



T.C.

SIVAS BİLİM VE TEKNOLOJİ ÜNİVERSİTESİ
HAVACILIK VE UZAY BİLİMLERİ FAKÜLTESİ
Staj Öncesi Deneyim Çalışma Planı



HAVACILIK VE UZAY BİLİMLERİ FAKÜLTESİ

Yapı ve Malzeme Laboratuvarı

Arş.Gör.Bekir AKGÜL

Arş.Gör.İlhan DANACI

Arş.Gör.Yasin YILMAZ

Arş.Gör.Ahsen Sultan KILIÇ



Yapı ve Malzeme Laboratuvarı

Havacılık ve Uzay Bilimleri fakültelerinin yapı ve malzeme laboratuvarlarında genellikle havacılık, uzay, savunma ve ileri teknoloji uygulamalarında kullanılan malzemelerin özelliklerinin incelenmesi ve geliştirilmesi amacıyla çeşitli testler ve çalışmalar yapılmaktadır. Bu laboratuvarlarda yapılan başlıca test ve çalışmalar şu şekilde sıralanabilir:

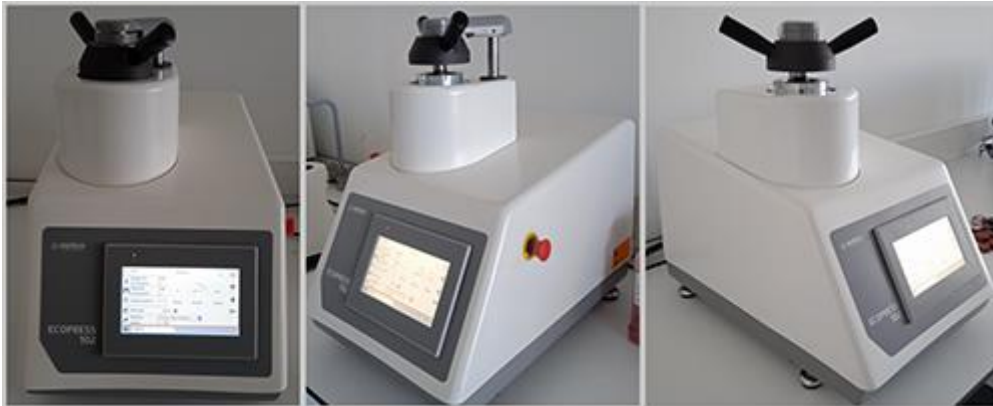
- Araştırmaya uygun numunelerin hazırlanması (bakalite alma, zımparalama, parlatma ve dağlama)
- Mikro yapısal karakterizasyonu (malzeme mikro yapısındaki tane boyutu, tane şekli, fazların cinsi)
- Sertlik analizleri (makro ve mikro sertlik cihazları ile)
- Mukavemet ve tokluk analizleri (çekme/akma/kopma/basma/eğme mukavemetleri)
- Termal ve elektriksel (termoelektrik) özelliklerin analizi

Sıcak Bakalite Alma Cihazı

Cihazın Kullanım Amacı:

Sıcak bakalite alma cihazı, numunelerin analiz ve test işlemlerine uygun hale getirilmesi amacıyla kullanılan bir cihazdır. Laboratuvarımızda sıklıkla kullanılan bu cihazın temel kullanım amacı, küçük ve düzensiz şekilli numuneleri yüksek basınç ve sıcaklık altında bakalit gibi termoset reçinelerle kapsülleyerek sabit bir kalıp içinde muhafaza etmektir. Bu sayede numuneler üzerinde mikroskobik ve mekanik analizler kolaylıkla yapılabilir.

Havacılıkta ve askeri uygulamalarda kullanılan çeşitli malzemelerin metalografik olarak incelemeye uygun hale getirmek için laboratuvarımızda sıcak bakalite alınması, bu cihaz ile sağlanabilir.





Hassas Kesme Cihazı

Cihazın Kullanım Amacı:

Hassas kesme cihazı, metalografik olarak incelemesi yapılacak olan numunelerin belirli bir hassasiyetle kesilmesi amacıyla kullanılan bir cihazdır. Metal, seramik, polimer ve kompozit gibi yaygın bir şekilde kullanılan ileri teknoloji malzemeleri üzerinde yapılacak analizler için gereklidir. Bu cihaz, numunelerin incelenmesi, analiz edilmesi ve test edilmesi sürecinde önemli bir adım olarak kabul edilir.

Laboratuvarımızdaki hassas kesme cihazı ile havacılıkta ve askeri uygulamalarda kullanılan çeşitli malzemelerin metalografik olarak incelenmesinde en uygun şekilde gerekli ölçülerde numune hazırlanabilir.

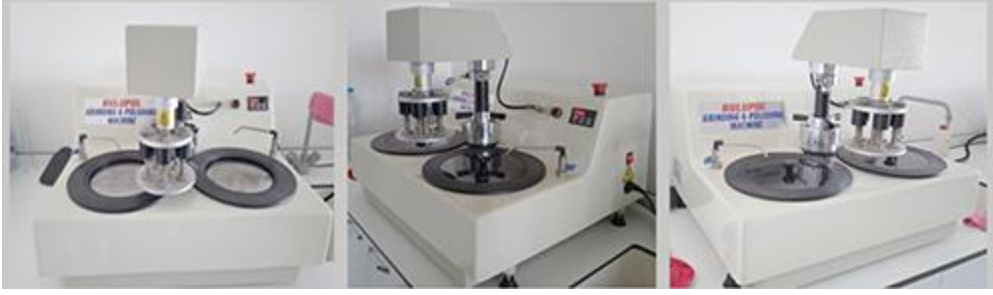


Zımparalama/Parlatma Cihazı

Cihazın Kullanım Amacı:

Havacılık ve Uzay Bilimleri Fakültesi bünyesindeki yapı ve malzeme laboratuvarında bulunan zımparalama/parlatma cihazı, incelemesi yapılacak olan numunelerin yüzeylerini pürüzsüz ve parlak hale getirerek mikroyapısal analiz, mekanik test ve yüzey incelemeleri için uygun hale getirmek amacıyla kullanılır. Malzemelerin iç yapısını, mikro yapısını ve diğer yüzey özelliklerini inceleyebilmek için yüzeyin düzgün, çiziksiz ve parlak bir görünümde olması gereklidir. Bu cihaz, özellikle metalurjik analizler ve ileri malzeme incelemeleri için vazgeçilmez bir araçtır.

Laboratuvarımızdaki bu cihaz yardımıyla; havacılık, uçak sanayii ve askeri uygulamalarda kullanılan malzemelerde numune hazırlığı için kritik öneme sahiptir. Malzeme yüzeylerinin mikroyapısal analize uygun hale getirilmesi sayesinde, malzemenin iç yapısı ve özellikleri hakkında daha doğru ve güvenilir sonuçlar elde edilebilmektedir.



Optik Mikroskop Cihazı

Cihazın Kullanım Amacı:

Optik mikroskop cihazının kullanım amacı, incelemesi yapılacak olan numunelerin mikroyapısını gözlemlemek ve analiz etmektir. Bu cihaz, ışık yoluyla büyütme yaparak malzeme yüzeyindeki küçük detayları, mikroyapı özelliklerini ve ince tabakaları gözle görünür hale getirir. Optik mikroskop, özellikle havacılık, uçak snayii ve askeri uygulamalarda kullanılan metaller, seramikler, polimerler ve kompozit malzemeleri incelemek için kullanılmaktadır ve daha birçok alanda geniş bir uygulama alanına sahiptir.

Laboratuvarımızdaki optik mikroskop cihazı ile, genellikle bir malzemenin veya numunenin hazırlanıp zımparalanması, parlatılması ve yüzey özelliklerinin incelenmesi sürecinin son aşamalarında kullanılmaktadır. Mikroyapısal analizler için bir yüzey görüntüsü sunduğundan, malzeme geliştirme, kalite kontrol ve araştırma projelerinde kritik bir öneme sahiptir.

Havacılıkta ve askeri uygulamalarda kullanılan çeşitli malzemelerin düşük büyütmelerdeki (10x-100x) mikroyapısal incelemelerinde kullanılabilir.



Makrosertlik Ölçme Cihazı

Cihazın Kullanım Amacı:

Makrosertlik ölçüm cihazı ile 0.0125 mm'den daha kalın numunelerde 10 kg lık yük uygulamak suretiyle sertlik ölçümü amaçlanır. Makrosertlik testleri, özellikle büyük hacimli veya homojen malzemelerin sertlik özelliklerini değerlendirmek için idealdir.



Laboratuvarımızdaki makrosertlik cihazı ile, genellikle Brinell, Rockwell veya Vickers gibi yöntemlerle ölçüm yapılmaktadır. Her bir yöntemde, belirli bir sert uç (örneğin, elmas veya çelik bilye) malzeme yüzeyine uygulanarak oluşan iz derinliği veya alanı ölçülür ve sertlik değeri hesaplanmaktadır.

Bu cihaz; havacılık, askeri uygulamalar ve uçak sanayii gibi alanlarda malzeme seçimi, kalite kontrol ve mukavemet değerlendirmeleri için yaygın olarak kullanılmaktadır.



Mikrosertlik Ölçme Cihazı

Cihazın Kullanım Amacı:

Mikrosertlik ölçüm cihazı ile 0.0125 mm'den daha ince numunelerde 1 kg'dan az yük uygulamak suretiyle sertlik ölçümü amaçlanır. Malzemelerin çok küçük bir alandaki sertlik değerini belirlemek için kullanılır. Özellikle ince filmler, kaplamalar, küçük parçalar, kompozit malzemeler ve mikroyapı özellikleri incelenen malzemelerde sertlik ölçümleri yapmak için idealdir. Geleneksel sertlik cihazları büyük yüzeylerde çalışırken, mikrosertlik cihazları daha küçük, yerel alanlara odaklanarak detaylı bir analiz sağlar.

Laboratuvarımızdaki mikrosertlik cihazı ile havacılık, uçak sanayi ve askeri uygulamalarda kullanılan çeşitli malzemelerin hassas bir şekilde mikrosertlik değerlerinin elde edilmesinde kullanılmaktadır. Bu malzemelerin dayanımı, yapısal bütünlüğü ve yüzey özellikleri çok küçük ölçeklerde test edilebilmektedir.



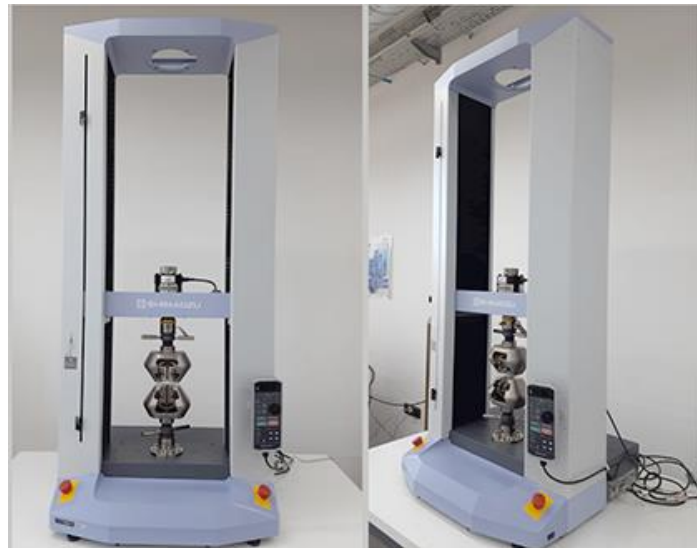
Çekme Cihazı:

Cihazın Kullanım Amacı:

Çekme deneyi ile malzemelerin mekanik özelliklerinin belirlenmesi amaçlanır. Bu deneyde, herhangi bir malzemenin statik ve yavaş uygulanan bir yüke karşı dayanımı (mukavemeti) ölçülür. Uygun bir çekme test numunesi, universal çekme testi cihazına yerleştirilir ve numuneye kuvvet (yük) uygulanır. Çekme deneyinde numunedeki uzama miktarı ekstansometre (uzama ölçer), uygulanan kuvvet (yük) ise yük hücresi kullanılarak ölçülür ve bu ölçülen uzama ve yük değerleri kullanılarak gerilim-genleme eğrisi elde edilir. Yassı numuneler için 0-7 mm arası kalınlığa sahip, silindirik numuneler için ise 9 ila 14 mm arası çapa sahip olacak şekilde çekme testi gerçekleştirilebilmektedir.

Laboratuvarımızdaki bu cihazla havacılıkta ve askeri uygulamalarda kullanılan çeşitli malzemelerin gerilme-genleme eğrisinden çekme mukavemeti, akma mukavemeti, kopma mukavemet, sünekliliği, elastisite modülü, kırılma tokluğu, yüzde uzama, Poisson oranı gibi mekanik özelliklerinin tespit edilmesi amaçlanmaktadır. Ayrıca bu tür malzemelerin yoğunluğuna bağlı olarak değişen spesifik mukavemet (mukavemet/yoğunluk oranı) özelliklerinin tespit edilmesinde de bu cihazdan yararlanılmaktadır.

Çekme cihazı, mühendislik malzemelerinin güvenli kullanım sınırlarını anlamak ve uygun malzeme seçimini yapmak için kritik bir test cihazıdır.





XRD Cihazı

Cihazın Kullanım Amacı:

X Işını Difraktometresi kristal malzemelerin atomlar arası mesafe ve yönelimlerinin belirlenmesinde kullanılan bir tekniktir. Malzemelerin kristal yapısına bağlı olarak X ışını farklı açılarda ve şiddetlerde kırılır ve böylelikle malzemenin kırınım deseni ortaya çıkar. XRD tekniği kristal ve amorf bileşiklerin incelenmesinde, metal ve alaşım analizlerinde, seramiklerin ve polimerlerin analizinde sıklıkla kullanılmaktadır. Ayrıca metalik yapılarda olası intermetalik yapıların tespitinde, stress analizlerinde ve nano boyuttaki yapıların tane boyutu analizlerinde de kullanılabilir.

Laboratuvarımızdaki XRD cihazı ile, malzemelerin kristal yapısının, fazlarının, kristal boyutunun, iç gerilmelerin ve yapısal bozuklukların analizi gerçekleştirilebilmektedir. Bu cihaz, malzeme bilimi araştırmalarında, kalite kontrolünde, yeni malzeme geliştirme süreçlerinde ve mühendislik uygulamalarında yaygın olarak kullanılmaktadır.



Termoelektrik Ölçüm Cihazı

Cihazın Kullanım Amacı:

Termoelektrik ölçüm cihazı, malzemelerin sıcaklık farkı ile elektrik üretme yeteneğini ölçen bir cihazdır. Bu cihaz, özellikle termoelektrik etkilerin incelenmesinde kullanılır ve malzemelerin Seebeck etkisi gibi termoelektrik özelliklerini test etmek için kullanılır.

Laboratuvarımızdaki bu cihazla özellikle havacılıkta ve askeri uygulamalarda aktif olarak kullanılan termoelektrik malzemelerin Seebeck katsayısını ölçmekte etkin olarak kullanılmaktadır. Ayrıca cihazdaki ölçümler ile termoelektrik malzemelerin sıklıkla kullanıldığı soğutma sistemlerinde, atık ısının geri kazanıldığı sistemlerde, sensörlerde, akıllı



saatlerde elektriksel direnç ve Seebeck katsayısının belirlenmesinde faydalanılmaktadır. Cihazımız pelet ve ince filmlerde ölçüm yapmaya uygundur.





Eğitim İçeriği

1. Bölüm
1. Giriş
2. Laboratuvar Kuralları
3. Kullanılacak Cihazlar ve Amaçları
3.1. Sıcak Bakalite Alma Cihazı
3.2. Hassas Kesme Cihazı
3.3. Zımparalama ve Parlatma Cihazı
3.4. Optik Mikroskop Cihazı
3.5. Makrosertlik Cihazı
3.6. Mikrosertlik Cihazı
3.7. Çekme Cihazı
3.8. XRD Cihazı
3.9. Termoelektrik Ölçüm Cihazı
2. Bölüm
1. Yapılacak Deneyler
1.1. Mikroyapı Analizi



1.2. Sertlik Deneyi

1.3. Çekme Deneyi

1.4. Termoelektrik Ölçüm Deneyi

2. Güvenlik ve Acil Durum Protokolleri

3. Stajyer Değerlendirme ve Sorumlulukları



YAPI VE MALZEME LABORATUVARI

DENEYİM STAJI EL KİTABI

Bölüm 1

İçindekiler

1. Giriş
2. Laboratuvar Kuralları
3. Kullanılacak Cihazlar ve Amaçları
 - 3.1. Sıcak Bakalite Alma Cihazı
 - 3.2. Hassas Kesme Cihazı
 - 3.3. Zımparalama ve Parlatma Cihazı
 - 3.4. Optik Mikroskop Cihazı
 - 3.5. Makrosertlik Cihazı
 - 3.6. Mikrosertlik Cihazı
 - 3.7. Çekme Cihazı
 - 3.8. XRD Cihazı
 - 3.9. Termoelektrik Ölçüm Cihazı

1. Giriş

Bu el kitabı, Havacılık ve Uzay Bilimleri Fakültesi bünyesindeki yapı ve malzeme laboratuvarında staj yapacak öğrencilere rehberlik etmek amacıyla hazırlanmıştır. Kitap, laboratuvar ekipmanları, güvenlik kuralları, deney prosedürleri ve staj süresince izlenecek adımlar hakkında temel bilgiler içerir.

2. Laboratuvar Kuralları

- **Güvenlik Kıyafeti:** Her zaman laboratuvar önlüğü, koruyucu gözlük ve uygun ayakkabı giyin.
- **Kişisel Koruyucu Donanım (KKD):** Eldivenler, maske ve diğer koruyucu ekipmanları kullanmanız gereken durumlarda talimatlara uyun.
- **Düzen ve Temizlik:** Deney tamamlandıktan sonra çalışma alanınızı temizleyin ve cihazları düzgün bir şekilde bırakın.



- **İş Güvenliği Talimatlarına Uyum:** Tüm cihazları kullanmadan önce eğitimi alın ve cihazın kullanım talimatlarına uyun.

