



Hareket Kısıtlayıcı Bir Araç Koltuğu Mekanizmasının Dinamik Analizi

Samet Yavuz¹

^{1*} THK Üniversitesi, İzmir Havacılık Meslek Yüksekokulu, Uçak Teknolojileri Programı, İzmir, Türkiye, (ORCID: 0000-0003-2513-3267), syavuz@thk.edu.tr

(International Conference on Design, Research and Development (RDCONF) 2021 – 15-18 December 2021)

(DOI: 10.31590/ejosat.1039823)

ATIF/REFERENCE: Yavuz, S. (2021). İki Serbestlik Dereceli Seri Bir Eyleyicinin Newton-Euler Metoduyla Dinamik Analizi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (32), 148-151.

Öz

Bu çalışma kapsamında tek serbestlik derecesine sahip ön gerinimli bir yayın serbest bırakılmasıyla hareketlendirilen bir mekanizmanın dinamik analizi gerçekleştirilmiştir. Yayın serbest bırakılmasıyla birlikte çalışmaya başlayan mekanizma sürücü koltuğunu daha dik bir konuma getirerek çarpışma öncesinde hareket kısıtı sağlayacaktır. Mekanizmanın dinamik analizi Newton-Euler metoduyla gerçekleştirilmiş olup diferansiyel denklemi MATLAB yazılımıyla çözülmüştür. Elde edilen hareket denklemi zamana bağlı grafiğe aktarılarak mekanizmanın performansı gösterilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Dinamik analiz, makine teorisi, kısıtlayıcı sistemler.

Dynamic Analysis of a Motion Restricting Car Seat Mechanism

Abstract

Within the scope of this study, dynamic analysis of a single degree of freedom mechanism activated by the release of a pretensioned spring was carried out. The mechanism, which starts to motion with the release of the spring, will bring the driver's seat to a more upright position and provide movement restriction before the crash. The dynamic analysis of the mechanism was performed by Newton-Euler method and its differential equation was solved with MATLAB software. The performance of the mechanism is shown by transferring the obtained motion equation to a time dependent graph.

Keywords: Dynamic analysis, machine theory, restriction systems.

¹ Sorumlu Yazar: syavuz@thk.edu.tr

Şekil 3 incelendiğinde ise; F_c birinci ve ikinci kütlelerin arasında oluşan temas kuvveti, g_r ikinci ve üçüncü dişliler arasındaki dişli oranı, J_2 ikinci parçanın kütle eylemsizlik momenti, m_1 , c ve k ise sırasıyla birinci parçanın kütlesi, damper ve yay sabitleri olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu bilgiler ışığında üçüncü parçanın Euler denklemini şöyle yazabiliriz;

$$T_3 - T = J_3 \ddot{\theta}_3 \quad (1)$$

Burada T_3 teriminin insan modeli-sürücü koltuk arkılığı sisteminin kütlelerinden meydana gelen kuvvetin üçüncü dişli merkezinde yarattığı moment olduğunu söylemiştik. Bu momenti şu şekilde ifade edebiliriz;

$$T_3 = m_3 g y_{r3} \cos(\theta_3 + \alpha - s) \quad (2)$$

Denklem (2) içinde yer alan y_{r3} ifadesi ise yukarıda belirtilen sistemin ağırlık merkezinin üçüncü dişli merkezine olan dikey uzaklığıdır. Şekil 3 üzerinden ikinci parçanın Euler denklemini yazabiliriz.

$$\frac{T}{g_r} - r_2 F_c = J_2 \ddot{\theta}_2 \quad (3)$$

Yine Şekil 3 üzerinden birinci parçanın Newton denklemini aşağıdaki gibi yazabiliriz.

$$m_1 \ddot{y} + c \dot{y} + ky = F_c \quad (4)$$

Denklem (2), denklem (1)'e yerleştirilir ve T momenti için düzenlenirse;

$$T = m_3 g y_{r3} \cos(\theta_3 + \alpha - s) - J_3 \ddot{\theta}_3 \quad (5)$$

elde edilir. Denklem (2) temas kuvveti için çözülürse ve denklem (5) içine yerleştirilirse aşağıdaki denklemi elde ederiz.

