

Soğutma Sıvısı Bulutunun Vakumlu Santrifüj Yöntemi ile Geri Kazanımı ve Temiz Hava Elde Edilmesi

Hakan Çabuk *¹

Gökçe Akkuş ²

Tuğrul Soyusinmez ³

Ahmet Keskin ⁴

Anıl Kaplan ⁵

ÖZ

CNC tezgâhlarda kesici takım ve iş parçası arasında oluşan sürtünmenin ve ortaya çıkan sıcaklığın olumsuz etkilerini ortadan kaldırmak için kullanılan soğutma sıvısı sıcaklık etkisiyle soğutma sıvısı bulutu haline dönüşmektedir. Soğutma sıvısı bulutu çalışma ortamına yayıldıktan sonra çeşitli iş kazalarına sebep olabilmekte ve çalışma ortamının havasını kirleterek çeşitli sağlık sorunlarına neden olmaktadır. Bu sorunun çözümü için çeşitli filtreleme makineleri kullanılmasına rağmen, sorunun tamamen ortadan kaldırılması için yeterli olmamaktadır. Bu çalışmada, bu filtreleme sistemlerinin eksik yönleri anlatılarak çözüm olabilecek vakumlu santrifüj tipi bir filtre sisteminden bahsedilmiştir. Aynı zamanda bu sistemin çeşitli hesaplamaları ve analiz çalışmaları da sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Santrifüj, filtre, CNC, soğutma sıvısı

Vacuumed Centrifugal Method Which is Using for Recycling and Get Clean Air from Cooling Fluid Mist

ABSTRACT

Cooling fluid which is used to abolish negative effects of heat and friction that occurs between cutting tool and workpiece at CNC machine and because of heating, fluid converts into mist. After cooling fluid mist spreads out to environment, it occasions different kind of job accidents, health problems and dirt in working area. Although varieties of filtration machines have been used to overcome this problem, they aren't enough for solution. In his study has been mentioned about not only these missing sides, but also vacuumed centrifugal filtration to solve these missing sides. Also, in this article has been presented variety of calculation and analysis.

Keywords: Centrifugal, filtration, CNC, cooling fluid

* İletişim Yazarı

Geliş/Received : 18.07.2016

Kabul/Accepted : 24.01.2017

¹ TOTOMAK AŞ. - hcabuk@totomak.com.tr

² TOTOMAK AŞ. - gakkus@totomak.com.tr

³ TOTOMAK AŞ. - tsoyusinmez@totomak.com.tr

⁴ TOTOMAK AŞ. - akeskin@totomak.com.tr

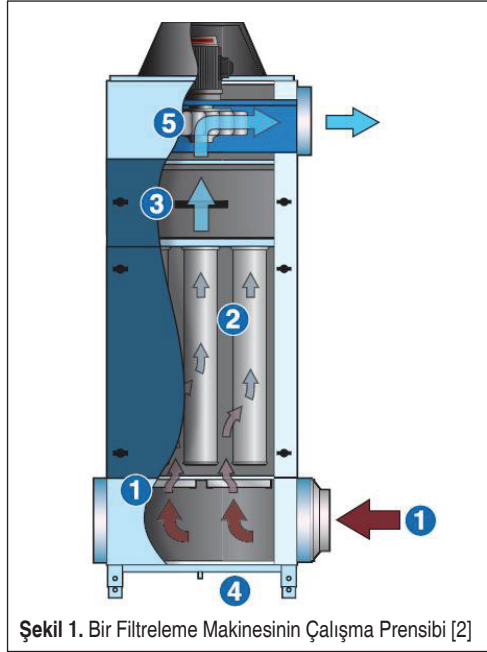
⁵ TOTOMAK AŞ. - akaplan@totomak.com.tr

1. GİRİŞ

CNC tezgâhların çalışması sırasında kullanılan soğutma sıvısının sıcaklık etkisiyle buharlaşması ve buharlaşan bu sıvının çalışma ortamına yayılması, üretim sektöründeki birçok firmanın ortak sorunlarından biridir. Bu sorunun çözümü için birçok firma filtreleme makineleri kullanmaktadır. Bu makineler belli bir süre zarfında istenilen işlevi yerine getirebilmekte ve ilerleyen aşamalarda bu makinelerin ihtiyaç duyduğu bakımların yapılamaması sonucunda işlevlerini kaybetmektedir. Bunun sonucunda, soğutma sıvısı bulutu tekrardan çalışma ortamına yayılmakta ve aynı sorunlara neden olmaktadır.

