

MÜHENDİS VE MAKİNA

ENGINEER AND MACHINERY



tmmob makina mühendisleri odası aylık yayın organı

www.mmo.org.tr/muhendismakina

SOĞUTMA SIVISI BULUTUNUN VAKUMLU SANTRİFÜJ YÖNTEMİ İLE GERİ KAZANIMI VE TEMİZ HAVA ELDE EDİLMESİ

SÜRDÜRÜLEBİLİR ÜRETİM İÇİN TALAŞLI İMALATTA KULLANILAN KESME SIVILARININ GERİ DÖNÜŞÜMÜ



tmmob makina mühendisleri odası
uctea chamber of mechanical engineer

www.mmo.org.tr/muhendismakina

Mühendis ve Makina

Engineer and Machinery

Cilt 58

Volume 58

Sayı 684

Number 684

Ocak 2017

January 2017

TMMOB MAKİNA MÜHENDİSLERİ ODASI

Yerel Süreli Yayın, Ayda Bir Yayınlanır
Local Periodical - Monthly

Ocak/January 2017
Cilt/Vol: 58 Sayı/No: 684

Yönetim Yeri - Head Office

Meşrutiyet Cad. No: 19/6 Kızılay - ANKARA
Tel : (+90 312) 425 21 41 Fax : (+90 312) 417 86 21
e-posta : yayin@mmo.org.tr http://www.mmo.org.tr

MMO Adına Sahibi

Publisher
Ali Ekber ÇAKAR

Sorumlu Yazı İşleri Müdürü

Executive Editor
Yunus YENER

Yayın Sekreteri

Editorial Secretary
Aylin Sıla AYTEMİZ

Yayın Kurulu

Editorial Board

Prof. Dr. Metin AKKÖK - *Orta Doğu Teknik Üniversitesi*
Prof. Dr. Müfit GÜLGEÇ - *Çankaya Üniversitesi*
Prof. Dr. L. Berrin ERBAY - *Osmangazi Üniversitesi*
Prof. Dr. Cemal MERAN - *Pamukkale Üniversitesi*
Prof. Dr. Harun Kemal ÖZTÜRK - *Pamukkale Üniversitesi*
Prof. Dr. Semiha ÖZTUNA - *Trakya Üniversitesi*
Yrd. Doç. Dr. Nilay ALÜFTEKİN - *Çankaya Üniversitesi*
Yrd. Doç. Dr. Tolga TANER - *Aksaray Üniversitesi*
Yrd. Doç. Dr. Gurbet ÖRÇEN - *Dicle Üniversitesi*

Yayın Danışma Kurulu

Editorial Advisory Board

Prof. Dr. C. Erdem İMRAK - *Istanbul Teknik Üniversitesi*
Prof. Dr. Erdiç KALUÇ - *Kocaeli Üniversitesi*
Prof. Dr. İbrahim Deniz AKÇALI - *Akdeniz Üniversitesi*
Prof. Dr. Ali GÜNGÖR - *Ege Üniversitesi*
Prof. Dr. Mehmet KOPAÇ - *Bülent Ecevit Üniversitesi*
Prof. Dr. Hikmet RENDE - *Akdeniz Üniversitesi*
Prof. Dr. Ali PINARBAŞI - *Yıldız Teknik Üniversitesi*
Prof. Dr. Bülent YEŞİLATA - *Harran Üniversitesi*
Prof. Dr. İlhan KONUKSEVEN - *Orta Doğu Teknik Üniversitesi*
Doç. Dr. Erol KILIÇKAP - *Dicle Üniversitesi*
Dr. Varlık ÖZERCİYES - *TAF*

Redaksiyon

Redaction
Tarık ÖZBEK

Kapak ve Sayfa Tasarımı

Cover and Page Design
Muazzez POLAT

Teknik Sorumlu

Technical Manager
Mehmet AYDIN

Baskı

Printed by
Ankamat Matbaacılık Sanayi Ltd. Şti.
30. Cadde 538. Sokak No: 60 İvedik Organize Sanayi - Ankara
Tel: (0312) 394 54 94
Basım Tarihi : 27 Mart 2017
Baskı Sayısı (tiraj) : 2.000

Mühendis ve Makina

Engineer and Machinery

Cilt 58

Sayı 684

Ocak 2017

Volume 58

Number 684

January 2017

İÇİNDEKİLER/CONTENTS

- Soğutma Sıvısı Bulutunun Vakumlu Santrifüj Yöntemi ile Geri Kazanımı ve Temiz Hava Elde Edilmesi** 1
Vacuumed Centrifugal Method Which is Using for Recycling and Get Clean Air from Cooling Fluid Mist
Hakan ÇABUK, Gökçe AKKUŞ, Tuğrul SOYUSİNMEZ, Ahmet KESKİN, Anıl KAPLAN
- Sürdürülebilir Üretim İçin Talaşlı İmalatta Kullanılan Kesme Sıvılarının Geri Dönüşümü** 15
Recycling of Cutting Fluids Used in Machining Process for Sustainable Production
Ayşegül ÇAKIR, Nergizhan KAVAK, Ulvi ŞEKER

*TMMOB Makina Mühendisleri Odası Yayın Organı olan Mühendis ve Makina dergisi TMMOB Makina Mühendisleri Odası üyelerine ücretsiz olarak gönderilir. 1957 yılından beri yayımlanan dergimiz, **hakemli** bir dergidir. Dergimizle ilgili detaylı bilgi almak için <http://www.mmo.org.tr> web adresinden yararlanabilirsiniz. Telefon, faks ya da e-posta aracılığıyla da bize ulaşabilirsiniz.*

Dergimiz

EBSCO
P U B L I S H I N G

Veri tabanında yer almaktadır

SUNUŞ

Değerli Meslektaşlarımız Merhaba,

1957 yılından bu yana yayımlanan Mühendis ve Makina Dergisi, Yayın Kurulu'nun önerisi üzerine Oda Yönetim Kurulu'nun aldığı kararla, bundan böyle iki ayrı dergi olarak sizlere sunulacaktır.

Yeni yıl ile birlikte dergimiz, yenilenen tasarımı, zenginleştirilen içeriğiyle "Mühendis ve Makina-Güncel" ve "Mühendis ve Makina" isimleriyle, iki ayrı dergi olarak yayın hayatına devam etmektedir.

"Mühendis ve Makina-Güncel" sanayi, otomotiv, işçi sağlığı ve iş güvenliği, üretim, bakım, enerji, hidrolik pnömatik, tesisat, uçak havacılık uzay, endüstri işletme, doğalgaz, kaynak gibi oldukça geniş olan meslek alanlarımız, meslektaşlarımız ve ilgili sektörlerin gereksinim duyduğu bilgilere yönelik güncel bir yayın olacaktır. Güncel dergimiz, ilgili köşe yazuları, uluslararası geçerliliği olan dergilerden yapılacak çeviriler, Odamız tarafından gerçekleştirilen eğitim, seminer, söyleşi, kongre, kurultay, sempozyumlar ile ilgili haberler, Odamızın kapsadığı mühendislik disiplinleriyle ilgili röportajları içerecektir.

Şu an elinizde olan "Mühendis ve Makina" dergisinin içeriği ise bilim insanlarının, sektörteki uzmanların, meslektaşlarımız ve öğrencilerin katkılarıyla oluşturulup, hakemler tarafından değerlendirilen, akademik bilgi üretimine katkı sunan bilimsel makalelerden oluşacaktır.

Her iki dergimize de www.mmo.org.tr/muhendismakina adresinden ulaşabilir; makale, yazı, yeni ürün tanıtımları, reklam ve görüşleriniz ile destek olabilirsiniz.

Mühendis ve Makine dergimizde yer alan ilk makalemiz, **Hakan Çabuk, Gökçe Akkuş, Tuğrul Soyunmez, Ahmet Keskin ve Anıl Kaplan** tarafından hazırlanan "Soğutma Sıvısı Bulutunun Vakumlu Santrifüj Yöntemi ile Geri Kazanımı ve Temiz Hava Elde Edilmesi" başlıklı çalışmadır. Bu çalışmada, çeşitli 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.

İkinci makalemiz, **Ayşegül Çakır, Nergizhan Kavak ve Ulvi Şeker** tarafından yazılan "Sürdürülebilir Üretim İçin Talaşlı İmalatta Kullanılan Kesme Sıvılarının Geri Dönüşümü" başlıklı çalışmadır. Bu çalışmada, sürdürülebilir bir üretim için talaşlı imalatta kullanılan kesme sıvılarının geri dönüşümü mümkün olacak özellikte seçilmesinin önemi vurgulanmıştır. Kullanılan kesme sıvılarının bakımı, geri dönüşümü ve yeniden kullanılması safhaları ayrıntılı olarak anlatılmıştır. Ayrıca geri dönüşümü mümkün olmayan kesme sıvılarının çevreye ve insan sağlığına zarar vermeden nasıl imha edilmesi gerektiği hakkında bilgi verilmiştir.

2017 yılının siz değerli meslektaşlarımıza sağlık ve başarı, ülkemize demokrasi ve barış getirmesi dileklerimizle yeni yılınızı kutluyor, bir sonraki sayımızda buluşmak üzere esenlikler diliyoruz.

**TMMOB Makina Mühendisleri Odası
Yönetim Kurulu**

PRESENTATION

Esteemed Colleagues,

With the decision of Journal Management Committee and as suggested by the Publishing Committee, Engineers and Machinery Journal, which has been published ever since 1957, will be published as two separate journals from now on.

With New Year and its renewed design and enriched content, our journal will continue to be published as two separate journals named “Engineers and Machinery Actual” and “Engineers and Machinery”.

“Engineers and Machinery Actual” will be an up-to-date publication presenting information needed by our colleagues, related sectors, and various fields of profession such as industry, automotive, labor health and occupational health, production, maintenance, energy, hydraulic, pneumatic, installation, aviation, space, industrial management, natural gas, and resources. Our Actual journal will include columns; translations from internationally valid journals; news about the seminars, discussions, congresses, conventions, and symposiums organized by our Chamber; and interviews about the engineering disciplines covered by our Chamber.

The content of the “Engineers and Machinery” journal will consist of scientific articles that are created with the participation of our colleagues, scientists, students and experts in the sector, are evaluated by reviewers, and contribute to the production of academic knowledge.

You can view both of our journals on www.mmo.org.tr/muhendismakina and support us with your articles, papers, new product promotions, advertisements, and reviews.

*The first article published in our Engineers and Machinery journal is the article named “Recovery of Coolant Cloud via Vacuumed Centrifuge Method and Achieving Clear Air” by **Hakan Çabuk, Gökçe Akkuş, Tuğrul Soyunmez, Ahmet Keskin and Anıl Kaplan**. In this study has been mentioned about not only variety missing sides, but also vacuumed centrifugal filtration to solve these missing sides. Also, in this article has been presented variety of calculation and analysis.*

*The second article published in our Engineers and Machinery journal is the article named “Recycling of Cutting Fluids Used in Machining Process for Sustainable Production” by **Ayşegül Çakır, Nergizhan Kavak and Ulvi Şeker**. In this study, the importance of selecting especially the recycleable cutting fluids for a sustainable production in machining has been emphasized. The maintenance, recycling and reuse phases of the cutting fluids have been explained in detail. Also, this study gives information about how to dispose non-recycleable cutting fluids without damaging environment and human health.*

I hope 2017 brings my esteemed colleagues health and success and results in democracy and peace in our country. I'd like to take this opportunity to wish you a happy new year. Best regards, until our next issue...

