

► Derginin Adı:	Machinery MakinaTek
► Sahibi:	Aylık İmalat ve Teknoloji Kültürü Dergisi Bileşim Yayıncılık, Fuarcılık ve Tanıtım Hizmetleri San ve Tic. A.Ş. Adına Mustafa ÜSTÜN
► Genel Yayın Danışmanı:	Barbaros Caddesi No:11 4. Levent/İstanbul Dr. Müh. Halefşan SÜMEN
► Yazı İşleri Müdürü:	Nihat AKTAŞ (Sorumlu) Barbaros Caddesi No:11 4. Levent/İstanbul
► Grup Satış Müdürü:	Hacer YILMAZER KALAFATLAR hyilmazer@bilesim.com.tr
► Reklam Müdürü:	Haydar İLK haydarilk@bilesim.com.tr
► Reklam Sorumlusu:	Özgür ŞİMŞEK osimsek@bilesim.com.tr
► Satış Destek:	Şenay ÖZDİL MERAL sozdil@bilesim.com.tr
► Abone Servisi:	Sibel ŞAHANOĞLU BUTTAN sbuttan@bilesim.com.tr
► Ajans Koordinatörü:	Hülya EMEK hemek@bilesim.com.tr
► Sayfa Tasarımı ve Kapak:	Habibe ATICI KÖROĞLU
► Renk Ayrım ve Baskı:	Bileşim Matbaası Bileşim Yayıncılık, Fuarcılık ve Tanıtım Hizmetleri San ve Tic. A.Ş. Barbaros Caddesi No:11 4. Levent/İstanbul
► Yayının Türü:	Yerel Süreli Yayın
► Baskı Tarihi:	21.02.2007

© Tüm yayın hakları BİLEŞİM YAYINCILIK A.Ş.'ye ait olup
yazılar iktibas edilemez.

◆ Tüm reklamların sorumluluğu firmalara, yazarlardaki ve
söyleşilerdeki görüşler sahiplerine aittir.

SEKTÖREL YAYINCILAR DERNEĞİ Üyesidir.

www.seyad.org



► Yönetim Kurulu Başkanı:	Mustafa ÜSTÜN
► Genel Müdür:	N.Nezih KAZANKAYA
► Genel Müdür Yardımcısı:	Tülay TOSUN

► Merkez Yönetim Adresi:	Barbaros Caddesi No:11 4. Levent 34396 İSTANBUL Tel: (0212) 324 44 43(Pbx) Fax: (0212) 284 36 05 E-mail:makina@bilesim.com.tr E-mail:sales@bilesim.com.tr www.bilesim.com.tr
---------------------------------	---

► Ankara Şube:	Ayşim KOŞAR KARSU Mahatma Gandhi Cad. No:90/8 G.O.P. / ANKARA Tel: (0312) 447 53 21-02 Faks: (0312) 437 20 96 E-mail: ankara@bilesim.com.tr
-----------------------	--

► Güney ve Güneydoğu Anadolu Bölge Temsilcisi:	Samir DEMİRKIRAN Kızılay Cad. 6. Sok. No:9 01010 Adana Tel: 0322 359 81 85 (pbx) Faks: 0322 359 36 89 sdemirkiran@bilesim.com.tr
---	---

► Hakem Kurulu:	Prof. Dr. Tamer KUTMAN (İTÜ) Prof. Dr. Ayşegül AKDOĞAN (YTÜ) Prof. Dr. Bülent EKER (NKÜ) Prof. Dr. İ. Hüseyin FILİZ (GÜ) Prof. Dr. Mustafa GEDİKTAŞ (İTÜ) Prof. Dr. M. Bülent DURMUŞOĞLU (İTÜ) Prof. Dr. Bilgin KAFTANOĞLU (ODTÜ) Prof. Dr. Erdinç KALUÇ (KOU) Doç. Dr. Haluk ÖRS (BÜ) Doç. Dr. Muzaffer ERTEN (İTÜ) Doç. Dr. Mehmet TANYAŞ (İTÜ) Doç. Dr. Adil BAYKASOĞLU (GÜ) Doç. Dr. Türkay DERELİ (GÜ) Y. Doç. Dr. Tekin AKGEYİK (İÜ)
------------------------	---

