



ÇEKVALF SİSTEMLİ HOUSİNG KAPAĞININ TASARIMININ GELİŞTİRİLİP PROTOTİP PARÇA ÜZERİNDE TESTLERİN YAPILMASI

Ömer Şaban KAMBER*

İhlas Ev Aletleri İmalat Sanayi ve Ticaret A.S., İstanbul, Türkiye

Anahtar Kelimeler

*FDM Teknoloji,
Çekvalfli Sistem,
Prototip,
Maliyet Analizi.*

Öz

İnsan vücudu %70 oranında sudan oluşmaktadır. Vücuda alınan su tüm organlara etki etmektedir. İçilen suyun kalitesi bu nedenle insanlar için hayati öneme sahiptir. Suyun içerisinde yararlı maddeler olduğu gibi zararlı maddelerde bulunmaktadır. Su arıtma cihazları suyun içerisindeki zararlı maddelerin ayrıştırmasını filtreler yardımıyla sağlamaktadır. Suyun filtreler arasında geçişi housing kapak parçası vasıtasıyla sağlanmaktadır. Filtreler üzerinden belirli miktar (kullanılan filtrenin özellik ve türüne göre bu miktar değişmektedir) su geçtikten sonra değiştirilmesi gerekmektedir. Filtrelerin değişimi sırasında su arıtma cihazı içerisindeki basınçtan dolayı housing kapaktan su dışarı çıkmaktadır. Filtre değişimi esnasında ortama gelen su montaj mahalindeki mobilyalara, halılara ve parke marleyle zarara verebilmektedir. Bu su kaçağını önlemek için housing kapak parçasına çekvalf sistemi eklenmesine karar verilmiştir. Bu amaçla üç farklı housing kapak tasarımı geliştirilmesi hedeflenmiştir. Bu parçaların prototiplerinin montajları yapılarak su sızdırmazlık testlerinin yapılması hedeflenmiştir. Prototip parçalara yapılan testlerle sistemin çalışması esnasındaki su geçiş miktarı ve maliyet analizleri yapılarak en uygun tasarımın belirlenmesi hedeflenmiştir.

DEVELOPING DESIGN OF HOUSING COVER WITH CHECK VALVE SYSTEM AND MAKING TESTS ON ITS PROTOTYPE

Keywords

*FDM Technology,
Checkvalve System,
Prototype,
Cost Analysis.*

Abstract

The human body consists of 70% water. Water taken into the body affects all organs. The quality of the drinking water is therefore vital to humans. There are beneficial substances in water as well as harmful substances. Water treatment devices provide the separation of harmful substances in the water with the help of filters. The passage of the water between the filters is provided by the housing cover part. A certain amount of filters (this amount varies according to the characteristics and type of the filter used) needs to be changed after the water has passed. During the change of filters, water comes out of the housing cover due to the pressure in the water treatment device. Water coming into the environment during the filter change can damage the furniture, carpets and parquet floor in the installation site. In order to prevent this water leakage, it was decided to add a check valve system to the housing cover part. For this purpose, it is aimed to develop three different housing cover designs. The prototypes of these parts were assembled and water leakage tests were aimed. It was aimed to determine the most suitable design by making the water passage amount and cost analysis during the operation of the system with the tests made on prototype parts.

Alıntı / Cite

Kamber, Ö.Ş., (2020). Çekvalf Sistemli Housing Kapağının Tasarımının Geliştirilip Prototip Parça Üzerinde Testlerin Yapılması, Mühendislik ve Tasarım Dergisi, 8(1), 210-220.

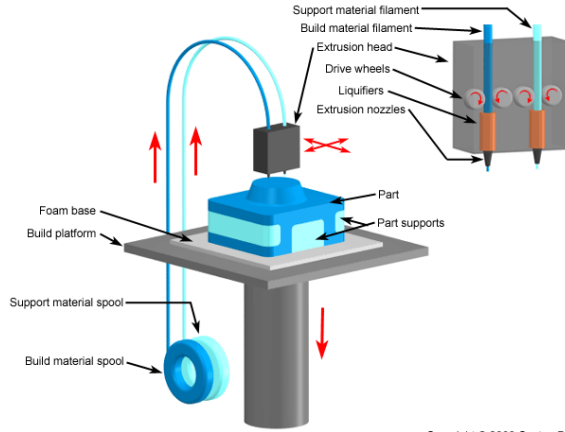
* İlgili yazar / Corresponding author: okamber@gmail.com, +90-505-499-0130

| Yazar Kimliği / Author ID (ORCID Number) | Makale Süreci / Article Process | |
|--|---|------------|
| Ö.Ş. Kamber, 0000-0002-0260-8533 | Başvuru Tarihi / Submission Date | 07.01.2019 |
| | Revizyon Tarihi / Revision Date | 23.08.2019 |
| | Kabul Tarihi / Accepted Date | 24.09.2019 |
| | Yayın Tarihi / Published Date | 20.03.2020 |

1. Giriş (Introduction)

Eritilmiş Malzeme Yığılma/Fused Deposition Modelling (EMY/FDM) lif halindeki termoplastik malzeme eritilerek oluşturulan tabakanın üstünde yeni bir katmanın oluşturulmasına dayanan bir sistemdir (Teknology, 2016). FDM'de işlemlere üretilecek parçanın, 3D CAD datasının katı model formundayken makinenin işlem gördüğü STL formatına çevrilmesiyle başlanır. Ardından parçanın mukavemet ve esneklik gibi özelliklerini etkileyen malzeme seçimi yapılır ve üretim oryantasyonu belirlenir. 0,127-0,330 mm arasında uygun katman kalınlığı seçilerek katı model Insight yazılımı kullanılarak katmanlara ayrılır (Erten, 1997).