3. Kullanılacak Cihazlar ve Amaçları

3.1. Sıcak Bakalite Alma Cihazı

- **Amaç:** Numuneleri bakalite almak, analiz ve test işlemlerine uygun hale getirmek.
- **Kullanım Talimatları:**
 1. Numuneyi cihazın kalıp kısmına yerleştirin.
 2. Cihazın sıcaklık ve basınç ayarlarını yapın.
 3. İşlem bitiminde numuneyi dikkatli bir şekilde çıkarın.

3.2. Hassas Kesme Cihazı

- **Amaç:** Numuneleri analiz için belirli hassasiyetle kesmek.
- **Kullanım Talimatları:**
 1. Numuneyi kesme tezgahına sıkıca yerleştirin.
 2. Kesim hızını ve derinliğini ayarlayın.
 3. Kesim tamamlandıktan sonra yüzeyin düzgünlüğünü kontrol edin.

3.3. Zımparalama ve Parlatma Cihazı

- **Amaç:** Numune yüzeyini mikroyapısal inceleme ve diğer analizler için pürüzsüz ve parlak hale getirmek.
- **Kullanım Talimatları:**
 1. Zımpara diskini uygun grit ile ayarlayın ve numuneyi cihaza yerleştirip zımparalayın.
 2. Parlatma işlemine geçin ve yüzeyin parlak ve çiziksiz olup olmadığını kontrol edin.

3.4. Optik Mikroskop

- **Amaç:** Malzemelerin yüzey özelliklerini ve mikroyapılarını incelemek.
- **Kullanım Talimatları:**

Kullanım Talimatları

1. **Hazırlık:**
 - Mikroskop merceklelerinin ve lenslerin temiz olduğundan emin olun.



- Örnek (numune) yüzeyini hazırlayıp gerekirse zımparalama/parlatma işlemleriyle düzgün hale getirin.
2. **Numuneyi Yerleştirme:**
 - Hazırlanan örneği mikroskop tablasına dikkatlice yerleştirin.
 - Örneğin doğru şekilde sabitlendiğinden ve merceklere uygun şekilde konumlandığından emin olun.
3. **Mercek ve Büyütme Ayarları:**
 - Gözlemlenecek özelliklere göre uygun büyütme seviyesini seçin. Düşük büyütme ile başlayıp gerektiğinde kademeli olarak büyütme artırabilirsiniz.
 - Işık kaynağını açarak ışık seviyesini ayarlayın; örneğin iyi aydınlandığından emin olun.
4. **Odaklama:**
 - Öncelikle kaba odaklama ayarını yaparak görüntüyü netleştirin.
 - Daha hassas bir görüntü için ince odaklama düğmesiyle detaylı ayar yapın.
5. **Gözlem ve Görüntü Kaydı:**
 - Örneğin mikroyapısını inceleyin ve gerekli notları alın.
 - Görüntüyü kaydetmek için mikroskopa bağlı bir kamera veya bilgisayar bağlantısı varsa fotoğraf veya video çekimi yapabilirsiniz.
6. **Temizlik ve Kapatma:**
 - İşlem bittikten sonra mercekleri ve tablası temizleyin.
 - Mikroskop ışığını kapatıp cihazı güvenli bir şekilde saklayın.

3.5. Makrosertlik Cihazı

- **Amaç:** Malzemelerin yüzey sertliğini ölçmek.
- **Kullanım Talimatları:**
 - **Numune Hazırlığı:**
 - Ölçüm yapılacak numune yüzeyinin temiz ve düzgün olduğundan emin olun.
 - Gerekirse yüzeyi zımparalayarak veya parlatma işlemi yaparak hazırlayın.
 - **Cihazın Hazırlanması:**
 - Makrosertlik cihazını açın ve ölçüm yöntemini seçin (Rockwell, Brinell, Vickers vb.).
 - Cihazın ölçüm ucunu ve yük ayarını, belirlenen sertlik testine uygun şekilde hazırlayın.
 - **Numuneyi Yerleştirme:**
 - Test numunesini cihazdaki test platformuna yerleştirin.
 - Numunenin cihazın indenter ucuna doğru hizalanmasını sağlayın.
 - **Yük Uygulama:**



- Test yapılacak yüzeye uygun yük değerini seçin.
- Ölçüm başlatılarak belirlenen yük otomatik veya manuel olarak uygulanır.

• **Sertlik Değerinin Okunması:**

- Test sona erdiğinde, cihaz ekranda veya ölçüm göstergesinden sertlik değerini gösterir.
- Ölçüm sonucu kaydedilir.

• **Sonuçların Değerlendirilmesi:**

- Sertlik değerini ilgili standartlarla karşılaştırarak malzemenin sertlik özellikleri değerlendirilir.

• **Cihazı Kapatma ve Temizlik:**

- Test tamamlandıktan sonra cihazı kapatın ve ölçüm ucunu temizleyin.
- Kullanılan yüzeylerin temizliğini sağlayın ve cihazı bir sonraki kullanıma hazırlayın.

3.6. Mikrosertlik Cihazı:

- **Amaç:** Küçük hacimli malzemelerin yüzey sertliğini ölçmek.
- **Kullanım Talimatları:**

Kullanım Talimatları:

1. **Numune Hazırlığı:**

- Numune yüzeyi düzgün ve temiz olmalıdır. Parlatma işlemi, sertlik ölçümünde hassas sonuçlar elde etmek için yapılmalıdır.
- Numune mikrosertlik cihazının tablasına dikkatlice yerleştirilir ve sabitlenir.

2. **Test Yükünün Seçimi:**

- Malzemenin özelliklerine uygun bir test yükü (genellikle birkaç gram ile 1 kilogram arasında değişir) seçilir. İnce kaplamalar veya hassas alanlar için düşük yükler tercih edilir.

3. **Cihazın Ayarlanması:**

- Cihazın optik sistemi kullanılarak ölçüm yapılacak bölge mikroskop ile görüntülenir ve tam olarak odaklanır.
- İndentör (sert bir malzemedен yapılmış piramit veya elmas uç) numunenin yüzeyine konumlandırılır.

4. **Testin Uygulanması:**

- Belirlenen test yükü uygulanır ve cihaz, indenter ucu ile numuneye basınç uygular.
- Yük altında belirli bir süre beklenir ve ardından yük kaldırılır.

5. **İz Ölçümü ve Sertlik Hesaplama:**



- Oluşan izin çapı veya uzunluğu cihazın mikroskobu altında ölçülür.
- Cihaz, bu iz ölçümünü kullanarak otomatik olarak sertlik değerini (Vickers HV veya Knoop HK) hesaplar ve ekranda gösterir.

6. Veri Kaydı ve Analiz:

- Elde edilen sertlik değeri kaydedilir ve gerekli analizler yapılır.
- Gerekirse ölçüm, farklı bölgeler için tekrar edilir ve ortalama sertlik değeri belirlenir.

Dikkat Edilmesi Gerekenler:

- Numunenin düzgün sabitlendiğinden emin olunmalıdır, aksi halde cihazdan sağlıklı sonuçlar alınmaz.
- Yük seçimi, numunenin yapısına uygun olmalıdır. Aşırı yük, hassas numunelere zarar verebilir.
- Ölçüm sırasında cihazın mikroskobunu dikkatle ayarlayarak net bir görüntü elde edilmelidir.

3.7. Çekme Cihazı

- **Amaç:** Malzemelerin çekme dayanımı, elastiklik modülü, kopma uzaması ve akma dayanımı gibi mekanik özelliklerini belirlemek.
- **Kullanım Talimatları:**

• Numune Hazırlığı:

- Test için gereken standart ölçülere sahip bir numune hazırlanır.
- Numune, cihazın kelepçelerine düzgün ve sağlam bir şekilde yerleştirilir.

• Cihaz Ayarları:

- Cihazın yük kapasitesi ve hız ayarları test edilecek malzemeye göre seçilir.
- Teste uygun çekme hızı ve test türü (örneğin, sürekli veya aralıklı) cihaz üzerinde ayarlanır.

• Testin Başlatılması:

- Cihaz başlatılır ve numune üzerindeki çekme kuvveti kademeli olarak artırılır.
- Çekme sırasında cihaz, uygulanan kuvvet ve numunedeki uzama miktarını sürekli olarak kaydeder.

• Veri Kaydı ve Analiz:

- Cihaz tarafından oluşturulan gerilme-gerinim eğrisi kaydedilir.



- Elde edilen verilerden malzemenin çekme dayanımı, akma sınırı, elastiklik modülü ve kopma uzaması gibi mekanik özellikleri hesaplanır.

• **Testin Tamamlanması:**

- Numune kopana kadar çekme işlemi devam eder.
- Test tamamlandıktan sonra cihaz kapatılır ve numune dikkatlice çıkarılır.

• **Sonuçların Değerlendirilmesi:**

- Test sonuçları, cihazdan alınan grafik ve sayısal verilerle değerlendirilir.
- Elde edilen sonuçlar raporlanır ve analiz edilerek malzemenin performans özellikleri hakkında yorum yapılır.

3.8. XRD Cihazı

- **Amaç:** Malzemelerin kristal yapısını, faz bileşenlerini ve atomik düzende oluşan yapısal özellikleri analiz etmek.

- **Kullanım Talimatları:**

1. **Numune Hazırlığı:**

- XRD analizi yapılacak numune temiz ve kuru olmalıdır. Toz halindeki numuneler için sıkıştırılmış numune hazırlama yapılabilir; katı numunelerde ise yüzey düzgün olmalıdır.
- Numune uygun bir tutucuya yerleştirilir ve cihazdaki örnek yuvasına yerleştirilir.

2. **Cihaz Ayarlarının Yapılması:**

- Cihazın çalışma parametreleri (örneğin, X-ışını kaynağı, akım, voltaj ve tarama açısı) belirlenir. Standart analizler için uygun açılar genellikle $2\theta = 10^\circ - 90^\circ$ arasındadır.
- Tarama hızını ve adım boyutunu seçin. Daha hassas analizlerde düşük hız tercih edilir.

3. **Kalibrasyon Kontrolü:**

- Cihazın kalibrasyonu yapılmalı veya kalibrasyon durumu kontrol edilmelidir. Bu adım, cihazın doğru sonuçlar vermesi için önemlidir.
- Kalibrasyon için standart bir numune (örneğin, silikon) kullanılabilir.

4. **Ölçüm Başlatma:**

- Ayarlar tamamlandıktan sonra ölçüm başlatılır. Cihaz X-ışınlarını numuneye gönderir ve yansıyan ışınları analiz eder.
- Analiz sırasında 2θ açısındaki kırınım desenleri toplanır ve yazılıma kaydedilir.

5. **Sonuçların İncelenmesi ve Raporlanması:**

- Ölçüm tamamlandıktan sonra cihazdan çıkan kırınım deseni analiz yazılımında değerlendirilir.



- Yazılım, malzemenin faz bileşenlerini ve kristal yapısını belirleyerek sonuçları grafik veya veri olarak gösterir.
- Analiz sonucunda elde edilen veriler malzemenin yapısal özelliklerini anlamaya yardımcı olur.

Güvenlik Önlemleri:

- Cihaz çalışırken, X-ışını kaynağına doğrudan bakmayın ve cihazın kapağı kapalı tutulmalıdır.
- X-ışınlarının zararlı etkilerinden korunmak için koruyucu donanım kullanılmalı ve cihazın güvenlik kılavuzuna uyulmalıdır.

3.9. Termoelektrik Ölçüm Cihazı

- **Amaç:** Termoelektrik malzemelerin sıcaklık farkı altında ürettiği elektrik gerilimini ölçmek.
- **Kullanım Talimatları:**
- **Cihaz Hazırlığı:**
 - Cihazın güvenli ve düz bir yüzeye yerleştirildiğinden emin olun.
 - Cihazı doğru voltajda bir güç kaynağına bağlayarak açın.
- **Numune Yerleştirme:**
 - Test edilecek termoelektrik malzeme numunesini cihazın sıcaklık sensörlerine ve elektrotlara dikkatlice yerleştirin.
 - Numunenin cihazın talimatlarına göre düzgün ve sağlam bir şekilde yerleştirildiğinden emin olun.
- **Sıcaklık Farkının Uygulanması:**
 - Cihazın sıcaklık kontrol biriminden sıcaklık farkı ayarlarını yapın. Genellikle bir uç sıcak, diğer uç soğuk olacak şekilde ayarlanır.
 - İlgili sıcaklık farkını dikkatlice ayarlayın ve cihazın sabit bir sıcaklık farkı oluşturmasına izin verin.
- **Gerilim ve Seebeck Katsayısı Ölçümü:**
 - Cihazın ölçüm ekranında veya bağlı bir bilgisayarda oluşturulan termoelektrik gerilimi gözlemleyin.
 - Seebeck katsayısını hesaplamak için sıcaklık farkı ve voltaj ölçümlerini kullanın.



• **Sonuçların Kaydedilmesi:**

- Ölçüm sonuçlarını kaydedin ve analiz edin.
- Gerekliyse cihazı kapatıp numuneyi dikkatlice çıkarın.

• **Güvenlik ve Temizlik:**

- Testten sonra cihazı kapatın ve soğumaya bırakın.
- Cihazın elektrot ve sensörlerini temizleyin ve sonraki kullanım için uygun şekilde muhafaza edin.

Bölüm 2:

İçindekiler

1. Yapılacak Deneyler

- 1.1. Mikroyapı Analizi
- 1.2. Sertlik Deneyi
- 1.3. Çekme Deneyi
- 1.4. Termoelektrik Ölçüm Deneyi

2. Güvenlik ve Acil Durum Protokolleri

3. Stajyer Değerlendirme ve Sorumlulukları

1. Yapılacak Deneyler

1.1. Mikroyapı Analizi

- **Amaç:** Malzemelerin iç yapılarını inceleyerek mikroyapı analizleri yapmak.

- **Adımlar:**

1. Sıcak bakalite alma cihazıyla numuneyi kalıba alın.
2. Hassas kesme cihazıyla numuneyi istenen şekle getirin.
3. Zımparalama ve parlatma cihazıyla yüzeyi hazırlayın.
4. Işık mikroskopunda numuneyi inceleyin ve mikroyapısal özellikleri kaydedin.

1.2. Sertlik Testi

- **Amaç:** Malzemenin dayanıklılığını ve sertliğini belirlemek.

- **Adımlar:**



1. Numuneyi sıcak bakalite alma cihazında hazırlayın.
2. Numuneyi hassas kesme cihazında keserek ince bir yüzey oluşturun.
3. Sertlik ölçüm cihazını kullanarak, ölçüm değerlerini not edin ve analiz edin.

1.3. Çekme Deneyi

- **Amaç:** Malzemelerin mekanik özelliklerini belirlemek.
- **Adımlar:**

- **Numune Hazırlığı:**

- Malzemenin standartlara uygun bir şekilde şekillendirilmiş (örneğin ASTM veya ISO) çekme numunesi hazırlanır. Numune genellikle düz veya yuvarlak kesitli olup, belirli bir boyut ve formda olmalıdır.

- **Cihaz Hazırlığı:**

- Çekme test cihazı (universal test cihazı) test öncesinde kalibre edilir ve test hızına uygun ayarlar yapılır.
- Cihazın çeneleri, numunenin güvenli ve sıkı bir şekilde tutulmasını sağlayacak şekilde ayarlanır.

- **Numunenin Cihaza Yerleştirilmesi:**

- Numune, cihazın çenelerine düzgün bir şekilde yerleştirilir, böylece numunenin eksenel doğrultuda gerilmesi sağlanır.
- Cihazın çeneleri numuneyi güvenli bir şekilde kavradığında, ölçüm aletleri (örneğin uzama ölçerler) numuneye sabitlenir.

- **Çekme Kuvvetinin Uygulanması:**

- Cihaza çekme kuvveti uygulanmaya başlanır. Kuvvet, genellikle sabit hızla artırılır ve numunenin boyunda bir uzama meydana gelir.
- Malzemenin elastik bölgesinde lineer uzama gözlenir. Bu sırada Young modülü ölçülür.

- **Verilerin Kaydedilmesi:**

- Test boyunca uygulanan kuvvet ve numunenin uzama miktarı cihaz tarafından sürekli olarak kaydedilir.



- Malzeme önce elastik sınırına ulaşır (akma dayanımı), sonra plastik deformasyona uğrar ve nihayetinde kopma noktasına ulaşır.

• Sonuçların Analizi:

- Çekme mukavemeti: Malzemenin kopmadan önce dayanabildiği maksimum çekme kuvveti belirlenir.
- Akma dayanımı: Malzemenin kalıcı deformasyona uğramaya başladığı andaki gerilim ölçülür.
- Uzama ve kopma anındaki daralma oranları hesaplanarak malzemenin sünek veya gevrek özellikleri değerlendirilir.

• Çekme Eğrisinin Çizilmesi:

- Kuvvet-uzama ya da gerilme-birim uzama eğrisi çizilir. Bu eğri, malzemenin elastik ve plastik bölgelerini gösterir ve mühendislik tasarımı için malzemenin davranışını analiz etmekte kullanılır.

1.4. Termoelektrik Ölçüm Deneyi

- **Amaç:** Bir malzemenin sıcaklık farkı etkisiyle elektriksel gerilim üretme yeteneğini ölçmek. Bu deney ile malzemenin Seebeck katsayısı gibi termoelektrik özellikleri belirlenir.

Adımlar: **Deney Adımları:**

1. Cihaz ve Numune Hazırlığı:

- Termoelektrik ölçüm cihazını düz ve güvenli bir yüzeye yerleştirin.
- Test edilecek termoelektrik malzeme numunesini dikkatlice hazırlayın; temiz ve düzgün bir yüzeye sahip olduğundan emin olun.

2. Numunenin Cihaza Yerleştirilmesi:

- Termoelektrik malzemeyi cihazdaki elektrotlar ve sıcaklık sensörlerine dikkatli bir şekilde yerleştirin.
- Numunenin temas ettiği yüzeylerin tam olarak yerleştiğinden emin olun.