UCTEA CHAMBER OF MECHANICAL ENGINEERS
Board of Directors

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

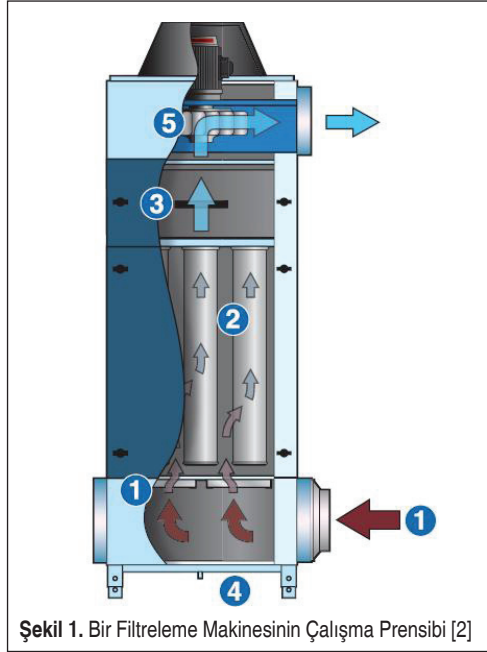
⁵ TOTOMAK AŞ. - akaplan@totomak.com.tr

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



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.



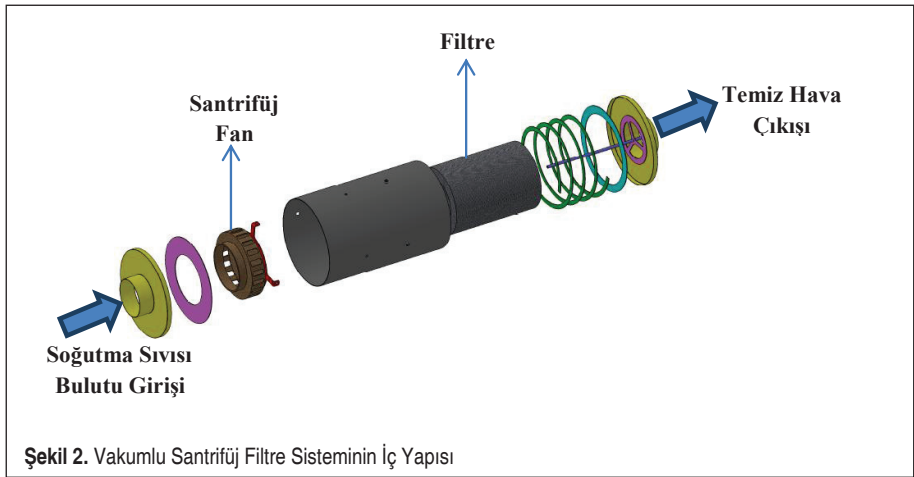
Buradan çıktıktan sonra da 3 numaralı filtreleme ünitesine girmektedir. Bu ünitenin daha hassas bir filtreleme içermesinden dolayı son filtreleme görevi görmektedir. 4 numaralı bölüm ise geri dönüşüm drenaj borusu olarak görev almaktadır.

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

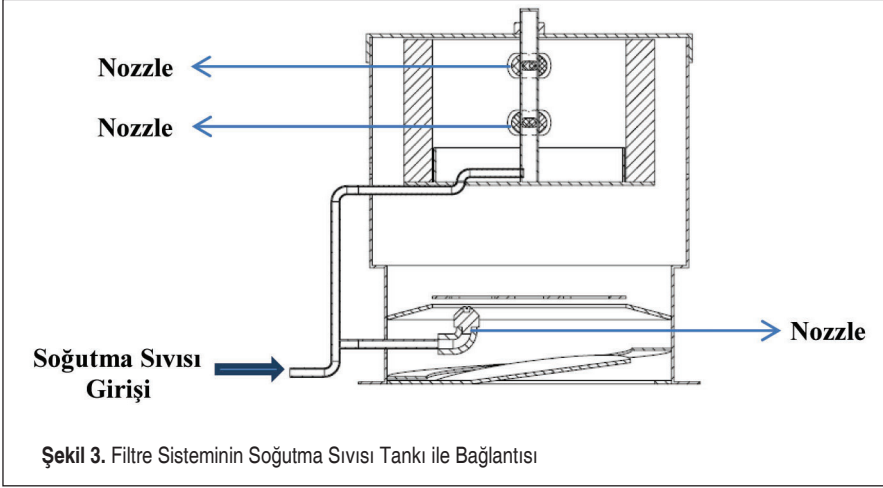
Santrifüj yöntemi, iki farklı yoğunluktaki akışkanın birbirinden ayrılmasını sağlamak için kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntemde, birbiri içerisine karışmış, yoğunlukları farklı iki akışkanın yüksek bir hızda dönerken, yüksek yoğunlukta olan akışkanın dış yüzeye doğru, daha düşük yoğunluktaki akışkanın 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 fanı 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;

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



- 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;
 $\frac{V_{bağlı,bileşke} * D_{partikül}}{\nu} = \frac{3,07 * 186 * 10^{-6}}{35,4 * 10^{-6}} = 16,12$ (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.

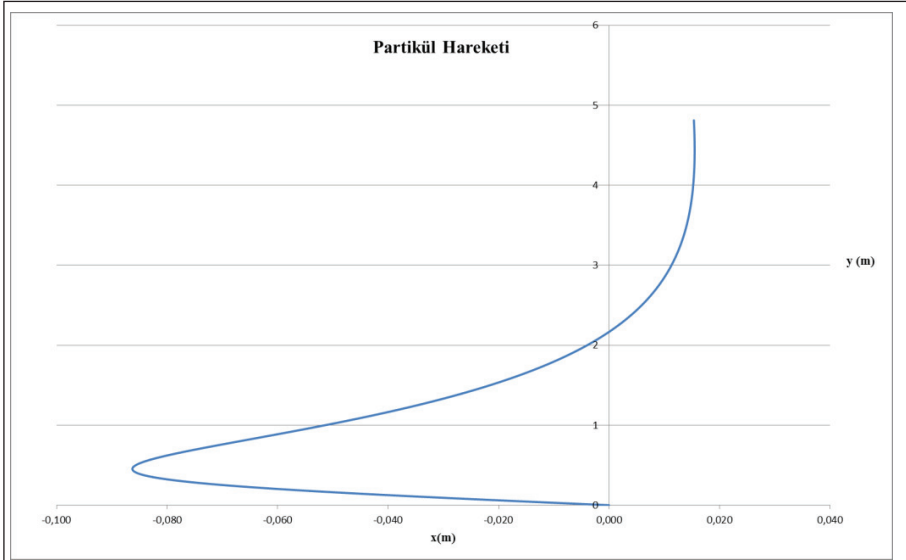
3.3 Grafik

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.

Sürdürülebilir Üretim İçin Talaşlı İmalatta Kullanılan Kesme Sıvılarının Geri Dönüşümü

Ayşegül Çakır ^{*1}

Nergizhan Kavak ²

Ulvi Şeker ³

ÖZ

Talaşlı üretim işlemlerinde yüksek verimlilik eldesi için yüksek kesme hızı ve ilerleme değerlerinin kullanılmaya başlanması ve bununla birlikte iyi bir kesme performansının amaçlanması, kesme sıvılarının önemini artırmıştır. Son yıllarda kullanımı hızla artan kesme sıvılarının işleme performansına olumlu katkılarına karşılık, toplam üretim maliyetini artırdığı ve çevreyi olumsuz etkilediği bilinmektedir. Günümüzde özellikle doğal kaynakların korunması açısından sürdürülebilir üretim tercih edilmesi gereken bir yaklaşımdır. Bu çalışmada, sürdürülebilir bir üretim için talaşlı imalatta kullanılan kesme sıvılarının geri dönüşümü mümkün olacak özellikte seçilmesinin önemi vurgulanmıştır. Kullanılan kesme sıvılarının bakımı, geri dönüşümü ve yeniden kullanılması safhaları ayrıntılı olarak anlatılmıştır. Ayrıca geri dönüşümü mümkün olmayan kesme sıvılarının çevreye ve insan sağlığına zarar vermeden nasıl imha edilmesi gerektiği hakkında bilgi verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kesme sıvısı, geri dönüşüm, talaşlı üretim, eko-verimlilik, sürdürülebilir üretim

Recycling of Cutting Fluids Used in Machining Process for Sustainable Production

ABSTRACT

With the use of high cutting speeds and feed values for a high performance in machining and the aim of a good cutting performance as well, cutting fluids have gained importance. In recent years, it is known that cutting fluids, which are more widely used, increase the total cost of production and have an adverse effect on the environment as opposed to their contributions to the processing performance. Today, sustainable production is an approach that should be preferred, especially in terms of conservation of natural resources. In this study, the importance of selecting especially the recycleable cutting fluids for a sustainable production in machining has been emphasized. The maintenance, recycling and reuse phases of the cutting fluids have been explained in detail. Also, this study gives information about how to dispose non-recycleable cutting fluids without damaging environment and human health.

Keywords: Cutting fluid, recycling, machining, eco-efficiency, sustainable production

* İletişim Yazarı

Geliş/Received : 11.11.2016

Kabul/Accepted : 12.01.2017

¹ Yrd. Doç. Dr., Bülent Ecevit Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makina Mühendisliği Bölüm - aysegulcakir@beun.edu.tr

² Yrd. Doç. Dr., Bülent Ecevit Üniversitesi, Makine Malzemeleri ve İmalat Teknikleri Anabilim Dalı - nergizhan.kavak@beun.edu.tr

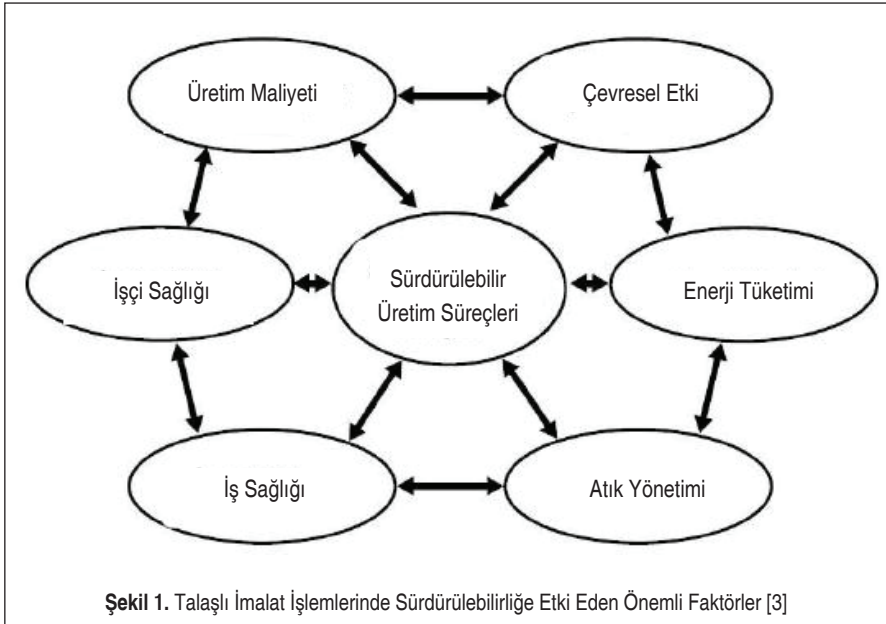
³ Prof. Dr., Gazi Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, İmalat Mühendisliği - useker@gazi.edu.tr

1. GİRİŞ

İmalat endüstrisi için ham malzemenin cevherden çıkarılışından son ürün haline gelinceye kadar geçen süreçte çevresel, sosyal ve ekonomik açıdan sürdürülebilir bir üretimin gerçekleştirilmesi çok önemlidir. Başarılı bir sürdürülebilir imalat yöntemiyle çevresel alanla ilgili yapılan bir iyileşme diğer alanları da olumlu etkileyebilmektedir. Örneğin çevresel faktörler dikkate alınarak yapılan üretim planı, girdi maliyetlerini aşağı çekerken ürünün kullanım ömrünü artırarak ürünü daha kârlı hale getirebilmektedir [1-2].