Sıcaklık kontrollü ekstrüzyon kafası, yarı eriyik mertebesine ulaşıncaya kadar ısıtılmış termoplastik model malzemesi ile beslenir. Kafa, model ve destek malzemesini yönlendirerek hassas bir şekilde makine üretim tablasına ince katmanlar halinde serer. Sistem üzerindeki ekstrüzyon kafası her defasında bir katmanın konturunu çizecek ve içini dolduracak şekilde x ve y eksenlerinde; eş zamanlı olarak üretimin yapıldığı tabla da z yönünde hareket eder. Bu proses, sıcak yapıştırıcı tabancasının eriyik yapıştırıcı damlacıklarını sermesini andırır. Katman katman serilen malzemenin soğuyarak katlaşması ile üç boyutlu model oluşturulur (Şekil 1).



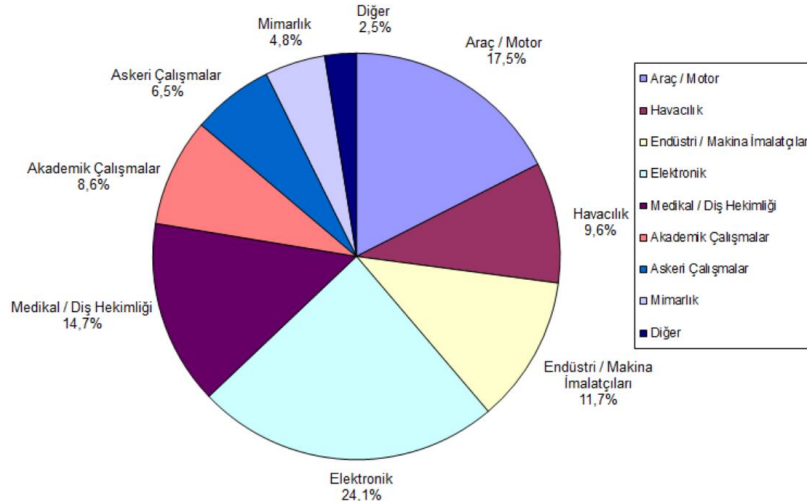
Şekil 1. FDM çalışma prensibi (FDM working principle) (Fused, 2018)

Üç boyutlu yazdırma işleminde nesne katmanlar halinde üst üste serilerek meydana getirilir. Bu katmanları oluşturmak için farklı yöntemler kullanılabilir. Bunlar plastik ergitme, lazer sinterleme, sterolitografi gibi yöntemlerdir (Azari, 2009). Üç boyutlu yazıcıların kartezyen yazıcı, delta yazıcı ve core xy yazıcı gibi çeşitleri bulunmaktadır. Kartezyen mantığında çalışan üç boyutlu yazıcılar genellikle bilgisayar kontrollü xyz kartezyen platformuna bağlanmış termoplastik püskürtücüden oluşurlar [Herrmann, 2014, Üç boyutlu, 2014].

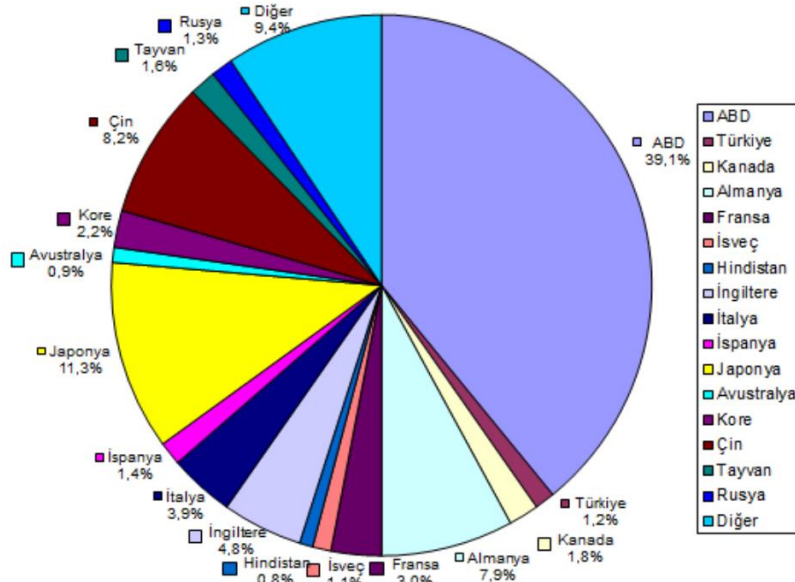
Üç boyutlu yazıcılarda yaygın bir şekilde kullanılan malzemelerin başında ABS ve PLA malzemeleri gelmektedir. ABS plastik (Akrilonitril Butadin Stiren), sert bir termoplastik polimerdir. ABS yüksek dayanım ve darbe direnci nedeniyle üç boyutlu yazıcılarda sıkça tercih edilen bir malzeme türüdür (Turner, 2014).

Yöntemlerdeki gelişmeler kullanım alanlarının çeşitlenmesini sağlamıştır (Şekil 2). Ayrıca avantajlarının anlaşılması ile birlikte de doğrudan kullanılan parça üretimine yönelik olarak gelişme göstermiştir. Ülkemizde hızlı prototipleme sistemleri 1993 yılından itibaren kullanım alanı bulmuştur. İlk kullanım alanı beyaz eşya sektörü olan hızlı prototipleme sistemleri zamanla tüm dünyadaki gelişmelere paralel olarak otomotiv, savunma sanayi, eğitim, sağlık, mimarlık, kuyumculuk, sanat gibi birçok farklı alanda kullanılır duruma gelmiştir (Drstvenssek, 2009, Negis, 2009, Akipek, 2007).

Ülkemiz, kurulu hızlı prototipleme sistemlerine sahip dünyadaki sayılı ülkelerden biridir (Şekil 3). Fakat daha gelişme gösterecek bir sektör durumundadır.



