

SABİT GENLİKTE VE FARKLI FREKANSTA ÇALIŞAN MEKANİK TİTREŞİM MASASININ TASARIMI

Abdurrahman KARABULUT*

Ö Z E T

Sabit genlikte, farklı frekansta çalışan mekanik titreşim masası imalatı yapılmıştır. Masa bir varyatör tarafından tahrik edilerek sinüzoidal hareket üretilmiştir. Titreşim masası, sürücü oturaklarının yalıtım özelliklerinin bulunmasında kullanılmıştır.



A mechanical vibration table, which works with constant amplitude and different frequency production, was made. The table product sinusoidal movement moved by a variator. The vibration table was used to define isolation properties of driver seats.

GİRİŞ

G enel olarak tüm makinalar, titreşim oluşturan bazı kuvvetlere sahiptir. Makinaların meydana getirdiği bu titreşimler birçok olumsuz olaylara sebep olmaktadır. Bu olumsuz olaylar makinalarda çatlama, kırılma ve aşınma gibi etkilerde bilhassa taşıt sürücülerinin sağlık koşulları üzerindeki sorunlar şeklinde özetlenebilir. Bu bakımdan titreşimlerin kontrol altına alınması gerekir. Taşıtlarda titreşim genel olarak yol pürüzlüğüne bağlı olarak düşük frekanslarda etkisi görülür. Bu yüzden taşıtlardaki sürücüler farklı frekanslarda uyarılır. 1-10 Hz arasındaki frekanslarda sürücüler olumsuz yönde etkilenmektedir. Taşıt titreşimleri genel olarak random titreşim türü olarak ortaya çıkmaktadır. Buna rağmen oturaklardan sürücülere iletilen titreşimler random titreşimler değil, araştırmalara göre bu titreşimin sinüzoidal bir titreşim olduğu belirtilmektedir. Taşıttaki sürücü oturağı veya taşıtların sahip olduğu yalıtım sisteminden dolayı uyarı kuvvetlerine sürücü oturağının tepkisi sinüzoidal bir harekettir.

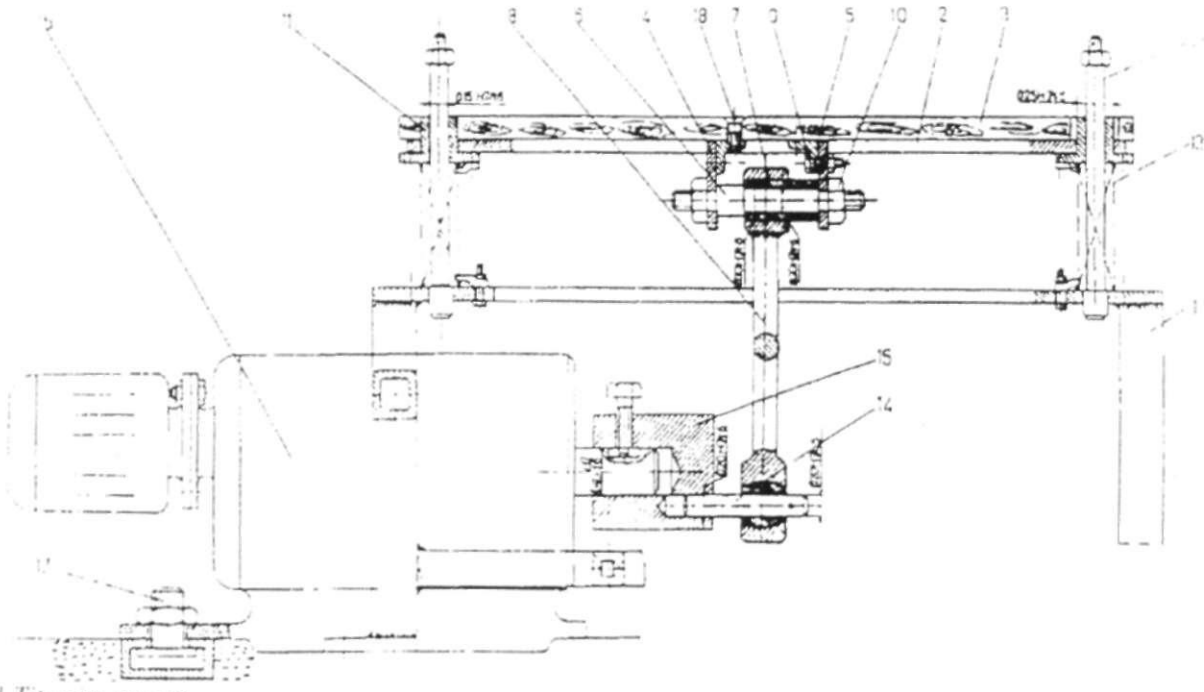
Böylece oturak ve traktörlere ait titreşim özelliklerini saptanmasında, random titreşim hareketi yanında, sinüzoidal titreşim hareketi üreteçlerinin kullanılması araştırmacılar tarafından uygun bulunmuştur. Bu amaçla, araçların titreşim büyüklüğünü ölçmek için sinüzoidal titreşim üreten sabit genlikte, farklı frekanslarda çalışan bir titreşim masası tasarlanmıştır.