► Sektörel Danışma Kurulu:	Süleyman MÜFTÜOĞLU / IBM Tarkan TUNÇ / Kale Altınay Robotik A.Ş. Necmettin KÖŞKEROĞLU / Kent Gıda Can TUNÇELLİ / Bilko A.Ş. Orhan AYDIN / Hartek Ltd. Şti.
-----------------------------------	--

Temel KARAMEHMETOĞLU / SEW Eurodrive Mehmet Emin YILDIZ / İTÜ KOSGEB Müdürü Zeki AYDAN / Siemens Ali AVCI / Spinner Altuğ BAYRAKTAR / Arı A.Ş. H. Cengiz CELEP / Entek Pnömatik Alkım ERDÖNMEZ / Entek Pnömatik Ömer Tarhan DIVARCI / Phoenix Contact Şahin SEVİNÇ / ABB Ömer Faruk İNAN / İnanlar Makina Mustafa BÜYÜKPİŞİRCİ / Öztekfın Atilla C. KUZUCAN / Komsan Mehmet Ali YILMAZ / BMC A.Ş. Özgür ŞENEL / Boğaziçi Yazılım Dr. Müh. Aziz HATMAN / Assab Korkmaz Cafer GENÇ / CMS Makina Güngör AVUNCAN / Danışman Dr. İbrahim H. ÇAĞLAYAN / Vibratek Yücel ŞİRİN / OAİB Yön. Kur. Üye. Halil KOÇAK/Omron

İÇİNDEKİLER

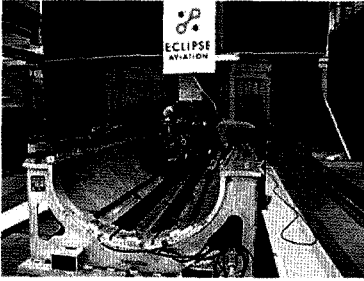


[40] WIN 2007

İki kere kazandıracak

[58] GÜNCEL

Küresel ısınma ve
sanayi
Bülent EKER



[100] KAYNAK

Sürtünen eleman ile kaynak (FSW) yöntemi makinaları
Bölüm 1- Alışılmış FSW makinaları
Erdinç KALUNÇ

[48] GÜNCEL

Cari açığı, makina sektörünün ihracatı kapatır
OAİB/Adnan DALGAKIRAN

[68] MALZEME

Otomotiv endüstrisinde alüminyum ve
alüminyum alaşımları
Ayşegül AKDOĞAN

[78] TASARIM

Ağızlık açma mekanizması kam hareket profilinin
düzenlenmesi ile çerçeve artık titreşiminin azaltılması
Sadettin KAPUCU

[88] OTOMOTİV

Taşıtlarda kullanılan Elektronik Fren Gücü
Dağıtım (EBD) sisteminin incelenmesi
Ali ÇAVDAR

[94] İMALAT YÖNETİMİ

Torna tezgahlarında işleme sırasında kalemde
oluşan kuvvetlerin bilgisayar desteğiyle değerlendirilip
grafik ortama aktarılması
Selçuk MISTIKOĞLU

[108] İMALAT YÖNETİMİ

Bir üretim ortamında hazırlık sürelerinin düşürülmesi
için çözüm önerileri
İhsan KAYA

[118] ÖLÇÜM

Test ve kalibrasyon işlemlerinde laboratuvar koşulları
İhsan Akyüz

[126] OTOMOTİV

Otomotiv sektöründe COMMON-RAIL sistemi
Mustafa KARAMOLLA

[134] ENERJİ

Doğalgaz dönüşüm projelerinde risklerin analizi
İsmail Hakkı GERELİOĞLU

[144] ROBOT

Endüstriyel robotlar ve Türkiye'deki dağılımının
irdelenmesi
Selahattin YUMURTACI

