



## SEPERATÖRLÜ ELEKTRİK MOTORU İÇİN GELİŞTİRİLEN SEPERATÖR TASARIMININ PROTOTİPLE ÜRETİP TEST ETMEK İÇİN UYGUN ÜRETİM YÖNTEMİ BULUNMASI

Hakan MADEN, Ömer Şaban KAMBER

İhlas Ev Aletleri, İstanbul/ TÜRKİYE

### ÖZET

Su filtreli elektrik süpürgeleri genellikle dışardan emiş yapmış olduğu tozları su içinde hapsedilmesini sağlamaktadır. Emiş yapılan toz ve kirlerin su içine kalmasını sağlayan motorunun üzerinde bulunan seperatör isminde parça vasıtasıyla olmaktadır. Motor yüksek hızda çalıştığından seperatör parça suda vorteks oluşturarak tozları suyla daha fazla temas ettirerek suyun içine hapsedilmesini sağlamaktadır. Mevcut kullandığımız motorda seperatörün tasarımındaki hatalardan dolayı tozun hapsedilmeden motor üzerinden tekrar dış ortama atılmasını sağlamaktadır. Bunun dışında Elektrik Süpürgesi Tebliğindeki motor gücünün düşürülmesiyle motorun vakumda değeri düşüş olmuştur. Hem vakum değerini yükseltmek ve toz kaçaklarını gidermek için seperatör tasarımı geliştirilmesi gerekmektedir. Geliştirilecek tasarımın gerçekten işlevini yerine getirip getirmediğini test etmek için kalıp imalat maliyeti ve zaman kaybı oluşmaması için prototip yapılması daha az maliyetli olacaktır. Bu amaçla prototipi üretilen seperatörün yüksek hızda, su ile çalışması ve dayanıklı olması gerekmektedir. Bu çalışmada seperatör parçasının prototiple imalatı için; FDM üretim yöntem çeşitleri ve STL üretim yöntemleri karşılaştırmalar yapılarak en uygun yöntemin bulunması hedeflenmektedir. Bulunan yöntemle seperatör prototipini üretilen vakum değeri ve toz tutma oranı ölçüm makineleri ile ölçümler yapılarak geliştirilen seperatörün işlevselliği test edilmesi hedeflenmiştir.

**Anahtar Kelime;** Seperatörlü Motor, Partikül Ölçüm, FDM Prototip, STL Prototip

### SEARCHING CONVENIENT PROTOTYPE PRODUCTION METHOD FOR TESTING SEPERATOR DESIGN THAT IS PRODUCED AS PROTOTYPE FOR ELECTRIC MOTOR WITH SEPERATOR

#### ABSTRACT

Vacuum cleaners with water filters usually ensure that the dust that is suctioned from the outside is trapped in the water. The part in the name of the separator located on the motor ensures that the suctioned dust and dirt remain in the water. As the motor runs at high speed, the separator creates a vortex in the water and therefore separator ensure the dust to contact with the water more and be trapped in the water. Due to the mistakes in the separator design of the existing motor that we use, separator ensure that suctioned dust is thrown out through motor to the outside without trapping in the water. Apart from that the value of motor vacuum has been reduced by lowering the motor power in the Electric Vacuum Cleaner's Communiqué. A new separator design needs to be developed to increase the vacuum value of motor and to eliminate dust leaks. It would be less costly to make prototypes to avoid plastic injection mold cost and waste of time for testing whether the developed separator design actually performs its function. For this purpose, prototype of separator that will be produced must be able to work with high speed water and be resistant. In this study It is aimed to find the most suitable

method by comparing FDM production method and STL production methods for making separator prototype. It is aimed to produce separator prototype with selected method and to test the functionality of the developed separator by vacuum value and dust holding ratio measurement machines.

