



Konferans Bildirisi

Kesiksiz Çözelti Üfleme Cihazında Yağ-Yakıt Filtresi Süzücü Yüzey Geliştirilmesi

Eylül Büşra Tapanyığıt^{1*}, Hasan Canımoğlu¹, Mehmet Özdemir¹, Onur Balcı², Orhan Erdal Akay³

¹ Şampiyon Filtre Ar-Ge Merkezi, Organize Sanayi Bölgesi, Hatay, Türkiye

Orcid ID: <https://orcid.org/0009-0008-3866-9718>, eylultapanyigit@sampiyonfilter.com.tr

Orcid ID: <https://orcid.org/0009-0009-6864-2724>, hasancanimoglu@sampiyonfilter.com.tr

Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0002-4770-2822>, mehmetozdemir@sampiyonfilter.com.tr

²İnovaktif Ar-Ge Danışmanlık, Kahramanmaraş TGB, Kahramanmaraş, Türkiye

Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0001-6885-7391>, obalci@aktifarge.com,

³Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Makine Mühendisliği
Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye

Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0002-2369-1399>, akayorhan@ksu.edu.tr,

* Sorumlu Yazar: eylultapanyigit@sampiyonfilter.com.tr; +90 507 513 19 55

(First received October 22, 2023 and in final form December 19, 2023)

3rd International Conference on Design, Research and Development
(RDCONF 2023)

December 13 - 15, 2023

Reference: Tapanyığıt, E., B., Canımoğlu, H., Özdemir, M., Balcı, O., Akay, O., E. Kesiksiz Çözelti Üfleme Cihazında Yağ-Yakıt Filtresi Süzücü Yüzey Geliştirilmesi. Orclever Proceedings of Research and Development,3(1), 578-591.

Özet

Çalışma kapsamında, çözelti üfleme eğirme tekniği ile nano liflerden oluşan filtre süzücü yüzeyi üretebilen kesiksiz çalışabilen prototip makine kullanılarak, yağ-yakıt filtrelerinde kullanılabilecek süzücü yüzeyler geliştirilmiştir. %10 konsantrasyona sahip poliamid 6.6 çözeltisi kullanılarak hareketli ve durağan pozisyonda lif çekimi gerçekleştirilerek elde edilen yüzeylerin nanolif içerdiği SEM analizi ile tespit edilmiştir. Ayrıca bu yüzeylerin yağ-yakıt filtrelerinde kullanılabilir olduğunun tespiti için hava geçirgenliği, maksimum/minimum gözenek çapı ve akış karşısındaki basınç değişimleri incelenmiştir. Sonuçlar incelendiğinde; hareketli ve durağan pozisyonda elde edilen yüzeylerin teknik değerlerinin benzer olduğu ve yağ-yakıt filtrelerinde süzücü yüzey olarak kullanılabilirliğinin uygun olduğu belirlenmiştir.

Anahtar: Çözelti üfleme, araç yağ-yakıt filtresi, nanolif, kesiksiz hat, poliamid 6.6



Development of Oil-Fuel Filter Surface With Continuous Solution Blowing Spinning Device

Abstract

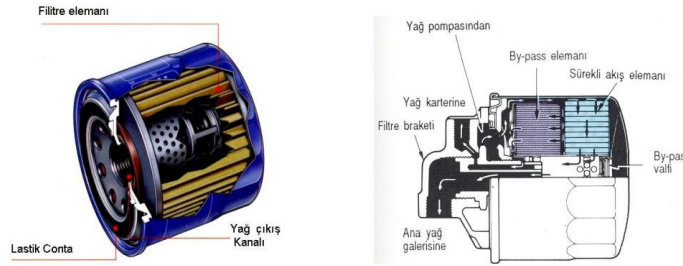
Within the scope of the study, filter surfaces that can be used in oil-fuel filters were developed by using a prototype machine that can operate continuously and can produce a filter surface consisting of nano fibers using the solution blowing spinning technique. It was determined by SEM analysis that the surfaces obtained by spinning fibers in moving and stationary positions using 10% concentration polyamide 6.6 solution contained nanofibers. In addition, air permeability, maximum/minimum pore diameter and pressure changes against the flow were examined to determine whether these surfaces can be used in oil-fuel filters. When the results are examined; It has been determined that the technical values of the surfaces obtained in moving and stationary positions are similar and that they can be used as a filtering surface in oil-fuel filters.