3. Sıcaklık Farkının Uygulanması:

- Cihazın sıcaklık kontrol ünitesinden sıcaklık farkını ayarlayın (örneğin, bir yüzey sıcak, diğer yüzey soğuk olacak şekilde).
- Cihaz, numunenin iki ucu arasında belirlenen sıcaklık farkını uygulayarak ölçüm için hazır hale gelecektir.



4. Gerilim ve Sıcaklık Farkının Ölçülmesi:

- Sıcaklık farkı uygulandığında, cihaz numunenin ürettiği elektrik gerilimini ölçer.
- Cihazın ekranında veya bağlı bir bilgisayarda sıcaklık farkı ve üretilen gerilim değerlerini gözlemleyin.

5. Seebeck Katsayısının Hesaplanması:

- Seebeck katsayısını hesaplamak için sıcaklık farkı (ΔT) ve ölçülen gerilim (V) değerlerini kullanın. Seebeck katsayısı şu formülle hesaplanır: $S=V/\Delta T$
- Burada S , Seebeck katsayısını, V gerilimi ve ΔT sıcaklık farkını ifade eder.

6. Sonuçların Kaydedilmesi ve Analizi:

- Deneysel boyunca elde edilen ölçüm sonuçlarını kaydedin.
- Sonuçları analiz ederek malzemenin termoelektrik özelliklerini değerlendirin. Seebeck katsayısının büyüklüğü, malzemenin termoelektrik verimliliğini gösterir.

7. Temizlik ve Cihazın Kapatılması:

- Deneysel bittikten sonra cihazı kapatın.
- Numuneyi cihazdan dikkatlice çıkarın ve cihazın elektrotlarını temizleyerek bir sonraki kullanıma hazırlayın.

3. Güvenlik ve Acil Durum Protokolleri

- **Yangın Durumu:** Laboratuvar içinde yangın söndürücüler bulunur; yangın durumunda sakin kalın ve acil çıkış yollarını takip edin.
- **Kaza ve Yaralanma Durumu:** Kazalarda veya yaralanma durumlarında laboratuvar sorumlusuna hemen bilgi verin.
- **Kimyasal Maddelerle Çalışma:** Kimyasal maddelerle çalışma gerektiğinde uygun havalandırma ve koruyucu ekipman kullanın.

6. Stajyer Değerlendirme ve Sorumlulukları

Staj süresince görevlerinizi eksiksiz ve dikkatli bir şekilde yerine getirin. Deneylerin raporlarını hazırlarken; gözlem, veri analizi ve sonuç bölümlerine detaylı bilgi verin. Staj değerlendirmesi için, deney raporlarınızı düzenli olarak danışmanınıza sunun.



HAVACILIK VE UZAY BİLİMLERİ FAKÜLTESİ

Lütfi Abay Yapay Zeka ve Robotik Laboratuvarı

Arş. Gör. Asaf SAYIL

Arş. Gör. Muhammet EVREN

Arş. Gör. Volkan PAKSOY

Arş. Gör. Kübra ÇİFTÇİ



Lütfi Abay Yapay Zeka ve Robotik Laboratuvarı

Bu laboratuvarında döner kanatlı ve sabit kanatlı İHA'ların tasarımları, birleştirilmesi, kontrolü ve programlanması yapılmaktadır. Bu çalışmalara ek olarak hazır İHA'lar ile kod geliştirilmesi, sürü İHA ve karma sürü çalışmaları, yol planlama çalışmaları, görüntü işleme ve konumlandırma çalışmaları üzerine hem simülasyon hem de gerçek ortam testleri yapılmaktadır.



Laboratuvarımızda İHA'ların kapalı ortamda güvenle uçmalarını sağlamak, kendilerine ve çevrelerine verebilecekleri zararı minimize edebilmek için 3 metreye 5 metre bir kafes kurulmuştur. Laboratuvarımızda 4 Adet mini İHA ve 2 Adet Tello İHA, 3 adet kendi birleştirdiğimiz dron ve çeşitli dron montajı, testi vb. için gerekli ekipmanlar bulunmaktadır.

Mini İHA'lar üzerinde sürü algoritması testleri ve kontrol çalışmaları yapılmaktadır. Tello İHA üzerinde yol planlama, görüntü işleme vb. çalışmalar yapılmaktadır. Kendi yaptığımız dronlar üzerinde otonom uçuş çalışmaları, sürü çalışmaları vb. yapılmaktadır.

Crazyflie Mini İHA

Cihazın Kullanım Amacı:

Crazyflie iç ortamda çalışmaya uygun, ROS ile entegre algoritma geliştirilebilen geliştirme kitleridir.

Laboratuvarımızda sürü sistem çalışmalarında kullanılmaktadır. Sürü sistemleri, tek bir



sistemin yerine getiremeyeceği, getirirse de üzerinde çok fazla ve pahalı sensörler bulundurması gereken; doğadaki sürülerden (kuş sürüsü, balık sürüsü vb.) esinlenilerek oluşturulmuş robotik sistemlerdir. Bu sistemlere İHA, robot, İKA, uzay aracı uydu vb. örnek olarak verilebilmektedir.



Tello İHA

Cihazın Kullanım Amacı:

Tello İHA dahili bir kameraya sahiptir ve harici bir konumlandırma sistemine ihtiyaç duymamaktadır. Kamerası sayesinde görüntü işleme ile amaçlanan konuların testleri üzerinde denenebilmektedir.



Laboratuvarımızda Tello İHA ile uçuş alanındaki bir kişinin yüzünün tespit edilebilir ve istenilen mesafede onu takip edebilmektedir. İHA üzerinden alınan görüntü bilgisayara aktarılarak orada görüntü işleme ile elde edilen bilgiler kontrol döngüsüne beslenerek takip görevi yerine getirilmektedir.

İnsansız Hava Aracı Kafesi ve Lighthouse Sensörü

Cihazın Kullanım Amacı:

İHA'ların kapalı ortamda güvenle uçmalarını sağlamak, kendilerine ve çevrelerine verebilecekleri zararı minimize edebilmek için 3 metreye 5 metre bir kafes kurulmuştur. Bu kafesin 3 köşesinde İHA'larla haberleşen ve konum bilgilerini hesaplayan lighthouse (ışık evi) sensörler bulunmaktadır.



Lighthouse konumlandırma sistemi, Valve Inc. şirketinin SteamVR Baz istasyonlarını ve Crazyflie üzerindeki Lighthouse güvertesini kullanmaktadır. Bu sensörler sayesinde Crazyflie mini İHA'lar kendi X, Y ve Z eksenlerindeki konumlarını hesaplayabilmektedir.



Eğitim İçeriği

1. Bölüm
Yapay Zeka Nedir?
Yapay Zekanın Kısa Tarihi
Yapay Zekayı Anlamak
Robotiği Anlamak
Yapay Zeka ve Robotiğin Kesişimi
Ekstra Bilgi: Gelecek ve Yapay Zeka Alanında Kariyer İpuçları
2. Bölüm
1. Kontrole Giriş: PID Kontrol ve Uygulama Örnekleri
DJI Tello Drone Tanıtımı
Python ile Tello Drone Programlamaya Giriş
Python OpenCV ile Görüntü İşlemeye Giriş



LÜTFİ ABAY YAPAY ZEKA VE ROBOTİK LABORATUVARI

DENEYİM STAJI EL KİTABI

Bölüm 1: Yapay Zekaya ve Robotiğe Giriş

İçindekiler

- Giriş
- Yapay Zeka Nedir?
- Yapay Zekanın Kısa Tarihi
- Yapay Zekayı Anlamak
- Robotiği Anlamak
- Yapay Zeka ve Robotiğin Kesişimi
- Ekstra Bilgi: Gelecek ve Yapay Zeka Alanında Kariyer İpuçları

1. Giriş

Bu el kitabı, deneyim stajınızın ilk haftasında öğrenmeniz gereken temel konuları kapsar. Yapay zekanın ve robotiğin temellerini kavramak, bu alanlardaki projelere ve uygulamalara daha etkili bir şekilde katkıda bulunmanıza olanak sağlayacaktır. Her bölüm, temel bilgiler ve örneklerle zenginleştirilmiştir.

2. Yapay Zeka Nedir?

Yapay Zeka (YZ), makinelerin insan benzeri düşünme, anlama, öğrenme ve problem çözme yeteneklerini geliştirmeyi amaçlayan bir alandır. YZ'nin nihai amacı, makinelere karmaşık görevlerde bağımsız düşünme yeteneği kazandırmaktır. Bu alan çeşitli alt dallara ayrılır:

- Makine Öğrenimi (ML):** Verilerden öğrenme ve tahmin yapabilen algoritmalar geliştirir.
- Derin Öğrenme (DL):** Sinir ağları yapısını kullanarak insan beynini taklit eder.
- Doğal Dil İşleme (NLP):** Makinelerin dilimizi anlamasını ve üretmesini sağlar.



YZ, insan kararlarını destekleyebilir, karmaşık analizler yapabilir ve özerk sistemlerin çalışmasını sağlar.

3. Yapay Zekanın Kısa Tarihi

Yapay zekanın tarihsel gelişimi, bilgi işlem gücünün artışı ve algoritmaların ilerlemesiyle hız kazanmıştır:

- **1950'ler:** Alanın kurucu çalışmaları Alan Turing'in Turing Testi ile başladı. Makinelerin insan gibi düşünüp düşünemeyeceği tartışılmaya başlandı.
- **1960'lar:** İlk yapay zeka programları, satranç gibi oyunları çözme amaçlı geliştirildi.
- **1980'ler:** Makine öğrenimi ve uzman sistemlerin gelişimi. Bu dönemde daha pratik uygulamalar ortaya çıkmaya başladı.
- **2000'ler - Günümüz:** Büyük veri ve güçlü işlemciler sayesinde YZ, görüntü tanıma, doğal dil işleme gibi çok daha karmaşık alanlarda kullanılmaya başlandı.

Yapay zeka hızla gelişiyor ve uygulamaları neredeyse her endüstriyi etkiliyor.

4. Yapay Zekayı Anlamak

Yapay zekanın temel işleyiş prensiplerini anlamak, bu alanda yapılacak çalışmalarda verimliliğinizi artıracaktır. Yapay zeka, çoğu zaman iki ana unsuru içerir: veri ve algoritmalar.

- **Veri:** YZ sistemleri, büyük miktarda veriyi analiz ederek ve öğrenerek kararlar alır. Veri, sistemin zekasının temel yapı taşıdır.
- **Algoritmalar:** Veriyi işlemek ve tahmin yapmak için kullanılan kurallardır. En yaygın algoritmalarından bazıları doğrusal regresyon, karar ağaçları ve sinir ağlarıdır.

Uygulama Alanları:

- **Görüntü Tanıma:** Nesneleri, yüzleri veya hareketleri tanımak için kullanılır.
 - **Ses Tanıma:** Dijital asistanlar, konuşmaları anlamak ve yanıtlamak için kullanılır.
 - **Tahmin Analitiği:** Finansal modelleme, sağlık teşhisi gibi alanlarda kullanılır.
-



5. Robotiği Anlamak

Robotik, fiziksel dünyada görev yapabilen, hareket edebilen ve çevresiyle etkileşim kurabilen makineler geliştirme bilimidir. Robotik sistemler, yalnızca programlanmış görevleri yerine getiren makineler değil, aynı zamanda öğrenebilen, çevrelerine adapte olabilen ve otonom olarak hareket edebilen sistemlerdir. Modern robotik, mühendislik, fizik, bilgisayar bilimi, yapay zeka ve biyo-mühendislik gibi birçok disiplini birleştirerek farklı türde robotlar yaratmayı amaçlar. Bu bölümde, robotik biliminin temellerini, temel bileşenlerini, robotik algılama sistemlerini ve günümüz robotik uygulamalarını detaylı olarak ele alacağız.

5.1. Robot Nedir? Temel Kavramlar

Bir robot, insan müdahalesi olmadan, çevresel girdilere dayanarak kendi başına belirli görevleri gerçekleştirebilen bir makinedir. Robotlar genellikle tekrarlayan ve zor görevleri üstlenir. Bir robotun temel özellikleri şunlardır:

- **Algılama (Sensing):** Çevresindeki bilgiyi toplama yeteneği.
- **Hareket (Actuation):** Fiziksel dünyada hareket etme ve etkileşime girme kabiliyeti.
- **Kontrol (Control):** Belirli kurallara veya bir programlama mantığına göre hareket etme yeteneği.

Modern robotlar, çevrelerini analiz edip duruma göre hareket edebilir, öğrenebilir ve karmaşık görevleri başarıyla yerine getirebilirler.

5.2. Robotların Bileşenleri

Robotlar, onları çevreleriyle etkileşime geçiren ve belirli görevleri yerine getirmelerini sağlayan temel bileşenlerden oluşur. Bu bileşenler bir robotun işleyişini doğrudan etkileyen parçalardır:

- **Algılayıcılar (Sensörler):** Robotların çevresini tanımasını sağlar. Örneğin, bir robotun kamera veya LIDAR sensörleri çevresindeki nesnelere algılayarak haritalama yapar.
 - **Görüntü Sensörleri:** Kameralar veya lazer tarayıcılar gibi cihazlar, robotun çevresini görsel olarak tanımasını sağlar.
 - **Mesafe Sensörleri:** Ultrasonik, kızılötesi ve lazer mesafe sensörleri, robotun çevresindeki nesnelere olan mesafeyi algılamasına yardımcı olur.
 - **Hareket ve İvme Sensörleri:** Robotun hareketini algılayarak dengeyi sağlamak için kullanılan sensörlerdir.
 - **Dokunma ve Basınç Sensörleri:** Robotun çevresiyle dokunarak veya basınç yoluyla etkileşim kurmasını sağlar.
- **Aktüatörler (Hareket Elemanları):** Robotun hareket etmesini veya belirli görevleri yerine getirmesini sağlayan bileşenlerdir. Aktüatörler motorlar, pnömatik veya hidrolik sistemlerden oluşur.



- **Motorlar:** Elektrik motorları (DC veya AC motorlar), robot kolları ve tekerlekleri gibi hareket unsurlarını kontrol eder.
- **Pnömatik Aktüatörler:** Hava basıncı ile hareket eder, genellikle endüstriyel robot kollarında tercih edilir.
- **Hidrolik Aktüatörler:** Sıvı basıncı ile çalışır ve ağır iş robotlarında kullanılır.
- **Kontrol Sistemleri:** Robotun hareketini ve tepkilerini yöneten yazılım ve donanım kombinasyonudur. Robotun belirli kurallara veya komutlara göre hareket etmesini sağlar.
 - **PID Kontrol:** Robotun hareketini stabilize etmek için kullanılan bir kontrol algoritmasıdır. Örneğin, bir drone'un dengede kalabilmesi için PID kontrol kullanılabilir.
 - **Otonom Kontrol:** Robotun çevresine adapte olmasını ve bağımsız olarak kararlar almasını sağlar.
 - **Geri Bildirim Sistemleri:** Robotun çevresine göre kendini ayarlaması için gerekli bilgiyi sağlar. Sensörlerden alınan verileri analiz eder ve robotun davranışını günceller.

5.3. Robotik Algılama ve Algoritmalar

Robotların çevresini algılaması ve duruma göre hareket etmesi, yapay zeka ve algoritmalar sayesinde gerçekleşir. Robotik algılama, sensörlerden gelen verilerin analiz edilerek anlamlı bilgilere dönüştürülmesi sürecidir. Robotların başarılı bir şekilde algılayıp hareket edebilmesi için sıklıkla şu algoritmalar kullanılır:

- **Bilgisayarla Görme (Computer Vision):** Kameralardan alınan görüntüleri analiz ederek robotların görsel bilgiye dayalı kararlar almasını sağlar.
 - Örnek Uygulama: Bir otonom aracın yolda karşısına çıkan engelleri algılayarak kaçınması.
- **Simultaneous Localization and Mapping (SLAM):** Robotun çevresinde gezinirken bir harita oluşturmasını ve kendini bu harita içinde konumlandırmasını sağlar.
 - Örnek Uygulama: Otonom bir süpürgecinin evde gezinmesi.
- **Görsel Odometri:** Robotun kameradan aldığı verilerle pozisyonunu ve hızını hesaplayarak hareket etmesini sağlar.
 - Örnek Uygulama: Bir drone'un çevredeki engellere çarpmadan yol alması.

Robotların doğru bir şekilde algılayıp hareket etmesi, bu tür algoritmaların gelişmiş bir şekilde entegre edilmesine bağlıdır. Özellikle bilgisayarla görme ve SLAM, otonom robotlar için kritik öneme sahiptir.



5.4. Robot Türleri ve Uygulama Alanları

Robotlar, görevlerine, şekillerine ve hareket biçimlerine göre sınıflandırılır. Günümüzde robotlar çeşitli alanlarda kullanılmakta olup her türün kendine özgü özellikleri ve işlevleri bulunmaktadır:

- **Endüstriyel Robotlar:** Genellikle fabrikalarda kullanılan robot kollarıdır. Kaynak yapma, montaj, taşıma gibi görevleri yerine getirirler.
 - Örnek: Otomobil fabrikalarında kaynak işlemi yapan robotik kollar.
- **Otonom Araçlar:** Çevresini algılayarak bağımsız bir şekilde hareket edebilen kara, hava ve deniz araçlarıdır.
 - Örnek: Google ve Tesla tarafından geliştirilen otonom arabalar.
- **Tıbbi Robotlar:** Cerrahi robotlar gibi sağlık alanında kullanılan robotlardır. Hassas işlemleri gerçekleştirme becerisine sahiptirler.
 - Örnek: Da Vinci cerrahi robot sistemi.
- **Ev Robotları:** Ev içi hizmetler sunmak için tasarlanmış robotlardır. Temizlik, güvenlik gibi görevlerde kullanılır.
 - Örnek: Roomba temizlik robotu.
- **İnsansı Robotlar:** İnsan hareketlerini taklit edebilen, insan gibi görünmeye yakın robotlardır. Çeşitli görevlerde kullanılmak üzere geliştirilmektedir.
 - Örnek: Boston Dynamics'in insansı robotları.

Bu tür robotlar, farklı görevler için geliştirilmiş algoritmalara ve kontrol sistemlerine sahiptir. Her bir robot türü, bulunduğu alanda benzersiz avantajlar sunar.

