

**T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YIKAYICI KURUTUCULARDA
KURUTMA VERİMİNİN ARTTIRILMASI VE TASARIMI**

VAROL KAYIŞDAĞ

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
KONSTRÜKSİYON PROGRAMI**

**DANIŞMAN
YRD. DOÇ. DR. BERNA BOLAT**

İSTANBUL, 2016

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YIKAYICI KURUTUCULARDA
KURUTMA VERİMİNİN ARTTIRILMASI VE TASARIMI

Varol KAYIŞDAĞ tarafından hazırlanan tez çalışması 13.04.2016 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı

Yrd. Doç. Dr. Berna BOLAT
Yıldız Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri

Yrd. Doç. Dr. Berna BOLAT
Yıldız Teknik Üniversitesi

Doç. Dr. Ahmet SAĞIRLI
İstanbul Üniversitesi

Doç. Dr. Serpil KURT
İstanbul Teknik Üniversitesi



Bu çalışma, Arçelik A.Ş. ARGE Merkezi ve TUBİTAK/TEYDEB 3150452 numaralı projeleri ile desteklenmiştir.

ÖNSÖZ

Tez çalışmalarım boyunca desteğini esirgemeyen tez danışmanım sayın Yrd. Doç. Dr. Berna BOLAT, Arçelik A.Ş. firmasından Cem KURAL, Mehmet DURMAZ, Celal VATANSEVER, Sena DAVASLIGİL, Ersin DÖNMEZ, Vasi Kadir ERTİŞ, Emre AYAROĞLU, Aslı Gamze ŞAMİLOĞLU, Mutlu İPEK, Fatih KASAP, Yapısal Tasarım ve Prototip Ailesine, arkadaşlarım Seda KAYA, Yavuz ŞAHİN, Çağatay ÇINAR ve eğitim ve öğretim hayatım boyunca maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen her zaman yanımda olan aileme teşekkürü bir borç bilirim.

Mart, 2016

Varol KAYIŞDAĞ

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
KISALTMA LİSTESİ.....	vii
ŞEKİL LİSTESİ.....	x
ÇİZELGE LİSTESİ	xiii
ÖZET	xiv
ABSTRACT.....	xvi
BÖLÜM 1	
GİRİŞ.....	1
1.1 Literatür Özeti.....	1
1.2.1 Su Soğutmalı Sistem Patent Araştırması	1
1.2.2 Hava Kaçaklarıyla ilgili Patent Araştırması	4
1.2.3 Hava Soğutmalı Sistem Patent Araştırması.....	7
1.2 Tezin Amacı.....	7
1.3 Hipotez	8
1.4 Pazar Araştırması.....	8
BÖLÜM 2	
YIKAYICI-KURUTUCU MAKİNELER VE GENEL ÖZELLİKLERİ.....	20
2.1 Kurutucu Makineler ve Genel Özellikleri.....	20
2.1.1 Kondanserli kurutucular	20
2.1.2 Isı pompalı kurutucular	22
2.1.3 Bacalı kurutucular	23
2.2 Çamaşır Makineleri ve Genel Özellikleri.....	24
2.3 Yıkayıcı-Kurucu Makineler ve Genel Özellikleri	26
2.4 Yıkayıcı-Kurucu Makine Ana Komponentleri ve Özellikleri	27
2.4.1 Kurutma Sistemi ve Komponentleri	28
2.4.2 Tahrik Grubu ve Komponentleri.....	32
2.4.3 Gövde Grubu ve Komponentleri	38

BÖLÜM 3

SİSTEM BOYUTLARININ VE TASARIM KRİTERLERİNİN BELİRLENMESİ	41
3.1 Tahrik Grubu ve Gövde Seçimi	41
3.2 Mevcut Yıkayıcı-kurutucu Basınç Kayıpları	43
3.3 Kurutma Sisteminin Öncül Yerleşim Çalışmaları	44
3.3.1 Yerleşim Konsepti 1	44
3.3.2 Yerleşim Konsepti 2	45
3.3.3 Yerleşim Konsepti 3	46
3.3.4 Yerleşim Konsepti 4	48
3.3.5 Yerleşim Konseptlerine Göre Kondanser Boyutları	49
3.3.6 Konsept Seçimi	49

BÖLÜM 4

TASARIM ve PROTOTİP ÇALIŞMALARI	50
4.1 Kurutma Kanallarının Tasarımı ve Prototiplenmesi	52
4.1.1 Mevcut Makine ile Yeni Tasarımın Karşılaştırılması	61
4.1.2 Yeni Tasarım CFD Çalışmaları	65
4.1.3 Prototipleme Aşamalarında Kullanılan İmalat Yöntemleri	68
4.1.4 Prototip Makine Üretim Aşamaları	72
4.2 İkinci Konsept Makinenin Tasarlanması ve Prototiplenmesi	82
4.2.1 Isıtıcı Kanalı CFD Çalışmaları	83
4.2.2 Denge Ağırlığı Tasarımı	86
4.3 Kazan İçi Hava Kaçak Problemleri ve Yapılan Çalışmalar	91
4.3.1 Kazan Arka Bölümüne Çevresel Feder	93
4.4 Final Tasarım ve Prototip	95
4.4.1 Final Isıtıcı Kanalı Konseptlerinin CFD Çalışmaları	96
4.5 Isı Pompalı Sistem ve Tasarımı	103
4.6 Su Soğutmalı Sistem ve Tasarımı	104

BÖLÜM 5

DENEYSEL ÇALIŞMALAR	106
---------------------------	-----

BÖLÜM 6

SONUÇ VE ÖNERİLER	110
-------------------------	-----

KAYNAKLAR	112
-----------------	-----

ÖZGEÇMİŞ	113
----------------	-----

KISALTMA LİSTESİ

3D	3 Dimension
A.Ş.	Anonim Şirketi
ARGE	Araştırma&Geliştirme
CAD	Computer Aided Design
CFD	Computer Fluid Dynamics
cm	santimetre
CNC	Computer Numeric Control
kg	kilogram
LTD	Limited
l/s	Litre/saniye
mm	milimetre
R&D	Research and Development
SLA	stereolithography
SLS	Selective Laser Sintering
UV	Ultraviyole
vb	ve benzeri
W	Watt

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1. 1	KR20020090872 (A) numaralı patentte ait bir görünüş [1].	1
Şekil 1. 2	CN101805974 (A) numaralı patentte ait bir görünüş [2]	2
Şekil 1. 3	CN101805974 (A) numaralı patentte ait kurutma kanalları [2]	3
Şekil 1. 4	CN101805974 (A) numaralı patentte ısı pompalı sistem [2]	3
Şekil 1. 5	JP2005304989 (A) numaralı patentte ait bir görünüş [3]	4
Şekil 1. 6	JP2005304989 (A) numaralı patent - alternatif tasarım [3]	5
Şekil 1. 7	KR20080084693 (A) numaralı patentte ait bir görünüş [4]	5
Şekil 1. 8	KR20070015294 (A) numaralı patante ait bir görünüş [5]	6
Şekil 1. 9	JP2000325688 (A) numaralı patentte ait bir görünüş [6]	6
Şekil 1. 10	Rakip ürün 1 yıkayıcı-kurutucu üstten görünüş	9
Şekil 1. 11	Rakip ürün 1 yıkayıcı-kurutucu arkadan görünüş	10
Şekil 1. 12	Rakip ürün 2 yıkayıcı-kurutucu arkadan görünüş	11
Şekil 1. 13	Rakip ürün 2 yıkayıcı-kurutucu üstten görünüş	12
Şekil 1. 14	Rakip ürün 3 yıkayıcı-kurutucu üstten görünüş	13
Şekil 1. 15	Rakip ürün 3 yıkayıcı-kurutucu önden görünüş	14
Şekil 1. 16	Örnek tasarım-1 kanal ve komponent yerleşimi	15
Şekil 1. 17	Örnek tasarım-1 kurutma çevrimleri	16
Şekil 1. 18	Örnek tasarım-2 kanal ve komponent yerleşimi	17
Şekil 1. 19	Örnek tasarım-2 kurutma çevrimleri	18
Şekil 1. 20	Örnek tasarım-3 komponent yerleşimi ve akış hattı	19
Şekil 2. 1	Kondanserli Kurutucu çevrimleri	21
Şekil 2. 2	Isı pompalı kurutucu çevrimleri	22
Şekil 2. 3	Isı pompalı kurutucu makinesi	23
Şekil 2. 4	Isı pompası sistemi	23
Şekil 2. 5	Bacalı kurutucu sistemi	24
Şekil 2. 6	Çamaşır makinesi tahrik grubu	24
Şekil 2. 7	Çamaşır makinesi montaj hali	25
Şekil 2. 8	Yıkayıcı-kurutucu tahrik grubu ve kurutma grubu	26
Şekil 2. 9	Yıkayıcı-kurutucu makine genel görünüşü	27
Şekil 2. 10	Isıtıcı	28
Şekil 2. 11	Isıtıcı kanalı	29
Şekil 2. 12	Fan	29
Şekil 2. 13	Kondanser	30
Şekil 2. 14	Komponentler arası bağlantı kanalları	31

Şekil 2. 15	Kompresör	31
Şekil 2. 16	Evaporatör	32
Şekil 2. 17	Kazan ön – kazan arka.....	33
Şekil 2. 18	Cam kapak.....	33
Şekil 2. 19	Denge Ağırlığı.....	34
Şekil 2. 20	Tambur.....	35
Şekil 2. 21	Karıştırıcı kanat	35
Şekil 2. 22	Amortisör	36
Şekil 2. 23	Körük.....	36
Şekil 2. 24	Bağlantı yayları.....	37
Şekil 2. 25	Motor ve kayış kasnak mekanizması	37
Şekil 2. 26	Isıtıcı	38
Şekil 2. 27	Deterjan kutusu	38
Şekil 2. 28	Motor ve kayış kasnak mekanizması	39
Şekil 2. 29	Tahliye ve jet nozul pompası	40
Şekil 3. 1	Mevcut makine ile yeni tasarımın boyutsal karşılaştırma	42
Şekil 3. 2	Mevcut makinedeki basınç kayıpları.....	43
Şekil 3. 3	Kazan çıkış-kondanser ara parçası	43
Şekil 3. 4	Yerleşim Konsepti 1.....	44
Şekil 3. 5	Yerleşim Konsepti 2.....	46
Şekil 3. 6	Yerleşim Konsepti 3.....	47
Şekil 3. 7	Yerleşim Konsepti 4.....	48
Şekil 4. 1	Tahrik grubunun gövde içerisine yerleşimi.....	51
Şekil 4. 2	Nakliye emniyet civatası konumları	52
Şekil 4. 3	Kondanser yerleşimi.....	52
Şekil 4. 4	Proses fanı yerleşimi	53
Şekil 4. 5	Kazan arka hava çıkış deliği	54
Şekil 4. 6	Kazan çıkış – kondanser kanalı	55
Şekil 4. 7	Kondanser – proses fanı kanalı	55
Şekil 4. 8	Isıtıcı kanalı.....	56
Şekil 4. 9	Isıtıcı kanalı – fan bağlantı kanalı	56
Şekil 4. 10	Soğutma fanı yerleşimi	57
Şekil 4. 11	Soğutma kanalı yerleşimi	58
Şekil 4. 12	Soğutma fanı – kondanser bağlantısı	59
Şekil 4. 13	İlk tasarım kurutma kanalları	59
Şekil 4. 14	Sitemin gövde içerisine yerleşimi	60
Şekil 4. 15	Kurutma sistemi parçaları.....	61
Şekil 4. 16	Mevcut ve yeni tasarım kurutma çevrimlerinin karşılaştırılması	62
Şekil 4. 17	Mevcut ve yeni tasarımda kullanılan dirsekler	63
Şekil 4. 18	Mevcut ve yeni tasarımda kondanser boyutları	63
Şekil 4. 19	Mevcut ve yeni tasarım kesit alanları	64
Şekil 4. 20	Soğutma kanallarının akış hacmi	65
Şekil 4. 21	Soğutma kanalları akım çizgileri ve hız dağılımı	65
Şekil 4. 22	Proses kanalları akış hacmi	66
Şekil 4. 23	Proses kanalları akım çizgileri ve hız dağılımı	66
Şekil 4. 24	Mevcut makine soğutma kolları CFD analizi	67

Şekil 4. 25	Mevcut makine proses kolları CFD analizi	68
Şekil 4. 26	SLS sisteminin çalışma prensibi [7],[8].....	69
Şekil 4. 27	SLS prototip parça örneği	70
Şekil 4. 28	SLA sisteminin çalışma prensibi [7],[9]	71
Şekil 4. 29	Silikon kalıptan alınmış prototip parça örneği.....	71
Şekil 4. 30	Tahrik grubuna uygun gövde tadilatı	72
Şekil 4. 31	Yay bağlantısı tadilatı	73
Şekil 4. 32	Kazan arka hava çıkış deliği.....	73
Şekil 4. 33	Kazan arka deliği sızdırmazlık parçası	74
Şekil 4. 34	Tahrik grubunun gövde içerisine yerleştirilmesi (arka)	74
Şekil 4. 35	Tahrik grubunun gövde içerisine yerleştirilmesi (ön)	75
Şekil 4. 36	Kondanser grubu prototipi	75
Şekil 4. 37	Kondanser grubu vida bağlantısı	76
Şekil 4. 38	Kondanser grubu gövde bağlantı noktaları	76
Şekil 4. 39	Kondanser soğutma grubu	77
Şekil 4. 40	Prototip makine arka bölümü.....	77
Şekil 4. 41	Prototip makine arka bölümü.....	78
Şekil 4. 42	Prototip makine arka bölümü.....	78
Şekil 4. 43	Kondanser soğutma grubu soğuk hava girişi	79
Şekil 4. 44	Proses fanı-ısıtıcı bağlantı parçası.....	79
Şekil 4. 45	Prototip makine üst bölümü.....	80
Şekil 4. 46	Prototip makine üst bölümü.....	80
Şekil 4. 47	Cad model ve prototip makine	81
Şekil 4. 48	Isıtıcı kanalı konsept tasarım 1 ve 2.....	83
Şekil 4. 49	Isıtıcı kanalı konsept 1 akış hacmi ve CFD analizi.....	83
Şekil 4. 50	Isıtıcı kanalı konsept 2 akış hacmi ve CFD analizi.....	84
Şekil 4. 51	Tahrik grubu ve kondanser grubu.....	85
Şekil 4. 52	Soğutma havası yönlendirme parçası	86
Şekil 4. 53	Tahrik grubu ağırlık merkezi	88
Şekil 4. 54	Cad üzerinde oluşturulan denge ağırlıkları	88
Şekil 4. 55	Prototip denge ağırlığının bir bölümü	89
Şekil 4. 56	Prototip denge ağırlığı montajı	89
Şekil 4. 57	Prototip 2 ısıtıcı grubu montajı	90
Şekil 4. 58	Prototip 2	90
Şekil 4. 59	By-pass çeşitleri	92
Şekil 4. 60	By-pass çözümleri	92
Şekil 4. 61	En kötü durumda tamburun kazan içerisindeki hareketi	93
Şekil 4. 62	Kazan arka kesit görünüşü (federli-federsiz)	94
Şekil 4. 63	Kazan üzerinde feder yapısı	94
Şekil 4. 64	Kazan arka feder prototipi ve montajı.....	95
Şekil 4. 65	Final prototip için alternatif ısıtıcı kanalları	96
Şekil 4. 66	Isıtıcı kanalı konsept 1 akım çizgileri.....	97
Şekil 4. 67	Isıtıcı kanalı konsept 2 akım çizgileri.....	97
Şekil 4. 68	Final prototip için alternatif ısıtıcı kanalları	98
Şekil 4. 69	Final prototip için alternatif ısıtıcı kanalları	98
Şekil 4. 70	Final prototip için alternatif ısıtıcı kanalları	99

Şekil 4. 71	Final prototip için alternatif ısıtıcı kanalları	99
Şekil 4. 72	Final prototip için alternatif ısıtıcı kanalları	100
Şekil 4. 73	Final prototip kondanser grubu montaj hali.....	101
Şekil 4. 74	Final prototip ısıtıcı kanalı ve denge ağırlığı montaj hali	101
Şekil 4. 75	Final prototip ısıtıcı kanalı.....	102
Şekil 4. 76	Final prototip metal ön denge ağırlığı	102
Şekil 4. 77	Isı pompalı yıkayıcı kurutucu tasarımı	103
Şekil 4. 78	Su soğutmalı sistem tasarımı	105



ÇİZELGE LİSTESİ

	Sayfa
Çizelge 3.1 Tahrik grubu ve gövde bilgileri.....	42
Çizelge 3.2 Kondanser boyutları.....	49
Çizelge 5.1 Rakip ürünlerin yıkama ve kurutma süreleri.....	107

**YIKAYICI KURUTUCULARDA
KURUTMA VERİMİNİN ARTIRILMASI VE TASARIMI**

Varol KAYIŞDAĞ

Makine Mühendisliği Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Berna BOLAT

Son yıllarda beyaz eşya sektöründeki artan rekabete ayak uydurarak pazarda büyük pay almak isteyen şirketler, teknolojik alandaki gelişmelere paralel olarak ilerleme göstermektedir. Bu ilerlemeler aynı zamanda kullanıcı ihtiyaçlarına göre yön bulmaktadır. Örneğin daralan yaşam alanlarıyla birlikte beyaz eşyaların evlerde kapladığı boyutlar kullanıcılar için büyük önem taşımaktadır.

Kullanıcıların çamaşırlarını hızlı bir şekilde kurutma ihtiyacı duymasının ardından kurutma makineleri de evlerde yerlerini almaya başlamıştır. Ardından çamaşır ve kurutma makineleri ayrı ayrı büyük yer kapladığı için üretici firmalar iki ürünü birleştirerek tek bir makine boyutunda yıkayıcı-kurutucu olarak piyasaya sürmüşlerdir. Yıkama ve kurutmanın tek bir makinede birleştirilmesi, özellikle kurutma adımıındaki verimliliği azaltarak kurutma sürelerinin uzamasına neden olmuştur.

Makinelerin çalışma süreleri kullanıcılar açısından önemli bir seçim parametresidir. Bu gereksinimden hareketle, Arçelik A.Ş. Merkez ARGE bünyesinde yıkayıcı-kurutucu makinelerin kurutma sürelerinin azaltılmasına yönelik tasarım çalışmaları yapılmıştır.

İlk olarak literatür ve pazar araştırması yapılmış, ardından çamaşır, kurutucu ve yıkayıcı-kurutucu makinelerin genel özellikleri incelenerek sistem hakkında genel bilgi edinilmiştir. Ayrıca bu sistemlerde kullanılan ana komponentler de incelenmiştir. Bu bilgiler doğrultusunda kurutma sistemi komponent yerleşimleriyle ilgili konsept tasarımlar yapılmıştır. Yapılan konsept tasarımların avantaj ve dezavantajları

belirlenerek uygun kurutma sistemi yerleşimi seçilmiştir. Sonrasında seçilen konsept tasarım üretime yönelik detaylandırılarak prototip üretimine hazır hale getirilmiştir. Bu çalışmalara ek olarak tez kapsamında farklı kurutma sistemlerine ait alternatif tasarımlar, çamaşırın sıkma adımındaki dinamik dengelemeyi sağlamak için denge ağırlığı tasarımları ve kazan içi kaçak problemlerinin çözümüne yönelik tasarımlar da yapılmıştır.

Detaylandırılan makine tasarımının ardından başta SLS teknolojisi kullanılarak prototip üretimleri gerçekleştirilmiştir. Oluşturulan ilk prototipler üzerinde deneysel çalışmalar yapılarak problemler gözlenmiş ve buna bağlı olarak final tasarım ve final prototip üretimi gerçekleştirilmiştir. Daha sonra bu makine üzerinde kurutma testleri yapılarak mevcut ürünlerle süre karşılaştırmaları yapılmıştır.

Bu çalışma sayesinde yıkayıcı-kurutucu makinelerdeki kurutma verimleri arttırılmış böylelikle piyasadaki yıkayıcı-kurutucu ürünlerin ortalama kurutma sürelerine göre yaklaşık %39 azalma sağlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Yıkayıcı-Kurutucu, Çamaşır Makinesi, Kurutucu makine, kurutma

**DESIGN AND EFFICIENCY IMPROVEMENT
FOR WASHER-DRYERS**

Varol KAYIŞDAĞ

Department of Mechanical Engineering

MSc. Thesis

Adviser: Ass. Prof. Dr. Berna BOLAT

In the last decades, by keeping up with the increasing competition in the white goods industry, the companies that want to take a big place in the market are developing themselves parallel to the developments in the technology. These developments are shaping with the needs of the consumers. For instance, now that the living spaces are getting narrower, the space that the white goods take up matter for the consumers.

With the need of drying the washed clothes in an instance, the drying machines started taking place at houses. After that, since the washing machines and drying machines take up so much space, the companies combined the two products and released washer-dryers that take up the same place as one machine. Combining washing and drying reduced the drying efficiency in particular and extended the drying time.

The cycle time of the machines is an important choice parameter for consumers. With this need, Arçelik Co. Central R&D department performed design studies for reducing the drying cycle time in washer-dryers.

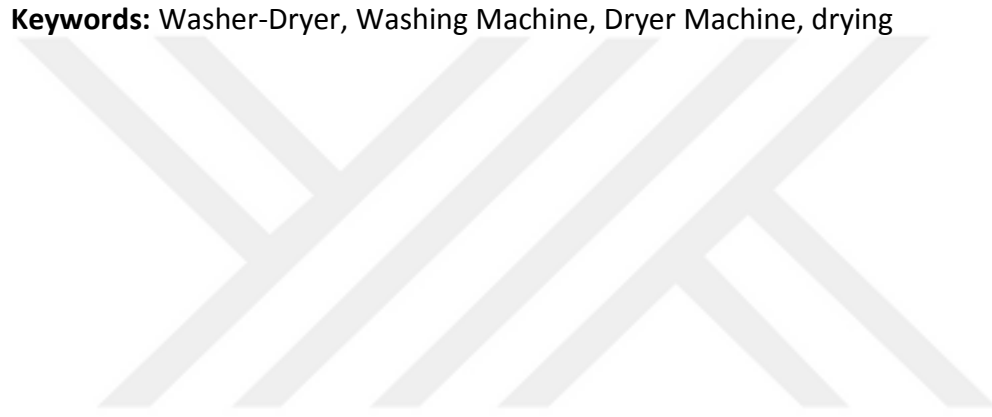
First, literature and market research were done. After that, the dryer and washer-dryer machines' general features were investigated and general information was obtained. Also, the main components in the system were investigated too. In accordance with this information, component placement concept was designed. The advantages and disadvantages of the concept designs were determined and the proper drying system

placement was chosen. After that, the chosen concept design was enlarged on to be produced and prototyped. In addition to this study, in the content of the thesis, alternative designs for different drying systems, counterweight designs to provide the balance at the maximum rotation speed and solution for the leakage problem of the tub were designed too.

After the detailed machine design, prototypes were produced with the SLS technology in particular. The first prototypes were used for the experimental studies, problems were observed and in accordance with these, final design and final prototype production was done. Later, drying tests were performed on the machine and the machine was compared with the present products.

With this study, washer-dryer machines' drying efficiency was increased, thus cycle time was reduced 39% compared to the washer-dryer products in the market.

Keywords: Washer-Dryer, Washing Machine, Dryer Machine, drying



BÖLÜM 1

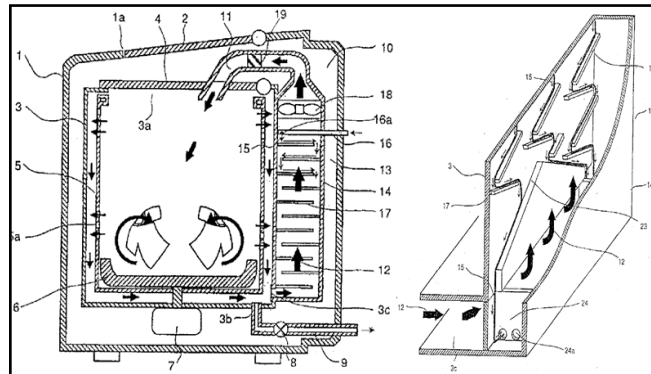
GİRİŞ

1.1 Literatür Özeti

Yıkayıcı-kurutucu makine ve teknik detayları ile ilgili daha önceden alınmış patentler mevcuttur. Fikirlerin yasal olarak uygulanabilir olup olmadığı ve patentlerdeki detayların konstrüksiyonun gelişmesine katkı sağlayacağı için Avrupa Patent Ofisi'nin veri tabanı kullanılarak patent araştırması yapılmıştır. Uygun anahtar kelimelerle yapılan araştırma sonucunda ilgili patentler bölümlere ayrılarak daha detaylı incelenmiştir.

1.2.1 Su Soğutmalı Sistem Patent Araştırması

Özellikle kurutma adımı ile ilgili olan bu patentlerde su soğutmalı kondanser yapısı üzerinde durulmuştur. Çamaşır üzerinden alınan nemin yoğunlaşmasında soğutma suyu kullanıldığı için sulu sistem olarak kısaltılmıştır ve ilgili patentler aşağıdaki gibidir.

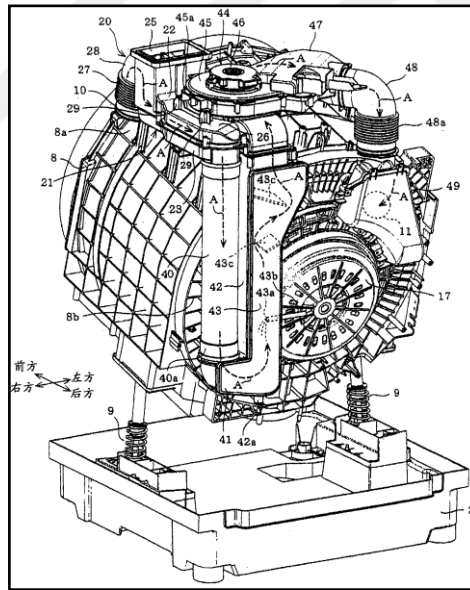


Şekil 1. 1 KR20020090872 (A) numaralı patentte ait bir görünüş [1].

KR20020090872 (A) numaralı 05.12.2002 yılında HITACHI LTD. tarafından başvurusu yapılmış patentte amaç, soğutma ve nem alma verimi yüksek bir su soğutmalı yıkayıcı-kurutucu tasarlamaktır. Patentte anlatılan kurutma sistemi şekil 1.1'deki gibidir. Nem alma odasında yapılan farklı tasarımlarla su-hava temas alanı ve ısı geçişi performansı artırılmıştır. Kanal içerisine zikzak şeklinde yerleştirilen federler su ile havanın temasını önemli ölçüde arttırmaktadır. Soğutma suyu bu federler üzerinden akarak nem almayı önemli ölçüde iyileştirmektedir. Başka bir tasarımda ise kanallar üzerindeki federler yerine silindir şeklinde çıkıntılar yapılarak ısı geçiş alanı artırılmıştır[1] .

Nem alma odasının ikiye bölünerek su ile havanın temasının daha efektif hale getirilmesi de patent içerisinde mevcuttur.

CN101805974 (A) numaralı 18.08.2010 yılında TOSHIBA CONSUMER ELECT HOLDING tarafından başvurusu yapılmış patentte amaç, yıkayıcı-kurutucunun kurutma sırasında nem alma verimini arttırmaktır [2].

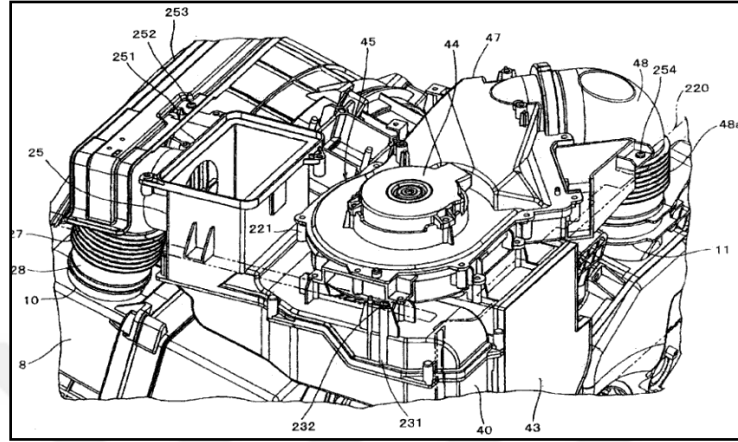


Şekil 1. 2 CN101805974 (A) numaralı patentte ait bir görünüş [2]

Kazandan çekilen proses havası A ile gösterilen okların yönünde hareket etmektedir. Kazanın ön tarafındaki girişten (10) çekilen hava, makinenin üst tarafındaki akış yolunu (20) izleyerek kazanın arka kısmındaki yoğuşma odasına (43) gönderilir. Yoğuşma odasında bulunan kirişler (43c) filtrasyon etkisi yapmakta ve su damlalarının yukarıdaki hatta geçişini engellemektedir [2].

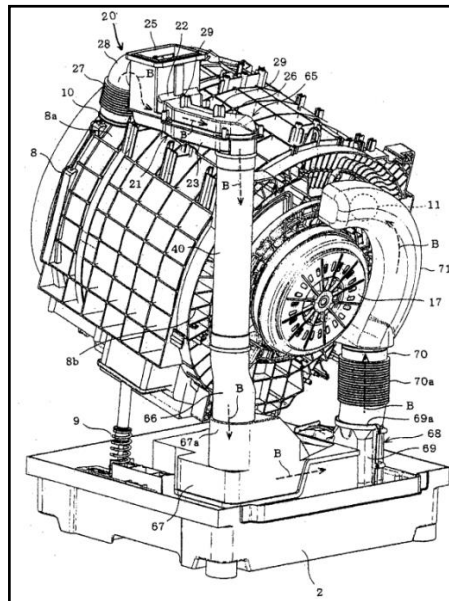
Nem alma odasında (43) hava üzerine, püskürtme borusu (43a) ile soğuk su püskürtülmektedir. Burada soğuk suyla nemi alınan hava, fan (45) ile çekilerek ısıtıcı (47) üzerine gönderilir [2].

Patentteki kurutma kanalı tasarımlarını daha dikkatli inceleyecek olursak;



Şekil 1. 3 CN101805974 (A) numaralı patentte ait kurutma kanalları [2]

Sistem genel olarak kazan üst tarafına gövde üzerine monte edilecek şekilde tasarlanmıştır. Kurutma kanallarının bir bölümü de kazan üzerinde bulunmaktadır. Özellikle yıkamanın sıkma adımında dengesiz yüklerden dolayı kazan gövde içerisinde hareket etmektedir. Bu nedenle hareketsiz gövde üzerindeki kurutma kanalları hareketli kazan üzerindeki bölümlere körük (28,48) adı verilen elastik kanallarla bağlanmaktadır [1].

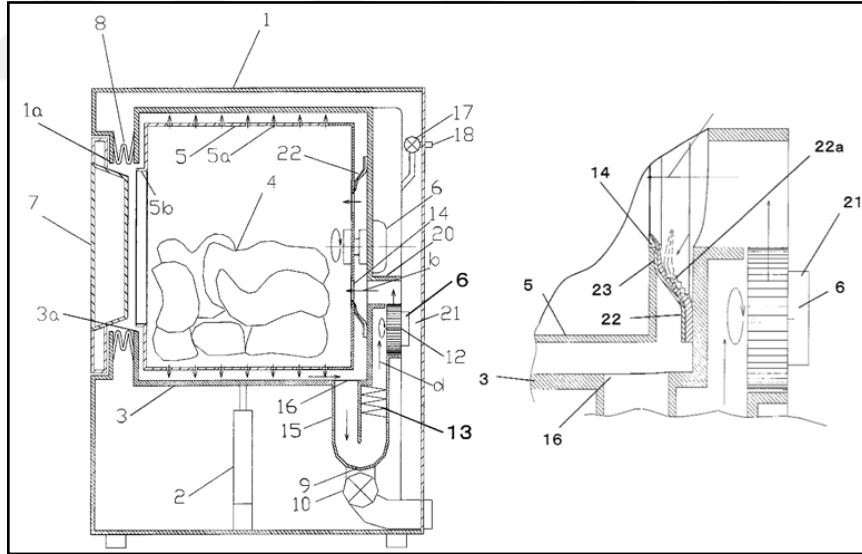


Şekil 1. 4 CN101805974 (A) numaralı patentte ısı pompalı sistem [2]

Bu patentte ayrıca aynı yıkayıcı-kurutucu üzerine ısı pompalı kurutma sistemi de uygulanmıştır. Kazanın ön bölümünden (10) çekilen nemli hava B ile gösterilen okların yönünde hareket etmektedir. Isı pompası sisteminin elemanları olan kompresör, kondanser ve evaporatör kazanın arka alt bölümündeki muhafaza (67) içindedir. Bu muhafaza içinde yoğuşan ve tekrar ısıtılan hava fan ile çekilerek, kazanın arkasındaki girişten (11) tekrar kazana gönderilmektedir [2].

1.2.2 Hava Kaçaklarıyla ilgili Patent Araştırması

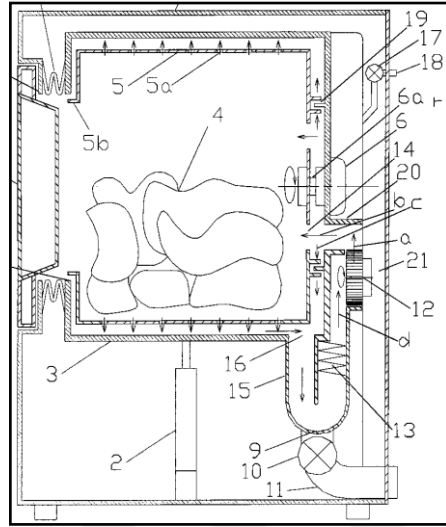
Yıkayıcı-kurutucu makinelerin kurutma aşamasında proses havasının tamamının ya da büyük çoğunluğunun çamaşır üzerinden geçerek nem alması istenmektedir. Yıkayıcı-kurutucularda kullanılan tambur yapısı kurutma adımı için çok verimli olmamaktadır. Kurutma için verimli tambur yapısına gidildiğinde ise yıkama bölümü verimsiz olmaktadır. Sonuç olarak kullanılan sistemden kaynaklanan bazı hava kaçakları olmaktadır. Bu problemlerin önüne geçmek için yapılan çözümlerin patentleri aşağıdaki gibidir.



Şekil 1. 5 JP2005304989 (A) numaralı patentte ait bir görünüş [3]

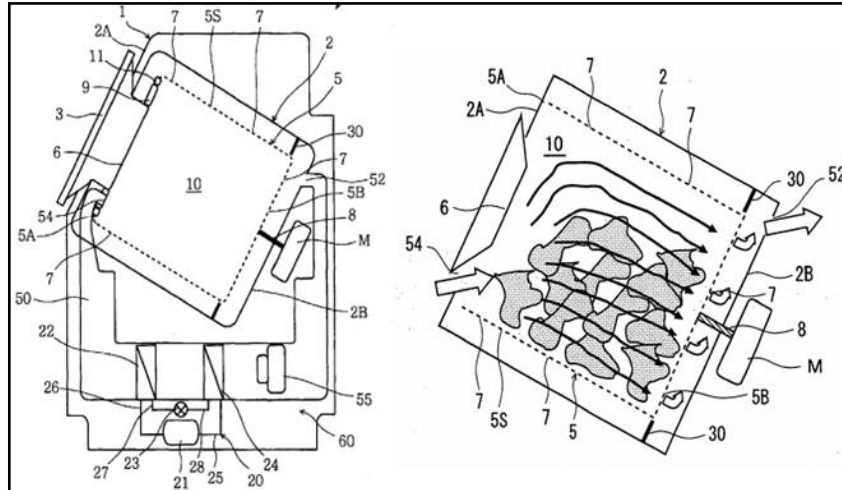
JP2005304989 (A) numaralı 18.08.2010 yılında MATSUSHITA ELECTRIC IND LTD. tarafından başvurusu yapılmış patentte amaç, kazan tambur arasındaki hava kaçağının engellenmesidir. Kazan arka bölümünde bulunan elastik sızdırmazlık elemanı makinenin yıkama adımı tambura değmemektedir. Kurutma adımına geçildiğinde

hava akışının etkisiyle deforme olarak tambur bölümüne temas etmektedir ve hava kaçaklarını engellemektedir [3].



Şekil 1. 6 JP2005304989 (A) numaralı patent - alternatif tasarım [3]

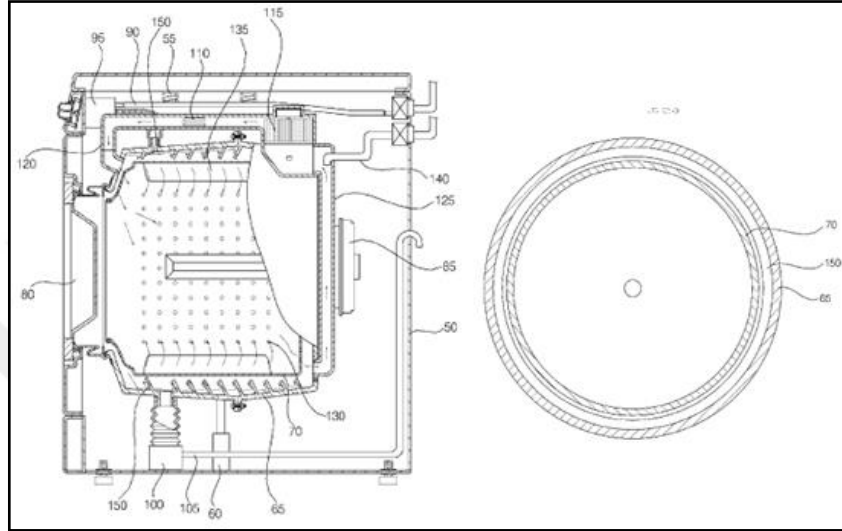
Bu patente ait farklı bir tasarımda ise kaçakları azaltacak bir yöntem görülmektedir. Bu yöntemde tambur üzerinde dairesel iki adet feder bulunmaktadır. Bu iki federin ortasına denk gelecek şekilde kazan üzerinde de ayrıca dairesel feder bulunmaktadır. Bu federler hava akışını engelleyerek azaltacağı için hava kaçakları engellenmiş olmaktadır [3].



Şekil 1. 7 KR20080084693 (A) numaralı patentte ait bir görünüş [4]

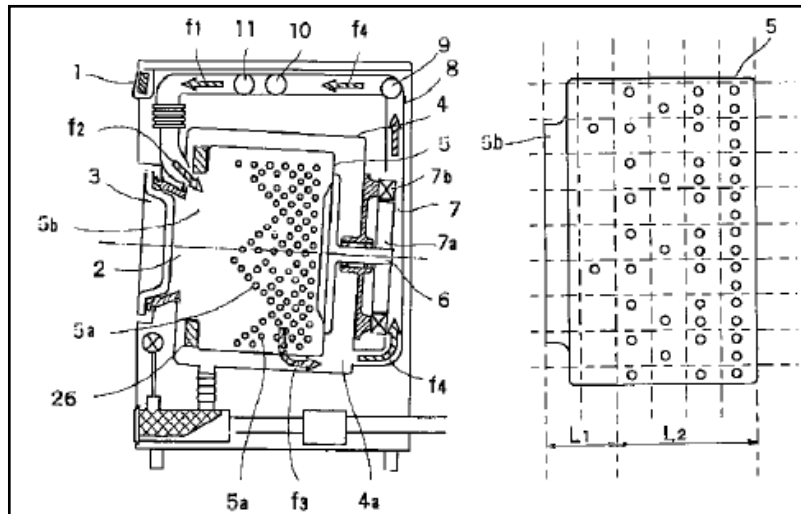
KR20080084693 (A) numaralı 14.03.2008 yılında SANYO ELECTRIC CO tarafından başvurusu yapılmış patentte amaç, yıkayıcı/kurucularda kurutma süresini ve enerji tüketimini azaltmaktır. Bu da kuru havanın sıcaklığını arttırmadan nemli çamaşırın sıcak

hava ile temasını arttırarak mümkün kılınmaya çalışılmaktadır. Ayrıca bu buluşta hava kontrolünü düzenleyen bir regülatör bulunmaktadır. Bu regülatör tamburun yan kısmında bulunan deliklerin yıkama esnasında açık konumda, kurutma esnasında kapalı konumda tutulmasını sağlamaktadır. Tambur ile kazan arasına bölücü duvarlar (30) konularak sıcak havanın çamaşıra temas etmeden kaçması engellenmeye çalışılmıştır[4].



Şekil 1. 8 KR20070015294 (A) numaralı patente ait bir görünüş [5]

KR20070015294 (A) numaralı 30.07.2005 yılında LG ELECTRONICS INC tarafından başvurusu yapılmış patentte amaç, kazan ile tambur arasındaki sıcak hava kaçışını minimize etmektir. Bunun için tambur ile kazan arasına kazan üzerine daha önceden belirlenmiş bir mesafeyle şekil 1.8' de görüldüğü gibi federler yerleştirilmiştir [5].



Şekil 1. 9 JP2000325688 (A) numaralı patente ait bir görünüş [6]

JP2000325688 (A) numaralı 21.05.1999 yılında SHARP KK tarafından başvurusu yapılan patentte amaç, körükten giren sıcak havanın daha uzun bir yol izleyip çamaşırlarla daha fazla temas halinde olmasını sağlamaktır. Bunun için tambur üzerindeki delik yapılarının sayısı ve sıklığı ile oynanmıştır. Sıcak hava ön bölümden girdiği için tambur delikleri arka tarafa doğru yoğunlaştırılmıştır. Böylece tambur deliklerinden kaçan hava çamaşıra temas etmeden kaçmamaktadır [6].

1.2.3 Hava Soğutmalı Sistem Patent Araştırması

Hava soğutmalı sistem kurutucu kanal ve komponent yerleşimleri bilinen yöntem olduğu için patent bulunmamaktadır. Havalı sistemle ilgili daha çok kondanser yıkaması ve sistem detayları üzerine patentler alınmıştır.

Havalı sistem detay patentleri bulunan yıkayıcı-kurutucu makineler pazar araştırmasında rakip ürün olarak incelenerek kanal görselleri ve komponent yerleşimlerine detaylı olarak yer verilmiştir.

1.2 Tezin Amacı

Günümüzde artan nüfus ile birlikte yaşam alanları da daralmaktadır. Bu doğrultuda beyaz eşyalar evlerde kapladığı yerlere ve kullanıcı ihtiyaçlarına göre değerlendirilmektedir. Beyaz eşya sektöründeki artan rekabete ayak uydurarak pazarda büyük pay almak isteyen şirketler bu alanda araştırma geliştirme çalışmalarına önem vermektedir.

Kullanıcıların çamaşırlarını açık havada kurutma imkânlarının azalmasıyla evlere kurutma makineleri de girmeye başlamıştır. Çamaşır ve kurutma makinesi ayrı ayrı büyük yer kapladığı için firmalar iki ürünü birleştirilerek aynı boyutlarda tek bir makine (yıkayıcı-kurutucu) olarak piyasaya sürmüştür. İki makinenin çalışma prensiplerindeki farklardan dolayı, tek bir makine olarak birleştirildiğinde kurutma verimi düşmektedir.

Bu tezin amacı, yıkayıcı-kurutucu makinelerde tasarım kriterlerini belirlemek, makine içerisinde kullanılabilecek komponentlerin seçimlerini yaparak gövde içerisine yerleşimlerini belirlemek, yıka-kurut performansını iyileştirmektir. Özellikle kurutma adımı nem almayı arttırarak kurutma sürelerinin iyileştirilmesi amaçlanmıştır. Bu

parametreler doğrultusunda konsept tasarımlar geliştirilmesi, bu konsept tasarımların avantaj dezavantajlarının karşılaştırılması, bilgisayar ortamında akış analizlerinin yapılması ve prototiplenmesi amaçlar arasındadır. Ayrıca bu prototipler üzerinde deneysel çalışmalar yapılarak sistemin doğruluğunun kontrol edilmesi hedeflenmiştir.

Yapılan tüm çalışmalar Arçelik A.Ş. Merkez Ar-Ge departmanında gerçekleştirilmiş olup, tüm olanaklar firma tarafından sağlanmıştır. Tasarlanan konsept tasarımlar hızlı prototipleme imkanlarıyla üretilerek Arçelik firmasına ait mevcut çamaşır makinesi ve yıkayıcı-kurutucu makineler üzerine adapte edilmiştir.