Soğutma sıvısı ve dolayısıyla soğutma sıvısı bulutu insanlara deri, ağız, burun ve göz yoluyla temas ederek çeşitli sağlık sorunlarına neden olmaktadır. Bu sorunlar; cilt problemleri (Dermatit), solunum rahatsızlıkları ve kanser olarak sınıflandırılabilir [1].

Şekil 1’de, bir filtreleme makinesinin çalışma prensibi gösterilmiştir. Bu ve benzeri



Şekil 1. Bir Filtreleme Makinesinin Çalışma Prensibi [2]

makinelerin kendi içerisinde birbirinden farklı özellikleri olmasına rağmen, birçoğunun çalışma prensibi Şekil 1’de gösterildiği gibidir. Şekil 1’de görüldüğü gibi, 1 numaralı bölümden giren soğutma sıvısı bulutu, 5 numaralı fan yardımıyla yukarı çekilirken öncelikle 2 numaralı yıkanabilir bir filtreleme ünitesinden geçmektedir.



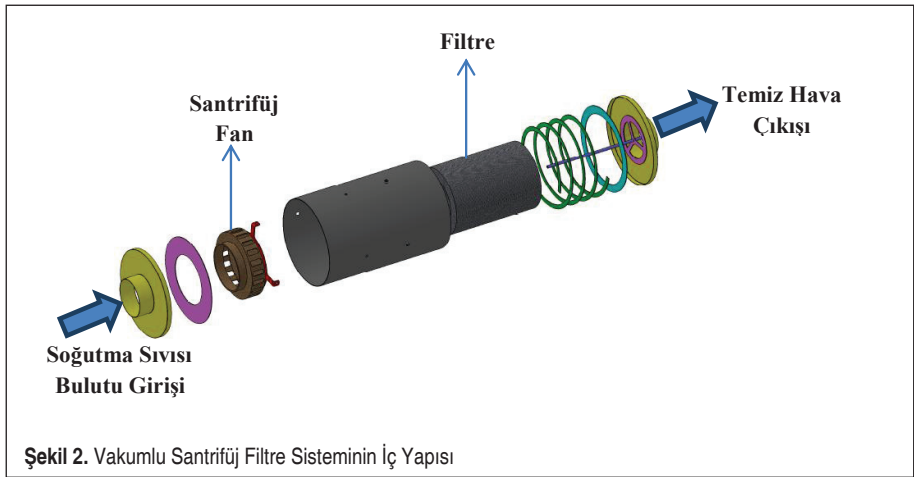
Buradan çıktıktan sonra da 3 numaralı filtreleme ünitesine girmektedir. Bu ünitenin daha hassas bir filtreleme içermesinden dolayı son filtreleme görevi görmektedir. 4 numaralı bölüm ise geri dönüşüm drenaj borusu olarak görev almaktadır.

Filtreleme ünitelerin belli aralıklarda ihtiyaç duyduğu bakım ve temizlik işlerinden dolayı CNC tezgâhların durması birçok firma sahibi tarafından istenilmeyen bir durumdur. Bunun sonucunda, filtreleme üniteleri yeterince temizlenememekte ve işlevini kaybetmektedir.