Şekil 2. Hızlı prototipleme makinalarının kullanım alanları (Usage areas of rapid prototyping machines) (Wohler,2010)



Şekil 3. Kurulu hızlı prototipleme makinaları (Rapid prototyping machines installed) (Wohler,2010)

Üç boyutlu yazıcı ile fare üzerinde deneylerin gerçekleştirilebilmesi için parçalar basılmıştır. Bu parçaların birleştirilip deney düzeneğinin kurulmuştur (Azari, 2009). Hızlı prototipleme ile üretimin dünyadaki geleceği hakkında değerlendirmeler yapılmıştır. Hızlı prototipleme, sanayiye ve çeşit alanlardaki firmalara hızla kalkınıp gelişeceği imkânlar sunacağı öngörülmüştür (Wohler, 1995, Kochan, 1999).

Üç boyutlu yazıcı teknolojileri yeni bir ürün tasarlayıp geliştirme süreçlerinde meydana gelebilecek olan problemleri önceden görülmesini sağlayarak bu gibi problemlere üretilecek çözüm yollarını hızlandırmaktadır. Dijital ortamda çizilmiş olan tüm tasarımların seri üretime geçme aşamasından önce prototiplerinin hazırlanıp, gerekli testlerden geçirilmesi gerekmektedir. Geleneksel yöntemlerle prototip hazırlama süreci hem maliyetli hem de oldukça zaman alıcı faaliyetleri kapsamaktadır. Oysa üç boyutlu yazıcılar sayesinde istenilen prototipler saatler içerisinde üretilebilir (Çelik, 2016).

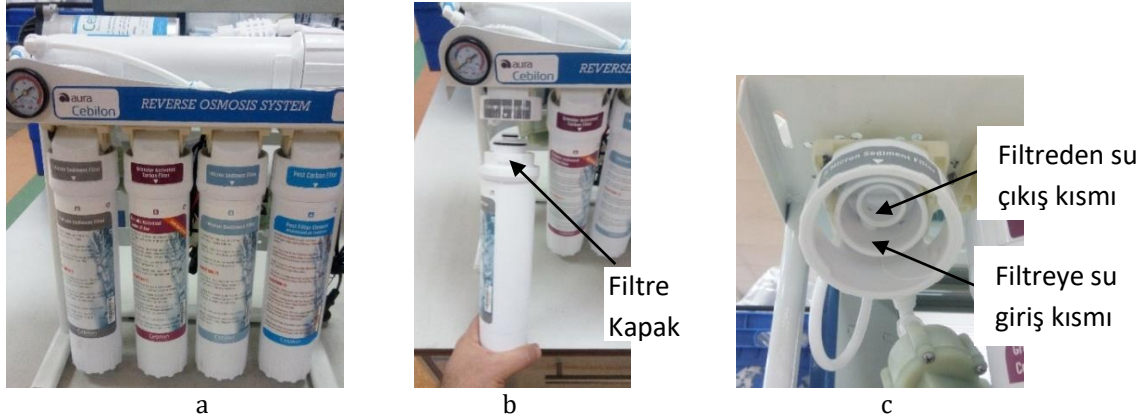
Hızlı prototipleme parçalarının, özellikle otomotiv ürün geliştirme sürecindeki kullanımları seri imalat sürecinde görülebilecek hataların, önceden görülerek önlem alınmasına katkı sağlamıştır (Durgun, 2011).

Hızlı prototipleme sayesinde tasarımı geliştirilen dikey süpürge prototipleri üretilerek parça montaj kontrolleri yapılmış ve ürün üzerinde ses ve toz atma testleri yapılarak ürün geliştirilmesi sağlanmıştır (Maden, 2019).

Bu çalışmada tasarımı geliştirilen çekvalfli housing kapak parçasının tasarımının geliştirilmesi, tasarımların prototipleri yapılması, prototip üzerinde testlerin yapılması ve sistemin üretimi için gerekli maliyet analizleri yapılması hedeflenmiştir.

2. Housing Kapak Parçasından Filtre Çıkartılmasında Su Kaçak Olması (Water Leakage When Removing Filter From Housing Cover Part)

Su arıtma cihazlarında filtrelerin ömürleri bittiğinde (filtreden geçen su miktarı veya zamana bağlı olarak) değiştirilmesi gerekmektedir. Filtrelerin değişiminde filtre housing kapaktan çıkarılırken sistem içerisinde su basınç sayesinde housing kapak üzerinden dışarı çıkmaktadır. Bu da halılara, parke marleye ve cihazın konulduğu mobilyalara zarar vermektedir. Şekil 4-a'de su arıtma cihazı görülmekte ve Şekil 4-b'de cihazdan filtrenin dökülmesi görülmektedir. Şekil 4-c'de housing kapak parçasının filtreye su giriş ve filtreden su çıkışının geçtiği kısımlar görülmektedir.

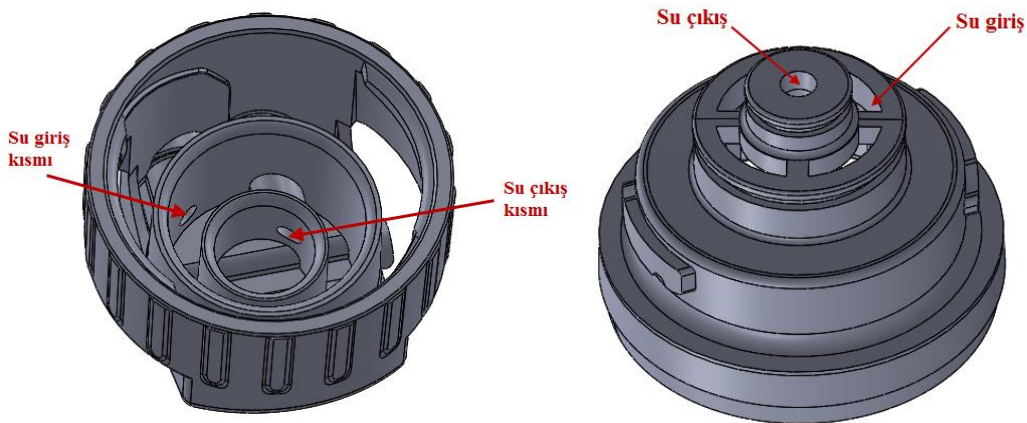


Şekil 4. (a) Su arıtma cihazı (Water purifier) (b) Filtre değişimi (Filter replacement) (c) Housing kapak parçasının su kaçak bölgesi (Water leak field on the housing cover piece)

Housing kapaktan filtrelere su girişi ve çıkışı olmakta fakat filtrelerin çıkartma işlemi sonrası su kaçaqları giriş kısmından olduğu görülmüştür. Çıkış kısmından herhangi bir kaçak olmadığı görülmüştür.

