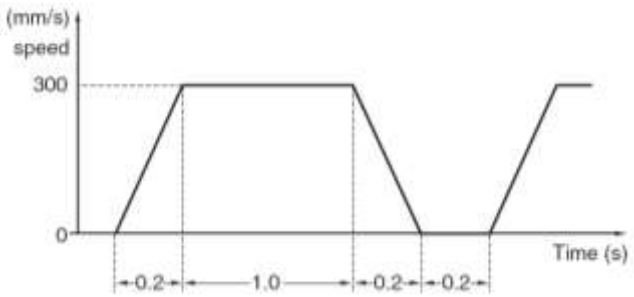
	SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİ FAKÜLTESİ MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ								I. öğretim ◯ II. öğretim ◯ A-Şubesi ◯ B-Şubesi ◯ C-Şubesi ◯
MAK-407 Müh. Tas. I	ÖĞRENCİ ADI				NO		İMZA		TARİH
									11.11.2018
SORU/PUAN	1/10	2/10	3/30	4/50				/	TOPLAM/100
ALINAN PUAN									

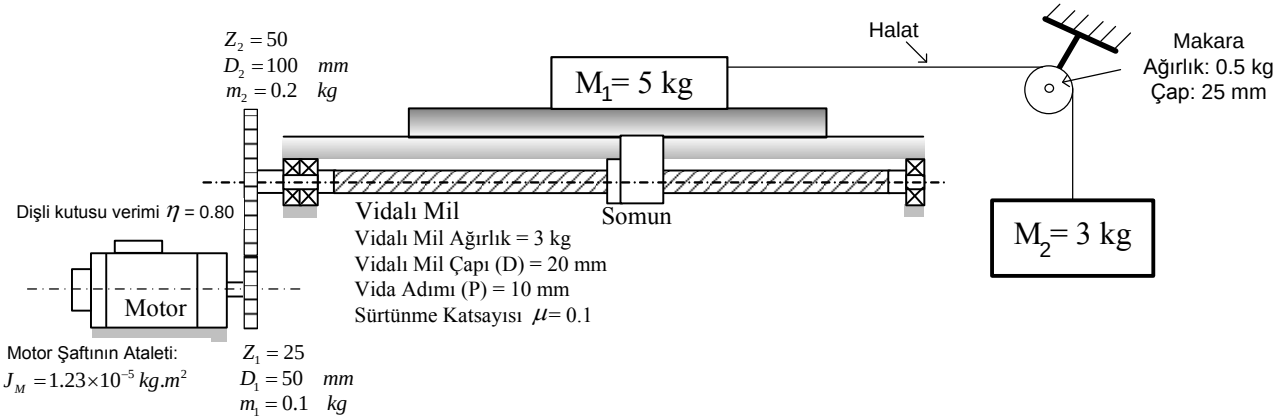
2018-2019 GÜZ DÖNEMİ VİZE SINAV SORULARI

Toplam Süre 110 DAKİKADIR.

SORULAR

1. **Soru (10 puan)** Yenilik nedir? Ürün yeniliği ve Süreç Yeniliği tanımlarını kısaca açıklayınız.
2. **Soru (10 puan)** Fırçasız DC motorların fırçalı DC motorlara göre avantajlarını ve dezavantajlarını yazınız.
3. **Soru (30 puan)** Aşağıda gösterilen vidalı mil mekanizması ile istenilen hareket yörüngesinin sağlanması için **motorun zamana bağlı tork grafiğini çizerek**, motorun kalkış anında ihtiyaç duyacağı maksimum (tepe/zirve) tork değeri (T_{max}) ve ortalama (efektif/rms) tork değerlerini (T_{rms}) hesaplayınız. Bu sistemdeki dış kuvvetler hareket olsun ya da olmasın daimi olarak bulunmaktadır. Yani $T_4 \neq 0$ olacak şekilde çözümünüzü yapınız.





4. Soru (50 puan)

Mutfakta yemek pişirme adına harcanan süreyi en aza indirecek bir sistem tasarımı kavramlarının oluşturulması ve değerlendirilmesi istenmektedir. Düşünülen sistemde mutfaklarda yaygın olarak bulunan buzdolabı ve fırın arasındaki otomatik geçiş sağlayan mekanik (sadece mekanik kısım, otomasyon ve elektronik kısım hariç) bir sistem oluşturulması planlanmıştır. Otomatik yemek pişirme sisteminin mekanik aksamının amacı buzdolabı dondurucu bölümünde bulunan gıdayı en uygun

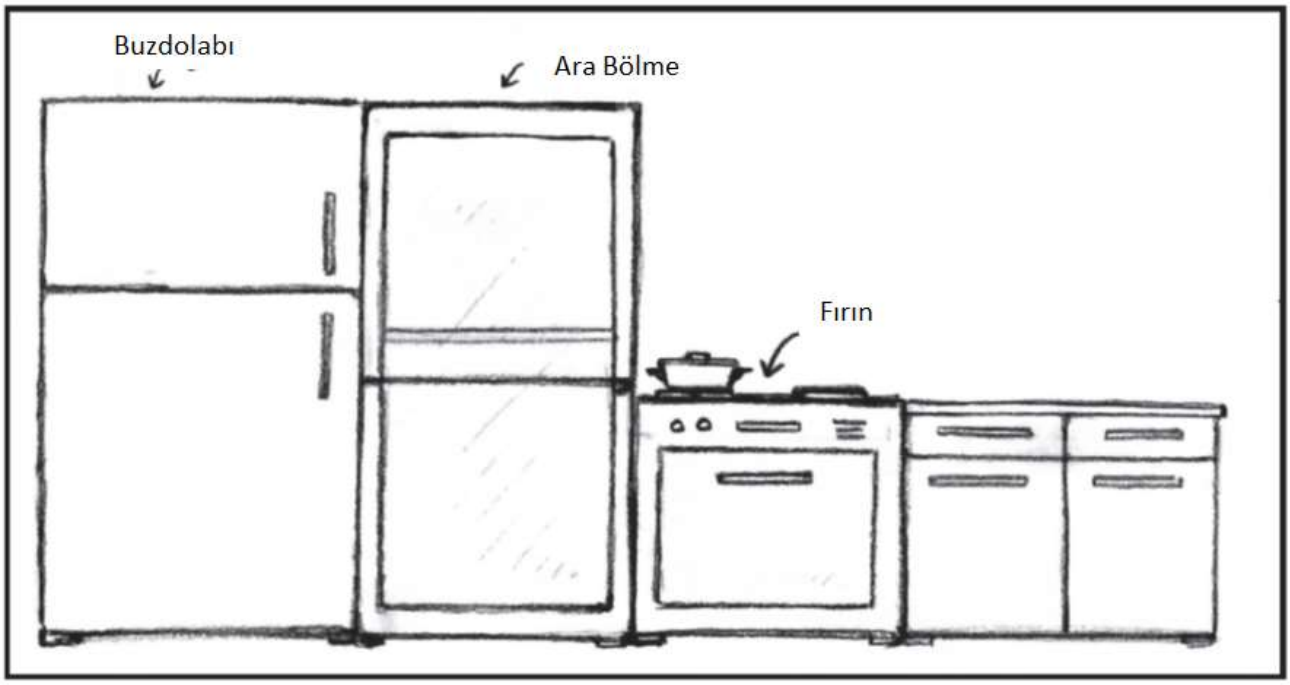
şekilde fırına aktarabilmektir. Tasarlanacak olan sistemin sahip olması gereken **temel fonksiyonlar** aşağıda belirtildiği gibidir;