[150] HABERLER

[157] ABONE KAMPANYASI

[160] REKLAM İNDEKSİ

Ağızlık açma mekanizması kam hareket profilinin düzenlenmesi ile çerçeve artık titreşiminin azaltılması

Sadettin Kapucu*, Sedat Bayseç* ve Mehmet Yarbasan**

*Gaziantep Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine mühendisliği Bölümü

**Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü

ÖZET

Bu çalışma, kam ve çubuk mekanizmaları ile hareketlendirilen ağızlık açma sistemindeki çerçevenin artık titreşiminin azaltılması için cam profilinin düzenlenmesi için etkili bir yaklaşım önermektedir. Bu çalışmada rampa, rampa siklod ve rampa versin profillerini içeren üç fonksiyonun düzenlenmesiyle oluşturulan etkili bir kam tasarımı önerilmektedir. Önerilen kam profili sistemin doğal frekansı ve sönümleme katsayısına göre çerçeve titreşiminin en az olacak şekilde düzenlenmektedir. Önerilen metot ile diğer çok bilinen kam profilleri benzetim sonuçları karşılaştırılmış ve sunulmuştur. Önerilen metodun, hızlı sistemlerin kam profili tasarımında rahatlıkla kullanılabileceğini ve oldukça etkili bir yöntem olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Ağızlık Açma Sistemi, Cam Profili Düzenleme, Hareket Tasarımı, Artık Titreşim Azaltma

Giriş

Dokuma işlemi üç ana hareketle gerçekleştirilmektedir. Bunlar: ağızlık açma çözgü ipliklerinin bir kısmının altta kir kısmını üste olacak şekilde ayrıştırılmasına, atkı atma ise bu ayrıştırılan çözgü ipliklerinin arasından geçirilen atkı ipliğinin yerleştirilmesine, ve bu atkı ipliğinin tefe ile daha önceki ile yan yana gelmesini sağlayarak kumaş oluşumunu gerçekleştirilmektedir. Bu hareketlerden ağızlık açma ve tefeleme sistemleri genellikle kam mekanizmaları ile gerçekleştirilmektedir.

Günümüz acımasız rekabet ortamında yüksek hızlı ve düzgün dokuma yapabilen dokuma makinaları büyük avantajlar sağlamaktadır. Böyle yüksek verimli makinaların geliştirilebilmesi için etkili kam tasarımlarına ge-

reksinim duyulmaktadır. Yüksek hızlı makinalarda titreşim ve bunun sonucunda oluşan aşınma gibi olumsuz ekiler oluşabilmektedir. Bu problemlerin ana kaynağı kam izleyici mekanizmasının hareket profilinden kaynaklanmaktadır. Genel olarak ifade edilmek istenirse kamlar sabit hız da dönecek şekilde tasarlanır hatta volan ile hareket düzgünlüğü sağlanmaya çalışılır. Kam profili tasarımında ivme özelliklerini iyileştirilmesine yönelik olarak trigonometrik, polinomiyal veya spline fonksiyonları kullanılarak istenilen hareket profilleri elde edilmeye çalışılır [1-6]. Böylelikle kamların dinamik davranışı bu profiller ile karakterize edilir. Kamların davranışlarının incelenebilmesi içinse seçilen kam profili dinamik analizinin yapılması gereklidir.