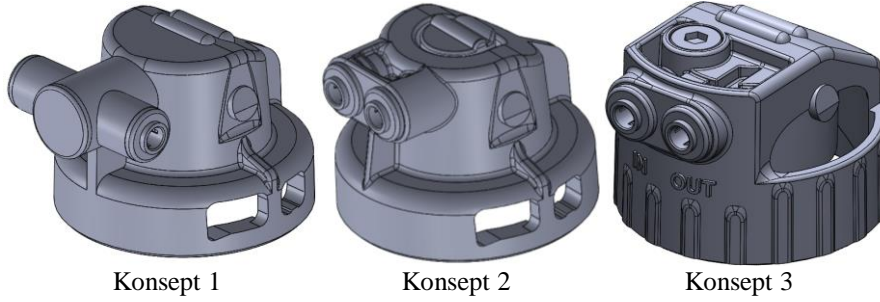
3. Housing Kapak Parçasının Tasarımının Çekvalfli Şekilde Geliştirilmesi (Development of the Housing Cover Part Design with a Check Valve)

Ömrünü tamamlayan filtre değişiminde giriş kısımdan su kaçaqların önlenmesi için giriş kısmına çekvalf sistemi yapılması karar verilmiştir. Şekil 5'de görüldüğü gibi filtreye su girişi dış çaptaki dar alandan olmakta, filtreden geçen su merkezden geçmektedir. Şekil 5'de bu kısım daha detaylı görülmektedir.



Şekil 5. Housing kapak parçası su giriş/çıkış detayı (Housing cover part water inlet / outlet detail)

Housing kapak parçası çekvalfli olarak geliştirilmesi amacıyla 3 farklı tasarım yapılmıştır. Bu tasarımlar şekil 6'de gösterilmiştir.

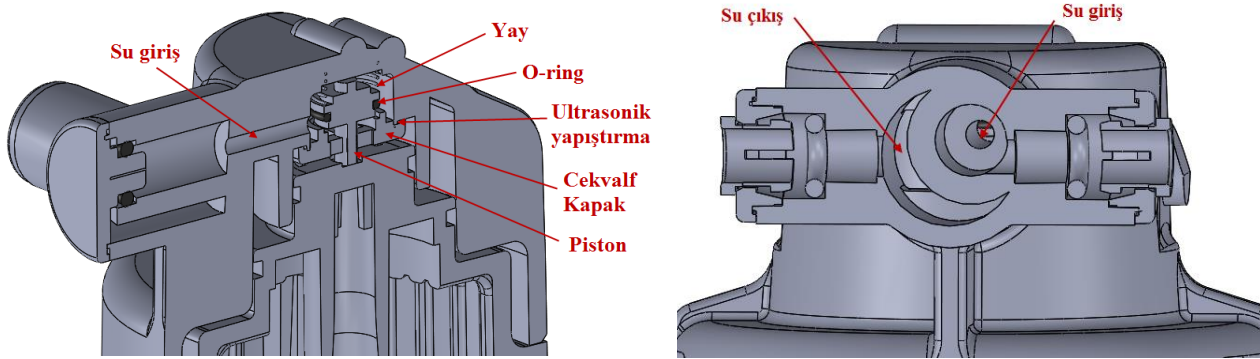


Şekil 6. Konsept çalışmaları (Concept studies)

Housing kapak parçası çekvalfli olarak geliştirilmesinde piyasada yapılan incelemelerde konsept 1 konsept 3'e yakın çekvalf sistemleri kullanıldığı görülmüştür. Piyasadaki ürünlerde bazıları çekvalf sistemi su girişi yerine çıkış kısmına konulduğu görülmüştür.

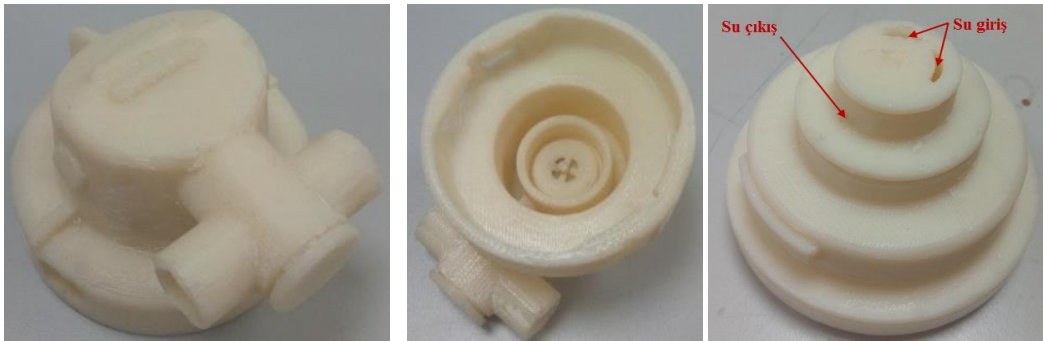
3.1. Konsept Prototip Üretimi ve Maliyet Analizi (Concept Prototype Production and Cost Analysis)

Konsept 1'de çekvalf sistemi geliştirilmesinde yandan dış çaptan olan su girişi merkeze, merkezde olan su çıkış kısmı dış kısma olacak şekilde yer değiştirilmiştir. Çekvalf sisteminin iç çaptaki alana rahat uygulanması (ultrasonik kaynak, mekanizma montajı gibi) için iç çap %15 oranında büyütülmüştür. Su giriş ve çıkış kısımlarında değişiklik yapıldığından dolayı filtre kapak parçasında su giriş ve çıkış kısımlarında değişiklik yapılmıştır. Şekil 7'de konsept 1'e ait çekvalf sistemi ve su giriş/çıkışlar görülmektedir.



