

RCRCR KAVRAMA MEKANİZMASININ KİNEMATİK ANALİZİ

Koray KAVLAK

Selçuk Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, KONYA

Özet

Bu çalışmada, analitik yöntem kullanılarak sabit hızla tahrik edilen üç boyutlu bir RCRCR kavrama mekanizmasının kinematik analizi yapılmıştır. Analiz sonuçları, belirli değerler için bilgisayar programında uygulanmış, mekanizmanın doğrusal ve açısal konumları, hız değerleri ve ivme değerleri grafik olarak elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: RCRCR kavrama mekanizması, kinematik analiz.

KINEMATIC ANALYSIS OF RCRCR COUPLING MECHANISM

Abstract

In this study, the kinematic analysis of three dimensional RCRCR coupling mechanism is done analytically. Analysis conclusions for certain values were applied on the computer program. The linear and angular positions of mechanism, velocity values and acceleration values were obtained graphically.

Key words: RCRCR coupling mechanism, kinematic analysis.

1. Giriş

Mekanizmalar hareket ileten, bir hareketi diğer bir harekete dönüştüren ve aynı zamanda makinaların temelini oluşturan sistemlerdir. Makina tasarımının önemli bir kısmını, mekanizmaların analizi ve sentez konuları oluşturur. Ancak, mekanizmaların tasarımı için gerekli olan analiz ve sentez işlemleri, uzun ve karmaşıktır. Ayrıca sonuçta yaklaşık bir çözüm elde edilebilmektedir. Klasik yöntemlerle mekanizmaların tasarımı zaman alıcı olduğundan, tasarımın uzun işlemler gerektiren kısımlarının bilgisayar yardımı ile yapılması, tasarımcıya yepyeni imkanlar vermekte ve kısa sürede en iyi sonuca varılmaktadır.

Analitik yöntem, mekanizmaların analizinde sık kullanılan ve en kısa olarak çözüme götüren metotlardan birisidir. Mekanizmaların analitik yöntemle kinematik analizinde, geometrik ve cebirsel esaslardan hareketle, sonunda mekanizmanın uzuvlarına ait konum, hız ve ivmeler için analitik bağıntılar bulunur. Bu bağıntıların çözümlenmesi ve değerlendirilmesi, çağımızda bilgisayarlar yardımıyla çok kolay hale gelmiştir. Her mekanizma için analitik bağıntıların bulunması kolay değildir. Üç çubuk

mekanizması, krank biyel mekanizması gibi az uzuvlu mekanizmalar için analitik bağıntıların elde edilmesi, nispeten kolay ve mümkün olmasına rağmen, çok uzuvlu mekanizmalar ve üç boyutlu mekanizmalar için güçlükler vardır.