SİSTEMİN MEKANİK ÖZELLİKLERİ

Titreşim masası, iki ana parçadan meydana gelmektedir. Bunlardan birisi sabit, diğeri hareketlidir. Masanın sabit kısmı zemin üzerine bağlanır. Salınım yapacak hareketli kısım ise, sabit kısım üzerine dört adet düşey mil üzerine kılavuzlanır. Düşey millerin eksenleri birbirine tam paralel olmasından aşağı-yukarı hareketin daha sıhhatli yapılması sağlanmıştır. Ayrıca üst tablanın hareketi sırasında sıkışma veya kilitlenme gibi mekanik arızaları ortadan kaldırmak için tablanın altında aynı yay katsayısına sahip aynı boyda dört adet yay kullanılmıştır. Şekil 1. 1 'de gösterildiği gibi, yaylar hem hareketli tablaya, hem de sabit kısma bağlanmıştır. Böylece, hareketli tablanın ölü noktadaki zamana bağlı aşağı-yukarı hareketi uyumlu hale getirilmiştir.

Üst tablanın hareketini oluşturmak için, Varyatör ile tabla arasında krank-biyel mekanizması kullanılmıştır. Biyel kolu tablanın tam ortasına, krank ise varyatörün miline bağlanmıştır. Varyatör milinin bir tam devrine karşılık masanın tablası +10 mm yukarı denge durumunda -10 mm aşağıya hareket ederek toplam masanın

* Yard. Doç. Dr. AKÜ - Teknik Eğitim Fak.



Sekil 1. 1 Titreşim masası

ablasi 20 mm'lik bir kurs boyunca hareket yapmaktadır. Titreşim masasının genliği ISO standartları sınırları içindedir.

FREKANS VE GENLİK ÖZELLİKLERİ

Üretilcek sinüzoidal titreşim hareketinde ivmenin 1...10 Hz arasında sabit kalması için titreşim masası genliğinin 2,5 ... 62,5 mm arasında belirli bir oran için düzgün değişimi önerilmektedir.

Uluslararası kuruluşların önerdiği değerler arasında masanın genliği 10 mm'lik optimal bir değer seçilmiştir. Seçimde rol oynayan en önemli ölçüt ISO süre nomogramlarında traktör sürücülerinin etkilendiği titreşim ivmesidir. Süre nomogramlarında günde 1 lakikalık çalışmaya izin veren maksimum çalışma ivmesi 2,5 m/s²'lik titreşim ivmesidir. Masanın tablasına 1,5 m/s² ivme sağlayacak genlik ise, 10 mm olarak hesaplanmıştır.

Aynı frekans değerlerinde hesaplanan ivmeler deney sırasında ölçülen ivmelerden % 7 fazladır. Bunun en büyük sebebi de sistemin yapısında meydana gelen sürtünmedir.