Çamaşır makinesinde kullanılan tambur- kazan yapısı ile kurutucularda kullanılan tambur yapısı farklılık göstermektedir. Çamaşır makinelerinde kullanılan tambur delik yapısı bakımından hava kaçaklarına neden olduğu için kurutmaya uygun değildir. Kurutma makinelerinde kullanılan tambur yapısı da sıkma verimi bakımından yıkamaya uygun değildir. Bu nedenle yıkayıcı-kurutucu tasarımı birçok problem doğurmaktadır. Tez kapsamında yapılan bu çalışmada bu zorlukların giderilmesi de amaçlanmıştır.

1.3 Hipotez

Bu yüksek lisans tezi kapsamında, yıkayıcı-kurutucuların yıkama ve kurutma hızlarını etkileyen parametreler incelenmiştir. Bu parametreler doğrultusunda hesaplamalar yapılmış daha sonra tasarım aşamasına geçilmiştir. Tasarımlar analizlerle desteklenerek prototipler üretilmiştir. Prototiplerdeki deneysel sonuçlar analizlerle karşılaştırılarak doğrulanmıştır.

Çalışmanın daha sonraki adımında alternatif kurutma yöntemleri kullanılarak yıkayıcı-kurutucu makine tasarımları yapılmış ve prototipleri alınmıştır. Üretime yönelik yapılan bu prototiplerdeki deneysel sonuçlar piyasadaki makinelerle karşılaştırılarak iyileşmeler gözlemlenmiştir.

1.4 Pazar Araştırması

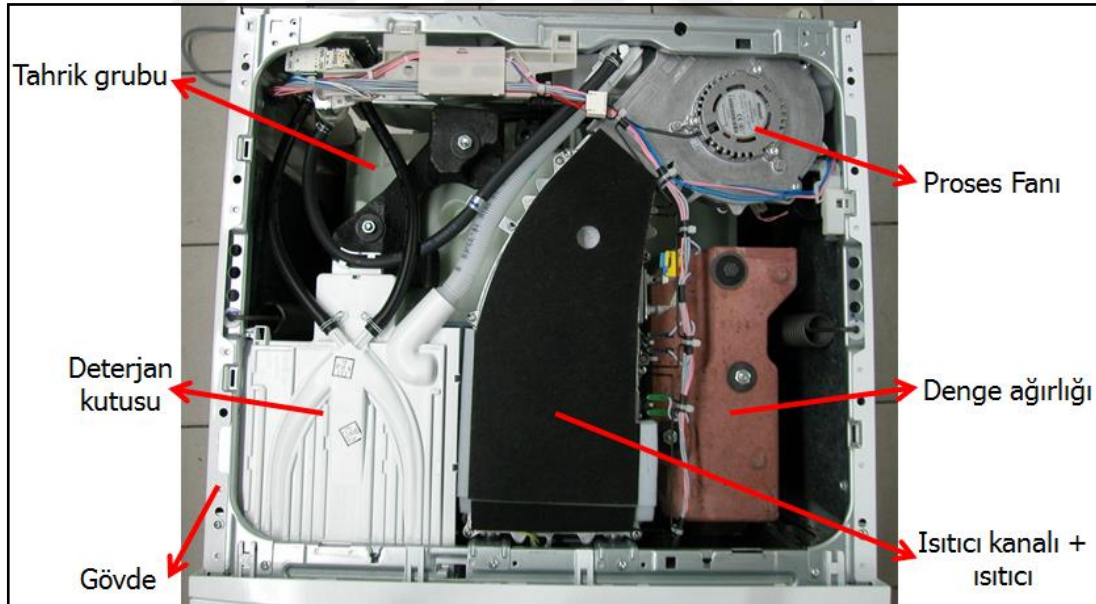
Hem çamaşır yıkama özelliği hem de kurutma özelliği bulunan (Yıkayıcı-Kurutucu) makine tasarımına başlamadan önce pazarda bulunan benzer ürünler incelenmiştir.

Firmaların gelişen teknolojiyi takip etmesi ve rakiplerinden geri kalmaması açısından pazar araştırması ve ürünlerin kıyaslanması (benchmarking) büyük önem arz etmektedir.

Doğru bir Pazar araştırması ile yapılacak tasarımdaki konstrüksiyon kriterlerinin doğru seçilmesi sağlamaktadır. Ayrıca bu ürünlerin detaylı incelenmesinden sonra tasarımda teknolojik bir farklılıklara gidilerek ürünün bir adım önde olması ve pazarda rekabet edebilecek konumda olması sağlanacaktır.

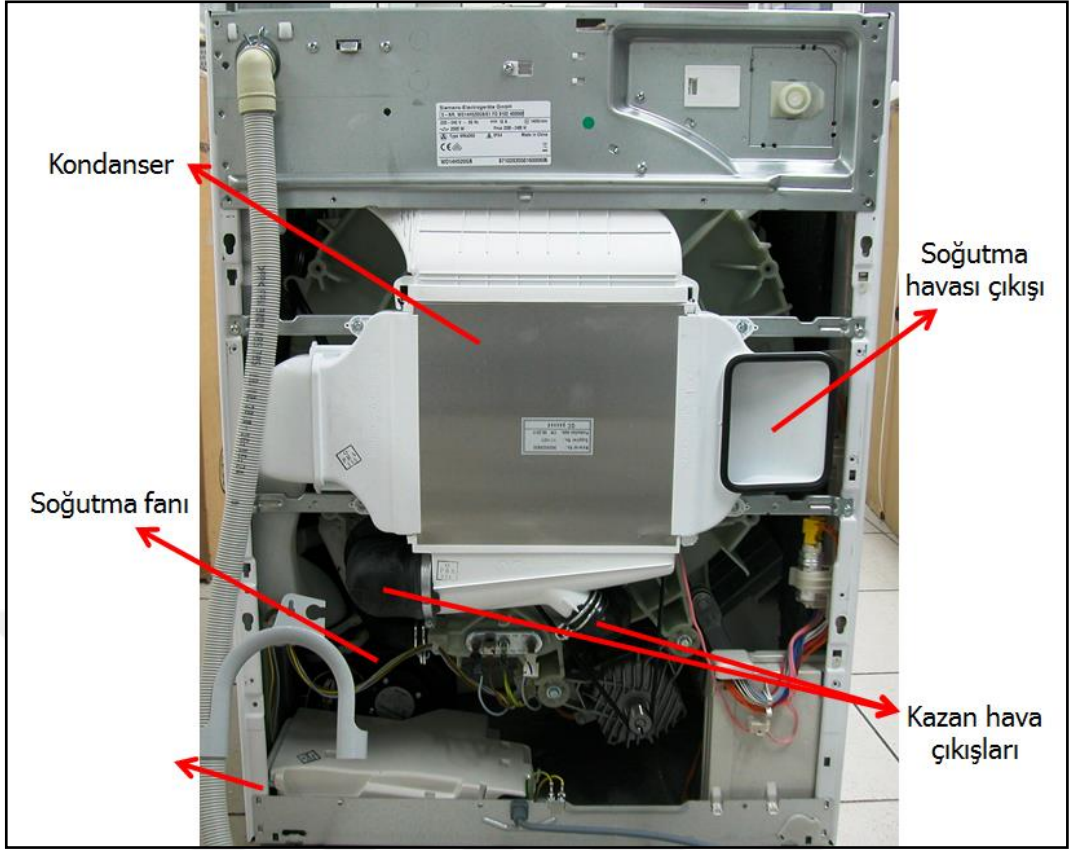
Pazar araştırması sonucunda bulunan Yıkayıcı-kurutucu makinelerden bir kısmı temin edilerek üzerinde inceleme yapılmıştır.

RAKİP ÜRÜN 1: Yıkayıcı-kurutucu makine yedi kg yıkama dört kg kurutma kapasitesine sahiptir. Ayrıca maksimum sıkma devri 1400 devir/dakika, yıkama performans sınıfı A'dır. Ortalama pamuklu yıkama süresi 220 dakika, kurutma süresi 288 dakika olmak üzere toplam program süresi 488 dakikadır. Makinenin kurutma kanalları ve komponentlerini daha detaylı inceleyecek olursak;



Şekil 1. 10 Rakip ürün 1 yıkayıcı-kurutucu üstten görünüş

Makine üzerinde bulunan sistem (ısıtıcı, ısıtma kanalı, proses fanı) gövde üzerine monte edilmektedir. Proses havası ısıtıcı üzerinden geçerek ısıtılarak makine önündeki körükten çamaşır üzerine verilmektedir. Kondanser grubu ise arka bölüme yerleştirilmiştir.



Şekil 1. 11 Rakip ürün 1 yıkayıcı-kurutucu arkadan görünüş

Yukarıda görülen sistemin tamamı gövde üzerine şekilde de görülen braketler yardımıyla bağlanmaktadır. Soğutma fanı alt bölümde gövde üzerine monte edilmiştir.

Soğutma çevriminde ön bölümden ortam havasını çeken soğutma fanı kanal yardımıyla havayı kondanser üzerine üfleemektedir. Soğuk hava yoğunlaşmayı sağlarken ısınarak şekil 1.11'de görülen soğutma havası çıkışından makine arkasına atılmaktadır. Böylece soğutma çevrimi tamamlanmaktadır.

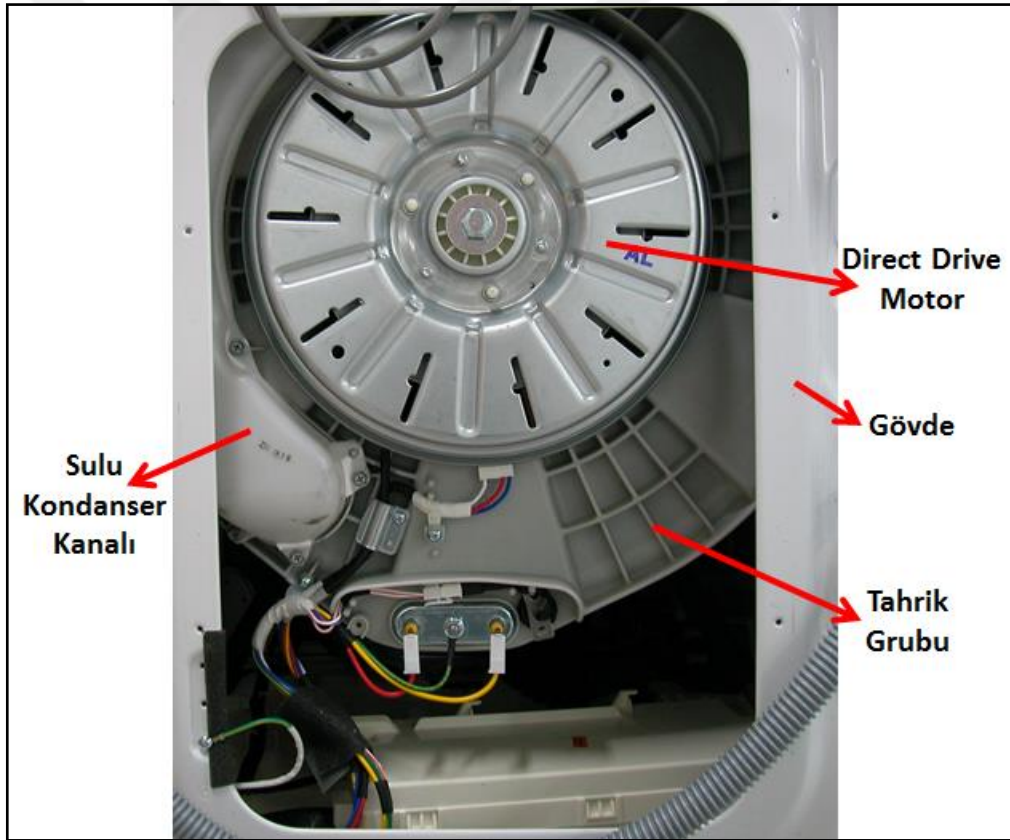
Proses çevriminde ise üst bölümdeki ısıtıcıdan ısınarak körükten geçen sıcak hava nem almak üzere çamaşır üzerine üflenmektedir. Ardından kazan hava çıkışlarından çıkarak kondanser üzerinde yoğunlaşması sağlanmaktadır. Yoğuşan havayı proses fanı çekerek tekrar ısıtıcı üzerine üfleemektedir. Bu şekilde proses çevrimi tamamlanmaktadır.

Bu yıkayıcı kurutucu hem yukarıda anlatıldığı gibi hava soğutmalıdır hem de su soğutmalıdır. Su soğutması kısmında üst taraftan kondanser üzerine nozullar yardımıyla su püskürtülmektedir. Su kondanserde yoğunlaşmayı sağladıktan sonra kazan

hava çıkış deliklerinden kazan içine girmektedir. Kazan içine giren su alt bölümdeki tahliye pompasına ulaşarak dışarı atılmaktadır.

Makine kurutma yaparken çamaşır üzerinden kopan havlar (iplik, yün, tüy...) kondanseri finleri üzerinde birikerek zamanla burayı tıkamaktadır. Bu nedenle kondanserin yıkanması gerekmektedir. Bu makinede soğutma suyu olarak kullandığımız su aynı zamanda kondanseri de yıkamaktadır.

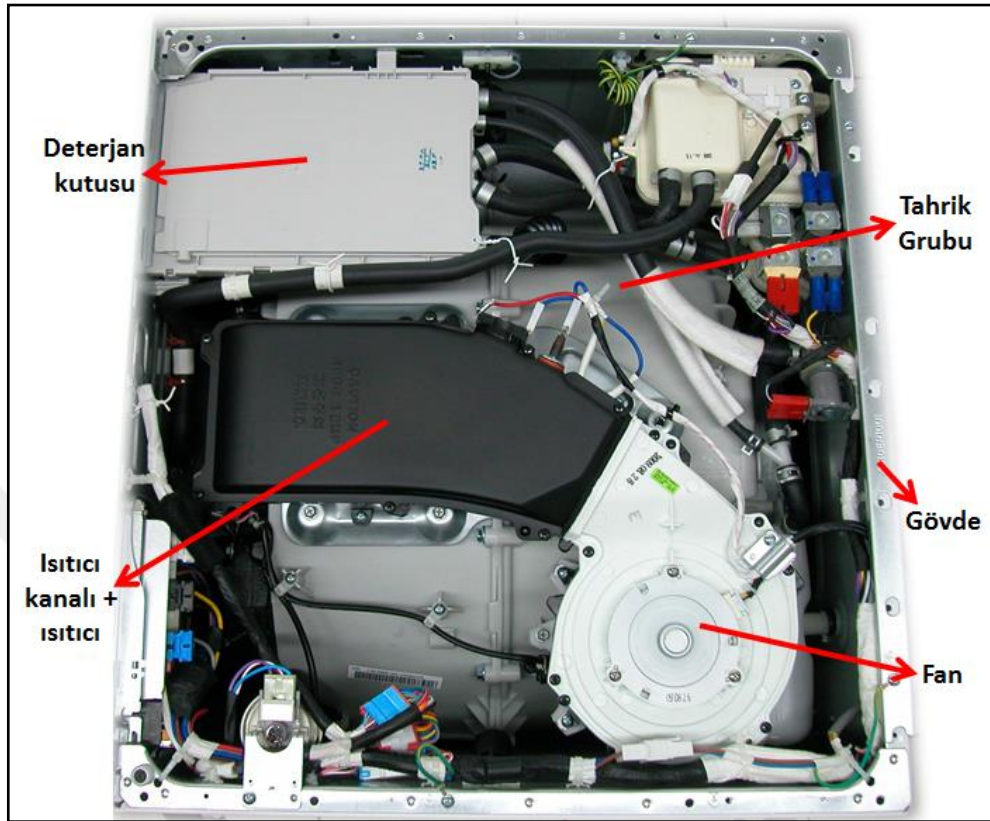
RAKİP ÜRÜN 2: Yıkayıcı-kurutucu makine dokuz kg yıkama altı kg kurutma kapasitesine sahiptir. Ayrıca maksimum sıkma devri 1400 devir/dakika, yıkama performans sınıfı A'dır. Ortalama pamuklu yıkama süresi 196 dakika, kurutma süresi 356 dakika olmak üzere toplam program süresi 551 dakikadır. Makinenin kurutma kanalları ve komponentlerini daha detaylı inceleyecek olursak;



Şekil 1. 12 Rakip ürün 2 yıkayıcı-kurutucu arkadan görünüş

Makine arkasında görülen sulu kondanser tahrik grubu üzerine kazan arkasına monte edilmektedir. Sistem tahrik grubunun gövde içerisindeki hareketiyle birlikte hareket etmektedir. Bu nedenle kazan arka hava çıkışı ile sulu kondanser arasına elastik kanal

koyulmamıştır. Direct drive olarak tasarlanmış makinede motor yerleşiminden dolayı kondanser C formunda tasarlanmıştır.



Şekil 1. 13 Rakip ürün 2 yıkayıcı-kurutucu üstten görünüş

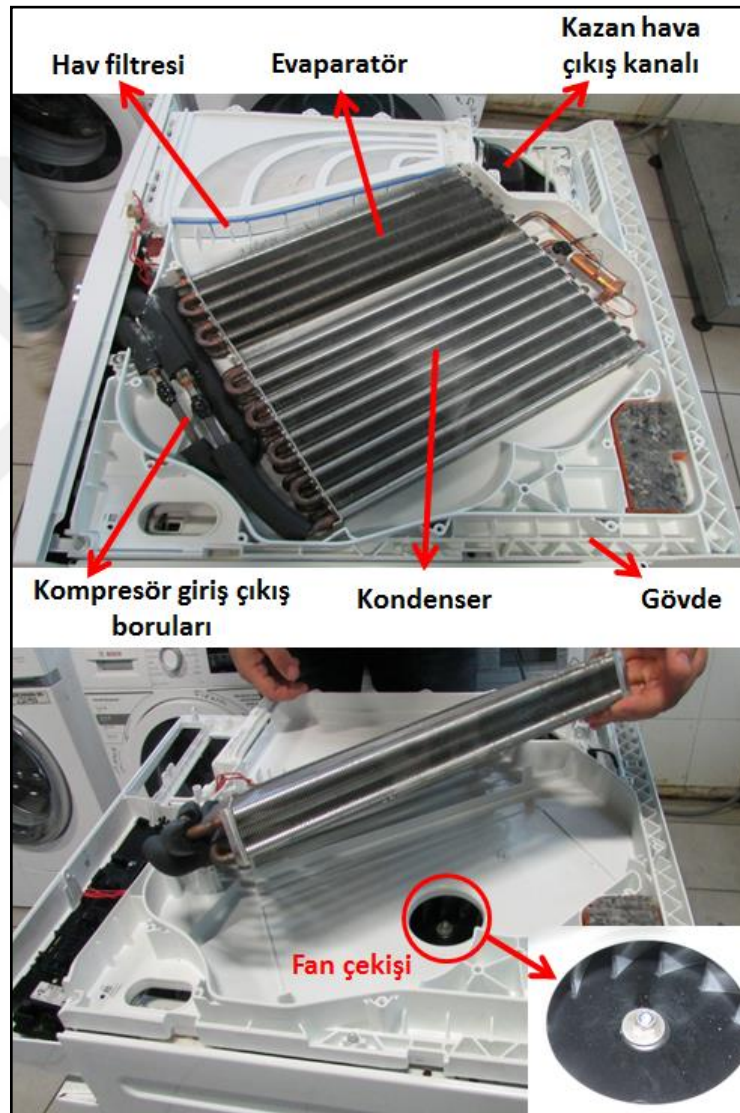
Kurutma sisteminin geriye kalan komponentleri (fan, ısıtıcı kanalı, ısıtıcı) şekil 1.13’ de görülmektedir. Bu sistem tahrik grubu üzerine bağlanmıştır. Makine yan çapraz bölümlerinde daha fazla yer olduğu için fan yerleşimi olarak bu bölümler değerlendirilmiştir. Proses havasının ön üst bölümden dik olarak verilmesi için fan çıkışından sonra ısıtıcı kanalı formu da eğimli olarak tasarlanmıştır.

Kurutma sistemi sus soğutmalı olarak çalışmaktadır. İlk olarak ısıtıcıda ısınan hava ön taraftan çamaşır üzerine verilmektedir. Çamaşır içinden geçerek nem alan hava kazan arka bölümünden çıkarak kondanser bölümüne ulaşmaktadır. Bu bölümde sıcak ve nemli havanın üzerine soğuk su püskürterek nem alma işlemi gerçekleştirilmektedir. Nem alma işleminden sonra hava üst bölümdeki fan yardımıyla yukarı çekilerek tekrar ısıtıcı üzerine gönderilerek ısıtma işlemi gerçekleştirilmektedir. Böylece kurutma çevrimi tamamlanmaktadır. Soğutma suyu nem alma işlemini gerçekleştirdikten sonra

kondanser kanalı boyunca ilerleyerek kazan içine girmektedir. Bu bölümden tahliye pompasına ulaşarak tahliye edilmektedir.

Kurutma sisteminin tamamı tahrik grubu üzerine monte edilmiştir. Sıkma sırasında kurutma sisteminin gövdeye çarpıması için gerekli boşluklar ona göre bırakılmıştır.

RAKİP ÜRÜN 3: Isı pompalı Yıkayıcı-kurutucu makine dokuz kg yıkama altı kg kurutma kapasitesine sahiptir. Ayrıca maksimum sıkma devri 1600 devir/dakika, yıkama performans sınıfı A'dır. Makinenin kurutma sistemini daha detaylı inceleyecek olursak;

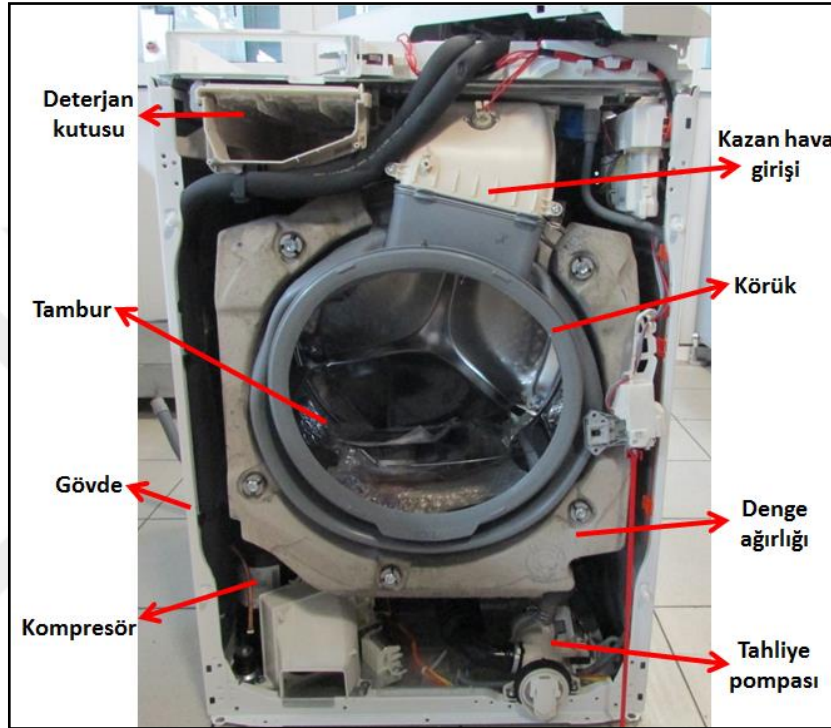


Şekil 1. 14 Rakip ürün 3 yıkayıcı-kurutucu üstten görünüş

Makine makinenin üst kapağının altında ayrı bir koruma içerisinde kurutma sistemi bulunmaktadır. Kurutma sisteminin üst kapağı kaldırıldığında gövde üzerine monte edilmiş kurutma sistemi görülmektedir. Bu kurutma sisteminde ısı pompalı sistemdir ve

üst bölümde evaporatör ve kondenser mevcuttur. Kondanser kaldırıldığında altında fan bulunan fan görülmektedir.

Makinenin ön kapağı açıldığında fandan çıkan kanalın körük bağlantısı görülmektedir. Kompresör makinenin alt bölümünde gövde üzerine monte edilmiştir. Ayrıca kompresörün soğutulması için ek soğutma fanı kullanılmıştır. Sistemde denge ağırlığı ön bölüme konumlandırılmıştır.



Şekil 1. 15 Rakip ürün 3 yıkayıcı-kurutucu önden görünüş

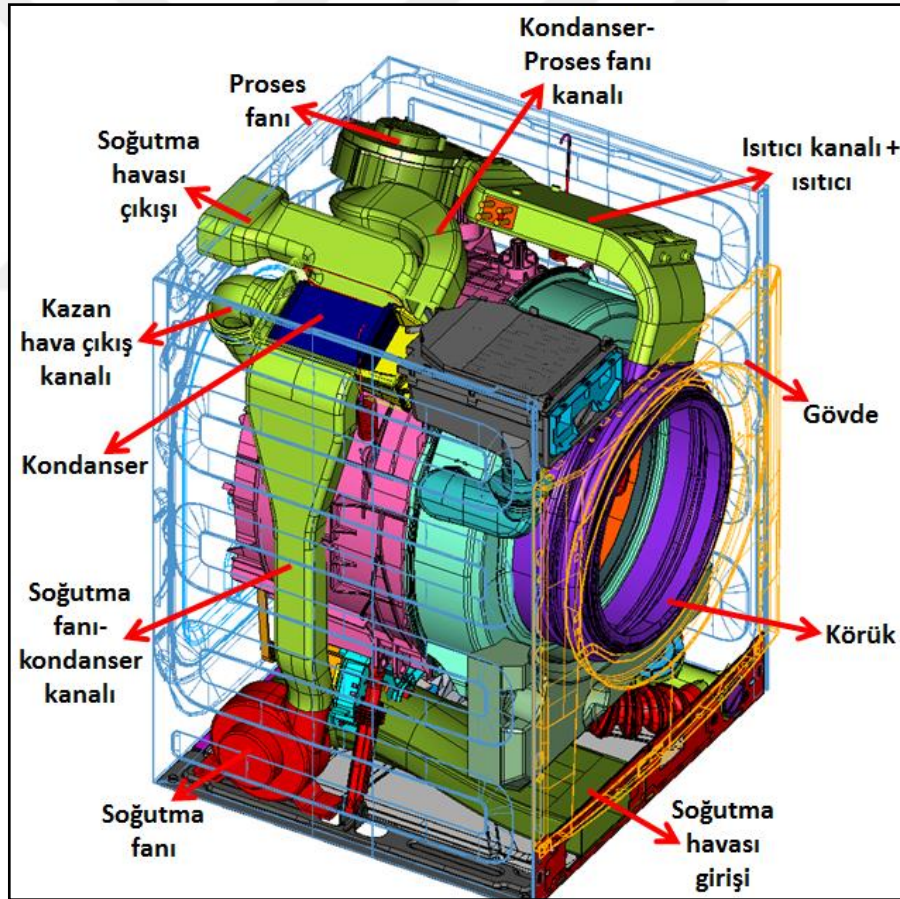
Kurutma çevrimini kısaca özetleyecek olursak, proses havası çevrimi sırasında kazandan çıkan nemli hava filtre üzerinden geçerek evaporatöre gelmektedir. Evaporatör üzerinden geçerken su buharı yoğunlaşmaktadır. Yoğuşan bu su alt bölüme inerek bir kanal yardımıyla tahliye olmaktadır. Ardından nemi uzaklaştırılmış hava, kondanser üzerinden geçerek ısınarak nem alma kapasitesi artmaktadır. Isınan hava kondanser altında bulunan fan yardımıyla çekilerek ön bölümdeki kazan hava girişinden tekrar çamaşır üzerine verilmektedir. Çamaşırlar kuruyana kadar bu çevrim devam etmektedir.

Bu sistemde aynı zamanda soğutucu akışkan çevrimi bulunmaktadır. Gaz halindeki akışkan alt bölümdeki kondanserde sıkıştırılıp ısı enerjisi arttırılmaktadır.

Kompresörden çıkan yüksek basınç ve sıcaklıktaki gaz kondansere ulaşarak ısı vermektedir. Ardından kılcal boru/kısılma valfine gelen akışkanın basıncı düşürülmektedir. Daha sonra evaporatör üzerinde proses havasından ısı çekmektedir. Kısaca soğutucu akışkan ve proses havası hal değişimleri birbirinin tam tersi şekilde olmaktadır.

Sistemde fan çekişinin kondanser altında bulunması kondanserin tüm alanının kullanılmamasına neden olarak kondanser verimini düşürmektedir.

Rakip ürünler dışında yıkayıcı-kurutucu makinelerle ilgili firmada daha önceki yıllarda yapılan çalışmalar bulunmaktadır. Projeye başlamadan önce bu tasarımlar da incelenerek kanal yapılarıyla ve komponent yerleşimleriyle ilgili detaylı bilgiler elde edilmiştir. Örnek tasarımları inceleyecek olursak;

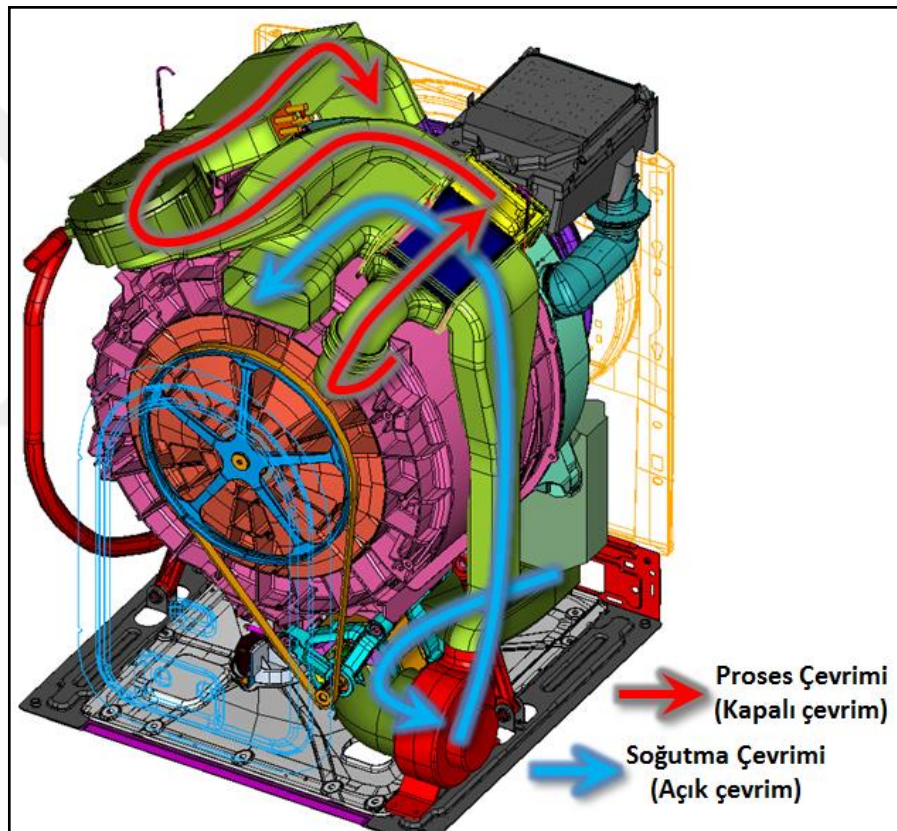


Şekil 1. 16 Örnek tasarım-1 kanal ve komponent yerleşimi

Şekil 1.16' da görülen hava soğutmalı yıkayıcı-kurutucu tasarımında kurutma sistemi gövde üzerine monte edilecek şekilde tasarlanmıştır. Soğutma fanı tahrik grubu altına

yerleştirilmiştir. Bu bölümde bulunan motorla kesişim yaptığı için motorun diğer tarafa alınması gerekmektedir. Sistem gövde üzerinde olduğu için kazan hava çıkış kanalı elastik olarak tasarlanmıştır. Kurutma sistemi üst bölümde karmaşık bir geometride tasarlandığı için kondanserin yerinden çıkarılma zorluğu, sistem montaj zorlukları ve komponentler arası sızdırmazlık problemleri doğurabilir. Proses fanı boş alan rahatlığından dolayı üst çaprazda yerleştirilmiştir. Fandan çıkan kanal yapısı bozulmadan kazan hava girişi çapraz bir şekilde konumlanmaktadır.

Sistemin kurutma çevrimlerini ve izledikleri yolları detaylı bir şekilde inceleyecek olursak;



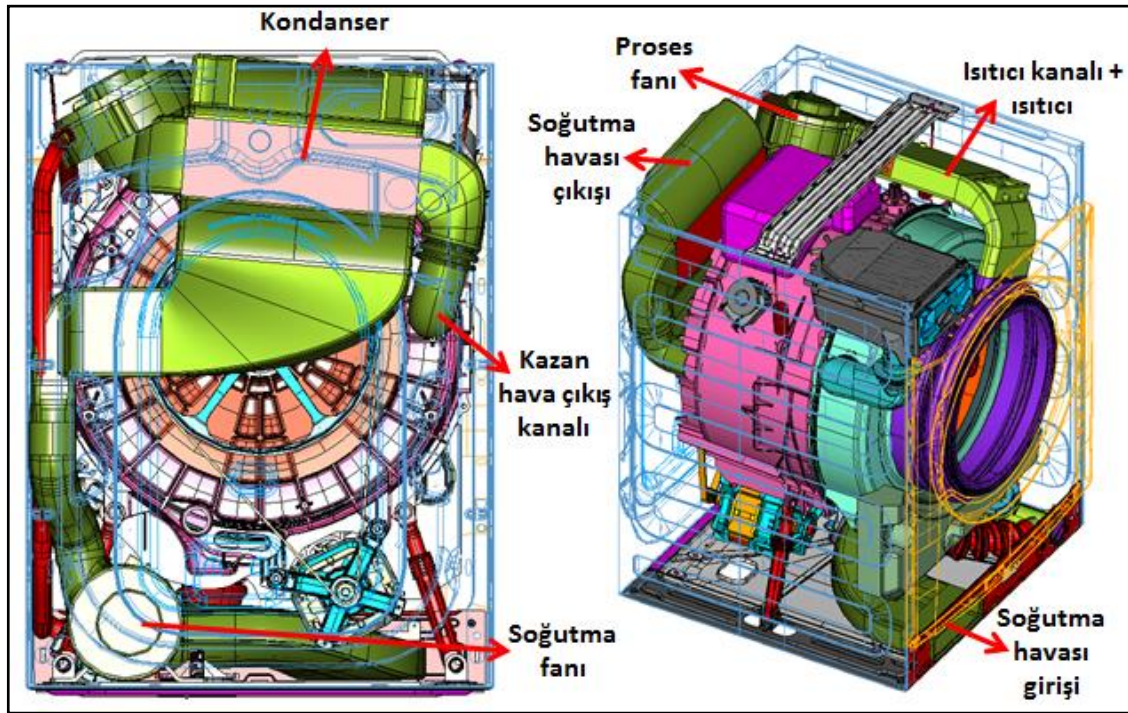
Şekil 1. 17 Örnek tasarım-1 kurutma çevrimleri

Kurutma sisteminde soğutma çevrimi soğutma havasının ön bölümden alınmasıyla başlamaktadır. Ardından soğutma fanı kondanser üzerine üfleyerek yoğunlaşma sağlanmaktadır. Daha sonra makine arkasından dışarı atılmaktadır.

Proses çevriminde üst bölümde ısıtıcıda ısınan hava çapraz bir şekilde makine önünden tambur içerisine gönderilmektedir. Proses havası burada çamaşır üzerinden nem alma işlemini sağlandıktan sonra kazan arka bölümünden kazan dışına çıkmaktadır. Ardından

kondanser üzerinden geçerek nemini kaybederek soğumaktadır. Nem alma işlemi gerçekleştikten sonra proses fanı havayı çekerek tekrar ısıtıcı üzerine göndermektedir. Çevrim kurutma işlemi boyunca devam etmektedir.

Bu tasarımda kondanser boyutu küçük olduğu için nem alma verimi düşük olacaktır. Ayrıca makine üst bölümündeki kısıtlı boş alandan dolayı kanallar çok dardır ve akış hattı üzerinde dirsekler vardır. Bu da debiyi düşürerek kurutma performansını olumsuz yönde etkilemektedir.



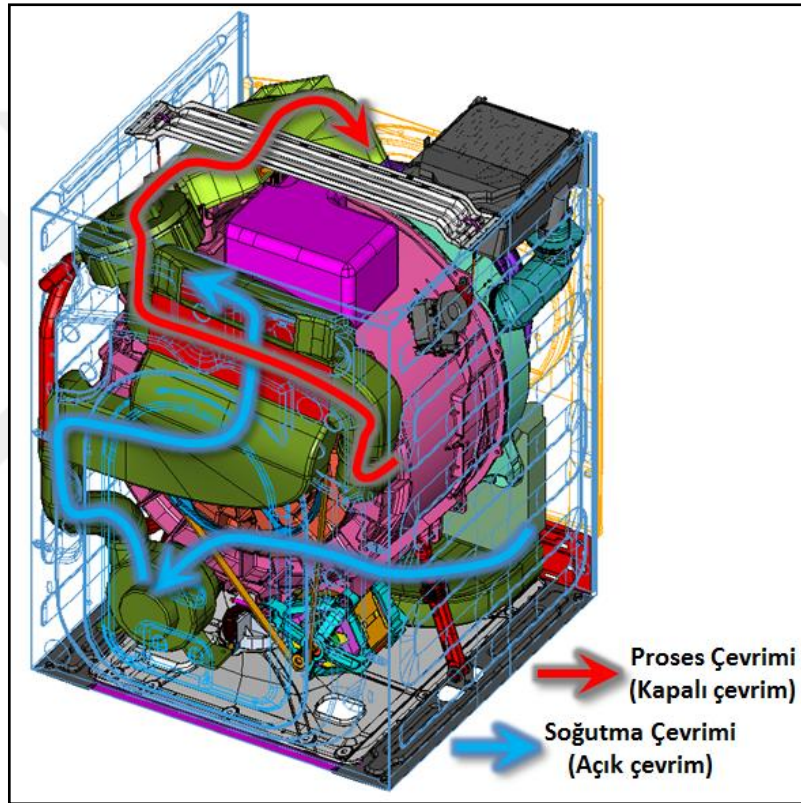
Şekil 1. 18 Örnek tasarım-2 kanal ve komponent yerleşimi

Şekil 1.18’de görülen hava soğutmalı yıkayıcı-kurutucu tasarımında kurutma sistemi Örnek tasarım-1’de olduğu gibi gövde üzerine monte edilecek şekilde tasarlanmıştır. Soğutma fanı ve ısıtıcı kısmında değişiklik yapılmadan kondanser grubu tahrik grubunun arkasına alınmıştır. Böylece kondanser boyutu ilk tasarıma göre daha büyük hale getirilmiştir. Soğutma fanı sol alt köşeye alınarak motor ile girişimi önlenmiştir. Soğutma havası aynı yerden (makine önü) çekilerek S şeklinde bir kanalla soğutma fanına ulaşmaktadır. Diğer tasarımda da olduğu kazan hava çıkış kanalı elastik yapıdadır.

Sistemde açık çevrim (soğutma çevrimi), makinenin ön bölümünden soğutma havası çekilerek başlamaktadır. Ardından soğuk hava soğutma fanı yardımıyla kondanser

üzerine üflenerek kondanser üzerinde nem alma işleminin gerçekleşmesini sağlamaktadır. Soğutma sırasında ısınan hava makinenin arka bölümünden dışarı atılmaktadır. Makine üzerindeki akış şekil 1.18’de görülmektedir.

Proses çevriminde ısıtıcı üzerinde ısınan hava körükten geçerek çamaşır üzerine verilmektedir. Çamaşır üzerinden nem almayı sağladıktan sonra kazan sağ arka bölümünden çıkarak kondansere gelmektedir. Kondanserde soğutularak nem kaybettikten sonra proses fanyıyla çekilerek tekrar ısıtıcı üzerine gönderilmekte ve çevrim tamamlanmaktadır.



Şekil 1. 19 Örnek tasarım-2 kurutma çevrimleri

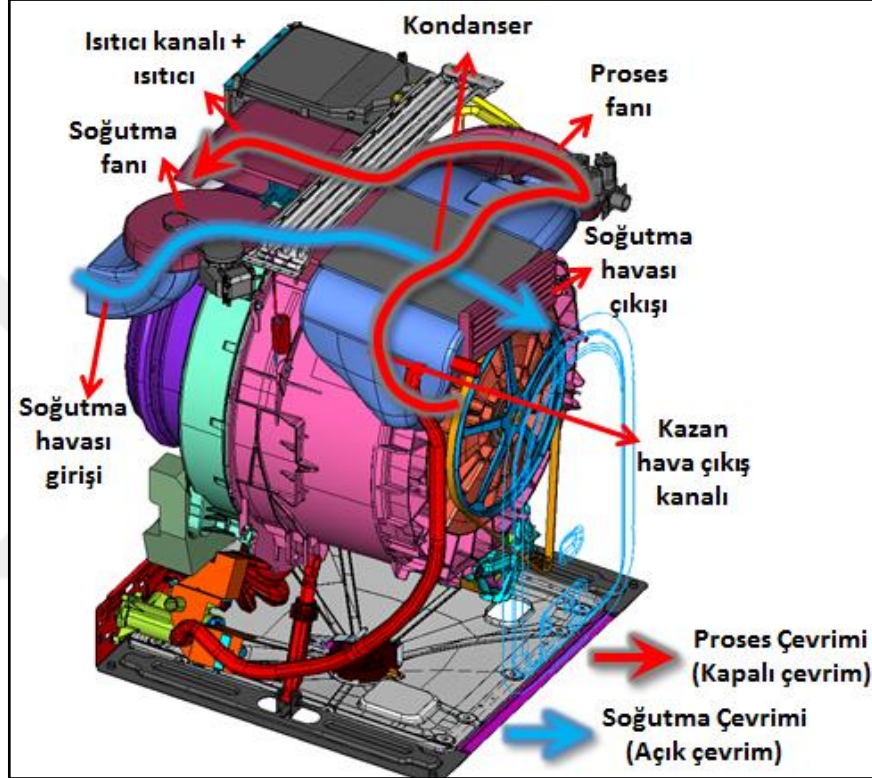
Bu tasarımda kondanser kazan arka bölümüne yerleştirildiği için gövdeye göre daha küçük kazan kullanılması gerekmektedir. Bu da yıkama ve kurutma kapasitesini düşürmektedir. Aynı zamanda sistem karmaşık bir şekilde tasarlandığı için montaj zorlukları yaşanabilir.

Bu sistemde kurutma çevrimi sırasında kopan havlar kondanser finleri üzerine takılarak zamanla birikme yapabilir. Bu nedenle kondanserin belirlenen çevrim adedinde bir yıkanması gerekmektedir. Kondanser çapraz bir şekilde yerleştirildiği için üst taraftan

gönderilen suyun havların olduğu bölüme ulaşması problem olabilir. Bu nedenle sistemde kondanser yıkama zorlukları bulunmaktadır.

Örnek tasarım-3' te kurutma sisteminin tamamı üst bölümde ve gövdeye monte edilecek şekilde tasarlanmıştır. Bu da üretimi sırasında montaj kolaylığı sağlayacaktır.

Kondanser diğer iki tasarıma göre daha büyük olduğu için kurutma veriminin daha iyi olması beklenmektedir.



Şekil 1. 20 Örnek tasarım-3 komponent yerleşimi ve akış hattı

Soğutma ve proses çevrimi diğer iki tasarımda olduğu gibi ilerlemektedir. Akış hatları şekil 1.20' de gösterilmiştir.

YIKAYICI-KURUTUCU MAKİNELER VE GENEL ÖZELLİKLERİ

Yıkayıcı-kurutucular yıkama ve kurutma işlemlerini tek bir bölmede yapan makinelerdir. Bu makinelerdeki yıkama adımı çamaşır makinelerindeki gibi, kurutma adımı ise kurutuculardaki gibi olmaktadır. Yıkayıcı-kurutucuların genel özelliklerine geçmeden önce yıkama ve kurutma adımlarını ayrı ayrı inceleyecek olursak;

2.1 Kurutucu Makineler ve Genel Özellikleri

Çamaşır yıkandıktan sonra üzerindeki nemi sıcak havayla alıp uzaklaştıran makinelere kurutucu makinelerdir. Bu nem alma işlemi çamaşır kuruyana dek çevrim şeklinde devam etmektedir. Çamaşır üzerindeki nem ne kadar azsa kurutma süresi de o kadar az olmaktadır. Bu da çamaşırın yıkanma sonrası sıkma devrine bağlı olmaktadır. Kısaca sıkma devri ne kadar artarsa kurutma süresi de o kadar kısalmaktadır.