Talaşlı üretim işlemlerinde birden çok kullanım amacını güden “geri dönüşüm, yeniden kullanım, yeniden üretim” düşüncesi mühendislik malzemelerinin imalat işlemleri ve sistemleri ile birlikte yaratıcı bir şekilde birleşmesiyle mümkündür (Şekil 1).

Talaşlı imalat işlemlerinde sürdürülebilir faktörlerin istenen seviyeleri; asgari ölçüde enerji tüketimi ve işleme maliyetinin yanında, azami ölçüde çevre dostu olma, insan sağlığı, operasyonel güvenlik şartlarında olması olarak tanımlanabilir. Enerji tüketiminin azaltılması, atıksız/minimum atıklı imalat işlemleri ve kullanım ömrü biten ürünün ham malzemesinin tekrar kullanma alanlarının mümkün olmasıyla ilgilidir. Özellikle talaşlı imalat işlemlerinde kesme sıvılarının, kesme uçlarının, kesme koşullarının ve takım iş parçası kombinasyonları üzerinde yapılacak analizler, enerji tüketiminin azaltılması için fırsatlar içermektedir [2-3].



Şekil 1. Talaşlı İmalat İşlemlerinde Sürdürülebilirliğe Etki Eden Önemli Faktörler [3]



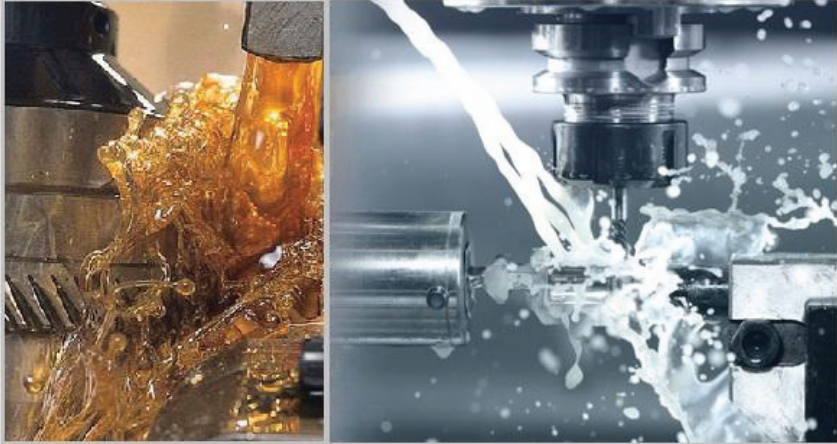
2 KESME SIVILARININ TALAŞLI İMALATTAKİ YERİ

2.1 Kesme Sıvılarının Özellikleri ve Sınıflandırılması

Talaşlı imalat sürecinde karşılaşılan problemlerin çözümünde kesme sıvısı uygulamaları önem arz etmektedir. Çünkü bu süreçte, kesme sıvıları kesme bölgesinde oluşan ıstıyı düşürürken, yağlama etkisi ile takım-talaş ara yüzeyindeki sürtünmeyi azaltır. Çıkan talaşın kesme bölgesinden uzaklaşmasına da yardımcı olur. Bu şekilde, kesme sıvıları takım ömrünün uzamasını ve ürün kalitesinin artmasını sağlar. Kesme sıvıları soğutucu ve yağlayıcı olmak üzere iki gruba ayrılır. Soğutucular iyi bir ısı iletim kabiliyetine, yağlayıcılar ise iyi bir ıslatma kabiliyetine sahiptir [4]. Bunların yanında, kesme sıvılarının diğer bazı işlevlerini şu şekilde sıralamak mümkündür:

- Çıkan talaşın biçimini değiştirmek ve uzaklaştırmak,
- Talaş sıvanması ve yığıntı kenar (BUE) oluşumunu engellemek,
- Güç sarfiyatını düşürmek,
- Korozyonu engellemek,
- Takım ömrünü ve verimliliğini artırmak,
- Toksik ve yanıcı olmayan güvenli bir çalışma ortamı sağlamak [5].

İlave edilen belirli katkılarla kesme sıvılarının özellikleri, söz konusu işlevleri daha aktif yerine getirebilecek şekilde geliştirilebilir. Kesme sıvılarına işleme şartlarına göre uygun katkıları katılmalıdır. Örneğin düşük kesme hızlarında yağlama, yüksek



Şekil 2. Talaşlı Üretimde Kesme Sıvısı Kullanımı

kesme hızlarında soğutma özelliğini iyileştirecek katkılar seçilmelidir (Şekil 2) [4].

Kesme sıvıları kimyasal bileşimlerine göre kesme yağları ve su esaslı kesme sıvıları olarak ikiye ayrılabilir (Şekil 2). Su esaslı kesme sıvıları kendi içinde; çözülebilir yağlar, yarı sentetik ve sentetik kesme sıvıları olarak sınıflandırılabilir [6].

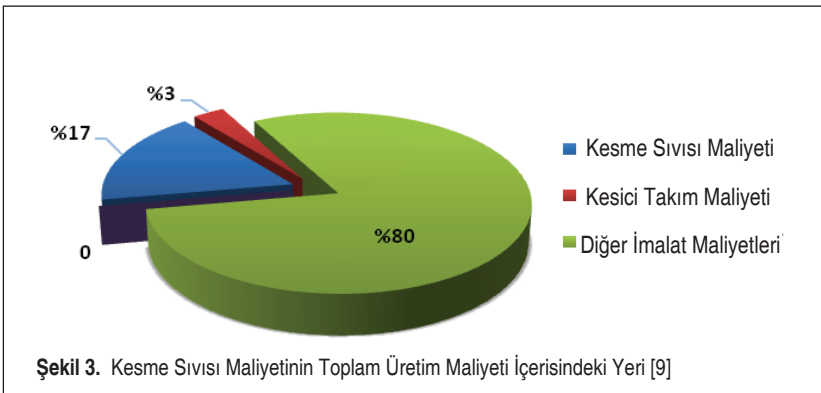
2.2 Kesme Sıvılarının Çevreye ve Toplam Üretim Maliyetine Etkisi

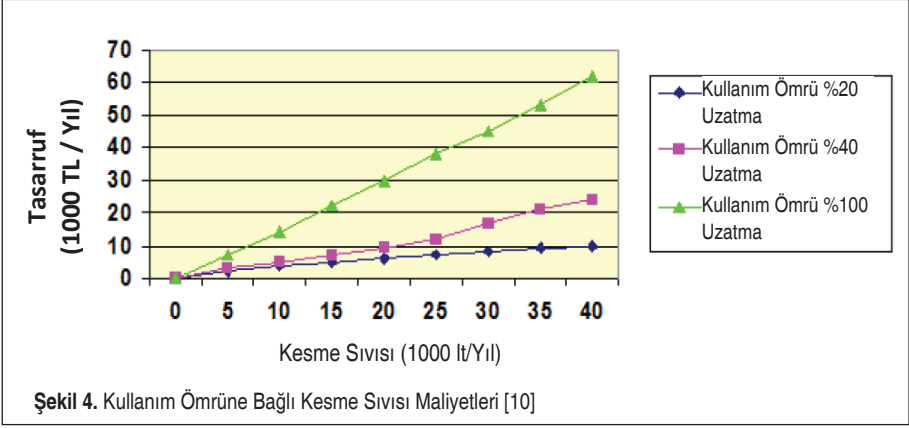
Talaşlı imalatta yüksek verimliliğe olan talepteki artışla birlikte yüksek kesme ve ilerleme hızlarına ihtiyaç duyulmuştur. Yüksek kesme hızı ve ilerleme değerlerinin kullanılmasının sonucu olarak, yüksek kesme sıcaklıkları ortaya çıkmakta ve bu da takım ömrünü azaltmakla kalmayıp parça kalitesini de düşürmektedir. Kesme sıvılarının uygulanması yağlama, soğutma ve talaşlı uzaklaştırma özellikleri sayesinde talaşlı imalat işleminin performansına olumlu katkı yapmaktadır [7]. Fakat kesme sıvısı uygulamasında süreç kontrolü iyi yapılmadığı zaman, sözü edilen avantajlarının yanında imalat sürecinde olumsuz etkilere de sebep olmaktadır. Atık yönetimi iyi yapılmayan kimyasal içeriğe sahip kesme sıvısı toprağa karışarak doğaya zarar vermektedir [8].

Yapılan araştırmalarda talaşlı üretimde kesme sıvısı maliyeti, toplam üretim maliyetinin %7 - %17'lik kısmını oluşturduğu ortaya konmuştur. Aynı araştırmalarda kesici takım maliyetinin %3 - %4 seviyelerinde olduğu dikkate alındığında, kesme sıvısı maliyetinin toplam üretim maliyeti içerisindeki önemi ortaya çıkmaktadır (Şekil 3) [9].

Uygun bakım tedbirleri alındığında soğutucu yağların kullanım süresi artacağı için metal işleme tesislerinin giderleri, aşağıdaki alanlarda azaltılarak tasarruf yapmaları mümkün olacaktır:

- Yeni soğutucu yağ konsantresi temin miktarının azaltılması,
- Soğutucu yağ değişimi yapmak için makinelerin bekleme süresinin kısaltılması,





- Daha az imha maliyetinin gerçekleştirilmesi,
- Daha az hastalıktan dolayı işgücü kayıplarının önlenmesi [10].

Kullanım ömrüne bağlı soğutma sıvısı maliyetinde yapılan tasarruflarla ilgili grafik Şekil 4'te verilmiştir.

Bakım tedbirlerinin haricinde, kesme sıvılarının depolanması, tedarigi ve atığının yok edilmesi gibi safhaların maliyetlerinden dolayı da toplam üretim maliyeti yükselmektedir. Her işlemde yeni bir kesme sıvısı kullanılması yerine, kullanılmış kesme sıvılarının yapılan geri dönüşümle yeniden kullanılması, doğaya ve toplam üretim maliyetine olumlu etkisi açısından önemli bir konudur. Dolayısıyla kesme sıvılarının, sözü edilen işlevlerinin yanında, eko-verimlilik ve çevresel etkileri bakımından kullanıldıktan sonra arıtılmasının ve geri dönüşümünün mümkün olması özelliğine sahip olması da önemlidir [3].