Deneyde, masa sabit genlikte farklı frekanslarda çalıştırılmıştır. Masanın düşey yönde 10 mm genliği

oluşturan krank biyel mekanizmasıdır. Yataklarda boşluk olursa, genlik değeri değişebilir. Bu bakımdan, titreşim masasında dönen bütün elemanlar uygun tolanslar altında montajı yapılmıştır.

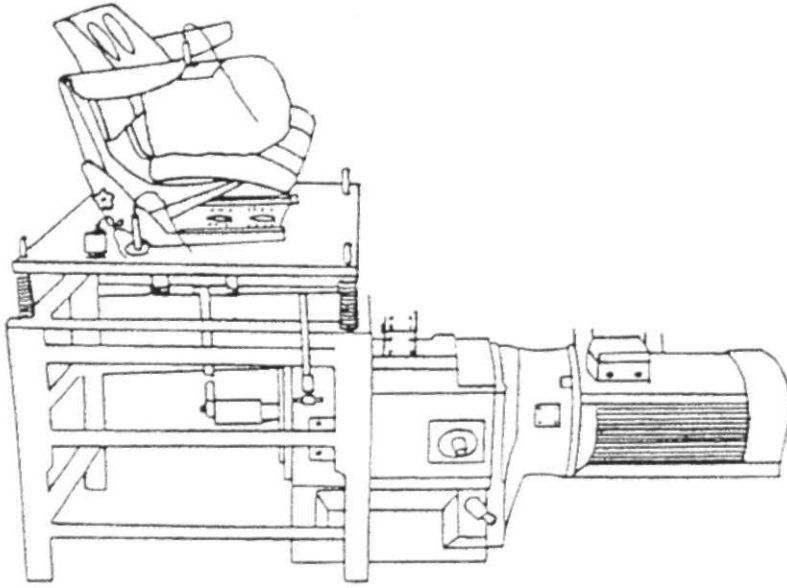
Tablanın düşey hareketi için, 11 kW gücünde ve 0-1350 d/d arasında çalışan bir varyötör kullanılmıştır. Deneyde kullanılan frekans sınırları 1-10 Hz arasındadır. Bu aralıkta istenirse sonsuz sayıda frekans üretilerek tablanın ivme değerleri belirtilmiştir.

MASANIN HARMONİK HAREKETİ

Yol üzerinde hareket eden yaşlılar random titreşime maruz kalmaktadır. Bu titreşim mevcut olan tüm frekanslarda genlik ve faz ilişkileri gelişigüzel bir dağılım gösteren, zamana bağlı olarak özellikleri tekrarlanmayan bir özelliğe sahiptir. Diğer bir deyimle random titreşimler, zaman ve frekans bazında sonsuz sayıda sinüzoidal titreşimlerin bileşkesidir. Yalıtımlı bir sisteme uygulandığında hareketi ya durdurur veya artırır. Çünkü periyotların değişik olmasından zaman bazında random titreşim hareketi sistemin hareketine zıt olduğu zaman sistemin salınım hareketi durur. Aynı periyotta, hareket yönleri de aynı ise, sistemin hareketi artmaya başlar. Ancak yalıtımlı bir sistemin random

Tablo 3.1 Titreşim masasında frekansa bağlı olarak üretilen titreşimlerinin hesaplanan ve ölçülen ivme değerleri (Strok ±10 mm)

Farklı uyarı frekanslarında titreşim ivmeleri (m/s ²)												
Frekans	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0
Hes. İvme	0,62	1,13	1,73	2,51	3,41	4,45	7,00	10,03	13,68	17,97	23,96	27,91
Ölç. İvme	0,61	1,10	1,71	2,45	3,20	4,42	6,80	10,05	13,60	18,09	24,09	28,00



Şekil 4.1 Bir sürücü oturağının yalıtım özelliğinin ölçülmesi

titreşime cevabı periyodik bir hareket şeklindedir. Yalıtım sisteminde kullanılan yay ve sönüm elemanı kullanılmıştır. Bu elemanlardan oluşan titreşim sistemine pasif yalıtım sistemi adını almaktadır. Pasif sistem, dış kuvvetlerden meydana gelen değişik hareketleri periyodik harekete çevirmektedir.

