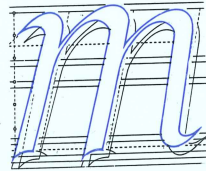


MAKİNA TASARIM VE İMALAT DERGİSİ

Cilt : 2

Sayı : 2

Aralık 1989



matim

Makina Mühendisliği Bölümü

ODTÜ - ANKARA

Sahibi

Makina Tasarım ve İmalat Derneği

Sorumlu Yayın Yönetmeni

Hakkı ESKİCİOĞLU

ODTÜ - MATİMAREN

Yayın Kurulu

Metin AKKÖK

ODTÜ - MATİMAREN

M.A. Sahir ARIKAN

ODTÜ - MATİMAREN

Nuri ÇARKOĞLU

ODTÜ

Hakkı ESKİCİOĞLU

ODTÜ - MATİMAREN

Mustafa İ. GÖKLER

ODTÜ - MATİMAREN

Bilgin KAFTANOĞLU

ODTÜ - MATİMAREN

O. Selçuk YAHŞİ

ODTÜ - MATİMAREN

Yazışma Adresi

Makina Tasarım ve İmalat Dergisi
Makina Mühendisliği Bölümü
Orta Doğu Teknik Üniversitesi
06531 ANKARA

Telefon

Yayın, Yönetim ve Sekreterlik: (4) 22 371 00 / 2587

MAKİNA TASARIM VE İMALAT DERGİSİ

Cilt: 2 Sayı: 2 Aralık 1989

JOURNAL OF
MECHANICAL DESIGN
AND PRODUCTION

Vol: 2 No: 2 December 1989

Yılda 2 ile 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 abone bedeli gerçek kişiler için 12.000 TL, firma ve kuruluşlar için 30.000 TL, öğrenciler için 6.000 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 ilkelerine uyması koşulu ile Derginin bu amaçla ayrılan sayfaları firmalara tahsis edilebilir. Reklam ücreti tam sayfa için 500.000 TL'dir. Birden çok sayıda reklam verilmesi durumunda özel indirim uygulanır.

BANKA HESAP NUMARASI

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

İÇİNDEKİLER

ARAŞTIRMA, GELİŞTİRME VE UYGULAMA MAKALELERİ

- | | |
|--|----|
| Sayısal Denetimli Tezgahların Ekonomik Değerlendirilmesi
Hakkı ESKİCİOĞLU | 33 |
| Soğuk İşlenmiş Delikler Üzerine
Udo GAMER, Oya YAHŞİ,
Hamit POYRAZ | 37 |
| Teknolojik Gelişmenin Bakım Planlamasına Katkısı : Bilgisayar Yardımıyla Kestirimci Bakım
R.Kubilay KÖSE | 42 |
| Bakım Sistemi Planlaması
O. Selçuk YAHŞİ | 52 |
| Sesin Sesle Etkin Denetimi Üzerine Bir Yayın Taraması
Arzu GÖNENÇ, Mehmet ÇALIŞKAN | 60 |

Dizgi : Gülseren BEYAZ

Kapak Baskı : ODTÜ Mimarlık Fakültesi Basım İşliği
Baskı : ODTÜ Basım İşliği

Sayın Okurlarımız,

İlk sayısı Eylül 1986'da çıkan Makina Tasarım ve İmalat Dergisi özellikle yayınlanacak makale bulmakta düşülen sıkıntı ve giderek artan basım giderleri nedeni ile Ocak 1988 tarihinden beri yayınlanamamaktaydı. Bu problemlerden parasal olanlar, gerek MATİM'in düzenlenmesine katkıda bulunduğu seminer ve kongrelerden gelen gelirlerle gerekse derginin Orta Doğu Teknik Üniversitesi'nde yeni kurulan basım işliğinde basılması konusunda Üniversite Rektörlüğü'nün sağladığı katkılarla şu anda aşılmış bulunmaktadır.

Yeni göreve başlayan şimdiki yayın kurulumuz ise dergiye gerek derleme, gerekse özgün çalışma ürünü veya bir bilgi ve tecrübe aktarımını sağlayacak makaleler bulmak konusunda yardımlarınızı beklemektedir. Bu sayımızda da ODTÜ Öğretim Elemanlarının makaleleri ağırlıklı olarak yer almıştır. Bunun en büyük nedeni diğer akademik kuruluşlar ve özellikle endüstrimizden yeteri kadar makalenin yayın kurulumuza gönderilmemiş olmasıdır.

Dergimizi, endüstri ve akademik kuruluşlarımızın karşılıklı bilgi alışverişinde bulunduğu, teknik sorunları tartıştığı ortak bir forum haline getirmek için siz meslektaşlarımızdan da katkı beklemekteyiz.

Ayrıca yayın kurulumuz siz okuyucularımızın arasında dergimiz aracılığıyla bir iletişim başlatmak amacıyla bir okuyucu mektupları köşesi açmıştır. Gelecek sayımızdan itibaren gerek dergide çıkan makaleler gerekse teknik olarak belirtmeyi gerek gördüğünüz konularda göndereceğiniz mektuplarınızı yayınlamaya başlayacağız.

Daha iyiye ulaşmak için.

Saygılarımızla,

Yayın Kurulu

SAYISAL DENETİMLİ TEZGAHLARIN EKONOMİK DEĞERLENDİRİLMESİ

Hakkı ESKİCİOĞLU
Doç.Dr.
Makina Mühendisliği Bölümü,
Orta Doğu Teknik Üniversitesi
ANKARA

GİRİŞ

Çağdaş imalat teknolojisinin bir parçası olan Sayısal Denetimli Tezgahlar, klasik tezgahlarla karşılaştırıldıklarında en az beş-altı kat daha pahalı olan tezgahlardır ve küçümsenmeyecek ölçüde yatırıma gereksinim gösterirler. Özellikle Sayısal Denetimli Tezgahların kullanımına ilk geçişde, ilk başta düşünülmeyen ve gözardı edilen önemli ölçüde ek harcamalara daha sonra gerek duyulur. Organizasyonun yeniden yapılması, kullanım ve bakım personelinin yetiştirilmesi ve eğitilmesi ve takım masrafları bunların bir kısmıdır. Bu tip tezgahların alınmasına, uçak sanayi gibi gerekli olduğu durumların dışında, karar verilmeden önce büyük yatırıma gerek duyulduğu için, ekonomik değerlendirilmeye gidilmesi zorunludur.

Ekonomik değerlendirmede en önemli zorluklardan biri, özellikle ilk defa Sayısal Denetimli Tezgahların uygulamasına geçiliyorsa, uzun dönemde getireceği yararların tam olarak belirlenememesidir. Bu tip tezgahların kullanımı uzun dönemde hem idari düzeyde hem de atelye düzeyinde çeşitli değişikliklere gerek gösterebilir ve ek harcamalara neden olabilir. Birçok uygulamada bunların neler olabileceği ve neler getirip, neler götürebileceği daha önceden bu konuda bir deneyim geçirilmemişse, baştan bilinemez. Bu nedenle özellikle ilk uygulamada, ekonomik değerlendirmenin sonucuna esnek bakmakta yarar vardır. Hatta bu konuda yapılacak ilk yatırım, bir Sayısal Denetimli Tezgahın alımı, bir imalat araştırma harcaması olarak da düşünülebilir. Gerektiğinde hiç bir ekonomik değerlendirme yapılmadan, tek bir tezgah alınarak, tezgahın kullanımı sırasında

Sayısal Denetimli Tezgahların seçim ölçütlerinden biri de ekonomiktir. Ekonomik değerlendirmede, tezgahın alış maliyetinin yanısıra, çevre elemanlarının maliyeti, atelye düzenlemeleri ve kullanım sırasında ortaya çıkan ek harcamalar da gözönüne alınır. Ekonomik değerlendirme, bir ölçüt olarak kullanılmasının dışında, konuya daha geniş açıdan bakılmasını sağlayarak önceden görülemiyen bir takım sorunların belirlenmesine yardımcı olur ve uygulama aşamasında bu sorunlardan doğacak gecikmeleri önler.

Bu bildiriye Sayısal Denetimli Tezgahların ekonomik değerlendirilmesinde gözönüne alınması gereken etkenler özetlenmiş ve değerlendirme yöntemi açıklanmaya çalışılmıştır.

kazanılan deneyimlerle, daha sonraki yatırımların ekonomik değerlendirilmesinin daha sağlıklı yapılması düşünülebilir.

EKONOMİK DEĞERLENDİRME

Sayısal Denetimli Tezgahların ekonomik değerlendirilmesi, klasik tezgahlarla karşılaştırılması olarak yapılır. Bu, ya var olan klasik tezgahların Sayısal Denetimli Tezgahlarla değiştirilmesi şeklinde olur, ya da kurulacak yeni bir atelye için klasik tezgah veya Sayısal Denetimli Tezgah şeklinde olur.

Ekonomik değerlendirme iki aşamada gerçekleştirilir (Şekil 1). İlk aşama atelye düzeyinde, parça imalat maliyetleri karşılaştırılarak yapılır. İkinci aşamada ise uzun dönemde Sayısal Denetimli Tezgahların karlılığı hesaplanır. İlk aşamada atelye düzeyinde klasik tezgahların daha ekonomik çıkması durumunda, genellikle ikinci aşamaya gerek görülmez ve karar ilk aşamada verilir.

Atelye Düzeyinde Değerlendirme

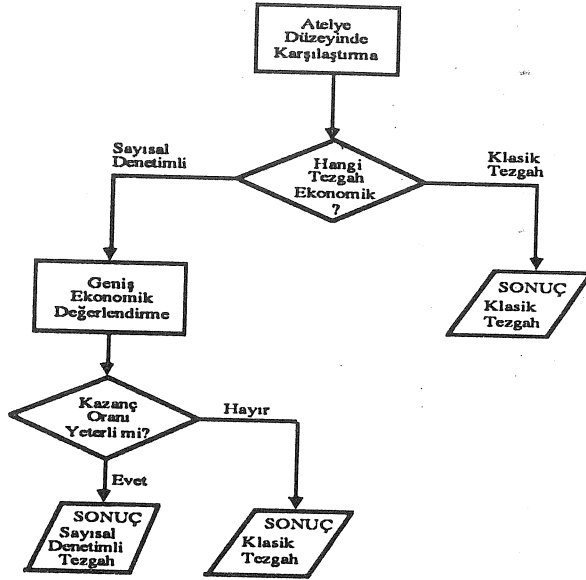
Atelye düzeyinde değerlendirme de parçaların Sayısal Denetimli Tezgah ve seçeneği olan diğer tezgahda imalat maliyetleri karşılaştırılır. Bu karşılaştırmada farklılık göstermeyen maliyet elemanları gözardı edilir.

Çizelge 1'de, bu karşılaştırmada kullanılan bir formun örneği verilmektedir. Burada gösterilen ve atelye düzeyinde değerlendirilmede kullanılan başlıca maliyet elemanları şunlardır:

- Programlama ve Planlama
- Veri Hazırlanması (Sayısal Denetimli Tezgahların programlanması için)
- Bağlama ve Delme Aparatlarının Tasarım ve

İmalatı

- Deneme İmalatı
- Markalama
- İş Hazırlama
- Tezgah Hazırlama
- Parça İşleme Zamanı
- Kayıp Zaman
- Kalite Kontrolü
- Temizleme
- Takma ve Montaj



Şekil 1. Ekonomik Değerlendirme Akış Şeması

Bu maliyet elemanları belirlendikten sonra üretim düzeyi süresi ve maliyeti ile ilgili aşağıdaki bilgiler hazırlanır:

- a) Yıllık Üretim Düzeyi
- b) Tahmini Üretim Süresi
- c) Yıllık İmalat Maliyeti
- d) Toplam Üretim Maliyeti

Atelye düzeyinde değerlendirme bir ön düşünce elde etmek içindir. Genellikle bu değerlendirmeyi geniş ekonomik değerlendirme izler çünkü Sayısal Denetimli Tezgahlar çoğu zaman atelye düzeyinde daha karlı görünürler. Klasik tezgahların daha karlı çıktığı atelye düzeyindeki değerlendirmelerde ise kesin karara varılmadan önce sonuçların irdelenmesinde yarar vardır. Eğer klasik tezgahlar çok az bir farkla karlı görünmüşlerse ikinci aşamadan sonra kesin karar vermek daha doğru olur çünkü atelye düzeyinde yapılan karşılaştırmada Sayısal Denetimli Tezgah kullanımının maliyeti etkilediği hurda malzemelerden kazanç ve stok maliyetinin düşmesi gibi bir takım etkenler gözönüne alınmamaktadır.

Geniş Ekonomik Değerlendirme

Atelye düzeyinde yapılan değerlendirme sonucu Sayısal Denetimli Tezgahların daha ekonomik çıkması durumunda, uzun dönemde yatırımın karlılığı hesaplanır. Uzun dönemde yapılan geniş ekonomik değerlendirme sonucunda yatırımdan istenilen kar elde edilemiyorsa, yatırımdan vazgeçilebilir.

Geniş ekonomik değerlendirmede üç ayrı tip harcama söz konusudur; ilk yatırım giderleri, yıllık giderler ve her yıl için ek giderler. Tüm giderler belirlendikten sonra uzun dönemde yatırımın karlı olup

Çizelge 1. Atelye Düzeyinde Değerlendirme Formu

	Birim Maliyet TL/saat	Sayısal Denetimli Tezgaah		Seçenek Tezgaah	
		Süre (saat)	Maliyet (TL)	Süre (saat)	Maliyet (TL)
İMALAT ÖNCESİ MALİYET ELEMANLARI					
	Programlama ve Planlama Veri Hazırlanması Bağlama ve Delme Aparatlarının Tasarım ve İmalatı Deneme İmalatı				
A	Toplam				
İMALAT SIRASINDAKİ MALİYET ELEMANLARI					
	Markalama İş Hazırlama Tezgaah Hazırlama Parça İşlem Zamanı Kayıp Zamanlar Kalite Kontrolü Elle veya Makina ile Temizleme Takma ve Montaj				
B	Toplam				
C1	Yıllık Üretim Düzeyi				
C2	Tahmini Üretim Süresi				
C3	Yıllık İmalat Maliyeti (B x C1)				
C4	Toplam Üretim Maliyeti (A + C3 x C2)				

olmadığı, karlı ise kazanç oranı belirlenir ve amortisman süresi hesaplanır.

İlk Yatırım Giderleri

İlk yatırım giderleri olarak gözönüne alınan harcamalar yeni tezgahın satın alınması ile ilgili harcamalardır. Ömrü iki seneden uzun olan her türlü alet ve cihaz (tezgahın kendisi dahil) ve kiralama dışında satın alınan her şey ilk yatırım giderleri arasında kabul edilir.

İlk yatırım harcamalarına giren başlıca harcamalar şunlardır:

- Tezgahın satın alımı
- Tezgah ile ilgili her türlü parça, takım ve yedek parça alımı
- Gümrük vergisi
- Satın alma ile ilgili sigorta masrafları
- Taşıma masrafları
- Alınan malzemeye bina yapımı, yer hazırlanması, güç kaynaklarının alınması ve benzeri harcamalar.

Satın alma işlemlerinin taksitle yapılması durumunda peşin ödenecek paranın miktarı, taksitler ve ödeme sürelerinin belirlenmesi gerekir. Peşin satın alma durumunda çeşitli nedenlerle ödeme değişik zamanlarda yapılacaktır ve ödeme süreleri uzunsa, her bir ödemenin ayrı olarak gözönüne alınmasında yarar vardır.

Eğer Sayısal Denetimli Tezgahın seçeneği klasik tezgah ise, aynı değerlendirme klasik tezgah içinde yapılır. Çizelge 2'de örnek bir değerlendirme formu görülmektedir. Eğer seçenek olarak, elde var olan tezgahların kullanılması düşünülüyorsa, eski tezgahın ne zaman elden çıkarılacağı veya yenileneceği belirlenir ve yeni tezgahın tahmini alış fiyatı kullanılır. Geniş ekonomik değerlendirmenin başlangıç tarihi olarak Sayısal Denetimli Tezgahın kuruluş tarihi alınır.

Yıllık Giderler

Yıllık giderler tezgahın kullanımı sırasında her yıl tekrarlanan harcamaları içerir. Yıllık eskalasyon yıl sonunda harcamaların toplamına uygulanır. Değerlendirme süresi olarak tahmini üretim süresi veya tezgahın ömrü gözönüne alınır.

Yıllık giderlerin bulunmasında kullanılan başlıca harcamalar şunlardır:

- Doğrudan İşçilik Ücreti
- Fazla Mesai Ücreti
- Doğrudan Olmayan İşçilik Ücreti
- Ek İşçilik Giderleri
- Tüketim Harcamaları
- Hurda Maliyeti
- Takım Bakımı
- Tezgah Bakımı
- Ara Stok Maliyeti
- Diğer Giderler

Yıllık Ek Giderler

Her yıl tekrarlanan giderlere ek olarak, bazı yıllar fazladan giderler söz konusu olabilir. Planlama işleminin yeniden yapılması, yeni takım tasarımı veya tezgahların yerinin değiştirilmesi ve yeni parça satın alınması gibi harcamalar, eğer yıllık giderler her yıl için ayrı ayrı hesaplanmıyorsa, bu kısımda gözönüne alınır.

Çizelge 2. İlk Yatırım Giderleri Değerlendirme Formu

		A	B	
		Klasik Tezgah	S.D. Tezgah	
		6 Revolver Torna	2 Torna	
HARCAMALAR		TL	TL	Ek yatırım (B-A)
Tezgahın satın alımı ve diğer malzemeler	- 1 yıl			
	- 6 ay	32 000 000	12 000 000	20 000 000
	- 3 ay	32 000 000	112 000 000	80 000 000
	0	32 000 000	100 000 000	68 000 000
	+ 3 ay			
	+ 6 ay			
TOPLAM		96 000 000	224 000 000	128 000 000

Yatırımın Değerlendirilmesi

Yıllık giderlerin belirlenmesi ve Sayısal Denetimli Tezgah kullanımının getireceği yıllık kazancının bulunması işletme açısından yeterli değildir. Sayısal Denetimli Tezgaha yatırılan anaparanın getireceği kazanç oranının bulunması ve amortisman süresinin bilinmesi işletme açısından zorunludur. Kazanç oranının belirlenmesinde İç İktisadi Karlılık Yöntemi kullanılır. Bu yöntemde, yıllık net kazanç, ana yatırım yapıldığı döneme belirli bir kazanç oranında yansıtılır (güncel değerler). Ana yatırım yapıldığı (tezgahın satın alındığı yıl) dönemdeki yansıtılmış yıllık kazançların toplamının kullanılan ana paraya eşitlendiği kazanç oranı çözümü verir. Çözüm, çeşitli kazanç oranları ele alınarak bunların sonuçlarının ara değeri bulunarak gerçekleştirilir.

İlk aşamada yıllık gelir (Sayısal Denetim Tezgahın kullanılması sonucu ortaya çıkan ek gelir) ve giderler (çeşitli vergi giderleri, kredi faizleri, vergiler ve diğerleri) örneği Çizelge 3'de gösterilen bir şekilde özetlenir.

İkinci aşamada çeşitli kar oranları kullanılarak yıllık karın güncel değeri bulunur. İşlemlerde kolaylık olması için yıllık net karın yıl sonunda oluştuğu kabul edilir ve aşağıdaki bağlantı kullanılır:

Bu eşitlikte

B_0 : Yansıtılan kar (güncel değer)

B_n : n yılına ait kar

i : Kar oranı

Yıllık net kar oranlarının örnek olarak yüzde 20, 40 ve 60 alınmasıyla Çizelge 4'de gösterilen tablo oluşturulur. Daha sonra yüzde 20, 40 ve 60'lık

kar oranlarının yansıtılmış toplam sonuçları kullanılarak Şekil 2'de gösterilen kar oranı grafiği çizilir. Yatırımın kar oranı ise ara değer bulunarak saptanır. Toplam yatırımın, yansıtılmış toplam kara eşit olduğu ($A_0/B_0 = 1$) doğru ile kar oranı eğrisinin kesiştiği nokta, yatırımın getireceği kar oranını gösterir.

Çizelge 3. Yıllık Kazanç ve Giderleri

(Çizelgede gösterilen 1 yıla ait 40 000 000 TL'lik kazanç diğer yıllara her yıl % 30 artırılarak yazılmış ve aylık ek giderler için tahmini değerler kullanılmıştır)

Ana Yatırım, $A_0 = 128\ 000\ 000$			
	Yıllık kazanç	Yıllık gider	Yıllık net kar B_0
1. Yıl	40 000 000	20 000 000	20 000 000
2. Yıl	52 000 000	10 000 000	42 000 000
3. Yıl	67 600 000	12 000 000	55 600 000
4. Yıl	87 880 000	5 000 000	83 880 000
5. Yıl	114 244 000	12 000 000	112 244 000
6. Yıl	148 517 200	15 000 000	133 517 200
7. Yıl	193 072 360	20 000 000	173 072 360
8. Yıl	250 994 060	25 000 000	225 994 060
9. Yıl	326 292 270	30 000 000	296 292 270
10. Yıl	424 179 956	33 000 000	391 179 956

Amortisman süresi ise Çizelge 4 kullanılarak bulunur. Yansıtılmamış karların toplamının yatırıma eşit olduğu süre amortisman süresini verir. Çizelge 3 incelendiğinde amortisman süresinin yaklaşık 3 - 3,5 yıl arası olduğu görülmektedir.

SONUÇ

Genel hatlarıyla açıklanan Sayısal Denetimli Tezgahların ekonomik değerlendirilmesi kesin karar vermede tek ölçüt olarak ele alınmamalıdır. Özellikle sonuçların çok farklı çıkmadığı durumlarda uygulamanın teknolojik ve sosyal açıdan uzun dönemde neler getirebileceği düşünülmelidir. Bugünkü ekonomik değerlendirme sonucunun olumsuz olması hızla değişen dünyada, bugün görünemiyen, bilinemiyen birçok yeni değişkenin yarın ortaya çıkması ile değişebilir. Yüksek teknolojiye geçişte tek kar amacı düşünülmelidir. Bugün için çok karlı olmayan yatırımlarla yüksek teknolojiye geçilmesi ve yeni yöntemlerin kullanılması ilerde kuruluşları pazarda daha güçlü hale getirerek rekabet olanaklarını artırabilir.

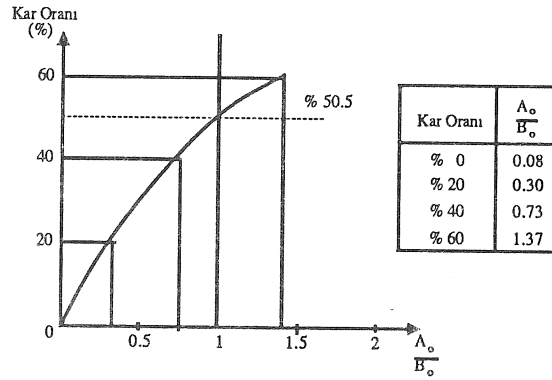
ECONOMICAL APPRAISAL OF NC MACHINES

One of the factors which affect the choice of NC machines is the economic appraisal. In the economic appraisal of NC machines the cost peripherals, layout changes and other cost factors must be taken into consideration together with the cost of the machine tool as well.