Kurutucu makinelerin ana parçaları motor, tambur, gövde ve kurutucu sistemdir. Çamaşır makineleri gibi kazan tambur yapısı yerine sadece tambur kullanılmaktadır ve tambur delikleri çoğunlukla arka bölümde bulunmaktadır.

Kurutucular kondanserli, ısı pompalı ve bacalı olmak üzere üç tiptedir. Bu makineleri ve çalışma prensiplerini kısaca inceleyecek olursak;

2.1.1 Kondanserli kurutucular

Kondanserli kurutucularda çamaşır üzerinden alınan nemli ve sıcak hava kondansere gelerek soğutulmakta ve yoğunlaşma gerçekleşmektedir. Kondanserden çıkan su ayrı bir tankta depolanmaktadır. Nemini kaybeden hava ise proses fanı yardımıyla ısıtıcı üzerine gönderilerek tekrar kullanılmaktadır.

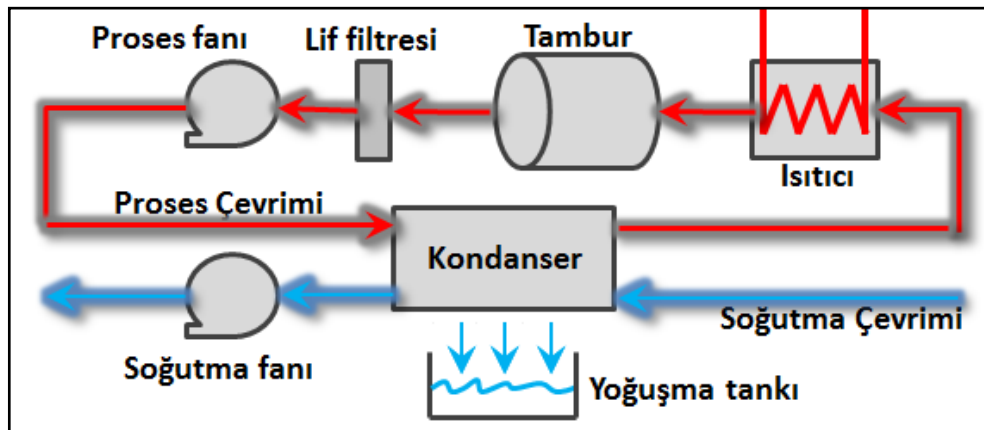
Çalışma prensibinde hava ilk olarak proses fanı yardımıyla ısıtıcı üzerine üflenmektedir. Burada ısıtılan hava tambur arasındaki deliklerden geçerek nemli çamaşıra temas etmektedir. Çamaşırdaki nemin bir bölümü alındıktan sonra filtreden geçerek kondansere gelmektedir. Filtre çamaşır üzerinden kopan havları tutarak kondanser üzerine gelmesini önlemektedir.

Hava soğutmalı kondanser, içerisinde birbirine 90 derece dik olan ince alüminyum kanallar bulunmaktadır. Soğutucu fan dışarıdan aldığı soğuk havayı kondanser plakaları üzerine üflemektedir. Filtreden çıkan proses havası içerisindeki su buharı soğuk kondanser yüzeyine çarparak yoğuşmaktadır. Yoğuşan su miktarı belli bir değere ulaştığında pompa yardımıyla su haznesine gönderilip depolanmaktadır. Kondanserde nemini kaybetmiş hava proses fanıyla çekilerek tekrar ısıtıcı üzerine gönderilmektedir. Çamaşır kuruyana dek bu çevrim devam etmektedir.

Proses havası kapalı çevrimde çalışmaktadır. Soğutma havası ise bir bölümden alınıp kullanıldıktan sonra dışarı atılmaktadır. Kısaca açık çevrim olarak çalışmaktadır.

Su soğutmalı kondanserde ise soğutma çevrimi bulunmamaktadır. Kondanserde soğutma işlemi hava yerine su kullanılarak yapılmaktadır. Çamaşır üzerinden gelen nemli ve sıcak hava üzerine nozullardan soğuk su püskürtülerek hava sıcaklığı düşürülmektedir. Böylece yoğuşma gerçekleşmektedir. Çevrimin geri kalan bölümü havalı soğutmalı sistemle aynı olmaktadır.

Kondanserli kurutucu çevrimleri şekilde özetlenmektedir;



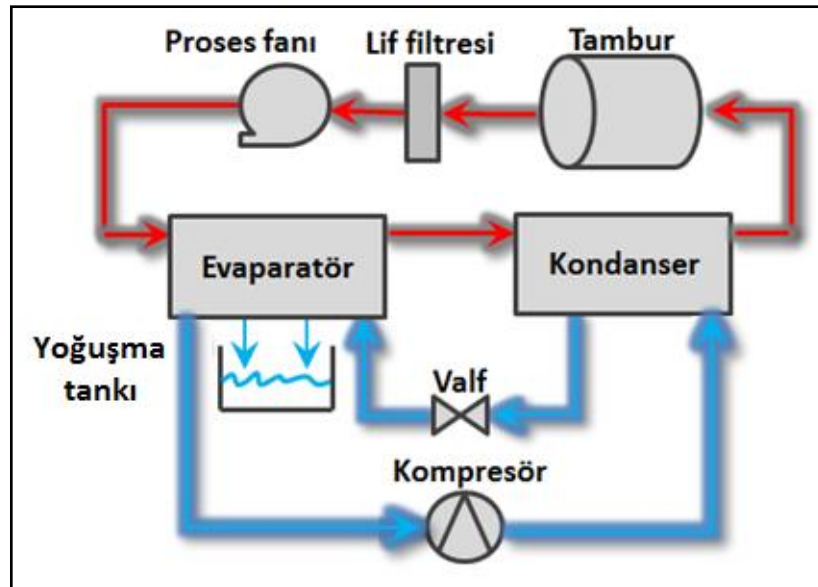
Şekil 2. 21 Kondanserli Kurutucu çevrimleri

2.1.2 Isı pompalı kurutucular

Isı pompalı kurutucuların en önemli özelliği, bacalı ve kondanserli kurutucularda olan ısıtıcının olmamasıdır. Bu nedenle diğer kurutuculara göre yüksek enerji tasarrufu sağlamaktadır. Isı pompalı kurutucularda ayrıca kompresör kullanılmıştır.

Sistemde proses havası kapalı çevrimde çalışmaktadır. Tamburdan çıkan nemli hava evaporatör üzerinden geçerken içerisindeki su buharı yoğunlaşmaktadır. Yoğuşan su kondanserli kurutucuda olduğu gibi bir tankta depolanmaktadır. Evaporatörde nemi uzaklaştırılmış hava kondanser üzerinden geçerken ısınır ve nem alma kapasitesi artar. Isınan hava fan yardımıyla tekrar çamaşır üzerine gönderilmektedir. Kurutma işlemi tamamlanana kadar çevrim devam etmektedir.

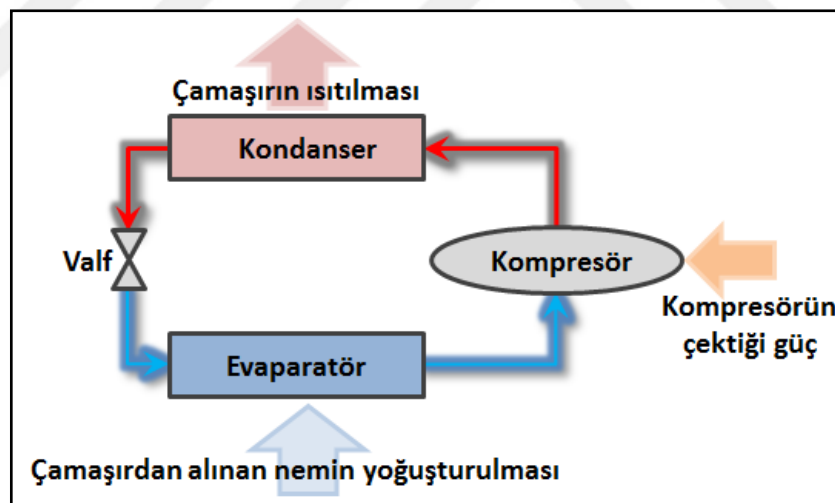
Soğutucu akışkan çevriminde R134a gazı kullanılmaktadır. Gaz halindeki akışkan kompresörde sıkıştırılıp ısı enerjisi artmaktadır. Kompresörden çıkan yüksek basınç ve sıcaklıktaki gaz kondanserde ısınıp proses havasına aktarmaktadır. Ardından kısılma valfine gelen akışkanın basıncı düşürülmekte ve proses havasını soğutması için evaporatöre gönderilmektedir. Kısaca soğutucu akışkan ve proses havasının hal değişim prosesi tam ters çalışmaktadır.



Şekil 2. 22 Isı pompalı kurutucu çevrimleri

Şekil 2.2’de ısı pompalı kurutuculara ait proses ve soğutucu akışkan çevrimleri gösterilmiştir. Kırmızı çevrim proses, mavi çevrim soğutucu akışkan çevrimine aittir.

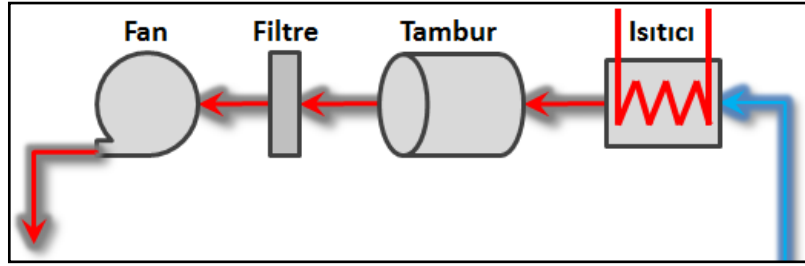
Isı pompası sistemi, ısının aktarılması prensibi ile çalışmaktadır. Elektrik enerjisi girişinden ve ortamdan çekilen ısı, ısı pompası sistemine girerek atılan ısıyı oluşturmaktadır. Kısaca proses havasından çekilen ısı ve elektrik enerjisi birleşerek bir ısı oluşturmaktadır. Bu ısı kondanser üzerinde proses havasının ısıtılmasında kullanılmaktadır. Isı pompası sistemi şekil 2.4' te gösterilmiştir.



2.1.3 Bacalı kurutucular

23

bölümünü aldıktan sonra dışarı atılmaktadır. Sistem açık çevrim olarak çalışmaktadır ve kısaca aşağıdaki gibidir.

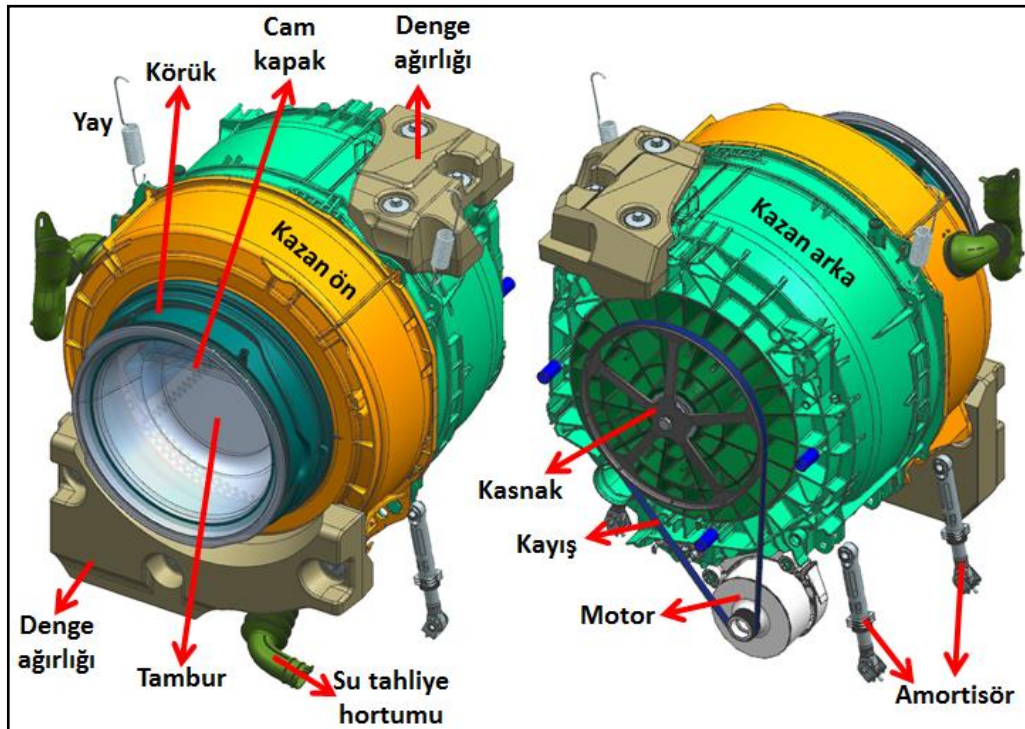


Şekil 2. 25 Bacalı kurutucu sistemi

2.2 Çamaşır Makineleri ve Genel Özellikleri

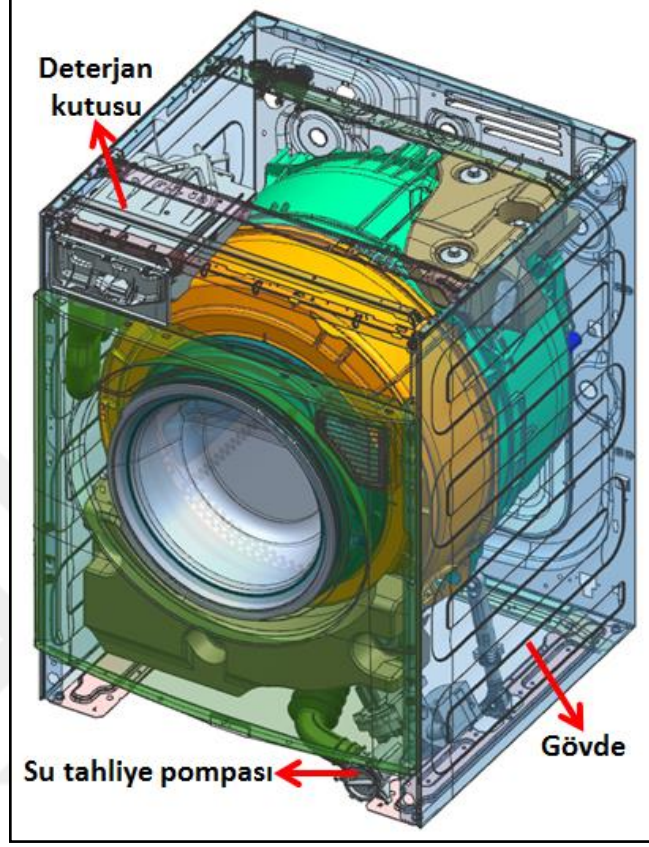
Çamaşır makinesi, kirli çamaşırlar içine atıldıktan sonra su alma, yıkama, ısıtma, sıkma ve su tahliyesi işlemlerini program yardımıyla yapan makinedir. Genel olarak gövde üzerine yaylar ve amortisörler ile bağlanmış tahrik grubundan oluşmaktadır. Tahrik grubunun ana elemanları kazan, tambur, körük, ısıtıcı, denge ağırlıkları, motor ve kayış kasnak mekanizmasıdır. Gövde üzerinde ayrıca su sistemi, elektronik sistem ve kartlar bulunmaktadır.

Tahrik grubu ve üzerindeki parçaları aşağıdaki gibidir;



Şekil 2. 26 Çamaşır makinesi tahrik grubu

Tahrik grubunun makine gövdesi üzerine yerleşimi şekil 2.7’ da görülmektedir. Makine içinde tahrik grubu haricinde deterjan kutusu, su sistemi, elektronik sistem ve su tahliye pompası bulunmaktadır.



Şekil 2. 27 Çamaşır makinesi montaj hali

Makine, kazan içerisindeki tamburun dönerek içindeki çamaşırı karıştırarak yıkamaması prensibi ile çalışmaktadır. Çamaşır makine içerisine alındıktan sonra deterjan ve su alınmaktadır. Arka bölümde bulunan motor ve kayış kasnak mekanizması tambur dairesel olarak hareket etmektedir. Tambur hareketi ve tambur üzerine monte olarak bulunan karıştırıcılar yardımıyla çamaşırın deterjan ve suyla karışması ve yıkanması sağlanmaktadır.

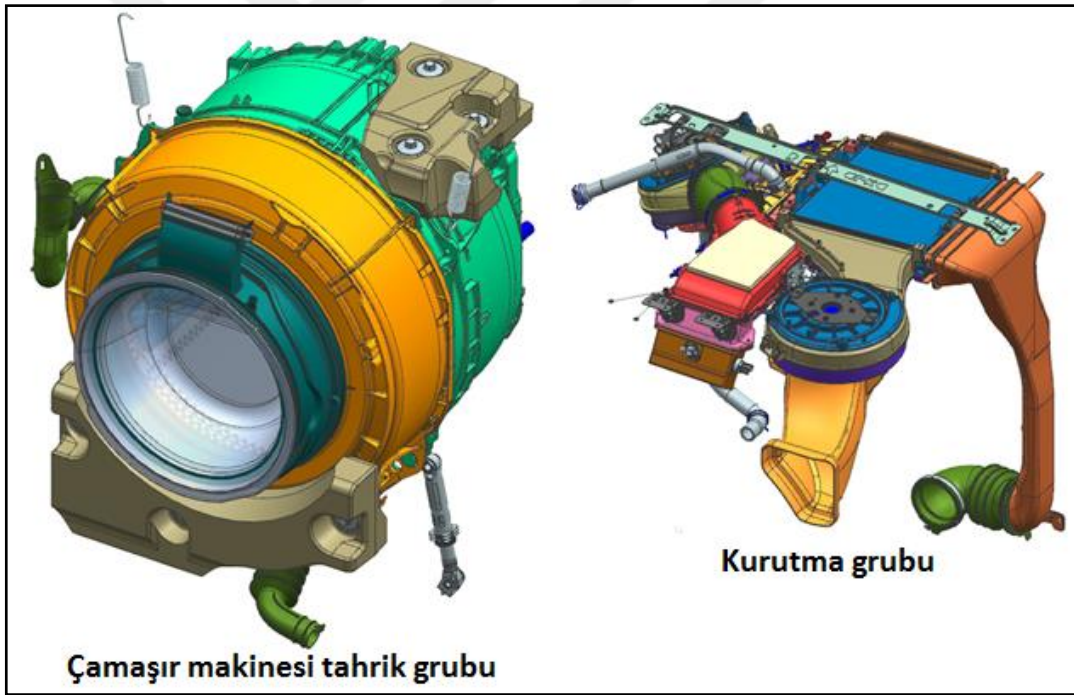
Yıkama işlemi bittikten sonra temiz su makine içine alınarak durulama ve sıkma işlemleri gerçekleştirilmektedir. Sıkma işlemi sırasında tambur dönüş devri artırılarak çamaşır tambur üzerine merkezkaç kuvveti etkisiyle yapışmaktadır. Bu sırada çamaşır üzerindeki su tambur yüzeylerinde bulunan deliklerden çıkarak tahliye pompasından tahliye edilmektedir.

Sıkma devirlerinde tahrik grubu makine içerisinde dengesiz yüklerden dolayı hareket etmektedir. Bu hareketin bir bölümünü amortisör ve yaylar sönümlenmektedir.

2.3 Yıkayıcı/Kurutucu Makineler ve Genel Özellikleri

Yıkayıcı-kurutucu makineler, çamaşırın yıkanması işlemi bittikten sonra otomatik olarak kurutma işlemine başlayan makinelerdir. Yıkama başlangıcından kurutma sonuna kadar kullanıcının hiçbir işlem yapmasına gerek olmamaktadır. Ayrı ayrı kurutma ve yıkama makinesi yerine tüm sistem tek bir makine üzerine adapte edilmiştir. Bu da büyük şehirlerde ve daralan yaşam alanlarında oldukça büyük bir önem arz etmektedir.

Yıkayıcı-kurutucu makine genel olarak çamaşır makinesi içerisine kurutma grubunun eklenmesi ile oluşmaktadır. Kurutma grubu makine içerisinde belli toleranslarla tahrik grubu üzerine veya gövde üzerine monte edilmektedir.



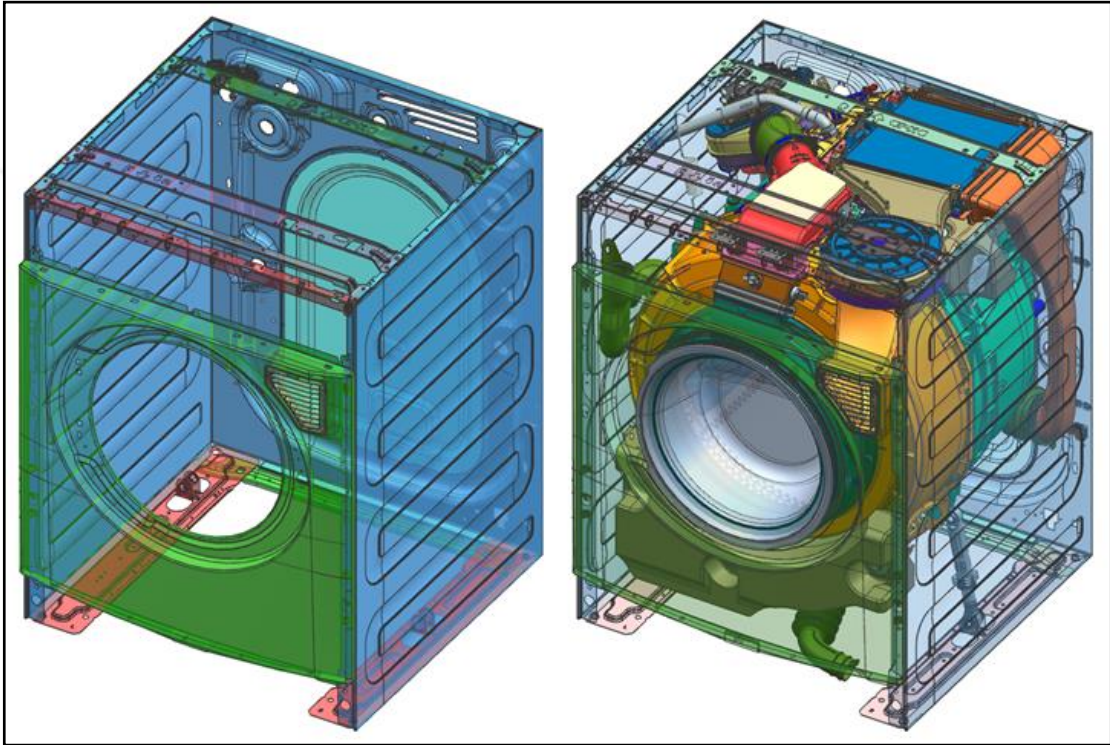
Şekil 2. 28 Yıkayıcı-kurutucu tahrik grubu ve kurutma grubu

Şekil 2.8' de örnek olarak çamaşır makinesi tahrik grubu ve hava soğutmalı kurutma grubu gösterilmektedir.

Kurutma makinelerinde sadece tambur kullanılmaktadır. Yıkayıcı-kurutucu makinelerde kurutma makinelerinden farklı olarak yıkamanın gerçekleşebilmesi için kazan ve tambur bulunmaktadır.

Sistemi kısaca özetlersek, yıkama adımları bittikten sonra tambur içindeki çamaşır üzerine körükten veya başka bir bölümden hava verilerek kurutma işlemi başlamaktadır. Çamaşır yıkandıktan sonra üzerindeki nem ne kadar az olursa kurutma süreleri de o kadar kısa olmaktadır. Bu da çamaşırın hangi devirde sıkıldığıyla ilgilidir. Yıkama bölümünün sıkma adımında devirler 1600'e kadar çıkarken kurutma adımında tambur yaklaşık 60 devir/dakika dönmektedir.

Kurutma sistemi ve tahrik grubunun gövde içindeki yerleşimi aşağıdaki gibi olmaktadır.



Şekil 2. 29 Yıkayıcı-kurutucu makine genel görünüşü

2.4 Yıkayıcı-Kurutucu Makine Ana Komponentleri ve Özellikleri

Bu bölümde, Yıkayıcı-kurutucu makine içindeki komponentler ve özellikleri detaylı olarak incelenerek tasarım için gerekli bilgilerin toplanması amaçlanmıştır. Ayrıca bu inceleme sonunda tasarımda kullanılacak komponentlerin seçilmesi ve makine içine yerleşimleri daha doğru yapılacaktır. Tüm komponentler yerine yıkayıcı-kurutucu makine tasarımında önem arz eden ana komponentlerin incelemeleri yapılmıştır.

Bu komponentler, pazarda bulunan bir ürün üzerinde incelenmiştir. Aynı zamanda yıkama ve kurutma performansının artırılması sırasında bu makine ile karşılaştırmalar yapılmıştır.

Kurutma sistemi, tahrik grubu ve gövde üzerindeki komponentleri ayrı ayrı inceleyecek olursak;

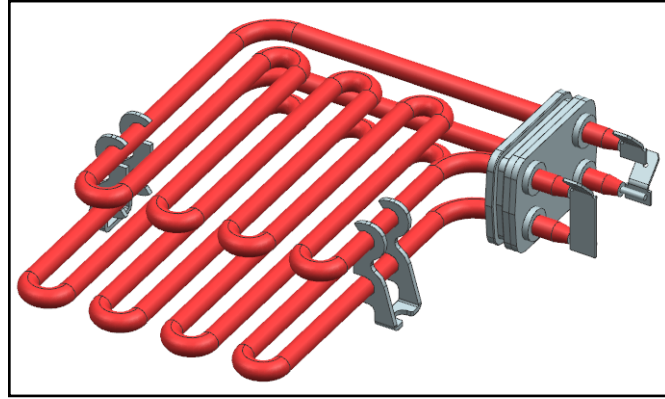
2.4.1 Kurutma Sistemi ve Komponentleri

Kısaca kurutma sistemi çamaşırın yıkanmasından sonra kurutmanın gerçekleşmesini sağlayan sistemdir. Kullanılacak kurutma tipine (hava soğutmalı sistem, su soğutmalı sistem, bacalı sistem, ısı pompalı sistem) göre komponentler değişmektedir.

2.4.1.1 Isıtıcı (Rezistans)

Makine içerisindeki çamaşırlar üzerinden nem alınması sıcak havayla sağlanmaktadır. Isıtıcı bu havanın belirli sıcaklık değerlerine ısıtılmasını sağlamaktadır. Hava çok fazla ısıtılırsa tekstil yüksek sıcaklıklardan zarara görebilir. Az ısıtılması durumunda ise nem alma işlemi yavaşlayarak kurutma süreleri artmaktadır.

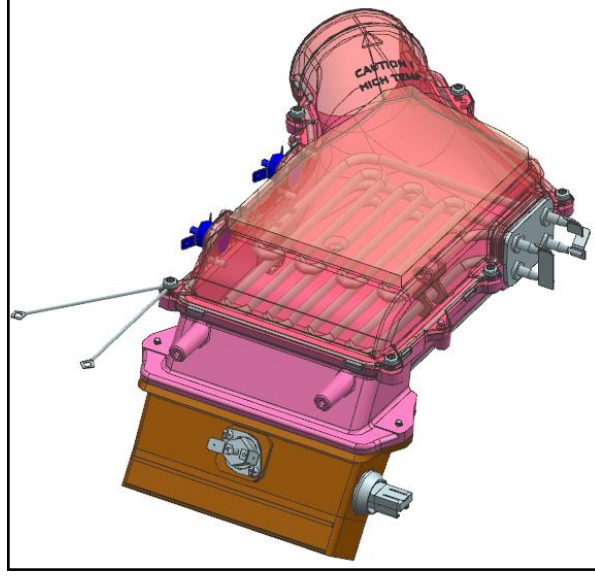
Isıtıcı paslanmaz çelikten istenilen şekillerde imal edilmektedir. Isıtıcı üzerindeki ısı genelde maksimum 160-170 °C sıcaklıklardadır. Bu sıcaklıkların üzerine çıktığında termostat yardımıyla ısıtıcı devreden çıkarılmaktadır. Ayrıca ısıtıcı fan ve motor çalışır durumdayken çalışmaktadır.



Şekil 2. 30 Isıtıcı

2.4.1.2 Isıtıcı Kanalı

Isıtıcı kanalı, içinde rezistansı bulunduran kanaldır. Bu kanal içerisinde geçen proses havası ısıtılarak çamaşır üzerine aktarılmaktadır. Kanal içerisindeki sıcaklıklar yüksek olduğu için kanal malzemesi ona göre seçilmektedir. Örneğin alüminyum enjeksiyon olarak imal edilebilmektedir.

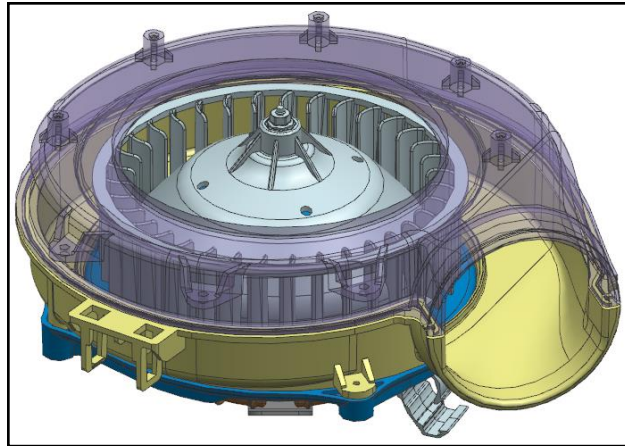


Şekil 2. 11 Isıtıcı kanalı

2.4.1.3 Fan

Makine içerisinde kullanılan havanın aktarılmasını sağlamaktadır. Su soğutmalı kurutma sistemlerinde sadece proses fanı kullanılırken hava soğutmalı kurutma sistemlerinde hem proses fanı hem de soğutma fanı kullanılmaktadır. Proses fanı kondanserden aldığı soğuk havayı ısıtıcı üzerine üfleyerek ısıtılmasını sağlamaktadır. Soğutma fanı ise dış ortamdan alınan havayı kondanser üzerine üfleyerek yoğuşma işlemine yardımcı olmaktadır.

Fan geometri olarak salyangoz şeklindedir. Alt bölümden içinde bulunan kanatlar yardımıyla havayı çekerek yan bölümden üflemektedir. Motorun fan içerisindeki kanatları döndürmesiyle çalışmaktadır.



Şekil 2. 12 Fan

2.4.1.4 Kondanser

Kondanser, üzerinde ısı transferiyle yoğuşmayı sağlayan komponenttir. Yoğuşturucu da denmektedir. Kondanser yapısı kat kattır. Sırasıyla bir kat soğutucu akışkanın geçtiği bir kat proses havasının geçtiği kattır. Kondanserin üst ve alt bölümünde soğutucu akışkanın geçtiği kat olmaktadır. Proses havası ve soğutma havası birbirine 90 derece açı yapacak şekilde akmaktadır. Soğutma kısmındaki kanallar finli yapıdadır. Proses havasının geçtiği bölümde ise kanal içerisinde bir şey bulunmamaktadır.

Soğutma havası kondanser kanallarından geçerken alüminyum yüzeyleri soğutmaktadır. Sıcak proses havası ise çamaşır üzerinden nem alarak kondanser içine gelmekte ve soğuk yüzeylere çarpılmaktadır. Bu sayede sıcaklığı düşmekte yani nem taşıma kapasitesi düşmektedir. Böylece yoğuşma gerçekleşir ve yoğuşan sıvı tahliye edilmekte veya depolanmaktadır.

Kondanser üzerinde kurutma sonrasında çamaşır üzerinden kopan parçalar bulunmaktadır. Zamanla bu parçalar birikerek kondanser verimini düşürmektedir. Bu nedenle her çevrimden sonra ya da belli çevrim sonrasında kondanserin yıkanması gerekmektedir.

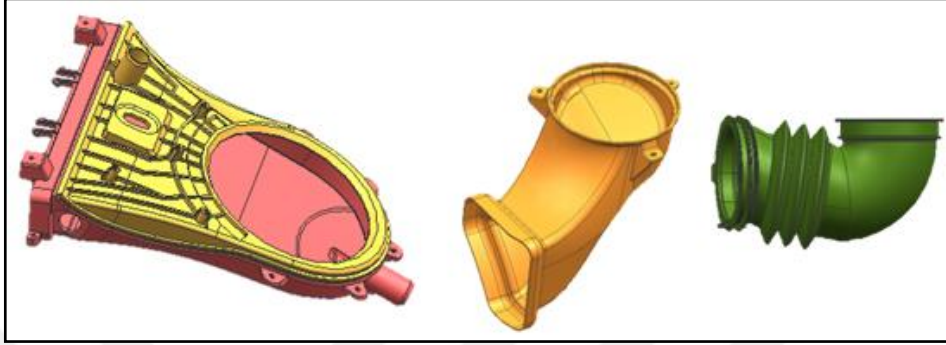


Şekil 2. 13 Kondanser

2.4.1.5 Komponentler Arası Bağlantı Kanalları

Proses kısmındaki kapalı çevrimin ve soğutma kısmındaki açık çevrimin tamamlanabilmesi için komponentler arası bağlantı kanallarına ihtiyaç duyulmaktadır. Kısaca proses kısmında kazan kondanser arasında bir kanal, kondanser fan arasında bir kanal ve fandan sonraki bölümde ısıtıcı kanalı mevcuttur. Soğutma kısmında ise

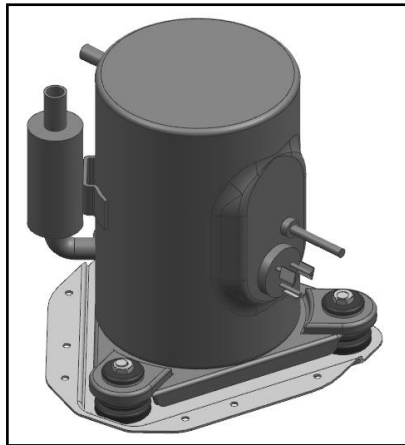
dışarıdan soğuk havayı alıp soğutma fanına getiren kanal, soğutma fanı kondanser arasındaki kanal ve kondanserden bu havanın atılmasını sağlayan kanal mevcuttur. Isıtıcı kanalı haricindeki bölümler çok yüksek sıcaklıklara maruz kalmamaktadır. Bu yüzden sadece ısıtıcı kanalı alüminyum enjeksiyon olarak üretilmiştir. Kanalların görselleri şekil 4.5’ teki gibidir.



Şekil 2. 14 Komponentler arası bağlantı kanalları

2.4.1.6 Kompresör

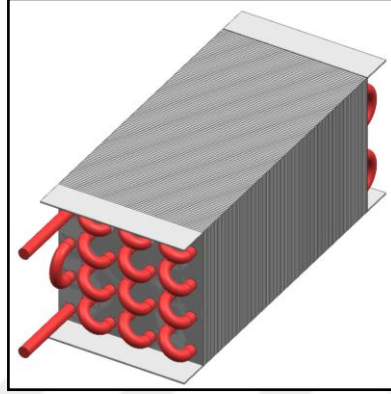
Isı pompalı kurutma makinelerinde ısıtıcı yerine kullanılmaktadır. Kompresör grubu kullanılması kurutucu makinelerde enerji tasarrufu sağlamaktadır. Sıkıştırılan gazdan ısı oluşturulması mantığına göre çalıştırılmaktadır. Kompresör içerisinde R134 a gazı kullanılmaktadır. Kompresör bu gazı kondanser ve evaporatör içerisinden geçirmektedir. Kondanser içerisinden geçirilmesi sırasında gaz ısı vererek havayı ısıtmaktadır. Bu hava da tambur içerisine basılarak kurutmayı sağlamaktadır. Evaporator üzerinden geçirilen R134 a gazı ısı çekerek havadaki nemin alınmasını sağlamaktadır.



Şekil 2. 15 Kompresör

2.4.1.7 Evaporatör

Isı pompalı kurutma makinelerinde kullanılmaktadır. Çalışma prensibi kondanserin çalışma prensibinin tam tersidir. Soğutma çevriminde soğutucu akışkan R134a sıvı olarak girmekte ısı çekerek gaz olarak çıkmaktadır. Evaporatörün genel amacı soğutmayı gerçekleştirmektir.



Şekil 2. 16 Evaporatör

2.4.2 Tahrik Grubu ve Komponentleri

Çamaşırın yıkanması ve kurutulması işlemleri tahrik grubu içerisinde gerçekleşmektedir. Kısaca tahrik grubu kazan, tambur, motor, kayış kasnak sistemi, denge ağırlıkları ve körükten oluşmaktadır.

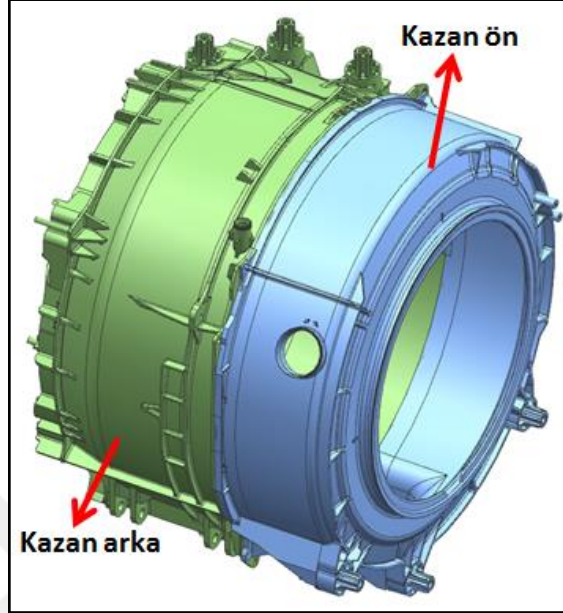
2.4.2.1 Kazan Ön ve Kazan Arka

Kazan yıkama suyu ve çamaşır için kapalı hacim sağlayan kısımdır. Çelikten ya da plastikten üretilmektedir. Genellikle plastik olarak iki parça olarak plastik enjeksiyon yöntemiyle üretilmektedir. İki parça olan kazan içerisine tambur grubu eklendikten sonra titreşim kaynağı ile birleştirilmektedir.

Kazan amortisör ve yaylar ile gövdeye monte edilmektedir. Kazan içerisinde tambur, karıştırıcı kanatlar, ısıtıcı bulunmaktadır. Dış tarafına ise denge ağırlıkları takılmaktadır.

Kazan arka bölümünde kayış kasnak mekanizması, motor ve rulmanlar bulunmaktadır. Bu sistemin arka tarafta olmasından dolayı arka bölümün daha mukavim yapıda olması gerekmektedir. Bu yüzden arka kısım analiz sonuçlarıyla federlerle örülmektedir.

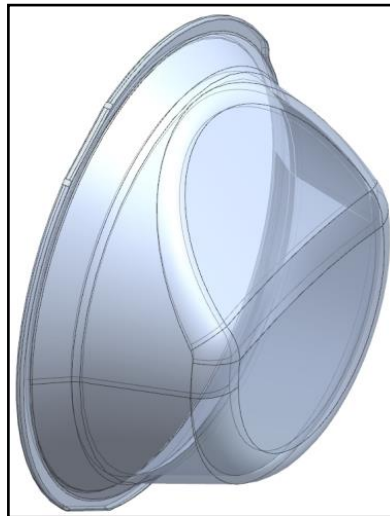
İstendiđi durumda kurutma grubu da kazan üzerine monte edilebilmektedir. Bu durumda denge ađırlıklarının bir bۆlümünü kurutma grubu karřılamakta ve denge ađırlıkları kűcűlmektedir.



şekil 2. 17 Kazan ۆn – kazan arka

2.4.2.2 Cam Kapak

Çamařının makine içerisine konulduđu bۆlűmde bulunmaktadır. Çeřitli etkilerden kırılmaması için kalın camdan yapılmıřtır. Çamařının cam yűzeyindeki sűrtűnme kuvvetinin az olması için eđik olarak tasarlanmaktadır. Kurutucu bۆlűműnde ısıtılmıř havayı içeriye yۆnlendirme iřlemi de gerçekleřtirebilmektedir.

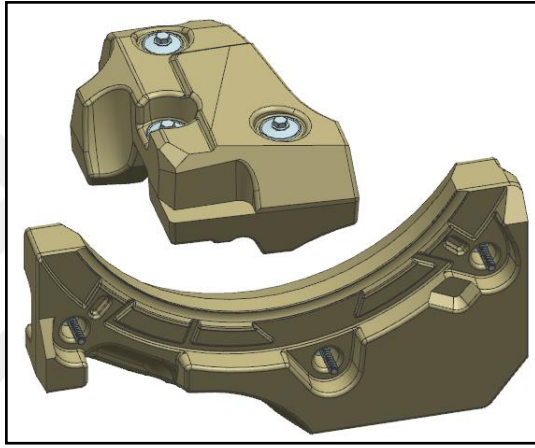


şekil 2. 18 Cam kapak

2.4.2.3 Denge Ağırlığı

Tahrik grubun ağırlık merkezinin ayarlanması ve belli bir ağırlık değerine ulaşması için kullanılmaktadır. Ağırlık merkezi yayların ve amortisörlerin bağlantı düzleminde kazan orta noktasına getirilmeye çalışılmaktadır. Arka bölümdeki motorun yarattığı dengesizliği gidermek için genellikle ön bölüme bir adet denge ağırlığı monte edilmektedir. Toplam ağırlığı dengelemek için de üst bölüme ayrıca denge ağırlığı eklenmektedir.

Denge ağırlıkları duruma göre metal olarak da üretilebilmektedir fakat firmalar maliyetten dolayı beton ağırlıkları tercih etmektedir.



Şekil 2. 19 Denge Ağırlığı

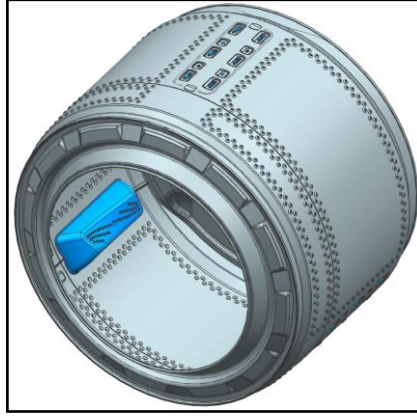
2.4.2.4 Tambur

Tambur, kazan içerisinde bulunmaktadır. Çamaşır tambur içerisinde yıkanmakta ve kurutulmaktadır. Kazan arka bölümüne rulman yuvasına monte edilir. Paslanmaz çelik sacdan yapılmaktadır. Üzerindeki delikler çamaşır üzerindeki suyun uzaklaştırılmasını kolaylaştırmaktadır.

Üzerinde bulunan üç adet kanat çamaşırı makine içerisinde yönlendirerek ve karıştırarak daha iyi yıkanmasını sağlamaktadır.

Motor üzerinden gelen hareket yardımıyla kazan içerisinde sağa ve sola dairesel olarak dönmesi sağlanmaktadır.

Kurutucu tamburlarında tambur arka bölümü delikli yapıdayken çamaşır makinelerinde yan bölümler delikli yapıdadır.



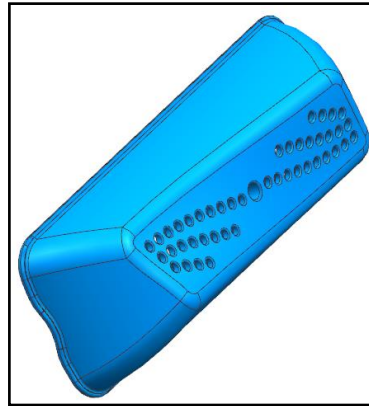
Şekil 2. 10 Tambur

2.4.2.5 Karıştırıcı Kanatlar

Karıştırıcı kanatlar tambur içerisinde tambura sabit olarak monte edilmektedir. Çamaşırın deterjanla karışması ve iyi yıkanması için karıştırma sağlamaktadırlar. Aynı zamanda kurutma sırasında çamaşırların açılarak sıcak havayla temasını arttırmaktadırlar.

Tambur içerisinde 120 derece açıyla üç adet kanat bulunmaktadır. Kanat tasarımları firmadan firmaya değişmektedir. Kanat tasarımında amaç çamaşırı mümkün olabildiğince karıştırmak ve ön ve arka bölümdeki çamaşırların yerini değiştirebilmektir.