Mühendislik açısından en önemli hareket çeşidi, Basit Harmonik Harektir, Fourier'e göre, periyodik hareketlerin toplanmasıyla harmonik hareket elde edilmektedir. Titreşim masası sinüzoidal bir hareket yapmaktadır. Her sinüzoidal hareket aynı zamanda bir harmonik harektir.

Böylece masanın üretmiş olduğu titreşim başta taşıtlarda, bilhassa traktör titreşimlerinin belirtilmesinde oldukça iyi sonuçlar verdiği birçok araştırmacı tarafından belirtilmektedir. Şekil 4.1 de traktör sürücü oturağı yalıtım sistemi özelliklerinin belirtilmesi sırasında yapılan deneysel çalışmanın modeli şematik olarak gösterilmiştir.

Sistemin Titreşim Modeli

Elastik yapıya sahip cisimlerin dış kuvvetler etkisi alatındaki tepkisini belirlemek için fiziksel model oluşturulur. Dış kuvvetler dinamik kuvvet olarak cisme etki ediyorsa cismin titreşim yönünden incelenmesi gerekmektedir. Titreşim elemanları kuru-

lacak olan titreşim modeli üstünde gösterilir.

Titreşim masasının çalışması göz önünde bulundurulursa krank-biyel mekanizmasının bağlı olduğu tabla periyodik olarak etkisini gösteren bir kuvvetin tesiri altında bulunur. Şekil 4.2'de tablanın hareketi hermonik hareket türünde gösterilmiştir.

Biyelin merkezindeki dairesel bir hareket krank-biyel mekanizmasının yardımıyla doğrusal harekete dönüşmektedir. Şekil 4.3'deki modelde görüldüğü gibi titreşim modeli açısından masanın tablası, sönümsüz zorlanmış titreşim hareketine maruz kalmaktadır.

