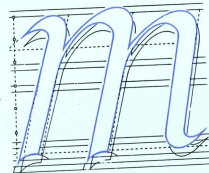


**MAKİNA
TASARIM
VE
İMALAT
DERGİSİ**

Cilt: 1 Sayı: 2 OCAK 1987



matim

Makina Mühendisliği Bölümü

ODTÜ - ANKARA

Sahibi

Makina Tasarım ve İmalat Derneği

Sorumlu Yayın Yönetmeni

Abdülkadir ERDEN

ODTÜ-MATİMAREN

Yayın Kurulu

Haluk AKSEL

ODTÜ-MATİMAREN

Ömer Gündüz BİLİR

ODTÜ-MATİMAREN

Abdülkadir ERDEN

ODTÜ-MATİMAREN

Bilgin KAFTANOĞLU

ODTÜ-MATİMAREN

Kemal ÖZGÖREN

ODTÜ-MATİMAREN

R. Orhan YILDIRIM

ODTÜ-MATİMAREN

Danışma Kurulu

Sümevir AKÇASU

TÜBİTAK

Mustafa AKKURT

İTÜ

Alpay ANKARA

ODTÜ

Özdemir BENGİSU

DEÜ

Ekrem BÖLÜKBAŞ

ÇİMSATAŞ

Mustafa DORUK

ODTÜ

Şükrü ER

Işık Mak. San. A.Ş.

Nuh ERGENEMAN

T. Traktör ve Zir. Mak. A.Ş.

Belgin ERKAN

TPAO

Hadi FEKE

T. Şişe ve Cam Fb. A.Ş.

Günay GÜNGEN

MKEK

Macit KARABAY

ODTÜ

Mahmut MUCUOĞLU

MEPA-RABAK A.Ş.

Ziya ÖZKAN

BMC San. ve Tic. A.Ş.

Ömer SAATÇIOĞLU

ODTÜ

Arslan SANIR

HEMA Dişli San. ve Tic. A.Ş.

Ergin TANBERK

BİMEL A.Ş.

Lutfullah ULUKAN

İTÜ

Orhan YEŞİN

ODTÜ

Necip YÜKSEL

BORUSAN Holding A.Ş.

Yazışma Adresi

Makina Tasarım ve İmalat Dergisi

Makina Mühendisliği Bölümü

Orta Doğu Teknik Üniversitesi

06531 ANKARA

Telefon

(4) 223 71 00/Yayın Yönetim: 2584/Sekreter: 2590

MAKİNA TASARIM VE İMALAT DERGİSİ

Cilt: 1 Sayı: 2 Ocak 1987

JOURNAL OF
MECHANICAL DESIGN
AND PRODUCTION

Vol. 1 No. 2 Jan.1987

Yılda 4 Sayı yayınlanır.

TELİF HAKKI

Makina Tasarım ve İmalat Dergisinde yayınlanan bütün yazıların telif hakkı MAKİNA TASARIM VE İMALAT DERNEĞİ'nindir. Yayınlanmış yazıların başka bir yerde tekrar yayınlanması, çoğaltılması ve dağıtılması, yayın kurulundan yazılı izin almak koşulu ile mümkündür. Makalelerdeki görüşlerden doğacak sorumluluk makale yazarına aittir.

ABONE KOŞULLARI

Yıllık 4 sayı için abone bedeli gerçek kişiler için 6.000 TL, firma ve kuruluşlar için 15.000 TL, öğrenciler için 3.000 TL. dir. Abone olmak için aşağıda verilen banka hesabına abone bedelinin yatırılması ve açık adresiniz ile banka makbuzunun adresimize gönderilmesi yeterlidir.

REKLAM KOŞULLARI

Arka kapak içinde belirtilen Reklam İlkelerine uyması koşulu ile, derginin bu amaçla ayrılan sayfaları firmalara tahsis edilebilir. Bunun için aşağıda verilen banka hesabına tam sayfa için 200.000 TL. yatırılması ve banka makbuzu ile yayın kuruluna başvurulması yeterlidir.

BANKA HESAP NUMARASI

T. İş Bankası
ODTÜ Şubesi ANKARA
Hesap No: 6610-235339
(Makina Tasarım ve
İmalat Dergisi)

İÇİNDEKİLER

ARAŞTIRMA, GELİŞTİRME VE UYGULAMA MAKALELERİ

- **Deneysel Yöntemlerle
Titreşim Biçim Tanılaması** 69
Nihat OKYAY – Mehmet ÇALIŞKAN
- **Yatay Dövme Makinalarında
Üretilen Parçalar İçin Sınıflandırma
ve Kodlama Sistemi (Bölüm 1)** 77
Mustafa İlhan GÖKLER
- **Plato - Honlamada Yüzey
Kalitesi Kriterleri**
Ömer ANLAĞAN
- **Doldurulmuş Kompozitlerin
Mekanik Özellikleri** 90
Ömer Gündüz BİLİR

KISA MAKALE

- **Viskozite Sınıflandırma Sistemleri** 97
Metin AKKÖK

ÖĞRETİM VE EĞİTİM 101

KİTAPLAR 103

BİLİMSEL ve TEKNİK TOPLANTILAR 105

YENİ ÜRÜNLER 106

DERNEK ÜYELERİ 108

Dizgi : Asuman ERİPEK

Pikaj ve Montaj : Can BERKMEN



SANEM MATBACILIK SAN. TİC. A.Ş.

Tel : 29 65 42 - 30 35 65

Necatibey Caddesi No:31 Sıhhiye - ANKARA

Deneysel Yöntemlerle Titreşim Biçim Tanılanması

Nihat OKYAY

Araştırma Görevlisi,
Makina Mühendisliği Bölümü,
Orta Doğu Teknik Üniversitesi,
Ankara

Mehmet ÇALIŞKAN

Doç.Dr.,
Makina Mühendisliği Bölümü,
Orta Doğu Teknik Üniversitesi,
Ankara

Bu çalışmada, mekanik bir sistemin titreşim biçim tanılanmasını gerçekleştiren bir yazılım paketi tanıtılmaktadır. Yazılım, laboratuvar tipi sayısal bir bilgisayar için geliştirilmiş olup, sistem üzerinde özel olarak seçilen konumlardan ölçülen ivme ve uyarıcı kuvvet verilerini girdi olarak okutmakta titreşim doğal sıklıklarını (frekanslarını) ve bu sıklıklara karşılık gelen yapısal sönüm faktörleri (oranları) ile titreşim biçimlerini hesaplamaktadır. Yazılımı deneme amacıyla seçilen serbest-serbest sınır koşullu dikdörtgen kesitli bir kiriş için elde edilen deneysel sonuçlar uygulama kısmında verilmekte ve kuramsal sonuçlarla karşılaştırma yapılarak gözlenen farklılıkların olası nedenleri üzerinde tartışılmaktadır.

GİRİŞ

Uygulamada karşılaşılan mekanik titreşim problemlerine kuramsal bir yaklaşım genelde kolay değildir. Sistemlerin titreşim özelliklerinin deneysel yöntemlerle belirlenmesi bu nedenle son yıllarda önem kazanmıştır.

Kuramsal olarak diferansiyel denklemlerle tanımlanan mekanik bir sistemin dinamik davranışını, uygulamada sistemin deneysel olarak ölçülebilen doğal sıklıklarını (frekanslarını) ve titreşim biçimlerini (modlarını) kullanarak kestirmek mümkündür. Sözü edilen bu özellikleri (doğal sıklıkları ve titreşim biçimlerini) bulmada kullanılan yöntemler BİÇİM TANILANMASI olarak bilinmektedir.

Kuramsal dinamik çözümleme için, sistemin kütle [M], dirençlilik [K] ve sönüm [C] (veya [H]) matrisleri gereklidir. Deneysel olarak doğrudan ölçülemeyen bu matrisler, sistemin ölçülebilen titreşim özelliklerinden (doğal sıklıkları, sönüm değerleri ve titreşim biçimleri) yararlanılarak hesaplanabilir. Eldeki sistemin sonlu ya da sınırlı sayıda serbestlik derecesine sahip olduğu varsayımı bu tür bir yaklaşım için zorunludur.

Biçim çözümleme yöntemi, temel olarak, sistemi uyaran bir kuvvet ile bu kuvvetin yarattığı etkinin ölçülmesi olayına dayanır. Sistem üzerinde çeşitli konumlarda ve belirli bir sıklık dilimi içinde alınan uyarıcı kuvvete sistemin verdiği yanıt (tepke) verileri sistemin titreşim davranışının tanılanması için yeterlidir. Biçim tanılama yöntemleri tek noktadan uyarı ve çok noktadan uyarı yöntemleri olarak iki ana grupta toplanabilir. Bu çalışmada uygulanması kolay, daha az zaman alan tek noktadan uyarı yöntemi kullanılmıştır.

Günümüzde tek noktadan uyarı yöntemi olarak en çok tepe-genlik ve iletim işlevi yöntemleri kullanılmıştır [1], [2]. Bu çalışmada bir çok açıdan daha üstün olan iletim işlevi yöntemi yeğlenmiştir [1]. Anılan yöntem hızlı Fourier dönüşümü (FFT) ve sayısal im (sinyal ya da işaret) işleme yöntemlerinin getirdiği kolaylığa dayanmaktadır. Sistem üzerinde çeşitli konumlarda uygulanan uyarı ve bu uyarıya karşılık sistemin verdiği yanıtlar, sayısal im işleme teknikleri ve FFT kullanılarak önceden belirlenmiş veri toplama konumları için sıklık yanıt işlevi kestirimlerinin hesaplanmasında kullanılır. Veri toplama da yaygın şekilde uygulanan iki ayrı yöntem şöyle özetlenebilir [1], [3], [4].

- i) Sistem özel seçilen konumlardan sırasıyla uyarılır ve sistemin verdiği yanıtlar hep aynı konumda ölçülür.
- ii) Uyarı sisteme hep aynı konumdan verilir ve önceden belirlenmiş konumlarda sistemin verdiği yanıtlar sırasıyla ölçülür.

Uyarı tipi olarak darbe ve geniş sıklık kuşaklı rasgele uyarı türleri uygulamada yaygın olarak kullanılmaktadır.

Herhangi bir konum için bulunan sıklık yanıt işlevi kestirimlerinden, seçilen sıklık aralığı içinde düşen doğal sıklıklar sırasıyla elde edilebilir. Sözü edilen sıklıklar, ortalama sıklık yanıt işlevi kestirimindeki tepe noktalarına karşı gelen sıklık değerleridir. Ayrıca, bu sıklık yanıt işlevi kestirimi eğrisi üzerinden uygun bir eğri geçirilerek sistemin her titreşim biçimine ait yapısal sönüm faktörü hesap-

lanabilir. Biçim sönüm değerleri ve diğer konumlara ait sıklık yanıt işlevi kestirimleri kullanılarak, ilgili aralıktaki doğal sıklıklara karşı gelen titreşim biçimleri elde edilebilir. Sönümsüz bir model her zaman çözümü kolaylaştırır. Buna karşılık rezonans bölgelerindeki yanıtlar göz önüne alındığında, sönümlü bir modelin seçilmesinin zorunlu olduğu ortaya çıkmaktadır. Anılan sönümün yapısal ya da viskoz olarak seçilmesi sistemin yapısına bağlı olarak değişir.

Bu çalışmada, laboratuvar tipi bir bilgisayar (MINC-23) yardımı ile dikdörtgen kesitli bir giriş titreşim biçimi çözümüyle deneysel olarak gerçekleştirilmektedir. Kullanılan yöntemin genel oluşu nedeniyle BASIC programlama dilinde hazırlanan yazılım paketinin daha karmaşık sistemlere uygulanabilmesi, eldeki bilgisayarın hız ve bellek kapasitesi ile sınırlı bulunmaktadır.

KURAMSAL YAKLAŞIM

Yapısal sönümlü mekanik sistemler için genel hareket denklemi

$$[M]\{\ddot{X}\} + [K+iH]\{X\} = \{F\} \quad (1)$$

şeklinde yazılabilir. Daha önce de belirtildiği gibi, burada $[M]$ kütle matrisi, $[K+iH]$ karmaşık dirençlik matrisi, $\{X\}$ yer değiştirme vektörü, $\{F\}$ kuvvet vektörü olarak tanımlanmaktadır. Kuvvet vektörü sıfırlanarak elde edilen serbest hareket denklemi

$$[M]\{\ddot{X}\} + [K+iH]\{X\} = \{0\} \quad (2)$$

şeklini almaktadır. Harmonik titreşimler için bu denklem aşağıdaki gibi yazılabilir.

$$[K+iH] - \omega^2 [M] X = \{0\} \quad (3)$$

Bu eşitliğin çözümünden N (seçilen serbestlik derecesi) sayıda karmaşık öz değer ω_r^2 ($r=1,2,\dots,N$) ve bu öz değerlere ilişkin özvektörler $\{\tilde{\phi}\}_r$ ($r=1,2,\dots,N$) elde edilir. (-) işareti, söz konusu değer karmaşık olduğunu belirtmek için kullanılmıştır. Her özdeğer ve özvektör eşitlik (2)'yi sağlayacağından,

$$[K+iH - \omega_r^2 M] \{\tilde{\phi}\}_r = \{0\} \quad r=1,2,\dots,N \quad (4)$$

yazılabilir. Çözüm kümesini iki ayrı matris ile belirtmek olasıdır. Bunlar karmaşık ve köşegen özdeğer matrisi $[\tilde{\omega}^2]$ ile karmaşık biçim matrisi $[\tilde{\phi}]$ 'dir.

Eşitlik (4)'ü, $\{\tilde{\phi}\}_r$ özvektörü ve onun bir değişmez (sabit) ile çarpımı olan $\alpha\{\tilde{\phi}\}_r$ 'ın da sağladığı kolayca görülmektedir.

Özvektörlerin kütle ve dirençlik matrislerine göre dikey (ortogonal) olma özelliğinden yararlanılarak oluşturulan normalleştirilmiş biçim matrisi $[\Phi]$ ile gösterilirse, dikey olma özelliği

$$[\Phi]^T [M] [\Phi] = [I] \quad (5)$$

$$[\Phi]^T [K+iH] [\Phi] = [\tilde{\omega}^2] \quad (6)$$

şeklinde yazılabilir. Normalleştirilmiş $\{\tilde{\phi}\}_r$ özvektörü ise,

$$\{\tilde{\phi}\}_r = \{\tilde{\phi}\}_r / \sqrt{m_r} \quad (7)$$

eşitliğiyle elde edilir. Burada m_r , titreşim biçimi kütlesi olarak adlandırılmaktadır. Bu parametre

$$m_r = \{\tilde{\phi}\}_r^T [M] \{\tilde{\phi}\}_r \quad (8)$$

eşitliğinden elde edilir. Ayrıca,

$$\tilde{\omega}_r^2 = \omega_r^2 (1+i\eta_r) \quad (9)$$

şeklinde yazılan ilişkide ω_r , r 'inci doğal sıklık, η_r ise, r 'inci biçim sönüm (yapısal) faktörüdür.

Sistemin sürekli rejim yanıtını (sıklık yanıt işlevini), dinamik esneklik $\tilde{\alpha}(\omega)$ kavramını kullanarak belirlemek olanağı bulunmaktadır. Dinamik esneklik (reseptans), dinamik yer değiştirmenin, bu oluşuma neden olan (kuvvete) oranıdır ve biçim parametreleri cinsinden

$$\tilde{\alpha}_{jk}(\omega) = \sum_{r=1}^N \frac{(r\tilde{\phi}_j)(r\tilde{\phi}_k)}{\omega^2 [1 - (\frac{\omega}{\omega_r})^2 + i\eta_r]} \quad (10)$$

şeklinde yazılabilir. Burada $\tilde{\alpha}_{jk}(\omega)$ j konumundaki yer değiştirmenin k konumunda uygulanan kuvvete (uyarıya) oranıdır. $(r\tilde{\phi}_j)$ ise normalleştirilmiş karmaşık r 'inci özvektörün j 'inci öğesini belirtir. Eşitlik (10)'un pay kısmında bulunan çarpıma, karmaşık biçim sabiti adı verilir ve rA_{jk} ile gösterilir. Bu durumda Eşitlik (10) aşağıdaki şekilde yazılabilir:

$$\tilde{\alpha}_{jk}(\omega) = \sum_{r=1}^N \frac{r C_{jk} e^{i\theta_r}}{[1 - (\frac{\omega}{\omega_r})^2 + i\eta_r]} \quad (11)$$

Burada

$$r C_{jk} e^{i\theta_r} = \frac{\tilde{A}_{jk}}{\omega_r^2} \quad (12)$$

olarak tanımlanmaktadır. Bu eşitlik, herhangi bir doğal sıklık çevresinde daha basite indirgenerek

$$\tilde{\alpha}_{jk}(\omega) \approx \frac{r C_{jk} e^{i\theta_r}}{[1 - (\frac{\omega}{\omega_r})^2 + i\eta_r]} + \tilde{D}_r \quad (13)$$

yazılabilir. Bu gösterimde \tilde{D}_r karmaşık bir sabit olup ω_r etrafındaki dar bir sıklık diliminde, r 'inci biçimin dışındaki diğer titreşim biçimlerinin etkisini içermektedir. Sistem aşırı sönümlü ve doğal sıklıklar birbirine yakın ise, bu modelin uygulanmasında güçlükler ortaya çıkmaktadır. Düşük sönümlü ve ayrık doğal sıklık özelliği gösteren sistemler için iyi sonuçlar elde edilebilmektedir [1].

Eğer eşitlik (12)'de verilen dinamik esneklik, karmaşık düzlemde (Argand düzlemi) gösterilirse, bunun merkezden \tilde{D}_r kadar sapmış, sanal eksene göre θ_r kadar dönmüş ve (C_{jk}/η_r) çapında bir çember olduğu görülür [5], [6], [7].

Genel olarak Şekil 1'de gösterilen çember üzerinde merkeze en uzak olan noktanın r'inci doğal sıklığa karşı geldiği kabul edilir [1]. Titreşim biçimi çözümlemesi ise aşağıda verilen sırada gerçekleştirilir [6]:

1. Uyarı için uygun bir konumun seçimi ile deneye başlanır ve deney sonuna kadar uyarıcı bu konumda (k konumu) tutulur.

2. Seçilen k konumuna ait dinamik esneklik $\tilde{\alpha}_{jk}(\omega)$ sıklık işlevi olarak hesaplanarak değerleri bulunur ($r=1,2,\dots,N$) ve sırasıyla şu işlemler yapılır:

- r'inci doğal sıklık dolayında belirli sayıda sıklığa karşı gelen dinamik esneklik değerleri kullanılarak bu noktalardan geçen en iyi çemberin merkezinin konumu ve çapı hesaplanır.
- Bu çember üzerinde ω_r 'in konumu saptanarak yarım güç noktaları (Şekil 1'deki A ve B noktaları), bu noktalara karşılık gelen sıklık (Şekil 1'deki ω_1 ve ω_2) ve D_r değerleri ($r=1,2,\dots,N$) bulunur.
- Yarım güç eşitliği kullanılarak r'inci doğal sıklıktaki biçim sönüm faktörü η_r hesaplanır.

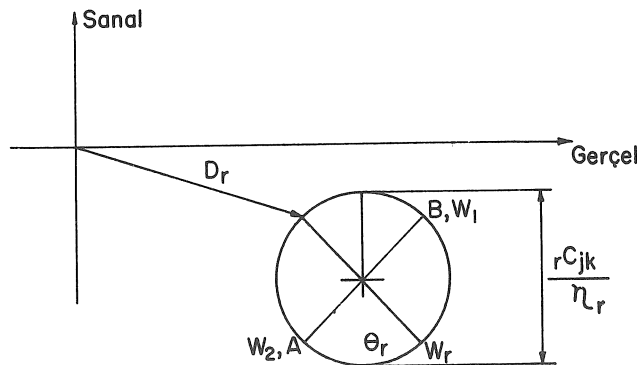
$$\eta_r = \frac{\omega_2 - \omega_1}{\omega_r}, \quad r=1,2,\dots,N \quad (14)$$

- Çemberin çapı ve konumu yardımıyla karmaşık biçim değişmezi (sabit) ${}_r\tilde{\phi}_k$ bulunur:

$$|{}_r\tilde{\phi}_k| = \omega_r \sqrt{r} C_{kk} \quad r=1,2,\dots,N \quad (15)$$

3. Ölçüm için gerekli diğer (N-1) konum, sistem üzerinde belirlenir.

4. Seçilen bu yeni noktalar için dinamik esneklik $\tilde{\alpha}_{jk}(\omega)$ hesaplamaları yapılır ($j=1,2,\dots,k-1,k+1,\dots,N$). Daha önce hesaplanan ω_r ve η_r değerleri, yeni hesaplanan dinamik esneklik değerleri ile birlikte kullanılarak ${}_r\tilde{\phi}_j$ ($j=1,2,\dots,k-1, k+1,\dots,N$ ve $r=1,2,\dots,N$) değerleri bulunur. Hesaplanan bu normalleştirilmiş özvektör değerlerinden biçim matrisi oluşturulur. Biçim matrisi yardımıyla sistemin kütle ve karmaşık dirençlilik matrisleri elde edilir. Sistem üzerindeki



Şekil 1 Dinamik esneklik değerlerinin argand düzleminde gösterimi

herhangi bir konum için uyarıcı kuvvet ile o konumdaki yerdeğiştirme arasındaki sıklık yanıt işlevi olarak tanımlanan dinamik esneklik $\tilde{\alpha}_{jk}(\omega)$ 'nin hesaplanması, aşağıda özetlenmektedir [8]:

- İlgilenilen en yüksek sıklık saptanır.
- Örneklem periyodu (h), ilgilenilen en yüksek sıklık Nyquist sıklığa (f_c) eşit olacak şekilde seçilir. Burada örneklem sıklığı, ilgilenilen sıklığın en az iki katına eşit olacak şekilde alınır.

$$h = \frac{1}{2f_c} \quad (16)$$

- İstenilen duyarlık σ/m değerine bağlıdır. Burada σ ölçülen im'in standart sapmasını, m ise ortalama değerini gösterir ki bu değer genellikle 1'e eşit alınır [8].
- Çözme kuşak genişliği (Be) sistemin niteliği ve kullanılan bilgisayarın bellek kapasitesi göz önüne alınarak olabildiğince küçük seçilir.

- Gerekli örneklem kayıt uzunluğu (T) zaman cinsinden aşağıdaki şekilde hesaplanır;

$$\frac{\sigma}{m} \approx \frac{1}{\sqrt{BeT}} \quad (17)$$

- Gerekli veri sayısı ise

$$n = \frac{T}{h} \quad (18)$$

formülünden hesaplanır.

- Sistemden gelen analog ivme $\{x(t)\}$ ve uyarı kuvveti $\{F(t)\}$ im'leri bilgisayar üzerinde bulunan analog-sayısal çevirici (ADC)'de sayısal şekle dönüştürülür. Sayısal olarak kaydedilen $\{x(t_i)\}$ ve $\{F(t_i)\}$ verileri bazı ön işlemlerden geçtikten sonra hızlı Fourier dönüşümü (FFT) programı uygulanarak $\{\tilde{x}(f_i, T)\}$ ve $\{\tilde{F}(f_i, T)\}$ elde edilir. Burada $\{\tilde{x}(f_i, T)\}$, $\{x(t_i)\}$ 'nin; $\{\tilde{F}(f_i, T)\}$ 'de $\{F(t_i)\}$ 'nin Fourier dönüşümlerini simgeler. Bu dönüşümler kullanılarak tek taraflı ($f \geq 0$) güç izgesi (spektrumü) yoğunluğu kestirimleri aşağıdaki şekilde hesaplanır (uygulamada güç izgesi yoğunluğu kestirimleri kullanıldığı gibi güç izgesi kestirimleri de yaygın olarak kullanılmaktadır. Güç izgesi yoğunluğu kestirimi, güç izgesi kestirimi değerlerinin çözme kuşak genişliğine (Be) bölünmesiyle elde edilir).

$$G_{xx}(f_i) = \frac{n \cdot h}{\pi Be} \tilde{x}^*(f_i, T) \tilde{x}(f_i, T) \quad (19)$$

$$G_{FF}(f_i) = \frac{n \cdot h}{\pi Be} \tilde{F}^*(f_i, T) \tilde{F}(f_i, T) \quad (20)$$

$$\tilde{G}_{rX}(f_i) = \frac{n \cdot h}{\pi Be} \tilde{F}^*(f_i, T) \tilde{x}(f_i, T) \quad (21)$$

Bilgisayarın yazılım paketinde bulunan FFT algoritması kullanılmıştır.

Burada $i=0,1,\dots,n-1$ ve (*) işareti sözü edilen

karmaşık niceliğin eşleniğini belirtmek için kullanılmıştır ve

$$f_i = \frac{i}{n h} \quad (22)$$

viii) Yukarıda verilen i'inci basamak ile vii'ci basamak arasında kalan işlemler her örneklem kayıt seti $\{x(t_i)\}_\ell$ ve $\{F(t_i)\}_\ell$ için tekrarlanır. ($\ell=1,2,\dots,n_d$) burada n_d örneklem kayıt sayısını, x oluşturulan sistem modeli çıktısını, F ise girdiyi simgelemektedir.

ix) Her sıklık için güç izgesi yoğunluğu kestirimlerinin ortalaması alınarak ortalama güç izgesi yoğunluğu kestirimi hesaplanır.

$$\hat{G}_{xx}(f_i) = \frac{1}{Be.n_d} \sum_{\ell=1}^{n_d} G_{xx}(f_i)_\ell \quad (23)$$

$$\hat{G}_{FF}(f_i) = \frac{1}{Be.n_d} \sum_{\ell=1}^{n_d} G_{FF}(f_i)_\ell \quad (24)$$

$$\hat{G}_{Fx}(f_i) = \frac{1}{Be.n_d} \sum_{\ell=1}^{n_d} \tilde{G}_{Fx}(f_i)_\ell \quad (25)$$

x) Elde edilen ortalama güç izgesi yoğunluğu kestirimleri kullanılarak sıklık yanıt ve eşevresellik işlevi kestirimleri bulunur.

$$\hat{H}_{Fy}(f_i) = - \frac{\hat{G}_{Fx}(f_i)}{f_i^2 \hat{G}_{FF}(f_i)} \quad (26)$$

Burada y, ölçülen x ivmesinden elde edilen yer-değiştirmeyi simgelemektedir.

$$\hat{\gamma}_{Fx}^2(f_i) = \frac{|\hat{G}_{Fx}(f_i)|^2}{\hat{G}_{FF}(f_i) \cdot \hat{G}_{xx}(f_i)} \quad (27)$$

Eşitlik (27)'de yer alan $||$ işareti ise karmaşık bir sayının büyüklüğünü ifade etmek için kullanılmıştır.