The economical appraisal helps also to discover the unforeseen problems in using NC machines by providing a broader perspective angle. This prevents the unexpected delays at the implementation stage. In this paper, factors which should be taken in to consideration in the economical analysis of NC machines have been explained and the procedure which should be followed has been defined.

Çizelge 4. % 20, % 40 ve % 60 Kar Oranları İçin Sayısal Denetimli Tezgahın Alım Yılına Yansıtılmış Yıllık Kazançlar

	Yansıtılmış kar oranı			
	Yıllık net kar B_0	% 20	% 40	% 60
1. Yıl	20 000 000	16 666 667	14 285 714	12 500 000
2. Yıl	42 000 000	29 166 667	21 428 571	16 406 250
3. Yıl	55 600 000	32 175 926	20 262 391	13 574 219
4. Yıl	83 880 000	40 451 389	21 834 652	12 799 072
5. Yıl	112 244 000	45 108 346	20 870 024	10 704 422
6. Yıl	133 517 200	44 714 640	17 732 461	7 958 245
7. Yıl	173 072 360	48 301 319	16 418 424	6 447 448
8. Yıl	225 994 060	52 558 995	15 313 439	5 261 834
9. Yıl	296 292 270	57 423 427	14 340 622	4 311 620
10. Yıl	391 179 956	63 177 747	13 523 722	3 557 761
Toplam B_0	1 533 779 846	429 745 123	176 010 020	93 520 871



Şekil 2. Kazanç Oranı Grafiği

KAYNAKÇA

- 1 LESLIE, W.H.P., "Numerical Control Users' Handbook", McGraw-Hill.
- 2 WILSON, F.W., "Numerical Control in Manufacturing", McGraw-Hill.
- 3 MARTIN, S.J., "Numerical Control of Machine Tools", Hodder and Stoughton.

Udo GAMER
Prof.Dr.
Institut für Mechanik Technische
Universität Wien

Oya YAHŞI
Ar.Gör.
Makina Mühendisliği Bölümü
Orta Doğu Teknik Üniversitesi
ANKARA

Hamit POYRAZ
Makina Mühendisliği Bölümü
Orta Doğu Teknik Üniversitesi
ANKARA

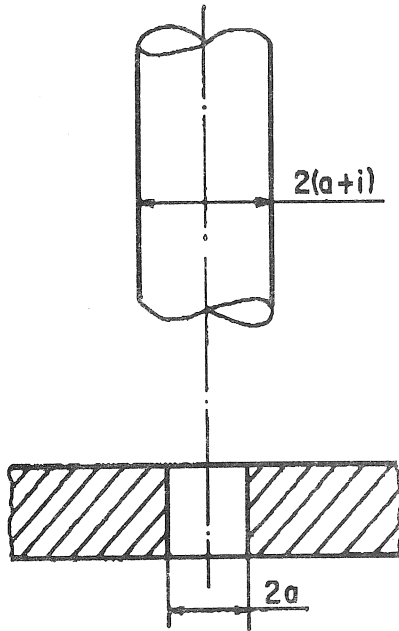
SOĞUK İŞLENMİŞ DELİKLER ÜZERİNE

Bir deliğin soğuk işlenmesi, bir malafa ile o deliğin genişletilmesidir ki bu işlem sonunda, delik etrafında plastik deformasyonlar ve artık basma gerilmeleri oluşur.

Bu çalışmada soğuk işlenmiş delikler Tresca akma kriterine ve buna bağlı akış kuralına dayanılarak incelenmiştir. Bu amaçla, Swift'in sertleşme kanunu ve $\sigma_Y = s_0 (1 + \eta \epsilon_{EQ}^k)$ kullanılmıştır. Levhalardaki gerilme dağılımları $k=2$ değeri için elde edilmiştir.

GİRİŞ

Bir deliğin soğuk işlenmesinin yararı, o delik etrafında, levhanın yorulma ömrüne faydalı olacak şekilde artık gerilmelerin oluşmasıdır. Soğuk işleme bir malafa ile deliğin genişletilmesi ve buna bağlı olarak meydana gelen plastik deformasyonlardan oluşur (Şekil 1). Malafanın geri çekilmesinden sonra deliğin çevresinde artık basma gerilmeleri kalır ve bu gerilmeler çatlakların oluşmasını ve ilerlemesini önler.



Şekil 1. Malafa ve delik

Soğuk işleme yöntemiyle ilgili olarak yapılan teorik çalışmalar çoğunlukla Von Mises akma kriterine dayanır ve yalnız sayısal olarak mevcuttur. Konuyla ilgili bir literatür araştırması ve yazarın kendi çalışmalarıyla karşılaştırmalar [1]'de verilmiştir. Eğer genişleme işlemi Tresca akma kriterine ve buna bağlı akış kuralına göre tanımlanırsa, malafanın sokulmasıyla meydana gelen gerilmeler ve malafanın geri çekilmesinden sonra levhada kalan artık gerilmeler, plastik davranış ve doğrusal sertleşme gösteren malzemeler için analitik olarak bulunabilir [2,3]. Doğrusal olmayan eşyönlü sertleşme davranışı da bir miktar sayısal çalışma sonucu bunlara eklenebilir [4].

Sık sık kullanılan iki sertleşme kanunu şunlardır:

$$\sigma_Y = \sigma_0 (1 + \eta \epsilon_{EQ})^k \quad (1)$$

$$\sigma_Y = \sigma_0 (1 + \eta \epsilon_{EQ}^k) \quad (2)$$

Yukarıdaki ifadelerde σ_0 tek eksenli çekmedeki ilk akma gerilmesi, η ve k ise malzeme sabitleridir. Bu ampirik bağıntılardan ilki Swift'in sertleşme kanunu olarak bilinir [5]. İkincisinin avantajı da deneysel sonuçların logaritmik eksenli bir grafik üzerinde doğruya dönüşmesi ve bu şekilde malzeme sabitlerinin kolayca elde edilebilmesidir [6]. Bu iki sertleşme kanunu arasındaki en önemli fiziki farklılık elastik-plastik sınırında, küçük plastik gerilmeler için olan malzeme davranışındadır. Birinci sertleşme kanunu (1) bu noktada eğimi $\sigma_0 \eta k$ ile verilen doğrusal sertleşmeye dönüşür. İkinci sertleşme kanunu (2) $k > 1$

olan bütün k'lar için elastik-plastik sınırının yakınında mükemmel plastik davranış gösterir. Öte yandan $k < 1$ olan bütün k'lar için belirgin bir elastik-plastik sınırdan ziyade elastik davranıştan plastik davranışa yumuşak bir geçiş söz konusudur [7]. (1) ve (2)'deki sertleşme kanunlarına $k = 1/2$ için uyan levhalardaki deliklerin soğuk işlenmeleri [4] ve [8]'de incelenmiştir. Bu çalışmada da soğuk işleme problemi $k = 2$ kuvveti için çözülmüştür. Bu malzemeler doğada rastlanmayabilirler ancak burada sunulan sonuçlar yukarıdaki kanunlar doğrultusunda ortaya çıkabilecek davranışları incelemek amacıyla elde edilmiştir. Öncelikle genel teorinin sonuçları hesaplanmıştır [4].

GENEL TEORİNİN SONUÇLARI

Elastik Bölge ($r \geq z$)

Bu bölgede denge denklemi, uyumluluk denklemi ve geometrik bağıntılar kullanılarak gerilmeler elde edilir.

$$\sigma_r = -\frac{1}{2} \frac{\sigma_0}{\sigma^2} \quad (3)$$

$$\sigma_r = -\frac{1}{2} \frac{\sigma_0}{\sigma^2} \quad (4)$$

Burada;

$\rho : r/z$

z : incelenmekte olan problemdeki uygun bir referans yarıçap (elastik-plastik sınır)

Plastik Bölge ($a \leq r \leq z$)

$\sigma_\theta \geq 0$ ve $\sigma_r < 0$ olduğu kabul edildiğinde, Tresca akma kriteri ile buna bağlı akış kuralından faydalanılarak:

$$E\epsilon_\theta^p - E\epsilon_r^p = -\sigma_y + \frac{\sigma_0}{\rho^2} \quad (5)$$

elde edilir.

σ_y akma gerilmesi, eşdeğer plastik gerinmenin bir fonksiyonudur.

$$\sigma_y = f(\epsilon_{EQ}) \quad (6)$$

f bu aşamada herhangi bir fonksiyon olabilir. Eşdeğer gerinme, plastik işteki artış miktarlarının eşitliği kullanılarak bulunabilir.

$$\epsilon_{EQ} = \epsilon_\theta^p \quad (7)$$

Buradan;

$$dw = \sigma_{ij} d\epsilon_{ij}^p = \sigma_y d\epsilon_{EQ}^p \quad (8)$$

bulunur (daha önce oluşmuş plastik deformasyon olmadığı varsayılarak).

(5) ve (6)'dan eşdeğer plastik gerinme elimine edilerek akma gerilmesi, ρ 'nun bir fonksiyonu olarak elde edilir. Bu, genellikle sayısal olarak yapılır.

$$\frac{d\sigma_r}{dr} + \frac{\sigma_r - \sigma_\theta}{r} \quad (9)$$

denge denkleminde,

$$\sigma_r = -\int_\rho^1 \frac{\sigma_y}{r} d\rho - \frac{1}{2} \sigma_0 \quad (10)$$

bulunur. Daha sonra akma şartından

$$\sigma_\theta = \sigma_r + \sigma_y \quad (11)$$

elde edilir.

$r = a$ 'da levha ve malafa arasındaki basınç

$$p = -\int_\alpha^1 \frac{\sigma_y}{\rho} d\rho - \frac{1}{2} \sigma_0 \quad (12)$$

olarak ifade edilebilir. Burada $\alpha = a/z$.

ρ 'nun fonksiyonları olarak (10) ve (11)'deki gerilmeler deliğin çapının büyüklüğüne veya burada uygulanan basınca bağlı değildir. z girinim derinliği basıncın bir fonksiyonu olarak (12)'de verilmiştir.

Tüm Levhadaki Deplasman

$$Eu = (1 - \nu) \sigma_r r + \sigma_0 \frac{z^2}{r} \quad (13)$$

olarak bulunur. Burada;

u : deplasman

E : elastik modülüs

ν : Poisson oranı

Malafa bu problemde de buna çok yakın olan sıkı geçme problemindeki gibi bir disk olarak modelendirilmiştir. Malafanın sertleştirilmiş çelikten yapılmış olmasına karşılık levha hafif bir metaldendir. Bu nedenle malafa elastik sınırlar içinde kalmıştır. Her iki malzeme için de farklı malzeme sabitleri olduğu dikkate alınmalıdır. Malafa için:

$$\text{Gerilmeler : } \sigma_r = \sigma_\theta = -p \quad (14)$$

$$\text{Deplasman: } E_M u = -(1 - \nu_M) p r \quad (15)$$

Yukarıdaki ifadelerde M malafayı gösteriyor.

Ara Yüzeydeki Geometrik Sınır Şartı

$$i = u(a) - u^M(a) \quad (16)$$

kullanılarak

$$\frac{E_i}{\sigma_0 a} = \frac{1}{\alpha^2} - \left[1 - \nu - (1 - \nu_M) \frac{E}{E_M} \right] \frac{p}{\sigma_0} \quad (17)$$

elde edilir. Burada;

i : sıkı geçme miktarı.

En önemli değerlerden biri de malafanın sokulması sonucunda deliğin çevresinde meydana gelen basıncın miktarıdır. Bu, delik çevresinde oluşan basma gerilmelerinin büyüklüğü açısından önemlidir ve sıkı geçme miktarıyla olan bağlantısı (12) ve (17)'den a parametresi elimine edilerek bulunabilir.

Bu bölümde sunulan sonuçlar, σ_θ 'nın negatif olmaması koşuluyla, herhangi bir eşyönlü sertleşme kanunu için geçerlidir. Eğer, herhangi bir $y > a$ yarıçapında çevresel gerilme kaybolur ve $d\sigma_\theta/d\rho > 0$ olursa, bu takdirde yukarıda verilen plastik bölgedeki deplasman ve gerilme denklemleri yalnızca $y/z \leq \rho \leq 1$ için geçerlidir. Bu durumda malafa ile plaka arasındaki geçme süper kritiktir. Mükemmel plastik davranış gösteren malzemeler için süper kritik durumda malafa probleminin çözümü yoktur. Doğrusal sertleşme gösteren malzemeler için $a \leq \rho \leq y/z$ bölgesindeki gerilmeler ve deplasmanlar [9] [10]'da incelenmiştir. Doğrusal olmayan sertleşme gösteren malzemeler için analitik çözüm uygulanması makul

değildir.

Malafanın geri çekilmesinden sonra plakada kalan artık gerilmeler, (3), (4), (10), (11)'de ifade edilen malafa deliğinin içindeyken oluşan gerilmelerden,

$$\sigma_r = -p \frac{a^2}{r^2} \quad (18)$$

$$\sigma_\theta = p \frac{a^2}{r^2} \quad (19)$$

(18) ve (19)'da verilen aynı sıkı geçme basıncı altında sınırsız elastik davranış gösterdiği varsayılan bir plaka oluşacak olan gerilmeler çıkarılarak elde edilir.

İKİ ÖZEL SERTLEŞME KANUNU İÇİN ANALİTİK SONUÇLAR

İlk olarak (1)'in $k = 2$ için olan özel durumu,

$$\sigma_Y = \sigma_0 (1 + \eta \epsilon_{EQ})^2 \quad (20)$$

incelenmiştir.

Bunu ρ cinsinden ifade edebilmek için, (5) kullanılarak

$$\bar{\sigma}_Y = \frac{1+2H}{2H^2} + \frac{1}{\rho^2} - \frac{1}{H\rho} \sqrt{1+M^2 \rho^2} \quad (21)$$

olarak bulunur. Burada;

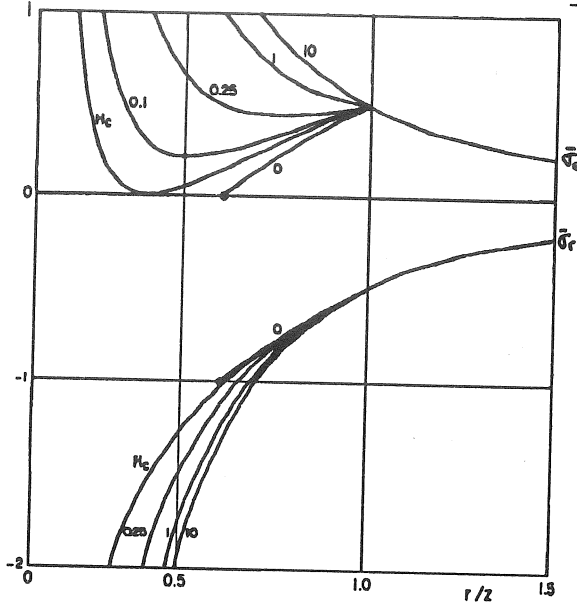
$$M^2 = \frac{(1+4H)}{4H^2}$$

$$\sigma_{ij} = \frac{\sigma_{ij}}{\sigma_0}$$

$$H = \frac{\eta \sigma_0}{E}$$

Daha sonra (10) ve (11) kullanılarak

$$\bar{\sigma}_r = \frac{1+2H}{2H^2} \log \rho - \frac{1}{2\rho^2} + \frac{1}{H\rho} \sqrt{1+M^2 \rho^2} - \frac{M}{H} \log \frac{M\rho + \sqrt{1+M^2 \rho^2}}{M + 1 + \frac{1}{2H}} - \frac{1+2H}{2H^2} \quad (22)$$



Şekil 2. Birinci sertleşme kanunu için, değişik sertleşme parametrelerinde boyutsuz gerilmeler.

$$\bar{\sigma}_\theta = \frac{1+2H}{2H} \log \rho + \frac{1}{2\rho^2} - \frac{M}{H} \log \frac{M\rho + \sqrt{1+M^2\rho^2}}{M+1 + \frac{1}{2H}} \quad (23)$$

olarak bulunur.

İkinci olarak ise $k = 2$ için (2)'nin özel durumu

$$\sigma_r = -p \frac{a^2}{r^2} \quad (24)$$

Burada da bir önceki durumda olduğu gibi, (5)'den faydalanılarak

$$\begin{aligned} \bar{\sigma}_Y &= \frac{1}{2H} + \frac{1}{\rho^2} - \frac{1}{\rho\sqrt{H}} \sqrt{1+A^2\rho^2} \\ &= \frac{1}{2H} + \frac{1}{\rho^2} - \frac{1}{\rho\sqrt{H}} \sqrt{1-B^2\rho^2} \end{aligned} \quad (25)$$

olarak ifade edilir. Burada;

$$H = \frac{\sigma_0^2}{E^2} \eta$$

$$A^2 = \frac{(1-4H)}{4H}$$

$$B^2 = \frac{(4H-1)}{4H}$$

Yine aynı şekilde (10) ve (11) kullanılarak, $H < 1/4$ için

$$\begin{aligned} \bar{\sigma}_r &= \frac{1}{2H} \log \rho - \frac{1}{2\rho^2} + \frac{1}{\rho\sqrt{H}} \sqrt{1+A^2\rho^2} \\ &\quad - \frac{1}{\sqrt{H}} \log \frac{A\rho + \sqrt{1+A^2\rho^2}}{A + \frac{1}{2\sqrt{H}}} - \frac{1}{2H} \end{aligned} \quad (26)$$

$$\bar{\sigma}_\theta = \frac{1}{2H} \log \rho + \frac{1}{2\rho^2} - \frac{1}{\sqrt{H}} \log \frac{A\rho + \sqrt{1+A^2\rho^2}}{A + \frac{1}{2\sqrt{H}}} \quad (27)$$

$H > \frac{1}{4}$ için;

$$\bar{\sigma}_r = 2 \log \rho - \frac{1}{2\rho^2} + 2 \left(\frac{1}{\rho} - 1 \right) \quad (28)$$

$$\bar{\sigma}_\theta = 2 \log \rho + \frac{1}{2\rho^2} \quad (29)$$

$H > \frac{1}{4}$ için;

$$\begin{aligned} \bar{\sigma}_r &= \frac{1}{2H} \log \rho - \frac{1}{2\rho^2} + \frac{1}{\rho\sqrt{H}} \sqrt{1-B^2\rho^2} \\ &\quad - \frac{B}{\sqrt{H}} \arccos(B\rho) - \frac{1}{2H} + \frac{B}{\sqrt{H}} \arccos B \end{aligned} \quad (30)$$

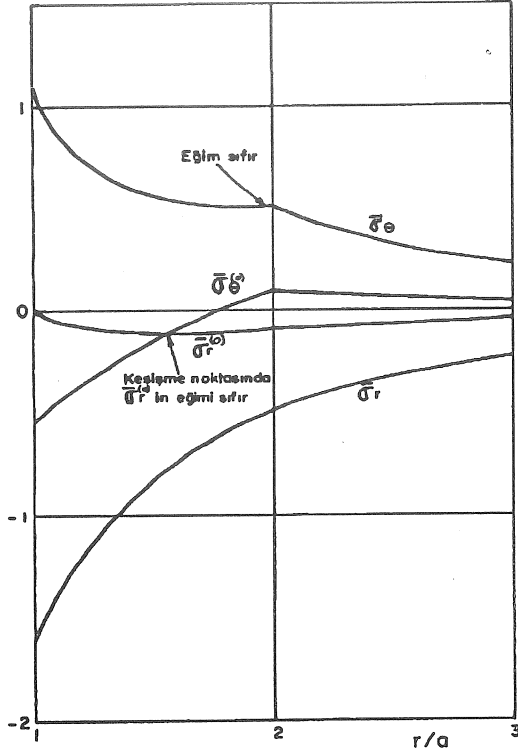
$$\begin{aligned} \bar{\sigma}_\theta &= \frac{1}{2H} \log \rho + \frac{1}{2\rho^2} - \frac{B}{\sqrt{H}} \arccos(B\rho) \\ &\quad + \frac{B}{\sqrt{H}} \arccos B \end{aligned} \quad (31)$$

olarak elde edilir.

SONUÇLAR

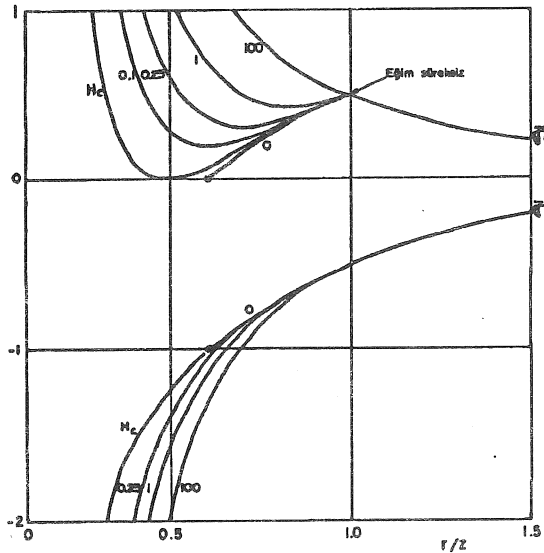
Şekil 2 $\sigma_Y = \sigma_0 (1+\eta\epsilon\epsilon_Q)^2$ özel durumu için değişik sertleşme parametrelerinin σ_r ve σ_θ üzerindeki etkisini göstermektedir. $H = H_c$ (H kritik) = 0.0575 değerinde σ_θ , $\rho = 0.397$ 'de sıfırda minimum değerini alır. $H = 0$ mükemmel plastik davranış gösteren bir malzemedir.

Şekil 3'de yine $\sigma_Y = \sigma_0 (1+\eta\epsilon\epsilon_Q)^2$ özel durumda artık gerilmeler gösterilmiştir. Bu şekilde $H = 0.5$, $p = 1.63$, $\alpha = 0.5$, $Ei/\sigma_0 a = 3.27$ 'dir. $H = 0.5$ için $\rho = 2.0$ 'da $d\sigma_\theta/d\rho = 0$ değerini alır.



Şekil 3. Birinci sertleşme kanunu için yük altındaki boyutsuz gerilmeler ve artık gerilmeler.

Şekil 4'de ise, ikinci sertleşme kanunu için $H = H_C$ (H kritik) = 0.0304, 0.1, 0.25, 1 ve 100 parametreleri için σ_θ ve σ_r gösterilmiştir. $H = H_C$



Şekil 4. İkinci sertleşme kanunu için, değişik sertleşme parametrelerinde boyutsuz gerilmeler.

olduğu zaman σ_θ minimum sıfır değerine $\rho = 0.489$ 'da ulaşır. σ_θ 'in eğimi bütün sonlu sertleşme parametreleri için $\rho = 1-0$ 'da 1'e eşittir. Bu nedenle, $H = 100$ değerini gösteren eğri grafikte gösterilemeyen bir minimuma sahiptir.