Şekil 2.21’de örnek kanat tasarımı görülmektedir;



Şekil 2. 11 Karıştırıcı kanat

2.4.2.6 Amortisör

Çamaşır makinesi kazan grubu sıkma sırasında yüksek devirlere çıktığı için makine içerisinde sarsıntılar olmaktadır. Bu sarsıntıların gövdeye iletilmesini azaltmak için alt

bölümde iki ya da üç adet amortisör kullanılmaktadır. Kısaca kazan grubunu makine içerisinde üst bölümde yayla alt bölümde amortisörler tutmaktadır.



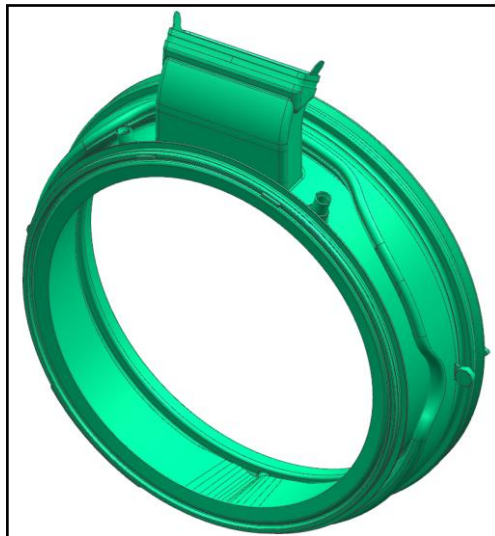
Şekil 2. 12 Amortisör

2.4.2.7 Körük

Kazan tambur sistemi ile gövde üzerindeki kapak arasındaki bağlantıyı yapan parçadır. Hareketsiz gövde içerisindeki kazan tambur sistemi hareketlidir. Kısaca körük hareketli sistem ile hareketsiz sistemi bağlamaktadır. Bu nedenle elastik bir yapıda tasarlanmıştır. Kazan tambur sistemi hareketinin gövdeye iletilmesi engellenmiştir.

Çamaşır makinelerinde körük yapısı üzerinde jet nozul delikleri dışında delik bulunmamaktadır. Jet nozullar çamaşır üzerine su püskürtmek için kullanılmaktadır.

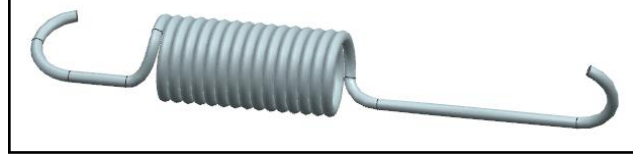
Kurutucu makinelerde eğer sıcak hava körük üzerinden çamaşıra veriliyorsa hava kanalı için ayrı bir açıklık bulunmaktadır. Örnek kurutucu körüğü tasarımı şekil 2.23’de görülmektedir;



Şekil 2. 13 Körük

2.4.2.8 Bağlantı Yayları

Bağlantı yayları kazan grubunun gövdeye üst bölümden bağlanmasını sağlamaktadır. Sağ ve sol olmak üzere iki adettir. Kazan hareketinden dolayı sabit bir bağlantı yerine yaylar kullanılmıştır. Böylece yapı daha sağlam hale getirilmiştir.



Şekil 2. 14 Bağlantı yayları

2.4.2.9 Motor ve Kayış Kasnak Mekanizması

Motor çamaşır makinasının arka bölümünde bulunmaktadır. Sağ ya da sol alt bölüme konulabildiği gibi orta bölümde direct drive olarak da kullanılabilir. Yıkama, sıkma ve kurutma adımlarına göre motor devirleri değişkenlik göstermektedir. Devir ayarı aynı zamanda kayış kasnak oranına göre de değişmektedir.

Motor tambura kayış kasnak yardımıyla dönme hareketini sağlamaktadır.

Kasnak da motor gibi kazan arka bölümünde bulunmaktadır. Motor milinden kayış ile gelen döndürme hareketini tambur miline aktarmaktadır. Direct drive olarak kullanılan motorlarda kasnak yapısı bulunmamaktadır.

Kayış motordan aldığı hareketi kasnak yardımıyla tambura iletmektedir. Esnek bir malzemeden yapılmaktadır.

Kayış kasnak sistemi ve motorun montaj görüntüsü şekil 2.25'deki gibidir;



Şekil 2. 15 Motor ve kayış kasnak mekanizması

2.4.2.10 Isıtıcı

Çamaşır makinesi içine alınan suyun ısıtılmasını sağlamaktadır. Paslanmaz çelikten yapılmış ve kazan tambur arasına alt bölüme yerleştirilmiştir. Montajı kazan arka bölümünden yapılmaktadır.



Şekil 2. 16 Isıtıcı

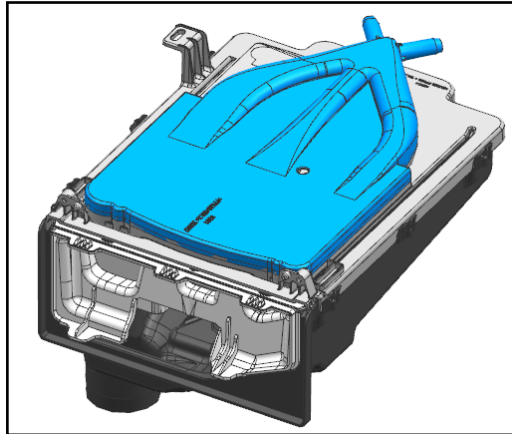
2.4.3 Gövde Grubu ve Komponentleri

Gövde grubu gövde, deterjan kutusu, motor kartları, su sistemi, tekmelik, elektronik sistem ve kablo ağacı, tahliye pompası ve tahliye sisteminden oluşmaktadır.

2.4.3.1 Deterjan Kutusu

Kullanıcının rahat ulaşabilmesi için gövde üzerinde ön bölümde bulunmaktadır. Yıkama için gerekli deterjanları ve yumuşatıcıyı kazan içine bu bölümden almaktadır. Su musluktan bu bölüme gelerek deterjanla birleşir ve kazan içine aktarılır.

Şekil 2.28’da deterjan kutusu sistemi görülmektedir;

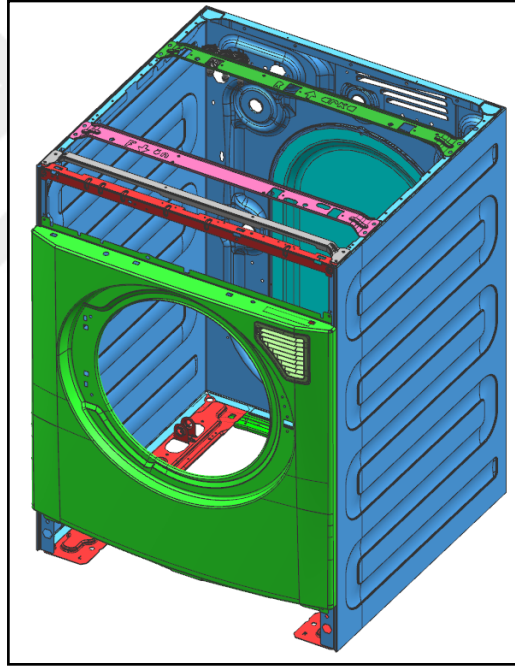


Şekil 2. 17 Deterjan kutusu

2.4.3.2 Gövde

Gövde amaşır ve kurutucu makinelerin görünen bölümüdür. Kazan grubu deterjan kutusu ve bazı kurutma sistemleri gövde üzerine monte edilmektedir. Gövde retiminde metal saclar kullanılmaktadır. Kazan grubunu üzerinde taşıdığı için statik ve dinamik zorlamalara maruz kalmaktadır. Bu nedenle sac üzerinde formlar verilerek gövde mukavemeti arttırılmaktadır.

şekil 2.27'deki gövde örneğinde arka bölüm C şeklinde tek parça olarak imal edilmektedir. Bu bölüme ek olarak gövde n üst kapak braketler ve arka kapak bulunmaktadır.



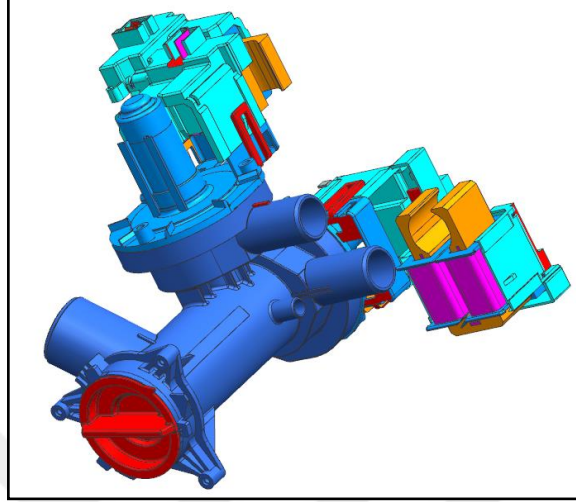
şekil 2. 18 Motor ve kayış kasnak mekanizması

2.4.3.3 Tahliye ve Jet Nozul Pompası

Bazı makinelerde sadece tahliye pompası bazılarında ise tahliye ve jet sistem pompası bulunmaktadır. Her iki seçenekte de pompa grubu kazan alt bölüme yerleştirilmektedir.

Tahliye pompası kazan altından aldığı suyu makine dışına atmaktadır. Jet nozul pompası ise bu suyu alarak körükten tekrar çamaşır üzerine pskrtmektedir.

Pompa sisteminin tıkanmaması için ön bölümde filtre vardır. Çamaşır üzerinden gelen yabancı maddeler pompaya ulaşmadan bu filtreye takılmaktadır. Kullanıcıların belirli aralıklarla filtreyi temizleyebilmesi için filtre yapısı çıkartılabilir olarak tekmelik bölümüne monte edilmektedir.



Şekil 2. 19 Tahliye ve jet nozul pompası

SİSTEM BOYUTLARININ VE TASARIM KRİTERLERİNİN BELİRLENMESİ

Bu bölümde, Arçelik içerisinde üretimi yapılan ve kullanılan tahrik grubu ve gövdeler boyutsal olarak incelenerek sistem gereksinimlerine göre seçim yapılması amaçlanmıştır. Seçim sonucunun ardından üretimi yapılan mevcut Yıkayıcı-kurutucu makine ile boyutsal karşılaştırmalar yapılmıştır. Mevcut makinedeki problemlerin yeni tasarımda olmaması için problemler daha detaylı incelenerek tasarım kriterleri belirlenmiştir.

3.1 Tahrik Grubu ve Gövde Seçimi

Yıkayıcı-kurutucu makinelerde kurutma sisteminin yerleştirilebilmesi için tahrik grubu ile gövde arasında bir hacme ihtiyaç duyulmaktadır. Kurutma sistemindeki hava kanallarındaki debi kayıplarının az olması için ise hava kanallarının mümkün olduğu kadar geniş olması gerekmektedir. Ayrıca yerleşim düşünüldüğünde akışın etkilenmemesi için akış doğrultusunda dirsek sayısının minimum olması beklenmektedir. Sistemdeki akış kanallarının geniş olabilmesi için gövde ile tahrik grubu arasındaki hacim büyük olmalıdır. Bu nedenle üretimdeki en büyük gövde ile buna bağlı istenilen yıkama kapasitelerinde en küçük tahrik grubu seçimi yapılması gerekmektedir.

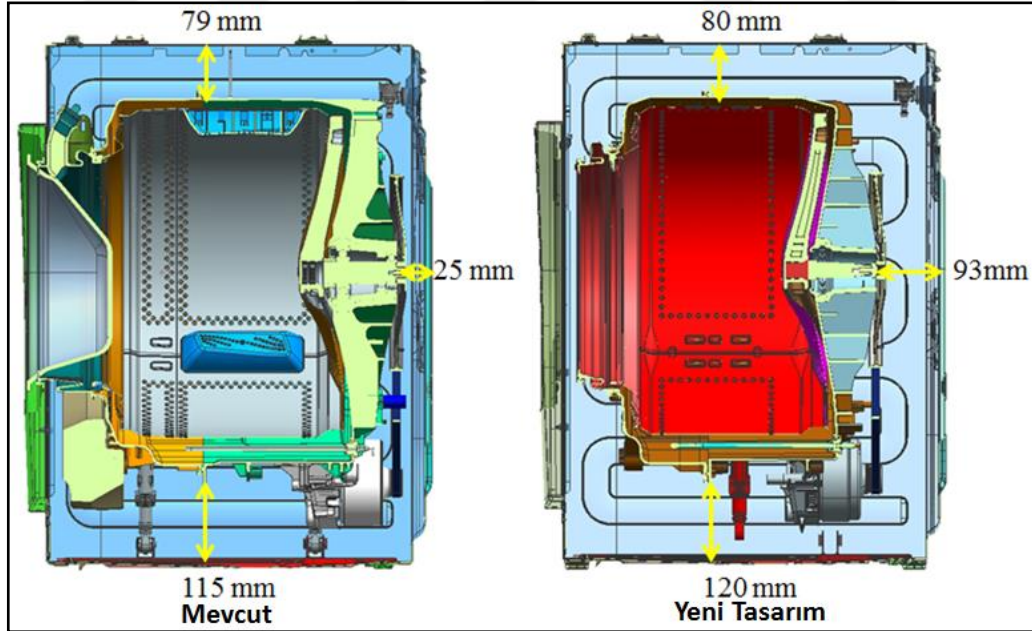
Mevcuttaki tahrik grubu ve gövdeler boyutları ve yıkama kapasiteleri tablo 3.1’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.1 Tahrik grubu ve gövde bilgileri

TAHRİK GR.	TAMBUR HACİMLERİ (lt)	KAPASİTE (kg)	GÖVDE KOL BOYU (mm)
1	40	5	350
2	50	7	400
3	56	8	450
4	56	8/5	485
5	65	10	535
6	65	9/6	560
7	72	11	560

Mevcuttaki gövde ve tahrik grupları incelendikten sonra en büyük kol boyuna sahip altı numaralı gövde ve 56 litre hacminde 8 kg yıkama 5 kg kurutma kapasitesine sahip tahrik grubu seçimi yapılmıştır. Gövde ve tahrik grubunun farklı makine gruplarından seçilmesinin nedeni kurutucu kanalları için gövde-tahrik grubu arasındaki maksimum boşluğu sağlamaktır.

Seçim yapılan bu makine ile mevcuttaki yıkayıcı kurutucu makine içerisindeki boş alanları karşılaştıracak olursak;

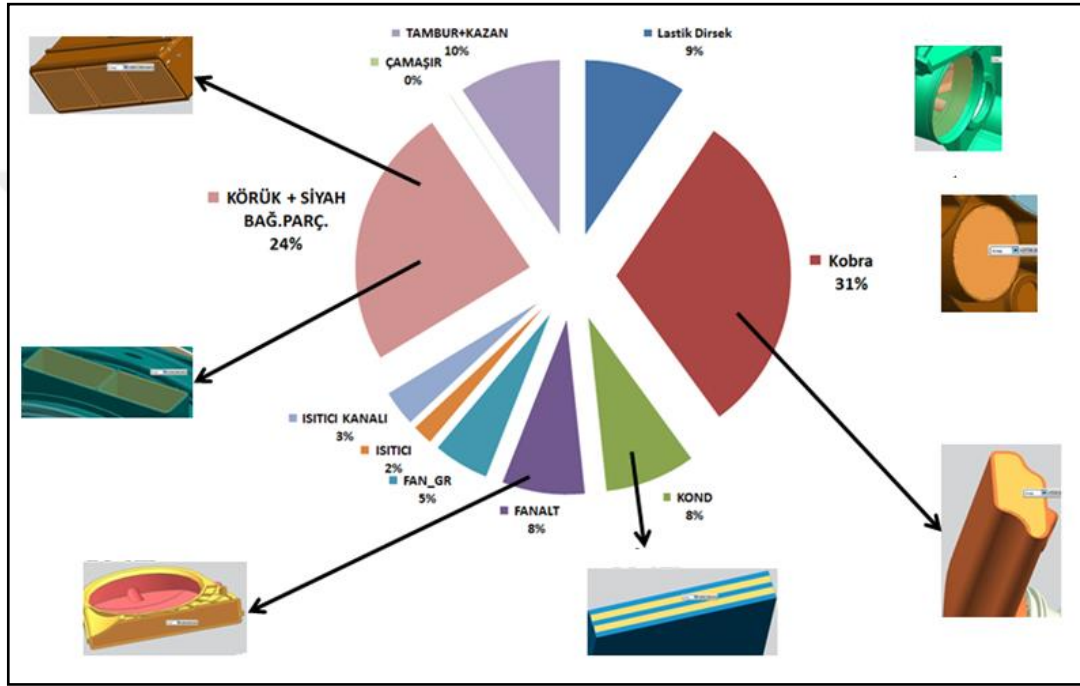


Şekil 3. 20 Mevcut makine ile yeni tasarımın boyutsal karşılaştırma

Şekil 3.1’de de görüldüğü gibi makine içerisinde arka bölümde tahrik grubu ve gövde arasındaki mesafe artırılmış ve kurutma grubu için fazladan hacim kazandırılmıştır. Yapılacak tasarım ve prototiplerde bu gövde ve tahrik grubu kullanılmıştır.

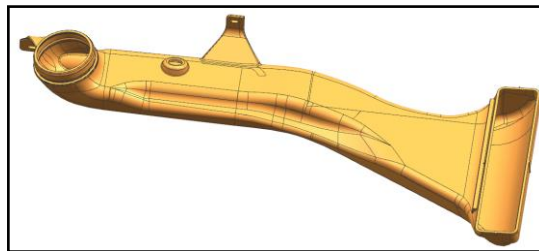
3.2 Mevcut Yıkayıcı-kurutucu Basınç Kayıpları

Bilindiği gibi yıkayıcı-kurutucularda kurutma performansını arttıran en büyük etkenlerden biri yüksek debidir. Bu nedenle tasarımlara başlanmadan önce mevcut makinedeki debi problemlerini daha iyi anlayabilmek için parça parça deneysel basınç kaybı ölçümleri yapılmıştır. Ayrıca bu parçalardaki en havanın geçtiği en küçük kesit de CAD data üzerinde ölçülerek debi düşünöme neyin neden olduğu belirlenmeye çalışılmıştır. Deneysel test sonuçları ve en küçük kesit alanları aşağıdaki gibidir;



Şekil 3. 21 Mevcut makinedeki basınç kayıpları

Mevcut makinedeki en büyük basınç kayıpları kazan hava çıkışı ile kondanser arasındaki parçada gerçekleşmektedir. Toplam basınç kaybı içerisindeki payı %31'dir. Sistem üzerindeki en küçük kesit buradadır. Ayrıca parça üzerinde iki adet 90 derece dirsek bulunmaktadır. Kayıplar bu nedenlerden dolayı bu parçada fazla olmaktadır. Kanalin genel yapısı şekil 3.3' de görölmektedir.



Şekil 3. 22 Kazan çıkış-kondanser ara parçası

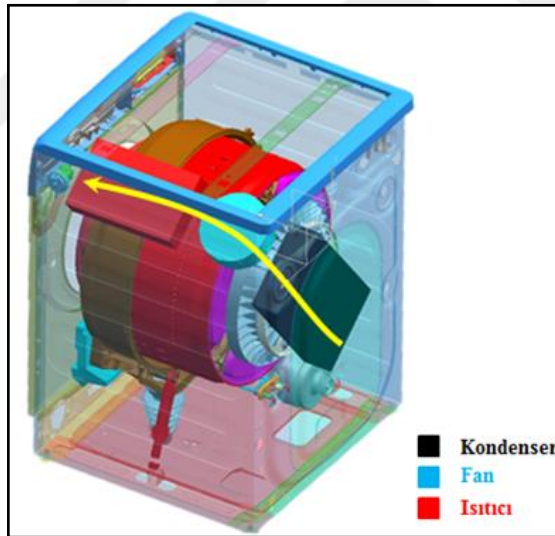
Mevcut sistem üzerindeki diğer kayıplar körük bağlantısı gibi kısımlardan olmaktadır. Kısaca hava akışını bozacak dirseklerin ya da ani kesit daralmalarının olduğu parçalar üzerinde kayıplar fazla olmaktadır. İlerleyen bölümlerde yeni tasarımın oluşması süresince mevcut tasarım referans alınarak iyileştirmeler göstermektedir.

3.3 Kurutma Sisteminin Öncül Yerleşim Çalışmaları

Yıkayıcı-kurutucu makinenin tahrik grubu ve gövde seçimi yapıldıktan sonra kurutma sisteminin ana komponentlerinin yerleşim çalışmalarına başlanmıştır. Ana komponentler soğutma fanı, proses fanı, ısıtıcı ve kondanserdir. bu çalışma yapılırken aynı zamanda basınç kayıpları minimum olacak kurutma kanalı da düşünülmüştür.

Hava kanalları tasarlanmadan yapılan bu kabaca yerleşimlerde avantaj ve dezavantajlar belirlenmiştir. Yerleşim konseptlerini kısaca inceleyecek olursak;

3.3.1 Yerleşim Konsepti 1



Şekil 3. 23 Yerleşim Konsepti 1

Bu yerleşimde kondanseri tahrik grubu arkasına çapraz şekilde yerleştirilmiştir. Kazan üst yan bölümüne ise fan ve ısıtıcı konumlandırılmıştır. Soğutma fanı ise tahrik grubunun alt arka bölümüne konulmuştur. Bu konseptin avantaj ve dezavantajlarını inceleyecek olursak;

Avantajlar:

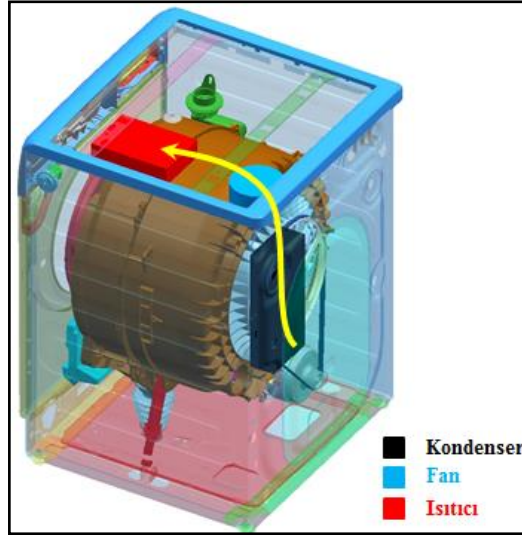
- Kondanser- ısıtıcı arasındaki 90°'lik geçiş proses fanıyla sağlanarak hava kanallarındaki dirsek sayısı azaltılmıştır. Buna bağlı olarak basınç kayıpları da azaltılmıştır.
- Konseptte soğutma fanının alt bölüme yerleştirilmiştir. Kondanser soğutma fanı arasındaki mesafe uzun tutularak düzgün bir akış sağlanabilmektedir.
- Bu yerleşimde proses (kapalı çevrim) yolu mümkün olduğunca kısa tutulmuştur. Bundan dolayı hava çevrimini hızlı bir şekilde tamamlamaktadır ve basınç kayıpları az olmaktadır.

Dezavantajlar:

- Proses çevrimi sırasında çamaşır üzerinden kopan havlar (kumaş parçaları, pamuk vb.) kondanser üzerine yapışmaktadır. Bu nedenle çalışma sonrasında kondanser hava kanallarının tıkanmaması için yıkanması gerekmektedir. Çapraz yerleşimde direk yerçekimi ve su kullanılarak düzgün bir yıkama gerçekleştirilememektedir. Bu nedenle kondanser yıkama zorlukları olmaktadır.
- Üretim bandında sistemin tahrik grubu üzerine montajı ardından gövde içerisine yerleşimi zor olacaktır.

3.3.2 Yerleşim Konsepti 2

Bu yerleşimde kondanser tahrik grubu arkasına düz şekilde yerleştirilmiştir. Üst bölüme ise fan ve ısıtıcı konumlandırılmıştır. Kondanserin çapraz yerleşim yerine düz bir şekilde yerleşimi yıkama kolaylığı sağlamaktadır. Soğutma fanı ise makinenin alt arka bölümündedir. İlk konseptte de olduğu gibi proses fanı kondanser ısıtıcı arasındaki 90°'lik geçişi sağlamaktadır. Ürün konsepti şekil 3.5'te görülmektedir.



Şekil 3. 24 Yerleşim Konsepti 2

Konsept 2'nin avantaj ve dezavantajlarını inceleyecek olursak;

Avantajlar:

- Kondanser- ısıtıcı arasındaki 90°'lik geçiş proses fanıyla sağlanarak hava kanallarındaki dirsek sayısı azaltılmıştır. Buna bağlı olarak basınç kayıpları da azaltılmıştır.
- Konseptte soğutma fanının alt bölüme yerleştirilmiştir. Kondanser soğutma fanı arasındaki mesafe uzun tutularak düzgün bir akış sağlanabilmektedir.
- Bu yerleşimde proses (kapalı çevrim) yolu mümkün olduğunca kısa tutulmuştur. Bundan dolayı hava çevrimini hızlı bir şekilde tamamlamaktadır ve basınç kayıpları az olmaktadır.
- Kondanser dik konumlandırıldığı için yerçekimi ve su kullanılarak yıkanması kolaylaşmaktadır.

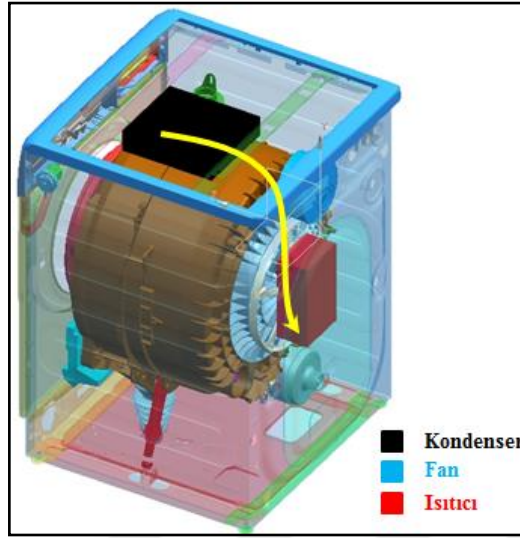
Dezavantajlar:

- Üretim bandında montaj zorlukları vardır.

3.3.3 Yerleşim Konsepti 3

Bu tasarım konsept 2'deki akış yönünün tam tersi olacak şekilde yapılmıştır. Kondanser tahrik grubunun üzerinde düz şekilde yerleştirilmiştir. Isıtıcı ise tahrik grubu arkasına

konumlandırılmıştır. İlk iki konseptte de olduğu gibi proses fanı kondansere - ısıtıcı arasındaki 90°'lik geçişi sağlamaktadır.



Şekil 3. 25 Yerleşim Konsepti 3

Konsept 3'ün avantaj ve dezavantajlarını inceleyecek olursak;

Avantajlar:

- Kondansere- ısıtıcı arasındaki 90°'lik geçiş proses fanıyla sağlanarak hava kanallarındaki dirsek sayısı azaltılmıştır. Buna bağlı olarak basınç kayıpları da azaltılmıştır.
- Bu yerleşimde proses (kapalı çevrim) yolu mümkün olduğunca kısa tutulmuştur. Bundan dolayı hava çevrimini hızlı bir şekilde tamamlamaktadır ve basınç kayıpları az olmaktadır.

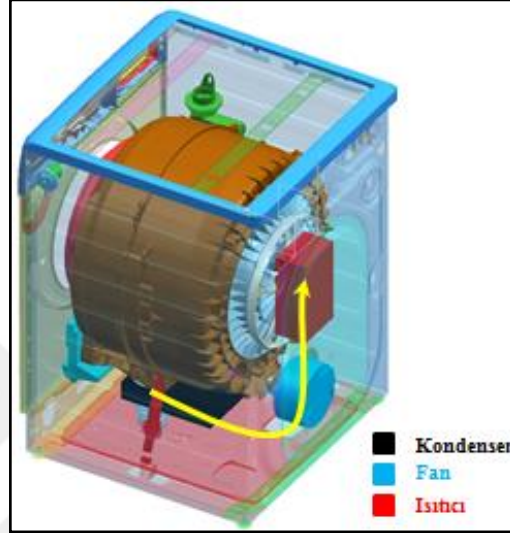
Dezavantajlar:

- Kondansere eğimli yerleştirilmediği için yıkama zorlukları olmaktadır.
- Isıtıcı kazan arka bölümünde ve su seviyesine yakın yerleştirilmiştir. Bu nedenle çalışma sırasında ısıtıcı üzerine su gelme ihtimali olmaktadır.
- İlk iki konseptte sıcak hava girişi ön bölümdeki körükten yapılmaktadır. Bu tasarımda ise sıcak hava kazan arka bölümünden gireceği için By-Pass problemleri olacaktır. Kısaca havanın büyük bölümü nemli çamaşır üzerinden

geçmek yerine kazan tambur arasından geçecektir. Bu da kurutma verimini düşürerek proses sürelerini arttıracaktır.

3.3.4 Yerleşim Konsepti 4

Bu tasarımda kondanser tahrik grubunun alt bölümüne yerleştirilmiştir. Isıtıcı ise tahrik grubu arkasındadır.



Şekil 3. 26Yerleşim Konsepti 4

Konsept 4'ün avantaj ve dezavantajlarını inceleyecek olursak;

Avantajlar:

- Kondanser- ısıtıcı arasındaki 90°'lik geçiş proses fanıyla sağlanarak hava kanallarındaki dirsek sayısı azaltılmıştır. Buna bağlı olarak basınç kayıpları da azaltılmıştır.
- Bu yerleşimde proses (kapalı çevrim) yolu mümkün olduğunca kısa tutulmuştur. Bundan dolayı hava çevrimini hızlı bir şekilde tamamlamaktadır ve basınç kayıpları az olmaktadır.
- Montajda avantaj sağlanabilir.

Dezavantajlar:

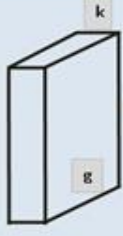
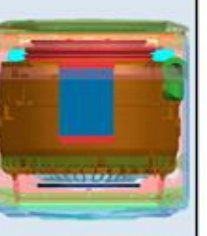
- Yıkama sırasında kondanser ve proses fanına su dolabilir. Bu nedenle ek tahliye pompasına ihtiyaç duyulabilir.

- Konsept 3'te de olduğu gibi tasarımda ise sıcak hava kazan arka bölümünden gireceği havanın büyük bölümü nemli çamaşır üzerinden geçmek yerine kazan tambur arasından geçecektir. Bu da kurutma verimini düşürerek proses sürelerini arttıracaktır.

3.3.5 Yerleşim Konseptlerine Göre Kondanser Boyutları

Isıtıcı üzerinde ısınan hava çamaşır üzerindeki nemi alarak kondanser üzerine gelmektedir. Burada soğutma havası kondanserin alüminyum yüzeylerini soğutmakta ve bu yüzeyler de nemli havanın sıcaklığını düşürmektedir. Kısaca proses havasının nem taşıma kapasitesi düşmektedir. Bu nedenle su yoğuşarak çevrim dışına atılmaktadır. Çevrimde yoğuşan su miktarı arttıkça kurutma verimi de artmaktadır. Yoğuşan su miktarı kondanser boyutları büyüdükçe artmaktadır. Sonuç olarak kondanser boyutları büyüdükçe kurutma verimi de artmaktadır. Kondanser boyutlarının maksimum olabilmesi için konsept yerleşimlere göre boyut etütleri yapılmıştır.

Çizelge 3.2 Kondanser boyutları

				
KONDENSER YERİ:	Mevcut kondanser, üst kısımda yatay	Arkada çapraz yerleşim	Arkada dik yerleşim	Üstte dik yerleşim
h (mm):	215	309	269	209
k (mm):	35.1	64.1	64.1	50
g (mm):	209	160(<i>arttırılabilir</i>)	160(<i>arttırılabilir</i>)	160(<i>arttırılabilir</i>)
Hacim(Litre):	1.57	3.16	2.75	1.67

3.3.6 Konsept Seçimi

Kondanser yerleşimi, hacmi ve yerleşim konseptlerinin avantaj ve dezavantajları düşünülerek konsept 2 (kondanser boyutları tablosunda kırmızı kare içerisinde) seçilmiştir. Seçilen bu konsept detaylandırılarak prototipe uygun tasarıma başlanmıştır.

TASARIM ve PROTOTİP ÇALIŞMALARI

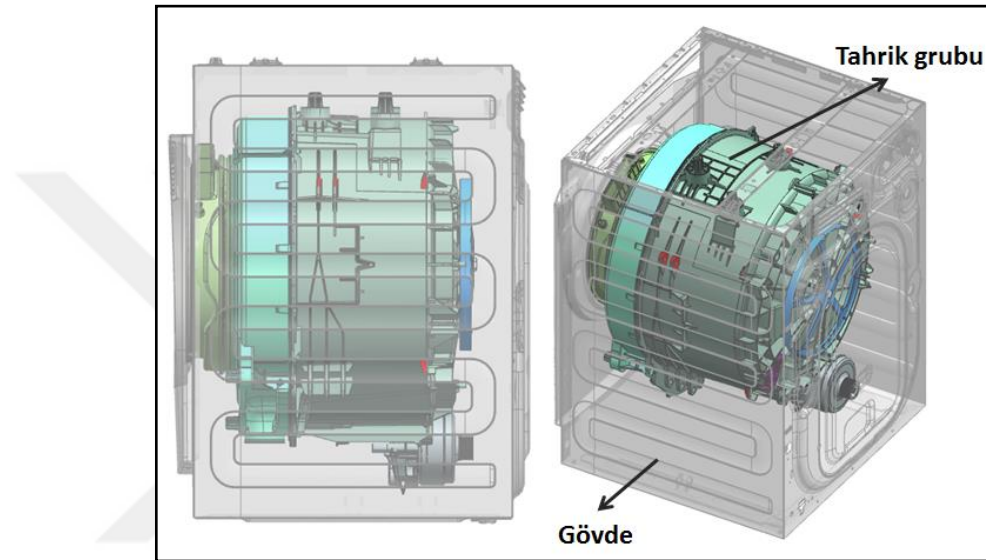
Yapılan kurutma sistemi öncül tasarımlarının ardından seçilen konsept üzerine uygun hava kanalları ve bağlantı yapıları çalışılmaya başlanmadan önce kurutma sisteminin nereye monte edileceğine karar vermek gerekmektedir. Bunun için öncelikli olarak seçenekler belirlenmiştir.

Makine içerisini yerleştirilecek olan kurutma sisteminin yerleşiminde iki seçenek bulunmaktadır. Bu seçeneklerden ilki birçok yıkayıcı makinede de olduğu gibi sistemin sabit olan gövde üzerine yerleşimidir. Diğer ise kurutma sisteminin hareketli olan tahrik grubu üzerine yerleşimidir. Kurutma sistemi kazan içerisindeki nemli havayı alıp çevrim sonunda sıcak kuru havayı tekrar kazan içerisine verdiği için en az iki noktadan hava kanalıyla tahrik grubuna bağlanması gerekmektedir. Bu kriterler doğrultusunda sistemi gövde yani hareketsiz bölüme sabitlersek, tahrik grubuna yani hareketli olan bölüme bağlantı için elastik hava kanalları (körük) kullanmak gerekmektedir. Tahrik grubunun makine ön kapağı yani gövdeye bağlantısında bir adet körük zaten kullanılmaktadır. Kısaca kurutma sisteminin bir bağlantısı bu yapıdan yapılırsa ekstra bir körüklü bağlantıya daha ihtiyaç duyulmaktadır. Eğer kurutma sistemini tahrik grubu üzerine bağlarsak iki sistem de hareketli olacağından kurutma çevrimi hattı üzerinde ekstra körüğe ihtiyaç duyulmayacaktır.

Kurutma çevrimi sıcak hava ile çalıştığı için tüm sistemin ısıya dayanabilir olması gerekmektedir. Hızlı prototip atölyesinde elastik yapılar silikon kalıba dökülerek üretilmektedir fakat bu prototipler yüksek sıcaklıklara dayanamamaktadır. Bu nedenle tasarımları prototip olarak test edebilmek için sistemi kurutma sisteminin tahrik grubu üzerine montajı tercih edilmiştir.

Bilindiği gibi amaşıır makinelerinin tahrik grubunun sıkma sırasında dağılmaması için ekstra denge ağırlıklarına ihtiyaç duyulmaktadır. Kurutma sisteminin tahrik grubu üzerine bağlandığında denge ağırlığının bir bölümünü oluşturacağı için ek bir avantaj sağlanmaktadır.

Kurutma kanalları tasarımı yapılması için seçilmiş olan büyük gövde içerisine küçük tahrik grubu yerleşimi yapılmıştır. Bu yerleşim yapılırken yay askı yerleri ve amortisör yerleri küçük tahrik grubuna göre tekrar tasarlanmıştır.

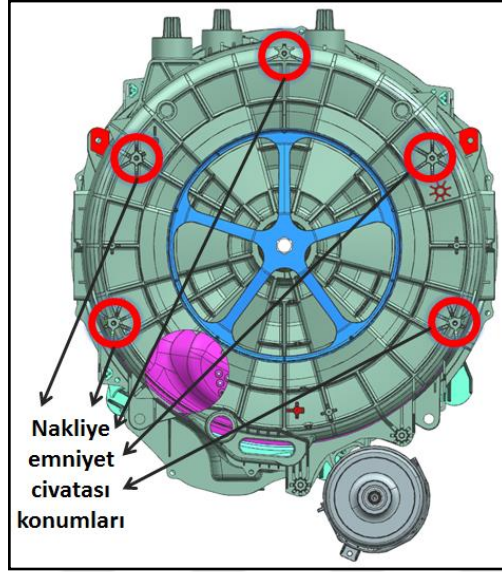


Şekil 4. 27 Tahrik grubunun gövde içerisine yerleşimi

Makine içerisinde gövde ve tahrik grubu arasında kalan boşluklar kurutma sistemimizin maksimum boyutlarını belirlemektedir. Bu boyutlar belirlenirken tahrik grubunun makine içerisindeki hareketi de göz önüne alınarak gövde ve kurutma sistemi arasında analiz ve deneysel sonuçlarla belirlenen 25 mm boşluk bırakılmıştır.

amaşıır makinelerinin nakliye sırasında zarar görmesini engellemek için kazan arka bölümü ile gövde nakliye emniyet cıvataları ile bağlanmaktadır. Bu nakliye emniyet cıvatalarının sayısı ve konumu bilgisayar ortamında ve deneysel olarak düşme testleriyle belirlenmektedir. Ayrıca amaşıır makinelerinin üretimi sırasında kazanlar montaj bandı üzerinde nakliye emniyet cıvatası yerlerinden tutularak hareket ettirilmektedir. Kısaca nakliye emniyet cıvatalarının yerlerinin değışmesi yeni bir montaj bandı yatırımı demektir. Bu nedenlerden dolayı hem nakliye emniyet cıvatası yerleri değıştirilememekte hem de o bölümlerde gövde ile arasına ek parça

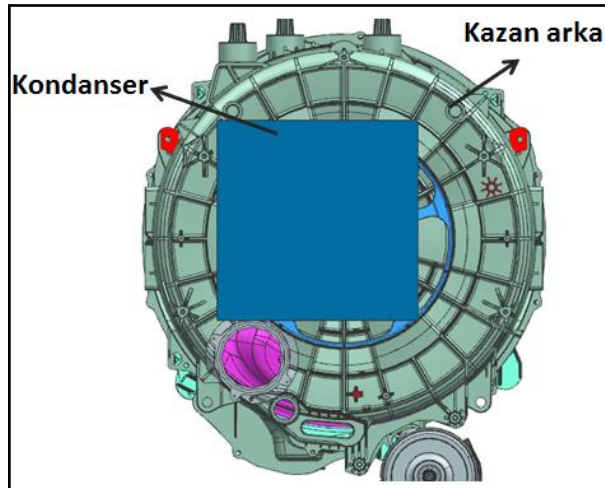
koyulamamaktadır. Kurutma kanalının arka bölümdeki tasarımında bu kriterler dikkate alınmıştır.



Şekil 4. 28 Nakliye emniyet civatası konumları

4.1 Kurutma Kanallarının Tasarımı ve Prototiplenmesi

Kanal tasarımlarına başlamadan önce seçilmiş olan kondanser yerleşimi ve yukarıdaki tasarım kriterleri dikkate alınarak maksimum boyutlu kondanser tasarımı çalışılmıştır. Bu çalışma yapılırken nakliye emniyet civatalarını örtmemesi, kayış kasnak sistemine ve gövdeye çarpmaması için gerekli toleranslar bırakılmıştır.



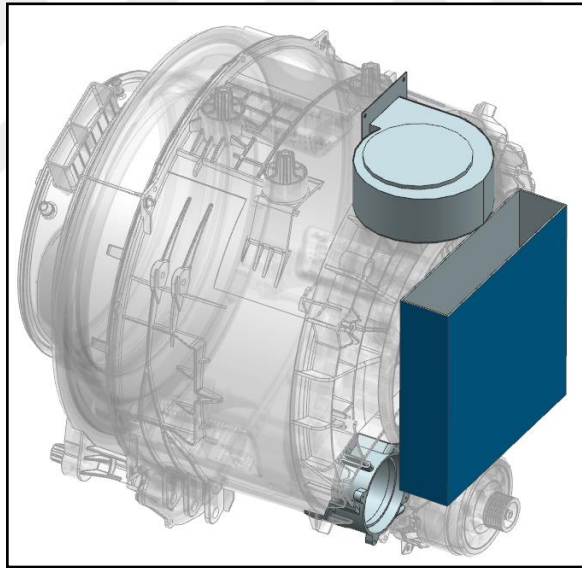
Şekil 4. 29 Kondanser yerleşimi

Ayrıca sıcak ve nemli havanın kazan içerisinden çıkıp kondansere ulaşması için kazan arka bölümünde bir delik açılmıştır. Kondanser ile bu delik arasına hava kanalı

yapılacağı için kondanser delik üzerinde kalacak şekilde yerleştirilmiştir. Tüm bu kriterler ve tasarım sonucunda kondanser boyutları 270x270x65 mm belirlenmiştir.

Prototip üretimini kolaylaştırmak için tahrik grubunun kazan üzerine bağlanmasında nakliye emniyet civatası yerleri kullanılmıştır. Bu bağlantı sadece prototip amaçlı olup seri üretimde yapılar değiştirilecektir.

Kondanserin arka bölüme yerleşiminden sonra makine içerisine yerleştirilecek olan proses fanı için etüt çalışmaları yapılmıştır. Bu etüt çalışmaları sonucunda fan için en uygun yer kondanserin üst bölümü ve kazan arka kısmı olmuştur. Kondanserden çıkan havanın kazan ön bölgesine ulaşabilmesi için 90 derecelik bir dönüş yapması gerekmektedir. Fanın bu yerleşimi sayesinde havanın 90 derecelik dönüşü (ısıtıcı-kondanser arası) fan ile sağlanmaktadır. Bu sayede bir dirsek azaltılarak basınç düşümünün önüne geçilmiştir. Aşağıdaki şekilde fanın tahrik grubu üzerindeki konumu görülmektedir.