5.5. Robotik ve Yapay Zeka İlişkisi

Yapay zeka, robotlara çevrelerini anlamalarını, durumlara göre karar almalarını ve karmaşık görevleri bağımsız bir şekilde gerçekleştirmelerini sağlar. Robotikte yapay zekanın uygulanması, robotların daha özerk olmasını ve değişken ortamlara adapte olmasını sağlar. Örneğin:

- **Derin Öğrenme:** Görüntü tanıma, yüz tanıma ve nesne algılama gibi görevlerde robotların görsel verilerden öğrenmesini sağlar.
- **Doğal Dil İşleme:** İnsanlarla etkileşime geçebilen ve konuşmaları anlayabilen sosyal robotların geliştirilmesinde kullanılır.
- **Takviyeli Öğrenme (Reinforcement Learning):** Robotların deneme yanılma yoluyla öğrenmesini sağlar, özellikle otonom hareket ve kontrol uygulamalarında çok etkilidir.

Yapay zeka ve robotiğin kesişimi, akıllı ve özerk sistemlerin gelişimini hızlandırmaktadır. Örneğin, yapay zeka destekli robotlar, endüstriyel süreçlerde insan müdahalesine gerek kalmadan çalışabilmektedir.



5.6. Robotikte Karşılaşılan Zorluklar ve Gelecek Potansiyeli

Robotik, oldukça karmaşık bir alandır ve çeşitli teknik ve etik zorluklarla karşılaşır:

- **Hassasiyet ve Güvenlik:** Robotların insanlarla veya karmaşık çevrelerde güvenli etkileşim kurabilmesi için son derece hassas sensörlere ve güvenilir yazılımlara ihtiyacı vardır.
- **Enerji Yönetimi:** Özellikle mobil robotlar için batarya ömrü önemli bir kısıtlamadır.
- **Yazılım Güvenliği:** Robotların hacklenmesi veya hatalı programlanması durumunda ciddi güvenlik açıkları oluşabilir.
- **Etik ve Sosyal Sorunlar:** Özellikle insansı robotların etik sorunlar yaratabileceği, iş gücü kaybına yol açabileceği ve insan ilişkilerini olumsuz etkileyebileceği konularında tartışmalar sürmektedir.

Ancak, robotik teknolojisindeki ilerlemeler sayesinde bu zorluklar birer birer aşılmakta ve robotların gelecekte birçok alanda insan yaşamını kolaylaştıracağı düşünülmektedir. Otonom araçlardan akıllı fabrikalara, tıbbi robotlardan ev robotlarına kadar robotik sistemlerin uygulama alanları genişlemeye devam etmektedir.

6. Yapay Zeka ve Robotiğin Kesişimi

Yapay zeka ve robotik, bir araya gelerek daha akıllı ve daha özerk makineler oluşturur. Bu kesişim, özellikle şu alanlarda kritik rol oynar:

- **Otonom Araçlar:** Yapay zeka, araçların çevresini algılayıp yorumlayarak güvenli sürüş yapmasını sağlar.
- **Endüstriyel Robotlar:** Üretim hattında çalışan robotlar, YZ sayesinde hataları tespit edebilir, kaliteyi artırabilir ve verimliliği optimize edebilir.
- **Sağlık Robotları:** Hastaların sağlık durumlarını izleyebilir ve hatta bazı teşhislerde bulunabilir.

Yapay zeka, robotlara öğrenme ve adaptasyon yeteneği kazandırarak robotların çevreye daha duyarlı ve akıllı bir şekilde yanıt vermesini sağlar. Örneğin, yüz tanıma algoritması sayesinde bir güvenlik robotu belirli kişileri tanıyabilir veya izleyebilir.

7. Gelecek ve Yapay Zeka Alanında Kariyer İpuçları

Yapay zeka ve robotik, hızla gelişen ve gelecekte birçok endüstride devrim yaratacak bir alandır. Bu alanlarda kariyer yapmak isteyenler için geniş bir yelpazede fırsatlar vardır, ancak başarılı olabilmek için disiplinli bir çalışma ve kapsamlı bilgi birikimi gereklidir. Yapay zeka



mühendisliğinden veri bilimine, robotik sistem tasarımından doğal dil işleme uzmanlığına kadar birçok farklı uzmanlık yolu bu alanda bulunmaktadır.

7.1. Temel Beceriler: Matematik, İstatistik ve Algoritmalar

Yapay zeka ve robotik mühendisliği için sağlam bir matematik ve istatistik temeli gereklidir. Bu alanlarda başarılı olabilmek için önerilen konular şunlardır:

- **Lineer Cebir:** Sinir ağları ve diğer makine öğrenimi algoritmaları, doğrusal cebir üzerine inşa edilmiştir. Vektörler, matrisler ve tensörler gibi temel kavramları anlamak önemlidir.
- **Olasılık ve İstatistik:** Tahmin yapabilme, belirsizlikle başa çıkabilme ve veri analizlerinde istatistiksel yaklaşımlar geliştirme konularında olmazsa olmaz bir disiplindir. İstatistiksel analiz, özellikle veri biliminde kritik rol oynar.
- **Calculus:** Özellikle optimizasyon algoritmaları ve türev alma, eğim hesaplama gibi süreçler yapay zeka modellemesinde sıklıkla kullanılır.
- **Algoritmalar ve Veri Yapıları:** Verimli algoritmalar, YZ sistemlerinde işlem hızını artırır ve bellek tüketimini düşürür. Özellikle veri yapıları, büyük veri kümeleriyle çalışırken işimizi kolaylaştırır.

Bu konularda online kurslar veya kaynaklardan faydalanmak, projelerde uygulayarak pekiştirmek önemlidir.

7.2. Programlama Yetkinlikleri: Python ve Daha Fazlası

Programlama, YZ alanında başarılı olmanın temel bir unsurudur. **Python**, yapay zeka geliştirme için en çok kullanılan dildir. Ayrıca, Python'da bulunan `scikit-learn`, `TensorFlow`, `Keras` gibi popüler kütüphaneler makine öğrenimi, derin öğrenme ve veri analizi için çok güçlü araçlar sunar. Ek olarak:

- **R:** Özellikle istatistiksel analizlerde güçlü bir dil olan R, veri analitiği alanında tercih edilebilir.
- **C++:** Robotik uygulamalarda hız ve bellek yönetimi avantajı sağlar.
- **JavaScript (TensorFlow.js):** Web tabanlı yapay zeka uygulamaları geliştirmek için kullanılır.

7.3. Yapay Zeka Çerçevesi ve Araçları

YZ alanında bilgi ve deneyimi artırmak için çeşitli çerçeveler ve araçları öğrenmek önemlidir:

- **TensorFlow ve PyTorch:** Derin öğrenme modelleri geliştirmek için en çok kullanılan çerçevelerdir. PyTorch, daha dinamik yapısı sayesinde araştırmalarda sıkça tercih edilirken, TensorFlow üretim uygulamalarında yaygın olarak kullanılır.



- **Keras:** TensorFlow'un üstünde çalışan, kullanıcı dostu bir kütüphane olarak hızlıca derin öğrenme modelleri oluşturmak isteyenler için idealdir.
- **OpenCV:** Görüntü işleme ve bilgisayarla görme projelerinde kullanılır. Robotik projelerde kamera verisini işlemek için sıklıkla tercih edilir.

YZ ve robotik konularında uzmanlaşmak isteyenlerin bu araçlarla çalışarak deneyim kazanmaları önerilir.

7.4. Veri Analitiği ve Veri Ön İşleme Becerileri

Veri, yapay zeka sistemlerinin öğrenebilmesi için kritik öneme sahiptir. Ancak verinin etkili bir biçimde kullanılması için iyi bir ön işleme sürecinden geçmesi gerekir:

- **Veri Temizleme:** Verideki eksiklikleri gidermek, hatalı veya tutarsız verileri filtrelemek bu süreçte ilk adımdır.
- **Veri Dönüştürme:** Veriyi algoritmalar için en uygun formata dönüştürmek gerekir. Örneğin, kategorik verilerin sayısal verilere dönüştürülmesi (encoding) yaygın bir işlemdir.
- **Özellik Mühendisliği:** Veriden anlamlı özellikler çıkararak, modelin öğrenme sürecini hızlandırmak ve doğruluğunu artırmak mümkündür.
- **Büyük Veri Yönetimi:** Özellikle gerçek dünya projelerinde büyük veri kümeleriyle çalışılacağı için, veri yönetimi ve saklama konusunda bilgi sahibi olmak önemlidir.

7.5. Proje Deneyimi ve Portföy Oluşturma

Teori bilmek önemlidir ancak gerçek dünya projelerinde yer almak YZ ve robotik alanında gerçekten uzmanlaşmanın en etkili yoludur. Farklı projeler geliştirmek, bir portföy oluşturmak için değerli bir adımdır:

- **Makine Öğrenimi Projeleri:** Farklı veri kümeleri ile sınıflandırma, tahmin, kümeleme gibi projeler geliştirmek. Örneğin, müşteri davranışlarını tahmin eden bir model veya görüntü sınıflandırma projesi gibi.
- **Bilgisayarla Görme Projeleri:** Yüz tanıma, nesne algılama veya hareket izleme projeleriyle bilgisayarla görme becerilerinizi geliştirebilirsiniz.
- **Robotik Projeleri:** Basit bir robot inşa etmek ve onu programlamak, robotik sistemler ve algoritmalarla çalışmayı öğrenmek için mükemmel bir deneyim sunar. Örneğin, bir drone veya otonom araç simülasyonu gibi projeler.

GitHub gibi platformlarda projelerinizi paylaşarak hem başkalarından geri bildirim alabilir hem de iş başvurularında portföyünüzü sergileyebilirsiniz.

7.6. Yapay Zeka ve Robotikte Etik Sorunlar



YZ ve robotik sistemlerin geliştirilmesinde etik konular kritik bir öneme sahiptir. Veri gizliliği, yanlılık, güvenilirlik ve hesap verebilirlik gibi etik konular bu alanda sıklıkla tartışılır:

- **Veri Gizliliği:** YZ projelerinde kullanılan veriler kullanıcıların kişisel bilgilerini içerebilir, bu yüzden veri gizliliği önlemleri almak zorunludur.
- **Yanlılık ve Ayrımcılık:** YZ algoritmalarının yanlı verilerle eğitilmesi durumunda ayrımcılık yapabilirler. Bu nedenle, veri setlerinin dengeli ve adil bir biçimde seçilmesi önemlidir.
- **Hesap Verebilirlik:** YZ sistemlerinin kararlarının açıklanabilir olması ve insanlar üzerinde olumsuz etkiler yaratmadığından emin olunması gerekir.

Etik sorumluluklar, kullanıcıları korumanın yanı sıra, bu alandaki projelerin güvenilirliğini ve kabul edilebilirliğini artırır.

7.7. Gelecekte Yapay Zeka ve Robotik Alanında Kariyer Olanakları

YZ ve robotikte uzmanlaşmak, çeşitli endüstrilerde geniş kariyer fırsatları sağlar. Geleceğin mesleklerinden bazıları:

- **Makine Öğrenimi Mühendisi:** Veriden öğrenen algoritmalar geliştirmek için çalışır.
- **Robotik Mühendisi:** Otonom robotlar tasarlar ve programlar.
- **Doğal Dil İşleme Uzmanı:** Metin veya ses verilerinin analiz edilmesini sağlar. Örneğin, chatbot veya sesli asistan projelerinde çalışır.
- **Veri Bilimcisi:** Karmaşık veri analizleri yaparak iş kararlarına katkıda bulunur.
- **Bilgisayarla Görme Mühendisi:** Görüntü tanıma ve işleme algoritmaları geliştirir.

Bu alanda başarılı bir kariyer için, iş ilanlarını inceleyerek gerekli becerileri geliştirmeye yönelik bir yol haritası hazırlamak yararlı olacaktır. LinkedIn, Glassdoor gibi platformlarda bu pozisyonlarla ilgili gereksinimleri araştırmak ve sektörle iletişimde olmak da profesyonel gelişim için faydalıdır.

Özet: Başarı İçin Sürekli Öğrenme

Yapay zeka ve robotikte kariyer yapmanın en önemli şartlarından biri sürekli öğrenmektir. Teknoloji hızla geliyor ve yeni araçlar, çerçeveler ve algoritmalar sürekli olarak ortaya çıkıyor. Kurslar almak, araştırma makaleleri okumak, güncel gelişmeleri takip etmek ve farklı projelerde yer almak bu alanda uzun vadeli bir başarı için gereklidir.

Not: Kendinizi geliştirmek için internette birçok ücretsiz kaynak, online kurs ve topluluk bulabilirsiniz. Coursera, edX, MIT OpenCourseWare gibi platformlar başlangıç için mükemmel kaynaklardır.



Bölüm 2: Kontrol Sistemleri, Drone Programlama ve Görüntü İşlemeye Giriş

İçindekiler

1. **Kontrole Giriş: PID Kontrol ve Uygulama Örnekleri**
 2. **DJI Tello Drone Tanıtımı**
 3. **Python ile Tello Drone Programlamaya Giriş**
 4. **Python OpenCV ile Görüntü İşlemeye Giriş**
-

1. Kontrole Giriş: PID Kontrol ve Uygulama Örnekleri

PID kontrol (Orantı, Integral, Türev) robotik sistemlerde yaygın olarak kullanılan bir kontrol yöntemidir. PID kontrol, robotların belirli bir hedefe ulaşırken dengeyi koruyabilmesini sağlar. Örneğin, bir drone'un sabit bir yükseklikte kalması veya bir motorun sabit bir hızda dönmesi PID kontrol algoritmasıyla sağlanabilir.

PID Kontrol Nedir?

PID (Proportional-Integral-Derivative), sistemlerin hedeflenen bir duruma doğru hareket etmesini sağlamak için geliştirilen bir kontrol algoritmasıdır. Algoritma, üç ana bileşenden oluşur:

- **P (Proportional - Orantısal):** Sistemin hedefe ne kadar uzak olduğuna göre bir düzeltme sağlar. Hata arttıkça bu bileşenin değeri de artar.
- **I (Integral - Integral):** Zamanla biriken hataları hesaplayarak düzeltici bir etki sağlar.
- **D (Derivative - Türev):** Hatanın değişim hızını kontrol ederek ani değişimlere karşı sistemi dengede tutar.

PID algoritması, özellikle sabit bir denge noktası sağlamaya çalışan sistemlerde yaygın olarak kullanılır. İyi ayarlanmış bir PID kontrol sistemi, hızlı, kararlı ve güvenilir bir hareket sağlar.

Python PID Kontrol Uygulama Örneği

PID kontrol algoritmasını basit bir Python örneği ile açıklayalım. Örneğin, bir motorun hedeflenen hızda kalmasını sağlamak için aşağıdaki gibi bir PID kontrol sistemi kurabiliriz:

```
python  
Kodu kopyala
```



```
class PID:
    def __init__(self, kp, ki, kd):
        self.kp = kp
        self.ki = ki
        self.kd = kd
        self.previous_error = 0
        self.integral = 0

    def update(self, target, actual):
        # Hata hesaplama
        error = target - actual
        self.integral += error
        derivative = error - self.previous_error

        # PID bileşenlerini hesaplama
        output = (self.kp * error) + (self.ki * self.integral) + (self.kd *
        derivative)
        self.previous_error = error

    return output

# PID değerlerini tanımlama
pid = PID(kp=1.0, ki=0.1, kd=0.05)
target_speed = 50
actual_speed = 40

# Kontrol çıktısı
output = pid.update(target_speed, actual_speed)
print("Kontrol Çıktısı:", output)
```

Bu örnekte, k_p , k_i ve k_d PID katsayılarıdır ve kontrol çıktısını etkileyecek şekilde ayarlanabilir. PID kontrol çıktısı, sistemi hedefe doğru yönlendirmek için kullanılacak değeri verir.

2. DJI Tello Drone Tanıtımı

DJI Tello, özellikle eğitim amaçlı olarak geliştirilmiş, programlanabilir bir drone modelidir. Hafif, kompakt ve dayanıklı yapısı sayesinde Tello, öğrenciler ve araştırmacılar için ideal bir araçtır. Python ile programlanabilmesi sayesinde kullanıcılar dronun hareketlerini, sensör verilerini ve diğer özelliklerini kontrol edebilirler.

Tello Drone Özellikleri:

- **Kamera:** 5MP, HD video kaydı yapabilen bir kamera.
- **Pil Ömrü:** 13 dakika uçuş süresi.
- **Uçuş Modları:** Başlatma, iniş, takla atma gibi çeşitli hazır hareketler.



- **Sensörler:** İvmeölçer, jiroskop ve diğer sensörlerle donatılmıştır.
- **Programlanabilirlik:** Tello SDK ve Python ile programlanabilir, böylece kullanıcılar kendi komutlarını yazabilirler.

DJI Tello, basit uçuş hareketlerinden karmaşık bilgisayarla görme uygulamalarına kadar geniş bir uygulama alanı sunar.

3. Python ile Tello Drone Programlamaya Giriş

Python kullanarak Tello'yu kontrol etmek mümkündür. Basit komutlar ile kalkış, iniş, takla atma gibi hareketleri gerçekleştirebiliriz. Aşağıda, Tello'nun Python SDK'sını kullanarak temel komutların nasıl verileceği hakkında birkaç örnek sunulmuştur.

Gerekli Kütüphaneler ve Bağlantı

Öncelikle `tello` kütüphanesini yükleyerek drone ile iletişim kurmamız gerekmektedir.

Temel Uçuş Komutları

1. Kalkış ve İniş:

```
python
Kodu kopyala
from djitellopy import Tello

tello = Tello()
tello.connect()

tello.takeoff() # Drone kalkış yapar
tello.land()   # Drone iniş yapar
```

2. Batarya Seviyesini Gösterme:

```
python
Kodu kopyala
battery_level = tello.get_battery()
print("Batarya Seviyesi:", battery_level)
```

3. Takla Atma:

```
python
Kodu kopyala
tello.takeoff()
tello.flip('l') # Drone sola takla atar
tello.flip('r') # Drone sağa takla atar
```



```
tello.land()
```

Bu komutlarla Tello drone'ü kontrol edebilir, hareketleri test edebilir ve batarya durumunu gözlemleyebilirsiniz. Bu temel komutlar sayesinde dronun temel kontrollerine hakim olabilirsiniz.

