

**İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ÇAMAŞIR KURUTMA MAKİNELERİNDE OTOMATİK TEMİZLENEN  
FİLTRE TASARIMI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Onur MUHİDDİN**

**Makine Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Konstrüksiyon Programı**

**OCAK 2013**



**İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ÇAMAŞIR KURUTMA MAKİNELERİNDE OTOMATİK TEMİZLENEN  
FİLTRE TASARIMI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Onur MUHİDDİN  
(503101217)**

**Makine Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Konstrüksiyon Programı**

**Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. İsmail GERDEMELİ**

**OCAK 2013**



İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 503101217 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi **Onur MUHİDDİN**, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “**ÇAMAŞIR KURUTMA MAKİNALARINDA OTOMATİK TEMİZLENEN FİLTRE TASARIMI** ” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

**Tez Danışmanı :**      **Yrd. Doç. Dr. İsmail GERDEMELİ**  
İstanbul Teknik Üniversitesi

**Jüri Üyeleri :**            **Prof. Dr. Cevat Erdem İMRAK**  
İstanbul Teknik Üniversitesi

**Doç. Dr. Cüneyt FETVACI**  
İstanbul Üniversitesi

**Teslim Tarihi :**          **02 Ocak 2013**  
**Savunma Tarihi :**      **11 Ocak 2013**



## ÖNSÖZ

Yüksek lisans tez çalışmamda bana her zaman yol gösteren, görüş ve düşünceleri ile katkıda bulunan değerli hocam Sn. Yrd. Doç. Dr. İsmail Gerdemeli'ye teşekkür ederim.

Bu projenin her aşamasında yardımlarını benden esirgemeyen ve bu çalışmanın oluşmasını sağlayan Arçelik A.Ş. Çamaşır Kurutma Makinası işletmesi AR-GE Yöneticisi Sn. Ertan ÇETİNKAYA ve Yapısal Tasarım Takım Lideri Sn. Ümit GÜLBAY'a teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Çalışmalarımda bana destek ve yardımcı olan Kurutma Makinaları İşletmesi Ar-Ge çalışanlarına ve proje ekibine teşekkür ederim.

Yardım ve tavsiyeleri ile bana yol gösteren Sn. Celal VATANSEVER'e, düzeneklerin hazırlanmasını sağlayan ve meydana gelen sorunlarda teknik desteği her zaman veren Kurutma Makinası İşletme Ar-Ge ve Merkez Ar-Ge teknisyenlerine teşekkür ederim.

Son olarak, hayatım boyunca maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen her zaman yanımda olan sevgili aileme ve tüm sevdiklerime teşekkürlerimi sunarım.

Aralık 2012

Onur MUHİDDİN  
Makine Mühendisi



## İÇİNDEKİLER

### Sayfa

|                                                    |      |
|----------------------------------------------------|------|
| ÖNSÖZ.....                                         | v    |
| İÇİNDEKİLER.....                                   | vii  |
| KISALTMALAR.....                                   | ix   |
| ÇİZELGE LİSTESİ.....                               | xi   |
| ŞEKİL LİSTESİ .....                                | xiii |
| ÖZET .....                                         | xv   |
| SUMMARY.....                                       | xvii |
| 1. GİRİŞ .....                                     | 1    |
| 1.1 Tamburlu Kurutma Makinaları .....              | 1    |
| 1.1.1 Bacalı kurutma makinaları.....               | 2    |
| 1.1.2 Kondenserli çamaşır kurutma makinaları ..... | 3    |
| 1.1.3 Isı pompalı kurutma makinaları .....         | 4    |
| 1.2 Kurutma Makinası Bileşenleri .....             | 5    |
| 1.2.1 Kondenser .....                              | 5    |
| 1.2.2 Evaporatör.....                              | 6    |
| 1.2.3 Motor .....                                  | 7    |
| 1.2.4 Tambur.....                                  | 7    |
| 1.2.5 Isıtıcı.....                                 | 8    |
| 1.2.6 Fan .....                                    | 8    |
| 1.2.7 Su tankı .....                               | 9    |
| 1.2.8 Pompa .....                                  | 9    |
| 1.2.9 Filtre .....                                 | 10   |
| 1.3 Tezin Amacı.....                               | 10   |
| 1.4 Literatür Araştırması .....                    | 11   |
| 1.4.1 Amaç.....                                    | 11   |
| 1.4.2 Hava filtresi çeşitleri.....                 | 11   |
| 1.4.2.1 Kuru filtreler.....                        | 11   |
| 1.4.2.2 Islak filtreler .....                      | 13   |
| 1.4.2.3 Islak veya kuru filtreler .....            | 14   |
| 1.4.2.4 Panel filtreler .....                      | 15   |
| 1.4.2.5 Ayırıcılar .....                           | 16   |
| Siklonlar.....                                     | 16   |
| Aerodinamik hava temizleyiciler .....              | 17   |
| 1.5 Patent Araştırması .....                       | 18   |
| 1.5.1 Su ile temizleme patentleri .....            | 18   |
| 1.5.2 Mekanik temizleme patentleri.....            | 23   |
| 1.5.3 Hava ile temizleme patentleri .....          | 25   |
| 1.6 Literatür Araştırma Sonucu .....               | 27   |
| 2. KONSEPT ÇALIŞMALARI .....                       | 29   |
| 2.1 Konsept 1 .....                                | 29   |
| 2.2 Konsept 2 .....                                | 30   |

|                                                                 |           |
|-----------------------------------------------------------------|-----------|
| 2.3 Konsept 3.....                                              | 30        |
| 2.4 Konsept Çalışmaları Sonucu .....                            | 31        |
| <b>3. POMPA VE NOZUL SEÇİMİ.....</b>                            | <b>33</b> |
| 3.1 Amaç .....                                                  | 33        |
| 3.2 Nozul Araştırması .....                                     | 33        |
| 3.2.1 Tam konik nozul .....                                     | 34        |
| 3.2.2 İçi boş konik nozul.....                                  | 35        |
| 3.2.3 Yassı nozul .....                                         | 36        |
| 3.2.4 Seçilen nozullar.....                                     | 36        |
| 3.3 Pompa Araştırması.....                                      | 37        |
| 3.3.1 Dişli pompa .....                                         | 38        |
| 3.3.1.1 Dıştan dişli pompalar.....                              | 38        |
| 3.3.1.2 İçten dişli pompalar .....                              | 38        |
| 3.3.2 Piston pompa .....                                        | 39        |
| 3.3.2.1 Eksenel pistonlu pompalar.....                          | 39        |
| 3.3.2.2 Radyal pistonlu pompa .....                             | 40        |
| 3.3.3 Diyafram pompa .....                                      | 41        |
| 3.3.4 Santrifüj pompa.....                                      | 41        |
| 3.3.5 Seçilen pompalar.....                                     | 42        |
| <b>4. ÖNCÜL ÇALIŞMALAR.....</b>                                 | <b>45</b> |
| 4.1 Amaç .....                                                  | 45        |
| 4.2 Test Planı .....                                            | 45        |
| 4.2.1 Tam konik nozul ile testler .....                         | 46        |
| 4.2.2 Yassı nozul ile testler .....                             | 47        |
| 4.3 Test Düzeneği Tasarımı .....                                | 48        |
| 4.4 Test Düzenğinde Gerçekleştirilen Testler .....              | 48        |
| <b>5. PROTOTİP HAZIRLANMASI VE MAKİNA ÜZERİNDEKİ DENEYLER51</b> | <b>51</b> |
| 5.1 Prototip Hazırlanması .....                                 | 51        |
| 5.2 Makina Üzerindeki Deneyler.....                             | 55        |
| 5.2.1 Makinanın hazırlanması .....                              | 55        |
| 5.2.2 Testin gerçekleştirilmesi .....                           | 58        |
| <b>6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....</b>                                | <b>61</b> |
| <b>KAYNAKLAR.....</b>                                           | <b>63</b> |
| <b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>                                            | <b>65</b> |

## KISALTMALAR

|                          |                                                                |
|--------------------------|----------------------------------------------------------------|
| <b>AŞ</b>                | : Anonim Şirketi                                               |
| <b>ARGE</b>              | : Araştırma Geliştirme                                         |
| <b>l/dak</b>             | : Litre/Dakika                                                 |
| <b>mm</b>                | : Milimetre                                                    |
| <b>m</b>                 | : Metre                                                        |
| <b>mN</b>                | : Micro Newton                                                 |
| <b>CAD</b>               | : Computer Aided Design                                        |
| <b>MEGEP</b>             | : Mesleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi |
| <b><math>\mu</math></b>  | : Akışkan viskozitesi                                          |
| <b>d</b>                 | : Partikül çapı                                                |
| <b><math>\rho</math></b> | : Partikül yoğunluğu                                           |
| <b>K</b>                 | : Sabit değer                                                  |



## ÇİZELGE LİSTESİ

### Sayfa

|                                                                          |    |
|--------------------------------------------------------------------------|----|
| Çizelge 3.1 : Nozul mesafesine göre yıkama alanı çap değerleri (mm)..... | 35 |
| Çizelge 3.2 : Seçilen tam konik nozullar [18].....                       | 37 |



## ŞEKİL LİSTESİ

### Sayfa

|                                                                        |    |
|------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 1.1 : Bacalı çamaşır kurutma makinası.....                       | 2  |
| Şekil 1.2 : Kondenserli çamaşır kurutma makinası.....                  | 3  |
| Şekil 1.3 : Kondenserli çamaşır kurutma makinası çalışma prensibi..... | 4  |
| Şekil 1.4 : Isı pompalı kurutma makinası çalışma prensibi.....         | 5  |
| Şekil 1.5 : Kondenser .....                                            | 6  |
| Şekil 1.6 : Evaporatör .....                                           | 6  |
| Şekil 1.7 : Motor .....                                                | 7  |
| Şekil 1.8 : Tambur.....                                                | 7  |
| Şekil 1.9 : Isıtıcı .....                                              | 8  |
| Şekil 1.10 : Fan .....                                                 | 8  |
| Şekil 1.11 : Su tankı .....                                            | 9  |
| Şekil 1.12 : Yoğuşma suyu pompası .....                                | 9  |
| Şekil 1.13 : Filtre.....                                               | 10 |
| Şekil 1.14 : Büzgülü kuru filtre örneği.....                           | 11 |
| Şekil 1.15 : Girdap akışlı filtre elemanı.....                         | 12 |
| Şekil 1.16 : Viskoz çarpmalı hava filtresi.....                        | 13 |
| Şekil 1.17 : Yağ banyolu hava filtresi .....                           | 14 |
| Şekil 1.18 : Çok katmanlı ıslak veya kuru filtre .....                 | 14 |
| Şekil 1.19 : Panel filtre .....                                        | 15 |
| Şekil 1.20 : Siklonik ayırıcılar .....                                 | 16 |
| Şekil 1.21 : Hava temizleyicisi .....                                  | 17 |
| Şekil 1.22 : Hava temizleyicisinin çalışma şekli.....                  | 18 |
| Şekil 1.23 : EP2334864 numaralı BSH patenti.....                       | 19 |
| Şekil 1.24 : EP2202349 numaralı BSH patenti.....                       | 20 |
| Şekil 1.25 : WO2011057954 numaralı BSH patenti .....                   | 21 |
| Şekil 1.26 : WO2011113803 numaralı BSH patenti .....                   | 21 |
| Şekil 1.27 : EP2202348 numaralı BSH patenti.....                       | 22 |
| Şekil 1.28 : EP0722519 numaralı Fisher and Paykel patenti.....         | 23 |
| Şekil 1.29 : Fisher and Paykel üstten yüklemeli kurutma makinası ..... | 24 |
| Şekil 1.30 : Filtre bölgesi.....                                       | 24 |
| Şekil 1.31 : US2009158933 numaralı BSH patenti.....                    | 25 |
| Şekil 1.32 : EP2202350 numaralı LG patenti .....                       | 25 |
| Şekil 1.33 : EP2397602 numaralı Giraub patenti.....                    | 26 |
| Şekil 2.1 : Hava akımı ile temizleme konsepti .....                    | 29 |
| Şekil 2.2 : Su ile temizleme konsepti .....                            | 30 |
| Şekil 2.3 : Su ve mekanik yöntemle temizleme konsepti .....            | 31 |
| Şekil 3.1 : Filtre boyutlarının gösterilişi.....                       | 33 |
| Şekil 3.2 : Filtrede olabilecek nozul mesafelerinin gösterilişi.....   | 34 |
| Şekil 3.3 : Tam konik nozul püskürtme şekli .....                      | 34 |
| Şekil 3.4 : Tam konik nozul yıkama alan çapı.....                      | 35 |
| Şekil 3.5 : İçi boş konik nozul püskürtme şekli .....                  | 35 |

|                                                                            |    |
|----------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 3.6 : İçi boş konik nozul yıkama çapı .....                          | 36 |
| Şekil 3.7 : Yassı nozul püskürtme şekli .....                              | 36 |
| Şekil 3.8 : Dıştan dişli pompa.....                                        | 38 |
| Şekil 3.9 : İçten dişli pompa .....                                        | 39 |
| Şekil 3.10 : Eksenel pistonlu pompa elemanları.....                        | 39 |
| Şekil 3.11 : Eksenel pistonlu pompa çalışma prensibi.....                  | 40 |
| Şekil 3.12 : Radyal pistonlu pompa çalışma şekli .....                     | 40 |
| Şekil 3.13 : Diyafram pompa açma ve basma anı .....                        | 41 |
| Şekil 3.14 : Santrifüj pompa.....                                          | 42 |
| Şekil 3.15 : Seçilen dişli pompa .....                                     | 42 |
| Şekil 3.16 : Seçilen santrifüj pompa .....                                 | 43 |
| Şekil 3.17 : Seçilen santrifüj pompanın basınç-debi eğrisi .....           | 43 |
| Şekil 4.1 : Filtre yıkama şekilleri.....                                   | 45 |
| Şekil 4.2 : Tam konik nozul test planı .....                               | 46 |
| Şekil 4.3 : Yassı nozul test planı.....                                    | 47 |
| Şekil 4.4 : Yassı nozul ile yüksek açılı test planı .....                  | 47 |
| Şekil 4.5 : Filtre test düzeneği .....                                     | 48 |
| Şekil 4.6 : Hazırlanan test düzeneği.....                                  | 49 |
| Şekil 5.1 : Mevcut filtre.....                                             | 51 |
| Şekil 5.2 : Prototip tek düzlem filtre .....                               | 52 |
| Şekil 5.3 : Tek düzlem filtre altlığı .....                                | 52 |
| Şekil 5.4 : Gerçekleşen püskürtme .....                                    | 53 |
| Şekil 5.5 : Tek düzlem filtre ve filtre altlığının detaylı gösterimi ..... | 54 |
| Şekil 5.6 : Nozul ve filtre altlığının detay gösterimi.....                | 54 |
| Şekil 5.7 : Tek düzlem filtrenin oturma yüzeyindeki conta yuvası .....     | 55 |
| Şekil 5.8 : Filtre altlığının ön yatak içerisindeki görünüşü .....         | 56 |
| Şekil 5.9 : Hazırlanan makinanın önden görünüşü .....                      | 56 |
| Şekil 5.10 : Makinanın hortum bağlantıları yapılmış görünüşü .....         | 57 |
| Şekil 5.11 : Test sistemi .....                                            | 57 |
| Şekil 5.12 : (a) Temizlenmiş filtre (b) Temizlenmemiş filtre .....         | 58 |
| Şekil 5.13 : (a) Temizlenmiş filtre (b) Temizlenmemiş filtre .....         | 58 |
| Şekil 5.14 : 8 çevrim sonundaki temizlenmiş filtre .....                   | 59 |
| Şekil 5.15 : 10 çevrim sonundaki temizlenmiş filtre .....                  | 59 |

## **ÇAMAŞIR KURUTMA MAKİNALARINDA OTOMATİK TEMİZLENEN FİLTRE TASARIMI**

### **ÖZET**

Son yıllarda beyaz eşya sektöründeki gelişmeler, teknolojik alandaki gelişmelere paralel olarak ilerleme göstermektedir. Kullanıcılara kullanım kolaylığı getiren, enerji verimliliğinde üstün olan ürünler; hem üstünlük hem de prestij açısından piyasada ön plana çıkmaktadır. Bu çalışma sonucunda hedeflenen enerji verimliliğini düşürmeden kullanıcı dostu bir makina oluşturmaktır.

Çamaşır kurutma makinalarında proses havasındaki lifleri tutmak için kullanılan filtre elemanının otomatik temizlenmesi istenilmektedir. Bu şekilde kullanıcıların lif ve pislikler ile teması en aza indirgenecek ve her çevrim sonunda temizlemeleri gereken bir filtre gereksinimi ortadan kalkacaktır. Bu da kullanım kolaylığı ile birlikte piyasada öne çıkmayı beraberinde getirecektir.

Bu çalışmadan istenilen en az 10 çevrim boyunca kullanıcı tarafından temizlenmesi gerekmeyen bir filtre olmuştur. Ayrıca bu tasarımı yapılan filtrenin enerji verimliliğinde negatif bir etkisi olmaması istenmiştir. Bu tasarımın ekonomik boyutu da önem arz etmektedir. Bu tasarımın maliyetinin makinaya uygulanacak düzeylerde olması gerekmektedir.

Çalışmaya patent ve piyasa araştırması ile başlanmıştır. Piyasada otomatik temizlenen filtre tasarımına sahip tek bir ürün bulunmaktadır. Bu ürün şu anda herkes tarafından kullanılmayan üstten yüklemeli çamaşır kurutma makinası tipidir. Şu anda kullanılan mevcut çamaşır kurutma makinası tiplerinde otomatik temizlenen filtrelili bir makine bulunmamaktadır.

Patent araştırmaları çok önemli olmaktadır. Yapılan patent araştırmalarında bu konu üzerine alınmış veya başvurusu yapılmış çok sayıda patent bulunmaktadır. Patent kısıtları ciddi bir şekilde irdelenmiş bizi kısıtlayabilecek yöntemler belirlenmiştir. Ayrıca bu patent araştırmasından diğer firmaların bu konu üzerinde ciddi bir şekilde çalıştıkları çıkartılabilir.

Çeşitli kaynaklardan filtre ile ilgili literatürler incelenmiştir. Bu literatür incelemesi sonucunda filtre temizleme ile ilgili hangi yöntemlerin kullanılabileceği belirlenmiştir.

Bu yöntemler sonucunda çalışılabilecek konular ayrılmış ve bunlar sonucunda çeşitli fikirler ve bunlar sonucunda konseptler oluşturulmuştur. Laboratuvar çalışmalarında bu konseptlerle ilgili ön çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmaların sonucunda hangi yöntem ile ilerleneceği seçilmiştir.

Seçilen konsept ile ilgili ek bileşen gereksinimleri oluşmuştur. Bu bileşenler çeşitli literatürlerden ayrıntılı bir şekilde araştırılmıştır. Hangi tip bileşenlerin kullanılabileceği belirlenmiş ve ayrıntılı incelenmiştir.

Seçilen konsept ile ilgili temizleme şekillerinden daha iyi olanını belirleyebilmek için bir test düzeneği oluşturulmuş ve testler gerçekleştirilmiştir. Testler sonucunda makinada uygulanmak üzere bir yöntem seçilmiştir. Karar verilen bu yöntem makinada prototipi yapılarak uygulanmıştır.

## **SELF CLEANING FILTER DESIGN FOR DRYERS**

### **SUMMARY**

In recent years development on the white goods sector, shows improvement in parallel with technological developments in the field. The products, which are user friendly and have best energy efficiency, gains advantage and prestige against the rival products. Primary aim of this work is making a user friendly dryer without decreasing the energy efficiency.