ON COLD WORKED HOLES

Cold working of a hole is enlarging the hole with a mandrel which will result in plastic deformations and residual compressive stresses around the hole.

In this study cold worked holes are examined based on Tresca's criterion and associated flow rule. The two well known hardening laws used for this purpose are:

$$\sigma_Y = s_0 (1 + h \epsilon_{EQ})^k$$

$$\sigma_Y = s_0 (1 + h \epsilon_{EQ}^k)$$

Stress distributions in the sheets are obtained for the value of $k=2$.

KAYNAKÇA

- 1 Sharpe, W.N.Jr., Residual Strains Around Cold-Worked Fastener Holes, Journal of Engineering Materials and Technology, 100 (1978), 7, 310-312.
- 2 Gamer, U., Die Restspannungen in der Umgebung der kaltverfestigten Bohrung, Forschung im Ingenieurwesen, 53 (1987) 4, 118-120.
- 3 Gamer, U., Die Erzeugung der Eigenspannungen an der kaltverfestigten Bohrung, Forschung im Ingenieurwesen, 53 (1987) 6, 185-188.
- 4 Gamer, U., Residual Stress Around Cold-worked Holes for Nonlinear Hardening, Journal de Mécanique théorique et appliquée, 7 (1988) 1, 35-42.
- 5 Johnson, W. and Mellor, P.B., Engineering Plasticity, London Van Nostrand Reinhold, 1973.
- 6 Rees, D.W.A., An Experimental Appraisal of the Equi-Strain Multi-Surface Hardening Model, Acta Mechanica, 70 (1987) 1-4, 193-219.
- 7 Gamer, U., The Expansion of the Elastic-Plastic Spherical Shell with Nonlinear Hardening, International Journal of Mechanical Sciences, 30 (1988) 6, 415-426.
- 8 Gamer, U., Die Eigenspannungen in der Umgebung der kaltverfestigten Bohrung bei nichtlinearer Verfestigung, Technische Mechanik, 8 (1987) 4, 25-28.
- 9 Gamer, U., Die Eigenspannungen an der kaltverfestigten Bohrung bei überkritischem Dornübermass, Technische Mechanik, 8 (1987) 3, 38-42.
- 10 Gamer, U., Die elastisch-plastische Scheibe mit druckbelasteter Bohrung, Forschung im Ingenieurwesen, 54 (1988) 3, 94-98.

TEKNOLOJİK GELİŞMENİN BAKIM PLANLAMASINA KATKISI: BİLGİSAYAR YARDIMIYLA KESTİRİMCİ BAKIM

R. Kubilay KÖSE
TOPAZ Makina Mühendislik Müşavirlik
Müessesilik ve Ticaret Limited Şirketi
ANKARA

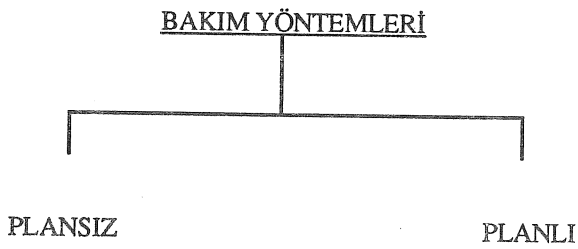
Gelişen teknoloji ve serbest piyasa ekonomisi işletmeleri minimum maliyette maksimum üretimi gerçekleştirmeye zorlamaktadır. Birim ürün maliyetine en çok etkisi görülen bakım onarım masraflarının kontrol altında tutulması ve minimize edilmesi gelişmiş ülkelerin ekonomisine çok büyük katkıları bulunmaktadır. Bu amaç için kullanılan yöntem "Bilgisayar Destekli Kestirimci Bakım Planlaması"dır. Bu yazının amacı "Kestirimci Bakım" konusunda açıklayıcı bilgi vermek, dünyadaki gelişmiş bakım yöntemini tanıtmaktır.

GİRİŞ

Yeni kurulan ve mevcut tesislerin üretim kapasitesinin ekonomik gelişmeye yeterince katkıda bulunabilmesi için verimli bir düzeyde çalıştırılmaları gerekmektedir. Kapasitenin düşük düzeyde kullanılmasında en büyük payı arıza nedeni ile makina duruşları almaktadır. Yetersiz bakım onarım, kalite ve verimin düşmesine, bu nedenle maliyetlerin artmasına yol açtığı gibi, aşırı yıpranmalar dolayısı ile makinelerin ömürlerinin kısalmasına sebep olmaktadır. Sonuç olarak bu harcamalar nedeni ile gereken daha fazla makina ve donanım gereksinimi ortaya çıkmakta ve bunun sonucu parasal sıkıntı artmakta, ödemeler dengesi olumsuz yönde etkilenmektedir. İşletmelerde az bir çaba-yatırım ile önemli kazançlar elde edilebilecek sahalarda başında bakım-onarım işlevi gelmektedir.

BAKIM YÖNTEMLERİ

Genel olarak bakım yöntemleri, plansız ve planlı bakım olarak ikiye ayrılmaktadır.

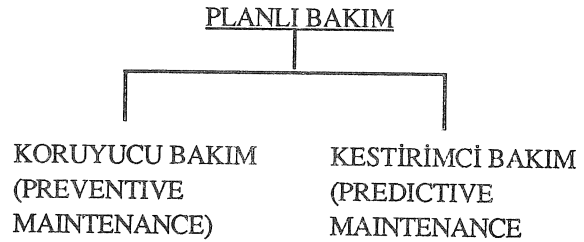


Plansız Bakım

Bu yöntemde arıza oluştuğunda bakım ve onarım uygulanır. Oluruna bırakılan bir makinede çıkacak arıza başka arızalara da neden olmaktadır. Şöyle ki bir balanssızlık zamanında görülemezse rulmanları dağıtabilmekte, ya da makinanın bağlı olduğu şasedeki sehim, makinanın rezonansa girmesine sebep olmakta ve o makinanın parçalanması sonucunu doğurmaktadır. Bu yöntemde arıza teşhisi arıza oluştuğundan sonra, makinanın sökülerek incelenmesi ile gerçekleştirilmektedir. Günün teknolojik olanakları içinde bu yöntem niteliğini yitirmiştir. Ancak geri kalmış ve dünyadaki gelişmeleri takip etmeyen toplumlarda - üçüncü dünya ülkelerinde uygulanmaktadır.

Planlı Bakım

Bu yöntem kendi içinde ikiye ayrılır:



Koruyucu Bakım

Ana tema belirlenen periodlar dahilinde bakım yapılması, parçaların değiştirilmesidir. Bu sistemin

bir işletmede kurulması minimum 3 yıl sürmektedir. Bu sistemin dezavantajı, sistemde arıza yapmamış, daha uzun süre ihtiyacı karşılayacak parçaların değiştirilmesi ve üretim akışının gereksiz yere durdurulması ya da aksatılmasıdır. Ayrıca parça, üretim hatası, montaj hatası gibi sebeplerden dolayı değiştirilmesi planlanan periyottan önce arıza çıkarabilir. Bu tür bir durumda koruyucu bakım yöntemi arızanın önüne geçme niteliğini kaybederek arıza çıktıkça bakım özelliğine dönmektedir. Bunu önlemek için bakım ve parça değiştirme periyotları kısa tutulmakta, sonuç olarak daha uzun süre ihtiyacı karşılayabilecek bir parça hurdaya ayrılmaktadır. Bu bir ekonomik kayıptır. Bu durum bakım onarım maliyetlerini artırmakta koruyucu bakım tasarruf etirme espirisini kaybetmektedir.

Kestirimci Bakım

Kestirimci bakım günümüzde gelişmiş ülkelerin kullandığı yöntemdir. Ana tema makinalardan ölçümler alarak onların sağlığının takip edilmesi, ve gerektiğinde bakımın yapılmasıdır. Kestirimci bakım bugün ve geçmişten aldığı ölçümleri bir bütün içinde eğilim çözümleme yöntemi (Trend Analiz) ile değerlendirerek gelecekte çıkacak olası arızayı belirler. Makinaları çalışmalarını engellemeden takip ederek sağlıklarını yakından izleme olanağı doğuran bu sistem, lüzumsuz durdurmaları ortadan kaldıracak gibi, gereksiz parça değiştirmelerini de önlemektedir. Arıza çıkaracak nokta önceden algılandığından, geleceğe yönelik bir bakım onarım programı oluşturulmasını sağladığı gibi, doğabilecek ani duruşlara neden arızaları da ortadan kaldırmaktadır. Hedef arıza çıkmadan arızanın önüne geçilmesidir ve bu makinalar üzerinden alınacak ölçümler ile gerçekleştirilir. Kestirimci bakım koruyucu bakımdan farklı olarak 3 ay ile 6 ay içinde işletmede tümü ile kurulur ve bu süre içinde yakaladığı arızalar ile kendini geri döndürür. İşletmeler bir yatırıma girerken o yatırımın geri dönüşüne önem verirler. Kısa sürede geri dönüşü sağlayan kestirimci bakım bu sebepten dolayı gelişmiş ülkelerdeki işletmelerde uygulamaya alınmıştır. Amerika Birleşik Devletlerinde 1989 yılında yapılan bir istatistik sonucunda bu sistemi kullanan işletmelerde ortalama 450.000 \$/Yıl tasarruf gerçekleştiği görülmüştür (5).

TİTREŞİM ÖLÇÜ-ANALİZİN KESTİRİMCİ BAKIM PLANLAMASINDAKİ ÖNEMİ

Ölçemediğimizi bilemeyiz. Kestirimci bakım için makinalardan ölçümler almalıyız. Döner ekip-

manlı makinalarda titreşim ölçümleri bize o makina ile ilgili tüm verileri verebilmektedir. Kestirimci bakım esas olarak titreşim ölçü/analiz yöntemini kullanmaktadır. İşletmenin ve operasyonun durumuna göre, yüzey sıcaklık ölçümü, akım ölçümü, ultrasonik kalınlık ölçümü, gürültü ölçümü, faz/devir ölçümü tek başına ya da alınan titreşim ölçümünü desteklemek amacı ile kullanılmaktadır. Günümüzün teknolojisi tüm bu ölçümleri yapacak kestirimci bakım amaçlı titreşim ölçü/analiz veri toplayıcı cihazlarını kullanıma sunmuştur.

Titreşimi analiz ederek:

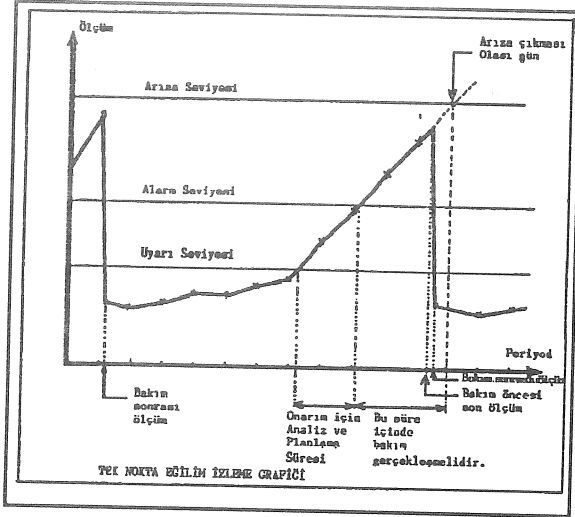
- Balans ayar bozukluğunu,
- Merkez kaçıklığını,
- Kaplin ayarsızlığını,
- Eğri saft problemini,
- Bozuk rulmanı,
- Kaymalı yataklarda yağ film kırıklığını,
- Yataklarda radyal gezinmeleri,
- Elektrik motor arızalarını,
- Mekanik çözülmeyi,
- Kayış arızaları gibi problemleri, arıza çıkmadan görebiliriz.

KESTİRİMCİ BAKIM PLANLAMASININ 3 BASAMAĞI

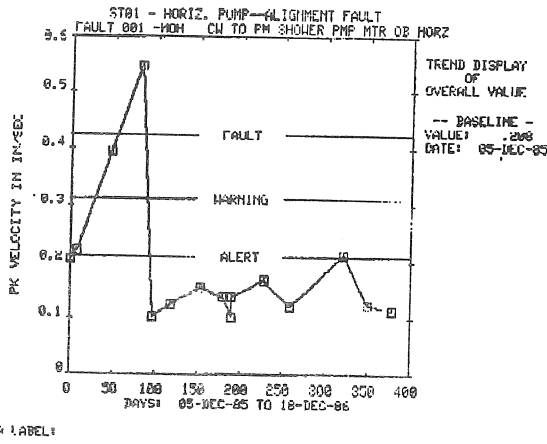
1. Belirleme,
2. Analiz,
3. Onarım

1. Belirleme

Bu bir veri toplayıcı (data collector) cihaz ile yapılır. Kritik makinalardan belirlenen nokta ve pozisyonda bu cihaz ile ölçümler alınır. Manuel uygulamada ölçüm alan kişi ölçtüğü değeri formlara yazarak işler. Bilgisayar destekli uygulamada ölçümler cihaz hafızasında saklanır. Ölçümler daha sonra eğilim izleme formuna geçirilir (Şekil 1, Şekil 2). Bir artış olup olmadığı kontrol edilir. Ölçümlerdeki bir artış, o noktada bir arızanın oluşmakta olduğunu gösterir. Bilgisayarlı uygulamada veri toplayıcı cihaz bilgisayara RS 232 kablo bağlantısı ile bağlanır ve hafızada saklanan bilgiler ölçüm turu sonunda bilgisayara aktarılır. Bilgisayar eğilim izleme grafiklerini kendisi çizer ve istenirse kritiğe giren noktaları çok kısa bir sürede çıktı olarak sunar. Bundan dolayı manuel uygulama yerine bilgisayarlı uygulama önerilmektedir.



Şekil 1. Eğilim İzleme Grafiği



Şekil 2. Eğilim İzleme Grafiği Bilgisayar Çıktısı

2. Analiz

Eğilim izleme grafiğinde herhangi bir artışın sebebi araştırılmalıdır. Bu artış o makina ile ilgili bir arızadan kaynaklanabileceği gibi çevreden de etkilenme olabilir. Titreşim ölçümleri hızlı Fourier çevirimi metodu uygulanarak zaman formundan frekans formuna geçirilmekte ve sonuç olarak ulaşılan frekans izgesi (spektrum) incelenerek, titreşimi artıran arıza kaynağı tesbit edilmektedir. Veri toplayıcı cihaz ölçüm değerlerini hafızasına kaydederken aynı zamanda frekans izgelerini de hafızasına kaydetmekte ve bilgisayara bağlandığında bu grafikleri de bilgisayara aktarmaktadır. Dolayısı ile analiz işi arıza çıkaracak makinanın yanına gitmeden bilgisayar ekranından yapılabilmektedir (Şekil 3, Şekil 4, Şekil

5, Şekil 6). Frekans izgesi analizde kullanılacak tablo Tablo 1'de verilmiştir.

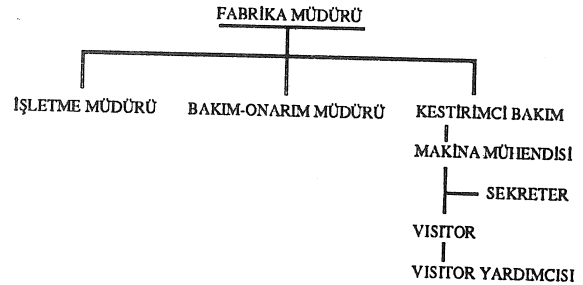
3. Onarım

Analiz basamağında belirlenen arıza, işletme çalışma programına bağlı olarak değerlendirilir ve planlı onarım programı hazırlanır. Gerekli yedek parça ve onarım için kullanılacak alet ve edavat önceden hazırlanır. İşin ustası programlı bir şekilde görevlendirilir. Teşhis olayı arıza çıkmadan önce gerçekleştirildiğinden zaman kaybedilmeden arızalı noktaya ulaşılır ve hazırlanan parça değişimi ve bakım gerçekleştirilir.

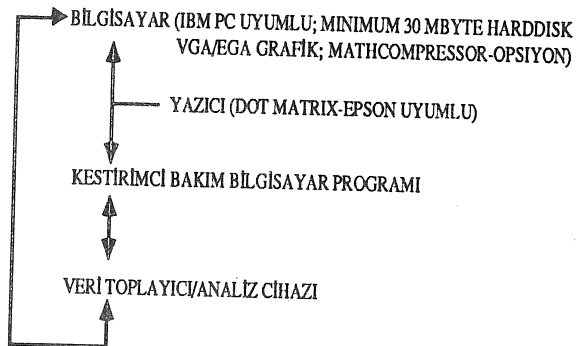
KESTİRİMCİ BAKIM İÇİN GEREKLİ KADRO

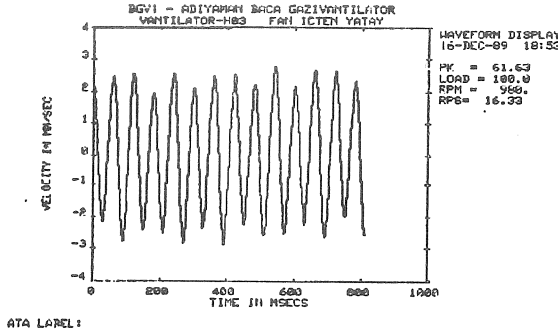
Kestirimci bakım ekibi direk fabrika müdürüne bağlıdır. Ulaştığı sonucu fabrika müdürüne rapor eder. Fabrika müdürü bakım onarım grubuna gerekli emri ulaştırır. Kestirimci bakım grubunda: ölçümleri alacak bir yıl tecrübeli sanat okulu mezunu bir visitor; bilgisayara giriş çıkışları yapacak, raporları takip edecek bir sekreter ve çıkan sonuçları değerlendirip analiz edecek bir makina mühendisi bulunmalıdır. Bu çekirdek kadro bir visitor daha katarak zenginleştirilebilir.

KESTİRİMCİ BAKIM İÇİN GEREKLİ DONANIM

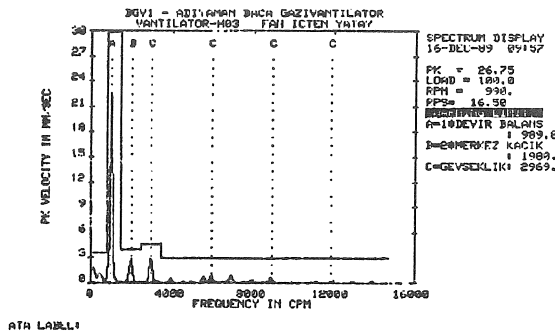


KESTİRİMCİ BAKIM PLANLAMASI

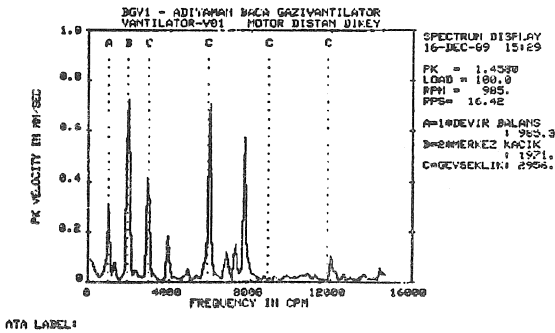




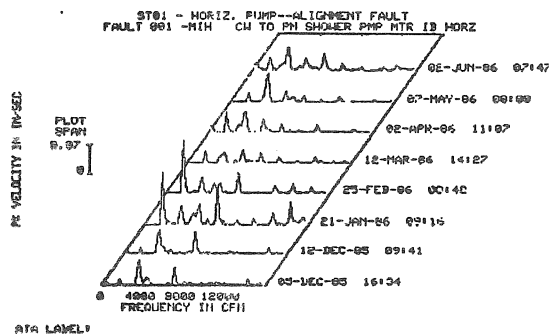
Şekil 3. Eğilim İzleme Grafiği Bilgisayar Çıktısı



Şekil 4. Titreşim Frekans İzgesi (Uyarı limitli)



Şekil 5. Titreşim Frekans (spektrumu) izgesi



Şekil 6. Frekans İzgesi Şetale Görüntülemesi

ORGANİZASYONUNDA İZLENECEK YÖNTEM

1. İşletmede kestirimci bakım dahilinde takip edilecek makinalar listelenir ve kritiklik derecesi verilir.
2. Makinaların işletme yerleşimine göre kro-kileri çizilir.
3. Her makina için ölçüm türü, ölçüm noktası ve ölçüm yönü belirlenir. Ölçüm noktalarına makina üzerinde işaretler konur.
4. Her ölçüm için geçerli alarm ve arıza limitlerinin belirlenmesi.
5. Her makinanın basit bir çiziminin çizilmesi ve makina özelliklerinin belirlenmesi, tutulmuşsa o güne kadar makinanın çıkardığı arızaların gözden geçirilmesi, gerekli notların alınması.
6. Her makinanın temel ölçüm değerlerinin alınması.
7. Ölçümler arası zaman diliminin belirlenmesi.
8. Makinaların isimlendirilmesi ve kodlanması.
9. Ölçüm turlarının organizasyonu.
10. Uygulamayı yapacak elemanların eğitilmesi

Sistem kurulurken ölçümler alınmaya ve değerlendirilmeye başlanabilir.

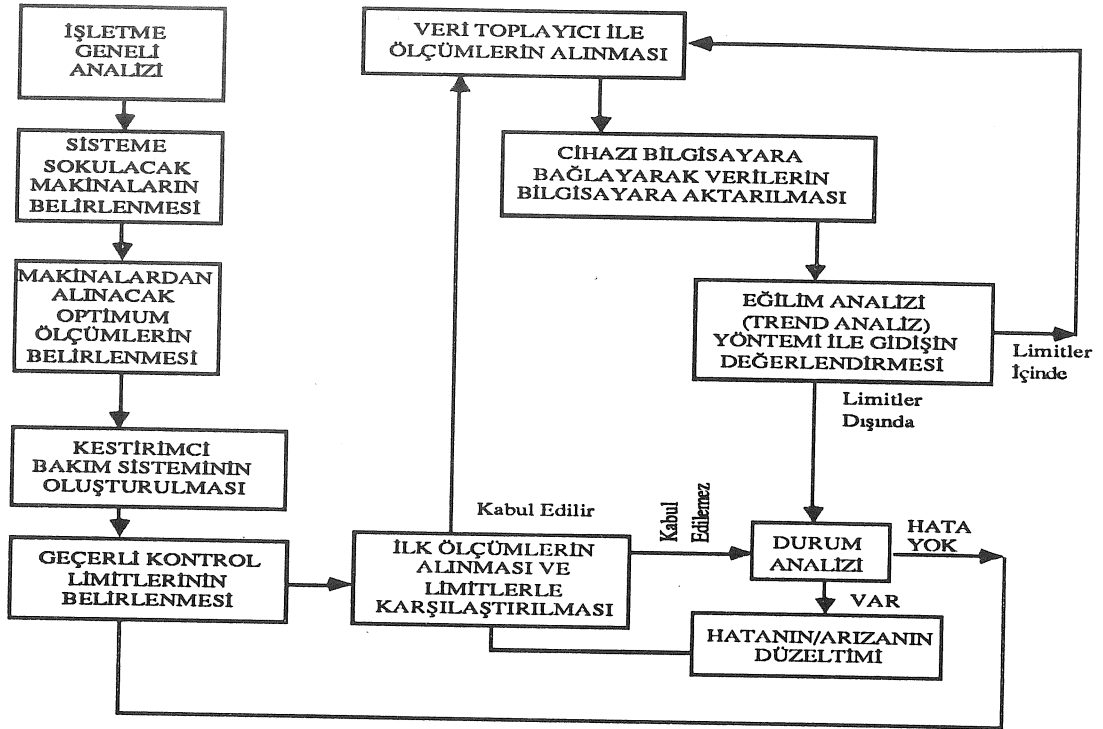
Kestirimci bakımın genel bir akışını gösteren şema Şekil 7'de gösterilmektedir.