2. VAKUMLU SANTRİFÜJ TİPİ FİLTRE SİSTEMİ

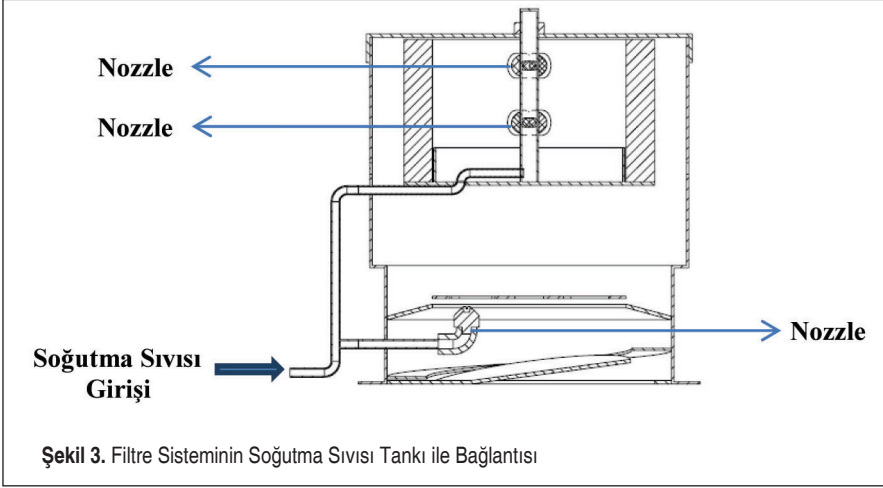
Santrifüj yöntemi, iki farklı yoğunluktaki akışkanın birbirinden ayrılmasını sağlamak için kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntemde, birbiri içerisine karışmış, yoğunlukları farklı iki akışkanın yüksek bir hızda dönerken, yüksek yoğunlukta olan akışkanın dış yüzeye doğru, daha düşük yoğunluktaki akışkanın ise merkezde toplanması sağlanmaktadır [3].

Mevcut filtre sistemlerindeki sorunlara çözüm olabilecek ve tamamen otomatik bir şekilde çalışabilecek bir filtreleme makinesi Şekil 2’de detaylı bir şekilde gösterilmektedir. Bu makine, içerisinde sahip olduğu santrifüj tipi fan ile soğutma sıvısı bulutunu yoğunlaştırarak hem bu bulutun çalışma ortamına çıkmasını engellemekte hem de yoğunlaştırma sonucu elde edilen soğutma sıvısını tekrar kullanılmak üzere CNC tezgaha aktarabilmektedir. Aynı zamanda filtreleme sisteminin çıkış kısmına konulan filtre aracılığıyla santrifüj sisteminin yoğunlaştırmadığı partiküllerin tutulması ve gövde üzerine açılan deliklere bağlanan hortumlar yardımıyla bu bölgede toplanan soğutma sıvısının dışarıda biriktirilmesi hedeflenmektedir. Bu sistem içerisinde kullanılan santrifüj fan ve filtre sisteminin sağlıklı çalışması için belirli aralıklarda te-



mizlenmesi gerekmektedir. Bu temizlik işlemi için filtre sisteminin içerisine soğutma sıvısı tankından soğutma sıvısı alınarak nozzle yardımıyla hem santrifüj fan hem de filtre temizlenmektedir. Bu işlem, Şekil 3’te gösterilmektedir. Bu işlemlerin otomatik gerçekleşiyor olması herhangi bir zaman kaybına neden olmamaktadır.

Bununla birlikte, vakumlu santrifüj tipi filtre sisteminin montaj edildiği bir taşlama tezgahında 144 saat sonunda toplam 850 ml. soğutma sıvısı-kızak yağı karışımı sıvı elde edilmiştir. Toplanan bu yağın 400 mililitresi soğutma sıvısının vakumlu santrifüj



sistemine girdiği ilk bölümde santrifüj yöntemiyle elde edildiği, kalan kısmının ise filtre bölümünden elde edildiği görülmüştür.

3. VAKUMLU SANTRİFÜJ TİPİ FİLTRE SİSTEMİNİN TEST VE ANALİZ ÇALIŞMALARI

3.1 Sabit Değerler

- Partikül Çapı = 186 μ
- Soğutma Sıvısı Yoğunluğu = 1070 kg/m³ [4]
- Hava Yoğunluğu = 1,225 kg/m³ [5]
- $\Delta t = 1,00E-04$ sn.
- Fan Debisi = 0,2514 m³/s
- Fan Çapı = 0,1725 m
- Aparat ile Filtre Makinesi Arasındaki Mesafe = 0,8 m



- Kinematik Viskozite = 35,4 cSt [6]
- Partikül X Yönünde İlk Hızı = -1 m/sn. (kabul edilmiştir.)
- Partikül Y Yönünde İlk Hızı = +3 m/sn. (kabul edilmiştir.)
- Havanın X Yönünde İlk Hızı = 0 m/sn. (kabul edilmiştir.)
- Havanın Y Yönünde İlk Hızı = 0 m/sn. (kabul edilmiştir.)