4. Python OpenCV ile Görüntü İşlemeye Giriş

Bilgisayarla görme, robotik sistemlerin çevrelerini analiz edip algılayabilmesi için kullanılan bir teknolojidir. OpenCV, bilgisayarla görme işlemleri için en popüler kütüphanelerden biridir ve Python dilinde çok geniş uygulama imkanları sunar.

Haar Cascade ile Yüz Tanıma

Haar Cascade, görüntülerdeki yüzleri hızlı ve etkili bir şekilde tanımlamak için kullanılan bir algoritmadır. Bu yöntem, belirli bir görüntüde yüzü algılayarak kare içerisine alabilir. Aşağıda, OpenCV ve Haar Cascade kullanarak basit bir yüz tanıma uygulaması gösterilmiştir:

1. Gerekli Kütüphaneyi Yükleyin:

```
python
Kodu kopyala
import cv2
```

2. Haar Cascade Dosyasını Yükleyin ve Yüz Algılama:

```
python
Kodu kopyala
# Haar Cascade dosyasını yükleme
face_cascade =
cv2.CascadeClassifier('haarcascade_frontalface_default.xml')

# Görüntüyü okuma
img = cv2.imread('resim.jpg')
gray = cv2.cvtColor(img, cv2.COLOR_BGR2GRAY)

# Yüzleri algılama
faces = face_cascade.detectMultiScale(gray, 1.1, 4)

# Algılanan yüzleri dikdörtgen içerisine alma
for (x, y, w, h) in faces:
    cv2.rectangle(img, (x, y), (x+w, y+h), (255, 0, 0), 2)

# Sonucu gösterme
cv2.imshow('img', img)
cv2.waitKey()
```



Bu kod ile bir görüntüdeki yüzler algılanır ve kutucuk içerisine alınır. `detectMultiScale` fonksiyonu, farklı boyutlardaki yüzleri tanımak için kullanılır ve belirli bir ölçekte arama yapar.

Drone Görüntüleri ile Bilgisayarla Görme Uygulaması

Tello'dan alınan görüntülerle bilgisayarla görme işlemleri yapılabilir. OpenCV kullanarak dronun kamerasından gelen görüntülerde nesne tanıma, yüz algılama gibi uygulamalar geliştirilebilir. Örneğin:

```
python
Kodu kopyala
# Tello'dan video yayını başlatma
tello.streamon()

while True:
    # Video çerçevesi yakalama
    frame = tello.get_frame_read().frame
    gray = cv2.cvtColor(frame, cv2.COLOR_BGR2GRAY)

    # Yüz algılama
    faces = face_cascade.detectMultiScale(gray, 1.1, 4)

    # Yüzlerin etrafını çizme
    for (x, y, w, h) in faces:
        cv2.rectangle(frame, (x, y), (x+w, y+h), (255, 0, 0), 2)

    # Görüntüyü gösterme
    cv2.imshow('Drone Görüntüsü', frame)

    # Çıkış için 'q' tuşuna basın
    if cv2.waitKey(1) & 0xFF == ord('q'):
        break

# Tello video yayını kapatma
tello.streamoff()
cv2.destroyAllWindows()
```

Bu kod ile Tello drone'un kamerasından alınan görüntülerde yüz algılama işlemi yapılır. Drone'un kamerasını kullanarak yüz tanıma, nesne algılama gibi bilgisayarla görme işlemlerini uygulamalı olarak öğrenebilirsiniz.



HAVACILIK VE UZAY BİLİMLERİ FAKÜLTESİ

Aerodinamik Laboratuvarı

Arş. Gör. Burhan Necati KIZILOĞLU

Arş. Gör. Muhammed SARIKAYA

Arş. Gör. Şeyda ÖZTÜRK KIRIŞLI

Arş. Gör. Kadir Giray KUYUMCU



Aerodinamik Laboratuvarı

Bu laboratuvarında, Akışkanlar Mekaniği ve Aerodinamik derslerine ait konularda uygulamalı ve teorik araştırmalar yapılmaktadır.

Laboratuvarımızda sunulan eğitim ve deney setleri; havacılık, otomotiv, enerji ve inşaat gibi birçok sektörde önemli rol oynayan aerodinamik prensiplerini keşfetmek isteyen havacılık tutkunlarına hizmet etmektedir. Hem akademik hem de endüstriyel projeler için ideal bir ortam sağlamaktadır.

Deneyim stajı kapsamında öğrenciler laboratuvarımızda bulunan cihazların nasıl kullanıldıklarını öğrenecek ve bu cihazlardan elde ettikleri verileri nasıl kullanıldığını anlayacaklardır.

Eğitim İçeriği

1. Bölüm
Laboratuvarında Bulunan Cihazların Tanıtılması
2. Bölüm
1. Bilgisayar Destekli Çizim (CAD) Programları Kullanarak Model Oluşturulması
2. Ansys Fluent Programının Tanıtımı
3. Örnek Mesh Uygulaması
4. Rüzgar Tünelinin Çalıştırılması
5. Yük Hücresi ile Veri Toplama
6. Basınç Ölçüm Cihazı ile Veri Toplama



1. Bölüm

Ses Altı Rüzgar Tüneli

Eğitimsel rüzgar tünelleri, hava gibi hareketli bir gaz içinde bulunan katı cisimlere gazın uyguladığı etkinin incelenmesi, araştırılması ve yorumlanması için tasarlanmış ve üretilmiş içindeki havanın hareket ettirildiği ve hızının ayarlanabildiği cihazlardır. 40cm x 40cm boyutlarında test odasına sahip olan cihaz maksimum 30 m/s hıza çıkabilmektedir.



Akış Ölçme Eğitim Seti

Bağımsız tip su akış ölçüm teknikleri eğitim seti ile sıvılarda debi ölçme uygulamaları yapılmaktadır. Deney seti üzerinde, Venturimetre, Orifis metre, türbin tip debimetre, ani daralma ve ani genişleme aparatları ile akış ölçümleri yapılabilmektedir.





Kontrol ve Veri Toplama Sistemi

Fiziksel olayların ölçümlerini yapma ve bunları analiz etmek için kullanılan sensörlerden gelen verileri kaydetme süreci için kullanılan cihazdır.



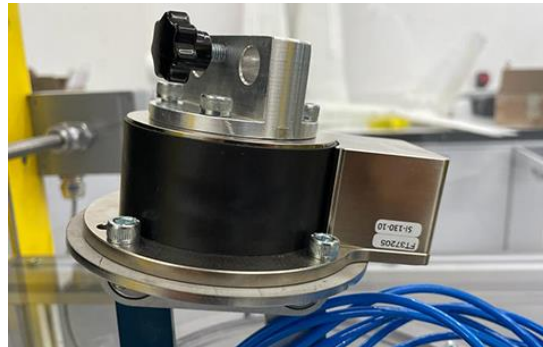
Torkmetre

Tork transdüserleri (torkmetre), shaftın bir torkuna karşılık gelen burulmayı (Yüzey kesme gerilimi) bir elektrik miktarına (Voltaj) dönüştürür ve daha sonra kayar halka, fırça, döner transformatör ve foto iletimi yoluyla çıkış sinyalleri verir. Bu sinyalleri ölçen cihazdır.



Yük Hücresi

Yük hücresi, üzerine etki eden bir yükü veya kuvveti elektronik bir sinyal haline dönüştüren bir sensör veya bir dönüştürücüdür. Yük hücresine yerleştirilen uçak modellerinin ve kanat profillerinin üzerine etki eden aerodinamik kuvvetlerin ölçülmesi sağlanır.





2. Bölüm

2.1. Bilgisayar Destekli Çizim (CAD) Programları Kullanarak Model Oluşturulması

CAD (Computer-Aided Design), mühendislik tasarımı ve analizinde yaygın olarak kullanılan güçlü bir araçtır. CAD programları, 2D ve 3D geometrilerin oluşturulmasına, düzenlenmesine ve analiz edilmesine olanak tanır. Aerodinamik çalışmalar için CAD programları, akış analizinde kullanılacak modellerin hazırlanmasında önemli bir rol oynar.

1. CAD Programına Genel Bakış:

- CAD nedir? CAD yazılımlarının mühendislikteki yeri ve önemi.
- Popüler CAD yazılımları: SolidWorks, AutoCAD, CATIA, Siemens NX, Fusion 360 vb.
- Her bir yazılımın kısa tanıtımı ve hangi alanlarda kullanıldığı.

2. CAD Arayüzünün Tanıtımı:

- Menü çubuğu, araç kutuları, komut penceresi ve çalışma alanının kullanımı.
- Temel dosya yönetimi: Yeni bir dosya oluşturma, kaydetme ve dışa aktarma.

3. Temel Geometrik Çizimler:

- 2D çizimler: Çizgi, daire, dikdörtgen, poligon gibi temel geometrilerin çizimi.
- Ölçülendirme ve kısıtlar: Geometrilerin doğru ölçülerde oluşturulması ve boyutların ayarlanması.
- Eksene göre simetri, döndürme ve uzatma gibi komutlar.

4. 3D Modelleme:

- 2D çizimleri 3D'ye dönüştürme: Extrude, revolve ve sweep komutlarının kullanımı.
- 3D modellerde ölçülendirme ve düzenleme.
- Modeli inceleme: Zoom, pan ve rotate komutları ile model üzerinde gezinti.

5. Model Hazırlama:

- Farklı mühendislik uygulamaları için küre, silindir, kanat, delta-wing gibi geometrilerin oluşturulması.
- Aerodinamik analizler için akışkan modellerinin basitleştirilmesi ve tasarıma yönelik optimize edilmesi.

6. Simülasyon İçin Model Hazırlığı:

- CAD modelinin sonlu elemanlar analizine (FEA) ya da akış simülasyonlarına (CFD) uygun hale getirilmesi.
- Modelin dosya formatları: .stl, .step, .iges gibi farklı dosya formatlarının açıklaması ve kullanımı.



Sonuç: Bu oturum sonunda öğrenciler, temel geometrik modelleri CAD yazılımında oluşturmayı öğrenmiş olacak ve mühendislik tasarım sürecinin ilk adımlarını atmış olacaklar. Ayrıca, bu modellerin mühendislik analizlerine nasıl hazırlandığını da anlayacaklar.

2.2. Ansys Fluent Programının Tanıtımı

Bu bölümde, temel simülasyon adımları ve programın arayüzü hakkında bilgi verilecektir.

Ansys Fluent, akışkanlar dinamiği simülasyonları için kullanılan, endüstride ve akademide yaygın bir CFD yazılımıdır. Bu yazılım, çeşitli mühendislik problemlerinde akış, ısı transferi, kimyasal reaksiyonlar ve çok fazlı akışların analizinde kullanılır.

1. Ansys Fluent Nedir?

- Ansys Fluent, sıvı ve gazların hareketini modellemek ve analiz etmek için kullanılan bir CFD (Computational Fluid Dynamics) yazılımıdır.
- Akışkanlar mekaniği problemlerinin çözülebilmesi için sonlu hacimler yöntemi (Finite Volume Method - FVM) kullanır.
- Kullanım alanları: Aerodinamik analizler, içten yanmalı motorlar, türbinler, ısı değiştiriciler, hava ve su akışları, yanma ve türbülanslı akışlar.

2. Programın Arayüzünün Tanıtılması:

- Workbench: Simülasyon projelerinin oluşturulduğu platform. Modelleme, mesh oluşturma, çözüm ayarları ve sonuçların analiz edilmesi için farklı modüller barındırır.
- Fluent Solver Arayüzü:
 - Solver ayarları, sınır koşulları, malzeme özellikleri ve çözücü seçeneklerinin belirlendiği ana ekran.
 - Menü çubuğu, grafik pencereleri, çözüm ve çıktı pencereleri gibi arayüz bileşenlerinin tanıtılması.

3. Temel Simülasyon Adımları:

- Geometri Oluşturma:
 - Simülasyon yapılacak modelin CAD yazılımlarında hazırlanması ve Ansys'e aktarılması.
 - 2D ve 3D geometri modelleri.
- Mesh (Ağ) Oluşturma:
 - Akış alanının ağ yapısına bölünmesi ve çözüm doğruluğu için uygun mesh oluşturma teknikleri.
 - Farklı mesh tipleri (yapısal, yapısal olmayan mesh) ve mesh kalitesinin önemi.
- Sınır Koşulları (Boundary Conditions) Tanımlama:
 - Giriş (inlet) ve çıkış (outlet) sınır koşullarının belirlenmesi.



- Duvar (wall) koşulları, simetri sınırları ve diğer fiziksel koşulların ayarlanması.
 - Fiziksel Modellerin Seçimi:
 - Laminer ve türbülanslı akış modelleri.
 - Sıkıştırılabilir akış, sıkıştırılamaz akış, ısı transferi ve çok fazlı akış seçeneklerinin belirlenmesi.
 - Çözücü Seçimi:
 - Basınç tabanlı ve yoğunluk tabanlı çözücülerin farkları.
 - Zaman bağlı (transient) ve zaman bağımsız (steady-state) çözümler.
4. Simülasyonun Çözülmesi ve Sonuçlar:
- Simülasyonu Başlatma: Çözücünün konverjans kontrolü ve çözüm sürelerinin optimize edilmesi.
 - Sonuçların Görselleştirilmesi:
 - Akış hatları (streamlines), hız profilleri ve basınç dağılımının görselleştirilmesi.
 - Kontur grafikleri, vektör gösterimleri ve animasyonlar ile akış analizlerinin detaylandırılması.
 - Sonuçların Yorumlanması:
 - Hız, basınç, sıcaklık dağılımlarının mühendislik açısından değerlendirilmesi.
 - Simülasyon sonuçlarının gerçek dünya verileriyle karşılaştırılması ve doğrulama.
5. Örnek Uygulamalar:
- Basit bir hava akışı simülasyonu: Düz bir kanat profilinin (airfoil) etrafındaki akışın modellenmesi ve kaldırma/sürtünme kuvvetlerinin hesaplanması.

Bu bölümde öğrenciler, Ansys Fluent programının temel işleyişini ve CFD simülasyonları için hangi adımların takip edilmesi gerektiğini öğrenecekler. Simülasyonların oluşturulması ve analiz edilmesi için gereken becerileri kazanacaklar.

2.3. Örnek Mesh Uygulaması

Bu bölümde, farklı geometriler için uygun ağ yapısının nasıl oluşturulacağını, mesh kalitesinin önemini ve mesh optimizasyonu tekniklerini inceleyeceğiz.



Mesh, CFD simülasyonlarının doğruluğu ve hesaplama süresi açısından hayati öneme sahiptir. Mesh yapısı, çözümün nerelerde daha detaylı ve nerelerde daha kaba olması gerektiğini belirler. Kaliteli bir mesh, doğru sonuçlar elde etmenin temelidir.

1. Mesh Nedir?

- Mesh, akış alanının sonlu hacimlere bölünmesiyle oluşturulur ve bu bölgelerde akış denklemleri çözülür.
- Çözünün doğruluğu ve hızı, mesh kalitesine bağlıdır.
- Yapısal (structured) mesh: Düzenli bir ızgara şeklinde olup, genellikle basit geometrilere kullanılır. Çözüm hızı yüksektir ancak karmaşık geometrilere oluşturulması zordur.
- Yapısal olmayan (unstructured) mesh: Düzensiz üçgen veya dörtgen hücrelerden oluşur. Karmaşık geometrilere daha esnek, ancak çözüm süresi daha uzun olabilir.

2. Mesh Türleri:

- 2D ve 3D Mesh: İki boyutlu analizlerde üçgen ve dörtgen hücreler, üç boyutlu analizlerde tetrahedral, hexahedral ve prizmatik hücreler kullanılır.
- Hücre Tipleri: Mesh yapılarına göre hücreler dörtgen, üçgen, tetrahedral veya hexahedral olabilir.
- Farklı hücre türlerinin kullanımı: Basit geometri ve karmaşık geometriler için en uygun hücre türleri hakkında bilgi.

3. Mesh Oluşturma Adımları:

1. Geometri İçe Aktarma:

- CAD yazılımında hazırlanan geometrinin Ansys'e aktarılması.
- Geometrinin mesh'e uygun hale getirilmesi: Geometrik hataların düzeltilmesi, yüzeylerin birleştirilmesi.

2. Mesh Parametrelerinin Belirlenmesi:

- Hücre boyutu: Hangi alanlarda daha ince (fine), hangi alanlarda daha kaba (coarse) mesh kullanılması gerektiği.
- Hücre yoğunluğu: Yüksek gradyanlı (hız, basınç değişiminin fazla olduğu) bölgelerde daha yoğun mesh kullanılması.
- Sınır tabakası (boundary layer) mesh: Sınır tabakası oluşumunu doğru çözümleyebilmek için yüzeylere yakın bölgelerde ince mesh kullanımı.

3. Mesh Üretimi:

- Global mesh oluşturma: Geometrinin tamamı için genel bir mesh oluşturma.
- Lokal mesh rafinasyonu: Akış özelliklerinin önemli olduğu bölgelerde (örneğin bir kanat profili çevresi, köşe bölgeleri) daha detaylı mesh üretme.