BİLGİSAYAR DESTEKLİ KESTİRİMCİ BAKIM PLANLAMASININ GETİRECEĞİ KAZANÇLAR

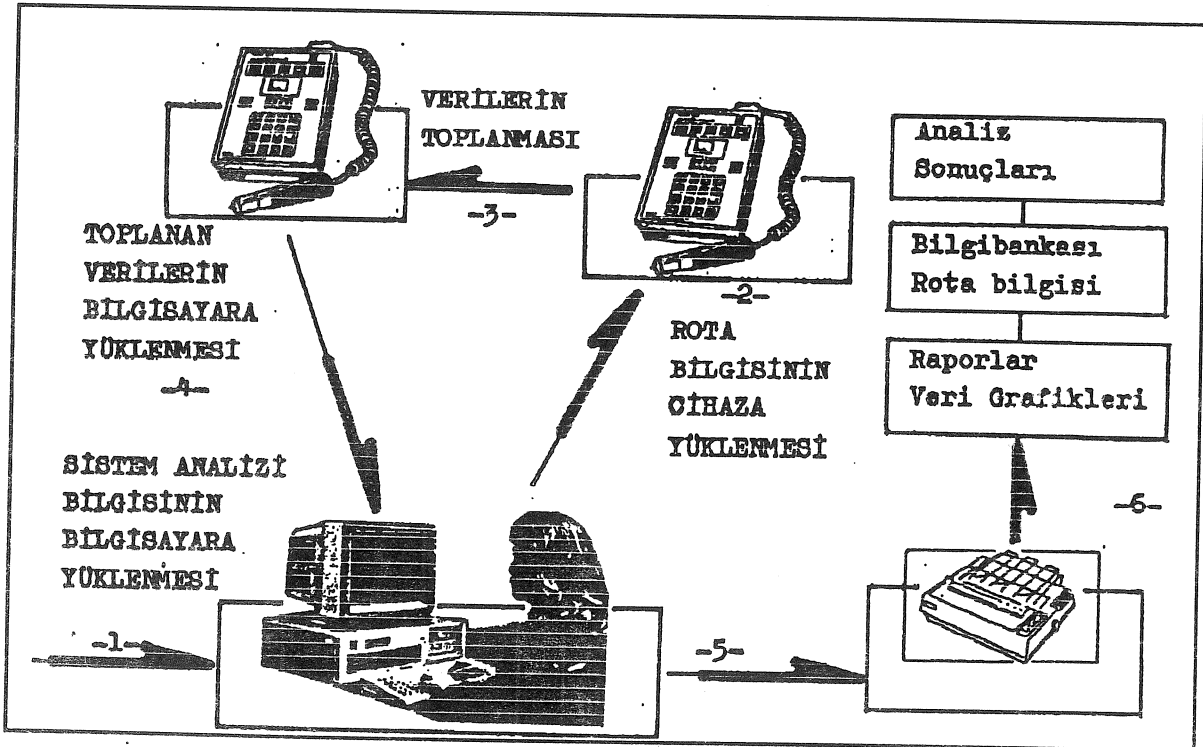
Şekil 8'de Bilgisayar Destekli Kestirimci Bakım Yöntemi Çalışma Akışı gösterilmektedir. Bilgisayar Destekli Bakım planlamasının getireceği kazançlar şu şekilde özetlenebilir.

- * Duruşlar arası sürenin uzaması
 - Üretimin artması
 - Bakım masraflarının düşmesi
- * Beklenilmeyen arızaların ortadan kalkması
 - Güvenirliliğin artması
 - Üretimin artması

KESTİRİMCİ BAKIM AKIŞ ŞEMASI



Şekil 7. Kestirimci Bakım Akış Şeması



Şekil 8. Bilgisayar Destekli Kestirimci Bakım Yönteminin Çalışma Akışı

Tablo 1. Titreşim İrdeleme Tablosu

SEBEP:	FREKANS:	YÖN:	FAZ İLİŞKİSİ:	GENLİK:
1*BALANSSIZLIK/DENGESİZLİK				
1a- KÜTLE DENGESİZLİĞİ	1nci HARMONİK	RADYAL	AYNINOKTADA YATAY DIKEY ARASINDA 90~	SABİT
1b- EĞİK ŞAFT	1nci HARMONİK	EKSENEL	YATAKLAR ARASI 180~ FARK	SABİT
1c- EKZANTRİK MOTOR ROTORU	1nci HARMONİK 3000 CPM - 50 Hz 6000 CPM -100 Hz	RADYAL	-----	HAREKETLİ
STATİK	1nci HARMONİK	RADYAL	RADYALDE İKİ YATAKTA AYNI	
DİNAMİK	1nci HARMONİK	RADYAL	EKSENELDE VE RADYALDE 180~	
2*MERKEZ KAÇIKLIĞI (MISALIGNMENT)				
2a- PARALEL	1 ve 2	RADYAL	RADYALDE 180~	SABİT
2b- AÇISAL	1 ve 2	EKSENEL	EKSENELDE 180~	SABİT
2c- HERİKİSİ	1 ve 2	RADYAL VE/VEYA EKSENEL	180~ 180~	SABİT
KAYMALI YATAKLAR	1 ve 2	RADYAL VE/VEYA EKSENEL	EKSENELDE 180~	
BİLYALI YATAKLAR	1, 2, 3 ve #BİLYA*RPM	EKSENEL	EKSENELDE 180~	
3*GEVŞEKLIK				
3a- RULMAN YATAKLARI GİBİ DÖNMEYEN PARÇALAR	1, 2, 3 PREDOMİNANT BELKİ 10*RPM DÜŞÜK GENLİK	RADYAL	-----	SABİT
3b- IMPELLER GİBİ DÖNEN PARÇALAR	1*PREDOMİNANT 10*RPM KADAR HARMONİKLERDE DÜŞÜK GENLİKTE	RADYAL	----- (HER ÇALIŞTIRIŞTA FARKLI GENLİK OKUNUR.)	SABİT

4*DİŞLİLER

(GMF = GERMESH FREQUENCY=DİŞ DOKUNMA FREKANSI=# DİŞ*DEVİR/DAK.

4a-	AKTARMA HATASI	GMF+HARMONİKLERİ	DÜZ DİŞLİ>RADYALDE HELİX DİŞLİ>EKSENELDE
4b-	HATALI DİŞ	GMF+YAN BANDLAR	DÜZ DİŞLİ>RADYALDE HELİX DİŞLİ>EKSENELDE
4c-	MERKEZ KAÇIKLIĞI	1* ve/veya 2* devir/dak.	DÜZ DİŞLİ>RADYALDE HELİX DİŞLİ>EKSENELDE
4d-	BALANSSIZLIK	1* devir/dak.	DÜZ DİŞLİ>RADYALDE HELİX DİŞLİ>EKSENELDE

5*HATALI RULMAN

5a-	BİLYALI RULMAN	-ERKEN UYARI 30,000-60,000 DEVİR/DAK. -GEÇ UYARI 1*DEVİR/DAK VE HARMONİKLERDE	RADYAL (KONİK RULMANDA EKSENEL)	-----	GİTTİKÇE ARTAR
		-İÇ BİLEZİK ARIZASI -DİŞ BİLEZİK ARIZASI 1-8*BPFO -BİLYA ARIZASI		1-8*BPFI 1-N*BSF	
		BSF : BALL SPIN FREKANSI BPFI : İÇ BİLEZİK FREKANSI BPFO: DİŞ BİLEZİK FREKANSI			
5b-	KAYMALI YATAK	-ERKEN UYARI ALT HARMONİKLER -GEÇ UYARI MEKANİK GEVŞEKLIK GIBI GÖRÜLEBİLİR	RADYAL	-----	GİTTİKÇE ARTAR
	-OIL WHIRL	YAKLAŞIK 0.43*DEVİR/DAK.	RADYAL	-----	GİTTİKÇE ARTAR

6*OPERASYONA BAĞLI

6a-	KANAT GEÇİŞİ	#KANAT*DEVİR/DAK	RADYAL		HAREKETLİ
6b-	KAVİTASYON	DÜZENSİZDİR POMPA GÖVDESİNDEN ÖLÇÜM ALINARAK DOĞRULANIR	RADYAL		HAREKETLİ

7*INSTABILITY

7a-	OIL WHIRL	%40-46*DEVİR/DAK.	RADYAL	-----	SABİT
7b-	ROTORDA AŞINMA YA DA SIKI	%50*DEVİR/DAK. VE YARI HARMONİKLERDE KENDİNİ TEKRARLAR	RADYAL	-----	SABİT

8*KAYIŞ PROBLEMLERİ

8a-	UYUMSUZ, AŞINMIŞ YA DA SIKI	GENELDE 2*KAYIŞ FREKANSINDA BELİRGİN HARMONİKLERDE DE GÖRÜLEBİLİR	RADYAL	-----	DEĞİŞKEN
8b-	EKZANTRİK VE/VEYA KASNAK BALANSSIZLIĞI	1*DEVİR/DAK.	RADYAL	AYNI FAZDA	SABİT
8c-	TAHRİK KAYIŞI YA DA KASNAK ALIN KAÇIKLIĞI	1*TAHRİK DEVRİ	EKSENELDE	AYNI FAZDA	SABİT

$$\text{KAYIŞ FREKANSI} = \frac{3.14 * \text{DEVİR/DAK.} * \text{PITCH ÇAPI}}{\text{KAYIŞ UZUNLUĞU}}$$

9*ELEKTRİK KAYNAKLI ARIZA BELİRTİLERİ

9a-	EKZANTRİK ROTOR	2*KAYMA FREKANSI 1*DEVİR/DAK. 1 VE/VEYA 2*HAT FREKANSI (3000, 6000 DEVİR/DAK.) YAN BANDLARINDA	RADYAL	-----	SABİT
9b-	STATOR LAMİNATTÖRLE- RİNDE GEVŞEKLIK	2*HAT FREKANSI +RADYALDE YÜKSEK FREKANSLARDA 2*HAT FREKANSI YAN BANDLARINDA		-----	YÜKSEK VE SABİT
9c-	KIRIK ROTOR ÇUBUĞU	1*DEVİR/DAK. VE 2*KAYMA FREKANSI YAN BANDLARINDA BİRLİKTE GÖRÜLÜR	RADYALDE	-----	SABİT
9d-	FAZ RESİSTANSI YA DA BOBİN BALANSSIZLIĞI	2*HAT FREKANSI	RADYAL	-----	DÜŞÜK VE SABİT

R.K.KÖSE: Bilgisayar Destekli Kestirimci Bakım

9e-	STATOR (KISA DEVRE YA DA ISINMA)	2*HAT FREKANSI	RADYAL (EKSENELDE DE BAKILMALI)	-----	SABİT (MOTOR ISINDIKÇA TİTREŞİM ARTAR)
9f-	LOOSE IRON	2*HAT FREKANSI	RADYAL	-----	YÜKSEK SABİT

10*REZONANS

REZONANS TAKİBİNDE BODE GRAFİKLERİ KULLANILIR.
(GENLİK * FREKANS - FAZ AÇISI * FREKANS)

ANALİZ OLAYI; MAKİNEYİ ÇALIŞTIRIRKEN, YA DA DURDURURKEN ALINACAK TİTREŞİM VE FAZ ÖLÇÜMÜ İLE GERÇEKLEŞTİRİLİR. PRATİK SİSTEM REZONANS FREKANSI/KRİTİK HIZ TESBİTİNDE KULLANILIR. DİKKAT EDİLECEK NOKTA: REZONANS FREKANSINDA ÇALIŞAN SİSTEMLERİN BALANSI YERİNDE YAPILAMAZ.

SERBEST TİTREŞİMLERDE BASİT OLARAK : $W = V \cdot K / M$

W = SİSTEMİN DOĞAL FREKANSI

K = SİSTEMİN DİRENGENLİĞİ

M = TİTREŞEN KÜTLE AĞIRLIĞI

BİR SİSTEMİN STATİK SEHİMİ İLE DOĞAL FREKANSI ARASINDAKİ BAĞLANTI:

$$W = \sqrt{g / \delta}$$

g = YER ÇEKİMİ İVMESİ (9.81 MM/SAN)

δ = STATİK SEHİM

- * Arızadan kaynaklanan diğer arızaların ortadan kalkması
- * Hurdaya ayrılan malzemenin azalması
- * Yedek parça stoklarının azalması
- * Onarım süresinin kısalması
- * Teşhis için zaman harcanmaması - teşhisin önceden yapılması
- * İş duruşlarında azalma
- Üretimin artması
- * Makina ömrünün uzaması
- * Ürün kalitesinin artması
- * İşletme güvenliliğinin artması
- * Gürültü seviyelerinde düşüş
- * Malzemedен tasarruf
- * Gerekli malzeme temininde planlı çalışma

SONUÇ

Endüstrilemiş ülkeler, bakımın ihmal edilmesinin ekonomik kayıplara neden olduğunu günümüzde fark etmeye başlamışlardır. Bu gerçek gelişmekte olan ülkeler için değerli bir ders olarak alınmalıdır. Amerika'yı yeniden keşfetmeye gerek yoktur. En geliştirilmiş ölçüme dayalı bilgisayar destekli kestirimci bakımı -Computer Based Predictive Maintenance- Türk sanayisini yaygın olarak kullanması gelişme için şarttır. Bu metodu uygulayarak ileri ülkelerde milyarlarca dolar tasarruf edilmektedir. Tasarrufa çok ihtiyacı olan ülkemizde de en kısa zamanda yaygın kullanıma geçilmelidir.

Duruş zamanının önemli bir bölümü o arızanın tanınmasına gitmektedir. Bilgisayar destekli kestirimci bakım uygulandığında bu teşhis zamanından tasarruf edildiğinden, kısa süreli bir duruş ile sorun çözümlenmekte ve üretim kaybı en düşük düzeyde tutulmaktadır. Masraftan tasarruf yapılmakta, işletme verimliliği artmaktadır. Amaç uygulamaya yönelik çalışmalarla Türk ekonomisine katkıda bulunmak, Türk sanayisinin gelişimine yardımcı olmaktır.

EFFECTS OF TECHNOLOGICAL DEVELOPMENTS ON MAINTENANCE PLANNING : COMPUTER AIDED PREDICTIVE MAINTENANCE

The purpose of this article is to introduce "Computer Based Predictive Maintenance" which is also new in the world. First the maintenance methods - Breakdown Maintenance / Preventive Maintenance / Predictive Maintenance - are explained. Then the importance of computer based predictive maintenance is imposed. Also the guidelines of implementing of predictive maintenance are discussed and compared with other techniques and methods.

KAYNAKÇA

- 1 Köse, R. Kubilay, Bilgisayar Destekli Kestirimci Bakım Planlaması, 3. Ulusal Makina Tasarım ve İmalat Kongresi Bildiri Kitabı, 243-252, ODTÜ 1988.
- 2 Köse, R. Kubilay, Endüstriyel Tesislerin Bakım Planlamasında Yeni Bir Yöntem Kestirimci Bakım Planlaması, Mühendis ve Makina Dergisi, 24-30 Mart 1989, Sayı 350.
- 3 Predictive Maintenance Outlook, Computational Systems INC-CSI, Nov. 89; Au. 89; March 89; Sept. 89.
- 4 Trendsetter, CSI Computational Systems Inc., Jan. 1990.
- 5 Petersen, D, "Using Computer Based Instrumentation to Automate and Simplify Machinery Vibration Analysis" CSI Application Paper, 1989.
- 6 Peterson, D, "Vibration Alarm Methods in PDM Programs" CSI Application Paper, 1989.
- 7 CSI "Advance Machinery Vibration Seminar Folder".
- 8 Rockland "Machinery Vibration Diagnostic Guide".

BAKIM SİSTEMİ PLANLAMASI

O.Selçuk YAHŞI
Prof.Dr.
Makina Mühendisliği Bölümü
Orta Doğu Teknik Üniversitesi
ANKARA

Bu çalışmada öncelikle bakım sistemleri sınıflandırması ve bir bakım sisteminin evreleri tanımlanmıştır. Daha sonra da bakım sistemi kurmak için verilen sistematik yaklaşıma uygun olarak yurdumuzda kurulan bir bakım sisteminin yapısı ve alınan sonuçlar anlatılmıştır.

GİRİŞ

Bakım bölümleri bir çok işletmede üretim faaliyetinde doğrudan rol almadıkları için ihmal edilmiş ve genellikle bozuk bir organizasyon ve eksik bir kadro ile çalışmak zorunda bırakılmışlardır. İşletmelerin yönetimleri, buna genelde kendilerince mantıklı buldukları bir takım nedenler ileri sürmektedirler. Son yıllarda Türkiye'de grup olarak yaptığımız bakım organizasyonu çalışmaları sırasında tesbit ettiğimiz bu nedenlerden bazıları aşağıda sıralanmıştır.

"Makinalarımız çok eski, onlara hiçbir bakım faydalı olamaz. Zaten biz onları değiştireceğiz."

"Bu ekipman son model ve otomatik. Tüm istediği bir iki yerine yağ koymak."

"Yıllardır hiçbir problemimiz olmadı. Niye şimdi uğraşalım. Zaten bu makinalar çok sağlam."

"Tüm ustalarımıza makinalarına iyi bakmalarını söyledik ve bu sistem çalışıyor."

"Bu konuda iyi yetişmiş eleman çok aradık ama ne yapalım bulamadık, onun için de bakım sistemi kurmadık."

"Bizim ustabaşlarımız makinalarını avuçlarının içi gibi bilir, bizim neyin hatalı olduğunu söyleyecek başka bir sisteme ihtiyacımız yok."

"Muhasebe kayıtlarımıza bakın, bu şekilde de yaptığımız kar ortada. Neden sistemi değiştirelim?"

Bu tür işletmelerde üretim tamamen tesadüfler sonucu sürdürülmektedir. Arızaları önleyici hiçbir koruyucu önlem alınmamıştır. Bir makina bozulmadan harekete geçilmemektedir, eğer bir makina bozulur ve üretim durursa da işletmede tam bir panik hali yaşanmaktadır. Bu işletmelerde bir bakım sistemi kurulmadığı için de böyle bir sistemin maliyete etkisi ve sisteme katkısı da bilinmemektedir.

Diğer bir kısım işletmelerde de bakım sistemi

var görünmektedir. Buralarda kabul edilmiş bakım yöntemleri vardır, bakımın maliyet tahminleri, hesapları ve kontrolleri yapılıyor görülmektedir. Ama öte yandan işletmeye daha yakından bakılırsa, bakım grubu sürekli bir koşuşturmaca, reorganizasyon ve savunma halindedir. Sanki bakım işi işletmenin diğer tüm faaliyetlerinin üstüne çıkmış gibi bir inanis tüm işletmede yaygın hale geldiği için bakım ve üretim grupları genellikle çekişmekte ve her tür küçük kazanın bile sorumluluğu bakım grubuna yıklmaktadır.

Bazen de bakımın problemi gereğinden fazla kural ve kırtasiye işlemini uygulamaya koymasından veya başka durumlarda da kişisel çekişmelerden kaynaklanmaktadır.

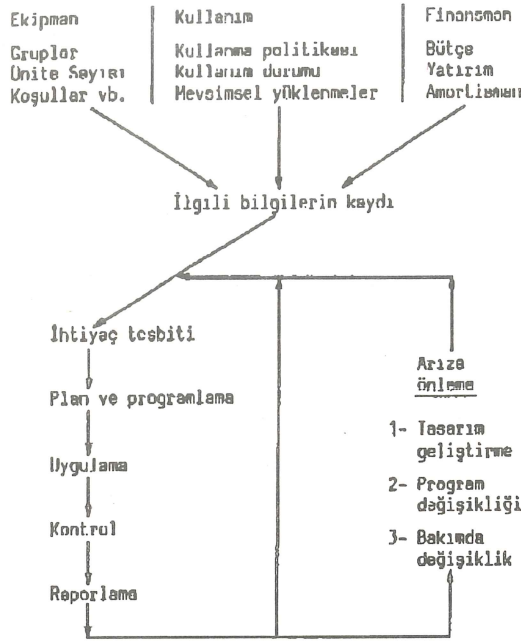
Bu makalede ise bir bakım sistemini kurmak için bir sistematik yaklaşım verilecek, bakım sistemleri tanıtılacak ve bu yaklaşımın yurdumuzda uygulandığı bir durum ve sonuçları anlatılacaktır.

BAKIM SİSTEMİNE SİSTEMATİK YAKLAŞIM

Bakım sisteminin tüm işlevleri aşağıdaki temel öğelerden birinin içinde tanımlanabilmektedir. Bu öğeler:

- a) yönetim tekniği,
- b) sekreterlik ve belge tutma tekniği,
- c) personel yönetimi,
- d) teknik bakım ve muayene uygulaması,
- e) performans ve maliyet kontrolüdür.

İhtiyacımıza cevap verebilecek bir bakım sistemi de bu ana öğelerin bir kombinasyonu olacaktır. Her sistem gibi bakım sistemi de bir takım evrelerin bileşimi ile oluşmuş bir hareketler döngüsünden oluşmaktadır (Bkz. Şekil 1).



Şekil 1. Sistematik hareketler döngüsü

Bu döngünün incelenmesinden anlaşılacağı üzere bir bakım sisteminin ilk evresi işletme hakkında ilgili bilgilerin toplanmasıdır. Daha sonra bu bilgiler ışığında işletmenin bakım ihtiyacı tesbit edilecektir. Daha sonra da bu bakım ihtiyacının gerektirdiği bakım programları ve kılavuzları hazırlanacaktır. Daha sonra bunlar uygulamaya konularak mükemmelleştirilmeye çalışılacak ve sistemden elde edilen bilgiler ve sistem kontrol edilecektir. Burada kontrolün anlamını doğru algılamak hareket döngüsü içinde çok büyük önem taşımaktadır. Bakım bilgilerinin formlara aktarılması bu formların bakımı yapan tarafından imza edilip yönetici tarafından onaylanması kontrol demek değildir. Kontrol bu toplanan bilgilerin derlenerek değerlendirilmesidir. Bu değerlendirme sonucunda bakımdaki uygulama hataları işletmenin makinaları kullanım hataları ve makinalardaki malzeme ve/veya tasarım uyumsuzlukları tesbit edilerek bunlar düzeltilebilmektedir.