Şekil 7. Konsept 1 çekvalfli housing kapak sistemi (Concept 1 check valve housing system)

Konsept 1 parçasının mühendislik tasarım çalışması yapıldıktan sonra FDM 360MC makinasında prototipleri üretilmiştir. Şekil 8'de üretimi yapılmış prototip parçaları görülmektedir.



Şekil 8. Konsept 1 prototip üretilmiş hali (Concept 1 prototype produced)

Konsept 1 parçasının prototip üretimi yapıldıktan sonra parçaların birbiriyle montajı yapılmıştır. Çekvalf sisteminde kapak ile housing gövde parçasına ultrasonik kaynak ile yapıştırılmaktadır. Prototip parçalarında üretim yönteminden dolayı ultrasonik ile birleştirme yapılması mümkün olmamaktadır. Çekvalf sisteminde yapıştırılmasında japon yapıştırıcı kullanılmıştır. Japon yapıştırıcı olarak "Evo Bond 502" kullanılmıştır. Prototip parçasının yüzeyleri düzgün çıkmadığı için yapıştırıldıktan sonra bile yüzeyde boşluklar olmaktadır. Bu kısımlardan azda olsa su kaçaqları meydana gelmektedir. Çekvalf kapak yapıştırılırken kenarlarına sıcak silikon ile kaçaqların engellenmiştir. Şekil 9'da konsept 1'in montajlanmış hali görülmektedir.



Şekil 9. Konsept 1 prototip montaj edilmiş hali (Concept 1 prototype assembled)

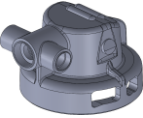



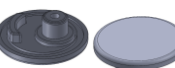
Konsept 1 parçasının prototip montajı yapıldıktan sonra parça üzerinde testler yapılmıştır. Bu testler filtreler çıkartılırken çekvalf sisteminin su kesme işlevini gerçekleştirmesi ve çekvalf sistemi devre dışı olduğunda geçen su debi miktarı ölçümleri yapılmıştır. Tablo 1’de yapılan test sonuçları görülmektedir.

Tablo 1. Konsept 1 çekvalf sistemi geçen su miktarı (Concept 1 check valve system passing water amount)

| | Su geçiş miktarı (L/dk) | Çekvalf Sistemi Çalışması |
|------------------|-------------------------|--|
| Konsept 1 | 6 | Çekvalf sistem çalışıyor. Su kaçağı yok. |

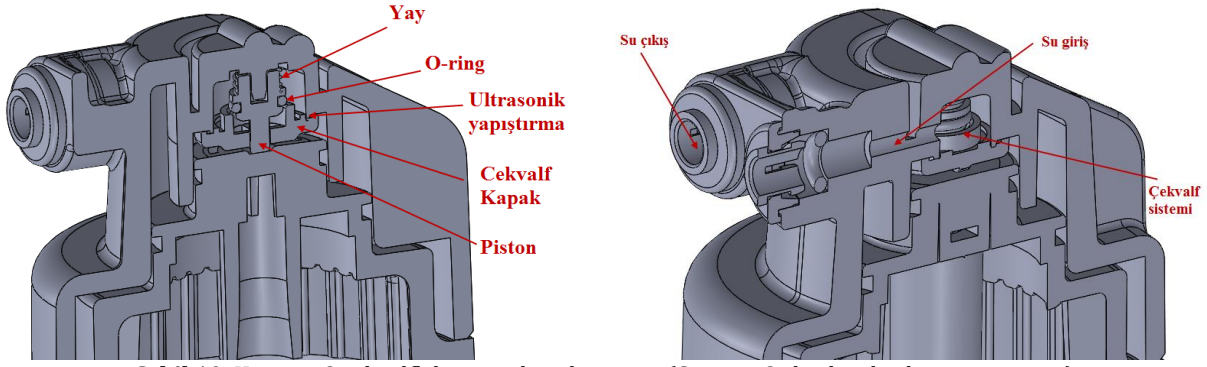
Normalde su arıtma sisteminde arıtma performansı dakikada 0,4 L atık ve yaklaşık 0,4-0,5 L temiz su vermektedir. Filtrede geçen debi dakikada yaklaşık 1 litreden az olmaması gerekmektedir. Konsept 1’e yapılan testler sonucunda bu miktarın yüksek olduğundan su geçişinde sorun olmayacağı düşünülmektedir. Bir ürünün tasarımın işlevselliği kadar yatırım maliyeti de önemlidir. Konsept 1’in imalata geçilmesi için kalıp yatırım maliyeti Tablo 2’de gösterildiği gibi 235 000 TL olacağı hesaplanmıştır.

Tablo 2. Konsept 1 kalıp yatırım maliyeti (Concept 1 mold investment cost)

| Konsept 1 Çekvalfli Housing Kapak | | | | | |
|-----------------------------------|---|------------------------------|-----------------|-----------|---------------------|
| | Parça Resmi | Parça Adı | Parça Malzemesi | Göz Âdeti | Yeni Kalıp Maliyeti |
| 1 |  | Housing Kapak | POM | 2 | 100.000 ₺ |
| 2 |  | Filtre Kapak | PP | 2 | 70.000 ₺ |
| 3 |  | Housing Çekvalf Piston | POM | 8 | 20.000 ₺ |
| 4 |  | Housing Çekvalf Kapak | POM | 8 | 20.000 ₺ |
| 5 |  | Housing Su Giriş-Çıkış Kapak | POM | 8 | 25.000 ₺ |
| Toplam | | | | | 235.000 ₺ |

3.1. Konsept 2 Prototip Üretimi ve Maliyet Analizi (Concept 2 Prototype Production and Cost Analysis)

Konsept 2’de konsept 1’de olduğu gibi su giriş ve çıkış kısımlarında yer değişikliği yapılmıştır. Konsept 1’de olduğu gibi çekvalf sisteminin iç çaptaki alana rahat uygulanması (ultrasonik kaynak, mekanizma montajı gibi) için iç çap %15 oranında büyütülmüştür. Su giriş ve çıkış kısımlarında değişiklik yapıldığından dolayı filtre kapak parçasında su giriş ve çıkış kısımlarında değişiklik yapılmıştır. Şekil 10’da konsept 2’e ait çekvalf sistemi ve su giriş/çıkışlar görülmektedir.



