

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

MM 409 MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ LABORATUVARI I

2012/2013 1. DÖNEM

DERS İÇERİĞİ

Öğrencilere, makine mühendisliğinin statik, dinamik, mukavemet, malzeme, kontrol ve ölçme alanlarında deneyler yaptırılması. Verilecek temel makina mühendisliği konuları doğrultusunda, gruplar halinde öğrenciler deney düzeneğinin tasarımını, kurulmasını ve kalibrasyonunu gerçekleştirecek ve belirli sistem parametreleri için deneyler yapacaktır. Her deneysel çalışma için ayrıntılı rapor hazırlanacak ve sunulacaktır.

DEVAM MECBURİYETİ

Deneylere katılım en az % 80 olup, yapılacak toplam 6 (altı) deneyin **en az 5 (beş)**'ine girmek zorunludur.

DERS BAŞARI NOTU

- Her Deney Eşit Ağırlıktadır. **Yıl Sonu Ders Başarı Notu Deney Notlarının Ortalamasından Oluşmaktadır.**
- Deney Notu = $0,4 \cdot (\text{Küçük Yazılı Sınav Notu (Quiz)} + \text{Deneyin Yapılışı Notu}) + 0,6 \cdot (\text{Deney Ön Raporu Notu} + \text{Deney Ana Raporu Notu})$

DERS KİTABI

J. P. Holman, Experimental Methods for Engineers, Seventh Edition, Mc-Graw Hill, 2001.

KULLANILABİLECEK DİĞER LİTERATÜRDEN ÖRNEKLER

- Cobb, G.W., Introduction to design and analysis of experiments, Springer, 1998.
- Montgomery, D.C., Design and analysis of experiment, 4th ed., John Wiley and Sons, 1997.
- Beckwith T.G. et al., Mechanical measurements, Addison-Wesley, 1995.

DERS SORUMLULARI

Öğr. Gör. Dr. Sinan KILIÇARSLAN (NÖ-01)
Öğr. Gör. Dr. Tunç APATAY (İÖ-01)

DENEY KOORDİNATÖRÜ

Arş.Gör. Dr. Tolga DEMİRCAN

DENEYLERDE UYGULANACAK ESAS VE KURALLAR

1. Toplam deney sayısı 6 (altı) olup deneylerden **en az 5 (beş)**'ine girmek zorunludur. Aksi takdirde öğrenci dersten başarısız sayılacaktır.
2. Deneylere katılmak için aşağıdaki hususlara dikkat edilmelidir:
 - a. Laboratuvarlara yalnız deneyi yapan öğrenciler girecektir.
 - b. Deneye zamanında gelinmelidir. Geç gelenler deneye alınmayacaktır.
 - c. İlan edilen deney grubuyla ve ilan edilen gün ve saatte deneye girilecektir.
 - d. Her öğrenci deneye ilgili deney föyü ile gelecektir. Deney föyü olmayan öğrenci deneye alınmayacaktır. Föyler, deney grupları ve deneylerle ilgili diğer bilgiler Bölüm internet sitesininin (<http://mf-mm.gazi.edu.tr/>) **Duyurular** kısmından indirilmeli ve deney föylerinin çıktısı önceden alınıp deneylere getirilmelidir.
 - e. Laboratuvarlarda bulunan fakat yapılan deneyle ilgisi olmayan diğer cihazlara dokunulmayacaktır.
 - f. Deney sırasında sorumlu araştırma görevlisi'nin uygulayacağı kurallara tam olarak uyulacaktır.

Yukarıda belirtilen şartlara uyulmadığı takdirde öğrenci o deneyden başarısız sayılacaktır.

3. Tüm deneylerin öncesinde deneyin yapılışı ile ilgili elle yazılmış **Ön Rapor** hazırlanacaktır. Bu ön rapor deney başlamadan önce, deneyden sorumlu Araştırma Görevlisine teslim edilecektir. Ön raporu teslim etmeyen öğrenci deneye alınmayacaktır. Bu ön rapor, sırasıyla aşağıdaki konu başlıklarını içerecek şekilde olmalıdır.

- Kapak sayfası
- İçindekiler
- Semboller
- Özet
- Giriş
- Teori ve veri toplama işlemi
- Cihazlar
- Deneyin yapılışı

4. Deney öncesi föylerin dikkatlice okunmuş ve tam olarak anlaşılmış olması gerekmektedir. Tüm deneylerin öncesinde sorumlu araştırma görevlisi tarafından deneyle ilgili küçük yazılı bir

sınav (quiz) yapılacaktır.

5. Öğrencilere deneyin yapılışı ana hatlarıyla (cihazların tanıtımı, ölçülecek değerler, dikkat edilecek hususlar vb.) anlatılacak ve deneyi öğrencilerin kendilerinin yapması istenilecektir. Yapılacak olan **yazılı sınavdan (quiz)** ve **deneyin yapılışından** alınacak not deney notunun % **40'**ını oluşturacaktır.
6. Deney **Ana Raporları** şahsi olarak hazırlanacaktır ve deneyi yaptıran Araştırma Görevlisi'ne imza karşılığında ve en geç deneyin yapılışını takip eden Pazartesi günü **saat 12:00'a** kadar teslim edilecektir. Zamanında teslim edilmeyen deney raporlarından öğrenci başarısız sayılacaktır. Bu ana rapor, sırasıyla aşağıdaki konu başlıklarını içerecek şekilde olmalıdır.
 - Ölçüm sonuçları ve istenen hesaplamalar
 - Tartışma ve sonuç
 - Tablolar
 - Şekiller
 - Deney cihazları
 - Sonuçlar
 - Referanslar
 - Ek
7. **Ön Rapor ve Ana Rapordan** alınacak notların toplamı, Deney Notunun % **60'**ını oluşturacaktır.

DENEYLERİN SORUMLULARI VE YAPILACAĞI LABORATUVARLAR

DENEY 1-A: MÜHENDİSLİKTE İSTATİSTİKSEL YÖNTEMLER

B: ATALET MOMENTİNİN BELİRLENMESİ

SORUMLU : Arş.Gör. Mustafa ALPTEKİN (Oda No: Isıl Güç Laboratuvarı)

DENEYİN YAPILACAĞI LAB. : Mekanizmalar ve Makine Dinamiği Laboratuvarı

DENEY 2: ANKASTRE KİRİŞLERDE GERİNİM ÖLÇÜMLERİ

SORUMLU : Arş.Gör. M. Akif AKDOĞAN (Oda No: 449)

DENEYİN YAPILACAĞI LAB. : Mekanik ve Mukavemet Laboratuvarı

DENEY 3: KESME HIZININ YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ

SORUMLU : Arş.Gör. Alper SOFUOĞLU (Oda: Metroloji ve Toz Metalurjisi Laboratuvarı)

DENEYİN YAPILACAĞI LAB. : Takım Tezgahları Laboratuvarı

DENEY 4: MALZEMELERDE ELASTİSİTE VE KAYMA ELASTİSİTE MODÜLLERİNİN EĞME VE BURULMA TESTLERİ İLE BELİRLENMESİ

SORUMLU : Arş.Gör. Nazım BABACAN (Oda: Mekanik ve Mukavemet Laboratuvarı)

DENEYİN YAPILACAĞI LAB. : Mekanik ve Mukavemet Laboratuvarı

DENEY 5: HARMONİK KUVVETLE ZORLANMIŞ SÖNÜMSÜZ SİSTEMİN TİTREŞİMİ

SORUMLU : Arş.Gör. Abdurrahim DAL (Oda No: Otomatik Kontrol Laboratuvarı)

DENEYİN YAPILACAĞI LAB. : Mekanizmalar ve Makine Dinamiği Laboratuvarı

DENEY 6: SİSTEMLERİN DİNAMİK TEPKİLERİNİN BELİRLENMESİ

SORUMLU : Arş.Gör. Tamer ÇALIŞIR (Oda No: Isıl Güç Laboratuvarı)

DENEYİN YAPILACAĞI LAB. : Mekanizmalar ve Makine Dinamiği Laboratuvarı

DENEY KOORDİNATÖRÜ

Arş. Gör. Dr. Tolga DEMİRCAN (Oda No: 406)

MM 409 MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ LABORATUVARI I
2012/2013 I. Dönem Deney Grupları (NÖ - İÖ)

GRUP 1

051150013	MEHMET YİĞİT CAVDAR O.
051150034	AHMET İŞLER
051150811	ÖZGÜN GÜNAY
061150024	EMRAH ÇELİK
061150027	ÇAĞLAR DAYAN
061150050	MEHMET SAMET KÖYMEN

GRUP 2

061150089	ENES İNAN
071150056	ARDA ÖNER
071150057	ERGÜN ÖRS
071150076	BURAK VARİCİ
071155033	MEHMET MEYDAN
071155048	MUSTAFA GÜRKAN YILDIRIM

GRUP 3

081150011	RÜYA AYDIN
081150013	YASİN AYKURT
081150017	HAYATİ BOZBIYIK
081150023	ALİ CAN CENGİZ
081150030	YÜKSEL ÇERÇİ
081150031	SEMİH ÇINAR

GRUP 4

081150033	ERSİN DÖNMEZBİLEK
081150034	AHMET ANIL ERDOĞAN
081150035	ERCAN EREN
081150047	VOLKAN KAYA
081150048	UBEYDE KIR
081150049	UĞUR KIZILÖZ

GRUP 5

081150051	İLKER YASİN KORKMAZ
081150055	ONAT ÇAĞATAY MUŞTA
081150057	SERKAN OKAN
081150058	ERHAN ÖĞÜT
081150060	FURKAN ÖZDEMİR
081150064	MURAT PEHLİVANOĞLU

GRUP 6

081150066	SERDAR PİRSELİMOĞLU
081150067	HASAN ALİ SAVAŞ
081150071	ERDİNÇ SÜMER
081150073	SÜLEYMAN ŞAHİN
081150081	BAHAR TOYGAR
081150083	OSMAN TUNÇ

GRUP 7

081150085	ZEYNEL EREN TUTAR
081150089	ABDULLAH YAVUZ
081150091	FATİH HÜSREV YILDIZ
081150501	CAFER ALKAN
081150508	ZELKİF TANSEL
081155004	YUSUF AKSOY

GRUP 8

081155006	BURAK AKYAKA
081155007	TAYLAN ALINCAK
081155010	İSMAİL BURAK ATAÇ
081155015	GÖZDE BAYKUŞ
081155017	HASAN BÖLÜKBAŞI
081155022	UĞUR GÖRKEM ÇAKICI

GRUP 9

081155028	BURAK DELİCE
081155030	EKREM DEMİRCİ
081155032	OĞUZ DİKİCİ
081155056	METİN KAYA
081155058	YUSUF KIZILKOCA
081155071	GÖKHAN OKSAK

GRUP 10

081155073	ÖZGE ÖZCAN
081155089	H. FEHMİ YAVUZ YALÇINKAYA
091150001	GÜLNUR AÇIKGÖZ
091150002	CİHAN AYDIN AĞDAŞ
091150005	MUHAMMET ALTUN
091150009	SERKAN ARSLAN

GRUP 11

091150013	SAMET GÖRKEM BAYBÖRÜ
091150019	İLTERİŞ MUSTAFA BÜYÜK
091150021	UĞUR CAN COŞKUN
091150024	MEHMET ÇELİK
091150029	BİRKAN DAĞ
091150031	GÖKÇE DEDE

GRUP 12

091150033	SÜMEYRA DİLEKCAN
091150034	HALİM DİNCER
091150036	İSMAİL EROL
091150037	ŞİNASİ GEZGEN
091150039	NAZ GÜVEN
091150041	REYHAN DENİZ KALELİOĞLU

GRUP 13

091150043	ENES MUHAMMED KAPLAN
091150047	AHMET CAN KARAGÖZ
091150048	SEÇİL KAYATURAN
091150053	ALİ KÜÇÜKALTUN
091150054	GAMZE MERT
091150055	SAFA OĞHAN

GRUP 14

091150058	MUSTAFA ÖZ
091150064	BULUT POLAT
091150067	ANIL SERDAR
091150068	MURAT SERİMOĞLU
091150070	GÖKTUĞ ŞAHBAZOĞLU
091150071	MEHMET CANER ŞAHİN