1) Buzdolabı kapısı açma/kapama
2) Gıdayı buzdolabının içinde alma/çıkarma
3) Gıdanın yatay iletimi
4) Gıdanın düşey iletimi
5) Fırın kapısını açma/kapama
6) Gıdanın fırın içine alma/çıkarma

Dikkat! Buzdolabı ve fırın kapılarının yerleri proje için en uygun olacak yerde sizin tarafınızdan belirlenecektir.

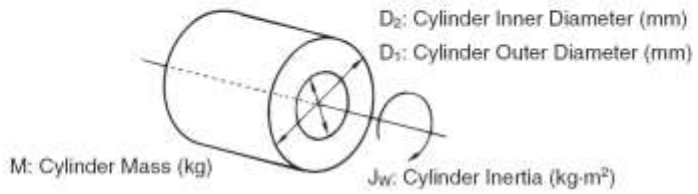
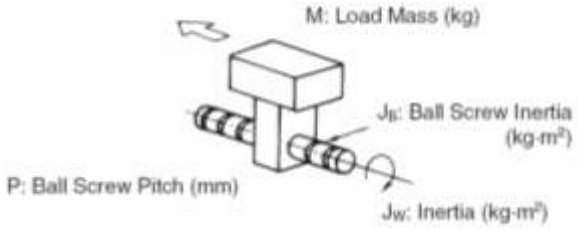
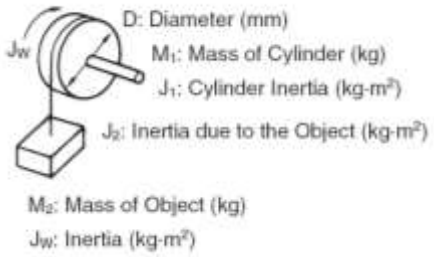
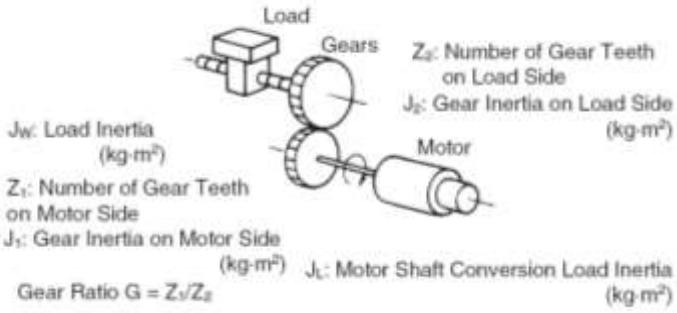
Yukarıda tanımlanan her bir fonksiyon için en az 2'şer kavram öneriniz (**karakalem çizimler yapılmalı ve kısaca önerilen çözümün çalışma prensibi anlatılmalı**). Yapılan çizimlerde kullanılan mekanizma türü, eyleyici türü, yapı üzerinde yerleşimi yapılan eyleyici ile istenilen hareketin nasıl gerçekleştirileceği AÇIK/BELİRGİN bir şekilde gösterilip kısaca anlatılmalıdır. Sonrasında bir **Morfolojik (Biçimsel) Tablo** hazırlayıp en az 5 adet mantıklı kombinasyon/konsept oluşturunuz. Bu konseptleri puanlamak için en az 5 adet değerlendirme kriteri belirleyeniz. Her bir kriter için ağırlık faktörlerini hesaplayınız ve daha sonra bir **PUGH (Seçim) Tablosu** hazırlayarak en iyi konsepti bulunuz. (Zaman darlığı nedeniyle ön eleme (+/-/REFERANS) yapmanıza gerek yoktur, doğrudan puanlama sisteminizi seçerek en iyi konsept seçimini yapınız).

AŞAĞIDA BUZDOLABININ VE FIRININ YERLEŞİMİ VERİLMİŞTİR.

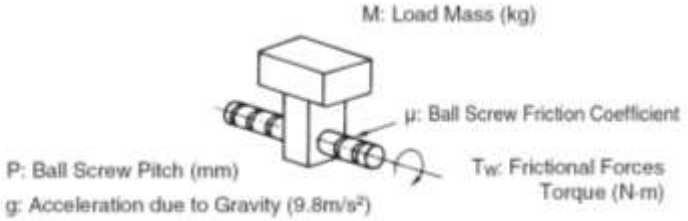


FORMÜLLER

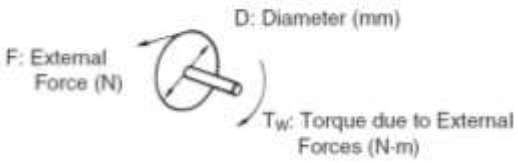
Atalet Hesapları (J):

Cylindrical Inertia		$J_W = \frac{M(D_1^2 - D_2^2)}{8} \times 10^{-6}$ (kg·m²)
Inertia of Linear Movement		$J_W = M\left(\frac{P}{2\pi}\right)^2 \times 10^{-6} + J_B$ (kg·m²)
Inertia of Lifting Object by Pulley		$J_W = J_1 + J_2$ $= \left(\frac{M_1 \cdot D^2}{8} + \frac{M_2 \cdot D^2}{4}\right) \times 10^{-6}$ (kg·m²)
Inertia of a Load Value Converted to Motor Shaft		$J_L = J_1 + G^2 (J_2 + J_W)$ (kg·m²)

Tork/Moment Hesapları (T):

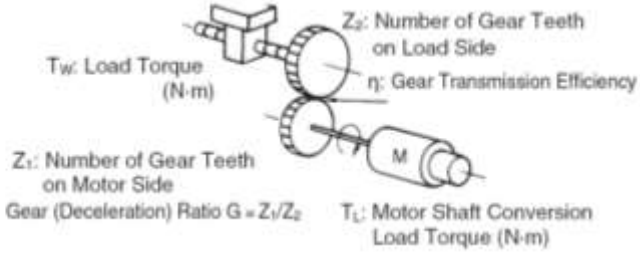
Torque against external force		$T_W = \frac{F \cdot P}{2\pi} \times 10^{-3}$ (N·m)
Torque against frictional force		$T_W = \mu M g \cdot \frac{P}{2\pi} \times 10^{-3}$ (N·m)