YAZILIM PAKETİ

BASIC programlama dilinde hazırlanan paket program istenilen çözme kuşak genişliği $Be(Hz)$, bir örneklem kayıta olması gereken veri noktası sayısı n, ilgilenilen en yüksek sıklık $f_c(Hz)$, gerekli çözümüleme duyarlılığı ve örneklem kayıt sayısı n_d 'yi girdi olarak alır. Bu girdileri kullanarak örneklem periyodunu hesaplar. Daha sonra her konum için n_d kadar, ADC (Analog-Sayısal Çevirici)'den geçirilerek sayısal hale dönüştürülmüş n sayıda veri içeren ivme ve uyarı kuvveti örneklem kayıtlarını bir disket üzerinde saklar. Her konuma ait bu verilerin, kullanılan bilgisayarın yazılım destek paketinde bulunan hızlı Fourier dönüşümü (FFT) programı yardımıyla, Fourier dönüşümleri alınır ve tek

tarafli ($f>0$) ortalama güç izgesi kestirimleri ($\hat{G}_{xx}(f)$, $\hat{G}_{Fx}(f)$ ve $\hat{G}_{FF}(f)$) sıklık yanıt işlevi kestirimleri ($\hat{H}_{Fy}(f)$) ve eşevresellik işlevi kestirimleri ($\hat{\gamma}_{Fx}^2(f)$) elde edilir. Hesaplanan sıklık yanıt işlevlerinden yararlanılarak ilgili sıklık aralığında seçilen serbestlik derecesi kadar ilk doğal sıklıklar sırasıyla hesaplanır. Ayrıca her doğal sıklık dolayında belirli bir bölge üzerinde en uygun çember geçirilerek biçim sönüm değerleri, biçim özvektörleri ve sonuçta biçim matrisi elde edilir.

Hazırlanan programın algoritması şöyle özetlenebilir:

1. f, Be, n ve n_d değerlerini oku.
2. Gerekli örneklem periyodu h(saniye)'yi hesapla.
3. Her konum için n_d kadar $\{x(t)\}$ ve $\{F(t)\}$ ivme ve uyarıcı kuvvet verilerini, bilgisayardaki ADC'da sayısal şekle konulduktan sonra disket üzerine kaydet.
4. Her konuma ait bu verilerin hızlı Fourier dönüşümlerini (FFT) hesapla.
5. Sırasıyla her kayıt takımı için $G_{xx}(f_i)$, $G_{FF}(f_i)$ ve $\tilde{G}_{Fx}(f_i)$ 'yi hesapla.
6. Her konuma ait n_d kadar $G_{xx}(f_i)$, $G_{FF}(f_i)$ ve $\tilde{G}_{Fx}(f_i)$ 'nin her sıklık kuşağında ortalamalarını alarak $\hat{G}_{xx}(f_i)$, $\hat{G}_{FF}(f_i)$ ve $\hat{G}_{Fx}(f_i)$ 'yi hesapla.
7. Ortalama güç izgesi yoğunluğu kestirimlerini kullanarak her konuma ait sıklık yanıt işlevi kestirimi $\hat{H}_{Fy}(f_i)$ 'yi ve eşevresellik işlevi kestirimi $\hat{\gamma}_{Fx}^2(f_i)$ 'yi hesapla. Böylece ilgili sıklık aralığındaki ilk N (serbestlik derecesi) doğal sıklığı sapt.
8. Noktasal sıklık yanıt işlevi kestirimi (uyarı kuvvetinin uygulandığı noktaya ait olan) üzerinde her ω_r dolayında belirli sayıdaki sıklığa karşı gelen sıklık yanıt işlevi (dinamik esneklik) değerleri üzerinden geçen en iyi çemberin konumunu ve çapını hesapla.
9. Çember üzerinde ω_r 'nin yerini saptayarak yarım güç noktalarını belirle ve yarım güç formülünden yararlanarak biçim sönüm faktörlerini hesapla. Çemberin konumundan faydalanarak kütleğe göre normalleştirilmiş biçim özvektör elemanını hesapla.
10. 8'inci ve 9'uncu basamaklarda yer alan işlemleri diğer konumlara ait olan sıklık yanıt işlevi kestirimleri (dinamik esneklik) için yineleyerek biçim matrisinin tüm elemanlarını elde et.
11. Biçim matrisinin her kolonu bir titreşim biçimi vektörünü içermektedir. Her biçim vektörünü sistem geometrisinin işlevi olarak çiz.

UYGULAMA

Deney

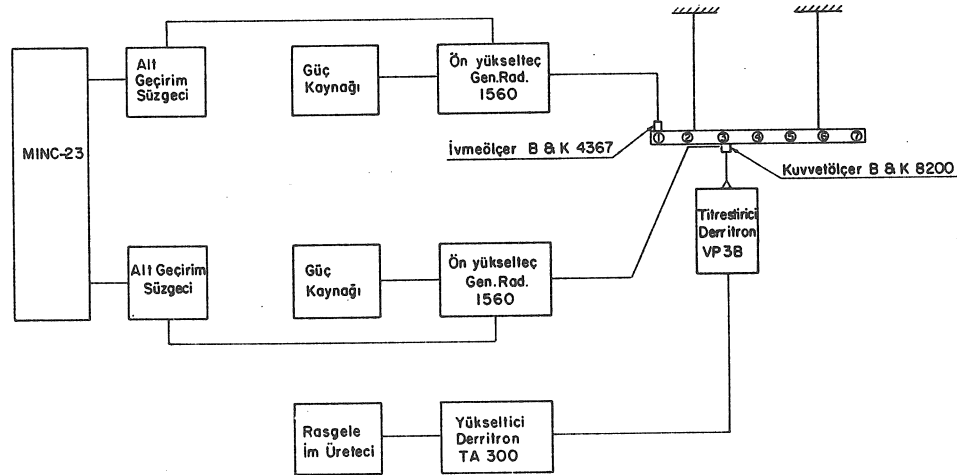
Hazırlanan yazılım paketinin denenmesi için 40 mmx10 mm kesitinde 900 mm uzunluğunda çelik bir kiriş seçilmiştir. Bu kiriş serbest-serbest sınır koşullarını andırarak şekilde bir çerçeveye lastik ile iki ucundan asılmıştır. Kiriş üzerinde, Şekil 2'de görüldüğü gibi, yedi konum (I-VII) seçilmiş ve bu konumlarda veri toplanmıştır.

Uyarı kuvveti III. konumda rasgele bir im kaynağı ile uyarılan Derritron VP3B tipi bir titreşim üretici ile uygulanmıştır. Üretilen rasgele im, 300 VA gücünde Derritron TA 300 tipi bir güç yükselteci ile güçlendirilerek titreşim üreticisine beslenmiştir.

Veri toplamak için hazırlanan düzenek Şekil 2'de görülmektedir. İvme verileri (Brüel&Kjaer, 4367) tipi 17 gramlık bir ivme ölçer ile alınmıştır. Bu ivme ölçer 18 VDC'lik güç kaynağıyla beslenen Gen Rad 1560-P42 tipi bir ön yükseltece bağlanmıştır. Uyarı kuvveti verileri ise, yine 18 VDC'lik güç kaynağı ile beslenen Gen Rad 1560-P42 tipi ön yükseltece bağlı B&K 8200 tipi bir kuvvet ölçer ile alınmıştır.

Deneyde, ivme verilerini toplamada kullanılan ivme ölçer, seçilen özel konumlara sıvı yapıştırıcı ile; uyarı kuvveti ölçümünde kullanılan kuvvet ölçer ise vidalanarak kirişe sabitlenmiştir. Seçilen dikdörtgen kesitli kiriş, iki ucuna yakın yerlerden lastik ile sabit bir çerçeveye asılarak serbest-serbest uç koşulları sağlanmaya çalışılmıştır. Kuvvet ölçer, titreşim üreticisine eksenel doğrultuda direngen, fakat yanıl doğrultuda esnek olan ince bir pirinç çubukla bağlanmıştır.

Deney süresince uyarı kuvveti hep III'üncü konumda uygulanmış; sırasıyla, I'den VII'ye kadar olan konumlardan toplanan ivme verileri bir kanalda ve o anda III'üncü konumda uygulanan uyarı kuvveti verileri de ikinci bir kanalda olmak üzere iki ayrı kanalda, bilgisayarın ADC'ından geçirildikten sonra, her biri 1024 veri içeren toplam 12 örneklem kayıt takımı, bilgisayar üzerindeki taşınabilen hafızalar (disket) üzerine kaydedilmiştir.



Şekil 2 Uygulamada kullanılan deney donanımının şeması

Sayısal Sonuçlar

Sayısal olarak kaydedilen veriler kullanılarak her konum için sıklık yanıt işlevi (dinamik esneklik) ve eşvresellik işlevi kestirimi hesaplanmış; ilk beş doğal sıklık ile bu sıklıklara özgü titreşim biçimleri belirlenmiştir. Bu kısımda deneysel olarak bulunan sonuçların tartışılması ve irdelenmesi gerçekleştirilecektir.

Titreşim üreticini besleyen im'in zamanda değişimi ile ortalama izgesel yoğunluk işlevi kestirimi Şekil 3'de gösterilmektedir. Ayrıca VI. konuma ait ortalama kuvvet ve ivme güç izgesi işlevi kestirimleri ($\hat{G}_{rr}(f_i)$, $\hat{G}_{xx}(f_i)$), yine aynı konuma ait eşvresellik işlevi kestirimi, $\gamma_{rx}^2(f_i)$ ve sıklık yanıt işlevi kestirimi, $\hat{H}_r(f_i)$ (dinamik esneklik), Şekil 4, Şekil 5, Şekil 6 ve Şekil 7'de sırasıyla verilmiştir. İlgili şekillerde düzey eksen dB(desibel) cinsinden verilmiştir. Bilindiği gibi

$$\text{dB} = 10 \log \frac{W}{W_r} \quad (28)$$

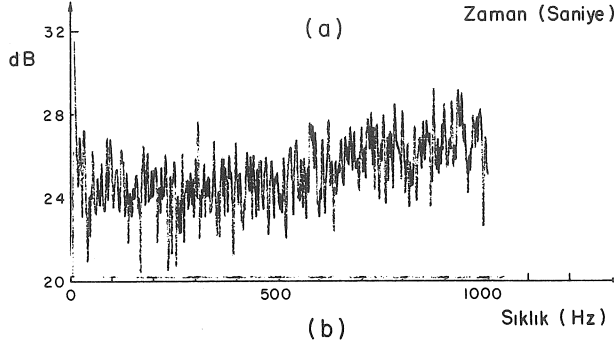
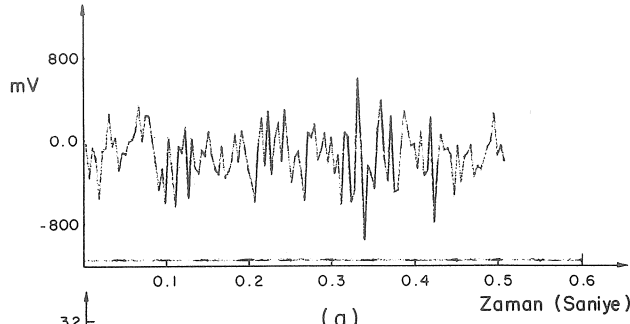
şeklinde tanımlanmaktadır. Burada W, kullanılan güç izgesi değerini, W_r ise referans alınan güç değerini simgelemektedir. Güç izgesi içeren tüm şekiller $W_r=1 \mu W$ alınarak çizilmiştir.

Serbest-serbest sınır koşullarını taşıyan bir kirişin kuramsal doğal sıklık değerleri, sönümlenmenin yok sayılması durumunda, Eşitlik (29) yardımıyla hesaplanabilmektedir.

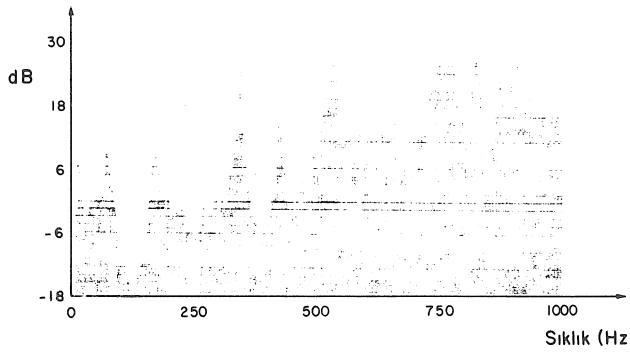
$$f_n = \frac{\beta^2}{2\pi} \sqrt{\frac{EI}{mL^4}} \quad (29)$$

Burada

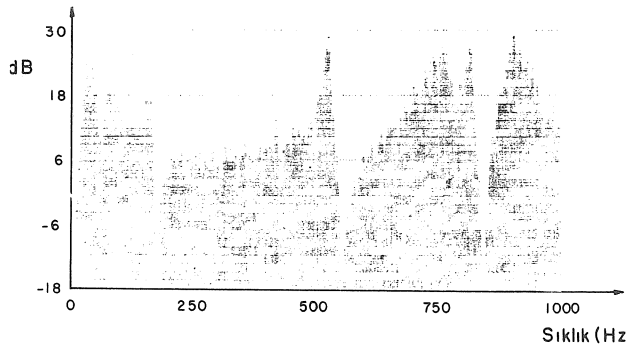
f_n : n'inci doğal sıklık
 EI : eğilme rijitliği ($N.m^2$)
 m : kirişin birim uzunluğunun kütlesi (kg/m)
 L : kirişin uzunluğu (m)
 β_n : serbest-serbest koşullu kirişin karakteristik denklemini sağlayan n'inci özdeğer [12]
 olarak verilmektedir. $E=2,1(10^{11}) N/m^2$ ve $m=3,2 kg/m$ alınarak bulunan kuramsal değerler ile bilgisayar



Şekil 3 Deneyde kullanılan rasgele im'in
a) zamanda değişimi
b) ortalama güç izgesi kestirimi
re: 1 μ W



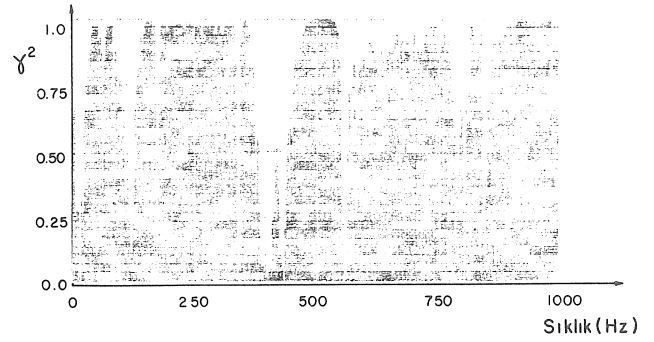
Şekil 4 Ortalama uyarı kuvveti güç izgesi kestirimi (Konum VI) re: 1 μ W



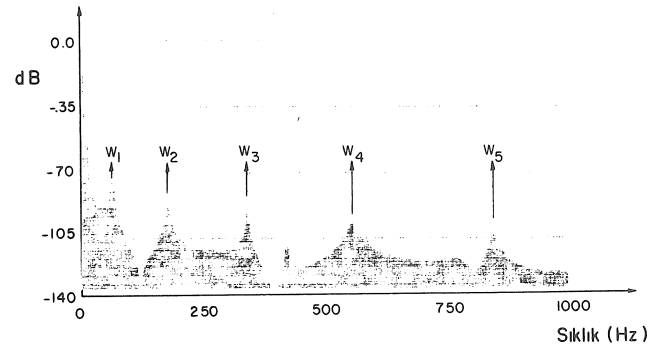
Şekil 5 Ortalama ivme güç izgesi kestirimi (Konum VI) re: 1 μ W

yardımıyla deneysel olarak belirlenen doğal sıklıklar Çizelge 1'de sunulmuştur.

Çizelge 1'deki, kuramsal ve deneysel olarak elde edilen doğal sıklık değerlerinin karşılaştırılmasından anlaşılacağı gibi, her titreşim biçimi ile ilgili değerlerin farkının kuramsal değere bölünmesiyle bulunan hata yüzdeleri 2,9 ile 4,4 arasında değişmektedir.



Şekil 6 Ortalama eşvrensellik işlevi kestirimi (Konum VI) re: 1 μ W



Şekil 7 Ortalama sıklık yanıt işlevi kestirimi (Konum VI) re: 1 μ W

Buradan, doğal sıklıkların önerilen yöntem ile deneysel olarak oldukça başarılı bir şekilde belirlenebileceği sonucu ortaya çıkmaktadır. Genellikle daha küçük sıklık değerlerinin elde edildiği deneysel yöntemde, algılayıcıların (kuvvet ölçer ile ivme ölçer) giriş üzerinde etkin olan kütleleri, konu ile ilgili teknik yazında da karşılaşılan bu eğilimi oluşturmaktadır [6]. Deneyler ile bulunan ve ilk iki sıklığa karşı gelen yapısal sönüm faktörleri çelik için verilen gerçek değerlerden biraz daha yüksektir. Bu durum sayısal im işleminden kaynaklanmaktadır [10]. Buna karşılık, diğer sıklıklardaki sönüm faktörleri çelik için verilen gerçek değerlerle hemen hemen aynıdır [11]. Ek olarak, Çizelge 1'de sunulan sönüm faktörleri, titreşim biçimi tanımlanması ile ilgili yayınlarda verilen değerlerle uyum içindedir.

Çizelge 1

Örnek giriş için hesaplanan ve deneysel olarak bulunan doğal sıklıklar ve sönüm değerleri

Doğal Sıklık (Hz)	Kuramsal	Deneysel	Hata %	Yapısal Sönüm Faktörü η
	65	63	2,9	0,031
	179	173	3,4	0,011
	351	340	3,0	0,006
	583	558	4,4	0,004
	867	835	3,7	0,004

Şekil 6'da gösterilen ortalama eşevresellik işlevi kestirimi, kurulan modelde girdi olarak alınan kuvvet verileri ile çıktı şeklinde tanımlanan ivme verileri arasındaki neden-sonuç ilişkisini, sıklığa bağlı olarak belirlemektedir. Eşevresellik kestiriminin 1' den çok düşük değerleri

- i) modelin doğrusal (lineer) olmaması ve/veya
- ii) ilgili verilerde yüksek düzeyde ölçüm gürültüsü içermesi,

anlamını taşımaktadır [12]. Bu nedenle, doğal sıklıklarda yüksek eşevresellik kestirimi değerlerinin bulunması deneysel sonuçların sağlığı açısından zordur. Her ne kadar, uyarıcı olarak rasgele im kullanılan bir yöntemde doğal sıklıklarda eşevresellik kestirimi değerleri çok az bir düşme göstermekte ise de, bu tamamen deney im'inin özelliğinin bir sonucu olarak belirtilmekte ve sözü edilen düşme hiç bir zaman büyük boyutlarda gerçekleşmemektedir. Şekil 6 ile Şekil 7'nin karşılaştırılması, bulunan doğal sıklık değerlerinin bu açıdan güvenilirliğini kanıtlamaktadır.

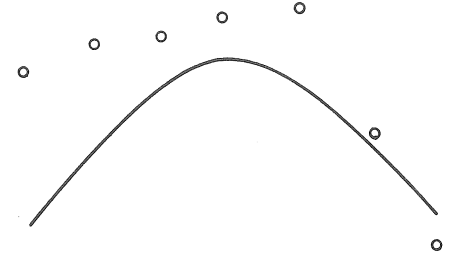
Uygulama için seçilen serbest-serbest koşullu kirişin elde edilen ilk beş titreşim biçimi, kuramsal biçimlerin üzerine nokta şeklinde konulmuş olarak, Şekil 8'de verilmiştir. Her ne kadar dönme ve öteleme hareketleri ile ilgili rijit titreşim biçimlerinin sonuçları etkileyeceği bilinmekteyse de [13], bulunan ilk üç titreşim biçiminin oldukça belirgin bir şekilde kuramsal titreşim biçimlerine uygun olduğu gözlenmektedir. Diğer iki titreşim biçiminin ise sözü edilen rijit titreşim biçimlerinden oldukça etkilenmediği ortaya çıkmaktadır. Ayrıca, yüksek titreşim biçimlerini hassas olarak tanılamak için daha fazla ölçüm konumu seçmenin gerektiği sonucu konmaktadır. Kullanılan bilgisayarın kapasitesi bu konuda bir sınırlama getirmektedir. Doğal sıklıklar dolayında, üç'ten fazla sayıda sıklıkta dinamik esneklik değerleri alarak deney yönteminin hassasiyetinin artırılmasının, en çok yüksek titreşim biçimlerini geliştirmesi beklenmektedir. Bu ise, çözüme kuşak genişliğini doğal sıklıklar dolayında düşürmek için, özel algoritmalar ile aralık açma (zum) işleminin gerçekleştirilmesi ile olanaklı olup, sınırlama yine bilgisayar kapasitesinden kaynaklanmaktadır.

SONUÇ

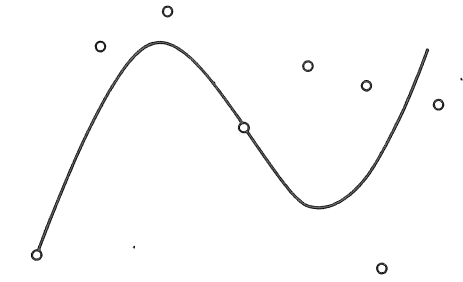
Bu çalışmada, titreşim biçim tanınması amacıyla BASIC programlama dilinde hazırlanmış bir yazılım paketi, MINC-23 modeli laboratuvar tipi sayısal bir bilgisayar kullanılarak, serbest-serbest sınır koşullarını taşıyan dikdörtgen kesitli çelik bir kirişin doğal sıklıklarını, yapısal sönüm faktörlerini ve titreşim biçimlerini çıkarmakta denenmiştir.

Eşevresellik işlevi kestirimi değerlerinin yüksek (bire yakın) olduğu ve sıklık yanıt işlevi kestirimi değerlerinin tepe konumlarına karşı gelen sıklıklar, seçilen sistemin ilgili sıklık aralığındaki (0-1000 Hz) ilk beş doğal sıklığı olarak saptanmıştır. Her doğal sıklığa ait hesaplanan yapısal sönüm faktörleri, deneysel yöntemde im işleme ile ilgili olarak içerilen hatalardan dolayı, gerçek değerlerden daha yüksek olarak elde edilmiş ve bu davranışın ilgili yazındaki bulgularla uyum içinde olduğu belirlen-

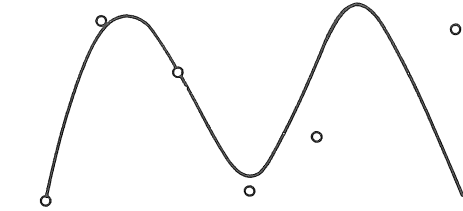
1. Titreşim Biçimi



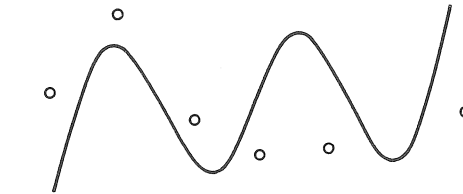
2. Titreşim Biçimi



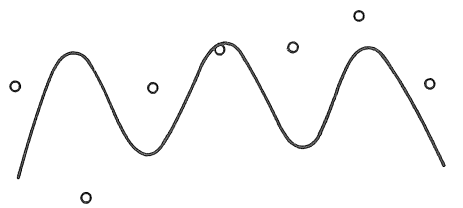
3. Titreşim Biçimi



4. Titreşim Biçimi



5. Titreşim Biçimi



Şekil 8 Örnek krişin ilk beş titreşim biçimi şekilleri. Deneysel olarak elde edilen titreşim biçimleri kuramsal olanlarla birlikte verilmiş ve noktalarla gösterilmiştir.

miştir. Bulunan titreşim biçimlerinden ilk üçünün kuramsal titreşim biçimleri ile aynı olduğu saptanmıştır. Hassas olarak tanılanamayan son iki titreşim biçiminde görülen belirsizliğin olası nedenleri üzerinde durulmuş ve hassasiyeti artırmanın yeni im işleme algoritmalarının kullanımı ile olanaklı olacağı belirtilmekle birlikte kullanılan bilgisayarın hızı ve bellek kapasitesinin bu konuda sınırlamalar getireceği ayrıca vurgulanmıştır.

MODAL ANALYSIS OF HYSTERETICALLY DAMPED TWO DIMENSIONAL MECHANICAL STRUCTURES

This study presents a software package for modal identification of mechanical systems. The program has been developed on a digital computer with laboratory modules. The input data consists of exciting force, and acceleration signals measured at various locations on the system. The natural frequencies of the system and the corresponding mode shapes along with the structural damping factor associated with each mode are determined. A steel beam with rectangular cross section and free-free boundary conditions is chosen as an experimental case study to test the program. The results are compared with the theoretical ones and the possible sources of errors have been discussed.

KAYNAKÇA

- 1 Zavari, K. ve Phil, M., **Modal Analysis of Large Structures-Multi Exciter Systems**, Teknik Rapor, Brüel & Kjaer, April 1985.
- 2 Richardson, M.H., **Measurement and Analysis of the Dynamics of Mechanical Structures**, Teknik Rapor, Hewlett-Packard Co.

- 3 Enochson L. ve Grafton B., **An Example of Digital Modal Analysis on a GenRad Signal Analysis Systems**, Teknik Rapor, GenRad Inc., June 1979.
- 4 Sisson, T., Zimmerman, R. ve Martz, J., **Determination of Modal Properties of Automotive Bodies and Frames Using Transient Testing Techniques**, Teknik Rapor, Structural Dynamics Research Corp.
- 5 Klostermann Albert L., **On the Experimental Determination and Use of Modal Representation of Dynamics Characteristics**, Doktora Tezi, University of Cincinnati, 1971.
- 6 Ewins, D.J., **Measurement and Application of Mechanical Mobility Data**, Teknik Rapor, Solartron Instrumentation Group.
- 7 Pendered, J.W. ve Bishop, R.E.O., **The Determination of Modal Shapes in Resonance Testing**, Journal of Mechanical Engineering Science, 5 (1963), 4, 379-385.
- 8 Newland, D.E., **An Introduction to Random Vibrations and Spectral Analysis**, Longman, 1975.
- 9 Gorman, D.I., **Free Vibration Analysis of Beams and Shafts**, John Wiley & Sons, 1983.
- 10 Seybert, A.G., **Estimation of Damping From Response Spectra**, Journal of Sound and Vibration, 75 (1981) 2, 199-206.
- 11 Beards, C.F., **Structural Vibrational Analysis**, John Wiley & Sons, 1983.
- 12 Bendat, J.S. ve Piersol, A.G., **Engineering Applications of Correlation and Spectral Analysis**, John Wiley & Sons, 1983.
- 13 Ewins, D.J. ve Gleeson, P.T., **A Method for Modal Identification of Lightly Damped Structures**, Journal of Sound and Vibration, 84 (1982) 1, 57-79.

Yatay Dövme Makinalarında Üretilen Parçalar İçin Sınıflandırma ve Kodlama Sistemi (Bölüm I)

Mustafa İlhan GÖKLER

Y.Doç.Dr.,
Makina Mühendisliği Bölümü,
Orta Doğu Teknik Üniversitesi,
Ankara

Yatay dövme makinalarında üretilen parçaların işlem ve kalıp tasarımında sistematik yaklaşımlara temel oluşturmak amacıyla, bu parçalar için yeni bir sınıflandırma ve kodlama sistemi geliştirilmiştir. Bu sisteme göre her parça için üç basamaklı bir kod tanımlanır. Birinci basamak parçaları eksenel simetri, toplam uzunluğun en büyük genişliğe oranı, kesit tipi gibi özellikleri göz önüne alarak oldukça geniş gruplara ayırmaktadır. Birinci basamakta belirlenen kod sayısına göre ikinci ve üçüncü basamak kodlamasını veren çizelgelere bakılır. Çizelgeler ve açıklayıcı notlardan oluşan sınıflandırma ve kodlama sistemi bir bütün olarak, hem sıcak hem de soğuk şekillendirilen parçalar için kolayca kullanılabilir.

