



MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ BİTİRME PROJESİ FORMU

Proje Başlığı: Akıllı İzleme Sistemli Hibrit Fotovoltaik-Termal (PV/T) Panel Tasarımı ve Geliştirilmesi

Danışman Öğretim Üyesi: Dr. Öğr. Üyesi Kadir ÖZBEK

1. BİLİMSEL NİTELİK

1.1. Özet

Bu projede güneş enerjisinden aynı anda hem elektrik hem de ısı enerjisi elde eden hibrit bir fotovoltaik-thermal (PV/T) panel tasarlanacaktır. Panelin termal ve elektriksel performansı sayısal yöntemlerle modellenecek, prototip ölçeğinde imal edilecek ve deneysel testlerle doğrulanacaktır. Ayrıca panel çıkış parametrelerinin (sıcaklık, gerilim, akım vb.) gerçek zamanlı izlenmesini sağlayan akıllı bir izleme sistemi geliştirilecektir.

1.2. Konunun Önemi ve Projenin Bilimsel Niteliği

Fotovoltaik panellerde yüzey sıcaklığının artması elektriksel verimi düşürmektedir. Hibrit PV/T sistemler, panelden açığa çıkan atık ısıyı geri kazanarak toplam enerji verimini artırma potansiyeline sahiptir. Bu proje, tasarım-sayısal analiz-imalat-test zincirini bir arada yürüterek literatüre ve uygulamaya katkı sağlayacaktır.

1.3. Amaç ve Hedefler

Projenin amacı ve hedefleri açık, ölçülebilir, gerçekçi ve proje süresince ulaşılabilir nitelikte olacak şekilde açıklanır.

1) Hibrit PV/T panel tasarımı için literatür taraması ve teorik hesapların yapılması, 2) Panelin termal-elektriksel performansının sayısal (CFD/analitik) yöntemlerle modellenmesi, 3) Prototip panelin imal edilmesi, 4) Deneysel test düzeneğinin kurulup performans testlerinin gerçekleştirilmesi, 5) Akıllı izleme sisteminin panele entegre edilmesi.

2. YÖNTEM

Literatür araştırması, sayısal modelleme (CFD/analitik hesap), CAD ortamında tasarım, prototip imalatı, deneysel test düzeneği kurulumu, veri toplama ve karşılaştırmalı analiz.



3. PROJE YÖNETİMİ

3.1. İş-Zaman Çizelgesi

İP No	İş Paketinin Adı	Beklenen Çıktılar
İP1	Literatür Taraması ve Sayısal Modelleme	Tasarım parametreleri ve sayısal model çıktıları
İP2	Prototip İmalatı ve Test Düzeneği Kurulumu	İmal edilmiş prototip panel ve kurulu deney düzeneği
İP3	Deneysel Testler, İzleme Sistemi Entegrasyonu ve Değerlendirme	Deneysel performans verileri ve sonuç raporu

BELİRTMEK İSTEDİĞİNİZ DİĞER KONULAR

Sadece proje önerisinin değerlendirilmesine katkı sağlayabilecek bilgi veya veri (grafik, tablo vb.) eklenebilir.

--



MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ BİTİRME PROJESİ FORMU

Proje Başlığı: Nanoakışkan Destekli Sprey Soğutma ile PV/T Panel Performansının İyileştirilmesi

Danışman Öğretim Üyesi: Dr. Öğr. Üyesi Kadir ÖZBEK

1. BİLİMSEL NİTELİK

1.1. Özet

Bu projede fotovoltaiik-termal (PV/T) panellerde yüzey sıcaklığını düşürmek amacıyla nanoakışkan katkılı hava atomizasyonlu sprej soğutma yaklaşımı geliştirilecektir. Yöntemin ısı transferi performansı sayısal olarak modelleneccek, kurulacak deney düzeneğiyle farklı nanoakışkan konsantrasyonları ve sprej parametreleri için deneysel testler yapılarak elektriksel/termal verim artışı analiz edilecektir.

1.2. Konunun Önemi ve Projenin Bilimsel Niteliği

PV/T panellerde artan yüzey sıcaklığı elektriksel verimi düşürmektedir. Nanoakışkanların yüksek ısı transfer katsayısı ile sprej soğutmanın geniş yüzey kaplama avantajının birleştirilmesi, panel soğutmasında yenilikçi ve etkin bir çözüm sunmaktadır. Bu yönüyle proje literatüre özgün bir katkı sağlayacaktır.

1.3. Amaç ve Hedefler

Projenin amacı ve hedefleri açık, ölçülebilir, gerçekçi ve proje süresince ulaşılabilir nitelikte olacak şekilde açıklanır.

1) Sprej soğutma ve nanoakışkan ısı transferi konularında literatür taraması, 2) Isı transferi performansının sayısal olarak modellenmesi, 3) Nanoakışkan katkılı sprej soğutma deney düzeneğinin kurulması, 4) Farklı nanoakışkan konsantrasyonu ve sprej parametreleriyle deneysel testlerin yapılması, 5) Sayısal ve deneysel sonuçların karşılaştırmalı analizi.

2. YÖNTEM

Literatür araştırması, sayısal ısı transferi modellemesi, nanoakışkan hazırlama ve karakterizasyonu, sprej soğutma deney düzeneği kurulumu, deneysel ölçüm ve veri analizi.



3. PROJE YÖNETİMİ

3.1. İş-Zaman Çizelgesi

İP No	İş Paketinin Adı	Beklenen Çıktılar
İP1	Literatür Taraması ve Sayısal Modelleme	Isı transferi modeli ve ön sayısal sonuçlar
İP2	Nanoakışkan Hazırlama ve Deney Düzeneği Kurulumu	Hazırlanmış nanoakışkanlar ve kurulu spreylı soğutma sistemi
İP3	DeneySEL Testler ve Sayısal-DeneySEL Karşılaştırma	DeneySEL performans verileri ve karşılaştırmalı sonuç raporu

BELİRTMEK İSTEDİĞİNİZ DİĞER KONULAR

Sadece proje önerisinin değerlendirilmesine katkı sağlayabilecek bilgi veya veri (grafik, tablo vb.) eklenebilir.

--



MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ BİTİRME PROJESİ FORMU

Proje Başlığı: Yapay Zeka Destekli Otonom Hedef Takip Robotu Tasarımı

Danışman Öğretim Üyesi: Dr. Öğr. Üyesi Kadir ÖZBEK

1. BİLİMSEL NİTELİK

1.1. Özet

Bu projede görüntü işleme tabanlı derin öğrenme algoritmaları ile çoklu sensör verilerinin (kamera, IMU, mesafe sensörleri vb.) füzyonu yapılarak hedef tespiti ve takibi yapabilen iki eksenli (pan-tilt) otonom bir robotik platform geliştirilecektir. Gerçek zamanlı çalışan bir yönlendirme/kontrol sistemi tasarlanıp donanım üzerinde test edilecektir.

1.2. Konunun Önemi ve Projenin Bilimsel Niteliği

Otonom takip sistemleri; güvenlik, savunma sanayii ve endüstriyel otomasyon gibi alanlarda giderek önem kazanmaktadır. Derin öğrenme tabanlı görüntü işleme ile çoklu sensör füzyonunun bir arada kullanılması, takip doğruluğunu ve sistemin gürbüzliğini artıracaktır.

1.3. Amaç ve Hedefler

Projenin amacı ve hedefleri açık, ölçülebilir, gerçekçi ve proje süresince ulaşılabilir nitelikte olacak şekilde açıklanır.

1) Derin öğrenme tabanlı nesne tespiti/takibi yöntemlerinin literatür taraması, 2) İki eksenli (pan-tilt) mekanik platformun tasarımı, 3) Kamera, IMU ve mesafe sensörlerinden oluşan sensör füzyon sisteminin kurulması, 4) Gerçek zamanlı takip ve yönlendirme algoritmasının yazılımsal olarak geliştirilmesi, 5) Donanım üzerinde entegrasyon ve performans testlerinin yapılması.

2. YÖNTEM

Literatür araştırması, derin öğrenme modeli seçimi/eğitimi, mekanik ve elektronik tasarım, sensör füzyon algoritması geliştirme, gömülü sistem programlama, donanım testleri.



3. PROJE YÖNETİMİ

3.1. İş-Zaman Çizelgesi

İP No	İş Paketinin Adı	Beklenen Çıktılar
İP1	Literatür Taraması ve Algoritma/Donanım Seçimi	Seçilmiş derin öğrenme modeli ve sistem mimarisi
İP2	Mekanik Tasarım, Sensör Entegrasyonu ve Yazılım Geliştirme	İmal edilmiş pan-tilt platform ve çalışan takip yazılımı
İP3	Sistem Entegrasyonu, Testler ve Performans Değerlendirmesi	Test sonuçları ve performans raporu

BELİRTMEK İSTEDİĞİNİZ DİĞER KONULAR

Sadece proje önerisinin değerlendirilmesine katkı sağlayabilecek bilgi veya veri (grafik, tablo vb.) eklenebilir.

--



MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ BİTİRME PROJESİ FORMU

Proje Başlığı: Kontrollü Fırlatma Kabiliyetine Sahip Otonom Su Altı Aracı Tasarımı

Danışman Öğretim Üyesi: Dr. Öğr. Üyesi Kadir ÖZBEK

1. BİLİMSEL NİTELİK

1.1. Özet

Bu projede su altında otonom seyrüsefer yapabilen ve istenilen derinlik/konumdan kontrollü roket fırlatma kabiliyetine sahip bir aracın mekanik ve elektronik tasarımı gerçekleştirilecektir. Gövde, kapak açma mekanizması ve fırlatma sistemi için mukavemet/hidrodinamik analizler yapılacak, prototip imal edilerek su altı testleriyle sistem performansı doğrulanacaktır.

1.2. Konunun Önemi ve Projenin Bilimsel Niteliği

Otonom su altı araçları; savunma sanayii, denizcilik ve bilimsel araştırma alanlarında stratejik öneme sahiptir. Kontrollü fırlatma kabiliyetine sahip bir su altı aracının tasarımı, ulusal savunma sanayii kapasitesine katkı sağlayacak özgün bir mühendislik problemidir.

1.3. Amaç ve Hedefler

Projenin amacı ve hedefleri açık, ölçülebilir, gerçekçi ve proje süresince ulaşılabilir nitelikte olacak şekilde açıklanır.

1) Su altı araçları ve fırlatma sistemleri konusunda literatür taraması, 2) Araç gövdesi ve kapak açma mekanizmasının mekanik tasarımının yapılması, 3) Mukavemet ve hidrodinamik analizlerin gerçekleştirilmesi, 4) Otonom seyrüsefer ve kontrol sisteminin geliştirilmesi, 5) Prototip imalatı ve su altı testleriyle sistem performansının doğrulanması.

2. YÖNTEM

Literatür araştırması, CAD tasarımı, sonlu elemanlar/hidrodinamik sayısal analiz, gömülü sistem ve kontrol yazılımı geliştirme, prototip imalatı, su altı test çalışmaları.



3. PROJE YÖNETİMİ

3.1. İş-Zaman Çizelgesi

İP No	İş Paketinin Adı	Beklenen Çıktılar
İP1	Literatür Taraması, Mekanik Tasarım ve Sayısal Analizler	Gövde/kapak mekanizması tasarımı ve analiz sonuçları
İP2	Prototip İmalatı ve Otonom Kontrol Sisteminin Geliştirilmesi	İmal edilmiş prototip ve çalışan kontrol yazılımı
İP3	Su Altı Testleri ve Performans Değerlendirmesi	Test sonuçları ve performans raporu

BELİRTMEK İSTEDİĞİNİZ DİĞER KONULAR

Sadece proje önerisinin değerlendirilmesine katkı sağlayabilecek bilgi veya veri (grafik, tablo vb.) eklenebilir.

--



MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ BİTİRME PROJESİ FORMU

Proje Başlığı: Masaüstü Ölçekli Plastik Enjeksiyon Makinesinin Tasarımı, İmalatı ve Performansının İncelenmesi

Danışman Öğretim Üyesi: Dr. Öğr. Üyesi Hürol Koçoğlu

1. BİLİMSEL NİTELİK

1.1. Özet

Bu projede, küçük ölçekli plastik parçaların üretiminde kullanılmak üzere masaüstü tipi bir plastik enjeksiyon makinesinin tasarlanması, imal edilmesi ve deneysel olarak değerlendirilmesi amaçlanmaktadır. Makine; hammaddeyi eritmek için ısıtma sistemi, ergiyik plastiği kalıba aktarmak için enjeksiyon mekanizması, kalıp bağlama düzeneği ve sıcaklık kontrol sisteminden oluşacaktır. Tasarım sürecinde makinenin mekanik elemanları, ısıtma ünitesi ve kontrol devresi belirlenerek imalat gerçekleştirilecektir. Üretilen prototip ile farklı işlem parametrelerinin, üretilen parçaların dolum kalitesi ve yüzey görünümü üzerindeki etkisi incelenecektir. Proje sonunda, eğitim laboratuvarlarında gösterim, temel deneyler ve küçük numune üretimi için kullanılabilecek düşük maliyetli bir masaüstü enjeksiyon makinesi ortaya konulacaktır.

1.2. Konunun Önemi ve Projenin Bilimsel Niteliği

Plastik enjeksiyon kalıplama; yüksek üretim hızına, tekrarlanabilirliğe ve karmaşık geometrilerin üretilmesine olanak sağlaması nedeniyle polimer işleme endüstrisinde yaygın kullanılan yöntemlerden biridir. Ancak endüstriyel enjeksiyon makinelerinin yüksek maliyeti, büyük hacmi ve karmaşık yapısı, bu sistemlerin eğitim ve küçük ölçekli prototipleme çalışmalarında kullanımını sınırlamaktadır.

Masaüstü enjeksiyon makinesi geliştirilmesi; öğrencilerin polimerlerin ısı etkisi altındaki davranışını, ergiyik akışını, sıcaklık kontrolünü, mekanik tasarımı ve kalıplama parametrelerinin ürün kalitesine etkisini uygulamalı biçimde öğrenmesine katkı sağlayacaktır. Proje; makine elemanları tasarımı, imalat yöntemleri, elektrik-elektronik kontrol ve polimer işleme prensiplerini bir araya getirmesi bakımından disiplinler arası niteliktedir.

1.3. Amaç ve Hedefler

Projenin amacı ve hedefleri açık, ölçülebilir, gerçekçi ve proje süresince ulaşılabilir nitelikte olacak şekilde açıklanır.

Projenin temel amacı, küçük plastik parçaların üretiminde kullanılabilecek güvenli, düşük maliyetli ve masaüstü ölçekli bir plastik enjeksiyon makinesi geliştirmektir.

