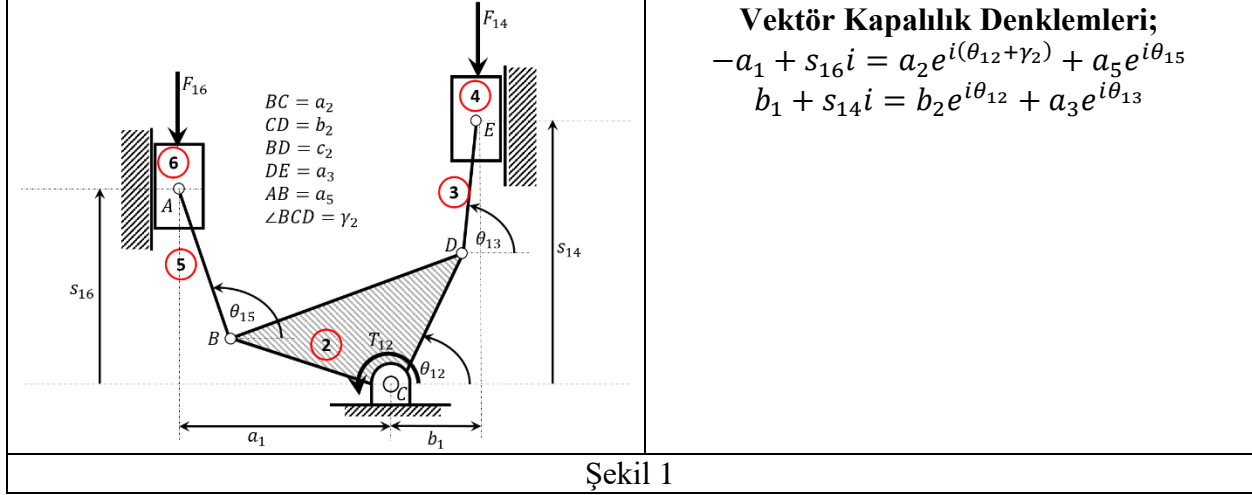




ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ
MAK 308 MAKİNA DİNAMIĞI
Final Sınavı
Dr. Nurdan Bilgin

Öğrenci No :
İsim Soyisim :

Sınav Süresi:110 dakikadır.



Şekil 1

Soru 1 (30 puan): Mekanizmanın şematik gösterimi ve vektör kapalılık denklemleri Şekil 1'de verilmiştir. Hız etki katsayılarının aşağıdaki gibi bulunacağını gösteriniz.

$$\dot{s}_{14} = \left(b_2 \cos \theta_{12} - \frac{b_2 \sin \theta_{12} \cos \theta_{13}}{\sin \theta_{13}} \right) \dot{\theta}_{12}$$
$$\dot{s}_{16} = \left[a_2 \cos(\theta_{12} + \gamma_2) - \frac{a_2 \sin(\theta_{12} + \gamma_2) \cos \theta_{15}}{\sin \theta_{15}} \right] \dot{\theta}_{12}$$

Not: Öncelikle, diğer iki hız değişkeni $\dot{\theta}_{13} = g_{23}\dot{\theta}_{12}$ ve $\dot{\theta}_{15} = g_{25}\dot{\theta}_{12}$ bulunmalıdır.

Çözüm 1:

HKD

$$\dot{s}_{16}i = i\dot{\theta}_{12}a_2e^{i(\theta_{12} + \gamma_2)} + i\dot{\theta}_{15}a_5e^{i\theta_{15}} \Rightarrow \dot{s}_{16} - \dot{\theta}_{15}a_5e^{i\theta_{15}} = \dot{\theta}_{12}a_2e^{i(\theta_{12} + \gamma_2)}$$

$$\dot{s}_{14}i = i\dot{\theta}_{12}b_2e^{i\theta_{12}} + i\dot{\theta}_{13}a_3e^{i\theta_{13}} \Rightarrow \dot{s}_{14} - \dot{\theta}_{13}a_3e^{i\theta_{13}} = \dot{\theta}_{12}b_2e^{i\theta_{12}}$$