3 KESME SIVILARININ BAKIMI VE GERİ DÖNÜŞÜMÜ

3.1 Kesme Sıvılarının Bakımı

İmalatta kullanılan her unsorda olduğu gibi, kesme sıvılarında da belli bir çalışma ömrü söz konusudur. Kesme sıvıları çalışma süreleri boyunca işlenen çeşitli metaller ile talaşları, içerisindeki katkıların durumu, yüksek ısı, hava ve toz gibi dış etkenlerin etkisi altındadır. Örneğin yüksek sıcaklıklar suyun buharlaşarak kesme sıvısındaki su oranının azalmasına neden olurken, düşük sıcaklıklar ise bazı katkı maddelerin ayrışmasına neden olabilmektedir. Sıcaklık ve diğer çevresel faktörlerin etkisiyle kirlenen ve bozulan kesme sıvıları zamanla, zararlı bakterilerin yaşaması için uygun bir ortam oluştururlar. Bazı kesme sıvıları atık aşamasından önce biyolojik olarak bozunabilmektedir. Suda çözünen kesme sıvıları kesme yağlarına göre daha çok bakım gerekti-

rir. Bu bakım öncelikle sıvıda oluşan mikroorganizmaların artmasını engellemektedir. Kesme sıvılarının bozunma sürecinde içeriğine bağlı olarak bakteriler, funguslar ve algler olmak üzere üç tip mikroorganizma türü oluşabilmektedir [3-4].

Keme sıvılarına katılan performans artırıcı katkıları ilk kullanımda kesme sürecine olumlu tesir etseler de, kesme sıvısının daha erken kirlenip atılır hale gelmesine de sebep olurlar. Bu katkıların yanında, kesme sıvılarına karışıp kirlenmelerini hızlandıran bazı hususlar aşağıdaki gibi sıralanabilir.

- Korozyona karşı mukavemet kazandıran katkıları
- Tezgahların kızak sistemleri gibi hareketli kısımlarında kullanılan gres yağlarının sızması
- Petrol veya solventler gibi yıkama maddeleri
- Farklı bir imalat işlemi için kullanılan başka cins bir kesme yağının karışması
- Yağa karışan metal talaşlar

Tüm bu olumsuz şartların tesiri altında kalan kesme sıvıları kontrol edilerek kullanılabilir halde olup olmadığını belirleme ihtiyacı hasıl olur. Kullanılmış kesme sıvıları konsantrasyon kontrolü, nötralizasyon (pH) kontrolü ve bakteri kontrolü olmak üzere üç şekilde kontrol edilebilir [11]:

Konsantrasyon Kontrolü: Bu kontrol sadece emülsiyon yağlarda kullanılmaktadır. Su ve yağ emülsiyonlarında kesme işlemi esnasında talaşa bulaşarak ayrılan yağ, emülsiyonun yağ oranını düşürür. Kesme bölgesinde oluşan yüksek sıcaklık ise su/yağ emülsiyonlarındaki suyun buharlaşarak yağ oranının artmasına sebep olur. Emülsiyon konsantrasyonu iki yöntemle ölçülür: İlk yöntemde, hidrometre ile özgül ağırlığı ölçülen emülsiyonun konsantrasyonu tahvil cetvelinden gözlemlenir. Fakat emülsiyona tezgah yağı gibi istenmeyen atıklar karıştığı takdirde hidrometre ile ölçülen yağ konsantrasyonu doğru sonuç vermediğinden dolayı bu yöntem güvenli olmayabilir. İkinci yöntemde, konsantrasyonu tesbit edilecek emülsiyondan 100 cm³ lük bir miktar, test için üzerine hacim ölçüleri belirtilmiş bir tüpe konur ve üzerine 10 cm³ (%10) hidroklorik asit (tuz ruhu) ilave edilir. Asit, emülsiyonu kırarak yağ ile su birbirinden ayrılır ve yağ üstte toplanır. Buradan emülsiyondaki yağ miktarı kolayca tesbit edilebilir.

Nötralizasyon (pH) Kontrolü: Kesme bölgesinde sıcaklığın artması ve havadaki oksijenin de etkisiyle kesme sıvıları zamanla oksitlenir. Bu oksitlenme sonucu, kesme sıvısında asit miktarı artar. Artan asit oranı ise kesme sıvısında koku, viskozite yükselmesi, korozyon etkisi, bakteri üremesi ve emülsiyonlarda konsantrasyonun değişmesi gibi sonuçlara neden olur. Kesme sıvılarının asit oranını ölçmek için notralizasyon deneyleri yapılır. Notralizasyon numarası tayini için ASTM'de (American Society for Testing and Materials) standardı bulunan kolorimetrik yöntem (D-974) ve elektrometrik yöntem (D-664) olmak üzere iki yöntem kullanılmaktadır.



Bakteri Kontrolü: Kullanılmış kesme sıvılarında, bilhassa organik kesme sıvılarının ve içerisindeki katkıların zamanla, çeşitli dış faktörlerin tesiriyle bozulması sonucu bakteriler oluşur. Oluşan bu bakteriler kesme sıvılarının bozulmasını hızlandırmanın yanında, kokuşmasına, korozyona ve cilt enfeksiyonlarına da sebep olabilmektedir. Bakterilerin özellikle 30 °C civarında asitli ortamlarda kolayca çoğalabildiği bilinmektedir. Bunun için kesme sıvıları zaman zaman bakteri kontrolüne tabi tutulur. Bakteri kontrolü için amacına uygun optik kontrol cihazları kullanılmaktadır. Kontrol sonunda, kesme sıvısında gözlenen bakteri varlığını yok edebilmek için, kesme sıvısı 70-80 °C'lik ortamlarda sterilizasyona tabi tutulmakta ya da pH değerleri 9,5 üzerine çıkarılmaktadır. Ayrıca bakteri oluşumunu engellemek için kesme sıvısına bakterileri öldürme amacıyla biyosid ilave edildiği de bilinmektedir [4, 11].

Kullanılan kesme sıvılarının ömrünün uzatılması amacıyla bazı organizasyonel önlemler alınması üretim sürecine ciddi katkılar sağlayabilir. Bunlar:

Tablo 1. Emülsiyonların Kontrolü İçin Parametreler ve Sınır Değerleri [10]

Parametre	Genel Kullanım Alanı / Uyarı Sinyali	Ölçme Sistemi	Haftalık Ölçüm	Tedbirler
Kesme sıvısı konsantrasyonu	% 2-10 (kullanıma özgülü), Yaklaşık %5'lik sapma	Refraktometre, Ayırma pistonları	2-3	Çok ince olması halinde yağlı emülsiyon ilave edilir. Çok yağlı olması halinde ise yağsız emülsiyon katarak inceltilir
pH değeri	Yaklaşık 9 ürüne özel, Belirgin azalma	pH - Kağıt pH - Metre	1-2	Aşağıdakiler için gösterge: - Konsantrasyon değişikliği - Çok fazla bakteri bulunma - Eskime
Nitrit oranı	0-10 mg/l > 20 mg/l	Nitrat ölçüm çubuğu, Analiz	1	Nitrosamin analizi (Kesme sıvısı değişimi tesbiti için)
İletkenlik	100-1000 µs > 5000 µs	İletkenlik ölçüm cihazı	0,5	Çözülmüş ağır metaller gibi zararlıların yüksek oranda bulunduğu göstergesi, Analiz ve gerekirse kesme sıvısı değişimi
İçinde bulunan bakteriler	> 10 ⁴ bakteri/ml > 10 ⁶ bakteri/ml	Bakteri göstergeleri, Dip-Slides	1	Biyosid ilavesi, Gerekirse kesme sıvısı değişimi
Isı	ca. 20 °C > 25 °C	Termometre	Sınır ısı değeri	Banyo büyüklüğünün kontrol edilmesi, Soğutma sistemi

- Kesme sıvılarıyla ilgili bütün konulardan sorumlu bir çalışan belirlenip, belirli aralıklarla da ilgili bütün çalışanlara kesme sıvılarının doğru kullanımı konusunda eğitim verilmesi,
- Kesme sıvısı banyosuna farklı kesme sıvısı türlerinin karışmasının çeşitli tedbirlerle önlenmesi,
- Ayrışmaya dayanıklı emülsiyonlar kullanılması ve emülsiyonun doğru karıştırılıp ayarlanmasına dikkat edilmesi,
- Deşarj kayıplarının, yani kesme sıvılarının işlenen parça ve metal talaşı ile taşınmasının önlenmesi,
- Soğutucu yağ banyolarının düzenli olarak kontrol edilmesi, şeklinde maddeler halinde özetlenebilir [10].

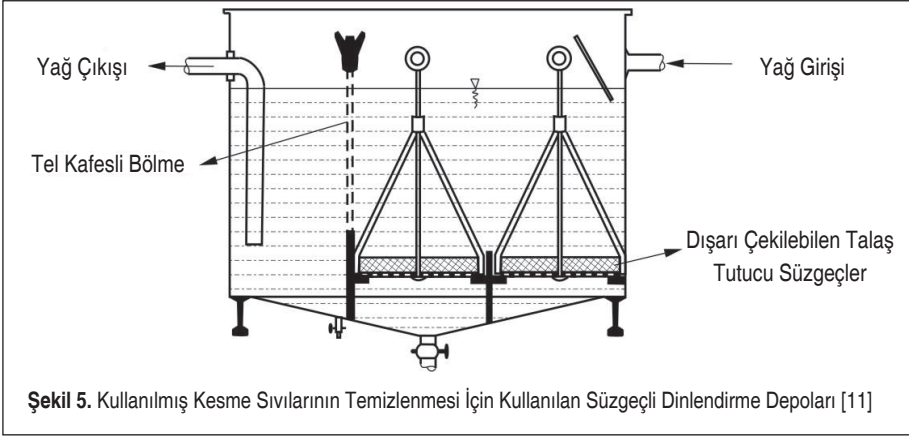
Özellikle banyoda uzun kalma sürelerinde ve merkezi tesislerde kesme sıvısı konsantrasyonu, pH değeri, ısı, iletkenlik, bakteri oluşum derecesi ve gerekirse merkezi tesislerde biyosid oranı gibi parametrelerin ölçülüp belgelenmesi gerekmektedir. Nispeten basit imkanlarla (el fraksiyon ölçüm cihazı, pH kağıdı, termometre ve Dip-slide ile) soğutucu yağların durumlarıyla ilgili önemli referans değerler elde edilebilir. Ölçülen değerler mutlaka, gerektiğinde alınan tedbirler ile bağlantılı olarak belgelenmelidir [10]. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü tarafından 2012 yılında yapılan “Türkiye’de Sanayiden Kaynaklanan Tehlikeli Atıkların Yönetiminin İyileştirilmesi” konulu çalışmada, kesme emülsiyonların kontrolü için parametreler ve sınır değerleri belirlenerek bir tablo ile gösterilmiştir (Tablo 1).