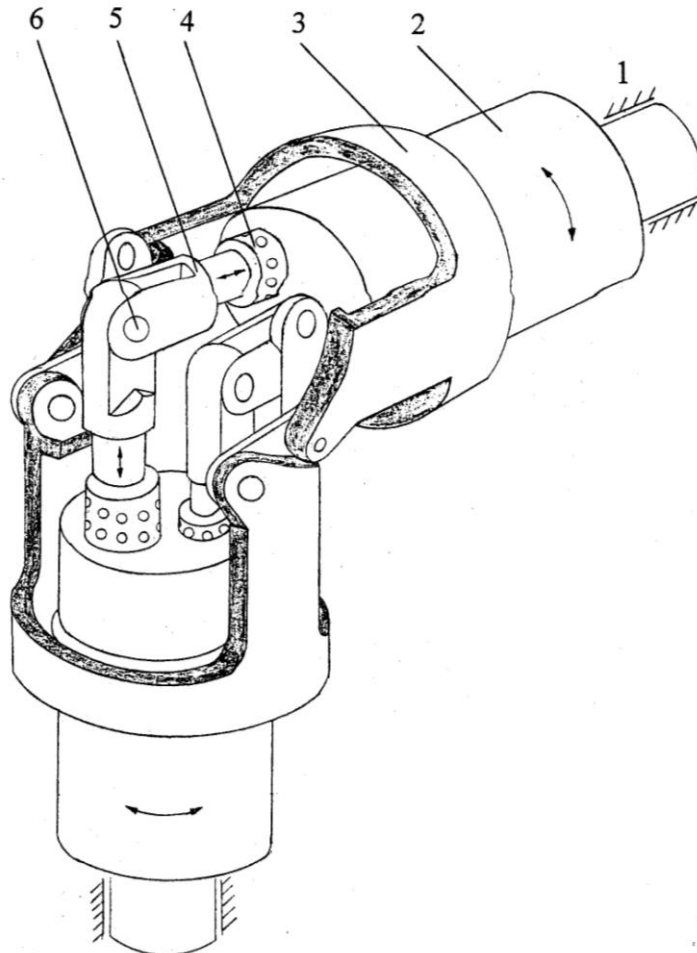
2. RCRCR Kavrama Mekanizması

RCRCR mekanizmasının tatbikatı olarak kullanılan bir kavrama, Şekil 1' de perspektif olarak görülmektedir [1]. Burada 1 numaralı eleman yatak, 2 numaralı eleman mil, 3 numaralı eleman muhafaza, 4 numaralı eleman lineer rulman, 5 numaralı eleman kayar uzuv ve 6 numaralı eleman mafsaldır .Kavrama iki ucundan yataklanarak kullanılır. Mil dönme hareketi, kayar uzuv üç boyutlu bir hareket yapmaktadır.

Kardan kavramasında, döndüren ve döndürülen mil eksenleri arasındaki açı teorik olarak 45° den fazla olamaz. Pratikte bu değere bile ulaşamaz. RCRCR kavrama mekanizmasında, mil eksenleri arasındaki açığı 135° ye kadar çıkarmak mümkündür. Mukavemet açısından Şekil 3' deki 3 ve 4 numaralı uzuvlar, iki veya üçer adet kullanılabilir. Bu durum mecburi hareketliliği etkilemez, kuvvet ve hareket naklini iyileştirir.

Genel bir RCRCR mekanizmasının şematik resmi Şekil 2' de görülmektedir [2,3,4,5].

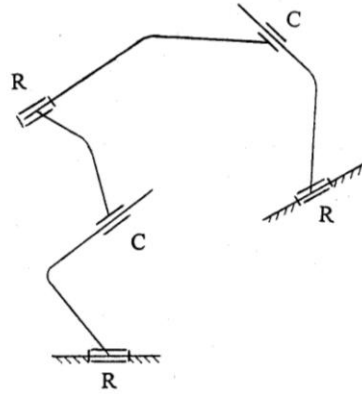
Bu



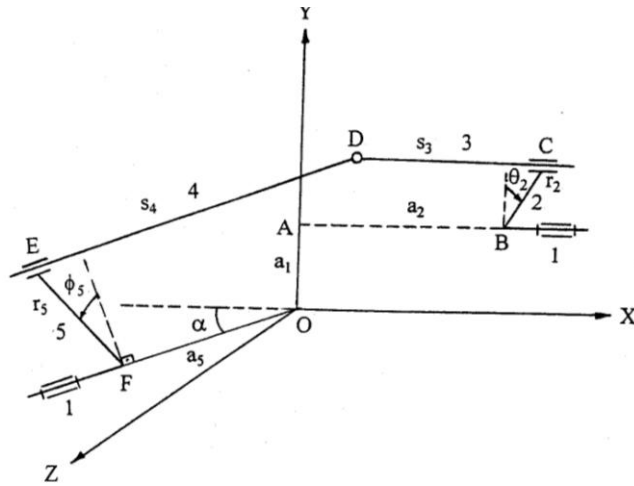
mekanizmanın yapısı daha karmaşıktır ve pratikte kullanıma elverişli değildir. Mekanizmanın nispeten basitleştirilmiş şekli şematik olarak Şekil 3' de

Şekil 1. RCRCR kavrama mekanizması

görülmektedir. Burada $OA = a_1$, $BC = r_2$, $CD = s_3$, $DE = s_4$, $EF = r_5$ pozitif uzuv uzunlukları, $AB = a_2$ ve $OF = a_5$ giriş ve çıkış uzuvları aksenal konumları, α döner çift eksenleri arasındaki açıdır ($0 < \alpha < 180^\circ$). θ_2 ve ϕ_5 giriş ve çıkış uzuvları açısal konumlarıdır. 2 ve 5 numaralı uzuvlar dönme hareketi, 3 ve 4 numaralı uzuvlar ise üç boyutlu hareket yapmaktadırlar. Mekanizma 2 numaralı uzuvdan tahrik edilir. Mekanizmada $a_1 = 0$ ve $r_2 = r_5$ yapılırsa yukarıda sözü edilen kavrama mekanizması elde edilir.