GİRİŞ

Yatay dövme makinalarında üretilen parçaların çok çeşitli oluşu sebebiyle gerek parça tasarımının gerekse işlem ve kalıp tasarımının bir sınıflandırma sistemine göre belirlenmiş grupların dikkate alınmasıyla yapılması akılcı ve sistematik bir yaklaşım getirir. Bu gruplar benzer işlem ve kalıp tasarımı gerektirecek özelliklere sahip parçaların belirlenmesi ile oluşturulur.

Dövme parçalar için mevcut sınıflandırma ve kodlama sistemleri genellikle geleneksel dövme yöntemlerine uygundur. Bunlardan dört tanesi uluslararası olarak tanınan sınıflandırma sistemleridir (1-4). Spies'in (1) ve Gurevich'in (2) sistemleri kapalı kalıplarda yapılan sıcak dövme parçalar için geliştirilmiştir. Poli ve Knight (5) önerdikleri sistemde Spies'in (1) geliştirdiği sistemi esas almakla beraber, parçaların karmaşıklığı ve boyutları hakkında daha çok detaya girmişlerdir. Walter (3) açık kalıplarda üretilen parçalar için bir sistem önermiştir. Auerswald (4) ise yatay dövme makinalarında üretilen parçalar için dört basamaklı bir kodlama sistemi geliştirmiştir. İlk basamak parçanın genel şekline göre parçaları uzun, küresel gibi sınıflara ayırır. İkinci basamak ise, parçanın şişirme gereken bölgesinin parça üzerindeki yerini belirler. Üçüncü ve dördüncü basamak parçaların şekil değiştirecek kısmına, geometrik şekline ve gereken üretim yöntemine (şişirme, ekstrüzyon, delme, çapak çıkarma) göre sınıflara ayırır. Ancak bu sınıflandırma sisteminin eksik ve zayıf taraflarını şu şekilde sıralamak mümkündür:

- Boyutsal oranlar dikkate alınmamıştır.
- Aynı parça birden çok grupta olabilmekte ve böylece farklı kod numaraları alabilmektedir.
- Parça profilindeki önemli değişiklikler dikkate alınmamıştır.
- Parçanın kodlanmasından önce üretim yönteminin kesin olarak belirlenmesi gerekmektedir.
- Üretim yöntemine göre sınıflandırma ondan fazla gruba ayrıldığından bazı parçaların kod numarası dört, bazı parçaların ise beş sayıdan oluşur.

Auerswald'in sisteminin yukarıda sayılan sakıncaları sebebiyle, yatay dövme makinalarında üretilen parçalar için yeni bir sınıflandırma ve kodlama sistemi yazar tarafından önerilmiştir. Bu yeni sistemin yapısı aşağıda ayrıntılı olarak anlatılmaktadır.

YATAY DÖVME MAKİNALARINDA ÜRETİLEN PARÇALARIN SINIFLANDIRILMASINDA DİKKATE ALINMASI GEREKLİ ÖZELLİKLER

Yatay dövme makinalarında üretilen çok sayıda parçanın incelenmesi sonucunda etkin bir sınıflandırma ve kodlama sistemi için parçaların aşağıdaki özelliklerinin dikkate alınması gerektiği ortaya çıkmıştır:

- Eksenel simetrik olup olmaması
- Uzunluk

3. Kesit tipi
4. Kesitin parça boyunca aynı olup olmaması
5. Parçayı oluşturan geometrik elemanların göreceli konumları
6. Parçanın delikli olup olmaması
7. Parçada delik varsa, deliğin tipi ve konumu (boydan boya delik, kör delik, bir uçta delik, iki uçta delik gibi)
8. Parçayı oluşturan geometrik elemanların profilleri
9. Parçanın tek faturalı veya çok faturalı oluşu
10. Delikli parçalar için deliğin oransal derinliği
11. En geniş kesite sahip geometrik elemanın parçanın uçlarına göre konumu
12. Parçanın kesit genişliğindeki en büyük oransal artış
13. Parça üzerinde diş profili gibi özellikler varsa, bunların oransal uzunlukları
14. Parçada eksenel simetrik olmayan geometrik elemanlar varsa bunların oransal uzunlukları
15. Bükülmüş parçaların bükülme açıları
16. Çatal, kanal vb. gibi ikincil özellikler

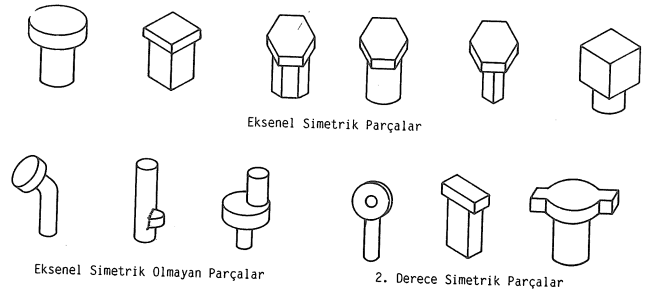
SINIFLANDIRMA VE KODLAMA SİSTEMİNİN GENEL YAPISI VE BİRİNCİ BASAMAK KODLAMASI

Yukarıda özetlenen parça özellikleri geliştirilen sınıflandırma ve kodlama sisteminin oluşturulmasında dikkate alınmıştır. Bu özelliklerin göz önüne alınabilmesi için üç basamaklı bir kodlama gerektiği belirlenmiştir. Her basamak 0-9 arasında on değişik değer alabilmektedir, böylece bir parça geometrik şekline göre 000-999 sayıları arasında bir kod numarası almaktadır.

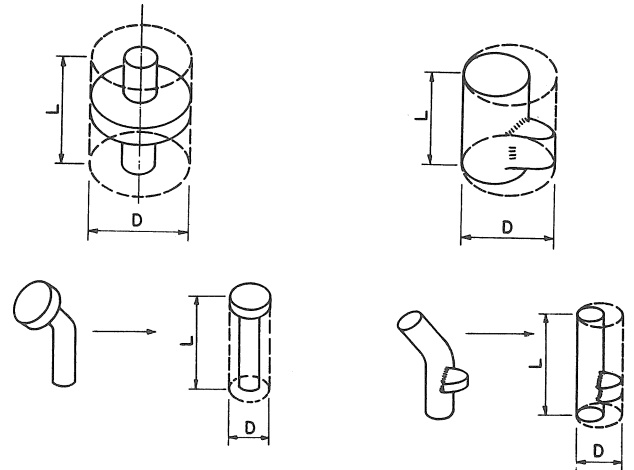
Çizelge 1'de görüldüğü gibi ilk basamak sınıflandırması, parçaları eksenel simetriye, genel oransal boyutlara ve kesit tipine göre gruplandırır. Yatay dövme makinalarında üretilen parçaların büyük çoğunluğu eksenel simetriklerdir. Bu nedenle birinci basamağın sekiz değeri 0-7, bu parçaların daha ayrıntılı sınıflandırılabilmesi için ayrılmıştır. Diğer iki değer 8 ve 9 ise eksenel simetrik olmayan veya 2. derece eksenel simetrik özellikli veya bükülmüş parçalar için ayrılmıştır. Simetri eksenini etrafında parça $2\pi/n$ radyan döndürüldüğünde parçanın ilk orijinal görünüşünden ayrılmaz durumda olduğunda bir tamsayı olan "n"nin değeri parçanın n. dereceden eksenel simetrik olduğunu belirler. Eğer "n" değeri 1 ise, o zaman parça eksenel simetrik değildir. Geliştirilen sınıflandırma sisteminde Şekil 1'de görüldüğü gibi ikinci dereceden daha büyük eksenel simetriye sahip parçalar **eksenel simetrik parçalar** olarak kabul edilmiştir.

Parçanın oransal boyutlarının belirlenmesinden önce Şekil 2'de görüldüğü gibi parçayı içine alacak silindirik bir zarf düşünülür. Bu zarf eksenel simetrik ve ikinci derece eksenel simetrik parçalar için, parçanın bütününe içine alabilecek en küçük çaplı ve eksenini parça eksenine ile çakışan bir silindiridir.

Eksenel simetrik olmayan parçalar için ise eksenini, parçanın en uzun geometrik elemanının eksenine paralel olarak alınan en küçük çaplı silindiridir. Eksenini bükülmüş parçalar için, eksenlerinin düz hale getirildiği düşünülerek silindirik zarf belirlenir. Parçanın oransal boyutlarında zarfın uzunluğunun, L, zarfın çapına, D, oranı göz önüne alınır. Buna göre birinci basamak kodlaması "0-3" değerleri $L \leq D$ şartını sağlayan eksenel simetrik kısa parçalar için ayrılmışken, "4-7" değerleri $L > D$ durumuna uyan uzun parçalar için ayrılmıştır. Yine aynı şekilde eksenel simetrik olmayan veya 2. derece eksenel simetriğe sahip veya bükülmüş parçaların kısa olanları ($L \leq D$) için birinci basamağın 8. sınıfı, uzun olanları ($L > D$) içinse 9. sınıfı ayrılmıştır.



Şekil 1 Parçaların eksenel simetri özelliğine göre ayrımı



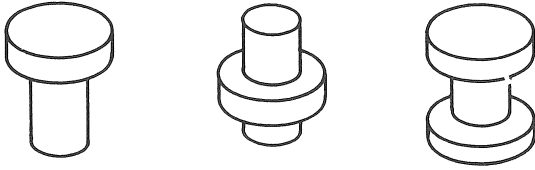
Şekil 2 Silindirik zarf

0-3 ve 4-7 sınıfları içinde parçalar silindirik zarfın eksenine dik olan kesitlerine göre sınıflara ayrılır. 0,1,4 ve 5 sınıfları, parça boyunca aynı tip kesite sahip parçalar içindir. Bunlardan 0 ve 4 eksen boyunca dairesel kesite sahip parçalar (Şekil 3) içindir ve bu parçalar yatay dövme makinalarında üretilen parçaların büyük çoğunluğunu oluşturur. 1 ve 5 sınıfları ise çokgen (kare, altıgen vb.) kesitler için ayrılmıştır (Şekil 4). Eksen boyunca kesitlerinde değişim gösteren, dairesel ve çokgen veya iki farklı çokgen gibi farklı kesitli parçalar için 2 ve 6 sınıfları ayrılmıştır (Şekil 5). Kamalı mil, dişli gibi daha karmaşık kesitli parçalar (Şekil 6), 3. ve 7. gruplarda toplanır. Bu parçalar için işlem ve kalıp tasarımı daha özel ve karmaşık bir yaklaşım gerektirir.

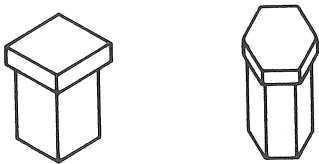
Çizelge 1 Birinci basamak kodlaması

EKSESEL SİMETRİK PARÇALAR (1)	$L \leq D$ (2)	DAİRESEL KESİTLİ PARÇALAR (3)	0
		ÇOKGEN KESİTLİ PARÇALAR (4)	1
		EKSEN BOYUNCA DAİRESEL VE ÇOKGEN KESİTLERİN BİRLİKTE OLDUĞU PARÇALAR (5)	2
	$L > D$ (2)	KARMAŞIK KESİTLİ PARÇALAR (DİŞLİ, KAMALI MIL, ZİNCİR DİŞLİSİ GİBİ) (6)	3
		DAİRESEL KESİTLİ PARÇALAR (3)	4
		ÇOKGEN KESİTLİ PARÇALAR (4)	5
		EKSEN BOYUNCA DAİRESEL VE ÇOKGEN KESİTLERİN BİRLİKTE OLDUĞU PARÇALAR (5)	6
KARMAŞIK KESİTLİ PARÇALAR (DİŞLİ, KAMALI MIL, ZİNCİR DİŞLİSİ GİBİ) (6)	7		
EKSESEL SİMETRİK OLMAYAN VEYA 2. DERECE SİMETRİK VEYA EĞRİ EKSENLİ PARÇALAR (1)	$L \leq D$ (2)	8	
	$L > D$ (2)	9	

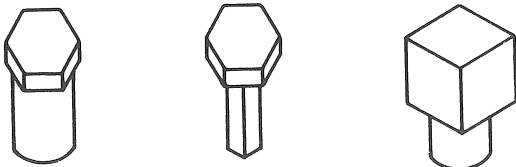
NOT: PARANTEZ İÇİNDEKİ SAYILAR İLGİLİ ŞEKİL NO.LARINI GÖSTERMEKTEDİR



Şekil 3 Eksen boyunca dairesel kesitli parçalar



Şekil 4 Eksen boyunca çokgen kesitli parçalar



Şekil 5 Dairesel-çokgen veya farklı iki tip çokgen kesitli parçalar



Şekil 6 Dairesel ve çokgen dışında karmaşık kesite de sahip parçalar

Parçanın birinci basamak kodlama değerine göre, ikinci ve üçüncü basamak kodlaması için ayrı çizelgelere bakılır. İkinci ve üçüncü basamak kodlaması için;

- Birinci basamak değeri 0,1,4 ve 5
- Birinci basamak değeri 2 ve 6
- Birinci basamak değeri 3 ve 7
- Birinci basamak değeri 8 ve 9

olan parça grupları için farklı özellikler önemli olduğu için ayrı çizelgeler hazırlanmıştır.

BİRİNCİ BASAMAK DEĞERİ 0,1,4,5 OLAN PARÇALAR İÇİN İKİNCİ VE ÜÇÜNCÜ BASAMAK SINIFLANDIRMASI

Bu gruba giren parçalar Şekil 7'de görülen geometrik elemanlardan oluşur. Bunlar eksene paralel profilli, konik profilli, dış bükey ve iç bükey profilli geometrik elemanlardır. Eksen boyunca aynı tip kesite sahip bu parçaların ikinci ve üçüncü basamak kodlaması için Çizelge 2 hazırlanmıştır. İkinci basamakta parçalar eksene profillerine, delikli olup olmama durumlarına ve delik varsa bunların konumlarına göre sınıflara ayrılırlar.

Parçaların temel profil özellikleri şöyle tanımlanabilir:

a) Parça kesiti parçanın bir ucuna doğru azalan parçalar (Şekil 8). Bunlar genellikle bir uçtan şişirme işlemi gerektiren parçalardır.

b) Parça kesiti iki uca doğru azalan parçalar (Şekil 9). Bu parçalar üzerinde şişirme genellikle parçanın orta kısmında yapılır.

c) Diğer faturalı parçalar (parça kesiti iki uca doğru artan parçalar ile kesitlerindeki artışta ve azalmada belirli bir düzen göstermeyen parçalar (Şekil 10)). Bu parçalar genellikle parçanın iki ucundan şişirme işlemlerini gerektirir. İlk gruptaki parçalar, birinci uç şişirildikten sonra, ters çevrilerek diğer uçtaki şişirme bölgesi şekillendirilir. Düzensiz faturalı parçalar da eksen boyunca değişik bölgelerde şişirme gerektirir.

Parçaların büyük çoğunluğu parça kesiti parçanın bir ucuna doğru azalan parçalar grubunda olduğu için bunlara ikinci basamak sınıflarından dördü, 0-3 ayrılmıştır. Diğerleri için ise üçer sınıf 4-6 ve 7-9 öngörülmüştür.

Profile göre esas ayırımdan sonra parçanın delikli olup olmamaları, varsa deliklerin tipleri ve konumları belirlenir (Şekil 11). Parçanın sol ucu ön

Çizelge 2 Birinci basamak değeri 0,1,4,5 için ikinci ve üçüncü basamak kodlaması

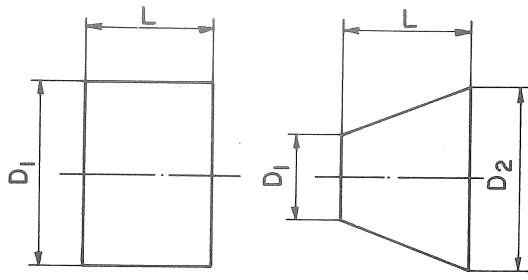
İKİNCİ BASAMAK - KESİTTE DEĞİŞİMLER VE EKSENEL DELİKLER

DELİKSİZ PARÇALAR (11)		İKİ UCA DOĞRU ARIYAN KESİTLİ PARÇALAR (10)										İKİ UCA DOĞRU AZALAN KESİTLİ PARÇALAR (9)																											
		1-3 GEOMETRİK ELEMANLI (13)					3'ÜBÜ ÇOK GEOMETRİK ELEMANLI (13)					1-4 GEOMETRİK ELEMANLI (13)					4'ÜBÜ ÇOK GEOMETRİK ELEMANLI (13)																						
EN GENİŞ ÇAPLI GEOM. ELEM. BİR UCA YAKIN		EN KÜÇÜK ÇEVRESSEL ÇAP < 0,5 D		EN KÜÇÜK ÇEVRESSEL ÇAP > 0,5 D		EN KÜÇÜK ÇEVRESSEL ÇAP < 0,5 D		EN KÜÇÜK ÇEVRESSEL ÇAP > 0,5 D		EN KÜÇÜK ÇEVRESSEL ÇAP < 0,5 D		EN KÜÇÜK ÇEVRESSEL ÇAP > 0,5 D		EN GENİŞ ÇAPLI GEOM. ELEM. ORTAYA YAKIN		EN KÜÇÜK ÇEVRESSEL ÇAP < 0,5 D		EN KÜÇÜK ÇEVRESSEL ÇAP > 0,5 D		EN GENİŞ ÇAPLI GEOM. ELEM. BİR UCA YAKIN		EN KÜÇÜK ÇEVRESSEL ÇAP < 0,5 D		EN KÜÇÜK ÇEVRESSEL ÇAP > 0,5 D															
0		1		2		3		4		5		6		7		8		9		0		1		2		3		4		5		6		7		8		9	
DELİKSİZ PARÇALAR (11)		İKİ UCA DOĞRU ARIYAN KESİTLİ PARÇALAR (10)										İKİ UCA DOĞRU AZALAN KESİTLİ PARÇALAR (9)																											
7		7										7																											
8		8										8																											
9		9										9																											

NOT: PARANTEZ İÇİNDEKİ SAYILAR İLGİLİ ŞEKİL NO.LARINI GÖSTERMEKTEDİR

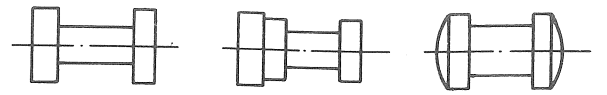
ÜÇÜNCÜ BASAMAK -İKİNCİL ÖZELLİKLER VE ORANLAR

SADECE PARALEL PROFİLLİ GEOMETRİK ELEMANLI		TÜM PROFİLLER					
1-2 GEOMETRİK ELEMANLI (13)				2'DEN ÇOK GEOMETRİK ELEMANLI (13)			
EN KÜÇÜK ÇEVRESSEL GEOMETRİK ELEMANIN BOYU > 0,7 L	EN KÜÇÜK ÇEVRESSEL GEOMETRİK ELEMANIN ÇAP > 0,5 D	EN KÜÇÜK ÇEVRESSEL GEOMETRİK ELEMANIN BOYU < 0,7 L	EN KÜÇÜK ÇEVRESSEL GEOMETRİK ELEMANIN ÇAP > 0,5 D	EN KÜÇÜK ÇEVRESSEL GEOMETRİK ELEMANIN BOYU > 0,7 L	EN KÜÇÜK ÇEVRESSEL GEOMETRİK ELEMANIN ÇAP > 0,5 D	EN KÜÇÜK ÇEVRESSEL GEOMETRİK ELEMANIN BOYU < 0,7 L	EN KÜÇÜK ÇEVRESSEL GEOMETRİK ELEMANIN ÇAP > 0,5 D
0	1	2	3	4	5	6	7
DELİKSİZ PARÇALAR (11)				0			
BİR UÇTA DOĞRU AZALAN KESİTLİ PARÇALAR (8)							
011 UÇTA EKSENSEL DELİKLİ PARÇALAR (11,12)		1		2		3	
012 UÇTA EKSENSEL DELİKLİ PARÇALAR (11,12)		2		3		4	
013 UÇTA VEYA BİRİNDEN BİRİNE DELİKLİ PARÇALAR		3		4		5	
		0		1		2	
		1		2		3	
		2		3		4	
		3		4		5	
		4		5		6	
		5		6		7	
		6		7		8	
		7		8		9	
		8		9			
		9					

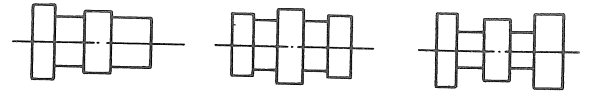


Paralel Profilli

Konik Profilli

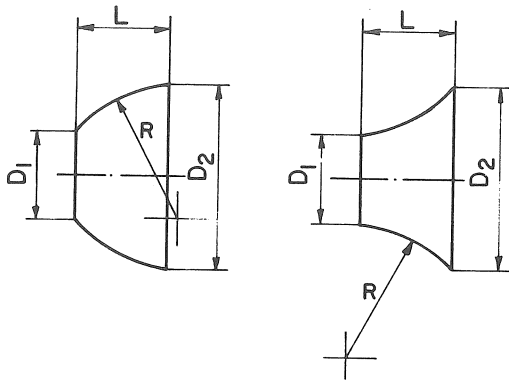


Parça Kesiti İki Uca Doğru Artan Parçalar



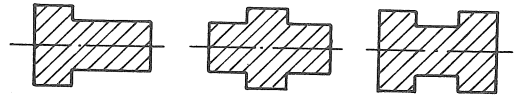
Düzensiz Faturalı Parçalar

Şekil 10 Diğer faturalı parçalar

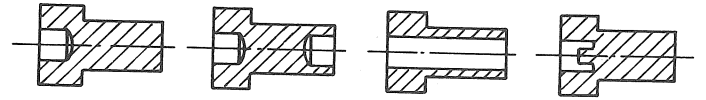


Dış Bükey Profilli

İç Bükey Profilli



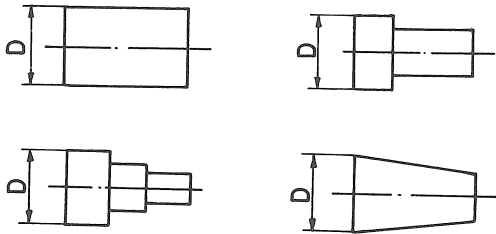
Deliksiz Parçalar



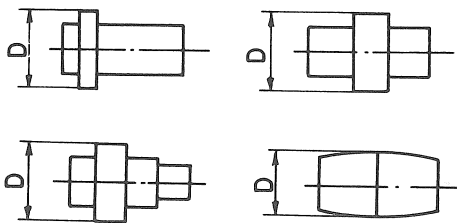
Eksenel Delikli Parçalar

Şekil 11 Deliksiz ve delikli parçalar

Şekil 7 Eksenel simetrik parçaları oluşturan geometrik elemanlar



Şekil 8 Parça kesiti parçanın bir ucuna doğru azalan parçalar



Şekil 9 Parça kesiti iki uca doğru azalan parçalar

uç, sağ ucu ise, arka uç diye tanımlanmıştır (Şekil 12). Delikli parçalarda eksenel deliğin şişirilecek uçta olup olmaması önemlidir. Aynı uçta ise kod olarak 1, farklı uçlarda ise 2 değeri verilir. İkinci durumda işlem tasarımı, parçanın bir ucunun şişirilmesini, diğer delikli uçun ise ekstrüzyon işlemini içerir. İkinci basamak kodu 3 olan parçalar, iki uçta da şekil değiştirme gerektiren, bu sebeple bir ucun şekillendirilmesinden sonra parçanın ters çevrilmesi gereken iki ucunda eksenel delikli parçalar ile eksen boyunca delik olan böylece eksen boyunca delme işlemi gerektiren ya da boru malzemenen şişirilen parçaları içerir.

Diğer iki grupta (parça kesiti iki uca doğru azalan parçalar ve diğer faturalı parçalar) benzer şekilde sınıflandırılır, ancak eksenel deliğin konumu için iki ayrı kod kullanılmamıştır. Bunun da nedeni zaten bu parçaların eksen boyunca birden çok bölgede şekillendirilmeleri gerekmektedir.

Üçüncü basamakta eksenel profil daha detaylı olarak sınıflandırılır. İlk ayırım, profilleri eksene paralel (silindirik, dik prizma gibi) geometrik elemanları içeren parçalar ile diğer profilleri içeren parçaları ayırmak için yapılır. Ancak uçlarda veya esas geometrik elemanlar arasında olabilecek ve uzunlukları silindirik zarfın uzunluğunun onda birine

eşit veya daha az olan geçiş geometrik elemanları bu sınıflandırma sırasında göz önüne alınmaz. Bu ayırımdan sonraki üçüncü basamak gruplamasında dikkate alınan özellikler ikinci basamak değerine göre Çizelge 2'de görüldüğü gibi değişir. İkinci basamak değeri 0 ve 4 olan gruplar için;

a) Geometrik eleman sayısını dikkate alarak bir faturalı ve çok faturalı parçalar birbirlerinden ayrılır. Şekil 13'de görüldüğü gibi geçiş geometrik elemanları bu ayırımda ihmal edilir.

b) En büyük çevresel çaplı (D) geometrik elemanın parçanın uçlarına göre konumu dikkate alınır. Bunun için çubuk sapının uzunluğunun 0.7 L'den büyük olup olmadığına bakılır.

c) En büyük çevresel çap, D, ile en küçük çevresel çap (çubuk çapı) arasındaki oran dikkate alınır.

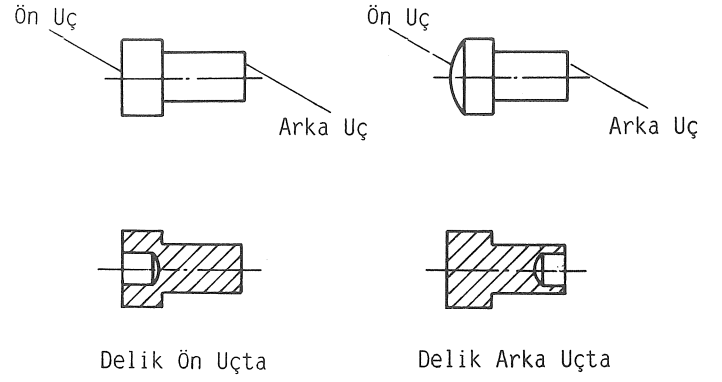
Delikli parçalar (ikinci basamak değeri 1-3 ve 5-6) için de yukarıdaki özellikler dikkate alınır, ancak geometrik eleman sayısı yerine bu parça grubu için önemli olan delik derinliğinin delik çapına oranı göz önüne alınır. Bu derinlik işlem tasarımında delme işlemi sayısını belirleyen etkenlerden biridir (6,7).

Diğer basamaklı parçalar (ikinci basamak değeri 7-9) için ise yukarıdakilerden farklı olarak iki ucunda şişirme gerektiren parçalar ile düzensiz faturalı parçalar birbirlerinden ayrılır.