Bu amaç doğrultusunda hedefler şunlardır:

- Masaüstü enjeksiyon makinesinin mekanik, termal ve kontrol sistemi tasarımını gerçekleştirmek.
- Isıtma haznesi, enjeksiyon pistonu veya vida mekanizması, kalıp bağlama sistemi ve taşıyıcı gövdeyi imal etmek.
- Sıcaklığı istenen değerde tutabilecek termokupl ve PID tabanlı kontrol sistemi kurmak.
- Enjeksiyon kuvvetini sağlayacak manuel kollu, hidrolik krikolu veya elektrik tahrikli uygun sistemi belirlemek.
- Basit geometriye sahip bir numune kalıbı tasarlamak ve imal etmek.
- PP, PE, PLA veya ABS gibi uygun bir termoplastik ile deneme üretimleri yapmak.
- Sıcaklık, enjeksiyon kuvveti ve bekletme süresi gibi parametrelerin kalıp dolumu, çapak oluşumu, çekme ve yüzey kalitesi üzerindeki etkisini incelemek.
- Kullanım güvenliği için sıcak yüzey koruması, acil durdurma ve elektriksel izolasyon gibi önlemleri uygulamak.

2. YÖNTEM

İlk aşamada masaüstü enjeksiyon makineleri, polimer ergitme sistemleri ve enjeksiyon kalıplama parametreleri üzerine literatür taraması yapılacaktır. Ardından üretilecek parçanın hacmi, kullanılacak polimer türü, çalışma sıcaklığı, enjeksiyon kapasitesi ve sistemin hedef boyutları belirlenecektir.

Makinenin mekanik tasarımı bilgisayar destekli tasarım programı kullanılarak gerçekleştirilecektir. Eriyik haznesi için uygun çelik veya alüminyum alaşımı, ısıtma için kartuş rezistans, sıcaklık ölçümü için termokupl ve kontrol için uygun bir sıcaklık kontrol cihazı seçilecektir. Enjeksiyon hareketi; el kolu, vidalı mil, hidrolik krika veya elektrik motorlu lineer tahrik sistemlerinden imalat kolaylığı ve maliyet açısından en uygun olanı seçilerek oluşturulacaktır.

Tasarım sonrasında sistem elemanlarının imalatı, hazır elemanların temini ve montajı yapılacaktır. Deney aşamasında farklı eriyik sıcaklıkları ve enjeksiyon koşullarında numune parçalar üretilen parçalar görsel olarak incelenecek; dolum yetersizliği, çapak oluşumu, çarpılma ve yüzey kusurları değerlendirilecektir. Uygun imkân bulunması hâlinde boyutsal ölçümler de kumpas veya dijital ölçüm cihazı ile gerçekleştirilecektir.

3. PROJE YÖNETİMİ

3.1. İş-Zaman Çizelgesi

İP No	İş Paketinin Adı	Beklenen Çıktılar
1	Literatür taraması ve ihtiyaç analizi	Enjeksiyon makinesi çalışma prensibi, tasarım kriterleri ve teknik gereksinimlerin belirlenmesi
2	Kavramsal tasarım ve hesaplamalar	Makine kapasitesi, sıcaklık aralığı, enjeksiyon kuvveti ve eleman boyutlarının belirlenmesi
3	CAD tasarımı ve malzeme seçimi	Üç boyutlu makine modeli, teknik resimler ve malzeme listesi
4	İmalat ve montaj	Masaüstü plastik enjeksiyon makinesi prototipinin oluşturulması
5	Kontrol ve güvenlik sistemlerinin kurulması	Sıcaklık kontrolü, elektrik bağlantıları, izolasyon ve güvenlik elemanlarının tamamlanması
6	Deneyssel üretim çalışmaları	Farklı parametrelerde plastik numune parçaların üretilmesi
7	Performans değerlendirmesi ve raporlama	Parça kalitesi değerlendirmesi, sonuçlar, geliştirme önerileri ve bitirme raporu



BELİRTMEK İSTEDİĞİNİZ DİĞER KONULAR

Sadece proje önerisinin değerlendirilmesine katkı sağlayabilecek bilgi veya veri (grafik, tablo vb.) eklenebilir.

Prototip, yüksek üretim kapasitesine sahip endüstriyel bir enjeksiyon makinesi olarak değil; eğitim, deneysel çalışma ve küçük ölçekli prototip üretimi için geliştirilecektir. Çalışmada öncelikle düşük sıcaklıklarda işlenebilen ve laboratuvarlarda güvenle kullanılacak termoplastik malzemeler tercih edilecektir.

Bence proje kapsamını baştan **manuel veya vidalı mil tahrikli enjeksiyon + PID sıcaklık kontrolü + tek gözlü basit kalıp** olarak tutalım. Servo/hidrolik otomasyon, çok gözlü kalıp veya basınç sensörlü kapalı çevrim kontrol gibi şeyler lisans bitirme projesini gereksiz büyütebilir.

Projenin 3 – 6 öğrenci için uygun olduğunu düşünüyorum.



**MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ
BİTİRME PROJESİ FORMU**

Proje Başlığı: Evaporatif Soğutucu Tasarımı, İmalatı ve Deneysel Performans Analizi

Danışman Öğretim Üyesi: Doç. Dr. Kadir GELİŞ

1. BİLİMSEL NİTELİK

1.1. Özet

Bu projede, özellikle sıcak ve kuru iklim koşullarında ortam havasının soğutulması amacıyla kullanılabilen enerji verimli bir evaporatif soğutucu sisteminin tasarlanması, imal edilmesi ve deneysel olarak performansının belirlenmesi amaçlanmaktadır. Evaporatif soğutma yöntemi, havanın duyulur ısısının bir kısmının suyun buharlaşması için kullanılması prensibine dayanmakta olup, klasik mekanik buhar sıkıştırırmalı soğutma sistemlerine kıyasla daha düşük elektrik enerjisi tüketimi sağlayabilmektedir.

Proje kapsamında öncelikle evaporatif soğutma sistemlerinin çalışma prensibi, psikrometrik özellikleri ve literatürde kullanılan farklı evaporatif soğutucu tasarımları incelenecektir. Daha sonra sistemin soğutma kapasitesi, hava debisi, su debisi, fan gücü, soğutma ortamının boyutları ve çalışma koşulları dikkate alınarak termodinamik ve akışkanlar mekaniği esaslarına dayalı bir tasarım gerçekleştirilecektir.

Tasarlanan sistemin bilgisayar destekli üç boyutlu modeli oluşturulacak ve uygun malzemeler belirlenerek prototip imal edilecektir. Deneysel sistem üzerinde giriş ve çıkış hava sıcaklığı, bağıl nem, hava hızı/debisi, su sıcaklığı ve su tüketimi gibi parametreler ölçülecektir. Farklı hava ve su debilerinde gerçekleştirilecek deneyler sonucunda sistemin soğutma kapasitesi, evaporatif etkinliği, enerji tüketimi, su tüketimi ve performans katsayısı benzeri performans göstergeleri belirlenecektir.

Elde edilen deneysel sonuçlar teorik hesaplamalarla karşılaştırılacak ve sistem performansını etkileyen temel parametreler ortaya konulacaktır. Proje sonucunda düşük enerji tüketimine sahip, prototipi oluşturulmuş ve deneysel olarak karakterize edilmiş bir evaporatif soğutucu tasarımının ortaya çıkarılması hedeflenmektedir.

1.2. Konunun Önemi ve Projenin Bilimsel Niteliği

onunun Önemi

Binalarda ve endüstriyel uygulamalarda soğutma ihtiyacının artması, enerji tüketiminin ve buna bağlı çevresel etkilerin azaltılmasını önemli bir mühendislik problemi hâline getirmiştir. Özellikle sıcak ve kuru iklim bölgelerinde evaporatif soğutma sistemleri, düşük enerji tüketimleri nedeniyle mekanik soğutma sistemlerine alternatif oluşturabilmektedir.

Evaporatif soğutma sistemlerinde soğutma etkisi, suyun buharlaşması sırasında ortam havasından gizli ısı çekilmesiyle sağlanmaktadır. Bu nedenle kompresör gibi yüksek elektrik enerjisi tüketen temel bir ekipmana ihtiyaç duyulmaması, sistemin enerji verimliliği açısından önemli bir avantaj sağlamaktadır.

Bununla birlikte evaporatif soğutucuların performansı; hava debisi, su debisi, hava giriş sıcaklığı, bağıl nem, soğutma yüzeyinin özellikleri ve hava-su temas süresi gibi çok sayıda parametreye bağlıdır. Bu nedenle uygun tasarım parametrelerinin belirlenmesi ve deneysel olarak incelenmesi önem taşımaktadır.

Projenin Bilimsel Niteliği

Projenin bilimsel niteliği; termodinamik, ısı ve kütle transferi, akışkanlar mekaniği ve makine tasarımı disiplinlerinin birlikte kullanılmasına dayanmaktadır.

Çalışma kapsamında;

- Psikrometrik analiz gerçekleştirilecek,
- Hava ve su arasındaki ısı ve kütle transferi incelenecek,
- Evaporatif soğutma etkinliği hesaplanacak,
- Hava ve su debilerinin sistem performansına etkisi araştırılacak,
- Enerji tüketimi ve özgül enerji tüketimi belirlenecek,
- Teorik ve deneysel sonuçlar karşılaştırılacak,
- Tasarım parametreleri performans açısından değerlendirilecektir.

Bu yönüyle proje, yalnızca bir cihaz tasarımından ibaret olmayıp, tasarımın deneysel olarak doğrulanmasını ve farklı çalışma koşullarında performansının bilimsel yöntemlerle ortaya konulmasını içermektedir.

1.3. Amaç ve Hedefler

Projenin amacı ve hedefleri açık, ölçülebilir, gerçekçi ve proje süresince ulaşılabilir nitelikte olacak şekilde açıklanır.

Projenin Amacı

Projenin temel amacı, düşük enerji tüketimi ile ortam havasının sıcaklığını düşürebilen bir evaporatif soğutucu sisteminin mühendislik tasarımını gerçekleştirmek, prototipini üretmek ve farklı çalışma koşullarındaki termal ve enerji performansını deneysel olarak belirlemektir.

Projenin Hedefleri

1. Evaporatif soğutma sistemleri ve uygulamaları hakkında kapsamlı bir literatür araştırması yapmak.
2. Tasarlanacak sistem için uygun soğutma kapasitesi ve çalışma koşullarını belirlemek.
3. Sistem için gerekli hava debisi, su debisi, fan kapasitesi ve pompa kapasitesini belirlemek.
4. Evaporatif soğutma hücresinin/soğutma pedinin boyutlarını termodinamik ve ısı-kütle transferi hesaplarıyla belirlemek.
5. Sistemin psikrometrik analizini gerçekleştirmek.
6. Evaporatif soğutucunun bilgisayar destekli üç boyutlu tasarımını gerçekleştirmek.
7. Tasarlanan sistemin prototipini imal etmek ve deney düzeneğini oluşturmak.
8. Farklı hava debisi ve su debilerinde sistemin performansını deneysel olarak belirlemek.
9. Giriş ve çıkış hava sıcaklığı, bağıl nem, hava debisi, su tüketimi ve elektrik tüketimi gibi parametreleri ölçmek.
10. Evaporatif soğutma etkinliği, soğutma kapasitesi, enerji tüketimi ve sistem performansını belirlemek.
11. Deneysel sonuçları teorik hesaplamalarla karşılaştırmak.
12. Sistemin enerji ve su tüketimi açısından optimum çalışma koşullarını belirlemek.
13. Tasarımın geliştirilmesine yönelik öneriler ortaya koymak.

2. YÖNTEM

A. Literatür araştırması

Öncelikle;

- Direkt evaporatif soğutma,
- Evaporatif soğutma pedleri,
- Hava-su temas mekanizmaları,
- Psikrometrik analiz,
- Isı ve kütle transferi,
- Evaporatif etkinlik,
- Enerji ve su tüketimi

konularında literatür taraması yapılacaktır.

B. Sistem tasarımının belirlenmesi

Öğrenciler öncelikle bir **referans tasarım noktası** belirlemeli.

Örneğin:

- Hava giriş sıcaklığı: 30–35 °C
- Giriş bağıl nemi: %30–50
- Hedef hava debisi: örneğin 500–1000 m³/h
- Hedef soğutma kapasitesi: tasarım hesaplarından belirlenecek
- Besleme gerilimi: 220 V
- Sistem çalışma süresi: deneysel olarak belirlenecek

Bu değerler projenin başlangıcında literatür ve hesaplamalara göre kesinleştirilebilir.

C. Termodinamik ve psikrometrik hesaplamalar

Havanın;

- kuru termometre sıcaklığı,
- yaş termometre sıcaklığı,
- bağıl nemi,
- özgül nemi,
- entalpisi

belirlenecektir.

Daha sonra evaporatif soğutucu giriş ve çıkış durumları psikrometrik diyagram üzerinde gösterilecektir.

D. CAD tasarımı

Öğrenciler sistemin;

- fan bölümü,
- su deposu,
- pompa,
- dağıtım sistemi,
- evaporatif ped,
- hava kanalı,
- gövde,
- drenaj sistemi,
- ölçüm noktaları

dâhil olmak üzere **SolidWorks** ortamında 3B modelini oluşturacaktır. Ardından Solidworks Flow Simulation ya da ANSYS paket programları kullanılarak hesaplamalı akışkanlar dinamiği analizi

yapılacaktır.

E. Prototip imalatı

Tasarıma uygun olarak prototip üretilecektir.

Mümkün olduğunca düşük maliyetli ve kolay temin edilebilir malzemeler kullanılabilir.

Örneğin:

- galvaniz sac veya PVC gövde,
- selülozik/elyaf esaslı evaporatif ped,
- DC/AC fan,
- küçük sirkülasyon pompası,
- su deposu,
- hortum ve dağıtıcı nozullar,
- sıcaklık ve nem sensörleri.

F. Deneysel çalışma

Deneylerde temel olarak aşağıdaki değişkenler değiştirilebilir:

Bağımsız değişkenler

- Hava debisi
- Su debisi
- Giriş hava sıcaklığı
- Giriş bağıl nemi

Bağımlı değişkenler

- Çıkış hava sıcaklığı
- Çıkış bağıl nemi
- Soğutma kapasitesi
- Evaporatif etkinlik
- Su tüketimi
- Fan/pompa elektrik tüketimi
- Toplam enerji tüketimi



3. PROJE YÖNETİMİ

3.1. İş-Zaman Çizelgesi

İP No	İş Paketinin Adı	Beklenen Çıktılar
1	Yukarıda taslak olarak sunulan yöntem ile 1. Dönem tasarım ve imalat süreci tamamlanacaktır	Tasarım, Analiz, Prototip imalatının tamamlanması
2	İkinci Dönem ise performans testleri tamamlanacaktır.	Perosmans testleirnin tamamlanması ve bitirme tezinin yazılması

BELİRTMEK İSTEDİĞİNİZ DİĞER KONULAR

Sadece proje önerisinin değerlendirilmesine katkı sağlayabilecek bilgi veya veri (grafik, tablo vb.) eklenebilir.

Bu projeyi 2 ya da 3 öğrenci alabilir. Projeyi alan öğrenci ekibi ilk 4 hafta içerisinde rehberliğimde bir Bilimsel Araştırma Projesi (BAP) projesi hazırlayacaktır. Proje bütçesi BAP-08 ile fonlanacaktır.



MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ BİTİRME PROJESİ FORMU

Proje Başlığı: Proje Başlığı: Farklı Sıcaklık Şartlarının Seramik Malzemelerin Mekanik Karakteristiği Üzerine Etkisi

Danışman Öğretim Üyesi: Prof. Dr. Gürcan YILDIRIM, Prof. Dr. Murat PAKDİL, Dr. Öğr. Üyesi Bahadır AKKURT

1. BİLİMSEL NİTELİK

1.1. Özet

Bu projede, farklı sıcaklık koşullarının seramik malzemelerin mekanik özellikleri üzerindeki etkisi deneysel ve yarı ampirik yaklaşımlarla incelenecektir. Belirlenen sıcaklıklarda ısıtılma tabii tutulan numunelerin Vickers mikrosertliği ve kırılma tokluğu ölçülecektir. Mikrosertlik verileri uygun yarı ampirik modellerle analiz edilecek; hesaplanan değerler deneysel sonuçlarla karşılaştırılarak sıcaklık, mikroyapı ve mekanik davranış arasındaki ilişkiler değerlendirilecektir.

1.2. Konunun Önemi ve Projenin Bilimsel Niteliği

Seramik malzemelerin yüksek sıcaklıklardaki kararlılığı; enerji, savunma, otomotiv ve üretim uygulamalarında güvenilir kullanım açısından önemlidir. Sıcaklığın tane yapısı, gözeneklilik, sertlik ve çatlak ilerlemesi üzerindeki etkilerinin belirlenmesi, uygun çalışma ve ısıtılma koşullarının seçimine bilimsel temel sağlayacaktır. Deneysel bulguların yarı ampirik modellerle desteklenmesi, yük bağımlı mekanik davranışın açıklanmasına ve model tahminlerinin geçerliliğinin sınanmasına katkı sağlayacaktır.

1.3. Amaç ve Hedefler

Projenin amacı ve hedefleri açık, ölçülebilir, gerçekçi ve proje süresince ulaşılabilir nitelikte olacak şekilde açıklanır.

Projenin amacı, seçilen seramik malzemenin farklı sıcaklık koşulları sonrasında mekanik karakteristiğinde meydana gelen değişimleri belirlemektir. Hedefler; en az üç farklı sıcaklık düzeyinde numune hazırlamak, Vickers mikrosertlik ölçümleri gerçekleştirmek, çatlak boylarından kırılma tokluğunu hesaplamak, mikrosertlik verilerini uygun yarı ampirik modellerle analiz etmek, model yoluyla hesaplanan değerleri deneysel sonuçlarla karşılaştırmak ve mekanik özelliklerdeki değişimleri mikroyapısal bulgularla ilişkilendirmektir.

2. YÖNTEM

Aynı bileşim ve boyutlardaki seramik numuneler hazırlanacak ve referans grup ile birlikte belirlenen sıcaklıklarda belirlenen sürelerde ısıtılma tabii tutulacaktır. Numune yüzeyleri standart metalografik işlemlerle hazırlanacaktır. Vickers mikrosertlik deneyleri aynı yüklerde ve bekleme süresinde tekrarlı olarak yapılacaktır; oluşan izler ve çatlaklar optik mikroskopla ölçülerek uygun bağıntı yardımıyla kırılma tokluğu hesaplanacaktır. Yük bağımlı mikrosertlik davranışı Meyer, Hays-Kendall, PSR, MPSR ve IIC gibi uygun yarı ampirik modellerle analiz edilecektir. Modellerden hesaplanan değerler deneysel sonuçlarla karşılaştırılacaktır; model uyumu R^2 ve uygun hata ölçütleri kullanılarak değerlendirilecektir. Gerekli durumlarda mikroyapı optik mikroskop/SEM ile incelemeler yapılacaktır.



3. PROJE YÖNETİMİ

3.1. İş-Zaman Çizelgesi

İP No	İş Paketinin Adı	Beklenen Çıktılar
1	Literatür taraması ve deney tasarımı	Malzeme, sıcaklık düzeyleri, deney parametreleri ve değerlendirme ölçütlerinin belirlenmesi
2	Numune hazırlama ve ısıtma işlemler	Referans ve farklı sıcaklık gruplarına ait deney numunelerinin (seramik malzemelerin) hazırlanması
3	Mekanik testler, yarı ampirik modelleme ve raporlama	Mikrosertlik ve kırılma tokluğu sonuçları; yarı ampirik modellerle hesaplanan değerler; deneysel-model sonuçlarının karşılaştırılması; uyum ölçütleri, grafikler ve bitirme projesi raporu

BELİRTMEK İSTEDİĞİNİZ DİĞER KONULAR

Sadece proje önerisinin değerlendirilmesine katkı sağlayabilecek bilgi veya veri (grafik, tablo vb.) eklenebilir.

Deney sıcaklıkları ve bekletme süreleri, ısıtma ve soğutma süreleri, hızları, seçilecek seramik malzemenin türü ile laboratuvar olanakları dikkate alınarak kesinleştirilecektir. Tüm numunelerde aynı hazırlama ve ölçüm koşulları uygulanarak sonuçların karşılaştırılabilirliği sağlanacaktır.



MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ BİTİRME PROJESİ FORMU

Proje Başlığı: Katmanlı İmalatla Parçalı Üretilen Yapılarda Arayüz Geometrisinin Titreşim Karakteristiğine Etkisi

Danışman Öğretim Üyesi: Doç. Dr. Murat Kara

1. BİLİMSEL NİTELİK

1.1. Özet

Katmanlı imalat (3D yazıcı) teknolojilerinde karşılaşılan temel kısıtlamalardan biri, cihazların sınırlı baskı hacmi nedeniyle büyük boyutlu yapıların tek parça halinde üretilmemesidir. Bu sorunun çözümü için yapılar küçük modüller halinde basılıp arayüzlerinden yapıştırılarak veya kenetlenerek birleştirilmektedir. Ancak arayüzlerdeki mekanik ve geometrik süreksizlikler, yapısal dinamik açıdan empedans uyumsuzluğuna, dalga yansımalarına ve lokal gerilme yığılmalarına neden olmaktadır. Bu projede, katmanlı imalatla parçalı üretilen çubuk yapılarda arayüz süreksizliklerini en aza indiren birleşim stratejilerinin araştırılması amaçlanmaktadır. Çalışma kapsamında; düz (referans), açılı (scarf), kademeli (stepped) ve geometrik geçmeli (kırangıç kuyruğu / dovetail) arayüzler tasarlanıp üretilmektedir. Farklı yapıştırıcı türlerinin arayüz rijitliği ve sönümü üzerindeki etkileri incelenecektir. Tasarımlar sonlu elemanlar yöntemiyle (ANSYS/MATLAB) simüle edilecek, laboratuvar ortamında darbe çekici ve ivmeölçer kullanılarak frekans tepki fonksiyonları (FRF) üzerinden deneysel olarak doğrulanacaktır. Elde edilen bulgularla, parçalı üretilmiş yapıların tek parça monolitik davranış sergilemesini sağlayan optimum arayüz tasarım kılavuzları oluşturulacaktır.

1.2. Konunun Önemi ve Projenin Bilimsel Niteliği

Havacılık, uzay, otomotiv ve savunma sanayiinde hafif ve karmaşık geometriye sahip parçaların üretiminde FDM/katmanlı imalat yöntemleri hızla yaygınlaşmaktadır. Ancak büyük ölçekli parçaların küçük hacimli yazıcılarda parçalı üretilmesi zorunluluğu, mühendislik yapılarında kritik bir "bağlantı arayüzü" problemini beraberinde getirir. Statik yüklemelerde yapıştırıcı performansı ve çekme/kayma mukavemeti geniş ölçüde incelenmiş olsa da, dinamik yükler altında arayüzün mekanik empedans uyumu (impedance matching), dalga yansıması/iletimi (wave transmission and reflection) ve yapısal sönüme etkisi literatürde henüz yeterince aydınlatılmamış bir alandır. Birleşim yüzeyindeki rijitlik ve kütle atlamaları, yüksek frekanslı titreşim dalgalarının geri yansımasına, rezonans frekanslarının kaymasına ve yorulma ömrünün kısalmasına yol açar. Projenin bilimsel niteliği; arayüz bölgesini yalnızca statik bir bağlantı değil, dinamik bir yay-sönüm süreksizliği $k+iwc$ olarak ele alması, analitik dalga denklemleri, sayısal modeller ve deneysel FRF ölçümlerini bir arada sunarak çok boyutlu bir doğrulama yaklaşımı geliştirmesinde yatmaktadır.

1.3. Amaç ve Hedefler

Projenin amacı ve hedefleri açık, ölçülebilir, gerçekçi ve proje süresince ulaşılabilir nitelikte olacak şekilde açıklanır.

FDM yöntemiyle parçalı üretilen çubuk yapılarda, titreşim ve dalga iletim süreksizliklerini en aza indiren, monolitik (tek parça) yapı dinamiklerine en yakın davranışı sergileyen optimum arayüz geometrisi ve yapıştırma konfigürasyonunun belirlenmesidir.

Hedefler:

1. Tasarım: Monolitik referans çubuğa kıyasla en az 4 farklı arayüz geometrisinin (düz kesit, açılı kesit, kademeli geçme, kırangıç kuyruğu) CAD ortamında parametrik olarak modellenmesi.
2. Sayısal Modelleme: Geliştirilen tasarımların sonlu elemanlar analizi (FEA) ve transfer matrisi/dalga yayılımı yaklaşımlarıyla boyuna/eğilme dalga iletim katsayılarının ve doğal frekanslarının hesaplanması.
3. Üretim: FDM yazıcı ile standart dolgu oranı (infill), katman yönü ve malzeme (PLA/ABS) parametrelerinde hassas toleranslarla numunelerin üretilmesi.
4. Malzeme/Bağlantı Optimizasyonu: Düşük/yüksek viskoziteli siyanoakrilat ve yapısal epoksi gibi farklı sönüm/rijitlik karakterine sahip yapıştırıcıların arayüze uygulanması.
5. Deneysel Karakterizasyon: Modal test düzeneği (darbe çekici ve ivmeölçer) kurularak 0–2000 Hz bandında Frekans Tepki Fonksiyonlarının (FRF) çıkarılması, yansıma ve sönüm parametrelerinin deneysel olarak çıkarılması.

2. YÖNTEM

Bu çalışmada izlenecek yöntem; parametrik tasarım, sayısal analiz, katmanlı imalat ve deneysel modal test basamaklarının birbirini beslediği bütünsel bir araştırma kurgusuna dayanmaktadır.

İlk aşamada, dinamik tepkileri incelenecek çubuk numunelerinin kesit ve boyutsal parametreleri belirlenecek, referans olarak tek parça halinde üretilen monolitik çubuk ile kıyaslanmak üzere farklı bağlantı geometrileri CAD ortamında modellenecektir. Bu kapsamda; düz dik kesitli referans birleşim, temas alanını artırarak süreksizliği yumuşatmayı hedefleyen farklı açılardaki eğik (scarf) kesitler, yük ve dalga aktarımını kademelendiren bindirmeli arayüzler ve mekanik kilitleme sağlayan kırlangıç kuyruğu (dovetail) geçme geometrileri tasarlanacaktır.

İkinci aşamada, tasarlanan bağlantıların sonlu elemanlar yöntemiyle sayısal modelleri oluşturulacaktır. Arayüz bölgeleri, yapıştırıcı tabakasının mekanik özellikleri dikkate alınarak eşdeğer elastik yay ve viskoz sönüm elemanlarıyla temsil edilecek; harmonik ve modal analizler vasıtasıyla çubuk boyunca boyuna ve eğilme dalgalarının iletim ve yansıma katsayıları teorik olarak hesaplanacaktır.

Üçüncü aşamada, modellenen numuneler FDM teknolojisine sahip 3D yazıcı ile standart dolgu oranı, katman kalınlığı ve baskı oryantasyonu sabit tutularak üretilen numunelerdir. Anizotropik etkilerin kontrol altında tutulması adına baskı yönelimi tüm numunelerde eşitlenecek, ardından yüzey hazırlığı yapılarak yapısal epoksi ve siyanoakrilat gibi farklı rijitlik/sönüm karakteristiğine sahip yapıştırıcılar homojen film kalınlığıyla uygulanıp birleştirilecektir.

Son aşamada ise üretilen numunelerin dinamik karakterizasyonu için laboratuvar ortamında serbest-serbest sınır koşullarını sağlayan elastik askı düzeneği kurulacaktır. Çubukların bir ucundan minyatür darbe çekici ile kontrollü darbe uyarımı verilecek, birleşim arayüzünün öncesine ve sonrasına yerleştirilen hafif ivmeölçerler aracılığıyla titreşim yanıtları toplanacaktır. Veri toplama sistemi üzerinden frekans tepki fonksiyonları (FRF) çıkarılarak doğal frekanslar, modal sönüm oranları ve dalga yansıma şiddetleri elde edilecek; deneysel sonuçlar sayısal simülasyon çıktılarıyla karşılaştırılarak optimum arayüz geometrisi doğrulanacaktır.



3. PROJE YÖNETİMİ

3.1. İş-Zaman Çizelgesi

İP No	İş Paketinin Adı	Beklenen Çıktılar
İP 1	Arayüz Tasarımı ve Sayısal Modelleme	- Literatür taraması ve çubuk empedans/dalga yayılımı teorik altyapısının kurulması - Monolitik referans ve alternatif arayüz geometrilerinin (düz, açılı/scarf, kademeli, kırılma kuyruğu) CAD ortamında parametrik modellenmesi - Bağlantı arayüzünün yay-sönüm kontak modeliyle sonlu elemanlar analizine (FEA) aktarılması - Sayısal modal ve harmonik analizler ile teorik yansıma/iletim katsayılarının ve doğal frekansların belirlenmesi
İP 2	Katmanlı İmalat, Montaj ve Deneysel Karakterizasyon	- FDM 3D yazıcı ile belirlenen üretim parametrelerinde (dolgu oranı, katman yönü) monolitik ve parçalı numunelerin üretilmesi - Yüzey hazırlığı yapılarak farklı yapıştırıcı tipleriyle (epoksi, siyanoakrilat) kontrollü montajın gerçekleştirilmesi - Serbest-serbest sınır koşullarında darbe çekici ve ivmeölçerlerden oluşan modal test düzeneğinin kurulması - Bitiştirilmiş ve monolitik numunelerin dinamik testlerinin yapılarak FRF, sönüm oranı ve iletim ölçümlerinin alınması
İP 3	Doğrulama, Optimizasyon ve Raporlama	- Deneysel FRF verileri ile sonlu elemanlar simülasyon sonuçlarının karşılaştırılması ve model güncelleme (model updating) - Monolitik davranışa en yakın performansı sunan optimum arayüz geometrisi ve yapıştırıcı kombinasyonunun belirlenmesi - Katmanlı imalatla dinamik süreksizlikleri azaltmaya yönelik tasarım kılavuzunun oluşturulması - Bitirme tezi metninin yazılması, akademik bildiri taslağının hazırlanması ve bitirme sunumunun yapılması

BELİRTMEK İSTEDİĞİNİZ DİĞER KONULAR

Sadece proje önerisinin değerlendirilmesine katkı sağlayabilecek bilgi veya veri (grafik, tablo vb.) eklenebilir.