**Keywords:** Motor with separator, Particule measurement, FDM Prototype, STL Prototype

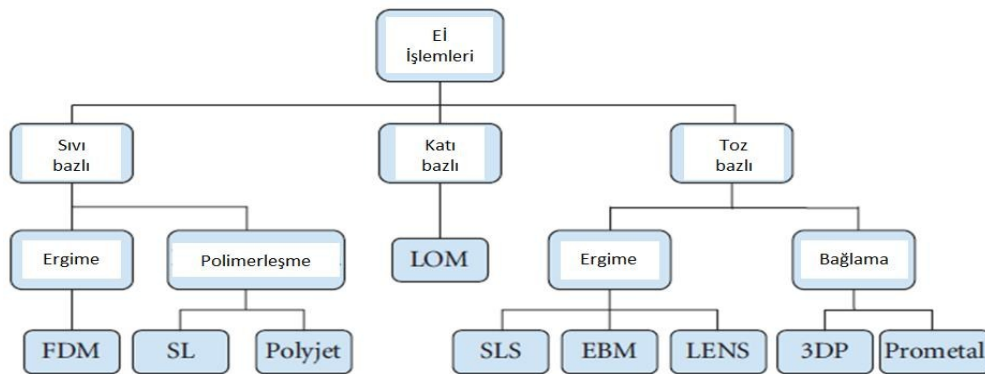
## 1. GİRİŞ

Alışılmamış imalat yöntemlerinden biri olan eklemeli imalat (Eİ) teknikleri, 80'li yılların sonlarına doğru gelişmeye başlamıştır. Bu teknik, başlangıçta prototip yapmak için kullanıldığından "Hızlı Prototipleme" adıyla anılmıştır [1]. 1980 yılında Dr. Kodama bu alanda ilk patente Japonya'da başvurmuş ama yarım kalmıştır. Sonra aynı amaçlı ilk patent C. Hull tarafından Stereolitografi Aparatı - SLA- için 1986'da alınmıştır -ki Hull 1983'te SLA makinesini yapmış ve 3D Systems firmasını da kurmuştur. Aynı firma bu alanda faaliyet gösteren halen en büyük kuruluştur [2].

90'lı yıllarda hızlı prototipleme sistemlerindeki gelişmelerle prototip yapmak amaçlı kullanımının yanında son kullanım direkt fonksiyonel parçaların imalatında kullanılmaya başlanmıştır. Tanımlamadaki farklı terimler ve fikirler sebebiyle teknik, farklı isimlerle ortaya çıkmıştır [2]. Literatürde bu isimlerden; Eklemeli İmalat, Üç Boyutlu Yazıcı (3B-Y) Eklemeli Üretim (EÜ), Katmanlı İmalat (Kİ), Katmanlı Üretim (KÜ), Hızlı İmalat (Hİ), Direkt İmalat (Dİ), Sayısal İmalat (Sİ), Masaüstü İmalat (Mİ), Katı Serbest Şekilli İmalat (KSSİ), Serbest Şekilli İmalat (SSİ), e-İmalat (e-İ), e-Üretim (e-Ü) olarak bahsedilmektedir [4, 5, 1].

Bu teknolojilerin tümü artık Eklemeli İmalat (Eİ / AM) olarak anılmaktadır. Bu teknolojilerin genel bir tasnifine ait bir şema Şekil 1'de görülmektedir. Eİ teknolojileri, 3B hızlı modeller oluşturmada kullandıkları malzeme yapılarına göre, şu üç gruba ayrılır. Sıvı bazlı, Katı bazlı ve Toz bazlı. Bunlardan sıvı bazlı olana ergime (FDM) ve polimerleşme (SL/SLA, Ployjet/MJM) şeklinde iki alt gruba ayrılmaktadır [3]. Katı bazlı malzeme sadece LOM işleminde kullanılmaktadır. Toz bazlı malzeme ise ergime ve bağlama şeklinde kullanılmaktadır. Bunlardan ergime; SLS, EBM (Elektron Işın Ergitmesi) ve LENS teknolojilerinde uygulanmaktadır. 3DP ve Prometal ise bağlamaya dayalı Eİ teknolojisi içermektedir [6,7].

Fiyat artışına bağlı olarak baskı kalitesi, hız ve malzemeler de iyileşmektedir. 2007 sonrası fiyatlar çok düşmüş ve kullanım yaygınlaşmıştır. 2009 sonrası ise malzeme birikimli sistemler artmış ve ucuzlamıştır. 2012'den sonra yeni ve meşhur markalar görülmektedir [6, 3].



Şekil 1. Eklemeli imalat teknolojilerine ait genel bir tasnif şeması [8].