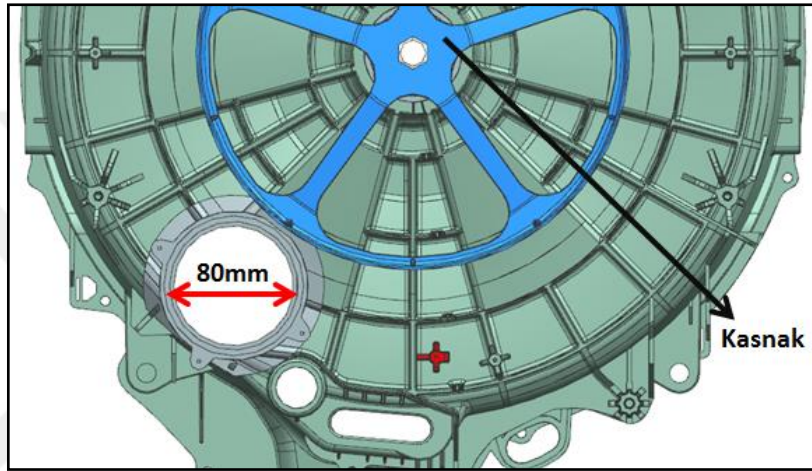


Şekil 4. 30 Proses fanı yerleşimi

Proses fanı ve kondanser yerleşimi yapıldıktan sonra kapalı çevrim (proses çevrimi) için kanalların tasarımına başlanmıştır. Çevrim ısıtıcıda ısıtılan havanın kazan ön bölümünde bulunan körükten içeriye girmesiyle başlamaktadır. Ardından sıcak hava çamaşır üzerinden nemi alınarak kazan arka bölümden çıkmakta ve kondansere ulaşmaktadır. Daha sonra kondanserde nemini kaybettiikten sonra fan yardımıyla çekilerek tekrar

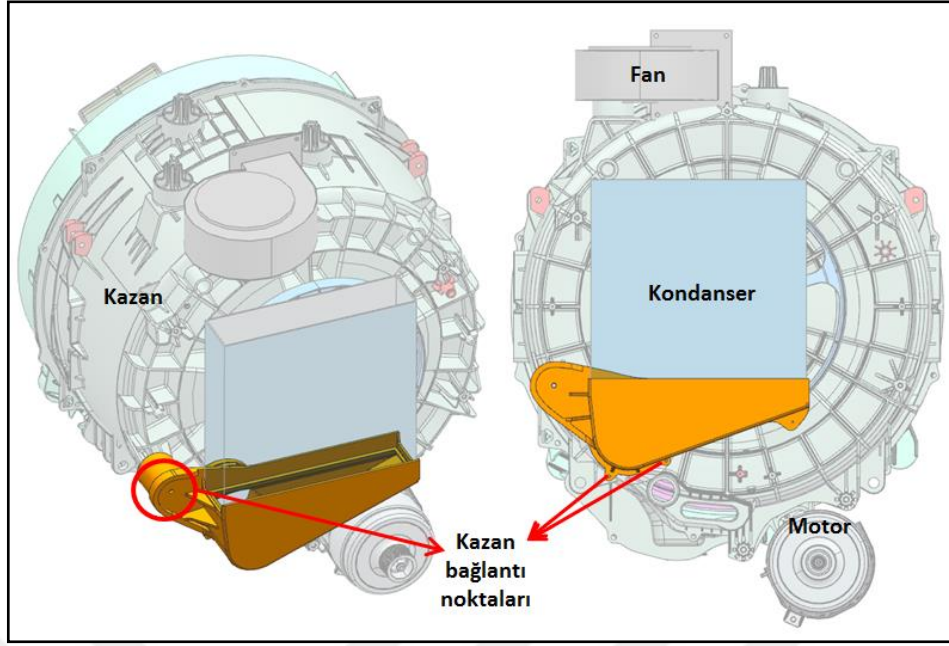
ısıtıcı üzerine gelmektedir. Bu çevrimi göz önünde bulundurarak kazan arka bölümünden tasarıma başlanmıştır.

Çevrimdeki debinin maksimum olabilmesi için hava kanallarının mümkün olduğunca geniş olması ve dirseklerin az olması gerekmektedir. Ayrıca kazan giriş ve çıkış deliklerinin de mümkün olduğunca büyük olması gerekmektedir. Bu durumlar göz önüne alınarak kazan arka bölümüne kasnağa girişim yapmayacak şekilde mümkün olan en büyük delik açılmıştır. Kazan arka bölümüne açılan bu hava çıkış deliği aşağıdaki gibidir.



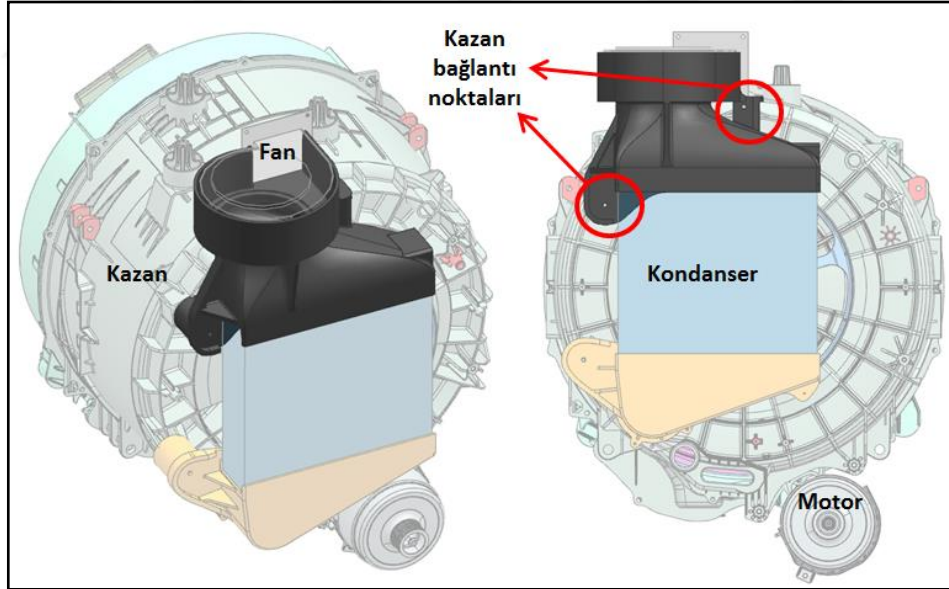
Şekil 4. 31 Kazan arka hava çıkış deliği

Ardından bu delik ile kondanser arasına uygun kanal tasarımı yapılmaya başlanmıştır. Bu bölümde çamaşır yıkandığı sırada daima su olacağı için sızdırmazlık önemlidir. Sızdırmazlığı sağlayabilmek için bağlantı kanal ve delik bağlantısı arasına bir conta tasarımı yapılmıştır. Arka bölümde bulunan beş adet nakliye emniyet civatası kanalları, fanı ve kondanseri taşıyacağı için kanallardan civata bağlantılarına doğru kulaklar oluşturulmuştur. Ayrıca sistem bu noktalardan sabitleneceği için mukavemet için uygun federler atılmıştır. Prototipleme için düşünülen yöntem SLS (selective laser sintering) olduğu için kanal et kalınlıkları buna uygun olarak 3mm verilmiştir. Seri üretimde üretim yöntemi ve kullanılan malzemeler değişeceği için yapılar tekrar revize edilecektir.



Şekil 4. 32 Kazan çıkış – kondanseri kanalı

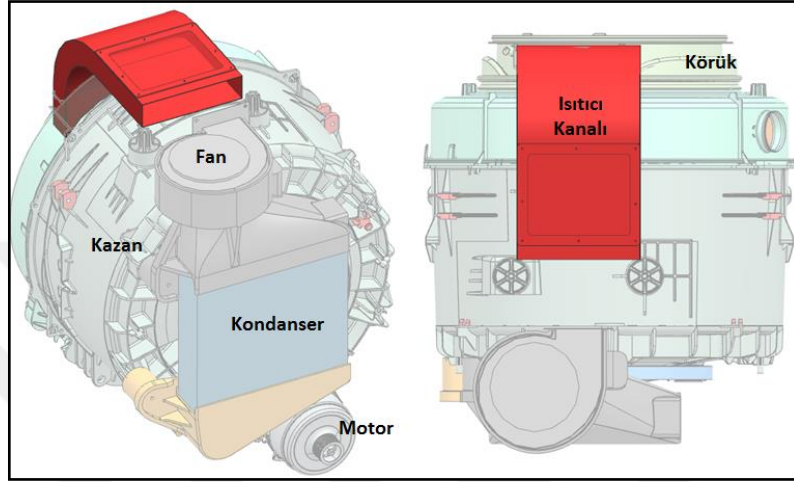
Kondanserden çıkan havanın fana ulaşabilmesi için fan kondanser arasına uygun kanal tasarımı yapılmıştır. Bu kanal yan taraflardan iki adet kulak ile arka kazana bağlanmaktadır. Üst bölüm ise fanın şekline uygun olarak tasarlanmıştır.



Şekil 4. 33 Kondanser – proses fanı kanalı

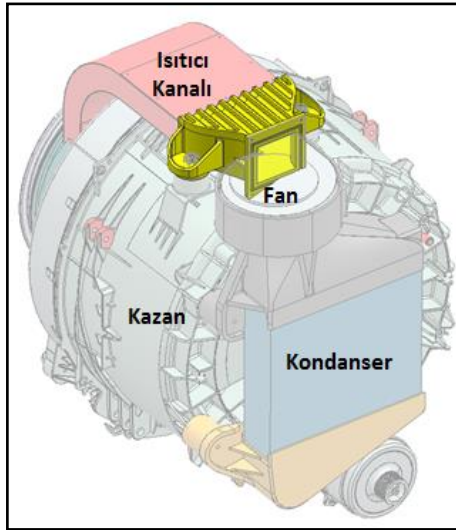
SLS yöntemiyle üretilen poliamid malzemeli parçalar yaklaşık 100^o'ye kadar dayanabilmektedir. Proses havasını ısıtmak için kullanılan ısıtıcının çevresi ve sonrası bu sıcaklık değerinin üzerinde olmaktadır. Bu nedenle bu bölümdeki kanal prototipini SLS olarak almamız mümkün olmamaktadır. Yüksek sıcaklıklara dayanıklı olması için

ısıtıcının olduğu kanal 1mm paslanmaz sac olarak tasarlanmıştır. Isıtıcı kanalının laser kesimle üretilebilmesi için 4 parça olarak düşünülmüştür. Cad ortamında tasarlandıktan sonra dört parçaya ayrılarak sac açılımları yapılmış ve prototip üretime için uygun hale getirilmiştir. Isıtıcı kanalının kesit alanı makine iç hacmine sığacak şekilde mümkün olduğu kadar büyük tutulmuştur. Bu kesit alanına uygun körük bulunmadığı için ilk prototipte körük kesilip ısıtıcı kanalı üzerine yapıştırılacak şekilde düşünülmüştür.



Şekil 4. 34 Isıtıcı kanalı

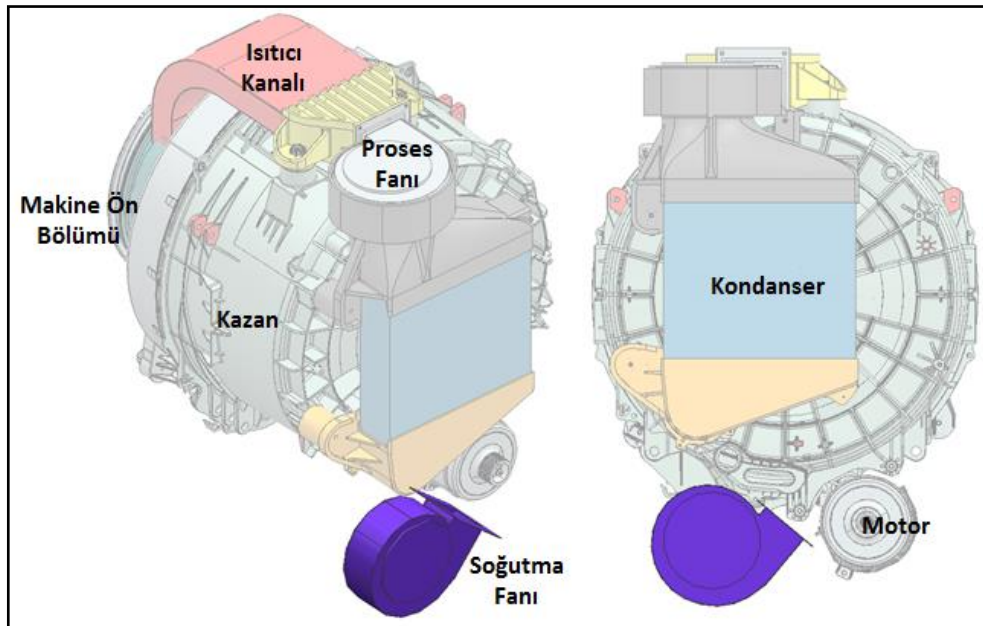
Ardından fan ile ısıtıcı kanalı arasında kalan bölüm tasarlanmaya başlanmıştır. Kanal ve tahrik grubu arasındaki bağlantıyı sağlamak için kanal üzerinde iki adet kulak tasarlanmıştır. Bu kulaklar tahrik grubu üzerinde bulunan denge ağırlığı bağlantı yerlerine bağlanmaktadır. Isıtıcının kanalı bu kanala bağlandığı için onun da tahrik grubu üzerine bağlantısı bu şekilde yapılmış olmaktadır.



Şekil 4. 35 Isıtıcı kanalı – fan bağlantı kanalı

Bu kanalı da tasarımı ile birlikte kapalı çevrim (proses çevrimi) için gerekli olan yapı tamamlanmıştır. Ardından soğutma çevrimi için gerekli olan kanal tasarımlarına başlanmıştır. İlk olarak soğutma fanı için yer etütleri yapılmıştır ve bu etütlerin avantaj dezavantajları değerlendirilmiştir. Kanalların kısa ve az dirsekli olması göz önünde bulundurularak soğutma fanının kazan alt arka bölümüne yerleştirilmesi uygun olmuştur.

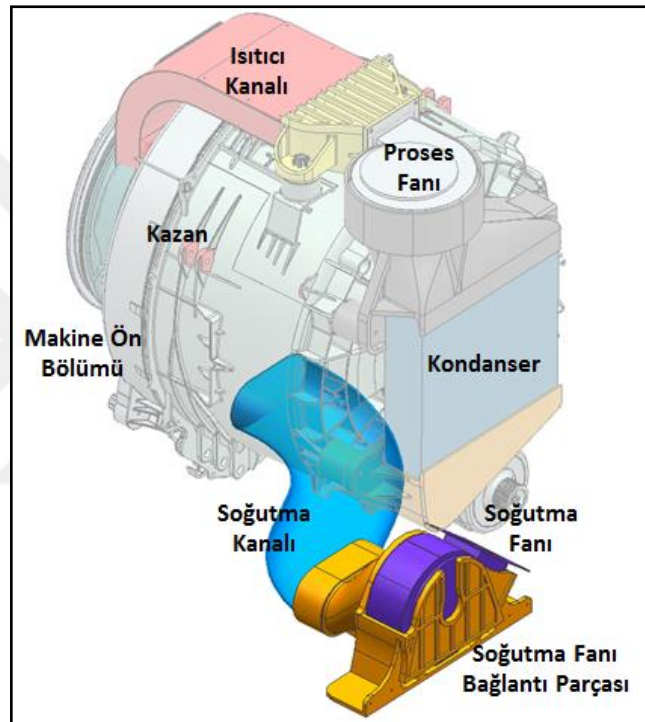
Makine içerisindeki soğutma fanı dışarıdan havayı alarak kondansere iletmektedir. Kondansere iletilen bu hava da yoğuşmayı sağlamaktadır. Yoğuşma veriminin fazla olması için soğutma fanı tarafından verilen hava ile proses çevrimindeki hava arasındaki sıcaklık farkının yüksek olması gerekmektedir. Makine belli bir süre çalıştıktan sonra ısıtıcı ve kazan üzerinden iletilen ısı nedeniyle gövde içerisindeki sıcaklık artmaktadır. Bu nedenle soğutma havasının makine gövdesi dışından alınması daha doğru olacaktır. Makinenin bazı durumlarda ankastre olarak kapalı bir hacme koyulduğu düşünülürse havanın arka ve yan bölümden alınması da verimi düşürecektir. Bunun nedenleri kapalı bölümdeki havanın da belli bir süre sonra ısınması ve fanın çekeceği havanın önünde engeller olmasıdır. Bu yüzden soğutma havasının makine önünden çekilmesine karar verilmiştir. Soğutma fanının emiş ağızı makine önüne bakacak şekilde yerleşim yapılmıştır. Diğer kriterler de göz önünde bulundurulduğunda soğutma fanı yerleşimi aşağıdaki gibidir.



Şekil 4. 36 Soğutma fanı yerleşimi

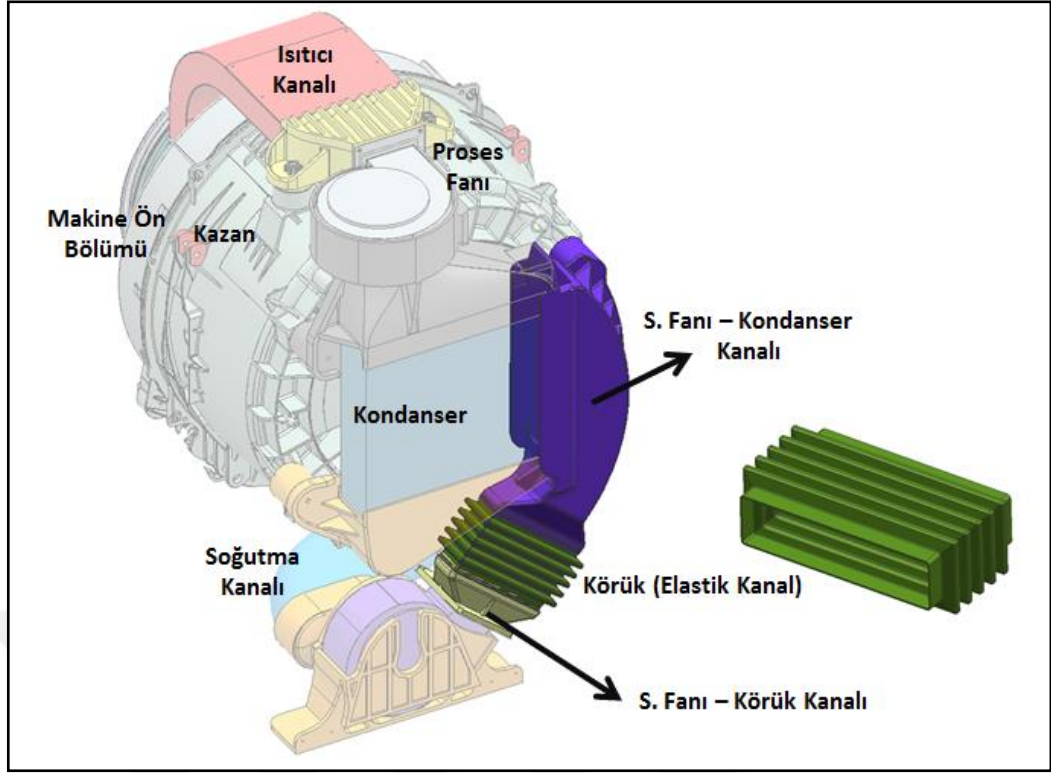
Soğutma fanı bağlantısı gövdeye yapılacak şekilde düşünülmüştür. Bunun için soğutma fanının içine geçebileceği şekilde bir yapı tasarlanmıştır. Soğutma fanı bu yanının içine yerleştirilmiş yapı da gövdeye bağlanmıştır.

Soğutma havasının ön bölümden çekilebilmesi için soğutma fanı içe makine önü arasında soğutma kanalı tasarlanmıştır. Bu kanal makine alt bölümünde bulunan motor ve tahliye pompasına çarpmayacak şekilde “S” formunda yapılmıştır. Ayrıca tahrik grubunun çalışma sırasında kanala çarpmaması için gerekli toleranslar bırakılmıştır. Soğutma fanı bağlantı parçası ve soğutma kanalı aşağıdaki gibidir.



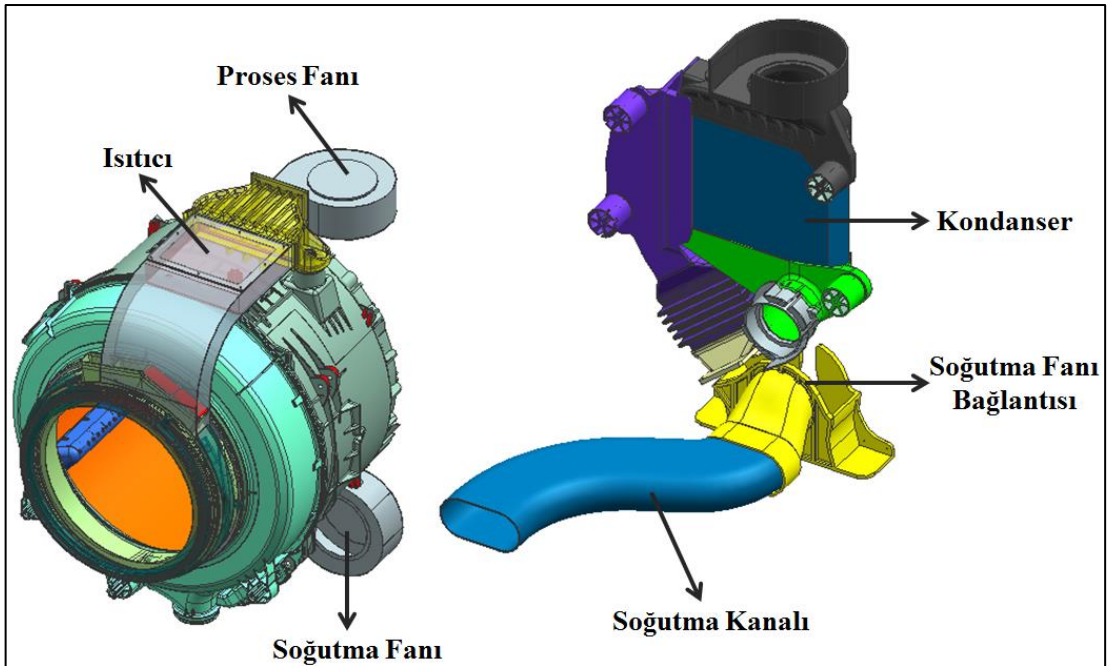
Şekil 4. 37 Soğutma kanalı yerleşimi

Soğutma fanı hareketsiz olan gövde üzerine monte edilmiştir. Kondanser ise hareketli olan tahrik grubu üzerine monte edilmiştir. Bu nedenle iki yapı arasındaki bağlantı yapılırken elastik körük yapısı kullanmak gerekmektedir. Bu yapı 3 parça olarak düşünülmüştür. Bu parçalar sırasıyla soğutma fanı körük arasındaki rijit bağlantı kanalı, körük ve körük kondanser arasındaki rijit kanaldır. Soğutma fanı körük arasındaki parça soğutma fanına monte edilmektedir. Körük kondanser arasındaki kanal ise iki adet nakliye emniyet civatasına, kondansere ve proses kanallarına bağlanacak şekilde tasarlanmıştır.



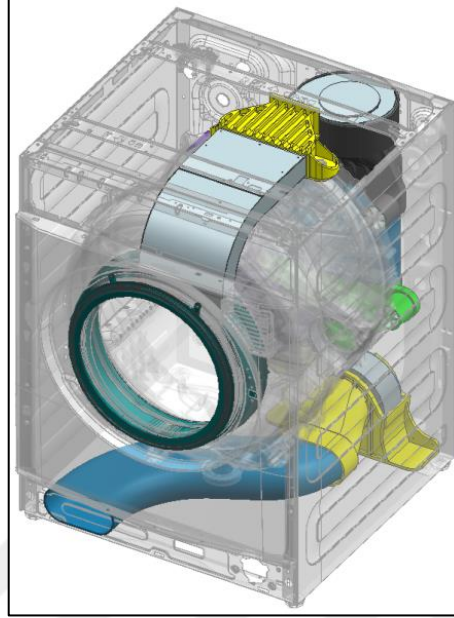
Şekil 4. 38 Soğutma fanı – kondanseri bağlantısı

Soğutma fanı – kondanseri kanalı ile birlikte soğutma çevriminin de tüm kanalları tamamlanmıştır. Parça parça tasarlanan kanallar birbirlerine göre revize edilerek ilk tasarım oluşturulmuştur. Oluşturulan bu tasarımda proses ve soğutma çevrimi olmak üzere tüm kurutma grubu aşağıdaki gibidir.



Şekil 4. 139 İlk tasarım kurutma kanalları

Tahrik grubu ve kurutma grubu sisteminin gövde içerisine yerleşimi aşağıdaki gibidir. İki sistemin de gövde ile arasında 25mm tolerans bırakılmıştır. Bu tolerans sıkma sırasında gövde ile tahrik grubu ve kurutma sisteminin birbirlerine çarpmaması için verilmiştir.



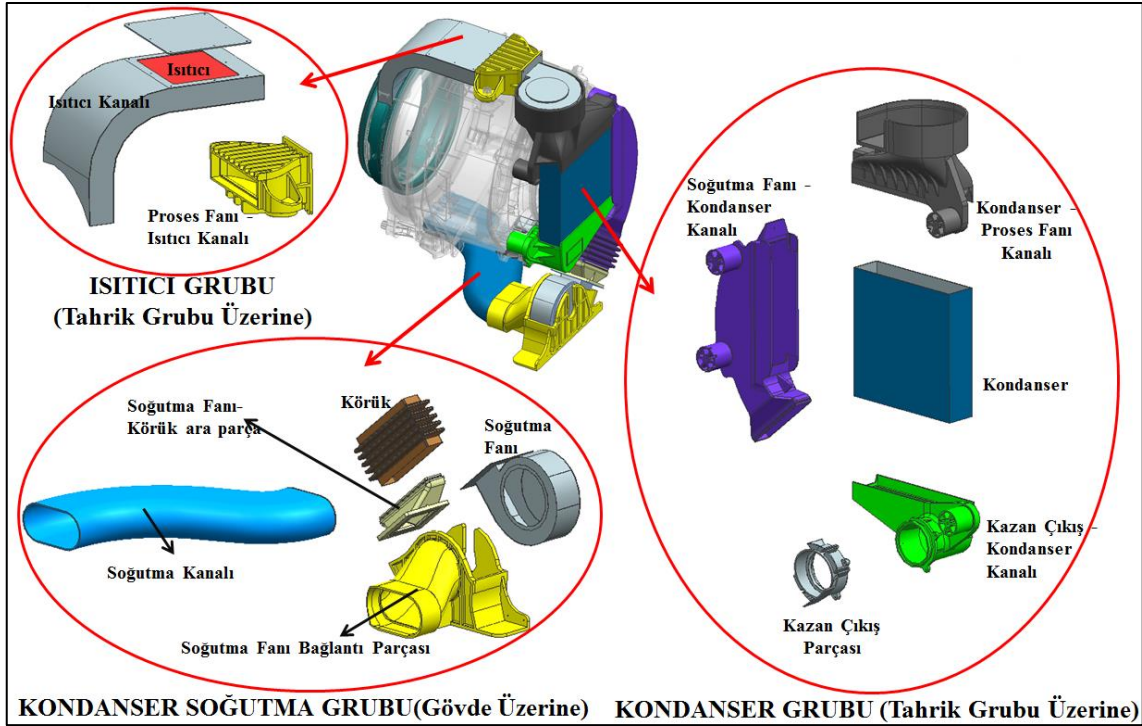
Şekil 4. 140 Sitemin gövde içerisine yerleşimi

Kurutma sistemini kısaca üç ana grupta inceleyecek olursak;

- **Kondanser soğutma grubu:** Montajı gövde üzerine yapılmaktadır. Soğutma havasını makine önünden aldığı için ön tarafa uzanan soğutma kanalı, soğutma fanı-soğutma kanalı arasında bağlantıyı sağlayan soğutma fanı bağlantı parçası, bu yapının tahrik grubu üzerine bağlı (hareketli) kondanser grubuna bağlanmasını sağlayan ve hareket körük, soğutma fanı-körük ara parçası ve soğutma fanından oluşmaktadır. Körük gövde üzerindeki hareketsiz grubu tahrik grubu üzerindeki hareketli gruba bağladığı için elastik yapıdadır.
- **Kondanser grubu:** Montajı tahrik grubu üzerine ve arkasına yapılmaktadır. Sistem kazandan proses havasını alıp kondansere ileten kazan çıkış-kondanser kanalı, soğutma havasını kondansere ileten soğutma fanı-kondanser kanalı, proses havasını fana ileten kondanser-proses fanı kanalı ve kondanserden oluşmaktadır.
- **Isıtıcı grubu:** Montajı tahrik grubu üzerine ve üst bölümüne yapılmaktadır. Proses fanının gönderdiği havayı ısıtıcıya ileten proses fanı-ısıtıcı kanalı, ve

ısıtıcıdan oluşmaktadır. Isıtıcıda ısınan havayı körükten içeri vererek kazan içine girmesi sağlanmaktadır.

Kurutma sistemi gruplarına ve bağlantı yerlerine göre aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.



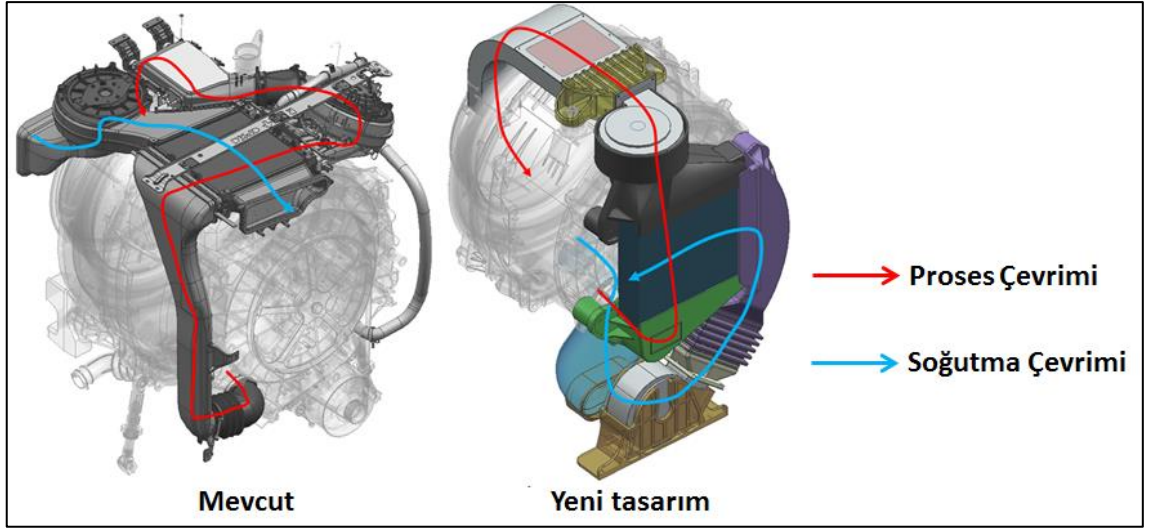
Şekil 4. 41 Kurutma sistemi parçaları

Makine montajı sırasında tüm ana gruplar kendi aralarında monte edildikten sonra makine üzerine eklenmektedir. Böylece makinenin montajı daha da kolaylaştırılmıştır.

Kurutma sistemi tasarlandıktan sonra mevcut makine ile yeni tasarım karşılaştırılmış ve iyileştirilen kısımlar görülmüştür.

4.1.1 Mevcut Makine ile Yeni Tasarımın Karşılaştırılması

İlk olarak iki makine üzerinde kapalı çevrim ve açık çevrim yolları çizilmiştir. Kırmızı yol proses çevrimini mavi yol ise soğutma çevrimini göstermektedir. Havanın izlediği yolların kısaltılması ve basitleştirilmesi basınç kayıplarını azaltarak kurutma verimini arttırmaktadır. İki makinedeki kurutma çevrimlerine bakıldığında yeni tasarımda proses yolunun basitleştirilip kısaltıldığı görülmektedir. Ayrıca kanallar da yeni makinede daha geniş yapılmıştır.



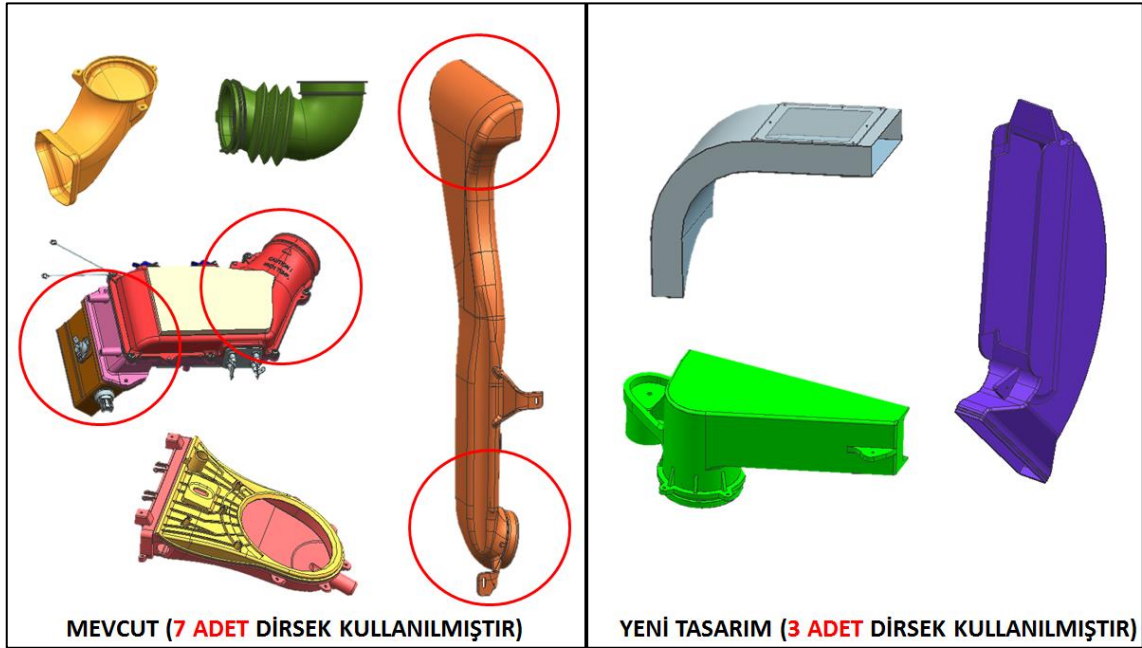
Şekil 4. 42 Mevcut ve yeni tasarım kurutma çevrimlerinin karşılaştırılması

Ayrıca bu çevrimler üzerinde dirsek sayısı arttıkça hava akışı etkilenecek basınçlar düştüğü için kurutma verimleri kötü etkilenecektir. Soğutma ve proses çevriminin ilerlediği yollardan kısaca bahsedecek olursak;

- Mevcut makinenin proses çevriminde, kazan arkasından çıkan kurutma havası üç adet dirsekten geçerek kondansere ulaşmaktadır. Kondanserden çıktıktan sonra bir adet dirsekten daha geçerek proses fanına gelmektedir. Ardından ısıtıcı bölümünde iki adet daha dirsekten geçerek tekrar kazan içine verilmektedir. Soğutma çevriminde ise makine önünden alınan hava bir adet dirsekten geçerek fana gelmektedir. Buradan kondansere iletilmekte ve kondanserden sonra makine arkasından dışarı atılmaktadır.
- Yeni tasarımın proses çevriminde, kazan arkasından çıkan kurutma havası bir adet dirsekten geçerek kondansere iletilmekte ve kondanserden geçen hava fana iletilmektedir. Fandan ısıtıcıya yönlendirilen hava bir adet dirsekten geçerek kazan içerisine verilmektedir. Havanın 90⁰'lik geçişleri fan ile sağlandığı için dirsek sayısı azaltılmıştır. Soğutma çevriminde ise ön bölümden alınan hava fana gelmektedir. Fanda 90⁰'lik geçişini sağladıktan sonra bir adet dirsekten geçerek kondansere iletilmektedir. Bu tasarımda kondanserden çıkan hava makine içerisine verilmektedir.

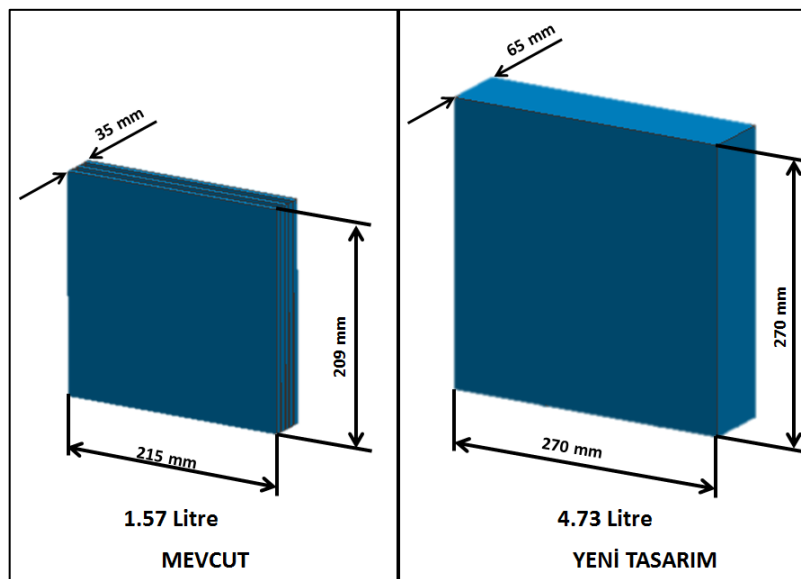
Ayrıca yeni tasarımda akışı bozmamak için kanal içerisindeki yönlendirmeler büyük açılarda yapılmıştır.

Makinelerde kullanılan parçalar göz önüne alındığında iki makinedeki dirsekler ve dirsek sayıları aşağıdaki gibidir.



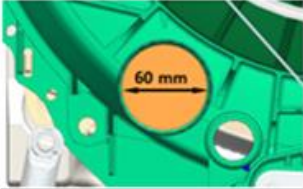
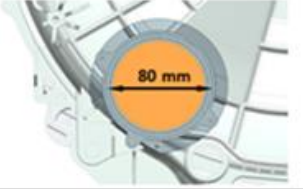
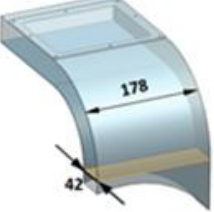
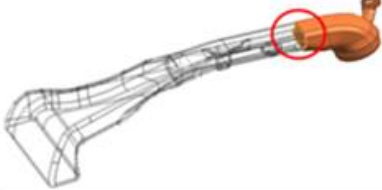
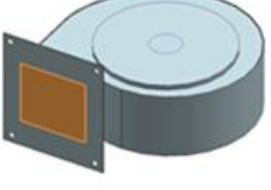
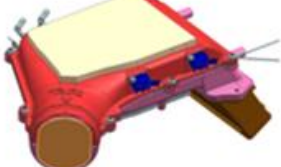
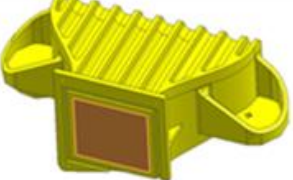
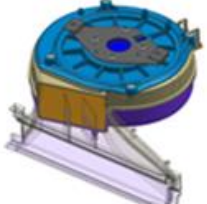
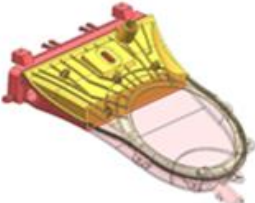
Şekil 4. 43 Mevcut ve yeni tasarımda kullanılan dirsekler

Hava soğutmalı yıkayıcı kurutucuların kondanser boyutları da kurutma veriminin artırılması için önem taşımaktadır. Kondanser boyutları ne kadar fazla olursa yoğuşma ve suyun havadan uzaklaştırılması o kadar fazla olmaktadır. Mevcut makineye göre kondanser boyutları yaklaşık üç katına çıkartılarak kurutma verimi arttırılmıştır. Makinelerdeki kondanser boyutları aşağıda verilmiştir.



Şekil 4. 44 Mevcut ve yeni tasarımda kondanser boyutları

Makine kanallarında havanın geçtiği kesit alanlarının daralması basınçların düşümüne neden olduğu için kurutma verimini olumsuz etkilemektedir. Bu nedenle yeni tasarımda kanal kesit alanları mümkün olduğu kadar büyük tutulmaya çalışılmıştır. Mevcut makinedeki ve yeni tasarımdaki aynı görevi gören parçaların kesit alanlarının karşılaştırılması aşağıdaki gibidir.

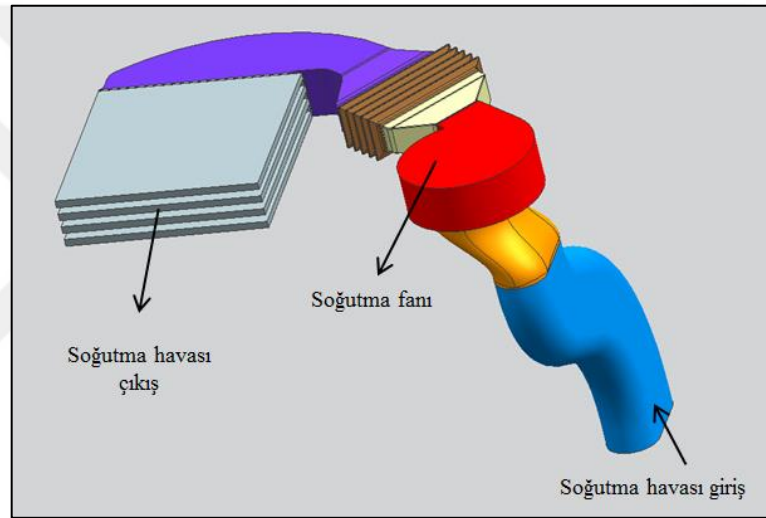
Mevcut	Yeni Tasarım
	
Çıkış Kesit Alanları	1.8 x Daha Geniş
	
Giriş Kesit alanları	2.5 x Daha Geniş
	
En Dar Kesit	2.5 x Daha Geniş
	
1.7 x Daha Geniş	
	
1.4 x Daha Geniş	
	
2.8 x Daha Geniş	

Şekil 4. 45 Mevcut ve yeni tasarım kesit alanları

Makine kanalları üzerindeki en dar kesit basınç düşümünün en fazla olduğu yerdir. Yukarıda görüldüğü gibi mevcut makinede en dar kesit 16 cm² 'dir. Yeni tasarımda ise en dar kesit 40.5 cm²'ye yükseltilmiştir.

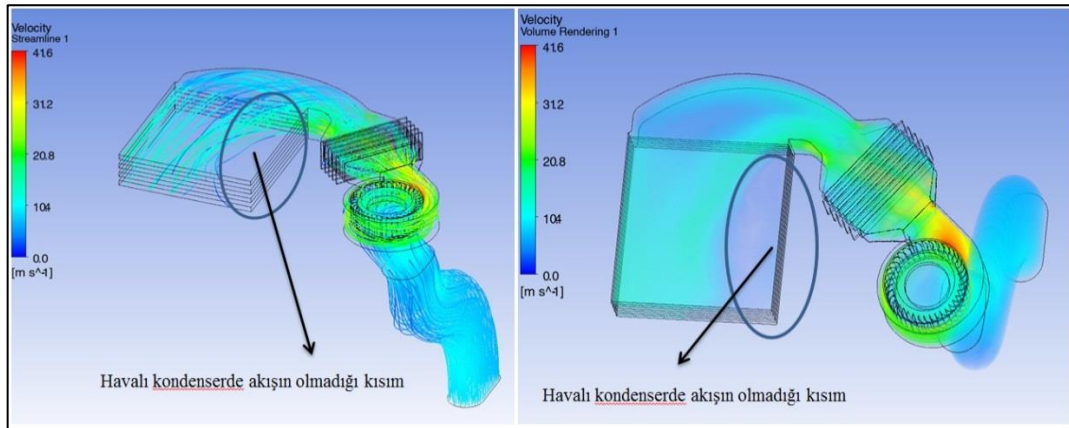
4.1.2 Yeni Tasarım CFD Çalışmaları

Tasarlanan kurutma kanallarının bilgisayar ortamında akış hacimleri çıkartılarak akış analizleri yapılmıştır. Bu akış analizleri sonucunda akışın problemlili olduğu yerler belirlenmiştir. Akış hacimleri soğutma kanalları ve proses kanalları olmak üzere iki bölüme ayrılarak farklı analizler yapılmıştır. İlk olarak soğutma kanallarının CFD analizlerine bakacak olursak;



Şekil 4. 46 Soğutma kanallarının akış hacmi

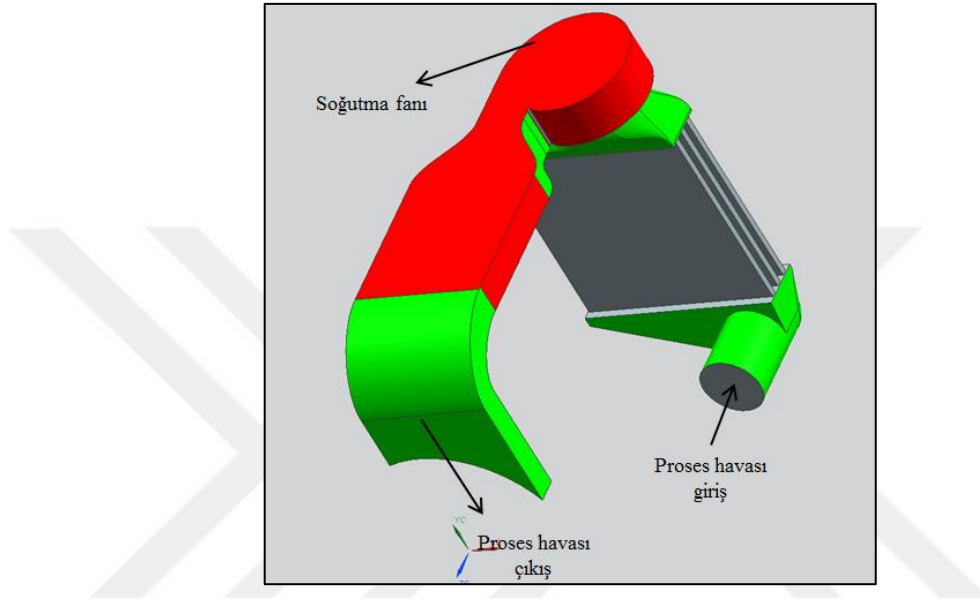
Soğutma kanallarının CFD analizinde soğutma fanı devri 3000 rpm olarak alınmıştır. Sistem açık çevrim olarak çözülmüş ve makinenin içi modellenmemiştir.