3.2 Hesaplamalar

$$\bullet \text{ Fan Alanı} = A_{fan} = \pi * \frac{D_{fan}^2}{4} = \pi * \frac{0,1725^2}{4} = 0,02 \text{ m}^2 \quad (1)$$

$$\bullet \text{ Fan Hızı} = v = \frac{Q}{A_{fan}} = \frac{0,2514}{0,02} = 10,75667 \text{ m/s} \quad (2)$$

$$\bullet \text{ Partikül Alanı} = \pi * \frac{D_{partikül}^2}{4} = \pi * \frac{186^2}{4} = 27171,63486 \mu^2 \quad (3)$$

$$\bullet \text{ Partikül Kütlesi} = \frac{4}{3} * \pi * D_{partikül}^3 * \rho * 10^{-18} \quad (4)$$

$$= \frac{4}{3} * \pi * 187^3 * 1070 * 10^{-18} = 2,88411 * 10^8 \text{ kg}$$

3.2.1 Partikülün Başlangıç (x=0) Noktasındaki Değerleri

- X Yönündeki Bağlı Hız; (5)

$$V_{x,bagil} = V_{x,hava} - V_{x,partikül}$$

$$= 0 - (-1) = 1 \text{ m/sn.}$$

- Y Yönündeki Bağlı Hız; (6)

$$V_{y,bagil} = V_{y,hava} - V_{y,partikül}$$

$$= 0 - 3 = -3 \text{ m/sn.}$$

- $V_{bagil, bileşke}$;

$$\sqrt{V_{x,bagil}^2 + V_{y,bagil}^2} = \sqrt{1^2 + (-3)^2} = 3,16 \text{ m / sn.} \quad (7)$$

- Reynold Sayısı;

$$\frac{V_{bagil,bileşke} * D_{partikül}}{\nu} = \frac{3,16 * 186 * 10^{-6}}{35,4 * 10^{-6}} = 16,62 \quad (8)$$



- Sürüklenme Katsayısı;

$$\frac{24}{Re} + \frac{6}{1 + \sqrt{Re}} + 0,4 = \frac{24}{16,62} + \frac{6}{1 + \sqrt{16,62}} + 0,4 = 3,03 \quad (9)$$

- X Yönünde Sürüklenme Kuvveti;

$$\frac{1}{2} * \pi * C_d * V_{bağlı, bileşke}^2 * \rho * \frac{D_{partikül}^2}{4} * 10^{-12} * \frac{V_{x, bağlı}}{V_{bağlı, bileşke}} \quad (10)$$

$$\frac{1}{2} * \pi * 3,03 * 3,16^2 * 1,225 * \frac{186^2}{4} * 10^{-12} * \frac{1}{3,16} = 1,59277 * 10^{-7} N$$

- Y Yönünde Sürüklenme Kuvveti;

$$\frac{1}{2} * \pi * C_d * V_{bağlı, bileşke}^2 * \rho * \frac{D_{partikül}^2}{4} * 10^{-12} * \frac{V_{y, bağlı}}{V_{bağlı, bileşke}} \quad (11)$$

$$\frac{1}{2} * \pi * 3,03 * 3,16^2 * 1,225 * \frac{186^2}{4} * 10^{-12} * \frac{-3}{3,16} = -4,77831 * 10^{-7} N$$

- X Yönündeki Partikül İvmesi;

$$\frac{Fd_x}{m} = \frac{1,59277 * 10^{-7}}{2,88411 * 10^{-8}} = 5,52 m / sn.^2 \quad (12)$$

- Y Yönündeki Partikül İvmesi;

$$\frac{Fd_y}{m} = \frac{-4,77831 * 10^{-7}}{2,88411 * 10^{-8}} = -16,57 m / sn.^2 \quad (13)$$