Masood ve ark. [9-11] FDM tekniği ile parçaların üretilmesi esnasında karşılaşılan hacimsel hataları ölçerek minimum hacimsel hata ile en iyi parça yönelimini elde edecek bir yöntem geliştirmişlerdir. Pandey ve ark. [12-14] ortalama yüzey kalitesi ve modelin üretim sürelerini amaç olarak belirleyerek çok kriterli bir genetik algoritma geliştirmişler ve değişik yönelimleri simule etmişlerdir. Yapılan çalışmalar incelendiğinde; önceden seçilmiş parça oryantasyonlarının kullanılması yerine tüm muhtemel oryantasyonların gözden geçirilerek buna göre en uygun yönelimin seçilmesi gerektiği anlaşılmıştır.

Paul ve Anand [15] çalışmalarında, parça üretiminde en önemli şekil toleranslarından biri olan silindirik tolerans ile parça üretim yönü arasındaki ilişkiyi ele almıştır. Basit analitik metot, CAD verisi kullanılarak parça yüzeyinin simule edilmesi ve STL dosyasının kullanılması gibi üç farklı metodu denemişler ve en uygun parça yöneliminin bulunması için grafiksel bir hesaplama tekniği ortaya koymuşlardır. Phatak ve Pande [16] Paul'un denemelerindeki metotlardan biri olan STL verisini giriş olarak kullanmış ve istenilen katman kalınlığında dilimleme gerçekleştirerek üretim süresi, parça kalitesini (merdiven hatası) ve kullanılan malzeme miktarını ölçen genetik bir algoritma geliştirmişlerdir.

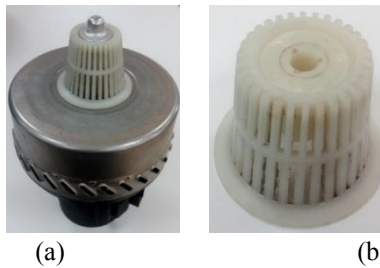
Das ve ark. [17] seçici lazer sinterleme tekniği prosesinde destek malzemesi hacmini minimize ederken aynı zamanda belirlenen geometrik ölçülendirme ve tolerans kriterlerini dikkate alan bir yaklaşım öne sürmüştür. CAD modelden gerekli verileri elde etmek için Siemens PLM NX API kullanılmıştır. Destek gereken bölgeler ve alanları tespit edilmiş ve buna bağlı olarak parça oryantasyonu ile geometrik ölçülendirme ve tolerans kriterleri arasında matematiksel bir ilişki kurularak destek malzemesini minimize edecek en uygun parça oryantasyonunun bulunması amaçlanmıştır.

Yapılacak bu çalışmada mevcut seperatörlü motorun seperatör kısımların içeriye toz olarak dış ortama atmaktadır. Bunun dışında elektrik süpürgelerine gelen Avrupa Birliği (AB) uyum çalışmalarında 900 W'lık bir sınırlama getirilmiştir. Bu sınırlama bizim cihaz için Eylül 2017'den itibaren geçerli kılmaktadır. Mevcut kullanmış olduğumuz seperatörlü motorun 1200 W güce ve 2150 mmSS vakum değerine sahiptir. Güç değerinde düşüş olunca vakum değerinde de düşüş olmaktadır. Toz atma ve vakum değerindeki azalma ürün satışları olumsuz olarak etki etmektedir. Düşük güç değerinin vakum değerinin yaklaşık 2150 mmSS için ve toz kaçak problemin giderilmesi için seperatörün tasarım değişikliği yapılmıştır. Yeni yapılan tasarımı vakum değerinde yükselttiği ve toz tutma ölçmek için parçanın kalıbın yapılması büyük maliyet olmaktadır. Bu parçanın yüksek hızlarda ve su içerisinde çalışıp testler yapılması için en uygun prototip imalat yönteminin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Bu yöntemlerden FDM ve STL yöntemlerinde karşılatırmalar yapılması hedeflenmiştir.

## 2. MATERYAL VE METOT

### 2.1. Seperatörlü Motor Ve Geliştirilen Seperatör Tasarımı

Mevcut imalatta kullanılan seperatörlü motor (Şekil 2) bypassız tipli emiş yaptığı havanın çıkışı ile rotor/stator sarguların soğutulması için emilen havanın çıkışı ayrı yerdedir. Bu şekilde olduğundan dolayı su filtreli elektrik süpürgelerinde bu tip motorlar kullanılmaktadır.



