşıra temas etmesi önlenir. Özellikle sıkma sırasında yüksek devirlere çıkan tambur ve kanat bağlantısı, üzerine gelen yüksek kuvvetlere makine ömrü boyunca dayanmak zorundadır.

Bu konsept alternatifinde kanadın, içerisindeki bataryanın şarj olabilmesi için Şekil 3.5'deki gibi tambur içerisinden belirli aralıklarla çıkarılması gerekmektedir. Bunun için vorteks kanat, tamburun iç yüzeyinden tırnaklar veya vidalar ile çıkarılıp takılabilen bir yapıya sahiptir.



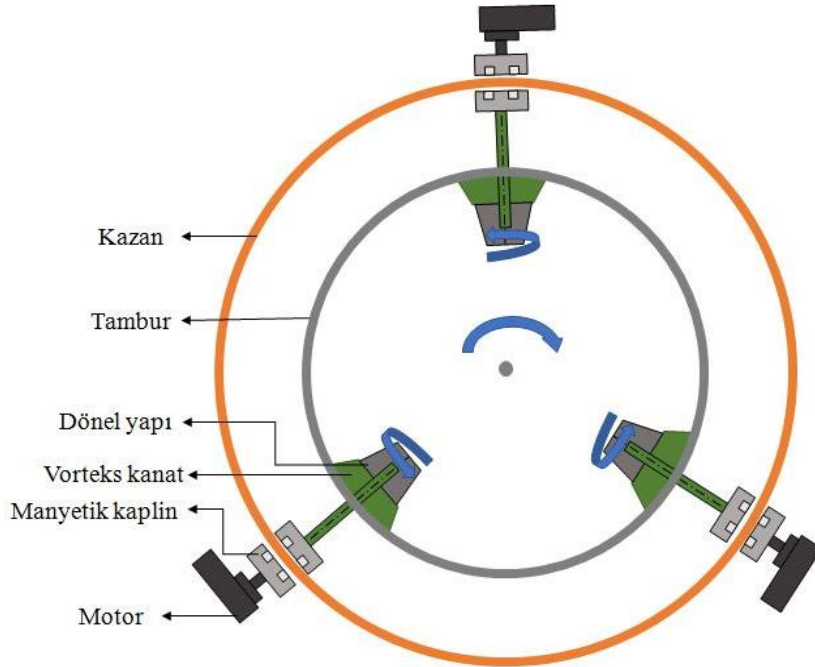
Şekil 3.5 : Alternatif III.

Kullanıcı kanadı çalıştırmak istediğinde, önce şarj istasyonundaki adaptöre bağlayıp belli bir süre şarj edecektir. Daha sonra kanadı çalıştırıp tambur içerisine yerleştirecektir.

3.2.1.4. Alternatif IV

Son alternatifte vorteks kanadın hareket ettirilmesi yine bir DC motor ile sağlanmıştır. Bu alternatifin diğer alternatiflerden farkı, motorun konumlandığı yerdir. Şekil 5.4'de olduğu gibi motorlar kanat içerisine değil, kazanın dışındaki belirli noktalara yerleştirilmiştir. Motorların dönme hareketlerini kanat üzerindeki dönel yapıya aktarması manyetik kaplin ile sağlanır.

Manyetik kaplin çiftlerinden biri motora bağlıyken diğeri vorteks kanat üzerindeki dönel yapıya bağlıdır. Yıkama programı sırasında tamburun kazana göre konumu algılanır. Algoritmada belirlenen aralıklarla kanat içerisindeki manyetik kaplin ile motora bağlı manyetik kaplinler eşleşir ve tamburun konumu sabitlenir. Bu şekilde vorteks kanattaki dönel yapılara dönme hareketi iletilmiş olur.



Şekil 3.6 : Alternatif IV.

Bu şekilde çalışan bir sistemde, motor kazanın dışından konumlandırıldığı için sızdırmazlık problemleri yaşanmamış olur.

Sistemin hedeflendiği gibi çalışabilmesi için motorun konumu ile kanatların konumunun doğru bir şekilde eşleştirilmesi önemlidir. Enerji aktarımının verimli olması da dikkat edilmesi gereken bir husus olacaktır.

3.2.2. Fayda değer analizi

Alternatifler arasında objektif bir seçim yapmak amacıyla bir fayda değer analizi yapılmıştır. Bunun için öncelikle temel hedefler belirlenmiştir. Temel hedeflerin alt hedeflere kırınımı yapıldıktan sonra sistem gereksinimleri, literatür araştırmaları ve kullanıcı faydaları göz önünde bulundurularak ağırlıkları belirlenmiştir.

Belirlenen temel hedefler aşağıdaki gibidir:

- Fonksiyonellik
- Verim
- Uygulanabilirlik

Vorteks kanada enerjinin taşınıp dönel parçanın hareket ettirilebilmesi temel gereksinim olup, enerji türünden bağımsız olarak istenilen değerlerde enerjinin aktarılması önemli bir kriterdir. Bu açıdan enerji aktarım yönteminin güvenilir olması gerekmektedir. Ayrıca bu yöntem sunulurken müşterinin iş yapış şeklini kolaylaştırmalı ve bu eylemi gerçekleştirirken fazladan iş yapmasının önüne geçilmelidir.

Beyaz eşyalarda verimlilik, enerji sınıfının ve etiketlendirmelerin rekabette önemli bir farklılaşmaya sebep olması ve 3 kilogramın üzerindeki çamaşır makinelerinin A seviye üzerinde etikete sabit olması gerekliliği sebebiyle, önemli bir kriter olacaktır.[15]

Uygulanabilirlik, mühendisliğin temel tasarım kriterlerinden olup sistemin hem üretilebilirlik hem de montajlanabilirlik yönlerinden uygun olması önemli bir kıstastır. Sistemin sorunsuz çalışabilmesi için deterjanlı su ortamında çalışabilecek bir alternatifin seçilmesi önemli olacaktır. Sistemin sızdırmazlık problemi yaşamaması da gerekmektedir.

Tasarlanan yeni sistem, mevcut sistemin çalışma şeklini bozmamalı ve adaptasyonu kolay olmalıdır. Ayrıca boyutsal olarak mevcut sistemin sınırlarında, tolere edilebilir büyüklükte olması avantajlı olacaktır.

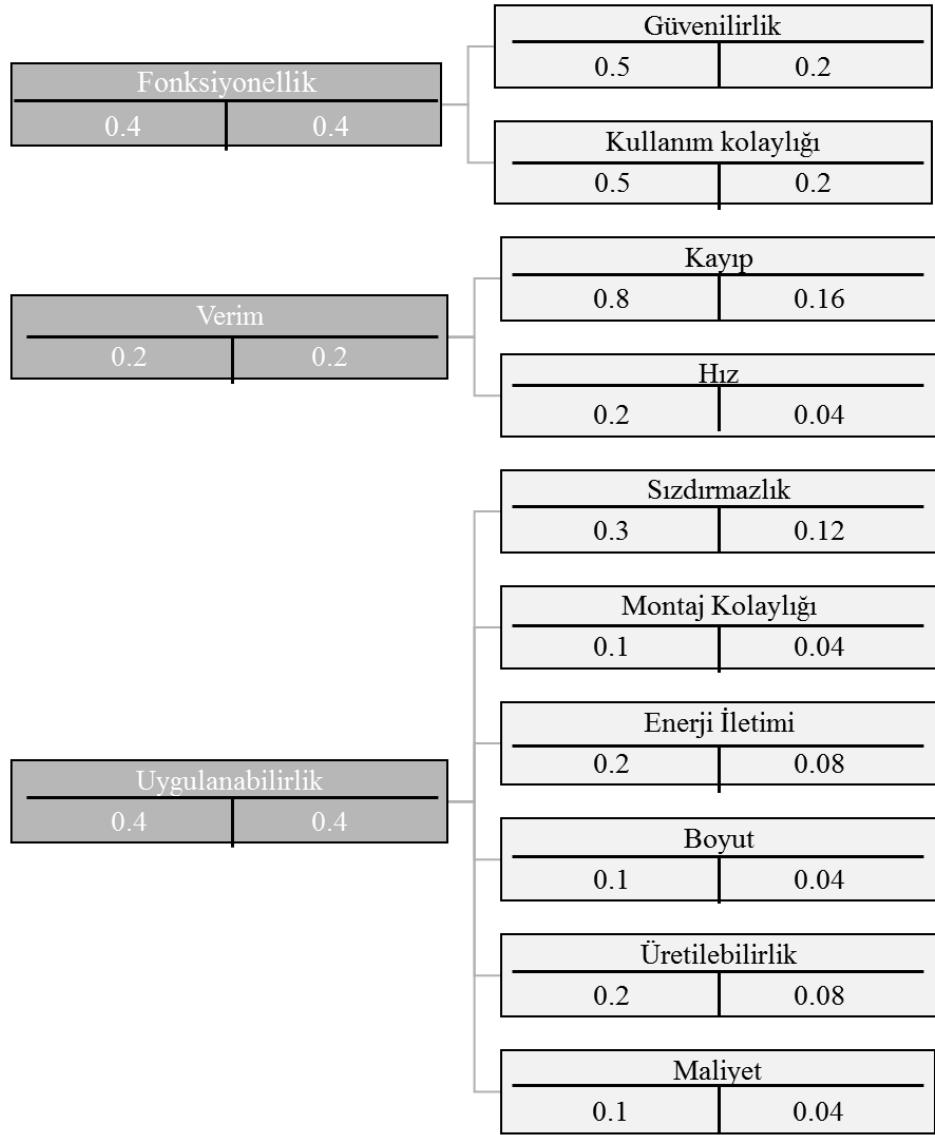
Tüm mühendislik çalışmalarının, tasarım ve üretim faaliyetlerinin ekonomik sınırlar içerisinde yürütülmesi gerekmektedir. Özellikle söz konusu çalışma kullanıcı ile birebir etkileşime giren, ev kullanımına yönelik ürünler ile ilgili olduğunda büyük bir satın alma kriteri olan maliyetin iyi çalışılması gerekmektedir.