Bulunan denklemleri bileşenlerine ayıralım;

$$\dot{s}_{16} - \dot{\theta}_{15}a_5 \cos(\theta_{12}) = \dot{\theta}_{12}a_2 \cos(\theta_{12} + \gamma_2)$$

$$-\dot{\theta}_{15}a_5 \sin \theta_{15} = \dot{\theta}_{12}a_2 \sin(\theta_{12} + \gamma_2) \Rightarrow \dot{\theta}_{15} = -\frac{a_2 \sin(\theta_{12} + \gamma_2)}{a_5 \sin \theta_{15}} \dot{\theta}_{12}$$

$$\dot{s}_{16} = \dot{\theta}_{12}a_2 \cos(\theta_{12} + \gamma_2) + \dot{\theta}_{15}a_5 \cos(\theta_{12})$$

Öğrenci No :

İsim Soyisim :

$$\dot{s}_{16} = [a_2 \cos(\theta_{12} + \gamma_2) - \frac{a_2 \sin(\theta_{12} + \gamma_2)}{a_5 \sin \theta_{15}} a_5 \cos(\theta_{12})] \dot{\theta}_{12}$$

$$\dot{s}_{16} = \left[a_2 \cos(\theta_{12} + \gamma_2) - \frac{a_2 \sin(\theta_{12} + \gamma_2) \cos(\theta_{12})}{\sin \theta_{15}} \right] \dot{\theta}_{12}$$

$$\dot{s}_{14} - \dot{\theta}_{13} a_3 \cos(\theta_{13}) = \dot{\theta}_{12} b_2 \cos(\theta_{12})$$

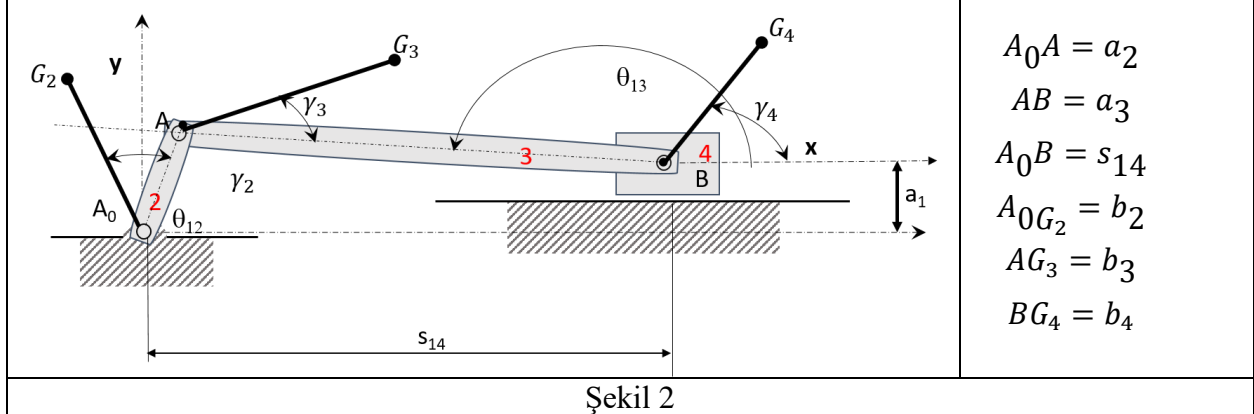
$$-\dot{\theta}_{13} a_3 \sin(\theta_{13}) = \dot{\theta}_{12} b_2 \cos(\theta_{12}) \Rightarrow \dot{\theta}_{13} = -\frac{b_2 \cos(\theta_{12})}{a_3 \sin(\theta_{13})} \dot{\theta}_{12}$$

$$\dot{s}_{14} = \dot{\theta}_{12} b_2 \cos(\theta_{12}) + \dot{\theta}_{13} a_3 \cos(\theta_{13})$$

$$\dot{s}_{14} = \dot{\theta}_{12} b_2 \cos(\theta_{12}) - \frac{b_2 \cos(\theta_{12})}{a_3 \sin(\theta_{13})} a_3 \cos(\theta_{13})$$

$$\dot{s}_{14} = \left[b_2 \cos(\theta_{12}) - \frac{b_2 \cos(\theta_{12}) \cos(\theta_{13})}{\sin(\theta_{13})} \right] \dot{\theta}_{12}$$