Şekil 2. (a) Seperatörlü Motor (b) Seperatör

Mevcut kullanılan seperatörlü motorun temizlik robotunda kullanılmaktadır. Bu cihazımız elektronik kart vasıtasıyla seperatörlü motoru 9 kademe çalışmaktadır. Bu kademelerde oluşan teknik veriler Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1. 1200 W'lık Seperatör Motorun Teknik Özellikleri

| Cihaz Çalışma Kademesi | Motor Dönüş hızı (dev/dk) | Verilen Voltaj (V) | Güç (W) | Amper (A) | Vakum (mmSS) |
|------------------------|---------------------------|--------------------|---------|-----------|--------------|
| 1 kademe               | 9350                      | 106                | 144     | 2,412     | 950          |
| 2 kademe               | 10600                     | 119,2              | 201,4   | 2,752     | 1060         |

|          |       |       |      |       |      |
|----------|-------|-------|------|-------|------|
| 3 kademe | 11250 | 134,4 | 285  | 2,912 | 1170 |
| 4 kademe | 13000 | 151,1 | 391  | 3,415 | 1260 |
| 5 kademe | 14250 | 168,6 | 516  | 3,754 | 1410 |
| 6 kademe | 16000 | 186,5 | 671  | 4,289 | 1630 |
| 7 kademe | 17500 | 205,6 | 857  | 4,854 | 1815 |
| 8 kademe | 19000 | 218   | 978  | 4,985 | 1930 |
| 9 kademe | 21000 | 230   | 1136 | 5,265 | 2150 |

Elektrik süpürgelerin ait tebliğin 2015 yılından sonra değişmesinden sonra kullanılacak motorların güç değerlerinde sınırlama getirmiştir. Motor üretici firmasında güç değerinin 900 W' geçmeyecek şekilde yeni bir motor geliştirilmesi yapıldı. Bu motorun yapılan ölçümlerde teknik verileri Tablo 2'de gösterilmiştir.

**Tablo 2.** 900 W'lık Seperatör Motorun Teknik Özellikleri

| Cihaz Çalışma Kademesi | Motor Dönüş hızı (dev/dk) | Voltaj (V) | Güç (W) | Amper (A) | Vakum (mmSS) |
|------------------------|---------------------------|------------|---------|-----------|--------------|
| 1 kademe               | 7500                      | 106        | 121     | 2,013     | 890          |
| 2 kademe               | 9000                      | 119,2      | 198,6   | 2,392     | 925          |
| 3 kademe               | 10500                     | 134,4      | 253,1   | 2,889     | 1050         |
| 4 kademe               | 12000                     | 151,1      | 316,9   | 3,365     | 1185         |
| 5 kademe               | 13500                     | 168,6      | 420,5   | 3,813     | 1310         |
| 6 kademe               | 15000                     | 186,5      | 537,4   | 4,317     | 1430         |
| 7 kademe               | 16500                     | 205,6      | 648,7   | 4,742     | 1625         |
| 8 kademe               | 18000                     | 218        | 743,1   | 5,001     | 1780         |
| 9 kademe               | 19000                     | 230        | 894,7   | 5,293     | 1950         |

Yapılan ölçümlerde Tablo 1 ve Tablo 2'deki vakum değerlerine bakıldığında 200 mmSS düşüş olduğu görülmektedir. Vakum değerinin 900W'lık motorda 2150 mmSS yakın değerlerine çıkarmak için seperatör parçasının tasarım geliştirilmesi yapılmıştır. Şekil 3'de geliştirilen seperatör parçası görülmektedir.



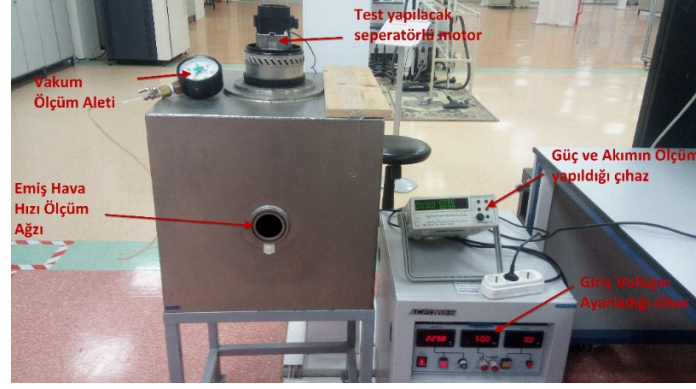
**Şekil 3.** Geliştirilen seperatör tasarımı

Yapılan tasarımının vakum değerinin yükselttiği ölçmek için parçanın kalıbın yapılması masraflı hem de zaman kaybına neden olacaktır. Bunun yerine seperatör parçasının prototipi yapılarak testlerin yapılması daha ucuz ve hızlı çözüm olacaktır.