3.2 Kesme Sıvılarının Geri Dönüşümü

Kesme sıvısı kullanılarak yapılan her türlü talaşlı üretim işleminde kesme sıvılarına her cins ve boyutta metal talaşları ve toz karışabilmektedir. Daha ekonomik bir imalat işlemi için ince işlemlerde kullanılmış kesme sıvıları daha kaba işlemlerde yeniden kullanılabilir. Hassas işlemlerde ise bu atıklardan arındırılmadan tekrar kullanılan kesme sıvıları yüzey kalitesini olumsuz yönde etkilediği bilinmektedir. Ayrıca, arındırılmadan kullanılan kesme sıvıları tezgah pompa ve diğer soğutma sistemlerinde hasar meydana getirebileceği gibi çalışanların ellerine de zarar verebilmektedir. Kesme sıvısındaki büyük talaşlar kolaylıkla ayrılabilirken, ince talaş ve tozların kesme sıvılarından ayrıştırılması çok daha zor bir işlem gerektirmektedir. Kesme sıvılarının istenmeyen atıklardan ayrıştırılarak temizlenme işlemi genel olarak iki yöntemle gerçekleştirilmektedir. Bunlar:

- 1) Depolarda dinlendirerek
- 2) Süzdürme işlemine tabi tutarak

Gerektiğinde her iki yöntem birlikte de uygulanabilmektedir [11].



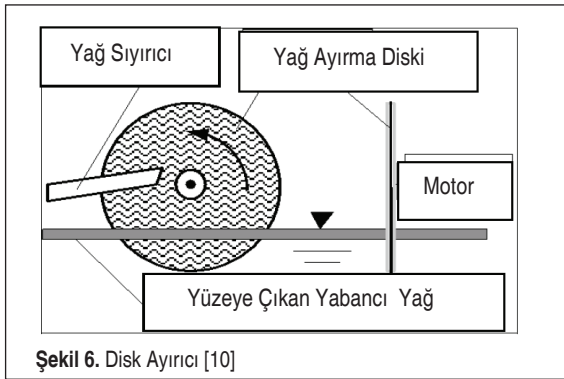
Şekil 5. Kullanılmış Kesme Sıvılarının Temizlenmesi İçin Kullanılan Süzgeçli Dinlendirme Depoları [11]

3.2.1 Depolarda Dinlendirme

Kullanılmış kesme sıvılarının içindeki talaş ve yabancı maddelerin dibe çökmesi için, dinlendirme depolarında kesme sıvıları bir süre dinlendirilir. Dinlendirilen kesme sıvısının viskozitesinin düşürülmesi için 40 - 50 °C'e ısıtılarak ince talaşların dibe çökmesi kolaylaştırılır. Bazı kesme sıvısı depoları ise daha etkili olması için Şekil 5'teki gibi süzgeçli yapılıdır.

Ayrıca, demir tozu ve talaşlarının çökmesi için dinlendirme deposunun dibine mıknatıs koymak, özellikle yüzeydeki dinlenmiş kesme sıvısının aktarılması sürecinde oluşan dalgalanmalarda sıvının tekrar bulanmasına mani olmaktadır. Dinlendirme işlemiyle atıkların tamamen temizlenmesi mümkün olmadığı için, özellikle hassas işlemlerde kullanılan kesme sıvısının süzdürme işlemiyle temizlenmesi gerekmektedir [11].

Kesme sıvısına farklı bir kesme sıvısı karıştığında ise (emülsiyona saf yağ karışması gibi) yine dinlendirme yoluyla; fakat farklı arındırma aygıtları kullanılarak iki sıvı



Şekil 6. Disk Ayırıcı [10]

birbirinden ayrılabilir. “Skimmer”(ayırıcı) denilen bu yağ ayırma tekniğinin kullanılması, emülsiyonun dinlenme süresine bağlıdır. Yabancı yağlar sadece makinaların yeterince uzun bir süre çalışmadığı zamanlarda (örneğin gece ya da hafta sonunda), hiç bir engelle karşılaşmadan skimmer ile alınacak şekilde yüzeye çıkabilir. Skimmer tekniğinin çalışması, yağların yağ bağlayıcı maddelerin (oleofil) üzerine yapışma ile gerçekleşir. Soğutucu yağ yüzeyine çıkmış yabancı yağlar bu şekilde alınarak emülsiyon temizlenebilir. Disk skimmer, hortum skimmer, bant skimmer ve zincirli skimmer en sık kullanılan yağ ayırma aygıtlarıdır [10]. Disk ayırıcı Şekil 6’da şematik olarak gösterilmiştir.

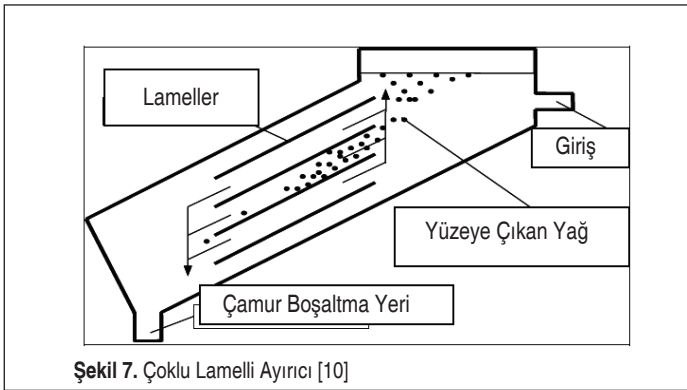
Skimmer kullanımının maliyet açısından uygun olmadığı veya etkin bir şekilde yağ ayrıştırması gerçekleştirilemediğinde, karışmış ve yüzeye çıkmayan yağlarda “Separasyon (ayırma) sistemi” yardımıyla yabancı yağları ayırmak mümkündür. Separasyon sisteminin kullanımı aşağıdaki durumlarda uygundur:

- Yabancı yağın büyük bölümü emülsiyona karışmış ise
- Yabancı yağın serbest yağ fazı olarak emülsiyon yüzeyine çıkma şansı yok ise (makinaların çoklu vardiye sisteminde çalıştırılması vs.)
- Emülsiyondan yabancı yağ dışında katı maddeler vs. de ayrılacak ise

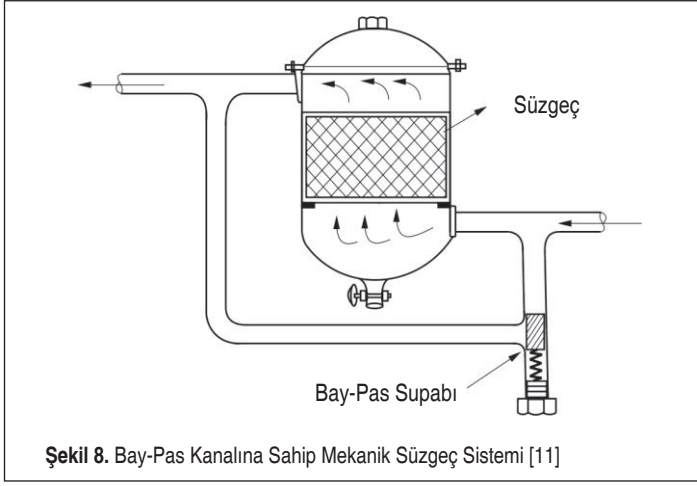
Bu yöntemde kullanılan cihazlar ise santrifüj, koalesans ayıraç, çoklu lamelli ayırıcı ve halka-hazneli yağ ayırıcısıdır [10]. Çoklu lamelli ayırıcı Şekil 7’de şematik olarak gösterilmiştir.

3.2.2 Süzdürme (Filtrasyon) İşlemine Tabi Tutma

Süzdürme (filtrasyon) tekniği denildiğinde ilk akla gelen, kullanılmış kesme sıvılarının içerisindeki talaş ve yabancı maddelerin ayrıştırılması için depoya girişte veya depodan çıkışta belirli süzgeçlerden geçirilerek süzme işlemidir. Aslında, kullanılmış kesme sıvısına dinlendirme haricindeki tüm müdahaleler (çeşitli tekniklerle arıtma



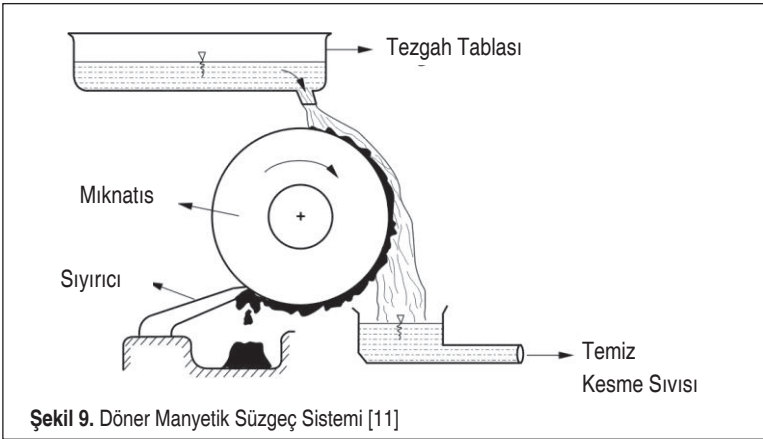
Şekil 7. Çoklu Lamelli Ayırıcı [10]



Şekil 8. Bay-Pas Kanalına Sahip Mekanik Süzgeç Sistemi [11]

işlemleri) süzdürme sınıfında değerlendirilebilir. Kesme sıvılarının süzdürme işlemi; mekanik, manyetik ve santrifüj olmak üzere üç grupta incelenebilir [11].

Mekanik Süzdürme: Mekanik süzdürme tekniği, kesme yağı içerisinde talaş ve toz gibi istenmeyen atıkları ayırmak üzere tasarlanmış, üzerinde kesme sıvısı girişi ve çıkışı bölümleri bulunan bir süzgeç kullanılarak yapılan süzdürme işlemidir. Süzgecin bir ucundan giren kullanılmış kesme sıvısı içerisindeki talaş ve tozları süzgeç elemanına bırakarak diğer taraftan temizlenerek çıkar. Süzgeç elemanı malzemesi metal, polimer ya da kompozit olabilir. Tek olarak kullanılabilmesi gibi, çeşitli süzgeç aralıklarını ihtiva eden kademeli ve çoklu süzgeç sistemleri de kullanılabilir. Süzgeç elemanlarının dolarak tıkanması ihtimaline karşı Şekil 8'deki gibi bir bay-pas kanalı ile sistem desteklenebilir. Bunun yanında süzgeç elemanlarının periyodik temizliğinin de yapılması gerekmektedir [11].