GRUP 15

091150075	NAZİF EMRE TEKİNDUR
091150076	ÖMER TİRYAKİ
091150077	TOLGA TOKGÖZ
091150082	YASIN ULUÇAM
091150083	CELİL ENES UYGUN
091150087	AVNİ BURAK YENİCE

GRUP 16

091150088	ÖMER FARUK YILDIZ
091150091	İHSAN AHMET YÜKSEL
091150092	CİHAN ÖMER ZEYDAN
091150095	AZAT NURGELDIYEV
091155006	OĞUZHAN AKSOY
091155008	ERÇİN ERDİ AKTAŞ

GRUP 17

091155021	ALİ BAYRAK
091155030	DİDEM CEBECİOĞLU
091155036	OĞUZ DEMİRTAŞ
091155038	OSMAN ALP DİLSİZ
091155040	FERMAN DUMAN

GRUP 18

091155042	ALİ EVSİLE
091155068	MEHMET SERTAÇ ÖZEŞER
091155069	HASAN GÖKTUĞ ÖZSARI
091155078	FETHULLAH TEMEL
091155080	DAMLA TOPÇU

GRUP 19

091155082	MERT ÇAĞLAR TURĞUT
101150047	İLKEM HIRTISLI
101150506	BURAK KURBAN
101150510	EMRAH DOĞAN
121150901	Taha ÖZEL

GRUP 20

051155025	ABDULLAH KARA
061155016	AHMET SERCAN GAZİTEPE
061155029	SERKAN ORAL
071150043	BAYRAM KALENDER
071155020	ÖZGÜR EKİN FELEK
071155022	ADEM GÜLAL

GRUP 21

071155032	MURAT LAÇIN
081150006	ÖMER CAN AŞAN
081150012	TUNAHAN AYDOĞAN
081150014	MEHMET EMİN BADIR
081150016	AYDIN BEKTAŞ
081150020	MELİH CAN

GRUP 22

081150022	RECEP CANDAN
081150024	ARİF SEFA CÖMERT
081150025	UĞUR ÇAKIR
081150028	MESUT ÇELİK
081150029	CİHAN BERK ÇEMBERCİ
081150032	ALP DİNÇER

GRUP 23

081150036	ERTUĞRUL HASAN ERGELEN
081150038	ONUR GÖKÇE
081150042	SERKAN CAN GÜNTÜRKÜN
081150061	ELİF DENİZ ÖZKAN
081150072	HAKAN ŞAHİN
081150074	EREN ŞALT

GRUP 24

081150079	AKİF TAŞKIN
081150082	ÖZGÜR TUNCEL
081150084	SEBAHATTİN TURAN
081150505	ÇAĞRI KINALI
081155003	ASLAN AKKILIÇ
081155013	BUĞRA AYVAZOĞLU

GRUP 25

081155016	GÜRHAN BEKAR
081155020	DUYGU CEYLAN
081155021	TUĞÇE ŞAHİN
081155023	EMRE ÇEKİÇ
081155027	FATİH DADAK
081155034	MUSTAFA DOĞRUEL

GRUP 26

081155036	EMRE DÖNÜŞ
081155039	ZAFER ELMAS
081155041	TAYLAN ERDEM
081155051	ÜMİT MUFİT GÜZEY
081155060	EMRE KOÇOĞLU
081155062	EVİRİM KOYUK

GRUP 27

081155067	EREN LAYIK
081155069	MÜŞERREF MERCAN
081155072	AYTAÇ ÖKSÜZ
081155075	ENES ÖZKAN
081155076	OĞUZ ÖZKOÇAK
081155077	CEM ÖZMEN

GRUP 28

081155080	ABDÜLKADİR SARIBAY
081155083	MAHİR ONUR ŞENER
081155084	MUSTAFA ŞENGÜL
081155085	CEVAT MÜBAREK TARHAN
081155086	ZEYNEL TERLEMEZOĞLU
081155087	NURİ MERT TUZCU

GRUP 29

081155090	BİKEM YAZICI
081155091	BURAK YAZICI
081155092	FATİH YILDIZ
081155098	ONUR YİĞİT
091150010	ANIL GİZAY ATAY
091150012	KORAY BAL

GRUP 30

091150014	ERKAN BAYIR
091150020	SERKAN CİHANGİR
091150026	AHMET ÇAĞKAN ÇEVİK
091150030	ENİS DOĞAN DAĞDEMİR
091150032	GÖRKEM DEMİR
091150038	MERT GÜLEYEN

GRUP 31

091150063	AYŞE DİLEK ÖZKAN
091150066	ERDİNÇ SAVCI
091150069	CENGİZ SEVİL
091150084	GÜLİZ UZUNALLI
091150089	REHA YILMAZLAR
091150098	BERK AKTUĞ

GRUP 32

091155004	MUHAMMED SAİD AKÇAY
091155005	OĞULCAN AKGÜN
091155017	TAHİR BAKİ
091155019	BAHADİR BAŞARAN
091155020	TOLGA BAŞLAK
091155023	KUTAY BEYAZGÜL

GRUP 33

091155027	ONUR BOZKUŞ
091155029	PELİN CABADAĞ
091155035	SEFA DEMİRSOY
091155043	ARDA GERDAN
091155052	BAHADİR HAKTAN KAYA
091155055	ADEM KETEN

GRUP 34

091155057	BİLGE KAĞAN KIZILSU
091155058	EYUP KOÇAK
091155060	AYKUT KURBAN
091155062	ABDULLAH EMİN MUMCUOĞLU
091155063	HAMDİ HAKAN MUTAF
091155074	HAKAN SOLMAZ

GRUP 35

091155075	KAAN SOYER
091155079	BERKE TEZEREN
091155081	AHMET YAĞIZ TUNCEL
091155088	SERTAÇ YILDIRIM
091155089	BATUHAN UTKU YILMAZ
101155503	YAĞMUR KURT

MM 409 MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ LABORATUVARI I
2012/2013 1. DÖNEM DENEY PROGRAMI (NÖ ve İÖ)

D1-A. MÜHENDİSLİKTE İSTATİSTİKSEL YÖNTEMLER							
D1-B. ATALET MOMENTİNİN BELİRLENMESİ							
SAAT	02 KASIM CUMA	09 KASIM CUMA	16 KASIM CUMA	23 KASIM CUMA	30 KASIM CUMA	07 ARALIK CUMA	14 ARALIK CUMA
13:30	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7
14:15	G8	G9	G10	G11	G12	G13	G14
15:00	G15	G16	G17	G18	G19	G20	G21
15:45	G22	G23	G24	G25	G26	G27	G28
16:30	G29	G30	G31	G32	G33	G34	G35

D2. ANKASTRE KİRİŞLERDE GERİNİM ÖLÇÜMLERİ							
SAAT	02 KASIM CUMA	09 KASIM CUMA	16 KASIM CUMA	23 KASIM CUMA	30 KASIM CUMA	07 ARALIK CUMA	14 ARALIK CUMA
13:30	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G1
14:15	G9	G10	G11	G12	G13	G14	G8
15:00	G16	G17	G18	G19	G20	G21	G15
15:45	G23	G24	G25	G26	G27	G28	G22
16:30	G30	G31	G32	G33	G34	G35	G29

D3. KESME HIZININ YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ							
SAAT	02 KASIM CUMA	09 KASIM CUMA	16 KASIM CUMA	23 KASIM CUMA	30 KASIM CUMA	07 ARALIK CUMA	14 ARALIK CUMA
13:30	G3	G4	G5	G6	G7	G1	G2
14:15	G10	G11	G12	G13	G14	G8	G9
15:00	G17	G18	G19	G20	G21	G15	G16
15:45	G24	G25	G26	G27	G28	G22	G23
16:30	G31	G32	G33	G34	G35	G29	G30

D4. MALZEMELERDE ELASTİSİTE VE KAYMA ELASTİSİTE MODÜLLERİNİN EĞME VE BURULMA TESTLERİ İLE BELİRLENMESİ							
SAAT	02 KASIM CUMA	09 KASIM CUMA	16 KASIM CUMA	23 KASIM CUMA	30 KASIM CUMA	07 ARALIK CUMA	14 ARALIK CUMA
13:30	G4	G5	G6	G7	G1	G2	G3
14:15	G11	G12	G13	G14	G8	G9	G10
15:00	G18	G19	G20	G21	G15	G16	G17
15:45	G25	G26	G27	G28	G22	G23	G24
16:30	G32	G33	G34	G35	G29	G30	G31

D5. HARMONİK KUVVETLE ZORLANMIŞ SÖNÜMSÜZ SİSTEMİN TİTREŞİMİ							
SAAT	02 KASIM CUMA	09 KASIM CUMA	16 KASIM CUMA	23 KASIM CUMA	30 KASIM CUMA	07 ARALIK CUMA	14 ARALIK CUMA
13:30	G5	G6	G7	G1	G2	G3	G4
14:15	G12	G13	G14	G8	G9	G10	G11
15:00	G19	G20	G21	G15	G16	G17	G18
15:45	G26	G27	G28	G22	G23	G24	G25
16:30	G33	G34	G35	G29	G30	G31	G32

D6. SİSTEMLERİN DİNAMİK TEPKİLERİNİN BELİRLENMESİ							
SAAT	02 KASIM CUMA	09 KASIM CUMA	16 KASIM CUMA	23 KASIM CUMA	30 KASIM CUMA	07 ARALIK CUMA	14 ARALIK CUMA
13:30	G6	G7	G1	G2	G3	G4	G5
14:15	G13	G14	G8	G9	G10	G11	G12
15:00	G20	G21	G15	G16	G17	G18	G19
15:45	G27	G28	G22	G23	G24	G25	G26
16:30	G34	G35	G29	G30	G31	G32	G33

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ**

MM 409 MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ LABORATUVARI I

DENEY RAPORU HAZIRLAMA KURALLARI

Deney raporları, teknik olan ve olmayan kişiler tarafından kolaylıkla takip edilebilecek standart bir formatta hazırlanmalıdır. Yazım esnasında aşağıdaki hususlara uyulması böyle bir format sağlamaya yeterli olacaktır:

- Rapor el yazısı ile hazırlanmalıdır.
- Kağıdın tek tarafı kullanılmalıdır.
- Sayfalar başlık sayfasından başlayarak numaralandırılmalıdır. Şekil, Tablo ve denklemler de kendi içlerinde ayrıca numaralandırılmalıdır.
- Raporun sunuş sırası aşağıdaki gibi düzenlenmelidir:

ÖN RAPOR	{	<ul style="list-style-type: none">- Kapak sayfası- İçindekiler- Semboller- Özet- Giriş- Teori ve veri toplama işlemi- Cihazlar- Deneyin yapılışı
ANA RAPOR	{	<ul style="list-style-type: none">- Ölçüm sonuçları ve istenen hesaplamalar- Tartışma ve sonuç- Tablolar- Şekiller<ul style="list-style-type: none">a) Deney cihazlarıb) Sonuçlar- Referanslar- Ek

Not 1: Tüm deneylerin öncesinde yukarıda belirtilen ilgili konu başlıklarını içeren, elle yazılmış bir **Ön Rapor** hazırlanacaktır. Bu ön rapor deney başlamadan önce, deneyden sorumlu Araştırma Görevlisine teslim edilecektir. Ön raporu teslim etmeyen öğrenci deneye alınmayacaktır.

Not 2: Yukarıda belirtilen ilgili konu başlıklarını içeren, elle yazılmış bir **Ana Rapor** deney sonrasında hazırlanacaktır. Bu rapor deneyi yaptıran Araştırma Görevlisi'ne imza karşılığında ve en geç deneyin yapılışını takip eden Pazartesi günü saat **12:00'a** kadar teslim edilecektir. Zamanında teslim edilmeyen deney raporlarından öğrenci başarısız sayılacaktır.

Not 3: Ön Rapor ve Ana Rapor, deneyden sorumlu Araştırma Görevlisi tarafından birleştirilerek, **Deney Raporu** olarak değerlendirilecektir.

Kapak Sayfası:

Kapak sayfasında deneyin adı, deneyin numarası, raporu hazırlayan öğrencinin adı ve öğrenci numarası, deneyin yapılış tarihi ile raporun sunuş tarihi, grup numarası ve grup üyelerinin tamamının adları ve numaraları, deney sorumlusunun adı ve deneyin yapıldığı kurumun adı yazılmalıdır. Kapak sayfası hazırlanırken aşağıdaki şekilde verilen formata tam olarak uyulmalıdır.