Mevcut dokuma makinalarının büyük bir kısmında ağızlık açma işlemi kamin periyodik olarak yükselişi ve alçalışı ile çerçevenin hareketlenmesi sonucunda gerçekleştirilmektedir. İstenilen harmoni hareketin elde edilmesine rağmen kam mekanizmalı ağızlık açma sistemleri beklemeli hareket profillerinde çerçevenin üzerinde artık titreşim oluşur. Bu titreşim ağızlık açmayı oluşturan tüm uzuvlar üzerine fazladan yükler bindirerek, ağızlık açma sisteminin sesli çalışmasına, uzuvların aşınmasına, çözümlerinin kopmasına, çerçevenin kırılmasına ve çalışma maliyetlerinin artmasına sebep olmaktadır. Dolayısıyla sistemde oluşan artık titreşim istenilmemektedir ve yok edilmelidir, yok edilemiyorsa da azaltılmalıdır. Artık titreşimin yok edilmesi veya azaltılmasına yönelik olarak bazı çalışmalar mevcuttur. Örneğin John Rees Jones [7] elastik kam izleyici sistemindeki artık titreşimin yok edilmesine yönelik bir metot önermektedir. Bu metot ile sisteme başlangıçta ilk hız vererek sistemin oluşturacağı artık titreşim ile aynı genlikte fakat ters fazda titreşim oluşturarak toplam titreşimin yok edilmesi yöntemidir. Alici ve Bayseç [8], bu yukarıda bahsedilen metodu robot kollarının titreşimini yok edilmesine uygulamışlardır. Yan ve ark. [9,10,11] kam sistemleri için kinematik ve dinamik davranışlarının iyileştirilmesine yönelik olarak bilgisayar kontrollü servo motor sürücü yöntemini önermişlerdir. Bu önerilen yöntem oldukça karmaşık ve pahalı bir sistemdir. J. Bruske ve G. Büchle [12] Amerikan patent ofisinden

almış oldukları patentte, kam sistemin hareketini çerçeveye aktaran uzuvların bazılarının aralarına elastik malzemeden oluşan sandviç formunda yapılıması ile çerçevede oluşacak titreşimin önlenileceğini belirtmişlerdir.

Bu çalışma dokuma tezgâhının kam ile ağızlık açma mekanizmasının dinamik analizini sunmaktadır. Burada bahsedilen kam tasarımı alışıldık kam tasarımından yaklaşımdan önemli derecede farklıdır ve yüksek hızlı makineleri geliştirmek için bir yöntem önermektedir. İleri sürülen yaklaşım rampa sikloid ve rampa versin profillerini içeren üç fonksiyonun düzenlenmesiyle oluşturulan etkili bir kam hareket tasarımını içermektedir. Sikloidal hareket profili genellikle yüksek hızlı kam profillerinde kullanılır ve bütün hareket boyunca türevleri devamlıdır. Bir rampa+ versine fonksiyonu başındaki ve sonundaki eğimde sürekliliğe sahip olan bir versine fonksiyonuna rampa eklenmesiyle oluşturulur. Bu iki hareket şablonu görevi sisteme ilk hızı vermek olan rampa fonksiyonuna eklenmesidir. Verilen toplam yükseklik ve kam açısı veya sürme zamanı ve doğru sistem parametreleri kullanarak üç fonksiyonun genliği hesaplanabilir. Bu kam profili sisteme verildiğinde bu üç fonksiyonun titreşimi birbirlerini iptal ederler ve serbest hareketi azalan bir salınım elde edilir.

Sistemin Modellenmesi

Birçok esnek mekanik sistemler, kuvvetlere bağlı hız ve pozisyon hareketleri altında hareket eden kütlelerden oluşurlar ve bu nedenle ikinci bir diferansiyel denklem tarafından modellenebilirler. Bir mekanik sistemin dinamik davranışını belirlemek için, hareket denklemlerinin dinamik çözümlerinin yapılması gereklidir. Bunun içinse; bir dinamik model oluşturulmalıdır, sonrada sistemin hareket denklemleri çıkarılmalıdır. Bu denklemler sistemin cevap davranışını verecek olan tipik diferansiyel denklemlerdir. Dinamik modelleme matematik modeller tarafından fiziksel sistemi betimleme yöntemidir. Sistem dinamiği tanımlandığı zaman bir mekanik sistemin ne yaptığını anlamak oldukça kolaylaşır. Bir mekanik sistemin matematiksel modellemek için birçok farklı metot vardır; bir kabullenil-

miş parametre modeli bir eşdeğer kütle, eşdeğer yay sabiti ve eşdeğer sönülemeye göre bir mekanik sistemin basitleştirilmesi olarak tanımlanabilir. Karışık bir sistemin basitleştirilmiş modeli dinamik analizlerde sıklıkla kullanılmaktadır [6].