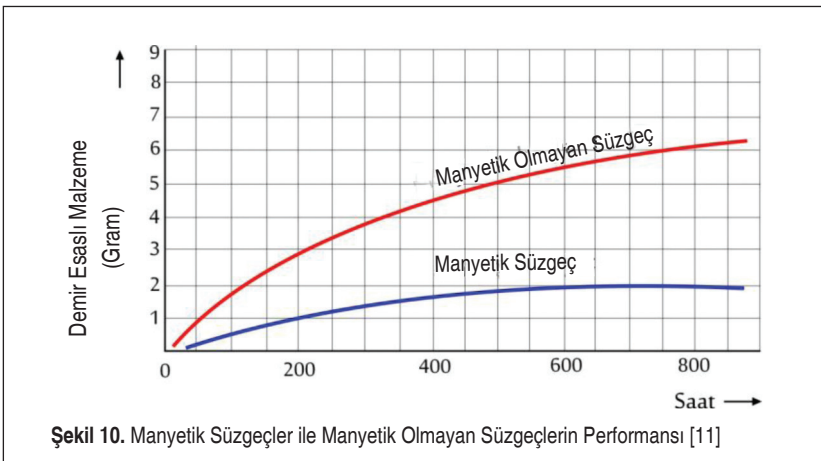


Şekil 9. Döner Manyetik Süzgeç Sistemi [11]

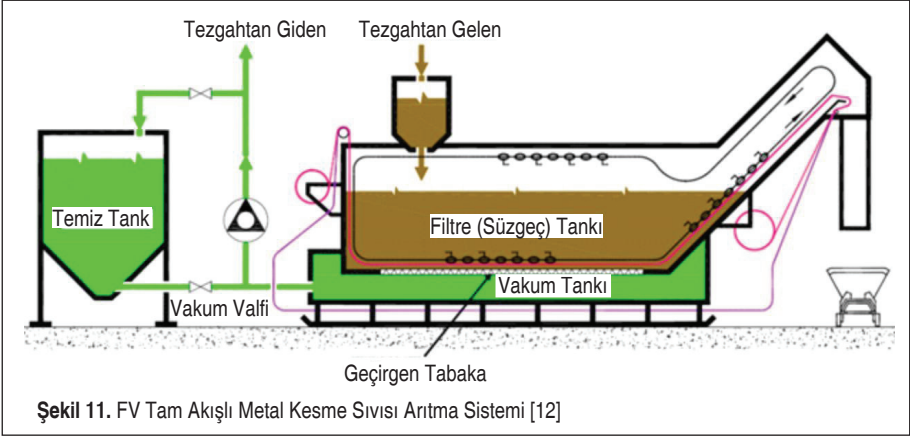
Manyetik Süzdürme: Manyetik süzdürme tekniği, taşlama tezgahlarında daha yaygın olmakla birlikte diğer talaşlı imalat tezgahlarında da kullanılabilir. Bu süzdürme tekniği sadece ferromanyetik malzemeler için etkilidir. İçinde ince ferromanyetik taneler bulunan kesme yağı bir manyetik alandan geçirilirken, manyetik alan etkisiyle bu tanelerin yağdan ayrılması sağlanır. Manyetik süzgeçlerin sabit ve döner olmak üzere iki tipi vardır. Sabit manyetik süzgeçlerde giriş ve çıkış bölümlerinin olduğu bir hazne ve içerisinde delikli bir manyetik süzgeç bulunur. Bir taraftan giren kullanılmış kesme sıvısı içerisindeki demir esaslı tozlar ve talaşlar mıknatıs tarafından tutulur ve kesme sıvısı temizlenmiş olur. Hareketli mıknatıslarda da benzer şekilde, tezgah tablasından gelen kullanılmış kesme sıvısı dönen mıknatıslı silindireler üzerinden serbestçe akıtılır. Mıknatıs etkisiyle silindir tarafından çekilen demir esaslı talaş ve tozlar kesme sıvısından ayrılmış olur. Mıknatıs silindir üzerine toplanmış olan demir esaslı talaş ve tozlar silindire bir noktadan temas halinde olan bir sıyırıcı ile uzaklaştırılır [11]. Döner mıknatıslı süzgeç sistemi Şekil 9’da şematik olarak gösterilmiştir.

Manyetik olan ve olmayan süzgeçlerdeki süzme işleminden sonra kesme sıvısında kalan demir esaslı malzeme miktarlarındaki fark, Şekil 10’daki grafikte açık bir şekilde görülmektedir.

Santrifüj Süzdürme: Bu süzdürme tekniğinde maddelerin yoğunluk farkı ve merkezkaç kuvvetinden yararlanır. Bunun için kullanılmış kesme sıvısı, düşey eksende yüksek bir hızla dönen tambur üzerine akıtılır. Metal talaşlar ile kesme sıvısı arasındaki yoğunluk farkından dolayı talaşlar merkezden uzak bir kaptan toplanırken, kesme sıvısı merkeze daha yakın bir kaptan birikerek kesme sıvısının talaştan ayrılması gerçekleşir. Eğer kesme sıvısı saf yağ formunda ise ve istenmeyen su benzeri sıvılar yağa karışmışsa, santrifüj süzme işlemi ile yine yoğunluk farkından dolayı birbirlerinden ayrılabilirler. Ayrıca santrifüj süzme işleminde mekanik süzgeçlerde olduğu gibi tıkanma problemi de yaşanmaz. Manyetik süzme tekniğinde sadece demir esaslı



Şekil 10. Manyetik Süzgeçler ile Manyetik Olmayan Süzgeçlerin Performansı [11]



atıklar ayrıştırılabilirken, santrifüj süzme işleminde her tür talaş ve yabancı maddeler süzlebilmektedir [11].

Kesme sıvılarının geri dönüşümü konusunu açıklamak amacıyla “FV Tam Akışlı Metal Kesme Sıvısı Arıtma Sistemi”, endüstride kullanılan uygulamalara bir örnek olarak verilebilir. Şekil 11’de şematik olarak gösterilen vakum filtre (süzgeç) sistemi, metal işlemede kullanılan kesme sıvıları veya parça yıkama gibi benzer işlemlerde kullanılan akışkanların (emülgatör veya yağ) içerisine karışmış olan katı partiküllerin giderilmesi için ekonomik bir çözüm olarak kullanılmaktadır [12].

Bu sistemin işlevi maddeler halinde şu şekilde özetlenebilir:

- Kirlenmiş kesme sıvısı talaşın çöktüğü filtre (süzgeç) tankının içine boşaltılır.
- Filtre tankının tabanı, sağlam ve geçirgen paneller vasıtasıyla vakum tankından ayrılır.
- Panellerin üst kısmında bir adet kazıyıcı konveyör mevcuttur. Filtre elemanı paneller ile kazıyıcı konveyör arasında hareket eder.
- Filtre/sistem pompası bir vakum yaratır ve sıvıyı filtre elemanı üzerinden vakum tankına yönlendirir.
- Vakum tankındaki temiz sıvı makinelere ve temiz tanka beslenir.
- Filtre elemanı üzerinde birikmiş katı madde oluşumu sonucunda vakum artar ve önceden belirlenmiş vakuma ulaşıncaya otomatik endeks döngüsü (filtre elemanının ilerlemesi) başlatılır.
- Endeksleme sırasında vakum kesme valfi açılır ve konveyör hem filtre elemanını hem de biriken talaşı filtre boşaltım noktasına taşır.
- Makineye sürekli akış sağlanması amacıyla, vakum kesme valfi endeksleme döngüsünün sonunda kapanana kadar temiz tanktan sıvı çekilir.

Bu sistem; basit yapılı olduğu için bakım kolaylığı, filtre pompası sistem pompası

olduğu için düşük enerji sarfıyatı, yüksek akış hızları ve küçük alan kullanımı gibi avantajlara sahiptir [12].

Ayrıca, tezgah depolarındaki kesme sıvısını temizlemek için tasarlanmış daha basit seyyar arabalı temizleme araçları da mevcuttur. Bu araçların giriş ve çıkış hortumları tezgahların kullanılmış kesme sıvısı deposunun içerisinde bir müddet çalıştırılarak depo içerisindeki talaşların temizleme işlemi de yapılır. Bu araçlar depoya kesme sıvısı takviyesi yapabildiği gibi, depoyu tamamen boşaltma işleminde de kullanılırlar. Şekil 12’de endüstride bu amaçla kullanılan seyyar arabalı bir temizleme aracının görseli verilmiştir.

Kesme sıvısı vakum makinası CNC takım tezgahlarındaki kesme sıvısı ve metal talaşların hızlı bir biçimde toplanmasını sağlayarak üretime dahil edilmesine yardımcı olur. Vakumlanan kesme sıvısı ve metal talaşlar makine içinde ayrı ayrı haznelerde toplanarak birbirinden ayrıştırılması da sağlanır [13].



Şekil 12. CNC Kesme Sıvısı (Bor Yağı) ve Metal Talaş Vakum Makinesi [13]

3.3 Dönüşümü Mümkün Olmayan, Ömrünü Tamamlamış Kesme Sıvılarının İmhası

Kesme sıvıları değiştirilirken, kullanılmış eski kesme sıvısı tamamen boşaltılmalı, kesme sıvısı hazneleri uygun yöntemle temizlenmeli ve atıkların geri dönüşümü mümkün değilse, gerektiği gibi atılmalıdır. Kesme sıvısı atıklarının atılma işleminde şu yol takip edilir:

Atık kesme sıvısı yapılan işlem sonucunda yağ ve su olarak ayrıştırılır. Emülsiyonları ayrıştırmak için demir sülfat, tuzlar ve bazı durumlarda güçlü asitler kullanılır. Asitlerin kullanılması halinde, su kanalizasyon şebekesine gönderilmeden önce nötr hale getirilir. Ayrıştırılan yağ, geri dönüşü mümkün olmayan türde ve ölçüde kirlendiğinden



de atık saf yağlarda olduğu gibi özel fırınlarda yakılırlar. Atık kesme sıvısının imhası ekonomik olmadığı için çoğu işyeri bu tip atıkların imhası için özel kuruluşlardan destek almaktadır [4, 14, 15].

Kesme sıvılarının atık süreci, sıvının bıraktığı izlerin silinmesi için temizleme işlemine sokulması, çevreyi ve çalışanların sağlığını tehlikeye sokabilmektedir. Kesme sıvılarının atölyeden dikkatsiz ve özensiz uzaklaştırılması çevrenin kirlenmesine neden olmaktadır. Dolayısıyla kesme sıvılarının satın alınması, nakliyesi ve depolanması maliyetine bir de atık yönetimi (atığın ayrıştırılması ve uygun bir şekilde yok edilmesi) maliyetleri eklenince, kesme sıvısı maliyeti ciddi oranda artmaktadır [3]. Dünyadaki mevcut kaynakların kontrollü kullanılması, zararlı atıkların çevreye bırakılmaması ve bırakılan atıkların çevreye zararının minimum hale getirilmesi sürecindeki maliyetler düşünüldüğünde, kesme sıvısı geri dönüşüm faaliyetlerinin önemi anlaşılmaktadır.

4. SONUÇ

Sürdürülebilir üretim, endüstrideki diğer alanlarda olduğu gibi, talaşlı imalat alanında da önem arzeden bir yaklaşım olduğu görülmektedir. Talaşlı imalatta kullanılan kesme sıvılarının geri dönüşümünün sağlanarak yeniden kullanılabilmesi sürdürülebilir üretime bir örnektir. Doğal enerji kaynaklarının tüketimini azaltmaya yönlendiren bu yaklaşım, çevre dostu olmasının yanında, üretim maliyetlerini de olumlu yönde etkileyebilmektedir. Bu sebeple, kesme sıvılarının eko-verimlilik ve çevresel etkileri bakımından, kullanıldıktan sonra artılmasının ve geri dönüşümünün mümkün olması önemlidir.