Proje kapsamında 2 öğrenci çalışacaktır.



MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ BİTİRME PROJESİ FORMU

Proje Başlığı: Su Yıkamalı Siklon Ayırıcı Tasarımı

Danışman Öğretim Üyesi: Prof. Dr. Hasan YUMAK

1. BİLİMSEL NİTELİK

1.1. Özet

Sıvılar içerisinde bulunan ve ayrılması istenen sıvı ve katı partiküllerin ayrılmasında, daha çok hava içerisinde bulunan sıvı ve katı partiküllerin ayrılması amacıyla kullanılan siklon ayırıcıların kullanım yerine göre özel tasarım sürecinden geçirilecek ve olanaklar sağlanabilirse imal edilmesi hedeflenmektedir. Önerilen bu projede, vakumlu ve basınçlı sistemlerde hava içerisinde bulunan katı ve sıvı partiküllerin yüksek oranda ayrılması amacıyla siklon akış kanalı içerisinde sürtünme yüzeylerinde su akışı sağlanacak bir sisteme sahip olacaktır. Sarmal yapıdaki akış kanalının şekillendirilmesi için Solid Works Flow Simulation programından yararlanılacaktır.

1.2. Konunun Önemi ve Projenin Bilimsel Niteliği

Hem iç hava kalitesinin iyileştirilmesi hem de endüstriyel işletmelerin dış ortama deşarj ettikleri hava emisyonlarının azaltılması amacı giderek önem kazanan bir konudur. Bu amaca yönelik yapılacak proje çalışması ile bilimsel araştırmalara da yol açacaktır.

1.3. Amaç ve Hedefler

Projenin amacı ve hedefleri açık, ölçülebilir, gerçekçi ve proje süresince ulaşılabilir nitelikte olacak şekilde açıklanır.

Bu çalışma ile sürtünme yüzeyinde suyun katı ve sıvı partikülleri tutma özelliği kullanılarak farklı kullanım yerlerine uyarlanabilecek su yıkamalı sarmal yapıdaki siklon geliştirilmesi hedeflenmektedir.

2. YÖNTEM

Mevcut siklon ayırıcıların incelenmesi, sürtünme kanalında su akışının (sürekli yıkama) etkisi irdelenecek, Kanal kesatine göre Solid Works Flow Simulation ile akış karakterleri ortaya konacaktır. Daha sonra sarmal sürtünme kanalının, düşük basınçlı su dolaşım sisteminin projelendirilmesi yapılacaktır. Gerekli malzemeler ve imalat olanakları sağlanabilirse imalatı ve deneysel çalışmaları da yapılacaktır.



3. PROJE YÖNETİMİ

3.1. İş-Zaman Çizelgesi

İP No	İş Paketinin Adı	Beklenen Çıktılar
1	Siklon ayırıcıların yapılarının incelenmesi	Amaca uygun siklon yapısının ve yapısal özelliklerinin belirlenmesi
2	Su akışlı (yıkamalı) sistemlerin projelendirilmesi	Sirkülasyonlu su akışının katı ve sıvı partikülleri tutma özelliği deneysel olarak da ortaya konması
3	Vakumlu ve basınçlı sistemlerde siklon ayırıcı performansının belirlenmesi	Ayrılacak partiküllerin su akışında tutulma-yakalanma mekanizmasının bilimsel analizi.

BELİRTMEK İSTEDİĞİNİZ DİĞER KONULAR

Sadece proje önerisinin değerlendirilmesine katkı sağlayabilecek bilgi veya veri (grafik, tablo vb.) eklenebilir.

--



MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ
BİTİRME PROJESİ FORMU

Proje Başlığı: Jet Motoru Tasarımı, Mini Jet Motoru Prototip İmalatı ve Performans Analizi

Danışman Öğretim Üyesi: Doç. Dr Kadir GELİŞ

1. BİLİMSEL NİTELİK

1.1. Özet

Bu projede, bir jet motorunun mühendislik tasarımının gerçekleştirilmesi, tasarım sonuçlarının sayısal yöntemlerle analiz edilmesi ve elde edilen tasarım yaklaşımının kullanılmasıyla çalışan bir mini jet motoru prototipinin geliştirilmesi amaçlanmaktadır. Projenin aynı zamanda öğrencilerin TEKNOFEST Jet Motor Tasarım Yarışması'na katılımına yönelik teknik altyapıyı oluşturma hedeflenmektedir.

Çalışmanın ilk aşamasında jet motorlarının çalışma prensipleri, Brayton çevrimi, kompresör, yanma odası, türbin ve nozul sistemleri incelenecektir. Belirlenen tasarım kriterleri doğrultusunda motorun termodinamik çevrim analizi gerçekleştirilecek; hava debisi, basınç oranı, sıcaklıklar, türbin gücü, egzoz hızı, itki ve özgül yakıt tüketimi gibi temel performans parametreleri hesaplanacaktır.

İkinci aşamada motorun ana bileşenlerinin mühendislik tasarımı gerçekleştirilecek ve üç boyutlu CAD modelleri oluşturulacaktır. Kompresör, yanma odası, türbin ve nozul bileşenleri için uygun geometrik ve çalışma parametreleri belirlenecek; gerekli görülen bileşenler için CFD ve diğer sayısal analizler gerçekleştirilecektir.

Projenin önemli bir çıktısı olarak, tasarım hesapları doğrultusunda küçük ölçekli bir mini jet motorunun tasarlanması ve uygun imalat yöntemleri kullanılarak prototipinin oluşturulması planlanmaktadır. Prototip üzerinde güvenli ve kontrollü testler gerçekleştirilerek sıcaklık, basınç, devir sayısı, hava debisi, yakıt tüketimi ve mümkün olması hâlinde statik itki gibi performans parametreleri ölçülecektir.

Teorik, sayısal ve deneysel sonuçlar karşılaştırılarak tasarımın doğrulanması sağlanacaktır. Elde edilen bilgi ve deneyim doğrultusunda motor tasarımı TEKNOFEST Jet Motor Tasarım Yarışması'nın ilgili teknik gereksinimleri doğrultusunda geliştirilecek ve yarışma için gerekli teknik rapor ve tasarım dokümanları hazırlanacaktır.

Proje sonucunda öğrencilerin termodinamik, turbomakine, akışkanlar mekaniği, ısı transferi, makine tasarımı, CAD, CFD, imalat ve deneysel çalışma konularındaki bilgilerini bir arada kullanabilecekleri kapsamlı bir jet motoru tasarım ve geliştirme çalışmasının ortaya çıkarılması hedeflenmektedir.

1.2. Konunun Önemi ve Projenin Bilimsel Niteliği

Konunun Önemi

Jet motorları, yüksek enerji yoğunluğu ve güç/ağırlık oranı gerektiren havacılık ve savunma sanayii uygulamalarında kritik öneme sahip enerji dönüşüm sistemleridir. Bir jet motorunun tasarımı; termodinamik, akışkanlar mekaniği, turbomakine, ısı transferi, yanma, makine tasarımı ve imalat gibi birçok mühendislik disiplininin birlikte kullanılmasını gerektirmektedir.

Türkiye'de havacılık ve savunma teknolojilerinde yerli ve milli motor teknolojilerinin geliştirilmesine yönelik çalışmaların önem kazanması, mühendislik öğrencilerinin bu alanda uygulamalı tasarım ve analiz yeteneklerinin geliştirilmesini önemli hâle getirmektedir.

Bu proje kapsamında öğrencilerin yalnızca teorik bir motor tasarımı yapmaları yerine, tasarlanan sistemin küçük ölçekli bir prototipini geliştirmeleri hedeflenmektedir. Böylece tasarım–analiz–imalat–test döngüsü gerçekleştirilecektir.

Projenin Bilimsel Niteliği

Projenin bilimsel niteliği üç temel aşamanın birlikte yürütülmesine dayanmaktadır:

1. Teorik tasarım:

Brayton çevrimi ve termodinamik performans analizleri.

2. Sayısal tasarım:

CAD ve CFD kullanılarak motor bileşenlerinin geometrik ve aerodinamik analizleri.

3. Deneysel doğrulama:

Mini jet motoru prototipinin oluşturulması ve kontrollü deneylerle performansının belirlenmesi.

Bu kapsamda;

- Motor çevrim analizi,
- Kompresör performansı,
- Yanma odası analizi,
- Türbin güç dengesi,
- Nozul akışı,
- Isı transferi,
- Akış kayıpları,
- Motor performansı,
- Deneysel ölçüm ve belirsizlik analizi

bir bütün olarak değerlendirilecektir.

Teorik ve sayısal sonuçların mini jet motoru prototipinden elde edilen deneysel verilerle karşılaştırılması, projenin bilimsel ve mühendislik niteliğini güçlendirecektir.

1.3. Amaç ve Hedefler



Projenin amacı ve hedefleri açık, ölçülebilir, gerçekçi ve proje süresince ulaşılabilir nitelikte olacak şekilde açıklanır.

Projenin Amacı

Projenin temel amacı, bir jet motorunun termodinamik ve mühendislik tasarımını gerçekleştirmek, tasarım sonuçlarından hareketle küçük ölçekli bir mini jet motoru prototipi geliştirmek, prototipin performansını deneysel olarak incelemek ve elde edilen tasarım altyapısını TEKNOFEST Jet Motor Tasarım Yarışması'nda kullanılabilecek seviyeye taşımaktır.

Projenin Hedefleri

1. Jet motorlarının çalışma prensiplerini ve tasarım kriterlerini incelemek.
2. Brayton çevrimi esasına göre jet motorunun termodinamik tasarımını gerçekleştirmek.
3. Motor için hedeflenen hava debisi, basınç oranı, devir sayısı ve performans parametrelerini belirlemek.
4. Kompresörün temel aerodinamik ve geometrik tasarımını gerçekleştirmek.
5. Yanma odasının temel tasarımını gerçekleştirmek.
6. Türbinin gerekli gücü sağlayacak şekilde tasarımını gerçekleştirmek.
7. Nozul tasarımını ve egzoz akış analizini gerçekleştirmek.
8. Motor bileşenlerinin üç boyutlu CAD modellerini oluşturmak.
9. Uygun bileşenler için CFD analizleri gerçekleştirmek.
10. Teorik tasarım sonuçlarından yararlanarak mini jet motoru prototipi tasarlamak.
11. Mini jet motorunun imalatını ve montajını gerçekleştirmek.
12. Motorun kontrollü testleri için uygun deney düzeneğini oluşturmak.
13. Motorun sıcaklık, basınç, devir, yakıt tüketimi ve uygun olması hâlinde itki gibi performans parametrelerini belirlemek.
14. Teorik, sayısal ve deneysel sonuçları karşılaştırmak.
15. Mini jet motorunun performansını etkileyen temel tasarım parametrelerini belirlemek.
16. Elde edilen tasarım ve analiz sonuçlarını TEKNOFEST Jet Motor Tasarım Yarışması kriterleri doğrultusunda geliştirmek.
17. TEKNOFEST için teknik rapor, tasarım dokümanı, sunum ve diğer gerekli çıktıları hazırlamak.

2. YÖNTEM

Aşama 1 – Sistem tasarımı

Jet motoru;

Hava girişi → Kompresör → Yanma Odası → Türbin → Nozul

şeklinde modellenir.

Öncelikle sistem seviyesinde termodinamik hesap yapılır.

Aşama 2 – Termodinamik tasarım

Brayton çevrimi üzerinden;

- Basınç oranı,
- Hava debisi,
- Kompresör çıkış sıcaklığı,
- Yanma odası çıkış sıcaklığı,
- Türbin çıkış sıcaklığı,
- Nozul çıkış hızı,
- İtke,
- Özgül yakıt tüketimi

hesaplanır.

Aşama 3 – Bileşen tasarımı

Her alt sistem ayrı olarak tasarlanır:

Kompresör → Yanma odası → Türbin → Nozul

Bu aşamada öğrenciler ilgili bileşenlerin CAD modellerini ve gerekli sayısal analizlerini gerçekleştirir.

Aşama 4 – Mini jet motoru

Bu proje açısından en önemli ilave çıktı burada olacaktır.

Tasarlanan motorun küçültülmüş/uyarlanmış bir versiyonu üzerinden:

- Motor mimarisi,
- Gövde,
- Kompresör,
- Yanma odası,
- Türbin,
- Nozul,
- Yakıt sistemi,
- Ateşleme sistemi,
- Ölçüm noktaları

tasarlanacaktır.

Mini jet motoru prototipi, kontrollü ve güvenli çalışma koşullarında test edilecek şekilde hazırlanmalıdır.

Aşama 5 – Deneyisel çalışma

Prototip üzerinde mümkün olan ölçümler:

- Motor devri,
- Giriş/çıkış sıcaklıkları,
- Kompresör basıncı,
- Yanma odası basıncı,
- Nozul çıkış koşulları,
- Yakıt tüketimi,
- Hava debisi,
- Statik itki.

Ölçümlerin güvenli bir test düzeneğinde yapılması ve özellikle yüksek sıcaklık, dönen parçalar ve yakıt nedeniyle uygun mühendislik/iş güvenliği önlemlerinin alınması gerekir.

Aşama 6 – Teorik–deneysel karşılaştırma



3. PROJE YÖNETİMİ

3.1. İş-Zaman Çizelgesi

İP No	İş Paketinin Adı	Beklenen Çıktılar
	BAP-08 hazırlama	3d mini jet motor baskısı
	TAGEP-12 Proje hazırlama	Mini jet motor prototipi

BELİRTMEK İSTEDİĞİNİZ DİĞER KONULAR

Sadece proje önerisinin değerlendirilmesine katkı sağlayabilecek bilgi veya veri (grafik, tablo vb.) eklenebilir.

Bu proje önerisi 6 kişilik bir öğrenci ekibi için önerilmiştir ve projeyi yürütecek ekip bellidir, lütfen bu ekipte olmayan öğrenciler projeyi tercih etmesinler.



**MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ
BİTİRME PROJESİ FORMU**

Proje Başlığı: Nükleer Enerji Teknolojileri Alanında Tasarım, Analiz ve Modelleme Çalışmaları

Danışman Öğretim Üyesi: Doç. Dr Kadir GELİŞ

1. BİLİMSEL NİTELİK

1.1. Özet

Bu proje kapsamında, nükleer enerji teknolojileri alanında güncel mühendislik problemlerine yönelik bir tasarım, analiz, modelleme ve/veya deneysel çalışma gerçekleştirilmesi amaçlanmaktadır.

Proje konusu, öğrencilerin ilgi alanları ve mühendislik altyapıları doğrultusunda **danışman öğretim üyesi ile birlikte proje süreci içerisinde kesinleştirilecektir.**

Öğrenciler, aşağıda verilen örnek konu başlıklarından birisini seçerek veya bu başlıklar doğrultusunda yeni bir proje önerisi geliştirerek danışman öğretim üyesi ile proje kapsamını oluşturabilecektir.