Tüm bu veriler ışığında temel hedeflerin alt kırımlarını Çizelge 3.1' de ki gibi belirlenmiştir.

Çizelge 3.1 : Temel hedefler ve alt hedefler.

Temel Hedefler	Alt Hedefler
Fonksiyonellik	Güvenilirlik Kullanım kolaylığı
Verim	Kayıp Hız
Uygulanabilirlik	Sızdırmazlık Montaj kolaylığı Enerji iletimi Boyut Üretilebilirlik Maliyet

Sistem gereksinimlerine göre de alt hedeflerin ağırlıkları Şekil 3.7'deki gibidir.



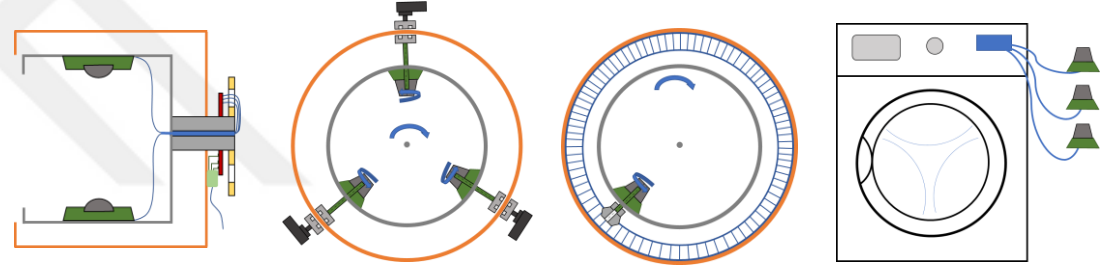
Şekil 3.7 : Alt hedefler ve ağırlıkları.

Konseptlerin alt hedeflere göre birbirleriyle kıyaslanabilmesi için hedef büyüklükleri matrisi oluşturulmuştur. Fayda değer analizine göre her bir hedefe 1'den 10'a kadar puan verilmiştir. Bu puanlar ve anlamları Çizelge 3.2' de gösterilmiştir. [16]

Çizelge 3.2 : Değer puanları ve anlamları.

Puan	Anlamı
0	kesinlikle işe yaramaz
1	yetersiz
2	zayıf
3	kabul edilebilir
4	yeterli
5	tatmin edici
6	iyi olmaya yakın
7	iyi
8	çok iyi
9	ihhtiyaçtan iyi
10	ideal

Hedef büyüklükler matrisi kullanılarak her bir hedefe tarafsız bir yaklaşımla puan verilebilmesi için oylama, birden çok akademik disiplini içeren bir grup ile yapılmıştır. Bunun sonucunda puanlara ve ağırlıklara göre bir hedef büyüklükleri matrisi Şekil 3.8' deki gibi oluşturulmuştur.



HEDEF KRİTERLERİ		Hedef Ağırlıkları	Alternatif I		Alternatif II		Alternatif III		Alternatif IV	
			Değer	Ağırlık	Değer	Ağırlık	Değer	Ağırlık	Değer	Ağırlık
Fonksiyonellik	Güvenilirlik	0,2	7	1,4	4	0,8	7	1,4	5	1
	Kullanım kolaylığı	0,2	8	1,6	8	1,6	8	1,6	2	0,4
Verim	Kayıp	0,16	8	1,28	3	0,48	7	1,12	6	0,96
	Hız	0,04	8	0,32	7	0,28	4	0,16	7	0,28
Uygulanabilirlik	Sızdırmazlık	0,12	7	0,84	8	0,96	9	1,08	4	0,48
	Montaj kolaylığı	0,04	5	0,2	5	0,2	6	0,24	6	0,24
	Enerji İletimi	0,08	7	0,56	5	0,4	6	0,48	6	0,48
	Boyut	0,04	8	0,32	4	0,16	5	0,2	3	0,12
	Üretilebilirlik	0,08	6	0,48	2	0,16	2	0,16	2	0,16
	Maliyet	0,04	5	0,2	2	0,08	2	0,08	3	0,12
			$\Sigma =$	7,2	$\Sigma =$	5,12	$\Sigma =$	6,52	$\Sigma =$	4,24

Şekil 3.8 : Hedef büyüklükleri matrisi.

Hedef büyüklükleri matrisine göre alternatiflerin toplam ağırlıkları şu şekildedir;

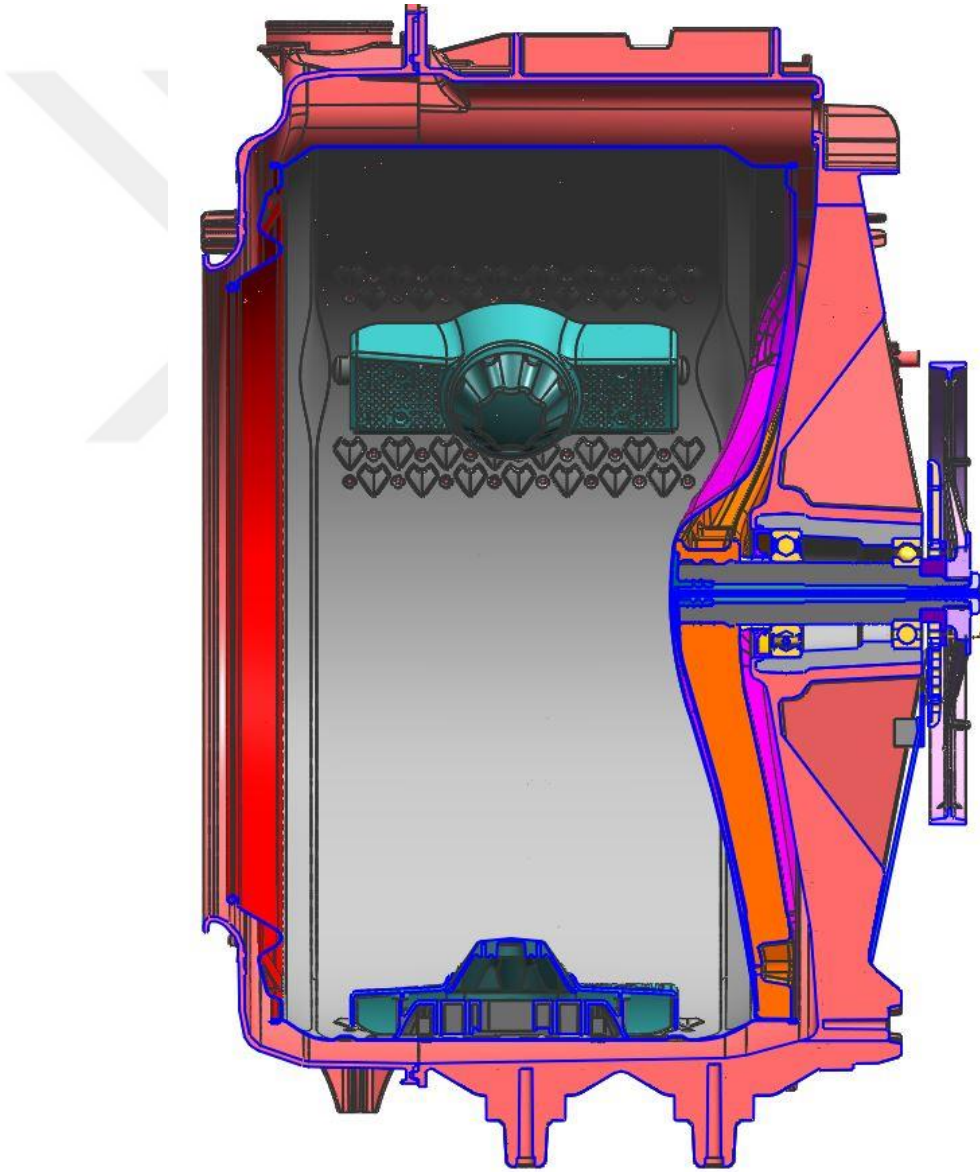
- Alternatif I : 7,2
- Alternatif II : 5,12
- Alternatif III : 6,52
- Alternatif IV : 4,24

Fayda değer analizi sonucuna göre alternatif I 7,2 puanla hedefleri en çok karşılayan çözüm olmuştur. Bu alternatifi diğer alternatiflerden ayıran en belirgin özellikler sistemin güvenilirliği, kayıpların az olması ve boyutsal olarak mevcut sistem sınırlarında çalışabilmesidir.