Şekil 4. 47 Soğutma kanalları akım çizgileri ve hız dağılımı

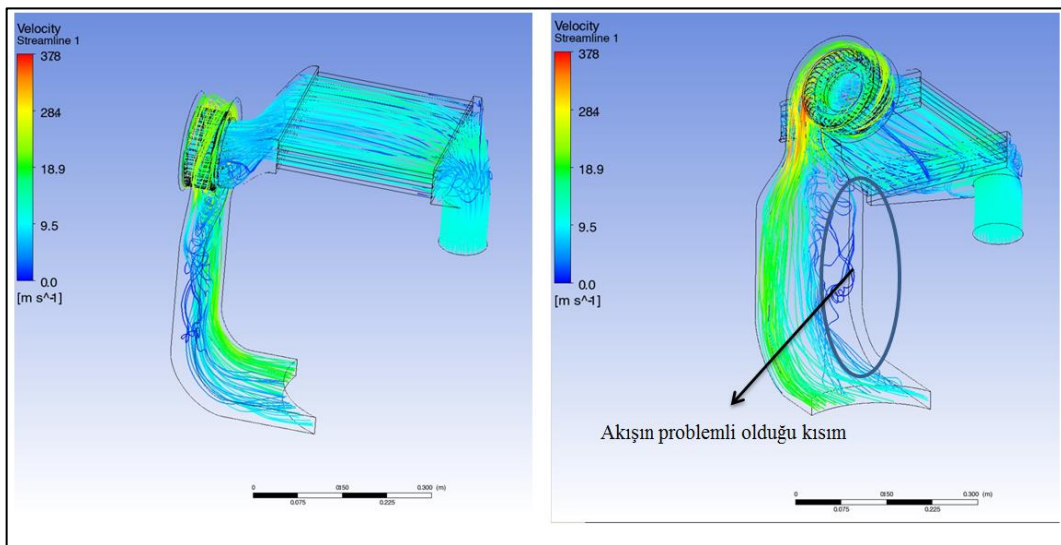
Soğutma kanallarının analiz sonuçlarına göre kondanserin alt bölümünde akım çizgilerinin zayıf olduğu görülmektedir. Kondanserde akışın homojen olmaması proses havasının efektif bir şekilde soğumasını etkilese de kondanserin metal olması bu olumsuzluğu gidereceği için bu aşamada tasarım değişikliği yapılmamıştır. CFD sonuçlarına göre debi değeri yaklaşık 72l/s'dir.

Proses kanallarının CFD analizi için akış hacimleri çıkarılmıştır.



Şekil 4. 48 Proses kanalları akış hacmi

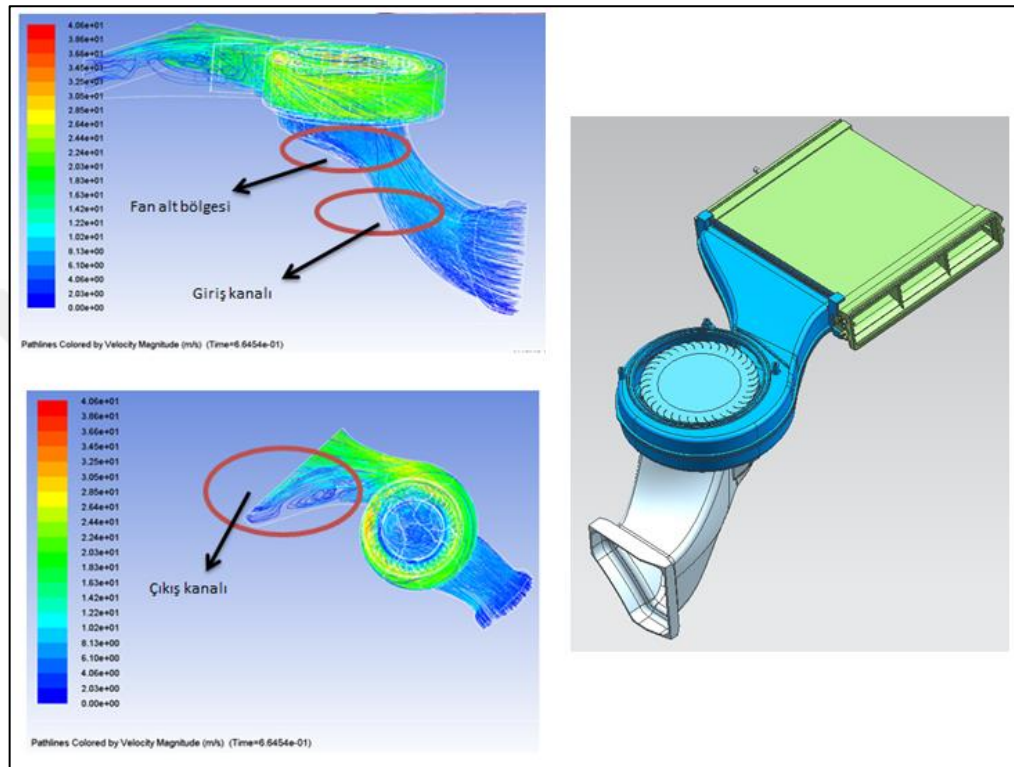
Proses fanı da 3000 rpm'de döndürülerek kanalların giriş ve çıkışı belirlenmiştir. Sistem açık çevrim olarak çözdürülmüş kazan içi analize dahil edilmemiştir.



Şekil 4. 49 Proses kanalları akım çizgileri ve hız dağılımı

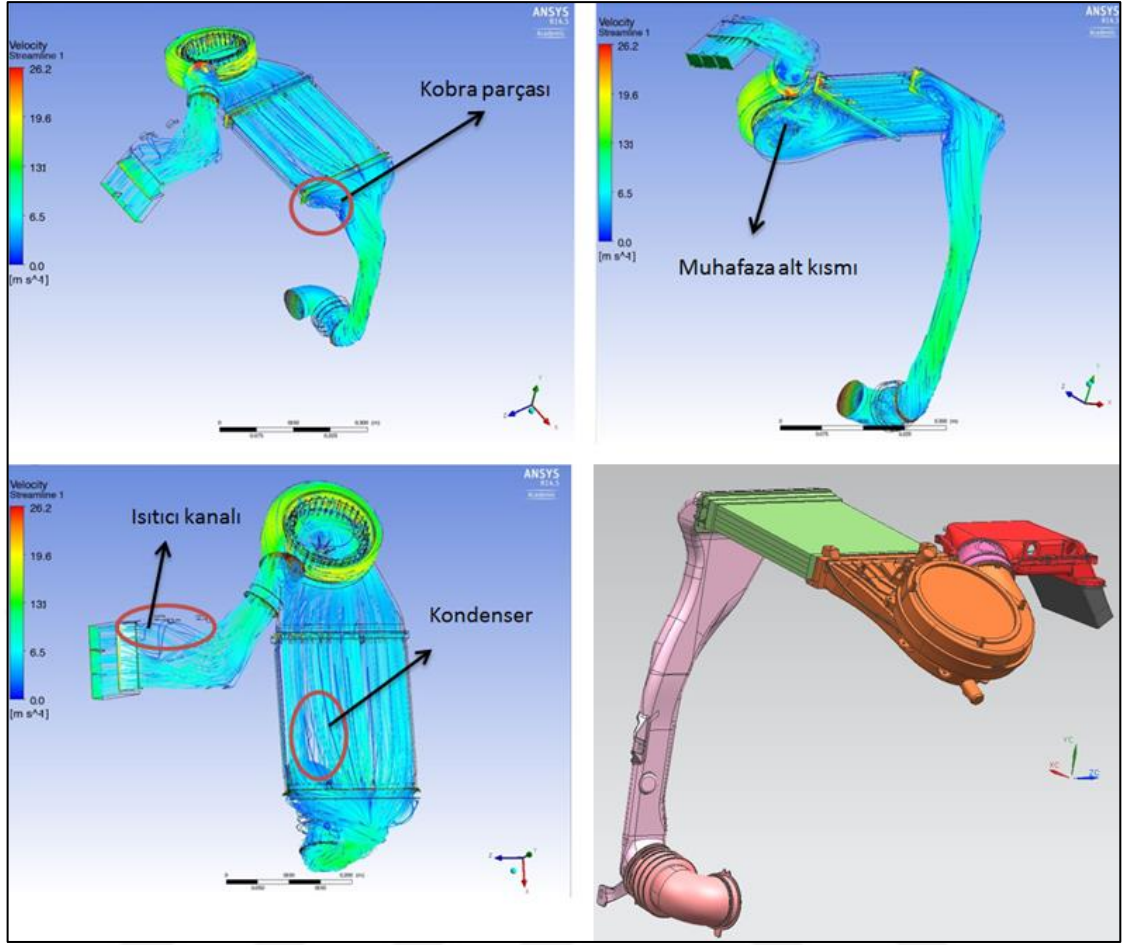
Proses kanallarının analiz sonuçlarına göre kondanserde düzgün bir akış olmaktadır. Isıtıcı kanalı içerisinde akım çizgilerinin zayıf olduğu yerler mevcuttur fakat bu aşamada tasarımda değişiklik yapılmamıştır. Debi değeri yaklaşık 60l/s'dir.

Debi değerlerinin karşılaştırılması için mevcut ürün tasarımı üzerinden de CFD analizi yapılmıştır. Mevcut tasarımın soğutma kanalı analizi aşağıdaki gibidir.



Şekil 4. 50 Mevcut makine soğutma kolları CFD analizi

Soğutma fanı 2850 rpm'de döndürülmüştür ve sistem debisi 30l/s olarak belirlenmiştir. Mevcut makinenin proses kanallarının akış analizine bakacak olursak;



Şekil 4. 51 Mevcut makine proses kolları CFD analizi

Kanallardaki hava giriş ve çıkışı belirlenerek proses fanı 2850 rpm’de döndürülmüştür. Debi değeri yaklaşık 16.5 l/s olarak belirlenmiştir.

Sonuç olarak yeni tasarımda hem proses hem de soğutma kanallarındaki debi değerlerinde iyileşme görülmüştür.

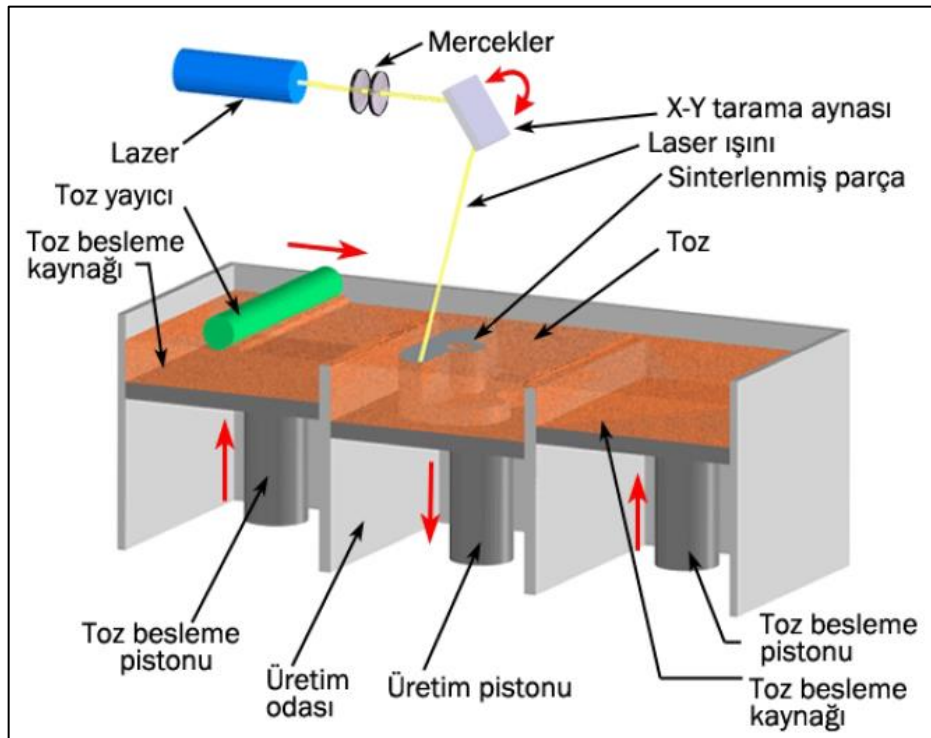
4.1.3 Prototipleme Aşamalarında Kullanılan İmalat Yöntemleri

Unigraphics programında tasarlanan yıkayıcı-kurutucu makinenin prototip üretimi için çeşitli imalat yöntemleri düşünülmüştür. Bunlardan biri hızlı prototipleme yöntemi olan SLS (Selective Laser Sintering)’tir.

SLS prosesi, toz malzeme kullanılarak, lazer ile katman katman 3D parçalar oluşturmaya dayanmaktadır. Isıtıldığında birbiri ile birleşebilen toz inşa malzemesi üretim tablası üzerine katman kalınlığı kadar yayılmaktadır. Daha sonra lazer tabla üzerindeki tozların seçilen bölgelerini tarayacak şekilde tarama yapmaktadır. İlk katman inşası bittikten

sonra diğer katman inşası için tabla katman kalınlığı kadar aşağıya inmektedir. Ardından bu tabla üzerine katman kalınlığı kadar toz yayıcı mekanizma ile toz serilmektedir. Bu adımlar parçanın üretimi bitene kadar tekrar etmektedir. Sinterleme işleminin tamamlanmasından sonra sinterleme istasyonunun soğuması için bir süre beklenmektedir. Daha sonra tezgah üretim tablası alınmakta ve parçalar etrafındaki tozlardan temizlenmektedir. Parça etrafındaki tozlar doğal destek görevi görerek parçanın üretimi sırasında bozulmasını engellemektedir. SLS parçaları üzerine isteğe bağlı olarak kumlama, boyama yapılabilir. SLS yönteminde kullanılmış eski tozlar belli oranlarda yeni tozla karıştırılarak tekrar kullanılabilir. [7]

SLS yöntemi poliamid (nylon), polistren, karbon fiber ve alüminyum katkılı poliamid gibi plastik malzemeler, paslanmaz çelik, kobalt krom, nikel krom, titanyum gibi metal alaşımları ve doğrudan kalıp için kalıp kumu(alüminyum silikat) gibi seramik malzemeler kullanılabilir. SLS mukavemetli parçalar üretilmektedir. Bu yüzden konsept model üretiminde, fonksiyonel parçaların üretiminde, hızlı döküm ve hızlı kalıp için gerekli parçaların üretiminde kullanılmaktadır. Lazer ile sinterlenmiş parça katıdır ve kütleme gibi bir işleme gerek duymamaktadır. Üretilen modellerin çarpılmaması için soğumaya bırakılması sistemin bir dezavantajdır. [7]



Şekil 4. 52 SLS sisteminin çalışma prensibi [7],[8]

Aşağıda SLS yöntemiyle oluşturulmuş prototip parça örneği görülmektedir;

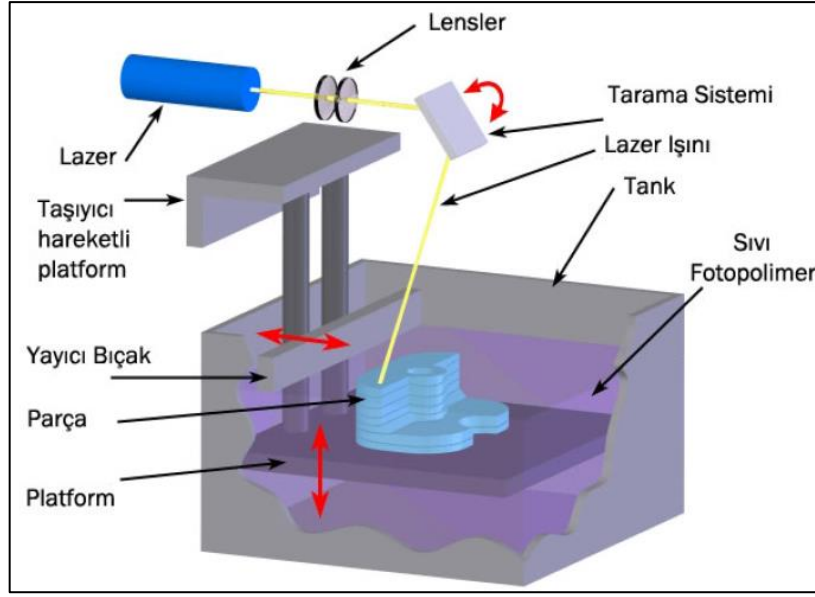


Şekil 4. 53 SLS prototip parça örneği

Tasarlanan soğutma kanalı üzerindeki körük parçası silikon kalıp yöntemiyle üretilmiştir. İlk olarak yollanan CAD datanın SLA (Stereo Lithography Apparatus) yöntemiyle modeli alınmıştır. SLA yönteminden kısaca bahsedecek olursak;

SLA yöntemiyle CAD verilerinden 3D plastik parçalar üretilmektedir. SLA, mucidi Charles Hull'un çalışmasına dayalı 3D Systems tarafından 1988 yılında tanıtılan ilk hızlı prototipleme prosesidir. Proses, fotopolimer sıvı reçinenin bir tankın içine doldurulması ve bir hareketli platformun sıvı reçine yüzeyinin hemen altında yer alması ile başlamaktadır. Bilgisayar kontrollü tarama sistemi ile sıvı reçine yüzeyinde daha önceden yazılımla dilimlenmiş kesitlere karşılık gelen kısımlar, UV lazer ile katılır. Katman tamamlandığında, platform katman kalınlığı kadar alta çekilir. Katman kalınlığı 0.025 ile 0.5 mm arasında değişmektedir. Ortaya çıkan boş hacme tekrar vakumlu bıçak ile yeni bir kat sıvı fotopolimer kaplanır. Sonraki katman bir önceki katman üzerine oluşturularak tamamlanır. Malzemenin yapışkanlığı sayesinde katmanlar birbirine yapışır. İnşa süresince parçanın altlarında boş olan kısımlara parçanın oynamaması için destekler inşa edilir. İşlem sonrası destekler asıl parçadan ayrılırlar. [7]

SLA, son derece yüksek doğrulukta, yüzeyi düzgün olan ayrıntılı polimer parçalar üretebilir. Reçine esaslı malzemeler, polipropilen, akrilik ve epoksi kullanılabilir. İmal sonrası parçalar temizlik ve fırınlama işlemleri gerektirir. SLA yöntemi pek çok farklı malzemedan üretim seçenekleri sunar. [7]



Şekil 4. 54 SLA sisteminin çalışma prensibi [7],[9]

Soğutma kanalı körüğünün üretimi için oluşturulan SLA master model ile silikon malzeme kullanılarak kalıp oluşturulmaktadır. Bu yöntem ile hızlı bir şekilde kalıp üretilbildiğinden test amaçlı prototip imalat yöntemi olarak kullanılmaktadır. Silikon kalıplar çok düşük çekme değerlerine (% 0,1) ve çok yüksek detay yakalama özelliğine sahiptir. Oluşturulan silikon kalıba istenilen malzeme dökülerek prototip üretimi gerçekleştirilmektedir. Silikon kalıp kullanılarak üretilen parça örneği aşağıdaki gibidir;



Şekil 4. 55 Silikon kalıptan alınmış prototip parça örneği

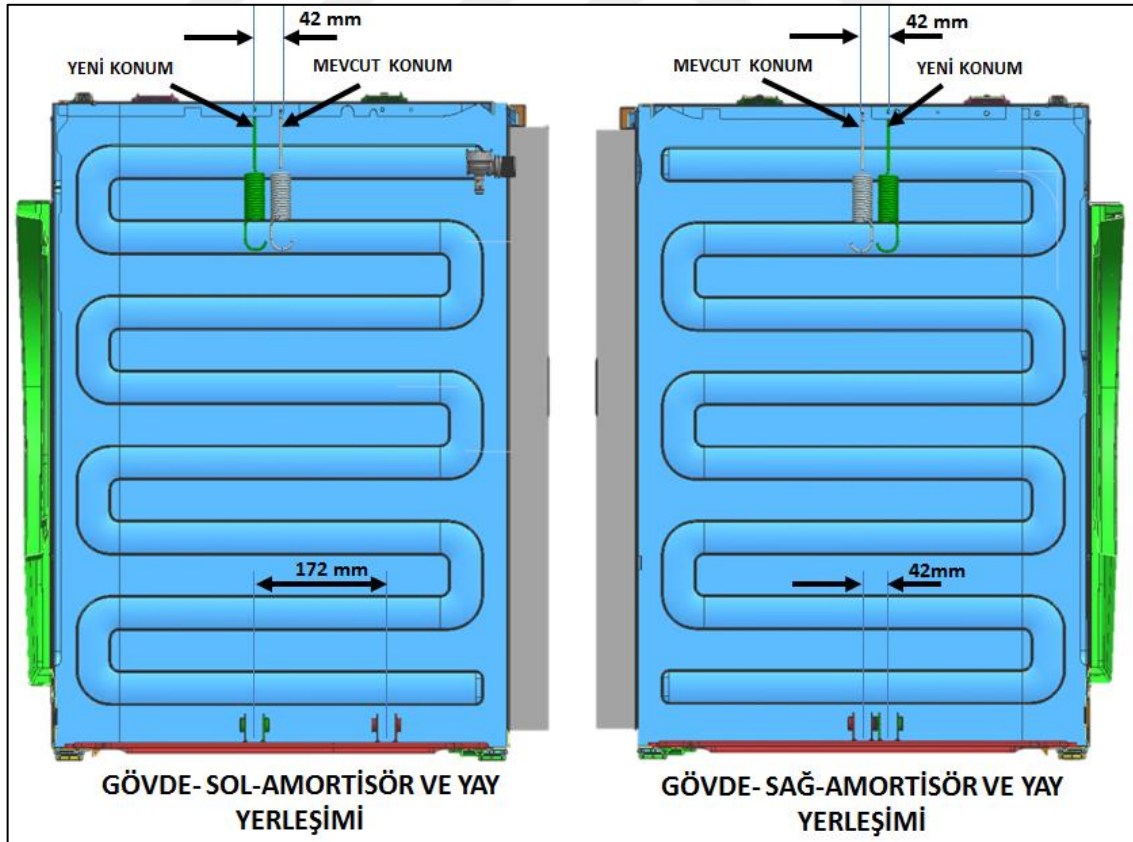
Isıtıcı kanalı için oluşturulan sac parçalar lazer kesim yöntemiyle kesilmektedir. Ardından kaynak yöntemiyle birleştirilerek ısıtıcı kanalı oluşturulmaktadır.

4.1.4 Prototip Makine Üretim Aşamaları

Prototip makine üretim aşamaları başlamadan önce özellikleri belirlenmiş olan soğutma ve proses fanı, istenen boyutlarda kondanser ve ısıtıcı üretici firmalardan temin edilmiştir.

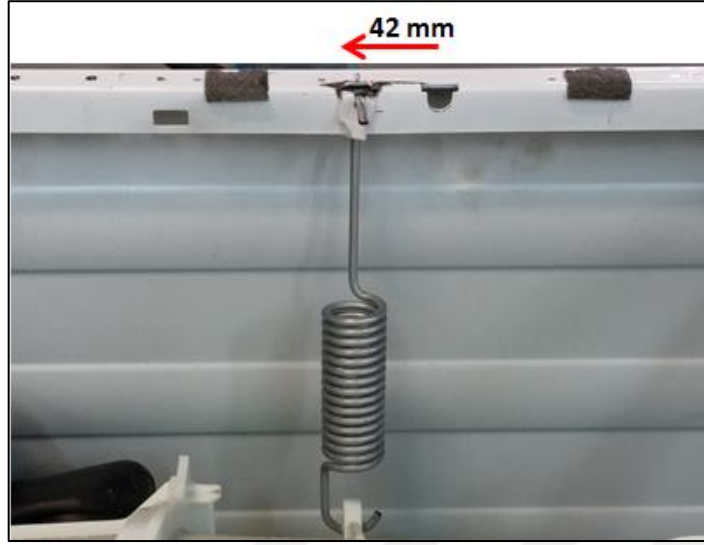
Isıtıcı kanalları lazer kesim ile üretilerek parçalar kaynak ile birleştirilmiştir. Soğutma ve proses kanalları SLS teknolojisiyle, soğutma kanalının körük kısmı silikon kalıp yöntemiyle üretilmiştir. Böylece kurutma grubu için gerekli olan tüm parçalar hazırlanmıştır. SLS teknolojisi tozdan katıya geçiş prensibine dayandığı için oluşturulan parçalar gözenekli yapıdadır. Kısaca parçaların hava ya da suya karşı sızdırmazlığı olmamaktadır. Bu nedenle kanallar üretildikten sonra gözeneklerin doldurulup sızdırmazlığın sağlanması için SLS'e uygun reçineyle boyanmıştır.

Kullanılan tahrik grubu gövdeye göre küçük olduğu için yay ve amortisör bağlantı yerleri uygun değildir. Bu nedenle CAD data üzerinden uygun ölçüler belirlenerek gövde üzerinde tadilat yapılmıştır.



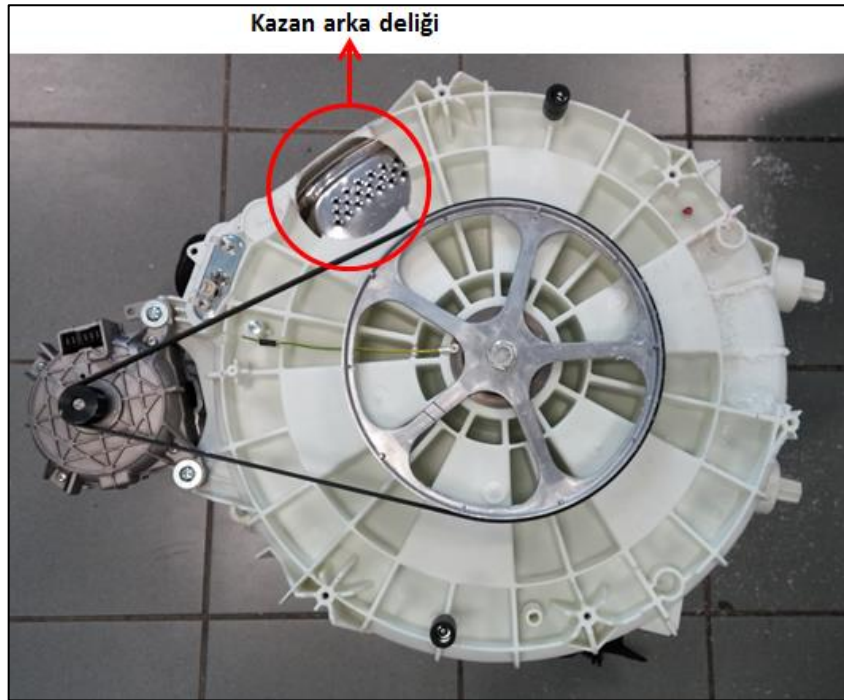
Şekil 4. 56 Tahrik grubuna uygun gövde tadilatı

Örneğin gövde üzerine yapılan yay bağlantı noktası değişimi aşağıda gösterilmiştir;



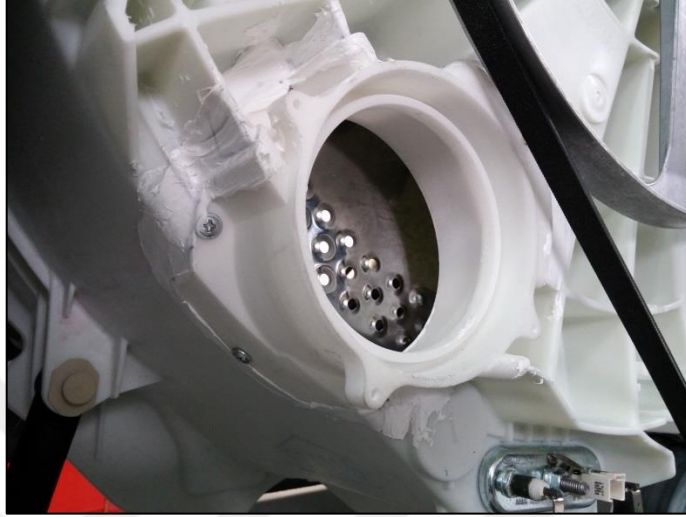
Şekil 4. 57 Yay bağlantısı tadilatı

Gövde tadilatı tamamlandıktan sonratahrik grubu üzerinde tadilatlar yapılmıştır. Bunlardan ilki kazan arka bölümünde hava çıkışı için açılan deliktir. Bu deliğin düzgün açılabilmesi için SLS yöntemiyle master parça üretilmiştir. Bu master parça kazan arka bölümünde bulunan defperlere oturarak delik konumunun nerede olacağını göstermektedir. Böylece delik doğru yerde ve düzgün bir şekilde açılabilmektedir. Açılan kazan arka hava çıkış deliği aşağıdaki gibidir.



Şekil 4. 58 Kazan arka hava çıkış deliği

Hava çıkış deliğinin açılmasının ardından kazan kondanser arasındaki kanalın düzgün bir şekilde bağlanabilmesi için bu deliğe uygun bir parça tasarımı yapılmıştır. Bu parça arka delik bölümüne terostat ile yapıştırılmış ve sızdırmazlık sağlanmıştır. Ayrıca prototipin daha sağlam olması için birkaç noktadan kazan arka plastiğine vidalanmıştır.



Şekil 4. 59 Kazan arka deliği sızdırmazlık parçası

Montaj sırasında bu parça içerisine silikon conta gelmektedir. Bu conta üzerine hava kanalı oturtularak vidalanmaktadır.

Gövde ve tahrik grubu üzerindeki tadilatlar yapıldıktan sonra tahrik grubu gövde içerisine yerleştirilmiştir.

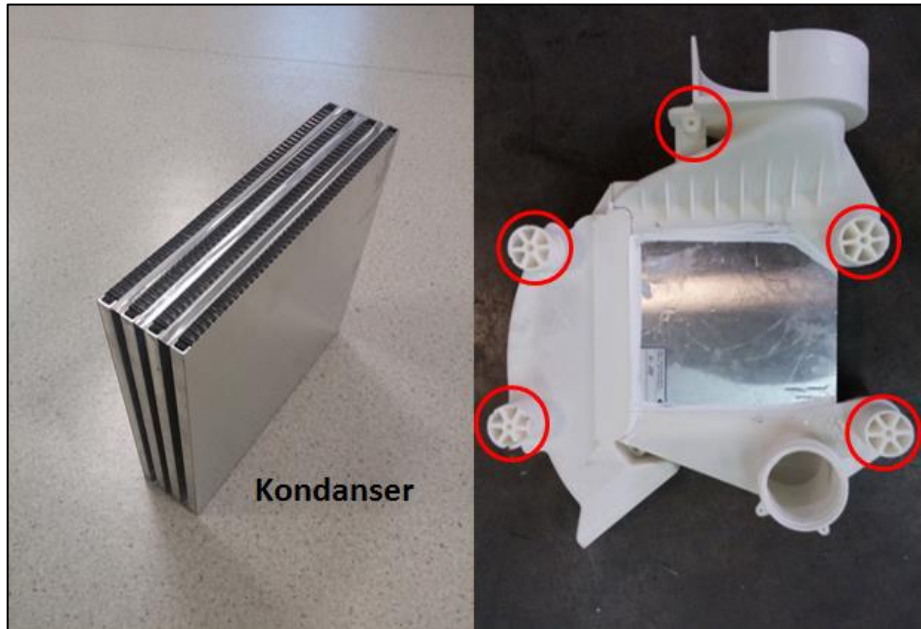


Şekil 4. 60 Tahrik grubunun gövde içerisine yerleştirilmesi (arka)



Şekil 4. 61 Tahrik grubunun gövde içerisine yerleştirilmesi (ön)

Tahrik grubu yerleşimi yapıldıktan sonra ayrı bir yerde kondanser üzerine kondanser grubu kanalları montajı yapılmıştır. SLS parçalar birbirine ve kondansere geçirildikten sonra sızdırmazlık ve yapıştırmak için terostat kullanılmıştır. Kondanser grubunun gruplanmış hali aşağıda görülmektedir. Kırmızı halka içerisindeki yerler kondanser grubunun tahrik grubuna montajı için yapılmış kulaklardır.



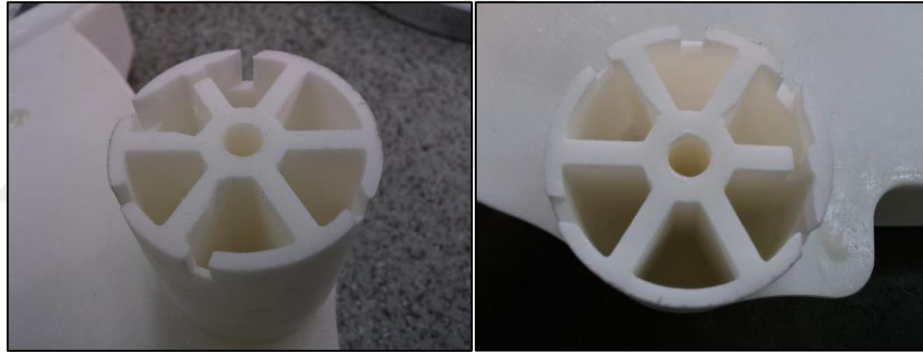
Şekil 4. 62 Kondanser grubu prototipi

Ayrıca kondanser grubu kanallarının birbirine yapıştırılması dışında bazı noktalardan vida bağlantıları da yapılmıştır. Böylece yapı sağlamlaştırılmış ve dağılması önlenmiştir.



Şekil 4. 63 Kondanser grubu vida bağlantısı

Kondanser grubunun gövde üzerine bağlantı noktaları arka bölümdeki federlere geçecek şekilde tasarlanmıştır. Böylece vida bağlantısı yapılırken aynı zamanda şekil bağı da oluşmaktadır. Gövde bağlantı noktalarına bakacak olursak;



Şekil 4. 64 Kondanser grubu gövde bağlantı noktaları

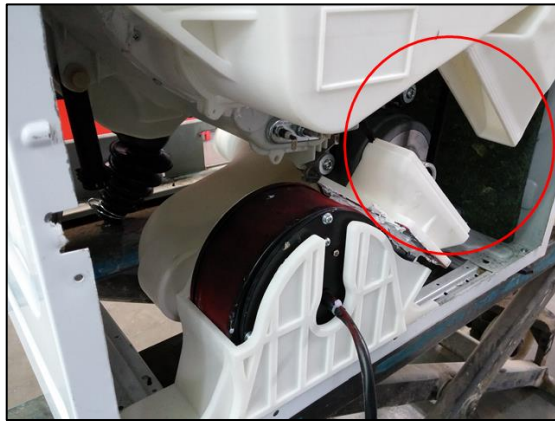
Kondanser soğutma grubu da kendi içerisinde monte edilerek gerekli yerler sızdırmazlık için terostatlanmıştır. Bu grubun montajı gövde alt bölümüne yapılacağı için vida yerleri alttaki braketlere göre tasarlanmıştır.



Şekil 4. 65 Kondanser soğutma grubu

Kondanser grubu ve kondanser soğutma grubu kendi içerisinde gruplandıktan sonra makine içerisine montajları yapılmıştır. Kondanser grubu tahrik grubu arkasına nakliye emniyet civatası yerlerinden bağlanmıştır. Kondanser soğutma grubu ise gövde alt bölümünde bulunan braketlere bağlanmıştır. Daha sonra bu iki grup körük kısmından birbirlerine bağlanarak arka bölümün montajı tamamlanmıştır.

Kondanser grubu ve kondanser soğutma grubunun birbirine bağlanmadığı durumdaki hali aşağıdaki gibidir. Bu iki kanalın bağlantı yapılacağı yer birbirine denk gelecek şekilde tasarlanmış ve monte edilmiştir.



Şekil 4. 66 Prototip makine arka bölümü

Ardından bu iki kanal arasına elastik körük parçası takılmıştır. Prototipleme aşaması için geçici çözüm olarak bağlantıda yapıştırma yöntemi kullanılmıştır.



Şekil 4. 67 Prototip makine arka bölümü

Makine arka bölümünün montajdan sonraki görüntüsü aşağıdaki gibidir;



Şekil 4. 68 Prototip makine arka bölümü

Kondanser soğutma grubunun soğuk ortam havasını aldığı bölüm makine ön tarafındadır. Hava emişinin düzgün olabilmesi için o bölüm kesilerek boşaltılmıştır. Prototip makine için bu bölüme ızgaralı bir parça koyulmuştur fakat seri üretime yönelik üretimde toz ve yabancı parçaların fan tarafından emilmemesi için filtre yapısı düşünülmüştür.



Şekil 4. 69 Kondanser soğutma grubu soğuk hava girişi

Makinenin arka bölümünün montajı tamamlandıktan sonra ısıtıcı grubu kendi içerisinde gruplanarak makine üst bölümüne yerleştirilmiştir. Isıtıcı grubu tahrik grubu üzerinde denge ağırlığı bağlantı yerlerine bağlanmıştır.

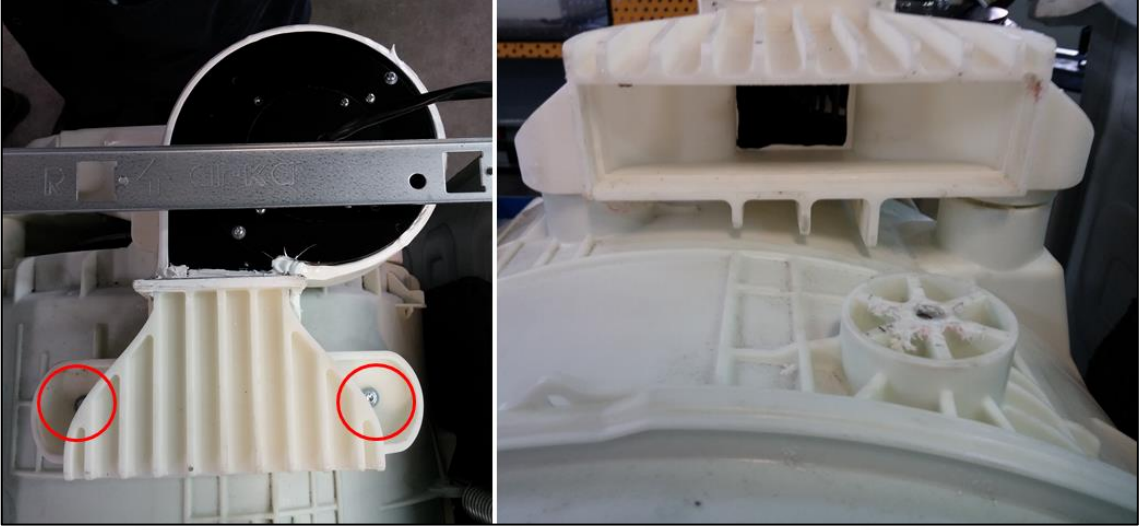
İlk olarak proses fanı üzerine ısıtıcı kanalı-proses fanı arasındaki parça monte edilmiştir. Burada da sızdırmazlık için terostat kullanılmıştır. Aynı zamanda bağlantının makine çalışması sırasında dağılmaması için 4 adet vida bağlantısı yapılmıştır.



Şekil 4. 70 Proses fanı-ısıtıcı bağlantı parçası

Proses fanı prototip için Çin’de bulunan bir firma tarafından özel olarak üretilmiştir. Seri üretimde proses fanı ve ısıtıcı kanalı metal olarak tek parça olarak düşünülmektedir.

Proses fanının makine üst bölümüne bağlantısı şekildeki gibi olmaktadır;



Şekil 4. 71 Prototip makine üst bölümü

Proses fanı ve bağlantı parçası tahrik grubuna bağlandıktan sonra ısıtıcı kanalı makine üzerine yerleştirilmiştir.

Isıtıcı kanalı 4 adet sac parçadan oluşmaktadır. Bu parçalar lazer kesim yöntemiyle kesildikten sonra gerekli olan sac bükümleri yapılmıştır. Ardından parçalar kaynak yöntemiyle birleştirilmiştir.

Isıtıcı kanalı takıldıktan sonra yıkayıcı kurutucu makinenin üstten görünüşü şekildeki gibidir.



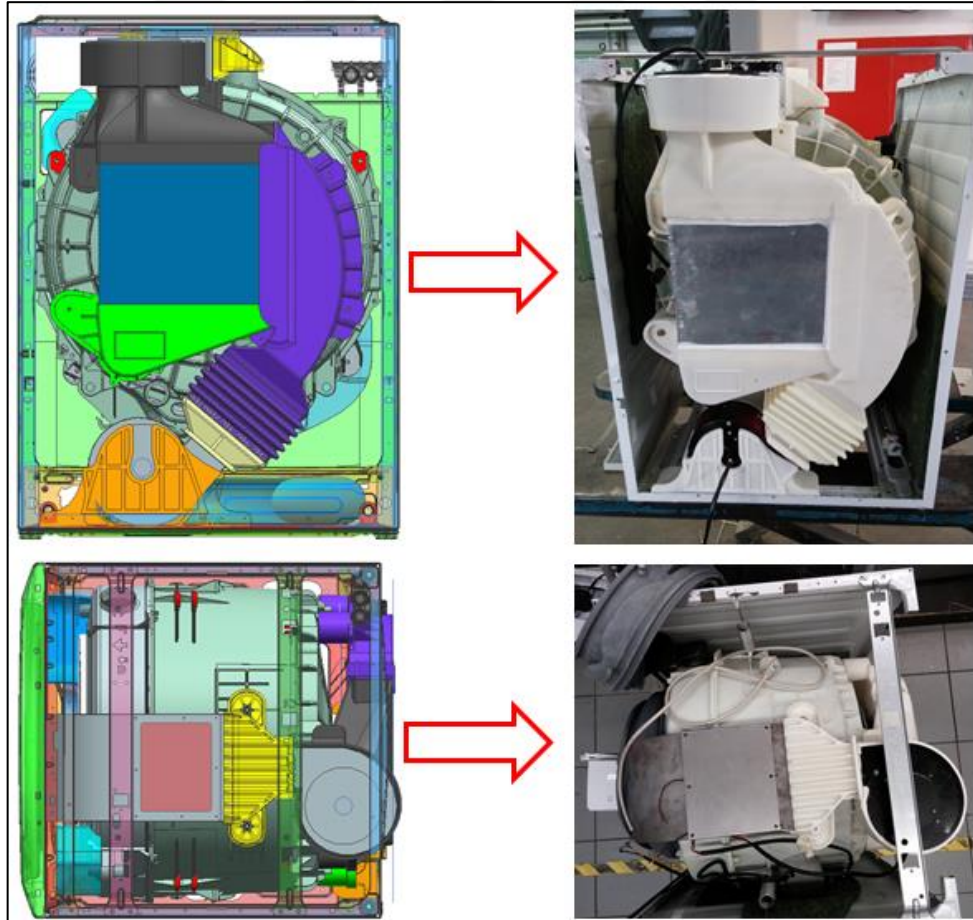
Şekil 4. 72 Prototip makine üst bölümü

Isıtıcı kanalı SLS yöntemiyle üretilen parçaya geçirildikten sonra sızdırmazlık için terostatla yapıştırılmıştır. Ardından birkaç noktadan vidalanmıştır.

Makinenin kurutma yaptığı sırada ön bölümde körük girişinde sıcaklıklar 100 derecenin üzerinde olmaktadır. Silikon kalıba o sıcaklıklara dayanan malzemeden döküm yapamadığımız için ön körük prototipi üretilmemiştir. Ön körük ancak geçici kalıp üretilerek yapılabilmektedir. Bunun da maliyeti çok fazla olduğu için ilk prototipte mevcut körük kesilip yapıştırılarak makine toplanmıştır.