There are particles, which are come out from the laundries are called lint. Lint come from the laundries while using and washing. These particles remain at the laundries when the user places them to the dryer. These particles transfer to the process air by the high airflow generated in the dryer. Lint, which are in process air, accumulates at the important parts of the dryer and in time this accumulation causes dryer to stop working.

There is a filter in the dryer for collecting that lint from the process air. This filter has a filter mesh, which collects the lint. At the end of each cycle, the user should clean the filter.

Most of the lint catch by the filter but some of them pass from the filter mesh. For some products, this filter's catch ratio is acceptable, but for others it is not. Additionally to this filter, there are two filters more for the dryers that needs more catch ratio. Thus, life of the dryer is extended.

Every cycle, user should clean the lint filter. In addition, the user should clean additional filters in some dryer types after five cycles.

Cleaning of the lint from the lint filter after every cycle is not a user-friendly process. When we reduce the interaction of the user with the lint, the dryers that have self-cleaning filter will be a preferable product.

Aim of this work is designing a filter for catching the lint in the process air of the dryer which is cleaning by automatically. With this, user's interaction with lint and dirt will be reduced. Also there will be no need to clean lint filter after every cycle. With all of these, the dryer will be more easy to use and in the market, it will be more preferable.

What is demanding from this work is designing a filter, which is not necessary to clean it for about ten turns. Furthermore, this filter should not affect the energy efficiency negatively. This design's economic conditions are also very important. The cost of this self-cleaning filter should not be high.

First and the most important part is patent and market research. In market, there is only one product, which has self-cleaning filter. This product is a top loading dryer, which is not widely used in every country. Front loading dryer type is more common and there is not any self-cleaning filter in this type of dryer.

The patent research for self-cleaning filter design is very critical for us. In patent research lots of patents and patent applications are seen for self-cleaning filter design. Each of the patents that can limit us were examined carefully. With this examination the methods, which could limit us defined. Also with this patent research, we can easily say that other companies are working for this topic seriously.

Literatures about filters were examined from different sources. Filters are in use of different fields in market. The filters that could be suitable for dryers examined. For conclusion of this research, the dryer's present filter is better for self-cleaning and decided to work for this type of filter.

As a result of this literature and patent research for dryer filter three methods selected. These methods are; cleaning with counter airflow, water assisted cleaning and cleaning with mechanical action.

With these methods the subjects, which can be studied selected. These selected subjects, ideas and concepts were generated. In laboratory preliminary works about these concepts were done. As a result of these preliminary works, which method will be used was chosen.

To apply chosen concept to dryer, necessary components were selected. In this chosen concept, these components are pump and nozzles. For the chosen concept, necessary nozzles for cleaning were searched with the help of nozzle catalogues. Places where the nozzles can place inside the machine selected. Nozzle dimensions were chosen according to these places.

Nozzles have a certain flow rate and pressure to work. Nozzles work optimal at that flow rate and pressure value. Flow rate and pressure affects the velocity of the water, which exit the nozzles. With high pressure and flow rates, we gain high water velocity values from nozzle exit and with high velocity values, high impacts to the filter are obtained.

Pressure and flow rate value is critical for the water angel, which exit the nozzle. Below the specific pressure values, nozzles cannot give the desired water exit angle. Pressure and flow rate values are also important for uniform spray, which is very important for full cone nozzles. With low-pressure and flow rate values, full cone nozzles cannot spray uniformly, weak at the center strong at the edges. This spray pattern has negative effect for the filter cleaning. Uniform spray pattern gives us the best filter cleaning and this uniform spray can be obtained by pressure and flow rate. For these flow rates and the pressure values are very important for the pump selection. The pump should meet flow rates and pressure values for nozzles.

Condensed water will be used for the spray. Thus, water volume for the spray is limited in the dryer. This volume limits flow rate values and flow rate values limit the selection of powerful pumps.

Pump dimensions are also important. Pumps will be placed in dryer and in dryer, there are not much places to put big components. Smaller pumps will be better for positioning. While searching pumps, these criteria have been considered. Pumps have been searched from the catalogues. Pumps, which can be suitable for us were chosen from these catalogues by the criteria explained above.

For filter cleaning, which types of nozzles are effective and which places to locate should be determined. For determine the nozzles and places a test setup is prepared. Filter and a nozzle facing this filter can be mounted in this setup. In this setup, a nozzle installation facing the filter is present. This nozzle installation can be placed at various positions and angels. When designing the setup it is considered that, the dimensions should be smaller. With that setup wide range of positions and angels were tested.

The tests that have done on the setup are split up to two as spray to filters inner surface and outer surface. These tests are also split up according to nozzle types. Angled tests have been specified according to nozzle types. At cleaning tests, the results analyzed and with the help of these results, one of the efficient cleaning methods has been chosen.

A prototype set for test according to chosen method in dryer. The prototype set like one plane lint filter. Thus, the number of these nozzles can be reduced. In our current filter, there are four surfaces. Each surface should be cleaned every cycle. If we want to use our current filter we should use four nozzles. With four nozzles, we need pump that have more powerful and bigger. When we use one plane filter the nozzle number decreases to two. With these numbers pump that chosen for tests can be usable.

For the use of one plane lint filter, there should be a flat plane behind the filter. That plain does not exist on the filter current location. For that, the prototype set like two parts. One part is lint filter and the other one is a plane that filter sits.

One plane filter should be removable. Thus, the drain hole and gasket groove designed in filter pad.

The nozzle holes are in filter pad. Nozzles were placed to these holes and fixed. These nozzles are making effective cleaning at specific distance and specific angles. These distances and angles specified at tests. With the help of these tests for prototype, the distance and angle of the nozzles were adjusted.

In filter pad, there is another groove which water full of lint flows. This groove has an angle relative to the ground. Thus, the water full of flint flows from this groove and exits the filter from the drain hole.

With removable filter we can know the filling and cleaning level. In addition, the condenser that locates under the filter location should be removable and this limits our filter height.

The tests were done in a condenser dryer. The filter pad fixed to the front seating with screws. For placing the nozzles in front seating and front wall the holes were opened. The nozzles were placed to these holes. Backside of the machine another hole was opened for the evacuation of the condense water. Condense water which condenses in condenser accumulates in pump housing. When the water level reaches at specific level, pump works. With this hole pump never works and the water accumulates in a tank which is outside of the machine. So the water level and the lint in condense water can be seen.

The dirty water also taken in a tank that is outside of the machine. With this amount of the lint, which comes from the cleaning water, can be seen. Some of the lint can pass to the condense water. But amount of the passing lint is not very high and not very important.

In tests, there were two cleaning phases. First cleaning is in the middle of the cycle and the second one is at the end of the cycle. After every cycle the accumulation of lint in filter were observed. The auto clean filter and the normal filter compared after every cycle. Accumulation of the lint in auto clean filter occurs slowly. The auto clean filter can work smoothly for about ten cycles. Without auto clean filter, dryer can work 4 cycle smoothly.

## 1. GİRİŞ

İnsanlar geçmişten günümüze kadar çamaşır kurutmak için güneş enerjisini kullanmışlardır. Açık havalarda dış ortama konulan çamaşırlar güneşin etkisi ile hızlıca nem kaybetmekte ve kurumakta, nemli ve soğuk havalarda ise iç ortamlarda asılarak zamanla kurumaktadır. İnsanlar geçmişten günümüze dek bu en basit, fakat uğraştırıcı ve sağlıksız kurutma şeklini tercih etmektedirler.

1800 yılında Fransa’da M.Pochon vantilatör isimli ilk tamburlu kurutucu olan cihazı icat etti. Elde sıkılmış nemli çamaşırlar yuvarlak delikleri olan metal bir tambura konularak makinanın kolu çevrilirdi. Kolun dönmesi ile ateş üzerindeki tambur döner ve çamaşırlar yavaşça kurutulurdu [1].

1940’lı yıllarda endüstriyel tasarımcı Brooks Stevens ilk cam kapaklı elektrikli çamaşır kurutma makinasını geliştirdi [2]. Bu modern elektrikli çamaşır kurutma makinasında, elektrikli bir ısıtıcının üzerinden geçirilen hava ısıtılarak ıslak çamaşırların üzerinden geçirilmektedir. Bu sıcak hava nemli çamaşırlardan nemi alarak kurutma işlemini gerçekleştirmektedir.

Bu makinaları takiben teknolojinin gelişmesi ile önce bacalı daha sonra sırası ile kondenserli (yoğuşturuculu) kurutma makinaları ve daha az enerji harcayan ısı pompalı kurutma makinaları üretilmiştir.

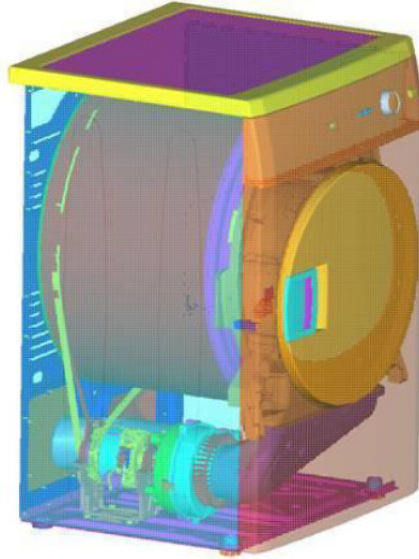
### 1.1 Tamburlu Kurutma Makinaları

Evlerde kullanılmak üzere üretilen kurutma makinası tipleridir. Kondenserli, bacalı ve ısı pompalı olmak üzere üç çeşidi vardır. Bacalı kurutma makinaları enerji tüketimi en yüksek tamburlu kurutma makinası tipidir ve açık çevrimle çalışırlar. Kondenserli kurutma makinalarında proses (kurutma) havası kapalı çevrimle çalışmaktadır. Enerji verimliliği açısından orta sınıf kurutma makinası tipidir. Isı pompalı kurutma makinalarında çevrimler tamamen kapalı gerçekleşmektedir. Şu anda enerji verimliliği bakımından en verimli tamburlu kurutma makinaları ısı pompalı olanlarıdır.

### 1.1.1 Bacalı kurutma makinaları

Bacalı tip kurutma makinaları tambur, tambur motoru, motora bağı bir fan, elektrikli ısıtıcı ve hava kanalından oluşmaktadır. Motorun çalışması ile döndürülen fan ortam havasını emerek elektrikli ısıtıcıya havayı yönlendirir. Elektrikli ısıtıcıda ısıtılan hava, tambur deliklerinden geçerek tambur içerisine girer ve nemli çamaşırların üzerinden geçerek çamaşırlardaki nemle ve lifle yüklenir, nemli ve lifli hava tamburdan çıkar. Tamburdan çıkan nemli ve lifli hava filtre üzerinden geçerek çamaşırlardan almış olduğu lifleri filtreye bırakır. Buradan hava kanalına, hava kanalından da baca bağlantısı ile nemli hava dışarı atılır. Tambur çıkışındaki nemlenmiş havanın sıcaklığı, tambur girişindeki havanın sıcaklığından daima düşüktür.

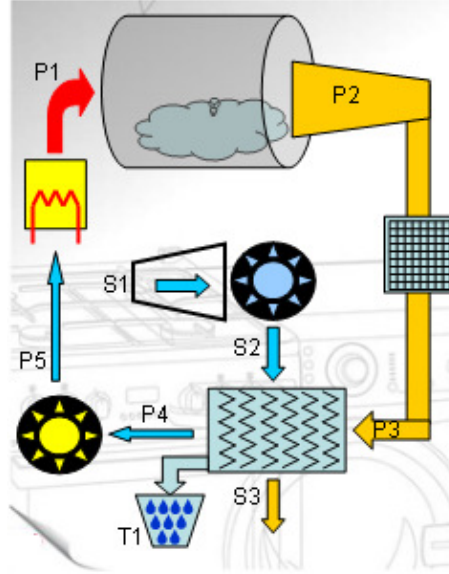
Bacalı kurutma makinaları, diğer tamburlu kurutma makinalarına göre oldukça basit ve ucuzdurlar. Fakat verimlilikleri düşüktür. Ayrıca nemli havanın dışarı atılması gerektiği için baca bağlantısı gerekmektedir. Bacalı çamaşır kurutma makinası şekil 1.1’ de görülmektedir.



**Şekil 1.1** : Bacalı çamaşır kurutma makinası.

### 1.1.2 Kondenserli çamaşır kurutma makinaları

Bacalı kurutma makinalarındaki gibi tambur, tambur motoru, motora bağlı bir fan, elektrikli ısıtıcı bulunmaktadır. Bacalı kurutma makinalarından farklı olarak baca bulunmamakta bunun yerine bir kondenser bulunmaktadır. Kondenserli çamaşır kurutma makinası çevrimi şekil 1.2’ de görülmektedir.



**Şekil 1.2 :** Kondenserli çamaşır kurutma makinası.

Biri açık diğeri kapalı olmak üzere iki çevrimi bulunmaktadır.

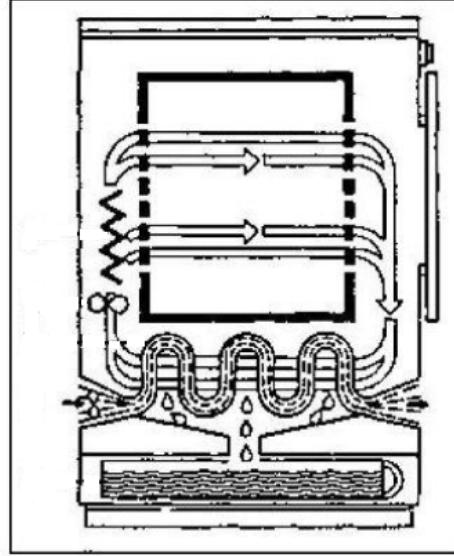
Kapalı çevrim (P); tambur içerisindeki nemli çamaşırların kurutulmasını sağlayan sıcak havanın bulunduğu çevrimdir. Dışarı ile bir bağlantısı olmamakta, sistem içerisinde kapalı bir çevrim yapmaktadır.

Açık çevrim (S) ise dışarıdan alınan havanın kondenser üzerinden geçirilip, kapalı çevrimin soğutulmasında kullanılan çevrimdir.

Kapalı çevrimde tamburdaki çamaşırlardan nemi alan sıcak hava, filtre bölgesinden geçerek liflerini bırakıp kondensere girer. Kondenserde açık çevrimdeki dışarıdan çekilen soğuk hava ile metal yüzeyler vasıtası ile ısı transferi gerçekleştirip yoğunlaşarak çamaşırdan almış olduğu nemi bırakır. Kondenserde soğuyan ve nemini bırakan proses havası bir fan vasıtasıyla ısıtıcıya gönderilir. Isıtıcıda ısıtılan hava tambura gönderilip çamaşırların nemini alır.

Açık çevrim ise motora bağlı soğutma fanı ile dışarıdan çekilerek kondenserden geçirilir. Bu esnada kapalı çevrim ile ısı transferi gerçekleşir. Daha sonra hava

yanlardan dışarıya atılır. Kondenserli çamaşır kurutma makinası çalışma prensibi şekil 1.3’ de görülmektedir.

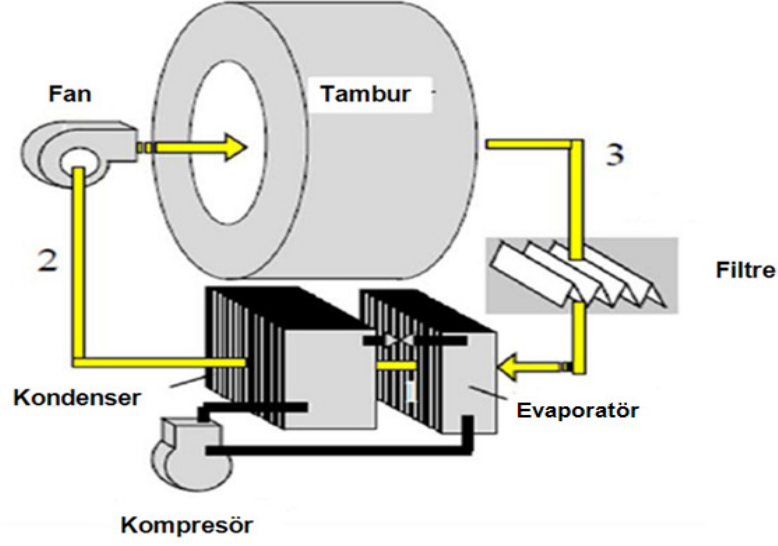


**Şekil 1.3 :** Kondenserli çamaşır kurutma makinası çalışma prensibi [3].

Kondenserli kurutma makinalarında kapı filtresinden kaçan lifler kondenserde de birikmektedir. Kondenserin 30 çevrimde bir, kapı filtresinin her çevrim kullanıcı tarafından temizlenmesi istenmektedir. Temizlenmediği takdirde enerji verimliliği düşmekte ve kurutma süreleri uzamaktadır. Ayrıca filtrenin tamamen dolduğu durumlarda kurutma gerçekleşmemektedir.

### **1.1.3 Isı pompalı kurutma makinaları**

Birbirinden bağımsız iki hava çevrimi bulunmaktadır. İlki kompresör ve eşanjörlerde (ısı değiştiricilerinde) dolaşan çevrimdir. Burada soğutucu akışkanın kompresör vasıtası ile basıncı artırılır. Basıncı artmış olan gaz kondenserden geçirilerek sıcaklığı düşürülür ve sıvı fazına geçer. Kondenserden çıkan sıvı fazdaki soğutucu akışkanın kapiler (kılcal) borular ile basıncı düşürülür. Sıvı fazdaki soğutucu akışkan daha sonra evaporatörden (buharlaştırıcı) geçirilerek buhar fazına geçer. Isı pompalı çamaşır kurutma makinası çalışma prensibi şekil 1.4’ de görülmektedir.



**Şekil 1.4 :** Isı pompalı kurutma makinası çalışma prensibi [4].

İkinci çevrim proses havasının dolaştığı çevrimdir. Burada kondenserden çıkan sıcak proses havası fan vasıtası ile tambura yönlendirilir. Tamburdan yüksek debi ve sıcaklık ile geçen proses havası tamburdaki çamaşırlardan nemi alır. Nemlenen hava filtreden geçerek evaporatöre girer. Burada sıcaklığı düşürülür ve üzerinde barındırdığı nemi burada bırakır. Proses havası daha sonra kondensere yönelir. Burada ilk çevrimdeki faz değiştiren soğutucu akışkan ile ısı transferi sonucu sıcaklığı artar. Sıcaklığı artan proses havası fan ile tambura yönlendirilir.

## 1.2 Kurutma Makinası Bileşenleri

### 1.2.1 Kondenser

Kondenserli makinalarda proses havasının soğutularak nemini bırakmasını sağlamaktadır. Soğutma havası ile proses havası arasında bulunan metal malzeme sayesinde ısı transferi gerçekleşmektedir. Soğuyan proses havası, üzerindeki nemi bırakmakta ve kondanserde yoğunlaşma gerçekleşmektedir. Şekil 1.5' de çamaşır kurutma makinası kondenseri görülmektedir.



**Şekil 1.5 :** Kondenser [5].

Isı pompalı makinalarda ise soğutucu akışkanın proses havası ile ısı transferi ile ısı kaybettiği bileşendir. Proses havasının ise bu esnada ısıtılması işlevini görmektedir.