Gerçek ağızlık açma sistemi Şekil 1’de gösterilen gibi olmasına rağmen, yine aynı Şekil de gösterilen bir benzeri sistem gibi, her ne kadar da fiziksel olarak farklı olsa da, aynı matematiksel model tarafından gösterilebilir. Bu gibi sistemler analogik veya eşdeğer sistemler olarak adlandırılırlar. Bu çalışmada, kam yer değişiminin $y(t)$ kuvvetlere bağlı hız ve pozisyon etkileri altında tek bir $x(t)$ koordinatta hareketli bir atalet elementinin matematiksel modelini kullanılmıştır.

Sönümlleme oranı ζ ve doğal frekansı ω_n ile gösterilen böyle bir sistemin hareketinin denklemi aşağıda verildiği gibi yazılabilir;

$$\ddot{x}(t) + 2\zeta\omega_n\dot{x}(t) + \omega_n^2x(t) = 2\zeta\omega_n\dot{y}(t) + \omega_n^2y(t) \quad (1)$$

burada doğal frekans $\omega_n = \sqrt{\frac{k_c}{m_c}}$, sönümlleme oranı

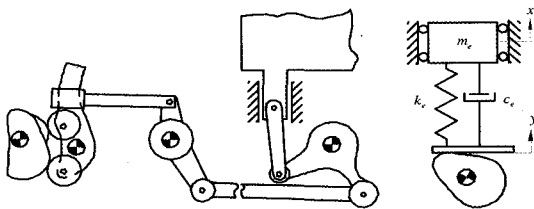
$$\zeta = \frac{c_c}{2\sqrt{k_c m_c}} \text{ olarak tanımlanmıştır.}$$

Birimsizleştirme parametreleri denklem 1’e uygulanırsa

$$\chi''(\tau) + 4\pi\zeta\chi'(\tau) + (2\pi)^2\chi(\tau) = 4\pi\zeta y'(\tau) + (2\pi)^2 y(\tau) \quad (2)$$

elde edilir. Burada τ normalleştirilmiş zamanı, ve n

normalleştirilmiş frekans oranını $n = \frac{\omega_n}{\omega}$ göstermektedir.



Şekil 1. Kamlı ağızlık açma mekanizması ve onun eşdeğer modeli.

Önerilen Kam Profili Ve Tasarımı

Önerilen kam profili üç fonksiyondan oluşturularak tasarlanmıştır. Belirtilen zaman içerisinde bir hareketin başlangıcından sonuna kadar kat edilen toplam yükselme veya iniş mesafesi aynı zaman içerisinde her fonksiyon tarafından gidilen mesafenin toplamıdır. Her bir fonksiyonun yükseliş ve alçalış mesafesi ayarlanması ile belirlenen hareket zamanı ve toplam mesafe değişmemek şartıyla titreşim yok edilebilir. Önerilen hareket profilinin her bileşiği birbirlerini yok edecek şekilde salınım meydana getirerek artık titreşimi yok ederler yada azaltırlar. Önerilen hareket profili aşağıda ifade edildiği gibidir.

$$Y(t) = \frac{L_1\omega t}{2\pi} + \frac{L_2}{2\pi}[\omega t - \sin(\omega t)] + \frac{L_3\omega t}{2\pi} + \frac{L_3}{2\pi}[1 - \cos(\omega t)] \quad (3)$$