Seperatör parçasın yüksek hızlarda ve su içerisinde çalışacağı için dayanımı yüksek olması gerekmektedir. Bunun için prototip imalatı FDM ve SLS yöntemleri karşılaştırarak hangi yöntemin en uygun olduğu tespit edilmesi amaçlanmıştır.

## 2.2. Testlerin Yapılacağı Aparatın Genel Görüntüsü

Yapılacak prototip cihaz üzerine bağlanarak yapılması zor olacağından dolayı hava hızı, vakum, güç, akım ölçümlerin yapıldığı ve giriş voltajın ayarlanabileceği test aparatında yapılarak ölçümleri yapmak daha kolay olacaktır. Şekil 4'de test aparatın görüntüsü görülmektedir.



Şekil 4. Testlerin yapıldığı test aparatının genel görüntüsü

### 2.3. Geliştirilen Seperatörün Üretilmesi Ve Test Edilmesi

Tasarımı geliştirilen seperatör parçasının prototipin FDM teknoloji kullanarak üretilmesi 2 farklı yöntem ile üretim yapılacaktır. SLS yöntemi kullanarak prototip üretimi yapılacaktır. FDM teknolojisi ile üretilen prototipin tezgâh özellikleri Tablo 3’de gösterilmiştir.

Tablo 3. FDM 360 MC Tezgâh Özellikleri

|                    |                      |
|--------------------|----------------------|
| Üretim boyutları   | 355×254×254 mm       |
| Kullandığı malzeme | ABS M30              |
| Kullanılan Uç Tipi | T16                  |
| Destek malzeme     | SR-30 SolubleSupport |
| Malzeme Kartuşu    | 1510 cc. (Canister)  |
| Kullanılan yazılım | Insight              |
| Sistem boyutları   | 1277×874×1950 mm     |
| Katman Kalınlığı   | 0.254 mm             |

SLS teknolojisi ile üretilen prototipin firmamız içerisinde makinamız olmadığında dolayı dışarıdan 3ddt firmasında hizmet alınarak yapılmıştır. Firmanın bünyesinde EOS P 700 cihazında seperatör parçasının prototip üretimi yapılacaktır. Tablo 4’de SLS makinasının tezgâh özellikleri görülmektedir.

Tablo 4. EOS P 700 Tezgâh Özellikleri

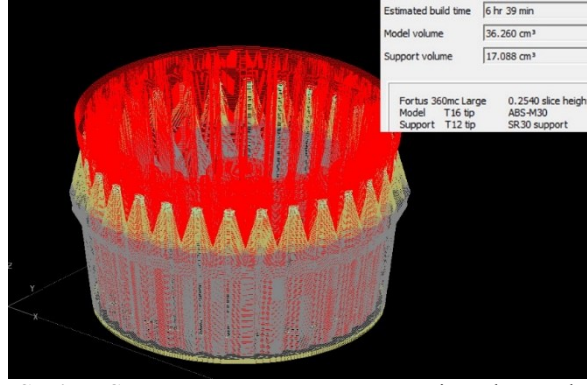
|                        |                          |
|------------------------|--------------------------|
| Efektif çalışma alanı  | 700 mm x 380 mm x 580 mm |
| İnşa Hızı              | 35 mm/h                  |
| Katma kalınlığı        | 0,12 mm                  |
| Malzeme Tipi           | PA 3200 GF               |
| Lazer Tipi             | CO2 x 50 W               |
| Önerilen Kurulum Alanı | 4.8 m x 4.8 m x 3.0 m    |

Toplamda 3 farklı üretim yapılarak testler yapılacaktır. Bunlar;

1. Seperatörün FDM yöntemiyle yatay olarak üretilip test edilmesi
2. Seperatörün FDM yöntemiyle dikey olarak üretilip test edilmesi
3. Seperatörün SLS yöntemiyle üretilip test edilmesi

#### 2.3.1. Seperatörün FDM Yöntemiyle Yatay Olarak Üretilip Test Edilmesi

Seperatör parçası yatay olarak üretimi yapılmak için bilgisayar üzerinde takım yolları yapılmıştır. Şekil 5’de takım yolları görülmektedir.