MÜHENDİSLİKTE İSTATİSTİKSEL YÖNTEMLER
DENEY NO: 1
HAZIRLAYAN (Adı Soyadı) (Öğrenci No)
Deney Yapılış Tarihi: Rapor Sunuş Tarihi:
Grup No: ... Grup Üyeleri: (Öğrenci No Adı Soyadı)
DENEY SORUMLUSU (Adı Soyadı)
GAZİ ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

İçindekiler:

Bu bölümde, raporun içeriği sayfa numaralarıyla başlıklar halinde belirtilmelidir.

Semboller:

Raporda bulunan tüm semboller ve birimleri bu bölümde açıklanmalıdır. Semboller önce Latin (a,b,...,z) sonra Grek (α , β , ...) alfabelerine göre alfabetik sırada olmalıdır.

Özet:

Çalışmanın önemli özelliklerinin kısa açıklaması 50-100 kelimeyle bu bölümde yapılır.

Giriş:

Giriş, raporlanan çalışmanın çatısının belirtildiği kısımdır. O nedenle giriş kısmında aşırıya kaçmadan gereken bilgiler verilmelidir. Böylece okuyucu, konuyu hatırlamış veya konuya yakınlık kazanmış olacaktır. Ayrıca giriş bölümünde deneyin yapılış nedeni, nereye varılmak

istendiği belirtilmelidir. Son olarak giriş bölümünde deneyin özellikleri ve konuyu tamamlayıcı diğer bilgiler verilir. Giriş bölümüne hiçbir sonuç eklenmemelidir.

Teori ve veri toplama işlemi:

Yapılan hesapların veya karşılaştırmaların teorik temeli bu bölümde verilir. Temel bağıntılardan ve yapılan kabullerden başlanarak son ifadelerin elde edilişi açıklanır. Denklemler görüldükleri sıraya göre numaralandırılmalıdır. Temel hesaplamalar için gerekli olandan daha fazla denklem ve denklem türetme işlemleri bu bölümde değil Ek'te verilmelidir.

Cihazlar:

Deneyde kullanılan cihazların açıklamaları ve özellikleri bu bölümde verilir. Cihaz şekilleri raporun arkasında bulunan Şekiller başlıklı kısma eklenmelidir. Cihazların yalnızca şekillerini ekleyip “deneyde kullanılan cihazlar Şekil 2’de görülmektedir” gibi bir ifade yeterli değildir.

Deneyin yapılışı:

Deneyin yapılışı detaylı ve açık olarak bu bölümde anlatılmalıdır. Anlatım sırasında cihaz şekillerine, numaraları belirtilerek atıf yapılabilir.

Ölçüm sonuçları ve istenen hesaplamalar:

Ölçüm sonuçları tablo ve/veya grafik şeklinde sunulmalıdır. Sonuçlar genellikle iki kısımdır: Teorik bağıntılar deneye uygulandığında elde edilen sonuçlar ve deneyde elde edilen sonuçlar. Sonuçların hassasiyeti araştırılmalı mümkünse sapmaları, ortalama sapmaları, dağılım eğrileri tablolarda belirtilmelidir. Tablolar hazırlanırken her ölçüm için hesap yapmak yerine örnek olarak seçilen bir değer için yapılan hesaplamalar detaylı olarak açıklanmalı, diğer ölçüm değerleri için yapılan hesaplamaların yalnızca sonuçları verilmelidir.

Tartışma ve sonuç:

Tartışma bölümünde, Giriş’te belirtilen amaçlara ne kadar ulaşıldığına dikkat edilmelidir. Amaçlara nasıl ulaşıldığı, ulaşılamadı ise hangi durumlarda ve neden ulaşılamadığı açıkça belirtilmelidir. Eğer amaç ile sonuç arasında çok açık fark varsa bunun nedenini ölçümün tabiatına ve kabullere yüklemekten önce gözden kaçan olası hatalar araştırılmalıdır. Bir cümle ile sonuç açıkça belirtilmelidir.

Tablolar:

Tablo olarak sunulacak tüm değerler bu bölüme konacaktır. Her tabloya bir numara verilmeli ve isimlendirilmelidir.

Şekiller:

Grafikler, fotoğraflar, cihazların şematik gösterimleri bu bölümde bulunur. Bütün şekillere numara ve isim verilmelidir. Aynı grafik üzerinde birden fazla çizim bulunacaksa herbir eğrinin hangi verilere karşılık geldiği yazılmalıdır.

Referanslar:

Deney sırasında faydalanılan ve raporda belirtilen referanslar (kitap, makale, tez) aşağıdaki verilen formatta belirtilmelidir.

Kitaplar : Kitabın yazarı, başlığı, baskı no, yayıncı, yılı, kullanılan sayfalar.
Makaleler : Makalenin yazarı, başlığı, yayınlandığı dergi, cilt no, sayı no, sayfa noları yıl.
Tez : Tezin yazarı, başlığı, derecesi, üniversite, bölüm, yılı.

Ek:

Ana raporda bulunması gereksiz olan ama konunun detayı için sunulmasında fayda görülen hususlar ekte verilir. Örneğin; özel denklemlerin elde edilişi ve denklemlerin çözüm şekilleri, teorinin detaylı olarak açıklanması gibi.

DENEY 1-A MÜHENDİSLİKTE İSTATİSTİKSEL YÖNTEMLER

1. AMAÇ

Deneyin amacı, istatistiksel yöntemlerin düzensiz davranış gösteren oluşumlara uygulanmasını göstermektir. Çap ve motor devri sayısı ölçülerek alınacak, elde edilen verilerin istatistiksel analizi yapılacaktır.

2. TEORİ

Deney ile ilgili teorik bilgiler aşağıda verilen kaynaklardan alınabilir :

- MM 324 ders notları
- Kural O., Notes On Instrumentation & Measurement, METU , Ankara , 1981 , pp 1-28
- Schenk II. Jr., Theories Of Engineering Experimentation, 2nd ed., McGraw – Hill, NY, 1968, pp 12-44
- Hollmann, J. P., Experimental Methods For Engineers, 6th ed., McGraw – Hill,

3. YÖNTEM

Deneyde ve deney sonuçlarının değerlendirilmesinde uygulanacak yöntem aşağıda verilmiştir:

- Boyut belirlenmesi ile ilgili deneylerde her grup en az yirmibeş ölçüm olacaktır.
- Motor devri sayısı ölçümünde her grup en az sekiz ölçüm olacaktır.
- Ölçümlerin ortalama değerini ve standart sapmalarını hesaplayınız.
- Chauvenet Kriteri'ni uygulayarak atılacak veri varsa belirleyiniz.
- Chauvenet Kriteri'ni uyguladıktan sonra ortalama değer , standart sapma , mod ve medianı hesaplayınız.
- Frekans ve göreceli frekans diyagramlarını aynı grafik üzerinde çiziniz.
- Ortalama değeri ve standart sapması aynı olan Normal Dağılım (Gaussian) eğrisini çiziniz. Frekans ve göreceli frekans diyagramları ile normal dağılım eğrisini, farklılıkları görebilmek için aynı ölçekli çiziniz.
- χ^2 (Chi-square) testini uygulayınız.
- Elde edilen dağılımın Normal Dağılımı verme olasılığını gösteriniz. Normal Dağılım' dan sapma miktarının istatistiksel önemini vurgulayınız.
- Ölçülen büyüklükleri (çap ve dönme hızı), belirsizlikleri ile birlikte ifade ediniz. (belirsizlikleri gerekli ise yuvarlatınız).

Ortalama Değer : $x_m = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$

Standart Sapma : $\sigma_m = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - x_m)^2}$

Mode : En sık tekrar eden veridir.

Median : Veriler küçükten büyüğe sıralandığı zaman ortada kalan değerdir. (Çift veri sayısında orta iki değer ortalama alınır.)

Normal Dağılım : $P(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-x_m)^2}{2\sigma^2}}$

Chi-Kare Testi : Bulunan değer ile hipotez kabul veya red edilir.

Toplam Chi-Kare Değeri:
$$X^2 = \sum_{i=1}^n \left[\frac{(O - E)^2}{E} \right]$$

O : Gözlenen Değer , E : Beklenen Değer

Serbestlik Derecesi : F = n-k

F : serbestlik derecesi, n : gözlem sayısı, k : limitlerin sayısı

Örnek:

	Palto Giyen	Mont Giyen	Yağmurluk Giyen
Erkek	5	10	11
Bayan	7	9	7

Yukarıdaki veri seti için F = 6-3 = 3 olur

Toplam Chi-Kare değeri ve Serbestlik değeri için tablodan kritik değer okunur, bu değer toplam Chi-Kare değerinden büyük olursa hipotez red edilir.

4. CİHAZ VE GEREÇLER :

Deneylerde aşağıdaki cihazlar kullanılacaktır.

- 0-25 mm ölçme kapasiteli, 0.01 mm hassasiyetli mikrometre (Şekil 1) .
- Dijital takometre (Şekil 2) .
- Çap ölçümünde aynı malzemeden kesilmiş silindirik numuneler ve hız ölçümünde elektrik motoru kullanılacaktır.



Mikrometre



Dijital Takometre

DENEY 1-B

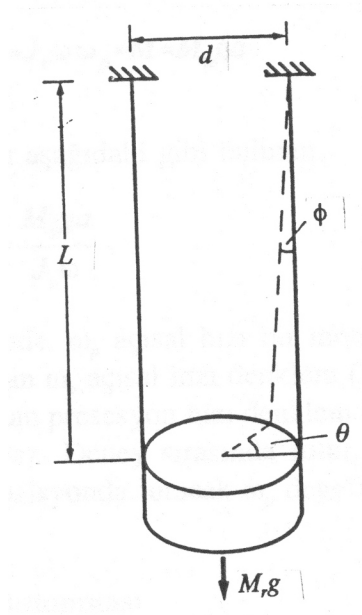
ATALET MOMENTİNİN BELİRLENMESİ

1.GİRİŞ

Kolonlar, kirişler gibi yapısal elemanlarla, makina parçalarının tasarımında atalet momentinin önemli bir yeri vardır. Örneğin α açısal ivmesiyle dönen bir cisme etkiyen net moment cismin açısal ivmesiyle doğru orantılıdır ve orantı sabiti de atalet momentidir. (Newtonun hareket denklemi $\sum M = I\alpha$) . “I” atalet (eylemsizlik) momenti, dönme eksenine, cismin şekline ve büyüklüğüne bağlıdır.

2. TEORİ

2.1 Rotor Atalet Momentinin Bulunması



Şekil 2.1 Çift Telli Sarkaç

Jiroskop rotorunun atalet momenti Şekil 2.1 de görülen çift telli sarkaçtan yararlanarak bulunabilir. Rotor kütlesi M_r , tellerin uzunluğu L ve aralarındaki mesafe d olsun. Her bir teldeki gerilme kuvveti $M_r g/2$ dir. Rotor, dikey eksen etrafında küçük bir θ açısı kadar döndürülürse, teller düşeyden ϕ açısı kadar ayrılır. Eğer her iki açı küçük ise, $L\phi = d\theta/2$ yazılabilir. Her bir teldeki gerilme kuvvetinin yatay bileşeni F_r ,

$$F_r = \frac{M_r g \sin \phi}{2} = \frac{M_r g \phi}{2} \quad (2.1)$$

olarak ifade edilebilir. Eğer $\phi = d\theta/2L$ yerine koyulursa,

$$F_r = \frac{M_r g d \theta}{4L} \quad (2.2)$$

elde edilir. Dolayısıyla rotoru denge konumuna geri getirmeye çalışan moment M_g ,

$$M_g = F_r d = \frac{M_r g d^2 \theta}{4L} \quad (2.3)$$

olur. Sistemin hareket denklemi ise,

$$J_r \ddot{\theta} + \frac{M_r g d^2}{4L} \theta = 0 \quad (2.4)$$

şeklindedir. Bu denklem, basit harmonik bir hareketi tanımlar. Bu hareketin periyodu T ise

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{4J_r L}{M_r g d^2}} \quad (2.5)$$

olarak ifade edilebilir. Bu ifadeden atalet momenti J_r çözümlerse,

$$J_r = \frac{M_r g d^2 T^2}{16\pi^2 L} \quad (2.6)$$

elde edilir.