Konseptin seçilmesinin ardından tasarımın şekillenebilmesi için vorteks kanat detaylandırılarak kanat içerisine yerleştirilecek motor belirlenecektir.

4. SEÇİLEN ÇÖZÜMÜN DETAY TASARIMI

Değerlendirme sonucunda seçilen alternatifin detay tasarımı Şekil 4.1' deki gibi yapılmıştır. Konseptin uygulanacağı makine 8 kg yıkama kapasiteli tahrik grubuna sahip bir makine olarak belirlenmiştir. Mevcut tahrik grubu üzerinde gerekli parçalarda değişiklikler yapılarak yeni tasarım adapte edilmiş ve sistemin çalışır prototipi hazırlanmıştır.



Şekil 4.1 : Mil içerisinde enerji taşınması genel görünüş.

Seçilen bu konsept ile makine ana kartından gelen enerji tambur içerisindeki motoru doğrudan harekete geçirebilecektir. Bunun bir avantajı da makine ana kartı ile vorteks kanadının içerisindeki motorun yıkama sırasında haberleşebilmesidir. Bu şekilde, yıkama programı ve adımına göre kanadın dönme şekli belirlenebilecektir.

Hassas çamaşırların mekanik harekete daha az maruz kalması için özel algoritmalar geliştirilmiş ve geliştirilmektedir. Hassas çamaşırlar için mekanik hareketin az, su hareketinin fazla olduğu programlar üzerine çalışılmaktadır.

Kanat içerisindeki motor ile makine ana kartının haberleşmesi sayesinde, kullanıcının seçtiği program ile birlikte vorteks kanadın çalışma modu da değişebilecektir. Hassas çamaşırlarda dönel parçalar hareketsiz kalacak ve kanat, mevcuttaki gibi su alma ve çamaşırı kaldırma işlevini yerine getirecektir. Lekeli çamaşırlarda ise vorteks kanat, çitileme etkisi yaratacak şekilde sürekli tek yöne veya belirli aralıklarla sağa sola dönme gibi hareketler ile yıkama performansını artıracaktır. Bu şekilde kullanıcının seçtiği programa göre vorteks kanadın da dönme şekli değişecek ve kullanıcılara daha kontrollü bir yıkama algoritması sunulacaktır.

4.1. Motor Seçiminin Yapılması

Vorteks kanadın hangi yıkama programlarında çalıştırılacağı da tasarım aşamasında kanat üzerine binecek yükün belirlenmesi için önemli olacaktır. Çamaşırların uzun süre mekanik harekete maruz bırakılmasının tekstil hasarına yol açtığı bilinmektedir [7]. Bu sebeple vorteks kanadın hassas programlarda çalıştırılmaması ve tam yükteki sıkışık ortamda çamaşırlara zarar vermemek adına yarım yük programlarında çalıştırılmasının uygun olacağına karar verilmiştir. Maksimum kapasitesi 8 kg olan makinede, vorteks kanada binecek yük 4 kg' dır. Vorteks kanat üzerindeki dönel yapının çapı ise 10 cm' dir. Bu veriler ışığında motor tork hesabı Denklem 4.1' e göre yapılır.

$$\tau = \frac{GxD}{2} (kg.cm) \quad (4.1)$$

Buradan tork 20 kg.cm olarak hesaplanır. Motor seçiminde belirlenmesi gereken bir diğer özellik ise devir sayısıdır. Tekstile zarar vermeyecek ancak yıkama performansına da katkı sağlayacak maksimum devir sayısı 10 rpm olarak belirlenmiştir. Farklı yıkama programlarına göre devir sayısında farklılaşma, çalışılacak algoritmalar ile sağlanabilir.

Tork ve devir sayısı bu şekilde belirlendikten sonra motor seçimi yapılmıştır ve seçilen DC motorun teknik bilgileri Şekil 4.2 'teki gibidir.



Type	Voltage		No Load		Load Torque			Stall		Reducer Ratio
	Workable Range	Rated Volt.V	Speed rpm	Current MA	Speed rpm	Current A	Torque Kg.cm	Torque Kg.cm	Current A	
1285	6-18V	12V	210	≤80	160	≤0.6	1.7	6.4	1.8	40
	6-18V	12V	130	≤80	100	≤0.6	2.6	10	1.8	65
	6-18V	12V	55	≤80	40	≤0.6	6	24	1.8	150
	6-18V	12V	40	≤80	30	≤0.6	8	25	1.8	200
	6-18V	12V	32	≤80	24	≤0.6	10	25	1.8	260
	6-18V	12V	25	≤80	20	≤0.6	13	25	1.8	340
	6-18V	12V	14	≤80	10	≤0.6	24	25	1.8	600
	6-18V	12V	8	≤80	6	≤0.6	25	30	1.8	1000

Şekil 4.2 : Seçilen motorun teknik özellikler tablosu.

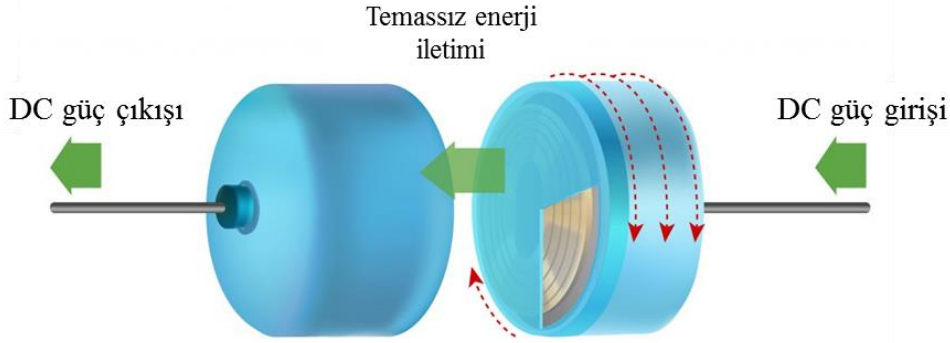
Tablodan da görüldüğü üzere seçilen DC motor 24 kg.cm tork değerinde 10 rpm devirde çalışabilmektedir. Bu da sistemin tork bakımından emniyetli çalışacağını göstermektedir. Ayrıca sistemin çekeceği maksimum akım 0,6 amper olarak tabloda görülmektedir. Bu da kablo seçiminde göz önünde bulundurulması gereken bir kriter olacaktır.

4.2. Enerjinin Transfer Edilmesi

Çamaşır makinelerinde tahrik grubunun ana elemanları genel olarak motor, kayış-kasnak mil, rulmanlar, flanş, tambur ve bu elemanların yatakladığı kazandır. Konseptin en büyük problemi sabit bir yerden, sürekli farklı devirlerde dönen bir ortama enerjinin taşınmasıdır. Bu tip problemlerin çözümünde kullanılmak üzere piyasada kullanılan birçok kontak bileziği uygulaması mevcuttur.

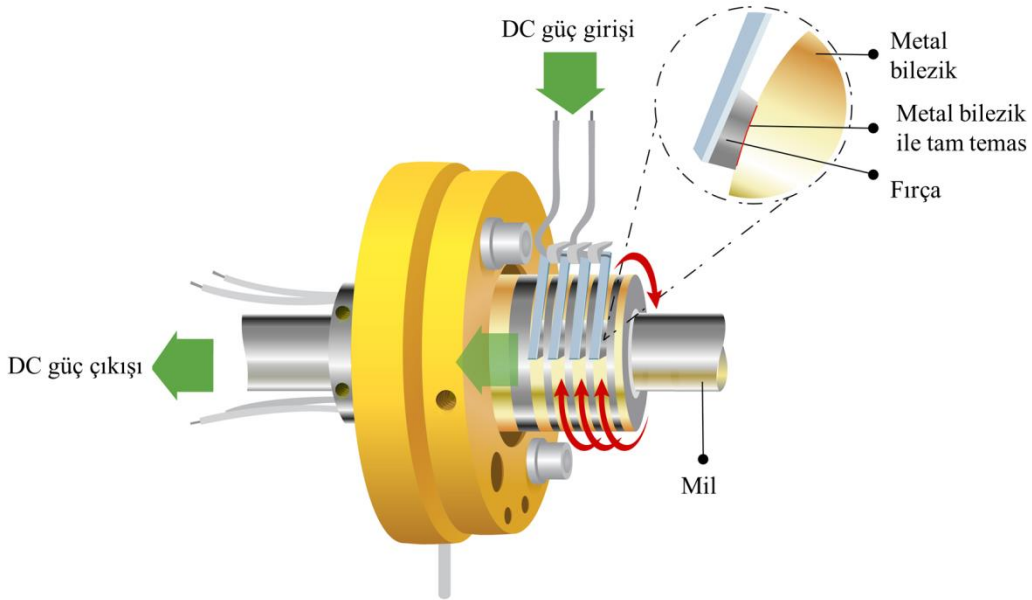
Şekil 4.3' de görüldüğü gibi temassız kontak bileziklerinde, temaslı kontak bileziklerinde olduğu gibi metal fırça ve metal bilezik bulunmamaktadır. Bu enerji

iletim araçları, alıcı ve verici arasında elektrik alan oluşturarak enerji veya veri transfer ederler. Ancak bu uygulamanın en büyük dezavantajı, enerji iletim veriminin oldukça düşük olmasıdır.[17]



Şekil 4.3 : Temassız kontak bileziği.