Şekil 5. Seperatör parçasının yatay üretim takım yolu

Seperatör parçası FDM makinasının da üretim yapılmış, üretim yapılan parça Şekil 6'da gösterilmiştir.



Şekil 6. Seperatörün yatay üretilmiş hali

Prototipi üretilen parça motor üzerine montajı Şekil 7'de gösterildiği gibi montajı yapılmıştır.



Şekil 7. Yatay şekilde üretilen seperatörün motora montaj edilmesi

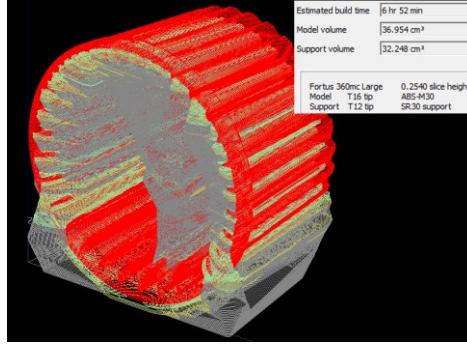
Montaj edilen prototip parçası test aparatında yerleştirilir. 1. kademedan başlayarak çalıştırılmaya başlanmıştır. Her kademedan sonra cihaz kapatılarak prototip parçasında hasar olup olmadığı gözle kontrol edilmiştir. Prototip malzeme 2 kademe hızında, yaklaşık 9000 dev/dk ve 900 vakumda kanatlarında kırılmalar oluşmuştur. Şekil 8'de prototip parçasının kırılan kanatları görülmektedir.



Şekil 8. Yatay şekilde üretilen seperatörün kırılan kanatların görünmesi

### 2.3.2. Sepertörün FDM Yöntemiyle Dikey Olarak Üretilip Test Edilmesi

Seperatör parçası dikey olarak üretimi yapılmak için bilgisayar üzerinde takım yolları yapılmıştır. Şekil 9'de takım yolları görülmektedir.



Şekil 9. Seperatör parçasının yatay üretim takım yolu

Seperatör parçası FDM makinasının da üretim yapılmış, üretim yapılan parça Şekil 10’da gösterilmiştir.



Şekil 10. Seperatörün yatay üretilmiş hali

Prototipi üretilen parça motor üzerine montajı Şekil 11’de gösterildiği gibi montajı yapılmıştır.



Şekil 11. Yatay şekilde üretilen seperatörün motora montaj edilmesi

Montaj edilen prototip parçası test aparatında yerleştirilir. 1. kademededen başlayarak çalıştırılmaya başlanmıştır. Her kademededen sonra cihaz kapatılarak prototip parçasında hasar olup olmadığı gözle kontrol edilmiştir. Prototip malzeme 5 kademe hızında, yaklaşık 13500 dev/dk ve 1280 vakumda kanatlarında kırılmalar oluşmuştur. Şekil 12’de prototip parçasının kırılan kanatları görülmektedir.



Şekil 12. Yatay şekilde üretilen seperatörün kırılan kanatların görünmesi

### 2.3.3. Sepertörün SLS Yöntemiyle Üretilip Test Edilmesi

SLS makinası firma bünyesinde olmadığından dolayı 3ddt firmasının bünyesinde bulunan EOS P 700 makinasında üretilmeye karar verilmiştir. Üretim malzemesi olarak PA 3200 GF olarak istenmiştir. Bu malzemenin özellikleri [18];

- Üst düzey sertlik
- Yüksek mekanik aşınma direnci
- Gelişmiş termal yüklenebilirlik
- Mükemmel yüzey kalitesi
- Yüksek boyut tutarlılığı ve ayrıntı çözünürlüğü
- İşlenebilirlik
- Mükemmel uzun-dönem tutarlılık davranışı

Seperatör parçası SLS yöntemiyle üretilmiş ve Şekil 13’de gösterilmiştir.



Şekil 13. SLS yöntemiyle üretilen seperatör parçası

Prototipi üretilen parça motor üzerine montajı Şekil 14’de gösterildiği gibi montajı yapılmıştır.



Şekil 14. SLS üretilen seperatörün motora montaj edilmesi

Montaj edilen prototip parçası test aparatında yerleştirilir. 1. kademedan başlayarak çalıştırılmaya başlanmıştır. Her kademedan sonra cihaz kapatılarak prototip parçasında hasar olup olmadığı gözle kontrol edilmiştir. Prototip malzeme bütün kademelerde çalışmıştır. Prototip malzeme üzerinde herhangi bir zarar görülmemiştir. 900 W’lık motorun yapılan ölçümlerde elde edilen vakum değerleri Tablo 5’de görülmektedir.