3. CİHAZLAR

Atalet momentini bulmak için bir rotor kullanılarak çift telli bir sarkaç oluşturulmuş ve bu sarkaç aparatın taban plakasına monte edilmiştir. Atalet momenti bulunurken bu sarkaç bir kola asılmakta, torsiyon salınımlarının periyodu bir kronometreyle belirlenmekte ve denklem (2.6)' a göre atalet momenti bulunmaktadır.

4. DENEYİN YAPILIŞI

Atalet Momentinin Belirlenmesi

Yedek rotoru kliplerden çıkarın; askı kolunu dışarı döndürün; rotoru Şekil 2.1 de görüldüğü gibi sallandırın ve denge durumuna getirin. Sonra, rotoru düşey eksen etrafında yaklaşık 10° kadar döndürün ve serbest bırakın. Bir kronometre yardımıyla rotorun 50 salınımı için geçen süreyi tutun. Tellerin boyunu (L) ve arasındaki mesafeyi (d) ölçün. Kullanılan düzenek için $L=0.53\text{ m}$, $d=0.073\text{ m}$ dir. Rotor kütlesi ise $M_r=1.09\text{ kg}$ dır. İşiniz bittiğinde asma kolunu tekrar geri döndürün ve rotoru klip yuvasına yerleştirin.

Elde edilen değerleri kullanarak denklem (2.6) dan atalet momentini hesaplayın.

DENEY 2

ANKASTRE KİRİŞLERDE GERİNİM ÖLÇÜMLERİ

1. AMAÇ

Ankastre olarak mesnetlenmiş bir kiriş üzerine yapıştırılan gerinim ölçerlerle (strain gauge) kiriş üzerinde belirli bir noktada gerinim değerinin ölçülmesidir.

2. TEORİ VE CİHAZLAR

Strain Gauge: Üç boyutlu bir malzemede şekil değiştirme her üç boyutta birden meydana gelir. Böyle bir malzemenin direncinin değişimi incelendiğinde hangi ekseninde ne büyüklükte deformasyon olduğunu anlamak imkansızdır. Ayrıca malzemenin boyutları büyükse parça üzerinden doğrudan ölçüm de imkansızlaşmaktadır. Bu nedenlerden dolayı istediğimiz bir ekseninde ölçüm yapabileceğimiz yardımcı bir alete ihtiyacımız vardır. Bu amaçla gerinim ölçerler kullanılmaktadır.

Gerinim ölçerler ilk olarak 1856 yılında Lord Kelvin'in yapmış olduğu bir gözleme dayanırlar. Lord Kelvin bakır ve demir tellerin, çekme yüklerinin etkisi altında, dirençlerinin arttığını gözlemlemiştir. Ayrıca aynı yük altında demir telin direncindeki artışın, bakır teldeki artıştan daha büyük olduğunu tespit etmiştir. Daha sonra Lord Kelvin Wheatstone köprüsü kullanarak direnç değişikliğini ölçmüştür. Bir dizi ölçümden sonra da, gerinim ile direnç arasındaki ilişkiyi bulmuş ve her malzemenin farklı hassasiyete sahip olduğunu tespit etmiştir.

Gerinim ölçer elastik bir taşıyıcı üzerinde bulunan birbirine paralel bağlantılı ince tellerden oluşur. Gerinim ölçer gerinimi ölçülecek olan malzemenin üzerine yapıştırılır. Malzemeye uygulanacak yüklerle doğru orantılı olarak gerinim ölçer uzayacak ya da kısılacaktır. Dolayısıyla gerinim ölçer üzerindeki tellerin de aynı şekilde uzunluğu değişecek ve direnci orantılı olarak azalıp artacaktır.

Gerinim ölçerlerin dirençleri gerinimle doğrusal olarak değişir. Gerinim ölçerler genellikle 120Ω ve 350Ω gibi standart değerlerde üretilir. Her bir gerinim ölçer üretici firma tarafından belirlenmiş olan şekil değiştirme ile direnç arasında uygunluğu sağlayan ve kalibrasyon faktörü, GF (gauge factor) adı verilen hassasiyet faktörüne sahiptir.

$$GF = \frac{\Delta R / R}{\Delta L / L}$$

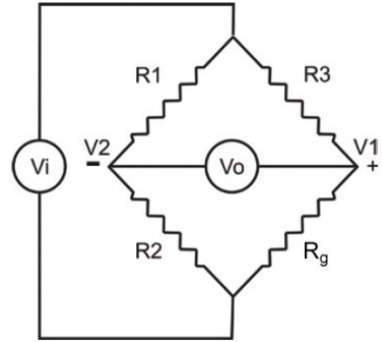
Burada;

R : Gerinim ölçer'in deforme olmadan önceki direnci

ΔR : Şekil değiştirme nedeniyle gerinim ölçer'deki direnç değişimi

$\Delta L/L$: Şekil değiştirme (ϵ)

Wheatstone Köprüsü: Gerinim ölçer indikatörleri genellikle, Wheatstone köprü devresi formunda elektriksel olarak bağlı dört gerinim ölçer elemanı şeklinde kullanılır. Wheatstone köprüsü, statik veya dinamik elektriksel direnç ölçmek için kullanılan bir köprü devresidir. Şekil 1.'deki devrede, R_g ölçülmek istenen dirençtir; R_1 , R_2 , ve R_3 direnci bilinen rezistanslardır ve R_2 direnci ayarlanabilir. Eğer bilinen iki koldaki iki direncin oranı (R_2/R_1) bilinmeyen iki koldaki direncin oranına (R_g/R_3) eşitse, o zaman iki orta nokta ($V1$ ve $V2$) arasındaki voltaj sıfır olacaktır ve V_o galvanometresinden hiç akım geçmeyecektir. Bu koşula ulaşana kadar R_2 değişir.



Şekil 1. Wheatstone Köprüsü

Bu noktaya ulaşıldığında, kesinlik en üst seviyeye ulaşır. Bu yüzden, eğer R_1 , R_2 , ve R_3 yüksek kesinlikli olarak biliniyorsa, o zaman R_g 'de yüksek kesinlikle ölçülebilir. R_g direncindeki çok küçük değişiklikler bile dengeyi bozar ve kolaylıkla saptanır.

Gerinim ölçer Wheatstone köprüsü genellikle, sabit rezistans sayısına karşılık aktif gerinim ölçer elemanı sayısına bakılarak tanımlanır. Yaygın köprü tipleri ve bunlar arasındaki ilişki Tablo 1.'de verilmiştir.

Tablo 1. Wheatstone Köprü Tipleri

Köprü Tipi	Aktif Rezistans Elemanları	Hassasiyet Sabitleme Rezistansları	Genel Uygulamalar
Çeyrek Köprü (Quarter Bridge)	R_1	R_2, R_3 , ve R_4	Kullanımı daha kolaydır. Malzeme karşılaştırması gerektirir.
Yarım Köprü (Half Bridge)	R_1, R_3	R_2, R_4	İstenmeyen ısı etkilerinin veya eğilme etkilerinin iptal edileceği durumlar.
Tam Köprü (Full Bridge)	R_1, R_2, R_3 ve R_4	-	Arttırılmış hassasiyet.

Elastisite Modülü (E): Malzemenin dayanımının (mukavemetinin) ölçüsüdür. Birim uzama ile normal gerilme (çekme ya da basma gerilmesi) arasındaki doğrusal ilişkinin bir sonucu olup birim uzama başına gerilme olarak tanımlanır. Birim uzama ile normal gerilme (çekme ya da basma gerilmesi) arasındaki doğrusal ilişki şöyle tanımlanabilir:

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon}$$

Malzemeye kuvvet uygulandığında, malzemede meydana gelen uzamalar elastik sınırlar içinde gerilmelerle orantılıdır. Buna “Hooke Kanunu” adı verilmektedir. Elastisite modülü malzemeye ait karakteristik bir özelliktir.

Poisson Oranı (ν): Malzemedeki enine birim deformasyonun boyuna birim deformasyona oranı “Poisson oranı” olarak ifade edilmektedir.

$$\nu = -\frac{\epsilon_2}{\epsilon_1}$$

olup burada;

ϵ_2 : enine birim deformasyon

ϵ_1 : boyuna birim deformasyon olarak adlandırılmaktadır.

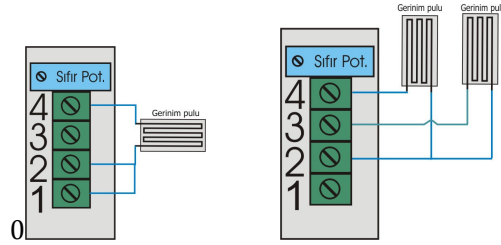
Veri Toplama ve Bağlantı Elemanları: Deneyde, Şekil 2.’de gösterilen TDG marka Ai8b Veri Toplama Sistemi kullanılmaktadır. Ai8b, temel olarak masa üstü Volt ölçüm cihazıdır. Bu cihaz ile değerleri zamana göre çok hızlı değişmeyen (Statik) sensörlerin çıkış gerilimlerini ölçülerek bilgisayara aktarabilmektedir. Örnek olarak Yük Hücreleri (Loadcell) üzerlerine uygulanan yük doğrultusunda voltaj üretirler aynı şekilde potansiyometrik cetvel yada LVDT lerde ölçtükleri deplasman kadar çıkışlarında voltaj okunur. Bu sayede yük, deplasman, sıcaklık, gerinim, basınç gibi fiziksel parametreler ölçülerek dijital ortama aktarılmış olur.

TDG Ai8b Veri Toplama Sistemi üzerine bağlanan sensörlerden yaptığı ölçümleri TDG USB aygıt geçidi yardımı ile bilgisayara aktarır. Bilgisayarda USB port üzerinden gelen veriler TDG CODA veri toplama yazılımı sayesinde gerçek zamanlı olarak grafiklenir ve kayıt edilir.



Şekil 2. Veri Toplama Cihazı

Gerinim ölçerler, bu veri toplama cihazına Q-kablo adı verilen bir ara kablo ile bağlanmaktadır. Kablo üzerinde bulunan bağlantı terminalleri yarım ya da çeyrek köprü bağlantısı için uygundur. Kablo üstünde gerinimi sıfırlamayı sağlayan ayar trimpotu, köprü tamamlama dirençleri ve vidalı bağlantı terminalleri bulunur. Q-kablo üzerindeki bağlantı terminallerine gerinim ölçerlerin çeyrek ve tam köprü bağlantıları Şekil 3.’de gösterilmiştir.



Şekil 3. Çeyrek Köprü ve Yarım Köprü Bağlantı Şekilleri

Veri toplama cihazı ile yapılan ölçümlerden gerinim değerlerini hesaplayabilmek için aşağıdaki formül kullanılır:

$$V_0 = -\frac{GF \times \varepsilon}{4} \left(\frac{1}{1 + GF \times \frac{\varepsilon}{2}} \right) \times V_i \times GAIN$$

V_0 : Bilgisayardan okunan voltaj değeri

V_i : Köprü ikaz gerilimi (5 ya da 10 volt)

GF : Kalibrasyon faktörü

$GAIN$: Kanal kazanç değeri

ε : Gerinim değeri

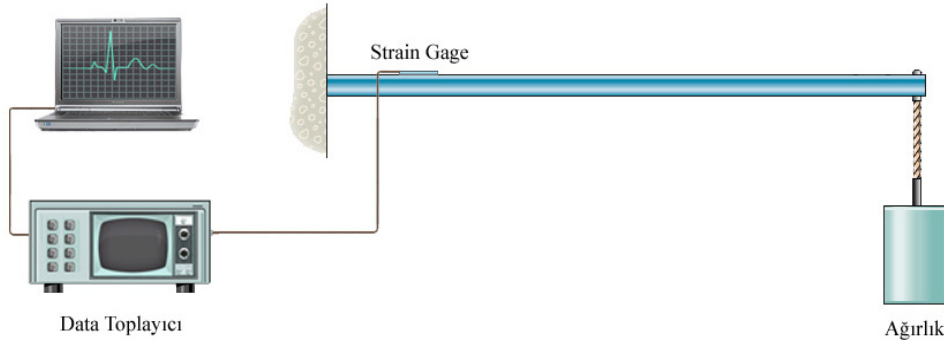
Bu denklemden elde edilen gerinim değerini $\mu\epsilon$ cinsinden elde etmek için sonucu 1×10^6 ile çarpmak gerekmektedir. Formülasyonda $GAIN$ olarak belirtilen kanal kazanç değeri Tablo 2.'den çekilmektedir.