Örnek Proje Konuları

- **SMR için Pasif Acil Durum Soğutma Sisteminin Tasarımı ve Termal-Hidrolik Analizi**
- **Mikro Modüler Reaktör için Yenilikçi Enerji Çevrimi Tasarımı ve Performans Analizi**
- **SMR için Pasif Isı Uzaklaştırma ve Doğal Sirkülasyon Sisteminin Tasarımı**
- **SMR İkincil Çevrimi için Isı Eşanjörü Tasarımı ve Termal-Hidrolik Analizi**
- **Mikro Modüler Reaktörlerde Atık Isının Bölgesel Isıtma ve Kojenerasyonda Kullanılması**
- **SMR Enerji Çevrimi için Süperkritik CO₂ Brayton Çevrimi Tasarımı ve Performans Analizi**
- **Nükleer Enerji Sistemlerinde Pasif Hava Soğutmalı Isı Uzaklaştırma Sisteminin Tasarımı**
- **Araştırma Reaktörleri için Isı Uzaklaştırma Sistemlerinin Tasarımı ve Analizi**
- **Nükleer Enerji Sistemlerinde Isı Eşanjörlerinin CFD ve Deneysel Yöntemlerle İncelenmesi**
- **SMR Sistemleri için Termal-Hidrolik Performans Modelleme ve Analiz**
- **Nükleer Enerji Sistemlerinde Atık Isının Etkin Kullanımına Yönelik Enerji ve Ekserji Analizi**
- **Nükleer Enerji Sistemleri için Dijital İkiz Tabanlı Performans İzleme ve Analiz**
- **Nükleer Enerji Teknolojilerinde Isıl Yönetim ve Soğutma Sistemlerinin Tasarımı**

Yukarıdaki başlıklar **örnek niteliğindedir**. Kesin proje başlığı, öğrencilerin tercihleri, literatür araştırması, proje yapılabilirliği, mevcut laboratuvar ve yazılım imkânları ile TEKNOFEST yarışma kriterleri değerlendirilerek proje sürecinin başlangıcında belirlenecektir.

1.2. Konunun Önemi ve Projenin Bilimsel Niteliği

Nükleer enerji; yüksek enerji yoğunluğu, düşük karbon emisyonu ve sürekli enerji üretimi açısından önemli bir enerji teknolojisidir. Son yıllarda özellikle **Küçük Modüler Reaktörler (SMR)** ve **Mikro Modüler Reaktörler (MMR)** üzerine gerçekleştirilen çalışmalar, nükleer enerji sistemlerinin daha esnek, modüler ve güvenli şekilde kullanılmasına yönelik yeni mühendislik yaklaşımlarının geliştirilmesini gündeme getirmiştir.

Bu sistemlerde güvenli ve verimli enerji dönüşümünün sağlanması; ısı transferi, akışkanlar mekaniği, termodinamik, enerji çevrimleri ve pasif soğutma sistemlerinin doğru şekilde tasarlanmasını gerektirmektedir.

Projenin bilimsel niteliği; seçilecek probleme bağlı olarak teorik hesaplama, matematiksel modelleme, CAD tasarımı, CFD analizi, enerji-ekserji analizi, optimizasyon ve/veya deneysel doğrulama yöntemlerinin kullanılmasına dayanmaktadır.

Proje konusu öğrenciler ve danışman öğretim üyesi tarafından birlikte belirleneceğinden, çalışmanın kapsamı öğrencilerin akademik seviyesine, mevcut laboratuvar olanaklarına ve proje süresine uygun şekilde oluşturulacaktır.

1.3. Amaç ve Hedefler

Projenin amacı ve hedefleri açık, ölçülebilir, gerçekçi ve proje süresince ulaşılabilir nitelikte olacak şekilde açıklanır.

Nükleer enerji teknolojilerinde kullanılan enerji dönüşüm, soğutma, ısı transferi, pasif güvenlik ve termal-hidrolik sistemlere yönelik bir mühendislik probleminin belirlenmesi ve bu probleme yönelik teorik, sayısal ve gerektiğinde deneysel bir çözüm geliştirilmesi amaçlanmaktadır.

Proje kapsamında öğrencilerin Makine Mühendisliği lisans eğitiminde kazandıkları;

- Termodinamik,
- Isı Transferi,
- Akışkanlar Mekaniği,
- Enerji Sistemleri,
- Makine Tasarımı,
- Sayısal Analiz,
- CAD,
- CFD

bilgilerini nükleer enerji teknolojileri alanındaki gerçek mühendislik problemlerine uygulamaları hedeflenmektedir.

Projenin genel hedefleri aşağıdaki şekilde belirlenmiştir:

1. Nükleer enerji teknolojileri alanında güncel bir mühendislik probleminin belirlenmesi.
2. Belirlenen problem hakkında kapsamlı literatür araştırması yapılması.
3. Problemin termodinamik ve/veya termal-hidrolik açıdan modellenmesi.
4. Uygun mühendislik tasarım yöntemlerinin belirlenmesi.
5. Gerekli tasarım ve performans hesaplarının gerçekleştirilmesi.

6. Uygun durumlarda CAD modelinin oluşturulması.
7. Gerekli görülen sistem veya bileşenlerin CFD analizlerinin gerçekleştirilmesi.
8. Sistem performansını etkileyen temel parametrelerin belirlenmesi.
9. Farklı çalışma koşullarının analiz edilmesi.
10. Uygun projelerde deneysel bir model veya deney düzeneği oluşturularak sayısal sonuçların doğrulanması.
11. Enerji verimliliği ve performans açısından optimum tasarım/çalışma koşullarının belirlenmesi.
12. Elde edilen sonuçların bilimsel ve mühendislik açısından değerlendirilmesi.
13. Projenin uygun olması hâlinde TEKNOFEST Nükleer Enerji Teknolojileri Tasarım Yarışması kapsamında geliştirilebilir bir tasarım altyapısının oluşturulması.

2. YÖNTEM

Proje yöntemi, seçilecek konuya göre öğrenciler ve danışman öğretim üyesi tarafından belirlenecektir. Genel olarak aşağıdaki aşamaların izlenmesi planlanmaktadır:

Literatür Araştırması

↓

Problem ve Tasarım Gereksinimlerinin Belirlenmesi

↓

Teorik/Termodinamik Modelleme

↓

Ön Tasarım

↓

CAD Modelleme

↓

CFD / Sayısal Analiz

↓

Performans Analizi ve Optimizasyon

↓

Deneysel Çalışma (uygun projelerde)

↓

Sonuçların Değerlendirilmesi

↓

Nihai Tasarım ve Proje Raporu

Seçilecek projeye bağlı olarak yöntem; teorik, sayısal, deneysel veya bu yöntemlerin birlikte kullanıldığı hibrit bir yapıda olabilir.





3. PROJE YÖNETİMİ

3.1. İş-Zaman Çizelgesi

İP No	İş Paketinin Adı	Beklenen Çıktılar

BELİRTMEK İSTEDİĞİNİZ DİĞER KONULAR

Sadece proje önerisinin değerlendirilmesine katkı sağlayabilecek bilgi veya veri (grafik, tablo vb.) eklenebilir.

Yukarıda belirtilen proje başlıkları öneri niteliğindedir. Kesin proje başlığı, proje ekibinin oluşturulmasının ardından öğrencilerin ilgi alanları, akademik yeterlilikleri, literatür araştırması, projenin uygulanabilirliği, laboratuvar ve yazılım imkânları ile danışman öğretim üyesinin görüşleri doğrultusunda birlikte belirlenecektir. Bu proje için 2-3 öğrenci ile çalışılabilir

MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

BİTİRME PROJESİ FORMU

Proje Başlığı:	Çift Eksenli Güneş Takip Sistemi Tasarımı, İmalatı ve Karşılaştırmalı Performans Analizi
Danışman:	Prof. Dr. Ali Naci ÇELİK (Elektrik-Elektronik Müh. Bölümü ile ortak Prof. Dr. Nihat DALDAL, Dr. Öğr. Üy. Mithat ÖNDER)

1. BİLİMSEL NİTELİK

Özet

Bu bitirme projesinde, fotovoltaik (PV) sistemlerde güneş enerjisi üretimini maksimize etmek amacıyla iki farklı çift eksenli güneş takip sistemi (GTS) tasarımı, imalatı ve deneysel olarak karşılaştırılması amaçlanmaktadır. İlk sistem sensör tabanlı kapalı çevrim kontrolü için UV (morötesi) sensörler kullanmakta; ikinci sistem ise parçacık filtresi (PF) algoritmasyonu ile sensörsüz açık çevrim kontrolü uygulamaktadır. Her iki sistem de aynı psödo-azimuthal montaj yapısı üzerinde kurulacak, aynı koşullar altında test edilecek ve sabit düz levha sistemi ile kıyaslanacaktır. Proje kapsamında mekanik tasarım, elektrik/elektronik entegrasyon, yazılım geliştirme ve performans analizi yetkinlikleri bütünlük olarak uygulanacaktır.

Konunun Önemi ve Projenin Bilimsel Niteliği

Güneş enerjisi, dünya genelinde en hızlı büyüyen yenilenebilir enerji kaynağı olup fotovoltaik sistemlerin verimliliği iki temel faktöre bağlıdır: sistem dönüşüm verimi ve PV modüle ulaşan güneş ışınımı miktarı. Güneş takip sistemleri, PV modülün güneş yönüne dik tutulmasını sağlayarak sabit sistemlere kıyasla %20–40 daha fazla enerji üretimine olanak tanımaktadır. Literatürde güneş takip sistemleri sensör tabanlı ve sensörsüz olarak iki ana kategoriye ayrılmaktadır. Sensör tabanlı sistemler (LDR, UV sensör vb.) kapalı çevrim kontrole dayalı olup güneşin konumunu doğrudan ölçerek takip eder; ancak düşük görünürlük koşullarında (bulutlu, yağışlı hava) performansları düşebilmektedir. Sensörsüz sistemler ise karmaşık matematiksel modellere veya astronomik hesaplamalara dayanmakta, coğrafi konuma özgü kalibrasyon gerektirmektedir. Parçacık filtresi tabanlı yaklaşım, bu iki kategorinin sınırlamalarını aşmak üzere geliştirilmiş yenilikçi bir örnekleme tabanlı algoritmadır.

Bu proje; makine mühendisliğinin mekanik tasarım/imalat boyutu ile kontrol, elektronik ve yazılım boyutlarını bütünlükten çok disiplinli bir nitelik taşımaktadır. Öğrenciler literatürde ayrı ayrı incelenen iki sistemi tek bir çalışmada karşılaştırarak özgün deneysel veriler üretecektir.

Amaç ve Hedefler

Projenin amacı; UV sensör tabanlı kapalı çevrim ve parçacık filtresi tabanlı sensörsüz çift eksenli güneş takip sistemlerini tasarlamak, imal etmek, kontrol yazılımlarını geliştirmek ve ikisini aynı deneysel koşullar altında sistematik olarak karşılaştırmaktır.

No	Proje Hedefi	Başarı Ölçütü
H1	Literatür taraması: Sensör tabanlı (LDR, UV) ve sensörsüz (astronomik, PF) GTS yaklaşımlarını, montaj yapılarını ve performans değerlendirme metriklerini incelemek.	En az 20 güncel makale taranmış ve karşılaştırma tablosu oluşturulmuş olmalı
H2	Mekanik tasarım: Psödo-azimuthal montaj yapısını CAD ortamında modellemek; birincil eksen (günlük açı ϵ) ve ikincil eksen (yükselim açısı ρ) için lineer aktüatör montaj tasarımını tamamlamak.	CAD modeli ve teknik çizimler teslim edilmiş olmalı; $\pm 55^\circ$ hareket aralığı doğrulanmalı
H3	İmalat ve montaj: Tasarlanan yapıyı imal etmek, aktüatörleri, limit switch'leri ve PV modülü monte etmek.	Her iki eksen için mekanik sistem çalışır durumda test edilmiş olmalı
H4	UV sensör tabanlı sistem: GY-8511 UV sensörlerin 4 yönde montajını yapmak, Arduino Mega 2560 + ESP8266 kontrol kartını programlamak, EMA tabanlı gürültü filtrelemesini ve kapalı çevrim takip stratejisini kodlamak.	Güneşli günde takip açısı hatasının $\pm 5^\circ$ altında olduğu doğrulanmalı
H5	PF tabanlı sistem: Parçacık filtresi algoritmasını (başlangıç örnekleme, ölçme, yeniden örnekleme, sonlandırma adımları) mikrodenetleyicide uygulamak; PV güç ölçümünü geri bildirim sinyali olarak entegre etmek.	Algoritmanın her zaman adımında ≤ 10 dk içinde yakınsadığı doğrulanmalı
H6	Veri toplama sistemi: Voltaj-akım sensörlerini (PV üretimi + sistem tüketimi) kurarak IoT tabanlı bulut izleme (MQTT/MySQL) platformunu devreye almak.	60 günlük veri kesintisiz toplanmış olmalı
H7	Deneysel test ve karşılaştırma: Her iki GTS'yi ve sabit referans sistemi aynı anda 60 gün boyunca farklı hava koşullarında (güneşli, bulutlu, yağışlı) test etmek.	Üç sistem için günlük enerji üretimi ve operasyonel tüketim verileri eksiksiz kaydedilmiş olmalı
H8	Performans analizi: ΔE (%) ve ΔE_{net} (%) metrikleri ile karşılaştırmalı enerji kazancı analizini gerçekleştirmek; hava koşuluna göre alt grup analizleri yapmak.	Sayısal sonuçlar istatistiksel olarak raporlanmış ve iki sistem arasındaki fark yorumlanmış olmalı

2. YÖNTEM

Mekanik Donanım

- PV modül (≈ 80 W, monokristal silikon, 770×665×30 mm)
- İki adet motorlu lineer aktüatör (200 mm strok, 800 N kapasite, 20 mm/s)

- Limit switch'ler (her ekseninde aşırı dönmeyi önlemek için)
- Psödo-azimuthal montaj yapısı (profil alüminyum veya çelik), ısı emici

Elektronik ve Kontrol

- Arduino Mega 2560 R3 (ana mikrodenetleyici)
- NodeMCU ESP8266 (IoT ağ geçidi, MQTT)
- GY-8511 UV sensörler × 4 (UV-A/B, 300–380 nm)
- BTS7960 H-Bridge DC motor sürücüler × 2
- Voltaj ve akım sensörleri × 2 set (PV üretimi + sistem tüketimi)
- Hızlandırıcı ölçer (ivme sensörü, açı geri bildirimi için)
- Anahtarlama gücü kaynağı, voltaj regülatörü
- Hava geçirmez plastik kontrol kutusu

Yazılım ve Algoritmalar

- UV Sensör Tabanlı Sistem: EMA tabanlı gürültü filtreleme → UV çifti karşılaştırma → eşik (≥ 10) kontrolü → aktüatör komutu (E–W / N–S dönüş kararı)
- PF Tabanlı Sistem: Başlangıç örnekleme ($N_k=5$, 5 yön) → PV gücü ölçümü → ağırlık hesaplama [$\omega = \exp(-(\text{Prated}-\text{Pi}))$] → normalizasyon → yeniden örnekleme ($N_k=10$) → Neff hesaplama → yakınsama kontrolü → sonlandırma
- Veri kaydı: MySQL veritabanı, MQTT protokolü ile bulut platformu

Deneysel Kurulum ve Doğrulama

- Üç sistem (UV-GTS, PF-GTS, sabit referans) aynı teras üzerinde N–S doğrultusunda dizilir (gölgelemeyi önlemek için)
- Hava koşulu sınıflandırması: güneşli (0–37,5% bulut, yağışsız), bulutlu (>37,5%, yağışsız), yağışlı (>37,5%, yağışlı)
- Performans metrikleri: $\Delta E = (\text{EGTS} - \text{Esabit})/\text{Esabit} \times 100\%$, $\Delta E_{\text{net}} = (\text{EGTS}_{\text{net}} - \text{Esabit})/\text{Esabit} \times 100\%$
- Test süresi: en az 60 gün, 06:00–18:00 arası (12 saat/gün), 10 s veri örnekleme aralığı

3. PROJE YÖNETİMİ

3.1. İş-Zaman Çizelgesi

Proje toplam 30 hafta (≈ 2 dönem) olarak planlanmıştır. Her iş paketi (İP) aşağıda tanımlanmıştır.