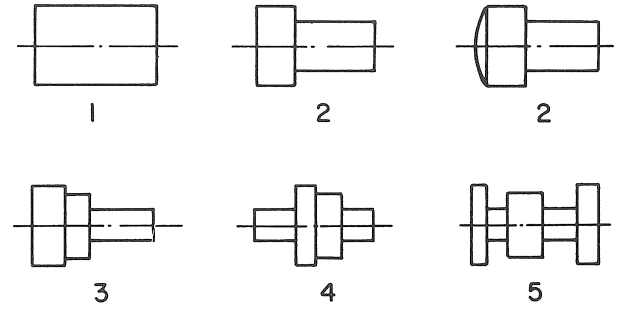
Kodlama Örnekleri

Şekil 14'de üzerinde daha sonra dişli açılması düşünülen bir dövme parça görülmektedir. Parça eksenel simetriğe sahip ve eksen boyunca dairesel kesitlidir. Silindirik zarf düşünüldüğünde $L=130$ mm ve $D=80$ mm bulunur, böylece $L>D$ 'yi sağlayan uzun bir parçadır. Buna göre Çizelge 1'e bakılırsa ilk basamak değeri "4" olacaktır. Parça düzensiz basamaklı ve deliksiz olduğundan ikinci basamak değeri "7" olarak belirlenir. Parça altı tane silindirik geometrik elemandan oluşmaktadır. En küçük çevresel çap 38 mm'dir ve bu değer en büyük çevresel çapın yarısından ($0.5D = 40$ mm) daha küçüktür. Buna göre üçüncü basamak değeri "6"dir. Bu tanımlamaya göre parçanın sınıfını belirleyen kod "476"dir.

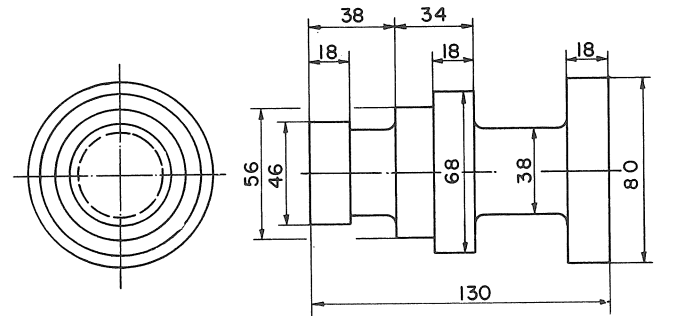
Şekil 15'de yatay dövme makinalarında şekillendirilen ve anahtar ağız açıklığı 85 mm olan bir somun görülmektedir. Eksenel simetrik olan ve altıgen kesite sahip bu parçayı içine alabilecek silindirik zarfın ölçüleri $L=45$ mm ve $D=98.1$ mm olarak bulunur. $L<D$ olduğundan kısa bir parçadır. Buna göre ilk basamak değeri "1" olacaktır. Eksen boyunca kesit ayırılır. Delik eksen boyunca sürmektedir. İkinci basamak değeri "3" olmaktadır. Eksene paralel profilli tek bir geometrik elemandan oluşur. Delik derinliği deliğin çapından daha küçüktür. Parçanın en küçük çevresel çapı, $0.5 D$ 'den büyüktür. Buna göre üçüncü basamak değeri "5"dir. Böylece "135" sayısı bu parçayı tanımlamaktadır.



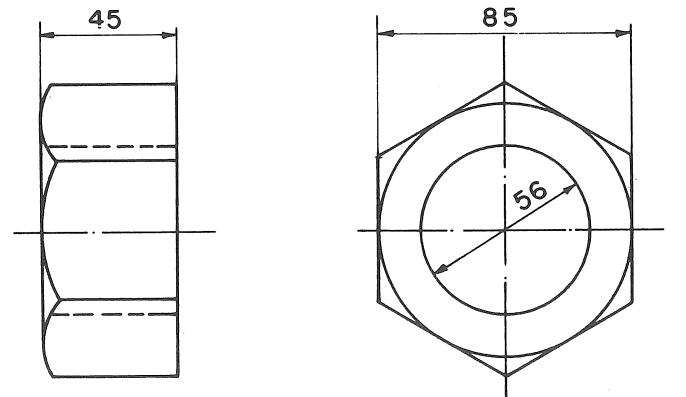
Şekil 12 Parçanın ön ucu ve arka ucu



Şekil 13 Parçaların geometrik eleman sayıları



Şekil 14 Kodlaması yapılacak bir dövme parça



Şekil 15 Dövme ile şekillendirilen ve kodlaması yapılacak bir somun

SONUÇ

Yatay dövme makinalarında üretilebilen parçaların işlem ve kalıp tasarımını etkileyen özellikler göz önüne alınarak üç basamaklı bir sınıflandırma ve kodlama sistemi geliştirilmiştir. Bu bildiride sistemin birinci basamak kodlaması ile birinci basamak değeri 0,1,4 ve 5 olan parçalar için ikinci ve üçüncü basamak kodlaması tanıtılmıştır. Diğer birinci basamak değerleri için ikinci ve üçüncü basamak kodlaması ayrıca tanıtılacaktır.

CLASSIFICATION AND CODING SYSTEM FOR PARTS PRODUCED ON HORIZONTAL FORGING MACHINES

A new classification and coding system for parts produced on horizontal forging machines has been developed to provide a basis for systematical approaches in operations sequence and die design. The system comprises three digits. The first digit divides parts into broad categories dependent on axial symmetry,

the overall proportions and cross section types. Allocation of the first digit value leads to one of a series coding charts for the second and third digits. The system can be employed for parts hot forged or cold forged on horizontal forging machines.

KAYNAKÇA

- 1 Spies, K. Von, Eine Formenordnung für Gesenkschmiedenstücke, *Werkstattstechnik*, 47 (1957), 201.
- 2 Gurevich, M.E., Sistema Klassifikatsii Pokovok dlya Gruppykh Metodov Izgityvaniya, *Mashinostroitel*, 3 (1967), 21.
- 3 Walter, H., Formenordnung für Frei Form Schmiedestücke, *Fertigungstechnik*, 12 (1962), 785.
- 4 Auerswald, H., Die Formenordnung, ein Hilfsmittel für Rationalisierung der Geistigen Arbeit, *Maschinenbautechnik*, 11 (1962), 236.
- 5 Poli, C.R. ve Knight, W.A., *Design for Forging Handbook*, University of Massachusetts, USA, 1981.
- 6 Gökler, M.İ., *Computer Aided Sequence and Die Design for Hot Upset Forgings*, Ph.D. Thesis, University of Birmingham, England, 1983.
- 7 Gökler, M.İ., Dean, T.A. ve Knight, W.A., Computer Aided Sequence Design for Piercing on Horizontal Forging Machines, *Journal of Mechanical Working Technology*, 8 (1983), 13-26.

Plato - Honlamada Yüzey Kalitesi Kriterleri

Ömer ANLAĞAN

Doç.Dr.,
Emek Holding.A.Ş.,
Ankara

Bu makalede motor silindir yüzeylerine uygulanan son üretim işlemi olan plato-honlama işlemi tanıtılmakta ve bu yöntemle üretilmiş motorların silindir yüzey kalitesinin kontrol standartları irdelenmektedir.

GİRİŞ

İçten yanmalı bir motorun silindir yüzey kalitesi motor verimini etkileyen en önemli faktörlerden biridir. Bu yüzeylere uygulanan son üretim yöntemi honlamadır. Bu işlem ile yüzeye geometrik doğruluk verilmekte ve istenen yüzey kalitesi oluşturulmaktadır. Amaç, düzgün bir yüzey ve yağlamaya yardımcı olacak mikro yağlama kanalları meydana getirmektir. Motorun ilk çalışması sırasında segman, honlama işlemi ile oluşturulan yüzey pürüzlerinin tepelerini aşındırır. Belli bir miktar aşınma olduktan sonra segman ve silindir yüzeyi arasında yeterli bir yatak (bearing) alanı meydana gelir. Özellikle dizel motorlarında uygulanan plato-honlama yöntemi ile bu aşındırma işlemi yapay olarak oluşturulmakta, böylece motor işletmeye alındığında bir alıştırmaya (rodaj) dönemi gerekmemekte ve ömrü uzamaktadır.

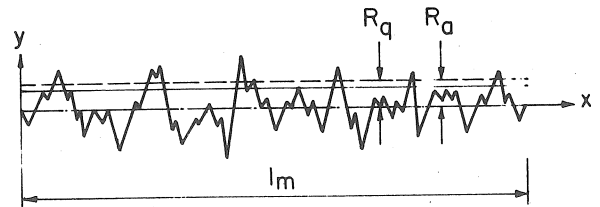
Plato-honlanmış yüzeylerde belirli bir yatak alanı ve mikro yağ kanalları oluşur. Kalite kontrolü sırasında silindir yüzeylerinin bu özelliğinin ölçülmesi ve bir standarda göre kontrol edilmesi gerekir. Ancak bu konuda bütün motor üreticisi kuruluşlar tarafından kabul edilmiş ortak bir standart yoktur. Her firma kendi standardını kendisi tanımlamakta ve kalite kontrolü bu standarda göre yapılmaktadır.

1930'lu yıllarda ilk defa kullanılmaya başlanan iğne uçlu (stylus) yüzey profil ölçerler, bugün hala en çok kullanılan yüzey pürüzlülüğü ölçme ağıtlarıdır. Profil ölçerler yardımı ile yüzeyin mikro geometrisi hakkında birçok bilgiyi bir kaç örnek ölçüm yaparak elde etmek mümkündür. İşlenmiş bir yüzeyin pürüzlülüğü derecesini belirtmek için en yaygın olarak kullanılan parametre, **ortalama pürüzlülük**, R_a (DIN 4768, ISO/DIS 4287/1, TS 971)'dir. Bütün profil ölçerler bu parametreyi verirler. R_a , yüzey profilinin orta eksenine göre yüzey pürüz (asperity) yüksekliğinin aritmetik ortalamasıdır. R_q (DIN 4762/1E) ise orta eksene göre pürüz yüksekliğinin geometrik ortalamasıdır (Şekil 1).

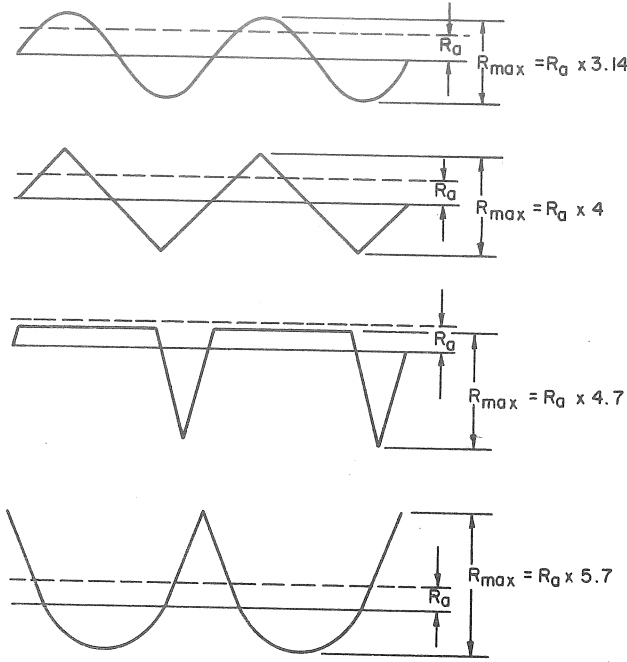
Ortalama pürüz (asperity) yüksekliği, işlenmiş bir yüzeyin mikro geometrisini tanımlamak için yeterli bir parametre değildir. Sadece, yüzeyin düzgün ya da pürüzlü olduğu hakkında bilgi içerir. Ancak birbirinden tamamen farklı mikro geometrik yapıya sahip yüzeyler aynı ortalama pürüz yükseklik parametresi, R_a 'ya sahip olabilirler (Şekil 2). Modern profil ölçerler, yüzey mikro geometrisini tanımlamakta kullanılabilen 15 kadar parametreyi verebilmektedirler. Bunlar arasında yüzey pürüz yükseklik dağılım eğrisindeki çarpıklığı (asimetriyi) belirten **çarpıklık parametresi** (skewness), S_k (DIN 4762/1E) ve pürüz kesit alanlarının (belirli bir profil derinliğine göre) toplam alana oranını veren **yatak alanı oranı** (bearing area), t_p , plato-honlanmış yüzeylerin mikro geometrilerini belirlemek için kullanılan iki önemli parametredir.

PLATO-HONLANMIŞ YÜZEY

Plato-honlanacak motor silindirleri önce normal honlama taşıyla, örneğin 120 dane büyüklüğü olan bir taşla honlanır. Meydana gelen yüzey pürüzlerinin tepeleri daha sonra ince bir honlama taşıyla, örneğin 320 dane büyüklüğü olan bir taşla yeniden honlanır. Ancak ikinci (ince) honlama operasyonu çok kısa bir süre, örneğin honlama kafasının 3-4 dönüşü kadar bir süre uygulanır. Modern honlama tezgahla-



Şekil 1 Ortalama pürüzlülük

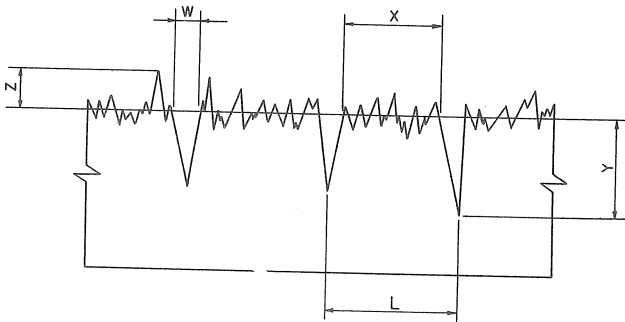


Şekil 2 Aynı yüzey ortalama pürüzlük değerine sahip farklı yüzey profillerine örnek

rında honlama kafası üzerinde hem kaba hem de ince honlama taşları bulunur. İlk olarak kaba taşlar hidrolik bir mekanizma tarafından sürülerek iş parçası ile temas ederler. Kaba honlama işlemi, silindir çapı istenen silindir çapına ulaşıldıktan sonra, kaba taşlar otomatik olarak geri çekilir ve ince honlama taşları pünomatik bir mekanizma tarafından ileri sürülerek iş parçası ile temas ederler. Kafanın bir kaç devir yapması ile plato-honlama operasyonu sona erer. Şekil 3'de plato-honlanmış bir yüzey şematik olarak gösterilmektedir.

Plato-honlanmış bir yüzeyde aşağıdaki değerler ölçülebilmelidir:

- X : Plato genişliği
- Y : Mikro yağ kanallarının derinliği
- W : Mikro yağ kanallarının genişliği
- Z : Yatak alanındaki pürüzlerin maksimum yüksekliği
- L : İki derin mikro yağ kanalı arasındaki mesafe



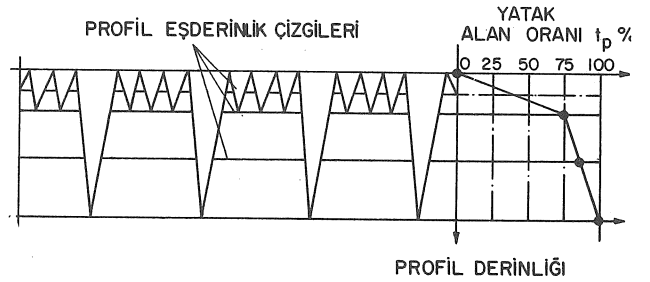
Şekil 3 Plato honlanmış yüzey profilinin Şematik görünüşü

ABBOTT YATAK ALAN DIAGRAMI

İşlenmiş bir yüzey profilinde en yüksek pürüzün tepesi referans olarak alınarak profil derinliklerine göre yatak alanlarının çizilmesi ile elde edilen grafik (diğer bir deyişle t_b 'ye karşı profil derinliği eğrisi), ABBOTT yatak alan diagramı olarak adlandırılır. Şekil 4'te Abbott yatak alan diagramı şematik olarak gösterilmektedir. Modern elektronik profil ölçerler bu grafiği doğrudan çizebilmektedirler.

Abbott diagramının küçük t_b değerleri tarafındaki bölgeye en iyi uyabilen doğru (1. karakteristik doğru) ile büyük t_b değerleri tarafına en iyi uyabilen doğrunun (2. karakteristik doğru) kesim noktası; yüzeydeki platolarla derin mikro yağ kanallarını (derin vadileri) birbirinden ayıran sınırı belirler. Şekil 5'te silindir yüzeyinden alınan bir profile ait Abbott diagramı görülmektedir. Şekilde gösterilen değerler şöyledir:

- A : Plato pürüz derinliği (μm)
- B : Plato yatak alanı oranı (%)
- C : Maksimum yağ kanal derinliği (μm)



Şekil 4 ABBOTT yatak eğrisi

Yukarıdaki tanımlamalara dayanarak, plato honlanmış bir yüzeydeki mikro yağ kanallarında tutulabilecek yağın hacmi, V (birim yüzey alanı için) aşağıdaki denklemle hesaplanabilir [1].

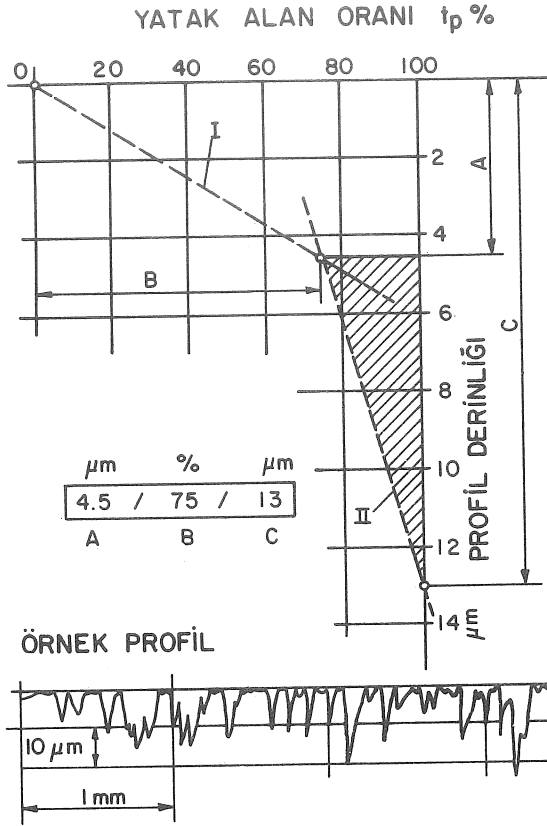
$$V_0 = \frac{(100-B)(C-A)}{2000} \text{ mm}^3/\text{cm}^2$$

Şekil 5'teki 1. bölge yüzeyin plato kısmını, 2. bölge ise mikro yağ kanalları kısmını göstermektedir. Deneysel sonuçlara göre 2. bölgedeki doğrunun eğiminin 0.2 ($\mu\text{m}/\%$) olduğu belirtilmektedir [2]. Bu durumda [1]

$$V_0 = \frac{(100-B)^2}{2000} \text{ mm}^3/\text{cm}^2$$

olarak hesaplanabilir. Şekil 6'da normal honlanmış bir yüzey ile plato-honlanmış bir yüzeye ait Abbott diagramları görülmektedir.

Plato-honlanmış yüzeyin kalitesinin tanımlanmasında Abbott yatak diagramının parametreleri bazı motor üreticisi firmalar tarafından kalite kontrol kriteri olarak kullanılmaktadır. İyi plato-honlanmış bir yüzeyde A=1.2-2.5 μm , B=% 70-80, C=3-6 μm ol-



Şekil 5 Motor silindir yüzeyinden alınmış bir yüzey profil örneği ve profile ait ABBOTT yatak eğrisi [2]

ması beklenir. Şekil 7'de motor üreticisi tanınmış bir firmanın radyal pompalar için kullandığı plato-honlama kriteri görülmektedir. Burada kabul edilebilir bir yüzey için Abbott diagramının alt ve üst sınırları belirlenmiştir.

ÇARPIKLIK PARAMETRESİ

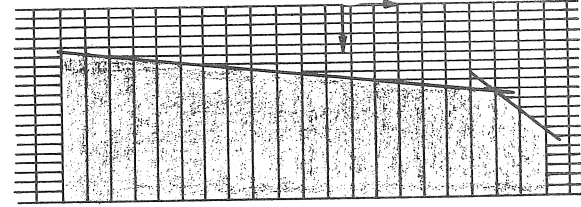
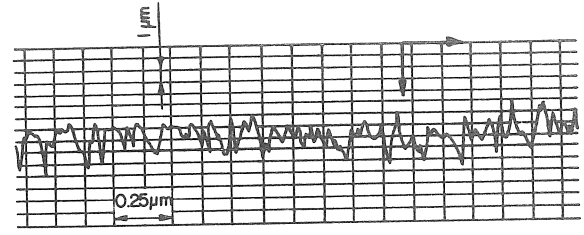
Çarpıklık parametresi, S_k , pürüz yükseklik dağılım eğrisindeki asimetriyi belirten bir parametredir. Şekil 8'de dağılım eğrisi ve çarpıklık parametresi şematik olarak görülmektedir. Çarpıklık parametresinin matematiksel tanımı aşağıdaki gibidir:

$$S_k = \frac{1}{R_q^3} \frac{1}{n} \sum (y_i - y)^3$$

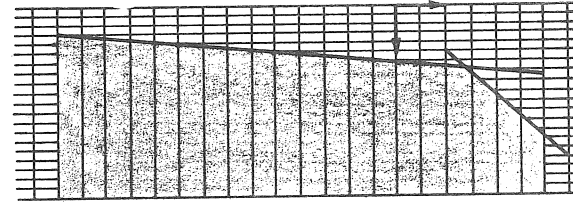
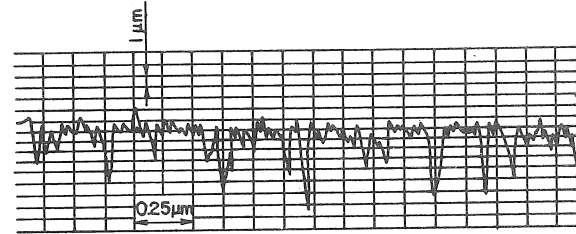
İşlenmiş bir yüzeyin çarpıklık parametresi eğer negatif ise, yüzey daha çok vadilerden oluşan, eğer pozitif ise daha çok tepelerden oluşan bir profile sahiptir (Şekil 9). Plato-honlanmış bir yüzeyin çarpıklık parametresinin -1.6 ile -3.0 arasında olması gerekir [2]. Bazı motor üreticisi firmalar çarpıklık parametresini plato-honlanmış yüzeylerin kalite kontrol parametresi olarak kullanmaktadırlar.

GENEL YÖNTEM

Motor üreticisi firmalar, plato-honlanmış yüzey-



A = 2.5 μm B = 91% C = 4 μm
Yüzeyin yağ tutma hacmi = 0.008 mm^3/cm^2
NORMAL HONLAMA



A = 1.5 μm B = 83% C = 5.5 μm
Yüzeyin yağ tutma hacmi = 0.029 mm^3/cm^2

PLATO HONLAMA

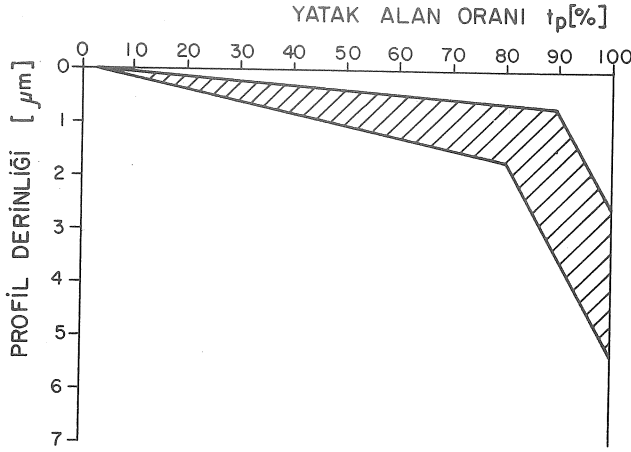
Şekil 6 Normal honlanmış ve plato honlanmış iki yüzeye ait profiller ve ABBOTT yatak eğrileri [2]

lerin kalite kontrolünde kendi standartlarını ve kontrol yöntemlerini kullanmaktadırlar. Henüz bu konuda kabul edilmiş genel bir standart ve ölçüm yöntemi bulunmamakla beraber, kullanılan yöntem ve değerler farklı olsalar bile bazı ortak değerler paylaşılmaktadır. Motor üreticisi firmaların çoğu tarafından kabul edilebilir tipik bir plato-honlama standardı aşağıdaki gibidir.

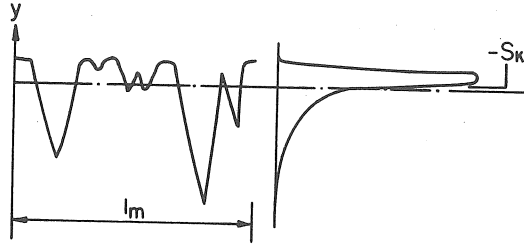
PLATO-HONLANMIŞ YÜZEYLERİN KALİTE KONTROL STANDARDI [3]

Honlama Deseni (Hone Pattern)

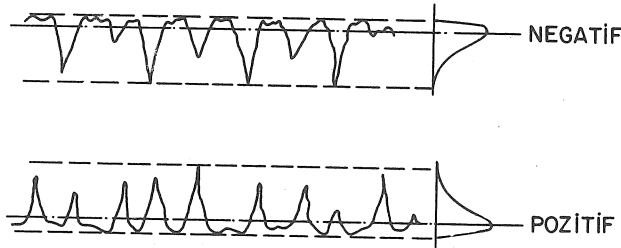
Yüzeydeki honlama izleri her iki yönde de temiz



Şekil 7 Motor üreticisi bir firmada kullanılan plato honlanmış yüzeyler için ABBOTT yatak eğrisi sınırları



Şekil 8 Yüzey pürüzlük dağılım eğrisinin merkezden kaçıklığının belirten çarpıklık parametresi

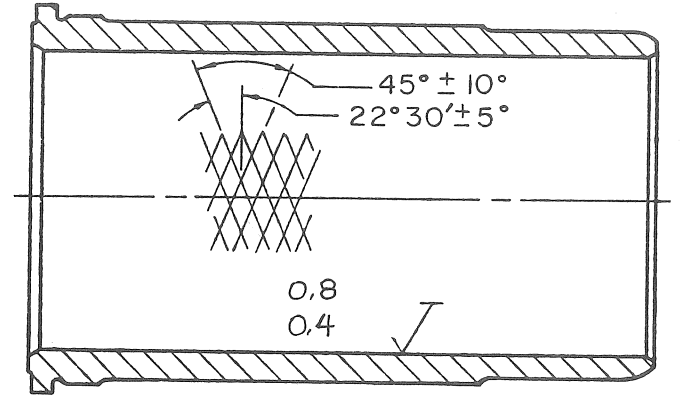


Şekil 9 Pozitif ve negatif çarpıklık parametrelerine sahip iki yüzey-profilinin ve pürüzlük dağılım eğrilerinin şematik görünümü

düzenli olmalı ve tarama deseni (cross hatch pattern) açısı 35 ile 55 arasında bulunmalıdır (Şekil 10).