Soru 2 (30 puan): Şekil 2’de verilen mekanizmanın 2 uzvuna indirgenmiş eşdeğer kütle atalet momentini (aşağıdaki hatırlatmaya bkz.) bulmak için sırasıyla aşağıdaki işlemleri gerçekleştiriniz.



Çözüm 2:

a.) Ağırlık merkezlerinin A_0 noktasına göre konum denklemlerini yazınız ve birinci türevini alınız.

$$r_{A_0G_2} = b_2 e^{i(\theta_{12} + \gamma_2)} \Rightarrow \dot{r}_{A_0G_2} = b_2 \dot{\theta}_{12} i e^{i(\theta_{12} + \gamma_2)}$$
$$\dot{r}_{A_0G_2} = b_2 \left[\frac{-\sin(\theta_{12} + \gamma_2)}{u_{G_2}} \quad \frac{\cos(\theta_{12} + \gamma_2)}{v_{G_2}} \right] \dot{\theta}_{12}$$

$$u_{G_2}^2 + v_{G_2}^2 = b_2^2$$

$$r_{A_0G_3} = a_2 e^{i\theta_{12}} + b_3 e^{i(\theta_{13} - \gamma_3)} \Rightarrow \dot{r}_{A_0G_3} = a_2 \dot{\theta}_{12} i e^{i\theta_{12}} + b_3 \dot{\theta}_{13} e^{i(\theta_{13} - \gamma_3)}$$

Öğrenci No :

İsim Soyisim :

$$\begin{aligned} \dot{r}_{A_0G_3} &= a_2 \dot{\theta}_{12} e^{i\theta_{12}} + b_3 \frac{a_2 \cos(\theta_{12})}{a_3 \cos(\theta_{13})} \dot{\theta}_{12} e^{i(\theta_{13}-\gamma_3)} \\ \dot{r}_{A_0G_3} &= \left[\underbrace{a_2 \left(-\sin\theta_{12} - b_3 \frac{a_2 \cos(\theta_{12})}{a_3 \cos(\theta_{13})} \sin(\theta_{13} - \gamma_3) \right)}_{u_{G_3}} \quad \underbrace{a_2 \left(\cos\theta_{12} + b_3 \frac{a_2 \cos(\theta_{12})}{a_3 \cos(\theta_{13})} \cos(\theta_{13} - \gamma_3) \right)}_{v_{G_3}} \right] \dot{\theta}_{12} \end{aligned}$$

$$r_{A_0G_4} = s_{14} + a_1 i + b_4 e^{i(\gamma_4)} \Rightarrow \dot{r}_{A_0G_4} = \dot{s}_{14}$$

Mekanizmanın vektör kapalılık denkleminde

$$\begin{aligned} a_2 e^{i\theta_{12}} &= s_{14} + a_1 i + b_3 e^{i\theta_{13}} \\ a_2 \dot{\theta}_{12} e^{i\theta_{12}} &= \dot{s}_{14} + a_3 i \dot{\theta}_{13} e^{i\theta_{13}} \\ \dot{s}_{14} &= \frac{a_2 \sin(\theta_{13} - \theta_{12})}{\cos(\theta_{13})} \dot{\theta}_{12} \Rightarrow u_{G_4} = \frac{a_2 \sin(\theta_{13} - \theta_{12})}{\cos(\theta_{13})} \end{aligned}$$

b.)

$$\dot{\theta}_{13} = \frac{a_2 \cos(\theta_{12})}{a_3 \cos(\theta_{13})} \dot{\theta}_{12} = g_3 \dot{\theta}_{12}$$