- X Yönündeki Partikül Konumu;

$$x_i + V_{x, partikül} * \Delta t + \frac{1}{2} * a_x * \Delta t^2 \quad (14)$$

$$0 + (-1 * 10^{-4}) + \frac{1}{2} * 5,52 * (10^{-4})^2 = -0,00010 m$$

- Y Yönündeki Partikül Konumu;

$$y_i + V_{y, partikül} * \Delta t + \frac{1}{2} * a_y * \Delta t^2 \quad (15)$$



$$0 + (3 * 10^{-4}) + \frac{1}{2} * -16,42 * (10^{-4})^2 = 0,00030 \text{ m}$$

- Akış Denklemi (Ψ) = $-a * y$ (16)

- Akış Denklemi Sabiti (a) = $\frac{v}{L} = \frac{10,75667}{0,8} = 13,4458 \text{ s}^{-1}$ (17)

- X Yönündeki Hava Hızı;
 $\frac{\partial \Psi}{\partial y} = u = -a * x = -13,4458 * -0,00010 = 0,00134 \text{ m / sn.}$ (18)

- Y Yönündeki Hava Hızı;
 $-\frac{\partial \Psi}{\partial x} = v = a * y = 13,4458 * 0,00030 = 0,00403 \text{ m / sn.}$ (19)

- X Yönündeki Partikül Hızı;
 $V_{x,partikül} + a_x * \Delta t = -1 + 5,52 * (10^{-4}) = 1 \text{ m / sn.}$ (20)

- Y Yönündeki Partikül Hızı;
 $V_{y,partikül} + a_y * \Delta t = 3 + (-16,57) * (10^{-4}) = 3 \text{ m / sn.}$ (21)

3.2.2 Partikülün $x = -0,08583 \text{ m}$ Noktasındaki Değerleri

- X Yönündeki Bağlı Hız;
 $V_{x,bagil} = V_{x,hava} - V_{x,partikül} = 1,1540 - 0,00115 = 1,15285 \text{ m / sn.}$ (22)

- Y Yönündeki Bağlı Hız;
 $V_{y,bagil} = V_{y,hava} - V_{y,partikül} = 6,0671 - 3,22 = 2,84220 \text{ m / sn.}$ (23)

- $V_{bağlı, bileşke}$;
 $\sqrt{V_{x,bagil}^2 + V_{y,bagil}^2} = \sqrt{1,15285^2 + (2,84220)^2} = 3,07 \text{ m / sn.}$ (24)

- Reynold Sayısı;
 $\frac{V_{bağlı,bileşke} * D_{partikül}}{v} = \frac{3,07 * 186 * 10^{-6}}{35,4 * 10^{-6}} = 16,12$ (25)



- Sürüklenme Katsayısı;

$$\frac{24}{Re} + \frac{6}{1 + \sqrt{Re}} + 0,4 = \frac{24}{16,12} + \frac{6}{1 + \sqrt{16,12}} + 0,4 = 3,09 \quad (26)$$

- X Yönünde Sürüklenme Kuvveti;

$$\frac{1}{2} * \pi * C_d * V_{bağlı, bileşke}^2 * \rho * \frac{D^{2_{partikül}}}{4} * 10^{-12} * \frac{V_{x,bağlı}}{V_{bağlı, bileşke}} \quad (27)$$

$$\frac{1}{2} * \pi * 3,09 * 3,07^2 * 1,225 * \frac{186^2}{4} * 10^{-12} * \frac{1,15285}{3,07} = 1,8159 * 10^{-7} N$$

- Y Yönünde Sürüklenme Kuvveti;

$$\frac{1}{2} * \pi * C_d * V_{bağlı, bileşke}^2 * \rho * \frac{D^{2_{partikül}}}{4} * 10^{-12} * \frac{V_{y,bağlı}}{V_{bağlı, bileşke}} \quad (28)$$

$$\frac{1}{2} * \pi * 3,09 * 3,07^2 * 1,225 * \frac{186^2}{4} * 10^{-12} * \frac{2,84220}{3,07} = 4,4769 * 10^{-7} N$$