### **1.2.2 Evaporatör**

Isı pompalı makinalarda bulunmaktadır. Üzerinde birçok fin (metal yüzey) bulunmaktadır. Proses havası finler içerisinden geçmektedir. Bu esnada soğutucu akışkan tarafından ısı transferi gerçekleşmektedir. Proses havasındaki nemin yoğuştuğu bileşendir. Isı pompalı kurutma makinalarında performans açısından önemli bir bileşendir. Isı transfer katsayısı yüksek olan metallerden üretilmektedir. Şekil 1.6’ da ısı pompalı makinalarda kullanılan evaporatör görülmektedir.



**Şekil 1.6 :** Evaporatör [5].

### 1.2.3 Motor

Tambura ve fanlara hareketini veren bileşendir. Tambura kayış kasnak mekanizması ile bağlıdır. Yüksek çevrim oranı ile tambur çok daha yavaş dönmektedir. Fanlar için gerekli yüksek devirleri sağlamaktadır. Şekil 1.7' de proses fanı ve tambura hareketini veren çamaşır kurutma makinası motoru görülmektedir.



Şekil 1.7 : Motor [5].

### 1.2.4 Tambur

İçerisinden sıcak havanın geçtiği, çamaşırların döndürüldüğü ve kurutulduğu bileşendir. Arka tarafında bulunan açıklıklardan proses havası tambura girmektedir. Tambur içerisinde, tamburun dönmesi ile hareket eden çamaşırların üzerinden bu sıcak hava geçmektedir. Şekil 1.8' de çamaşır kurutma makinası tamburu görülmektedir.



Şekil 1.8 : Tambur [5].

### 1.2.5 Isıtıcı

Elektrik enerjisinin ısı enerjisine dönüştüğü bileşendir. Kondenserli ve bacalı makinalarda proses havasını ısıtmaktadır. Tamburun hemen arkasında bulunmaktadır. Proses fanının hareketi ile hareketlenen hava tamburun hemen arkasındaki bu ısıtıcıdan geçmekte ve sıcaklığı artmaktadır. Şekil 1.9’ da ısıtıcı görülmektedir.



Şekil 1.9 : Isıtıcı [5].

### 1.2.6 Fan

Proses havasının, kondenserli makinada ayrıca soğutma havasının hareketini sağlayan bileşendir. Motor tarafından döndürülmektedir. Kurutma makinasındaki debiyi sağlayan bileşendir. Şekil 1.10’ da çamaşır kurutma makinalarında kullanılan çeşitli tip proses fanları görülmektedir.



Şekil 1.10 : Fan [5].

### 1.2.7 Su tankı

Kondenserli ürünlerde kondenserde, ısı pompalı ürünlerde evaporatörde yoğuşan yoğuşma suyu pompa haznesine gitmektedir. Burada belirli bir seviyeyi aşan su pompa ile su tankına gönderilmektedir. Su tankı yoğuşma suyunun biriktirildiği ve her çevrim kullanıcı tarafından çıkartılıp boşaltılan bileşendir. Sekil 1.11’ de yoğuşma suyunun biriktirildiği su tankı görülmektedir.



Şekil 1.11 : Su tankı [5].

### 1.2.8 Pompa

Kondenserli ve ısı pompalı kurutma makinalarında yoğuşan suyu pompa haznesinden su tankına gönderen elemandır. Düşük basınç ve düşük debili bir santrifüj pompadır. Şekil 1.12’ de yoğuşma suyu pompası görülmektedir.



Şekil 1.12 : Yoğuşma suyu pompası [5].

### 1.2.9 Filtre

Kurutma esnasında çamaşırlardan çıkan ve yüksek debi ile proses havasında ilerleyen liflerin tutulduğu bileşendir. Liflerin birikmesi sonucu tıkanmakta ve performansı olumsuz etkilemektedir. Her evrim sonunda kullanıcı tarafından temizlenmesi gerekmektedir.

Bacalı ve kondanserli kurutma makinalarında n yatak bölgesinde bir filtre bulunmaktadır. Isı pompalı kurutma makinalarında ise evaporatörde lif birikmesi kritik olduğundan dolayı bir tane n yatak bölgesinde iki tane de evaporatörün önünde bulunmaktadır. n yatakta bulunan filtrelerin her çevrim, evaporatör önünde bulunan filtrelerin 5 çevrimde bir temizlenmesi gerekmektedir. Çamaşır kurutma makinalarında kullanılan filtre elemanları Şekil 1.13' de görülmektedir.



Şekil 1.13 : Filtre [5].

### 1.3 Tezin Amacı

Kurutma makinalarında hava hareketinin etkisi ile çamaşırlardan lif diye adlandırdığımız partiküller çıkmaktadır. Bu partiküller hava hareketi ile kurutma makinasının bileşenlerinde birikmektedir. Kondenserde ve evaporatörde biriken bu lifler kurutma makinasının verimini düőürmekte, kurutma süresini uzatmakta, aşırı birikmede ise çamaşırların kurumamasına neden olmaktadır. Bacalı kurutma makinalarında ise çıkış borusunu tıkayıp kurutma makinası sıcaklıklarını arttırmaktadır. Bu olumsuzlukların önüne geçebilmek için kapı bölgesine lif filtresi konulmuő, hava akımı ile taőınan liflerin bu filtre ile tutulması sağlanmıştır. Bu lif filtresi her çevrim dolmakta ve temizlenmediği takdirde kurutma makinası performansını düőürmekte ve sıcaklıkları arttırmaktadır. Bu nedenle lif kapı filtresinin her çevrim sonunda kullanıcı tarafından temizlenmesi istenilmektedir.

Bu çalışmada lif filtresinin kullanıcı tarafından değil, otomatik olarak makina tarafından temizlenmesi amaçlanmıştır. Böylece performans düşüşü olmayacak, kullanıcı her çevrim sonunda filtrede biriken pislikleri görmeyecek, onla etkileşime geçmek zorunda kalmayacak, kullanım kolaylığı sağlanmış olacaktır.

## **1.4 Literatür Araştırması**

### **1.4.1 Amaç**

Literatürde bulunan ve çeşitli yerlerde kullanımda olan hava filtreleri araştırılmıştır. Bu şekilde kurutma makinalarında şu anda kullanılan filtre ve piyasada bulunan diğer filtre grupları hakkında bilgi edinilmiştir.

### **1.4.2 Hava filtresi çeşitleri**

Çamaşır kurutma makinası proses havasında bulunan liflerin tutulması istenmektedir. Bu sebeple hava filtreleri incelenmiştir. Piyasada çeşitli hava filtreleri bulunmaktadır. Bunlar; kuru filtreler, ıslak filtreler, ıslak veya kuru filtreler, panel filtreler ve separatörlerdir [6].

#### **1.4.2.1 Kuru filtreler**

Kuru filtre belirli bir boyutun üzerindeki parçacıkların geçişinde fiziksel bir bariyer oluşturan mekanik bir elemandır. Kuru filtreler form yapıları ve seçilen filtrelere bağlı olarak, derin veya yüzeysel filtreleme sağlamaktadır [6].

En basit örnek olarak uygun gövdeye yerleştirilmiş bir büzgülü kağıt verilebilir. Büzgüler elemana hem rijitlik; ki bu şekilde çok fazla bir güçlendirmeye gerek kalmamakta, hemde yüksek bir yüzey alanı sağlamaktadır [6]. Bu tip bir filtre şekil 1.14' de görülmektedir

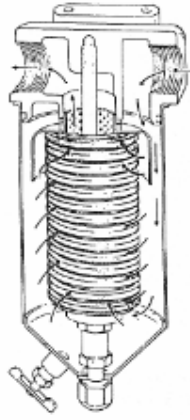


**Şekil 1.14 : Büzgülü kuru filtre örneği [6].**

Hava dışarıdan içeriye doğru çekilmektedir. Bu şekilde toz parçacıkları ve diğer katı istenmeyen tanecikler, elemanın dış yüzeyi sayesinde havadan ayrıştırılır. Bu tip filtreler içten yanmalı motorlarda giriş havasının temizlenmesi gibi uygulamalarda veya debinin ortalama ve basınç düşümünün az olması gereken benzer uygulamalarda sıklıkla kullanılmaktadırlar [6].

Kuru filtreler dizayna ve büyüklüğe bağlı olarak değiştirilebilir veya temizlenebilir elemanlardır. Bazı dizaynlarda ters akış kullanılarak elemanın çıkartılmadan temizlenebilmesi sağlanmaktadır. Bazılarında ters akışa ek olarak ayrıca titreşim hareketi de kullanılmaktadır [6].

Yüksek debilerde veya yüksek hava basıncında, giren havanın kanatlar yardımıyla saptırılmasının veya girişin şekli ile giriş havasının girdap hareketi yapmasının avantajları vardır. Santrifüj akış şekli, katıları dışarı gövde duvarlarına doğru çarptırmaktadır. Taneciklerdeki hız düşüşü, hava filtre elemanından dışarıdan içeriye doğru geçerken taneciklerin gövde altına düşmelerine neden olmaktadır. Girdap akışlı filtre elemanı şekil 1.15’ de görülmektedir [6].

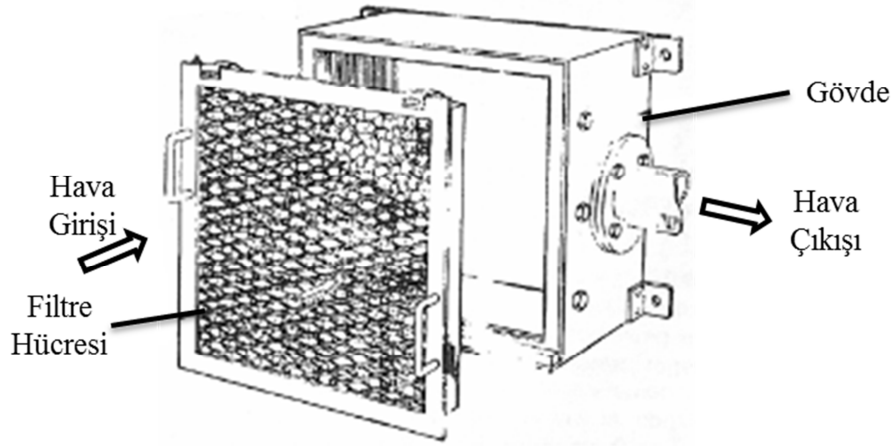


**Şekil 1.15 :** Girdap akışlı filtre elemanı [6].

Böyle bir dizaynda önemli ek bir şey de filtrenin alt tarafındaki şekle özel bir dikkat gereksinimidir. Bu şekilde santrifüj etki ile ayrılan sıvı veya katılar tekrardan elemana gitmemelidir. Bunun anlamı altta ölü bir alan oluşturulması gerektiğidir [6].

#### 1.4.2.2 Islak filtreler

Islak filtreler gözenekleri bulunan, gözenekleri yağ ile ıslatılmış yüzeysel veya hücreli yapılardır. Filtreleme, tozların yağ ile ıslanmış geniş filtre alanına çarpması ile gerçekleşmektedir. Bu filtre viskoz çarpmalı filtre diye adlandırılmakta ve geçmeye çalışan katı parçacıkları mekanik yapı değil, yağlı yüzey tutmaktadır. Viskoz çarpmalı filtre performansı tamamen yağın filtreyi ıslatmasına bağlıdır. Eğer yağ filmi kuru veya düzenli bir şekilde dağıtılmamışsa performans düşecektir. Islatmayı gerçekleştirebilmek için yağ, filtreye yağ banyosundan sağlanmaktadır. Şekil 1.16’ de viskoz çarpmalı hava filtresi görülmektedir [6].

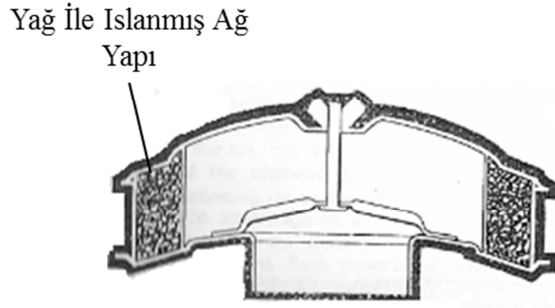


**Şekil 1.16 :** Viskoz çarpmalı hava filtresi [6].

Avantajları; basitlik, düşük basınç kaybı, ve düşük hızlar için büyük hacimlerde çalışabilmesidir. Yağı yüzeyden uçuracağı için yüksek basınçlarda kullanılması uygun değildir [6].

Yağ banyolu filtre ıslak ve viskoz çarpmalı etki ile filtrelemeyi beraber yapmaktadır. Hava alt tarafta bulunan yağın içinden geçmekte, yağ katı partiküllerin bir kısmını tutarak ayırma işlemini gerçekleştirmektedir. Hava ve kalan katı partiküller yağ sisi ile birlikte genellikle dokuma çelik tellerden yapılmış olan filtreye gelerek çarpar. Bu eleman veya yüzey devamlı bir şekilde bu yağ sis ile ıslanmakta ve bu etki viskoz çarpmalı filtrelemeyi sağlamaktadır. Devamlı yağ sisi beslenirken aynı zamanda filtre yüzeyinde yağın yoğunlaşması gerçekleşmektedir. Bu da içerisinde partiküller bulunan yağın, yağ banyosuna geri dökülmesini sağlamaktadır. Bu durumda filtre elemanı kendi kendini temizlerken, partiküller yağ banyosunda toplanmaktadır.

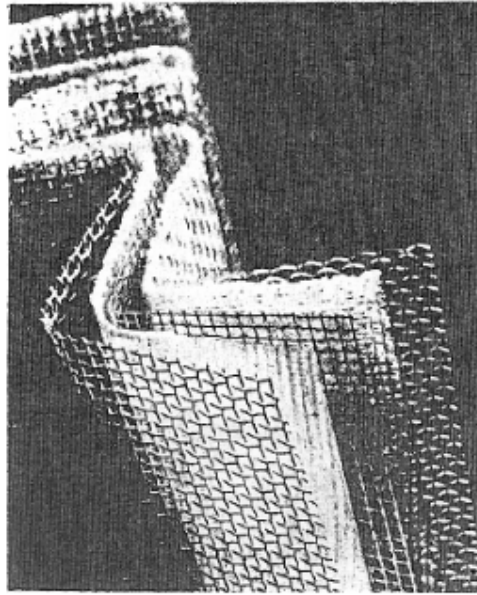
Gerektiği zaman partiküller yağ banyosundaki yağdan temizlenmeli veya yağ değiştirilmelidir. Şekil 1.17’ de yağ banyolu hava filtresi görülmektedir [6].



Şekil 1.17 : Yağ banyolu hava filtresi [6].

#### 1.4.2.3 Islak veya kuru filtreler

Islak veya kuru şekilde çalışan filtreler dizayn edilebilmektedir. Yağ ile ıslatılmış çelik dokuma olan filtre etkinliği çok azalsa da kuru şekilde de filtreleme yapabilmektedir. Islak veya kuru filtrelerde tatmin edici bir performans için elemanın gerçek bir filtre gibi dizayn edilmesi gerekmektedir [6].



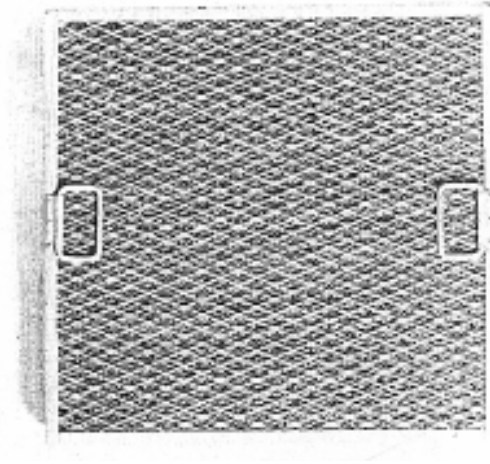
Şekil 1.18 : Çok katmanlı ıslak veya kuru filtre [6].

Buna örnek olarak şekil 1.18’ de de görülen eleman gösterilebilir. Elemanda üç katmanlı metal tüller bulunmaktadır. Bu metal tüllerin arasına toplam iki katman olmak üzere pamuklu tül yerleştirilmiştir. Bu durum kuru durumdayken etkili bir filtreleme sağlarken, yağ ile ıslatılmış durumda çok etkili bir filtreleme

gerçekleştirilmektedir. Burada pamuklu tül katmanları yağ için bir hazne görevi görmektedir [6].

#### 1.4.2.4 Panel filtreler

Klima ve havalandırma cihazlarında, düşük hava hızları ve çok az bir basınç düşümü olacak şekilde büyük hacimlerde hava akışı söz konusudur. Gerekli filtre kapasiteleri çok yüksek değerlere çıkabilmektedir. Bu değerlerde çalışabilmek ve aynı zamanda az bir basınç düşümü sağlayabilmek için yüksek filtre alanları gerekmektedir. Bu sebeple filtreler genellikle yüzeyler veya paneller şeklinde olmaktadır. Eğer gerekli ise filtre alanını büyütmek adına yüzeyler veya filtre hücreleri birbirlerine monte edilebilmektedir. Şekil 1.19’ de bir panel filtre görülmektedir [6].



**Şekil 1.19 :** Panel filtre [6].

Basit yüzeyler temel yapılarıdır. Büzgülü veya oluklu eleman, kare veya dikdörtgen bir çerçeveye montedir. Yeniden kullanılabilir olup olmadıklarına göre üç başlık altında sınıflandırılabilirler [6].

Temizlenemeyen cinsten olan filtrelerde bütün panel, basınç düşüşü kabul edilebilir bir seviyenin altına düştüğünde atılarak yerine yenisi takılır. Diğer paneller panelin yerinden çıkartılarak el ile veya elektrikli süpürge ile temizlenebildiği yarı sabit elemanlar olarak dizayn edilebilirler. Gerçekleştirilebilecek temizleme sayıları sınırlıdır. Bunlara yarı sabit panel denilmektedir [6].

Çıkartılıp yıkanarak temizlenen sabit panellerin daha dayanıklı elemanları bulunmaktadır. Bunlar metalik elemanları bulunan kuru filtrelerden veya viskoz panel filtrelerden oluşabilmektedir [6].

### 1.4.2.5 Ayırıcılar

Ayırıcıların çalışma prensibi akışkan hız ve yönünün ani olarak değişmesi ile akışkanın barındırdığı partiküllerin kendi ataletlerinin etkisi ile akıştan ayrılması şeklindedir. Teorik olarak partikülün akışkandan ayrılması için gerekli hız, partikülün yoğunluğunun ve çapının karesi ile doğru, akışkanın viskozitesi ile ters orantılıdır (1.1) [6].

$$Hız = \frac{\rho d^2}{\mu} \quad (1.1)$$

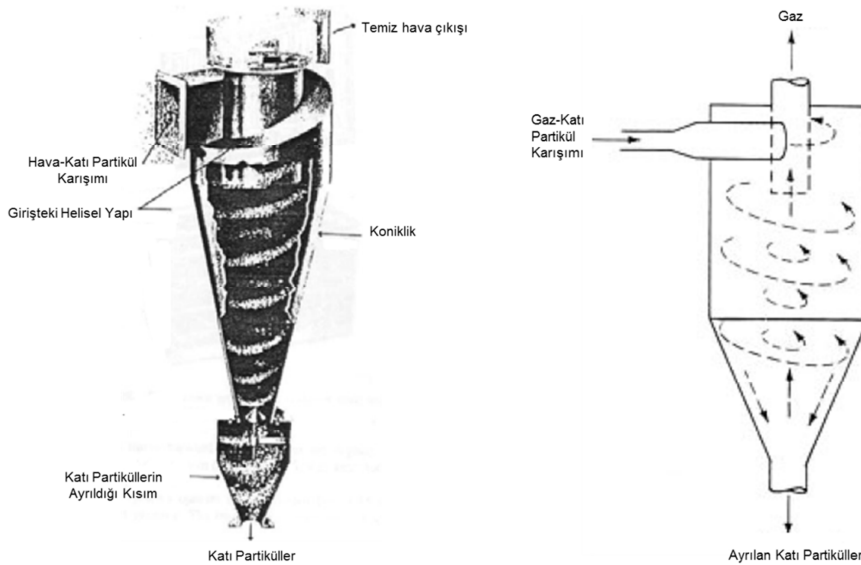
$$Hız = K \frac{\rho d^2}{\mu} \quad (1.2)$$

Bu ilişki partiküllerin çok küçük olmadığı durumlar için geçerlidir [6].