Yüzey Pürüzlülüğü

Yüzey pürüzlülüğü, R_a , silindir boyunca 0.4-0.8 μm arasında olmalıdır. Ancak silindirin her iki ucundan 18 mm mesafedeki bölgelerde 0.4-1.0 μm arasında bulunabilir (Şekil 10).



Şekil 10 Silindir yüzey kalitesi kriteri

Profil Parametreleri

Plato-honlanmış bir yüzeyin parametreleri Şekil 3'te tarif edildiği gibidir.

Plato alan oranı: Plato-honlanmış bir yüzeyin plato (yatak) alanı toplam yüzey alanının % 50 ile % 75 arasında olmalıdır.

Mikro yağ kanalı derinliği (Y): Mikro yağ kanallarının plato yüzeyinden olan derinliğinin 3-15 μm arasında olması gerekir.

Mikro yağ kanalı genişliği (W): Mikro yağ kanallarının plato yüzeyindeki genişliklerinin 5-10 μm arasında olması gerekir.

Platodaki pürüzlerin maksimum yükseklikleri (Z): Plato pürüzlerinin maksimum yüksekliğinin 2.5 μm 'den daha büyük olmaması gerekir.

Derin mikro yağ kanalları arasındaki mesafe (L): Genişliği 75 μm 'dan, derinliği 14 μm 'den daha büyük olan iki mikro yağ kanalı arasındaki mesafenin 5 mm'den daha fazla olması gerekir.

Niteliksel Tanımlar

- Tarama deseni temiz bir şekilde kesilmiş fakat keskin kenarlı olmamalı ve ezilmiş veya koparılmış çapak bulunmamalıdır.
- Silindir yüzeyinde ezilmiş veya perdahlanmış bölge bulunmamalıdır.
- Silindir yüzeyinde gömülü parçacık bulunmamalıdır.

SONUÇ

Motor silindir yüzeylerinin plato-honlama ile işlenmesi son 20 yıldır kullanılan ve uygulaması her geçen gün artan bir yöntemdir. Plato-honlama uygulamasıyla silindir yüzeylerinde yapay bir aşınma

oluşturulmaktadır. Bu şekilde işlenmiş bir motorun ilk kullanılma süresi içinde alıştırma (rodaj) yapılması gerekmektedir. Bu husus kullanıcı açısından son derece avantajlı olmakla kalmayıp alıştırma süresi içinde yapılabilecek hatalı kullanma sonucu motorda hasar meydana gelebilmesi veya motor ömrünün etkilenmesi önlenmektedir.

Plato-honlanmış yüzeylerin kabul edilmiş genel bir standardı olmaması motor veya silindir gömleği üreten firmaların kendi geliştirdikleri kalite standartlarına göre üretim yapmalarına neden olmaktadır. Firmalar, kullandıkları plato-honlama yöntemini ve geliştirdikleri kalite kontrol yöntemlerini kendi teknolojik know-how'larının bir parçası olarak görmektedirler.

Genellikle kullanılan yöntem, daha önceki bölümde açıklanan yüzey profil parametrelerin ölçülmesi ve verilen değerler içinde olup olmadıklarının kontrolü şeklindedir. Parametrelerin ölçülmesi yüzey profilinin grafik çıktısı üzerinde yapılmaktadır. Ancak bu ölçmelerin yapılması, ölçümü yapan kişinin kişisel yorumuna oldukça bağlıdır. Diğer bir deyişle, bu yöntem kullanıldığı takdirde değerlendirmeyi yapacak kalite kontrol elemanının bu konuda deneyimli ve dikkatli olması gerekir.

Elektronik profil ölçerler plato-honlama parametrelerinden bazılarını doğrudan verebilmekte, yüzey profilini ve Abbott yatak diagramını çizebilmektedirler. Ancak bu parametre ve grafiklerin üretici firmanın kendi standardına göre yorumlanıp değerlendirilmesi çok zaman almakta, böylece kalite kontrol zamanını ve dolayısıyla masrafını artırmaktadır. Kalite kontrol zamanını kısaltmak için en uygun yol, elektronik profil ölçerlerin mikrobilgisayar-

lara doğrudan bağlanması ve değerlendirmenin otomatik olarak ve en kısa zamanda yapılmasını temin etmektir. Bunun için bu değerlendirmeyi üretici firmanın standartlarına göre yapacak bilgisayar programının geliştirilmesi gerekir.

SURFACE QUALITY CRITERIA FOR PLATEAU-HONED BORES

One of the factors affecting the efficiency of an internal combustion engine is the quality of its cylinder bore surface. The last machining operation applied to cylinder bores is honing by which the desired geometric accuracy and the surface quality is obtained. The surface quality of cylinder bores should be such that it contains smooth bearing area with relatively deeper micro oil grooves which holds oil for lubrication. During the running-in period, the piston ring wear out the top of the asperities so that a bearing area is established. This wear process is artificially performed by "plateau-honing" operation so that no running-in period is required. In this paper, the cylinder bore surface quality criteria for plateau-honed bores are discussed and some quality standards are presented.

KAYNAKÇA

- 1 Trautwein, R., "Characteristic Values for Determining-and Evaluating the Surface of Cylinder Bores", Mahle GmbH, Technical Report 1978.
- 2 Stout, K.J. and Davis, E.J., "Surface Topography of Cylinder Bores-The Relationship Between Manufacture, Characterization and Function", 95, (1984), Wear.
- 3 Anlağan, Ö., "Cylinder Sleeve Bore Surface Finish Specifications", Richland Industries Ltd. Technical Report 1986.

Ömer Gündüz BİLİR

Doç.Dr.,
Makina Mühendisliği Bölümü,
Orta Doğu Teknik Üniversitesi,
Ankara

Dondurulmuş Kompozitlerin Mekanik Özellikleri

GİRİŞ

Dolgu maddesi ihtiva eden kompozit malzemelerin mekanik özellikleri üzerinde yapılan birçok araştırmada, dolgu maddesi tanecik boyutu olarak, 30 µm'nin altındaki boyutlar kullanılmıştır. Bu çalışmada dolgu maddesi olarak kullanılan alumina trihidrat tozlarının ortalama tanecik boyutları 30 µm ile 137.5 µm arasında değişmektedir. Yurdumuzda üretilen dolgu maddesi tozlarının boyutlarına göre sınıflandırılmaları için henüz bir standartlaşma olmadığından, bu tozlar öğütücüden çıktığı gibi kullanılmak üzere piyasaya verilmektedir.

Alumina trihidrat tozunun dolgu maddesi olarak bu araştırmada kullanılmasındaki en önemli faktörlerden biri, bu maddenin yanmama özelliğine sahip olmasıdır. Yapılan deneylerden elde edilen verilere göre matris malzeme içerisine konulan alumina trihidrat tozlarının tanecik boyutunun artmasıyla malzemenin yanmama özelliğinin arttığı bulunmuştur.

Üretilen kompozit malzemelerin mekanik özelliklerinde gözlenen değişimler, dolgu maddesi tanecikler arası ortalama serbest mesafeye (mfp) ve dolgu maddesi hacim oranına (V_p) bağlı olarak incelenmiştir. Konu ile ilgili literatürde mevcut çalışmaların çoğunda kompozit malzemelerin mekanik özellikleri dolgu maddesi tanecik boyutu ya da dolgu maddesi hacim oranı ile araştırılmıştır. Halbuki malzemenin mekanik özellikleri mfp'e bağlı olarak incelendiğinde, elde edilen eğriler hem tanecik boyutunu hem de dolgu maddesi hacim oranını kapsamaktadır. Çünkü mfp değerinin hesaplanmasında kullanılan

$$mfp = \frac{2d}{3V_p} (1 - V_p) \quad (1)$$

eşitliğinden [1] de görüleceği üzere mfp dolgu maddesi tanecik boyutu (d_m) ile hacim oranının (V_p) bir fonksiyonudur.

Araştırmada kullanılan dolgu maddesi matris malzeme ile iyi bir bağ oluşturmamaktadır. Piyasadan temin edilen alumina trihidrat tozları hiçbir yüzeysel kaplama işlemine tabi tutulmamış ve bağlayıcı eleman olarak kullanılan kimyasal maddeler katılmamıştır. Bunun neticesi olarak da matris malzeme ile dolgu maddesi arasında zayıf bir bağ oluşmuştur.

Kullanılan dolgu maddesi tanecik şekilleri incelendiğinde taneciklerin hepsinin küresel olmadığı ve bazılarında keskin köşelerin bulunduğu gözlenmiştir.

DENEYSEL ÇALIŞMA

a) Kullanılan Malzemeler

Bu araştırmada İlkester Reçine Sanayi A.Ş. tarafından üretilen genel amaçlı P-1016 doymamış poliyester reçinesi matris malzeme olarak kullanılmıştır. Reçinenin fiziksel özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Dolgu maddesi olarak Etibank Seydişehir Alüminyum Tesisleri'nden temin edilen alumina trihidrat ($Al_2O_3 \cdot 3H_2O$) tozları kullanılmıştır. Bu tozlar 150, 125, 90, 71 ve 50 µm eleklerden geçirilerek

Çizelge 1 P-1016 poliyester reçinesinin fiziksel özellikleri

Viskozite (10°)	4-5 Poise
Özgül Ağırlık ρ_m (20°)	1.08 gr/cm ³
Asit Değeri	17-25 gr KDH/gr
Styren Oranı	% 40
Görünüş	Hafif puslu ve saman-rengi
Stabilite 20° karanlıkta	4-6 Ay

ortalama tanecik boyutlarına göre tasnif edilmişlerdir. Alumina trihidrat tozlarının kimyasal bileşimi ve fiziksel özellikleri Çizelge 2'de verilmiştir.

Poliyester reçinesine ilave edilen çeşitli oranlardaki kür katkı maddeleri ile jelleşme süreleri tayin edilmiştir. Kür reaksiyon başlatıcı olarak Metil Etil Keton Peroksit (MEKP) sertleştiricisi ile kobaltlı hızlandırıcı kullanılmıştır. Numune hazırlama bakımından en iyi jelleşme süresini veren % 0.5 Kobalt Tuzu ve % 1 MEKP karışımı seçilmiştir. Bu karışıma göre reçinenin jelleşme zamanı 12 dakika olarak bulunmuş ve bütün deneylerde bu karışım oranı sabit tutulmuştur.

Çizelge 2 Alumina trihidrat tozlarının kimyasal ve fiziksel özellikleri bileşimi

Al ₂ O ₃	% 98.3 En az
SiO ₂	% 0.013
Fe ₂ O ₃	% 0.021
Na ₂ O	% 0.290
ZnO ₂	% 0.007
TiO	% 0.002
P ₂ O ₅	% 0.001
Rutubet (5110°C)	% 12
Elektriksel Direnci	10 ¹⁰ ohm-cm
Özgül Ağırlık ρ_p	2.47 gr/cm ³
PH	11.0-11.5

b) Kompozit Malzemenin Hazırlanması

Kompozit malzemenin hazırlanması için gerekli reçine ve dolgu maddesi miktarları aşağıda gösterildiği gibi hesaplanmıştır.

1. Kompozit Malzemenin İçerisindeki Dolgu Maddesi Hacim Oranının (V_p) Hesaplanması:

Dolgu maddesi tanecikler arasında istenilen ortalama serbest mesafe (mfp) değeri ve kullanılacak olan ortalama dolgu maddesi tanecik boyutu (d_m) için denklem (1)'de verilen eşitlik kullanılarak kompozit malzeme içerisindeki dolgu maddesi hacim oranı V_p hesaplanmaktadır.

2. Alumina Trihidrat Tozu ve Poliyester Reçine Miktarlarının Hesaplanması:

Üretilen kompozit malzeme içerisinde istenilen

Çizelge 3 Deneysel programı

Numune No	mfp μm	d_m μm	V_p %	W_1 gr	W_2 gr
1	00	0.0	0.00	0.00	0.00
2	50	30.0	28.57	47.77	91.48
3	75	30.0	21.05	37.88	60.98
4	100	30.0	16.67	81.39	65.75
5	125	30.0	13.79	26.78	36.58
6	150	30.0	11.76	23.36	30.48
7	200	30.0	9.09	18.61	22.87
8	75	60.5	34.97	55.15	122.99
9	100	60.5	28.74	47.98	92.24
10	125	60.5	24.40	42.47	73.81
11	150	60.5	21.19	38.08	61.49
12	200	60.5	16.78	31.56	46.11
13	400	60.5	9.16	18.74	23.06
14	100	80.5	34.92	55.10	122.72
15	125	80.5	30.04	49.55	98.20
16	150	80.5	26.35	45.00	81.82
17	200	80.5	21.16	38.04	61.38
18	400	80.5	11.83	23.48	30.69
19	125	107.5	36.44	56.73	131.12
20	150	107.5	32.33	52.21	109.27
21	200	107.5	26.38	45.04	81.95
22	400	107.5	15.19	29.06	40.96
23	1000	107.5	6.69	14.09	16.40
24	150	137.5	37.93	58.29	139.76
25	200	137.5	31.43	51.29	104.83
26	400	137.5	18.64	34.38	52.40
27	1000	137.5	8.40	17.34	20.97

dolgu maddesi hacim oranı V_p olması için alumina trihidrat tozunun V_p ve poliyester reçinesinin de V_m ($V_m=1-V_p$) hacminde olması gerekmektedir. Bu değerler ağırlık olarak yazıldığı takdirde:

$$\text{Dolgu maddesi için } W_p = V_p \times \rho_p \quad (2)$$

$$\text{Reçine için } W_m = V_m \times \rho_m = (1-V_p) \rho_m \quad (3)$$

$$\text{Toplam ağırlık } W = W_p + W_m \quad (4)$$

$$\text{ya da } W = V_p \rho_p + (1-V_p) \rho_m \quad (5)$$

olacaktır. Burada ρ_p dolgu maddesinin özgül ağırlığı, ρ_m poliyester reçinesinin özgül ağırlığı ve V_p 'de-dolgu maddesinin kompozit malzeme içindeki hacim oranıdır.

Yukarıdaki eşitliklerden dolgu maddesinin kompozit malzeme içerisindeki ağırlık olarak yüzdesi:

$$W_1 = \frac{V_p \rho_p}{V_p \rho_p + (1-V_p) \rho_m} \times 100 \quad (6)$$

eşitliği ile hesaplanmaktadır. Diğer yandan dolgu maddesinin poliyester reçine içerisindeki ağırlık miktar yüzdesi de:

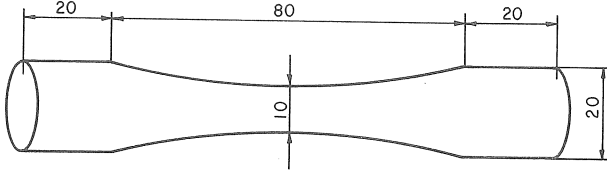
$$W_2 = \frac{V_p \rho_p}{(1-V_p) \rho_m} \times 100 \quad (7)$$

bağlantısıyla bulunmaktadır.

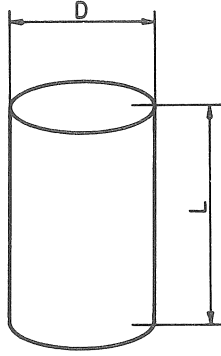
c) Deney Numuneleri

Üretilen kompozit malzemelerin mekanik özelliklerinin bulunması için çekme, basma, eğilme ve darbe deney numuneleri hazırlanmıştır. Çekme deney numuneleri Şekil 1'de gösterilen ölçülere göre çelikten yapılmış bir kalıba dökülerek elde edilmiştir.

Basma deneyleri için uzunluk/çap (L/D) oranları 0.5, 1 ve 1.5 olan üç ayrı deney numunesi Şekil 2' de gösterilen ölçülere göre teflondan yapılmış kalıplarda hazırlanmışlardır.

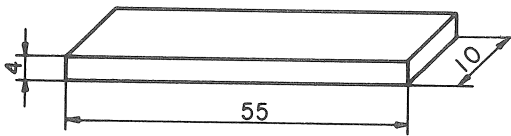


Şekil 1 Çekme deney numunesi

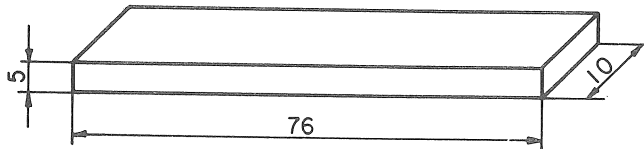


Şekil 2 Basma deney numunesi

Eğilme deney numuneleri Şekil 3'de, darbe deney numuneleri de Şekil 4'de gösterilen ölçülere göre pirinçten yapılmış kalıplardan çıkartılmışlardır.



Şekil 3 Eğilme deney numunesi



Şekil 4 Darbe deney numunesi

Bütün kalıplara aynı anda dökülen kompozit malzemede, dolgu maddesinin reçine içerisinde homojen olarak dağılmasını sağlamak amacıyla kalıplar 1.5 d/dak ile dönen bir cihaza bağlanarak 30 dakika döndürülmüştür.

Dönme işleminden sonra kalıplar 80°C'lik bir fırında son kür işleminin tamamlanması için 1 saat tutulmuştur.

d) Deney Programı

Kompozit malzemenin içerisindeki dolgu maddesi hacim oranı ile tanecik boyutunun malzemenin mekanik özelliklerine olan etkilerini incelemek için Çizelge 3'e göre hazırlanmış deney numuneleri kullanılmıştır.

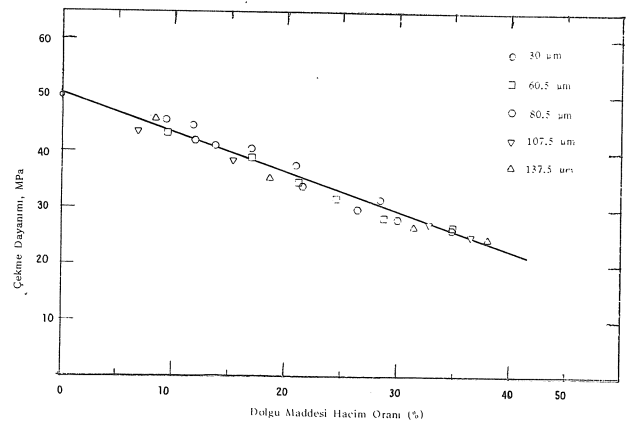
Çekme, basma ve eğilme deneyleri 10 tonluk Instron Universal çekme-basma makinasında yapılmış ve bütün deneylerde çene ilerleme hızı 0.5 mm/dak olacak şekilde sabit tutulmuştur.

Darbe deneyleri Universal Tinius Olsen darbe test makinasında yapılarak, darbe deneyi esnasındaki yük değişimi ve darbe enerjileri test makinası üzerinde bulunan cihazlar yardımıyla kaydedilmiştir.

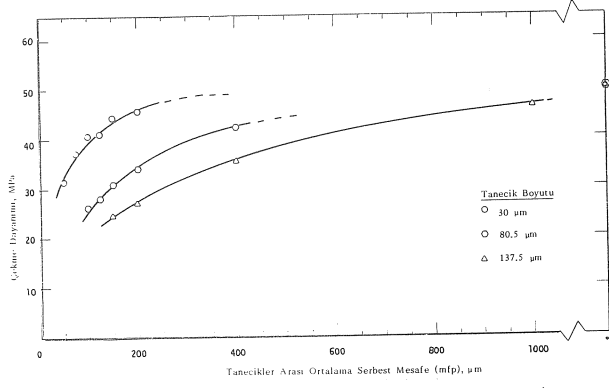
Deney numunelerinin sertlikleri Colman Sertlik ölçme cihazı ile ölçülmüştür.

DENEY SONUÇLARI

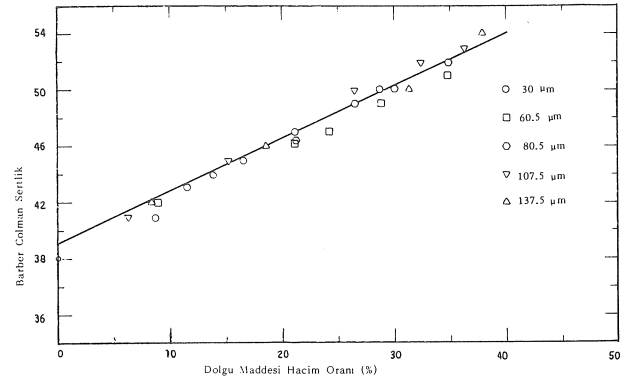
Malzemenin mekanik özelliklerinin dolgu maddesi hacim oranına ve tanecikler arası ortalama serbest mesafeye göre değişimleri Şekil 5-20'de gösterilmiştir.



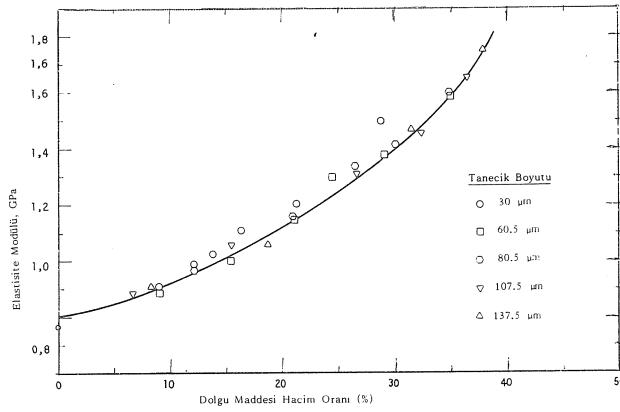
Şekil 5 Çekme dayanımının dolgu maddesi hacim oranı ile değişimi



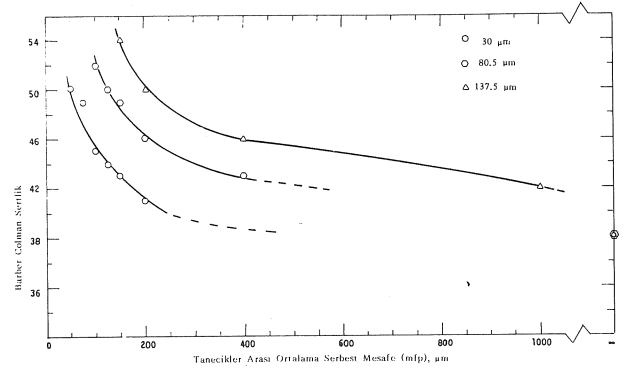
Şekil 6 Çekme dayanımının tanecikler arası ortalama serbest mesafesi ile değişimi



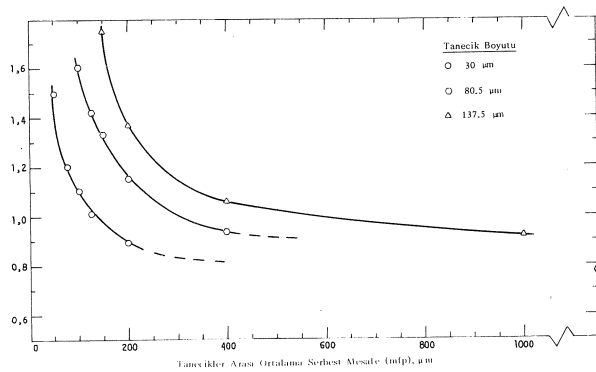
Şekil 9 Barber Colman sertlik değerinin dolgu maddesi hacim oranı ile değişimi



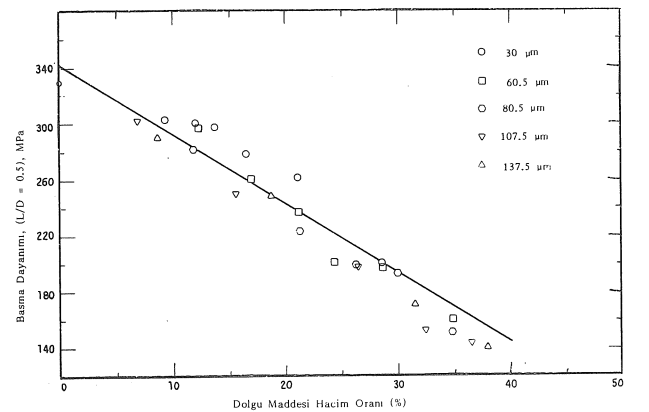
Şekil 7 Elastisite modülünün dolgu maddesi hacim oranı ile değişimi



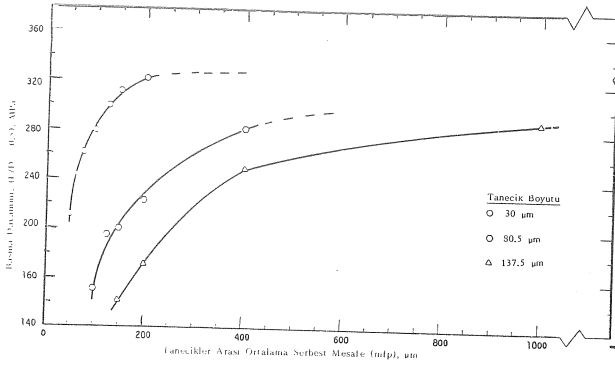
Şekil 10 Barber Colman sertlik değerinin tanecikler arası ortalama serbest mesafesi ile değişimi



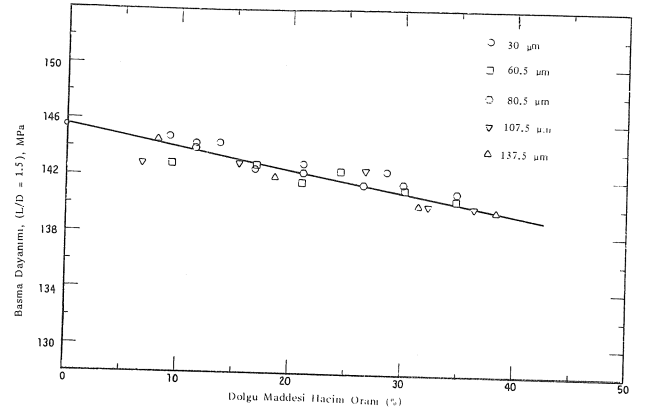
Şekil 8 Elastisite modülünün tanecikler arası ortalama serbest mesafesi ile değişimi



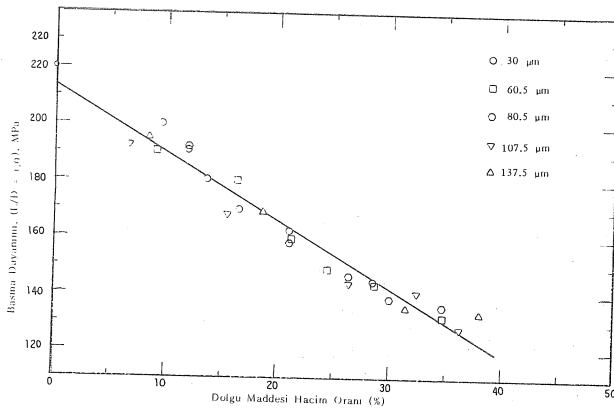
Şekil 11 Basma dayanımının dolgu maddesi hacim oranı ile değişimi (L/D=0.5)