Tablo 2. Kanal Kazanç Değer Tablosu

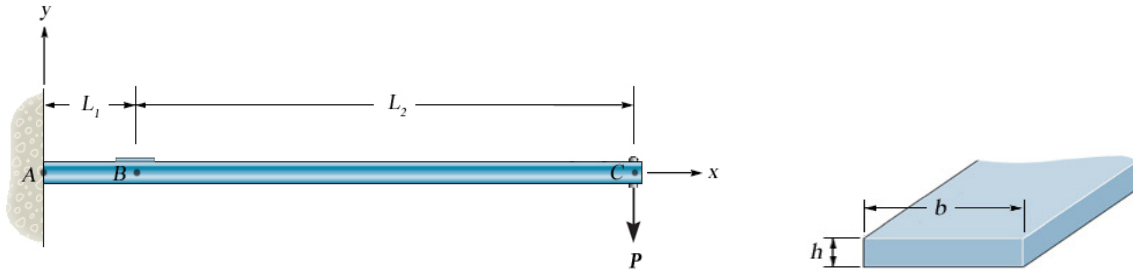
	1.Kanal	2.Kanal	3.Kanal	4.Kanal	5.Kanal	6.Kanal	7.Kanal	8.Kanal
ON 1 2 3 4	1	1	1	1	1	1	1	1
ON 1 2 3 4	150,0	150,0	150,2	150,2	149,9	149,4	149,7	150,2
ON 1 2 3 4	247,2	247,5	247,3	427,7	247,5	247,4	247,0	247,2
ON 1 2 3 4	396,3	396,5	396,5	396,8	396,4	395,8	395,7	396,4
ON 1 2 3 4	494,1	494,3	494,4	493,1	493,3	493,5	492,6	493,4
ON 1 2 3 4	643,1	643,3	643,6	642,3	642,2	642,0	641,4	642,6
ON 1 2 3 4	740,3	740,8	740,7	739,8	739,8	739,9	738,6	739,6
ON 1 2 3 4	889,3	889,8	889,9	889,0	888,7	888,3	887,3	888,8

3. YÖNTEM

Deney düzeneği şematik olarak Şekil 4.' de, ankastre kirişe ait detaylar Şekil 5.' de gösterilmiştir.



Şekil.4. Ankastre Kiriş Deney Düzenneği



Şekil 5. Ankastre Kiriş ve Kesit Alanı

1. Deney yapılmadan önce ölçüm yapılacak kiriş üzerine yük asılmamalıdır.
2. Kiriş üzerindeki gerinim ölçerler Q-kablo üzerindeki terminallere çeyrek köprü şeklinde bağlanır.
3. Q-kablo'nun veri toplama cihazında bağlandığı kanal üzerinde köprü ikaz gerilimi ve kazanç değerleri ayarlanır.
4. Bilgisayardaki yazılımdan okunan voltaj değeri yükleme yapılmadan önce sıfırlanır.
5. Yükleme yapılır ve bilgisayardan yeni voltaj değeri (V_0) okunur.

Not: Deney sırasında aşağıdaki veriler ölçülmeli ya da öğrenilmelidir.

- * Yük (P),
- * Kiriş boyutları (L_1 , L_2 , b , h),
- * Köprü ikaz gerilimi (V_i),
- * Kalibrasyon faktörü (GF),
- * Kanal kazanç değeri ($GAIN$),
- * Ankastre kirişin elastisite modülü (E)

4. HESAPLAMALAR VE DEĞERLENDİRMELER

1. Deneyde verilen ve ölçülen değerleri kullanarak teorik gerinim değerini hesaplayınız.
2. Deney sırasında veri toplayıcıdan alınan voltaj değerini kullanarak deneysel gerinim değerini

hesaplayınız.

3. Teorik ve deneysel gerinim değerlerini kullanarak hata analizini yapınız (% olarak).
4. Hataların sebeplerini yorumlayınız.

DENEY 3

KESME HIZININ YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ

1. AMAÇ

Bu deneyin amacı; üretilen parçaların yüzey pürüzlülüğünü belirlemek ve yüzey pürüzlülüğüne etkileyen parametrelerden kesme hızının etkisini incelemektir.

2. TEORİ

İşleme metodu, kesicinin cinsi ve işlenen malzemeye bağlı olarak, işleme sırasında fiziksel, kimyasal ve ısı faktörlerle, kesen ve kesilen arasındaki mekanik hareketlerin de etkisiyle işlenmiş yüzeylerde, genellikle istenmediği halde tabii olarak bazı izler oluşur. Nominal yüzey çizgisinin altında ve üstünde düzensiz sapsmalar meydana getiren bu duruma yüzey pürüzlülüğü denir.

İşlenen yüzeylerin kalitesi işleme performansı üzerinde önemli rol oynar. Kaliteli işlenmiş bir yüzey, yorulma mukavemetini, korozyon direncini ve sürtünme ömrünü önemli derecede iyileştirir. Yüzey pürüzlülüğü ayrıca yüzey sürtünmesine sebep olan temas, aşınma, ısı iletimi, yağ filminin tutulması ve dağıtılması kabiliyeti, kaplama veya direnç ömrü gibi parçaların çeşitli fonksiyonel özelliklerini de etkiler. Bu sebeple istenilen yüzey tamlığı genellikle belirlenir ve ihtiyaç duyulan kaliteye ulaşmak için uygun işlemler seçilir.

Talaşlı imalatla yüzey pürüzlülüğü aşağıdaki faktörlerden etkilenir:

- Takım tezgâhının rijitlik durumu,
- Yataklama sisteminden kaynaklanan hatalar,
- Takım tutucu rijitlik durumu,
- Takım aşınmasının etkileri,
- Takım geometrisi,
- Kesme parametreleri,
- Malzemenin mekanik özellikleri,
- Soğutma sıvısının etkileri.

Kesme hızı, ilerleme ve talaş derinliği gibi kesme operasyonunu kontrol eden faktörler üst seviyede kontrol edilebilir. Buna rağmen takım geometrisi, takım aşınması, talaş yükleri ve talaş oluşumları veya takım ve iş parçasının malzeme özellikleri kontrol edilemeyen özelliklerdir.

Takım tezgâhı titreşimleri, iş malzemesinin yapısındaki hasarlar, takım aşınması veya talaş oluşumunun düzensizlikleri, işleme sırasında yüzeyin bozulmasına neden olurlar.

Yüzey pürüzlülüğünü tahmin etmek ve ilerleme veya kesme hızı gibi işleme parametrelerinin uyumunu değerlendirmek ürün kalitesini yükseltir ve istenilen yüzey pürüzlülüğünün elde edilmesini sağlar.

Talaşlı işlemede genellikle yüksek kesme hızında daha iyi yüzey kalitesi elde edilir. Ancak yüksek kesme hızı takım körelmesini hızlandırdığı için aynı yüzey kalitesi uzun süre muhafaza edilemez.

Tek ağızlı kesme takımıyla yapılan talaş kaldırma işleminde elde edilen ortalama ideal yüzey pürüzlülüğünün takım uç yarıçapı ve ilerlemesi ile olan ilişkisi aşağıdaki denklemde verilmiştir:

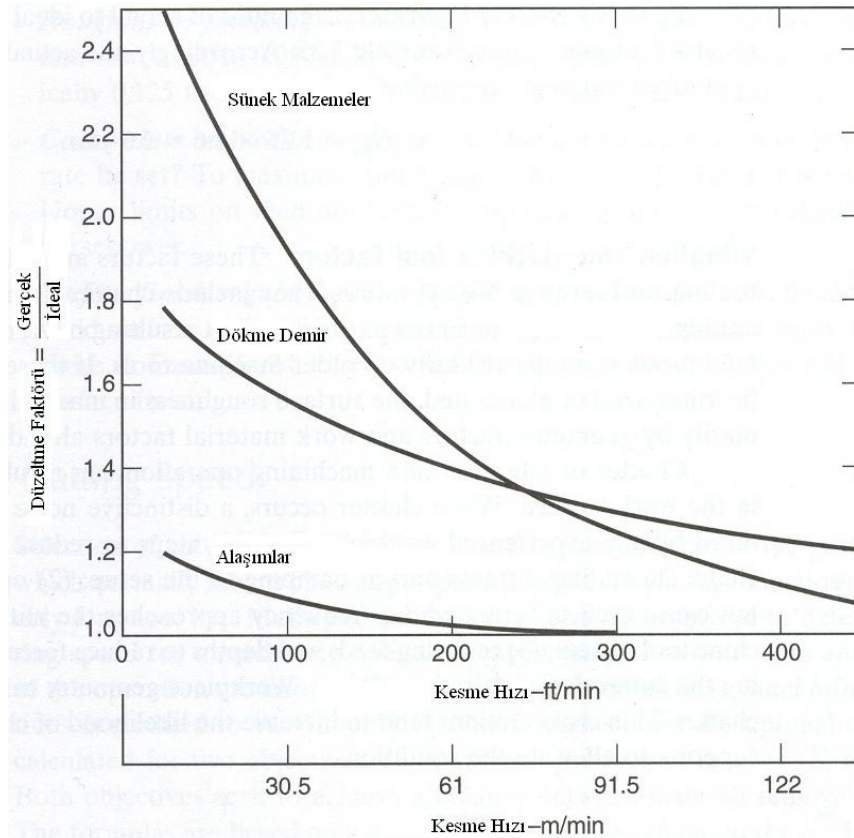
$$R_i = \frac{f^2}{32r}$$

R_i : İdeal ortalama yüzey pürüzlülüğü, mm
 f : İlerleme, mm/dev
 r : Uç yarıçapı, mm

Yüzey pürüzlülüğüne etki eden faktörlerin etkisiyle oluşan gerçek yüzey ideal yüzeyden daha pürüzlü olur. Bu faktörler göz önünde tutularak ideal ve gerçek yüzey pürüzlülükleri arasında bir düzeltme faktörü geliştirilebilir. Şekil 1’de gerçek yüzey pürüzlülüğü ve ideal yüzey pürüzlülüğü arasındaki düzeltme faktörü gösterilmektedir. İdeal yüzey pürüzlülüğüne bağlı olarak gerçek yüzey pürüzlülüğü aşağıdaki denklemle ifade edilir:

$$R_a = r_{ai} R_i$$

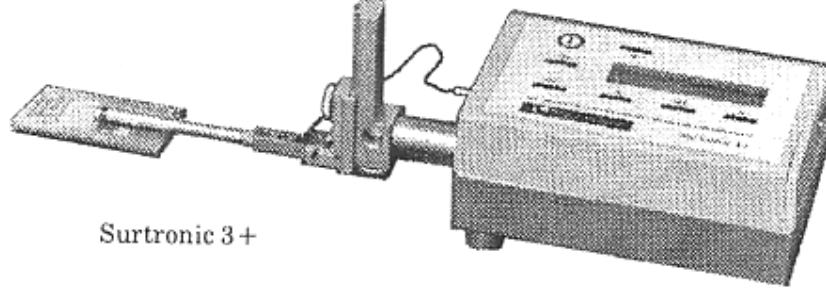
R_a : Gerçek yüzey pürüzlülüğü
 r_{ai} : Düzeltme faktörü
 R_i : İdeal yüzey pürüzlülüğü



Şekil 1. Yüzey pürüzlülüğü düzeltme faktörü

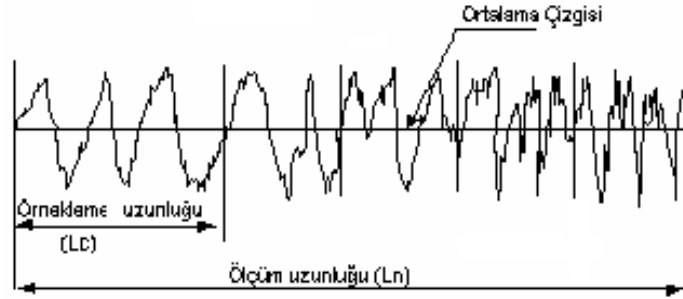
Yüzey Pürüzlülüğünün Ölçümü

Deneylede, Taylor Hubson 3+ Yüzey Pürüzlülüğü Ölçüm Cihazı (Şekil 2) yardımıyla yüzeyde oluşan çukurcuklar ve tepcikler ölçülecektir.