Ayrıca bu durumda akışkanın tam olarak statik olduğu kabul edilmiştir. Akışkanın hareketi lokal düşey hızlar oluşturmakta bu da partiküllerin düşme hızını etkilemektedir [6].

### Siklonlar

Siklonlar akışkanda girdap şeklinde bir akış oluşturarak akıştaki daha yoğun partikülleri akıştan ayıran aerodinamik veya hidrodinamik ayırıcılardır. Siklonik ayırıcıların çalışma prensibi şekil 1.20' de görülmektedir [7].



Şekil 1.20 : Siklonik ayırıcılar [7].

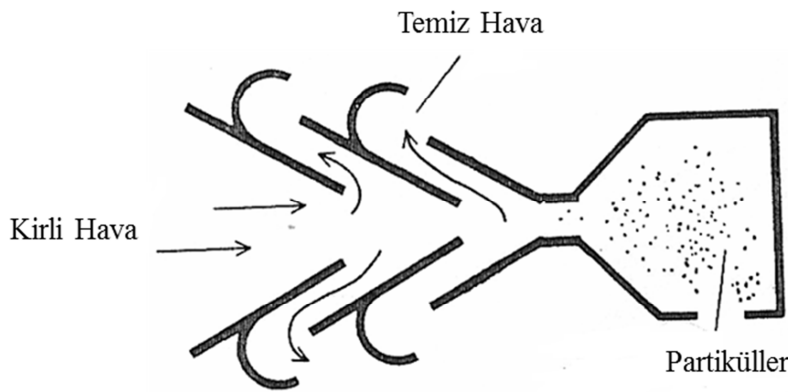
Küçük partiküllerin ayrıştırılmasında çok kullanılan bir yöntemdir. Katı partiküller santrifüj kuvvetler ile hızlandırılıp ayrılmaktadır. Temel olarak partikül-gaz karışımı elemana teğetsel bir şekilde girer. Partiküllerin siklonik ayırıcının duvarlarına oradan da cihazın alt kısmına gitmesi sağlanır. Gaz ilk önce aşağı daha sonra yukarı doğru hareket ederek cihazdan çıkar [7].

Siklonik ayırıcı dikey bir silindirdir ve bu silindirin alt tarafında bulunan konik bir yapıdan oluşmaktadır. Gaz-katı partikül karışımı dönme hareketi yaparak ilerler ve siklondaki spiral veya girdap şeklinde oluşan akış formu santrifüj kuvveti oluşturur. Bu santrifüj kuvvet partikülleri siklonik ayırıcının duvarına fırlatır. Partiküllerin duvara çarpması ile partiküller konik kısmın alt tarafına aşağıya doğru düşmektedir [7].

Hava akışı ise konik yapının alt kısmına ulaştığında konik kısmın formundan dolayı daha küçük bir spiral yaparak yukarı yönlü hareket eder. Böylece yukarı ve aşağı yönlü olmak üzere aynı doğrultuda iki adet spiral akış oluşmaktadır [7].

#### **Aerodinamik hava temizleyiciler**

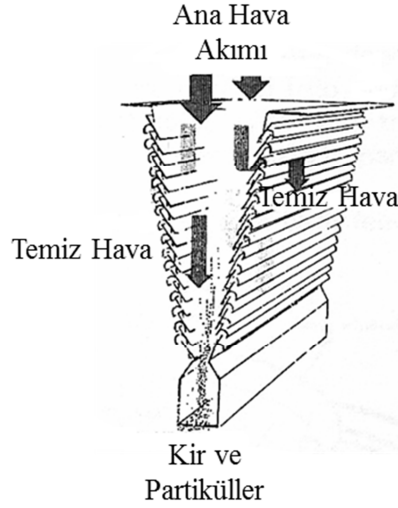
Basit formdaki bir hava temizleyicisi şekil 1.21’ de görülmektedir. Hava temizleyicide özdeş olarak iki tarafta da eşit boşluklu lameller bulunmaktadır. Bu lameller dar geçitler oluşturarak havanın buralardan geçmesini sağlamaktadır. İstenmeyen partiküller ile dolu olan kirli havanın gelip partikülleri biriktirdiği kapalı bir bölme bulunmaktadır [6].



**Şekil 1.21 : Hava temizleyicisi [6].**

Temizleyicinin çalışması şekil 1.22’ de gösterilmektedir. Ana hava akımı direkt olarak temizleyiciye girmektedir. Temizleyiciye giren hava ani olarak yön değiştirerek panjurlu yapıdan dışarıya çıkmaktadır. Bu ani yön değiştirme ile

partiküller ataletleri sebebi ile yollarına devam edip ana hava akımından ayrılırlar. Ana hava akımından ayrılan partiküller haznede toplanırlar. Bu sırada ana hava akımından %10 luk bir hava bu hazneye gelmektedir. Bu hava akımı devamlı bir şekilde haznede biriken partikülleri süpürerek hazneden uzaklaştırmakta, böylece kendi kendini temizleme özelliği kazandırmaktadır [6].



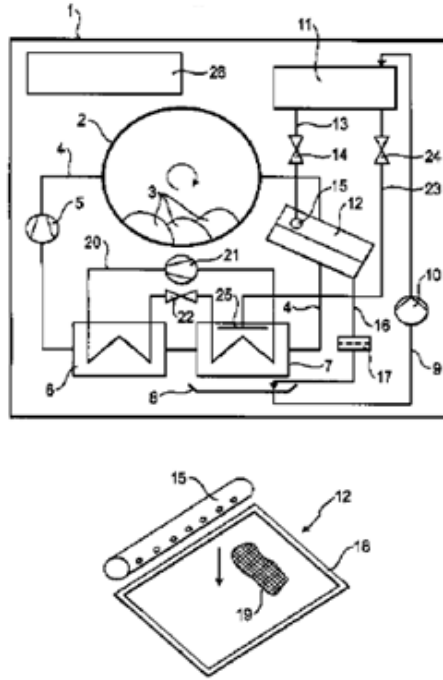
**Şekil 1.22 :** Hava temizleyicisinin çalışma şekli [6].

## 1.5 Patent Araştırması

Yapılan araştırmalarda şu ana kadar lif filtresini otomatik temizleyen tek makina Fisher & Paykel' in üstten yüklemeli kurutma makinasıdır. Patent başvurularından yola çıkarak, diğer firmaların da bu konuda çok yoğun bir şekilde çalıştığı söylenebilir. Bu konu ile ilgili bir çok patent ve patent başvurusu bulunmaktadır. Patent araştırmasına göre lif filtresinden lifleri otomatik olarak temizleme sistemlerinde genellikle; hava hareketli, mekanik ve sulu çözümler kullanılmıştır. Bunlar içerisinde en çok mekanik çözümler kullanılmakta, bu çözümlere yakın sayıda sulu çözümler bulunmaktadır.

### 1.5.1 Su ile temizleme patentleri

BSH'ın 2010 tarihinde başvurusunu yapmış olduğu EP2334864 numaralı patenti kondenserli veya ısı pompalı kurutma makinalarında lif filtresinin sulu bir sistem kullanılarak temizlenmesi üzerinedir. Patent genel olarak şekil 1.23' de görülmektedir.



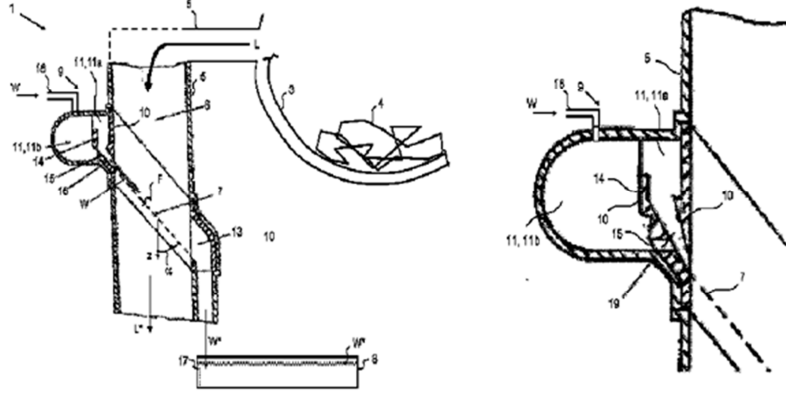
**Şekil 1.23 :** EP2334864 numaralı BSH patenti [8].

Burada; sıvının biriktirildiği bir hazne, bu hazneye bağlı bir temizleme hattı, bu temizleme hattına bağlı bir kontrol elemanı ve toplanan sıvıyı filtreye dağıtan bir dağıtım elemanı bulunmaktadır. Ayrıca lifli suyun filtreden uzaklaştırılıp tekrardan hazneye gönderilmesi için boşaltım hattı bulunmaktadır [8].

Burada; yoğuşma suyu haznesi 11, lif filtresi 12, Temizleme hattı 13, kontrol elemanı 14, dağıtım elemanı 15, boşaltım hattı 16, ikinci filtre 17 ve yoğuşma suyu pompası 10 gösterilmiştir [8].

Haznede biriktirilen sıvı, çevrim boyunca nemli çamaşırlardan biriktirilen yoğuşma suyudur. Haznede biriktirilen bu yoğuşma suyu, hazneye bağlı hat ile dağıtım elemanına yönlendirilmektedir. Kontrol elemanı ile su istenilen zamanda hazneden alınarak dağıtım elemanına gönderilmektedir. Dağıtım elemanından lif filtresine gönderilen yoğuşma suyu, lif filtresindeki lifleri temizleyip boşaltım hattına akmaktadır. Bu boşaltım hattından tekrardan hazneye yönlendirilen lifli sudaki liflerin de ayrıca temizlenmesi gerekmektedir. Bunun için ikinci bir filtre konulmuştur. Bu ikinci konulan filtre ile su toplama haznesinde temiz suyun kalması ve temiz su ile lif filtresinin temizlenmesi sağlanmaktadır [8].

BSH firmasının 2008 tarihinde başvurusunu yapmış olduğu EP2202349 numaralı patenti kurutma makinalarında lif filtresinin sulu bir yöntem ile temizlenmesi üzerinedir. Şekil 1.24' de EP2202349 numaralı patent görülmektedir.



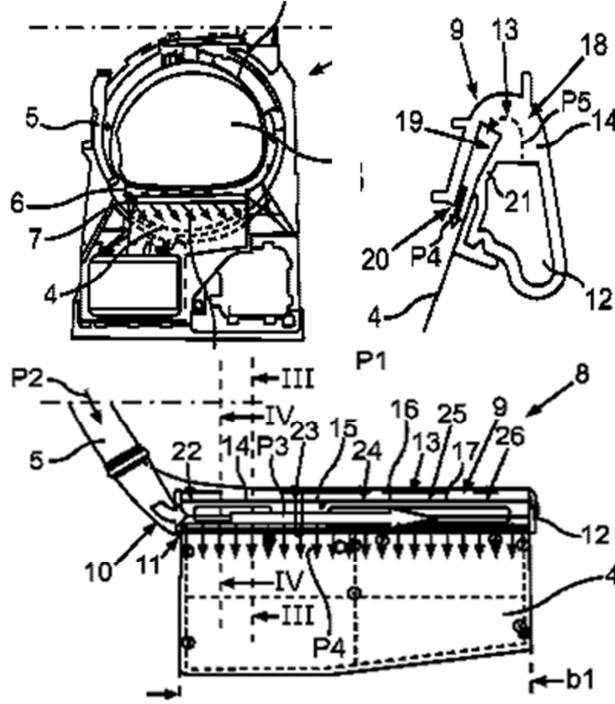
**Şekil 1.24 :** EP2202349 numaralı BSH patenti [9].

Bu patentte, proses hava akımındaki lifleri tutan lif filtresinin kullanıcı müdahalesi olmadan otomatik olarak; temizleme sıvısının filtre üzerinden geçirilmesi ile, liflerin temizlenmesinden bahsedilmektedir.

Filtre hava akımına açılı bir şekilde yerleştirilmiştir. Filtre üzerinden geçirilen temizleme sıvısı (örnek olarak su) bağımsız olarak filtre üzerine boşaltılmakta ve filtre üzerinde biriken lifleri filtreden uzaklaştırmaktadır. Temizleme sıvısının basınçlı bir şekilde filtre üzerinde gönderilmesine gerek yoktur. Bu şekilde yer ve maliyet açısından tasarruf edilmiş olunur [9].

Filtre sabit bir şekilde durmaktadır. İyi bir temizleme için temizleme açıklığının üst bölgede bulunması gerekmektedir. Temizleme sıvısı, temizleme açıklığına gelmeden önce haznede birikmekte ve belirli bir seviyeyi aştıktan sonra temizleme açıklığına gelmektedir. Temizleme açıklığından akan su, filtre üzerinden geçmekte ve filtre üzerinden geçerken de filtre üzerindeki lifleri filtreden uzaklaştırmaktadır. Lifli su alt tarafta bulunan hazneye gitmektedir [9].

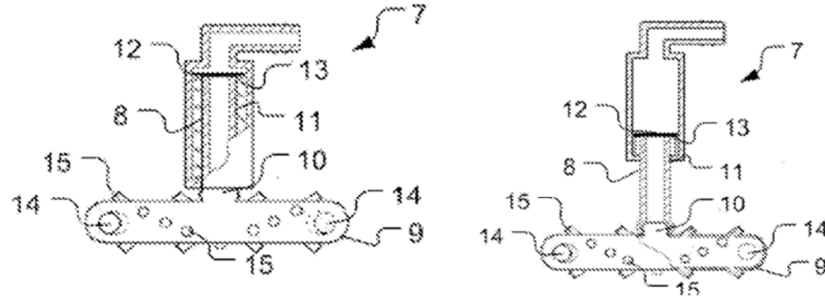
BSH firmasının 2009 yılında başvurusunu yapmış olduğu WO2011057954 numaralı patentte ise kurutma makinasındaki lif filtresini su ile temizlemek için gerekli olan bir yapıdan bahsedilmektedir. Patent genel olarak şekil 1.25' de görülmektedir.



**Şekil 1.25 :** WO2011057954 numaralı BSH patenti [10].

Burada suyun temizleme aparatına gönderilmesi ile suyun başlangıçtaki hızından dolayı ilk şekildeki gibi eşit bir dağılım olmamakta ve su geliş yönünde akmaktadır. Bunun önüne geçmek için suyu ilk önce bir haznede biriktirip, daha sonra taşıtarak temizleme yapılması düşünülmüştür. Suyun geliş hızı sebebiyle yönlendirilip açılı bir şekilde temizleme yapmasının önüne geçilmek için araya ribler yerleştirilmiştir. Bu sayede düzgün bir akışın sağlanması amaçlanmıştır. Patentte, taşma alanında riblerin bulunmasının koruma altına alınması amaçlanmıştır [10].

BSH'ın 2010 yılında başvurusunu yapmış olduğu WO2011113803 numaralı patent kurutma makinası lif filtresinin otomatik temizlenmesi için gerekli bir nozül tasarımını anlatmaktadır. Şekil 1.26' de patent genel olarak görülmektedir.

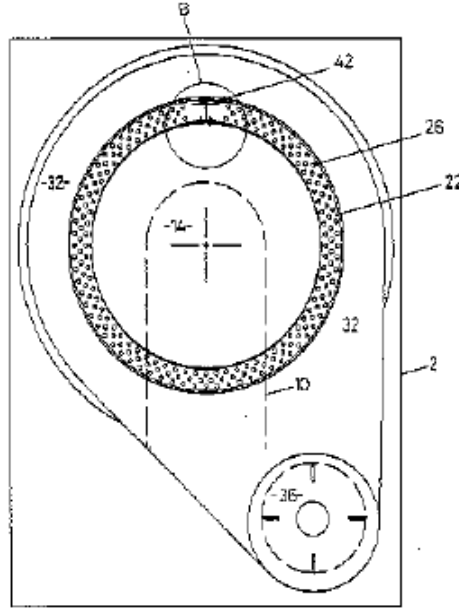


**Şekil 1.26 :** WO2011113803 numaralı BSH patenti [11].



### 1.5.2 Mekanik temizleme patentleri

Fisher and Paykel'in 1995 yılında almış olduğu EP0722519 numaralı patent kurutma makinalarında otomatik filtre temizleme üzerinedir. Şu anda mevcut makinalarında bu patenti kullanmaktadır. Filtresini otomatik temizleyen kurutma makinasını ilk bu fikir ile Fisher and Paykel firması kullanmıştır. Şekil 1.28' de Fisher and Paykel firmasının almış olduğu patent görölmektedir.



**Şekil 1.28 :** EP0722519 numaralı Fisher and Paykel patenti [13].

Burada tamburu çevreleyen dairesel bir filtre bulunmaktadır. Lifler filtrenin iç yüzeyinde birikmektedir. Tamburda bulunan bir sıyrıcı sayesinde tamburun dönmesi ile filtre üzerinde bulunan lifler temizlenir ve lif kutusunda biriktirilir. Fisher and Paykel'in üstten yüklemeli kurutma makinesi şekil 1.29' da görölmektedir. Bu tip makinelerde kurutulacak çamaşırlar makinenin üst kısmında bulunan kapağın kaldırılması ile yukarıdan yüklenmektedir. Çamaşırlar yüklendikten sonra önce tambur kapağı, daha sonra da makinenin kapağı kapatılmaktadır.



**Şekil 1.29 :** Fisher and Paykel üstten yüklemeli kurutma makinası.

Proses havasından liflerin arındırıldığı bölge filtre bölgesidir. Filtre bölgesinde delikli bir yapı bulunmaktadır. Filtre bölgesi şekil 1.30’ da görülmektedir.



**Şekil 1.30 :** Filtre bölgesi.

Bu delikli yapıdan geçen proses havası o bölgede çepeçevre bulunan filtreden geçerek yoluna devam etmektedir. Lifler bu filtrede tutulmaktadır. Lif filtresi tamburla beraber hareket etmektedir. Tamburun hareketi ile dairesel olan filtre dönmeye başlar. Lif haznesinin üst kısmında bir sıyrıcı bulunmaktadır. Tamburun dönmesi ile birlikte dönmeye başlayan filtrenin lifleri bu sıyrıcı tarafından temizlenmektedir. Sıyrılan lifler alt tarafta bulunan hazneye düşmektedir. Bu hazne belirli bir çevrim sonunda kullanıcı tarafından temizlenmektedir.