Burada L_1 rampa fonksiyonunun hareket mesafesini miktarını, L_2 rampa+sikloid fonksiyonunun hareket mesafesini miktarını, L_3 rampa+versine fonksiyonunun hareket mesafesini, t hareket zamanını (yükseliş yada alçalış), ω kamın açısal hızını göstermektedir. Toplam yer değiştirme ise $L = L_1 + L_2 + L_3$ dir. Eğer yukarıdaki denklemi normalleştirilmiş şekilde yazarsak,

$$\frac{Y(t)}{L} = \frac{\omega t}{2\pi} - \frac{L_2}{2\pi L} \sin(\omega t) + \frac{L_3}{2\pi L} (1 - \cos(\omega t)) \quad (4)$$

Hareket denklemi (denklem 2) zorlama fonksiyonu olan denklem 4 ve onun türevi için çözülecek olursa, önerilen hareket profilini oluşturan her bir bileşenin normalleştirilmiş hareket mesafesi miktarları

nın $(\frac{L_1}{L}, \frac{L_2}{L}, \text{ ve } \frac{L_3}{L})$ artık titreşimi yok edebilecek

değerleri bulunur [13].

$$\begin{aligned} \frac{L_1}{L} &= \frac{\omega(R - 2\zeta\omega_n)}{\omega_n^2} = \frac{1 - 2\zeta n}{n^2} \\ \frac{L_2}{L} &= \left(1 - \frac{\omega^2}{\omega_n^2}\right) = \frac{n^2 - 1}{n^2} \\ \frac{L_3}{L} &= \frac{2\zeta\omega}{\omega_n} = \frac{2\zeta}{n} \end{aligned} \quad (5)$$

Burada $1 = \frac{L_1}{L} + \frac{L_2}{L} + \frac{L_3}{L}$ dir.

Benzetim Ve Sonuçlar

Burada ağızlık açma mekanizmasının artık titreşimi, önerilen kam profilinin diğer alışla geldik profillerle metotlarla karşılaştırılmasını yapmak ve uygulanabilirliğini göstermek amacıyla, aşağıdaki üç farklı kam profili kullanılarak analizi yapılmıştır.

- Kam profili için basit harmonik hareket eğrisi

$$\frac{y(\tau)}{L} = \frac{1}{2}(1 - \cos(\pi\tau)) \quad (6)$$

- Kam profili için sikloidal hareket eğrisi

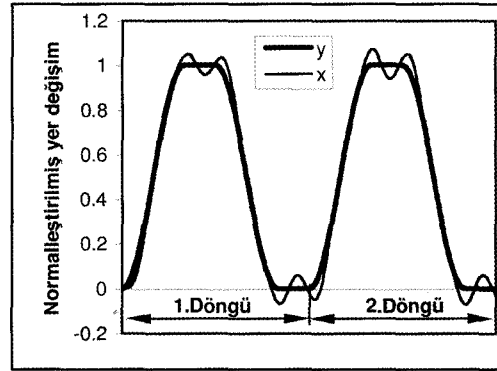
$$\frac{y(\tau)}{L} = \tau - \frac{1}{2\pi} \sin(2\pi\tau) \quad (7)$$

- Denklem 5 kullanılarak her bir bileşenin hareket mesafesi belirlenmiş önerilen kam profili

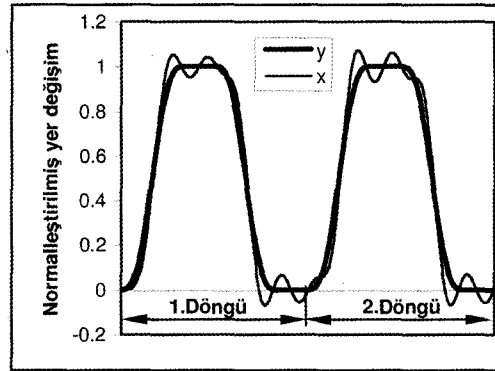
$$\frac{y(\tau)}{L} = \tau - \frac{L_2}{2\pi L} \sin(2\pi\tau) + \frac{L_3}{2\pi L} (1 - \cos(2\pi\tau)) \quad (8)$$