Başka bir deyişle bu sistematik yaklaşımla ilerlerken bir işletmede; neyin, niçin yapılması gerektiği bakım işinin nasıl ve ne zaman yapılacağı, ve bu işin nerede ve kim tarafından yapılacağı açıkça tesbit edilmektedir. Ayrıca bu döngüde, verilen sisteme istendiği zaman yeni yaklaşımlar da uyarlanabilmekte-

dir. Örneğin, eğer bakım sistemi bilgisayara uyarlanacaksa buradaki değişiklik günlük iş listelerinin ve formlarının bilgisayardan çıkması ve toplanan verilerin kartlar yerine bilgisayara işlenmesi ve bu verilerin daha süratli değerlendirilmesi şeklinde olacaktır ki bu da sisteme doğrudan uygulanabilecektir. Veya eğer bir kısım bakım işleri artık merkezden değil de yöresel olarak yapılacaksa bu durumda da hangi işlerin devredileceğinin belirgin olabilmesi için böyle bir sistematik yaklaşıma ihtiyaç vardır.

Sistematik bakım, bu hareket döngüsündeki her evrenin işletmenin koşullarına uygun olarak planlanması ve detaylandırılarak uygulanmasıdır.

UYGULANAN BAKIM SİSTEMLERİ

Dünyada uygulanan bakım sistemleri işletmeden işletmeye farklılıklar göstermekle beraber esas olarak aşağıda verilen beş ana grupta toplanabilir: a) Bozulunca bakım, b) düzenli bakım, c) planlı bakım, d) arıza önleyici bakım.

Bozulunca Bakım

Bu yaklaşım aynı zamanda "tamir" sistemi olarak ta adlandırılır. Ancak gerçekte hiçbir şekilde sistematik değildir ve Şekil 1'de verilen hareket döngüsünün hiçbir evresi bu yaklaşımda yer almaz. Bu yaklaşımda, bozulma olmadan arada sırada yapılan yağlamalar hariç herhangi bir bakım servisi yoktur. Bazen bakım personeli de yoktur ve bir makina bozulunca ya o makinanın ustası veya dışardan getirilen bir tamirci vasıtasıyla arıza giderilir. Yedek malzeme stoku, bakım bütçesi ve bakım kayıtları yoktur.

Kısa dönem için çok ekonomik gibi görünen bu sistemde işletmenin yönetimi, işletmeyi ayakta tutmak için yapılan harcamaları, üretim sürecinde durmalardan ötürü ortaya çıkan kayıpları gözleyemez, ayrıca herhangi bir bakım kartı ve bilgisi olmadığından sistematik arızaları da algılayamaz.

Böylece bakım organizasyonu olmamasından doğan tüm sorunlar, bozulmalar çok artana kadar ortaya çıkmaz. İşletmede bir tamir ekibi olmayınca her iş bir acil iş hüviyetindedir. Bozulan parçayı kim onaracaktır? Yedek parça nereden bulunacaktır? Tamir ücreti nasıl ödenecektir?

Bu durumda ustasından işletme müdürüne kadar herkes arızaya çare arayacaktır. Bu da işletme için zaman ve para kaybı demektir. Ayrıca arıza

güvenilmez bir şekilde onarılmış, arızanın sistematik olup olmadığı ve nedeni anlaşılmalıdır.

Bu sistem bir harici bakım yüklenicisi bulunarak ve makinaların ustalarına kendi makinalarının bakım gereksinimleri anlatılarak biraz daha iyileştirilebilir. Bu sistem, eğer fabrika veya işletmeyi bakım için durdurmak çok pahalı ise önerilebilir. Aksi halde güvenilir bir yöntem değildir.

Düzenli Bakım

Bu sistemde düzenli periyotlarla bazı bakım işlemleri yapılır. Örneğin, tüm kompresörler her pazar sabah kontrol edilir, veya her makina 100 saat çalışmadan sonra yağlanır gibi.

Bu bakımda düzenli bir bakım kalıbı sürekli olarak uygulanacaktır. Bu nedenle bakım ekipleri sürekli olarak dolu olacaklarından, onarım işi başka ekipler tarafından gerçekleştirilecektir. Çok basit olan bu sistemde sekreterlik hizmetleri hemen hemen hiç yok denecek kadar azdır. Periyodik muayeneler sırasında gözlenen aşınmış parçalarda değiştirildiğinden genel de bozulmaları da önleyen bir sistemdir ve işletmenin makina parkının ömrünü uzatır. Bu sistemin maliyeti bir makina bakım yapmak için gerekli süre, makina sayısı ve makinaların bakım frekansları çarpılarak bulunur.

Düzenli bakımda bir makinanın bakım periyodu genel bir ortalama değer olarak belirlenmektedir. Bu nedenle üreticinin makina için önerdiği periyotlara da uyulmayabilir. Çoğu kez eğer makinanın değişik kısımları için değişik bakım periyotları önerilmiş ise bu bakımların hepsi ortalama bir periyotta yapılır. Örneğin, ana rulmanlar eğer 100 saatte ve dişliler haftada bir yağlanacaksa bakım periyodu ayda iki defa olarak alınabilir. Bu tür bakım makinaların ayrıntılı olarak yapılacak özel bakım ihtiyaçlarını gideremez.

Planlı Bakım

Bu tür bakımda işletmedeki makinaların özel bakımına önem verilir. Bu bakımda; makina üreticisinin bakım önerisi, makinanın günde kaç saat çalıştığı, makinanın yük altında mı çalıştığı ve çalışma koşullarının makina üreticisi firmanın belirttiği koşullara uyup uymadığı gibi konular önem taşımaktadır.

Bu bakım sisteminde, bakım kılavuzları daha detaylıdır ve bir makinanın değişik aksamalarına değişik bakım periyotları uygulanabilmektedir. Belir-

li periyotlarla değiştirilecek parçaların değişimi ve ayarların yapılması da bu bakım sistemi kapsamındadır. Bu tür bir bakım uygulaması ile iki bakım arası zamanda ortaya çıkabilecek arızalar minimuma indirilir.

Bu sistemde zamanla toplanan verilerin değerlendirilmesi sonucu bazı kısımların bakım periyodu uzatılırken bazılarında da kısaltılır veya bazı detaylar ihmal edilir, böylece de maksimum bakım ekonomisi sağlanır. Bu sistem bir ekip çalışmasını ve bakım işinin önceden programlanmasını gerektirir. Haftalık bakım programları ayrıntılı bir şekilde en azından bir hafta evvel hazırlanmalı ve ekiplere duyurulmalıdır.

Bu uygulamada, sistemden en büyük fayda ve ekonomi ancak toplanan verilerin sürekli değerlendirilmesi sonucunda elde edilebilir. Böylece sık aşınan parçaların aşınma nedenleri tesbit edilebilir, bakım periyotları ayarlanabilir, ve makinanın çalışma şartları değiştirilebilir. Bu da bakım için harcanan emek ve paranın en iyi şekilde değerlendirilmesini sağlar.

Arıza Önleyici Bakım

Bu tür bakım ancak uçaklar, madenlerin havalandırma sistemleri, enerji üretim istasyonları ve bunlar gibi arızalanmaları büyük problemler yaratacak sistemlerde uygulanır.

Arızaların önlenmesi için bu yöntemde, planlı bakıma, sistemin zayıf noktalarının tesbit edilmesi ve normal koşullarda kullanılacak parçaların bile arızasız çalışmayı garanti etmek için değiştirilmesi gibi iki önemli ek yapılmıştır. Bunlara ek olarak araçta planlı bakım periyotları arasında da muayeneler yapılarak tam güvenli bir çalışma sağlanmaya çalışılmıştır.

Ayrıca, bu yöntemde bir yanda istatistik metodları kullanılarak parça ömürleri tayin edilmeye çalışılmakta, öte yandan da tahribatsız muayene yöntemleri kullanılarak ilerde sorun yaratabilecek hatalar henüz o boyutlara gelmeden tesbit edilmeye çalışılmaktadır. Bu nedenlerle de bu tür bir bakım sistemi uygulaması çok pahalı ve sadece mutlaka kullanımının gerekli olduğu işletmelerde kullanılır.

BAKIM SİSTEMİNİN KURULMASI

Bir bakım sistemi, amaçları ve hedefleri belli olmayan rastgele yapılmış bakım ve onarım işleri topluluğu değildir. Bakım sistemi, eldeki makina ve

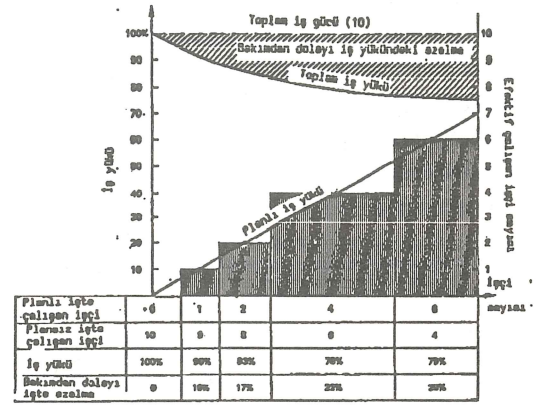
teçhizatın en az arıza çıkararak en uzun süre işlev yapmasını minimum maliyetle sağlamayı hedefleyen bir sistemdir.

Böyle bir sistemi kurarken öncelikle işletmenin diğer ünitelerinin görevleri ve işletmenin organizasyonu incelenmeli, bakım yapılacak makinaların envanteri çıkarılmalıdır. Daha sonra yapılacak iş "İşletmenin çalışma şartları içinde bu makina parkına nasıl ve ne kadar bakım yapılmalı?" sorusunun cevaplandırılmasıdır. Bu soru cevaplandırıldıktan sonra, bu bakımın ekip ve bakım yeri organizasyonları gerçekleştirilmelidir. Bu da başka bir deyişle "İşi kim, nerede yapmalı?" sorusunun cevabıdır. Bu aşamada artık bakım yönetimi kısa özetleri yukarıda verilen dört bakım sisteminden birini tercih edip uygulamaya koymak durumundadır. Bundan sonraki safha da bu bakım işinin kağıt üstünde nasıl yapılacağına karar verilmesidir. Burada öncelikle teçhizata ve seçilen bakım sistemine uygun kılavuzlar, bakım ekiplerinin dolduracağı formlar ve kontrol listeleri hazırlanmalı ve bunların kullanımı bir sisteme oturtulmalıdır.

Yukarıda bahsedilen çalışmalar ilerleyerek sistem oturduca sistem optimum yönetimi ve nihayet kontrolü de mümkün olacaktır. Böylece bakım sisteminden elde edilen veriler değerlendirilerek hatalar düzeltililecek, mal alım politikasından, makina işletme tarzına kadar işletmede birçok şeyi etkileyecek bir zincirleme reaksiyon başlayacaktır.

Sistemin başlangıcında sadece acil arızalara bakan ekip, ekip sayısında herhangi bir artma olmadan sadece planlı bakım çalışmasına geçilerek iş yükü olarak rahatlayacak ve bir müddet sonra artık bakım arızalı makinaların belirleyeceği zamanlarda değil bakım organizasyonunun gerektirdiği zamanlarda yapılacaktır. İş yükündeki bu hafifleme Şekil 2'de verilen şemada gösterilmektedir. Bu şemada 10 kişilik bir bakım ve onarım ekibi olduğu varsayılmaktadır. Bu ekip başlangıçta sadece arızalanan makinalara bakım yapmaktadır ve bu durumdaki iş yükleri % 100 olarak kabul edilmiştir. Bu ekipten bir kişiyi alıp düzenli bir şekilde makinaları yağlama ve muayene etme işine ayırırsak bu bile makina arızalarını azaltacak ve ekibin iş yükünde % 10 bir azalma meydana gelecektir. Düzenli olarak bakım yapmak üzere iki kişi ayırırsak ekibin toplam işi daha da azalacaktır ve bu azalma ekibin % 60'ını yani 6 kişiyi düzenli bakıma ayırana kadar devam edecek-

tir. Bu durumda ekibin toplam iş yükü yüzde 25 azalacaktır. Daha fazla kişiyi düzenli bakıma ayırmak ise bir yarar sağlamıyacaktır. Çünkü iyi bir bakım yapılsa da işletmede ortaya çıkacak acil onarım işleri ve önceden tahmin edilemeyen diğer işleri yapmak için de personele ihtiyaç vardır ve geri kalan dört kişi bu işleri yapmak üzere ayrılmıştır. Bu örnekte verilen rakamlar işletmeden işletmeye değişiklik göstermekle beraber düzenli bakıma geçmenin iş yükündeki azalmaya etkisini göstermek açısından burada incelenmiştir.



Şekil 2. Planlı bakıma geçilmesi ile on kişilik iş yükünde ortaya çıkan azalma

YENİ KURULAN BİR BAKIM SİSTEMİ ÖRNEĞİ

Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığına (TPAO), ODTÜ MATİMAREN ekibi olarak yapılan bakım sistemi kurma çalışmaları 1985 yılında başlamış ve üç yıl sürmüştür. Bu çalışmada TPAO'daki tüm gruplar için bakım sistemi kurmak yerine böyle bir sistemi kurmak için gerekli sistematik yaklaşım verilmiş daha sonra da işletmede sorumluluğu Makina ve İkmal Gurup Başkanlığında bulunan Mack kamyonları ve ağır vasıta filolarında planlı bakım sistemi kurulmuş gerekli personel eğitildikten ve planlı bakımın yararı ispatlandıktan sonra da Sondaj Gurup Başkanlığı kontrolünde bulunan Sondaj Kuleleri ve teçhizatı için bir bakım sisteminin ön hazırlıkları yapılarak sistem TPAO'ya devredilmiştir. Bu makalede sadece TPAO'nun elinde bulunan Mack kamyonları için kurulan sistem ayrıntılı olarak ele alınacaktır.

Bakım çalışmalarına başlanırken bakım işlerinin tüm ünitelere de uygulanacağı varsayılarak öncelikle TPAO'nun elinde bulunan tüm makina ve teçhizatın envanteri çıkarılmaya çalışılmıştır. Bunun için her makina grubunun sicile geçirilmesi gerekli tüm teknik özellikler belirlenmiş ve her makina grubu için ayrı birer desen geliştirilerek 18 değişik sicil kartı hazırlanmıştır (Örnek için bkz. Şekil 3). Bu kartlar örneklerde görüldüğü gibi teknik bilgilerin yanında gerekli idari özellikleri de içermektedir. Bu kartlar hazırlandıktan sonra, proje ekibi TPAO'nun elinde bulunan 1062 taşıt ve iş makinası ile 43 ana grupta toplanan 5745 çeşit muhtelif teçhizatın ve 38 sondaj kulesi ve buna ait tüm ekipmanın üzerinden gerekli sicil bilgilerini almış, bunlara belirlenen bir sınıflandırma sistemine göre numara vermiş ve bunlarla ilgili dosya çalışmaları da yaparak gerekli sicil kartlarını doldurmuştur.

Bu sırada diğer bir grup ta 46 kamyondan oluşan MACK filosunda uygulanan mevcut bakım organizasyon ve uygulamalarını inceleyerek başlıca şu gözlemlerde bulunmuştur.

1. Gözlem tarihi itibarıyla Batman Bölge Müdürlüğünde 46 adet Mack kamyonu mevcut olup, bunların 18 adedi arıza nedeniyle devre dışı kalmış bulunmaktadır. Toplanan bilgiler Mack kamyon filonun genelinde yaklaşık % 60 verimle görev yapabildiğini göstermiştir.

2. Bakım konusunda açıklıkla gözlenen husus, planlı bir bakım uygulamasının bulunmamasıdır. Genelinde Batman Bölgesi araç filosu ve makina parkı ile ilgili bakım anlayışı, araç ve makinelerin mümkün olduğunca düzenli aralıklarla yağlanmaya alınmasından ibarettir. Yapılan yağlama işleminin de bilinçli olarak uygulandığı söylenemez. Bakım Atelyesinde Mack kamyonlarının sadece düzenli

Cinsi :		Tipi :		TPAO NO :		
Markası :		Modeli :		Katalog No :		
İmal Yılı :		Seri No :				
Hizmet Yeri :						
Maksimum moment :		Maksimum polished rod yükü :				
(Peak Torque, Rating)		(Peak Polished Rod Load)				
Karşı yük tipi :		Maksimum kurs için etkin karşı yük :				
(Counterbalance Type)		(Effective counterbalance, at max. stroke)				
Çalışma kursları :		Pompa hızları (strok/d) :				
(Polished Rod Strokes)		(Pump Speeds)				
Dişli kutusu tipi :		Dişli oranı :		Yağ Kapasitesi :		
(Gear Reducer Type)		(Reduction Ratio)		(Oil Capacity)		
Tel halat boyutları :		Toplam ağırlık :				
(Wireline Hanger Dimensions)		(Overall Weight)				
Yataklar : Ana Yatak :		Dengeleme yatağı :		Krank yatağı :		
(Bearing Types) (Center Bearing)		(Equalizer Bearing)		(Crank Pin Bearing)		
Genel boyutlar :		En :		Yükseklik :		
Koyus ebadı :		Seyisi :				
Oniteyi Çalıştıran Motorun :						
Cinsi	Markası	Modeli	Güçü	Devri	Seri No	TPAO No
.....
.....
.....
.....

Şekil 3. Örnek sicil kartı

yağlamalarının yapılması için dahi yeterli imkanların mevcut olmadığı da gözlenmiştir. Ayrıca araçların görevlendirme ve bakım sorumluluklarının ayrı ayrı birimlerde bulunması da çeşitli pratik güçlükler doğurmaktadır. Birimler arası iletişim eksikliği ve organizasyon yetersizliği nedeniyle her birimin kendine has bakım atelyeleri oluşturma eğilimi, problemi çözümü daha zor bir hale getirmektedir.

3. Batman Bölgesi Makine ve İkmal Müdürlüğü Onarım Atelyeleri içinde yer alan Mack Atelyesinde 20 adet ağır vasıta tamir ustası ile bir mühendis, bir yönetici, bir ustabaşı ve bir postabaşı kadrosu bulunduğu tesbit edilmiştir. Genelde gerek onarım gerekse planlı bakım gereksinimlerinin bu kadroya yapılacak az sayıda ilavelerle karşılanabilmesi mümkün görülmektedir. Ancak dikkat edilmesi gerekli nokta bu kadroların eğitim seviyesi yeterli elemanlarla doldurulabilmesi ve uygun bir planlı bakım ve onarım organizasyonunun yapılmasıdır. Aynı durum Mack kamyonlarına sadece yağlama hizmeti veren bugünkü Bakım Atelyesi için de geçerlidir.

4. Araçlarda meydana gelen arızaların bir kısmının da kullanım hataları sonucu olduğu gözlenmiştir. Bu konuda araç sürücülerinin eğitim eksikliği yanında, araçların görevlendirilmesinde uygulanan yöntemin de payı olduğu görülmektedir. Her görev için değişik araç ve sürücü kombinasyonlarının kullanılması sonucu araç ve insan bütünleşmesi kişisel bağlılık ve sorumluluk duygularının oluşumu engellenmekte; böylece sürücünün araca göstereceği itina ve hakimiyet azalmaktadır.

5. Mack Tamir Atelyesinde çok uzun süre (beş yıla kadar) bekleyen kamyonların bulunduğu kayıtlardan anlaşılmaktadır. Bu durumun ana nedeni yedek parça ihtiyacının düzenli olarak karşılanmaması; tamire gelen bir takım araçların diğer araçlar için yedek parça kaynağı olarak kullanılmasıdır. Bu problemin çözümü yedek parça kritik stok seviyelerinin ayarlanması ile ilgili görülmektedir. Ancak, bir önceki maddede belirtildiği gibi arızaların bir kısmının kullanım hatası sonucu oluşması, istatistiki olarak belirlenecek yedek parça ve malzeme ihtiyaçlarında önemli ölçüde yanılmalara ve problemin devamına neden olabilecektir.

6. Mack Tamir Atelyesindeki yığılmanın bir diğer ana nedeni de yurt içinden sağlanan yedek parçaların (örneğin sızdırmazlık elemanları) malzeme

kalitesi ve ölçülerinin standardizasyonu açılarından yetersiz olmasıdır. Yapılan temaslarda her düzeyde ilgili bu konuya değinmiş ve araçların çok kısa aralıklarla tekrar tekrar atelyeye dönmek zorunda kaldıkları belirtilmiştir.

Bu verilerin ışığı altında MACK kamyonları için en uygun bakım sisteminin düzenli bakım sistemi olduğuna karar verilerek bu sistem uygulanmaya çalışılmıştır. Bu sistemin uygulanabilmesi için MACK kamyonları ile ilgili literatür çalışması yapılarak çeşitli tiplerde üretilen bu kamyonlar için gerekli ve seçilen bakım sistemine uygun A, B ve D tipleri diye adlandırılan sırasıyla 1,5 ayda, 3 ayda ve bir yılda bir tekrarlanacak bakım ve yağlama programları tüm teknik dökümanları ile hazırlanmıştır.

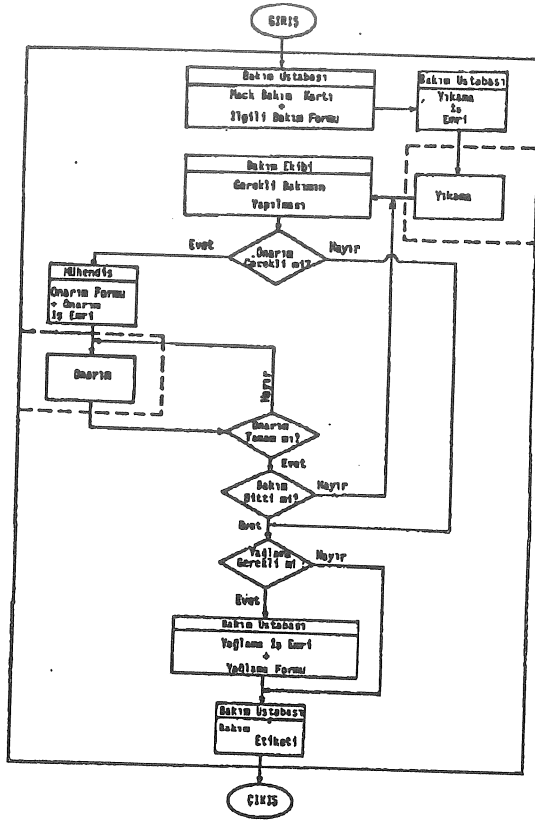
Hazırlanan bu program proje grubu ve TPAO'dan bu iş için ayrılan bir grup tarafından MACK kamyonlarına uygulanarak gerekli değişiklikler ve geliştirmeler yapıldıktan sonra tamamlanan bu programlar yoğun bir eğitim faaliyeti ile bakım grubuna tüm teknik ayrıntıları ile öğretilmiştir.

Uygulamada kargaşaya neden olmamak için, bir aracın bakıma gelmesi ile yapılacak işlemlerin sırası ve kullanılacak iş formları tesbit edilmiş ve bunlar Şekil 4'de verilen "Bakım İşlemleri Akış Şeması"nda gösterilmiştir.