Şekil 2. Genel bir RCRCR mekanizması



Şekil 3. RCRCR mekanizması ve geometrisi

3. Kinematik A1

Bir mekanizmanın analitik yöntemle kinematik analizinde, bu mekanizmanın tahrik ve sabit uzvu dışında diğer bütün uzuvlarının konumu bilinmeyen olarak ortaya çıkar. Konum analizi için, mekanizma uzuvlarının XY ve XZ düzlemlerindeki izdüşümleri ile ilgili bağıntıların yazılması gerekir. Mekanizmada a_1 , a_2 , r_2 , r_3 , a_5 , α ve θ_2 bilinen boyutsal büyüklükler; s_3 , s_4 ve ϕ_5 bilinmeyen büyüklüklerdir.

X eksenini doğrultusundaki izdüşüm için,

$$a_2 + a_5 \cos \alpha + r_5 \cos \phi_5 \sin \alpha = s_3 + s_4 \cos \alpha \quad (3.1)$$

Y eksenini doğrultusundaki izdüşüm için,

$$a_5 \sin \alpha + a_1 + r_2 \cos \theta_2 = r_3 \cos \phi_5 \cos \alpha + s_4 \sin \alpha \quad (3.2)$$

ve Z eksenine doğrultusundaki izdüşüm için de,

$$r_2 \sin \theta_2 = r_5 \sin \phi_5 \quad (3.3)$$

bağıntıları yazılabilir. (3.3) denkleminde,

$$\phi_5 = \arcsin \left(\frac{r_2}{r_5} \sin \theta_2 \right) \quad (3.4)$$

yazılır. (3.2) denkleminde,

$$s_4 = a_5 + \frac{a_1}{\sin \alpha} + \frac{r_2}{\sin \alpha} \cos \theta_2 - r_5 \cos \phi_5 \cot g \alpha \quad (3.5)$$

ve (3.1) denkleminde,

$$s_3 = a_2 + a_5 \cos \alpha + r_2 \cos \phi_5 \sin \alpha - s_4 \cos \alpha \quad (3.6)$$

elde edilir.

Hız analizi için (3.3), (3.2) ve (3.1) denklemlerinin zamana göre türevleri alınır sırasıyla,

$$\omega_2 r_2 \cos \theta_2 = \omega_5 r_5 \cos \phi_5 \quad (3.7)$$

$$-\omega_2 r_2 \sin \theta_2 = -\omega_5 r_5 \sin \phi_5 \cos \alpha + \dot{s}_4 \sin \alpha \quad (3.8)$$

$$-\omega_5 r_5 \sin \phi_5 \sin \alpha = \dot{s}_3 + \dot{s}_4 \cos \alpha \quad (3.9)$$

bulunur. (3.7) denkleminde

$$\omega_5 = \frac{\omega_2 r_2 \cos \theta_2}{r_5 \cos \phi_5} \quad (3.10)$$

(3.8) denkleminde $\sin \phi_5 = \frac{r_2}{r_5} \sin \theta_2$ koyularak,

$$\dot{s}_4 = \frac{-\omega_2 r_2 \sin \theta_2 + \omega_2 r_2 \sin \theta_2 \cos \alpha}{\sin \alpha} \quad (3.11)$$

ve (3.9) denkleminde, $\sin \phi_5 = \frac{r_2}{r_5} \sin \theta_2$ koyularak,

$$\dot{s}_3 = -\omega_2 r_2 \sin \theta_2 \sin \alpha - \dot{s}_4 \cos \alpha \quad (3.12)$$

elde edilir.