Şekil 10. Konsept 2 çekvalfli housing kapak sistemi (Concept 2 check valve housing system)

Konsept 2 parçasının mühendislik tasarım çalışması yapıldıktan sonra FDM 360MC makinasında prototipleri üretilmiştir. Şekil 11'de üretimi yapılmış prototip parçalar görülmektedir.



Şekil 11. Konsept 2 prototip üretilmiş hali (Concept 2 prototype produced)

Konsept 2 prototip parçaları üretimi yapıldıktan sonra parçaların birbiriyle montajı yapılmıştır. Çekvalf sisteminde kapak ile housing gövde parçasına ultrasonik kaynak ile yapıştırılmaktadır. Prototip parçalarında üretim yönteminden dolayı ultrasonik ile birleştirme yapılması mümkün olmamaktadır. Çekvalf sisteminde yapıştırılmasında japon yapıştırıcı kullanılmıştır. Prototip parçasının yüzeyleri düzgün çıkmadığı için yapıştırıldıktan sonra bile yüzeyde boşluklar olmaktadır. Bu kısımlardan azda olsa su kaçakları meydana gelmektedir. Çekvalf kapak yapıştırılırken kenarlarına sıcak silikon ile kaçakların engellenmiştir. Şekil 12'de konsept 2'in montajlanmış hali görülmektedir.



Şekil 12. Konsept 2 prototip montaj edilmiş hali (Concept 2 prototype assembled)

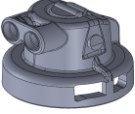

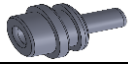
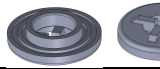
Konsept 2 parçasının prototip montajı yapıldıktan sonra parça üzerinde testler yapılmıştır. Bu testler filtreler çıkartılırken çekvalf sisteminin su kesme işlevini gerçekleştirmesi ve çekvalf sistemi devre dışı olduğunda geçen su debi miktarı ölçümleri yapılmıştır. Tablo 3'de yapılan test sonuçları görülmektedir.

Tablo 3. Konsept 2 çekvalf sistemi geçen su miktarı (Concept 2 check valve system amount of water passing)

| | Su geçiş miktarı (L/dk) | Çekvalf Sistemi Çalışması |
|-----------|-------------------------|--|
| Konsept 2 | 8 | Çekvalf sistem çalışıyor. Su kaçağı yok. |

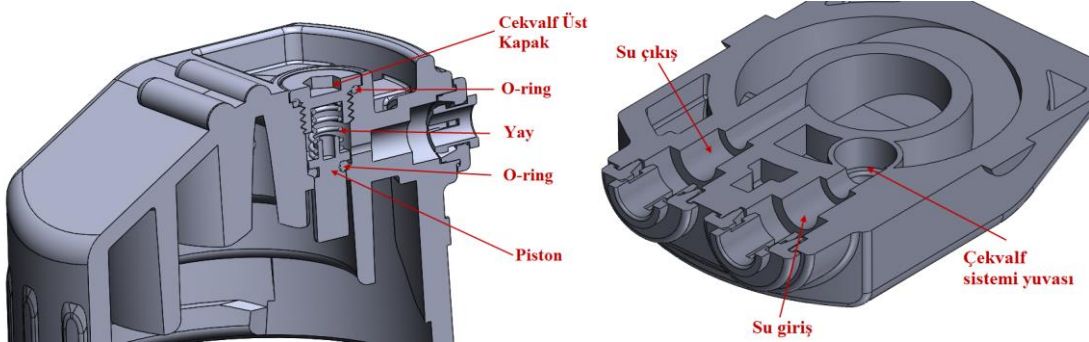
Normalde su arıtma sisteminde arıtma performansı dakikada 0,4 L atık ve yaklaşık 0,4-0,5 L temiz su vermektedir. Filtrede geçen debi dakikada yaklaşık 1 litreden az olmaması gerekmektedir. Konsept 2'e yapılan testler sonucunda bu miktarın yüksek olduğundan su geçişinde sorun olmayacağı düşünülmektedir. Bir ürünün tasarımın işlevselliği kadar yatırım maliyeti de önemlidir. Konsept 2'in imalata geçilmesi için kalıp yatırım maliyeti Tablo 4'de gösterildiği gibi 190 000 TL olacağı hesaplanmıştır.

Tablo 4. Konsept 1 Kalıp yatırım maliyeti (Concept 1 Mold investment cost)

| Konsept 2 Çekvalfli Housing Kapak | | | | | |
|-----------------------------------|---|------------------------|-----------------|-----------|---------------------|
| | Parça Resmi | Parça Adı | Parça Malzemesi | Göz Âdeti | Yeni Kalıp Maliyeti |
| 1 |  | Housing Kapak | POM | 2 | 80.000 ₺ |
| 2 |  | Filtre Kapak | PP | 2 | 70.000 ₺ |
| 3 |  | Housing Çekvalf Piston | POM | 8 | 20.000 ₺ |
| 4 |  | Housing Çekvalf Kapak | POM | 8 | 20.000 ₺ |
| Toplam | | | | | 190 000₺ |