Keywords: Solution blowing, vehicle oil-fuel filter, nanofiber, continuous line, polyamide 6.6

1. Giriş

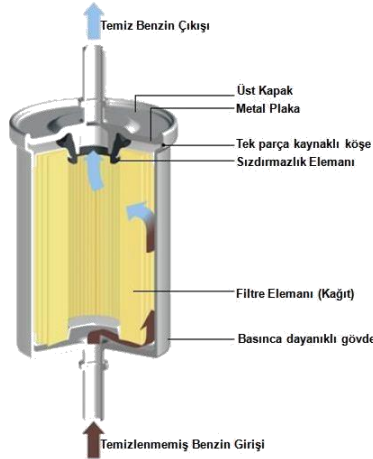
Filtre, temas halinde bulunan akışkanın içerisinde kirletici partikülleri süzerek çalışma ortamının verimli çalışmasını dolayısıyla zarar görmesini engellemek amacıyla filtrasyon yani süzme işlemi yapan sistemdir. Filtrenin bileşenleri kağıt (medya), plastik, sac ve tutkaldır. Genel olarak filtrasyon ortamına göre yağ/yakıt ve hava olmak üzere 3'e ayrılmaktadırlar.

Yağ filtresi motorun çalışması sırasında motor yağına karışmış olan karbon zerrecikleri, yağ içindeki tozlar, metal parçacıkları ve kalıntıları, yağ karbonları, kurum şeklindeki yanma artıkları gibi aşındırıcıları süzme işlemi yaparak motor sistemine girmesini engelleyen yardımcı elemanlardır [1].



Şekil 1. Yağ Filtresi [1]

Yakıt filtreleri motorların temiz, kaliteli yakıtla beslenebilmesi ve verimli çalışabilmesi için çok önemli bir eleman parçasıdır. Yakıt deposu içerisinde gelen yakıttaki kir parçacıklarını, suyu, istenmeyen madde ve parçacıkları süzerek yakıtın istenilen özelliklerde motora iletilmesini sağlamaktadır.



Şekil 2. Yakıt Filtresi



Filtreleme işlemini yapan süzücüler, özel reçine emdirilmiş yüksek oranda selüloz içeren yapıda kağıtlar ile yapılmaktadır. Her filtre çalışma ortamına göre süzücü kağıtlarının yapısı değişmektedir.

Son yıllarda yapılan literatür çalışmaları incelendiğinde yüksek verimde filtrasyon kabiliyetine sahip filtre yüzeylerinin nanolif kaplamalarıyla elde edildiği görülmektedir. Çözelti üfleme eğirme, hem meltblown hem de elektro eğirme yönteminden ilham alan, mikro ve nano lif yüzeyler oluşturan bir eğirme yöntemidir. Son on yılda, çeşitli uygulamalarda farklı malzemelerden elde edilen bu nanolif üretim yöntemini kullanmaya ve geliştirmeye ilgi giderek artmaktadır. Bu teknik incelendiğinde, hem her polimer çözeltisi ile lif elde edilebilme olanağının olması hem de yüksek üretim hızlarına çıkabilmesinden dolayı çözelti üfleme eğirme tekniği her geçen gün popüler hale gelmektedir.

Çözelti üfleme eğirme tekniği, polimer çözeltisinin yüksek basınçlı hava ile temas ettirilmesi sonucunda nanolif üretmeyi sağlayan bir tekniktir. Sistem şırınga pompası, şırınga, düze, basınçlı hava kaynağı, güç kaynağı ve toplayıcı yüzeyden meydana gelmektedir [3,6]. Çözelti üfleme eğirme tekniği ile nanolif çekim çalışmaları ilk kez 2009 yılında Medeiros ve arkadaşları tarafından rapor edilmiş olup, on yıldan fazla bir süredir çalışmaları yürütülen bir sistemdir. Literatürde çözelti üfleme eğirme yoluyla nanofiber eğirme ile ilgili çok daha fazla çalışma vardır, ancak sıvı ve hava filtrasyonu üzerine yapılmış çalışmalar sınırlıdır [2,4,5,7].