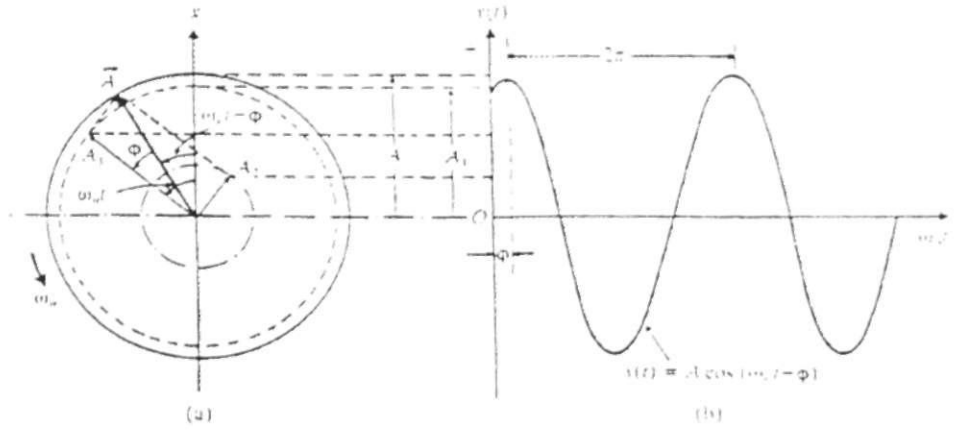
belli bir t zamanında düşey yol,

$$x(t) = A_1 \cos \omega_n t + A_2 \sin \omega_n t$$

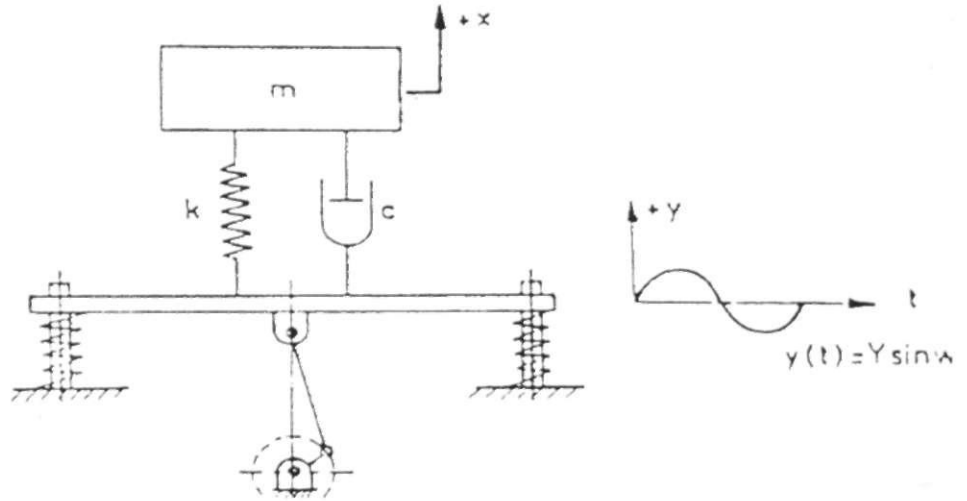
A_1 ve A_2 değerleri,

$$A_1 = A \cos \phi$$

$$A_2 = A \sin \phi$$



Şekil 4.2 Harmonik hareketin grafiksel gösterilişi



Şekil 4.3 Mekanik titreşim masasının titreşim modeli

Trigonometrik açılım kullanılarak P noktasının yol eşitliği,

$$y(t) = A \cos(\omega_n t - \phi)$$

olarak elde edilir. P noktasının hızı,

$$\frac{\partial y}{\partial t} = \omega_n A \sin(\omega_n t - \phi) = \omega_n A \cos(\omega_n t - \phi + \pi/2)$$

ivmesi

$$\frac{\partial^2 y}{\partial t^2} = -\omega_n^2 A \cos(\omega_n t - \phi) = \omega_n^2 A \cos(\omega_n t - \phi + \pi)$$

Burada;

ω_n = tabii frekans (rad/s)

ϕ = faz açısı (rad)

t = zaman (s)

A = sabite

olarak tanımlanır. İvmenin, yerdeğişimiyle doğrudan orantılı olduğu görülür. Aynı zamanda Şekil 4.3 de sinüzoidal bir hareketle harmonik hareket arasındaki benzerliği göstermektedir. Hareket eğrileri aynı, başlangıç noktaları farklıdır.

SONUÇ

Hareketli her parçanın titreşim ürettiği veya titreşimlere maruz kaldığı bilinmektedir. Bu titreşimler kontrol altına alınmazsa sistemde çok büyük boyutlara varan maddi hasar ve tahribin ortaya çıktığı görülmektedir. Araçların maruz kaldığı titreşimlerde bu konuda önem taşımaktadır. Bilhassa traktör gibi yol dışı araçların titreşimleri daha büyük boyutlarda olduğu bilinmektedir. Yalıtım sistemi karakteristiklerinin tesbiti hareket halindeki araçlarda çok zor olmasından dolayı, Titreşim masası yardımıyla oturak titreşim yalıtım elemanlarının özelliklerinin belirtilmesi daha iyi ve sağlıklı bir yol olarak seçilmiştir. Bu amaçla mekanik bir titreşim masası tasarlanmış ve imalatı yapılmıştır.

Titreşim masası ISO standartlarına göre ± 10 mm sabit genlikte ve masa 0-100 Hz arasında sonsuz frekanslar üretebilecek şekilde bir varyatör tarafından tahrik edilmektedir. Genelde taşıtlar için 1-10 Hz arası düşük frekans spetrumunda olumsuz sonuçlar ortaya çıkmasından dolayı bu bölgedeki frekansları üretilerek sürücü oturağı uyarılmıştır. 0,5 Hz aralıklı titreşim büyüklükleri ölçülmüş ve aynı frekans değerlerinde teorik sonuçlarla karşılaştırılmıştır. Deney sonuçları ile teorik sonuçlar arasında çok az fark görülmüştür. Tit-

reşim masası harmonik bir hareket üretmektedir. Oturak yalıtım sistemlerindeki sönümleyici eleman ve oturakta kullanılan yay'ın harmonik harekete göre karakterize edilmesi günümüz titreşim bilminde geçerli olduğundan masanın ürettiği harmonik hareket yardımıyla oturak yalıtım elemanlarının tesbiti yapılmıştır. Taşıtların titreşimlerinin belirtilmesinde titreşim masasının kullanılması yeterli olduğu kanaatine varılmıştır. Ayrıca, bu masa; yol dışı araçlarından olan traktör sürücüsü oturağının, sönüm katsayısı araştırmasında kullanılmıştır.