İvme analizi için $\sin \phi_5 = \frac{r_2}{r_5} \sin \theta_2$ koyularak (3.7), (3.8) ve (3.9) denklemlerinin

zamana göre türevleri alınır sırasıyla,

$$-\omega_2^2 r_2 \sin \theta_2 + \alpha_2 r_2 \cos \theta_2 = -\omega_5^2 r_5 \sin \phi_5 + \alpha_5 r_5 \cos \phi_5 \quad (3.13)$$

$$-\omega_2^2 r_2 \cos \theta_2 - \alpha_2 r_2 \sin \theta_2 = -\omega_2 \omega_5 r_2 \cos \theta_2 \cos \alpha - \alpha_5 r_2 \sin \theta_2 \cos \alpha + \ddot{s}_4 \sin \alpha \quad (3.14)$$

$$-\omega_2 \omega_5 r_2 \cos \theta_2 \sin \alpha - \alpha_5 r_2 \sin \theta_2 \sin \alpha = \ddot{s}_3 + \ddot{s}_4 \cos \alpha \quad (3.15)$$

bulunur. Tahrik uzvunun sabit açısal hızla hareket ettiği dikkate alınırsa ($\omega_2 = \text{sabit}$), α_2 açısal ivmesi sıfır olur ($\alpha_2 = 0$). Bu durumda (3.13) denkleminde,

$$\alpha_5 = \frac{-\omega_2^2 r_2 \sin \theta_2 + \omega_5^2 r_2 \sin \theta_2}{r_5 \cos \phi_5} \quad (3.16)$$

(3.14) denkleminde,

$$\ddot{s}_4 = \frac{-\omega_2^2 r_2 \cos \theta_2 + \omega_2 \omega_5 r_2 \cos \theta_2 \cos \alpha + \alpha_5 r_2 \sin \theta_2 \cos \alpha}{\sin \alpha} \quad (3.17)$$