Çalışmada kesiksiz çözelti üfleme cihazını hareketli ve durağan pozisyonda kullanarak yağ-yakıt filtrelerinde kullanılabilir bir süzücü yüzey geliştirilmiştir. Her iki yöntemde elde edilen yüzeylerin karakterizasyonu SEM analizi ile kalite standartlarına uygunluğu ise gözenek çapı, hava geçirgenliği ve akış karşısındaki basınç değişimi testleri ile incelenmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

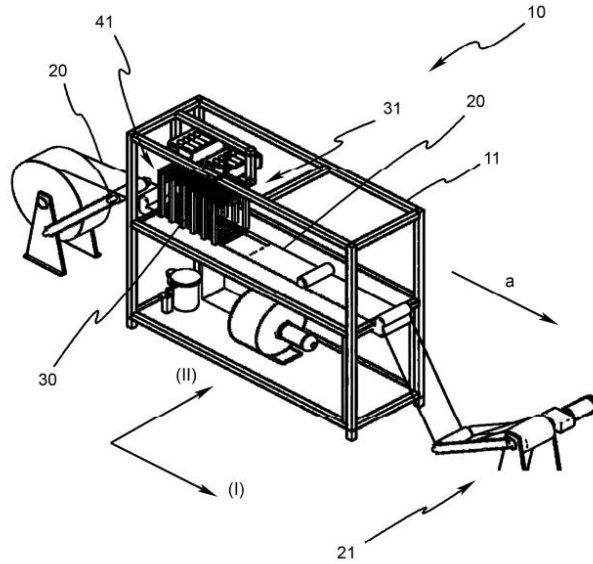
Çalışma kapsamında, TÜBİTAK TEYDEB TEKNOHAMLE programı tarafından 1209005 kodlu proje ile desteklenen ve 2022/014667 no ile faydalı model [8] başvurusu bulunan çözelti üfleme eğirme tekniği kullanılarak nano liflerden oluşan filtre süzücü yüzeyi üretebilen kesiksiz çalışabilen prototip makine kullanılmıştır. Kesiksiz çözelti üfleme işlemi için poliamid 6.6 polimeri ve formik asit çözücüsü kullanılmıştır. Çalışmalar Şekil



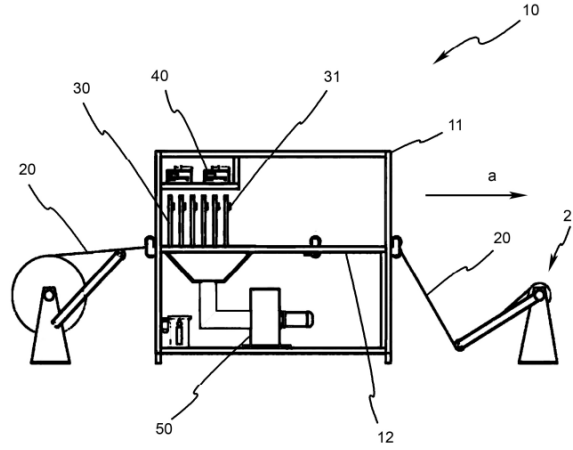
1-3'te görselleri ve teknik çizimleri yer alan kesiksiz çözelti üfleme cihazında (nano yüzey üretim tertibatı) gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3. Kesiksiz Çözelti Üfleme Cihazı ve Düze Kollektörleri



Şekil 4. Nano yüzey üretim tertibatının temsili bir perspektif görünümü [8]



Şekil 5. Nano yüzey üretim tertibatının temsili bir yan görünümü [8]

Nano yüzey üretimi tertibatı (10)'nın çalışma prensibi şu şekildedir. Düzeler (40) ve kolektörler (30) birinci eksen (I) ve ikinci eksen (II) doğrultusunda, taban (12) üzerinde istenilen şekilde konumlandırılabilir. Bu sayede taşıyıcı yüzey (20) üzerine düzeler istenilen sıklıkta ve istenilen açıda püskürtme yapacak şekilde yerleştirilebilir. Elde edilmek istenilen yüzey karakteristiğinin gereksinimine göre taşıyıcı yüzey sürekli olarak hareket ettirilebilmekte veya istenilen aralıklarla durdurulabilir.

Kompresörün ürettiği basınçlı hava ve rezervuardan dozajlama pompası (50) ile basılan sıvı akışkan, düzelerden taşıyıcı yüzey üzerine püskürtülmektedir. Püskürtme esnasında sistemde bulunan emme motoru (60), püskürtülen sıvı akışkanın taşıyıcı yüzeye doğru çekilmesini sağlamaktadır. Taşıyıcı yüzey üzerine ulaşan sıvı akışkan katı liflerden oluşan bir ağ halinde taşıyıcı yüzey üzerinde tabaka oluşturmaktadır. Sonuç olarak yüksek kalitede nano yüzey elde edilmektedir.