- X Yönündeki Partikül İvmesi = $\frac{Fd_x}{m} = \frac{1,8159 * 10^{-7}}{2,88411 * 10^{-8}} = 6,30 m / sn.^2$ (29)

- Y Yönündeki Partikül İvmesi = $\frac{Fd_y}{m} = \frac{4,4769 * 10^{-7}}{2,88411 * 10^{-8}} = 15,52 m / sn.^2$ (30)

- X Yönündeki Partikül Konumu;

$$x_i + V_{x,partikül} * \Delta t + \frac{1}{2} * a_x * \Delta t^2 \quad (31)$$

$$-0,08583 + (0,00115 * 10^{-4}) + \frac{1}{2} * 6,30 * (10^{-4})^2 = -0,8583 m$$

- Y Yönündeki Partikül Konumu;

$$y_i + V_{y,partikül} * \Delta t + \frac{1}{2} * a_y * \Delta t^2 \quad (32)$$

$$0,45122 + (3,22 * 10^{-4}) + \frac{1}{2} * 15,52 * (10^{-4})^2 = 0,45155 m$$

- Akış Denklemi (Ψ) = $-a * y$ (33)



- Akış Denklemi Sabiti (a) = $\frac{v}{L} = \frac{10,75667}{0,8} = 13,4458 \text{ s}^{-1}$ (34)

- X Yönündeki Hava Hızı;

$$\frac{\partial \Psi}{\partial y} = u = -a * x = -13,4458 * 0,08583 = 1,1540 \text{ m / sn} \quad (35)$$

- Y Yönündeki Hava Hızı;

$$-\frac{\partial \Psi}{\partial x} = v = a * y = 13,4458 * 0,45155 = 6,0714 \text{ m / sn.} \quad (36)$$

- X Yönündeki Partikül Hızı;

$$V_{x,partikül} + a_x * \Delta t = 0,00115 + 6,30 * (10^{-4}) = 0,00178 \text{ m / sn.} \quad (37)$$

- Y Yönündeki Partikül Hızı;

$$V_{y,partikül} + a_y * \Delta t = 3,22 + (15,52) * (10^{-4}) = 3,23 \text{ m / sn} \quad (38)$$

Yukarıda yapılan hesaplamalar Tablo 1'den alınarak yapılmıştır. Partikülün hareketini belirlerken, $\Delta t = 10^{-4}$ saniye olarak alındığı için sayısal işlemler oldukça uzun sürmektedir. Bu yüzden, bu işlemlerin sadece başlangıç ve kritik nokta olarak belirlenen yerdeki hesaplamaları yukarıda gösterilmiştir.