İlk prototipte sadece kurutma testleri yapmak hedeflendiği için denge ağırlığı tasarımı yapılmamıştır. Kurutma sırasında tambur kazan içerisinde yaklaşık 55 devir/dakika hızla döndüğü için tahrik grubunun gövde içerisindeki hareketi çok az olmaktadır. Bu da denge ağırlığı ihtiyacını ortadan kaldırmaktadır. Ayrıca ön körük kesilip yapıştırıldığı için ve buranın açılma ihtimaline karşı makinenin sıkma yapmaması daha doğru olacaktır.

Makinenin CAD modelinden prototip haline geçişi aşağıda gösterilmiştir;



Şekil 4. 73 Cad model ve prototip makine

Prototip makinenin gruplanmasını bittikten sonra ısıtıcı yerine yerleştirilmiş ve gövde üzerine kart ve kablo grubu bağlanarak deneyler için hazır hale getirilmiştir.

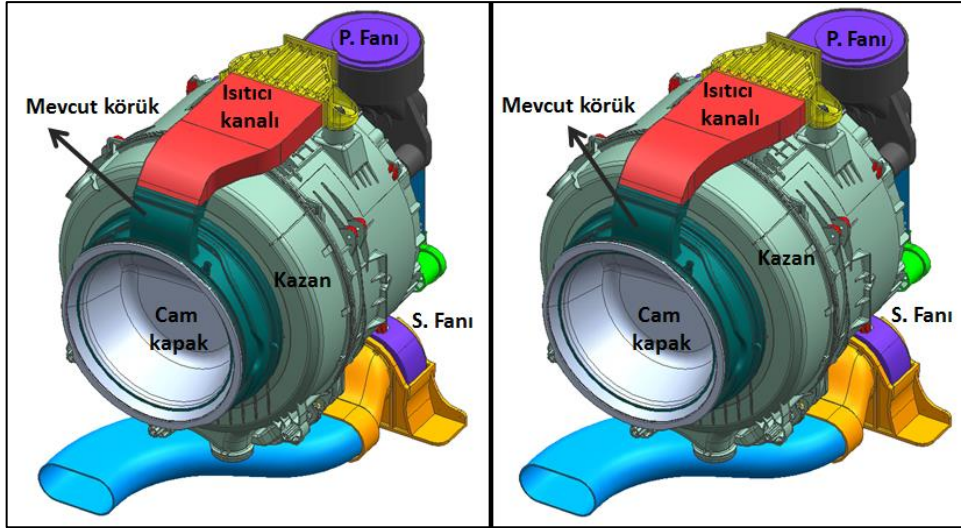
4.2 İkinci Konsept Makinenin Tasarlanması ve Prototiplenmesi

İkinci prototip makinenin yıkama ve kurutmayı bir arada yapması hedeflenmektedir. Bu nedenle tasarım yapılırken çamaşırın sıkılma adımı tahrik grubunun kazan içerisindeki hareketlerine dikkat edilmesi gerekmektedir. Bu hareketleri daha kontrollü hale getirmek için ikinci konseptte denge ağırlığı hesaplamaları ve tasarımı yapılmıştır. Ayrıca ısıtıcı kanalının körük kısmına girişi de düşünülerek ona uygun tasarım yapılmıştır. Burada ısıtıcı kanalının ve körüğün hareketleri düşünüldüğünde, makinenin çalışma sırasında kanal ve körük bağlantısının ayrılmaması için daha sağlam bir bağlantı tasarlanması gerekmektedir. Bu aşamada prototip körük kalıp yatırımı düşünülmendiği için mevcut makinedeki körük kullanılarak ona uygun bağlantı yapılmıştır. İlk prototipe göre yapılan revizyonları kısaca özetleyecek olursak;

- Makinenin çamaşır sıkma adımına uygun olması için denge ağırlığı tasarımı yapılmıştır.
- Sıkma sırasında körük-ısıtıcı kanalı bağlantısının kopmaması için bu yapı değiştirilerek güçlendirilmiştir.
- Isıtıcı kanalında akışa uygun değişiklikler yapılmıştır.
- Soğutma havasının makine dışına atılması için ek parça tasarlanmıştır.

Bu aşamada soğutma kanallarında ve kondanser grubu kanallarında değişiklik yapılmamıştır. Tasarıma ilk olarak mevcut körük girişine uygun ısıtıcı kanalı tasarımına başlanmıştır. Bunun için iki adet konsept çalışılmış ve bu tasarımlar üzerinden akış analizi yapılarak en uygun tasarım seçilmiştir.

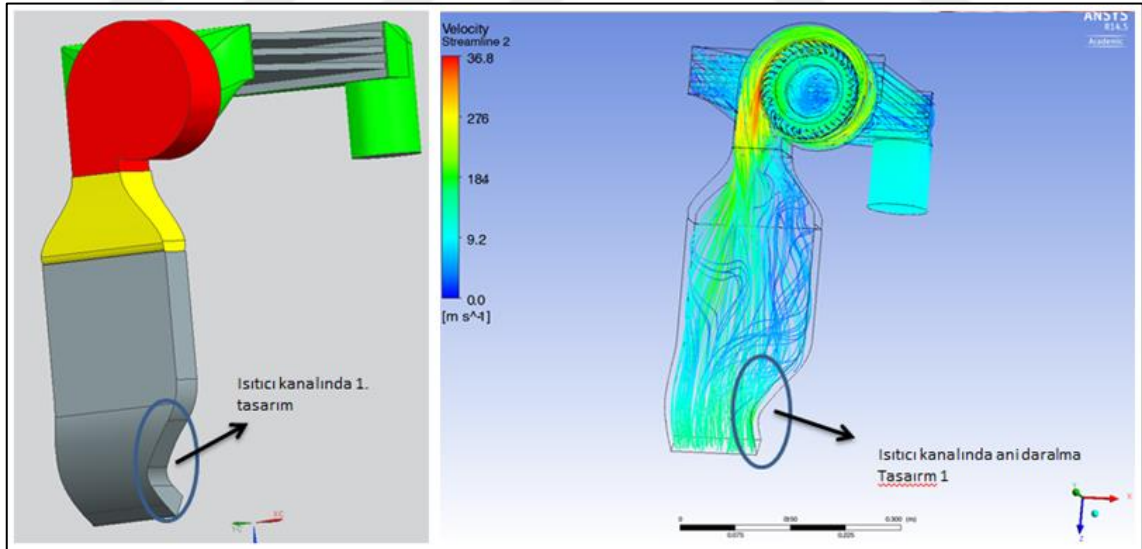
Isıtıcı kanalının konsept tasarımları şekil4.38'deki gibidir. İlk tasarımda ısıtıcı kanalında ani bir daralma yaptırılarak körük girişine uygun hale getirilmiştir. İkincisinde ise bu daralma kanalın tümüne verilmiştir.



Şekil 4. 74 Isıtıcı kanalı konsept tasarım 1 ve 2

4.2.1 Isıtıcı Kanalı CFİ Çalışmaları

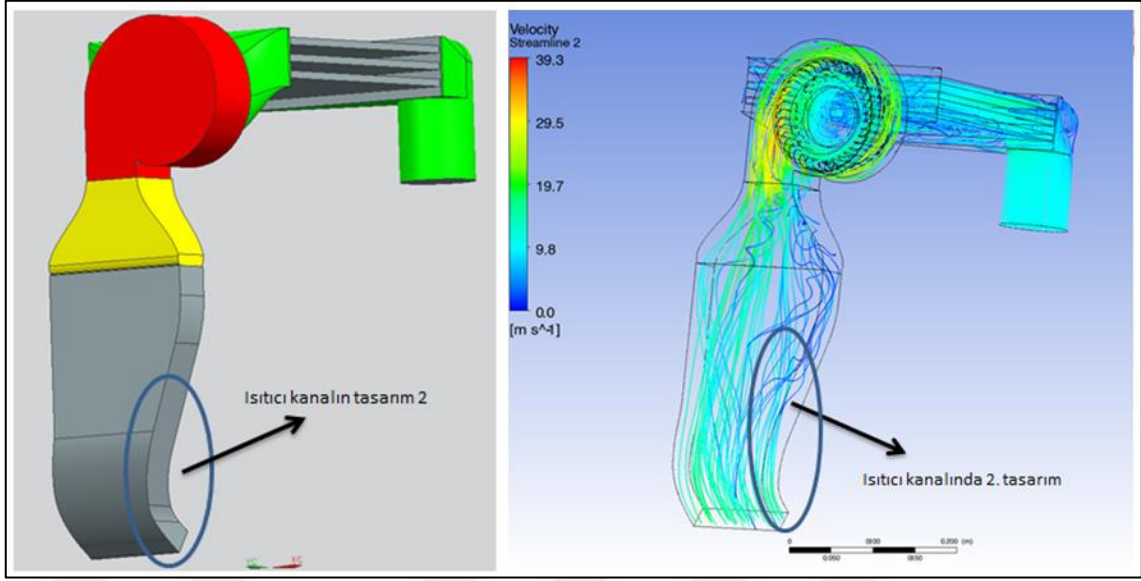
Isıtıcı kanalında yapılan değışikliklerin hava akışına etkisini görmek ve hangi tasarımın akışa daha uygun olduğunu bilmek için ayrı ayrı akış analizleri yapılmıştır. Soğutma kanallarında bir değışiklik olmadığı için CFİ analizleri sadece proses kanalları üzerinde yapılmıştır. Isıtıcı kanalında ani daralma yapılan konseptin akış analizi aşağıdaki gibidir.



Şekil 4. 75 Isıtıcı kanalı konsept 1 akış hacmi ve CFİ analizi

Bu tasarımdaki analiz sonuçlarına göre proses hava debisi yaklaşık 51 l/s'dir. İlk makinedeki proses hava debisine göre (60 l/s) yaklaşık %15 azalma meydana gelmiştir. Isıtıcı kanalında akışta ilk tasarıma göre kısmen düzelme görülmüştür. İlk duruma göre ölü bölgelerde azalma olmuştur.

Diğer tasarımın CFD sonuçlarına bakacak olursak;

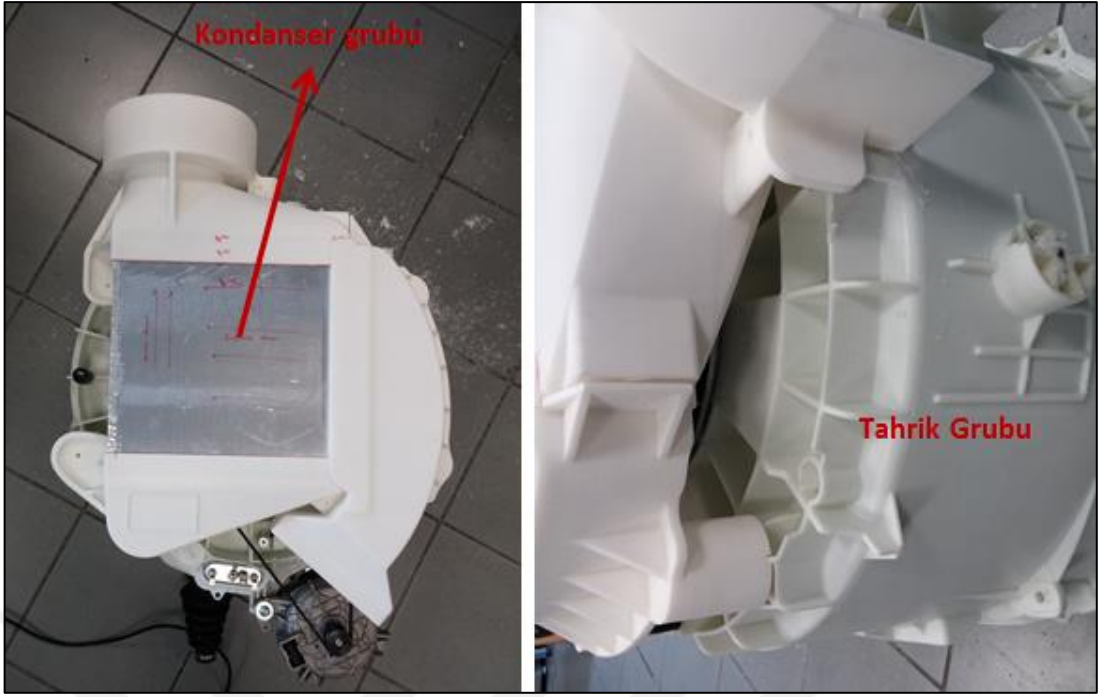


Şekil 4. 76 Isıtıcı kanalı konsept 2 akış hacmi ve CFD analizi

İkinci tasarımda analiz sonuçlarına göre proses hava debisi yaklaşık 52 l/s'dir. İlk makinedeki proses hava debisine göre (60 l/s) yaklaşık %13 azalma meydana gelmiştir. Isıtıcı kanalındaki akış tasarım 1'e göre daha düzgündür. Bu nedenle prototip makine için ikinci tasarım seçilmiştir.

Tasarım belirlendikten sonra CAD datadaki parçalar uygun üretim yöntemlerine göre prototip bölümüne gönderilmiştir. Isıtıcı kanalındaki sac parçalar ilk prototipte de olduğu gibi lazer kesimle kesilerek uygun bükümler yapılmıştır. Ardından kaynak yöntemi ile birleştirilerek ısıtıcı kanalı oluşturulmuştur. Makine arka bölümünde bulunan kondanser soğutma grubu ve kondanser grubunu bağlayan körük silikon kalıplama yöntemi ile üretilmiştir. Geri kalan parçalar da SLS üretim yöntemi ile üretildikten sonra makine montaj adımına geçilmiştir.

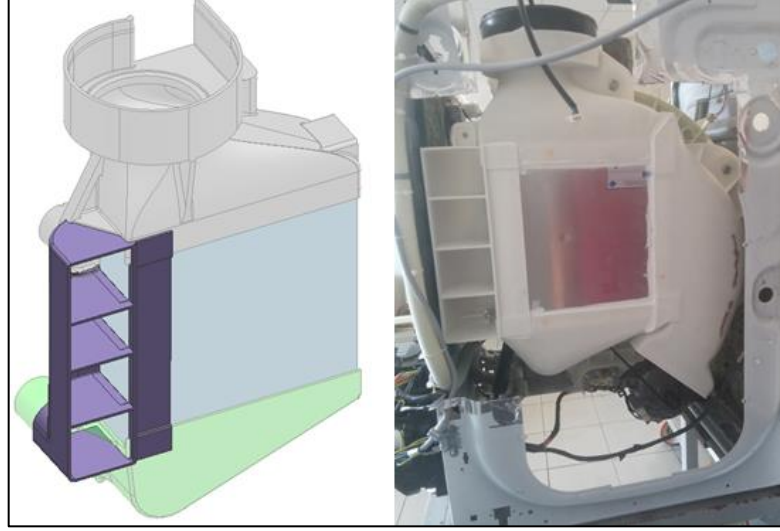
Bu prototipin montaj sırasında ilk prototipe göre farklı bir yöntem izlenmiştir. Öncelikle kondanser grubu kendi içerisinde birleştirilmiştir. Daha sonra gövde dışında bulunan tahrik grubunun arkasına montajı yapılmıştır. Kısaca ilk prototip montajından farklı olarak tahrik grubu ve kondanser grubunun montajı dışarıda yapılmıştır.



Şekil 4. 77 Tahrik grubu ve kondanser grubu

Arka bölümdeki bağlantılar yapıldıktan sonra tahrik grubu gövde içerisine yerleştirilmiştir.

Kondanserden geçen soğutma havası proses havasından ısı çektiği için ısınmaktadır. Önceki prototip makinede soğutma havasının gövde içerisine verilmesi makine içerisindeki ısıyı arttırdığı için kurutma verimini olumsuz etkilediği görülmüştür. Bu nedenle yeni tasarımda kondanserden sonra yönlendirme parçası yapılarak soğutma havasının dışarı atılması amaçlanmıştır. Yönlendirme parçası tasarımı yapıldıktan sonra diğer parçalarla birlikte SLS olarak üretilmiştir. Ardından tahrik grubunun arka bölümüne vidalar ile montajı yapılmıştır.



Şekil 4. 78 Soğutma havası yönlendirme parçası

Arka bölümün montajı tamamlandıktan sonra ısıtıcı grubu takılmadan önce denge ağırlığı tasarımı yapılarak prototip üretimi gerçekleştirilmiştir.

4.2.2 Denge Ağırlığı Tasarımı

Makinenin yıkama bölümünün sıkma adımı sırasında oluşan dengesiz yükleri dengelemek ve titreşimi azaltmak için dengeleyici kütle ya da kütlelere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu kütleler denge ağırlığı olarak isimlendirilmektedir.

Dengesiz yükler sıkma sırasında yüksek devirlerde çamaşırın tambur üzerinde farklı noktalarda toplanması ve çepere yapışması sonucunda oluşmaktadır. Bu da tahrik grubunun makine gövdesi içerisinde hareket etmesine neden olmaktadır.

Makine içerisindeki çamaşırın ve tamburun dinamik hareketleri sonucunda tahrik grubu ağırlık merkezi istenen noktaların dışına çıkmaktadır. Bu ağırlık merkezinin kayması tam ters yöne belirli bir ağırlığın koyulmasıyla dengelenebilmektedir. Fakat makine çalışır durumdayken ağırlık merkezi kayma yönü sürekli değiştiği için bu dengelemenin sağlanması pek mümkün olmamaktadır. Bunun yerine şu çözümler uygulanabilmektedir;

- Çamaşır atılmadan önce tahrik grubunun ağırlık merkezi istenilen noktada olduğu takdirde bu noktadan kaymalar daha az olmaktadır. Örneğin tahrik grubu ağırlık merkezi ve istenen dengeleme noktası x, y ve z koordinat sistemi üzerinde (0, 0, 0) mm noktasında olsun. Çamaşır da sıkma sırasında ağırlık

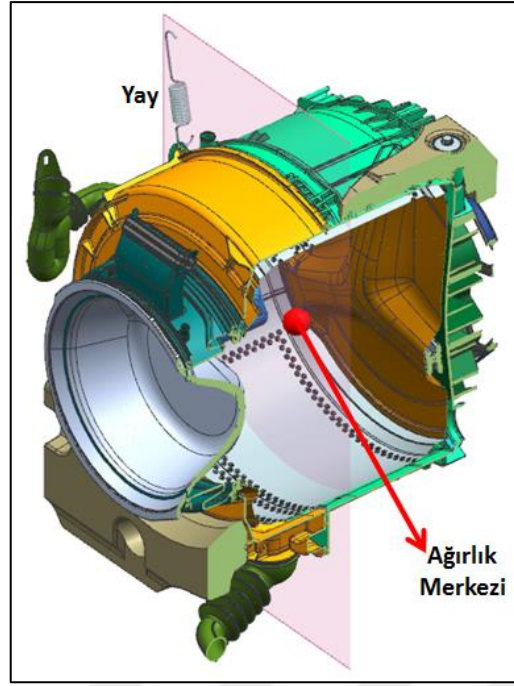
merkezini sırasıyla x ve y noktalarında pozitif yönde 10 mm ötesin. Tahrik grubu ağırlık merkezi (0, 0, 0) mm olduğunda dengesiz yükler eklendiğinde (10, 10, 0) mm olmaktadır. Fakat tahrik grubu ağırlık merkezi (5, 15, 5) mm noktasında olduğu durumda ise sıkma durumu ağırlık merkezi (15, 25, 5) mm olmaktadır. Kısaca ağırlık merkezi kayması daha fazla olmaktadır. Bu da tahrik grubunun makine içerisindeki dengesiz hareketini arttırmaktadır. Özet olarak tahrik grubu ağırlık merkezi istenen konuma ne kadar yakın olursa o kadar güvenli bölgede kalınmış olunmaktadır.

- İkinci olarak tahrik grubunu belli bir ağırlığın üzerinde yaptığımız durumda sıkma durumundaki ağırlık merkezi kayması daha az olmaktadır. Kısaca ağırlık merkezindeki kütle miktarı ne kadar fazla olursa sapmalar da o kadar az olmaktadır. Fakat bu ağırlıkları arttırırken yaylara ve amortisörlere gelen kuvvetler de düşünülmelidir. Bu nedenle toplam tahrik grubu ağırlığı belli bir değerde sabit tutulmaya çalışılmıştır.

Kurutucu makineler makinaların tambur devri yaklaşık 60 devir/dakika olduğu için dengeleme kütleleri kullanılmamaktadır. Özellikle çamaşır makinelerinde kullanılan denge ağırlıkları birçok makinede tahrik grubu önünde ve üst bölgesinde olmak üzere iki adettir.

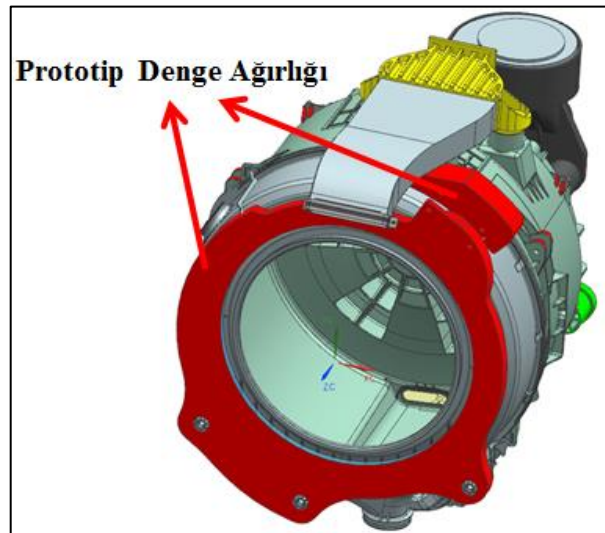
Yıkayıcı-kurutucu prototip makinenin, sıkma adımını da gerçekleştirebilmesi için denge ağırlıklarına ihtiyaç duymaktadır. Bu nedenle denge ağırlığı hesaplama ve tasarımları yapılmıştır.

Tahrik grubunun denge halinde durabilmesi için ağırlık merkezinin tambur ortasında ve yay-amortisör bağlantı noktaların ekseninde olması gerekmektedir.



Şekil 4. 79 Tahrik grubu ağırlık merkezi

Makine üzerinde bulunan parçaların kazan grubunun tek tek ağırlıkları ve ağırlık merkezleri bulunarak hesaplamalar yapılmıştır. Bu hesaplamaların sonucunda makinenin ağırlık merkezini istenilen konuma getirmek için aşağıdaki prototip denge ağırlığı tasarımı yapılmıştır. Denge ağırlığı prototip olarak kolay üretilebilmesi için çelik malzemeden seçilmiştir.



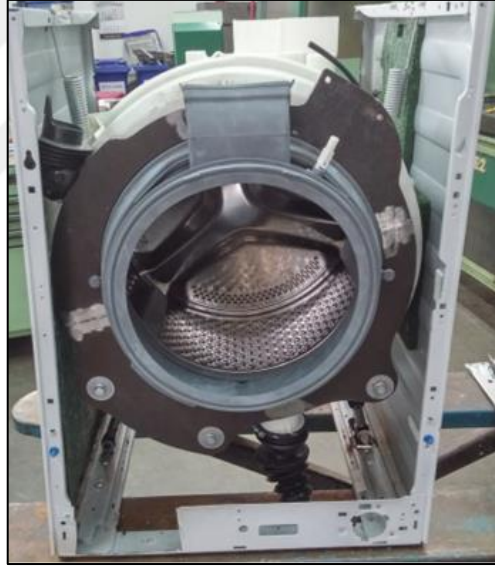
Şekil 4. 80 Cad üzerinde oluşturulan denge ağırlıkları

Tasarlanan denge ağırlıkları CNC makinede metal bloklardan parça parça işlenerek bağlantı yerlerinden kaynak ile birleştirilmiştir.



Şekil 4. 81 Prototip denge ağırlığının bir bölümü

İlk prototip makinedeki gibi gövde ve tahrik grubu temin edilerek gövde üzerinde gerekli tadilatlar yapılmıştır. Daha sonra tahrik grubu gövde içerisine yerleştirilmiştir. Ardından dairesel şekilde tasarlanıp üretilen metal denge ağırlığı makinenin önüne monte edilmiştir.

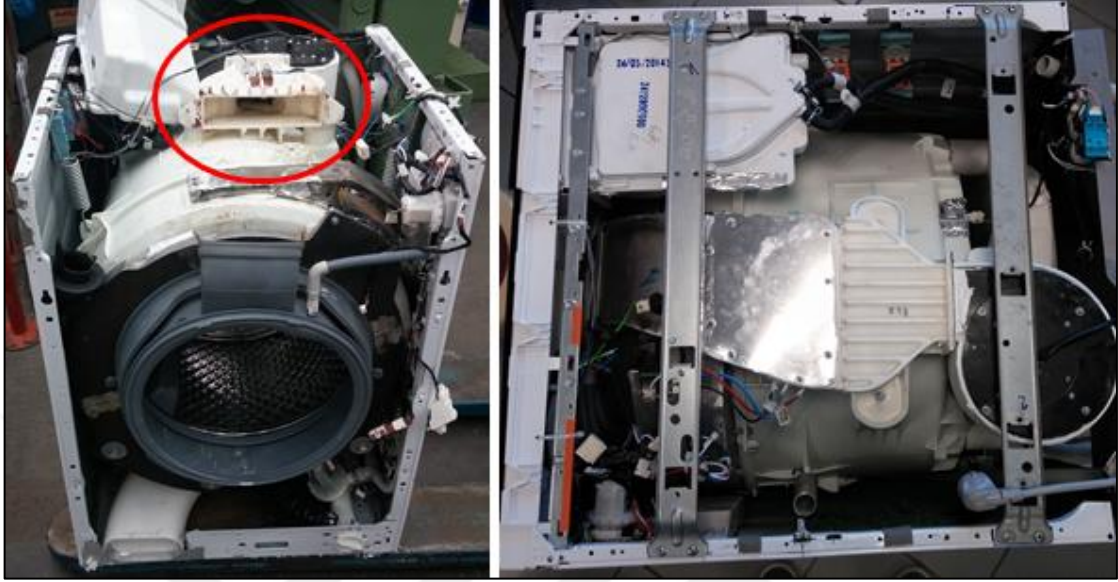


Şekil 4. 82 Prototip denge ağırlığı montajı

Denge ağırlığı montajından sonra kondanser soğutma grubu montajı yapılmıştır. Kondanser soğutma grubunun montajı ilk prototipte de olduğu gibi kendi içerisinde tamamlanarak makine alt bölümüne yerleştirilmiş ve vidalarla gövde üzerine bağlanmıştır. Ardından körüklü elastik parça ile kondanser grubuna bağlantısı sağlanmıştır.

Isıtıcı grubun bağlantısında proses fanı ve SLS yöntemiyle üretilen ara parça birleştirilerek tahrik grubu üzerine monte edilmiştir. Ardından sac parçalardan üretilen

ısıtıcı kanalı da takılarak körük bağlantısı ve proses fanı bağlantısı yapılmıştır. Son olarak kablo grubu, su sistem grubu ve kartlar takılarak prototip makine hazır hale getirilmiştir.



Şekil 4. 83 Prototip 2 ısıtıcı grubu montajı

Bu makinede ekstradan denge ağırlığı hesaplama ve tasarımı yapıldığı için yıkama ve kurutma deneyleri birarada yapılabilmektedir.



Şekil 4. 84 Prototip 2

4.3 Kazan İçi Hava Kaçak Problemleri ve Yapılan Çalışmalar

Prototip yıkayıcı-kurutucu makineler yapılırken bir yandan da makine içerisindeki hava kaçak problemleri çalışılmıştır.

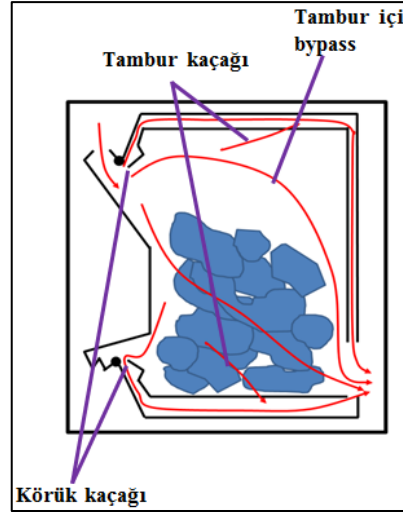
Çamaşır makinesinin ve kurutucu makinenin çalışma prensiplerinin farklı olmasından dolayı yıkayıcı-kurutucu makinenin kurutma aşamasında verim problemleri açığa çıkmaktadır. Kısaca çamaşır makinesinde kazan tambur yapısı bulunmaktadır ve tamburun yan bölümleri suyun çamaşırdan uzaklaştırmak için deliklidir. Kurutucu makine ise sadece tamburdan oluşmaktadır ve delikler yan bölümler yerine tambur arka kısmında bulunmaktadır.

Kurutucu makineler sıcak havanın çamaşır üzerinden geçerek nem alması prensibiyle çalışmaktadır. Çamaşır üzerinden geçen hava ne kadar fazla olursa kurutma işlemi o kadar kısa sürmekte ve verim artmaktadır. Yıkayıcı – kurutucu makinenin kurutma adımında, proses havasının tambur yan deliklerinden ya da körük kısmından kazan tambur arasına kaçması çamaşır üzerinden geçen sıcak hava miktarını azaltarak kurutma işlemini yavaşlatmakta ve verimi düşürmektedir. Yıkayıcı-kurutucu makinedeki bu problem By-Pass problemi olarak adlandırılmaktadır.

Makine içerisinde gerçekleşen By-Pass problemleri;

- 1- Körük tambur arasından kaçan çamaşıra temas etmeden kazanı terk eden hava (körük kaçağı)
- 2- Tambur içine girerek tambur deliklerinden kaçıp kazanı terk eden hava (tambur kaçağı)
- 3- Tambur içerisinde çamaşıra temas etmeden (tambur içi By-Pass) kazanı terk eden hava

Bu problemler aşağıda şematik olarak gösterilmektedir;

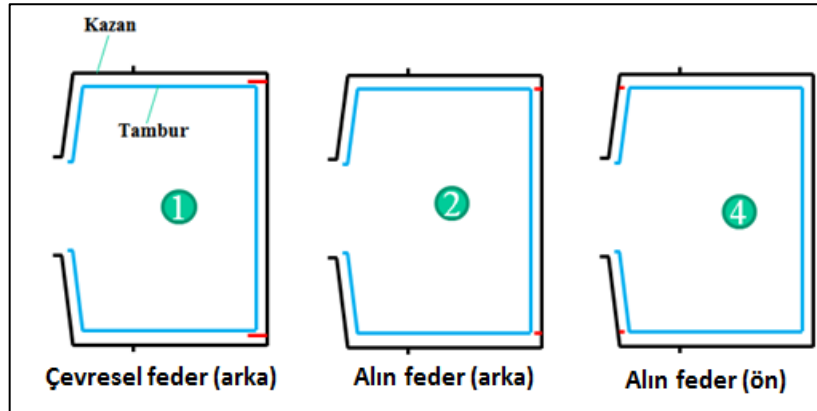


Şekil 4. 85 By-pass çeşitleri

By-pass problemlerine engel olabilmek açısından üç farklı çözüm önerisi sunulmuştur. Bunlar arka tarafa çevresel feder yapılması, arka tarafa alın feder yapılması, kaynak noktasına çevresel parça yapılması, ön tarafa alın feder yapılması ve körük daraltmadır. Bu çalışmaları sırasıyla inceleyecek olursak;

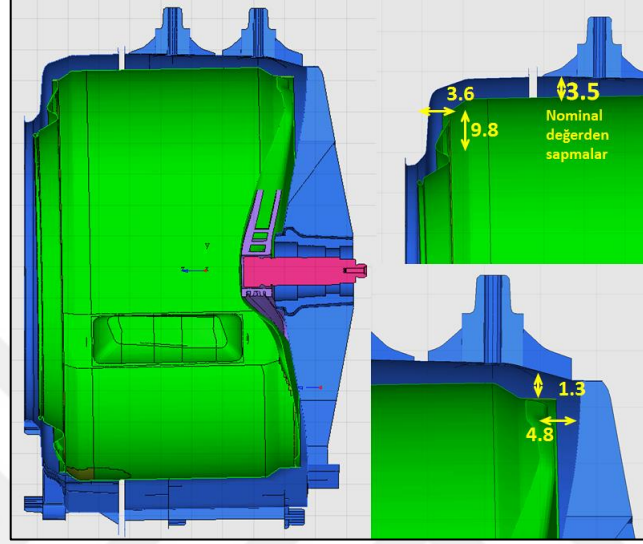
- 1- Çevresel Feder (Arka): Kazan arka bölümüne ek çevresel bir feder (Feder ucu tambur altındadır) ile tambur ve körük kaçakları engellenmiştir.
- 2- Alın Feder (Arka): Kazan arka bölümüne ek çevresel bir feder (Feder ucu tambur arkasında kalmaktadır) ile tambur ve körük kaçakları engellenmiştir.
- 3- Alın Feder (Ön): Kazan ön bölümüne ek çevresel bir feder ile körük kaçakları engellenmiştir.

Bu fikirlerin görselleri aşağıdaki gibidir;



Şekil 4. 86 By-pass çözümleri

Bu çözümleri uygulamaya geçmeden önce feder boyutlarının belirlenmesi için analiz yapılarak (sıkma sırasında en kötü koşulda yapılan kazan tambur dengesiz yük analizi) kazan tambur hareketi incelenmiştir. Kazan içindeki tambur hareketine ek olarak üretim toleransları da eklenerek federler kırılmayacak ya da zarar görmeyecek şekilde tasarlanmıştır. Yapılan analizler ve tamburun hareket aralığı aşağıda gösterilmiştir;

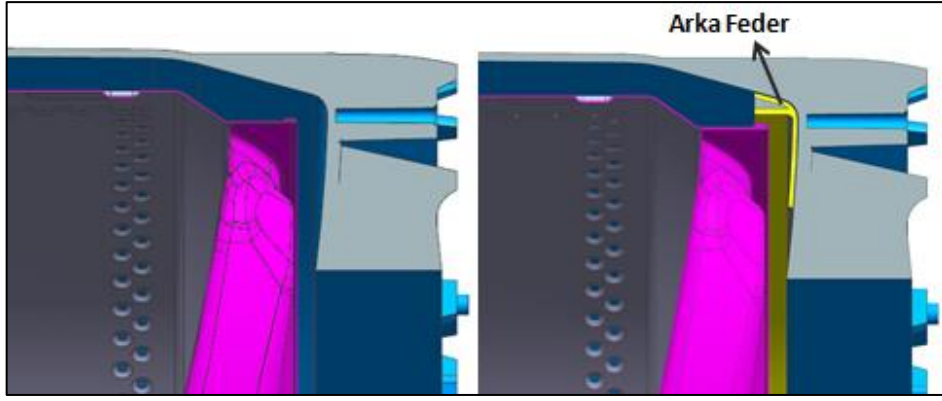


Şekil 4. 87 En kötü durumda tamburun kazan içerisindeki hareketi

Yapılan bypass çalışmalarının bazıları daha da detaylandırılarak tasarımları yapılmıştır. Daha sonra uygulaması kolay olan tasarım detaylandırılarak prototip üretilmiştir.

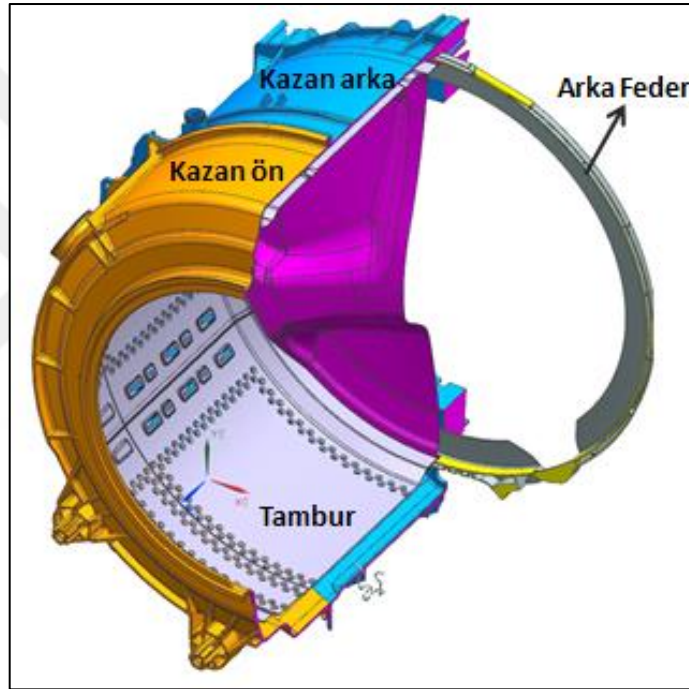
4.3.1 Kazan Arka Bölümüne Çevresel Feder

Bu sistem ile yıkayıcı-kurutucu arka kazanında feder yapısı kullanılarak by-pass problemlerinin giderilmesi hedeflenmiştir. Çamaşırın sıkma adımı kazan tambur hareketlerine dikkat edilerek ve kazan arka bölümünün kalıptan çıkmasına uygun olarak CAD üzerinde tasarım yapılmıştır. Kazan arka bölümüne tasarlanan feder aşağıdaki gibidir;



Şekil 4. 88 Kazan arka kesit görünüşü (federli-federsiz)

Kazan üzerindeki dairesel feder yapısı aşağıdaki gibi yerleştirilmiştir;



Şekil 4. 89 Kazan üzerinde feder yapısı

Daha sonra bu dairesel feder yapısı SLS üretim yöntemiyle üretilmiştir. Çamaşır makinesi montaj bandı başında bir kazan arkası işaretlenerek onun arkasına yapıştırma yöntemiyle takılmıştır. Montaj bandı sonunda işaretli makine alınarak üzerinde kurutma testleri yapılmıştır.



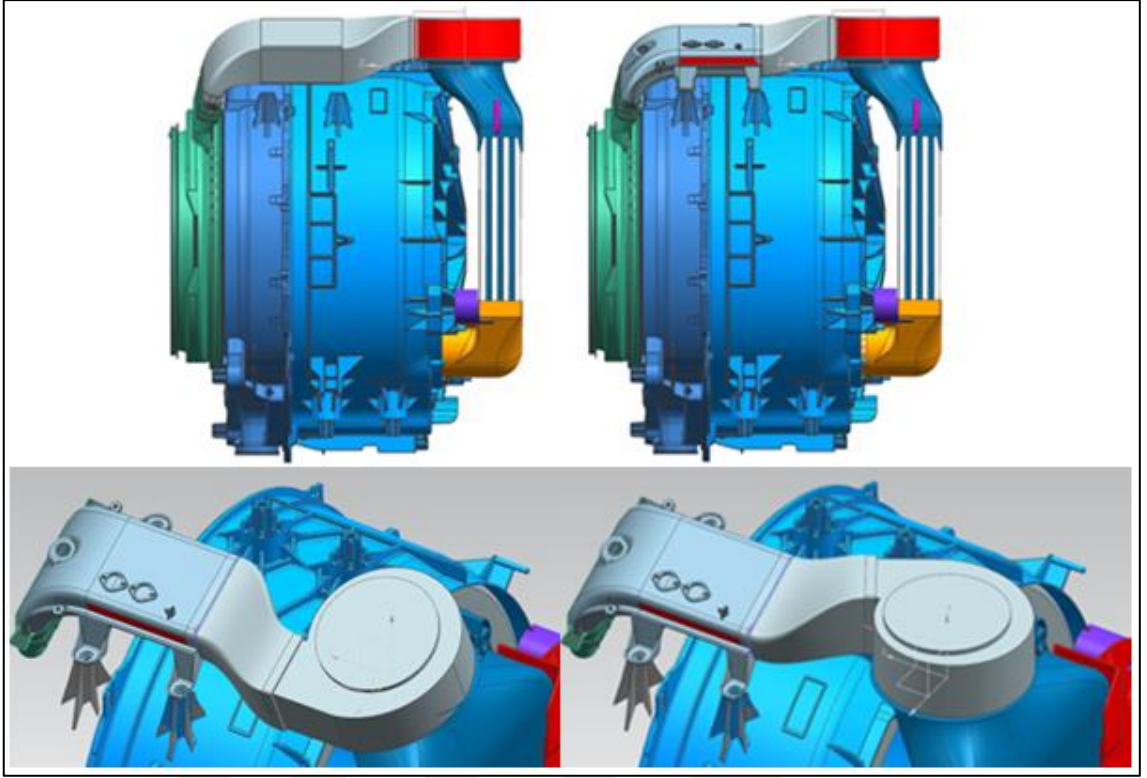
Şekil 4. 90 Kazan arka feder prototipi ve montajı

Kazan arkasında yapılan bu yapı kazan kalıplarındaki düzeltme ile kazan üzerine eklenebilir.

4.4 Final Tasarım ve Prototip

İlk iki prototipte yapılan deneyler sonucunda bazı düzeltmeler yapılarak havalı sistem için final tasarıma başlanmıştır. Bu tasarım yapılırken seri üretime yönelik kolay montajlama ve üretim detayları da düşünülerek kanallarda bazı değişiklikler yapılmıştır.

Öncelikle üst bölümde denge ağırlığına ihtiyaç duyulduğu için ısıtıcı kanalı ve fan yan tarafa kaydırılarak denge ağırlığı için alan oluşturulmuştur. Isıtıcı kanalının yan bölüme alınmasıyla uygun bir akış için körük girişinin de çapraza çekilmesi gerekmektedir. Prototip körük üretiminin zorluklarından dolayı bu yapı için mevcut körüklerden biri kullanılmıştır. Körük girişi ve fan belirlendikten sonra ısıtıcı kanalı için farklı kesit alanları ve fan yerleşimleri yapılmıştır. Aşağıdaki şekilde ısıtıcı kanalının farklı kalınlıkları ve fan çıkışının farklı çıkışları görülmektedir;



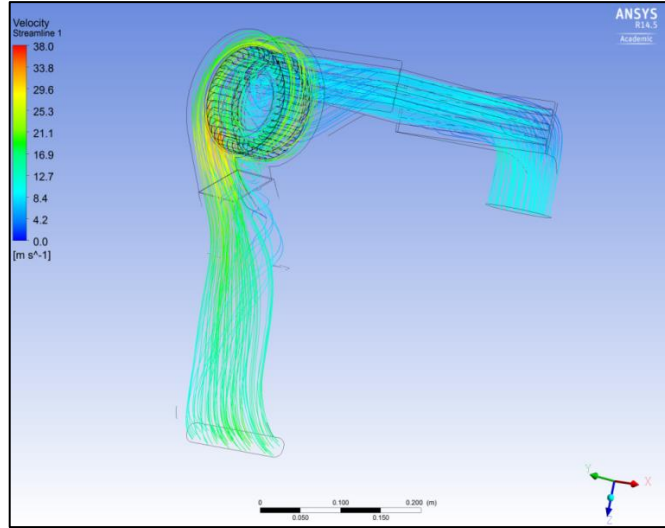
Şekil 4. 91 Final prototip için alternatif ısıtıcı kanalları

Bu tasarımlar yapılırken ısıtıcı kanalı yan bölüme çekilerek tahrik grubu üzerine montajı düşünülmektedir. Bu nedenle farklı kalınlıklardaki ısıtıcı kanalı tasarımı için gövde ile uygun boşluklar bırakılmıştır. Son prototipte istenen ısıtıcı gücü dikkate alınarak kabaca gerekli boyutlar oluşturulmuş ve bu boyutlara göre ısıtıcı kanalı kalınlığı ortaya çıkmıştır. Aynı zamanda debinin maksimum olması için hızlıca analizler yapılarak bu tasarımlardan biri seçilerek detaylandırılmıştır.

Farklı kalınlıktaki ısıtıcı kanallarının CFD çalışmalarını inceleyecek olursak;

4.4.1 Final Isıtıcı Kanalı Konseptlerinin CFD Çalışmaları

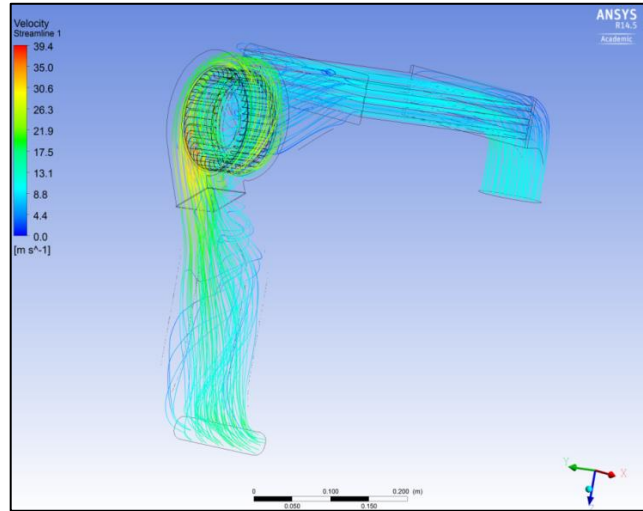
Final prototip için ısıtıcı kanalında kesit alanlarıyla oynanarak iki farklı konsept oluşturulmuştur. Aynı zamanda önceki tasarımlara göz önüne alındığında proses fanından sonraki bölüm tamamen değiştirilmiştir. Bu tasarımlardan ilki olan kesit alanı küçük ısıtıcı kanalının akış analizi aşağıdaki gibidir;



Şekil 4. 92 Isıtıcı kanalı konsept 1 akım çizgileri

Bu tasarımdaki analiz sonuçlarına göre proses hava debisi yaklaşık 53 l/s'dir. İlk makinedeki proses hava debisine göre (60 l/s) yaklaşık %11 azalma meydana gelmiştir. Isıtıcı kanalında kısmen de olsa homojen bir akış elde edilmiştir.