Torque when external force is applied to a rotating object

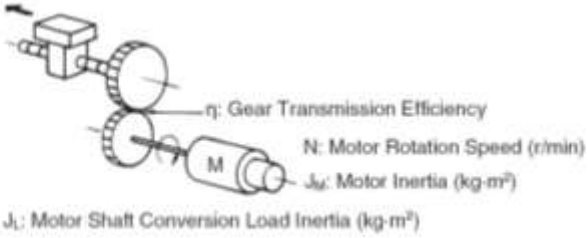


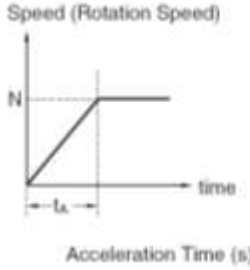
$$T_W = F \cdot \frac{D}{2} \times 10^{-3} \text{ (N·m)}$$

Torque of a Load Value Converted to Motor Shaft



$$T_L = T_W \cdot \frac{G}{\eta} \text{ (N·m)}$$





N: Rotation Speed (r/min)

T_A: Acceleration/Deceleration Torque (N·m)

Acceleration/Deceleration Torque (T_A)

$$T_A = \frac{2\pi N}{60 t_A}\left(J_M + \frac{J_L}{\eta}\right) \text{ (N·m)}$$

Maximum Momentary Torque (T_1)

$$T_1 = T_A + T_L \text{ (N·m)}$$

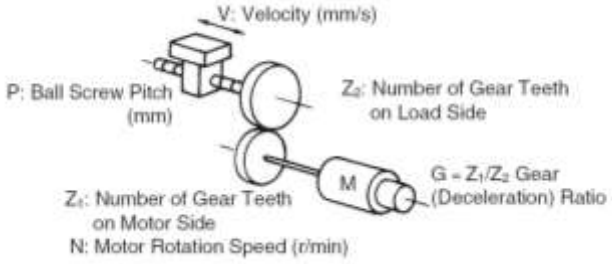
Effective Torque (Trms)

$$Trms = \sqrt{\frac{T_1^2 \cdot t_1 + T_2^2 \cdot t_2 + T_3^2 \cdot t_3}{t_1 + t_2 + t_3 + t_4}} \text{ (N·m)}$$

$$T_2 = T_L \text{ (N·m)}$$

$$T_3 = T_L - T_A \text{ (N·m)}$$

Motor Hızı Hesabı (N):



Motor Rotations

$$N = \frac{60V}{P \cdot G} \text{ (r/min)}$$

Çözümler

CEVAP 1.

YENİLİK: Bir fikri, yeni ya da geliştirilmiş bir ürüne (mal ve hizmet) veya bir ürünün üretiminde kullanılan yeni ya da geliştirilmiş bir yönteme (süreç) dönüştüren etkinliği ifade eder. Renk ya da dekorasyondaki değişiklikler ve benzeri bütünüyle estetik alana yönelik değişiklikler ile ürünün yapısını, niteliğini ya da performansını teknik açıdan değiştirmeyen görünüm farklılıkları yenilik tanımına girmez.

Ürün Yeniliği: Mevcut özelliklerine veya bilinen kullanımına göre yeni ya da önemli derecede iyileştirilmiş bir malın veya hizmetin ortaya konmasıdır. Ürün yeniliği, teknik özelliklerde, bileşenlerde ve malzemelerde, ürünün içerdiği yazılımda, kullanıcı dostluğunda veya diğer işlevsel özelliklerde önemli derecede iyileştirmeleri içerir.

Süreç Yeniliği: Yeni veya önemli derecede iyileştirilmiş bir üretim veya teslimat yönteminin hayata geçirilmesidir; tekniklerde, teçhizatta ve/veya yazılımlarda önemli değişiklikleri içerir.

CEVAP 2.

Fırçasız DC motorların fırçalı DC motorlara göre avantajları:

1. Yüksek Verim.
2. Doğrusal Moment-Hız İlişkisi.
3. Yüksek Moment-Hacim Oranı (Az Bakır Gerektirir).
4. Fırçaların ve Kolektörün Olmayışı (Daha az Bakım).
5. Sessiz Çalışma.
6. Elektriksel Gürültü Meydana Getirmemesi.
7. Daha Çok Tork.
8. Daha Uzun Ömür.

Fırçasız DC motorların fırçalı DC motorlara göre dezavantajları:

1. Harici güç elektroniği gerektirir.
2. Uygun çalışma için rotor konum bilgisi gerektirir.
3. Hall-etkili sensörlere gerek vardır.(Sensörlü)
4. Algılayıcısız yöntemlerin kullanımı ekstra algoritmalar gerektirir.(Sensörsüz)
5. Pahalı sistemlerdir.

CEVAP 3.

ATALET HESAPLARI:

Vidalı mil ataleti:

$$J_B = \frac{M_B D^2}{8} * 10^{-6} = \frac{3.20^2}{8} * 10^{-6} = 1{,}5 * 10^{-4}\ kgm^2$$

M_1 kütlesi ve vidalı milden kaynaklanan yük ataleti:

$$J_{W1} = M_1 \left(\frac{P}{2\pi}\right)^2 * 10^{-6} + J_B = 5\left(\frac{10}{2\pi}\right)^2 * 10^{-6} + 1{,}5 * 10^{-4} = 1{,}63 * 10^{-4}\ kgm^2$$

M_2 kütlesi ve kasnaktan kaynaklanan yük ataleti:

$$J_{w2} = \left[\frac{M_{makara} D^2}{8} + \frac{M_2 D^2}{4}\right] * 10^{-6} = \left[\frac{0.5 * 25^2}{8} + \frac{3 * 25^2}{4}\right] * 10^{-6} = 5{,}08 * 10^{-4}\ kgm^2$$

Dişli kutusundaki 1. Ve 2. Dişli ataleti:

$$J_1 = \frac{M_{d1} {D_1}^2}{8} * 10^{-6} = \frac{0{,}1.50^2}{8} * 10^{-6} = 0{,}3125 * 10^{-4}\ kgm^2$$

$$J_2 = \frac{M_{d2} {D_2}^2}{8} * 10^{-6} = \frac{0{,}2.100^2}{8} * 10^{-6} = 2{,}5 * 10^{-4}\ kgm^2$$

Ataletin motor miline dönüşümü:

$$J_L = G^2 * (J_{W1} + J_{W2} + J_2) + J_1 = \left(\frac{25}{50}\right)^2 * (1{,}63 * 10^{-4} + 5{,}08 * 10^{-4} + 2{,}5 * 10^{-4}) + 0{,}3125 * 10^{-4}$$
$$= 2{,}615 * 10^{-4}\ kgm^2$$

TORK HESAPLARI:

Sürtünme için gerekli tork:

$$T_{W1} = \mu M_1 g \frac{P}{2\pi} * 10^{-3} = 0{,}1 * 5 * 9{,}81 * \frac{10}{2\pi} * 10^{-3} = 7{,}81 * 10^{-3}\ Nm$$

Dış kuvvet için gerekli toplam tork:

$$T_{W2} = \frac{F.P}{2\pi} * 10^{-3} = \frac{M_2.g.P}{2\pi} * 10^{-3} = \frac{3 * 9{,}81 * 10}{2\pi} * 10^{-3} = 46{,}86 * 10^{-3}\ Nm$$

Sürtünme için gerekli torkun motor şaftına dönüşümü:

$$T_{L1} = \frac{G}{\eta} * T_{W1} = \frac{0.5}{0.8} * 7{,}81 * 10^{-3} = 4{,}88 * 10^{-3}\ Nm$$

Dış kuvvet için gerekli torkun motor şaftına dönüşümü:

$$T_{L1} = \frac{G}{\eta} * T_{W2} = \frac{0.5}{0.8} * 46{,}86 * 10^{-3} = 29{,}29 * 10^{-3}\ Nm$$

ASILI YÜKÜN yukarı ya da aşağı inmesine göre hesaplar değişecektir. İki çözüm olup ikisi de geçerlidir.

Hareket yönü ile kuvvetin yönü zıt yönlü olduğunu düşünerek (ÇÖZÜM1):

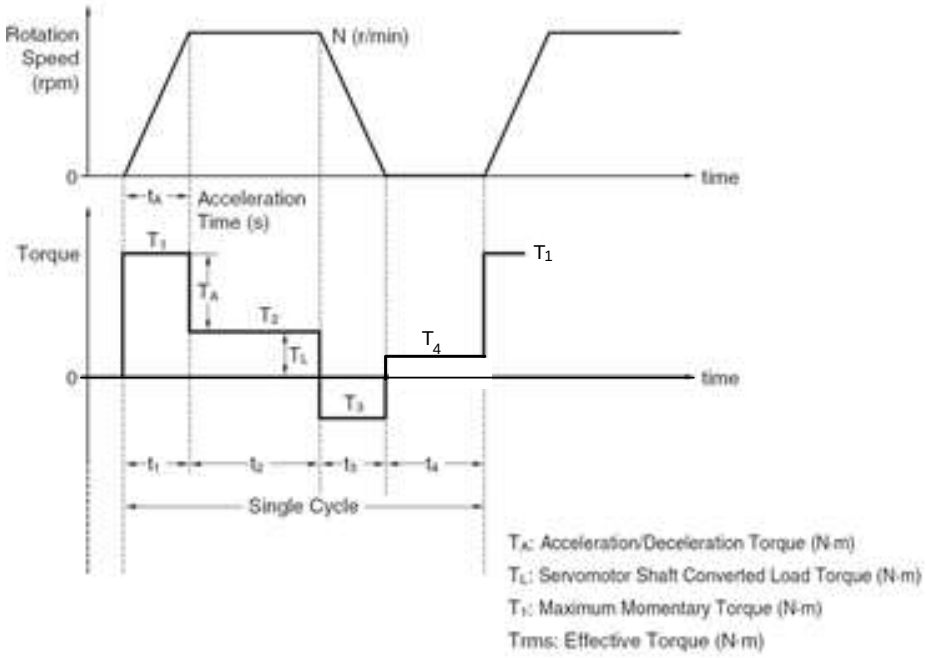
$$T_L = T_{L1} + T_{L2} = 4{,}88 * 10^{-3}\ Nm + 29{,}29 * 10^{-3}\ Nm = 34{,}17 * 10^{-3}\ Nm$$

Hız Dönüşümü:

$$N = \frac{60V}{PG} = \frac{60 * 300}{10 * 0{,}5} = 3600\ rpm$$

İvmelenme Torku:

$$T_A = \frac{2\pi N}{60 t_A} * \left(J_M + \frac{J_L}{\eta}\right) = \frac{2\pi * 3600}{60 * 0{,}2} * \left(0{,}123 * 10^{-4} + \frac{2{,}615 * 10^{-4}}{0{,}8}\right) = 0{,}64\ Nm$$



$$T_1 = T_A + T_L = 0{,}64 + 34{,}17 * 10^{-3} = 0{,}6742\ Nm$$

$$T_2 = T_L = 0{,}03417\ Nm$$

$$T_3 = T_L - T_A = 0{,}03417\ - 0{,}64 = -0{,}6058\ Nm$$

T_4 torku ise mekanizma hızı sıfır iken tekrar hesaplanmalıdır. Yani hız sıfır iken tüm sürtünme kuvvetlerinin olmadığı durum için motora yansıyan tork sadece dış kuvvetten kaynaknan torktur;

Hız sıfır iken asılı yükün motor şaftına indirgenmesi (Statik durumda η=1 olur):

$$T_4 = \frac{G}{\eta} * T_{W2} = \frac{0.5}{1} * 46{,}86 * 10^{-3} = 23{,}43 * 10^{-3}\ Nm$$

$$T_{rms} = \sqrt{\frac{T_1^2.t_1 + T_2^2.t_2 + T_3^2.t_3 + T_4^2.t_4}{t_1 + t_2 + t_3 + t_4}}$$

$$= \sqrt{\frac{0{,}6742^2 * 0{,}2 + 0{,}03417^2 * 1 + (-0{,}6058)^2 * 0{,}2 + 0{,}02343^2 * 0{,}2}{0{,}2 + 1 + 0{,}2 + 0{,}2}} = 0{,}3217 Nm$$

Hareket yönü ile kuvvetin yönü aynı yönlü olduğunu düşünerek (ÇÖZÜM2):