İP No	İş Paketinin Adı ve İçeriği	Beklenen Çıktılar
İP-1 (H1–2)	Literatür Taraması ve Kavramsal Tasarım • Sensör tabanlı ve sensörsüz GTS literatürünün incelenmesi • Parçacık filtresi algoritmasının teorik analizi • Sistem bileşenlerinin belirlenmesi • Hafta 1–4	Literatür özeti raporu, bileşen listesi, kavramsal sistem şeması
İP-2 (H2–3)	Mekanik Tasarım ve İmalat • Psödo-azimuthal montaj yapısının CAD modellemesi (SolidWorks/Fusion 360) • Teknik çizimlerin oluşturulması • Yapının imalatı ve montajı • Aktüatör, limit switch ve PV modül montajı • Mekanik doğrulama testleri • Hafta 3–10	CAD model, teknik çizimler, imal edilmiş mekanik yapı, mekanik test raporu

İP-3 (H4)	UV Sensör Tabanlı GTS Geliştirmesi • UV sensörlerin 4 yönde 3B baskı gövdeyle montajı • Arduino + ESP8266 kontrol devresi kurulumu • EMA gürültü filtrelemesi ve kapalı çevrim takip yazılımı • L298N motor sürücü entegrasyonu • İlk işlevsellik testleri • Hafta 8–14	Çalışır UV sensör tabanlı GTS prototipi, yazılım kaynak kodu, ilk test verileri
İP-4 (H5)	PF Tabanlı Sensörsüz GTS Geliştirmesi • Parçacık filtresi algoritmasının mikrodenetleyicide kodlanması • PV güç geri bildirim döngüsünün entegrasyonu • Başlangıç örnekleme, ağırlıklandırma, yeniden örnekleme ve yakınsama modüllerinin test edilmesi • BTS7960 sürücü entegrasyonu • Hafta 10–16	Çalışır PF tabanlı GTS prototipi, algoritma akış şeması, yakınsama test verileri
İP-5 (H6)	Veri Toplama ve İzleme Sistemi • Voltaj/akım sensörü kurulumu (PV üretimi + sistem tüketimi) • IoT veri iletim altyapısı (MQTT → MySQL) • Uzaktan izleme arayüzünün devreye alınması • Hafta 14–18	Çalışır veri toplama sistemi, örnek veri seti, uzaktan izleme ekranı
İP-6 (H7)	Deneyisel Test Kampanyası (60 Gün) • Üç sistemin eş zamanlı çalıştırılması • Farklı hava koşullarında (güneşli, bulutlu, yağışlı) günlük veri toplanması • Arıza takibi ve bakım kayıtları • Hafta 17–28	60 günlük ham veri seti (CSV/MySQL), günlük bakım kayıtları
İP-7 (H8)	Veri Analizi ve Karşılaştırmalı Değerlendirme • ΔE ve ΔE_{net} hesaplamaları • Hava koşuluna göre alt grup analizleri • İstatistiksel karşılaştırma (ortalama, std sapma, vb.) • İki sistem arasındaki farkın yorumlanması • Hafta 26–30	Analiz raporu, performans karşılaştırma tabloları ve grafikleri
İP-8	Raporlama ve Sunum • Bitirme projesi raporunun yazılması • Jüri sunumunun hazırlanması • Hafta 28–30	Bitirme projesi raporu (taslak + nihai), sunum dosyası

3.2. Beklenen Özgün Katkıları

Karşılaştırmalı deneysel veri tabanı: İki farklı kontrol yaklaşımının aynı koşullar altında 60 günlük deneysel karşılaştırması literatürde doğrudan bir eşdeğeri bulunmayan özgün bir katkı sunmaktadır.

Güneşli/bulutlu/yağışlı alt grup analizi: Her iki sistemin farklı hava koşullarındaki üstünlükleri ve zayıflıkları sistematik olarak ortaya konacaktır.

Entegre prototip: Hem mekanik hem de yazılımsal açıdan tam işlevsel iki farklı çift eksenli GTS tek bir çalışmada geliştirilecektir.

Uygulama rehberi: Hangi hava koşulunda hangi sistemin tercih edilmesi gerektiğine dair pratik bir karar çerçevesi önerilecektir.

BELİRTMEK İSTEDİĞİNİZ DİĞER KONULAR

Temel Alınan Kaynaklar

- Alongkorn Pirayawaraporn, Sahapol Sappaniran, Sarawin Nooraksa, Chanon Prommai, Nachaya Chindakham, Chaowanan Jamroen. Innovative sensorless dual-axis solar tracking system using particle filter. Applied Energy 338 (2023) 120946 [PF tabanlı sistem referansı]
- Chaowanan Jamroen, Chanon Fongkerd, Wipa Krongpha, Preecha Komkum, Alongkorn Pirayawaraporn, Nachaya Chindakham. A novel UV sensor-based dual-axis solar tracking system: Implementation and performance analysis. Applied Energy 299 (2021) 117295 [UV sensör tabanlı sistem referansı]

Güvenlik ve Etik Hususlar

- Elektriksel güvenlik: Tüm bağlantılar yetkili kişi gözetiminde gerçekleştirilecek; DC sistemler için uygun sigorta ve topraklama uygulanacaktır.
- Mekanik güvenlik: Aktüatör limit switch'leri aşırı dönmeyi önleyecek şekilde konfigüre edilecektir.
- Veri güvenilirliği: Arıza günleri kayıt dışı bırakılacak; meteoroloji verileri resmi kaynaklardan doğrulanacaktır.

üncelleme Tarihi: 2025

MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

BİTİRME PROJESİ FORMU

Proje Başlığı:	Makine Öğrenimi/Derin Öğrenim Yöntemleriyle Global Güneş Işınımı Tahmini: Farklı Modellerin Karşılaştırmalı Analizi
Danışman:	Prof. Dr. Ali Naci ÇELİK (Bilgisayar Müh. Bölümü ile ortak)

1. BİLİMSEL NİTELİK

Özet

Bu bitirme projesi, fotovoltaik (PV) sistemlerin verimliliğini artırmak amacıyla Global Yatay Işınım (GHI) değerlerinin makine öğrenimi (ML)/derin öğrenim (DL) yöntemleriyle kısa/orta vadeli tahmini üzerine odaklanmaktadır. Proje kapsamında yalnızca sayısal meteorolojik veri kullanan tek-modlu modeller (LSTM, GRU, Random Forest, XGBoost)/çok-modlu (multimodal) hibrit modeller (CNN-LSTM / NARX) geliştirilecek ve sistematik biçimde karşılaştırılacaktır.

Hava koşuluna göre (güneşli, kısmen bulutlu, bulutlu) ayrı modeller eğitilerek saatlik/günlük/mevsimlik/yıllık tahmin ufuklarında doğruluk analizi yapılacaktır. Model performansı NRMSE, RMSE, MAE, MAPE ve R^2 ölçütleriyle değerlendirilecek; sonuçlar PV sistem planlaması ve enerji şebekesi yönetimi açısından yorumlanacaktır.

Konunun Önemi ve Projenin Bilimsel Niteliği

Güneş ışınımının stokastik ve değişken doğası, PV sistemlerinin şebekeye güvenilir biçimde entegrasyonunu zorlaştırmaktadır. Doğru GHI tahmini; enerji depolama optimizasyonu, şebeke dengesinin korunması ve yedek kapasite maliyetlerinin düşürülmesi açısından kritik öneme sahiptir. Literatür incelemesi, derin öğrenim modellerinin — özellikle LSTM ağlarının — tek başına sayısal verilere dayalı yöntemlere kıyasla ortalama hatayı %10–25 oranında azaltabildiğini; gökyüzü görüntüleriyle sayısal verileri birleştiren çok-modlu hibrit modellerin ise özellikle bulutlu koşullarda tek-modlu yaklaşımları belirgin biçimde geride bıraktığını ortaya koymaktadır.

Projenin bilimsel katkısı üç temel boyut üzerinde şekillenmektedir:

- Karşılaştırmalı model analizi: Güncel literatürde öne çıkan mimariler (NARX, EfficientNet-B0+LSTM, ResNet-50, Xception, Inception-V3) Berraklık İndeksi (CI) tabanlı hava koşulu sınıflandırmasıyla birlikte tek bir deneysel çerçevede karşılaştırılabilir,
- Veri artırma ve ön işleme: Mümkün olması durumunda, görüntü veri artırma teknikleri (döndürme, ölçekleme, Gaussian gürültüsü, parlaklık/kontrast ayarı) ile Wavelet Dönüşümü

(WT) ve VMD tabanlı zaman serisi ayrıştırmasının tahmin doğruluğuna etkisi nicel olarak irdelenebilir,

- Pratik uygulama bağlamı: Sonuçlar yalnızca istatistiksel açıdan değil, akıllı şebeke yönetimi ve PV sistem verimliliğine katkıları bakımından da yorumlanacaktır.

Proje; makine mühendisliği (PV sistemleri, yenilenebilir enerji), bilgisayar bilimi (CNN/LSTM mimarileri, önceden eğitilmiş ağlar) ve enerji mühendisliği (şebeke planlaması) disiplinlerini bütünleştiren çok disiplinli bir nitelik taşımaktadır.

Amaç ve Hedefler

Projenin amacı; tek-modlu ve çok-modlu ML/DL modellerini geliştirerek GHI tahmini performanslarını sistematik biçimde karşılaştırmak, hava koşuluna göre en uygun model mimarisini belirlemek ve elde edilen bulguları PV sistem planlaması bağlamında yorumlamaktır.

No	Proje Hedefi	Başarı Ölçütü
H1	Literatür taraması: ML/DL tabanlı güneş ışıınımı tahmin yöntemlerini (tek-modlu, çok-modlu, hibrit), veri ön işleme tekniklerini, öznitelik mühendisliği yaklaşımlarını ve performans değerlendirme ölçütlerini sistematik biçimde incelemek.	En az 25 güncel makale taranmış; CNN mimarileri (EfficientNet-B0, ResNet-50, Xception, Inception-V3) karşılaştırma tablosu ve yöntem sınıflandırması hazırlanmış olmalı
H2	Veri toplama ve hazırlama: NASA POWER, PVGIS veya yerel meteoroloji istasyonu kaynaklarından sıcaklık, nem, rüzgar hızı, basınç, Julian günü ve GHI verilerini derlemek; veri temizleme, normalizasyon ve eksik değer ataması gerçekleştirmek.	En az 1 yıllık, 10 dakikalık çözünürlükte ve eksik veri oranı <%5 olan, eğitime hazır temiz veri seti oluşturulmuş olmalı
H3	Berraklık İndeksi hesaplama ve gün sınıflandırması: $CI = GHI/GE$ formülünü kodlayarak günleri güneşli ($CI \geq 0,6$), kısmen bulutlu ($0,2 < CI < 0,6$) ve bulutlu ($CI \leq 0,2$) olarak sınıflandırmak; her kategori için veri alt kümesi oluşturmak.	Sınıflandırma kodu doğrulanmış; gün tipi dağılımı istatistiksel olarak raporlanmış; her hava koşulu için yeterli gözlem sayısı sağlanmış olmalı
H4	Tek-modlu DL modelleri geliştirme: Python/TensorFlow ortamında LSTM, GRU, BiLSTM ve CNN mimarilerini uygulamak; hiperparametre optimizasyonu (öğrenme hızı, batch boyutu, dropout oranı, epoch sayısı) gerçekleştirmek; aşırı uyumu önlemek için erken durdurma ve dropout katmanı kullanmak.	Her model için %70/%20/%10 eğitim/doğrulama/test bölümleri tamamlanmış; aşırı uyum gözlemlenmemiş; SGDM veya Adam optimizasyonu uygulanmış olmalı
H5	Çok-modlu hibrit model geliştirme (CNN-LSTM + NARX): Önceden eğitilmiş bir CNN mimarisini (EfficientNet-B0 veya ResNet-50) LSTM ile birleştiren görüntü+veri hibrit ağını oluşturmak; NARX mimarisini Julian günü ve dışsal ışıınım girdileriyle entegre etmek; görüntü veri artırma (döndürme, ölçekleme, Gaussian gürültüsü, Gaussian bulanıklığı) uygulamak.	Hibrit modelin (çok-modlu) tek-modlu modele kıyasla bulutlu günlerde en az %15 daha düşük NRMSE elde ettiği doğrulanmış; veri seti %200 artırılmış olmalı
H6	Veri ön işleme ve öznitelik mühendisliği: Wavelet Dönüşümü (WT) veya Variational Mode Decomposition (VMD) ile zaman serisi ayrıştırması; Pearson korelasyon veya RRelief ile öznitelik seçimi; görüntü boyutu	Ön işleme adımları belgelenmiş; uygulanmadan önce ve sonra NRMSE karşılaştırması yapılmış; en etkili öznitelikler sıralanmış olmalı

	224×224 piksele yeniden ölçekleme işlemlerini uygulamak.	
H7	Karşılaştırmalı performans değerlendirmesi: Tüm modelleri NRMSE, RMSE, MAE, MAPE ve R ² ile 10 dk, 30 dk ve 60 dk tahmin ufuklarında; güneşli, kısmen bulutlu ve bulutlu günler için ayrı ayrı değerlendirmek; kalıcılık modeli referansı ile kıyaslamak.	Her model × hava koşulu × tahmin ufku kombinasyonu için sonuç tablosu hazırlanmış; istatistiksel karşılaştırma (Wilcoxon veya eşleştirilmiş t-testi) uygulanmış olmalı
H8	Sonuçların yorumlanması ve raporlanması: En uygun modeli ve hava koşuluna göre model seçim çerçevesini önermek; bulguları PV sistem planlaması ve şebeke yönetimine pratik katkısı açısından tartışmak; bitirme projesi raporunu ve jüri sunumunu hazırlamak.	Yazılı rapor (taslak + nihai) ve jüri sunumu tamamlanmış; hava koşuluna göre model seçim kılavuzu (senaryo tablosu) hazırlanmış olmalı