2.2. Yöntem

Çalışma kapsamında 2022/014667 faydalı model başvuru numarasına sahip kesiksiz çözelti üfleme cihazında lif çekimi çalışmaları yürütülmüştür. Süzücü yüzey eldesi için 2 farklı çalışma koşulu belirlenmiştir. Bunlar;

- 1) Hareketli pozisyon: 12 sabit düzeye karşın taşıyıcı yüzey (Poliester spunbond kumaş-100g/m²) bir bobin üzerinden beslenerek hat üzerinde ilerlemiş ve bir bobine sarılarak toparlanmıştır.



- 2) Durağan pozisyon: 12 sabit düzeye karşın taşıyıcı yüzey (Poliester spunbond kumaş-100g/m²) hat üzerinde hareket etmeksizin sabit bir şekilde lif çekimi gerçekleştirilmiş ve çalışma sonucunda toplanmıştır.

Sonuçların karşılaştırılabilmesi amacıyla hem hareketli hem de durağan pozisyonda aynı şartlar kullanılarak lif çekimi gerçekleştirilmiş olup şartlar aşağıdaki gibi belirlenmiştir.

- %10'luk poliamid 6.6 çözeltisi kullanılmıştır.
- Çözelti sıcaklığı 50 °C olarak ölçülmüştür.
- Sistemde kullanılacak 12 düzenin iğnelerinin uzunluğu 1,70-1,90 mm aralığında olacak şekilde ayarlanmıştır.
- İki düze arasındaki mesafe 150 mm ve iki düzeninde çerçeveye olan uzaklığı 110 mm olarak ayarlanmıştır.
- 330 saniye süre ile lif çekimi gerçekleştirilmiştir (Lif çekim süresi hareketli pozisyonda 12 düzenin tamamından geçen yüzeyin eldesi baz alınarak belirlenmiştir.)

Elde edilen yüzeylerdeki nanoliflerin incelenmesi amacıyla SEM analizi gerçekleştirilmiş ve 5.00, 2.50 ve 1.00 Kx büyütme oranlarında görüntü alınmıştır.

Süzücü yüzeylerin kalite standartlarına uygunluğunun belirlenmesi amacıyla; hava geçirgenliği (Union Tech, Air Permeability Tester, Model: UAP-300) ve porozite (Union Tech, Pore Size Tester, Model: UPS-100) testleri gerçekleştirilmiştir. Bu testler TS 3124 - ISO 2758, ISO 536, JIS P 8117 standartlarına göre Gurley yöntemi kullanılarak yapılmaktadır.