Şekil 2. Taylor Hubson 3+ yüzey pürüzlülüğü ölçüm cihazı

Bir yüzey profilinin pürüzlülük hesapları yapılırken, yüzeyin üstünde ve altında kalan alanları eşit şekilde kesen ve ortalama çizgisi olarak adlandırılan referans çizgisinden yararlanılır (Şekil 3). Bu çizgi matematiksel olarak yüzey profilinin ağırlık merkezi şeklinde de ifade edilebilir (L_c).



Şekil 3. Ölçüm ve örnekleme uzunluğu

Örnekleme uzunluğu yüzeyin pürüzlülük karakteristiğini bulmada öncelikli olarak seçilen parametredir. n adet örnekleme uzunluğunun bir araya gelmesi ile L_n şeklinde ölçüm uzunluğu oluşmaktadır (Şekil 3).

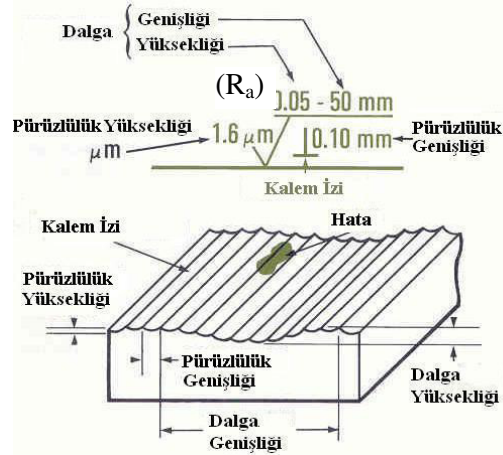
Ortalama Yüzey Pürüzlülüğü (R_a):

Ortalama yüzey pürüzlülüğü, ortalama çizgisinden ölçülen yüksekli değişimlerinin aritmetik ortalamasıdır.

$$R_a = \frac{1}{l} \int_0^l |Z(x)| dx$$

R_a değerleri deneyde kullanılacak cihaz tarafından otomatik olarak hesaplanmaktadır.

Yüzey pürüzlülüğü ve karakteristiğini göstermekte kullanılan semboller Şekil 4'te gösterilmiştir.



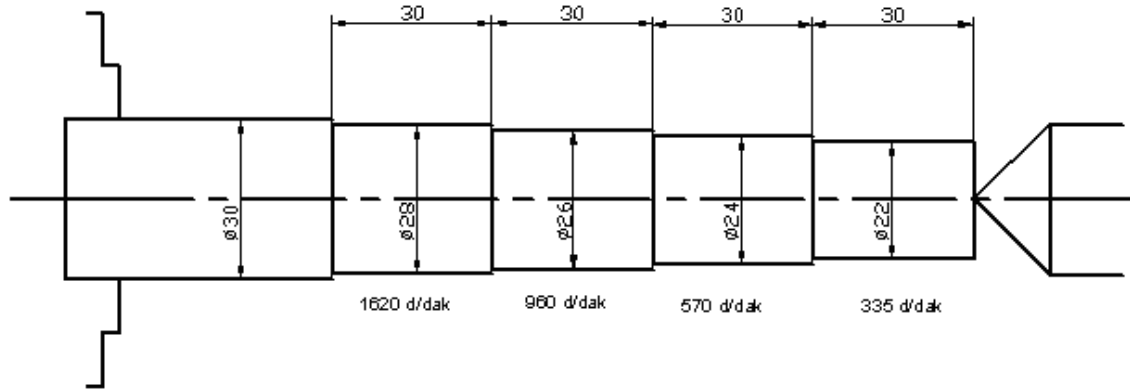
Şekil 4: Yüzey karakteristiği ve sembolleri

3. CİHAZ VE GEREÇLER

Bu deneyde, G.Ü. Mühendislik Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümü Takım Tezgâhları Laboratuvarlarındaki torna tezgâhı kullanılacaktır.

4. YÖNTEM

1. Tornalama için Ç1010, Ç1020 veya Ç1030 yuvarlak malzeme temin edilir.
2. Kesici ağız olarak 0.4'lük radyüse sahip sert metal bir kesici uç seçilir ve deney boyunca değiştirilmez.
3. Parça ayna-punta arasına bağlanır ve 30 mm'lik mesafelerle, sırası ile yaklaşık 20, 40, 80 ve 140 m/dak. kesme hızlarında tornalanır (Şekil 5).



Şekil 5. Deney numunesinin tornalanması

4. Tornalanması yapılan parçada, yüzey pürüzlülük ölçme cihazı ile her bir çapta en az 3 adet ölçüm alınır.
5. Parçaların yüzey pürüzlülükleri hesaplanır.

5. RAPOR VE DEĞERLENDİRME

Torna tezgâhında işlenmiş parçaların;

1. İşlenilen çaplar yukarıda verilen ölçülerden küçük de olsa farklı olduğundan, her bir çapın gerçek değeri ve tezgâhın çalışma hızından faydalanarak elde edilen kesme hızı değerlerinin hesaplanması.
2. Yüzey pürüzlülük cihazıyla ölçülen ve hesaplar sonucunda bulunan yüzey pürüzlülük değerlerinin karşılaştırılması ve yorumlanması.
3. Yüzey pürüzlülüğünü etkileyen kesme hızı parametresinin karşılaştırılması ve yorumlanması

6. KAYNAKLAR

1. Akkurt, M., “Makina Elemanları Cilt II”, Birsen Yayınevi, İstanbul (2000).
2. Akkurt, M., “Talaş Kaldırma Yöntemleri ve Takım Tezgahları”, Birsen Yayınevi, İstanbul (1998).
3. Güllü, A., “Silindirik Taşlamada İstenen Yüzey Pürüzlülüğünü Elde Etmek İçin Taşlama Parametrelerinin Bilgisayar Yardımıyla Optimizasyonu”, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Makine Eğitim Bölümü, Ankara, (1995).
4. Huynh, V., M., Fan, Y., “Surface-Texture Measurement and Characterization With Applications To Machine-Tool Monitoring”. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 7, 2-10,(1992).
5. Jang, D.Y., Choi, Y.G., Kim, H.G., Hsiao, A., “Study of The Corelation Between Surface Roughness and Cutting Vibrations To Develop An Online Roughness Measuring Tecnique _n Hard Turning”, International Journal of Machine Tools Manufacture, 36(4), 453-464(1996).
6. Özses, B., “Bilgisayar Sayısal Denetimli Takım Tezgahlarında Değişik İşleme Koşullarının Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi”. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Bölümü, Ankara, (2002).
7. Onwubolu, G., C., “Surface Roughness Prediction Model in Machining of Carbon Steel by PVD Coated Cutting Tools” American Journal of Applied Sciences, 2 (6), 1109-1112 (2005).
8. Groover, M., P., “Fundamentals of Modern Manufacturing- Materials, Processes and Systems”, Prentice-Hall Inc., New Jersey, 220-639(1996).

DENEY 4

MALZEMELERDE ELASTİSİTE VE KAYMA ELASTİSİTE MODÜLLERİNİN
EĞME VE BURULMA TESTLERİ İLE BELİRLENMESİ

1. AMAÇ

Eğme deneyinde amaç bir kirişte kiriş ile uygulanan yük, kiriş kalınlığı, kiriş genişliği ve kiriş uzunluğu ile sehim arasındaki bağıntıların incelenmesi ve çelik malzemenin elastisite modülünün bulunmasıdır.

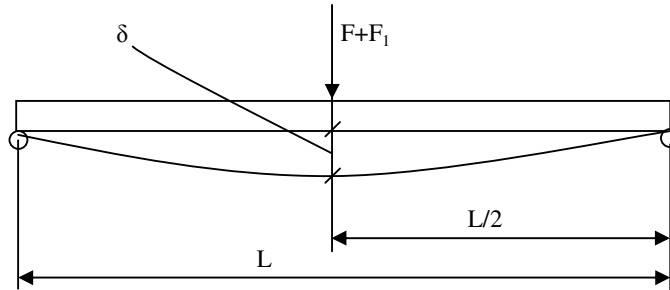
Burulma deneyinde ise amaç bir milde burulma açısının burulma momenti ve mil uzunluğu ile değişimi incelenerek çelik, pirinç ve alüminyum numunelerin kayma modüllerinin bulunmasıdır.

2. TEORİ

2.1 Eğme Deneyi

Bir veya daha fazla noktadan desteklenmiş ve çubuk eksenine dik olarak yüklenmiş elemanlara kiriş denir. Kirişler eğme yüküne maruzdurlar. Eğme deneyi sonucunda malzemelerin şekil değiştirme özellikleri hakkında edinilen genel bilginin yanında eğilme momenti, eğilme gerilmesi, elastisite modülü ve eğilme miktarı (sehim) gibi değerler hesaplanır. Elastisite modülü çekme deneyi ile saptanabileceği gibi eğme deneyi ile de belirlenebilir.

Bu deneyde malzemenin akma sınırından düşük gerilmeler uygulanarak elastik bölge aşılmadan malzemenin elastisite modülü hesaplanacaktır.



Şekil 1. Eğme Deneyi

Orta noktasından F kuvveti uygulanan basit mesnetli kiriş (Şekil 1) için sehim formülü:

$$\delta = \frac{FL^3}{48EI} \quad (1)$$

şeklindedir. Eğilme gerilmesi σ_b ise

$$\sigma_b = \frac{M_b c}{I} \quad (2)$$

olarak ifade edilir.

Burada:

δ = Sehim (mm)

L = Kiriş boyu (mm)

M_b = Eğilme Momenti (Nmm)

σ_b = Eğilme Gerilmesi (N/mm²)

E = Elastisite Modülü (N/mm²)

I = Atalet Momenti (mm⁴)

F_1 = Yük kolunun ağırlığı (N)

F = Eklenen ağırlık (N)

C = h/2 (mm)

Dikdörtgen kesit için $I = \frac{bh^3}{12}$, dairesel kesit için $I = \frac{\pi d^4}{64}$ tür.

2.2 Burulma Deneyi

Burulma deneyi genel olarak malzemelerin kayma elastisite modülü, kayma akma gerilmesi gibi özelliklerinin belirlenmesi için yapılır. Burulma deneyinde, bir mil bir ucundan sabitlenir ve serbest uçtan döndürülerek burulma açısı ve burulma momentini kaydedilir. Elde edilen değerlerden burulma diyagramı olarak adlandırılan burulma momentini-burulma açısı eğrisi çizilir.

Daha çok dairesel kesitli numuneler (miller) burulma gerilmesine maruzdurlar. Deney sırasında uygulanan burulma momentini etkisiyle numunede kayma gerilmeleri oluşur. Bu gerilmeler numunenin merkezinden yüzeyine doğru doğrusal olarak artar. Kayma gerilmesi numunenin merkezinde sıfır iken yüzeyde maksimum değerdedir.

Burulma deneyinde dairesel kesitli numunenin yüzeyinde oluşan kayma gerilmesi

$$\tau = \frac{Tr}{J} \quad (3)$$

olarak yazılabilir. (3) Denkleminde J polar atalet momentini yerine konursa

$$\tau = \frac{16T}{\pi d^3} \quad (4)$$

bağıntısı elde edilir. Burulma açısının genel formülü

$$\phi = \int_0^L \frac{T(x)dx}{J(x)G} \quad (5)$$

şeklinde. Sabit burulma momentini ve sabit kesit için (5) ifadesi integre edilirse

$$\phi = \frac{TL}{JG} \quad (6)$$

elde edilir. Burada ϕ radyandır.

3. DENEY ALET VE CİHAZLARI

3.1. Deney Cihazı

Deney düzeneği olarak Burulma ve Eğme Test Cihazı MT 210 kullanılacaktır.

3.2. Deney Numuneleri

Kirişler 650 mm uzunluğunda çelik malzemeden yapılmıştır. Kirişteki her bir çizginin arası 100 mm'dir. Kiriş kesitleri şu şekildedir: 3x25 mm, 4x25 mm, 6x25 mm, 8x25 mm, 4x15 mm, 4x20 mm ve 4x30 mm.

Burulma deneyinde kullanılan numuneler 8 mm çapındaki çelik, alüminyum ve pirinç malzemelerden imal edilmiş olup 650 mm uzunluğundadırlar. Kirişlerde olduğu gibi her bir çizginin arası 100 mm'dir. Ağırlıkların asılacağı ağırlık kolunun ağırlığı 2.5 N'dur. Ayrıca herbiri 5'er N olan 4 adet ağırlık bulunmaktadır. Ölçü aleti olarak 0.01 mm hassasiyetinde komparator kullanılacaktır.

4. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

4.1.Eğme Deneyinin Yapılışı

- **Yük ile Sehîm Arasındaki Bağîntının İncelenmesi:**

600 mm uzunluğundaki kirişin iki ucuna mesnetler yerleştirilir. Kirişin üzerinde işaretli her iki çizgi arası 100 mm'dir. Kesit uzunlukları 6x25 mm olan test numunesi mesnetlere yerleştirilir. Test numunesinin tam merkezine ağırlık düzeneği asılır. Ağırlık düzeneğinin üst yüzeyine ölçü aleti yerleştirilir ve sıfırlanır. Böylece test düzeneği kurulur. Daha sonra ağırlıklar tek tek konularak sehîm miktarları ölçülür.

- **Kiriş Uzunluğu ile Sehîm Arasındaki Bağîntının İncelenmesi:**

Yük 10 N'da sabit tutularak 6x25 mm kesitindeki test numunesinin değişik mesnet mesafelerindeki (300 mm, 400 mm, 500 mm, 600 mm) sehîmler ölçülür.

- **Kiriş Genişliği ile Sehîm Arasındaki Bağîntının İncelenmesi:**

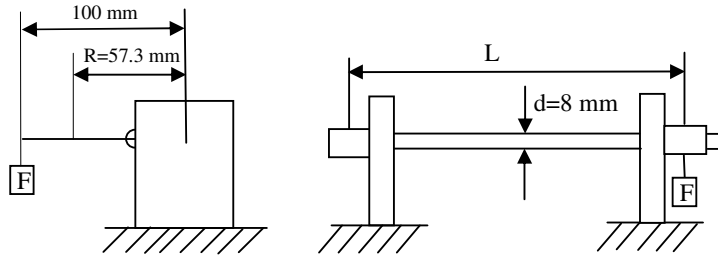
Kiriş uzunluğu 600 mm, kalınlık 4 mm, yük ise 5 N'da tutularak farklı genişlikteki (15 mm, 20 mm, 25 mm, 30 mm) kirişlerde oluşan sehîmler ölçülür.

- **Kiriş Kalınlığı ile Sehım Arasındaki Bağıntının İncelenmesi:**

Kiriş uzunluğu 600 mm, genişlik 25 mm, yük ise 5 N'da tutularak farklı kalınlıktaki (3 mm, 4 mm, 6 mm, 8 mm) kirişlerde oluşan sehımler ölçölür.

Not: Elastisite Modölü E hesaplanırken ilk ağırlığın (ağırlık kolu) sebep olduğu sehım için ölçü aleti sıfırlanmalıdır. Fakat eğilme gerilmesi hesaplanırken ilk ağırlık da hesaba katılmalıdır.

4.2. Burulma Deneyinin Yapılışı



Şekil 2. Burulma Deney Düzenegi

- **Burulma Momenti ile Burulma Açısı Arasındaki Bağıntının Bulunması:**

Deney numunesinin bir ucu sabitlenerek diğeri serbest bırakılır. Numune uzunluğu 600 mm'ye ayarlanır. Serbest ucuna bağlanmış kolun üzerindeki çentiğede ölçü aleti yerleştirilir ve sıfırlanır. Burma kolu üzerindeki çentik ile mil eksenı arası 57.3 mm olarak ayarlanmıştır. Bu mesafede ölçü aletindeki 1mm'lik sapma 1 dereceye karşılık gelir. 2.5 N, 7.5 N, 12.5 N ve 17.5 N'luk yükler dairesel kesitli çubuğun ekseninden 100 mm'lik mesafeden uygulanarak burulma açıları bulunur.

- **Numune Uzunluğu ile Burulma Açısı Arasındaki Bağıntının Bulunması:**

Yük 12.5 N'da sabit tutulup numune uzunlukları 300 mm, 400 mm, 500 mm ve 600 mm'ye ayarlanarak burulma açıları bulunur.

5. HESAPLAMALAR VE İSTENİLENLER

- Sehimi yükün fonksiyonu olarak gösteren diyagramı çiziniz.
- Sehimi kiriş uzunluğunun fonksiyonu olarak gösteren diyagramı çiziniz.
- Sehimi kiriş genişliğinin fonksiyonu olarak gösteren diyagramı çiziniz.
- Sehimi kiriş kalınlığının fonksiyonu olarak gösteren diyagramı çiziniz.

- Her bir yük için eğilme momenti, eğilme gerilmesi, sehim ve elastisite modülünü hesaplayarak tablo halinde gösteriniz ve ortalama elastisite modülünü hesaplayınız.
- Her bir yük için burulma momenti, burulma açısı, burulma kayma gerilmesi ve kayma elastisite modülünü hesaplayarak tablo halinde gösteriniz ve ortalama kayma elastisite modülünü hesaplayınız.
- Burulma açısını burulma momentinin fonksiyonu olarak gösteren diyagram çizin.
- Her bir numune uzunluğu için burulma açısını hesaplayarak burulma açısını numune uzunluğunun fonksiyonu olarak gösteren diyagramı çizin.
- Teori ile deneysel sonuçları karşılaştırınız.
- Hata analizi yapınız.
- Hataların sebeplerini açıklayınız.

DENEY 5

HARMONİK KUVVETLE ZORLANMIŞ SÖNÜMSÜZ SİSTEMİN TİTREŞİMİ

1. GİRİŞ

Bir sistemin titreşimi sırasında sistem üzerine dış kuvvet uygulanırsa, sistemin titreşimi zorlanmış titreşim olarak isimlendirilir.

Titreşen bütün fiziksel sistemlerde sürtünme ve sönümlenme etkisi az da olsa vardır. Bu yüzden sistem hareketinin, homojen çözümden gelen kısmı zamanla yok olur. Kısa bir süre sonra, sistem zorlama kuvvetinin frekansında titreşir.

Bu deneyde harmonik kuvvetle zorlanmış, dikdörtgen kesitli bir kirişin zorlanmış titreşimi incelenecek ve analitik sonuçlarla karşılaştırılacaktır.

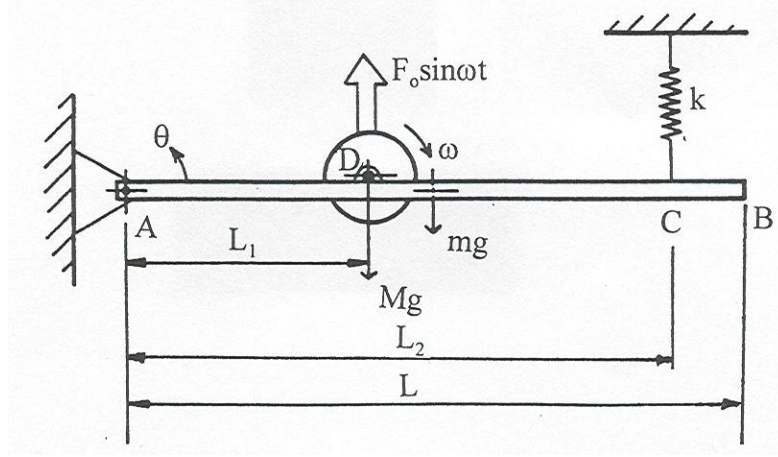
2. TEORİ

Şekil 2.1 de verilen sistem aşağıdaki kısımlardan oluşmaktadır.

- i. Rijit, kütlesi m , uzunluğu L olan ve sol ucundan R mafsallık ile bağlanmış AB kirişi.
- ii. Kirişe C noktasında bağlanmış, sabiti k olan yay.
- iii. D noktasında kirişe takılmış, balanssız kütleye sahip diskleri döndüren motor.
(Motorun disklerle birlikte toplam kütlesi = M)

Sistemin hareket denklemi aşağıdaki gibi elde edilir.

$$\left(\frac{1}{3}mL^2 + ML_1^2 \right) \ddot{\theta} + kL_2^2 \theta = m_u \omega^2 aL_1 \sin \omega t$$



Şekil 2.1 Deney Düzeneklerinin Modeli

Buradaki terimler aşağıdaki gibi tanımlanmıştır:

θ = Açısal yer değiştirme,

ω = Diskin dönme açısal hızı,

a = Balanssız kütlenin dönme merkezine uzaklığı,

m_u = Balanssız kütle.

Yukarıdaki denklemin terimleri düzenlenirse,

$$\ddot{\theta} + \frac{kL_2^2}{\left(\frac{1}{3}mL^2 + ML_1^2\right)}\theta = \frac{m_u\omega^2 aL_1}{\left(\frac{1}{3}mL^2 + ML_1^2\right)}\sin \omega t$$

ya da,

$$\ddot{\theta} + D\theta = A\sin \omega t \quad (2.1)$$

yazılabilir.

Burada,

$$D = \frac{kL_2^2}{\left(\frac{1}{3}mL^2 + ML_1^2\right)}$$

$$A = \frac{m_u \omega^2 a L_1}{\left(\frac{1}{3} m L^2 + M L_1^2 \right)}$$

olarak tanımlanmıştır.

$t \rightarrow \infty$ ken sistem denkleminin homojen çözümü ortadan kalkar ve sadece özel çözüm kalır. Yukarıdaki denklemin özel çözümü ise aşağıdaki gibidir:

$$\theta = \frac{A}{D - \omega^2} \sin \omega t$$

Burada θ 'nın genliği aşağıdaki gibidir:

$$\theta_{\max} = \left| \frac{A}{D - \omega^2} \right|$$

Hareketin genliği sonsuza giderken rezonans durumu oluşur. Dolayısıyla $D - \omega^2 = 0$ olduğunda rezonans oluşur. Bunun sonucu olarak motorun kritik açısal hızının $\omega = \sqrt{D}$ olduğu görülür. Fakat, pratikte küçük miktarda da olsa sistemin kendisinden gelen sönümleme olduğu için sonsuz genlik elde edilemez.

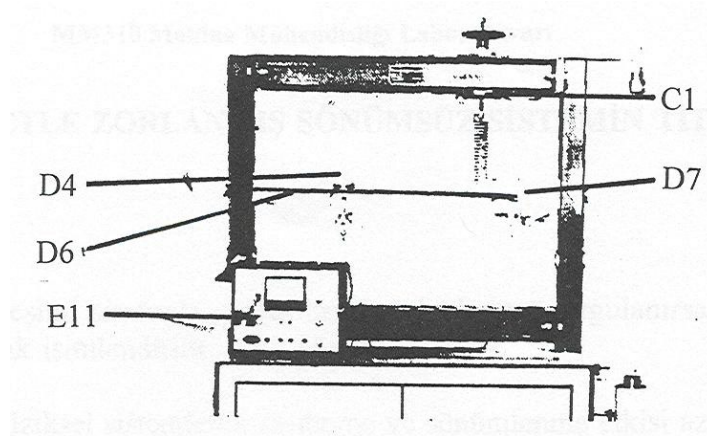
3. DENEY DÜZENEĞİ

Şekil 3.1 de görülen deney düzeneği aşağıdaki kısımlardan oluşmaktadır.

Dikdörtgen kiriş (D6): Bir ucu dönen bir yatağa, dıştaki ucu ise yaya bağlanmıştır. Yayın diğer ucu ise, çerçevenin en üstteki elemanına sabitlenmiş olan C1 kelepçesine civatayla bağlanmıştır. Bu kelepçe sayesinde, yayın kirişin ucuna göre olan pozisyonu ayarlanabilir.

Motor ünitesi (D4): Kirişe rijit olarak civatalanmıştır. Ayrıca motorun altına takılmış olan platform üzerinde fazladan kütleler vardır. Zorlayıcı kuvvet, kayışlı sürücü ünitesinin çıkış şaftının üzerindeki balanssız iki diskin döndürülmesiyle sağlanır. Zorlama frekansı ise hız kontrol ünitesi yardımıyla dönme hızını değiştirerek ayarlanır.

Çerçevenin sağ tarafındaki düşey elemanına sabitlenmiş çizici (D7) ile titreşimin grafiği elde edilir.



Şekil 3.1 Deney Düzenekinin Görünümü

4. DENEYİN YAPILIŞI

Eş zamanlı motor üzerindeki elektrik kablosu E11, kontrol ünitesi üzerindeki yardımcı prize takılır. Sonra, C1 braketinin el tekeri ayarlanarak giriş yatay pozisyona getirilir. Çizicinin kalemi kağıda hafifçe değecek şekilde ayarlanır.