Uygulamayı gerçekleştirecek ve gerekli kontrolleri sağlayacak idari organizasyon çalışmaları da yapılmış ve TPAO'ya aşağıda kısaca belirtilen dört seçenek sunulmuştur.

1. Seçenek: Bu seçenekte Batman Bölgesinde, Makina ve İkmal Müdürlüğü bünyesinde bir "Bakım Baş Mühendisliği" kurulması ve müdürlüğün isminin "Makina Bakım ve İkmal Müdürlüğü" olarak değiştirilmesi öngörülmüştür. (Bu durumda bölge müdürlüğü organizasyonu Şekil 5'de verilmiştir).

Planlı bakım dönemine yumuşak geçişi sağlayacak bu organizasyon şu anda Makina ve İkmal Müdürlüğü bünyesinde bulunan araç ve gereçlerin daha rahatlıkla ortak kullanımının sağlanması ve gerektiği takdirde onarım ekiplerinden bakım ekiplerine takviyeye daha kolaylıkla imkan vermesi dolayısıyla en az yatırıma gerek duyulan bir organizasyondur. Ayrıca bakım sırasında daha belirgin bir şekilde ortaya çıkacak olan kritik parçaların stok ve ikmalinde de kolaylık sağlanacaktır.

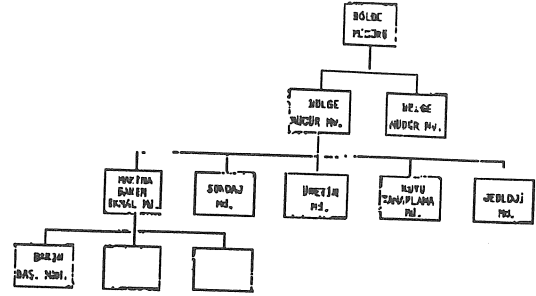


Şekil 4. Bakım işlemleri akış diyagramı

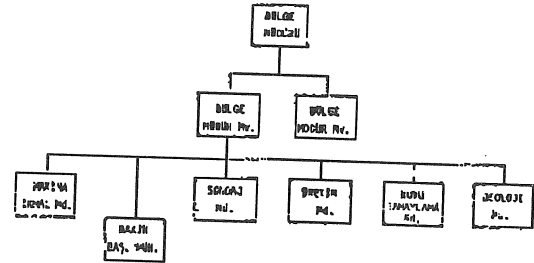
Tüm bu avantajlara rağmen yeni bir yapıda kurulmadığı için bakım işletmesini başlatacak bir ivmeye sahip olmama olasılığı vardır. Aynı zamanda onarımı da üstlenmiş bir müdürlük içinde görev aldığı için, müdürlüğün onarım işlerine daha önem vermesi halinde Bakım Baş Mühendisliği fazla bir inisiyatif sahibi olamayacaktır. Diğer müdürlüklerle olan ilişkilerinde de, herhangi bir yaptırımı olmaması sorunlar yaratabilecektir.

2. Seçenek: Bu seçenekte Batman Bölgesinde, Teknik Bölge Müdür Muavinine doğrudan bağlı bir "Bakım Mühendisliği" kurulması öngörülmüştür. Böyle bir yapının daha atılımcı ve diğer mühendisliklerden üstte bir mevkiye bağlandığı için bakımı zorlayıcı olabileceği açıktır. Zaman içerisinde gerekirse bu bakım mühendisliği kolaylıkla müdürlük haline dönüşebilecektir. Diğer müdürlüklerle doğrudan temasın olmadığı ve yazışmaların daha üst bir makam aracılığı ile yapılacağı bu organizasyonun şeması da Şekil 5'de verilmiştir. Bu seçeneğin fazla radikal oluşu, zaten

işleri yoğun olan bölge müdür muavininden aşırı zaman talebi olması ihtimali, makina onarım merkezindeki insan gücü ve araç taleplerindeki güçlük, fiziksel yer zorluğu ve yatırım sorunları en büyük dezavantajları olarak sıralanabilir.

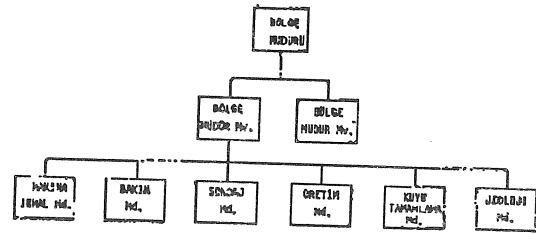


Şekil 5. Bakım idari organizasyonu için 1. seçenek



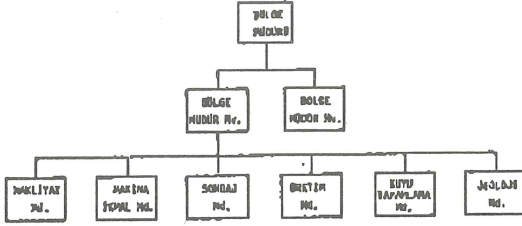
Şekil 6. Bakım idari organizasyonu için 2. seçenek

3. Seçenek: Bu seçenekte Batman Bölge Müdürlüğüne bağlı bir "Bakım Müdürlüğü" kurulması öngörülmüştür. Diğer müdürlüklerle doğrudan temas sağlayabilecek, bakımda inisiyatif sahibi olacak bu atılımcı organizasyonun ise, planlı bakıma geçişte gerektireceği yatırım zorlukları ve bu ani yapı değişikliğinin bünyede doğuracağı huzursuzluklar gibi dezavantajları vardır. Bu organizasyon şeması Şekil 7'de verilmiştir.



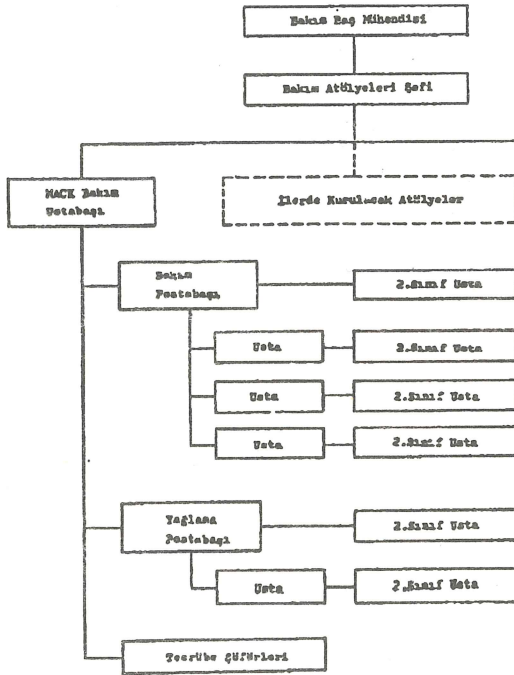
Şekil 7. Bakım idari organizasyonu için 3. seçenek

4. Seçenek: Bu seçenekte Batman Bölge Müdürlüğüne bağlı bir "Nakliyat Müdürlüğü" kurulması ve işletmedeki tüm hareketli araçların bakım dahil sorumlulukları ile bu müdürlüğe bağlanarak bir "Bakım Baş Mühendisliği" oluşturulması öngörülmüştür. İşletme bünyesine adaptasyonunda büyük sorun yaratabilecek bu radikal çözüm de Şekil 8'de verilmiştir.



Şekil 8. Bakım idari organizasyonu için 4. seçenek

Tüm bu seçenekler için bakım sisteminin alt birimlerinin organizasyonu hemen hemen aynı olup, TPAO tarafından düzenli bakıma en rahat geçişi sağlayacağı inancı ile 1. seçenek tercih edilmiştir. Bu seçime uygun olarak Batman Bölgesi bakım işletme alt organizasyonu da hazırlanmış ve uygulamaya konmuştur (Bkz. Şekil 9).



Şekil 9. TPAO Batman Bölgesi bakım idari organizasyonu

Bu çalışmaların sonucunda yeni bir personel işe almadan sadece MACK onarım atölyesinden 6 kişiyi düzenli bakıma ayırarak filonun verimi bir yıllık bir uygulama sonucu % 60'dan % 85'e çıkarılmıştır. Bu arada araçların bakımda eskisinden uzun süre kalmaları nedeni ile olan kayıpta % 4 olarak tahmin edilmiştir. Yapılan istatistiki çalışmalar sonucu bakım atölyesinin % 87 verimle çalıştığı ve MACK onarım atölyesinin iş yükünün de % 25 civarında azaldığı gözlenmiştir.

MAINTENANCE SYSTEM PLANING

In this study, in the first hand, the classification of maintenance systems and the phases of a maintenance system has been described. Later on, the structure of a maintenance system constructed in Turkey, according to the systematic approach given for the construction of a maintenance system and the obtained results are given.

SESİN SESLE ETKİN DENETİMİ ÜZERİNE BİR YAYIN TARAMASI

Arzu GÖNENÇ
Ar.Gör.

Makina Mühendisliği Bölümü,
Orta Doğu Teknik Üniversitesi,
ANKARA

Mehmet ÇALIŞKAN
Doç.Dr.

Makina Mühendisliği Bölümü,
Orta Doğu Teknik Üniversitesi,
ANKARA

Elektronik teknolojisindeki gelişmeler nedeniyle son yıllarda oldukça önem kazanan ve uygulama alanı bulan, sesin ya da gürültünün oluşturulan değişik, çoğu kez de karşıt fazlı bir ses ya da gürültü ile denetimi temel alan yaklaşımlar bu çalışmada ele alınmaktadır. Sesin sesle etkin denetimi veya sesin yokedilmesi olarak bilinen yöntemlerin tarihçesi, dayandığı kuramsal temeller ve çeşitli uygulamaları tartışılmıştır.

GİRİŞ

1957 yılında tanınmış kurgu-bilim yazarı Arthur C. Clark "SILENCE PLEASE - SESSİZLİK LÜTFEN" adlı kitabında sesinin karşıt fazını yayımlayan bir alet yüzünden şarkı söyleme yeteneğini yitiren bir opera sanatçısının öyküsünü yazmıştı. O günler için ancak bir kurgu bilim öyküsü olan sesin sesle etkin denetimi, günümüzde sayısal teknolojisinde sağlanan gelişmelerle uygulamaları gitgide yaygınlaşan bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır.

Bu konudaki ilk çalışmalar 1930'lu yıllarda P. Lueg tarafından yapılmıştır. Lueg'in sesin sesle etkin denetimi için çalışmalarında önerdiği yöntemler, günümüzde kullanılan yöntemlerle benzerlik göstermektedir. Bu yöntemler aşağıdaki gibi özetlenebilir [1]

- 1) Tek bir frekansta denetim için mikrofon ve hoparlör arasındaki uzaklığın ayarlanması,
- 2) Açık alandaki bir kaynağın denetimi için, hoparlör ve mikrofon kaynağa eşit uzaklıkta yerleştirilerek, mikrofon çıkışının hoparlöre verilmesiyle hoparlör çevresinde yok edici sinyalin oluşturulması,
- 3) Harmonik olmayan ses dalgalarının denetimi için, gürültünün hoparlör çevresinde algılanarak karşıt fazın hoparlör çevresinde oluşturulması.

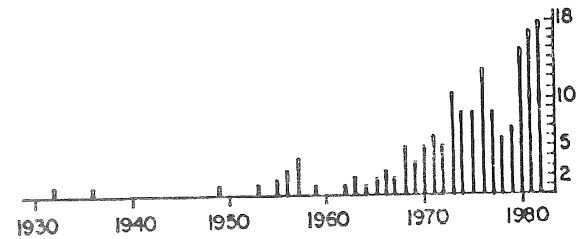
Lueg'in bu çalışmalarını 20 yıl sonra H.P. Olson'un laboratuvar sonuçlarını da verdiği çalışmaları izlemiştir. Olson bu çalışmalarının sonuçlarına dayanarak, pratikte uygulamaya yönelik gürültü azaltıcı kask ya da başlıklar, havalandırma

kanallarında gürültü azaltımı, atölyelerde gürültü denetimi, iş makineleri ve taşıt kullananlar için gürültü azaltıcı düzenekler ve bu düzeneklerde sesin sesle etkin denetimini önermiştir [1].

Elektrik trafoları yakınındaki sesin sesle etkin denetimini ayrıntılı biçimde inceleyen W.B. Conover'in ön testleri çok başarılı olmuş, ancak uygulamada düşük kırıklığına uğrayan Conover bu konudaki çalışmalarını noktalamıştır [1].

1960'ların ortalarında sesin sesle etkin denetimi konusundaki en önemli adımlardan biri Marsilya'da N.J.M. Jessel tarafından atılmış, bu çalışmalar daha sonra Huygen ilkesini kullanan diğer çalışmalara temel oluşturmuşlardır [1].

1930-1970 yılları arasında az sayıda araştırma yapılan sesin sesle etkin denetimi konusunda sayısal elektronik teknolojisinin de ilerlemesiyle, özellikle 1980'li yıllarda hızlı bir artış gözlenmiştir (Şekil 1) [2].



Şekil 1. Sesin Sesle Etkin Denetimi Konusundaki Yıllık Yayın Sayısının Yıllara Göre Değişimi [2].

Konunun bu kadar çok ilgi çekmesinin en önemli nedenlerinden biri, denetimi alışılmış yöntemlerle çok güç olan düşük frekanslı gürültüde başarılı bir biçimde kullanılabilmesidir. Sesin sesle

etkin denetimi büyük, pahalı, hantal ve birçok durumda yetersiz olan pasif düzeneklerin yerini kolaylıkla alabilmekte, havalandırma kanallarının işlevlerini tam olarak yapmalarını engelleyen karşı basınca neden olmaksızın gürültü azaltımı sağlayabilmektedir. Ses yutucu malzemeye gereksinim duymaması da yöntemin bir diğer üstünlüğüdür. Ayrıca, bu sistemler yüksek frekanslarda kolayca tasarlanabilen pasif sistemlere kolayca uyum sağlayabilmekte ve tüm frekanslarda bir denetim olanağı elde edilmektedir [3].

Sesin sesle etkin denetimi düzenekleri basit olarak mikrofon, hoparlör ve elektronik denetleyiciden oluşmaktadır. Böylece her birim matematiksel olarak anlatımı güç olan, karmaşık birer sistem olarak ortaya çıkmaktadır. Akustik sistemi de içeren tüm sistemin karmaşıklığını indirgemek amacıyla sistem birbirinden bağımsız, ancak birbirine paralel üç ana öge şeklinde ele alınmaktadır [3].

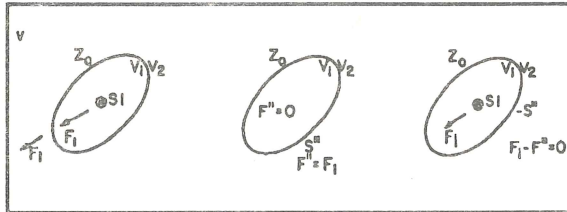
- 1) Fiziksel geometrik yapı;
- 2) Elektronik denetleyici;
- 3) Elektronik denetleyici ve fiziksel geometrik yapının birbiriyle olan uyumu.

Ögelerin birleştirilmesinde aynı düşünüş biçimi kullanılmakta, her öge bağımsız olarak ele alınıp eniyenilmektedir.

Sesin sesle etkin denetiminin pratikteki uygulamalarının ve bu denetim yönteminin daha anlaşılabilmesi için temelindeki ilke ve kuramların bilinmesinde yarar vardır.

KURAMSAL TEMELLER

Birçok etkin denetim yöntemi Huygen İlkesi'nin bir uygulaması biçimindedir. Huygen İlkesine göre [4] [5];



Şekil 2. Birincil, İkincil Kaynaklar ve Girişimleri

Birincil kaynak S1 ve bu kaynaktan V ortamına yayılan ses alanı F1 ve S1'i çevreleyen ortam V'yi iç

V_1 ve dış V_2 şeklinde ayıran yüzey Z_0 verildiğinde, Z_0 'da düzenli olarak dağılan ve V_1 'de sıfır, V_2 'de F_1 alanına eşit olan ikincil kaynak SH elde edilir.

SH'nin fazını değiştirerek elde edilen $S'' = SH$ doğrusal olacak ve dış ortam V_2 'de $-F_1$ alanına eşit alan $F'' = -FH$ 'i yayımlayacaktır. Eğer S ve S'' kaynakları etkileştirilirse elde edilen alan,

$$F_c = F_1 + FH$$

sınırlandırılmış bir alan olacak ve V_1 'de,

$$F_1 = 0,$$

V_2 'de

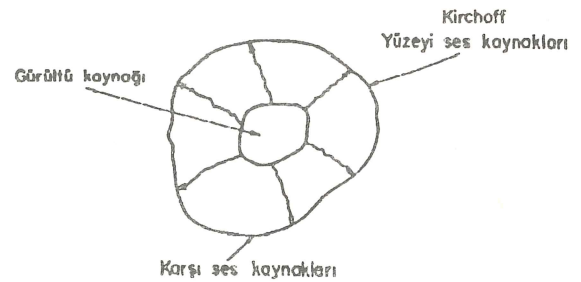
$$F_1 + (-F_1) = 0,$$

olacaktır.

İkincil kaynakları hesaplayabilmek için birincil kaynak ve ayırıcı yüzey bilinmelidir. F_1 alanı ise hesaplanarak veya uygun bir mikrofon ağıyla doğrudan ölçümlerle bulunabilmektedir.

Uygulamada V_1 iç ortamında veya V_2 dış ortamında ikincil kaynaklar yardımıyla sessizlik oluşturulabilir. Huygen İlkesinin bir uygulaması olarak nitelendirilebilecek Kirchoff Kuramı kapalı sınırlı bir ortamdaki kaynakların bütün etkilerinin bu ortamda daha önceden tanımlanan kaynaklarla iki katına çıkarılabileceğini; birincil kaynağın benzeri elde edilip birleştirileceği yerde, tersi yapılırsa oluşturulan karşıt fazlı gürültü yardımıyla sessiz bir dış alan oluşturulabileceğini öngörmektedir.

Benzer şekilde kapalı bir ortamda iç birincil kaynak oluşturmada da Kirchoff Kuramı kullanılabilir (Şekil 3). Kaynakların işaretini değiştirilirse iç alan mutlak bir sessizlik durumuna geçecektir.



Şekil 3. Sesiz Bir Alan Oluşturmada Kirchoff Kuramı

Günümüzde kullanılan bir diğer kuram "Yeniden Biçimlendirilmiş Alan Kuramı"dır. Kuram he-

rhangi bir fiziksel biçimde, herhangi bir yeğinlikte, kısacası herhangi bir kaynaktan denetimi sağlamak üzere kullanılabilir. Temelde üç ana öge sözü edilen kuramı oluşturmaktadır [6] [7].

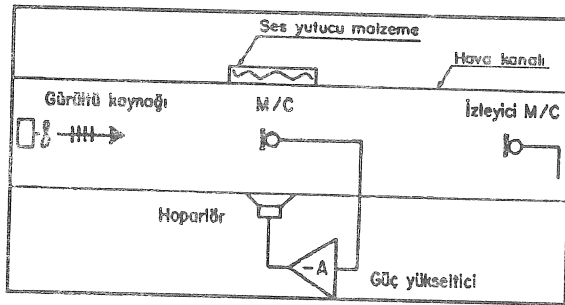
- 1) Alan F,
- 2) Fiziksel operatorler, OP,
- 3) Yeniden biçimlendirici, M,

Yeniden Biçimlendirilmiş Alan Kuramı, Huygen İlkesine göre uygulamaya daha yönelik olduğundan tasarımcılar için daha yararlı bir araç şeklinde nitelenebilir. Kuramdan elde edilen sonuçların daha geliştirilmesi gerekmektedir beraber viskoz olmayan akışkanlarda başarılı bir denetim yöntemi olduğu yapılan çalışmalarda görülmüştür.

Huygen İlkesi ve Yeniden Biçimlendirilmiş Alan Kuramı sonuç olarak ortamdaki bütün sesin yutulmasını ya da azaltılmasını öngörmektedir. Ancak son yıllardaki çalışmalarda seçilmiş seslerin etkin denetimi üzerinde durulmakta ve bu konuda çalışmalar yapılmaktadır.

BAZI TEMEL UYGULAMALAR

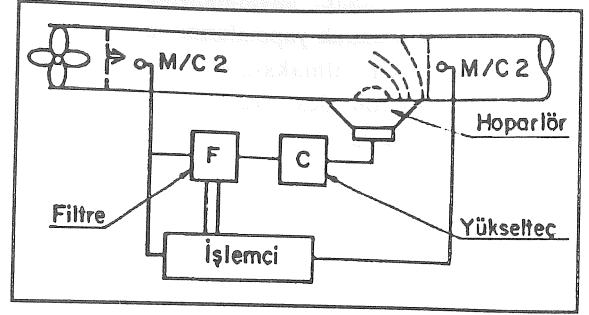
Sesin sesle etkin denetiminin en önemli uygulama alanlarından biri havalandırma kanallarıdır. Bu amaçla kullanılan en basit sistem bir mikrofon, bir hoparlör ve bir yükselticiden oluşan "Sıkı Bağlaşık Tekucay" düzeneğidir. Sistemde, mikrofon tarafından alınan birincil gürültü uygun bir şekilde yükseltilmekte ve güç yükselticisi tarafından dalganın ayna görüntüsü elde edilecek şekilde çevrilmekte. Ayna görüntüsü sinyali, mikrofon-hoparlör arasında önemsiz bir zaman gecikmesiyle hoparlör tarafından üretilmektedir. (Şekil 4) [8].



Şekil 4. Sıkı Bağlaşık Tekucay Düzeneği

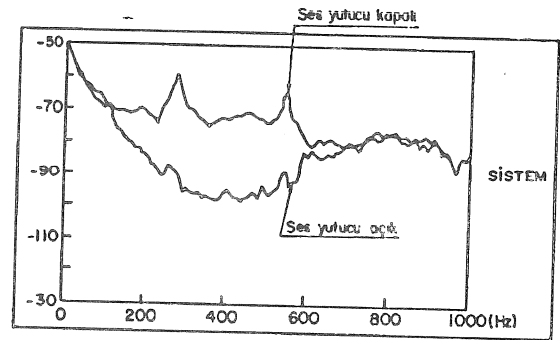
V.Martin ve A.Roure "Sıkı Bağlaşık Tekucay" sistemine benzeyen, elektroakustik kaynağın geriliminin ve bu kaynaktan bir kanal boyunca yayılan

basıncın iletim fonksiyonunu elde edip geliştirmeyi hedefleyen bir çalışma yapmışlardır. [9]



Şekil 5. Roure ve Martin Tarafından Hazırlanan Denetim Düzeneği [9]

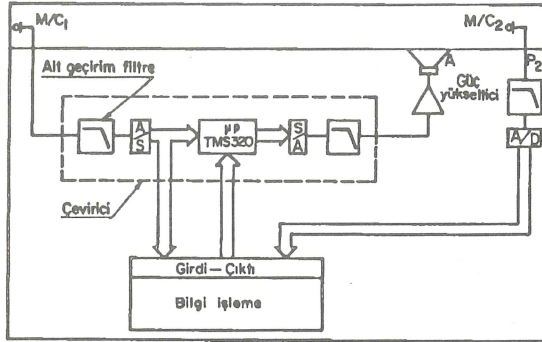
Sözü edilen sistemde çok amaçlı bir hoparlör kaynak olarak kullanılmıştır. Sistem rezonans halinde olduğundan veri sinyalinin etkilendiği görülmüş ve denetimin etkin bir biçimde sağlanabilmesi için sisteme geri beslemeli bir kapalı çevrim halkası eklenmiştir. Kanal boyunca ortaya çıkan basınç, kaynağın kanal duvarı boyunca hızıyla orantılı olduğundan kaynağın hızı sistemin çıkışı olarak alınmış ve girdi sinyaliyle karşılaştırılarak, sistemdeki hata en aza indirgenmiştir. Sistemin kararlılığından dolayı bu hata sıfırlanamamışsa da, sisteme eklenen elektronik bir devreyle sinyalin denetime uygun hale getirilmesi sağlanmıştır. Sonuç olarak 80-2000 Hz arasındaki frekanslarda 15-30 dB arası bir azaltım sağlanmıştır (Şekil 6).