KAYNAKÇA

1. Kelly, G.S., "Fundamentals of Mechanical Vibration", McGraw-Hill, Singapore, 1993.
2. Crandall, S.H., "The Role of Damping in Vibration Theory", Journal of Sound and Vibration, vol. 11, pp. 3-18, 1970
3. Karabulut, A., "Traktör Sürücüsü Oturakları Yalıtım Sistemi Üzerinde Bir Araştırma", Gazi Üni. Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Ankara, 1995.
4. ISO, 1979/a Driver's Seat-Measurement of Transmitted Vibrations-Seat Bottoming Test (ISO/DP-5007/II). International Organization for Standardization, Switzerland.
5. Sabancı, A., "Tarım Traktörlerinde Titreşim Sorunları ve Sürücü Oturaklarının Yalıtım Özellikleri Üzerinde Bir Araştırma", TZDK Meslek Yayınları, No: 35 Ankara, 1984.

Biz sunuyoruz

siz

okuyun!

tmmob
makina mühendisleri odası

Sümer Sokak 36/1-A Demirtepe-ANKARA
Tel : 0 • 312 • 231 31 59 - Fax : 0 • 312 • 231 31 65

MÜHENDİS VE MAKİNA

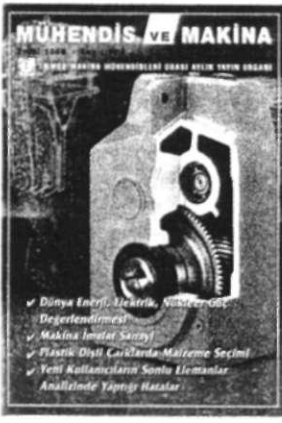
Eylül 1998 • Sayı: 464

ISSN 1300-3402



TMMOB MAKİNA MÜHENDİSLERİ ODASI AYLIK YAYIN ORGANI

- ✓ *Dünya Enerji, Elektrik, Nükleer Güç Değerlendirmesi*
- ✓ *Makina İmalat Sanayi*
- ✓ *Plastik Dişli Çarklarda Malzeme Seçimi*
- ✓ *Yeni Kullanıcıların Sonlu Elemanlar Analizinde Yaptığı Hatalar*



MÜHENDİS VE MAKİNA

EYLÜL 1998 • Sayı : 464

SEPTEMBER 1998 • No : 464



İÇİNDEKİLER • CONTENTS

İNCELEME-ARAŞTIRMA

18 MAKİNA İMALAT SANAYİİ (TANIMLAR, KAPSAM, İLGİLERİ VE ÖNEMİ)

The Machinery Industry (Definitions, Concept, Interests and Importance)

İlter SERİM

24 DÜNYA ENERJİ, ELEKTRİK, NÜKLEER GÜÇ DEĞERLENDİRMESİ VE TAHMİNLERİ / *The Estimations of Energy Electricity and Nükleer Rower of the World*

Ahmet DURMAYAZ

TEKNİK YAZILAR

34 PLASTİK DİŞLİ ÇARKLARDA MALZEME SEÇİMİ VE KONSTRÜKTİF TEDBİRLER / *Plastic Gears : Material Selection and Design Considerations*

Cüneyt FETVACI

39 SABİT GENLİKTE VE FARKLI FREKANSTA ÇALIŞAN MEKANİK TİTREŞİM MASASININ TASARIMI

The Design of Vibration Table Which Works With Constant Amplitude and Different Frequency