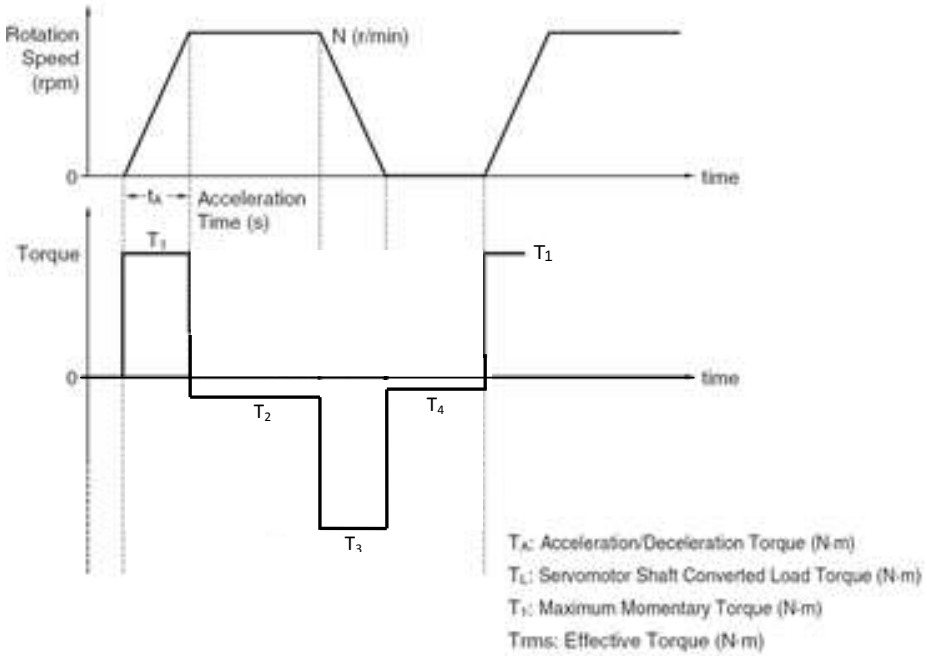
$$T_L = T_{L1} - T_{L2} = 4{,}88 * 10^{-3}\ Nm - 29{,}29 * 10^{-3}\ Nm = -24{,}41 * 10^{-3}\ Nm$$

Hız Dönüşümü:

$$N = \frac{60V}{PG} = \frac{60 * 300}{10 * 0{,}5} = 3600\ rpm$$

İvmelenme Torku:

$$T_A = \frac{2\pi N}{60 t_A} * \left(J_M + \frac{J_L}{\eta}\right) = \frac{2\pi * 3600}{60 * 0{,}2} * \left(0{,}123 * 10^{-4} + \frac{2{,}615 * 10^{-4}}{0{,}8}\right) = 0{,}64\ Nm$$



$$T_1 = T_A + T_L = 0{,}64 - 24{,}41 * 10^{-3} = 0{,}6156\ Nm$$

$$T_2 = T_L = -0{,}02441\ Nm$$

$$T_3 = T_L - T_A = -0{,}02441\ - 0{,}64 = -0{,}6644\ Nm$$

T_4 torku ise mekanizma hızı sıfır iken tekrar hesaplanmalıdır. Yani hız sıfır iken tüm sürtünme kuvvetlerinin olmadığı durum için motora yansıyan tork sadece dış kuvvetten kaynaknan torktur;

Hız sıfır iken asılı yükün yükün motor şaftına indirgenmesi (Statik durumda η=1 olur):

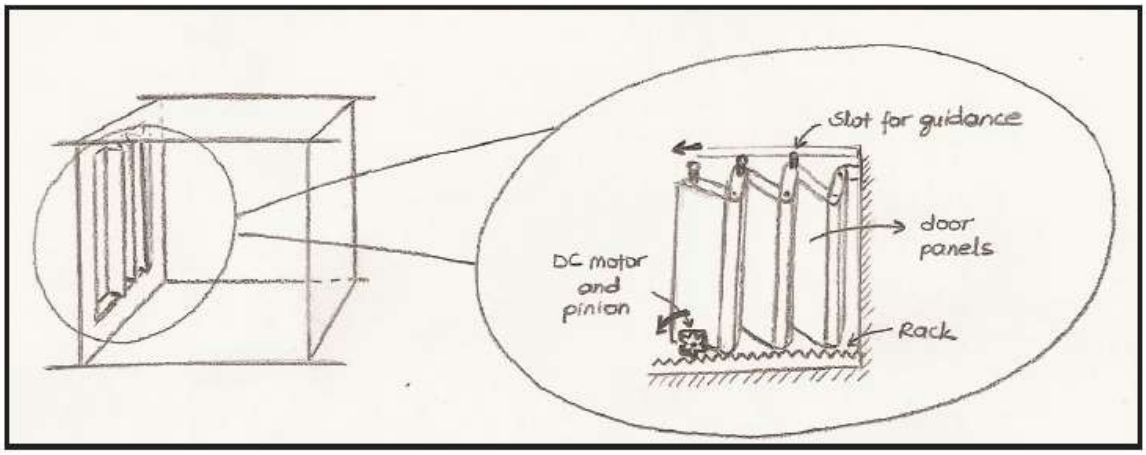
$$T_4 = \frac{G}{\eta} * T_{W2} = \frac{0.5}{1} * 46{,}86 * 10^{-3} = 23{,}43 * 10^{-3}\ Nm$$

$$T_{rms} = \sqrt{\frac{T_1^2.t_1 + T_2^2.t_2 + T_3^2.t_3 + T_4^2.t_4}{t_1 + t_2 + t_3 + t_4}}$$

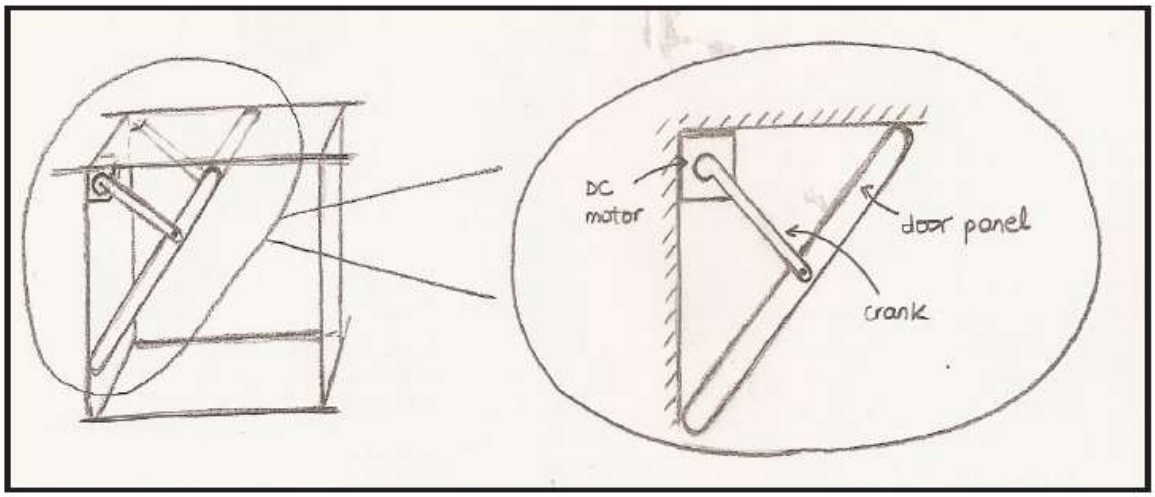
$$= \sqrt{\frac{0{,}6156^2 * 0{,}2 + (-0{,}02441)^2 * 1 + (-0{,}6644)^2 * 0{,}2 + (0{,}02343)^2 * 0{,}2}{0{,}2 + 1 + 0{,}2 + 0{,}2}} = 0{,}3209 Nm$$

CEVAP 4.