- Hata kontrolleri: Mesh kalitesini artırmak için şekil bozukluğu, açı bozulmaları, ve hücre oranlarının kontrol edilmesi.
4. Mesh Kalitesinin Kontrolü:
- Orthogonal Quality: Hücrelerin köşelerinin doğruluğu. 1'e ne kadar yakınsa mesh o kadar kalitelidir.
 - Aspect Ratio: Hücrelerin uzunluk-genişlik oranı. Çok büyük oranlar, çözüm doğruluğunu düşürebilir.
 - Skewness: Hücrelerin eğrilik derecesi. Skewness değeri düşük olan hücreler daha kaliteli kabul edilir.
5. Mesh Yoğunluğunun Etkileri:
- Mesh yoğunluğu arttıkça simülasyonun doğruluğu artar, ancak hesaplama süresi de uzar. Doğru bir denge kurulmalıdır.
 - Mesh rafinasyon testi: Farklı yoğunluklarda mesh oluşturularak sonuçların nasıl değiştiğinin analiz edilmesi. Bu, modelin doğruluğunu ve mesh hassasiyetini test etmek için yapılır.
6. Örnek Mesh Uygulaması:
- Basit bir geometrinin mesh'i: Düz bir levha veya bir kanat profili gibi basit bir geometrinin mesh'lenmesi.
 - 2D ve 3D mesh örnekleri.
 - Sınır tabakası ve serbest akış bölgesi için farklı yoğunlukta mesh kullanımı.
7. Mesh'in Simülasyona Hazırlanması:
- Mesh'in kalite testleri tamamlandıktan sonra simülasyon çözücüsüne aktarılması.
 - Mesh'in uygun formatta kaydedilmesi ve Ansys Fluent'e gönderilmesi.

Bu bölüm sonunda öğrenciler, bir akış analizinde mesh'in ne kadar önemli olduğunu kavrayacak ve basit geometri modelleri için uygun mesh yapısını oluşturmayı öğrenecekler. Ayrıca mesh kalitesini nasıl değerlendireceklerini ve simülasyon sonuçlarını doğrudan etkileyen mesh parametrelerini optimize etmeyi öğrenecekler.

2.4. Rüzgar Tünelinin Çalıştırılması

Rüzgar tünelleri, aerodinamik çalışmalar için önemli bir test aracıdır. Bu bölümde, rüzgar tünelinin nasıl çalıştırılacağı, akış şartlarının nasıl ayarlanacağı ve testlerin nasıl yürütüleceği ele alınacaktır.

Rüzgar tünelleri, sabit bir test alanı etrafında kontrollü hava akımı sağlayan cihazlardır. Bu cihazlar, aerodinamik performansın test edilmesi, araç ve yapıların üzerinde oluşan kuvvetlerin ölçülmesi ve akışın görselleştirilmesi gibi amaçlarla kullanılır. Öğrencilerin, rüzgar tüneline aerodinamik kuvvetlerin nasıl ölçüldüğünü, akış karakteristiklerinin nasıl analiz edildiğini ve simülasyonların nasıl doğrulandığını anlamaları önemlidir.



1. Rüzgar Tünelinin Tanıtılması:

- Rüzgar tüneli nedir?: Rüzgar tünelleri, test modelleri etrafındaki hava akışını simüle etmek için kullanılan cihazlardır. Hem akademik araştırmalarda hem de endüstride yaygın olarak kullanılır.
- Rüzgar tüneli türleri:
 - Açık devre rüzgar tüneli: Hava, çevreden alınıp test sonrası tekrar çevreye bırakılır.
 - Kapalı devre rüzgar tüneli: Hava, tünel içinde sürekli olarak döndürülür.
- Subsonik, transonik, supersonik ve hipersonik rüzgar tünelleri: Farklı hız rejimlerinde çalışan rüzgar tünelleri ve her birinin kullanım alanları.

2. Rüzgar Tüneli Bileşenleri:

- Fanlar: Havanın tünel boyunca hareket etmesini sağlayan güç kaynağı.
- Test bölgesi: Modelin yerleştirildiği ve akış karakteristiklerinin incelendiği alan.
- Kontraksiyon (daralma) bölgesi: Havanın hızlandırıldığı ve test bölgesine iletiildiği bölüm.
- Yayıcı bölge: Havanın test bölgesinden çıkarken genişlediği ve basıncın geri kazanıldığı bölüm.
- Balans sistemi: Aerodinamik kuvvetlerin (kaldırma, sürüklenme ve moment) ölçüldüğü cihaz.

3. Rüzgar Tünelinin Çalıştırılması:

1. Hazırlık Aşaması:

- Modelin montajı: Test edilecek modelin (uçak kanadı, otomobil gövdesi vb.) tünelin test alanına yerleştirilmesi. Modelin uygun şekilde sabitlenmesi ve açılarının doğru ayarlanması.
- Sensörlerin yerleştirilmesi: Basınç sensörleri, kuvvet ölçüm sensörleri ve duman üretici sistemlerin yerleştirilmesi. Eğer varsa akışın görselleştirilmesi için lazer tabanlı sistemlerin hazırlanması.

2. Rüzgar Hızının Ayarlanması:

- Fan hızının kontrolü: İstenen hız rejimine ulaşmak için fan hızının ayarlanması. Rüzgar hızının ölçülmesi ve hedef hız değerinin doğrulanması.
- Reynolds sayısının hesaplanması: Hava hızı, model boyutu ve hava özelliklerine bağlı olarak Reynolds sayısının belirlenmesi.

3. Sınır Koşullarının Ayarlanması:

- Akış yönünün doğrulanması: Test modeli üzerindeki akışın düzgün ve sabit olduğundan emin olunması.
- Sıcaklık ve nem kontrolleri: Eğer sıcaklık ve nem koşulları önemliyse, bu parametrelerin kontrol edilmesi ve sabitlenmesi.



2.5. Yük Hücresi ile Veri Toplama

Yük hücreleri (load cells), mekanik kuvvetleri ölçmek için kullanılan cihazlardır ve rüzgar tüneli deneylerinde aerodinamik kuvvetlerin (kaldırma, sürüklenme ve moment) ölçülmesinde yaygın olarak kullanılır. Bu cihazlar, uygulanan kuvvetleri elektrik sinyallerine dönüştürerek veri toplama sistemine iletirler. Aerodinamik deneylerde güvenilir sonuçlar elde etmek için yük hücrelerinin doğru kullanımı oldukça önemlidir.

1. Yük Hücresi Nedir?

- Yük hücresinin tanımı: Bir nesneye uygulanan kuvveti (kaldırma, sürüklenme, ağırlık vb.) ölçmek için kullanılan hassas sensörlerdir.
- Çalışma prensibi: Yük hücreleri genellikle bir malzemede meydana gelen elastik deformasyonları ölçer ve bu deformasyonlar elektriksel sinyale dönüştürülür. Strain gage adı verilen dirençli sensörlerle çalışırlar.

2. Yük Hücrelerinin Rüzgar Tünelinde Kullanımı:

- Aerodinamik kuvvetlerin ölçümü:
 - Kaldırma kuvveti (Lift): Modelin yukarı doğru hareketini ölçer.
 - Sürüklenme kuvveti (Drag): Modelin akış yönünde maruz kaldığı direnç kuvvetini ölçer.
 - Yan kuvvet (Side force) ve momentler: Yatay ve dikey eksenlerde oluşan kuvvetler ve dönme momentleri de yük hücreleriyle ölçülebilir.

3. Yük Hücresi ile Veri Toplama Adımları:

1. Yük Hücresinin Montajı:

- Doğru yerleştirme: Yük hücresinin, ölçülecek kuvvetlerin doğrudan uygulandığı yerlere monte edilmesi. Genellikle test modeli ve test yatağı arasına yerleştirilir.
- Kalibrasyon: Doğru ölçüm elde etmek için yük hücresinin kalibre edilmesi. Standart ağırlıklar kullanılarak yapılan kalibrasyon işlemi, ölçüm doğruluğunu sağlar.

2. Veri Toplama Sistemi:

- Veri toplama ünitesi (Data Acquisition - DAQ): Yük hücrelerinden gelen elektrik sinyallerinin toplandığı ve dijital verilere dönüştürüldüğü sistem.
- Analog sinyalin dijital dönüşürülmesi: Yük hücresi, mekanik kuvveti elektriksel bir sinyale dönüştürür. DAQ sistemi bu sinyali dijital veriye dönüştürerek bilgisayar ortamında analiz edilebilir hale getirir.
- Örnekleme hızı ve çözünürlük: Kuvvetlerin hızlı değişimini doğru yakalayabilmek için uygun örnekleme hızının seçilmesi. Yüksek çözünürlük, daha hassas ölçüm sağlar.



3. Sensör ve DAQ Bağlantıları:

- Yük hücresinin veri toplama sistemine doğru şekilde bağlanması. Sensör kablolarının yanlış bağlanması hatalı sonuçlara neden olabilir.
- Kablo bağlantıları ve sinyal amplifikasyonu: Zayıf sinyallerin güçlendirilmesi gerekebilir. Bu durumda sinyal amplifikatörleri kullanılarak doğru veri elde edilebilir.

4. Veri Toplama ve Analiz:

- Verilerin kaydedilmesi: Toplanan verilerin bilgisayar ortamına aktarılması ve kaydedilmesi. Genellikle kuvvet-zaman veya kuvvet-hız grafikleri oluşturulur.
- Ham verilerin işlenmesi: Ham kuvvet verileri analiz edilir ve deneysel sonuçlar doğrultusunda yorumlanır. Filtreleme ve ortalama alma gibi yöntemler kullanılarak veriler işlenebilir.
- Gürültü azaltma: Yük hücresinden gelen sinyallerde oluşabilecek elektriksel gürültünün filtrelenmesi. Bu, özellikle hassas kuvvet ölçümlerinde önemlidir.

5. Sonuçların Yorumlanması:

- Kuvvetlerin yorumlanması: Toplanan kuvvet verileri aerodinamik performans açısından analiz edilir.
- Sonuçların aerodinamik parametrelerle ilişkilendirilmesi: Kaldırma katsayısı (lift coefficient) ve sürüklenme katsayısının (drag coefficient) hesaplanması. Bu katsayılar, deney sonuçlarının daha genel bir aerodinamik analizde kullanılmasına olanak tanır.
- Verilerin grafiğe dökülmesi: Kuvvetlerin hız, açı veya zaman ile nasıl değiştiğinin anlaşılması için grafikler oluşturulur.

6. Hataların Tespiti ve Kalibrasyon:

- Sıfır kayması: Yük hücresinin sürekli olarak doğru sıfır referansında çalıştığından emin olunması. Sıfır kayması, ölçümlerde hata yaratabilir.
- Yük hücresinin doğruluğunu sağlama: Periyodik kalibrasyon yapılması ve sistemdeki sapmaların tespit edilmesi.

Bu bölüm sonunda öğrenciler, yük hücrelerinin nasıl çalıştığını, aerodinamik kuvvetlerin nasıl ölçüldüğünü ve verilerin nasıl toplandığını öğrenmiş olacaklar. Ayrıca, elde edilen verilerin nasıl analiz edileceği ve deney sonuçlarının nasıl yorumlanacağı konusunda bilgi sahibi olacaklar.



2.6. Basınç Ölçüm Cihazı ile Veri Toplama

Basınç, bir akışkanın hızını, yönünü ve kuvvetlerini anlamak için temel bir parametredir. Aerodinamik deneylerde basınç ölçümleri, özellikle akışın karakteristiklerini ve aerodinamik kuvvetlerin doğasını anlamak açısından çok önemlidir. Bu ölçümler, hava araçlarının ve diğer cisimlerin performansını değerlendirmek için kullanılır. Basınç ölçüm cihazlarıyla toplanan veriler, CFD simülasyonlarının doğrulanmasında ve aerodinamik analizlerde kullanılır.

1. Statik ve dinamik basınç farkı:

- Statik basınç: Bir akışkanın hareketsizken sahip olduğu basınçtır.
- Dinamik basınç: Bir akışkanın hareketinden kaynaklanan basınçtır ve akış hızına bağlı olarak artar.
- Basınç birimleri: Basınç genellikle Pascal (Pa), bar, veya pound per square inch (psi) cinsinden ölçülür.

2. Basınç Ölçüm Cihazları:

- Pitot tüpü: Dinamik basıncı ölçmek için kullanılan cihazdır. Akışın hızını ölçmek için yaygın olarak kullanılır. Pitot tüpü, hem statik hem de dinamik basınç farklarını ölçerek, toplam basıncı verir.
- Basınç transdüseri: Elektrik sinyaline dönüştürülmüş basınç ölçümü sağlar. Özellikle dijital veri toplama sistemlerinde kullanılır.

3. Basınç Ölçüm Cihazı ile Veri Toplama Adımları:

1. Cihazın Kurulumu:

- Sensörlerin ve cihazların monte edilmesi: Deney modelinin yüzeyine veya belirli noktalara basınç sensörlerinin yerleştirilmesi. Özellikle rüzgar tüneline test edilecek modelin yüzeyindeki basınç noktalarına dikkat edilmelidir.
- Statik ve dinamik basınç noktalarının belirlenmesi: Model üzerinde basıncın hangi noktalarda ölçüleceği planlanır. Bu noktalar genellikle akışın hızına, yönüne ve modelin geometrisine göre seçilir.

2. Veri Toplama Sistemi:

- Veri toplama ünitesine bağlanma: Basınç sensörleri veya pitot tüpünden alınan verilerin, bir veri toplama sistemine (DAQ) aktarılması. Basınç transdüserlerinin sinyal çıkışı, elektriksel olarak DAQ sistemine iletilir.
- Örnekleme hızı ve doğruluk: Hızlı değişen basınç farklarını ölçmek için uygun örnekleme hızı ve sensör hassasiyeti seçilmelidir. Özellikle yüksek hızdaki akışlarda doğru sonuçlar için yüksek örnekleme hızı gereklidir.

3. Statik ve Dinamik Basınç Ölçümü:

- Pitot tüpü kullanarak dinamik basınç ölçümü: Pitot tüpü, hem statik hem de dinamik basıncı ölçer ve akışkan hızının hesaplanmasını sağlar.



- Basınç transdüseri kullanarak statik basınç ölçümü: Model yüzeyinde belirlenen noktalarda basınç sensörleriyle ölçüm yapılır. Özellikle akışın ayrılma bölgeleri ve türbülans oluşumları için kritik bilgiler elde edilir.
- Diferansiyel basınç ölçümleri: Bir basınç farkı ölçer yardımıyla iki nokta arasındaki basınç farklarının belirlenmesi. Bu farklar, aerodinamik kuvvetlerin tahmininde kullanılır.

4. Veri Toplama ve Analiz:

- Ham verilerin toplanması: Basınç ölçüm cihazlarıyla elde edilen verilerin DAQ sistemine aktarılması ve bilgisayar ortamına kaydedilmesi. Ham veriler, dijital sinyaller halinde kaydedilir ve daha sonra analiz edilir.
- Verilerin filtrelenmesi ve işlenmesi: Gürültülü sinyallerin filtrelenmesi, veri işleme aşamasının önemli bir parçasıdır. Bu aşamada, düşük frekanslı gürültüler ortadan kaldırılır ve gerçek basınç verileri daha doğru bir şekilde analiz edilir.
- Basınç dağılımının hesaplanması: Model üzerindeki basınç ölçümlerinden basınç dağılım haritası oluşturulabilir. Bu dağılım, akış karakteristiklerinin anlaşılması için önemlidir.
- Basınç farkı ile hız hesaplama: Pitot tüpünden veya diferansiyel basınç ölçerlerden elde edilen basınç farkları kullanılarak, akışkanın hızı Bernoulli denklemi ile hesaplanabilir

$$V = \sqrt{\frac{2(P_t - P_s)}{\rho}}$$

Burada V akışkan hızı, P_t toplam basınç, P_s statik basınç ve ρ akışkanın yoğunluğudur.

5. Sonuçların Yorumlanması:

- Basınç dağılım haritalarının analizi: Modelin yüzeyinde veya akış bölgesinde elde edilen basınç dağılımlarının, aerodinamik kuvvetler ve akış karakteristikleri ile ilişkili olarak değerlendirilmesi.
- Aerodinamik kuvvetlerin hesaplanması: Elde edilen basınç verilerinden kaldırma ve sürüklenme kuvvetlerinin hesaplanması. Bu kuvvetler, basınç entegrasyonu yoluyla bulunabilir.
- CFD ile karşılaştırma: Deneysel basınç ölçümlerinin, sayısal simülasyonlarla (CFD) karşılaştırılması. Bu, sayısal analizlerin doğrulanması açısından önemlidir.

6. Kalibrasyon ve Hataların Önlenmesi:

- Basınç sensörlerinin kalibrasyonu: Doğru sonuçlar elde etmek için basınç ölçüm cihazlarının periyodik olarak kalibre edilmesi gerekir. Bu kalibrasyon, referans basınç noktalarıyla karşılaştırılarak yapılır.



- Hataların tespiti: Basınç ölçümlerinde oluşabilecek sensör hataları, kablo bağlantı hataları veya ortam koşullarına (sıcaklık, nem vb.) bağlı sapmaların tespit edilmesi ve bu hataların düzeltilmesi.

Bu bölüm sonunda öğrenciler, basınç ölçüm cihazlarının kullanımını, aerodinamik deneylerde veri toplama süreçlerini ve bu verilerin nasıl analiz edilip yorumlanacağını öğrenecekler. Ayrıca, basınç verilerinin nasıl aerodinamik kuvvetlere dönüştürüleceğini ve deneysel sonuçların nasıl doğrulanacağını anlayacaklar.



HAVACILIK VE UZAY BİLİMLERİ FAKÜLTESİ

İnsansız Hava Aracı Laboratuvarı

Öğr. Gör. Hasan Metehan AKGÜN

Öğr. Gör. Resul YERLİKAYA

Öğr. Gör. Abdulkadir ÇAKIR



İnsansız Hava Aracı Laboratuvarı

Döner Kanat İHA

Amaç: Döner kanatlı İHA'ların temel prensiplerini öğrenmek ve uygulamak.

İçerik: Aerodinamik Prensipler: Döner kanatlı İHA'ların uçuş dinamikleri, lift ve drag kavramları.

Model Yapımı: Basit bir döner kanatlı İHA modeli oluşturma; malzeme seçimi ve montaj teknikleri.

Performans Testleri: İlk uçuş simülasyonları ve modelin hava akışı analizi.

Hedef: Katılımcıların döner kanatlı İHA'ların çalışma prensiplerini anlaması ve temel bir model oluşturmaları.

Sabit Kanat İHA

Amaç: Sabit kanatlı İHA'ların tasarım ve uçuş özelliklerini kavramak.

İçerik: Aerodinamik Yapı: Sabit kanatların tasarım özellikleri ve uçuş dinamikleri.

Prototip Oluşturma: Sabit kanatlı bir İHA'nın tasarımını yapma ve montaj süreci.