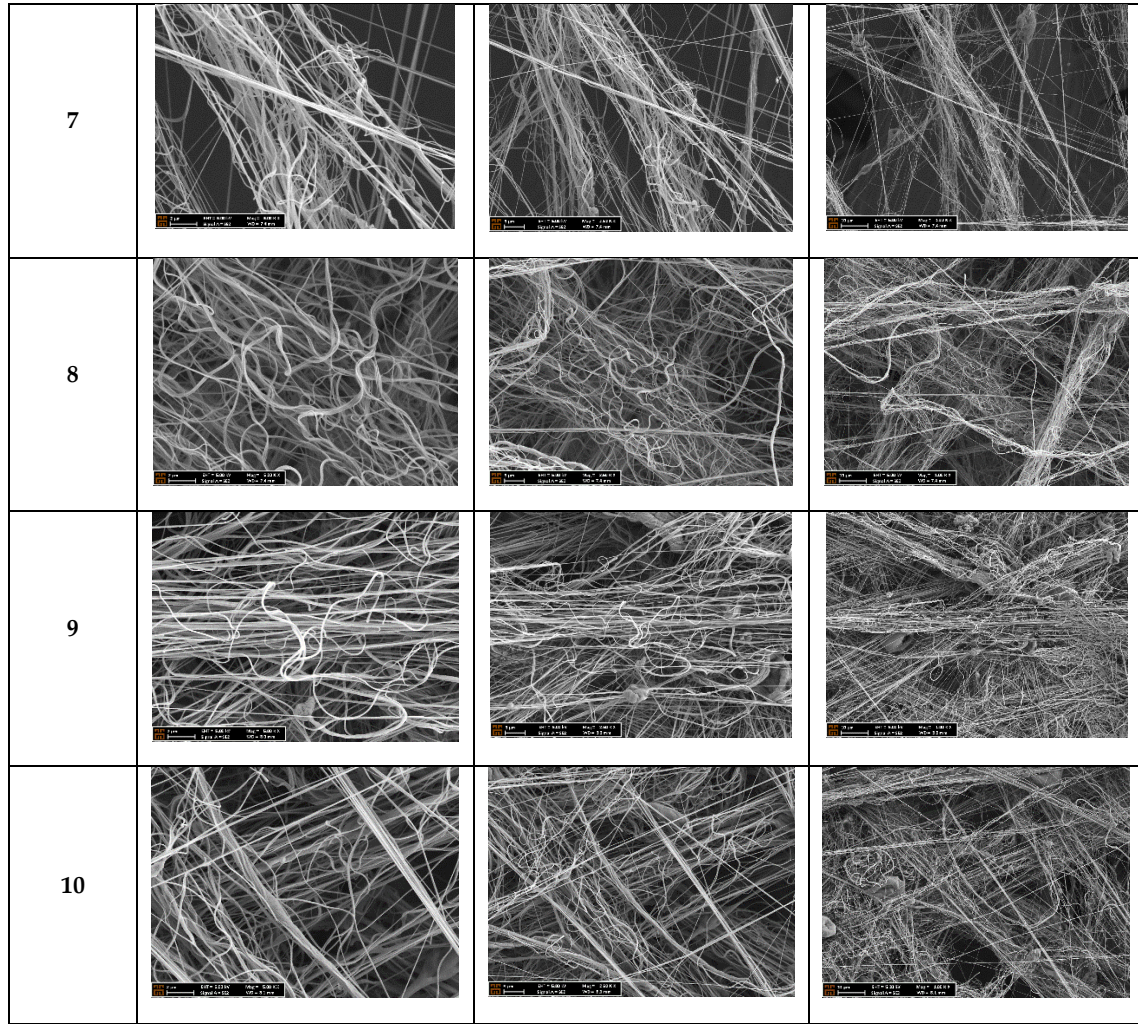
3. Sonuçlar

Hareketli pozisyonda gerçekleştirilen lif çekimi sonucunda elde edilen süzücü yüzeyin 10 farklı noktasından SEM analizi ile görüntü alınmıştır. Sonuçlar aşağıda yer alan tablodaki gibidir.