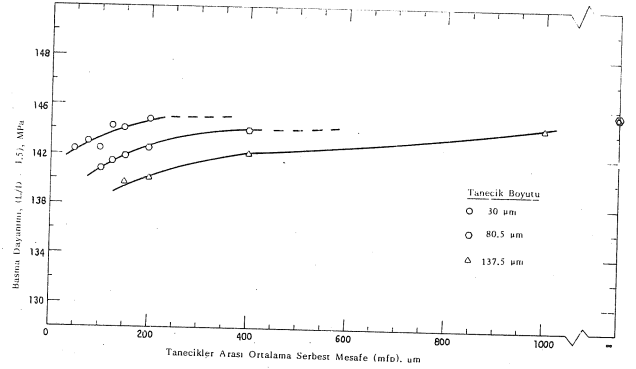
Şekil 12 Basma dayanımının tanecikler arası ortalama serbest mesafesi ile değişimi (L/D=0.5)



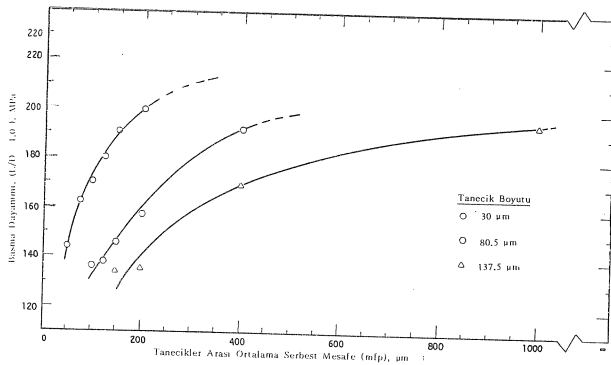
Şekil 15 Basma dayanımının dolgu maddesi hacim oranı ile değişimi (L/D=1.5)



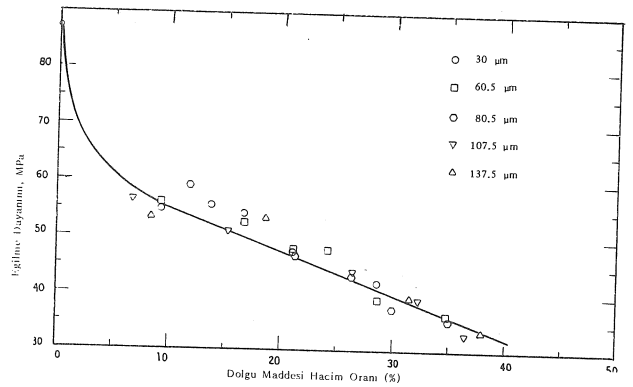
Şekil 13 Basma dayanımının dolgu maddesi hacim oranı ile değişimi (L/D=1.0)



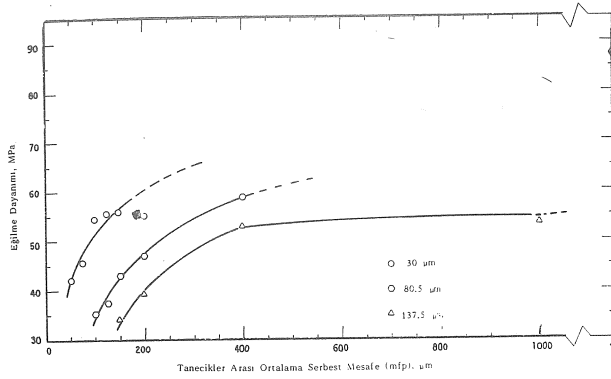
Şekil 16 Basma dayanımının tanecikler arası ortalama serbest mesafesi ile değişimi (L/D=1.5)



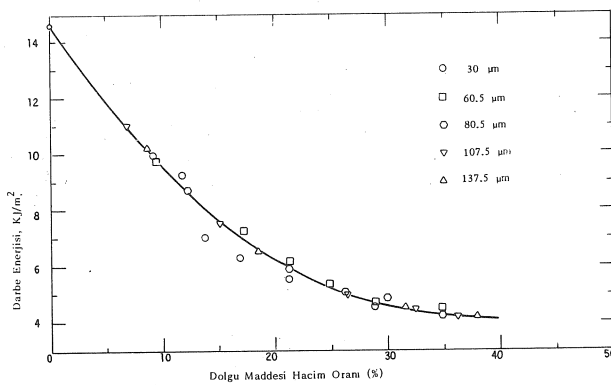
Şekil 14 Basma dayanımının tanecikler arası ortalama serbest mesafesi ile değişimi (L/D=1.0)



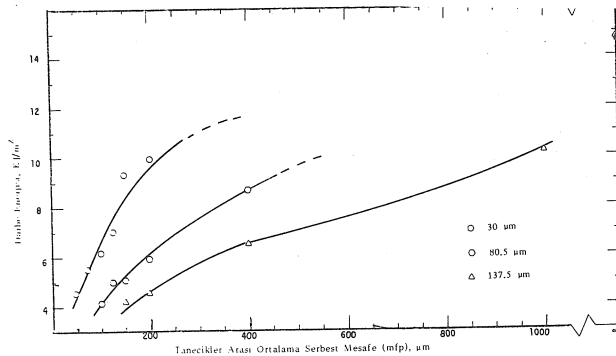
Şekil 17 Eğilme dayanımının dolgu maddesi hacim oranı ile değişimi



Şekil 18 Eğilme dayanımının tanecikler arası ortalama serbest mesafesi ile değişimi



Şekil 19 Darbe enerjisinin dolgu maddesi hacim oranı ile değişimi



Şekil 20 Darbe enerjisinin tanecikler arası ortalama serbest mesafesi ile değişimi

Bu şekillerden de görüleceği gibi, dolgu maddesi olarak alumina trihidrat tozu ihtiva eden kompozit malzemenin mekanik özelliklerinin dolgu maddesi hacim oranına, tanecik boyutuna ya da bu iki özelliği birden kapsayan dolgu maddesi tanecikler arası ortalama serbest mesafeye bağlı olduğu anlaşılmıştır.

Malzeme dayanımları üzerinde yapılan teorik çalışmalarda bu hususlar üzerinde durularak dayanımların dolgu maddesi tanecik boyutuna bağlı olduğu kadar tanecikler arası ortalama serbest mesafeye bağlı olduğu ileri sürülmüştür. [1-4].

Bu malzemenin mekanik özellikleri mfp'e göre incelendiğinde verilen dolgu maddesi her tanecik boyutu için kritik bir mfp değeri olduğu görülmüştür. Bu kritik mfp değerinin altında malzeme dayanımlarının hissedilir bir şekilde azaldıkları gözlenmiştir. Malzeme içerisindeki dolgu maddesi tanecikler arası ortalama serbest mesafesinin azalmasıyla birbirine yaklaşan tanecikler, malzeme içerisinde çatlak ilerlemesini kolaylaştıracağından malzeme dayanımlarında gözlenen azalmalara neden olmuştur.

İncelenen bu malzemede kritik mfp değerleri küçük tanecik boyutlarında yaklaşık 150-200 µm ve daha büyük boyutlarda ise, 400-1000 µm arasında değişmektedir. Bu değerlerin üzerinde malzeme dayanımlarında ani değişimler olmadığı ve matris malzeme dayanımına yakın değerler elde edildiği görülmüştür.

Malzemenin mekanik özellikleri dolgu maddesi hacim oranına göre incelendiğinde çekme, basma ve sertlik değerlerinin doğrusal olarak, elastisite modülü, eğilme dayanımı ve darbe enerjilerinin ise doğrusal olmayan bir değişme gösterdiği bulunmuştur.

Mekanik özelliklerin iyileştirilmesinde kullanılan dolgu maddesi taneciklerinin yüzeysel kaplama işlemi bu çalışmada kullanılmamıştır. Bu konu ile ilgili araştırmaların bazılarında [5-8] mekanik özelliklerin yüzde 10-15 arasında arttığı belirtilmiştir.

Kür katkı maddesi olarak kullanılan kobalt tuzu ve MEKP kimyasal bileşikler ve matris malzeme olarak kullanılan poliyester reçine oda sıcaklığında zamanla özelliklerini yitirmektedirler. Deney programı içerisinde verilen bütün numunelerini (bir set için 162 adet numune) bir anda dökmek mümkün olmadığından, kür katkı maddelerinde ve reçine de meydana gelecek değişimler malzemenin mekanik özelliklerine tesir edecektir. Bunun için kür katkı maddeleri ve reçine, kullanılmadıkları zaman karanlık ve serin bir yerde muhafaza edilerek malzeme özelliklerine olan etkilerinin azaltılmasına çalışılmıştır.

Diğer yandan reçine dolgu maddesi ve kür katkı maddelerinin tartımında olabilecek çok küçük oynamalar derhal malzeme özelliklerine etki edecektir. Hassas bir elektronik terazi kullanarak bu etkinin azaltılmasına çalışılmıştır.

Malzeme özelliklerine tesir eden bütün bu-faktörler göz önünde tutulduğunda, bazı deney verilerinde görülen dağılık neticeler normal kabul edilebilir.

Dolgu maddesi olarak kullanılan alumina trihidrat tozunun önemli bir özelliği yanmayı geciktirmesi ve elektriksel direncinin yüksek olmasıdır. Yapılan deneylerden tanecik boyutunun artmasıyla yanmanın azaldığı görülmüştür. Yanmama ve iyi mekanik özelliklerini içeren bir malzemenin geliştirilmesi ise ancak alumina trihidrat toz boyutunun büyük seçilmesi ve bu tanecik boyutuna rastlayan kritik mfp değerinin üstünde çalışılmasıyla mümkündür.

SONUÇ

Malzemenin mekanik özelliklerinin dolgu maddesi hacim oranı ve tanecik boyutu ile yani tanecikler arası ortalama serbest mesafesiyle değiştiği bulunmuştur.

Çekme, basma dayanımları dolgu maddesi hacim oranına bağlı olarak doğrusal bir azalma göstermiştir.

Malzemenin elastisite modülü dolgu maddesi hacim oranı ile parabolik bir değişme göstererek hacim oranının artmasıyla artmıştır.

Eğilme dayanımı ve darbe enerjileri ise, dolgu maddesi hacim oranına bağlı olarak doğrusal olmayan bir azalma göstermiştir.

Barber Colman Sertlik değerleri dolgu maddesi hacim oranıyla doğrusal bir artış vermiştir.

Malzemenin mekanik özellikleri dolgu maddesi tanecikler arası ortalama serbest mesafeye bağlı

olarak üssel bir değişme göstermişler ve her tanecik boyutu için kritik bir mfp değeri olduğu görülmüştür. Küçük tanecik boyutlarında bu değerin yaklaşık 200 μm ve büyük tanecik boyutlarında ise, 1000 μm olduğu bulunmuştur.

Verilen bir mfp değeri için dolgu maddesi tanecik boyutunun azalmasıyla malzemenin çekme, basma, eğilme ve darbe dayanımlarında artış olmuş, elastisite modülü ve sertlik değerlerinde ise azalma görülmüştür.

MECHANICAL PROPERTIES OF PARTICULATE FILLED COMPOSITE

In this study, the mechanical properties of polyester $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ composite system are investigated.

It is seen that the mechanical properties of composite system depend on the volume fraction of the filler, the particle size or the mean free path which is the combination of these two.

KAYNAKÇA

- 1 Edelson, B.I., and Baldwin, W.M., "The Effect of Second Phases on the Mechanical Properties of Alloys", *Trans. ASME*, 55, (1962).
- 2 Bractman, L.J., and Krock, R.H., "Modern Composite Materials", Reading, Massachusetts Addison-Wesley Publishing Company, 2, 1967.
- 3 Lange, F.F., and Radford, K.C., "Fracture Energy of an Epoxy Composite System", *J. Mat. Science*, 6, (1971).
- 4 Gensamer, M., "Strength and Ductility", *Am. Soc. Metals-Trans.*, 36, (1946), 30.
- 5 Griffith, A.A., "the Phenomena of Rapture and Flow in The Solids", *Phil. Trans. Roy. Soc.*, A221, 163, (1920).
- 6 Brantman, L.J., and Sahu, S., "The Effect of Interfacial Bonding on the Toughness of Glass Filled Polymers", *Mat. Science and Eng.*, 8, (1971), 98.
- 7 Lange, F.F., "The Interaction of a Crack Front with a Second Phase Dispersion", *Phil. Mag.*, 22, (1971), 983.
- 8 Lange, F.F., "Fracture Energy and Strength Behaviour of a Sodium Borosilicate Glass- Al_2O_3 Composite System", *J. Amer. Ceramic Society*, 54, (1971), 614.

Metin AKKÖK

Doç.Dr.,
Makina Mühendisliği Bölümü,
Orta Doğu Teknik Üniversitesi,
Ankara

Viskosite Sınıflandırma Sistemleri

GİRİŞ

Endüstride makinaların çok değişik çalışma şartlarında yağlanması için çeşitli madeni yağlar gerekmektedir. Yağların sınıflandırılması kinematik viskosite değerleri temel alınarak yapılmaktadır. Günümüze kadar bir çok kuruluş tarafından yağların sınıflandırılması yapılmıştır. Ancak tüm mühendislik kuruluşları tarafından kabul edilebilen ortak bir sınıflandırmaya endüstrileşmenin başlangıcında geçilememiş olması bugün oldukça büyük karışıklığa neden olmaktadır.

Bu kısa yazıda, Uluslararası Standartlar Organizasyonu (ISO) tarafından kabul edilen viskosite sınıflandırma sistemi ile daha önceki sınıflandırma sistemlerinin karşılaştırılması yapılmış ve diğer sistemlerde eşdeğer yağ sınıfının bulunması verilmiştir.

ISO SINIFLANDIRMASI

ISO yağ sınıflandırmasında, yağların 40°C'deki cSt (mm²/s) cinsinden kinematik viskosite değerleri temel alınmıştır. Viskosite numarası (yağ sınıflandırma numarasından % 50 artırılarak elde edilen sayının standart sayıya yuvarlatılması ile elde edilmiştir. Örneğin: 10,15,22,32,46,68,100 ve bu sayıların onluk katları. Her viskosite numarası belli bir bölgedeki viskosite değerlerinin orta değeridir. Bu bölge orta viskosite değerinin % 10 değişimi ile belirlenir. Bu sınıflandırma sisteminin özelliği viskositenin 40°C'de verilmesidir. Bu nedenle diğer sıcaklıklardaki viskosite, hidrocarbon yapısı, katık oranı, özel uygulamalar için uygunluğu gibi yağ kalitesini belirten diğer konularda hiç bir bilgi vermemesidir. Bu sınıflandırma sistemi ASTM (American Society for Testing and Materials) ve ASLE (American Society of Lubrication Engineers) tarafından kabul edilmiştir.

AGMA SINIFLANDIRMASI

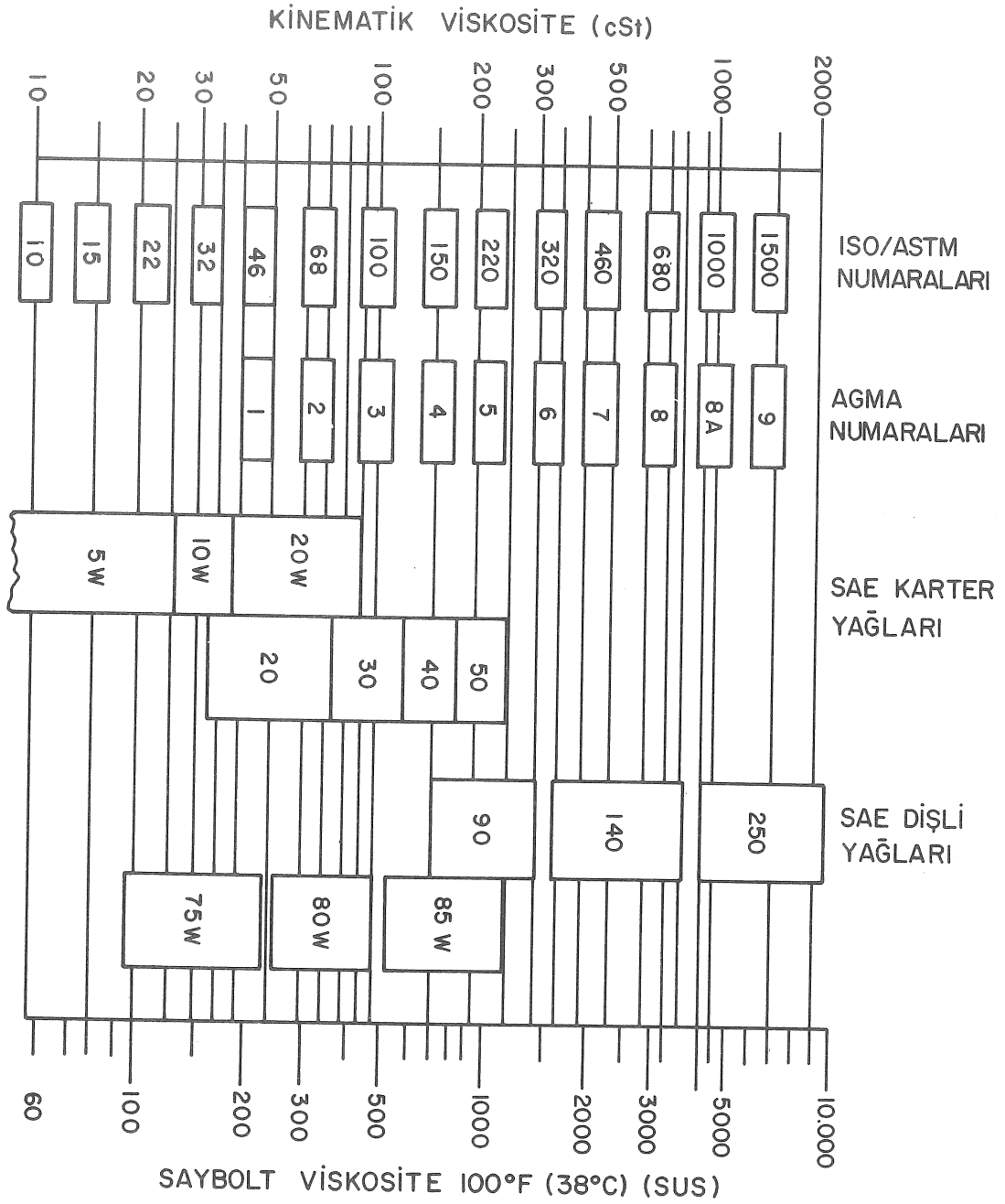
AGMA (American Gear Manufacturers Association) yağ sınıflandırma sistemi 1981'de ISO sınıflandırma sistemine göre yenilenmiştir. Bu sınıflandırmada viskosite bölgeleri aynı olmasına karşın kullanılan sınıflandırma numaraları 1'den 9'a kadar değişmektedir.

SAE SINIFLANDIRMASI

SAE (Society of Automotive Engineers) yağ sınıflandırma sisteminde yağlar karter ve dişli (otomotive transmisyon) yağları olmak üzere kullanıldıkları yere göre iki ayrı grub için sınıflandırılmışlardır. Bu sistemde sınıflandırmada 210°F (99°C)'deki, W (Winter) harfi ile olanlar için 0°F (-18°C)'deki viskosite değeri temel alınarak yapılmıştır. Viskositenin farklı sıcaklıkta verilmesi nedeni ile ISO sınıflandırması ile tam uyuşması zordur.

Saybolt yağ sınıflandırma sistemi 100°F (38°C)'deki Saybolt saniyesi, SUS, (Saybolt Universal Seconds) cinsinden viskosite değerleri temel alınmıştır. Viskosite ölçme sıcaklıkları ISO ve Saybolt sınıflandırmasında çok yakın olduğundan birbirine çevirme yaklaşık olarak kolaylıkla yapılabilir. Saybolt saniyesini ISO numarasına çevirmek için 4.8 ile bölüp, en yakın standard ISO numarası alınabilir.

Yukarıda açıklanan viskosite sınıflama sistemlerinin birbirleri ile karşılaştırılması ve eşdeğer yağların bulunabilmesi sabit bir sıcaklık için viskosite ekseninde gösterilmesi ile yapılabilir. Şekil 1'de 40°C'deki viskosite değerleri için çeşitli sınıflandırma sistemleri gösterilmiştir. Bu şekilden bir yağın diğer sınıflandırma sistemlerindeki eşdeğeri kolay

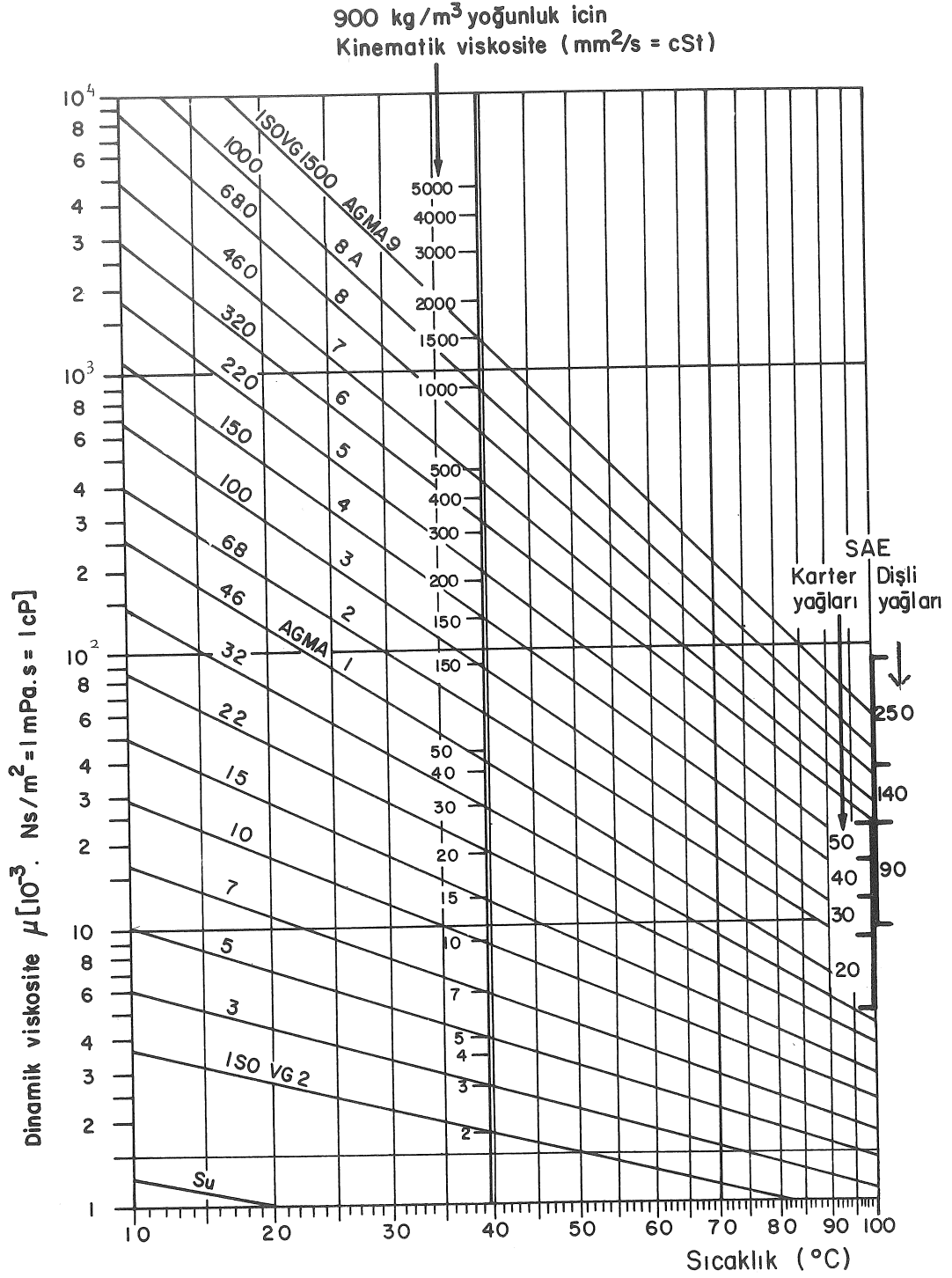


Şekil 1 Viskozite sınıflarının karşılaştırması (40°C'de)

lıkla bulunabilir.

Madeni yağların diğer önemli bir özelliği de viskositenin sıcaklığa göre değişmesidir. Şekil 2'de ISO viskosite sınıflarının dinamik viskozitelerinin

sıcaklığa göre değişimi verilmiştir. 40°C'deki kinematik viskosite eksenine yağ yoğunluğu 900 kg/m³ alınarak bulunmuş ve ISO sınıflandırmasına bu değerler temel alınmıştır. SAE sınıflandırması 210°F (99°C)'de



Şekil 2 Viskozite-sıcaklık değişim grafiği

KAYNAKÇA

gösterilmiştir. Bu şekil ile eşdeğer yağ sınıflarının sıcaklık ile değişimi kolaylıkla görülebilir.

- 1 Litt, F.A., "Viscosity Systems", *Lubrication Engineering*, (1986), 32-33.
- 2 "Oils for Power Transmissions", *Engineering*, Technical File No.93, (1981).

MAKİNA TASARIM VE İMALAT DERNEĞİ

MAKİNA TASARIM VE İMALAT DERNEĞİ, Türkiye'de makina tasarım ve imalatı konularında bilgi ve teknoloji birikimini geliştirmek amacı ile kurulmuştur. Bu amacı gerçekleştirmek için başlıca şu faaliyetlerde bulunmayı planlamaktadır.

- a) Makina tasarımı ve imalatı ile ilgili konuların geliştirilmesini teşvik etmek, bunların yayılmasına çalışmak, konu ile ilgili teknolojinin gelişmesini sağlamak,
- b) Üyelerin mesleki yönden gelişmeleri için çaba harcamak, meslek içi eğitim olanakları araştırmak,
- c) Benzer amaçlarla kurulmuş ve kurulacak olan ulusal dernek veya uluslararası derneklerle Bakanlar Kurulundan gerekli izin alındıktan sonra işbirliği yapmak,
- d) Bilimsel toplantılar, konferans, kurslar, seminerler düzenlemek,
- e) Meslek sergileri açmak, dergi yayınlamak, çeşitli yayınlar yapmak.

DERNEK ÜYELERİNE SAĞLANAN KOLAYLIKLAR

- a) Makina Tasarım ve İmalat Dergisine ücretsiz abone olacaklardır.
- b) Bilgi Erişim Birimi hizmetlerinden indirimli olarak yararlanacaklardır.
- c) Ulusal Makina Tasarım ve İmalat Kongrelerinde sağlanabilecek özel imkanlardan yararlanacaklardır.
- d) Dernek yayınlarını ücretsiz/indirimli olarak alabileceklerdir.
- e) Firmaların teknolojik bültenleri ücretsiz olarak adreslerine gönderilecektir.
- f) Kitap, bildiri vb., yayınları öncelikli olarak basılacaktır.