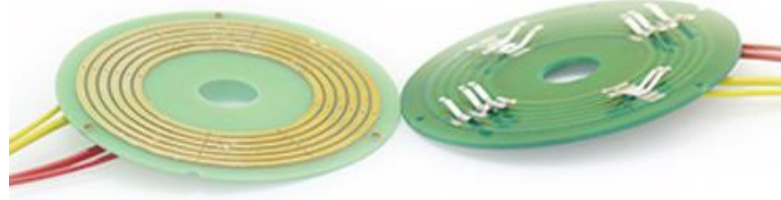
Şekil 4.4' deki gibi temaslı kontak bileziklerinin, metal fırça ve metal bilezik olmak üzere iki ana elemanı bulunmaktadır. Uygulamanın kullanılacağı alana göre fırça veya bilezikten biri mil ile beraber dönerken diğeri hareketsiz bir konuma sabitlenir. Enerjinin doğru yere aktarılması ve mile enerjinin gitmemesi için sistemin izole edilmesi gerekmektedir.[18]



Şekil 4.4 : Piyasada kullanılan kontak bileziği uygulamaları.

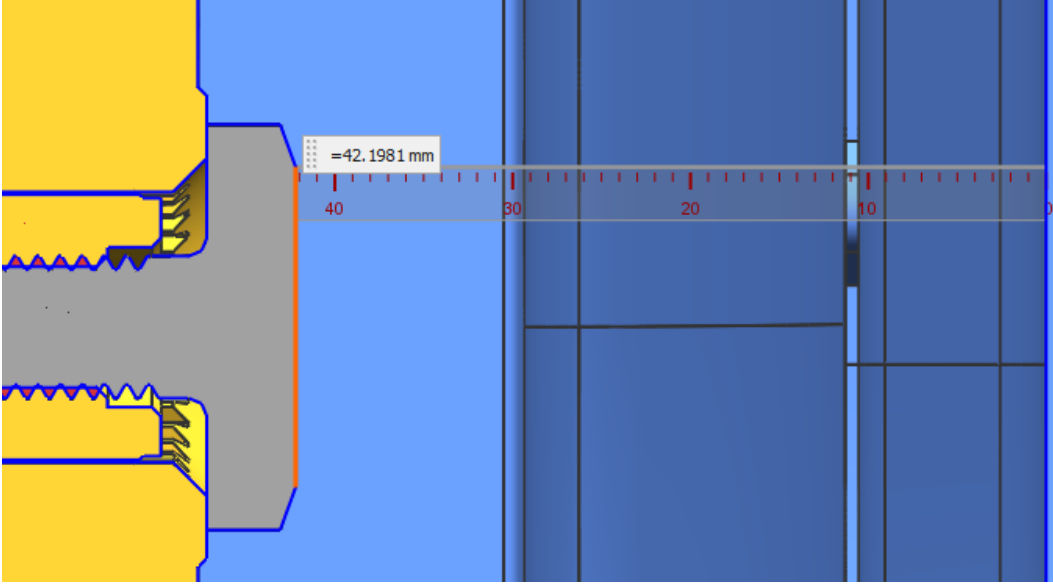
Daha düşük devirli sistemlerde Şekil 4.5' te görüldüğü gibi PCB kontak bilezikleri kullanılmaktadır. Bunlar genişliğin sınırlı olduğu, dönme çapının daha geniş

alınabileceği uygulamalarda kullanılırlar. Ayrıca düşük tork değerlerinde, düşük elektriksel gürültüde, uzun çalışma aralıklarında çalışmaya uygundur. Maliyetleri de diğer kontak bileziklerine kıyasla daha avantajlıdır.[19]



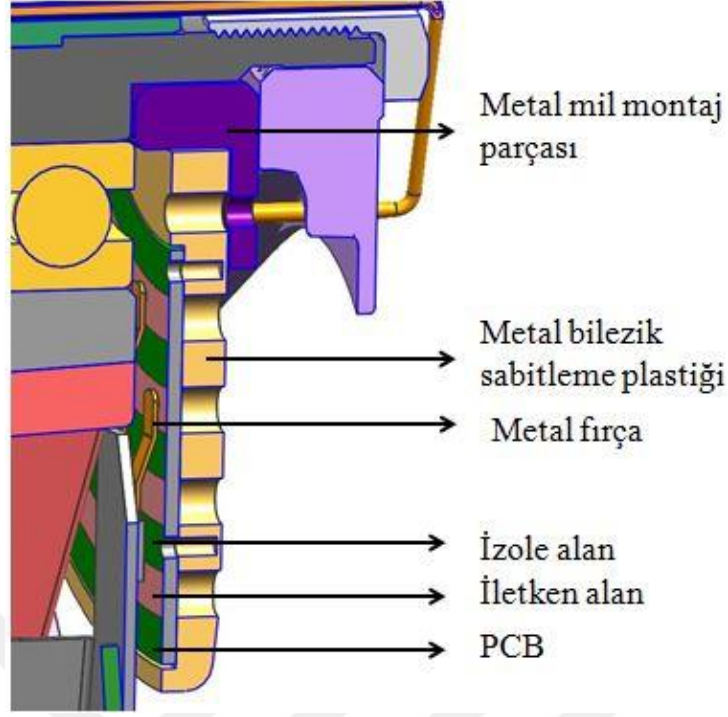
Şekil 4.5 : PCB kontak bileziği.

Bu uygulamada, tasarımda kullanılmak üzere verimliliği yüksek olduğu için temaslı kontak bilezikleri seçilmiştir. Mevcut gövde grubuna yine aynı derinlikteki tahrik grubunun kullanılması için makine arka kısmında tahrik grubu ve gövde arasındaki boşluk kritiktir. Tahrik grubu ve gövde arasındaki boşluğu belirlemek için kasnak civatası ve gövde sacı arasındaki mesafeyi ölçmek gerekmektedir. Bu çalışmada mile kontak bileziği eklendiği için mil boyunda uzama söz konusudur ve uzama miktarı kontak bileziğinin kalınlığına eşit olacaktır. Şekil 4.6' da görüldüğü gibi mevcut kasnak civatası ve gövde arasındaki mesafe 42.2 mm olarak ölçülmüştür. Makine montaj hassasiyeti ve sarsıntılar göz önünde bulundurulduğunda mesafenin 3'te 1'ine indirilmesinin emniyetsizliğe yol açmayacağı öngörülmüştür. Bu sebeple kontak bileziğinin boyunun 14 mm olmasına karar verilmiştir. Bu durumda tasarım alanı genişlik olarak dar, çap olarak fazladır. Kontak bileziği seçiminde bu kriter göz önünde bulundurulduğunda PCB kontak bileziği uygun görünmektedir ancak makine sarsıntıları ve hız göz önünde bulundurulduğunda Şekil 4.4' teki temaslı kontak bileziği tipi uygun olacaktır. İki seçeneğin de dezavantajları bulunduğu için uygun kontak bileziği tipi iki farklı tipin kombinasyonu şeklinde tasarlanarak üretimi tedarikçi firmaya özel olarak yaptırılacaktır.



Şekil 4.6 : Kasnak civatası ve gövde sacı arasındaki mesafe.

Şekil 4.7' de görüldüğü gibi iki farklı tipin kombinasyonu şekilde tasarlanan kontak bileziği çiftinden metal fırça olanı kazan plastiği üzerine sabitlenmiş, metal bilezikler yani PCB mil üzerine yerleştirilmiştir. Motorun çalışması için birden fazla enerji hattına ihtiyaç duyulduğundan -bilezikler kendi aralarında izole edilmek üzere- çift taraflı PCB kullanılmıştır. PCB' nin sarsıntılara karşı dayanımının artırılması için plastik destek parçası PCB' ye bağlanmış, mil ile bağlantı yeri ise metal bir parça ile sağlanmıştır. Mil dönme hareketini kasnaktan aldığı için metal bilezik grubu, kasnak ile dış rulmanın alt bileziği arasına sıkıştırılmıştır. Bu şekilde PCB' nin belirlenen konumunda kalabilmesi ve sarsıntılarda düşük yer değiştirmeye maruz kalması hedeflenmiştir.