1) Buzdolabı kapısı açma/kapama 3+3 Puan

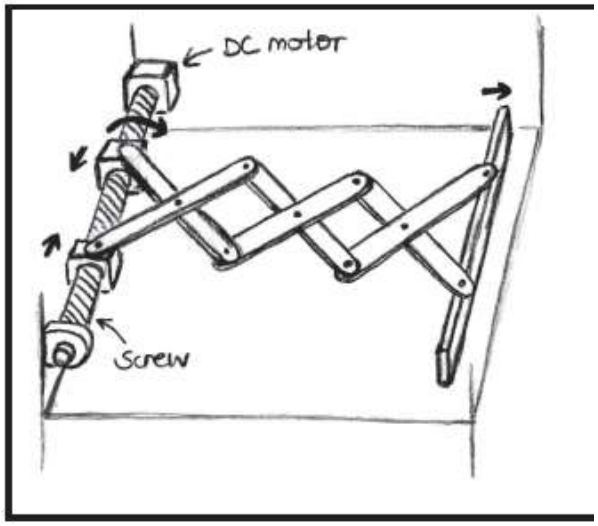


S.1.1. Katlanabilir kapı

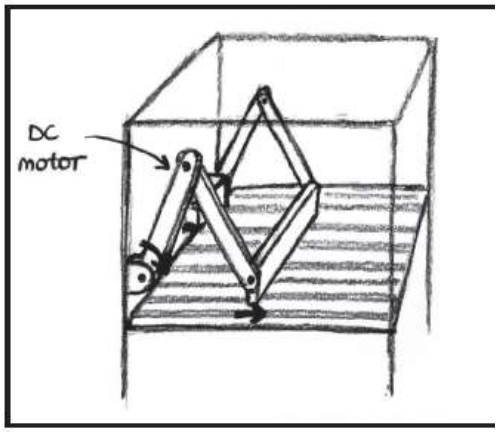


S.1.2. Krank-biyel mekanizması

2) Gıdayı buzdolabının içinden alma/çıkarma 3+3 Puan

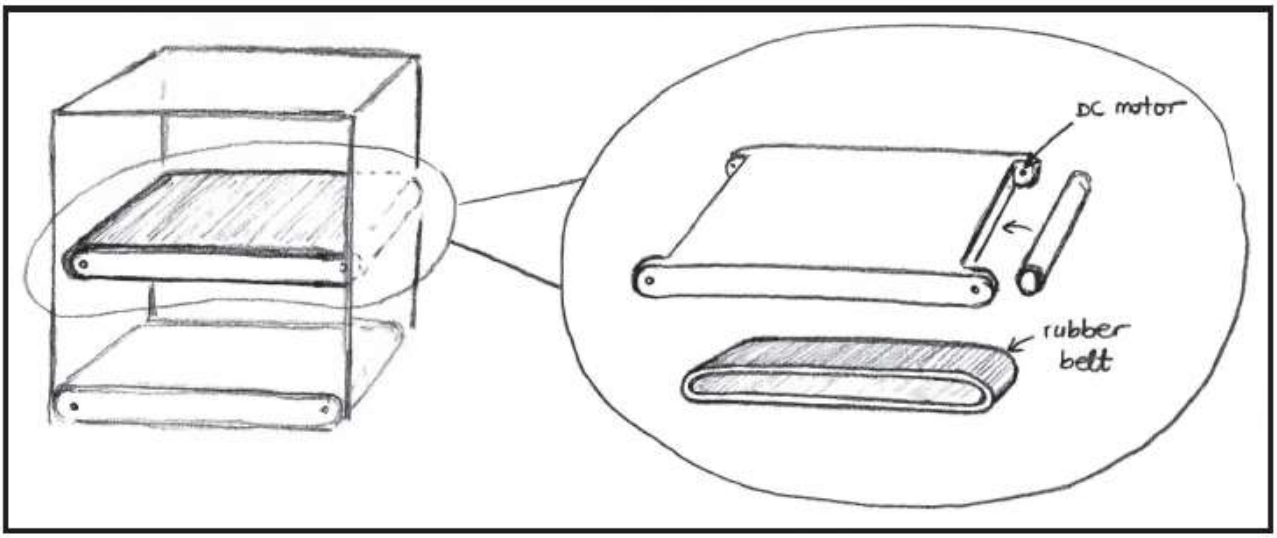


S.2.1 Makas Mekanizması

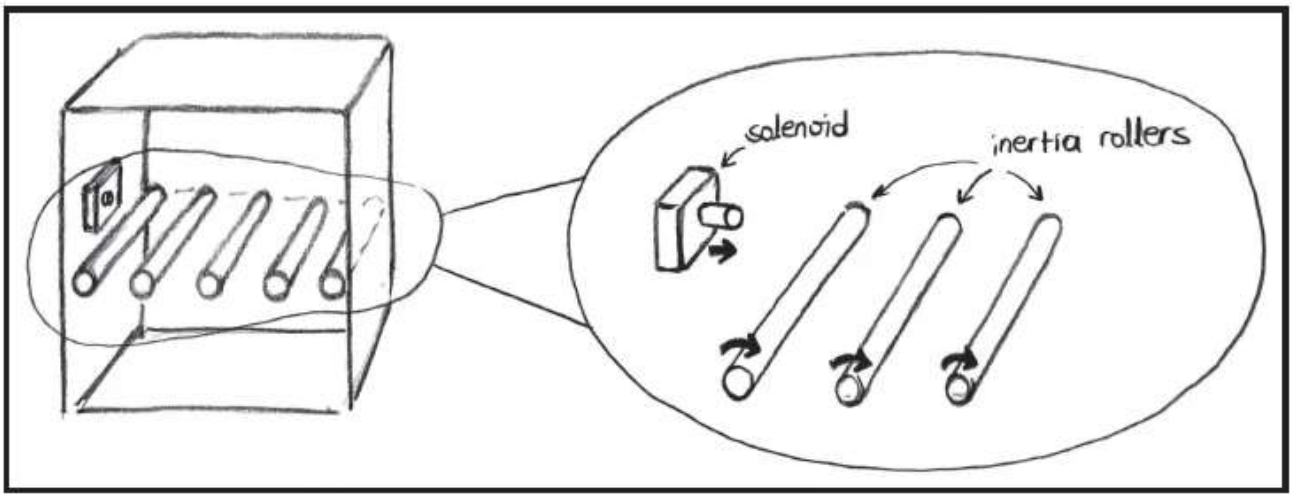


S.2.2 Krank-Biyel mekanizması

3) Gıdanın yatay iletimi 3+3 Puan

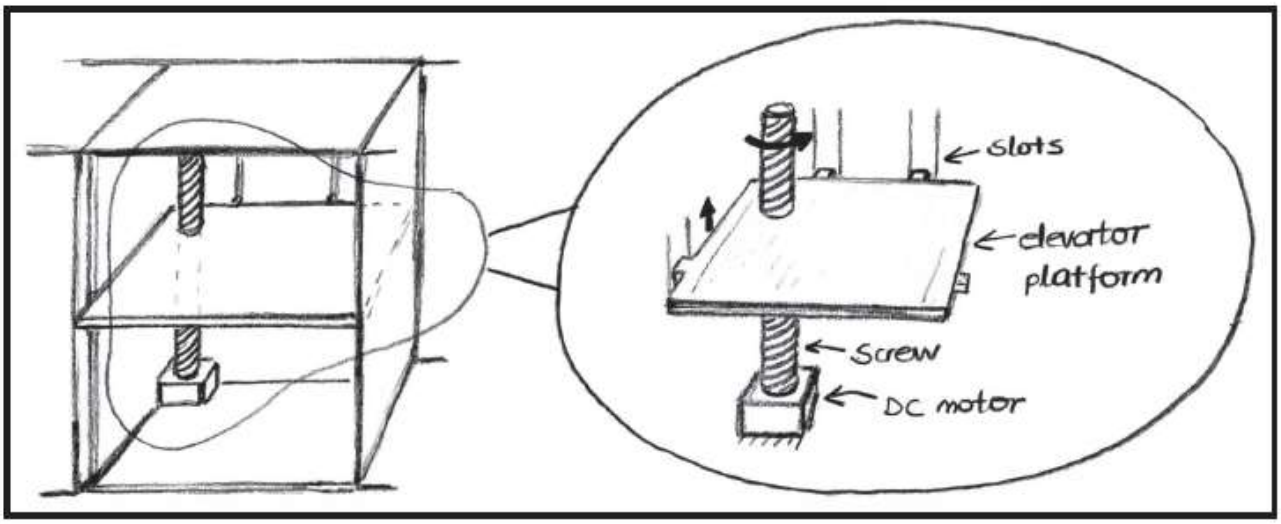


S.3.1 Konveyör Bant

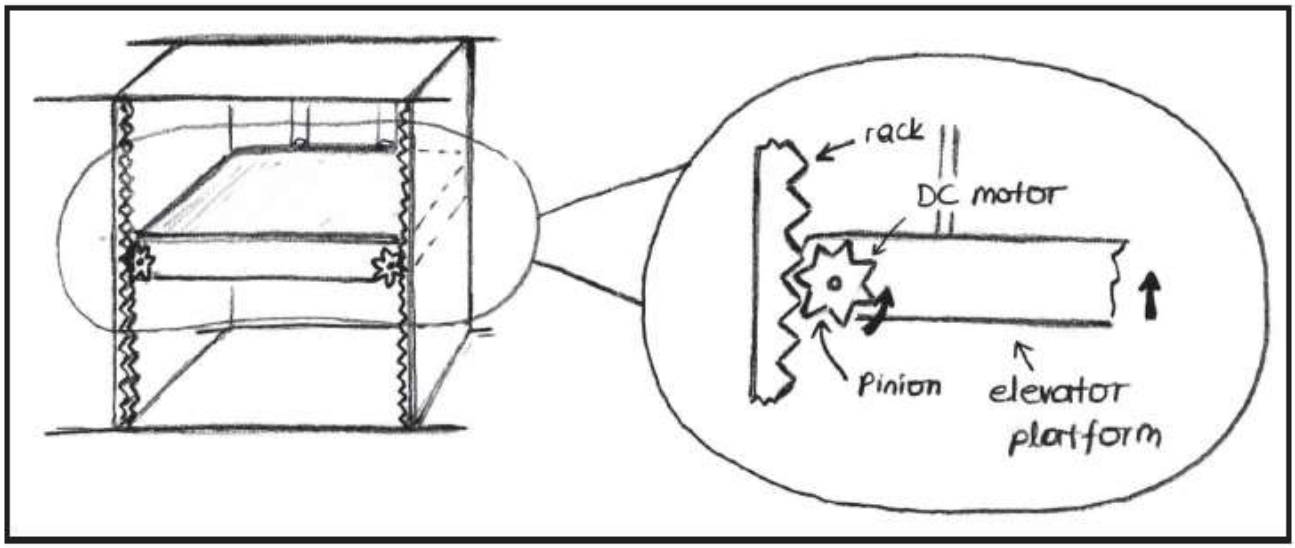


S.3.2 Rulo makaralar

4) Gıdanın Düşey iletimi | 3+3 Puan |

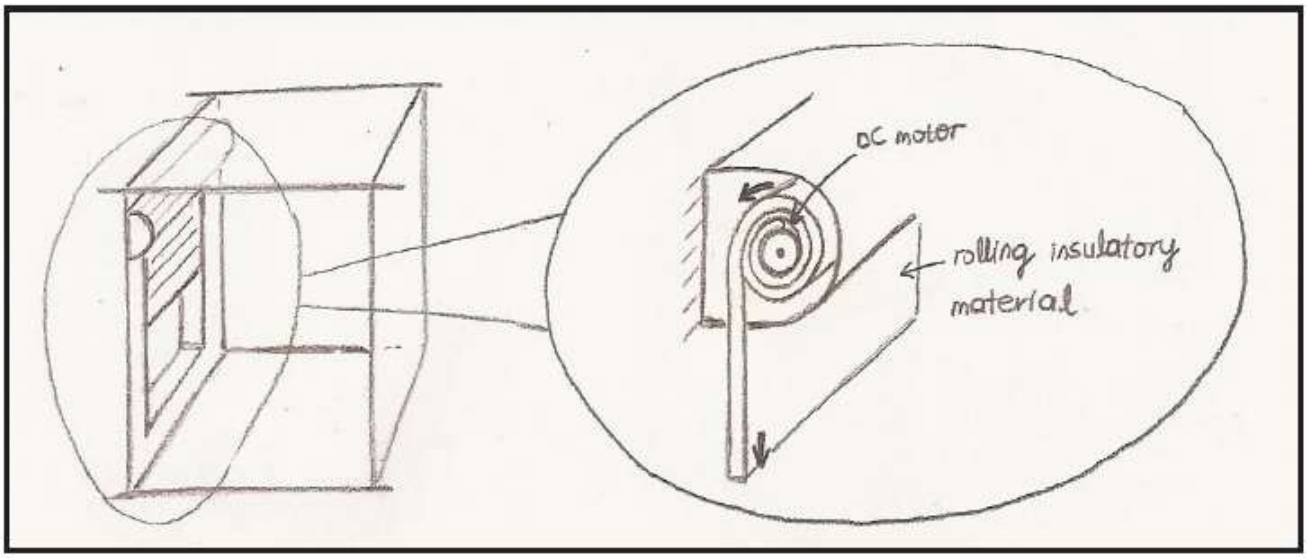


S.4.1. Vidalı Mil

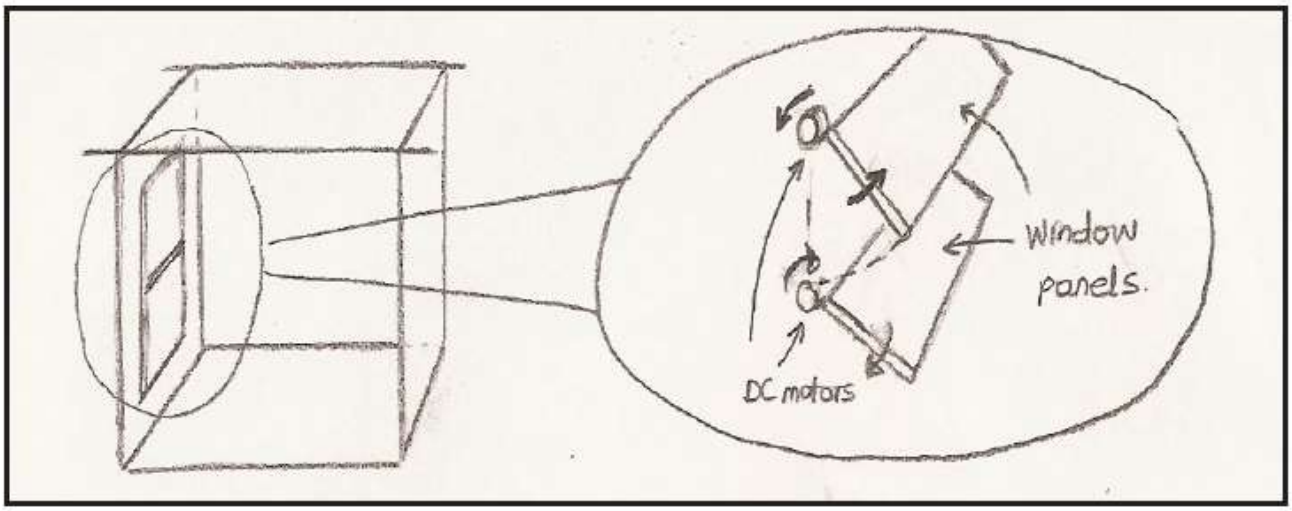


S.4.2 Kremayer Dişli

5) Fırın kapısını açma/kapama 3+3 Puan

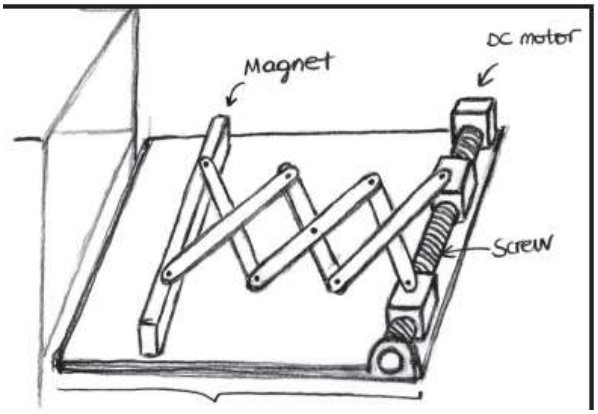