Abdurrahman KARABULUT

44 ŞİRKETLERDEKİ YENİ KULLANICILARIN SONLU ELEMANLAR ANALİZLERİNDE YAPTIĞI YAYGIN HATALAR VE ÖNLEME YOLLARI / *Common Mistakes Made in Finite Element Analysis by the New Users in Companies and the Ways to Prevent Them*

Ali ÇOLAKOĞLU, Ömer KÖKSAL

AYIN DOSYALARI

- 10 YENİ ÜRÜNLER
- 13 ODA'DAN HABERLER
- 14 SEMİNER-KURS-SEMPOZYUM HABERLERİ
- 15 BASINDA MMO

- 17 BAŞKENT'TEN HABERLER
- 33 PÜF NOKTASI
- 43 FİRMALARDAN HABERLER
- 47 BİLGİ SAYFASI

İLAN SAYFALARI DİZİNİ

UNIVERSAL	1
B.O.S.	2
TEMSA	3
SARMAK	4
BURGMANN	7
2-A MÜHENDİSLİK	8
İZOCAM	9
E.C.A	11
DICTATOR	46
İZMİR ŞB.	53
ÖZBİL MAKİNA	54
MAKDOS	55
ÖLÇSAN	56
KOMPAŞ	57
SİSTEM TEKNİK	59
YILMAZ REDÜKTÖR	60
DOĞUŞ VANA	61
FİŞER ROSEMOUNT	62
SMS	63
PETNİZ	64

UNIVERSAL
Ön İç Kapak

KANTHAL
Arka İç Kapak

ALARKO
Arka Kapak

Yayın Koşulları : Yazılar daktilo ile iki satır aralıkta iki kopya yazılmış olarak, 70-100 sözcükten oluşan Türkçe ve İngilizce özeti, yazı başlığının İngilizcesi, yazarın kısa özgeçmişi, adresleri ve telefon numaraları ile birlikte Dergi Yönetim Yeri Adresi'ne gönderilmelidir.

- Yazılar 12 daktilo sayfasını (yaklaşık 3000 sözcük) geçmemelidir. (12 daktilo sayfasını aşan yazıların 2 bölüm halinde birbirini izleyen sayılarda yayımlanabileceği düşünülerek bölümlere ayrılmış olarak gönderilmesi gerekir.
- Yazılarda kullanılan fotoğraflar net ve temiz olmalı, şekiller aydın ve beyaz kağıda çini mürekkebi ile çizilmelidir.
- Yazılarda SI birimleri kullanılmalı, yazıların sonuna yararlanılan kaynakça eklenmelidir.
- Özgün ve derleme yazılardaki görüşler yazarına, çevirilerden doğacak sorumluluk ise çevirene aittir.
- Yazılar başka bir sürekliliğin yayını organında yayımlanmış olmamalı, herhangi bir toplantıda tebliğ olarak sunulmuş veya sunulacak ise bu açık olarak belirtilmelidir.
- Dergideki yazılardan kaynak gösterilmek koşuluyla alıntı yapılabilir.

Yazıların Değerlendirilmesi : Dergiye gönderilecek yazılar öncelikle Yayın Kurulu tarafından ön elemeyden geçirilmekte daha sonra kurulun belirlediği uzmanlar tarafından değerlendirilmektedir. Uzmanların yaptığı değerlendirme sonuçları yazara da iletilecek, uzmanların önerdiği ve Yayın Kurulu'nun uygun gördüğü düzeltmelerin yapılması yazardan istenecektir. Bu düzeltmelerin yazar tarafından yapılması durumunda yazı yayımlanabilecektir.

TMMOB
MAKİNA MÜHENDİSLERİ ODASI
AYLIK YAYIN ORGANI

Eylül / September 1998
Cilt / Vol : 39 Sayı / No : 464

Yönetim Yeri - Head Office
Sümer Sokak 36/1-A
Demirtepe - ANKARA
Tel : (0-312) 231 31 59
Fax : (0-312) 231 31 65
E-mail : mmo@mno.org.tr
http://www.mno.org.tr