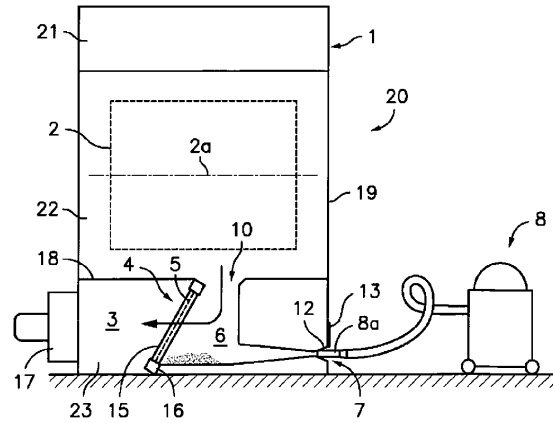
BSH firmasının 2006 yılında başvurusunu yapmış olduğu US2009158933 numaralı patenti filtrenin sonsuz bant şeklinde dönebilen bir yapısı sayesinde kendi kendine temizlenebilmesi ile ilgilidir. Şekil 1.31’ de patent görülmektedir.



filtre (440), giriş bölümü (420), kılavuz parçası (410), lif çıkış deliği (450), hava çıkış deliği (460), ve hazneden (450) oluşmaktadır [15].

Patentte proses havası, emme fanının dönmesi ile (222) hareket etmektedir. Tamburdan çıkan lifli proses havası siklonik ayırıcıya gelir. Burada giriş bölümünden geçerek siklonik kısımda hareketine devam eder ve filtreden geçerek hava çıkış deliğinden emme fanına, oradan da ısı değiştiricisine girer. Siklonik kısımda lifli proses havası merkezkaç kuvveti etkisi ile liflerinden ayrılarak filtreden geçer. Kalan lifler lif çıkış deliğinden geçerek haznede biriktirilir. Bu haznede tamamen dolduktan sonra temizlenmek üzere kullanıcı tarafından çıkartılarak temizlenir [15].

Girbau firmasının 2009 yılında başvurusunu yapmış olduğu EP2397602 numaralı patentte filtrede biriken liflerin müşteri tarafından süpürge ile temizlenmesi üzerinedir. Şekil 1.33' de genel hatları ile patent görülmektedir.



**Şekil 1.33 :** EP2397602 numaralı Girbau patenti [16].

Patentte filtrede biriken liflerin, filtre makinadan çıkartılmadan ve kullanıcı liflerle temas etmeden liflerin temizlenmesi üzerinedir. Proses havası ile birlikte hareket eden lifler filtrede (5) tutulurlar. Filtrede tutulan lif, lif haznesinde (6) birikmektedir. Lif haznesinin çıkışında bir temizleme açıklığı (7) bulunmaktadır. Dışarıdan bir emme cihazı, temizleme açıklığına bağlanarak lif haznesinde biriken lifler cihaz sayesinde temizlenmiş olur [16].

## **1.6 Literatür Araştırma Sonucu**

Şu anda üretilen kurutma makinalarında kuru filtreler kullanılmaktadır. Makine içerisinde oluşan yüksek debi ve bu debideki düşüşün kabul edilebilir seviyelerde olması istenildiğinden dolayı mevcut filtrenin kullanılmasının devam edilmesine karar verilmiştir. Bu filtre ile makinada çamaşırlardan çıkan liflerin önemli bir bölümü tutulabilmektedir. Bu filtrenin otomatik olarak temizlenmesi düşünülmüştür.

Rakip firmaların gerek patent başvuruları gerekse makinaları incelendiğinde çeşitli yöntemler ile filtre temizleme üzerine yoğun bir şekilde çalıştıkları görülmüştür. Yapılan incelemeler sonucunda hava, su ve mekanik yöntemler kullanılarak filtre temizlemenin gerçekleştirilebildiği görülmüştür. Bu noktada otomatik filtre temizleme için gerekli yöntemin karar verilmesi gerekmektedir.

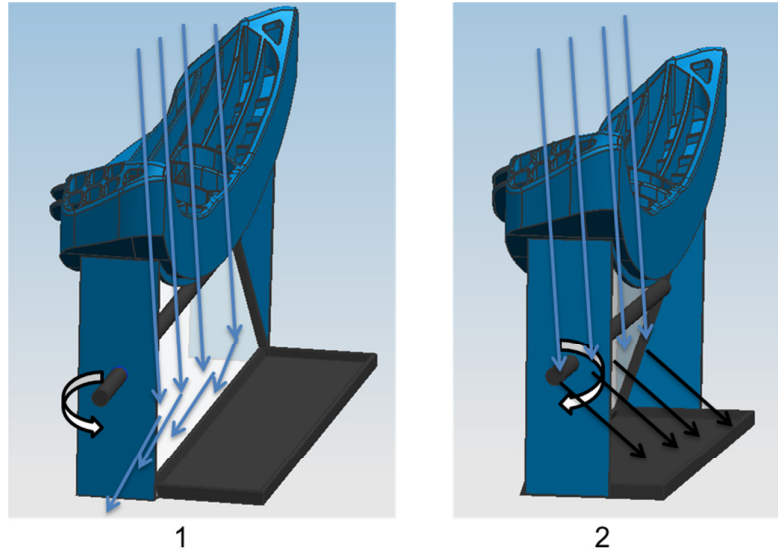


## 2. KONSEPT ÇALIŞMALARI

Literatür araştırması sonucunda elde edilen bilgiler ile filtre temizleme için çeşitli fikirler ortaya konulmuştur. Bu fikirler havalı, sulu ve mekanik temizleme yöntemleri üzerinedir.

### 2.1 Konsept 1

Bu konseptte ters hava akımının kullanılarak filtre üzerinde biriken liflerin temizlenmesi üzerinedir. Şekil 2.1’ de ters hava hareketi ile filtre temizleme konsepti görülmektedir.



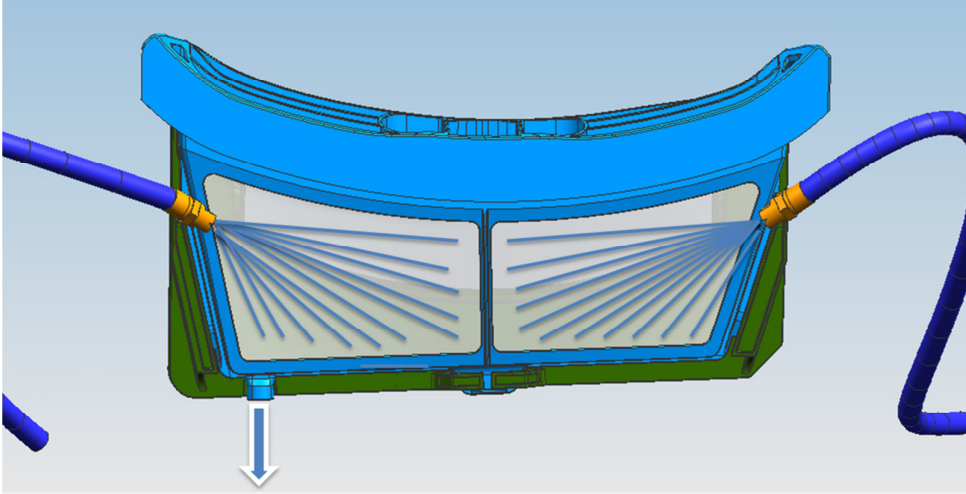
**Şekil 2.1 :** Hava akımı ile temizleme konsepti.

Filtre 1 numaralı konumda iken proses havasındaki lifler, filtre bezi tarafından tutulmaktadır. Kurutma çevrimi sonunda fan kapatılarak filtre 1 numaralı konumdan 2 numaralı konuma geçmekte böylece lifler filtrenin hava hareketine göre ters yüzeyinde kalmış olmaktadır. Fan tekrardan açılarak hava hareketi sağlamakta, bu hava hareketi de filtre yüzeyine çarpmaktadır. Lif ile dolu filtre bezine çarpan ters hava hareketi filtrede tutunmuş olan lifleri uzaklaştırmakta ve temizleme gerçekleşmektedir. Filtrenin alt tarafında temizlenen liflerin gönderileceği bir yapı

bulunmaktadır. Filtrenin ilk konumunda bu yapı hava hareketi ile temas etmemekte, ikinci konumunda ön yatak bölgesine gelerek hava hareketini yönlendirmektedir. Bu şekilde filtrede biriken liflerin temizliği gerçekleşmiş olmaktadır.

## 2.2 Konsept 2

Şekil 2.2’ de görülen konsept 2 su ile temizleme yöntemi olarak düşünülmüştür.

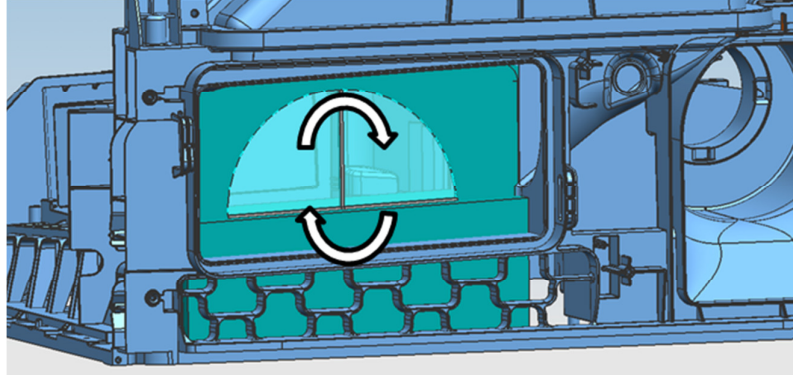


**Şekil 2.2 : Su ile temizleme konsepti.**

Bu yöntemde suyun filtre üzerine basınçlandırarak gönderilmesi, gönderilen su ile filtre üzerinde birikmiş olan liflerin uzaklaştırılması planlanmıştır. Bu şekilde filtre her çevrim temiz bir şekilde çalışacaktır. Suyun basınçlandırılması için su nozullar yardımı ile filtreye püskürtülmektedir. Nozullar giriş kesitine göre dar bir çıkış kesidi barındıran elemanlardır. Bu şekilde suyun hızını arttırmakta ve istenilen şekillerde püskürtme sağlamaktadırlar. Çeşitli şekillerde püskürtme yapabilen nozullar mevcuttur. Bu nozullara suyun belirli bir basınç ve debide gönderilmesi gerekmektedir. Bu da pompa ile sağlanmaktadır. Pompa ile basınçlandırılan su belirli debide nozullara gelerek bu nozullarda daralan kesitler sonucu şekillendirilen su tüm filtre yüzeyine gelecek şekilde gönderilecektir. Filtre üzerinden su ile sökülen lifler alt tarafta bulunan delik ve deliğe bağlı hortum ile sistemden uzaklaştırılmaktadır.

## 2.3 Konsept 3

Şekil 2.3’ de konsept 3 görülmektedir. Mekanik ve su ile temizleme yöntemleri kullanılmaktadır.



**Şekil 2.3 :** Su ve mekanik yöntemle temizleme konsepti.

Ön yatak yerine eşanjörlerin önüne hazneli dairesel bir filtre kullanılması düşünülmüştür. Dairesel filtrenin yarısı su dolu haznede durmaktadır. Diğer yarısı da lifli proses havasından lifleri tutmaktadır. Çevrim sonunda tutulan lifler dairesel filtrenin döndürülmesi ile haznede bulunan su ile temas etmekte ve bu haznede biriktirilmektedir. Mekanik ve sulu bir sistem olduğundan dolayı bu konsept diğer konseptlere nazaran daha zor ve daha karmaşıktır. Diğer konseptlerde başarı sağlanılamadığında düşünülebilir.

#### **2.4 Konsept Çalışmaları Sonucu**

Otomatik temizlenen filtre için 3 adet konsept kendi içlerinde irdelenmiştir.

Konsept 1’ de mekanik ve hava hareketleri ile temizleme söz konusudur. Nispeten karmaşık bir sistemdir.

Konsept 2’ nispeten daha az karmaşıklığa sahip bir sistemdir. Liflerin suyun basınçlandırılması ile temizlenmesi ve sonrasında su ile taşınması düşünülen sistemde suyun akış hareketi ile liflerin taşınması bir artı olarak görülmektedir. Fakat bu taşınma sırasında istenilmeyen bölgelerde birikme sonucu tıkanmalar olabilir.

Konsept 3, diğer konseptlere göre en karmaşık olan sistemdir. Filtrenin yarısı hazneden dolayı kullanılamayacağı için performansa negatif etkisi bulunacaktır. Hem su, hem de mekanik hareket barındırmaktadır. Diğer konseptlerde başarı sağlanamadığı durumda çalışılabilir.

Laboratuvarda yapılan ön çalışmalar ile liflerin su ile filtreden daha rahat temizlendiği ve taşınarak bir noktada daha rahat biriktirilebildiği görülmüştür.

Mekanik hareketlerin kullanılmasında bazı sıkıntılar oluşabilir. Lifler mekanik sistemlerde istenilmeyen bölgelerde birikip sistemi çalıştıramaz duruma getirebilir. Ayrıca su ile liflerin taşınması daha kolay olacaktır. Bu nedenle çalışma sonucunda su ile temizleme filtre temizleme yöntemi olarak seçilmiş ve konsept 2 ile çalışılmaya karar verilmiştir.

Konsept 2 pompa yardımı ile suyun nozullardan filtre üzerine su püskürtülmesi üzerinedir. Bunun için sisteme ayrıca pompa ve nozul eklenmesi gerekmektedir.

### 3. POMPA VE NOZUL SEÇİMİ

#### 3.1 Amaç

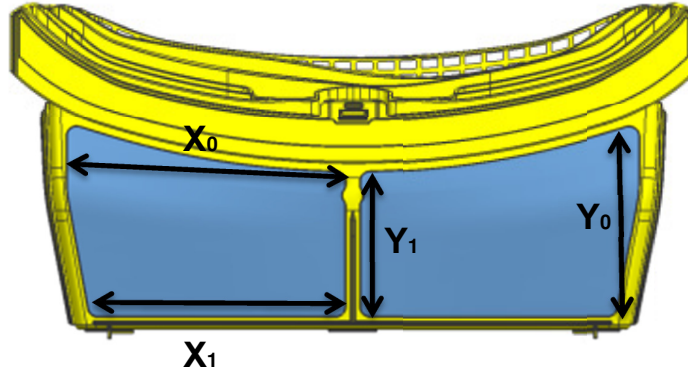
Bu bölümde, filtre yıkamada kullanılacak nozulların seçilmesi planlanmıştır. Bu nozulların çalışma karakteristiklerine göre pompa seçilmesi gerekmektedir. Nozullara uygun ve ayrıca filtre temizlemede etkin olabileceği düşünülen pompalar araştırılmış farklı çeşitlerdeki pompalar incelenmiştir.

#### 3.2 Nozul Araştırması

Nozullar sıvı püskürtmek için kullanılan aparatlar olup sıvıyı kırarak damlacık haline getirmekte ve püskürtme şekli oluşturmaktadır. Nozullar suyu basınçlandırarak suyun hızını arttırmakta ve uygun, istenilen şekilde püskürtme yapmasını sağlamaktadır.

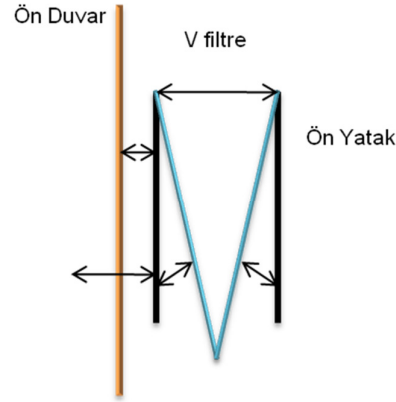
Çeşitli şekilde nozul tipleri mevcut olmakla birlikte, tam konik nozul, içi boş konik nozul ve yassı nozul tipleri incelenmiştir.

İhtiyacımız olan püskürtme açılarını belirlemek için cad datalar üzerinden ölçümler yapılmıştır. Bu datalardan filtre bezi alanları ve nozulun filtreye göre konumlandırılabilceği mesafeler belirlenmiştir. Mevcut filtre boyutları şekil 3.1’ de, görülmektedir.



Şekil 3.1 : Filtre boyutlarının gösterilişi.

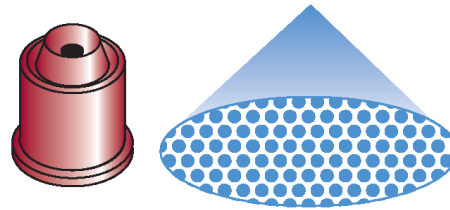
Cad datalarda makine içerisindeki ölçüler çıkartılmıştır. Filtrenin konumlandırılabilceği mesafeler bu şekilde belirtilmiştir. Makine içerisindeki mesafeler şekil 3.2’ de görülmektedir.



**Şekil 3.2 :** Filtrede olabilecek nozul mesafelerinin gösterilişi.

### 3.2.1 Tam konik nozul

Tam konik nozullar şekilde görüldüğü gibi yuvarlak ve aynı zamanda eşit bir püskürtme yapmaktadır. Tam konik nozul püskürtme şekli şekil 3.3’ de görülmektedir.



**Şekil 3.3 :** Tam konik nozul püskürtme şekli [17].

Tam konik nozullar belirli basınçlarda çalışmaktadırlar. Düşük basınç ve debilerde nozulun orta kısmından su geçmemekte, sadece kenarlardan püskürtme gerçekleşmektedir. Ayrıca belirli seviyedeki basınç ve debi artışı ile birlikte suyun püskürtme açısı artmaktadır.

Yapılan araştırmalarda çeşitli açılarda püskürtme yapan nozullar bulunmuştur.

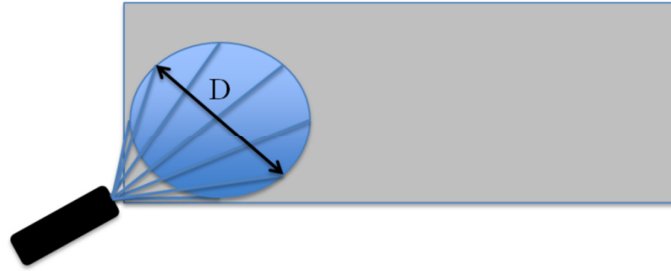
Cad datalar üzerinden elde ettiğimiz sonuçlara göre nozulları konumlandırabileceğimiz mesafeler çok kısadır. Bundan dolayı nozul boyutları olarak küçük olanlar incelenmiş ve ayrıca önden dik yapılacak yıkamalar için geniş açılara ihtiyaç duyulduğu görülmüştür. Yandan açılı yapılacak temizlemeler için

daha dar açılardaki nozullar kullanılabilir. Çizelge 3.1’ de açı değerlerine göre yıkama alanı çap değerleri görülmektedir.

**Çizelge 3.1 :** Nozul mesafesine göre tahmini yıkama alan çapı değerleri (mm)

| Filtre-nozul<br>arası mesafe<br>(mm) | 70° | 80°  | 90° | 100° | 110° | 120° | 130°  |
|--------------------------------------|-----|------|-----|------|------|------|-------|
| 10                                   | 14  | 16,8 | 20  | 23,8 | 28,6 | 34,6 | 43    |
| 20                                   | 28  | 33,6 | 40  | 47,6 | 57,2 | 69,2 | 85,8  |
| 30                                   | 42  | 50,4 | 60  | 71,6 | 85,8 | 104  | 128,6 |

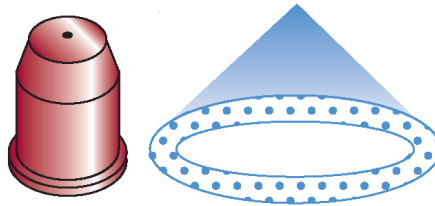
Çizelge 3.1’ deki bu verilere göre testlerde kullanılmak üzere A<sup>0</sup>- E<sup>0</sup> aralığındaki tam konik nozullar seçilmiştir. Seçilen nozullar belirli basınç ve belirli debilerde efektif çalışmaktadır. Yıkama alan çapı şekil 3.4’ de gösterilmiştir [18].