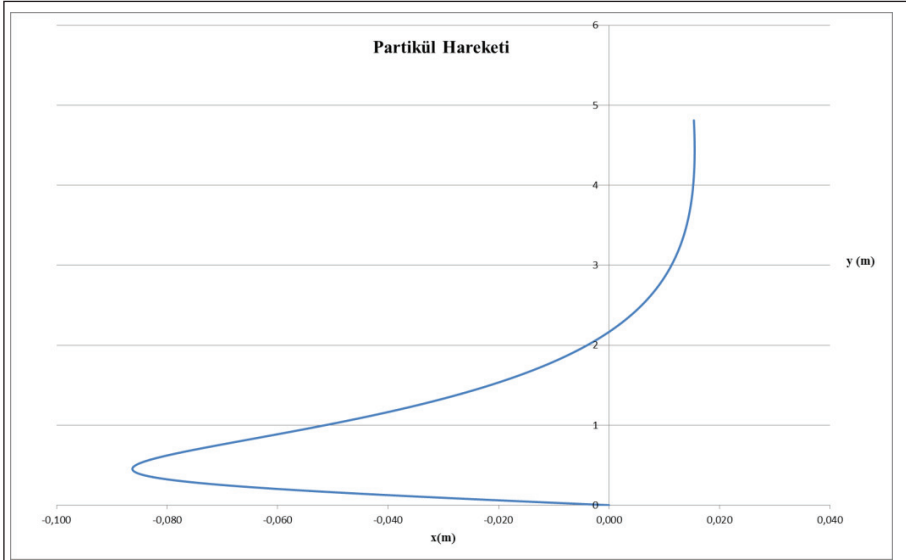
3.3 Grafik

Yukarıda yapılan hesaplamalar sonucunda, santrifüj tipi filtre sisteminin çap uzunluğu 172,5mm olduğu için ve bu filtre sisteminin bağlanmış olduğu E. J. markalı taşıma tezgâhının tam ortasına monte edilerek + ve - x yönünde 86,25 mm'ye kadar ilerleyen tüm partikülleri çekebilecektir. Yukarıda gösterilen grafik bu hesaplamalar sonucunda elde edilmiş ve -x ekseninde 0,08583 m'ye ulaştığı anda sistemin çekebileceği maksimum boyuttaki partikül çapı bulunmuştur. Bu hesaplamalar sonucunda, mevcut filtre sistemimizin maksimum 186 mikron çapındaki partikülleri çekebileceği belirlenmiştir. Bu çaptan daha yüksek boyuttaki partikülleri çekebilmek için mevcut filtre sistemi üzerinde fan debisinin veya çapının artırılması gerekmektedir.



Tablo 1. Partikül Hareketinin Sayısal Verileri

x	y	V _{x_hava}	V _{y_hava}	V _{x_partikül}	V _{y_partikül}	V _{x_bağlı}	V _{y_bağlı}	V _{bağlı_bileşke}	R _e	C _d	F _{dx}	F _{dy}	a _x	a _y
0,00000	0,00000	0	0	-1,00	3,00	1	-3	3,16	16,62	3,03	1,59277E-07	-4,77831E-07	5,52	-16,57
-0,00010	0,00030	0,00134	0,00403	-1,00	3,00	1,000791952	-2,994310602	3,16	16,59	3,03	1,59308E-07	-4,76641E-07	5,52	-16,53
-0,00020	0,00060	0,00269	0,00806	-1,00	3,00	1,001583052	-2,988627556	3,15	16,56	3,03	1,59339E-07	-4,75453E-07	5,52	-16,49
-0,00030	0,00090	0,00403	0,01209	-1,00	3,00	1,002373303	-2,982950849	3,15	16,53	3,04	1,5937E-07	-4,74268E-07	5,53	-16,44
-0,00040	0,00120	0,00537	0,01612	-1,00	2,99	1,003162703	-2,977280465	3,14	16,51	3,04	1,59401E-07	-4,73084E-07	5,53	-16,40
....
....
-0,08583	0,45122	1,1540	6,0671	0,00115	3,22	1,15285	2,84220	3,07	16,12	3,09	1,8159E-07	4,4769E-07	6,30	15,52
-0,08583	0,45155	1,1540	6,0714	0,00178	3,23	1,15221	2,84498	3,07	16,13	3,08	1,81541E-07	4,48252E-07	6,29	15,54
-0,08582	0,45187	1,1540	6,0758	0,00241	3,23	1,15158	2,84777	3,07	16,14	3,08	1,81492E-07	4,48814E-07	6,29	15,56



Şekil 4. Soğutma Sıvısı Bulutu Partikülünün Hareketi

4. SONUÇ

Bu çalışma, endüstride yaygın olarak kullanılan soğutma sıvısının buharlaşması sonucunda çalışma ortamına yayılmasını engellemek amacıyla kullanılan filtre sistemlerinin eksikliklerinin belirlenerek bunlara çözüm olabilecek bir vakumlu santrifüj tipi filtre sistemini anlatmıştır. Bununla birlikte, bu filtre sisteminin mevcut özellikleri ile yapılan hesaplamalar ve analizler sonucunda maksimum partikül boyutu belirlenmiştir. Aynı zamanda bu filtre sistemi ile soğutma sıvısı-kızak yağı karışımından ne kadar bir geri kazanım olduğu açığa çıkartılmıştır. Bu çalışma sırasında yapılan hesaplamaların farklı tip ve boyuttaki CNC tezgâhlar için filtreleme sistemi belirlenirken ihtiyaç duyacakları fan sistemlerinin debisini ve çapını belirlemesi adına kullanılacak bir çalışmadır. Bunun haricinde, özellikle iş sağlığı ve güvenliği kanunu kuralları, büyük kuruluşlardaki işçi sendikalarının temiz bir çalışma ortamı isteklerini sıklıkla dile getirmeleri, fabrikaların iklimlendirme sistemlerini kurabilmeleri için bu sorunu ortadan kaldırma istekleri bu çalışmanın önemini göstermektedir.