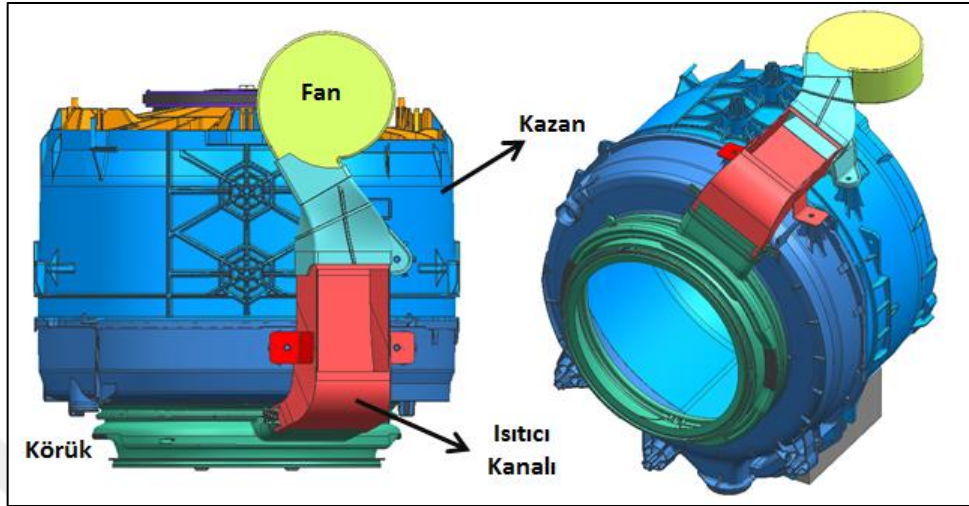
İkinci ısıtıcı kanalı tasarımında ise ısıtıcı kanalının kalınlığı makine üst bölümüne doğru artırılmıştır. Bu kalınlaştırma yapılırken gövde içerisine sığabilen maksimum boyutlar kullanılmıştır. Bu tasarımdaki amaç proses debi değerinin artırılmasını sağlamaktır. Kalınlaştırılmış ısıtıcı kanalının akış analizi şekildeki gibidir;



Şekil 4. 93 Isıtıcı kanalı konsept 2 akım çizgileri

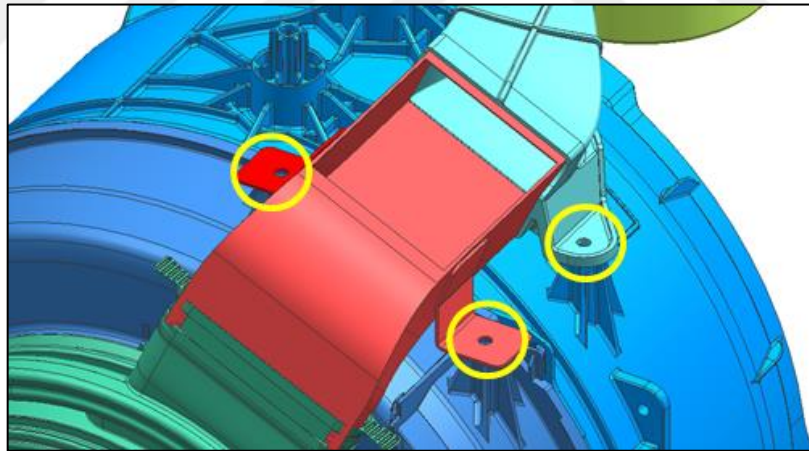
Bu tasarımdaki analiz sonuçlarına göre proses hava debisi yaklaşık 58 l/s'dir. İlk makinedeki proses hava debisine göre (60 l/s) yaklaşık %3 azalma meydana gelmiştir. Bu doğrultuda kalın ısıtıcı kanalı seçilerek tasarıma devam edilmiştir.

Tahrik grubu üzerine körük uygun şekilde yerleştirildikten sonra fan yerleşimi gövdeye uygun bir şekilde yapılmıştır. Ardından SLS yöntemiyle üretilen parçadan ve sac parçalardan oluşan ısıtıcı kanalı şeklindeki gibi tasarlanmıştır.



Şekil 4. 94 Final prototip için alternatif ısıtıcı kanalları

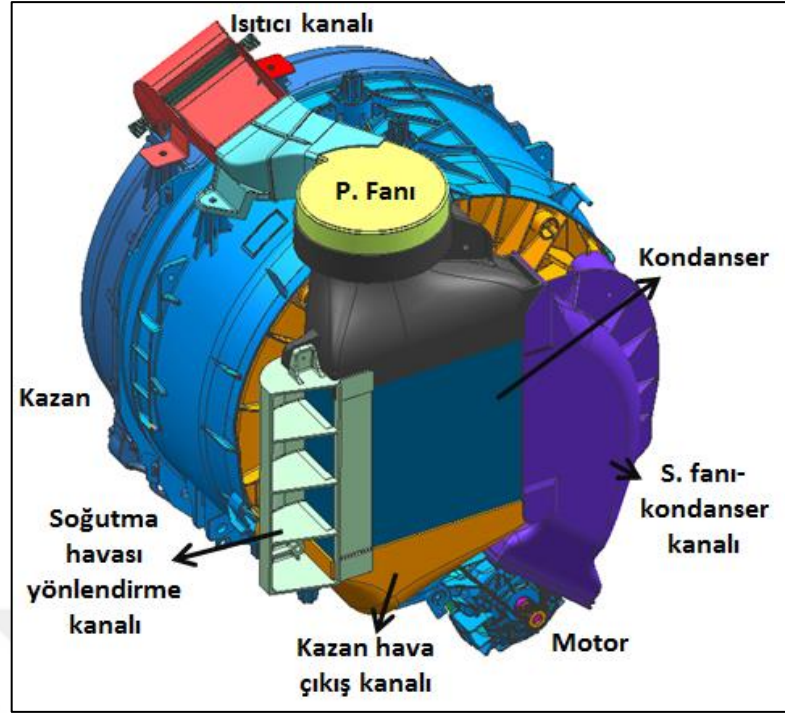
Fan ve ısıtıcı kanalı arasındaki bağlantıyı sağlayan SLS yöntemiyle üretilen parça kazan üzerine bir noktadan, ısıtıcı kanalı ise iki noktadan bağlanacak şekilde tasarlanmıştır.



Şekil 4. 95 Final prototip için alternatif ısıtıcı kanalları

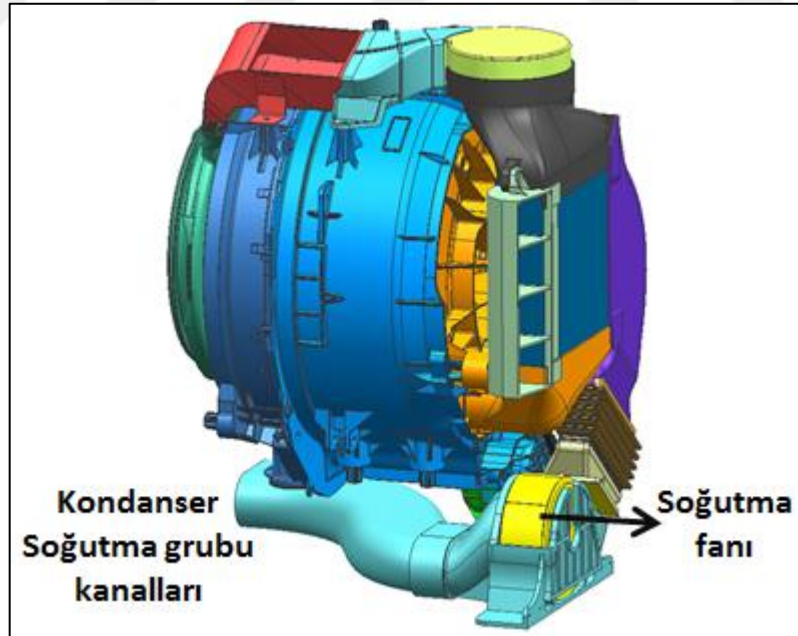
Daha önceki prototiplerde kullanılan kondanser bu tasarımda da değiştirilmeden kullanılmıştır. Fakat kanal yapıları gövdeye çarpıması için daha güvenilir hale getirilmiştir.

Diğer tasarımlarda da olduğu gibi kondanser grubunun tahrik grubuna montajı için nakliye emniyet bağlantı yerleri kullanılmıştır. Bu kriterler doğrultusunda kondanser grubunun kanalları tasarlanmıştır.



Şekil 4. 96 Final prototip için alternatif ısıtıcı kanalları

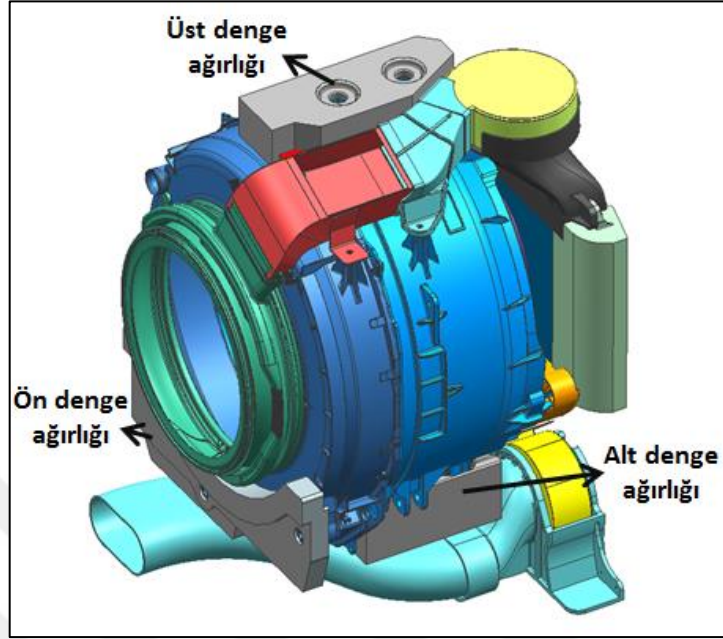
Kondanser soğutma grubunda ise üzerinde değişiklik yapılmadan alt bölüme yerleştirilmiştir.



Şekil 4. 97 Final prototip için alternatif ısıtıcı kanalları

Yapılan bu tasarımdaki parçaların ağırlıkları ve ağırlık merkezleri hesaplanarak denge ağırlığı tasarımına geçilmiştir. Tahrik grubu ağırlık merkezini istenen konuma getirmek

için st bölüme alt bölüme ve n bölüme olmak üzere 3 adet ağırlık tasarımı yapılmıştır.



Şekil 4. 98 Final prototip için alternatif ısıtıcı kanalları

Mevcut tahrik grubunda kullanılan st ve alt denge ağırlıkları üzerinde ufak değişiklikler yapılmıştır. Kısaca beton olarak üretilen bu ağırlıklardan gereksiz yerler kesilerek yeni tasarım st ve alt ağırlık ortaya çıkmaktadır. Böylece bu ağırlıkların prototip üretimi kolaylaşmaktadır. Gerekli olan toplam ağırlığı sağlamak ve ağırlık merkezini istenen yere getirmek için n denge ağırlığının tasarımı mevcut ağırlığa göre çok farklılaşmıştır. Bu nedenle bu ağırlık mevcut ağırlıktan kesilerek retilenmemektedir. zm olarak metal bloktan CNC makinede işlenerek prototip ağırlık üretilmesi planlanmıştır. Kısaca st alt ağırlık beton n ağırlık ise metal olarak düşünülmüştür.

Kanal ve denge ağırlığı tasarımları tamamlandıktan sonra gövde içerisinde bırakılan gerekli boşluklar kontrol edilmiş ve parçalar prototip atölyesine üretime yollanmıştır. Diğer üretimler gibi hava kanalları SLS yöntemiyle üretilmiş ardından sızdırmazlık için reçine ile boyanmıştır. Isıtıcı kanalı aynı şekilde lazer kesim ve kaynak yöntemiyle, körük silikon kalıplamayla son olarak denge ağırlığı metal bloktan CNC makinede işlenerek üretilmiştir.

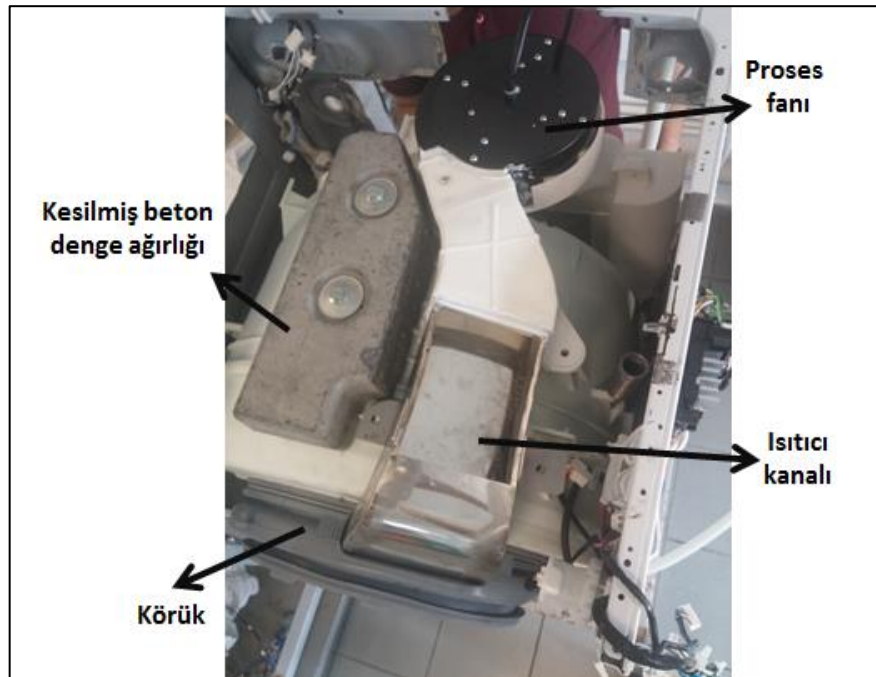
Prototip parçalar tamamlandıktan sonra makine montajına başlanmıştır. İlk olarak kondanser grubu kendi içerisinde gruplanarak yapıştırma ve vidalama yöntemiyle

birbirine bağlanmıştır. Ardında tahrik grubu üzerinde gerekli tadilatlar yapılmış ve kondanser grubu tahrik grubu üzerine monte edilmiştir. Bu bağlantı diğer prototiplerde de olduğu gibi nakliye emniyet civatası yerlerinden yapılmıştır.



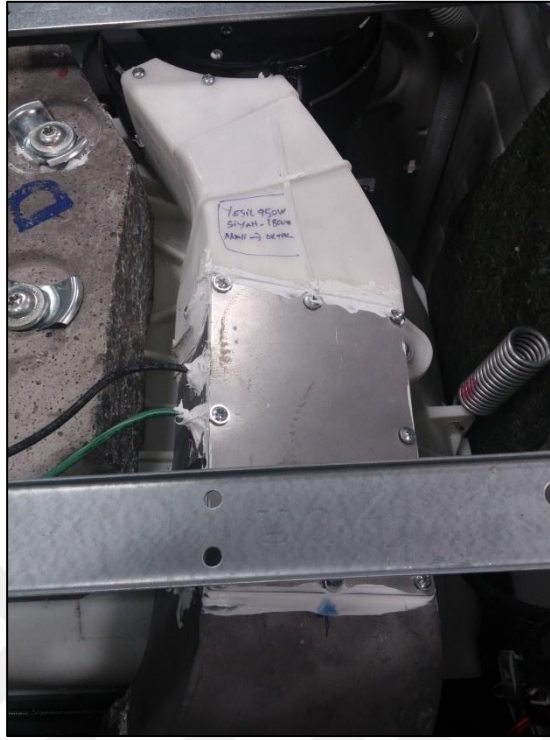
Şekil 4. 99 Final prototip kondanser grubu montaj hali

Tahrik grubunun gövde içerisine yerleştirilmesinden sonra mevcut makine üzerinde bulunan beton denge ağırlığı ısıtıcı kanalına uygun olarak kesilmiş ve tahrik grubu üzerine bağlanmıştır. Ardından ısıtıcı kanalı ve proses fanı montajı da yapılmıştır.



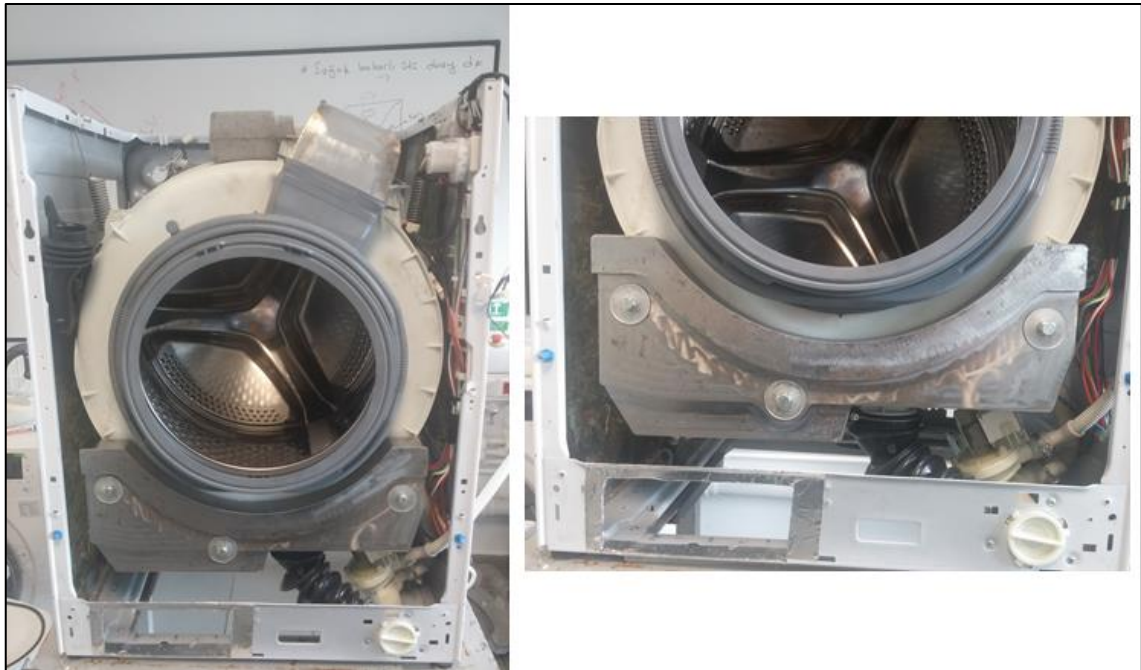
Şekil 4. 100 Final prototip ısıtıcı kanalı ve denge ağırlığı montaj hali

Isıtıcı kanalı montajından sonra içerisine ısıtıcı yerleştirilerek üst kapağı sızdırmaz bir şekilde yapıştırılmıştır.



Şekil 4. 101 Final prototip ısıtıcı kanalı

Ön bölümde bulunan metal denge ağırlığı metal bloktan CNC makinede işlenerek makine ön bölümüne monte edilmiştir.

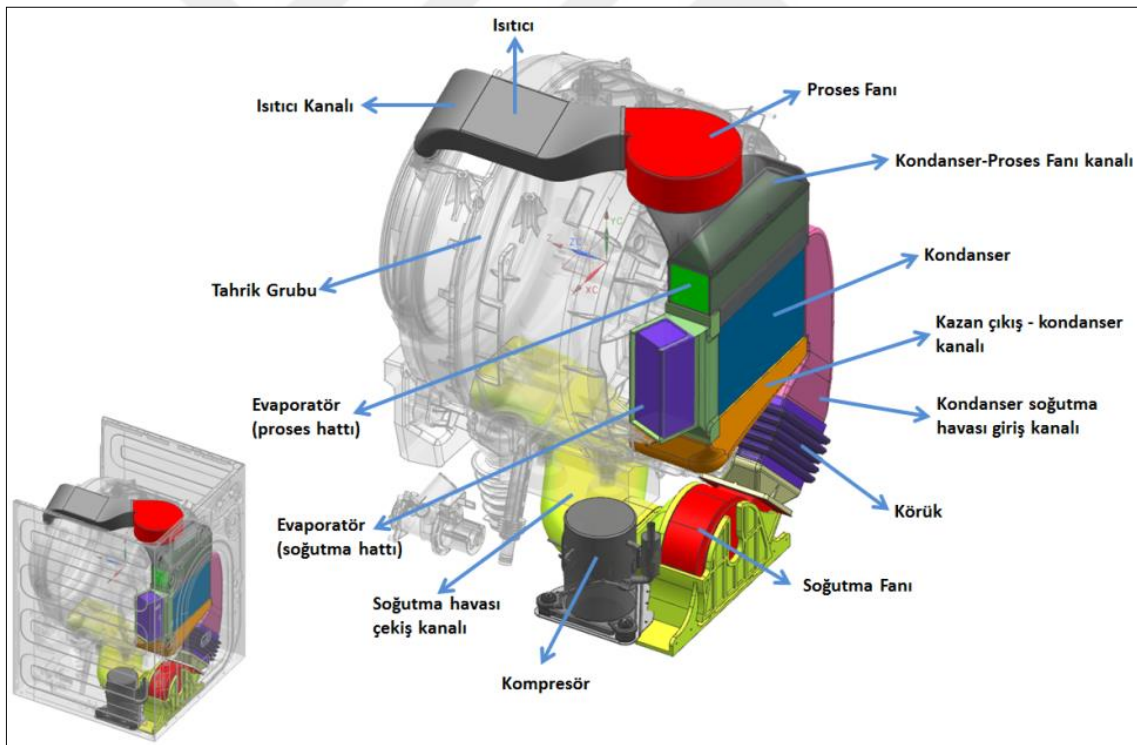


Şekil 4. 102 Final prototip metal ön denge ağırlığı

Daha sonra soğutma grubu kendi içerisinde gruplanarak makine alt bölümüne yerleştirilmiş ve gövdeye bağlanmıştır. Körük ara parçasıyla soğutma grubu ve kondanser grubu arasındaki bağlantı yapılmıştır. Son olarak kablo grubu, su sistemi, elektronik kartlar, ön gövde kapağı ve üst gövde kapağı takıldıktan sonra makine yıkama ve kurutmaya hazır hale getirilmiştir.

4.5 Isı Pompalı Sistem ve Tasarımı

Hava soğutmalı kurutma sisteminde, soğutma havası kondanserden geçerek ısınmakta ve dışarıya atılmaktadır. Dışarıya atılan bu ısıdan tekrar faydalanarak çamaşır üzerinden nem alma kapasitesinin artırılması amaçlanmıştır. Ayrıca atılan ısının tekrar kazanılarak kurutma sırasında kullanılmasıyla enerji yönünden de kazanç olmaktadır. Kurutma sürelerinin kısaltılması ile yapılan bu çalışmada hava soğutmalı sistem üzerine ısı pompalı sistem eklenerek etüt seviyesinde tasarım yapılmıştır.



Şekil 4. 103 Isı pompalı yıkayıcı kurutucu tasarımı

Hava soğutmalı kurutma sisteminin üzerine makine boyutlarına uyacak şekilde iki adet evaporatör (proses ve soğutma hattı üzerine) ve bir adet kondanser ileve dilerek gerekli kanal tasarımları yapılmıştır. Evaporatörlerden biri soğutma hattı üzerinden geçen ve ısınan havanın ısını çekmek için kondanser çıkışına yerleştirilmiştir. Diğer ise

arka bölümdeki kondanser boyutu kısaltılarak kondanser- proses fanı arasına yerleştirilmiştir. Kompresör ise makine alt bölümüne monte edilecek şekilde düşünülmüştür.

Yapılan bu tasarım sonrasında kondanser makineye sığabilecek maksimum kondanser ve evaporatör boyutları belirlenmiştir ve belirlenen bu boyutlar ile kurutma çevrimi için teorik bir hesap yapılmıştır. Bu hesaba göre ısı değiştiricisi boyutlarının daha hızlı kurutmak için yeterli olmadığı görülmüştür. Sonuç olarak tasarlanan bu makine etüt seviyesinde kalarak prototip deney düzeneği oluşturulmamıştır.

4.6 Su Soğutmalı Sistem ve Tasarımı

Kondanserli kurutucular sınıfında yer alan su soğutmalı sistem, hava soğutmalı sistemden farklı yönü soğutucu akışkanın hava yerine su olmasıdır. Hava soğutmalı sistemde kullanılan kondanser bu sistemde de mevcuttur fakat kondanser yapısı biraz daha farklıdır. Diğer grupta kullanılan kondanserde çapraz kanallar ve finli yapı mevcutken su soğutmalı sistemde sadece hava kanalıdır. Ayrıca bu sistemde, soğutma çevriminde kullanılan fan ve kanallara da gerek duyulmamaktadır.

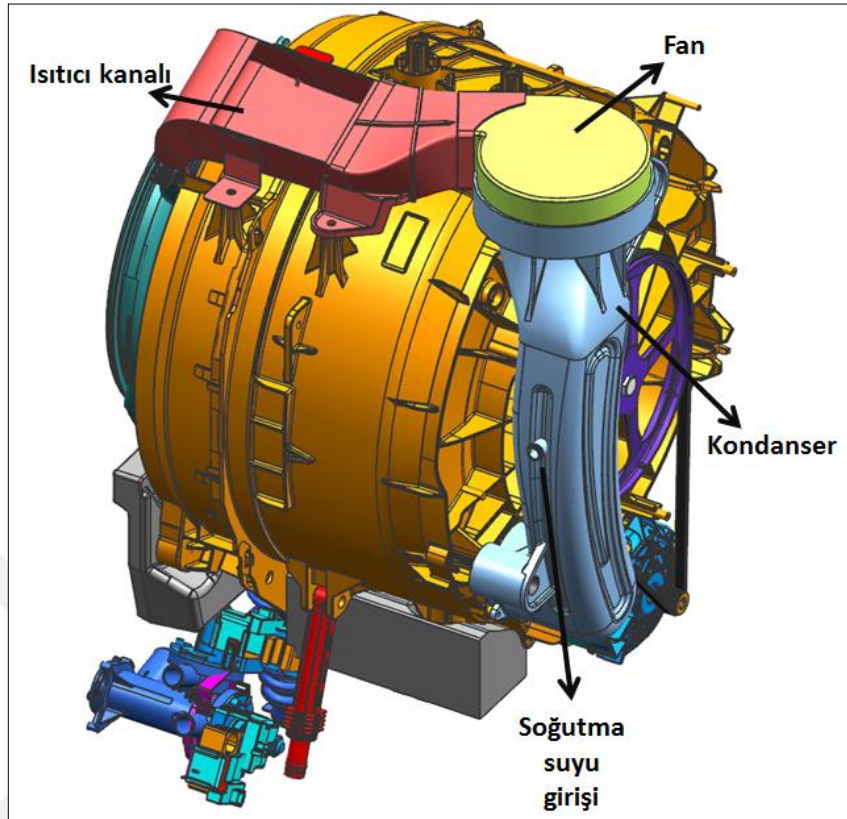
Sistemin çalışma yapısını kısaca özetleyecek olursak;

Proses çevriminde ısıtıcıyla ısıtılan hava bir fan yardımıyla çamaşır üzerinden geçirilmektedir. Burada çamaşır üzerinden nemi almakta ve kondanser üzerine gelmektedir. Kondanser içerisinde sıcak ve nemli hava üzerine nozullar su püskürterek havayı soğutmakta ve yoğuşma meydana getirmektedir. Ardından hava tekrar ısıtıcı üzerinden geçerek çamaşıra verilmektedir. Sistem kapalı çevrim olarak çalışmaktadır.

Soğutma çevriminde ise şebekeden alınan su nozullar yardımıyla kondanser kanalına sıcak ve nemli hava üzerine püskürtülmektedir. Burada yoğuşma gerçekleşmektedir. Ardından püskürtülen su ve yoğuşan su makineden tahliye edilmektedir.

Sulu kurutma sistemi tasarımı, havalı sistem üzerinden kondanser grubu ve kondanser soğutma grubu çıkarılarak yapılmıştır. Kısaca diğer prototiplerde kullanılan proses fanının ve ısıtıcı kanalının yeri sabit bırakılarak tahrik grubu arka bölümüne uygun kondanser tasarımı yapılmıştır. Tasarımı yapılan kondanser iki noktadan tahrik grubuna

bağlanmaktadır. Ayrıca kondanser içerisine su püskürtmek için farklı noktalarda nozul delikleri bırakılmıştır.



Şekil 4. 104 Su soğutmalı sistem tasarımı

Bilgisayar ortamındaki tasarım tamamlandıktan sonra parçalar prototip için üretime yollanmıştır. Sulu kondanser SLS yöntemiyle, ısıtıcı kanalı lazer kesim ve kaynak yöntemiyle üretildikten sonra prototip parçalar makine üzerine monte edilerek yıkayıcı krutucu makine deneylere uygun hale getirilmiştir.

DENEYSEL ÇALIŞMALAR

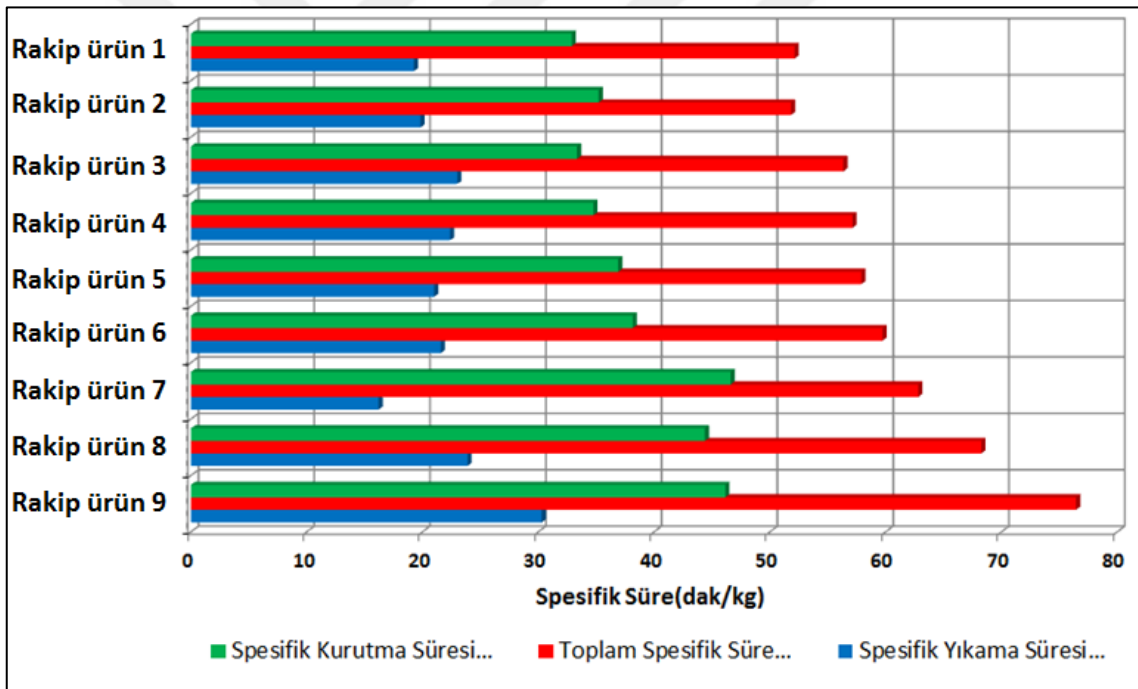
Bu çalışmada oluşturulan yıkayıcı kurutucu makine prototiplerinde, kurutma sürelerindeki iyileşmeyi daha iyi görebilmek için öncelikle mevcut ve piyasadaki makineler üzerinde testler yapılmıştır. Yapılan bu testleri kısaca özetleyecek olursak;

- Rakip ürün 1: Yıkama ve kurutma kapasitesi dört kilogram olan bu makinenin kilogram başına yıkama süresi 19,3 dakika, kilogram başına kurutma süresi 32,9 dakikadır.
- Rakip ürün 2: Yıkama ve kurutma kapasitesi 2,75 kilogram olan bu makinenin kilogram başına yıkama süresi 19,8 dakika, kilogram başına kurutma süresi 35,2 dakikadır.
- Rakip ürün 3: Yıkama ve kurutma kapasitesi üç kilogram olan bu makinenin kilogram başına yıkama süresi 23 dakika, kilogram başına kurutma süresi 33,3 dakikadır.
- Rakip ürün 4: Yıkama kapasitesi altı kilogram kurutma kapasitesi iki kilogram olan bu makinenin kilogram başına yıkama süresi 22,4 dakika, kilogram başına kurutma süresi 34,8 dakikadır.
- Rakip ürün 5: Yıkama kapasitesi altı kilogram kurutma kapasitesi üç kilogram olan bu makinenin kilogram başına yıkama süresi 21 dakika, kilogram başına kurutma süresi 36,9 dakikadır.
- Rakip ürün 6: Yıkama kapasitesi dört kilogram kurutma kapasitesi üç kilogram olan bu makinenin kilogram başına yıkama süresi 21,6 dakika, kilogram başına kurutma süresi 38,1 dakikadır.

- Rakip ürün 7: Yıkama ve kurutma kapasitesi beş kilogram olan bu makinenin kilogram başına yıkama süresi 16,2 dakika, kilogram başına kurutma süresi 46,6 dakikadır.
- Rakip ürün 8: Yıkama ve kurutma kapasitesi dört kilogram olan bu makinenin kilogram başına yıkama süresi 23,9 dakika, kilogram başına kurutma süresi 44,4 dakikadır.
- Rakip ürün 9: Yıkama kapasitesi beş kilogram kurutma kapasitesi iki kilogram olan bu makinenin kilogram başına yıkama süresi 30,3 dakika, kilogram başına kurutma süresi 46,1 dakikadır.

Bu deney sonuçlarına tablo olarak bakacak olursak;

Çizelge 5.1 Rakip ürünlerin yıkama ve kurutma süreleri



Ayrıca mevcut ürünün yıkama ve kurutma süreleri aşağıdaki gibidir;

- Yıkama süresi: 17,2 dakika/kilogram
- Kurutma süresi: 28,8 dakika/kilogram

Son olarak test edilen makinelerin ortalama yıkama süreleri yaklaşık 21,4 dakika/kilogram, ortalama kurutma süreleri 37,7 dakika/kilogramdır.

Test edilmiş yıkayıcı kurutucu makinelerin hepsi hava soğutmalı (kondanseri) kurutma sistemine sahiptir. Su soğutmalı sisteme sahip yıkayıcı kurutucularda bu süreler daha da artmaktadır. Bunun kısaca nedeni hava soğutmalı sistemde bulunan alüminyum kondanserin sulu sistemdeki plastik kondansere göre daha iyi soğutma sağlayabilmesidir.

Hava soğutmalı sisteme ait birinci prototipte sadece kurutma testleri yapılmıştır. Farklı çamaşır makinesinde yıkanan çamaşırlar sıkma sonrasında %40 nem ile bu prototipte kurutma adımı alınmıştır.

İlk testler beş kilogram çamaşır kullanılarak 1500 W ısıtıcı gücüyle gerçekleştirilmiştir. Bu şartlarda gerçekleşen testler sonunda ortalama kurutma süresi 135 dakikadır. Daha sonra ısıtıcı gücü 1800 W yapılarak testler tekrar edilmiştir. Bu durumda ortalama kurutma süresi 130 dakikaya düşmüştür. Kısaca mevcut sisteme göre kurutma süreleri yaklaşık %10 iyileştirilmiştir. Son olarak çamaşır miktarı 4kg ısıtıcı gücü 2000 W olarak ayarlandığında ortalama kurutma süreleri 98 dakikaya düşmüştür. Sonuç olarak kilogram başına ortalama kurutma süresi yaklaşık 24,5 dakikadır. Kilogram başına kurutma süreleri mevcut ürüne kıyasla yaklaşık %14 azaltılmıştır.

Ayrıca hava kaçaklarının önlenmesi için yapılan arka feder yapısı aynı kurutma şartlarındaki testlerde kilogram başına yaklaşık 1 dakikalık kazanç sağlamıştır.

Önceki prototipler üzerinde iyileştirme yapılarak tasarlanan final prototipte 4 kilogram çamaşır yükü ile testler yapılmıştır. Bu testlerde ısıtıcı gücü 2000 W olarak belirlenmiştir. Farklı tambur dönüş algoritmaları da denendikten sonra gelinen son nokta % 40 nemli 4 kg çamaşırın 91 dakikada kurutulması olmuştur. Kilogram başına düşen süre 22,7 dakikadır. Sonuç olarak kilogram başına kurutma süreleri piyasadaki yıkayıcı kurutucuların ortalama kurutma sürelerine oranla %39 azaltılmıştır. Mevcut ürün üzerinden ise kurutma sürelerinde yaklaşık %21 iyileşme görülmüştür.

Su soğutmalı sistem ile tasarlanan prototipte testler 4 kilogram çamaşır kullanılarak yapılmıştır. Kurutma kanallarındaki hava debisi yaklaşık olarak 18 litre/saniye ölçülmüştür. Soğutucu akışkan olarak su kullanıldığı için sadece kurutmak için yaklaşık 40 litre su kullanılmaktadır. Kurutma sırasında kullanılan ısıtıcı gücü 2000 W civarındadır. Bu şartlar altında prototip makine dört kilogram çamaşırı yaklaşık 180

dakikada kurutmaktadır. Kısaca kilogram başına yaklaşık 45 dakika harcanmıştır. Hem su tüketiminden dolayı hem de kurutmada süreleri olarak hava soğutmalı sisteme göre daha kötü olduğu için çalışmada havalı sistem üzerine ilerlenmiştir.



SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu yüksek lisans tez çalışması kapsamında, yıkayıcı kurutucu makinelerin kurutma adımındaki verimi piyasadaki mevcut yıkayıcı kurutucu makinelere kıyasla arttırarak kurutma sürelerini kısaltacak kurutma sistemi tasarımı çalışılmıştır. Bu çalışma Arçelik A.Ş Merkez ARGE Yapısal Tasarım Yöneticiliğinde yürütülmüştür.

Çalışmalara, konu ile ilgili mevcut patentlerin incelenmesi, literatür araştırması ve piyasada bulunan yıkayıcı kurutucu araştırılmasıyla başlanarak bilgi edinilmeye çalışılmıştır. Konu ile ilgisi olan patentler ve piyasadaki ürünler tez kapsamında paylaşılmıştır.

Kurutucu ve yıkayıcı-kurutucu makinelerdeki kurutma sistemleri incelendikten sonra uygun tahrik grubu ve gövde seçimi yapılarak makine içerisine kurutma sistemi yerleşim çalışmaları yapılmıştır. Yerleşim çalışmaları yapılırken kurutma sisteminin ana komponentleri düşünülerek konsept tasarımlar oluşturulmuş ve bu tasarımların avantaj dezavantajları ortaya konulmuştur.

Konsept tasarım ve yerleşim aşamasında oluşturulmuş fikirlerden uygun olan seçilerek detay tasarım aşamasına geçilmiştir. Bu aşamada tahrik grubunun gövde içerisindeki hareketi, seri üretimdeki montaj kolaylıkları ve kurutma sistemi yerleşimindeki bağlantı detayları düşünülmüştür.

Oluşturulan bu tasarım üzerinde yıkama ve kurutma testleri yapabilmek için hızlı prototipleme yöntemlerine göre tasarım üzerinde ufak değişiklikler yapılmıştır. Sistemin çalışması esnasında sıcaklık, sızdırmazlık ve hareketli-hareketsiz yapılar arasındaki bağlantılar göz önüne alınarak uygun malzeme ve üretim yöntemi seçimi

yapılmıştır. Hava kanallarının yüksek sıcaklıklara çıkmayan bölümleri SLS teknolojisiyle, yüksek sıcaklıkta olan bölümleri lazer sac kesim ve kaynak yöntemiyle üretilmiştir. Hareketli-hareketsiz yapılar arasındaki kanal bağlantıları SLA ve silikon kalıp yöntemleriyle üretilmiştir. Üretilen bu prototip parçalar kendi içerisinde gruplanarak makine üzerine monte edilmiş ve testlere uygun yıkayıcı-kurutucu makine oluşturulmuştur.

Gruplanan yıkayıcı-kurutucu prototipleri üzerinde yıkama ve kurutma testleri yapılmıştır. Kurutma testleri sırasında makine üzerinde yapılan iyileştirmelerin süre olarak getirisi gözlemlenmiş ve piyasadaki ürünlerle karşılaştırma yapılmıştır. Yıkama çalışmalarına bu çalışmada yer verilmemiştir fakat yıkama adımı kurutma adımına geçiş olarak kullanılmıştır.

Bu çalışma sonrasında seçilen prototip makine üzerinde seri üretime yönelik malzeme seçimlerine, üretim yöntemlerine ve montaj şartlarına göre tasarımın revize edilmesi gerekmektedir.

Ses, titreşim, enerji, tekstil, elektronik ve güvenlik konuları bu çalışmada incelenmemiştir.

KAYNAKLAR

- [1] Avrupa Patent Ofisi, Washing and Drying Machine and Water-Cooled Heat Exchanger, https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?II=0&ND=3&adjacent=true&locale=en_EP&FT=D&date=20021205&CC=KR&NR=2002090872A&KC=A, 9 Mart 2016
- [2] Avrupa Patent Ofisi, Washing and Drying Machine, https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?II=0&ND=3&adjacent=true&locale=en_EP&FT=D&date=20100818&CC=CN&NR=101805974A&KC=A, 9 Mart 2016
- [3] Avrupa Patent Ofisi, Washing and Drying Machine, https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?DB=EPODOC&II=1&ND=3&adjacent=true&locale=en_EP&FT=D&date=20051104&CC=JP&NR=2005304989A&KC=A, 9 Mart 2016
- [4] Avrupa Patent Ofisi, Washing-Drying Machine, https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?DB=EPODOC&II=1&ND=3&adjacent=true&locale=en_EP&FT=D&date=20080919&CC=KR&NR=20080084693A&KC=A, 9 Mart 2016
- [5] Avrupa Patent Ofisi, Drum Washing and Drying Machine, https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?DB=EPODOC&II=1&ND=3&adjacent=true&locale=en_EP&FT=D&date=20070202&CC=KR&NR=20070015294A&KC=A, 9 Mart 2016
- [6] Avrupa Patent Ofisi, Drum Type Washing Machine, https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?DB=EPODOC&II=1&ND=3&adjacent=true&locale=en_EP&FT=D&date=20001128&CC=JP&NR=2000325688A&KC=A, 9 Mart 2016
- [7] Çelik, İ. , Karakoç, F. , Çakır, M. C. ve Duysak, A. , (2013). “Hızlı Prototipleme Teknolojileri ve Uygulama alanları”, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 31 Ağustos 2013, 57-63
- [8] Manufacturing Cost Estimation, Selective Laser Sintering , <http://www.custompartnet.com/wu/selective-laser-sintering>, 9 Mart 2016
- [9] Manufacturing Cost Estimation, Stereolithography, <http://www.custompartnet.com/wu/stereolithography>, 9 Mart 2016

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Varol KAYIŞDAĞ
Doğum Tarihi ve Yeri : 06.03.1989 / İZMİR
Yabancı Dili : İngilizce, Almanca
E-posta : varol0389@gmail.com

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Alan	Okul/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Lisans	Makine Müh.	Yıldız Teknik Üniversitesi	2013
Lise	Fen Bilimleri	İzmir Anadolu Kız Lisesi	2007

İŞ TECRÜBESİ

Yıl	Firma/Kurum	Görevi
2013	Arçelik A.Ş.	ARGE Mühendisi

YAYINLARI

Proje

1. 3150452 NUMARALI TUBİTAK/TEYDEB PROJESİ