Deneyde kullanılan sistem için bazı parametre değerleri aşağıdaki gibidir:

$$M = 4.930 + 0.4n \text{ kg}$$

n = Platform üzerindeki disk sayısı

$$m = 1.922 \text{ kg}$$

$$m_u = 33.051 \text{ g} \quad (2 \text{ adet})$$

$$a = 41.75 \text{ mm}$$

Deneye başlamadan önce, $L_1(m)$, $L_2(m)$ ve $L(m)$, değerlerini ölçünüz. $k(N/m)$ yay sabitini de basit bir deneyle kendiniz bulunuz.

Deney sırasında zorlama frekansının değişik değerleri için aşağıdaki fiziksel büyüklükleri ölçün

- a) Frekans değeri
(Düşük hızlarda motorun devrini sayarak, yüksek hızlarda ise optik takometre)
- b) Hareket genliği
(Çizici kağıdındaki grafikten)

Rezonans durumunu yakalayabiliyor musunuz?

5. RAPOR

Raporunuzda aşağıdaki sonuçlar yer almalıdır:

- Deneyssel olarak ölçülen değerlerden, Boyutsuz Genliğe karşı Frekans eğrisini çizin. Rezonans frekansını bulun ve sönümsüz sistemin hesaplanan tabii frekansıyla karşılaştırın.
- Rezonans tepesinin yüksekliğinden sistemin sönüm oranını bulun. (Not: Sürtünmeler tamamen ortadan kaldırılamadığından az da olsa bir sönüm görülecektir.)
- Rezonans tepesinin sınırlı olmasına sebep olan başka etkenler var mı? Tartışın.

REFERANSLAR

1. Ercan, Y., 'Mühendislik Sistemlerinin Modellenmesi ve Dinamiği', Genişletilmiş İkinci Basım, Literatür Kitabevi, 2003.
2. Meirovitch, 'Elements of Vibration Analysis', Second Edition, McGraw-Hill, Inc., 1986.

DENEY 6

SİSTEMLERİN DİNAMİK TEPKİLERİNİN BELİRLENMESİ

1. AMAÇ

Deneyin amacı, dinamik sistemlerin farklı girişlere gösterdikleri tepkileri belirlemektir. Bu amaçla elektriksel bir sistem (RC devresi) gözönüne alınacaktır.

2. GİRİŞ

Dinamik tepki farklı şekillerde tanımlanabilir. Mühendislikte bir kuvvet fonksiyonunun etkisinde kalan sistemin çıktısı olarak tanımlanır. Girdi – çıktı ilişkisi de transfer fonksiyonu olarak tanımlanır. Herhangi bir sistemin veya cihazın, hatta bir canlı organizmanın ya da bir grup insanın dinamik tepkisi de aynı şekilde tanımlanabilir. Bir uyarıcının neden olduğu tepki veya sonuç, genellikle bunu yönlendiren temel prensipleri yasalar veya alışkanlıklarla belirlenir. Eğer sistem bir insan ise sonuç “psikolojik tepki”, eğer bir grup insan söz konusu ise bu durumda olay bir “grup dinamiği”dir. Sistem ne olursa olsun yapılacak iş, nedenlerle sonuçlar arasında bir bağlantı kurabilecek bir yasa veya model araştırmaktır.

Bu tür “neden ve etki” ilişkisinin analizi, bazı matematiksel modeller kullanarak ve etkiyi sistemin ya da bileşenlerinin özelliklerine bağlayarak genişletilebilir. Örneğin bir akışkanlı sistemde çıkışın, akış ortamındaki sürtünmeden ve toplama kapasitesinden etkilenmesi beklenir. Bu iki özellik direnç ve kapasitans olarak adlandırılır. Bunların yanısıra, geçici veya salınımlı kuvvetlerin etkisi altında olan ve hareket edebilen bir cismin eylemsizlik (atalet) özelliği de sonucu etkiler. Adları sayılan bu özellikleri belirlemek için, geçerli bir model ya da analogi oluşturmak gereklidir. Elektriksel sistem bu iş için uygun bir modeldir. Elektriksel sistemin parametreleri olan R(direnç), C(kapasitans) ve L (endüktans) büyüklükleri de işlemin yapısını belirlemede kullanılır. Sayılan bu parametreler aşağıdaki gibi tanımlanabilir:

Direnç: Potansiyelin akıma oranı veya akımdaki değişikliğin meydana gelmesi için potansiyeldeki değişiktir. Direnç iletkenliğin tersidir. Alternatif akım devrelerinde bu empedans olarak tanımlanır. Mekanik harekette ise sürtünme direnç olarak adlandırılır. Matematiksel kolaylık için direncin sabit olduğu varsayılır. Laminar akış, viskoz sürtünme ve elektrik güç devrelerinde sabit direnç varsayımı iyi bir yaklaşım olarak kabul edilebilir. Fakat türbülanslı akışta ve pek çok elektronik devrede bu varsayım kullanılamaz.

Kapasitans (sığa): Toplama miktarının potansiyele oranıdır. Elektriksel sistem için, elektrik yükündeki artışın potansiyeldeki değişime oranıdır ($C=dQ/dp$). Elektriksel sığanın birimi “farad” dır(coulomb/volt). Isı aktarımında, birim kütlenin ısıl kapasitansına özgül ısı denir ve birimi “cal/°C” dır. Özgül ısı, ısı enerjisini toplama ölçüsüdür. Akışkanlı sistemlerde yerçekimi alanında bulunan bir açık tank kapasitans özelliğine sahiptir. Potansiyel birimin seçimine bağlı olarak, kapasitansın boyutu farklı birimlerle de gösterilebilir. Eğer potansiyel birimi olarak tanktaki sıvının yüksekliği kullanılırsa, kapasitans alanla gösterilir. Örneğin, içinde sıvı olan düz kenarlı bir tankın kesit alanı kapasitansı gösterir ve potansiyel enerjiyi toplama kapasitesini gösterir.

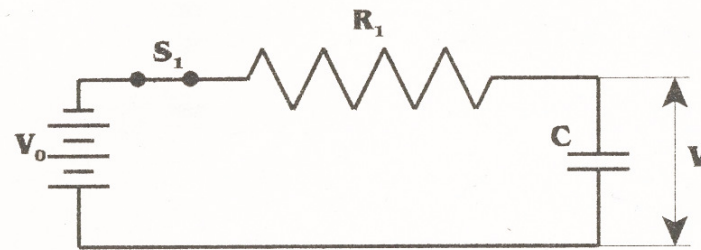
Endüktans: Kısaca akım değişimine karşı direnç olarak tanımlanabilir. Bu anlamda elektriksel endüktans akım değişimine dirençtir ve potansiyelin akımın değişme hızına oranıdır; $L = \frac{E}{dI/dt}$.

Değişik sistemlerin benzer fiziksel özelliklerinin farklı şekilde adlandırılması olağandır. Elektriksel direnç, kapasitans ve endüktans çok iyi bilinir. Bir akışkan sistemde direnç bir tüp, bir boru bağlantısı, orifis veya nozul (lüle) olabilir. Isı aktarımında direnç bir duvar veya akışkan tabakası olabilir. Bu durumda “iletkenlik terimi” kullanılır ve bu da direncin tersidir. Mekanik sistemlerde kütle, akışkan sistemde bir açık tank ve ısıl sistemde ısı depolayabilen bir kütle kapasitif özellik gösterir. Yay ise endüktif özellik gösteren bir elemandır.

Giriş, kontrol altındaki değişkeni etkileyen bozucu büyüklüktür. Çıkış ise, değişkenin bu bozucu büyüklüğe olan tepkisidir. Ölçülen ve kontrol edilen değişken basınç ya da sıcaklık olabileceği gibi alınan yol da olabilir. Eğer tepki oranı veya transfer fonksiyonu bir bozucu büyüklüğe zamansal tepki veriyorsa, zamanı temsil eden bir faktör içerir.

3. YÖNTEM

3.1. Kapasitansın Doldurulması



Kapasitansın doldurulmasına ait şekil yukarıda görülmektedir. Burada besleme gerilimi

$$V_0 = i.R + V \quad (1)$$

şeklinde yazılır. Bağlındaki akım (i) ise

$$i = C \frac{dV}{dt} \quad (2)$$

ile tanımlanır. Dolayısıyla denklem (2)

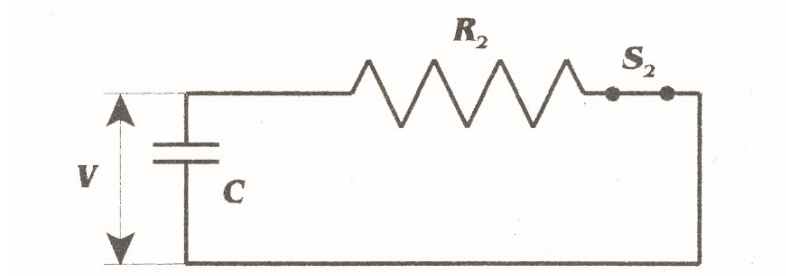
$$V_0 = RC \frac{dV}{dt} + V \quad (3)$$

halini alır. Bu denklem V için çözülürse

$$V = V_0 \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}} \right) \quad (4)$$

elde edilir. Burada $\tau = R.C$ olup zaman sabitidir.

3.2. Kapasitansın Boşaltılması



Kapasitansın boşaltılması

Kapasitansın boşaltılması esnasında devreden geçen akım

$$i = C \frac{dV}{dt} - \frac{V}{R} \quad (5)$$

ile ifade edilir. Bu bağıntı yine V için çözülürse

$$V = V_0 \left(e^{-\frac{t}{RC}} \right) \quad (6)$$

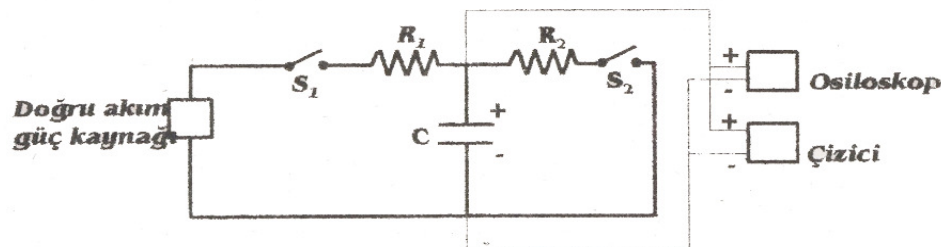
elde edilir. Burada $R.C = \tau$ olup zaman sabitidir. Denklemlerdeki V_0 , $t=0$ 'da kapasitans üzerindeki gerilimdir.

3.3. Cihaz ve Gereçler

- Kapasitans
- Dirençler
- Anahtarlar
- Güç kaynağı
- Osiloskop
- Çizici

3.4. Deneyin Yapılışı

Deneylerde kullanılacak elektriksel sistem aşağıdaki şekilde görülmektedir.



Deney düzeneğinin şematik görünümü

Bu deneyde sabit bir direnç üzerinde bir kondansatör doldurulacak ve daha sonra boşaltılacaktır.

1. R-C Elektrik devresini dikkatle inceleyiniz. Dirençlerin ve kondansatörün değerlerini belirleyiniz.
2. S1 düğmesini kapatınız ve kondansatör üzerindeki voltaj değişimini osiloskopla gözleyiniz. S1 düğmesini açınız. S2 düğmesini kapayınız ve kondansatörün boşalmasını gözleyiniz.
3. Sistemin zaman sabitini çiziciden elde edilen grafiği kullanarak hesaplayınız.
4. Bulduğunuz sonucu teorik olarak hesaplayınız. Deneysel zaman sabiti ile karşılaştırınız.

4. SONUÇ

Deneyde kullanılan elektriksel sistem birinci merteye bir sistemdir. Dolayısıyla bulunan sayısal değerler ve grafikler tipik birinci merteye sistem davranışlarını tarif eden sonuçlardır.

Bulduğunuz bütün sonuçları ve grafikleri düzgün bir şekilde deney yazım formatına uygun olarak hazırlayınız. Birimlere dikkat ediniz. Bulduğunuz sonuçların birimlerini yazmayı unutmayınız. Bulduğunuz teorik ve deneysel zaman sabiti pratikte ne anlama gelir? Bunun anlamını deney raporunda açıklamaya çalışınız.