Denklem (2) de verilen diferansiyel hareket denklemi rasgele seçilen frekans oranı $n = 1.75$, sönümleme oranı $\xi = 0.05$ ve kam profilinin iki devri için nümerik olarak bilgisayarda çözülmüştür. Kam ve izleyicinin hareketi örnekleme amacıyla çerçevenin 120° yükselme, 60° duruş, 60° geri dönüş ve tekrarlık bir duruş olacak şekilde planlanmıştır. İlk olarak kam profilinin basit harmonik hareket eğrisi çerçevenin hareketi için kullanılmıştır. Kam profili ile birlikte ağızlık hareketi için sistemin cevabı Şekil 2a'da gösterilmiştir. İkinci olarak çerçeve hareketinin analizi kam profilinin sikloidal eğrisi için yapılmıştır. Kam profili ile birlikte sistemin benzetim karşılığı Şekil 2b'de gösterilmiştir. Şekil 2a ve 2b'de görüldüğü gibi duruş sırasında çerçevede artık titreşimi meydana gelmektedir. Bu titreşimler çerçevenin kalkışı ve/veya inişinden sonra duruş kısımlarında oluşan artık titreşimlerdir. İzleyicinin çalışması dinamik etkileri nedeniyle çerçevenin ivmesi de değiştirilmektedir.

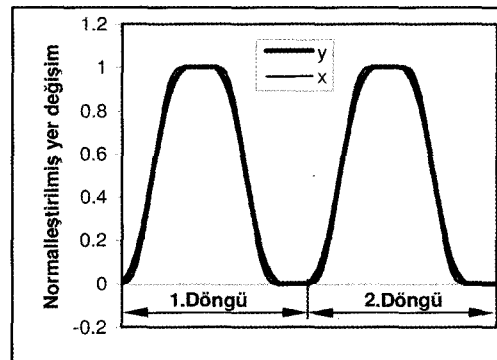
Önerilen kam profili ile birlikte sistemin benzetim karşılığı Şekil 2c'de gösterilmiştir. Şekil 2c'de görüldüğü üzere duruş sırasında çerçevenin artık titreşimi önerilen profilin her bir fonksiyonun bileşim mesafeleri olan $\frac{L_1}{L}$, $\frac{L_2}{L}$ ve $\frac{L_3}{L}$ ile kam profilini yeniden düzenleme ile yok edilebilmektedir.



(a)



(b)



(c)

Şekil 2. kam ve çubuk mekanizmaları ile hareketlendirilen ağızlık açma sisteminin rastgele seçilen frekans oranı $n = 1.75$ ve sönümleme oranı $\xi = 0.05$ için benzetimi sonuçları. a) Basit harmonik hareket eğrisi ve çerçeve hareketi. b) Sikloidal hareket eğrisi ve çerçeve hareketi. c) Önerilen kam profili ve çerçeve hareketi.

Bu çalışmada, kam tasarımında artık titreşim azaltılması problemi ele alındı. Bu önerilen yöntemle, kamlı ağızlık açma mekanizmasının basitleştirilmiş dinamik modeli sistem için hareket denklemini oluşturmak için kullanıldı. Eşdeğer modeli kullanarak çerçeve yer değişimi ile kam yer değişimi arasında ilişki kuruldu ve hareket denklemi kam profilini çözmek için yeniden oluşturuldu. İstenilen çerçeve hareketi tanımlandı ve istenilen çerçeve hareketini elde etmek için önerilmiş olan kam profilini oluşturan her bir bileşimin mesafeleri hesaplanarak artık titreşimi yok edecek kam profili belirlenmiştir.