Semboller

- Δt : İki durum arasındaki zaman farkı(s)
 A_{fan} : Fan Alanı (m^2)
 D_{fan} : Fan Çapı (m)



V	: Fan Hızı (m/sn.)
\forall	: Fan Debisi (m ³ /h)
$D_{\text{partikül}}$: Partikül Çapı (μ)
$V_{x,\text{bağlı}}$: X Yönündeki Bağlı Hız (m/sn.)
$V_{x,\text{hava}}$: X Yönündeki Hava Hızı (m/sn.)
$V_{x,\text{partikül}}$: X Yönündeki Partikül Hızı (m/sn.)
$V_{y,\text{bağlı}}$: Y Yönündeki Bağlı Hız (m/sn.)
$V_{y,\text{hava}}$: Y Yönündeki Hava Hızı (m/sn.)
$V_{y,\text{partikül}}$: Y Yönündeki Partikül Hızı (m/sn.)
$V_{\text{bağlı,bileşke}}$: Bağlı Hız (m/sn.)
ν	: Kinematik Viskozite (cSt)
Re	: Reynold Sayısı
C_d	: Sürüklenme Katsayısı
Fd_x	: X Yönünde Sürüklenme Kuvveti (N)
m	: Partikül Kütlesi (kg)
Fd_y	: Y Yönünde Sürüklenme Kuvveti (N)
x_i	: Partikülün X Yönündeki İlk Konumu (m)
a_x	: Partikülün X Yönündeki İvmesi (m/sn ²)
y_i	: Partikülün Y Yönündeki İlk Konumu (m)
a_y	: Partikülün Y Yönündeki İvmesi (m/sn ²)
a	: Akış Denklemi Sabiti
x	: Partikülün X Yönündeki Konumu(m)
u	: X Yönündeki Hava Hızı (m/sn.)
y	: Partikülün Y Yönündeki Konumu (m)
v	: Y Yönündeki Hava Hızı (m/sn.)
L	: Aparat ile Santrifüj Makinesi Arasındaki Mesafe (m)

KAYNAKÇA

1. **Erel, F., Coşkunses, I. F.** 2012. “Metal İşleme Akışkanları Kullanımında İş Sağlığı ve Güvenliği,” http://www.isgum.gov.tr/rsm/file/isgdoc/IG11-metal_isleme_akiskanlari_kullaniminda_isg.pdf, son erişim tarihi: 12.04.2016, s.11-13.



2. Nederman. 2012. “Yağ Buharı Filtreleri,” http://www.nederman.com.tr/products/filters-for-oil-mist-and-coolants/oil-mist_filters/~//media/ExtranetDocuments/PublishedBrochure/NOM_201212_TR.ashx, son erişim tarihi: 12.04.2016.
3. WIKIPEDIA. 2016. “Santrifüjlü Su - Yağ Ayırıcı,” https://en.wikipedia.org/wiki/Centrifugal_water%E2%80%93oil_separator, son erişim tarihi: 12.04.2016.
4. Sönmezler Group. 2016. “Metal Kesme ve Soğutma Sıvıları,” <http://sonmezlergroup.com/metal-kesme-sogutma-sivilari.asp>, son erişim tarihi: 12.04.2016.
5. WIKIPEDIA. 2016. “Su Yoğunluğu,” https://en.wikipedia.org/wiki/Density_of_air, son erişim tarihi: 12.04.2016.
6. Speedol. 2016. “Semi Sentetik Soğutma Sıvısı,” <http://www.speedol.com.tr/semi-sentetik-kesme-sivisi-hx-cnc/>, son erişim tarihi: 12.04.2016.