Şekil 4.7 : Temaslı kontak bileziği montaj kesiti.

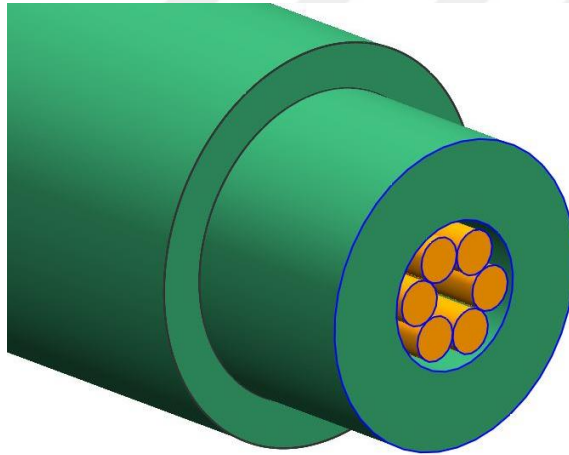
Kazan dışındaki kablolar makine gövdesi ile kazan arasında serbest hareket edebilirken mil içerisinden geçireceğimiz kablolar belirli bir hacimde sabit kalacaklardır. Mil içerisine konumlandırılan kablo grubunun minimum yer kaplaması için kabloların minimum kalınlıkta olması gerekmektedir. Bunun için kablolar üzerinden geçecek maksimum akım ile minimum kablo kalınlığı hesaplanmalıdır.

Şekil 4.2’de görüldüğü gibi seçilen motorun çalışma voltajı 12 volt, çektiği maksimum akım ise 0,6 amperdir. Şekil 4.8’deki Amerikan tel kalınlığı iletken boyutu tablosundan kablo iletken çapı yaklaşık 0,52 mm olarak belirlenir. Güvenli alanda kalmak için tasarımda seçilen bakır kablo 0,6 mm iletken kalınlığında seçilmiştir. PVC kaplamasıyla beraber 1 mm kalınlıkta olan kablo ile tasarıma devam edilecektir.

AWG	Diameter [inches]	Diameter [mm]	Area [mm ²]	Resistance [Ohms / 1000 ft]	Resistance [Ohms / km]	Max Current [Amperes]	Max Frequency for 100% skin depth
21	0.0285	0.7239	0.41	12.8	41.984	1.2	33 kHz
22	0.0254	0.64516	0.326	16.14	52.9392	0.92	42 kHz
23	0.0226	0.57404	0.258	20.36	66.7808	0.729	53 kHz
24	0.0201	0.51054	0.205	25.67	84.1976	0.577	68 kHz
25	0.0179	0.45466	0.162	32.37	106.1736	0.457	85 kHz
26	0.0159	0.40386	0.129	40.81	133.8568	0.361	107 kHz
27	0.0142	0.36068	0.102	51.47	168.8216	0.288	130 kHz

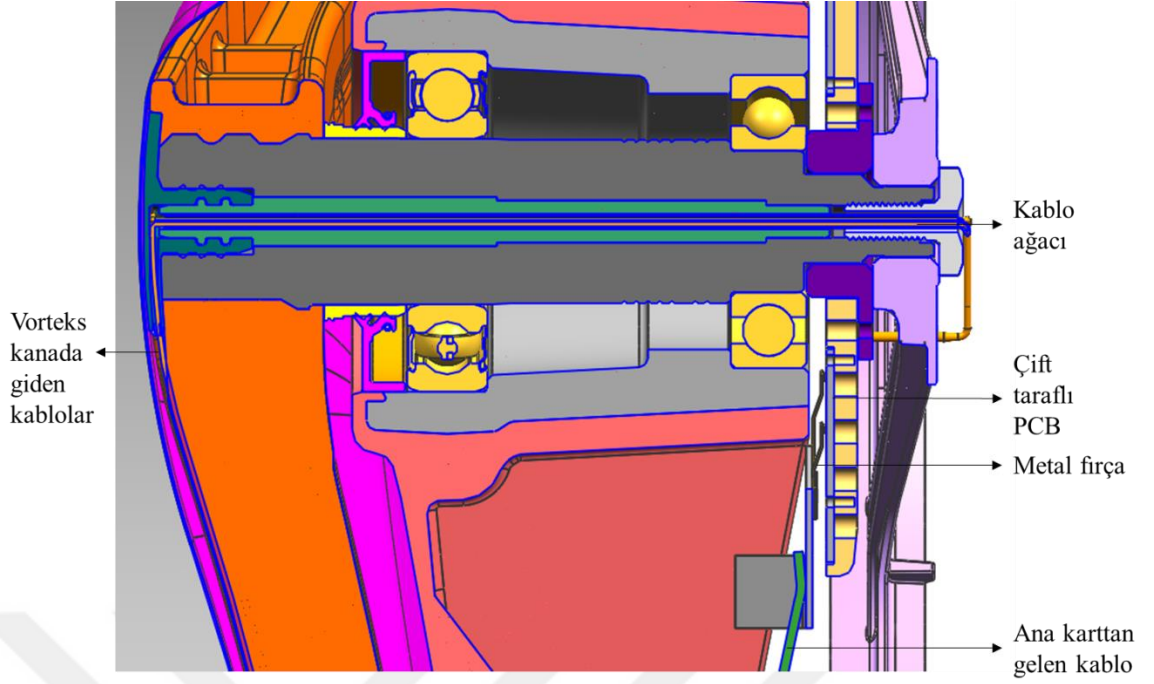
Şekil 4.8: Amerikan tel kalınlığı iletken boyutu tablosu.[20]

Kablo yalıtım malzemesi PVC, toplam çapı 1mm olan kablo seçilmiş ve tasarıma Şekil 4.9'daki gibi adapte edilmiştir. Her bir DC motora iki ayrı kutup hattının çekilebilmesi gerekmektedir. Kablolamanın minimumda olabilmesi için, motorlara giden kutuplardan tek kutbun ortak, diğer kutupların farklı elektrik yolu ile beslenmesi gerekmektedir. Bu nedenle kontak bileziği üzerinde 4 ayrı elektrik yolu bulunmaktadır. Mil içerisindeki kablo plastiği içerisinde ise 1 kutup 3'e bölünerek toplam kablo sayısı 6'ya çıkarılmıştır.



Şekil 4.9: Seçilen kablonun kablo plastiği içerisindeki durumu.

Bu durumda ana karttan gelen enerjinin yolunu Şekil 4.10' daki gibi, ana karttan kazan üzerindeki metal fırçaya, buradan metal bileziğe yani çift taraflı PCB' ye, çift taraflı PCB üzerinden yine kablolar ile mil içerisinde vorteks kanada şeklinde tarif edebiliriz.



Şekil 4.10 : Kablo grubu yolu.

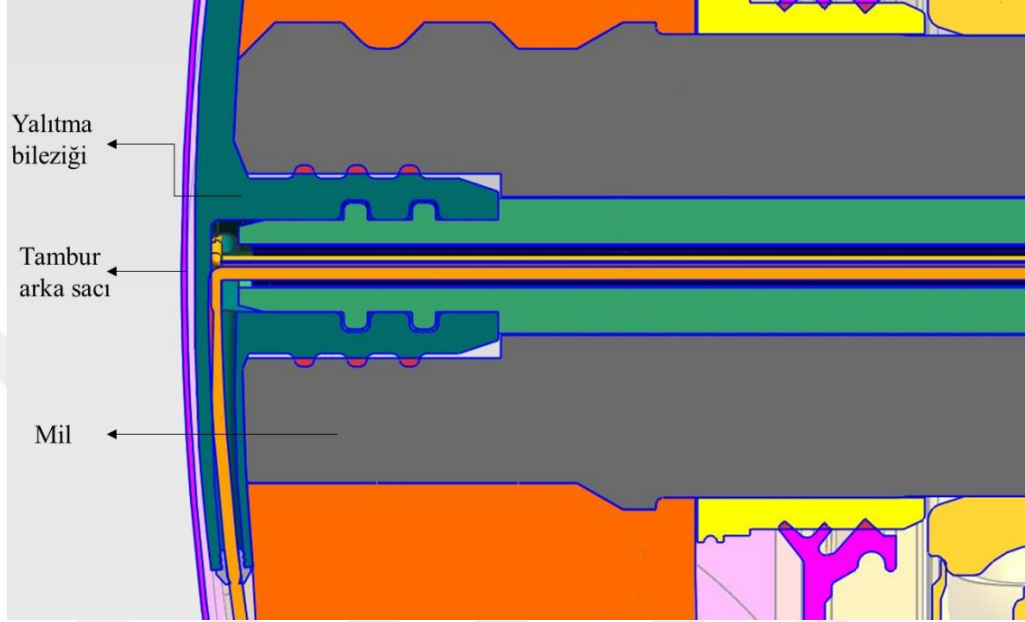
Enerjinin aktarılması problemi bu şekilde çözüldükten sonra sızdırmazlık probleminin çözülmesi ile ilgili detaylar işlenecektir.