Şekil 6. Roure ve Martin Tarafından Hazırlanan Düzeneğe Sistemin Yanıtı [9]

A. Roure ve B. Nayroles, boyutları 300x400x0.8 mm olan bir kanalda, havayı 10 m/s bir hızla hareket ettiren bir fanın neden olduğu gürültüyü denetlemek için iki mikrofon ve bir

süzücünün (filtre) zaman birleştiricisi ile birlikte kullanıldığı bir düzenden (Şekil 7) yararlanmışlar ve 200-1000Hz arasındaki frekanslarda yaklaşık 20 dB'lik bir azaltım sağlamışlardır [10].



Şekil 7. Roure ve Nayroles Tarafından Hazırlanan Dene-tim Düzeneği [10]

W.G. Richarz tarafından geliştirilen düzenek "Dalgalandan Duvar" kavramının sesin sesle etkin denetimi için benzetimidir. İnce bir plakadaki yapısal eğilme dalgaları plakayı çevreleyen akışkanda basınç ve hız alanları oluştururlar. Yapısal eğilme dalgalarının hızları sesin o konumdaki hızından daha az ise sistemi etkileyen rahatsızlık üssel olarak azalmaktadır. Bu dalgaların hızları sesin o konumdaki yayılma hızına eşit veya daha fazla ise sistemdeki rahatsızlık artacaktır. Akış yönünde, ancak akışla ters fazda olan bir yapısal eğilme dalgası "sessizlik" oluşturacaktır. Bu özelliklere sahip bir basınç alanı uygun bir şekilde fazlandırılmış ses alanlarıyla elde edilebilir [11].

Yukarıda açıklanan "Dalgalandan Duvar" kavramını kullanan Richarz'ın sistemi, bir mikrofon ve mikrofonun aldığı sinyali bir periyotluk bir zaman gecikmesiyle üreten bir hoparlörden ve bunları denetleyen bir denetleyiciden oluşmuştur.

Sistemin üstünlüğü, sistemi oluşturan öğelerin bozukluklarının sistemin performansında çok fazla etkili olmaması ve yaklaşık 12 dB'lik bir azaltımın sağlanmasından kaynaklanmaktadır.

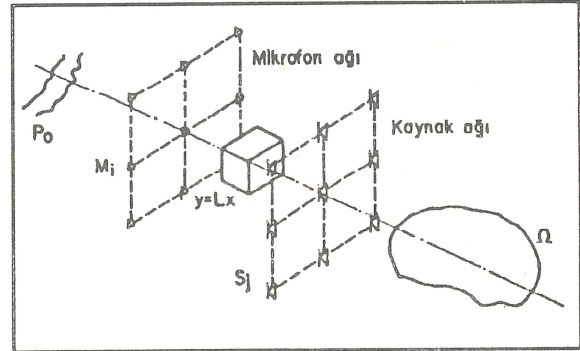
Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Makina Mühendisliği Bölümünde 50-200 Hz frekanslarında bir azaltım sağlamak amacıyla yukarıda anlatılan düzeneklere benzer bir düzenek kurulmuş, zaman gecikmeleri, elde edilen faz farkları, mikrofonla olan uzaklıklar göz önüne alınmadan ölçümler yapılmış,

bu durumda bile yaklaşık 5 dB'lik bir azaltım sağlandığı görülmüştür. Bu da denetim yönteminin birçok durumda başarıyla uygulanabileceğini göstermektedir [12].

ÜÇ BOYUTLU UZAYDA UYGULAMALAR

Üç boyutta sesin sesle etkin denetimi iki boyutta gerçekleştirilen uygulamalara oranla matematiksel olarak anlatımı zor olduğu ve karmaşık düzenekleri gerektirdiği için daha güç olmaktadır. Ancak, sayısal elektronik teknolojisinin ilerlemesi ve bilgisayar kullanımının yaygınlaşması bu konudaki güçlükleri gün geçtikçe azaltmaktadır.

Fransa'da J. Piraux ve B. Nayroles üç boyutlu uzayın W akustik basıncını, S_j ($j=1,2,3...$) kaynaklarınca oluşturulan basınç alanlarıyla azaltmaya yönelmişlerdir. W üzerindeki karesel ortalama karekökü (rms) akustik basıncının olabildiğince düşük olması ve S_j kaynaklarınca oluşturulan M_i mikrofon ağıyla ölçülen alanlarla bağlantılı olması gerekmektedir. Çalışmalarda harmonik alan $P_o(w)$ kullanılmış ve ses kaynaklarının küresel dalga yaydıkları varsayılmıştır (Şekil 8).



Şekil 8. 3-Boyutlu Uzayda Etkin Denetim Düzeneği [13]

Çalışmalarının sonucunda 4 ila 40 sayıda kaynak kullanıldığında geniş hacimlerde en az 30 dB'lik bir azaltım elde etmişler, ek olarak akustik gölge bulunan bölgeleri bile varlığını saptamayı başarmışlardır. [13].

S. Mazzanti ve J. Piraux üç boyutlu uzayda, sesin sesle etkin denetimi için bir düzenek hazırlamışlardır. Düzeneklerinde, P_S , P_o 'yu oluşturan birincil kaynak; M_i ($i=1...I$), mikrofon ağı; S_j ($j=1...J$) ikincil kaynaklar ağı ve V , etkin denetimin yapılacağı hacim olarak tanımlanmıştır [14]. Burada sözü edilen çalışmada kullanılan

düzenek kuramsal bir modele göre hazırlanmıştır. Kuramdan uygulamaya geçildiğinde aşağıdaki sorunlarla karşılaşmıştır:

- a) Birincil alan Po'nun ölçülmesi ve matematiksel modelinin çıkarılması;
- b) İkincil kaynaklarca oluşturulan akustik alanın tam anlamıyla modellenmesi;
- c) V hacmindeki akustik basıncı en aza indireyecek algoritmanın hazırlanması.

Çalışmalar yansız bir odada 250-350 Hz'lik ses yayan bir gürültü kaynağı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Deneylerden önce bütün benzetimler ve hesaplar için bir bilgisayar program paketi hazırlanmıştır. Sonuçta 12-15 dB'lik bir azaltım elde edilmiştir [14].

DİĞER UYGULAMALAR

Motor gürültüsü, özellikle motorun ateşleme frekanslarındaki patlamalar, yüksek hızlarda taşıt içindeki gürültünün birincil nedenleridir. Bu gürültünün alışımlı pasif yöntemlerle denetimi, gürültüye neden olan motorun gövde plakalarını nasıl uyardığı ve doğan titreşimlerin nasıl bir ses alanı oluşturduğunun hesaplanmasının zorluğu, ses alanı özelliklerinin bir taşıttan diğerine ve aynı taşıtta da zamanla değişmesi nedeniyle çok güçtür. Patlama sorunu daha hafif gövdeli, ancak daha güçlü motorlara olan eğilimin artmasıyla daha çok önem kazanmıştır [15].

Bu şekilde oluşan motor kaynaklı patlamaların denetiminde, sesin sesle etkin denetimi alternatif bir yöntem olarak ortaya çıkmaktadır. Bu yöntemin uygulanışı iki gerekçeye dayandırılmaktadır:

- a) Uyarı frekansları, motorun doğrudan gözlenmesi sonucu bulunabilir ya da ölçülebilir,
- b) Söz konusu frekanslar genellikle düşük frekanslardır.

Ancak motordan kaynaklanan uyarıların arabanın gövde plakalarına kadar izlediği yol ve arabanın içinde oluşan ses alanı özellikleri çok çeşitli olduğundan, burada uygulanacak düzenek bu farklı alanlarda gürültüyü azaltacak şekilde kendini bu alanlara uyarlayabilmektedir.

Arabanın içinde oluşan gürültüyü denetlemek üzere hazırlanan sistemlerden birinde, arabanın müzik sisteminde kullanılan iki hoparlörden yararlanmıştır. Etkin denetim sisteminin çıkışı arabanın müzik sisteminin çıkışıyla birleştirildiğinden hoparlör çift

amaçlı olarak kullanılabilir. Bu düzenek en büyük özelliği ses alanındaki değişimlere kendini 0.1 saniyelik bir zaman gecikmesiyle uyarlayabilmesidir. Hazırlanan prototip ile motor patlamalarının etkin olduğu frekanslarda, yüksek hızlarda, araba kabini içinde 10-15 dB'lik bir azaltım elde edilmiş ve bu değerler deneme pistlerinin dışında da değişmemiştir [15].

Uçak gürültüsünden söz edildiği zaman çoğu kez uçağın dışarıya yaydığı gürültü akla gelmektedir. Ancak sivil amaçlı uçaklarda, özellikle pilot kabini içinde 76- 86 dBA düzeyinde önemli bir gürültü sorunu vardır. Hava trafik ve haberleşme sinyallerinin daha rahat algılanabilmesi için kulaklıktaki sesin ortamdaki sesten 10-15 dB daha yüksek olması gerekmektedir. Sonuçta kabindeki uçuş personeli geçici bile olsa işitme duyusuna zarar verebilen bir gürültü düzeyinde çalışmak zorunda kalmaktadır. Ancak uçuş personeli hareketi kısıtlayan veya güvenli bir uçuş için gerekli olan kabin içi seslerin duyulmasını engelleyen kulak tıkacı ve manşon türü kişisel koruyucuları yeğlemektedir.

Alışımlı kulaklıkların (manşonların) yerine sesin sesle etkin denetiminin yapıldığı özel kulaklıklar geliştirilmektedir. Bu kulaklıklarda gürültüyü dengeleyecek özel elektronik bir devre, boom-mikrofon ve sisteme özgü kulaklıklar bulunmaktadır. Kulaklıkların dışında bulunan iki küçük elektretmikrofon pilotların kulakları yakınındaki gürültüyü algılamakta ve iki kanallı elektronik bir aygıt yardımıyla bu gürültü sinyalleri karşıt fazda geri yollanmaktadır. Bu yöntemle hemen kulak yakınında 20 dB'lik bir azaltım sağlanmakta; haberleşme ve karşılıklı konuşmalarda büyük ölçüde rahatlık elde edilmektedir [16].

Etkin denetim yöntemi, değişken yansıma ya da ses yutma özelliğine sahip yüzeyler elde etmede de kullanılmaktadır. Etkin ses yutumu adı da verilen yöntemin bu uygulamalarında, pasif ses yutma düzeneklerinin yetersiz olduğu düşük frekanslarda istenilen ölçüde ses yutma gerçekleştirilebilmektedir. Oda akustikini geliştirmeye yönelik bu tür girişimler, konser ve tiyatro salonlarının yankılanım (çınlama) sürelerinin istendiği şekilde ayarlanabilmesini de sağlamaktadırlar [17], [18], [19].

SONUÇ

Bu çalışmada sesin sesle etkin denetimi, teme-

linde yer alan kavramlar ve bazı uygulama örnekleriyle tanıtılmaya çalışılmıştır. Denetim yöntemi birçok alanda uygulanabilme özelliğine sahiptir. Birbirinden çok farklı alanlarda bu konuda yapılan çalışmaların örneklenmesi çok güç olduğundan, seçilen örnekler denetim yönteminin en yaygın şekilde, laboratuvar koşulları dışında da, ticari amaçlı olarak kullanıldığı uygulamalardır. Yapılan çalışmalar ve yöntemin uygulanış biçiminin çeşitlilik gösterdiği verilen örneklerden de görülmektedir. Yöntemin bu denli farklı uygulanışı araştırmacıları belirli kalıplara bağlı olmaktan kurtarmakta ve elde bulunan sistemin özelliklerine göre düzeneklerin hazırlanması olanağını vermektedir.

Etkin denetim yöntemi yalnızca gürültü denetiminde kullanılmamaktadır. Titreşim denetimi için de gürültü denetiminde olduğu kadar başarılı sonuçlar vermektedir. Özellikle gemilerde oluşan titreşimin denetimi ile rotor-disk sistemlerinin titreşimlerinin manyetik yataklar ile denetimi, etkin denetim yönteminin yaygın olarak kullanıldığı uygulamalardır. Titreşim etkin denetiminde yapılan çalışmaların çokluğu ve kapsamının genişliği bu alandaki çalışmaları ayrı bir derlemenin konusu yapmaktadır.

Burada kısaca tanıtılmaya çalışılan ve bazı uygulama örnekleri verilen sesin sesle etkin denetimi dünyada her geçen gün daha fazla üzerinde çalışılan ve elektronik alanında ortaya çıkan ilerlemelere paralel olarak gelişip daha iyi sonuçlar vermesi beklenen bir gürültü denetim yöntemidir. Bu konuda ülkemizde ön çalışmalar yapılmaya başlanmış olup, yapısal sistemler ile bağlaşıklık iç akustik alanların denetimi üzerine araştırmaların yönlendirilmesi öngörülmektedir.

LITERATURE SURVEY ON ACTIVE CONTROL OF SOUND

This study aims to outline the state-of-art approaches to control the sound by active means which have become quite popular lately due to advances in electronic technology. The approaches based on the control of sound by electronically formed counterpart with different, mostly opposite phase characteristics are studied. The historical development of techniques known as active sound control or sound cancellation, theoretical foundations and several applications are discussed briefly.

KAYNAKÇA

- 1 Leventhall, H.G., Active Attenuators: Historical Review And Some Recent Developments, Inter-Noise 80, Miami, 679-682, 1980.
- 2 Jessel, M.J.M., Active Noise Reduction as an Experimental Application of the General System Theory, Inter -Noise 83, Edinburgh, 411-414, 1983
- 3 Warnaka, G.E., Tichy, J., Acoustic Mixing in Active Attenuators, Inter-Noise 80, Miami, 683-686, 1980.
- 4 Ffowcs Williams, J.E., Review Lecture: Anti-Sound, Royal Society, London, A 395, 63-88, 1984
- 5 Jessel, M.J.M., Active Acoustic Attenuation of a Complex Noise Source, Inter-Noise 80, Miami 689-694, 1980.
- 6 Jessel, M.J.M., 25 Years With Active Noise Control / a Survey and Comments With Reference to Guicking's Bibliography and Field Reshaping Theory, Inter-Noise 88, Avignon, 953-958, 1988.
- 7 Illenyi, A., Jessel, M.J.M., Decoding-Recoding the Source Information from/into Sound Fields: Another Way of Understanding Active Noise Control, Inter-Noise 88, Avignon, 963-966, 1988.
- 8 Eghtesadi, Kh., Hong, W.K.W, Leventhall, H.G., Economics of Active Attenuation in Ducts, Inter-Noise 84, Honolulu, 447-451, 1984.
- 9 Martin, V., Roure, A., Control of Sources for Active Sound Propagation in Ducts, Inter-Noise 83, Edinburgh, 431-434, 1983.
- 10 Roure, A., Nayroles, B., Adaptive Broadband Active Absorbition in Ducts by the Means of Transversal Filtering, Inter-Noise 84, Honolulu, 493-496, 1984.
- 11 Richarz, W.G. The Wavy Wall Concept and Active Noise Control in Ducts, Inter-Noise 84, Honolulu, 489-492, 1984.
- 12 Bekhrad, G., Active Noise Control in a Duct, Proje Raporu, O.D.T.Ü Makina Bölümü, 1988.

- 13 Piraux, J., Nayrofes, B., A Theoretical Model for Active Noise Attenuation in 3-Dimensional Space, Inter-Noise 80, Miami, 703-706, 1980.
- 14 Mazzanti, S., Piraux, J., An Experiment of Active Noise Attenuation in 3-Dimensional Space, Inter-Noise 83, Edinburgh, 427-430, 1983.
- 15 Elliot, S.J., Stothers, J.M., Nelson, P.A., McDonald, A.M., Quin, D.C., Sounders, T., The Active Control of Engine Noise Inside Cars, Inter-Noise 88, Avignon, 987-990, 1988.
- 16 Veit, I., A Lightweight Headset With an Active Noise Compansation, Inter-Noise 88, Avignon, 1087-1090, 1988.
- 17 Mangiante, G.A., Active Sound Absorbtion, J. Acoust. Soc. Am, Vol.61, No 6., Haziran 1977.
- 18 Guicking, D., Karcher, K, Rollwage, M., Active Control of the Acoustic Reflection Coefficient at Low Frequencies, Inter-Noise 83, Edinburgh, 419-422, 1983.
- 19 Guicking, D., Rollwage, M., Active System in Room Acoustics Solved and Unsolved Problems, Inter-Noise 84, Honolulu, 457-462, 1984.

ODTÜ MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜNDE 1988 YILINDA TAMAMLANAN DOKTORA TEZLERİ (Başlık, Öğrenci, Tez Yöneticisi)

Bilgisayar Denetimli Manipulatörlerin Modellenmesi, Yörünge Planlaması ve Denetimi (Tuna BALKAN, Prof.Dr. Bilgin KAFTANOĞLU)

ODTÜ MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜNDE 1988 YILINDA TAMAMLANAN YÜKSEK LİSANS TEZLERİ (Başlık, Öğrenci, Tez Yöneticisi)

Yatay Deformasyon Alanı Modeline Bağlı Atmosferdeki Cephe Oluşumunun Burgaç-Hız Gradyanı ile Formüle Edilmiş Sonlu Elemanlar Yöntemiyle Benzetimi (H. Münci BİLGİÇ, Dr. M. Haluk AKSEL)

Düzgün Yüzeylerin Arakesitlerinin Bilgisayar Yardımı ile Bulunması (Halil DALLI, Doç.Dr. R. Orhan YILDIRIM)

2 Boyutlu Bilgisayar Destekli Çizim Paketinin Hazırlanmasında İlk Aşama (Ali DOĞRUSÖZ, Prof.Dr. Bilgin KAFTANOĞLU)

Roket Motoru Performans Analizi (Zafer DÜLGER, Prof.Dr. Ahmet Ş. ÜÇER)

Taşıt Benzetişimci ve Eniyileyici Paket Programın Geliştirilmesi (H. Altuğ ERBİL, Doç.Dr. Y. Samim ÜNLÜSOY)

Kalite Kontrol Sistemlerinde Kullanılan Örnekleme Planlarının Bilgisayar Yardımı ile Tasarımı (Ahmet ERÇELEBİ, Yrd.Doç. Macit KARABAY)

Bujili Motorlarda Etil Alkol ve Benzin Karışımının Eg-zoz Gazları Üzerindeki Etkisi (Ahmet FAROOQ, Doç.Dr. Demir BAYKA)

Kirchhoff ve Mindlin Plaka Teorilerine Dayalı İki Sonlu Plaka Elemanının Karşılaştırılması (Haluk GEDİK,

Doç.Dr. A. Erman TEKKAYA)

Bir Oyuk İçerisinde Laminer Doğal Taşınımın Isı Transferi (Cemal GÖVSA, Doç.Dr. Ediz PAYKOÇ)

Gerilme Oranın Çentikli Deney Numunelerinde Çatlak İlerlemesine Etkisi (Metin HARUN, Doç.Dr. Ö. Gündüz BİLİR)

Konik Dişlilerin Bilgisayar Destekli Tasarımı (Özcan KAHRAMANGİL, Doç.Dr. Birol KILKIŞ, Prof.Dr. Bilgin KAFTANOĞLU)

Eksenel Simetrik Halkada Bilgisayar Yardımı ile Dövme Çözümlemesi (Ö. Oğuz KAYA, Doç.Dr. Birol KILKIŞ, Prof.Dr. Bilgin KAFTANOĞLU)

Güç İletim Elemanları İçin Geliştirilmiş Bilgisayar Programlarının Birleştirilmesi (Muharrem KAYNAKÖZ, Prof.Dr. Bilgin KAFTANOĞLU)

Dikdörtgen Plaklardan Oluşan Kutu Şeklinde Yapıların Dinamik Davranışlarının Deneysel ve Kuramsal İncelenmesi (Şadi KOPUZ, Doç.Dr. Y. Samim ÜNLÜSOY)

Sabit ve Elastik Tip Mekanik Kaplinlerin Bilgisayar Yardımı ile Tasarımı (Kamil LALELİ, Doç.Dr. Birol KILKIŞ, Prof.Dr. Bilgin KAFTANOĞLU)

Bazı Akışkanlar Mekaniği ve Isı Transferi Problemlerinin Çözümünde Kullanılmak Üzere Sonlu Elemanlar Yöntemi ile Bir Bilgisayar Yazılım Geliştirilmesi (Mofid MAHDİ, Doç.Dr. M. Haluk AKSEL)

Döşemeden Isıtmanın İletken Kağıt Andırımı Yolu ile İncelenmesi (Mehmet Rifat MATARACI, Doç.Dr. Birol YÜCEL)

Doğru Akım Motoruyla Çalışan Bilgisayar Sayısal Denetimli Tezgahların Tahrik Sistemlerinin Modellenmesi ve Analizi (Mostafa MEHRABI, Doç.Dr. Bülent PLATİN, Doç.Dr. Hakkı ESKİCİOĞLU)

Basıncılı Kapların Bilgisayar Yardımı ile Tasarımı (M. Kürşat ÖZGEN, Ömer G. BİLİR)

Pilot Ölçekli Akışkan Yatak Kömür Yakıcısının Mekanik Tasarımı ve İmalatı (Murat ÖZKAL, Doç.Dr. Birol KILKIŞ)

Bilgisayar Yardımı ile Doğrusal Harekete Mekanizmalarının Tasarımı (Suat Ali ÖZSOYLU, Prof.Dr. Eres SÖYLEMEZ, Doç.Dr. Samim ÜNLÜSOY)

Bilgisayar Destekli Malzeme Veri Algılanması ve İşlenmesi (Oktay TATAR, Prof.Dr. Bilgin KAFTANOĞLU)

Yatay Deformasyon Alanına Bağlı Atmosferdeki Cephe Oluşumunun Yarı-İçbağımlı Zaman İntegral Şeması Kullanılarak Sonlu Elemanlar Yöntemiyle Benzetimi (H. Turhan TURHANGİL, Doç.Dr. M. Haluk AKSEL)

Bantlı Konveyörlerin Bilgisayar Destekli Tasarımı (A. Aslan UZUN, Doç.Dr. Samim ÜNLÜSOY)