**Şekil 3.4 :** Tam konik nozul yıkama alan çapı.

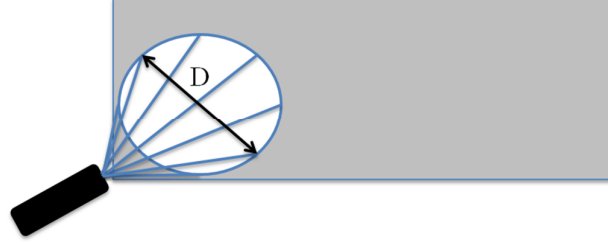
### 3.2.2 İçi boş konik nozul

İçi boş konik nozul, tam konik nozul gibi yuvarlak bir püskürtme yapmakta fakat bu püskürtmenin iç tarafı boş kalmaktadır. Şekil 3.5’ de içi boş konik nozul püskürtme şekli görülmektedir.



**Şekil 3.5 :** İçi boş konik nozul püskürtme şekli [17].

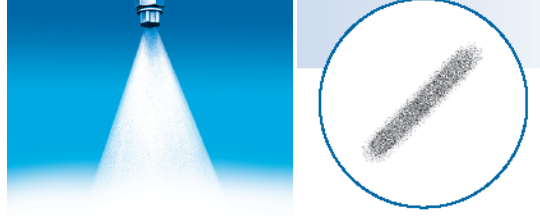
İçi boş konik nozulun iç tarafı boş kaldığından dolayı tam bir alana su püskürtmemektedir. Bu sebeple bizim istediğimiz filtre yüzeyindeki geniş bir alanda temizleme gerçekleştiremeyeceği düşünülmüştür. İçi boş konik nozul tercih edilmemiştir. İçi boş konik nozul yıkama alanı şekil 3.6' da gösterilmiştir.



**Şekil 3.6 :** İçi boş konik nozul yıkama çapı.

### 3.2.3 Yassı nozul

Yassı nozul, konik nozulların aksine çizgisel, düz, geniş bir şekilde püskürtme yapan nozul tipidir. Yassı nozul püskürtme şekli şekil 3.7' de görülmektedir.



**Şekil 3.7 :** Yassı nozul püskürtme şekli [18].

Şekilde görüldüğü gibi çizgisel püskürtme yapan yassı nozul, uygun çalışma basınç ve debisinde yüksek püskürtme açısı sağlamaktadır. Ayrıca konik nozula göre sıvı çıkış hızı daha fazla olmaktadır. Çizgisel gerçekleşen püskürtmeden dolayı bu tip nozulların çalışma koşulları tam konik nozullara göre daha az olacaktır.

Yassı nozullar arasından uygun püskürtme açısına sahip olan nozul seçilmiştir. Bu nozulun bu açıda bir püskürtme yapabilmesi için belirli bir basınç ve debiye ihtiyaç bulunmaktadır.

### 3.2.4 Seçilen nozullar

Araştırılan nozullardan bizim için faydalı olabilecek iki tip nozul belirlenmiştir. Tam konik ve yassı nozullar. Tam konik nozullardan püskürtme açıları olarak geniş bir yelpaze sağlanmaya çalışılmıştır.  $A^0$ - $E^0$  aralığında nozullar seçilmiştir.

Böylece mesafelere ve açılara bağlı olarak yapılacak testlerde hangi püskürtme açısına sahip nozulun bize yarayabileceği belirlenecektir.

Tam konik nozularda seçilen nozullar çizelge 3.2' de görülmektedir.

**Çizelge 3.2 : Seçilen tam konik nozullar [18].**

| Nozul Tipleri | Püskürtme Açısı | Debi (l/dak) | Boy (mm) | Basınç |
|---------------|-----------------|--------------|----------|--------|
| 1             | A               | 2,9          | 23       | X      |
| 2             | B               | 3,5          | 23       | X      |
| 3             | C               | 4,2          | 23       | X      |
| 4             | D               | 2,9          | 39,5     | X      |
| 5             | E               | 4,1          | 40,5     | X      |

Çizelge 3.2' deki değerler nozulların önerilen çalışma değerleridir. Belirtilen püskürtme açılarını bu debi ve basınç değerlerinde gerçekleştirmektedirler.

### 3.3 Pompa Araştırması

Pompalar mekanik enerjiyi (moment, hız) hidrolik enerjiye (debi, basınç) çevirir. Genel olarak iki gruba ayrılırlar.

- Pozitif yer değiştirmeli pompalar.
- Pozitif olmayan yer değiştirmeli pompalar.

Pozitif deplasmanlı pompalar giriş ile çıkışı arasında iç kaçağı ve kaymayı en aza indiren mekanik bir ayırıcı ile donatılmıştır. Bundan dolayı pompaların çıkış debileri sistem basıncındaki değişikliklerden hemen hemen hiç etkilenmezler.

Pozitif olmayan deplasmanlı pompalar kaçak ve kaymaya karşı pozitif bir ayırıcıya sahip değildirler. Bundan dolayı sistemdeki çalışma basıncı arttığında çıkış debileri azalır [17].

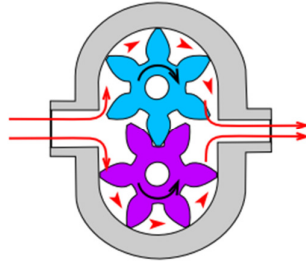
Seçilen nozulların efektif çalışması için gereken basınç ve debi değerlerini sağlayacak bir pompaya ihtiyaç bulunmaktadır. Mevcut ürünlerde kullanılan, su tankına yoğunlaşma suyunu basan pompa istenilen püskürtme için yetersiz kalmaktadır. Bunun için hemen hemen aynı boyutlarda fakat daha yüksek basınç ve/veya debi sağlayan pompalar araştırılmıştır.

### 3.3.1 Dişli pompa

Sabit debili pompalardır. Dıştan dişli ve içten dişli olmak üzere iki tip dişli pompa bulunmaktadır.

#### 3.3.1.1 Dıştan dişli pompalar

Dişli pompa basit olarak üzerinde giriş ve çıkış delikleri bulunan gövde ve biri tahrik motoruna bağlı çeviren dişli, diğeri çevrilen dişliden oluşur [19]. Dıştan dişli pompa şekil 3.8’ de görülmektedir.



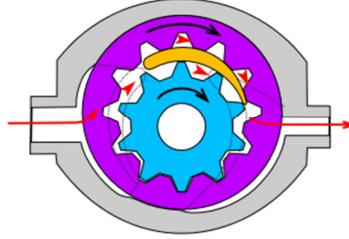
Şekil 3.8 : Dıştan dişli pompa[20].

Tahrik motoru çeviren dişliyi döndürdüğünde, çevrilen dişliyi kavrar ve döndürür. Dişlilerin birbirini kavraması ve ayrılması artan ve azalan hacimler yaratır. Dişlilerin ayrılması ile emiş, birbirini kavramaları ile de basma gerçekleşmektedir. Yüksek basınç sağlamalarına karşın yüksek sesli çalışırlar [19].

#### 3.3.1.2 İçten dişli pompalar

Bu tip pompalarda içten dişli dıştan dişli ile çalıştırılır. İki dişlinin merkezleri çakışmamaktadır. İki dişlide aynı yönde döner ve pompanın giriş ve çıkışı arasına yerleştirilmiş hilal şeklindeki metal ayırma parçası sızdırmazlık elemanı olarak görev yapar. Birbirine geçmiş çark dişlileri birbirinden ayrılırken emme alanı meydana

getirir. Bu alan birçok dişliyi kapsadığından akış hızı ve gürültü düzeyi dıştan dişli pompalara göre daha düşüktür. İçten dişli pompa şekil 3.9’ da görülmektedir [19].



**Şekil 3.9 :** İçten dişli pompa [20].

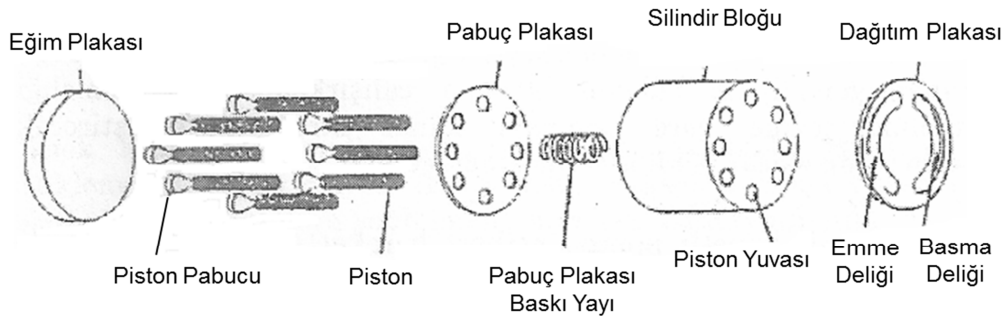
Akışkan dönen dişliler ile sabit hilalin oluşturduğu boşluğu doldurur. Hem dış dişli hem de pinyon dişli birlikte çalışarak akışkanı sevkederler [19].

### 3.3.2 Piston pompa

Dişli pompalara göre daha yüksek basınç düzeylerine çıkmaktadırlar. Pistonlu pompaların en büyük özelliği, yüksek basınçlarda verimlerinin yüksek olmasıdır. Eksenel ve radyal olmak üzere 2 çeşit piston pompa bulunmaktadır [19].

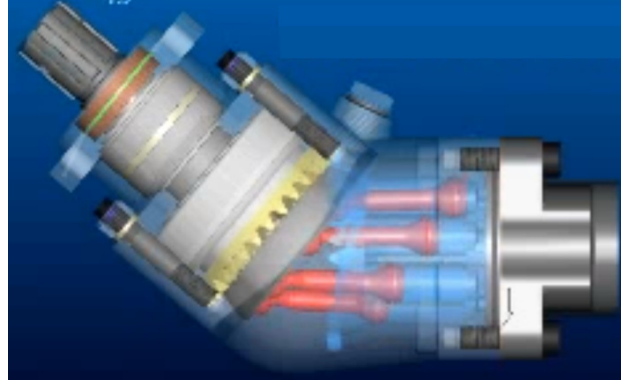
#### 3.3.2.1 Eksenel pistonlu pompalar

Eksenel piston pompa bir silindir bloğu içerisinde dairesel şekilde pistonlar bulunan pozitif yer değiştirmeli pompadır. Pistonlar pompa eksenine paralel şekilde yerleştirilmiştir. Pompalama mekanizması silindir bloğu, baskı yayı ve dağıtım plakasından oluşur. Şekil 3.10’ da eksenel pistonlu pompanın elemanları görülmektedir [17].



**Şekil 3.10 :** Eksenel pistonlu pompa elemanları [19].

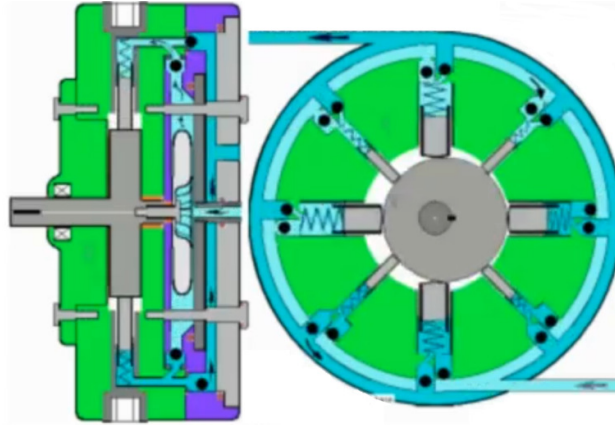
Eğim plakası düşeyle açı yapacak şekilde durmaktadır. Silindir bloğu döndürüldüğünde piston pabucu eğim plakasının yüzeyini izler. Açı vasıtası ile pistonlar silindire girip çıkarak artan ve azalan hacim oluştururlar. Dönmenin bir yarısında artan hacim oluşurken diğer yarısında azalan hacim oluşmaktadır. Bu artan ve azalan hacim vasıtası ile suyun basınçlandırılarak iletilmesi sağlanır. Eksenel pompa çalışma prensibi şekil 3.11’ de görülmektedir [19].



**Şekil 3.11 :** Eksenel pistonlu pompa çalışma prensibi [21].

### 3.3.2.2 Radyal pistonlu pompa

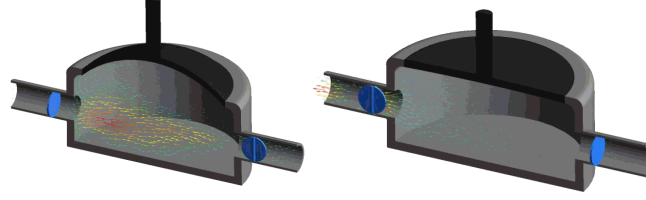
Bu tip pompalar bir silindir bloğu, pistonlar, pabuçlar, gövde ve valf bloğundan oluşurlar. Silindir bloğu gövdeden ekseni kaçık olarak yerleştirilmiştir. Silindir bloğu döndürüldüğünde pistonlar pabuçları aracılığı ile gövdeyi izlerler ve bu şekilde artan-azalan hacim oluştururlar. Radyal pompa çalışma şekli şekil 3.12’ de görülmektedir.



**Şekil 3.12 :** Radyal pistonlu pompa çalışma şekli [22].

### 3.3.3 Diyafram pompa

Diyafram pompa kauçuk, termoplastik veya teflon diyaframın ileri-geri hareketi ile pompalama yapmaktadır. İçerisinde ayrıca çek valfler bulunmaktadır. Sıvı emme esnasında bir taraftaki çek valf açılırken diğer taraftaki kapanmaktadır. Sıvı basma esnasında da tam tersi gerçekleşmektedir. Şekil 3.13’ de diyafram pompa çalışma şekli görülmektedir [20].



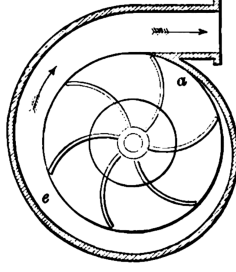
Şekil 3.13 : Diyafram pompa açma ve basma anı [23].

### 3.3.4 Santrifüj pompa

Bir gövde içinde yer alan kanatlı bir pervanede (çark) oluşan bu pompalarda sıvı, bir girişten çarkın ortasına iletilir. Basınç, sıvının çarkla döndürülmesiyle elde edilir [24].

Düşük basınçta bol akışkan basabilirler. Verimleri pistonlu pompalardan düşüktür. Emme kabiliyetleri yoktur. Yer çekimi ile beslenirler. Az yer kaplamaktadırlar. Çarkın emiş tarafından meydana gelen vakum nedeniyle sıvı çarkın kanatları arasına girer. Çark kanatları arasından geçen sıvı, çarkın dönüş hareketleriyle büyük teğetsel bir hız kazanır. Çark kanatları ile çarkın ön ve arka profili tarafından sınırlanan kanallar arasında sıvı çarkın çıkış tarafına doğru dönme hareketi esnasında meydana gelen santrifüj kuvvetler etkisiyle itilir. Bu şekilde oluşan hareket, sıvının devamlı akışını ve pompanın emme etrafındaki emişini sağlar [24].

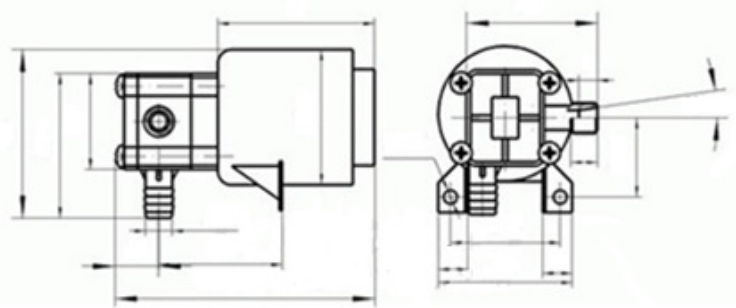
Belirli bir dönme hızıyla en yüksek basınç elde edilir. Bu tür bir pompanın bir hidrodinamik pompa olduğu söylenebilir. Bütün sıvılarda kullanılmaya elverişlidir. Plastikten, bronzdan, titanyum ve tantal gibi maddelere kadar her türlü maddeden yapılabilir. Şekil 3.14’ de bir santrifüj pompa görülmektedir [24].



**Şekil 3.14 :** Santrifüj pompa [24].

### 3.3.5 Seçilen pompalar

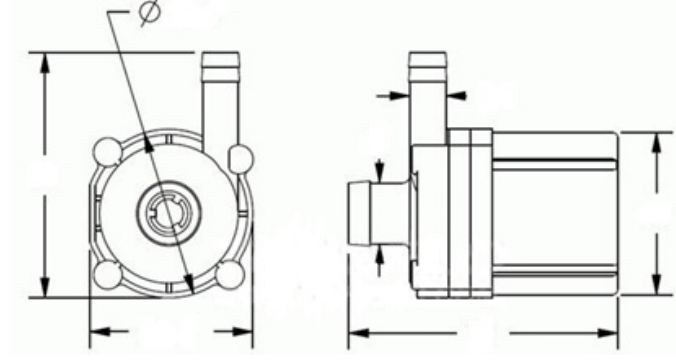
Yapılan nozul araştırmalarında, özellikle tam konik nozullarda belirli bir basınç ve üzeri basınçlar gerektiği görülmüştür. Daha düşük basınçlarda istenilen püskürtme gerçekleşmemektedir. Gerek nozuldaki püskürtme açısı, gerekse filtre üzerindeki lifleri temizlemesi için gerekli olan hızı sağlayabilecek, boyut olarak küçük, makina içerisinde konumlandırılabilir 2 adet pompa seçilmiştir. Seçilen dişli pompa şekil 3.15’ de görülmektedir.



**Şekil 3.15 :** Seçilen dişli pompa [25].

Bu pompalarda bir tanesi dişli pompadır. Yüksek basınç, düşük debi sağlayabilen dişli pompanın boyutları kısmen istenilen düzeydedir. Çeşitli basınçlarda sabit debi sağlamaktadır. Sağladığı basınç değeri ile nozullardan istenilen püskürtme açıları sağlanabilmesine rağmen, düşük debiden dolayı hız sağlanamamaktadır. Ayrıca çok sesli çalışmaktadır.

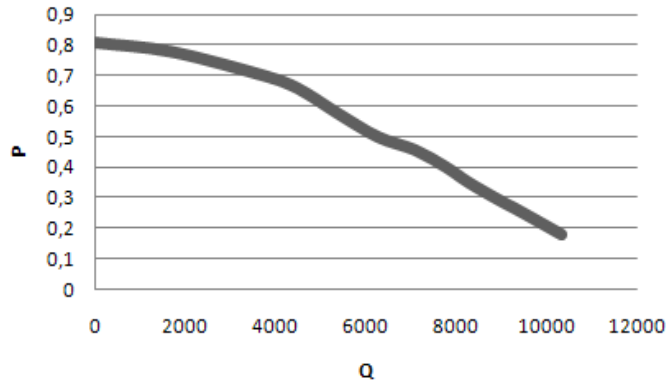
Diğer pompa santrifüj pompadır. Dişli pompaya göre daha düşük bir basınç sağlayabilmektedir. Fakat debi olarak dişli pompaya göre çok daha yüksek değerlere çıkabilmektedir. Seçilmiş olan santrifüj pompa şekil 3.16’ da görülmektedir.



**Şekil 3.16 :** Seçilen santrifüj pompa [26].

Santrifüj pompa yapısı gereği basınç değeri arttıkça, debi değeri düşmektedir. Bu da nozul sayısındaki artışta debinin düşmesi demektir. Bu pompanın kullanılması durumunda nozul sayısında bir optimizasyona gidilecektir.