Tablo 1. Hareketli Pozisyonda elde edilen yüzeylere ait SEM görüntüleri

Bölge/ Büyütme Oranı	5.00 Kx	2.50 Kx	1.00 Kx
1			
2			
3			
4			
5			
6			

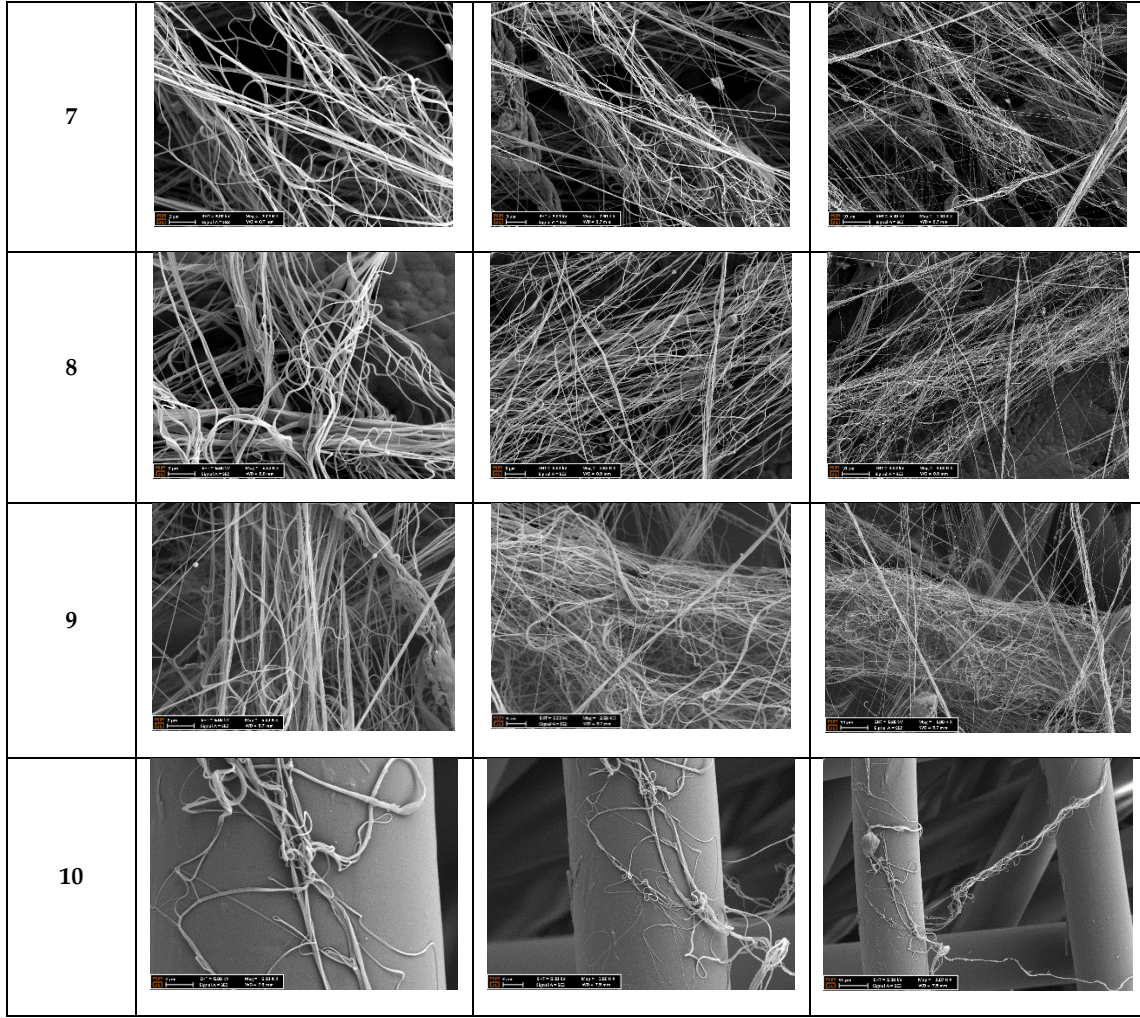


Durağan pozisyonunda gerçekleştirilen lif çekimi sonucunda elde edilen süzücü yüzeyin 10 farklı noktasından SEM analizi ile görüntü alınmıştır. Sonuçlar Tablo 2’de yer alan gösterilmiştir.



Tablo 2. Durağan Pozisyonunda elde edilen yüzeylere ait SEM görüntüleri

Bölge/ Büyütme Oranı	5.00 Kx	2.50 Kx	1.00 Kx
1			
2			
3			
4			
5			
6			



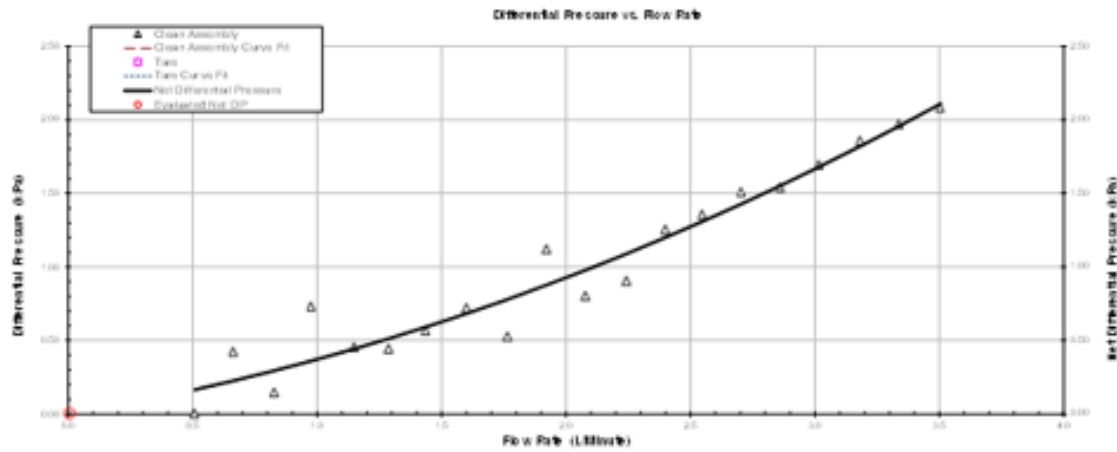
Tablo 1 ve Tablo 2 incelendiğinde, her 2 metotla da yapılan lif çekim çalışmasında başarı ile nano liflerin elde edildiği tespit edilmiştir. Elde edilen liflerin çapları arasında önemli varyasyonlar görülmemiştir. Nano liflerin eldesinde önemli bir veri olan “boncuk” görünümü tespit edilmemiştir. Lif yoğunluğu ve homojenliği açısından, hareketi pozisyonda nano lif çekiminin daha başarı olduğunu söylemek gerekmektedir. Özellikle hareketli kumaş pozisyonunda yapılan çalışmalarda, bölgesel varyasyonda daha az tespit edilmiştir.