Uçuş Testleri: Farklı hız ve yüksekliklerde uçuş denemeleri; performans analizi.

Hedef: Katılımcıların sabit kanatlı İHA'ların tasarımını yapabilmesi ve uçuş performansını test edebilmesi.

İHA Tasarımı

Amaç: İHA tasarım süreçlerini öğrenmek ve uygulamak.

İçerik: Tasarım Süreçleri: İHA'nın görev tanımı, tasarım aşamaları ve mühendislik hesaplamaları.

Tasarım Yazılımları: CAD yazılımları kullanarak 3D modelleme ve simülasyon.

Proje Tasarımı: Kendi İHA tasarım projelerinin geliştirilmesi.

Hedef: Katılımcıların İHA tasarımı ile ilgili temel bilgileri edinmesi ve kendi projelerini geliştirmesi.

Elektronik ve Kontrol Sistemleri

Amaç: İHA'larda kullanılan elektronik bileşenler ve kontrol sistemlerinin işlevlerini anlamak.

İçerik: Elektronik Bileşenler: Motorlar, sensörler ve kontrol kartları gibi temel bileşenlerin tanıtımı.

Kontrol Sistemleri: PID kontrolü ve diğer kontrol yöntemleri; yazılım geliştirme.

Devre Montajı: Basit devrelerin kurulumu ve test edilmesi.

Hedef: Katılımcıların İHA'nın elektronik bileşenlerini tanıması ve kontrol sistemlerini programlayabilmesi.



5. Hafta: Yer Kontrol İstasyonları ve Yazılımlar

Amaç: Yer kontrol istasyonlarının işleyişini öğrenmek ve uygulamak.

İçerik: Yer Kontrol İstasyonları: İHA'nın kontrolü ve izlenmesi için gerekli donanım ve yazılım.

İletişim Protokolleri: İHA ile yer kontrol istasyonu arasındaki veri iletim yöntemleri.

Simülasyon Uygulamaları: Yer kontrol yazılımlarının kullanımı; senaryo bazlı simülasyonlar.

Hedef: Katılımcıların yer kontrol istasyonları ile İHA arasındaki iletişimi yönetebilmesi.

Uçuş Simülasyonları

Amaç: Uçuş simülasyonlarının önemi ve uygulama alanlarını öğrenmek.

İçerik: Simülatör Kullanımı: Uçuş simülatörlerinin tanıtımı ve uçuş senaryolarının oluşturulması.

Hava Koşulları: Farklı hava koşullarında uçuş senaryolarının simülasyonu.

Performans Analizi: Simülasyon sonuçlarının değerlendirilmesi.

Hedef: Katılımcıların uçuş simülatörlerini etkili bir şekilde kullanabilmesi ve senaryo analizleri yapabilmesi.

İHA Pilotaj Uygulamaları

Amaç: İHA pilotaj tekniklerini uygulamak ve deneyim kazanmak.

İçerik: Pilotaj Temelleri: İHA pilotajına yönelik temel kurallar ve güvenlik önlemleri.

Gerçek Uçuş Uygulamaları: İHA'larla gerçek uçuşlar; uçuş kontrolü ve manevra teknikleri.

Görev Yönetimi: İHA uçuş görevlerinin planlanması ve icrası.

Hedef: Katılımcıların gerçek uçuş deneyimi kazanması ve İHA pilotaj becerilerini geliştirmesi.



HAVACILIK VE UZAY BİLİMLERİ FAKÜLTESİ

İtki

Laboratuvarı

Arş.Gör.Mehmet Nurullah ÖNEL

Arş.Gör.Kadir Giray KUYUMCU



İtki Laboratuvarı

İtki laboratuvarı, itki ve yanma sistemlerinin araştırılması, geliştirilmesi ve test edilmesi amacıyla kurulan laboratuvarlardır. Bu laboratuvarlar, uçak motorlarından roketlere kadar çeşitli itki sistemlerinin performans, güvenlik ve verimlilik testlerinin yapılmasını sağlar. Havacılık ve uzay mühendisliği programlarının bir parçası olarak kullanılan bu laboratuvarlar, öğrencilere ve araştırmacılara pratik deneyim kazandırır.

Mevcut laboratuvarda jet motorlarının çalışma prensibi, jet motorlarını oluşturan parçalar ve bu parçalar arasındaki istasyonlar mikro jet motoru üzerinden analiz edilmektedir. Her istasyonda oluşan basınç, sıcaklık değerleri ve motor içinden geçen hava ve yakıt debileri, motor devir bilgileri jet motoruna bağlı bilgisayardan okunabilmektedir.

Jet Motorunun Çalışma Prensibi:

Jet motorlarının nasıl itki sağladığını açıklar. Hava, motora giriş yaptıktan sonra sıkıştırılır, yakıtla karışarak yanma gerçekleşir ve yanma sonucu oluşan sıcak gaz, türbinden geçerek dışarı atılır. Bu süreç, Newton'un üçüncü hareket yasasına göre itki üretir.

Jet motorları Brayton çevrimine göre çalışır. Brayton çevrimi, özellikle jet motorları ve gaz türbinleri gibi sürekli yanmalı güç sistemlerinde kullanılan termodinamik bir çevrimdir. Bu çevrimde hava veya başka bir çalışma akışkanı, sıkıştırma, ısı ekleme ve genişleme adımlarından geçerek enerji üretir. Brayton çevriminin dört temel adımı:

1. İzentrik Sıkıştırma (Adyabatik Sıkıştırma)

Bu aşamada çalışma akışkanı (genellikle hava), bir kompresörde sıkıştırılır.

Sıkıştırma işlemi sırasında akışkanın basıncı ve sıcaklığı artar.

Bu işlem izentropik (entalpide değişim olmadan) olarak gerçekleşir ve çevreye ısı kaybı olmaz.

2. İzobarik Isıtma (Sabit Basıncıta Isı Eklenmesi)

Sıkıştırılmış akışkan yanma odasına girer ve burada sabit basınç altında yakıtla karışarak yanar.

Yanma sonucunda akışkanın sıcaklığı büyük ölçüde artar ve yüksek enerjili gaz oluşur.

Bu işlem sırasında basınç sabit kalırken akışkanın iç enerjisi artar.

3. İzentrik Genişleme (Adyabatik Genişleme)

Yüksek enerjili gaz, türbinden geçerken genişler. Genişleme sürecinde gazın basıncı ve sıcaklığı düşer.

Türbinden geçen gaz, türbini döndürerek mekanik iş üretir ve bu iş, kompresörü çalıştırmak ve net güç sağlamak için kullanılır.



Bu adım izentropik bir genişleme olarak kabul edilir.

4. İzobarik Soğutma (Sabit Basınçta Isı Atılması)

Genişleyen gaz artık iş üretemeyecek kadar düşük sıcaklığa ulaştığında, sistemden çıkar ve çevreye atılır.

Çevrimin bu son adımını, gazın dışarıya sabit basınçta ısı vererek soğutulmasıyla sona erer.

Brayton Çevriminin Verimliliği

Brayton çevriminin verimliliği, sıkıştırma oranına ve sıcaklık farklarına bağlıdır. Daha yüksek sıkıştırma oranları, teorik verimliliği artırırken; gerçek uygulamalarda kompresör ve türbin verimliliği gibi faktörler de önem taşır. Verim artırıcı bir diğer faktör, sistemin giriş sıcaklığını artırarak yanma odasında daha yüksek bir sıcaklığa ulaşmaktır.

Uygulama Alanları

Brayton çevrimi, özellikle havacılık sektöründe turbojet ve turbofan motorlarında, elektrik üretimi için gaz türbinlerinde yaygın olarak kullanılır. Bu çevrim, yüksek güçlü ve sürekli yanmalı sistemler için uygun özelliklere sahiptir.

Jet Motorunun Bölümleri:

Giriş (Intake): Havanın motora girdiği ve ilk sıkıştırmanın başladığı kısım.

Kompresör (Compressor): Havayı sıkıştırarak basıncını ve sıcaklığını artırır. Yüksek basınç, yanma sürecinin verimliliğini artırır.

Yanma Odası (Combustion Chamber): Sıkıştırılmış havaya yakıt eklenir ve ateşlenir. Bu bölümde yüksek enerjili gazlar oluşur.

Türbin (Turbine): Yanma gazlarının enerjisini türbini döndürmek için kullanır, bu da kompresörü çalıştırır.

Çıkış (Nozzle): Gazların yüksek hızda dışarı atıldığı bölgedir ve bu, itki kuvveti sağlar.

Giriş ve Çıkış Verileri:

Giriş Verileri: Hava sıcaklığı, basıncı, kompresör giriş hızı vb. Hava hızı ve sıcaklığı gibi parametrelerin motor performansını nasıl etkilediğini açıklayabilirsiniz.

Çıkış Verileri: Egzoz gazlarının sıcaklığı, basıncı ve hızı. Ayrıca, motorun sağladığı itki kuvveti ve yakıt tüketim oranı gibi temel performans göstergeleri üzerinde durabilirsiniz.



Jetcat P140-Rxi Jet Motoru

JetCat P140-RXi jet motoru, model uçaklar için tasarlanmış yüksek performanslı bir mikro türbin motorudur. Bu motor, kompakt yapısı ve entegre özellikleriyle dikkat çeker.



Şekil 1. JetCat P140-RXi jet motoru deney seti



Şekil 2. JetCat P140-RXi jet motoru kesit görüntüleri

Teknik Özellikler:

İtici Gücü: 142 Newton (14,2 kg) @ 125.000 rpm

Ağırlık: 1.590 gram (otomatik başlatma sistemi dahil)

Çap: 112 mm

Toplam Uzunluk: 320 mm

Çalışma Devir Aralığı: 33.000 - 125.000 rpm



Maksimum Egzoz Sıcaklığı: 710°C

Yakıt Tüketimi: 510 ml/dakika (tam güçte)

Yakıt Türü: Jet A1, gazyağı

Yağlama: %5 sentetik türbin yağı karışımı

Bakım Aralığı: 50 saat

Öne Çıkan Özellikler:

Entegre Sistemler: Yakıt pompası, valfler ve filtreler motorun içinde entegre edilmiştir, bu da kurulum ve bakım süreçlerini basitleştirir.

Fırçasız Yakıt Pompası: Daha küçük boyutlu ve güvenilir bir fırçasız yakıt pompası kullanılır, bu da motorun genel verimliliğini artırır.

Dahili Kerozin Başlatma: Harici bir başlatma cihazına ihtiyaç duymadan, dahili kerozin başlatma sistemi sayesinde motor kolayca çalıştırılabilir.

V10.0 ECU: Yeni nesil Elektronik Kontrol Ünitesi (ECU), daha küçük boyutlarda olup, gelişmiş kontrol ve izleme özellikleri sunar.

Çalışma Prensibi:

JetCat P140-RXi, atmosferden aldığı havayı sıkıştırarak yakıtla karıştırır ve yanma odasında bu karışımı yakar. Oluşan yüksek enerjili gazlar, türbinden geçerek egzozdan yüksek hızla dışarı atılır ve bu sayede itki gücü üretilir.

Kullanım Alanları:

Bu motor, özellikle model jet uçaklarında yüksek performans ve güvenilirlik arayan hobi meraklıları ve profesyoneller için idealdir. Kompakt yapısı ve entegre sistemleri sayesinde çeşitli model uçaklara kolayca entegre edilebilir.

Güvenlik ve Bakım:

Yakıt ve Yağlama: Belirtilen yakıt ve yağ karışım oranlarına dikkat edilmelidir.

Bakım: 50 saatlik kullanım süresinden sonra motorun bakımının yapılması önerilir.

Güvenlik: Motor çalışırken uygun güvenlik önlemleri alınmalı ve üreticinin talimatlarına uyulmalıdır.



Eğitim İçeriği

Gaz Türbinli Motorlara Giriş
Gaz Türbinli Motorların Tarihi
Gaz Türbinli Motorların Çalışma Prensipleri
Gaz Türbinli Motorların Kısımları
Performans ve Karakteristikler
Çalışma ve Bakım
Gaz Türbinli Motorların Kullanım Alanları



İTKİ LABORATUVARI

DENEYİM STAJI EL KİTABI

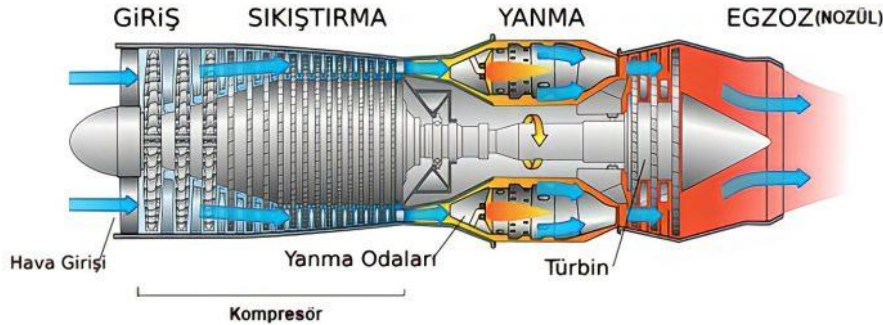
Gaz Türbinli Motorlar

İçindekiler

8. Gaz Türbinli Motorlara Giriş
9. Gaz Türbinli Motorların Tarihi
10. Gaz Türbinli Motorların Çalışma Prensipleri
11. Gaz Türbinli Motorların Kısımları
12. Performans ve Karakteristikler
13. Çalışma ve Bakım
14. Gaz Türbinli Motorların Kullanım Alanları

1. Gaz Türbinli Motorlara Giriş

Gas türbinli motorlar, enerji üretmek için hava ile yakıtı karıştırıp yakan ve oluşan yüksek enerjili gazları türbinlerden geçirerek mekanik güç üreten motorlardır. Bu türbinler, havacılık, enerji santralleri ve bazı endüstriyel uygulamalarda yaygın olarak kullanılır. Temel çalışma prensibi Brayton çevrimi üzerine kuruludur.



Şekil 3. Gas türbinli motorun şematik gösterimi



2. Gaz Türbinli Motorların Tarihi

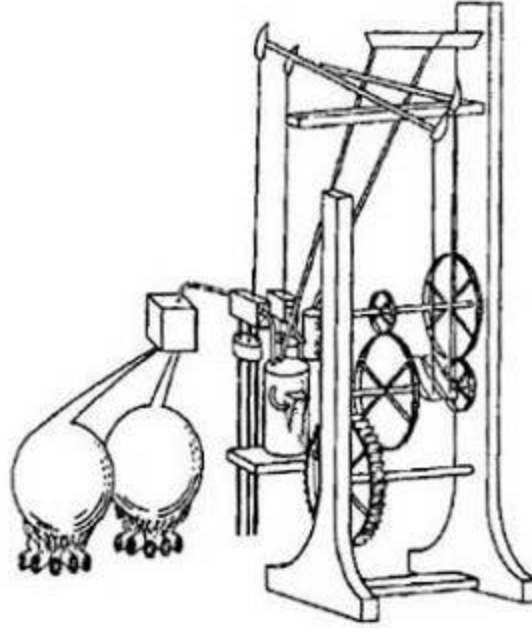
Günümüzde kullanılan gaz türbinlerinin ilk örneği MÖ 130 yıllarında İskenderiyeli filozof Hero'nun tasarladığı buharlı tepki türbinidir. Bu türbinin çalışma prensibi Şekil 4'te görüldüğü gibi dönebilen bir küreye yerleştirilmiş zıt yönlere bakan iki borunun buhar püskürtmesine dayanmaktadır. Kürede su kaynadıkça buhar basıncı oluşuyor ve etki-tepki prensibine göre küre dönüyor.



Şekil 4. Hero'nun Türbini, (Aleotti, Spiritalin, 1509)

Giovanni Branca da 1629 yılında benzer bir türbin tasarlamıştır. Bu sistemde buhar türbini döndürmekte ve buna bağlı dişli sistemi ile dönme hareketi iletilmektedir. Sir Isaac Newton, 1680 yılında etki tepki eşitliği ilkesini ortaya koydu ve bu ilkeye dayanarak jet tepkisi ile çalışsan bir atsız araba projesi yapmıştır.

Yukarıda bahsedilen çalışmalar daha sonra modern gaz türbinleri ve hava araçları motorlarında kullanılan turbo jetler için fikir kaynağı oluşturmuştur. John Barber 1791 yılında patentli ilk gaz türbinini tasarlamıştır (Şekil 5). Bu türbin modelinde gaz kaynağı, kompresör, yanma odası ve türbin bulanmaktadır. Daha sonra İngiliz W. F. Fernibough 1850 yılında bir gaz türbini tasarladı, 1984 yılında ise Fransız Armengaud ve Lemale 5000 devirli, 368 kW gücünde bir motor tasarladılar. Sir Charles Parson 1884 yılında günümüzde olan modern türbinlere benzer bir türbinli motorun patentini almıştır. Stolze 1900 yılların hemen başında ısı eşanjörlü, çok kanatçıklı türbine sahip bir motor tasarladı. Ancak kompresör veriminin düşük olması nedeniyle başarılı olmamıştır. Alman H. H. Holzwarth 1904 yılında yanmalı sabit hacimli bir gaz türbinini yapmış ve bu türbin 1911 yılında Brown Boveri şirketi tarafından üretime geçirilmiştir.