ODTU MAKİNA MUHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜNDE 1986 YILINDA TAMAMLANAN YÜKSEK LİSANS TEZLERİ

(Başlık, öğrenci, tez yöneticisi)

Eksenel akışlı kompresör kayıp ve sapma eş ilişkilerinin iç-akış bilgisayar programına uygulanması üzerine incelemeler (Hakan ARITÜRK, Doç.Dr. Haluk AKSEL, Prof.Dr. Ahmet Ş. ÜÇER)

Toprak kaynaklı ısı pompası tasarımı ve yapımı (Nejat BABÜR, Doç.Dr. Rüknettin OSKAY)

Güneş enerjisi ile çalışan birleşik ısıtma ve sıcak su sisteminin tasarımı ve yapımı (Mahmut BAYRAK, Doç.Dr. Rüknettin OSKAY)

Vakumda nominal düz yüzeylerin temas ısı iletkenliği (Kemal BIÇAKÇI, Doç.Dr. Hafit YÜNCÜ)

Bilgisayar yardımı ile freze ve benzer tezgahlarda imal edilebilecek parçaların işlem planlaması (Mustafa CEBECİ, Doç.Dr. Hakkı ESKİCİOĞLU)

Aşırı doldurmanın küçük bir benzinli motorun performansı üzerine etkileri (Emrullah ÇAYIR, Doç.Dr. Demir BAYKA)

Elektrikli trenlerde akım toplama sisteminin statik ve dinamik analizi (Semiha DİNÇARSLAN, Doç.Dr. Bülent PLATİN)

Radyal akışlı pompaların bilgisayar simülasyonu (Yücel ÖZDEMİR, Prof.Dr. Ahmet Ş. ÜÇER, Doç.Dr. Haluk AKSEL)

Döner rejeneratif tip bir atık-ısı değiştirgecinin modellemesi ve optimizasyonu (Murat SÖNMEZ, Y.Doç.Dr. Cemil YAMALI)

Mikro işlemci denetimli prototip takım tezgahı denetim birimi tasarımı ve imalatı (Gökhan SÖZMEN, Doç.Dr. Hakkı ESKİCİOĞLU)

Bilgisayar yardımı ile fren ve kavrama tasarımı (Çağlar ŞAHİN, Prof.Dr. Bilgin KAFTANOĞLU)

Grup teknolojisi uygulamaları için bilgisayar destekli ekonomik inceleme (Barbaros TUNCER, Y.Doç. Macit KARABAY)

Bir Francis türbininde sonlu elemanlar yöntemi ile iç akış hesapları (Sıtkı USLU, Prof.Dr. Ahmet Ş. ÜÇER)

Düşey bir borudaki türbülanslı zorlanmış taşınım ısı transferine yerçekimsel kuvvetlerin etkileri-suyun aşağı doğru akışında (Sema ÜLKERSOY, Doç.Dr. Rüknettin OSKAY)

Kuru sürtünmenin süspansiyon dinamiği ve seyir konforu üzerindeki etkileri (Nurkan YAĞIZ, Doç.Dr. Samim ÜNLÜSOY)

Metallerin yüksek sıcaklıklarda ve şekil değiştirme hızı altında bilgisayar yardımı ile test edilmesi (Cüneyt YÜRÜR, Prof.Dr. Bilgin KAFTANOĞLU)

Enerji ayırmalı X-ışın floresans analizindeki elementlerarası etkileşimin düzeltilmesinde kullanılan çeşitli matematiksel yöntemlerin değerlendirilmesi (Mehmet KÖYMEN, Doç.Dr. Tülay YEŞİN)

Yüzeylerin bilgisayar yardımıyla açınımları (İlhan ERTENLİ, Doç.Dr.R.Orhan YILDIRIM)

İki eğer üzerine kaynakla tesbit edilmiş yatay silindirik depolama tanklarının bilgisayar yardımı ile tasarımı ve analizi (Muzaffer GEÇİM, Doç.Dr. Selçuk YAHŞI)

Mükemmel bağlı farklı iki sonsuz şeritte elastik temas problemi (Ali Ekber GÖÇMEN, Doç.Dr. Selçuk YAHŞI)

Zımbanın konik çatlak ile etkileşimi (Müfit GÜLGEÇ, Doç.Dr. Selçuk YAHŞI)

Bilgisayar yardımı ile malzeme modellerinin geliştirilmesi (Yavuz KADIOĞLU, Prof.Dr. Bilgin KAFTANOĞLU)

Tekstil iğlerinin titreşim ve gürültü çözümlemesi (Ahmet KAHRAMAN, Y. Doç. Dr. Mehmet ÇALIŞKAN)

Burulma momenti ve/veya kayma kuvvetine maruz çatlak bir levhada takviye şeritinin etkisi (Osman KARAKURT, Doç.Dr. Selçuk YAHŞI)

Değişken açıklıklı liman vinçlerinin optimum tasarımı (Ismail KASAP, Prof.Dr. Eres SÖYLEMEZ)

İki akışkan da sıvı kabuk-borulu tip ısı değiştiricilerinin bilgisayar yardımı ile tasarımı ve eniyilemesi (Canbolat MAHMUTOĞLU, Prof.Dr. Nuri SARYAL)

Eksenel-akış kompresörlerinde ikincil akış ve radyal karışım (Oktay OÇUZ, Doç.Dr. Haluk AKSEL, Prof.Dr. Ahmet Ş. ÜÇER)

Sıkıştırılabilir akışkanlar için Euler denklemlerinin çözümü üzerine bir inceleme (Erdal OKTAY, Prof. Dr. Ahmet Ş. ÜÇER)

Döner parçalar için bir işlem planlama paketinin geliştirilmesi (Ecuman OKURE, Doç.Dr. Hakkı ESKİCİOĞLU)

Eksenel bir kompresörün girişindeki içiçe borularda akışın deneysel incelenmesi ve sayısal görüntülenmesi (Aytaç ORHAN, Doç.Dr. Haluk AKSEL, Doç.Dr. Cahit ERALP)

"Strain-Gage" tipi bir matkap tezgahı dinamometresinin tasarımı, yapımı ve MKEK Ç 1020 Çeliğinin delme özelliklerinin belirlenmesi (Sedat KARABAY, Y.Doç. Macit KARABAY)

Püskürtme zamanının bir dizel motorunun indike ve atılan gazların özellikleri üzerindeki etkisi (Ali ERGÜDENLER, Doç.Dr. Demir BAYKA)

ODTÜ ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜNDE 1986 YILINDA TAMAMLANAN YÜKSEK LİSANS TEZLERİ

(Başlık, öğrenci, tez yöneticisi)

Sinai bir firmanın nakit yönetimi probleminde bir yöneylem araştırması yaklaşımı (Rıdvan VERCAN, Prof.Dr. Halim DOĞRUSÖZ)

Bir petrol rezervinin en iyi geliştirilmesi için stokastik bir model (Ahmet ÇELENKOĞLU, Prof.Dr. Halim DOĞRUSÖZ)

Enerji-ekonomi etkileşiminin iki matematiksel model aracılığıyla Türkiye için optimizasyonu (Mehmet Hilmi KARAN, Prof. Dr. Halim DOĞRUSÖZ)

Endüstriyel bir firmanın satış tahmin sisteminin yeniden tasarımı (Melih VURKIR, Prof.Dr. Halim DOĞRUSÖZ)

Su pompası üreten bir sistemin planlaması için ölçüm yapılması ve bilgi türetilmesi (Nihal Yener ERGÜN, Prof.Dr. Halim DOĞRUSÖZ)

Üretime hazırlama zamanlarının gözardı edilebileceği atelye tipi üretim sistemlerinde çizelgeleme için doğrusal programlamaya dayalı bir çözüm yordamı (Meltem DENİZEL, Doç.Dr. Ömer BENLİ)

Çok amaçlı karar vermede etkileşimli yaklaşımlar (Çağla BEŞELİ, Y.Doç.Dr. Murat KÖKSALAN)

Büyük ölçekli konut üretim projeleri için bilgisayar destekli finans planlaması sistemi tasarımı (Nejat KARABAKAL, Prof.Dr. Ömer SAATÇIOĞLU)

VALFSEL A.Ş.'nin çok ürünlü üretim sisteminin planlaması için yapılması ve bilgi türetilmesi (Ali Kamil GÜNAL, Prof.Dr. Halim DOĞRUSÖZ)

SEMEK şalt cihazları üretim sistemi için tevzi planlaması (Aliye YILDIZ, Prof. Dr. Halim DOĞRUSÖZ)

İki aşamalı paralel makina seri iş akışı sistemlerde üretim çizelgelemesi (Cemal AKYEL, Doç.Dr. Ömer BENLİ)

ODTÜ METALURJİ MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜNDE 1986 YILINDA TAMAMLANAN YÜKSEK LİSANS TEZLERİ

(Başlık, öğrenci, tez yöneticisi)

Dökme demir talaşlarının briketlenmesi ve kupola ocağında ergitilmesi (Hayri TORUN, Prof.Dr. Ekrem SELÇUK)

Amorf selenyum ince filmlerin kristalleşmesi (Halit KALEBOZAN, Y.Doç.Dr. Macit ÖZENBAŞ)

Çinko elektrokazanımında hidrojen üst potansiyeli (Cüneyt TAŞ, Prof.Dr. Muharrem TİMUÇİN)

Al ile söndürülmüş biçimlenebilir çelik tane yapısının doku gelişimine etkisi (Vedat AKDENİZ, Doç.Dr. Tayfur ÖZTÜRK)

Camsı metallerin korozyon karakteristikleri (Alp ALANYALIOĞLU, Prof.Dr. Mustafa DORUK)

Levha malzeme biçimlendirme işlemlerinde sınır gerinimlerinin saptanması (A.Çağrı ÇÖPLÜ, Doç.Dr. Tayfur ÖZTÜRK)

Dökme demir fren pabuçlarında mikroyapısının aşınma direncine etkisi (Tank FERİZOĞLU, Doç.Dr. Erdoğan TEKİN)

Al Li alaşımının gerilimli korozyon kırılması (Abu Al Rub Mohammad, Prof.Dr. Mustafa DORUK)

Al ile söndürülmüş düşük karbonlu çelik saçlarda üretim değişkenlerinin doku ve biçimlenebilirliği etkileri (Günel GÜVİT, Doç.Dr. Tayfur ÖZTÜRK)

Küre-Aşıköy pirit konsantresinin kabolt bakır ve altın'ın kazanımı (Onur ÇÖKGÖR, Doç.Dr. Yavuz TOPKAYA)

Düşük karbonlu kaynak çelik saçlarda üretim değişkenlerinin doku gelişimi ve biçimlenebilirliğe etkileri (Hasan VURAL, Y.Doç.Dr. Şakir BOR)

Çayeli kompleks sülfürlü konsantresinden segregasyon süreci ile bakırın kazanılması (Fevzi ŞAHİN, Doç.Dr. Naci SEVİNÇ)

İnce filmlerde yapışkanlık (Faik KARAASLAN, Y.Doç.Dr. Macit ÖZENBAŞ)

MgO-NiO-Al₂O₃ sisteminin 1300 C'de katı hal termodinamiği ve faz ilişkileri üzerinde çalışmalar (Mehmet DABAK, Prof.Dr. Muharrem TİMUÇİN)

ODTÜ ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜNDE 1986 YILINDA TAMAMLANAN DOKTORA TEZLERİ

(Başlık, öğrenci, tez yöneticisi)

Türkiye enerji sektörü için fiyatlara duyarlı bir model: değişik teknolojiler ve ikame olanakları ile benzetim çalışmaları (Yıldız ARIKAN, Prof.Dr. Merih CELASUN)

Türkiye tarım sektöründe müdahale politikalarının analizi için fiyat içsel bir matematiksel model (Hayri ÖNAL, Prof.Dr. Merih CELASUN)

Türkiye'de gelir dağılımı ve büyüme: bir genel denge analizi (Sibel GÜVEN, Prof.Dr. Merih CELASUN)

SIZDIRMAZLIK ELEMANLARI

Halil AKGÜL

TMMOB, Makina Mühendisleri Odası Yayın No: 120, 1986

Teknik yayın kültürünün ve alışkanlığının henüz yerleşmediği ülkemizde bu konuda girişimde bulunan bilim adamlarını ve teknik kişileri takdirle karşılamak gerekir. TMMOB Makina Mühendisleri Odasının yayınlarından olan ve Halil AKGÜL tarafından yazılan Sızdırmazlık Elemanları adlı kitabın konusunda ilk Türkçe eser olması nedeniyle ilgili tüm teknik kişilere yardımcı olacağını umuyorum.

Sızdırmazlık elemanlarının önemi, sonuçları ile tüm dünyada yankı uyandıran bir olayda yaşanmıştır. Bilindiği gibi uzay teknolojisinin vardığı en son aşamada, insanlı uzay uçuş araçlarından Challenger'in 28 Ocak 1986 tarihindeki fırlatılışından kısa bir müddet sonra büyük bir patlamayla parçalanması insanlı uzay uçuşları tarihinin bugüne kadar olan en büyük kazası kabul edilmektedir. Bu kazaya, uzay mekiği Challenger'in ana motor yakıt tankındaki sızdırmazlık elemanlarının işlevlerini yerine getirmemesi nedeni ile oluşan yakıt kaçağının alev alması ve böylece yakıt tanklarının patlamasının neden olduğu ortaya çıkarılmıştır. Sızdırmazlık elemanlarının işlevini yerine getirmemesi konusunda çeşitli görüşler vardır. Ancak kuvvetle kabul edilen kanı fırlatılışından bir önceki günün gecesi -4°C 'ye kadar düşen hava sıcaklığının sızdırmazlık elemanlarının özelliklerini bozmuş olabileceği ve motorların tam yükte çalışmaya geçtiği anda oluşan aşırı titreşim ve gerilmelerin bir anda olayın hızlanmasına ve kazanın meydana gelmesine neden olduğudur.

Yazarın da önsözünde belirttiği gibi sızdırmazlık elemanları konusunu bir kitap içinde tümüyle incelemek son derece güçtür. Bu diğer konular için de geçerli olan bir genelleme olarak da düşünülebilir. Bu nedenle konunun ancak bir veya birkaç yönünün incelenmesini içeren bir kitap hazırlanabilir. O zaman da kitap adı olarak konuyu tanımlayan genel bir başlık yerine konunun incelenen yönünü belirten bir başlık (örneğin konunun kuramı, uygulama esasları ya da temel ilkeleri vb.) kullanılması daha uygun olur.

Sızdırmazlık elemanları yüzey pürüzlülüğü, temas mekaniği, sürtünme, aşınma, hidrodinamik yağlama (elastik ve rijit yüzeyler için) gibi temel bilim dallarının ilgi alanına giren makina elemanları olmaları nedeni ile bir çok yönden incelenebilir. Bu kitapta sızdırmazlık elemanlarının yukarıda belirtilen bilim dalları yönünden herhangi bir kuramsal incelenmesine girilmemiştir.

Bilindiği gibi, özel imalatı gerektirmeyen sızdırmazlık elemanları makina tasarımında standart makina elemanı olarak alınır. Bu konuda DIN ve

TS standartları sızdırmazlık elemanı imalatçıları ve tasarımcıları için gerekli olan malzeme özelliklerini, boyutlar ve toleranslarını, çalışma şartlarını, montaj ile ilgili esasları, imalata ait deney ve kalite kontrol esaslarını vermektedirler. Bu kitap temelde bu standartlardan faydalanılarak hazırlanmış ve daha çok uygulamaya dönük içeriği olduğu için kitabın başlığı olarak "Sızdırmazlık Elemanlarının Uygulama Esasları" kanımca daha uygun olurdu.

Yazar, kitabın önsözünde sızdırmazlık elemanlarını statik (hareketsiz parçalar arasındaki) ve dinamik (birbirine göre hareketli parçalar arasındaki) sızdırmazlık elemanları olmak üzere iki ana gruba ayırdıktan sonra dinamik sızdırmazlık elemanlarını da kendi içinde dönme hareketleri ve öteleme hareketleri için olmak üzere tekrar ikiye ayırmaktadır. Kitabın bölümlerinin ise, yukarıdaki sınıflandırmaya göre değil de sızdırmazlık elemanı tiplerine göre oluşturulduğu anlaşılmaktadır.

Kitabın birinci bölümünde "Dönen Miller için Sızdırmazlık Elemanları" olarak dudaklı sızdırmazlık elemanları tanıtılmış, çalışma özellikleri, tipleri, uygulama örnekleri, yuva, sızdırmazlık elemanı ölçüleri ve kalite kontrolü için yapılan deneyler üzerinde durulmuştur.

İkinci bölümde "Hidrolik ve Havalı Sistemlerde Sızdırmazlık Elemanları" olarak O,U,V,X-kesitli sızdırmazlık halkaları ve U,V-takım halkaları tanıtılmış, uygulama örnekleri verilmiş ve yuva/sızdırmazlık elemanı ölçüleri verilmiştir. Bu sızdırmazlık elemanlarının dönen miller ve öteleme hareketi yapan miller için uygulama yöntemleri gösterilmiştir.

Üçüncü bölümde "Statik Sızdırmazlık Elemanları" olarak sadece contaların malzemelerine göre tipleri tanıtılmış ve uygulama örnekleri verilmiştir. Ancak, conta tasarım ve seçiminde birbirine bağlanan parçaların dirençlilik özelliklerine, parçalara etki edecek olan iş kuvvetine ve verilebilecek olan ön sıkma kuvvetine bağlı olarak conta tasarım ve seçiminden söz edilmemiştir.

Dördüncü bölümde yine dönen ya da öteleme hareketi yapan miller için kullanılan salmastraların yapıları, malzemeleri, montaj ve uygulama örnekleri dokuz sayfalık kısa bir bölümde verilmiştir.

Beşinci bölümde genellikle mafsalaların uygun olmayan çevre şartlarından korunması amacıyla kullanılan körüklerin tipleri tanıtılmıştır. Sadece PTFE körüklerden söz edilmiş, lastik ve kauçuk körük mal-

zemelerinden söz edilmeyen bu konu üç sayfa ile bir bölüm oluşturmuştur.

Altıncı bölümde mekanik (alın) sızdırmazlık elemanlarının özellikleri, kısaca tasarım ilkeleri, malzemeleri ve uygulama örnekleri verilmiştir.

Yedinci bölümde çok özel uygulama alanlarında kullanılan çelik sızdırmazlık halkalarından söz edilerek sekiz sayfalık bir bölüm oluşturulmuştur.

Sekizinci bölümde labirent ile sızdırmazlık elde etme yöntemi beş sayfada verilmiştir.

Dokuzuncu ve son bölümde ise, daha önceki bölümlerde sözü edilen sızdırmazlık elemanlarının sentetik kauçuk olan parçalarının malzeme özellikleri tanıtılmıştır. Fiziksel ve mekanik özelliklerin bulunmasında kullanılan standartlaştırılmış deney yöntemleri verilmiştir.

Sözü edilmesi gereken diğer bir konu da bu kitapta kullanılan Türkçe terminolojidir. 1970 yılında yayınlanan TS 868 "Yağ keçeleri, sentetik kauçuk manşetli" standardında yağ keçesi (oil seals) şöyle tanımlanmıştır: "Yağ keçesi, su, makina yağı, hidrolik

sıvısı veya gres sızdırmamak ve pislik kaçırmamak amacı ile millere takılan bir makina elemanıdır". Bu tanımdan da anlaşılacağı gibi "yağ keçesi" genel bir tanım olarak "Sızdırmazlık Elemanları" yerine kullanılmıştır. TS 868 ise bu makina elemanlarından sadece "sentetik kauçuk manşetli" olan tipleri içindir. Kitabın birinci bölümünde "oil seal" olarak üzerinde durulan ve genelde "lip type seal" olarak bilinen bu tip sızdırmazlık elemanı için "dudaklı sızdırmazlık elemanı" teriminin kullanılmasının daha uygun olacağı kanısındayım.

Bu konudaki karışıklığı önlemek amacıyla, "seal" ve "oil seal" için genel bir tanım olan "sızdırmazlık elemanı", "felt seal" için "sızdırmazlık keçesi (yağ keçesi)", "O-, U-, V-ring" için "O-, U-, V-halka", "labyrinth seal" için "temassız (labirent) sızdırmazlık elemanı" kullanmak daha doğru Türkçe karşılıklar olur kanısındayım.

Sızdırmazlık elemanları kitabının bu konuda ilk Türkçe yayın olması nedeni ile beraberinde getirdiği eksiklikler, ilerde bu konunun kuramsal, uygulamaya ve imalatçıya yönelik çeşitli yönleriyle ele alan, inceleyen, daha ayrıntılı kitaplara gereksinim olduğu ortaya çıkarmıştır.

Doç.Dr. Metin AKKÖK
ODTÜ, Makina Müh.Böl.

BİLİMSEL VE TEKNİK TOPLANTILAR

KONGRE ADI	TARİH-YER	YAZIŞMA ADRESİ
International Conference on Computational Plasticity	Barselona-İSPANYA 6-10 Nisan 1987	Prof.D.R.J. OWEN Dept.Civil Eng. Univ. College of Swansea Singleton Park Swansea SA2 8PP U.K.
5th International Modal Analysis Conference	6-9 Nisan 1987 Londra-İNGİLTERE	IMAC, Union College Graduate and Continuing Studies Wells House-1 Union Avenue Schenectady, N.Y. 12308-2363 U.S.A.
International Conference on Impact Loading and Dynamic Behavior of Materials	18-21 Mayıs 1987 Bremen-ALMANYA	IFAM, ENSM Deutsche Gesellschaft für Metallkunde e.v. Adenauerallee 21 D-6370 Oberursel 1 F.R.G.
37th CIRP General Assembly	16-19 Ağustos 1987 Belgrad-YUGOSLAVYA 19-23 Ağustos 1987 Dubrovnik-YUGOSLAVYA	The Secretariat 37th CIRP General Assembly Mechanical Engineering Faculty 11000 Belgrade, POB 174 YUGOSLAVIA
2nd International Conference on Technology of Plasticity	Stuttgart ALMANYA 24-28 Ağustos 1987	Forschungsgesellschaft Umformtechnik mbH Holzgartenstrasse 17 D-7000 Stuttgart 1 F.R.G.
IX. Inter-American Conference on Materials Technology	Ekim 1987 Santiago-ŞİLİ	CIATM-9 Universidad de Chile Casilla 1420 Santiago-CHILE
2nd International Ain Shams University Conference on Production Engineering and Design for Development	29-31 Aralık 1987 Kahire-MISIR	Prof.M.A.Chaaban Org.Com.Chairman Dept. Design and Production Engineering Faculty of Engineering Ain Shams University Abbassia, Cairo-EGYPT

İlgili tüm kongre vb., toplantıların duyurularını ve bildiri kitabı olan kongrelerin bildiri başlıklarını yayınlamak üzere bekliyoruz.

VERİ TERMİNALİ

Üretim çalışmaları süren ve 1987 yılı sonunda kullanıma sunulacak olan " **Aselsan DT 7220 Veri Terminali** " bir haberleşme ağı içerisinde mesaj iletimi sağlayan, anlık gönderme yapan taşınabilir bir cihazdır.

HF, VHF, UHF telsizleri ile yapılan haberleşme ortamlarında hızlı bilgi akışını sağlar. Cihazla haberleşme, elektronik harbe karşı, kısa sürede gönderme yapılması ve şifreli mesaj yollanması özellikleri ile korunmuştur.

Çeşitli haberleşme protokolleri ve hata düzeltme yöntemleri, veri terminaline bağlı, kötü kanallarda bile hatasız çalışma olanağı verir. Adresleme özelliği ise hem iki nokta arasında hem de bir haberleşme ağı içinde düzenli mesaj akışını gerçekleştirebilir.

Mikro-işlemci etrafında geliştirilen sayısal tasarım, cihaza programlama ve kullanım esnekliği getirmiştir. Cihaz QWERTY veya F klavye ile donatılabilir, zaman içerisinde değişen gereksinimlere ve çeşitli kullanıcı isteklerine kolaylıkla uyarlabilir.

Veri terminali ses haberleşmesi yapılabilen herhangi bir telsiz ağına kolayca entegre edilebilir. Taktik haberleşmeden, muhabere merkezi haberleşme alanlarına kadar askeri hiyerarşi içinde çok çeşitli kullanım alanları mevcuttur.

TEKNİK ÖZELLİKLER

Mesaj depolama	: 16000 karaktere kadar alma ve gönderme
Gönderme konumu	: Sekronize 75-600 dps.FSK
RS-232 bağlantısı	: Seri veri bağlantısı üzerinden bilgisayar ve yazıcılara mesaj aktarabilme
Güç kaynağı	
Dahili	: 5 adet KR 27/50 Ni-Cd (6-9 VDA)
Harici	: 11-32 VDA
Batarya ömrü	: Ni-Cd 24 saat Kullanma/Dinleme oranı 1/9
Çalışma sıcaklığı	: -20°C +55°C
Ağırlık	: 4 kg
Boyutlar	: (276B x 214E x 90Y)mm

SAHRA TELEFONU

1987 Ocak ayında kullanıma sunulacak olan " **Aselsan 6200 Elektronik Sahra Telefonu** " askeri koşullara göre tasarlanmış, otomatik ve yarı otomatik telefon sistemleriyle kullanılabilen gelişmiş bir cihazdır. Hafifliği ve kompakt tasarımı dolayısıyla sabit ve portatif olarak kullanılabilir. El

mikrotelefonunun boyutları askeri başlık giyen kullanıcının hareketlerini engellemeyecek ölçüdedir.

Cihaz üç adet KR 35/62 kuru pil veya şarj edilebilen Ni-Cd pil ile çalışır. 4,5-6V DA güç kaynağı kullanabilmek için harici güç bağlantı terminaleri mevcuttur.

Yarı iletken teknoloji kullanılmıştır. Elektronik çağrı jeneratörünün verimliliği ve konuşma devrelerinin az enerji tüketmesi pil ömrünü çok uzatmıştır. Ayarlı ses ve ışıkla çağrı olanağı geniş kullanım sağlar.

Mekanik yapı malzemesi olarak askeri çevre koşullarında dayanıklı, yüksek mukavemetli, özel bir polikarbonat malzeme kullanılmıştır.

TEKNİK ÖZELLİKLER

Konumlar	: LB, CB, CBS
Frekans bandı	: 300-3400 Hz
Empedans	: 600 Ohm (1 kHz'de)
Konuşma mesafesi	: 35 km (WD 1-TT kablosu üzerinden)
Çağrı işareti	: Elektronik jeneratör 17-25 Hz
Güç kaynağı	: 1.5 Kohm üzerinde 1.75 W 3 KR 35/62 kuru pil Ni-Cd pil veya 4.5-6V DA güç kaynağı
Çekilen akım	
Konuşma	: 12 mA
Çağrı	: 0.8 A
Çalışma sıcaklığı	: -40°C +55°C
Su sızdırmazlık testi	: MIL-STD 810
Düşürme testi	: MIL-STD 810
Titreşim testi	: MIL-STD 810
Bağıl nem testi	: DEF 07-55
Ağırlık	: 2 kg
Boyutlar	: (242B X 110E x 133Y) mm

BFT80/2 YATAY DELİK İŞLEME VE FREZELEME TEZGAHI (X) -

BFT80/2 tezgahının sütunu sabit olup iş mili kutusu Y ekseninde, iş tablası X ve Z eksenlerinde hareket eder. Tabla 360° dönebilir. X,Y ve Z eksenlerindeki hareket dijital olarak 0.006 mm hassasiyetle okunabilir.

BFT80/2 yatay delik işleme ve frezeleme tezgahı ile, iş parçası bir defa bağlanarak dört ayrı yüzeyinde delik işleme, frezeleme, alın tornalama işlemleri yapılabilir.