4.3. Sızdırmazlık Probleminin Çözülmesi

Çamaşır makinelerinde sızdırmazlık, su ile temastaki statik ve dinamik parçaların elektronik elemanlar ile bir arada bulunması sebebiyle önemli bir konudur. Deterjanlı suyun döküldüğü, iki parça olarak üretilen kazanın sızdırmazlığı plastik kaynak ile birleştirme yapılarak sağlanır. Kazan üzerinde suyun ve çamaşırın giriş çıkışı yaptığı birçok açıklık bulunmaktadır. En büyük açıklık olan çamaşırın makine içerisine yerleştirilmesini sağlayan öndeki açıklıkta sızdırmazlık körük ile sağlanır. Kazan ile makine gövdesi arasına yerleştirilen körük sayesinde, makine kapağı kapatıldıktan sonra bu alanda tam bir sızdırmazlık sağlamış olur. Kazana bağlanan hortum, ısıtıcı, sensör gibi sabit parçaların sızdırmazlıkları ise o-ringler ve çeşitli contalar ile sağlanmaktadır.

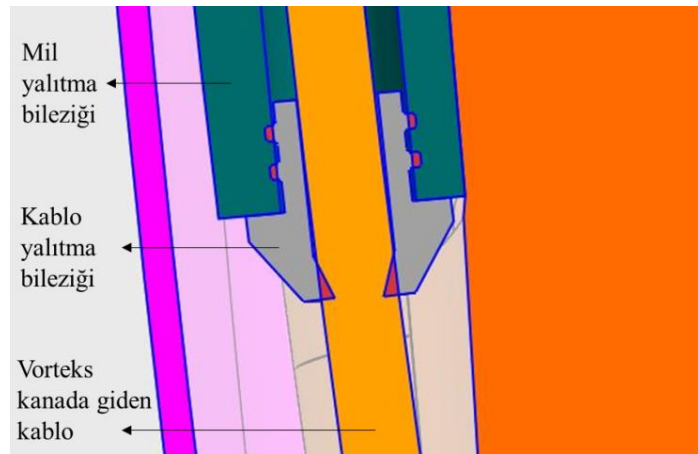
Çamaşır makinelerinde sızdırmazlığın en kritik olduğu yer, kazanın arka tarafında tambura dönme hareketinin aktarıldığı yerdir. Sabit duran kazan ile dönen mil arasından deterjanlı suyun dışarı kaçmaması için radyal dudaklı keçe kullanılmaktadır. Burada radyal dudaklı keçe, mil üzerinde kazan içerisindeki ilk

Mil yalıtma bileziğinin mil ile temasta olduğu yüzeyi esas su sızdırmazlığının sağlanması gereken kısımdır. Burada Şekil 4.13’ de görüldüğü gibi yalıtma bileziğine verilen kademeli geometriler sayesinde yalıtma bileziği mile sıkı geçer. Bu parça flanş grubu ile beraber tambura montajlandığı için de sarsıntılara maruz kalsa bile milden ayrılmayacak ve sızdırmazlık problemi yaşanmayacaktır.



Şekil 4.13 : Mil yalıtma bileziği sızdırmazlık detayı.

Su sızdırmazlığının yaşanacağı bir diğer yer ise kablo ağacının mil yalıtma bileziği açıklıklarından girdiği kısımdır. Kablolar buradan takıldığı için mil yalıtma bileziği ile bir sıkıştırma yapılamamaktadır. Bunun için Şekil 4.14’teki kablo yalıtma bilezikleri, kablolar mil yalıtma bileziğine geçirildikten sonra tıpa gibi geçirilerek sızdırmazlığı sağlayacaktır.



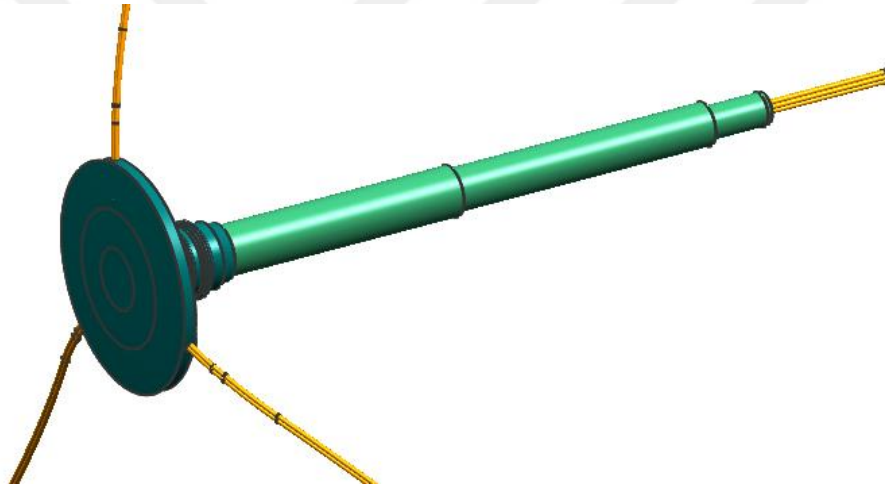
Şekil 4.14 : Kablo yalıtma bileziği detayı.

Sızdırmazlık problemleri çeşitli geometrilerdeki parçalarla çözüldükten sonra sistemin prototipi yapılacaktır.

4.4. Montaj Kurgusunun Anlatılması

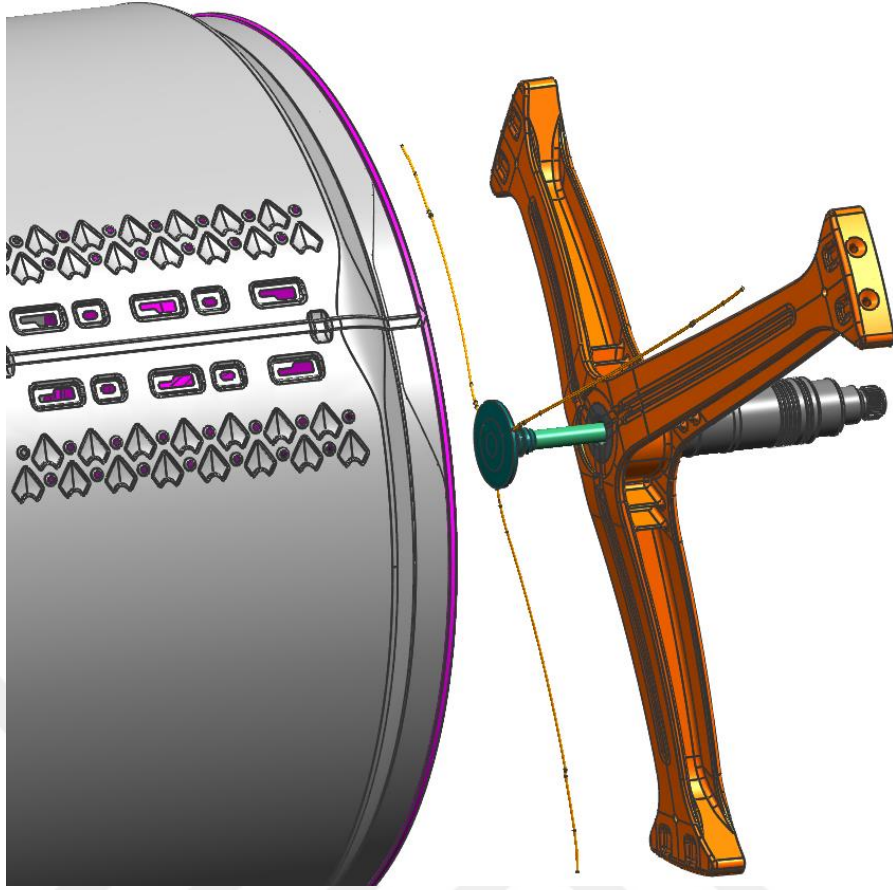
Tasarım yapılırken sistemin montaj kurgusu gözetilerek parça konumları ve boyutları belirlenmiştir. Sistem parçaları mevcut parçalar ve yeni tasarlanan parçalardan oluştuğu için tasarımda mevcut montaj kurgusu gözetilmiştir.

Kablo grubu montajında, kablolar mil yalıtma bileziğine yandaki açıklıklardan takılır ve kablo plastiğinin takıldığı açıklıktan çıkarılır. Kablo ağacı ve mil yalıtma bileziği plastik koruyucuya montajlanır. Bu şekilde kablo grubu Şekil 4.15' deki gibi gruplanmış olur.