Olduğuna göre, u_{G_j} , v_{G_j} ifadelerini bulunuz. $g_2 = 1$ ve dördüncü uzuv sadece öteleme yaptığı

için $g_4 = 0$

Hatırlatma:

$$J^*(q) = \sum_{j=2} \left[m_j (u_{G_j}^2 + v_{G_j}^2) + I_{G_j} g_j^2 \right]$$

Not: Kütle eşdeğer kütle atalet momentini son haline getirmeye çalışmayın.

$$J^*(\theta_{12}) = m_2 b_2^2 + m_3 (u_{G_3}^2 + v_{G_3}^2) + m_4 u_{G_4}^2 + I_{G_2} + I_{G_3} g_3^2$$

Soru 3 (30 puan):

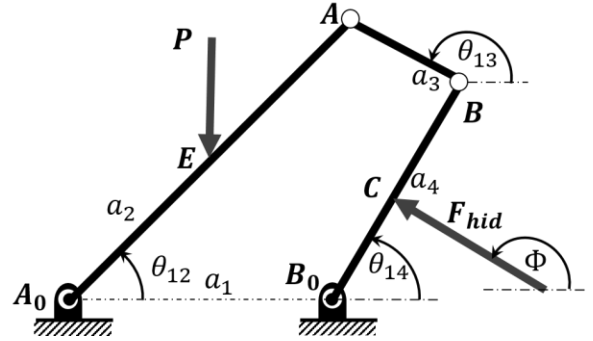
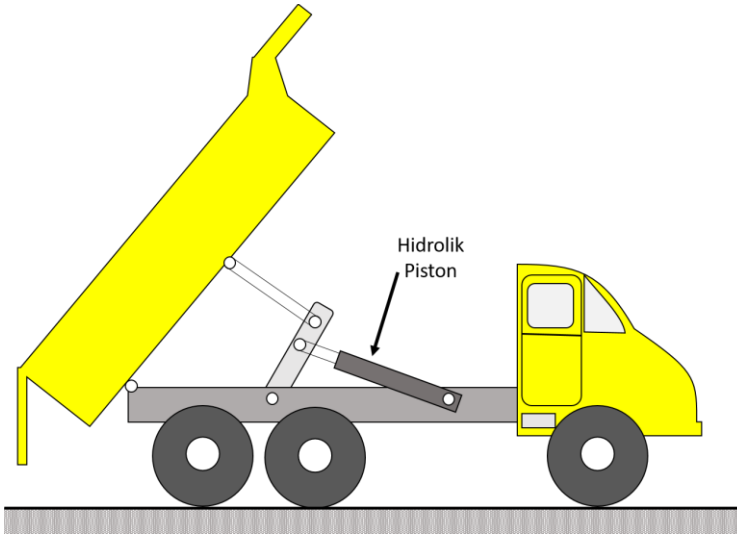
Şekil 3'de bir damperli kamyon ve ona ait bir kaldırma mekanizması görülmektedir. Diğer tüm kuvvetler göz ardı edildiğine göre, Ağırlığı $P=40000$ N olan kasayı şekilde görülen pozisyonda dengede tutabilmek için Yatayla $\Phi = 120^\circ$ 'lik açı yapan hidrolik silindir $F_{hid} = 24850$ N'luk kuvvet uygulamaktadır. Mekanizmaya etkiyen P ve F_{hid} kuvvetlerine göre 2 uzvuna indirgenmiş eşdeğer momentini bulunuz.