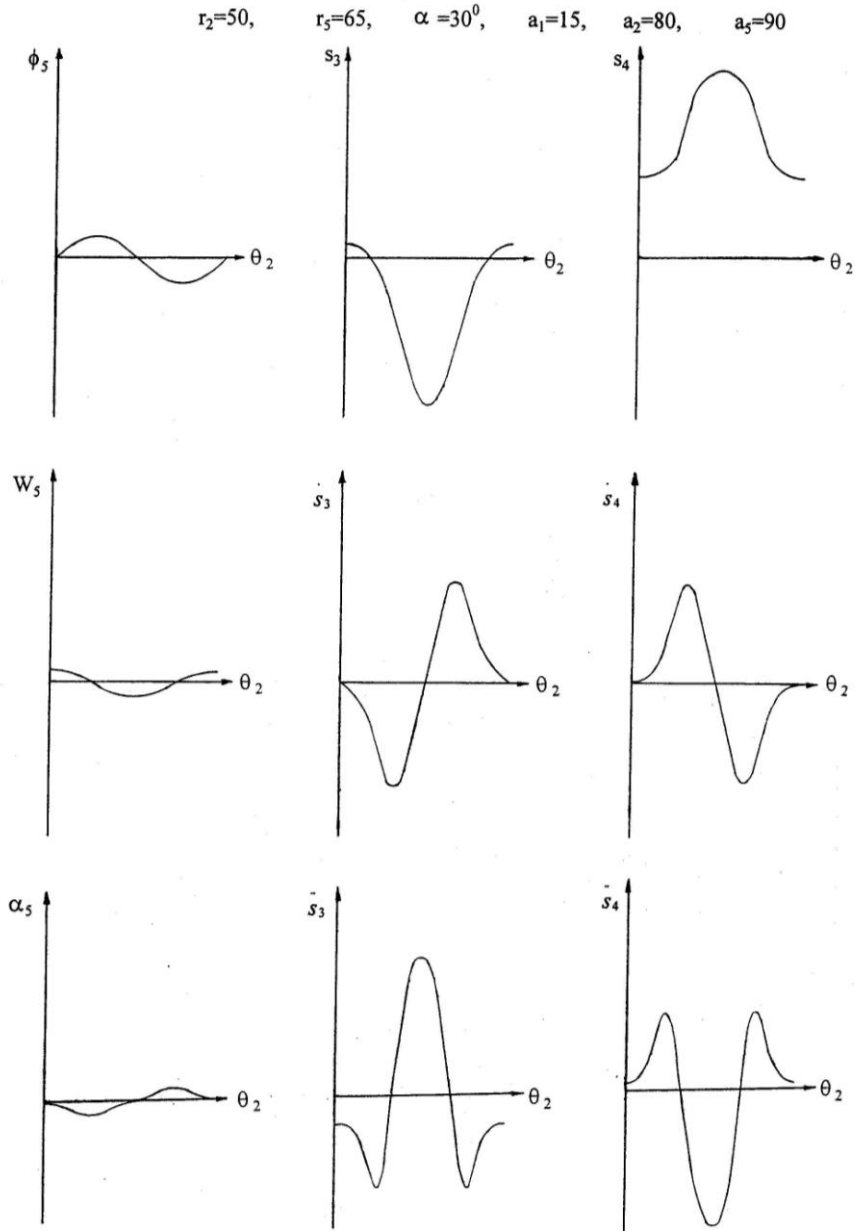
ve (3.15) denkleminde,

$$\ddot{s}_3 = -\omega_2 \omega_5 r_2 \cos \theta_2 \sin \alpha - \alpha_5 r_2 \sin \theta_2 \sin \alpha - \ddot{s}_4 \cos \alpha \quad (3.18)$$

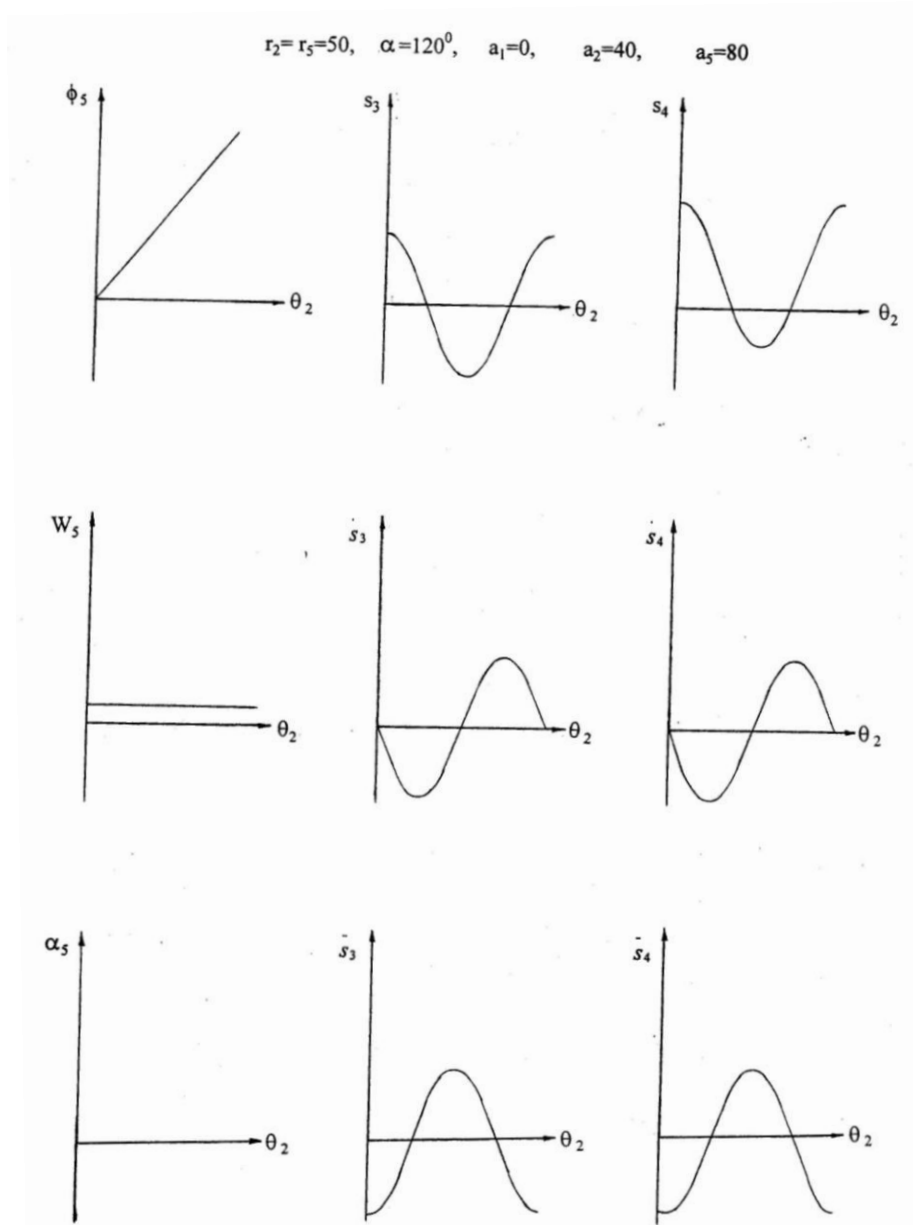
elde edilir.