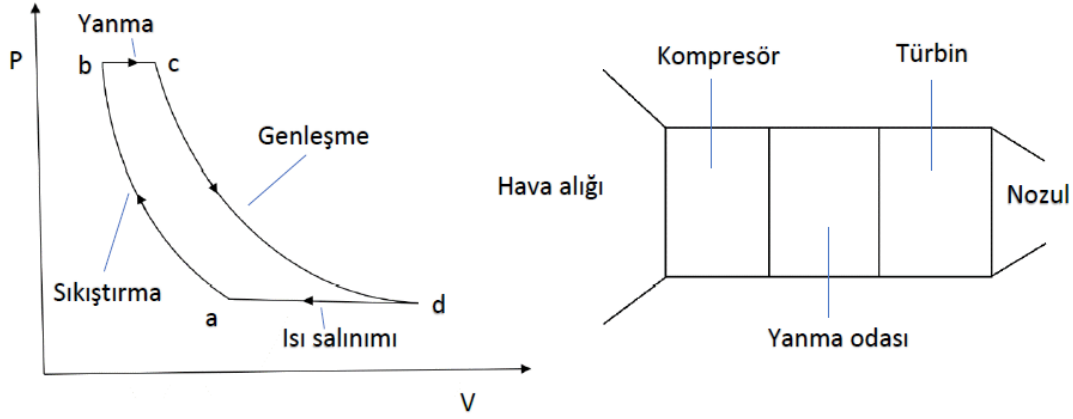
Şekil 5. John Barber tarafından tasarlanan patentli ilk gaz türbini (Anonim, 2014)

Fransız Turbomotor Anonim Şirketi 1905 yılında gaz türbinlerinde ilk önemli adımı atmış ve kompresörü seri bağlantılı üç tane 25 kademeli kompresörden, 33 yanma odası, türbin ise iki dizi kanatçıklardan oluşuyor ve su soğutmalı bir türbindi. Türbinin basınç oranı 4:1, giriş sıcaklığı 560 derece ve verimi %3'tü. Alman Schmidt 1926 yılında ilk pulsejeti tasarlamış, bu tasarım Almanlar tarafından 1942 yılında V-1 uçan bombalarında kullanmışlardır. İngiliz bilim adamı Frank Whittle, 1920 de yazdığı kitabında bir uçağın jet tahriki sağlayıcısı olarak bir gaz türbini kullanılabileceğini yazmıştır. 1930 yılında tek kademeli santrifüj bir kompresör ile çok kademeli aksenel kompresörü tek rotorda kullanıp havayı turbojet kısmında sıkıştırarak güç sağlamış ve ilk turbojet motorun patentini böylece almıştır. Frank Whittle yaptığı bu çalışması ile “modern gaz türbinlerinin babası” olarak adlandırılmış ve modern gaz türbinlerinin öncüsü olarak tarihe geçmiştir. Alman Hans Von Ohain bir turbojet motoru tasarlamış ve patentini aldığı bu turbojet 1939 yılında bir Henkel uçağına monte edilmiş ve ilk turbojet uçuşu gerçekleşmiştir. Gaz türbinlerinin kapalı sistem olarak düzenlenmesinin birçok avantajı vardır. İlk kapalı sistem gaz türbini Ackeret ve Keller tarafından 1935'te yapılmıştır. Kapalı sistemlerin kullanılmasıyla verim ve güç artışı sağlanmıştır.

3. Gaz Türbinli Motorların Çalışma Prensipleri

Gaz türbinleri temel olarak hava alığı, kompresör, yanma odası, türbin ve nozul olmak üzere 5 bölümden oluşur. Çalışma prensibi ise Brayton çevrimi esasına dayanır. Çevrim dört aşamadan oluşur:

- a-b arasında giriş ve kompresörde adyabatik, yarı statik bir sıkıştırma;
- b-c arasında sabit basınçta yanma;
- c-d arasında türbin ve egzoz nozulunda adyabatik, yarı statik genişleme;
- d-a arasında sabit basınçta soğutma gerçekleşir.

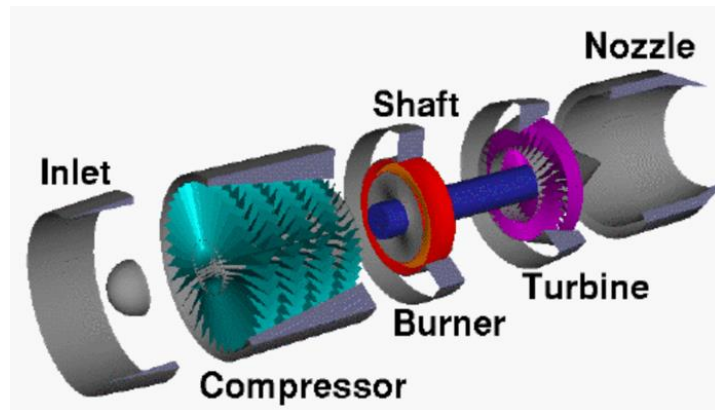


Şekil 6. Gaz türbinlerinin termodinamik durumları ve bileşenleri

4. Gaz Türbinli Motorların Kısımları

Gaz türbinli motorlar, genellikle dört ana bölümden oluşur:

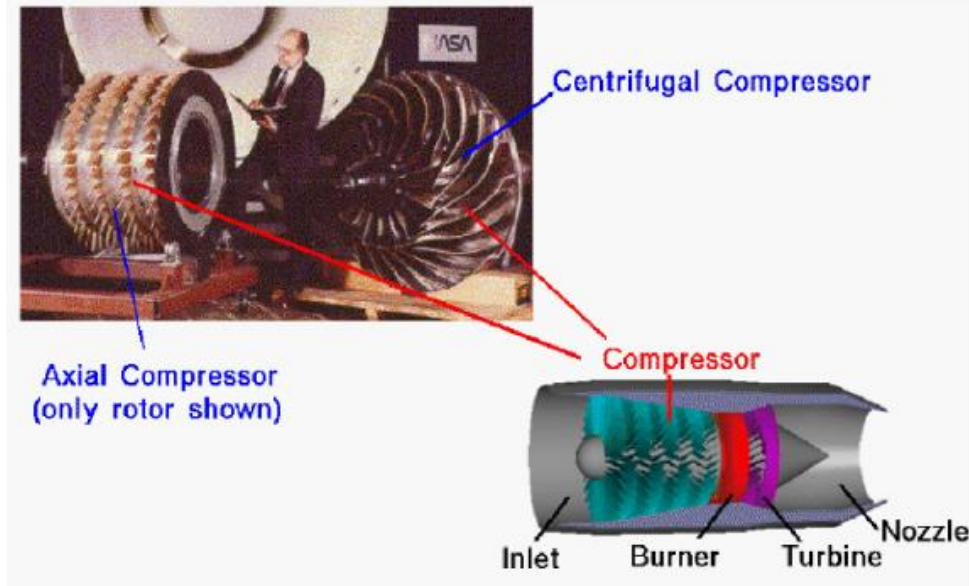
1. **Kompresör:** Hava, kompresör tarafından sıkıştırılır. Bu adımda hava basıncı ve sıcaklığı artar.
2. **Yanma Odası:** Sıkıştırılmış hava, yanma odasına iletilir. Burada yakıt ile karıştırılır ve ateşlenerek yüksek sıcaklıkta gazlar üretilir.
3. **Türbin:** Yanma sonucunda meydana gelen yüksek sıcaklık ve basınçtaki gazlar türbinin kanatlarını döndürerek mekanik güç üretir. Bu güç, kompresörü çalıştırmak için geri kullanılır.
4. **Egzoz Nozulu:** Türbinden geçen gazlar, hızla dışarı atılır ve bu da motorun ürettiği itkiyi sağlar.



Şekil 7. Gaz türbinli motorların kısımları



1-Kompresör: Kompresör, gaz türbinli motorun önemli bir bileşenidir ve genellikle motorun ön kısmında yer alır. Temel işlevi, havayı sıkıştırarak motorun yanma odasına göndermektir. Bu sıkıştırılmış hava, yüksek basınç ve sıcaklık altında yanma odasında yakıtla karıştırılarak yanar.



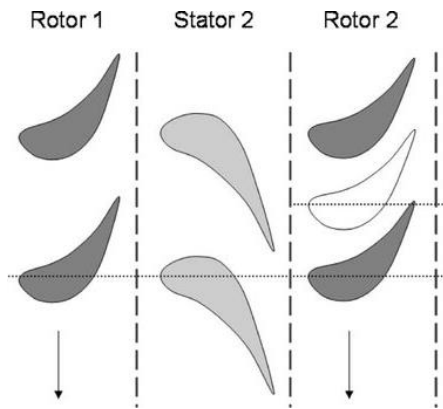
Şekil 8. Eksenel Kompresör

Kompresörün Yapısı

Kompresörler, **dönel (rotor)** ve **statik (stator)** parçaların kombinasyonunu içerir:

Rotor: Genellikle kanatlara benzer şekilde tasarlanmış, dönen diskler veya paletler içerir. Bu paletler, havayı hızla çeker ve sıkır.

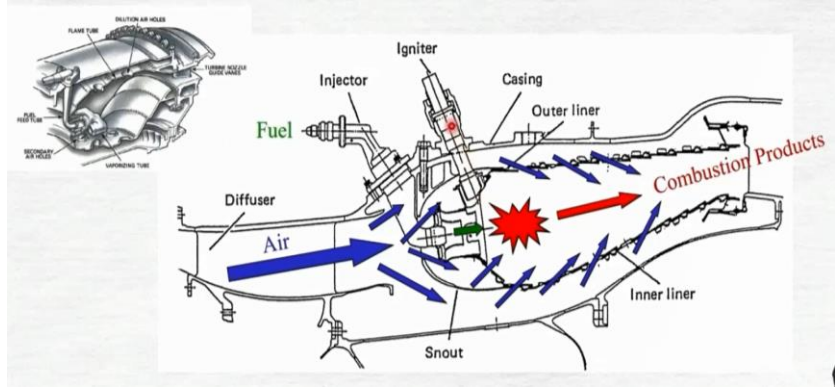
Stator: Rotorun hemen arkasında bulunan ve sıkıştırılan havayı yönlendiren sabit kanatlardır.



Şekil 9. Eksenel Kompresörün kanat yapıları

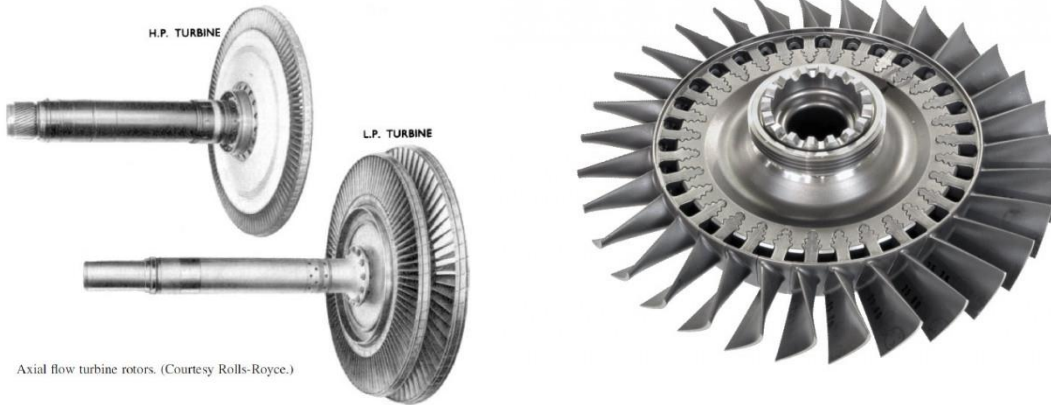


Yanma Odası: Kompresörden gelen sıkıştırılmış hava, yakıtla karıştırılarak ateşlenir. Bu yanma, gazları yüksek sıcaklık ve enerjiye dönüştürür.



Şekil 10. Yanma Odası

Türbin: Yanma odasında oluşan yüksek enerjili gazlar, türbin bölümünden geçer. Türbin, bu enerjiyi kullanarak motorun kompresörünü döndürür ve aynı zamanda itki sağlar.



Şekil 11. Eksenel Türbin

Türbinin Temel Yapısı ve Bileşenleri:

1. Türbin Kanatları (Rotor):

- Türbinin ana bileşeni olan bu kanatlar, yüksek sıcaklıkta ve basınçta olan gazlarla çarpışarak dönmelerini sağlar.
- Gazın akışı, rotor kanatlarının yüzeyine çarpar ve türbinin dönüşünü başlatır. Bu dönüş, türbin şaftını döndürerek kompresörü çalıştırır.



- Türbin kanatları, çok yüksek sıcaklıklara dayanacak şekilde özel alaşımlardan yapılır. Ayrıca, kanatlar genellikle seramik kaplamalarla korunur ve soğutma sistemleri ile ısının büyük kısmı uzaklaştırılır.

2. Stator (Sabit Kanatlar):

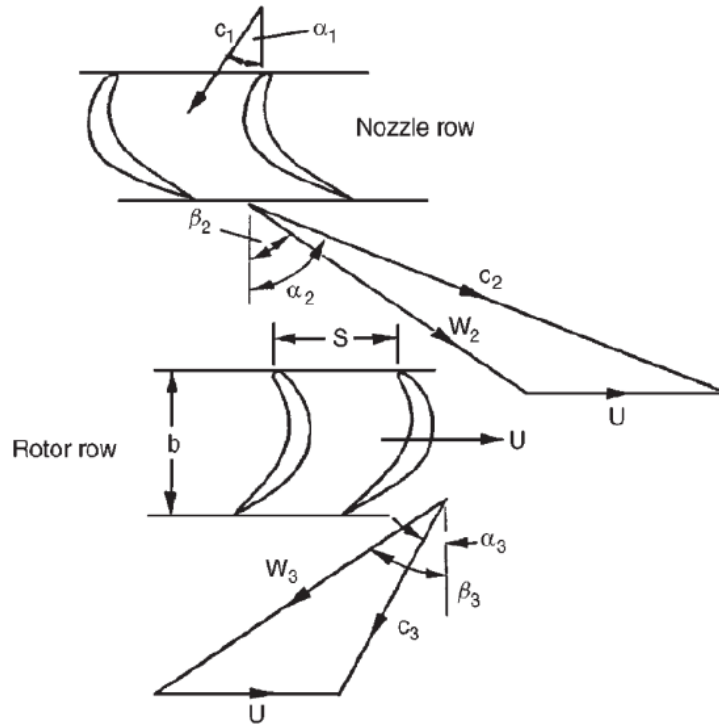
- Rotor kanatlarıyla birlikte çalışan stator kanatları, gaz akışını yönlendirir ve hızını düzenler. Bu, türbinin verimli çalışmasını sağlamak için gereklidir.
- Stator kanatları, türbinin verimliliğini artırmak için gazların doğru açılarla rotor kanatlarına yönlendirilmesini sağlar.

3. Şaft (Shaft):

- Türbinin dönen kısmı, genellikle bir şaft ile motorun kompresörüne bağlanır. Bu şaft, türbinin ürettiği mekanik enerjiyi kompresöre ileterek motorun hava alma sürecini sürdürür.
- Şaft, türbinin hareketini kompresöre aktarırken aynı zamanda egzoz gazlarının türbin boyunca hareketini de kontrol eder.

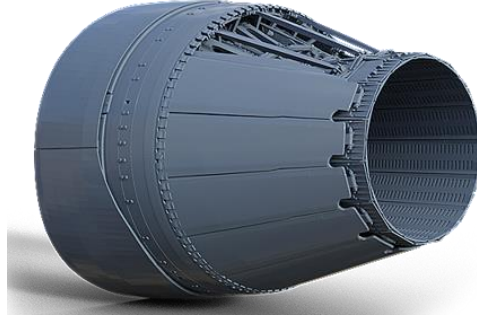
4. Soğutma Sistemleri:

- Türbin kanatları ve şaftı, yüksek sıcaklıklara maruz kaldığından, motorlarda özel soğutma sistemleri bulunur. Bu sistemler, türbinin aşırı ısınmasını engeller.
- Tipik olarak, türbin kanatları içinde soğutma delikleri bulunur ve bu deliklerden geçen havalar, yüksek sıcaklıktaki gazlardan gelen ısıyı alır.



Şekil 12. Eksenel Türbinin kanat yapıları

Nozul: Türbinden çıkan gazlar, egzozdan yüksek hızla atılır. Bu atış, jet motorlarında itki gücü üretir.



Şekil 13. Nozul

5. Performans ve Karakteristikler

- **İtki Gücü:** Gaz türbinli motorlar, yüksek hızlarda çalışan motorlardır ve güçlü itki üretirler. Jet motorları, bu nedenle, uçaklar ve roketler için idealdir.
- **Verimlilik:** Motorun verimliliği, özellikle kompresör ve türbin verimliliklerine bağlıdır. Yüksek sıcaklıklar, daha verimli enerji dönüşümü sağlar ancak motorun tasarımına bağlı olarak bu sıcaklıklar belirli sınırlamalarla karşılaşabilir.
- **Yakıt Tüketimi:** Gaz türbinli motorlar genellikle yüksek verimli motorlar olsalar da, yakıt tüketimi motorun tasarımına, kullanım amacına ve çalışma koşullarına bağlı olarak değişir.
- **Egzoz Sıcaklığı:** Yüksek sıcaklıklar, hem performansı hem de motorun dayanıklılığını etkiler. Modern gaz türbinlerinde sıcaklıklar, motor tasarımlarındaki yenilikler sayesinde artırılmıştır.

6. Çalışma ve Bakım

- **Çalışma:** Gaz türbinli motorlar genellikle sabit hızda çalışabilir, ancak uçak motorlarında hız ve güç değişimi gereksinimleri nedeniyle motorlar, özel kontrol sistemleri aracılığıyla optimize edilir.
- **Bakım:** Gaz türbinli motorların bakımı kritik öneme sahiptir. Kompresör ve türbinin aşındığı, yanma odasındaki parçaların ısınarak deformasyona uğradığı bilinir. Bu nedenle periyodik bakım, temizleme ve parça değişimi gereklidir.
- **Yedek Parça ve Testler:** Motor performansını izlemek ve arızaları önlemek amacıyla motorun düzenli olarak test edilmesi gerekir. Bu testler, egzoz sıcaklıkları, basınç ve yağ sıcaklıkları gibi parametreleri içerir.



7. Gaz Türbinli Motorların Kullanım Alanları

- **Havacılık:** Modern jet motorları, sivil uçaklardan askeri uçaklara kadar geniş bir yelpazede kullanılır. Bu motorlar, yüksek hız ve dayanıklılık sağlar.
 - **Enerji Üretimi:** Gaz türbinli motorlar, elektrik santrallerinde de kullanılır. Bu santrallerde, gaz türbinleri elektrik üretimi için yakıtları verimli bir şekilde yakar.
 - **Denizcilik ve Kara Taşıtları:** Bazı deniz araçları ve kara taşıtları da gaz türbinli motorları kullanmaktadır.
-