Pompa ile yapılan testlerde basınç debi eğrisi şekil 3.17’ de görüldüğü gibi çıkmıştır.



**Şekil 3.17 :** Seçilen santrifüj pompanın basınç-debi eğrisi.

Ayrıca şu anda yoğunlaşma suyunu su tankına gönderen daha düşük güçteki pompalar da testlerde fikir vermesi amacı ile kullanılmıştır.



## 4. ÖNCÜL ÇALIŞMALAR

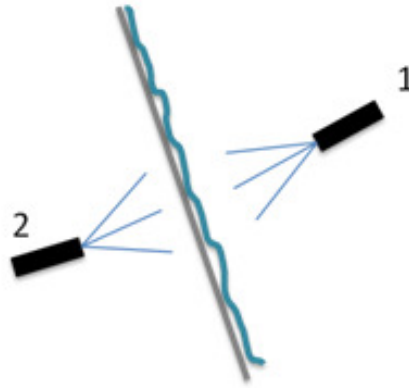
### 4.1 Amaç

Genel olarak kabaca filtrenin nasıl, hangi açılar ve konumlarda daha iyi bir şekilde temizlendiğinin anlaşılabilmesi için filtre yıkama testleri gerçekleştirilmiştir.

Filtre yıkama testlerinin yapılması için filtre pozisyonunun ayarlanabileceği bir düzeneğin hazırlanması gerekmektedir. Bu düzeneğe monte edilen filtreler çeşitli tip nozullarla yıkanarak temizlenmiş ve bu temizlemeler incelenmiştir. Üzerinde açılarının belirlenmiş olduğu bu test düzeneği ile hemen hemen her açıda testler yapılabilmektedir. Bu şekilde hangi açıdan ve hangi tip nozul ile etkin yıkama yapıldığı anlaşılmıştır.

### 4.2 Test Planı

Filtre temizleme için yapılacak testler için bir test planı oluşturulmuştur. Bu test planında hangi testlerin nasıl yapılacağı planlanmıştır. Bu test planına göre test düzeneği tasarlanmıştır. Test planındaki yıkama şekli şekil 4.1’ de görülmektedir.



**Şekil 4.1 : Filtre yıkama şekilleri.**

İçten, ve dışarıdan olmak üzere 2 şekilde temizleme testleri yapılmıştır.

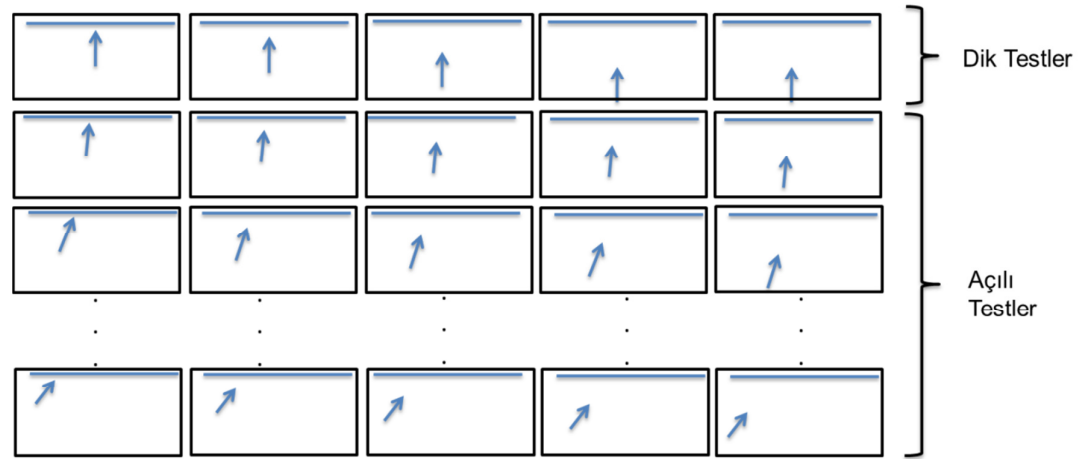
Filtrenin lifleri tuttuğu yüzeyine iç yüzey denilmiş, iç yüzeye çarpacak şekilde yapılan temizlemeler de içten diye adlandırılmıştır. Filtrenin diğer yüzeyi de dış yüzey olarak adlandırılmıştır. Üstten yapılan testler filtrenin içinden yapılmıştır. Bu yıkama planı makina üzerinde nozulların konumlandırılabilceği yerlere göre yapılmıştır.

Yüzeyler haricinde yıkamalar ayrıca açılı ve dik olmak üzere kendi içinde ikiye ayrılmaktadır. Filtre yüzeyine nozulun dik konumlandığı yıkamalar dik yıkama, açılı konumlandığı yıkamalar açılı yıkama olarak adlandırılmıştır.

Bu temizlemeler tam konik ve yassı olmak üzere iki tip nozul ile yapılmıştır.

#### 4.2.1 Tam konik nozul ile testler

Seçilen tam konik nozullar kullanılarak yapılacak olan içten ve dıştan test planı şekilde görülmektedir. Makina üzerinde yapılan ölçümler sonucu filtre-nozul arası maksimum minimum mesafeler belirlenmiştir. Açılı değerleri olarak en yüksek değer belirlenmiştir. Fakat gerek duyulduğu takdirde daha yüksek açılar denenebilir. Tam konik nozul test planı şekil 4.2' de görülmektedir.



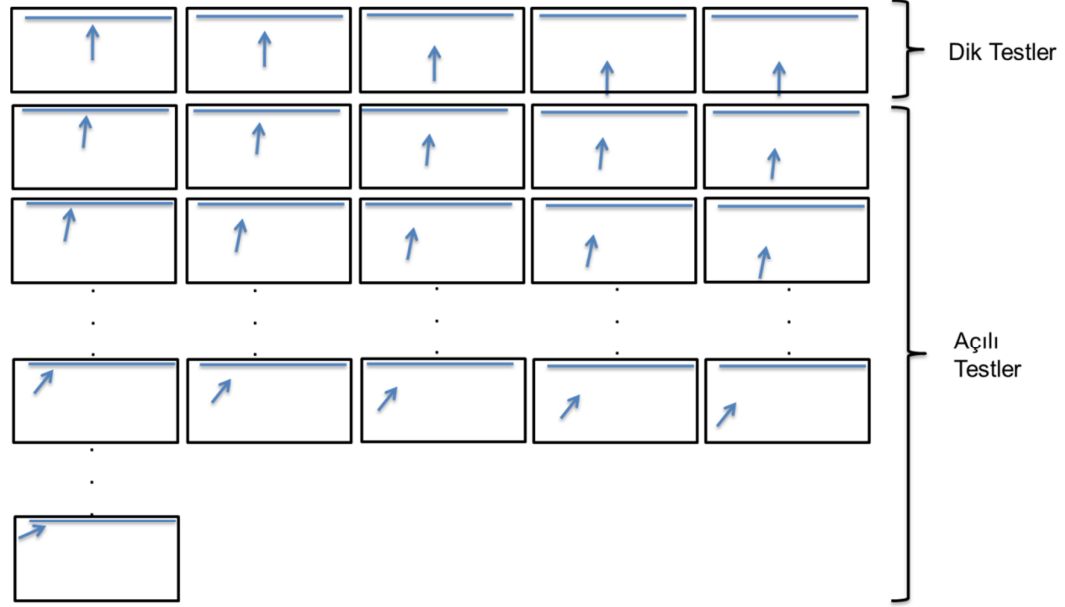
**Şekil 4.2 :** Tam konik nozul test planı.

Üstten yapılacak testler açılı testlere benzeyeceği için ayrıca gösterilmemiştir. Filtre yüzeyine açılı bir şekilde üstten yıkama testleri yapılacaktır.

#### 4.2.2 Yassı nozul ile testler

Seçilen diğer nozul tipi olan yassı nozullar için de ayrı bir test planı oluşturulmuştur.

Yassı nozul için oluşturulan test planı şekil 4.3’ de görülmektedir.



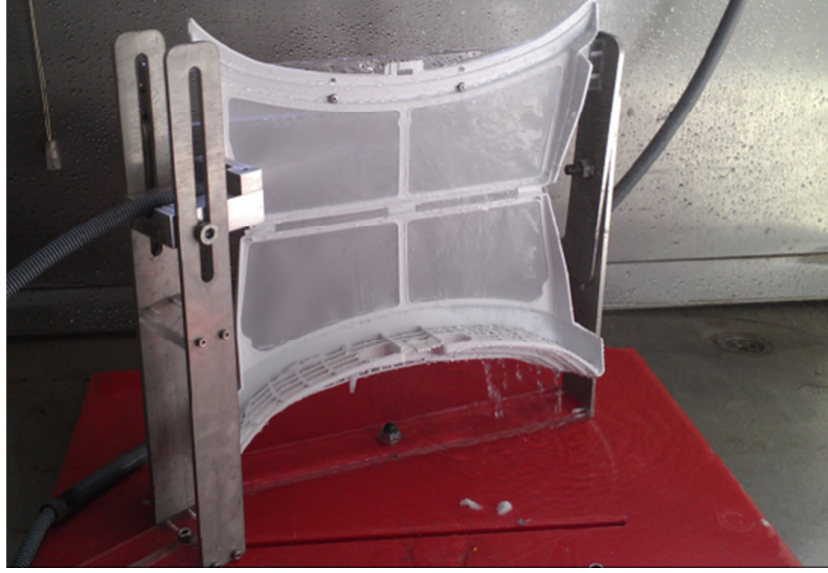
**Şekil 4.3 :** Yassı nozul test planı.

Yassı nozul test planında, tam konik nozul test planında yapılan testler haricinde yüksek açılarda testlerin yapılması planlanmıştır. Yassı nozulun, tam konik nozuldan farklı olarak düzlemsel püskürtme yapmasından dolayı daha dar bir yelpazede verimli olabileceği tahmin edilmektedir. Yüksek açılarda, uzak mesafeye nozul yerleştirilememektedir. Uzak mesafeye yerleştirildiği zaman su filtre yüzeyine çarpmayacaktır. Yassı nozul ile yüksek açılardaki oluşacak mesafe şekil 4.4’de görülmektedir.



**Şekil 4.4 :** Yassı nozul ile yüksek açılı test planı.





**Şekil 4.6 :** Hazırlanan test düzeneği.

Test planına göre çeşitli nozullar ile testler gerçekleştirilmiştir. Bu testler sonucunda filtrenin hangi tarafından püskürtme yapıldığında efektif yıkamanın gerçekleştiği belirlenmiştir.

Bu taraftan yapılan testler sonunda da filtrenin hangi açılarda ve hangi nozul tipleri ile temizlenebildiği görülmüştür. Bu yapılan öncül testler sonucunda tam konik nozul ile yapılacak bir püskürtme ile yeterli şekilde temizlenebileceği görülmüştür. Bunun sonucunda bir prototip hazırlanmış ve makina üzerinde test edilmiştir.

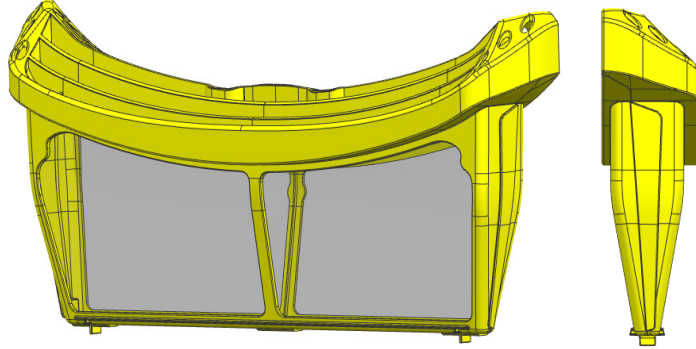


## 5. PROTOTİP HAZIRLANMASI VE MAKİNA ÜZERİNDEKİ DENEYLER

### 5.1 Prototip Hazırlanması

Mevcut çalışma koşullarında liflerin kapı filtresi üzerinde birikmesi ile zamanla filtre alanının daralmasından dolayı yüksek filtre alanına ihtiyaç duyulmaktadır. Ayrıca kullanıcı filtreyi temizlemeyi unuttuğunda belli bir süre makinanın idare edebilmesi için gereklidir.

Mevcut kapı filtresinde yüksek filtre bezi alanına ihtiyaç duyulduğundan dolayı şu anki tasarımı kullanılmaktadır. Kapı bölgesindeki alanda maksimum filtre alanı filtre kasedinin v şeklinde yapılması ile sağlanabilmektedir. Bu tasarım ile 4 adet yüzey ortaya çıkmaktadır. Mevcut kullanılan filtre şekil 5.1’ de görülmektedir.

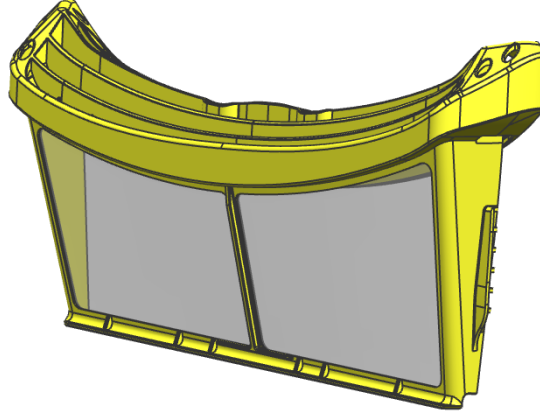


**Şekil 5.1 :** Mevcut filtre.

Çamaşır kurutma makinalarında kullanılan mevcut kapı filtresi şekilde görülmektedir. Bu kullanılan filtrenin temizlenebilmesi için 4 yüzeyi için toplamda 4 adet tam konik nozula ihtiyaç bulunmaktadır. 4 adet tam konik nozulun uyguladığı basınçta çalışacak ve uygun debiyi sağlayacak pompa boyutları daha büyük olacaktır. Bu boyut olarak daha büyük olan pompanın makine içerisinde konumlandırılması hem daha zor olacak hem de daha fazla güç tüketeceğinden makinanın enerji sarfıyatı artacaktır. Ayrıca pompa maliyeti de artacaktır. Zaten bize tek yüzey için gerekli basınç ve debi değerleri, normal mevcut pompa değerlerinden çok

yukarıdadır. Bunun yerine alternatif bir kapı filtresi tasarımı ile kullanılacak nozul adetleri düşürülebilir.

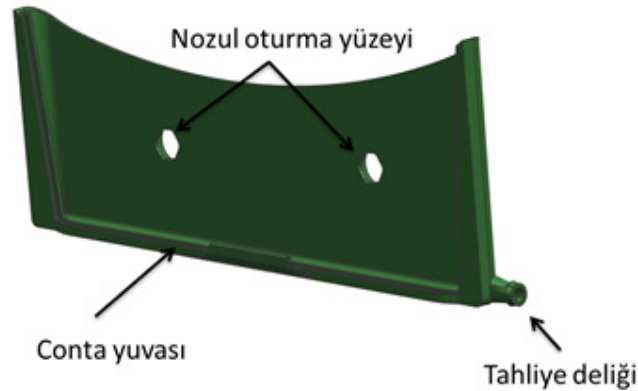
Alternatif kapı filtresinin tek düzlem olması halinde kullanılacak nozul iki adede düşecektir. Buna uygun tasarım şekil 5.2’ de görülmektedir.



**Şekil 5.2 :** Prototip tek düzlem filtre.

İki adet filtre yüzey alanı bulunmakta ve proses havasındaki lifler bu bez alanı ile tutulmaktadır. Filtre bez alanı mevcut kapı filtresinin tam yarısı kadar olup temizlenmediği zaman filtrenin dolma hızı yüksek olmakta ve havaya karşı bir direnç oluşturmaktadır.

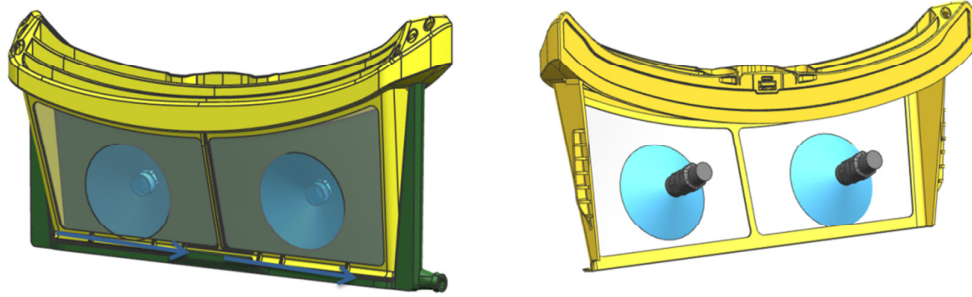
Tek düzlem filtre makinanın ön yatakta havanın tamburdan çıktıktan sonra geçtiği bölgeye yerleştirilecektir. Ön yatakta tek düzlem filtrenin yerleşeceği düzgün bir yüzey bulunmamaktadır. Bu yüzeyi sağlayabilmek için filtrenin oturacağı bir düzlem tasarlanmıştır. Buna da filtre altlığı denilmiştir. Şekil 5.3’ de tek düzlem filtre altlığı görülmektedir.



**Şekil 5.3 :** Tek düzlem filtre altlığı.

Filtre altlığında tek düzlem filtre ile arasında suyun ve proses havasının sızdırmazlığını sağlamak için bir conta yuvası tasarlanmıştır. Buraya konulacak bir conta ile sızdırmazlığın sağlanması düşünülmüştür.

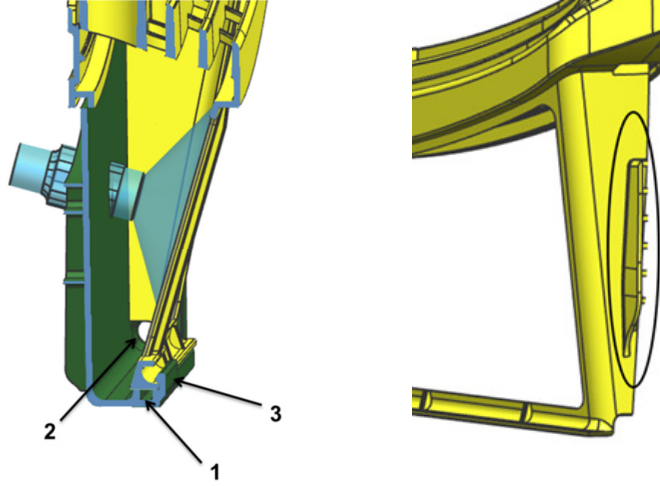
Şekil 5.4’ de temizleme şekli görülmektedir. Nozulların yaptığı püskürtme ile filtre bezinin temizlenilmesi düşünülmüştür.



**Şekil 5.4 :** Gerçekleşen püskürtme.

Püskürtülen suyun bir kısmı filtre bezinden geçerken bir kısmı ise geçemeyerek alt tarafa akacaktır. Alt tarafta suyun rahatça ilerleyebilmesi için bir aç verilmiştir. Burada lifle birlikte suyun ilerlemesinin sağlanması düşünülmüştür. İlerleyen suyun tahliyesi için de bir çıkış deliği tasarlanmıştır. Buradan lifli su tahliye edilmektedir.