Kesme sıvılarının bakım işlemlerinde konsantrasyon kontrolü, notralizasyon kontrolü ve bakteri kontrolü gibi çeşitli denetimlerden geçirilerek tekrar kullanılabilirliği test edilmektedir. Bu şekilde, testlerden geçemeyen kesme sıvıları geri dönüşümü mümkünse, geri dönüşüm sürecine tabi tutulmaktadır. Bu durumdaki kesme sıvıları içerdiği katkıları zamanla bozulmuş, bakteri miktarı artmış, içerisine yabancı sıvı atıklar (su, farklı kesme sıvısı, makine yağı vb.) ya da katı atıklar (metal talaşlar, tozlar vb.) karışmış olduğu için özelliklerini kaybedip kullanılamayacak duruma gelir. Bu şartlardaki kesme sıvılarının geri dönüşüm sürecinde dinlendirme ve süzdürme (filtreleme) olmak üzere iki temel yöntem kullanılır. Dinlendirme işleminde kesme sıvısındaki atıkların ayrışmasını hızlandırmak amacıyla manyetik taban plakaları (demir esaslı talaş ve tozlar için), sıyrıncı diskler (yüzeyde biriken yağın alınması için) gibi yardımcı aparatlar kullanılmaktadır. Dinlendirme işleminde temizlenemeyen kesme sıvıları süzdürme işlemine tabi tutulmaktadır. Süzdürme işleminde mekanik süzgeç sistemleri, manyetik süzgeç sistemleri ve santrifüj süzgeç sistemleri kullanılabilir. Endüstride bu sistemleri ihtiva eden gelişmiş kesme sıvısı arıtma sistemleri kullanıldığı gibi, daha basit seyyar araba formunda arıtma sistemleri de kullanılmaktadır.

Talaşlı imalatta kesme sıvısı maliyetinin toplam üretim maliyeti içerisinde %7 -17 oranında bir paya sahip olduğu dikkate alındığında, kesme sıvısı maliyetinin talaşlı



üretimdeki önemi anlaşılmaktadır. %17'lere varan bu dilim sadece kesme sıvısı temini değil, depolanması, artılması ve ömrünü tamamlamış kesme sıvılarının çevre kirliliğine etkisini minimum seviyelere indirmek için çeşitli işlemlerden geçirmek suretiyle atığının yok edilmesi safhalarını da içermektedir. Dolayısıyla kesme sıvılarının geri dönüşüm işlemleri, yeni tedarik sürecini asgari seviyelere düşürüp doğal kaynakların tüketimini azaltmakla kalmayıp, atık yok etme maliyetleri açısından sürecin daha ekonomik ve çevre dostu olmasına imkan sağlamaktadır.

KAYNAKÇA

1. **Jawair, S., Wanigarathne, P. C., Wang, X.** 2006. "Product Design and Manufacturing Processes for Sustainability," In Mechanical Engineer's Handbook: Manufacturing and Management, vol. 3, Editor: Myer Kutz, DOI: 10.1002/0471777463.fmatter, John Wiley&Sons, New York, p. 414-439.
2. **Helmi, A., Youssef, H. El-H.** 2008. Machining Technology: Machine Tool and Operation, ISBN 9781420043396, CRC Press, London-New York, p. 495-524.
3. **Yıldırım, Y.** 2011. "Sürdürülebilir Üretim," Mühendis ve Makina, cilt 52, sayı 613, s. 27-29.
4. **Demir, H., Ulaş, H. B., Zeyveli, M.** 2009. "Talaşlı Üretimde Kullanılan Kesme Sıvılarından İstenen Özellikler," 5. Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu (IATS 09), 13-15 Mayıs 2009, Karabük.
5. **Şahin, Y.** 2000. Talas Kaldırma Prensipleri II, Nobel Yayın Dağıtım LTD. ŞTİ., Ankara.
6. **Stephenson, D. A., Agapiou, J. S.** 2006. Metal Cutting Theory and Practice, CRC Taylor and Francis Group, USA.
7. **Dhar, N. R., Ahmed, N. T., Islam, S.** 2007. "An Experimental Investigation on Effect of Minimum Quantity Lubrication in Machining," International Journal of Machine Tools and Manufacture, vol. 47 (5), p. 748-753.
8. **Dhar, N. R., Kamruzzaman, M., Ahmed, M.** 2006. "Effect of Minimum Quantity Lubrication (MQL) on Tool Wear and Surface Roughness in Turning AISI-4340 Steel," Journal of Materials Processing Technology, vol. 172, p. 299-304.
9. **Autret, R., Liang, S. Y.** 2003. "Minimum Quantity Lubrication in Finish Hardturning," <http://hardingeus.com/usr/pdf/hardturn/LIANG3.PDF>, son erişim tarihi: 17.12.2008.
10. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü. 2012. Metal Sektörü Rehber Dökümanı: Türkiye'de Sanayiden Kaynaklı Tehlikeli Atıkların Yönetiminin İyileştirilmesi.
11. **Kavuncu, İ.** 1975. Metal İşlemede Kesme Yağları, Yayın No: 96, TMMOB, s. 100-113.
12. <http://www.nederman.com.tr/problems-we-solve/production-ecycling/coolant-and-cutting-fluid>, son erişim tarihi: 05.07.2016.
13. <http://www.durallar.com/?pnum=491&pt=Ya%C4%9F+Tala%C5%9F+Emme+Makinalar%C4%B1>, son erişim tarihi: 26.08.2016.
14. **Çakır, M. C.** 2000. Modern Talaşlı İmalat Yöntemleri, Vipaş Yayınları, Bursa, s. 449-464.
15. **Sandvik, K.** 1997. Modern Metal Cutting a Partical Handbook, Co. Inc., Sweden.

MÜHENDİS VE MAKİNA DERGİSİ YAZIM ESASLARI

Mühendis ve Makina dergisi, TMMOB Makina Mühendisleri Odası tarafından, ülke sanayisinin, toplumun, Odamıza üye meslek disiplinlerinin ve meslektaşlarımızın bilimsel, teknik ve mesleki konularda bilgi gereksinimlerini karşılamak, bilimsel ve teknik yönde gelişimlerine katkıda bulunmak üzere düzenli aylık periyotlarla yayımlanan mesleki teknik bir yayın organıdır. "Mühendis ve Makina Dergisine" makina mühendisliği alanında aşağıda nitelikleri açıklanmış yazılar Türkçe ve İngilizce olarak kabul edilmektedir.

Araştırma Makalesi: Orijinal bir araştırmayı bulgu ve sonuçlarıyla yansıtan yazılardır. Çalışmanın bilime katkısı olmalıdır.

Tarama Makalesi: Yeterli sayıda bilimsel makaleyi tarayıp, konuyu bugünkü bilgi ve teknoloji düzeyinde özetleyen, değerlendirme yapan ve bulguları karşılaştırarak yorumlayan yazılardır.

SUNUŞ FORMATI

1. Yazı tümüyle (metin, çizelgeler, denklemler, çizimler) bilgisayarda düzenlenmeli ve baskıya hazır biçimde teslim edilmelidir. Yazı, A4 (210x297 mm) boyutlu kağıda, Word ortamında, 10 punto (ana başlık 15 punto) Times New Roman font kullanılarak, bir aralıkla yazılmalıdır.
2. Çizimler (şekiller) ve çizelgelerle (tablolar) birlikte, makaleler 25 sayfadan, kısa bildirimler 4 sayfadan daha uzun olmamalıdır.
3. Yazı, Online Makale Yönetim Sistemi (OMYS) üzerinden gerekli kayıtlar oluşturularak gönderilmelidir. Yüklenen makale, "makale adının ilk 2 ya da 3 kelimesi" şeklinde adlandırılmalıdır. OMYs'ye yüklenen makalede yazar bilgileri bulunmamalı, yazar bilgileri için ayrıca bir kapak sayfası oluşturularak sisteme yüklenmelidir. Kapakta makale adı ve yazar iletişim bilgileri (adı soyadı, adresi, e-postası, varsa akademik unvanı) yer almalıdır.
4. Metin yalın bir dil ve anlatımla yazılmalı, Türkçe yazım kurallarına uygun olmalı, üçüncü tekil şahıs ve edilgen fiiller kullanılmalı, devrik cümleler içermemelidir.
5. Başlık mümkün olduğunca kısa (en çok 100 harf) ve açık olmalı, içeriği yansıtabilmelidir. İngilizce başlıktaki kelimeler ilk harfleri büyük ve gramer kurallarına uygun şekilde yazılmalıdır.
6. Bölümler (i) öz ve anahtar kelimeler, (ii) abstract ve keywords (İngilizce başlık, öz ve anahtar kelimeler), (iii) ana metin, (iv) semboller, (v) teşekkür (gerekliyse) ve (vi) kaynaklar sırası içinde düzenlenmelidir.
7. Öz (ve abstract) çalışmanın amacını, kapsamını, yöntemini ve ulaşılan sonuçları kısaca tanımlamalı ve 100 kelimeyi aşmamalıdır. En az üç tane Türkçe ve İngilizce anahtar kelime verilmelidir. Türkçe ve İngilizce Başlık, Öz (abstract) ve anahtar kelimeler (keywords) birinci sayfaya sığdırılmalı ve ana metin ikinci sayfadan başlatılmalıdır.
8. Bölüm ve alt bölüm başlıkları numaralandırılmalıdır (TS 1212 ISO 2145).
9. Semboller uluslararası kullanıma uygun seçilmeli; her bir sembol ilk kullanıldığı yerde tanımlanmalı, ayrıca metnin sonunda (Kaynaklardan önce) tüm semboller alfabetik sırayla (önce Latin alfabesi, sonra Yunan alfabesi) listelenmelidir.
10. Denklemler numaralandırılmalı ve bu numaralar satır sonunda parantez içinde gösterilmelidir.
11. Fotoğraflar tarayıcıdan geçirilerek çözünürlüğü en az 300 dpi olacak şekilde ve jpeg formatında bilgisayar ortamına aktarılmalıdır. Çizelgeler, çizimler ve fotoğraflar metin içine yerleştirilmeli, her birine numara ve başlık verilmeli, numara ve başlıklar çizim (şekil) ve fotoğrafların altına, çizelgelerin (tablo) üstüne yazılmalıdır.
12. Yazılarda yalnızca SI birimleri kullanılmalıdır.
13. Etik kuralları gereğince, alıntılar tırnak içinde verilmeli ve bir referans numarasıyla kaynak belirtilmelidir.
14. Teşekkür metni olabildiğince kısa olmalı, çalışmaya katkısı ve desteği bulunan kişi ve kuruluşlar belirtilmelidir.
15. Kaynaklar metinde köşeli parantez içinde numaralanmalı ve kaynaklar listesinde metin içinde veriliş sırasına uygun biçimde belirtilmelidir. Kaynaklarda şu bilgiler verilmelidir:

Kaynak bir makale ise: Yazarın soyadı, adının baş harfi., diğer yazarlar. yıl. "makalenin tam başlığı," derginin adı, cilt, sayı, başlama ve bitiş sayfaları.

Örnek 1: Kaçar, E. N., Erbay, L. B. 2013. "Isı Değiştiricilerin Tasarımına Bir Bakış," Mühendis ve Makina, cilt 54, sayı 644, s.14-43.