TEZGAHIN TEKNİK ÖZELLİKLERİ

İş Mili

İş mili çapı	: 80 mm
Eksenel hareket (W-Eksen)	: 710 mm

İşmili takım koniği : Mors 5
İşmili kutusu dik hareketi (Y-Eksenli) : 0-1000 mm

Kızaklı Ayna

Ayna çapı : 500 mm
Kızak hareketi (U-Eksenli) : 200 mm
T-Kanal genişliği ve birbirine mesafesi :
Ayna : : 18/300 mm
Kızak : : 12/125 mm

BPH 320 A YATAY MİLLİ, SATIŞ TAŞLAMA TEZGAHI : (X) :

Değişik açılardaki düz yüzeylerin ve boyuna kanallı iş parçalarının taşlanması için imal edilmiştir. Ayrıca, taşın uygun şekilde bilenmesi ile, iş parçalarının profilli yüzeylerinin taşlanması da mümkündür. Münferit üretim için olduğu kadar seri üretim için de çok uygun olup, kumandası kolay ve yüksek güvenilirliğe sahip bir tezgahdır.

TEKNİK ÖZELLİKLER

Tabla iş bağlama/taşıma yüzeyi : 320x1000 mm
Tabla T kanal genişliği : 12 mm
Tabla T kanalları arası mesafe : 100 mm
İş parçasının max. yüksekliği (tabladan, yeni taş ile) : 350 mm
Tabla yüzeyi-ışmili mesafesi : 75 475 mm
Taş: çapxgenişlikxdelik çapı : 250x32x76 mm
Aşınmış taşın min. çapı : 120 mm
Boyuna tabla hareketi : 1060 mm
Enine tabla hareketi : 350 mm
Taş kafası düşey hareketi : 400 mm
Boyuna tabla ilerleme hızı : 2-20 m/dak
Tabla enine paso miktarı : 0.02-4 mm
Min. düşey paso miktarı : 0.001 mm
Motor tahrikli, taş kafası ilerleme hızı : 0.42 m/dak
İş mili motoru gücü : 3 kW
İşmili devri : 2450 2670 d/dak
Yağ pompası motoru gücü : 3/4 kW
Yağ pompası motoru devri : 960-1440 d/dak
Taş kafası motoru gücü : 0.37 kW

Taş kafası motoru devri : 2780 d/dak
Max. iş parçası ağırlığı : 280 kg
Toplam motor gücü : 9.3 kVA
Tezgahın işgal ettiği alan (uzunlukxgenişlikxyükseklik) : 4100x1750x2125 mm
Tezgah ağırlığı : 3400 kg

İş Tablası

Bağlama yüzeyi : 1000x1120 mm
Tabla merkezlemesi (H6) : 140 mm
Tabla T-kanalları Genişlik/Mesafe : 22/140 mm
Boyuna hareket (Z-Eksenli) : 1600 mm
Enine hareket (X-Eksenli) : 1000 mm
Dönme hareketi : 360°
max. iş parçası ağırlığı : 2500 kg

Hızlı İlerleme

İş mili, işmili kutusu, Tabla : 2500 mm/dak.
Ayna kızıağı : 750 mm/dak.

Devir Sayıları

İşmili 3 seride 27 kademe ile: 8-1250 dev/dak.
Ayna 2 seride 18 kademe ile: 8-200 dev/dak.

İlerleme

İşmili, işmili kutusu, tabla 3 seride, 72 kademe ile : 0.004-20 mm/dev.
Serilerden bağımsız olarak 24 kademe ile : 5-1000 mm/dak.
Ayna kızıağı-2 seride 48 kademe ile : 0.008-6.3 mm/dev.
Metrik vidalar için işmili ve tabla 3 devir sayısı serisinde : 0.1-20 mm/dev.
Whitworth vida için işmili 3 devir sayısı serisinde : 3-48 diş/inç

Tahrik Gücü

Devir sayıları ve ilerlemeler için : 7.5 kW
Toplam güç : 8 kW
Nominal gerilim : 380 V
Nominal frekans : 50 Hz
Net ağırlık :
Normal tip : 10.000 kg

(X) TAKSAN Takım Tezgahları San. ve Tic. A.Ş.

DERNEK ÜYELERİ

- Sinan ONURLU
TÜBİTAK MAE
GEBZE
- Mustafa HATİPOĞLU
MAKO ELEKTRİK A.Ş.
BURSA
- Mustafa Berkay ERİŞ
CEVHER Döküm San.A.Ş.
İZMİR
- Adil Ahmet ÖZERMAN
ANKARA
- Fazlı ARSLAN
Karadeniz Üniv.
TRABZON
- Gündüz ULUSOY
Boğaziçi Üniv.
İSTANBUL
- Cemal Faruk DİŞLİ
GÜRİŞ Mak.Mon.San.A.Ş.
ANKARA
- Kubilay KÖSE
ANKARA
- Celal SELAMOĞLU
ASELSAN A.Ş.
ANKARA
- Fikret ÇOBAN
ALAMSAŞ-ALARKO A.Ş.
İSTANBUL
- Doğan EROL
Anadolu Üniv.
ESKİŞEHİR
- Celalettin GÜNGÖR
ASELSAN A.Ş.
ANKARA
- Emrullah DEMİRCİ
Karadeniz Üniv.
TRABZON
- Yalçın GÖĞÜŞ
ODTÜ, Mak.Müh.Böl.
ANKARA
- Sezgin ORCANER
ORCANER A.Ş.
İZMİR
- Melih KARASÖZEN
ARÇELİK A.Ş.
ESKİŞEHİR
- Ender ÇAKIROĞLU
ARÇELİK A.Ş.
İSTANBUL
- Yurdakul KURTTEKİN
İSTANBUL
- Erk İNGER
ANKARA
- Yaman YENER
Northeastern Univ.
A.B.D.
- Durmuş Tayyar ŞEN
KSU College of Eng.
S.ARABİSTAN
- Atilla ÖNER
GEYRAN A.Ş.
İSTANBUL
- Mehmet UZUNER
İSTANBUL
- Deniz AKÇALI
Çukurova Üniv.
ADANA
- Orbay IŞIK
ASİL ÇELİK A.Ş.
BURSA
- Necmi GÜRDAL
ANKARA
- Sabri ALTINTAŞ
Boğaziçi Üniv.
İSTANBUL
- Semiha YAŞAR
ASELSAN A.Ş.
ANKARA
- Erhan DOĞUDAN
İZMİR
- Ahmet Hamdi ÜNAL
TPAO
ANKARA
- Akif PEKMEZCİ
BOTAŞ A.Ş.
ANKARA
- Muzaffer TUNA
GERKONSAN A.Ş.
GEREDE
- Ömer BENLİ
Bilkent Üniv.
ANKARA
- Ömer AKAR
İZMİR
- Cihan DAĞLI
Wichita State Univ.
A.B.D.
- Tuğrul ERKİN
İSTANBUL
- Halil KAYMAL
ANKARA
- Efrahim GÜNGÖR
ERZURUM
- Özcan MERCAN
Eczacıbaşı Seramik A.Ş.
İSTANBUL
- Barlas ERYÜREK
İTÜ, Mak.Fak.
İSTANBUL
- Ali İhsan SÖNMEZ
ODTÜ, Gaziantep Müh.Fak.
GAZİANTEP
- Fuat AYRANCIOĞLU
AYMAK A.Ş.
ANKARA
- Gürbüz GÜLERSOY
ASELSAN A.Ş.
ANKARA
- Erol SENCER
ÇUKUROVA İth. İhr.T.A.Ş.
İZMİR
- Ali ÜNÜVAR
Selçuk Üniv.
KONYA
- Ferruh ÖZTÜRK
Uludağ Üniv.
BURSA
- İ.Uğur DOĞAN
ES-EN
ESKİŞEHİR
- Mehmet BURSA
ÇOŞKUNÖZ A.Ş.
BURSA
- Fuat PASİN
İTÜ, Mak.Müh.Böl.
İSTANBUL
- Onur GÜVEN
Çukurova Üniv.
ADANA

Cengiz EKMEKÇİ
CHRYSLER Kamyon İmal. A.Ş.
KOCAELİ

Meriç GÜZEL
İSTANBUL

İ.Sina KUSEYRİ
KÜŞGET
ANKARA

Hülya YETİŞTİREN
Yıldız Üniv.
KOCAELİ

Ferit KÜÇÜKAY
B.ALMANYA

Ahmet DEMİRCİ
AYDIN

Selman YALGIN
İSTANBUL

Adalet ÇALIK
Yıldız Üniv.
KOCAELİ

Olcay ERGİN
İSTANBUL

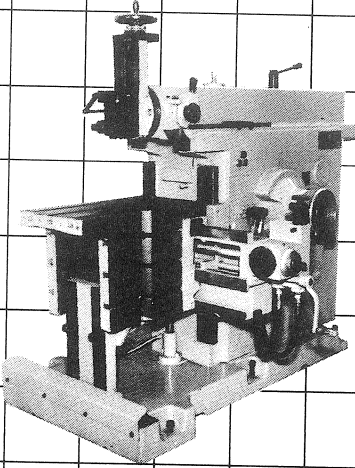
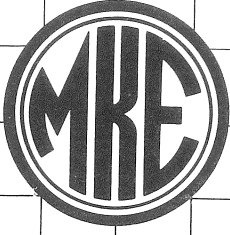
Mustafa ERGAN
1013. Jeep Fab.Md.lüğü
İSTANBUL

İsmail ÇALLI
Yıldız Üniv.
KOCAELİ

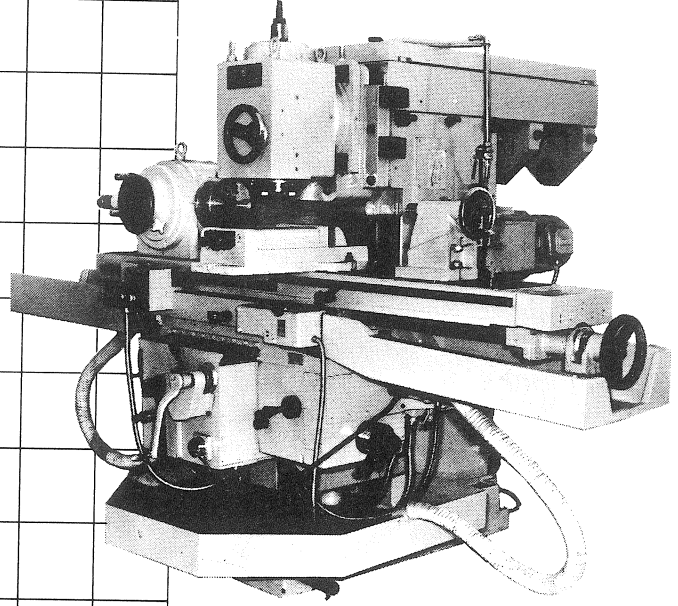
Halil AKGÜL
SKT A.Ş.
BURSA

MAKİNA ve KİMYA ENDÜSTRİSİ KURUMU

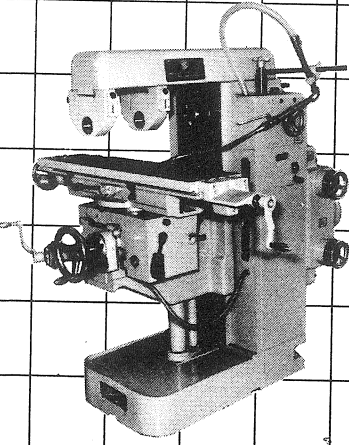
TAKİM TEZGAHLARI



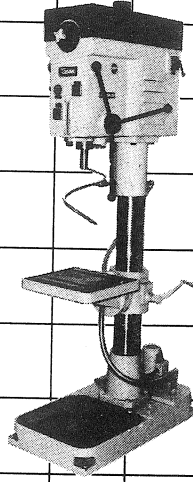
Planya Tezgahı PY - 600



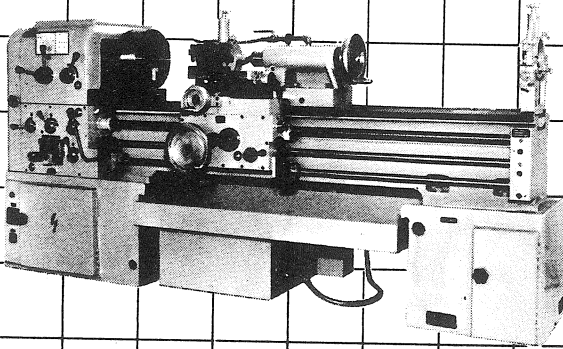
Büyük Freze Tezgahları
UF - 2,5 Üniversal Freze Tezgahı
DF - 2,5 Dik Freze Tezgahı



UF-1 Üniversal Freze Tezgahı
DF-1 Dik Freze Tezgahı



SM - 23 Sütunlu
Matkap Tezgahı



Tam Norton Üniversal Torna Tezgahları
UT 48 1000 - 1500 - 2500

- Stoktan derhal teslim
- Satış öncesi ve sonrası servis
- Bol ve sürekli yedek parça
- Bir yıl tam garanti
- Özel donanım
- 20 aya kadar vade

Tezgahların satışları,
Kurum Satış Şube'sinden
Anlaşmalı Satıcılardan ve Fabrika'dan
yapılmaktadır.

MAKİNA VE KİMYA ENDÜSTRİSİ KURUMU

MKE GENEL MÜDÜRLÜĞÜ MAKİNA SATIŞ ŞUBESİ
TANDOĞAN - ANKARA
Telefon: 13 25 95 Telex: 42 223 mkga tr.
Telgraf: MAKİM - ANKARA

SİLAH SANAYİ MÜESSESESİ KIRIKKALE/ANKARA
Telefon: 3150 (Santral) Telex: 42 172 kmke tr.

YAYIN İLKELERİ

Amaç

- Makina tasarım ve imalatı alanında yerli teknoloji üretimine yönelik kuramsal ve uygulamalı çalışmalarını duyurmak.
- Bu alanda çalışan kişi ve kuruluşlar arasında bilgi alışverişini sağlamak.
- Yayınlanan çalışmalar üzerinde teknik tartışma ortamı yaratmak.
- Üniversite-endüstri arasındaki yakınlaşma ve işbirliğinin geliştirilmesine katkıda bulunmak.
- Türkçe teknik bilgi birikimini arttırmak.

Kapsam

a) Dergi amaçları doğrultusunda aşağıda belirtilen konularda veya bunlara yakın konulardaki yazıları yayınlar;

Makina Tasarımı, Mekanik Sistemlerin Tasarımı ve Analizi, Makina Teorisi ve Mekanizma Tekniği, Makina Elemanları, İmalat Yöntemleri, Bilgisayar Yardımı ile Tasarım ve İmalat, Robotik ve Esnek İmalat Yöntemleri, Akışkanlar Mekaniği, Malzeme Seçimi ve Malzeme Sorunları, Kalite Kontrolü, Fabrika Organizasyonu ve Üretim Planlaması, Bakım ve Onarım, Derginin amacına uygun diğer konular.

b) Dergide yayınlanacak makaleler, bir yeniliği, ilerlemeyi, gelişmeyi, araştırma ya da uygulama sonuçlarını içermek üzere Araştırma makaleleri, Uygulama makaleleri, Derleme makaleleri, Çeviri makaleleri ve Kısa makaleler olabilir.

c) Derginin kapsamına giren konularda düzenlenen yurtiçi ve yurtdışı konferans, seminer, vb. etkinliklere ve ayrıca bu konulardaki kitap, dergi vb. yayınlara ait duyurular yer alır.

Makalelerin Değerlendirilmesi

Makina Tasarım ve İmalat Dergisi, yayın kalitesi olarak belirli bir düzeyin üstünde kalmayı amaçlamış-

tir. Türkiye koşullarını da gözönüne alarak, bu kalite düzeyinin sürdürülmesi için gerekli tüm çaba ve titizlik gösterilecektir. Dergiye gelen her makale kesinlikle incelemeden geçirilecek ve bu amaçla mümkün olduğu kadar Türkiye çapında ya da yurtdışında konunun uzmanı hakemler tarafından değerlendirilmesine özen gösterilecektir. İnceleme ve değerlendirme sonuçları hakkında makale yazarlarına bilgi verilecektir.

ÇALIŞMA İLKELERİ

Derginin yasal sahibi, MAKİNA TASARIM VE İMALAT (MATİM) DERNEĞİ'dir.

Derginin yönetimi ile ilgili "Dergi Danışma Kurulu" ve "Dergi Yayın Kurulu" olmak üzere iki organ vardır.

Dergi Danışma Kurulu olağan olarak yılda bir kez toplanır ve geçen yılın yayın politikasını belirler. Danışma Kurulu her yıl yeniden oluşturulur.

Dergi Yayın Kurulu, MATİM Derneği Yönetim Kurulu tarafından bir yıl süre ile seçilir. Yayın kurulu derginin yayın ilkelerine uygun yayımı ile yükümlüdür. Yayın kurulu faaliyetleri konusunda MATİM Derneği Yönetim Kuruluna bilgi verir ve onayını alır.

REKLAM İLKELERİ

Derginin arka kapaktan önceki sayfaları reklam amacı ile firma ve kuruluşlara ayrılır. Bu sayfalarda yayınlanacak reklamlar aşağıdaki ilkeleri sağlamalıdır.

- Firmanın kendisini teknolojik, personel, ekonomik vb., açıdan tanıtan, ürünlerini ve ürünlerinin uygulama alanlarını belirten, firmanın uzmanlık konularını vurgulayan yazılar.
- Firma tarafından geliştirilen yeni bir ürün ya da teknolojiyi tanıtan yazılar.
- Makina tasarım ve imalatında kullanılacak ve firmaya özgü cetvel, abak, resim vb., bilgiler.

Yukarıda belirtilen ilkeler içinde hazırlanan reklam yazıları, yayın kurulu tarafından incelenir ve dergi yayın kalitesine uygun bulunursa basılır. Yayın kurulu gerekli gördüğü durumlarda düzeltme önerileri getirebilir.

Journal of MECHANICAL DESIGN AND PRODUCTION

Journal of Mechanical Design and Production is a quarterly periodical, published by the Turkish Mechanical Design and Production Society, METU, Ankara, Turkey. It is one of the society's aims, to publish qualified research and review papers in Turkish. The published papers are strictly refereed to maintain a high scientific and engineering level at international standart.

MAKALE GÖNDERME KOŞULLARI

Makina Tasarım ve İmalat Dergisine yurt içinden ya da yurt dışından isteyen herkes yayınlanmak üzere makale gönderebilir. Gönderilen makalelerin dergi temel amaçlarına uygun ve dergi kapsamı içinde olması ve aşağıdaki makale kabul ilkelerini sağlaması gerekmektedir. Dergi yayın kuruluna gelen her makale en az iki hakem tarafından değerlendirilecek ve sonuç olumlu ya da olumsuz olsa da, yazarına bildirilecektir.

Makina Tasarım ve İmalat Dergisinde aşağıdaki makaleler yayınlanabilir.

- Araştırma Makaleleri,
- Uygulama Makaleleri,
- Derleme Makaleleri: Belirli bir konu üzerinde bilimsel ve teknolojik son gelişmeleri zengin bir kaynakçaya dayanarak aktaran ve bunların değerlendirmesini yapacak nitelikte olmalıdır.
- Çeviri Makaleler: Yerli teknoloji ve bilgi birikimine önemli bir katkıda bulunacak nitelikte olmalıdır.
- Kısa Makaleler: Yapılan bir çalışmayı zaman geçirmeden duyuran ve ya bu dergide yayınlanan bir makaleyi tartışan yazılardır.

MAKALE KABUL İLKELERİ

Makaleler içerik ve şekil olarak aşağıda belirtilen biçimde hazırlanmalıdır.

Yazım Dili

Kullanılan dilin olabildiğince basit, anlaşılır ve kesin olmasına özen gösterilmelidir. İleri düzeyde teknik ya da alışılmamış kavramlar kullanılmak gerektiğinde, bunlar uygun bir şekilde tanımlanmalı ve yeterince açıklanmalıdır.

Makalelerin Yapısı

Makaleler, aşağıda verilen yapıda olacak şekilde hazırlanmalıdır.

- Makalenin adı
- Yazar(lar) ad(lar)ı, ünvanları, bağlı olduğu kuruluş ve kuruluşun bulunduğu il.
- Özet
- Makalenin ana kısmı
- Teşekkür (gerekli ise)
- İngilizce başlık ve özet
- Kaynakça
- Ek (ler) (varsa)

Makalenin adı, olabildiğince kısa, gereksiz ayrıntıdan arınmış olmalı, ancak gerekli anahtar sözcükleri içermelidir.

Yazarların ad ve soyadları, ünvanları, bağlı olduğu kuruluş ve bulunduğu il verilmelidir. Ayrıntılı görev ve adres ise ayrı bir kağıtta ve yazarların kısa özgeçmişleri ile birlikte belirtilmelidir.

Özette sadece sonuçlar değil fakat makalenin tümü çok kısa ve öz şekilde açıklanmalıdır. Özet, makalenin konusu, kapsamı ve sonuçları hakkında fikir verebilmeli, ilgili anahtar sözcük ve deyimleri içermelidir. 100 kelimeyi geçmeyen Türkçe özeti İngilizcesi de Türkçe özeten sonra konulmalı ve makale başlığının İngilizcesi de mutlaka yazılmalıdır. Bu konuda istenirse dergi yayın kurulu yardımcı olabilir.

Makalenin ana kısmında makalenin amacından söz edildikten sonra bir mantık zinciri içinde sorun tanımlama, çözüm yolları ve diğer bilgiler verilerek sonuçlar ve bunların değerlendirilmesi sunulmalıdır.

Teşekkür kısmında gerekiyorsa kişi, kuruluş ya da firmalara teşekkür edilebilir. Özellikle firma adlarının bu bölümünün dışında başka bir yerde verilmesine özen gösterilmelidir.

Başlıklar

Gerek makalenin yapısını belirlemek, gerekse uzun bölümlerde düzenli bir bilgi aktarımı sağlamak için üç tür başlık kullanılabilir:

- Ana Başlıklar,
- Ara Başlıklar,
- Alt Başlıklar,

Ana Başlıklar: Bunlar, sıra ile, özet, makalenin ana kısmının bölümleri, teşekkür (varsa), kaynakça, ekler (varsa) den oluşmaktadır. Ana başlıklar büyük harflerle yazılmalıdır.

Ara Başlıklar: Yalnız birinci harfleri büyük harfle yazılmalıdır.

Alt Başlıklar: Yalnız birinci harfleri büyük harflerle yazılmalı ve hemen başlık sonunda iki nokta üstüste konularak yazıya aynı satırdan devam edilmelidir.

Matematiksel Bağıntılar

Matematiksel bağıntılar, daktilo ile veya elle anlaşılır şekilde açık ve seçik olarak yazılmalı, Türkçe alfabenin dışındaki karakterleri sayfanın sol tarafındaki boşlukta ayrıca ne oldukları yazı ile belirtilmelidir. Üst ve alt harf veya rakamlar belirgin bir şekilde yazılmalıdır. Özellikle daktilo kullanımında "1" (le) harfi ile "1" (bir) sayısının, "0" harfi ile "0" (sıfır) sayısının karıştırılmasına özen gösterilmelidir. Metin içindeki bağıntılar 1 (bir)'den başlayarak sıra ile numaralandırılmalı ve bu numaralar eşitliğin bulunduğu satırın sağ kenarına parantez "()" içinde verilmelidir.

Birimler

Zorunlu olmadıkça sadece S.I. birimleri kullanılmalıdır. S.I. dışındaki birimler kullanıldığında, fiziksel büyüklüğün S.I. eşdeğeri ve birimi parantez içinde verilmelidir.

Şekiller ve Çizelgeler

Şekiller küçültme ve basımda sorun yaratmamak için siyah mürekkep ile, düzgün ve yeterli çizgi kalınlığında aydın ve beyaz bir kağıda çizilmelidir. Her şekil A4 boyutunda ayrı bir sayfada olmalıdır. Şekiller 1 (bir)'den başlayarak ayrıca numaralandırılmalı ve her şeklin altına alt yazılarıyla birlikte yazılmalıdır. Çizelgeler de şekiller gibi, 1 (bir)'den başlayarak ayrıca numaralandırılmalı ve her çizelgenin üstüne başlığıyla birlikte yazılmalıdır.

Çizelge başlıklarının sadece ilk kelimesinin baş harfi büyük harfle, diğer harfleri ve kelimeler küçük harfle yazılmalıdır. Çizelge başlıkları, ayrıca bir sayfada da sıra ile verilmelidir.

Dip Notu

Dip notu gereken yerlerde bu bir üs numarası ¹ ile belirtilmelidir. Buna karşılık gelen dip notu aynı sayfanın altında ara metinle bir çizgi ile ayrılmış olarak verilmelidir.

Resimler

Resimler parlak sert (yüksek kontrastlı) fotoğraf kağıdına basılmalıdır. Ayrıca şekiller için verilen kurallara uyulmalıdır. Özel koşullarda renkli resim baskısı yapılabilecektir.

Kaynakça

Makale içinde gönderme yapılan (atıfta bulunulan) her türlü basılı yayın makalede söz edildiği sırada ve köşeli parantez [] içinde verilmelidir. Dergilerde yayınlanan makaleler kitaplar, raporlar, tezler kongre ve sempozyumlarda sunulan makaleler aşağıdaki örneklerde verilen şekilde yazılmalıdır.

Dergi Makalesi

1. Richie, G.S., Nonlinear Dynamic Characteristics of Finite Journal Bearings, **Trans, ASME, J. of Lub. Technology**, 105 (1983) 3, 375-376.

Kitap

2. Shigley, J.E. ve Mitchell, L.P., **Mechanical Engineering Design** McGraw - Hill Book Company, New York, 1983.

Rapor

3. Arslan, A.V. ve Novoseletsky, L., **A. Mathematical Model to Predict the Dynamic Vertical Wheel/Rail Forces Associated with Low Rail Joint**, AAR Technical Center, Technical Report, No. R-462, October 1980.

Kongre Makalesi

4. Adalı, E. ve Tunali, F. Bilgisayar Denetimli Tezgaha Geçiş **1 Ulusal Makina Tasarım ve İmalat Kongresi Bildiri Kitabı**, 287-293, ODTU, 1984

Makalenin Uzunluğu ve Yazımı

Makaleler yaklaşık 4000 kelimeyi ve 10 adet şekil ve çizelgeli aşmama şeklinde hazırlanmalıdır. Makaleler daktilo ile A4 kağıdının tek yüzüne, iki aralıklı olarak yazılmalı ve sayfa kenarlarında yeterli kadar boşluk bırakılmalıdır. Şekillerin orjinalleri de dahil olmak üzere makale üç kopya gönderilmelidir.

Kabul edilen makaleler dergi için yapılan dizgi ve şekillendirme işleminden sonra kontrol için basımdan önce yazarına gönderilir.

Yayınlanmasın veya yayınlanmasın gönderilen makalelerin yazarına geri gönderilmez. Yazılardaki fikir ve görüşler yazarın sorumluluğundan doğacak sorumluluk ise çevirene aittir.

YAYIN HAKKI

Dergide yayınlanan makalelerin her hakkı yayıncıya aittir. Makine Tasarım ve İmalat Derneği'ne aittir. Dergideki yazılı izin alınmadan başka yerde yayınlanamaz ve çoğaltılamaz.

YAZIŞMALAR

Belirtilmemesi durumunda konuyla ilgili yazışmalar birinci yazarın adresine gönderilir.

1. Örnek dip notu