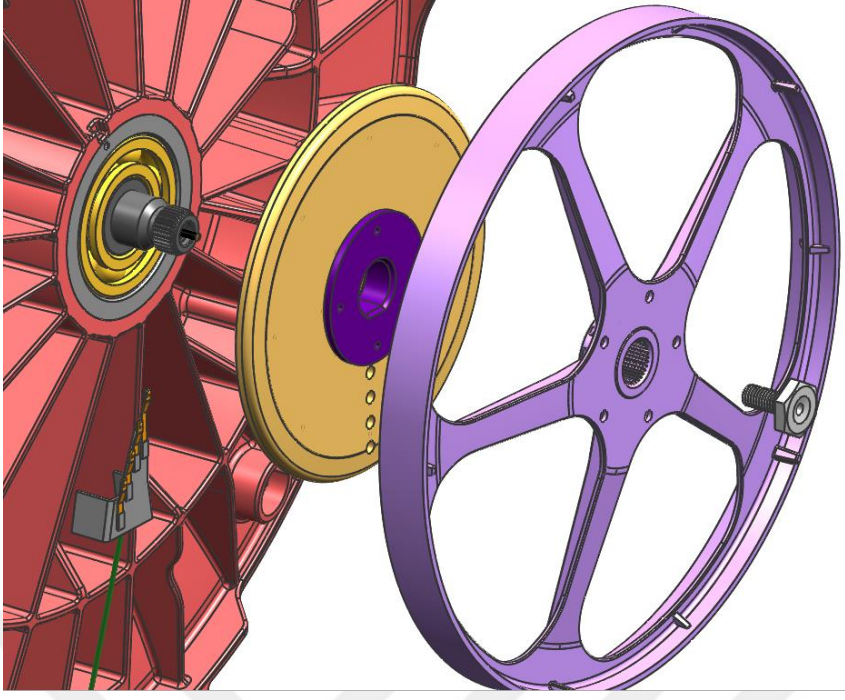
Şekil 4.15 : Kablo grubu montaj sonrası perspektif görünümü.

Mevcut üretim bandında mil üretildikten sonra flanş kalıbına insert edilerek overmold işlemi yapılır. Tambur içerisine kanatların montajı tırnak ve vidalar yardımıyla yapılır. Sonrasında flanşın tambura civatalar ile bağlantısı yapılır. Yeni tasarımda kablo grubu flanş tambura montajlanmadan önce Şekil 4.16' daki gibi takılır ve flanşın tambura montajı gerçekleştirilir.



Şekil 4.16 : Kablo grubunun flanşa montajı.

Sonrasında tambur kazana takılarak mevcut montajda olduğu gibi plastik kaynak ile birleştirmeler yapılır. Şekil 4.17’de görüldüğü gibi kontak bileziği metal fırçasının montajı plastik bir eleman ile kazan arka kısmına yapılır. Metal bilezik grubunun montajında ise PCB, plastik sabitleme plastiği ve mil montaj parçası kendi aralarında birleştirildikten sonra mil arka kısmına sabitlenir ve arkasından kasnak takılır. Sistem cıvata ile sıkıştırılarak kazana sabitlenir. Yeni tasarımın tüm elemanlarının montajı bu şekilde yapıldıktan sonra diğer elemanların montajı mevcutta olduğu gibi devam eder.



Şekil 4.17 : Kontak bileziği ve kasnağın kazana montajı.

5. PROTOTİP YAPILMASI

Sistemin tasarım ve montaj hatlarının tespiti için yeni tasarlanan parçaların prototip üretimi farklı üretim yöntemleri kullanılarak yapılmıştır. Mevcut parçaların büyük bir kısmında değişiklik gerekmemekle birlikte flanş, mil ve kasnak civatası üzerinde tasarımsal değişiklik yapmak gerekmektedir.

Mevcutta mil üretimi, paslanmaz çelikten malzemenen CNC makinelerinde üretilir. Üretilen mil, alüminyum malzemenen üretilen flanşın kalıbına insert edilerek overmold işlemi yapılır. Yeni tasarımda CNC' de üretilen milin içerisine boydan boya kademeli delik delinmiştir. Flanşın kalıbına insertler ve mil yerleştirildikten sonra enjeksiyon işlemi yapılmıştır. Flanş mil grubunun prototipi Şekil 5.1'deki gibidir. Kasnak civatası üzerindeki değişiklikler de torna tezgahında yapılmıştır.

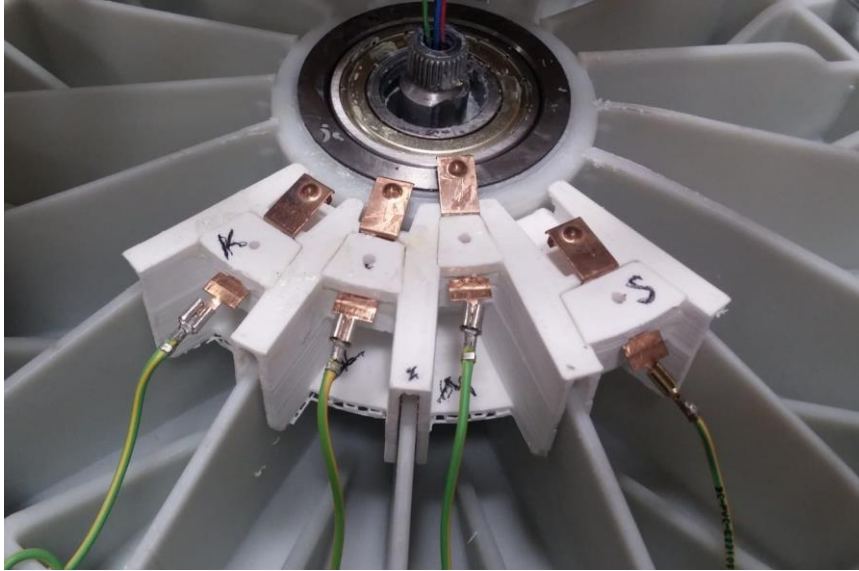


Şekil 5.1 : Yeni tasarıma göre değişiklik yapılmış flanş mil grubu.

Sızdırmazlık elemanlarının üretimleri bir 3 boyutlu yazıcı teknolojisi olan PolyJet ile yapılmıştır. PolyJet teknolojisi ile 0.1 mm hassasiyete sahip pürüzsüz, son ürün estetiğinde, farklı renk ve sertlik değerlerinde doğru parçaların üretimi mümkündür. Sızdırmazlık elemanlarının bu teknoloji ile üretilmesinin sebebi farklı sertlik değerindeki malzemelerin üretiminin bu teknoloji ile mümkün olmasıdır.[21] Bu şekilde, mil yalıtma bileziği ve kablo yalıtma bileziği 70 Shore değerinde

üretilebilmiştir. Sertlik derecesinin Shore 70 olarak seçilmesinin nedeni sızdırmazlık elemanlarının statik ortamda çalışmasıdır ve bu değerin sızdırmazlığın sağlanması için yeterli olacağı öngörülmüştür. Piyasada kullanılan benzer birçok sızdırmazlık elemanın sertliği de 80-60 Shore değeri arasındadır.

Kablo plastiği, PCB sabitleme plastiği ve metal fırça sabitleme plastiği parçaları FDM teknolojisi ile ABS malzemedan üretilmiştir. FDM filament şeklindeki termoplastik malzemeler ile üretim yapan bir 3 boyutlu yazıcı teknolojisidir. Boyutsal kararlılığı yüksek, dayanıklı ve kolay kullanıma sahip olduğu için son yıllarda kullanımı artmıştır ve bu sebeplerle tasarımı yapılan plastik parçalar FDM teknolojisiyle üretilmiştir.[22] Şekil 5.2’ de metal fırçaları kazana sabitlemek için tasarlanan braketin montajlanmış hali görülmektedir.



Şekil 5.2 : Metal fırça grubu.

Metal bilezik grubundaki elemanlar 4 adet vida ile birbirlerine sabitlenmiştir. Montajlanmış hali Şekil 5.3' teki gibidir.



Şekil 5.3 : Metal bilezik grubu.

Tüm parçaların üretimleri yapıldıktan sonra montajlanan konseptin görünümü Şekil 5.4' teki gibidir.



Şekil 5.4 : Prototipin montajlanmış hali.



6. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRMELER

Tez çalışmasında, Arçelik A.Ş. Merkez Ar-Ge Garage & Maker Lab. yöneticiliğinde yürütülen, vorteks kanat konseptinin çalıştırılması için Kanada enerji iletimi alternatifleri çalışılmıştır. Çalışmaya başlamadan önce literatür ve patent araştırması yapılarak sistem gereksinimleri ve kısıtları belirlenmiştir. Gereksinimlere en uygun alternatif belirlenmiş ve bu alternatifin detay tasarımı çalışılmıştır. Yapılan tasarım enerji aktarımı ve sızdırmazlık başlıkları altında irdelenmiş ve montaj kurgusu aktarılmıştır. Sistemin test edilebilmesi, tasarım ve montaj hatalarının tespit edilebilmesi için farklı üretim metotları ile prototipi yapılmıştır. Mevcut sistem üzerindeki elemanlarda değişiklikler yapıldığı için sistemin dinamik analizinin yapılması gerekmektedir. Ancak bu analiz, bu çalışmanın kapsamı dışında tutulmuştur.