Örnek 2: Kaçar, E. N., Erbay, L. B. 2013. "A Design Review For Heat Exchangers," Engineer and Machinery, vol. 54, no. 644, p.14-43.

Kaynak bir kitap ise: Yazarın soyadı, adının baş harfi., diğer yazarlar. yayımlandığı yıl. kitabın adı, varsa cilt numarası, varsa editörü, yayın veya ISBN no, yayın evi, yayımlandığı yer.

Örnek: Lazzarin, R., Nalini, L. 2013. Havanın Nemlendirilmesi, ISBN: 978-605-01-0441-7, MMO/599, TMMOB MMO Yayını, İzmir.

Kaynak bildiri ise: Yazarın soyadı, adının baş harfi., diğer yazarlar. yıl. "bildirinin adı," konferansın adı, tarihi, yapıldığı yer.

Kaynak tez ise: Yazarın soyadı, adının baş harfi. yıl. "tezin adı," derecesi, sunulduğu kurum, şehir.

Kaynak rapor ise: Yazarın soyadı, adının baş harfi., diğer yazarlar. yıl. raporun adı, türü, yayın numarası, kuruluşun adı, yayımlandığı yer.

Kaynak internet adresi ise: Yazarın soyadı, adının baş harfi., diğer yazarlar. yıl. "yazının adı," internet bağlantısı, son erişim tarihi.

YAYIN İLKELERİ

1. Yazıların telif hakkı devri, dergi internet sayfasında sunulan form doldurulup imzalanmak suretiyle alınır. İmzalı *Telif Hakkı Devir Formu*'nu göndermeyen yazarların yayınları değerlendirmeye alınmaz.
2. Her yazı, konusuyla ilgili en az iki hakeme gönderilir. Hakem görüşlerinde belirtilen eksikler yazarlar tarafından tamamlandıktan sonra, dergide yayımlanabilecek nitelikte olanlar belirlenir ve yazara bilgisi verilir. Yazıların son hali yazarları tarafından düzenlenerek yayın sekreterine Online Makale Yönetim Sistemi (OMYS) üzerinden iletilir. Dergide basıldığı haliyle makale içinde bulunabilecek hataların sorumluluğu yazarlara aittir.
3. Yazar isimleri hakemlere bildirilmediği gibi, yazar/lar/a yazının hangi hakemlere gönderildiği de hiç bir şekilde bildirilmez. Yayınlanmayan yazılar istenildiğinde hakem raporlarıyla birlikte hakem isimleri belirtilmeden yazar/lar/a geri gönderilir.
4. Yayın Kurulu hakemlerden gelen eleştiriler doğrultusunda yazının derginin bir başka bölümünde yayımlanmasının uygun olduğuna karar verebilir ve bu kararı yazar/lar/ın onayına sunar. Yazar/lar/ın da uygun görmesi durumunda, yazı önerilen bölümde yayımlanır.
5. Dergiye gönderilen yazıların 'Yazım Esasları'na uygun olması gerekir. Esaslara uygunluk göstermeyen yazılar değerlendirmeye alınmadan yeniden düzenlenmesi için yazar/lar/a iade edilir.
6. Yayımlanan yazılar için yazar/lar/a ve değerlendirme yapan hakemlere derginin o sayısından birer kopya gönderilir.
7. Verilen süre içinde kendisine gönderilen yazıyı değerlendirmeyen ve dergi yayınında aksamaya neden olan hakemin, Yazı Değerlendirme (Hakem) Kurulu üyeliği gözden geçirilir.
8. Yayın Kurulu, gerekli gördüğü durumlarda yeni Yazı Değerlendirme (Hakem) Kurulu üyeleri atayabilir.
9. Araştırma ve tarama makalelerindeki görüşler yazarına, çevirilerden doğacak sorumluluk ise çevirene aittir.
10. Yazılar başka süreli yayınlarda yayımlanmamış olmalıdır. Herhangi bir toplantıda tebliğ olarak sunulmuş veya sunulacak ise bu açık olarak belirtilmelidir.
11. Hakem değerlendirme raporuna katılmayan yazar makalesini geri çekme hakkına sahiptir. Ancak geri çekme gerekçesini yazılı olarak yayın kuruluna sunmalıdır.
12. Dergideki yazılardan kaynak göstererek alıntı yapılabilir.
13. Yazılar için telif ücreti ödenmemektedir.

Makalelerin gönderimi ve hakem tarafından değerlendirilmesi süreçlerinde yaşanabilecek zaman kayıplarını ve maliyetleri azaltmak için makalelerinizi lütfen; omys.mmo.org.tr/muhendismakina linkindeki sistem üzerinden gönderiniz.

ABOUT ENGINEER AND MACHINERY JOURNAL AND ITS WRITING PRINCIPLES

Engineer and Machinery Journal is a vocational and technical publication that is published on a monthly basis and aims at providing our country's industry, society, and disciplines and colleagues who are members of Chamber with their scientific, technical and vocational knowledge needs, as well as to contribute to their scientific, and technical development. The English and Turkish articles on mechanical engineering field with the following qualities written in the format stated below are accepted to "Engineers and Machinery Journal".

Research Article: It must reflect an authentic research with its findings and results. The research must contribute to science.

Literature Review Article: They must review an adequate number of scientific articles, summarize and evaluate the subject according to current knowledge and technological level, and compare their findings before interpreting them.

PRESENTATION FORMAT:

1. The whole article (text, tables, equations, drawings) must be typed and arranged on computer and delivered as ready for publication. The article must be written on an A4 (210x297 mm) paper, via Word MS, in 10 font size (heading must be in 15 font size) of Times New Roman with single space.
2. Articles including their drawings and tables must not exceed 25 pages and short papers must not exceed 4 pages.
3. Articles must be sent via registration on Online Article Management System (OMYS). The uploaded article must be named as "article_the first 2 or 3 words of the title of article". The articles uploaded on OMYS should not contain any information about the author. The information about the author must be presented in a separate cover page, which must be also uploaded on the system. The cover page must demonstrate the name of the article and contact information of the author (name, surname, address, e-mail, academic title if there is one).
4. The article must be written in a plain language and style. It must comply with the spelling rules of the language used; third-person singular and deponent verbs must be used, whereas; inverted sentences must not be employed.
5. The title of the article must be clear and as short as possible (100 characters to the maximum) and also reflect the content. The first letters of English titles must be in capitals and titles must be written according to grammatical rules.
6. Chapters must be arranged in the following order: (i) abstract and keywords (in Turkish), (ii) abstract ve keywords (in English), (iii) main text, (iv) symbols, (v) acknowledgment (if necessary), and (vi) references.
7. Abstract must briefly define the objective, scope, method, and results of the study and must not exceed 100 words. At least three English and Turkish keywords must be provided. The first page must include the title in both Turkish and English, the abstract, and keywords; the main text must start from the second page.
8. The titles of chapters and sub-chapters must be numbered (TS 1212 ISO 2145).
9. Symbols must be employed according to international use; each symbol must be defined at their first use in the text; at the end of the article (before References), all symbols used must be listed in alphabetical order (Latin Alphabet first, Greek alphabet second).
10. Equations must be numbered and these numbers must be indicated in parantheses at the end of line.
11. Photographs must be scanned, and transferred to computers in jpeg format with a solution of 300 dpi at least. Drawings, tables, and photographs must be integrated into the text; each of them must be given a number and title; numbers and titles must be written under drawings (figures) and photographs, and above tables.
12. Only SI units must be used in articles.
13. As required by ethnical rules, citations must be presented in quotes and its reference must be demonstrated via a reference number.

14. Acknowledgments must be as brief as possible and state the people and institutions having contributed to the study.
15. References must be numbered via brackets in the text; in the list of references, they must be indicated according to their order in the text. The references must include the following information:
 - If reference is an article:** Author's surname, initial of his/her name., other authors. year. "full title of the article," name of the journal, volume, issue, start and end page.
 - If reference is a book:** Author's surname, initial of his/her name., other authors. year of publication. name of the book, volume number (if available), editor (if available), publication or ISBN no, publishing house, place of publication.
 - If reference is an paper:** Author's surname, initial of his/her name., other authors. year. "name of the paper," name of the conference, date, place.
 - If reference is a thesis:** Author's surname, initial of his/her name., other authors. year. "name of the thesis," degree, presented institution, city.
 - If reference is a report:** Author's surname, initial of his/her name., other authors. year. name of the report, type of the report, publication number, name of the institution, place of publication.
 - If reference is a website:** Author's surname, initial of his/her name., other authors. year. "name of the article," internet address, last date of access.day.month.year

PRINCIPLES OF PUBLICATION

1. The copyrights of articles are transferred by signing the form presented on the website of the journal. The articles of authors, who have not signed and sent the *Form for Transfer of Copyrights*, will not be taken into consideration.
2. Each article is sent to at least two arbitrators, who are experts in the subject of article. After authors revise their articles based on the suggestions of arbitrators, the ones that are deemed appropriate to be published on the journal are determined and authors are notified. The final version of articles are organized and sent by authors to the secretary of publication via Online Article Management System (OMYS). The errors that may be found in the article following its publication are the responsibility of the author.
3. Neither arbitrators are notified of the names of the authors, nor authors are notified of the names of arbitrators. The unpublished articles are sent back to authors with arbitration reports, upon author's request.
4. The Publication Committee may decide that the article be published in another section of the journal, based on the suggestions of arbitrators and may present their decision for the approval of author(s). If also deemed appropriate by author(s), the article is published on the presumed section.
5. The articles sent to the Journal must comply with the "Principles of Writing". The articles not complying with these principles will be returned to the author(s) for revision, without being evaluated.
6. A copy of the issue of the journal is sent to the authors of articles published in that issue and the arbitrators who evaluated those articles.
7. The membership to the Article Assessment Committee of the arbitrator, who have not evaluated the article within the due time and thereby caused delay in the publication of the journal, is reviewed.
8. The Publication Committee may appoint new members to the Article Assessment Committee, if/when they deem necessary.
9. The views stated in the research and literature review articles are the responsibility of the author, whereas; the consequences which may result from its translation are the responsibility of the translator.
10. The articles must be not published on any other periodical publications. It should be clearly stated if the articles were presented or are planned to be presented as a paper in any meeting.
11. The author(s), who do not agree with the report of the arbitrators, may withdraw his/her article. However, the author(s) must present the reason behind his/her withdrawal to the publication committee in a written manner.
12. It is allowed to cite the articles published in the journal as long as the source is stated.
13. A royalty (a fee for copyrights) is not paid for articles.

Please send your articles via the system at omys.mmo.org.tr/muhendismakina, in order to minimize the costs and time loss, which may result from the process of sending articles and evaluation by arbitrators.

makale

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

1

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

Hakan ÇABUK, Gökçe AKKUŞ, Tuğrul SOYUSİNMEZ,
Ahmet KESKİN, Anıl KAPLAN

Sürdürülebilir Üretim İçin Talaşlı İmalatta Kullanılan Kesme Sıvılarının Geri Dönüşümü

15

Recycling of Cutting Fluids Used in Machining Process for Sustainable Production

Ayşegül ÇAKIR, Nergizhan KAVAK, Ulvi ŞEKER