$$F_c = \frac{m_3 g y_{r3}}{r_2 g_r} \cos(\theta_3 + \alpha - s) - \frac{J_3}{r_2 g_r} \ddot{\theta}_3 - \frac{J_2}{g_r} \ddot{\theta}_2 \quad (6)$$

Son olarak denklem (6), denklem (4) içine yerleştirilirse aşağıdaki gibi bir ifade elde ederiz.

$$m_1 \ddot{y} + c \dot{y} + ky = \frac{m_3 g y_{r3}}{r_2 g_r} \cos(\theta_3 + \alpha - s) - \frac{J_3}{r_2 g_r} \ddot{\theta}_3 - \frac{J_2}{g_r} \ddot{\theta}_2 \quad (7)$$

Denklem (7) üzerinde şu dönüşümleri yapabiliriz;

$$\theta_2 = \frac{y-b}{r_2}, \theta_3 = \frac{y-b}{r_2 g_r}, \ddot{\theta}_2 = \frac{\ddot{y}}{r_2}, \ddot{\theta}_3 = \frac{\ddot{y}}{r_2 g_r} \quad (8)$$

Burada b ifadesi yayın ön gerinim miktarını vermektedir. Denklem (8), denklem (7) içine yerleştirilir ve elde edilen denklem düzenlenirse aşağıdaki denklemi elde ederiz.

$$\left(m_1 + \frac{J_2}{r_2^2} + \frac{J_3}{r_2^2 g_r^2}\right) \ddot{y} + c \dot{y} + ky - \frac{m_3 g y_{r3}}{r_2 g_r} \cos\left(\frac{y-b}{r_2 g_r} + \alpha - s\right) = 0 \quad (9)$$

Denklem (9)'da, $M = m_1 + \frac{J_2}{r_2^2} + \frac{J_3}{r_2^2 g_r^2}$ ve $K = -\frac{m_3 g y_{r3}}{r_2 g_r}$ olsun.

$$M \ddot{y} + c \dot{y} + ky + K \cos\left(\frac{y-b}{r_2 g_r} + \alpha - s\right) = 0 \quad (10)$$

Tüm denklemi M ifadesine bölersek;

$$\ddot{y} + \frac{c}{M} \dot{y} + \frac{k}{M} y + \frac{K}{M} \cos\left(\frac{y-b}{r_2 g_r} + \alpha - s\right) = 0 \quad (11)$$

Son olarak $A_1 = \frac{c}{M}, A_2 = \frac{k}{M}, A_3 = \frac{K}{M}$ dönüşümleri yapılırsa nihai diferansiyel denklemimizi elde ederiz.

$$\ddot{y} + A_1 \dot{y} + A_2 y + A_3 \cos\left(\frac{y-b}{r_2 g_r} + \alpha - s\right) = 0 \quad (12)$$

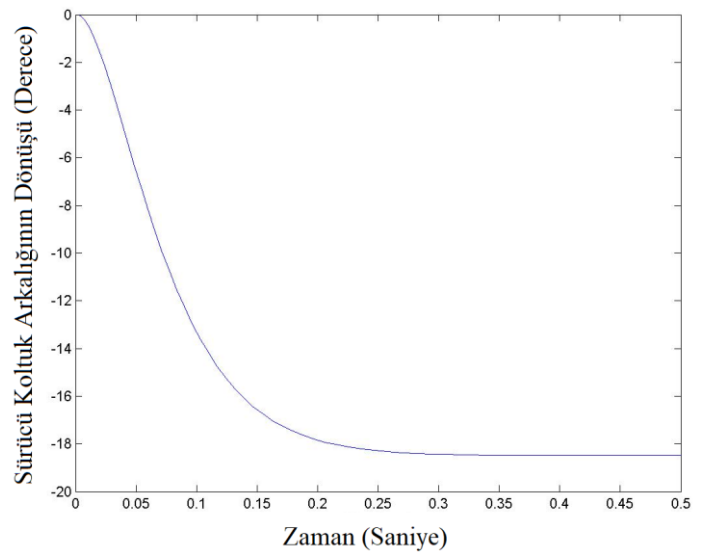
4. Tartışma

Denklem (12) incelendiğinde, diferansiyel denklemimizin rak elemanının yer değiştirmesiyle ilgili olduğunu görebiliriz. Öncelikle ikinci dereceden olan denklemimizi MATLAB ortamında çözebilmek için, iki tane birinci dereceden denkleme değişken değiştirme yöntemiyle indirgeyebiliriz.