**Tablo 5.** SLS Yöntemle Üretilen Seperatör Motorun Teknik Özellikleri

| Cihaz Çalışma Kademesi | Motor Dönüş hızı (dev/dk) | Verilen Voltaj (V) | Güç (W) | Amper (A) | Vakum (mmSS) |
|------------------------|---------------------------|--------------------|---------|-----------|--------------|
| 1 kademe               | 7500                      | 106                | 122,5   | 2,085     | 925          |
| 2 kademe               | 9000                      | 119,2              | 201,7   | 2,415     | 1020         |
| 3 kademe               | 10500                     | 134,4              | 259,4   | 2,872     | 1190         |
| 4 kademe               | 12000                     | 151,1              | 321,9   | 3,413     | 1300         |
| 5 kademe               | 13500                     | 168,6              | 424,2   | 3,794     | 1430         |
| 6 kademe               | 15000                     | 186,5              | 542,6   | 4,321     | 1610         |
| 7 kademe               | 16500                     | 205,6              | 658,9   | 4,735     | 1830         |
| 8 kademe               | 18000                     | 218                | 748,3   | 5,058     | 1920         |
| 9 kademe               | 19000                     | 230                | 896,1   | 5,327     | 2130         |



Geliştirilen seperatör parçası düşüş gücünde vakum değerinde 180 mmSS artış yaptığı görülmüştür. Bu prototip cihaz üzerinde su ile çalışma testleri yapılmıştır. Yapılan prototip yüksek hızda ve su ile çalışmada parça üzerinde herhangi bir zarar olmadığı görülmüştür.

#### 2.4.Toz Tutma Testinin Yapılması

Geliştirilen seperatör parçası yüksek hızlarda, suda çalışmaya dayanıklı olması ve vakum değerini yükseltmesi bu tasarımın kalıp imalatı yapılması gerekmektedir. Seperatörün aynı zamanda emişi yapılan havanın için partiküllerin suyu hapsedip etmediği kontrolü yapılması gerekmektedir. Şekil 15’de partikül ölçüm cihazının resmi görülmektedir.



Şekil 15. Airy Technology model P311 partikül ölçüm cihazı [19]

Bunun için cihazın girişinden ve çıkışından partikül ölçümleri yapılarak seperatörün işlevini yerine getirip getirmediği kontrol edilir. SLS yöntemiyle üretilen seperatör bir ürün üzerine montaj edilerek partikül ölçümleri yapılmıştır. Şekil 16’de cihazın giriş ve çıkışında partikül sayıları görülmektedir.



Şekil 16. (a) Cihaz giriş partikül seviyesi (b) Cihaz çıkış partikül seviyesi

Yapılan partikül ölçümlerinde geliştirilen seperatör tasarımı toz tutma işlevini yerine getirdiği görülmüştür. Bundan sonra kalıp tasarımına geçilerek parçanın imalatına geçilmesi hedeflenmiştir.

### 3. SONUÇ

Bu çalışmada elektrik süpürgeleri ile ilgili tebliğin değişmesiyle cihazların 900W’dan fazla olmaması gerekmektedir. Mevcut kullandığımız seperatörlü motorlarımız 1200W 2150 mmSS vakum değerine sahiptir. 900W seperatörlü motor kullandığımızda vakum değeri 1950 mmSS düşmektedir. Vakum değeri yükseltmek için seperatör parçasında tasarımı geliştirilmiştir. Geliştirilen seperatör parçası FDM ve SLS yöntemleriyle prototipi üretilmesi yapılmıştır. Cihazımız 9 kademe hızda çalışmaktadır. FDM yöntemi ile dikey üretimi yapılan prototip yapılan testlerde 2 kadem kanatlarından kırılmış, yatay şekilde