4. Sonuçlar

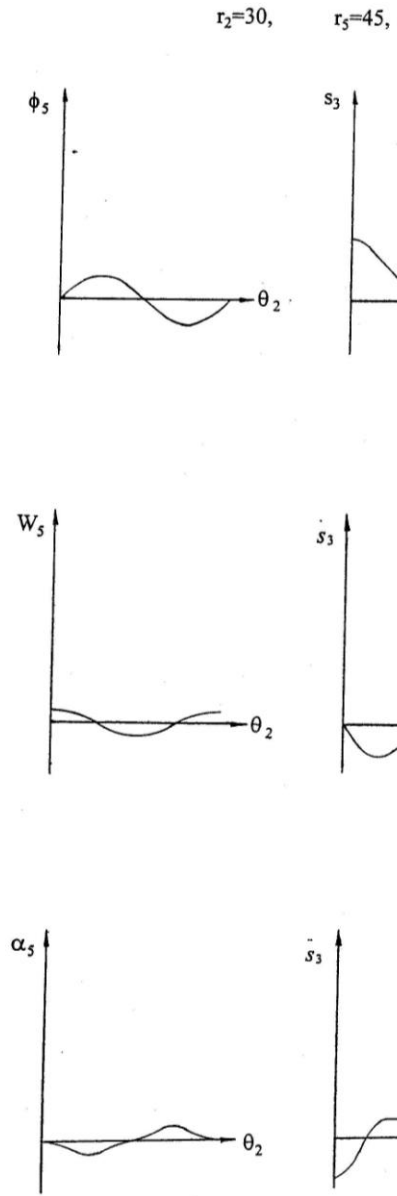
RCRCR mekanizmasının belirli değerleri için Şekil 4 , Şekil 5 ve Şekil 6' da görülen konum, hız ve ivme grafikleri elde edilmiştir. Tahrik uzvunun $\theta_2 = 1^\circ - 360^\circ$ arasındaki konumlarına karşılık gelen ϕ_5 , s_4 ve s_3 açısal ve doğrusal konumları; ω_5 , \dot{s}_4 ve \dot{s}_3 hız değerleri ile α_5 , \ddot{s}_4 ve \ddot{s}_3 ivme değerleri bilgisayar programı ile hesaplanıp grafik olarak çizilmiştir. $r_2 = r_5$ ve $a_1 = 0$ olan Şekil 6' daki örnek, Şekil 3' deki RCRCR mekanizmasına karşılık gelmektedir. Bu durumda giriş açısal hızı sabit iken, çıkış açısal hızı da sabittir. Açısal ivmenin ise sıfır olduğu görülmektedir.



Şekil 4. RCRCR mekanizmasının konum, hız ve ivme grafikleri



Şekil 9 RCRCR Mekanizmasının Konum, Hız ve İvme Grafikleri



Şekil 5. RCRCR me

, hız ve ivme grafikleri

-----AR

- [1] International Equipment News, Pan European Publishing Company, Vol.8, Number. 9, Belgium, 1982.
- [2] Duffy, J., Analysis of Mechanisms and Robot Manipulators, Edward Arnold Ltd., London, 1980.
- [3] Sutherland, G., Roth, B. " A transmission index for spatial mechanisms", ASME Journal of Engineering for Industry, May 1973, s.589-597 .
- [4] Pamidi, P.R., Freudenstein, F., "On the motion of a class of five-link, R-C-R-C-R, spatial mechanisms", ASME Journal of Engineering for Industry, Feb 1975, s.334-339.
- [5] Suh, C.H., Radcliffe,C.W., "Kinematics and Mechanisms Design", New York, John Wiley&Sons, 1978.