$$\dot{y}_1 = y_2 \quad (13)$$

$$\dot{y}_2 = -A_1 y_2 - A_2 y_1 - A_3 \cos\left(\frac{y_1-b}{r_2 g_r} + \alpha - s\right) \quad (14)$$

Çalışmada bahsedilen mekanizmanın sürücü koltuk sırtlığı ve insan modelini 0.5 saniye gibi bir sürede yaklaşık olarak 20 derece daha dik bir konuma döndürmesi istenmiştir. Bu amaç doğrultusunda dişli oranı 12 seçilip, ön gerinimli yayın serbest kalmasıyla rak elemanının 0.2 metre sola doğru hareket etmesi planlanmıştır. Bu hareketi sağlamak için çok sayıda yay ve damper sabiti denenmiş ve sonuç olarak sırasıyla 25000 N/m ve 2000 N s/m değerlerinde yay ve damper sabitleri belirlenmiştir. Çalışmada model olarak ortalama bir erkek vücudunun (50th) kütle ve uzunluk ölçüleri kullanılmıştır. Ortalama bir erkeğin toplam kafa, boyun ve üst vücut kütlesi ise yaklaşık olarak 50.155 kilogram olarak karşımıza çıkmaktadır. MATLAB yazılımının ODE45 fonksiyonu ile denklem (13) ve denklem (14) çözdürülmüş ve sonuç rak elemanının yer değiştirme miktarı olarak elde edilmiştir. Daha sonra aşağıdaki bağıntı MATLAB ortamında uygulanarak sürücü koltuk sırtlığının dönüş grafiği (Şekil 4) elde edilmiştir.



Şekil 4. Sürücü Koltuk Arkalığının Dönüşü Grafiği

$$\theta_3 = \frac{180(y_1-b)}{\pi gr r_2} \quad (15)$$

Denklem (15)'te sürücü koltuk sırtlığının dönüşü radyan biriminde verildiği için derece birimine bir dönüşüm yapılmıştır.

5. Sonuç

Bu çalışma kapsamında bir kısıtlayıcı sistem olarak sürücü koltuk sırtlığını daha dik bir konuma getirmeyi sağlayan düzlemsel bir mekanizmanın dinamik analizi gerçekleştirilmiştir. Öncelikle mekanizmanın geometrisi tanımlanmış, mekanizmayı oluşturan elemanlar ve yaklaşık olarak boyutları belirtilmiştir. Daha sonraki aşamada mekanizmanın dinamik analizi Newton-Euler metodu yardımıyla çıkartılmış ve bir diferansiyel denklem elde edilmiştir. Elde edilen bu diferansiyel denklem rak elemanının yer değiştirmesini verecek şekilde MATLAB yazılımının ODE45 fonksiyonuyla çözülmüştür. Rak elemanının yer değişimi ise bir bağıntı yardımıyla sürücü koltuk sırtlığının dönüşüne çevrilmiştir. Verilen yay ve damper sabiti ve belirlenen rak yer değiştirmesiyle sürücü koltuk sırtlığımız istenilen (20 derece) dönüş miktarına çok yakın bir dönüş miktarı (18 derece) gerçekleştirmiştir. Bu sistem önlenemez bir çarpışma öncesinde çalışarak sürücünün hareketini kısıtlayıcı bir rol oynayacaktır ve özellikle boyun bölgesindeki yaralanmaların önlenmesinde etkili olacaktır.

Kaynakça

- [1] Yavuz, S., and Himmetoglu, S. Neck protection in autonomous car crashes. In Proceedings of the 24th International Scientific Conference Transport Means 2020, Online Conference, Kaunas, Lithuania, 30 September-2 October 2020, pp. 147-152, ISSN 2351-7034.