Hareketli ve durağan pozisyonda elde edilen süzücü yüzeylere gözenek çapı, hava geçirgenliği ve gramaj tayini testleri gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar aşağıdaki gibidir.

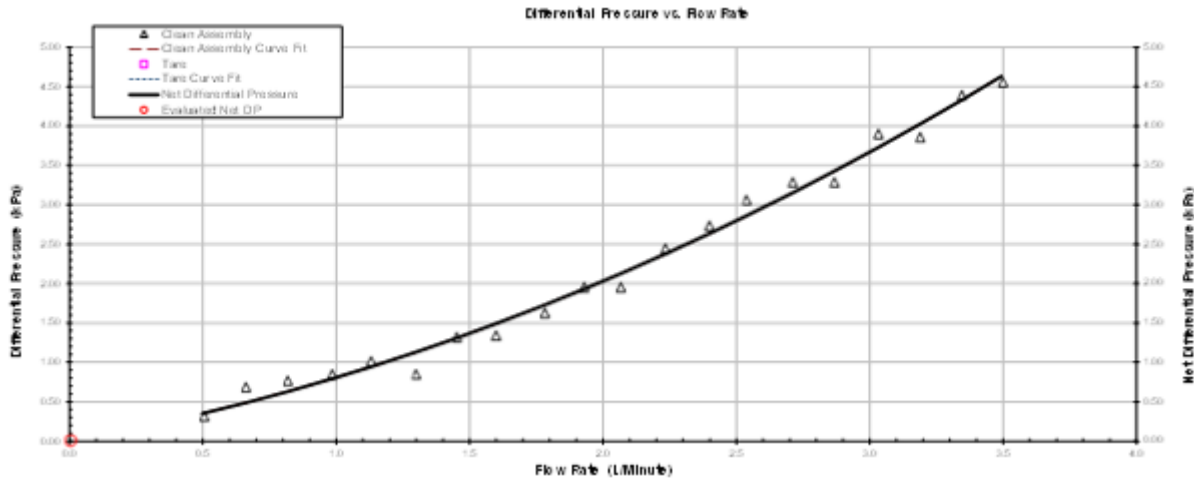
Tablo 3. Süzücü yüzey test sonuçları

TEST ADI	BİRİM	PES	HAREKETLİ	DURAĞAN
Hava Geçirgenliği/ Air Permeability	sn lt/m ² s	0,75 1312	1,7 510	1,9 448
Gramaj / Grammage	gr / m ²	100	108	112
Mikron Oranı / Pore Size	μ	39,8	18,8	17
Maksimum Gözenek/ Max.Pore Size	μ	99,3	67,2	63,5
Ortalama Gözenek/ Many pore Size	μ	84,6	61,8	47,6
Kalınlık	mm	0,42	0,43	0,43
Renk / Süzücü türü	-	BEYAZ/ POLYESTER	BEYAZ/ KAPLAMALI	BEYAZ/ KAPLAMALI

Hareketli ve durağan sistemde elde edilen yüzeylerin akış karşısındaki (yağ-yakıt) basınç davranışları incelenmiştir. Sonuçlar aşağıdaki grafiklerde verilmiştir.



Şekil 6. Hareketli sistemde elde edilen süzücü yüzeye ait basınç farkı grafiği



Şekil 7. Durağan sistemde elde edilen süzücü yüzeye ait basınç farkı grafiği

4. Tartışma

Kesiksiz çözelti üfleme cihazı kullanılarak hareketli ve durağan pozisyonda elde edilen süzücü yüzeylere ait SEM (Tablo 1 ve 2) görüntüleri incelendiğinde; her iki çalışma koşulunda da lif çekiminin başarıyla gerçekleştirildiği görülmektedir. Özellikle hareketli pozisyonda lif çekiminin gerçekleşmesi, kesiksiz çalışan makinelerin eldesi için önemli bir veri ve bulgudur.

Tablo 3'te yer alan test sonuçları incelendiğinde; boş poliester yüzeyin mikron oranı 39,8 μ ve ortalama gözenek çapı değeri ise 84,6 μ iken bu değerlerin hareketli ve durağan pozisyonda sırasıyla 18,8-17 μ ve 61,8-47,6 μ 'a düştüğü görülmektedir. Boş poliester yüzeyin nano mertebedeki liflerle kaplanması nedeniyle bu değerlerin azalması beklenen bir sonuçtur.