Detay tasarımı yapılan konsept ile makine ana kartından gelen enerji, tambur içerisindeki motoru doğrudan harekete geçirmektedir. Kanat içerisindeki motor ile makine ana kartının haberleşmesi sayesinde, kullanıcının seçtiği program ile birlikte vorteks kanadın çalışma modu da değişebilecektir. Hassas çamaşırlarda tekstil yıpranmasını önlemek için dönel parçalar hareketsiz kalacak ve kanat, mevcuttaki gibi su alma ve çamaşırı kaldırma işlevini yerine getirecektir. Lekeli çamaşırlarda ise vorteks kanat, çitileme etkisi yaratacak şekilde sürekli tek yöne veya belirli aralıklarla sağa sola dönme gibi hareketler ile yıkama performansını artıracaktır. Bu şekilde kullanıcılara daha kontrollü bir yıkama algoritması sunulacaktır.

Tambur içerisine elektrik enerjisi taşımanın başka bir faydası ise içeride birçok elektronik komponentin çalıştırılmasının mümkün olmasıdır. Makinenin kontrol mekanizmalarının artırılması ile yıkama performansını artırmak, kullanıcı hatalarını azaltmak veya kullanıcının çamaşır makinesi kullanımını kolaylaştırmak gibi faydalar kazanmak mümkündür. Bunun için kullanıcının yıkama adımı müdahalede bulunduğu bölümü ve çamaşırı, kontrol etmek tamburun içerisine eklenecek özellikler ile mümkün olacaktır. Çamaşırın makine ile doğrudan temas

ettiği bölüm olan tambura eklenecek bu özellikler tekstil tipi, rengi ve leke miktarı algılamak olarak sıralanabilir.

Yapılan bu çalışma ile, çamaşır makinelerinde yıkama performansını artıracak yenilikçi bir kanat yapısının çalıştırılması sağlanmıştır. Bunun yanında bu çalışmanın, çamaşır yıkama kontrol mekanizmalarının artırılması için gelecekte yapılabilecek çalışmalara ilham olması hedeflenmiştir.



KAYNAKLAR

- [1] **Url-1** < <https://speedqueeninvestor.com/history-of-the-washing-machine/> >, erişim tarihi 04.10.2018.
- [2] **Url-2** < <https://prezi.com/ieqcgm5dde-f/sensors-used-in-washing-machine-and-their-functioning/> >, erişim tarihi 07.11.2018.
- [3] **Johansson I., Somasundarau P.(Editors)**, *Handbook for Cleaning/ Decontamination of Surfaces*, 2007
- [4] **Lee A., Seo M. H., Yang S., Koh J., Kim H.**, *The Effects of Mechanical Actions on Washing Efficiency*, Konkuk University and Korea Apparel Testing & Research Institute, Korea, 2007
- [5] **Yun C., Park S. and Park C. H.**, *The Effects of Fabric Movement on Washing Performans in a Front-Loading Washer*, Korea, 2013
- [6] **MacNamara C., Gabriele A., Amador C., Bakalis S.**, *Dynamics of Textile Motion in a Front-Loading Domestic Washing Machine*, Chemical Engineering Science, UK, 2012
- [7] **Gericke A.**, *A Comparison of the Effect of the Mechanical Wash Action on Textile Fabric Deterioration And Soil Removal Efficiency*, Stellenbosch University, 2011
- [8] **Temiz, V.** (t.y) *Dişli Çark Mekanizmaları* (Ders Notları). İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- [9] **Temiz, V.** (t.y) *Sürtünmeli Çarklar* (Ders Notları). İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- [10] **Url-3** < https://www.globalspec.com/learnmore/motion_controls/power_transmission_mechanical/magnetic_couplings >, erişim tarihi 16.10.2018.
- [11] **Bieler T., Perrottet M., Nguyen V., Perriard Y.**, *Contactless Power and Information Transmission*, Swiss Federal Institute of Technology, 2001
- [12] **DAEWOO ELECTRONICS CO LTD.** (1999). *US Patent No. US5950460 (A)*.
- [13] **DONGBU DAEWOO ELECTRONICS CORP.** (2018). *EP Patent No. EP2966212(B1)*
- [14] **SAMSUNG ELECTRONICS CO LTD.** (2018). *WO Patent No. WO2018016733(A1)*
- [15] **Url-4** < <http://www.turkbesd.org/bilgiler.php?P=15>>, erişim tarihi 17.11.2018.

- [16] **Pahl G., Beitz W., Feldhusen J., Grote K.H.,** *Engineering Design: A System Approach (3th ed.), Germany, Elsevier ,2007*
- [17] **Url-5** < <https://www.windpowerengineering.com/business-news-projects/contactless-slip-rings-transmit-power-and-data/> >, erişim tarihi 14.11.2018.
- [18] **Url-6** < <https://powerbyproxi.com/slip-ring/>>, erişim tarihi 09.10.2018.
- [19] **Url-7** < <http://www.senring.com/pancake-slip-rings/snk000.html>>, erişim tarihi 09.10.2018.
- [20] **Url-8** < <https://www.solaris-shop.com/content/American%20Wire%20Gauge%20Conductor%20Size%20Table.pdf> >, erişim tarihi 14.10.2018.
- [21] **Url-9** < <http://www.stratasys.com/polyjet-technology>>, erişim tarihi 17.11.2018.
- [22] **Url-10** < <https://www.stratasys.com/fdm-technology> >, erişim tarihi 17.11.2018.

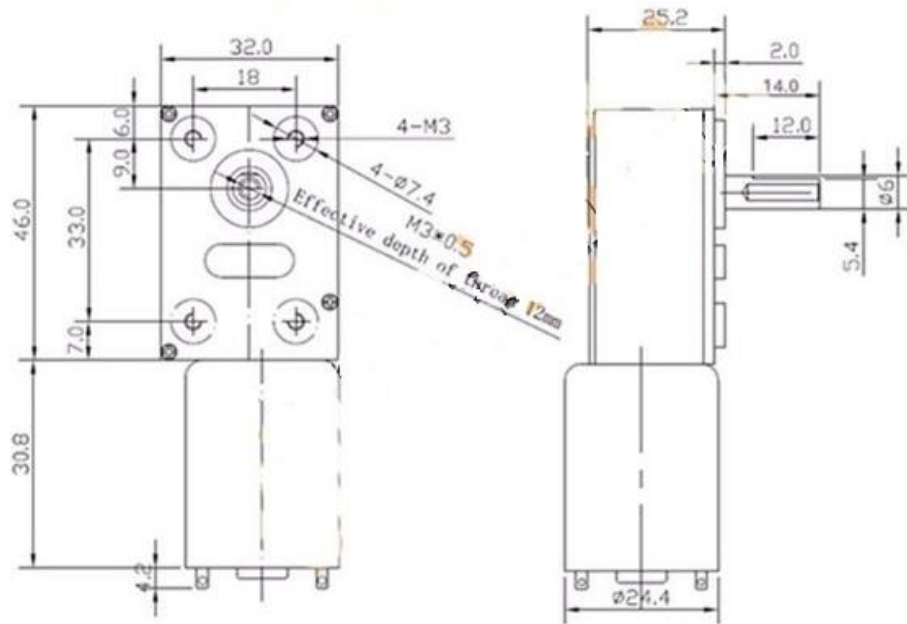


EKLER

EK A



Type	Voltage		No Load		Load Torque			Stall		Reducer Ratio 1:00
	Workable Range	Rated Volt.V	Speed rpm	Current MA	Speed rpm	Current A	Torque Kg.cm	Torque Kg.cm	Current A	
	1285	6-18V	12V	210	≤80	160	≤0.6	1.7	6.4	
	6-18V	12V	130	≤80	100	≤0.6	2.6	10	1.8	65
	6-18V	12V	55	≤80	40	≤0.6	6	24	1.8	150
	6-18V	12V	40	≤80	30	≤0.6	8	25	1.8	200
	6-18V	12V	32	≤80	24	≤0.6	10	25	1.8	260
	6-18V	12V	25	≤80	20	≤0.6	13	25	1.8	340
	6-18V	12V	14	≤80	10	≤0.6	24	25	1.8	600
	6-18V	12V	8	≤80	6	≤0.6	25	30	1.8	1000



Şekil A.1 : Seçilen motorun teknik bilgileri.



ÖZGEÇMİŞ



Ad Soyad : Nihal YILMAZ
Doğum Yeri ve Tarihi : Gebze, 1994
E-Posta : Ylmzz.nihal@gmail.com

Öğrenim Durumu:

- **Lisans** : 2016, Yıldız Teknik Üniversitesi, Makine Fakültesi,
Makine Mühendisliği