2. YÖNTEM

Yazılım Ortamı ve Araçlar

- Python 3.10+ — TensorFlow/Keras, PyTorch, scikit-learn, pandas, NumPy, matplotlib, seaborn
- MATLAB R2023+ Deep Learning Toolbox (NARX modelleri ve LM/BR/SCG eğitim algoritmaları için)
- Google Colab Pro veya yerel GPU destekli bilgisayar (≥ 8 GB VRAM, model eğitimi için)

Veri Kaynakları

- NASA POWER API — küresel güneş ve meteorolojik veriler; ücretsiz, 10 dakikalık/saatlik çözünürlük
- PVGIS veya Solcast — PV'ye özgü ışınım verileri
- Türkiye Meteoroloji Genel Müdürlüğü veya yerel istasyon — yerel iklim doğrulaması için
- Gökyüzü görüntüleri — düşük maliyetli geniş açılı kamera (160° balık gözü) veya açık veri seti; Sony IMX219 8 MP sensör yapılandırması referans alınacak

Veri Ön İşleme Adımları

- Veri temizleme: Eksik değer ataması (ortalama / KNN interpolasyon), aykırı değer tespiti (3σ kuralı veya IQR)
- Normalizasyon: Min-Max ölçekleme [0, 1] veya Z-score standardizasyonu
- Berraklık indeksi: CI = GHI / GE hesaplanarak günler güneşli / kısmen bulutlu / bulutlu olarak sınıflandırılacak
- Görüntü ön işleme: Orijinal görüntüler 224×224 piksele yeniden ölçeklenecek; veri artırma olarak 9 rastgele dönüşüm (döndürme, ölçekleme, X/Y yansıma, kesme, doygunluk/kontrast/parlaklık ayarı, Gaussian gürültüsü, Gaussian bulanıklığı) uygulanarak veri seti %200 büyütülecek
- Zaman serisi ayrıştırması: Wavelet Dönüşümü (DWT / CWT) veya VMD ile düşük/yüksek frekans bileşenlerinin ayrıştırılması
- Veri bölümlenmesi: %70 eğitim / %20 doğrulama / %10 test (kronolojik sıra korunarak, mevsimsel kümelenmeden kaçınılarak)

Model Mimarileri

- Referans modeller: Kalıcılık modeli ($I(t+\Delta t) = I(t)$), Doğrusal Regresyon, Random Forest, XGBoost / LightGBM
- Tek-modlu derin öğrenim (yalnızca sayısal veri): LSTM, GRU, BiLSTM — Dropout %20–30, erken durdurma
- Tek-modlu görüntü modeli (yalnızca gökyüzü görüntüsü): Önceden eğitilmiş CNN (EfficientNet-B0, ResNet-50, Xception, Inception-V3) + LSTM; eğitim algoritması SGDM (momentum 0,9), öğrenme hızı 0,05
- Çok-modlu hibrit model: CNN (EfficientNet-B0) + LSTM + NARX — Girdiler: Julian günü, teorik dışsal ışınım, CNN-LSTM çıktısı; NARX gizli katmanı 10 nöron; eğitim algoritmaları LM / BR / SCG
- Her hava koşulu tipi için ayrı model ailesi eğitilecek ($3 \times n$ model)

Değerlendirme Çerçevesi

- Tahmin ufukları: 10 - 60 dk/gün/mevsim
- Performans ölçütleri: NRMSE (%), RMSE (W/m^2), MAE (W/m^2), MAPE (%), R^2 ve Pearson R
- Çapraz doğrulama: K-katlı ($K=5$) veya kayan pencere doğrulaması
- İstatistiksel anlamlılık: Wilcoxon işaretli sıralar testi veya eşleştirilmiş t-testi
- Kalıcılık modeli ve tek-modlu modeller referans alınarak çok-modlu hibrit modelin iyileştirme yüzdesi raporlanacak

3. PROJE YÖNETİMİ

3.1. İş-Zaman Çizelgesi

Proje toplam 28 hafta (≈ 2 dönem) olarak planlanmıştır.

İP No	İş Paketinin Adı ve İçeriği	Beklenen Çıktılar
İP-1 (H1)	Literatür Taraması (Hafta 1–4) • ML/DL tabanlı GHI tahmin yöntemlerinin sistematik incelenmesi • Tek-modlu, çok-modlu ve hibrit modellerin karşılaştırmalı analizi • Veri ön işleme, öznetelik mühendisliği ve veri artırma tekniklerinin derlenmesi • Performans ölçütleri ve doğrulama yaklaşımlarının belirlenmesi	Literatür özeti raporu, model karşılaştırma tablosu, kaynak listesi
İP-2 (H2–H3)	Veri Toplama, Hazırlama ve CI Sınıflandırması (Hafta 3–8) • NASA POWER / PVGIS / yerel istasyon veritabanlarından veri indirilmesi • Meteorolojik değişkenlerin (sıcaklık, nem, basınç, rüzgar, Julian günü, GHI) derlenmesi • Veri temizleme: eksik değer ataması, aykırı değer tespiti, normalizasyon • CI = GHI/GE hesaplanarak güneşli / kısmen bulutlu / bulutlu gün sınıflandırması • Gökyüzü görüntülerinin derlenmesi ve 224×224 piksele yeniden ölçeklenmesi	Temiz veri seti (CSV/HDF5), keşifsel veri analizi raporu, CI dağılım grafiği, sınıflandırılmış gün sayısı tablosu
İP-3 (H4,H6)	Tek-Modlu DL Modelleri ve Veri Ön İşleme (Hafta 7–14) • LSTM, GRU, BiLSTM mimarilerinin Python/TensorFlow ile kodlanması • Önceden eğitilmiş CNN (EfficientNet-B0, ResNet-50, Xception, Inception-V3) değerlendirmesi • Wavelet Dönüşümü / VMD ile zaman serisi ayrıştırması •	Eğitilmiş tek-modlu model dosyaları, hiperparametre arama günlükleri, ilk NRMSE/MAE sonuç tablosu, veri artırma öncesi-sonrası karşılaştırma

	Hiperparametre optimizasyonu (öğrenme hızı, batch boyutu, epoch, dropout) • Görüntü veri artırma işlem hattının oluşturulması	
İP-4 (H5)	Çok-Modlu Hibrit Model Geliştirme — CNN-LSTM + NARX (Hafta 12–18) • EfficientNet-B0 + LSTM hibrit ağının tasarımı ve eğitimi • NARX mimarisinin Julian günü + dışsal ışınım + CNN-LSTM çıktısıyla entegrasyonu • LM, BR ve SCG eğitim algoritmalarının MATLAB Deep Learning Toolbox'ta karşılaştırılması • Dropout %20–30, batch boyutu 64/128 optimizasyonu • 10 gizli nöronlu NARX katmanı yapılandırması	Eğitilmiş çok-modlu model dosyaları, mimari şeması, eğitim/doğrulama eğri grafikleri, CNN mimarisi karşılaştırma tablosu
İP-5 (H7)	Karşılaştırmalı Performans Değerlendirmesi (Hafta 18–24) • Tüm modellerin NRMSE, RMSE, MAE, MAPE, R ² ile değerlendirilmesi • 10 dk, 30 dk, 60 dk tahmin ufuklarında hava koşuluna göre alt grup analizleri • Çok-modlu ile tek-modlu model karşılaştırması (Tablo 1 ve Tablo 2 benzeri) • Kalıcılık modeli referansı ile kıyaslama ve iyileştirme yüzdesi hesabı • Wilcoxon / eşleştirilmiş t-testi ile istatistiksel anlamlılık kontrolü	Performans karşılaştırma tabloları (3 hava koşulu × 3 tahmin ufku), tahmin vs. gerçek grafikleri, istatistiksel test sonuçları
İP-6 (H8)	Sonuçların Yorumlanması, Raporlama ve Sunum (Hafta 24–28) • En uygun modelin ve hava koşuluna göre model seçim çerçevesinin önerilmesi • Senaryo tablosu: hangi hava koşulunda hangi model ailesi tercih edilmeli? • Bulguların PV sistem planlaması ve şebeke yönetimine katkıları bakımından tartışılması • Bitirme projesi raporunun yazılması (taslak → geri bildirim → nihai) • Jüri sunumunun hazırlanması	Bitirme projesi raporu (taslak + nihai), jüri sunumu, model seçim kılavuzu (senaryo tablosu)

3.2. Beklenen Özgün Katkıları

- Sistematik çok-modlu karşılaştırma: EfficientNet-B0, ResNet-50, Xception ve Inception-V3 CNN mimarilerini aynı veri seti ve koşullar altında NARX mimarisiyle birlikte karşılaştıran kapsamlı bir deneysel çalışma sunulacaktır.
- CI tabanlı hava koşulu alt grup analizi: Güneşli, kısmen bulutlu ve bulutlu günler için hangi model ailesinin üstün performans sergilediği nicel olarak ortaya konacak; pratik bir karar çerçevesi önerilecektir.
- Tahmin ufku – doğruluk analizi: 10 dk'dan 60 dk'ya kadar artan tahmin ufuklarında model degradasyonu ölçülecek; gökyüzü görüntülerinin uzun ufuklarda sayısal veriye kıyasla sağladığı ek katkı değerlendirilecektir.
- Yerel iklim koşullarına uygulanabilirlik: Çalışma, Türkiye iklim koşulları dikkate alınarak gerçekleştirilecek; bulgular uluslararası literatürle (CESA-I Almería lokasyonu) karşılaştırılarak yerelleştirme katkısı tartışılacaktır.

Temel Alınan Kaynaklar

- Abad-Alcaraz ve ark. (2025). Multimodal deep learning for solar radiation forecasting. Applied Energy, 393, 126061. → Çok-modlu CNN-LSTM + NARX mimarisi, EfficientNet-B0 karşılaştırması, CI tabanlı gün sınıflandırması, SGDM eğitim algoritması
- Atsbeha ve ark. (2026). Predictive modelling of solar irradiation forecasting with machine learning: A comprehensive review. Energy Reports, 16, 109546. → ML/DL sınıflandırması, fizik tabanlı ML, transfer öğrenme, RMSE/MAE/R² karşılaştırma çerçevesi
- Khouili ve ark. (2025). Evaluating the impact of deep learning approaches on solar and PV power forecasting: A systematic review. Energy Strategy Reviews, 59, 101735. → Wavelet Dönüşümü / VMD veri ayrıştırması, GAN tabanlı veri artırma, Pearson / RReliefF öznelik seçimi, K-katlı çapraz doğrulama

Donanım / Yazılım Gereksinimleri

- GPU destekli bilgisayar (≥ 8 GB VRAM) veya Google Colab Pro — model eğitimi için
- Python ≥ 3.10 — TensorFlow ≥ 2.12, PyTorch, scikit-learn, pandas, NumPy, matplotlib
- MATLAB R2023+ Deep Learning Toolbox — NARX modelleri için
- Düşük maliyetli gökyüzü kamerası (Sony IMX219 8 MP, 160° balık gözü) — isteğe bağlı; açık veri setiyle ikame edilebilir

Etik ve Veri Kullanım Hususları

- Kullanılan açık veri setleri (NASA POWER, PVGIS) ücretsiz ve kamuya açıktır; lisans koşulları proje raporunun veri bölümünde belirtilecektir.
- Gökyüzü görüntüsü kullanılması durumunda veri seti kaynağı ve telif hakları açıkça ifade edilecektir.
- YZ araçlarından yararlanılması durumunda ilgili beyan, danışman onayıyla yapılacaktır.

Tahmini Çalışma Takvimi Özeti

- Hafta 1–4 → Literatür taraması ve araştırma çerçevesinin oluşturulması
- Hafta 3–8 → Veri toplama, ön işleme ve CI tabanlı sınıflandırma
- Hafta 7–14 → Tek-modlu DL modelleri, veri artırma ve hiperparametre optimizasyonu
- Hafta 12–18 → Çok-modlu CNN-LSTM + NARX hibrit model geliştirme
- Hafta 18–24 → Karşılaştırmalı performans değerlendirmesi ve istatistiksel analiz
- Hafta 24–28 → Raporlama, jüri sunumu ve model seçim kılavuzu



MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ BİTİRME PROJESİ FORMU

Proje Başlığı: LABORATUVAR TİPİ BİR MEKANİK ÖĞÜTME CİHAZI TASARIMI VE ÜRETİMİ

Danışman Öğretim Üyesi: Prof Dr Yahya ALTUNPAK

1. BİLİMSEL NİTELİK

1.1. Özet

Toz metalürjisinde yaygın kullanılan mekanik öğütme cihazları, mikron veya nano boyutta tozlar elde etmek, alaşımlar oluşturmak ve toz morfolojisini değiştirmek için kullanılan kritik ekipmanlardır. Bilyeli öğütme yapan bu cihazlar, yüksek enerjili darbe, sürtünme ve kesme kuvvetleri uygulayarak toz tanelerini sürekli olarak kırar ve kaynaklar. Sektörde kullanılan birçok çeşidi olmakla beraber bu çalışmada kendi ekseninde dönen yatay bir silindirden oluşan dışı klasik bir yatay bilyalı değirmen (Tumbling Ball Mills): görünümünde ancak iç tarafında yani öğütme yapılacak kısmı ise daha iyi bir karışım yapabilmesi için çokgen şeklinde tasarlanacaktır. Enerjisi diğerlerine göre düşüktür ancak düşük maliyetli olduğu için laboratuvar ortamında rahatlıkla kullanılabileceği öngörülmektedir.

1.2. Konunun Önemi ve Projenin Bilimsel Niteliği

1.3. Amaç ve Hedefler

Projenin amacı ve hedefleri açık, ölçülebilir, gerçekçi ve proje süresince ulaşılabilir nitelikte olacak şekilde açıklanır.

Fakültemiz laboratuvarında olmayan ve TM çalışmalarında metal ve alaşım tozlarında kullanılabilecek ekonomik ve etkili bir öğütme cihazı tasarlayıp üretmek ve daha sonraki tüm ilgili çalışmalarda kullanılması düşünülmektedir.

2. YÖNTEM

- Mekanik öğütme cihazının tasarımı ve teknik resimleri tamamlanır.
- Cihaz yapımı için gerekli malzemeler ve cihazlar temin edilir.
- Cihaz parçalarının üretimi ve montajı tamamlanır.
- Metal ve alaşım tozu üretim denemeleri yapılır.
- Üretilen tozlar kullanılarak örnek bir basma deneyi numunesi üretilir.



3. PROJE YÖNETİMİ

3.1. İş-Zaman Çizelgesi

İP No	İş Paketinin Adı	Beklenen Çıktılar
	Literatür çalışmaları, Cihazın tasarımı, malzeme ve cihaz temini	
	Cihaz bileşenlerinin üretimi ve montajının yapılması	
	Toz üretim denemeleri	

BELİRTMEK İSTEDİĞİNİZ DİĞER KONULAR

Sadece proje önerisinin değerlendirilmesine katkı sağlayabilecek bilgi veya veri (grafik, tablo vb.) eklenebilir.