ODTÜ NÜKLEER MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜNDE 1988 YILINDA TAMAMLANAN YÜKSEK LİSANS TEZLERİ (Başlık, Öğrenci, Tez Yöneticisi)

Beylikahır Toryum Yataklarında Nadir Toprak Elementlerinin Aletli Nötron Aktivasyon Analiz Yöntemi ile Tayini (Orhan ACAR, Prof.Dr. Namık K. ARAS)

Basıncılı Su Tipi Bir Nükleer Reaktörün Thermo-Hidrolik Analizi İçin Bir Bilgisayar Programı Geliştirilmesi (Gökalep AKYÜZ, Prof.Dr. Orhan YEŞİN)

TR-2 Araştırma Reaktörünün En Önemli Kaza Olasılığı İçin Hata Ağacı ve Belirsizlik Analizi (İlker BİLGİÇ, Prof.Dr. Orhan YEŞİN)

Toprakta Depolanan Cs 137 Radyoaktivitesinin Gamma Spektrometri Ölçümleri ve Dış Işınlama Hızının Hesabı (Nihal ÇAKIR, Doç.Dr. Tülay YEŞİN)

Çeşitli Termoluminesans Dozimetrelerinin Yapımı ve Özelliklerinin İncelenmesi (İlhan KORAY, Doç.Dr. Naif TÜRETKEN)

PMK-NVH Test Düzeninde Gerçekleştirilen Küçük Kırık Soğutucu Kaybı Kazasının Bilgisayar ile Benzeşimi (Ali TANRIKUT, Prof.Dr. Orhan YEŞİN)

Yavaşlatıcısında Çözünür Yanıcı Zehir Bulunan Basıncılı Su Reaktör Kalbinde Yakıt Uzaklığının En Uygun Yapılması (Yücel ULUKAN, Prof.Dr. Güngör GÜNDÜZ)

ODTÜ ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜNDE 1988 YILINDA TAMAMLANAN YÜKSEK LİSANS TEZLERİ (Başlık, Öğrenci, Tez Yöneticisi)

Alternatif Birleşik Tahmin Yöntemlerinin Deneysel Olarak Değerlendirilmesi (Hakan ADANALI, Y.Doç.Dr. Sinan KAYALIGİL)

Aşamalı Üretim Planlamasında Fizibilitiyi Geliştirmek İçin İteratif Bir Çözüm Yöntemi (Ferda Can ÇETİNKAYA, Y.Doç.Dr. Sinan KAYALIGİL)

Tek Ürünlü ve Kapasite Kısıtlı Yığın Hacmi Belirleme Problemlerinde Daldüğüm Yönteminin Verimliliğini Artırmak İçin Sınır ve Dominans Yaklaşımları (Kudret DEMİRLİ, Y.Doç.Dr. Sinan KAYALIGİL)

Mevsimlik Olasılıksal Talep Altındaki Envanter Problemleri (Enis Behçet DOĞUSOY, Doç.Dr. Nesim ERKİP)

Çok Aşamalı Karmaşık Üretim Sistemlerinde Kalite Kontrol Olanaklarının Yerleştirimi (Özgür KARACA, Y.Doç.Dr. Sinan KAYALIGİL)

Çizelgeleme Problemi (Haldun SÜRAL, Y.Doç.Dr. Suna KONDAKÇI, Doç.Dr. Nesim ERKİP)

Çok Amaçlı Karar Problemlerinde Etkileşimli Yaklaşımlar (Orhan Veli TANER, Doç.Dr. Murat KÖKSALAN)

Yenilenemez Kaynak Kısıtlı, Atelye Tipi Sistemlerde Çizelgeleme Problemi (Ayşegül TOKER, Y.Doç.Dr. Suna KONDAKÇI, Doç.Dr. Nesim ERKİP)

Sürekli Çözüm Kümeli Çok Amaçlı Karar Verme Problemleri İçin Etkileşimli Bir Yaklaşım (Levent TUNÇEL, Doç.Dr. Murat KÖKSALAN)

Hazırlama Süreli, Çok-Ürünlü Dinamik Kafile Büyüklüğü Problemleri İçin Bulgusal Yöntemler (Deniz ULUÖZ, Doç.Dr. Ömer KIRCA)

Yer Seçimi - Paylaştırma - Güzergah Atama Problemleri (YAGP) (Tanju YURTSEVER, Doç.Dr. Ömer KIRCA)

ODTÜ YÖNEYLEM ARAŞTIRMA BÖLÜMÜNDE 1988 YILINDA TAMAMLANAN YÜKSEK LİSANS TEZLERİ (Başlık, Öğrenci, Tez Yöneticisi)

Besi Hayvancılığı Yönetimi Probleminde Doğrusal ve Dinamik Programlamanın Bütünleşik Kullanımı (Ferit Üner KARAKULLUKÇU, Yrd.Doç.Dr. Sinan KAYALIGİL)

Proje Ağı Problemlerine Bir Bulanık Küme Yaklaşımı (N. Memduh, ÖZMERT, Y.Doç.Dr. İsmail ERDEM)

Doğrusal Olmayan Potansiyel Akış Düşüslü Petrol Rezervuarlarının Gelişim Planlaması İçin Bir Model (Nagy SOKKR, Prof.Dr. Halim DOĞRUSÖZ)

ODTÜ METALURJİ MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜNDE 1988 YILINDA TAMAMLANAN YÜKSEK LİSANS TEZLERİ (Başlık, Öğrenci, Tez Yöneticisi)

Doğrusal Olmayan Sistemlerdeki İç Sürtünmenin Bilgisayarla Simulasyonu (Abdülkadir ALTUNOĞLU, Prof.Dr. Ö. Tarık OĞURTANI)

Proximal Femoral Protez Üretimi ve Çalışma Şartları Parametrelerinin İncelenmesi (Hacer AYGÜN, Prof.Dr. Ekrem SELÇUK)

Küreselleştirilmiş 1035 Çeliğinde Boşluk Oluşumu (Ali BİLİCİ, Doç.Dr. Tayfur ÖZTÜRK)

Metalurjik Etkenlerin AISI 1040, 4340 ve 5140 Çeliklerinin Aşındırma Dirençlerine Etkisi (Deniz DİKMEN, Doç.Dr. Haluk ATALA)

Kolemanitin Sinter Üretiminde Kullanımı (Emin DIREKÇİ, Doç.Dr. Yavuz TOPKAYA)

Krom Katımlı Hadfield Çeliklerindeki Karbürlerin Metalografik Çalışması (Nedim EŞLİSOY, Doç.Dr. Erdoğan TEKİN)

Döküm Halinde, Homojenleştirilmiş ve Ekstrüde Edilmiş Etial-21 Alüminyum Alaşımından Kalıntılar (Zafer FİLİZ, Doç.Dr. Tayfur ÖZTÜRK)

Karbürleşmiş SAE 8620 H Çeliğinde Kalıntı Östenit'in Aşınma Direncine Etkisi (Feridun GÜRER, Doç.Dr. Erdoğan TEKİN)

Alüminanın Sinterlenmesi (Birsen KARTAL, Prof.Dr. Muharrem TIMUÇİN)

Kısa Yorulma Çatlaklarının 2024-T3 Alüminyum Alaşımında Büyümesi (Cevdet KAYNAK, Prof.Dr. Alpay ANKARA)

Atmosferde İslanma ve Kuruma Periyodlarının Ölçümü İçin Bir Cihaz Geliştirilmesi (A.Ümit KÜÇÜKARAS, Prof.Dr. Mustafa DORUK)

Sabit Çekme Hızlarında 7050 Al Alaşımının Gerilimli Korozyon Davranışı (Sami MASADEH, Y.Doç.Dr. Filiz SARIOĞLU)

Isıl İşlem Parametrelerinin % 18 Nikel İçeren Maryaşlanı Çeliklerde Sertlik ve İç Yapı Üzerindeki Etkileri (İlhami PEKTAŞ, Doç.Dr. Haluk ATALA)

Yüksek Sıcaklık Burma Deneyi (Mehmet TANSAL, Doç.Dr. Tayfur ÖZTÜRK)

Galfan ve Klasik Galvaniz Kaplamaların Karakterlerinin Karşılaştırılması (İ. Tanju TEKELİOĞLU, Prof.Dr. Alpay ANKARA)

Alüminyum Alaşımının Deniz Suyunda Katodik Olarak Korunması (G. Şevket YİNSEL, Prof.Dr. Mustafa DORUK)

BİLİMSEL VE TEKNİK TOPLANTILAR

<u>KONGRE ADI</u>	<u>TARİH-YER</u>	<u>YAZIŞMA ADRESİ</u>
Türkiye Bilgisayar Kongresi	28-31 Mayıs 1990 İSTANBUL	Bilgisayar Dergisi Boğazkesen Cad. 123/5 Tophane 80050, İSTANBUL
VI Mühendislik Haftası	28 Mayıs-2 Haziran	Y.Doç.Dr. İsmail Karakuyu Isparta Mühendislik Fakültesi Dekan Yardımcısı 32001 ISPARTA
3rd International Conference on Computer Technology in Welding	4-7 Haziran 1990 Brighton İNGİLTERE	The Welding Institute Abington Hall Abington, Cambridge CB1 6AL U.K.
35th International Gas Turbine and Aeroengine Congress and Exposition	11-14 Haziran 1990	ASME 6085 Barfield Road, Suite 207 Atlanta, Georgia 30328, USA
Ulaşım Kongresi	13-15 Haziran 1990 ANKARA	EGO Genel Müdürlüğü Ulaşım Planlama ve Raylı Sistem Dairesi Başkanlığı Toros Sok. No: 12 Sıhhiye 06430, ANKARA
4. Ulusal Makina Teorisi Sempozyumu	Eylül 1990 ANKARA	Makina Teorisi Sempozyumu Düzenleme Kurulu İ.T.Ü. Makina Fakültesi Gümüşsuyu 80191, İSTANBUL
3rd International Conference on Rotordynamics	9-12 Eylül 1990 Lyon, FRANSA	Institut National Des Sciences Appliquées Prof. M. Lalanne - R. Henry Laboratoire de Mecanique des Structures Batiment: 113 20, Avenue Albert Einstein F69621 Villeurbanne, FRANCE
4th International Conference Adhesion 90	10-12 Eylül 1990 İNGİLTERE	Diane Varley The Plastics and Rubber Institute 11 Hobart Place, London SW1W 0HL U.K.
International Conference on Hydrodynamic Bearing-Rotor System Dynamics (IC-HBRSD)	17-21 Eylül 1990 Xi'an, Çin Halk Cumhuriyeti	Prof. Xie You-Bai Conference Office of HBRSD-90 Theory of Lubrication and Bearing Institute Xi'an Jiaotong University, Xi'an, THE PEOPLES REPUBLIC OF CHINA

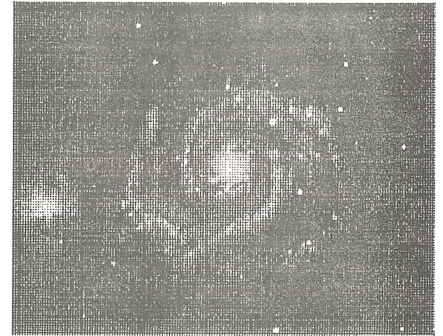
Computer-Based Modelling in Engineering	17-30 Eylül 1990 ODTÜ-ANKARA	Prof.Dr. Metin GER Mühendislik Bilimleri Bölümü ODTÜ, 06531 ANKARA
4. Ulusal Makina Tasarım ve İmalat Kongresi	19-21 Eylül 1990 ANKARA	4. Ulusal Makina Tasarım ve İmalat Kongresi Orta Doğu Teknik Üniversitesi Makina Müh. Böl. 06531 ANKARA
2nd International Conference on Power Beam Technology	23-26 Eylül 1990 Stratford-upon-Avon İNGİLTERE	The Welding Institute Abington Hall Abington, Cambridge CB1 6AL U.K.
6. Uluslararası Metalurji Kongre ve Sergisi	22-26 Ekim 1990 ANKARA	Metalurji Mühendisleri Odası 6. Uluslararası Metalurji Kongre ve Sergisi Hatay Sokak, 10/9 06650 Kızılay, ANKARA
V. Tekstil Sempozyumu	7-10 Kasım 1990 BURSA	TMMOB Makina Mühendisleri Odası Bursa Şubesi Hacılar Mah. Eceler Sok. İşhanı Kat: 4 P.K. 140, 16010 BURSA
International Conference Frontiers of Tribology	15-17 Nisan 1991 Stratford-upon-Avon, İNGİLTERE	The Meeting Office The Institute of Physics 47 Belgrave Square London SW1X 8QX Tel: 01-235 611 Telex: 918453 Fax: 01-259 6002
2. Balıkesir Mühendislik Sempozyumu	Mayıs 1991 BALIKESİR	Prof. Sabri SAVAŞ 2. Balıkesir Mühendislik Sempozyumu Uludağ Üniversitesi Balıkesir Mühendislik Fakültesi 10100 BALIKESİR

CAM-APT-SURF

The Universal Standard — For Precision, Multi-Axis Part Programming

APT is the most versatile and capable of the NC programming languages. As a worldwide industrial automation standard, the APT system has more extensive geometry definitions and greater tool control than any other.

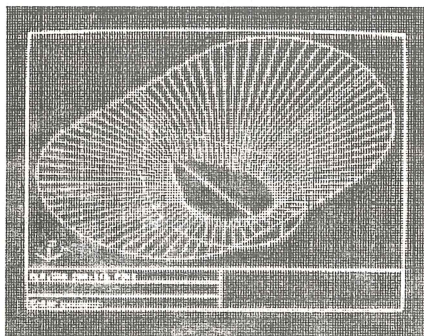
CAM-APT-SURF is ICAM's fully supported, enhanced version of APT IV with advanced sculptured surface capabilities. Compatible with international standards, it processes programs for all types of NC machine tools, performs high speed computations of tool motions, and generates ISO standard cutter location files. These files directly interface with CAM-POST, ICAM's multi-axis post-processor generator, and CAM-PLOT, ICAM's graphic NC/CNC tool path verification system.



APT — The universal language with endless possibilities

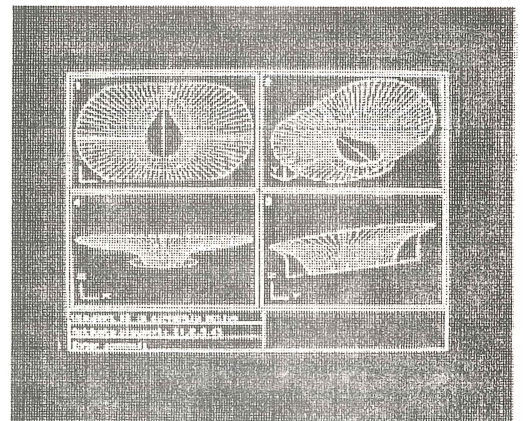
CAM-PLOT

Part Programming Analysis and Verification



Tool path verification of sculptured surfaces...

CAM-PLOT is a dynamic and interactive tool path verification system which provides for a detailed, graphic analysis of NC part programs. Featuring full reverse tracking of APT source line numbers, CAM-PLOT allows you to quickly detect and correct programming errors while you visually verify CL file output. Through on-screen and hard copy plotting, CAM-PLOT ensures program accuracy and completeness, reducing costly tool proofing time on your NC machinery.



...using the flexibility of advanced graphics

MANUFACTURING SOFTWARE SOLUTIONS

ICAM

ICAM Technologies Corporation

CAM-APT-SURF® CAM-PLOT®

CAM-APT-SURF is a complete five axis APT language processor which has proven to be an indispensable tool for mechanical parts manufacturers. It performs high-speed computations of continuous path or point-to-point tool motions and produces ISO 3592 standard cutter location (CL) files. Multi-axis capabilities give users the freedom to generate cutter paths for complex surfaces and intricate parts commonly manufactured in the aerospace and automotive industries.

CAM-APT-SURF supports simple geometric entities such as points, lines and circles, as well as more complex surfaces such as tabulated cylinders and ruled and sculptured surfaces. The time-consuming task of inputting individual commands for repeat machine operations is also eliminated by using **CAM-APT-SURF's** looping and MACRO functions. Error checking facilities and diagnostic message generation will allow the programmer to significantly reduce manual programming miscalculations.

With the exception of the sculptured surface capability, **CAM-APT-SURF** operates on all IBM compatible personal computers and is referred to as **CAM-APT**. Optional features for both **CAM-APT** and **CAM-APT-SURF** include a CAD interface, which allows for the automatic creation of APT geometry from an IGES drawing file. The resulting labeled "geometry map" can then be visualized on screen or plotted to paper for further programming reference.

Features

- full 5 axis and sculptured surface tool path processing
- automatic regional milling of sculptured geometry
- full range of both analytic (point, plane, cylinder, etc.) and non-analytic (ruled surface, tabulated cylinder and sculptured surface) geometric definitions
- pocket with islands (BPOCKET)
- three parameter feedrates
- direct interface to graphic verification system for sculptured geometry (CAM-PATH) and tool motions (CAM-PLOT)
- Expanded system table sizes for processing large programs
- full range of user-selectable run-time options
- redefinition of geometry
- simultaneous processing of multiple jobs

Benefits

- significantly reduces NC tape preparation time over manual programming methods
- eliminates costly manual programming miscalculations
- reduces cost per part program
- allows a greater degree of part program flexibility
- increases multi-axis programming accuracy

CAM-PLOT is an interactive, graphic NC tool path verification module, used as an NC part program simulation and debugging utility. The user can test and verify part programs by visualizing the intricate tool motions generated by either the **CAM-APT-SURF** processor, ICAM's **CAM-POST**, or other CAD/CAM systems. This results in a significant reduction in programming errors and a marked improvement in the quality of manufactured parts.

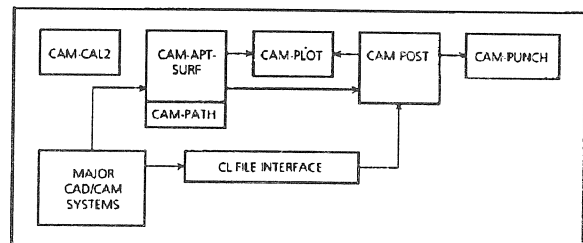
Features

- menu-driven, fully interactive processing
- multiple viewport windowing capabilities
- separate color representation of rapid positioning, cutting motions and part outlines
- isometric and planar plotting capabilities
- rescale, rotation, transformation, zoom and pan functions
- step mode capability for forward or reverse inspection of tool path
- user-definable breakpoints (all major post-processor words, CL record numbers and original source statement numbers)
- hard copy plotting interface
- on-line help facility referencing all options and commands
- monitoring of essential machining variables such as:
 - spindle status
 - coolant status
 - cutter information
 - feedrate in effect
 - tool number being used
- machine tool visualization of different functions such as canned cycles, drill, thread, bore, tap, ream, csink, deep drill, etc...
- visualization of interaction of two separate cutting points (paths) for four axis merging lathes

Benefits

- reduces the number of tool tryouts
- aids in the detection of programming errors
- increases the life of machine tools
- increases the productivity of part programmers

IGES to APT is a software module which converts IGES geometry into corresponding APT geometry and into a format used with **CAM-PLOT**. This provides better visual verification of the tool path while automatically displaying labeled part geometry. **IGES to APT** also allows for the selective control of the display of different geometric entities and labels, and uses all of the display manipulation features of **CAM-PLOT**.



For more information contact:

ICAM Technologies Corporation
1900 Sources Boulevard, Pointe Claire
Quebec, Canada H9R 4Z3

TEL: (514) 697-8033

FAX: (514) 697-8621

CAM-APT-SURF® and CAM-PLOT® are registered trademarks of ICAM Technologies Corporation

MANUFACTURING SOFTWARE SOLUTIONS

ICAM

Makina Tasarım ve İmalat Derneği
Yönetim Kurulu Başkanlığına

Makina Tasarım ve İmalat derneği çalışmalarına ilgi duyuyor ve dernek faaliyetle-
rinizden yararlanmak istiyorum.

Dernek üyelerine başvuru formunu göndermenizi rica ederim,

İsim. İmza

Açık Adres :

.....
.....
.....
.....

MAKİNA TASARIM VE İMALAT DERNEĞİ ABONE KARTI
(Makina Tasarım ve İmalat Derneği Üyesi Olmayanlar İçin*)

Abone Türü [] Kişisel (12.000 TL/yıl) [] Kuruluş olarak (30.000 TL/yıl)
[] Öğrenci (6000 TL/yıl)

İsim :
Ünvan :
Telefon :
Adres :
.....

Makina Tasarım ve İmalat Derneğine [] öğrenci [], kişisel [], kuruluş
olarak abone olmak istiyorum. Abone bedeli olan [] 6000 TL, [] 12.000 TL, []
30.000 TL'yi banka hesabınıza yatırdım. Banka dekontunun kopyası ekte sunulmuştur.

Derneğin yukarıda verdiğim adrese gönderilmesini rica ederim.

* Dernek üyelerine Makina Tasarım ve İmalat Dergisi ücretsiz olarak
gönderilmektedir.

Makina Tasarım ve İmalat Dergisi
Makina Mühendisliği Bölümü
Orta Doğu Teknik Üniversitesi
06531 ANKARA

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 yayımlar;

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 kullanmak 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 tanımlanmalı, 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 alfabesinin 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 karıştırılmamasına özen gösterilmelidir. Metin içindeki bağıntılar 1 (bir)'den başlayarak sıra ile numaralandırılmalı ve bu numaralar eşitliğinin bulunduğu satırın sağ kenarına parantez "()" içinde verilmelidir.

Birimler

Zorunlu olmadıkça sadece S.I. birimleri kullanılmalıdır. S.I. dışında birim 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 yazıyla 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, ODTÜ, 1984

Makalenin Uzunluğu ve Yazımı

Makaleler yaklaşık 4000 kelimeyi ve 10 adet şekli ve çizelgeli aşmaya-cak şekilde hazırlanmalıdır. Makaleler daktilo ile A4 kağıdının tek yüzüne, iki aralıklı olarak yazılmalı ve sayfa kenarlarında yeteri kadar boşluk bırakılmalıdır. Şekillerin orjinalleri de dahil olmak üzere makale üç kopya gönderilmelidir.

Kabul edilen makaleler dergi için yapılan dizgi ve şekilsel düzenleme-den sonra kontrol için basımdan önce yazarına gönderilir.

Yayınlansın veya yayınlanmasın gönderilen makaleler yazarına geri gönderilmez. Yazılardaki fikir ve görüşler yazarına, çeviriden doğacak sorumluluk ise çevirene aittir.

YAYIN HAKKI

Dergide yayınlanan makalelerin her türlü yayın hakkı Makina Tasarım ve İmalat Derneği'ne aittir. Dergideki yazılar, yazılı izin almadan başka yerde yayınlanamaz ve çoğaltılamaz.

YAZIŞMALAR

Belirtilmemesi durumunda konuyla ilgili yazışmalar birinci yazarın adresine gönderilir.

1. Örnek dip notu