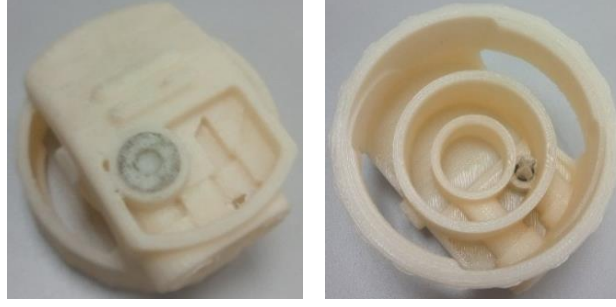
3.3. Konsept 3 Prototip Üretimi ve Maliyet Analizi (Concept 3 Prototype Production and Cost Analysis)

Konsept 3'de mevcut housing kapak tasarımı üzerinde çekvalf sistemi geliştirmesi yapılmıştır. Diğer konsept tasarımlarında su giriş ve çıkış kısımları yer değiştirirken konsept 3'te mevcut yapı aynı şekilde korunmuştur. Konsept 3'te su giriş kısmının olduğu kısma çekvalf piston eklenmiştir. Çekvalf piston parçasının üstünden takılarak montaj edilmektedir. Konsept 3'ün en büyük avantajı filtre kapak parçasında herhangi bir değişiklik olmamasıdır. Diğer konseptlerde filtre kapak parçasında değişiklikler yapılmıştır. Şekil 13'de konsept 3'e ait çekvalf sistemi görülmektedir.



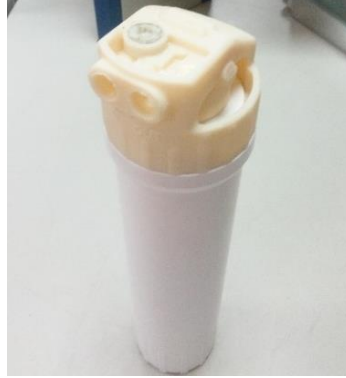
Şekil 13. Konsept 3 çekvalfli housing kapak sistemi (Concept 3 check valve housing system)

Konsept 3 parçasının mühendislik tasarım çalışması yapıldıktan sonra FDM 360MC makinasında parçaların prototipleri üretilmiştir. Şekil 14'de üretimi yapılmış parçalar görülmektedir.



Şekil 14. Konsept 3 prototip üretilmiş hali (Concept 3 prototype produced)

Konsept 3 parçasının prototip üretimi yapıldıktan sonra çekvalf sistemi housing kapak parçasına montajı yapılmıştır. Şekil 15'da montajlanmış hali görülmektedir.



Şekil 15. Konsept 3 prototip montaj edilmiş hali (Concept 3 prototype assembled)


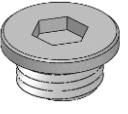
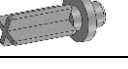
Konsept 3 parçasının prototip montajı yapıldıktan sonra parça üzerinde testler yapılmıştır. Bu testler filtreler çıkartılırken çekvalf sisteminin su kesme işlevini gerçekleştirmesi ve çekvalf sistemi devre dışı olduğunda geçen su debi miktarı ölçümleri yapılmıştır. Tablo 5'de yapılan test sonuçları görülmektedir.

Tablo 5. Çekvalf sistemi testi (Check valve system test)

| | Su geçiş miktarı (L/dk) | Çekvalf Sistemi Çalışması |
|-----------|-------------------------|--|
| Konsept 3 | 16 | Çekvalf sistem çalışıyor. Su kaçağı yok. |

Normalde su arıtma sisteminde arıtma performansı dakikada 0,4 L atık ve yaklaşık 0,4-0,5 L temiz su vermektedir. Filtrede geçen debi dakikada yaklaşık 1 litreden az olmaması gerekmektedir. Konsept 3'e yapılan testler sonucunda bu miktarın yüksek olduğundan su geçişinde sorun olmayacağı düşünülmektedir. Bir ürünün tasarımın işlevselliği kadar yatırım maliyeti de önemlidir. Konsept 3'ün imalata geçilmesi için kalıp yatırım maliyeti Tablo 6'da gösterildiği gibi 125 000 TL olacağı hesaplanmıştır.




Tablo 6. Konsept 3 Kalıp yatırım maliyeti (Concept 3 Mold investment cost)

| Konsept 3 Çekvalfli Housing Kapak | | | | | |
|-----------------------------------|---|---------------------------|-----------------|-----------|---------------------|
| | Parça Resmi | Parça Adı | Parça Malzemesi | Göz Âdeti | Yeni Kalıp Maliyeti |
| 1 |  | Housing Kapak | POM | 2 | 80.000 ₺ |
| 2 |  | Housing Çekvalf Üst Kapak | PP | 2 | 25.000 ₺ |
| 3 |  | Housing Çekvalf Piston | POM | 8 | 20.000 ₺ |
| Toplam | | | | | 125.000 ₺ |

4. Sonuç ve Tartışma (Conclusion and Discussion)

Su arıtma cihazlarında ömrünü tamamlayan filtrlerin değişimi sırasında housing kapak parçasında su kaçakları oluşmaktadır. Su kaçaklarını önlemek amacıyla housing kapaklara çekvalf sistemi eklenmesi düşünülmüştür. Bu amaçlar üç farklı çekvalfli housing kapak tasarım geliştirilmiştir. Bu geliştirilen tasarımlarının mühendislik tasarımları yapılmış ve prototipleri FDM yöntemi kullanarak üretimi yapılmıştır. Prototip parçaların birbiriyle birleştirilme yöntemleriyle (ultrasonik, sürtünme) kaynaklanması çok mümkün olmamaktadır. Prototip parçaların birleştirilmesinde japon yapıştırıcı, ara boşluklardan su kaçak olmaması için sıcak silikon kullanılarak montajlanmıştır. Daha sonra her konseptin uygulanması için kalıp yatırım maliyet analizleri ve su geçiş miktarı ölçümleri yapılmıştır. Tablo 7’de bütün konseptlerin verileri görülmektedir.