üretimi yapılan prototip yapılan testlerde n 5 kademe kanatları kırılmıştır. FDM yöntemi ile üretilen prototiple yüksek hızlarda başarılı olamamıştır. SLS yöntemiyle prototip üretimi yapılmış, yapılan testlerde parçada herhangi bir zarar olmamıştır. Daha sonra cihaz içerisinde su ile testleri yapılmış, su içerisinde çalışmada prototip parçasında herhangi bir zarar olmamıştır. Prototipi yapılan seperatörün aynı zamanda emişi yapılan havanın için partiküllerin suyu hapsedip etmediği kontrolü yapılması gerekmektedir. Cihazın çalışırken emiş ağzındaki hava partikül sayısı ölçümler yapılmış, cihazın çıkış kısmındaki hava partikülleri ölçümleri yapılmıştır. Yapılan partikül ölçümlerinde geliştirilen seperatör tasarımı toz tutma işlevini yerine getirdiği görülmüştür. Geliştirilen parçanın SLS yöntemi ile üretiminde yüksek hızlarda, su ile çalışmada dayanıklı olduğu ve toz tutma performansını yerine getirdiği tespit edilmiştir.

## KAYNAKLAR

- [1] Selective Laser Sintering, Birth of an Industry. <http://www.me.utexas.edu/news/news/selective-laser-sintering-birth-of-an-industry#x3dp2>. Accessed December 28, 2017.
- [2] The Free Beginners Guide. <http://3dprintingindustry.com/3d-printing-basics-free-beginners-guide/history/>, Accessed December 27, 2017.
- [3] Rapid Prototyping. [https://en.wikipedia.org/wiki/Rapid\\_prototyping](https://en.wikipedia.org/wiki/Rapid_prototyping), Accessed December 27, 2017
- [4] Yarkınoğlu, O. Computer Aided Manufacturing (CAM) Data Generation For Solid Freeform Fabrication (Master's Thesis). Middle East Technical University. The Graduate School Of Natural And Applied Sciences. Ankara, 2007. <http://lib.metu.edu.tr/>.
- [5] Kochan D, Kai CC, Zhaohui D, Rapid Prototyping Issues In The 21st Century. Computers in Industry. 1999;39(1):3-10.
- [6] Rapid. <https://www.nsf.gov/about/history/nsf0050/manufacturing/rapid.htm>, Accessed October 29, 2014.
- [7] Class Mael. [http://mmadou.eng.uci.edu/class\\_mae165.html](http://mmadou.eng.uci.edu/class_mae165.html). Accessed October 29, 2014.
- [8] Wong KW. and Hernandez A, A Review of Additive Manufacturing. ISRN MechanicalEngineering. 2012;1:10-15.
- [9] Masood SH, Rattanawong W, and Iovenitti P, Part build orientations based on volumetric error in fused deposition modelling. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology. 2000;16(3):162-168.
- [10] Masood SH, Rattanawong W, and Iovenitti P, A volumetric approach to part-build orientations in rapid prototyping. Journal of Materials Processing Technology. 2001;119(1):348-353.
- [11] Masood SH, Rattanawong W, and Iovenitti P, A generic algorithm for a best part orientation system for complex parts in rapid prototyping. Journal of materials processing technology. 2003;139(1):110-116.
- [12] Thrimurthulu K, Pandey PM, and Reddy, NV, Optimum part deposition orientation in fused deposition modeling. International Journal of Machine Tools and Manufacture. 2004;44(6):585-594.

- [13] Thrimurthulu K, Pandey PM, and Reddy, NV, Optimal part deposition orientation in FDM by using a multicriteria genetic algorithm. *International Journal of Production Research*. 2004;42(19):4069-4089.
- [14] Pandey PM, Reddy NV, and Dhande SG, Part deposition orientation studies in layered manufacturing. *Journal of materials processing technology*. 2007;185(1):125-131.
- [15] Paul R, and Anand S, Optimal part orientation in Rapid Manufacturing process for achieving geometric tolerances. *Journal of Manufacturing Systems*. 2011;30(4):214-222.
- [16] Phatak AM, and Pande SS, Optimum part orientation in Rapid Prototyping using genetic algorithm. *Journal of manufacturing systems* 2012;31(4):395-402.
- [17] Das P, Chandran R, Samant R, and Anand S, Optimum Part Build Orientation in Additive Manufacturing for Minimizing Part Errors and Support Structures. *Procedia Manufacturing*, 2015;1:343-354.
- [18] PA 3200 GF Poliamit Cam Dolgulu Ürün Bilgileri. <http://www.3ddt.com.tr/tr/urunlerimiz/malzemeler-eos/plastik-sistemi-malzemeleri/pa-3200-gf>, Accessed December 27, 2017.
- [19] Handheld Particle Counter Model P311. <http://airytechnology.com/model-p311-handheld-particle-counters/>, Accessed December 27, 2017.