Hava geçirgenliği değerleri incelendiğinde, boş poliester yüzeyde 1312 lt/m²sn hava geçirgenliği mevcut iken hareketli ve durağan sistemde bu değerler sırasıyla 510-448 lt/m²sn'ye düşmüştür. Yüzeydeki lif yoğunluğunun artmasına bağlı olarak beklenildiği gibi havanın yüzeyden geçtiği sürenin boş yüzeye göre arttığı belirlenmiştir.

Gramaj tayini sonuçlarında ise; boş yüzeye göre metrekarede artan gram miktarı liflerin başarıyla yüzeye atıldığını göstermektedir. Buna göre boş poliester yüzeyin ağırlığı 100 gr/m² iken, hareketli pozisyonda 108 g/m², durağan pozisyonda ise 112 g/m² olarak belirlenmiştir.

Ayrıca hareketli ve durağan sistemde kullanılan polimer çözeltisinin, lif çekim süresinin, ortam şartlarının vb. aynı olması sebebiyle sonuçların iki farklı sistemde de tutarlı çıkması çalışmanın başarıyla gerçekleştirildiğini kanıtlar niteliktedir.



Elde edilen süzücü yüzeylerin akış karşısındaki basınç değişimleri incelendiğinde(Şekil 2-3); dakikada geçen akış miktarı aynı olmasına rağmen hareketli sistemde basınç değeri 2 kPa iken, durağan sistemde 4,5 kPa'ya kadar çıktığı görülmektedir. Bu durum yüzeydeki lif miktarı ile ilgili olup, durağan sistemde lif miktarının daha fazla olması sebebiyle basınç değerleri daha yüksek belirlenmiştir. Lif miktarının fazla olması durumu ise gramaj tayini ile kanıtlanmıştır.

5. Teşekkür

Bu çalışma Türkiye Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) 1511 programı kapsamında 1209005 proje numarası ile desteklenmektedir.

Referanslar

- [1] Megep, 2011. "Motorlu Araçlar Teknolojisi, Motor Donanımları 525MT0280", 75 s, Ankara
- [2] X. Li et al., "Solution Blowing of Polyacrylonitrile Nanofiber Mats Containing Fluoropolymer for Protective Applications," *Fibers and Polymers*, vol. 19, no. 4, pp. 775–781, Apr. 2018, doi: <https://doi.org/10.1007/s12221-018-7912-x>.
- [3] E. S. Medeiros, G. M. Glenn, A. P. Klamczynski, W. J. Orts, and L. H. C. Mattoso, "Solution blow spinning: A new method to produce micro- and nanofibers from polymer solutions," *Journal of Applied Polymer Science*, vol. 113, no. 4, pp. 2322–2330, Aug. 2009, doi: <https://doi.org/10.1002/app.30275>.
- [4] L. Shi, X. Zhuang, X. Tao, B. Cheng, and W. Kang, "Solution blowing nylon 6 nanofiber mats for air filtration," *Fibers and Polymers*, vol. 14, no. 9, pp. 1485–1490, Sep. 2013, doi: <https://doi.org/10.1007/s12221-013-1485-5>.
- [5] N. P. B. Tan, S. S. Paclijan, H. N. M. Ali, C. M. J. S. Hallazgo, C. J. F. Lopez, and Y. C. Ebor, "Solution Blow Spinning (SBS) Nanofibers for Composite Air Filter Masks," *ACS Applied Nano Materials*, vol. 2, no. 4, pp. 2475–2483, Mar. 2019, doi: <https://doi.org/10.1021/acsanm.9b00207>.
- [6] L. Zhang, P. Kopperstad, M. West, N. E. Hedin, and H. Fong, "Generation of polymer ultrafine fibers through solution (air-) blowing," vol. 114, no. 6, pp. 3479–3486, Dec. 2009, doi: <https://doi.org/10.1002/app.30938>.
- [7] X. Zhuang, L. Shi, K. Jia, B. Cheng, and W. Kang, "Solution blown nanofibrous membrane for microfiltration," *Journal of Membrane Science*, vol. 429, pp. 66–70, Feb. 2013, doi: <https://doi.org/10.1016/j.memsci.2012.11.036>.
- [8] "BİR NANO YÜZEY ÜRETİM TERTİBATI" isimli 2022/014667 numaralı faydalı model