Tablo 7. Bütün konseptlerin verileri karşılaştırması (Data comparison of all concepts)

| | Su Geçiş Miktarı (L/dk) | Parça Âdeti | Kalıp Maliyeti (TL) | Çekvalf Sistemi Çalışması | Piyasadaki Ürünlerin Etkilenmesi Durumu |
|--|-------------------------|-------------|---------------------|--|--|
|  Konsept 1 | 6 | 5 | 235.000 ₺ | Çekvalf sistem çalışıyor. Su kaçağı yok. | Piyasadaki ürünler için ayrı bir filtre yapılması gerekiyor. |
|  Konsept 2 | 8 | 4 | 190.000 ₺ | Çekvalf sistem çalışıyor. Su kaçağı yok. | Piyasadaki ürünler için ayrı bir filtre yapılması gerekiyor. |
|  Konsept 3 | 16 | 3 | 125.000 ₺ | Çekvalf sistem çalışıyor. Su kaçağı yok. | Piyasadaki ürünler hiçbir şekilde etkilenmemektedir. |

Mevcut tasarım yapılan ürünler yurt içi ve dışına toplam 300 adet satışı yapılmıştır. Konsept 1 ve 2’de su girişi ve çıkışı kısımlarında değişiklik yapıldığından dolayı filtre kapak parçasının tasarımda değişiklik yapılmıştır. Filtre kapak tasarımı değişikliğinden dolayı satılan ürünler mevcut yapıda filtre kapak üretimi yapılması gerekmektedir. Bundan dolayı piyasada ki ürünler için filtre kapak parçası ve çekvalf sistemi için filtre kapak parçası stokları yapılması gerekmektedir. Bunun dışında çekvalf sisteminin kapakları dar alanda ultrasonik kaynak yapılacağı için operatör ve operasyon hatalarının yüksek olacağı tahmin edilmektedir. Bu da çekvalf sisteminden su kaçaklarına neden olacaktır. Ultrasonik kaynak sırasında oluşan operatör ve operasyon hatalarında housing kapak parçası kullanılmayacak duruma gelmektedir.

Konsept 3’de mevcut housing kapak parçasının üzerine çekvalf sistemi eklenmiştir. Filtre kapak parçasında herhangi bir değişiklik yapılmamış sadece housing kapak parçasında değişiklik yapılmıştır. Bu da satılan ürünlerin bu değişikliklerden etkilenmeyeceğini görülmüştür. Çekvalf sistemin kapağının montajı ultrasonik yerinde vidalı olduğundan dolayı operatör ve operasyon hataları daha az olacaktır. Çekvalf sistemi montajı sırasında oluşacak hatalara vidalı montajlanmanın avantajı ile çökülüp hatalar düzeltilip tekrar montajlanabilmektedir.

Piyasada satılan ürünlerin etkilenmesi, iki ayrı filtre kapak parçası stok olmaması ve kalıp yatırım maliyeti az olmasında dolayı konsept 3 tasarımının imalata geçilmeye karar verilmiştir.

Çıkar Çatışması (Conflict of Interest)

Yazar tarafından herhangi bir çıkar çatışması beyan edilmemiştir. No conflict of interest was declared by the author.

Kaynaklar (Resources)

- Çelik D, Çetinkaya K, Üç boyutlu yazıcı tasarımları, prototipleri ve ürün yazdırma karşılaştırmaları. İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi. 2016;(5):0-0.
- Durgun İ, Otomotivde doğrudan dijital imalat. 12. Otomotiv ve Üretim Teknolojileri Sempozyumu 2011:0-0. Technology. <http://www.stratasys.com/Technology.aspx>. Accessed September 16, 2016.
- Erten M, Yağmur L, Hızlı Prototip Üretim Teknolojileri. Makina ve Metal Dergisi. 1997;(67): 76-97.
- Fused Deposition Modeling. <http://www.custompartnet.com/wu/fused-deposition-modeling>. Accessed September 3, 2018.
- Azari A, Nikzad S. The evolution of rapid prototyping in dentistry: a review. Rapid Prototyping Journal. 2009;(1):216 – 225.
- Herrmann K, Gärtner C, Güllmar D, Krämer M, JReichenbach JR. 3D printing of MRI compatible components: Why every MRI research group should have a lowbudget 3D printer. Medical Engineering & Physics. 2014:1373-1380.
- Üç Boyutlu Yazıcılar, “Kendini Kopyalayan Üç Boyutlu Yazıcı”. www.3byazici.com. Accessed January 12, 2014.

- Turner JBN, Strong R, S. Gold SA. A review of melt extrusion additive manufacturing processes: I. Process design and modeling. *Rapid Prototyping Journal*. 2014:192- 204.
- Drstvensek I, Valentan B, Brajliah T, Strojnik T, Ihan Hren N. Direct Digital Manufacturing as Communication and Implantation Tool in Medicine. *Workshop on Rapid Technologies*. 2009:0-0.
- Negis E. A short History and Applications of 3D Printing Technologies in Turkey. *Workshop on Rapid Technologies*. 2009:0-0.
- Akipek FÖ, Inceoğlu N. Bilgisayar Destekli Tasarım ve Üretim Teknolojilerinin Mimarlıktaki Kullanımları. *YTÜ Mim. Fak. E-Dergisi*. 2007;(2): 0-0.
- Wohlers T. *Wohlers Report 2010*, Wohlers Associates, 2010.
- Wohlers T. Future potential of rapid prototyping and manufacturing around the World. *Rapid Prototyping Journal*. 1995:4-10.
- Kochan D, Chee Kai C, Zhaohui D. Rapid prototyping issues in the 21st century. *Computers in Industry*. 1999:3-10.
- Maden, H , Kamber, Ö . Siklonik Sistemli Elektrikli Dikey Süpürge Endüstriyel Tasarımı Ve Prototipi Üzerinde Testlerin Yapılması. *Uluborlu Mesleki Bilimler Dergisi*, 2019:2 (1): 6-16.