Sonuç

Bu çalışmada, kam tasarımında artık titreşim azaltılması problemi ele alındı. Bu önerilen yöntemle, kamlı ağızlık açma mekanizmasının basitleştirilmiş dinamik modeli sistem için hareket denklemini oluşturmak için kullanıldı. Eşdeğer modeli kullanarak çerçeve yer değişimi ile kam yer değişimi arasında ilişki kuruldu ve hareket denklemi kam profilini çözmek için yeniden oluşturuldu. İstenilen çerçeve hareketi tanımlandı ve istenilen çerçeve hareketini elde etmek için önerilmiş olan kam profilini oluşturan her bir bileşimin mesafeleri hesaplanarak artık titreşimi yok edecek kam profili belirlenmiştir. Diğer alışıla geldik kam profilleriyle önerilen kam profilinin benzetimi yapılarak artık titreşimi önlemede için önerilen yöntemin uygulanabilirliği karşılaştırmalı olarak gösterilmiştir. Önerilen yöntemle yüksek hızlarda bile artık titreşimsiz çerçeve hareketi elde etmek mümkün olabileceği gösterilmiştir.

Kaynaklar

1- R. Eren, G. Özkan, M. Karahan "Comparison of Heald Frame Motion Generated by Rotary Dobby and Crank & Cam Shedding Motions, FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe Oc-

tober /December 2005, Vol.13, No.4 (52), pp 78-83

2- F.D. Hart, B.M. Patel, and J.R. Bailey, "Mechanical Separation Phenomena in Picking Mechanisms of Fly-Shuttle Looms, Journal of Engineering for Industry, Trans. ASME, 1976, pp 835, 839.

3- Jerzy Zajaczkowski, "Dependence Of The Cam Follower Loading On The System Elasticity", Scientific Bulletin Of Lodz Technical University Nr 891, Textiles 60, 2001, pp 63-69.

4- Jerzy Zajaczkowski, "Dynamics Of A Conjugate Cam Mechanism Driving An Elastic Swinging Shaft", Scientific Bulletin Of Lodz Technical University Nr 891, Textiles 60, 2001, pp 53-61.

5- T. Tümer, S. and S. Unlusoy, Y., "Nondimensional Analysis of Jump Phenomenon in Force-Closed Cam Mechanisms" Mechanism & Machine Theory, v26, n 4, 1991, p 421-432.

6- R. L. Norton, "The Cam Design and Manufacturing Handbook." The Industrial Press, New York, 2002

7- J.R. Jones "A Comparison of the Dynamic Performance of Tuned and Non-Tuned Multiharmonic Cam", IFTOMM, Symposium 1977, Proceedings, Paper 47, Vol. 3, pp 553-564.

8- G. Alici, and S. Bayseç "Two Dimensional Step Guidance of a Dynamic Load Avoiding Residual Vibrations by a Point Positioning Robot Manipulator" Proceeding of the 1993 Summer Computer Simulation Conference, Boston, Massachusetts, July 19-21, pp 425-428 .

9- Y. Yao, H. Zou, H. Yan, C. Zhang, "Integrated design of cam mechanisms and servo-control systems" Science in China (Series E) 2000, Vol.43, No.5, pp.511-518

10- H.S. Yan, M.C. Tsai and M.S. Hsu, "An Experimental Study of the Effect of Cam Speeds on Cam-Follower Systems", Mech. Mach. Theory, Vol 31, No.4, pp 397-412, 1996.

11- Y. Yao, C. Zhang, and H.S. Yan "Motion Control of Cam Mechanisms", Mech. Mach. Theory, Vol 35, pp 593-607, 2000.

12- J. Bruske ve G. Büchle, "Low Vibration Shedding System", Patent no: US 7032624.

13- S. Kapucu, M. Kaplan, S. Bayseç "Vibration reduction of a lightly damped system using a hybrid input shaping method Proceedings of the I MECH E Part I Journal of Systems & Control Engineering, Vol. 219, No. 5. (1 August 2005), pp. 335-342.