S.5.1 Jaluzi kapı sistemi

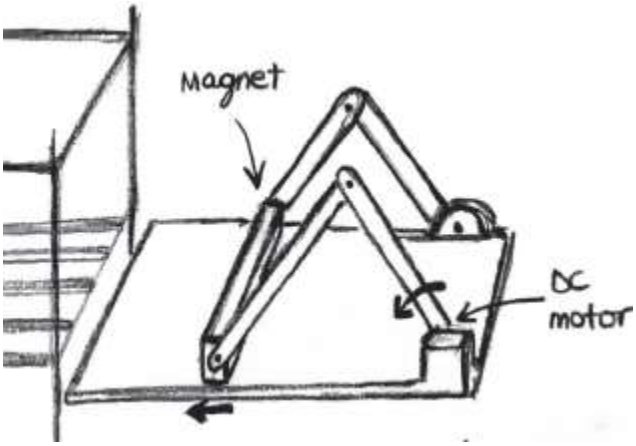


S.5.2 İki kapaklı kapı sistemi

6) Gıdayı fırın içine alma/çıkarma 3+3 Puan



S.6.1 Mıknatıslı Makas Mekanizması



S.6.2 Mıknatıslı Krank-Biyel Mekanizması

MORFOLOJİK (BİÇİMSEL) TABLO 4 Puan

Çözüm / Fonksiyon	1	2
F_1	S_{11}	S_{12}
F_2	S_{21}	S_{22}
F_3	S_{31}	S_{32}
F_4	S_{41}	S_{42}
F_5	S_{51}	S_{52}
F_6	S_{61}	S_{62}

Konseptler

Konsept I ⇒ $S_{11}, S_{21}, S_{31}, S_{42}, S_{51}, S_{61}$

Konsept II ⇒ $S_{11}, S_{22}, S_{31}, S_{42}, S_{51}, S_{61}$

Konsept III ⇒ $S_{11}, S_{21}, S_{32}, S_{41}, S_{51}, S_{61}$

Konsept IV ⇒ $S_{11}, S_{22}, S_{32}, S_{42}, S_{51}, S_{62}$

Konsept V ⇒ $S_{12}, S_{21}, S_{32}, S_{42}, S_{52}, S_{62}$

15 Puan

DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ VE AĞIRLIK FAKTÖRLERİNİN BULUNMASI

5 Puan

Kriter / Alt Kriter	Maliyet	Bakım	Yer Kaplama	Ara Bölme Hızı	İşlem Süresi
Maliyet	—	0	0	1	1
Bakım	1	—	0	1	1
Yer Kaplama	0	1	—	1	0
Ara Bölme Hızı	0	0	0	—	0
İşlem Süresi	1	1	1	1	—
Toplam	2	2	1	4	2

=> Toplam => M

Ağırlık Faz	$\frac{2}{11}$	$\frac{2}{11}$	$\frac{1}{11}$	$\frac{4}{11}$	$\frac{2}{11}$
	= 0.18	0.18	0.09	0.36	0.18

PUGH TABLOSU 5 Puan

Kriter	Ağırlık Fak	Konsept I	K 2	K 3	K 4	K 5
Maliyet	0.18	1	3	1	3	1
Bakım	0.18	3	3	0	2	1
Yer K	0.09	4	4	3	4	4
Ara B. Hızı	0.36	0	3	3	1	3
İşlem Süre	0.18	1	1	0	0	0
		0.18	0.54	0.18	0.54	0.18
		0.54	0.54	0	0.36	0.18
		0.36	0.36	0.27	0.36	0.36
		0.36	1.08	1.08	0.36	1.08
		0				
		0.18	0.18	0	0	0
		1.26	2.7	1.53	1.62	1.8

II Numaralı Konsept Seçilmiştir.