Hatırlatma:

$$Q^*(q) = \sum_i (F_i^x u_i + F_i^y v_i) + \sum_j M_j g_j$$

Öğrenci No :

İsim Soyisim :



Şekil 3

Uzuv Boyutları:

$a_1 = 0.6 \text{ m}$; $a_2 = 0.9 \text{ m}$; $a_3 = 0.46 \text{ m}$; $a_4 = 0.64 \text{ m}$; $A_0E = c_1 = 0.6 \text{ m}$; $B_0C = c_2 = 0.5 \text{ m}$;

Konum Değişkenleri: $\theta_{12} = 45^\circ$; $\theta_{13} = 156^\circ$; $\theta_{14} = 44.5^\circ$

Çözüm 3:

$$r_{A_0E} = c_1 e^{i\theta_{12}} \Rightarrow v_{A_0E} = i\dot{\theta}_{12} c_1 e^{i\theta_{12}} \Rightarrow \begin{bmatrix} -c_1 \sin\theta_{12} & c_1 \cos\theta_{12} \end{bmatrix} \dot{\theta}_{12}$$

$$u_1 = -0.4243; v_1 = 0.4243; P = -40000;$$

$$r_{A_0C} = a_1 + c_2 e^{i\theta_{14}} \Rightarrow v_{A_0C} = i\dot{\theta}_{14} c_2 e^{i\theta_{14}} \Rightarrow c_2 [-\sin\theta_{14} \quad \cos\theta_{14}] \dot{\theta}_{14}$$

Mekanizmanın VKD'den

$$a_2 e^{i\theta_{12}} = a_1 + a_4 e^{i\theta_{14}} + a_3 e^{i\theta_{13}}$$

Mekanizmanın VKD türevi

$$i\dot{\theta}_{12} a_2 e^{i\theta_{12}} = i\dot{\theta}_{14} a_4 e^{i\theta_{14}} + i\dot{\theta}_{13} a_3 e^{i\theta_{13}}$$

$$\dot{\theta}_{12} a_2 e^{i\theta_{12}} = \dot{\theta}_{14} a_4 e^{i\theta_{14}} + \dot{\theta}_{13} a_3 e^{i\theta_{13}}$$

$$a_2 \begin{bmatrix} \cos(\theta_{12}) \\ \sin(\theta_{12}) \end{bmatrix} \dot{\theta}_{12} = \begin{bmatrix} a_3 \cos(\theta_{13}) & a_4 \cos(\theta_{14}) \\ a_3 \sin(\theta_{13}) & a_4 \sin(\theta_{14}) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{\theta}_{13} \\ \dot{\theta}_{14} \end{bmatrix}$$

$$\dot{\theta}_{14} = -\frac{a_2 \sin(\theta_{12} - \theta_{13})}{a_4 \sin(\theta_{13} - \theta_{14})} \dot{\theta}_{12}$$

Öğrenci No :

İsim Soyisim :

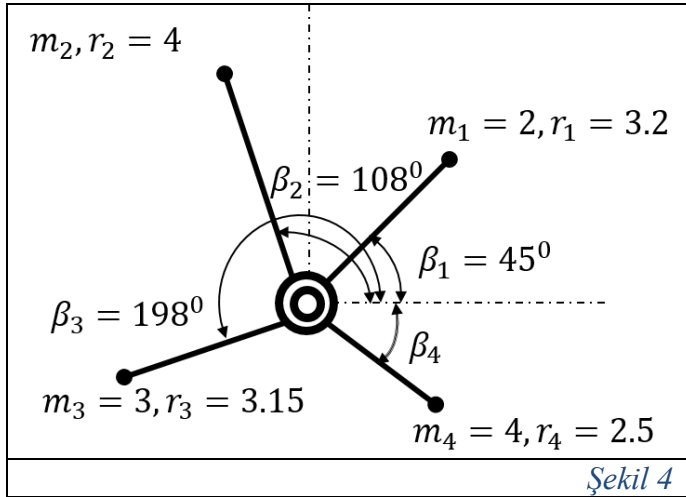
$$v_{A_0C} = c_2[-\sin\theta_{14} \quad \cos\theta_{14}]\dot{\theta}_{14}$$
$$\Rightarrow \left[\underbrace{c_2 \sin\theta_{14} \frac{a_2 \sin(\theta_{12} - \theta_{13})}{a_4 \sin(\theta_{13} - \theta_{14})}}_{u_2} \quad \underbrace{-c_2 \cos\theta_{14} \frac{a_2 \sin(\theta_{12} - \theta_{13})}{a_4 \sin(\theta_{13} - \theta_{14})}}_{v_2} \right] \dot{\theta}_{12}$$