--



MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ BİTİRME PROJESİ FORMU

Proje Başlığı: Elektrikli Araç Bataryalarında Soğutucu Akışkan Debisinin Kontrolü ve Optimize Edilmesi

Danışman Öğretim Üyesi: Prof. Dr. Alaattin Osman Emiroğlu

1. BİLİMSEL NİTELİK

1.1. Özet

Elektrikli araçların (EV) yaygınlaşmasıyla birlikte, lityum-iyon batarya paketlerinde aşırı ısınma, hücreler arası sıcaklık homojensizliği ve termal kaçak (thermal runaway) riskleri kritik bir güvenlik ve performans problemi olarak ortaya çıkmaktadır. Bu projede, lityum-iyon batarya hücrelerinin ideal çalışma sıcaklığı aralığında (25 °C - 40 °C) tutulmasını sağlayan ve batarya anlık sıcaklık verilerine göre soğutma sıvısının debisini otomatik olarak ayarlayan kapalı döngü (closed-loop) bir deneysel soğutma sistemi geliştirilecektir. Proje kapsamında sıvı soğutmalı bir batarya modülü tasarlanacak, sayısal akışkanlar dinamiği (CFD) analizleri ile optimizasyon parametreleri belirlenecek, fiziksel test düzeneği kurularak sıcaklık-debi ilişkisi deneysel olarak doğrulanacaktır. Projenin nihai çıktısı, ihtiyaç duyulmadığı anlarda pompa gücünü minimize ederek parazitik enerji tüketimini azaltan adaptif bir termal yönetim prototipidir.

1.2. Konunun Önemi ve Projenin Bilimsel Niteliği

Batarya Ömrü ve Güvenlik: Lityum-iyon hücrelerde yüksek sıcaklık elektrokimyasal yaşlanmayı hızlandırırken, hücreler arasındaki 5°C 'den fazla sıcaklık farkı modülün dengesiz bozulmasına yol açar.

Sistem Verimliliği: Sabit debili geleneksel soğutma sistemlerinde, pompanın sürekli maksimum devirde çalışması aracın menzili olumsuz etkiler (parazitik yük).

Adaptif Kontrol İhtiyacı: Değişken deşarj akımları (ani hızlanma, yokuş tırmanma, hızlı şarj) esnasında anlık ısı yüküne göre debinin dinamik olarak ayarlanması enerjiden tasarruf sağlar.

1.3. Amaç ve Hedefler

Projenin amacı ve hedefleri açık, ölçülebilir, gerçekçi ve proje süresince ulaşılabilir nitelikte olacak şekilde açıklanır.

Amaç: Batarya modülündeki anlık sıcaklık değişimlerine göre soğutucu sıvı (su-glikol) debisini modüle eden, parazitik pompa güç tüketimini minimize ederken hücre sıcaklığını kritik limitlerin altında tutan adaptif bir deneysel sistem kurmak.

Hedefler:

- Batarya modülü ve mikro/paralel kanallı soğutma plakası CAD tasarımını tamamlamak.
- ANSYS Fluent ile farklı deşarj oranlarında (1°C, 2°C, 3°C) ve farklı debilerde termal-akış analizlerini gerçekleştirmek.
- Isıtıcı kartuşlar veya gerçek hücreler, PWM kontrollü sıvı pompası, debimetre ve sıcaklık sensörlerinden oluşan deneysel test standını inşa etmek.
- Arduino/Raspberry Pi veya MATLAB/Simulink tabanlı kapalı döngü PID/Kural tabanlı bir kontrol algoritması yazmak.
- Statik (sabit debi) ve dinamik (değişken debi) soğutma senaryolarının sıcaklık ve pompa enerji tüketimi açısından deneysel karşılaştırmasını sunmak.



2. YÖNTEM

1. Analitik ve CAD Tasarımı: Hücre ısı yük hesapları yapılır. Soğutma plakası 3D olarak modellenir.
2. CFD Analizleri: ANSYS Fluent ortamında farklı debilerdeki sıcaklık dağılımı ve basınç düşüşü analiz edilir.
3. DeneySEL Düzenek Kurulumu: Soğutma bloğu, değişken devirli DC pompa, röle/PWM sürücü, PT100/NTC sensörler ve debimetre ile sıvı devresi oluşturulur.
4. Kontrol ve Algoritma: Sıcaklık artış hızına veya eşik değerlere bağlı debi ayarlama yazılımı geliştirilir.



3. PROJE YÖNETİMİ

3.1. İş-Zaman Çizelgesi

İP No	İş Paketinin Adı	Beklenen Çıktılar
1	Literatür taraması, matematiksel termal modelleme ve bileşen seçimi (pompa, sensör, plaka).	Elektrikli araç batarya soğutma sistemleri ve değişken debi kontrolüne dair literatür özet raporu
2	Soğutma plakası ve batarya modülü 3D CAD tasarımı.	Soğutma plakası ve batarya modülüne ait 3 boyutlu parametrik CAD modelleri
3	ANSYS Fluent ortamında CFD ve termal analizlerin yapılması.	Farklı debi ve ısı yük şartlarında ANSYS Fluent ile elde edilmiş sıcaklık dağılımı (contour) ve basınç düşüşü (pressure drop) haritaları.
4	Gömülü sistem (Arduino/Raspberry Pi), sensör ve PWM pompa kontrol yazılımının entegrasyonu.	Fiziksel soğutma plakası, batarya/ısıtıcı blok montajı ve hidrolik hatların tamamlanması. Sızdırmazlık testlerinin başarıyla gerçekleştirildiğine dair deneysel doğrulama onay raporu.
5	Farklı deşarj senaryolarında deneysel verilerin toplanması (Sabit Debi vs. Adaptif Debi).	Sıcaklık verisini anlık okuyup DC pompanın devrini (PWM) ayarlayan kapalı döngü (PID/Kural tabanlı) kontrol yazılım kodu. Sensör kalibrasyon verileri ve Veri Toplama Sistemi'nin (DAQ) donanımsal/yazılımsal entegrasyonu.
6	CFD ve deneysel sonuçların karşılaştırılması, tez yazımı ve sunum hazırlığı.	Statik (sabit debi) ve dinamik (adaptif debi) senaryolar için elde edilen anlık sıcaklık, debi ve pompa güç tüketimi veri setleri (Excel/CSV formatında). Adaptif sistemin sağladığı parazitik güç tasarrufunu gösteren karşılaştırmalı performans grafikleri.

BELİRTMEK İSTEDİĞİNİZ DİĞER KONULAR

Sadece proje önerisinin değerlendirilmesine katkı sağlayabilecek bilgi veya veri (grafik, tablo vb.) eklenebilir.

--



MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ BİTİRME PROJESİ FORMU

Proje Başlığı: Bambu İlhamlı Negatif Poisson Oranlı Auxetik Hücresel Yapıya Sahip Silindirik Roket Gövdesinin Tasarımı, Üretimi ve Yapısal Karakterizasyonu

Danışman Öğretim Üyesi: Doç. Dr. Murat KARA, Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Fatih KAHRAMAN

1. BİLİMSEL NİTELİK

1.1. Özet

Bu çalışmada, bambu bitkisinin radyal kesit yapısından ilham alınarak tasarlanan, dış yüzeyden nötr eksene doğru kademeli olarak büyüyen hücre boyutu dağılımına sahip ve negatif Poisson oranlı (auxetik) hücre geometrisini bünyesinde barındıran silindirik bir roket gövdesinin tasarımı, üretimi ve yapısal karakterizasyonu gerçekleştirilecektir. Eğilme ve burulma yükü koşullarında maksimum gerilmenin dış yüzeyde, nötr eksenine ise sıfıra yakın gerilme düzeylerinin olduğu ilkesinden hareketle, malzeme yoğunluğu ve rijitliği yüksek mekanik talebin bulunduğu bölgelerde tesis edilmiştir. Roket gövdesi, ilk kalkış aşamasında yüksek frekanslı titreşim yüklerine maruz kalmaktadır; bu nedenle yapısal analizler yalnızca statik sonlu elemanlar yöntemiyle sınırlı tutulmayacak, modal analiz de entegre edilerek yapının doğal frekansları ve mod şekilleri belirlenecektir. Nihai geometriler, çekme testi sonuçlarından elde edilen malzeme kartları kullanılarak SEA ve modal analiz ile değerlendirilecek; deneysel titreşim testleriyle yapısal doğrulama tamamlanacaktır.

1.2. Konunun Önemi ve Projenin Bilimsel Niteliği

Hafif ve yüksek dayanımlı yapısal sistemlere yönelik talep, özellikle uzay ve savunma uygulamalarında giderek artmaktadır. Geleneksel homojen gövde tasarımları, mekanik yük altında oluşan gerilme gradyanlarını verimli biçimde karşılayamamakta; bu durum aşırı malzeme kullanımına ve gereksiz ağırlık artışına yol açmaktadır. Bambu bitkisi, sahip olduğu karakteristik özellik sayesinde eğilme yüklerine karşı olağanüstü bir özgül rijitlik elde etmiştir. Bu çalışma, söz konusu biyomimetik ilkeyi ve auxetik hücre geometrisinin mekanik üstünlüklerini bir araya getirerek roket gövdesi tasarımına özgün bir katkı sunmayı hedeflemektedir. Çalışmanın bilimsel niteliği; fonksiyonel derecelendirilmiş hücresel yapılar, auxetik metamateryaller, sonlu elemanlar bazlı yapısal optimizasyon ve modal analiz alanlarının kesişim noktasında yer almasından kaynaklanmaktadır. Roket gövdesinin ilk kalkış aşamasında maruz kaldığı yüksek frekanslı titreşim yükleri, rezonans riskini beraberinde getirmekte; bu durum modal analizi yapısal tasarımın ayrılmaz bir bileşeni kılmaktadır. Auxetik hücre geometrisinin negatif Poisson oranı sayesinde geliştirilen artırılmış titreşim sönümlenme kapasitesinin modal analiz ile sayısal olarak doğrulanması, çalışmanın özgün bilimsel katkılarından birini oluşturmaktadır.

1.3. Amaç ve Hedefler

Projenin amacı ve hedefleri açık, ölçülebilir, gerçekçi ve proje süresince ulaşılabilir nitelikte olacak şekilde açıklanır.

Bu projenin temel amacı; bambu ilhamlı radyal hücre boyutu gradyanı ve negatif Poisson oranlı auxetik hücre geometrisini birleştiren, eğilme, burulma ve yüksek frekanslı titreşim yükleri altında yapısal açıdan optimize edilmiş bir silindirik roket gövdesinin tasarım, üretim ve deneysel doğrulama sürecini tamamlamaktır. Bu kapsamda; literatür taraması ve CAD modelleme, malzeme karakterizasyonu ve SEA malzeme kartlarının oluşturulması, nonlinear elasto-plastik sonlu elemanlar analizi ile nihai geometrinin belirlenmesinden sonra üretime geçilerek sayısal modelin doğrulanması yapılacaktır. Ayrıca roketlerin, kalkış aşamasında oluşan yüksek frekanslı titreşim yükleri ve rezonans riski, modal analizin tasarım sürecine entegrasyonunu zorunlu kılmaktadır.

2. YÖNTEM

Proje dört aşamalı bir metodoloji izleyecektir. Birinci aşamada, auxetik ve biyomimetik yapısal sistemlere ilişkin mevcut literatür sistematik biçimde taranacak; elde edilen veriler doğrultusunda hücre konfigürasyonları SolidWorks/CATIA ortamında üç boyutlu olarak modelleneyecektir. İkinci aşamada, gövde malzemesi olarak belirlenen polimer veya kompozit malzemelere ait mekanik özellikler (E modülü, akma dayanımı, Poisson oranı, nihai çekme dayanımı) ASTM standartlarına uygun çekme deneyleri ile deneysel olarak belirlenecek; elde edilen verilerden sonlu elemanlar yazılımı için malzeme kartları oluşturulacaktır. Üçüncü aşamada, farklı hücre boyutu gradyanı ve auxetik hücre konfigürasyonları Abaqus/ANSYS ortamında hem statik sonlu elemanlar analizine hem de modal analize tabi tutulacaktır. Statik analizde eğilme, burulma ve burkulma yükleri altındaki gerilme

ve deformasyon dağılımları incelenecek; modal analizde ise her bir konfigürasyonun doğal frekansları ve mod şekilleri sayısal olarak belirlenecektir. Roket gövdesinin ilk kalkış aşamasında karşılaştığı yüksek frekanslı titreşim spektrumu göz önüne alınarak, çalışma frekans aralığındaki rezonans riskleri irdelenecek ve kritik mod şekilleri tespit edilecektir. Ağırlık-rijitlik optimizasyonu ile rezonans güvenlik marjı birlikte değerlendirilerek nihai geometri belirlenecektir. Dördüncü aşamada, üretilen prototip gövdeye deneysel modal analiz ve titreşim testleri uygulanacak; ivmeölçer tabanlı ölçümlerle elde edilen deneysel doğal frekanslar ve mod şekilleri SEA sonuçlarıyla doğrulanacaktır.

3. PROJE YÖNETİMİ

3.1. İş-Zaman Çizelgesi

İP No	İş Paketinin Adı	Beklenen Çıktılar
1	Literatür Taraması ve 3B Modelleme	Sistematiik literatür taraması raporu; auxetic ve bambu ilhamlı hücresel yapıların derlenmesi. Farklı auxetic hücre konfigürasyonları ile hücre boyutunun irdendiğı geometrik yapıların üç boyutlu paket programlar vasıtasıyla tasarımın yapılması.
2	Malzeme Mekanik Özelliklerinin Belirlenmesi ve Malzeme Kartının Oluşturulması	ASTM standartlarına uygun çekme deneyleri ile seçilen malzemelerin elastisite modülü, akma ve çekme dayanımı ile Poisson oranının deneysel olarak belirlenmesi; SEA yazılımı için malzeme kartlarının oluşturulması.
3	Sonlu Elemanlar Analizi ve Nihai Geometri Belirleme	Farklı hücre konfigürasyonlarının eğilme, burulma ve burkulma yükleri altında sonlu elemanlar paket programları vasıtasıyla elasto-plastik nonlinear analizi; gerilme dağılımı ve deformasyon sonuçlarının karşılaştırılması. Her konfigürasyon için modal analiz ile doğal frekansların ve mod şekillerinin belirlenmesi; rezonans risklerinin değerlendirilmesi. Ağırlık-rijitlik ve rezonans güvenlik marjı kriterlerine göre nihai gövde geometrisinin seçimi.
4	Titreşim Testleri ve Yapısal Doğrulama	Üretilen prototip roket gövdesine deneysel modal analiz ve titreşim testlerinin uygulanması; deneysel doğal frekanslar ve mod şekillerinin elde edilerek SEA modal analiz sonuçlarıyla karşılaştırılması; rezonans güvenlik marjının doğrulanması ve yapısal doğrulamanın tamamlanması.

BELİRTMEK İSTEDİĞİNİZ DİĞER KONULAR

Sadece proje önerisinin değerlendirilmesine katkı sağlayabilecek bilgi veya veri (grafik, tablo vb.) eklenebilir.