MMO Adına Sahibi
Publisher
Mehmet SOĞANCI

Sorumlu Yazı İşleri Müdürü
Managing Editor
Ali Ekber ÇAKAR

Yayın Kurulu - Publishing Board
Anıl KAREL
Devrim Erinc ASLAN
Utku TÜZÜNER
Engin AYKOL
Ezgi GÜNAY
Ersoy BEY

Yayın Sekreteri
Publishing Coordinator
Nilgün KARAKÜÇÜK

Teknik Sorumlu
Technical Manager
Mehmet AYDIN

İlan Sorumlusu
Advertising Representative
Ayten YILDIZ
Nuray ÖZER (İstanbul)

Komisyon İlişkileri
Redactor
Şehnaz KAPLAN

Dizgi
Type Setting
Muazzez POLAT (MMO)

Baskı
Printed by
Cem Web Ofset
Tel (0-312) 385 37 27

TMMOB Makina Mühendisleri Yayın Organı olan *Mühendis ve Makina* Dergisi TMMOB'ye bağlı Odaların üyelerine, mühendislik eğitimi yapan öğrenci, araştırma ve öğretim görevlilerine yıllık abone bedeli -özel sayılar dahil- karşılığında gönderilmektedir. Dergimize abone olabilmek ve daha detaylı bilgi alabilmek için yukarıda verilmiş olan adresimize başvurabilir ya da telefon ve faksla bilgi alabilirsiniz.

Değerli Okuyucularımız;

Odamız, üyelerinin mesleki ve bilimsel çalışmalarını sunacağı ortamlar hazırlamak, makina, endüstri, işletme ve uçak mühendisliği ile ilgili konularda yapılan bilimsel ve teknik araştırmaları, teknoloji alanındaki son gelişmeleri üyelerinin ve diğer ilgililerin bilgisine sunarak, tartışılmasını sağlamak amacıyla kongre, kurultay, sempozyum türünde etkinlikler düzenlemektedir.

Bu amaç doğrultusunda her iki yılda bir düzenli olarak yapılagelen etkinliklerde kamu kurum, kuruluş, firma ve üniversitelerden konunun uzmanları, ilgilileri biraraya gelerek, konuyla ilgili son gelişmeleri aktarmakta, yapılan tartışmalarla bilgi alış-verişinde bulunmaktadır. Ayrıca etkinlikte sunulan bildiri ve yapılan tartışmaları içeren kitap yıllarca başvuru kaynağı olarak kullanılmaktadır.

1999 yılı içerisinde Odamızca düzenlenecek etkinliklerle ilgili yoğun bir çalışma dönemine girilmiştir. Ülkemizin dört bir yanında makina-endüstri mühendislerinin ilgi alanlarına yönelik gerçekleştirilecek olan etkinliklerle ilgili takvim 14. sayfamızda yer alıyor. İlgilendiğiniz konularda ayrıntılı bilgiyi ilgili telefonlar aracılığıyla edinebilirsiniz.

Bu sayımızda yer alan makalelerin konuları oldukça geniş bir yelpaze oluşturuyor. Ülkemizde makina imalat sanayii inceleyen yazıdan plastik dişli çarklara, elektrik-nükleer enerji tahminlerinden titreşim masası tasarımına ve sonlu elemanlar analizinden -60°C'ye kadar soğutma yapabilen modüler tesisleri irdeleyen yazıya kadar pek çok konuyu kapsayan makaleleri ilgiyle okuyacağınızı umuyoruz.

Bilgi birikiminizi kırk yıldır yayımlanan ve 40 bin makina mühendisine ulaşan dergimiz aracılığıyla diğer meslektaşlarınızla paylaşacağınızı umuyor, her türlü katkı ve önerilerinizi bekliyoruz.

Birlikte üretmek dileğiyle...

Saygılarımızla
Mühendis ve Makina
Yayın Kurulu

Değerli Okuyucularımız;

Ağustos '98 463. sayımızda, Sn. Ahmet Durmayaz tarafından yazılan "Nükleer Güç Reaktörleri" adlı makalenin 20. sayfasında, son paragrafın ilk cümlesindeki 1300 Twe.h rakamı 13000 Twe.h olacaktır.

Düzeltilir, özür dileriz.