$$u_2 = -0.4945; v_2 = 0.5032;$$

$$F = 24850 * [\cos(120) \quad \sin(120)] = [-12425 \quad 21521];$$

$$Q^*(q) = P * v_1 + F_x * u_2 + F_y * v_2 = 3.0527 Nm$$

Soru 4: (30 puan)

	<p>Dönen kütlelerin dengede olabilmesi için ağırlık merkezinin dönme merkezinde olması gerekmektedir.</p> $\sum_{l=1}^k m_l r_l e^{i\beta_l} = 0$ <p>Bu bilgiye dayanarak, şekilde verilen dönen kütleler sisteminde bilinmeyen m_2 kütlelerini ve β_4 açısını bulunuz. Not: Sorunun çözümünde kütlelerin skaler bir büyüklük olduğunu hatırlayınız.</p>
--	--

Şekil 4

$$\sum_{l=1}^k m_l r_l e^{i\beta_l} = m_1 r_1 e^{i\beta_1} + m_2 r_2 e^{i\beta_2} + m_3 r_3 e^{i\beta_3} + m_4 r_4 e^{i\beta_4} = 0$$

$$m_1 r_1 \cos(\beta_1) + m_2 r_2 \cos(\beta_2) + m_3 r_3 \cos(\beta_3) + m_4 r_4 \cos(\beta_4) = 0$$

$$m_1 r_1 \sin(\beta_1) + m_2 r_2 \sin(\beta_2) + m_3 r_3 \sin(\beta_3) + m_4 r_4 \sin(\beta_4) = 0$$