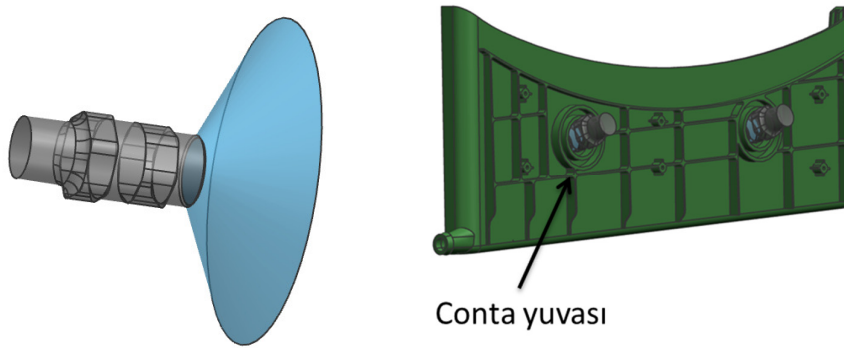
Şekil 5.5’ de 1 numara ile gösterilen conta yuvası olmaktadır. Tek düzlem filtre ile filtre altlığı arasında kalmakta ve üzerine oturtulan bir conta ile sızdırmazlık sağlanmaktadır. 2 numaralı tahliye deliğinden lifli su tahliye edilmektedir. Filtrenin filtre altlığına sabitlenebilmesi için de 3 numaralı yapı oluşturulmuştur. Filtrenin yan taraflarında bulunan kulakçıklar ile de filtrenin filtre altlığına tam oturması sağlanmaktadır.



**Şekil 5.5 :** Tek düzlem filtre ve filtre altlığının detaylı gösterimi.

Lifli suyun tek düzlem filtrede değil filtre altlığından tahliye edilmesi istenilmektedir. Bu şekilde tek düzlem filtrenin altında bir hazne olmayacaktır. Bu sayede filtre çıkartılmak istenildiğinde nozula çarpmayacak, istenilen zamanda çıkartılıp lif birikimi incelenebilecektir. Ayrıca belirli bir çevrimden sonra nozullarla temizlenemediği durumlarda makinadan çıkartılıp el ile temizlik işlemi gerçekleştirilebilir.

Kullanılacak nozul ve nozulun yerleştirileceği yer şekil 5.6’ da görülmektedir. Nozul filtre açısına göre filtreye karşıdan gelecek şekilde yerleştirilmesi ve filtre ile arasında belirli bir mesafe bulunması gerekmektedir. Bunun için filtre altlığındaki filtrenin oturacağı yüzey buna göre tasarlanmıştır.



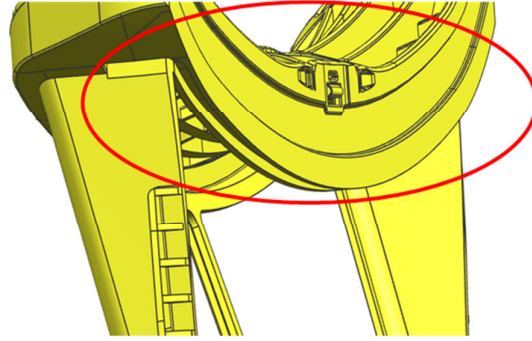
**Şekil 5.6 :** Nozul ve filtre altlığının detay gösterimi.

Nozulların oturacağı yerden havanın sızdırmazlığının sağlanması gerekmektedir. Bunu için filtre altlığında nozulların yerleşeceği kısma çepeçevre conta yuvası hazırlanmıştır. Buraya konulacak contanın filtre altlığı ve ön yatak arasında sıkışması

ile sızdırmazlık sağlanmış olacaktır. Filtre altlığının ön yatağa montajı cıvata bağlantısı ile gerçekleştirilecektir. Bunun için filtre altlığından yatağa uygun olarak bosslar hazırlanmıştır.

Bu prototip tasarlanırken alt tarafta bulunan kondenserin istenilen zamanda çıkartılıp takılabilmesi istenilmiş bu da tasarımda kısıtlayıcı bir etken olmuştur. Filtrenin eğimi, boyutları ve tahliye deliği buna göre belirlenmiştir.

Tek düzlem filtre ile filtre altlığı arasından proses havasının geçmemesi için ayrıca bir conta yuvası hazırlanmıştır. Conta yuvası şekil 5.7' de görülmektedir.

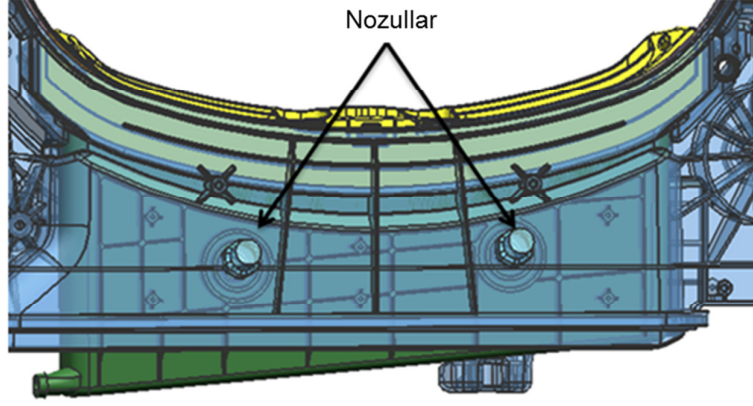


**Şekil 5.7 :** Tek düzlem filtrenin oturma yüzeyindeki conta yuvası.

## **5.2 Makina Üzerindeki Deneyler**

### **5.2.1 Makinanın hazırlanması**

Makine üzerinde yapılan test için kondenserli çamaşır kurutma makinası çekilmiştir. Çekilen makinanın ön yatağına filtre altlığı vidalar yardımı ile sabitlenmiştir. Sabitleme işleminden önce ön yatakta vidaların denk geleceği yerler belirlenmiş ve nozulun geleceği yerde nozulun oturacağı büyüklükte bir delik açılmıştır. Nozullar ile ön yatak arasından proses havasının kaçmaması için araya silikon uygulanmıştır. Bu şekilde sızdırmazlık sağlanmış ve nozullar sabitlenmiştir. Çalışma sıcaklığında silikonun dayandığı görülmüştür. Filtre altlığının ön yatak içerisindeki görünüşü şekil 5.8' de görülmektedir.



**Şekil 5.8 :** Filtre altlığının ön yatak içerisindeki görünüşü.

Aynı şekilde nozulların ön duvarda geleceği yerler belirlenmiş ve delikler açılmıştır. Nozulların makinaya monte edilmiş hali Şekil 5.9’ da görülmektedir.



**Şekil 5.9 :** Hazırlanan makinanın önden görünüşü.

Daha sonra makine içerisinde diğer bileşenlerin montajı yapılmıştır. Filtre altlığındaki tahliye deliğine hortum bağlantısı yapılmıştır. Bu hortum bağlantısı ile kurutma çevrimlerinde yıkanan filtreden ne kadarlık bir lif birikiminin taşınabildiğini görmek amacı ile makina dışarısına alınmıştır. Şekil 5.10’ da yapılan bağlantılar görülmektedir.



**Şekil 5.10 :** Makinanın hortum bağlantıları yapılmış görünüşü.

Kurutma makinalarında yoğuşan su arka tarafta bulunan pompa haznesinde birikmektedir. Bu biriken su belirli bir seviyeye ulaştığında pompa çalışmakta ve yoğuşma suyunu su tankına göndermektedir. Bu sistemde bu yoğuşma suyu filtreyi temizlemede kullanılmak üzere dışarıya alınmıştır. Bu şekilde filtre yıkama için ne kadarlık bir su gereksinimi olduğu, yoğuşma suyunun yıkama için yeterli olup olmadığı, liflerin yoğuşma suyuna karışıp karışmadığı görülmüştür. Ayrıca yeterli olmadığı durumda rahatça su takviyesi yapılabilir.

Şekil 5.11’ de test sistemi görülmektedir. Pompanın çalıştırılması ile su nozullara gönderilmektedir. Nozullardan filtre üzerine su püskürtülmektedir.



**Şekil 5.11 :** Test sistemi.

### 5.2.2 Testin gerçekleştirilmesi

Filtre temizleme için özel bir yük hazırlanmıştır. Filtrenin temizlanmesini zorlayacak yk tarzı seçilmiştir.

Kurutma evrimi boyunca 2 defa yıkama gerçekleştirilmiştir. İlk yıkama çevrimin tam ortasında makine durdurularak yapılmıştır. Durdurulan makinenin kapağı açılarak nozullara hortum bağlantısı yapılmış ve belirli bir zaman boyunca çalıştırılan pompa nozullara suyu göndermiştir. Püskürtülen bu su ile filtre yıkanmış ve lifli su tahliye deliğinden geçerek makine dışarısında bulunan hazneye aktarılmıştır. İkinci ve son yıkama ise çevrim sonunda gerçekleştirilmiştir. Kurutma işlemine bitiren kurutma makinasında aynı işlemler gerçekleştirilmiştir. Bu şekilde 2 defa yıkama gerçekleştirilmiştir.

Test 10 evrim boyunca gerçekleştirilmiştir. 2 çevrim sonunda temizlenmemiş filtre ile temizlenmiş filtre arasındaki fark şekil 5.12’ de görülmektedir.



**şekil 5.12 :** (a) Temizlenmiş filtre (b) Temizlenmemiş filtre.

Yıkama sonucunda tam bir temizlik olmasada liflerin bir kısmı temizlenebilmiştir. Dördüncü evrim sonunda temizlenmiş filtre ile temizlenmemiş filtre şekil 5.13’ de görülmektedir.

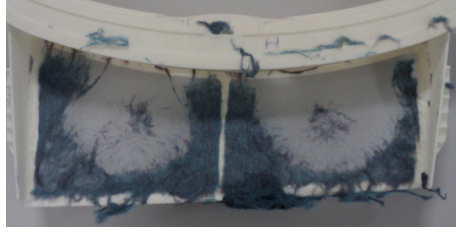


**şekil 5.13 :** (a) Temizlenmiş filtre (b) Temizlenmemiş filtre.

Filtre temizlenmediği durumda 4 çevrim sonunda gerçekleşen birikme fazla olmaktadır ve makinanın performansını olumsuz etkilemektedir. Filtrenin nozullar ile yıkandığı durumda filtre bezi havanın rahatça geçebileceği durumdadır. Fakat çevrim sayıları arttıkça birikmeler de artmaktadır. Yıkanamayan yerlerde biriken lifler gittikçe birikerek yükselmektedir. 8 çevrim ve 10 çevrim sonunda nozul ile yıkanmış filtreler şekil 5.14 ve şekil 5.15’ de görülmektedir.



**Şekil 5.14 :** 8 çevrim sonundaki temizlenmiş filtre.



**Şekil 5.15 :** 10 çevrim sonundaki temizlenmiş filtre.

Çevrim sayılarının artması ile, temizlenmeyen liflerde tutunma daha fazla olmakta ve birikme artmaktadır. Birikmenin artması ile nozulların temizleme oranı düşmektedir. 10 çevrim sonunda şekilde görülen filtre makinanın çalışma koşullarında büyük bir düşüş oluşturmamaktadır. Makinanın en az 10 çevrim filtresinin temizlenmeden kurutmasına devam etmesi sağlanmıştır.



## 6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada bir beyaz eşya tipi olan çamaşır kurutma makinası için otomatik temizlenen bir filtre tasarımı çalışılmıştır. Çamaşır kurutma makinalarında filtre elemanı önemli bir görev üstlenmektedir. Bacalı kurutma makinalarında kurutma havasındaki lifleri tutarak, bu liflerin baca bağlantısında birikmesini önlemektedir. Kondanserli ve ısı pompalı kurutma makinalarında ise eşanjörlerde lif birikiminin önüne geçilmek için konulmaktadır.

Filtrelerin bu görevlerine karşın makinada bazı olumsuzlukları da beraberinde getirmektedir. Filtreler başlı başına proses havasının geçişini bir miktar olumsuz etkilemektedir. Zamanla lif birikimi ile hava geçişini ciddi oranlarda etkilemektedir. Bu da enerji verimliliğinde düşüşe, sıcaklıklarda artışa neden olmaktadır. Bunun için her çevrim sonunda filtrenin temizlenmesi istenilmektedir.

Çamaşır kurutma makinalarında tasarımı yapılacak otomatik temizlenen bir filtre tasarımı ile bunun önüne geçilebilecektir. Bu çalışmadan güvenilir, uzun ömürlü ve en azından 10 çevrim boyunca kullanıcı tarafından temizlenmesine gerek olmayacak bir tasarım istenilmiştir. Bu şekilde kurutma performansında ciddi düşüşler olmayacak ve kullanıcı her çevrim filtrede biriken pislikler ile temasa geçmeyecektir.

Otomatik temizlenen filtre tasarımı ürüne uygulandığı zaman piyasa şartlarında önemli bir adım atılacağı öngörülmektedir. Şu anda rakip firmalarda sadece Fisher & Paykel firmasının üretmiş olduğu üstten yüklemeli çamaşır kurutma makinası bulunmaktadır. Mevcut üretilen çamaşır kurutma makinaları içerisinde otomatik temizlenen filtre bulunmamaktadır. Fakat patent araştırmalarına bakıldığında diğer firmalarda bu konuda çalıştıkları görülmektedir.

Testlerde çamaşır kurutma makinası çevrimi boyunca 2 defa filtre yıkama yapılmıştır. Daha fazla yapılacak yıkamalarda kurutma süreleri uzamaktadır. Makinanın kapatılıp tekrar açılması sonucunda kurutma süresi uzamaktadır. Fakat sık sık yapılan yıkamalarda daha etkin bir yıkama gerçekleşecektir. Lifler çok fazla birikmeden yapılan yıkamalar sonucunda liflerin tahliye deliğinden çıkışı daha rahat

olacak, birikme olmayacaktır. Bu nedenlerle testlerde 2 defa yıkama gerçekleştirilmiştir fakat bu sayı daha iyi bir optimizasyonla arttırılabilir.

Yapılan testler sonucunda görülen temizleme oranları için bu filtre tasarımı şimdilik kondanserli kurutma makinaları için uygun olmaktadır. Filtrenin tamamı temizlenememektedir. Bu az da olsa enerji verimliliğini etkilemektedir. Bu etkilenme kondanserli çamaşır kurutma makinaları için göz ardı edilebilir olurken ısı pompalı çamaşır kurutma makinaları için önemli bir değer olmaktadır. Çalışmalarda başarılı görülen diğer yöntemlerle daha iyi sonuçlar alındığında bu sistem ısı pompalı çamaşır kurutma makinalarına da uygulanabilir.

Bu çalışma sonrası filtreden uzaklaştırılan liflerin ne yapılacağı çalışılmalıdır. Filtreden uzaklaştırdığımız lifler nerede ve nasıl biriktirilecek, makine dışarısına ne zaman ve nasıl alınacak bunlar çalışılmalıdır.

## KAYNAKLAR

- [1] **Bingelli, C.** (2003). *Building Systems For Interior Designers*, John Wiley and Sons INC, New Jersey.
- [2] **Url-1** <<http://www.wisconsinhistory.org/topics/stevens/index.asp>>, Alındığı tarih 12.08.2012
- [3] **Ercan, O.** (2010). *Bacalı Tip Çamaşır Kurutma Makinasında Kütle Geçişinin İncelenmesi ve Spesifik Enerji Tüketiminin İyileştirilmesi*, Türkiye, (yüksek lisans tezi.), İTÜ
- [4] **Bansal, P., Vineyard, E., Abdelaziz, O.** (2011). Advances in household appliances, *Applied Thermal Engineering*, 31, 3478-3760
- [5] **MEGEP.** (2007). Kurutucular, Milli Eğitim Bakanlığı, Ankara [5]
- [6] **Warring, R. H.** (1969). *Filters and Filtration*, Trade and Technical Press, University of California
- [7] **Wacharawichanant, S.** (t.y.). Cyclone Separators, Department of Chemical Engineering, *Faculty of Engineering and Industrial Technology*.
- [8] **Lothar, D., Klaus, G., Thomas, N. ve Andreas Z.** (2008). Dryer Having a Lint Filter and a Cleaning Device, *Bsh Bosch Siemens Patent*, No: DE102008041998 tarih: 11.09.2008.
- [9] **Klaus, G.** (2008). Laundry Drying Device and Method for Cleaning a Filter, *Bsh Bosch Siemens Patent*, NO: DE102008055086 tarih: 22.12.2008.
- [10] **Klaus, G.** (2009). Device for Cleaning a Component of a Dryer and Dryer Having Such a Device, *Bsh Bosch Siemens Patent*, NO: WO2011057954 tarih: 13.11.2009.
- [11] **Wei, Z., Weichen L., Yongqing L. ve Huijia Y.** (2010). Laundry Processing Apparatus With Drying Procedure, *Bsh Bosch Siemens Patent*, NO: WO2011113803 tarih: 15.03.2010.
- [12] **Klaus, G.** (2008). Household Device Sieve, Household Device With Such a Sieve and Method For Producing Such a Sieve, *Bsh Bosch Siemens Patent*, NO: EP2202348 tarih: 22.12.2008.
- [13] **Griffith, J. H.** (1994). Lint Collector For Clothes Drier, *Fisher & Paykel Patent*, NO: EP0722519 tarih: 15.09.1993.
- [14] **Hartmut, S.** (2005). Lint Filter Device and Method for Cleaning a Lint Filter Device, *Bsh Bosch Siemens Patent*, NO: US2009158933 tarih: 18.11.2005.

- [15] **Phyo, A. S., Yun, K. J., Ik, L. S.** (2008). A Dryer and Foreign Material Removing Apparatus Thereof, *LG Electronics Patent*, NO: EP2202350 tarih: 17.12.2008.
- [16] **Ramon, S. R.** (2009). Industrial Laundry Drier With Filter Cleaning Device, *Girbau Patent*, NO: EP2397602 tarih: 16.02.2009
- [17] **Virginia Cooperative Extension.** (2009). Nozzle Selection and Sizing, *Virginia Polytechnic Institute and State University*.
- [18] **Url-2** <<http://en.spray.com/cat70m>>, alındığı tarih 27.05.2012
- [19] **Öztürk, R.** (2007). Hidrolik-Pnömatik, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- [20] **Url-3** <[http://en.wikipedia.org/wiki/Gear\\_pump](http://en.wikipedia.org/wiki/Gear_pump)>, Alındığı tarih 29.08.2012
- [21] **Url-4** <<http://www.youtube.com/watch?v=MHvDqC0YeRM>>, Alındığı tarih 29.11.2012
- [22] **Url-5** <<http://www.youtube.com/watch?v=a58zzqfF5N0>>, Alındığı tarih 29.11.2012
- [23] **Url-6** <[http://en.wikipedia.org/wiki/Diaphragm\\_pump](http://en.wikipedia.org/wiki/Diaphragm_pump)>, Alındığı tarih 27.05.2012
- [24] **Url-7** <[http:// web.itu.edu.tr/~kusoglu/POMPALAR.ppt](http://web.itu.edu.tr/~kusoglu/POMPALAR.ppt)>, Alındığı tarih 28.08.2012
- [25] **Url-8** <[http://image.agriculturekey.com/productd/18/1514195\\_1.jpg](http://image.agriculturekey.com/productd/18/1514195_1.jpg)>, Alındığı tarih 16.10.2012
- [26] **Url-9** <[http://i00.i.aliimg.com/img/pb/901/914/384/384914901\\_429.jpg](http://i00.i.aliimg.com/img/pb/901/914/384/384914901_429.jpg)>, Alındığı tarih 16.10.2012

## ÖZGEÇMİŞ



**Ad Soyad:** Onur MUHİDDİN

**Doğum Yeri ve Tarihi:** İstanbul, 1986

**Adres:** Zafer Mahallesi Armada City B:3 D:24 Çorlu/Tekirdağ

**Lisans:** Yıldız Teknik Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü

**E-posta:** onurmuhiddin@yahoo.com