$$10.0 * \cos(\beta_4) - 1.236 * m_2 - 4.462$$

$$3.804 * m_2 + 10.0 * \sin(\beta_4) + 1.605$$

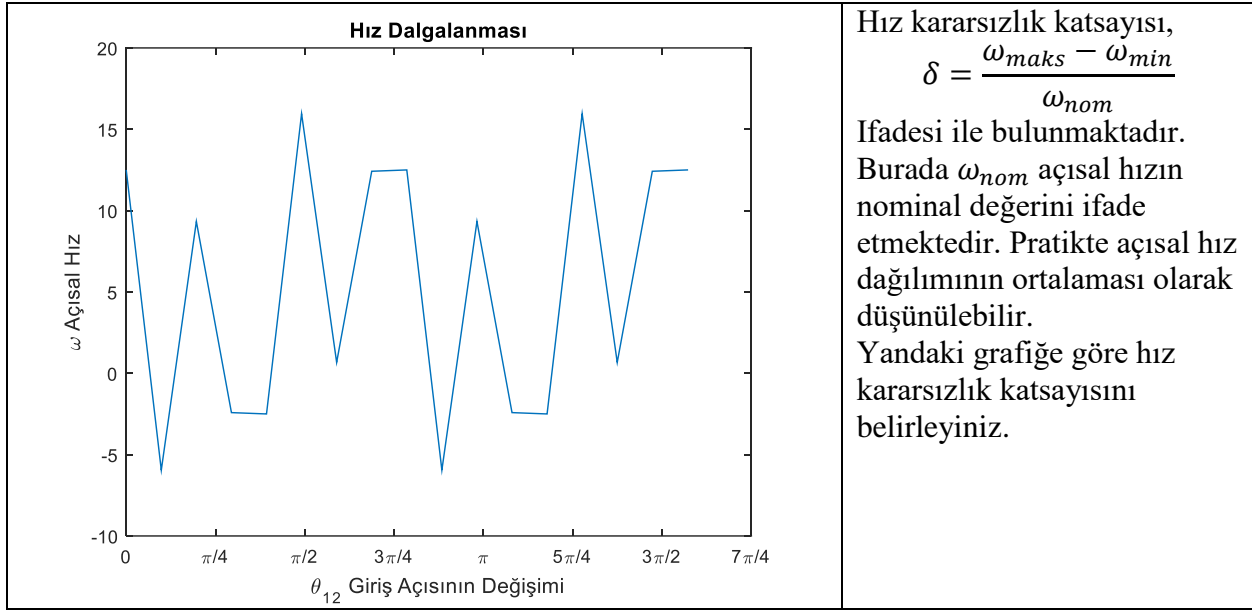
$$m_2 = 1.591; \beta_4 = -50^\circ$$

Çerezler:

Soru 5 (5 puan):

Öğrenci No :

İsim Soyisim :



$$\delta = \frac{\omega_{maks} - \omega_{min}}{\omega_{nom}} = \frac{15.95 - (-5.95)}{5.4412} = 4.0261$$

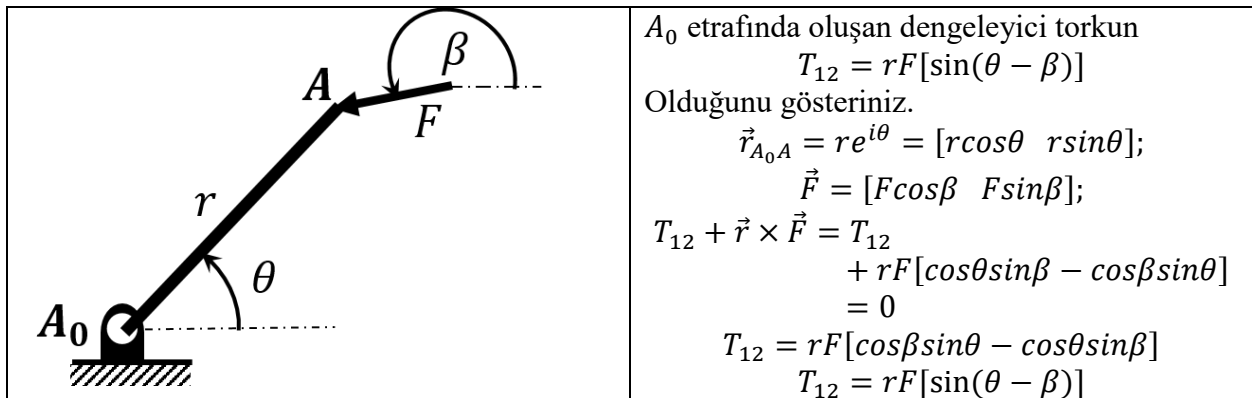
Soru 6 (10 puan): Aşağıda verilen açısal hızları küçükten büyüğe doğru sıralayınız.

$$\omega_1 = 15 \frac{rad}{s} = 15 * \frac{30}{\pi} = 143.23 \frac{dev}{dak}; \omega_2 = 150 \frac{dev}{dak}; \omega_3 = 900 \frac{dev}{dak};$$

$$ve \omega_4 = 17 \frac{tamtur}{saniye} = 17 \frac{dev}{sn} = 17 * 60 \frac{dev}{dak} = 1020 \frac{dev}{dak}$$

$$\omega_1 < \omega_2 < \omega_3 < \omega_4$$

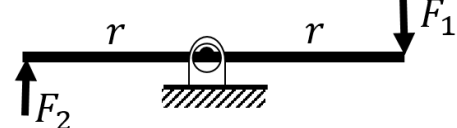
Soru 7 (10 puan):



Öğrenci No :

İsim Soyisim :

Soru 8 (5 puan)

	$F_2 = F_1$ ve $F_2 = 2F_1$ iken açısai ivmelerin oranını bulunuz.
---	--

Çözüm:

$$\left. \begin{aligned} M_1 &= 2F_1 r = I\alpha_1 \\ M_2 &= 3F_1 r = I\alpha_2 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{\alpha_1}{\alpha_2} = \frac{2}{3}$$