



LIFT UP

Sanayi Odaklı

Lisans Bitirme Projeleri Programı

2020 - 2021 Projeleri Bildiri Kitabı

LIFT UP

Sanayi Odaklı

Lisans Bitirme Projeleri Programı

2020 - 2021 Projeleri Bildiri Kitabı

ANKARA / 2021





ANKARA / 2021

Yayın Sahibi

TUSAŞ - Türk Havacılık ve Uzay Sanayii A.Ş.

Yayın Sorumlusu

Prof. Dr. Fahrettin ÖZTÜRK

Prof. Dr. Ahmet PINARBAŞI

Dr. Mehmet Erdem ÇORAPÇIOĞLU

Dr. Onur JANE

Merve ÖZDEMİR

Asım Aspur GÖKSEL

Baskı - Cilt

Reis Dijital Baskı Sistemleri San. ve Tic. Ltd. Şti

Setifika No: 51003

Adres: Litrosyolu 2.matbaacılar sitesi, 1 BD 20 Topkapı / İSTANBUL

Telefon: 0212 501 59 57 / 567 49 61 - 62

E-Posta: dijital@reisdijital.com

ISBN

978-605-65722-2-7

© 5846 sayılı Yasa'ya göre eserin tüm yayın, çeviri ve iktibas hakları

TUSAŞ - Türk Havacılık ve Uzay Sanayii A.Ş.'ye ve Hakim Yayıncılık Tic. Ltd. Şti.'ye aittir."

İÇİNDEKİLER

İçindekiler tablosu, bildirileri hazırlayan akademik danışmanların ve öğrencilerin üniversiteleri baz alınarak alfabetik şekilde sıralanmıştır.

İnsansız Hava Araçları İçin Manyetik Rezonans Kuplaj ile Şarj İstasyonu Tasarımı Magnetic Resonance Coupling Charging Station Design for Unmanned Aerial Vehicles.....	14
İş Modeli Kanvas ve Yakın İş Modellerinin Savunma ve Havacılık Sektörü Firmalarına Uygulanabilirliğinin İncelenmesi Evaluation of Business Model Canvas and Similar Model Applications on Aerospace & Defense Industry.....	20
Hava Muharebesinde Otonom Savunma Algoritmasının Geliştirilmesi Development of Autonomous Defense Algorithm in Air Combat.....	26
Uçak Modifikasyon-Modernizasyon Projelerinde Artırılmış Gerçeklik Kullanımı Using Augmented Reality in Aircraft Modification-Modernization Projects.....	32
Döner Kanatlı Özgün Bir İHA Tasarımı ve Uçuş Kontrol Kartının Yerli Yazılım ile Optimizasyonu Optimization of Indigenous Designed Flight Control Card to UAV with Indigenous Software.....	38
B420 Binası Kapsamında Bulunan Makine Verilerinin Dijitalleştirilmesi Digitization of Machine Data in Building B420.....	44
Yüksek Doğrulukla Yabancı Madde Tespiti (YAMATE) Detection of Foreign Objects With High Accuracy.....	50
Türkiye'deki Sivil İHA Pazarı Öngörüleri Civil UAV Market Forecasts in Turkey.....	56
Küçük Sınıf Yolcu Uçağı Pazarı Narrow Body Passenger Aircraft Market.....	60
Kuş Çarpmasına Karşı Kanat Hücum Kenarı Tasarımı Wing Leading Edge Design Against to Bird Strike.....	64
Kompakt 15V İzoleli MIL-STD-461F Uyumlu DA- DA Dönüşürücü Tasarımı Compact 15V Isolated MIL-STD-461F Compatible DC- DC Converter Design.....	70
Mekanik Birleştirme, İkincil Birleştirme, Eş Zamanlı Kürleme ve Eş Zamanlı Birleştirme Teknikleri ile Birleştirilen Karbon Destekli Epoksi Kompozit Parçaların Mekanik Özelliklerinin Karşılaştırılması Comparison of Mechanical Properties of Carbon Reinforced Epoxy Composite Parts Joined with Mechanical Joining, Secondary Bonding, Co-Curing and Co-Bonding Techniques.....	76
Eklemeli İmalatta Destek Yapılarının Optimizasyonu Optimization of Support Structures in Additive Manufacturing.....	82
Hibrit Dişli Çarkların Farklı Ortam Sıcaklıklarında Test ve Analizi Testing and Analysis of Hybrid Gears in Different Temperatures.....	88

İş Modeli Kanvas ve Benzeri İş Modellerinin Savunma ve Havacılık Sektörü Firmalarına Uygulanabilirliğinin İncelenmesi	Investigation of Applicability of Business Model Canvas and Similar Business Models to Defense and Aerospace Sector Firms.....	92
Yerlileştirme Faaliyetlerinde Alt Yüklenici Seçim ve Değerlendirme Süreci İçin Önceliklendirme Yöntemi	Prioritization Method for Subcontractor Selection and Evaluation Process in Indigenization Activities.....	98
Rae M2129 ve Değişken Kesite Sahip Bir Hava Alığının Nümerik Yöntem ile Karşılaştırılması	Comparison of Rae M2129 and Variable Cross Section Air Intake by Numerical Method.....	104
Kesici Takım Geometrileri ve Kesme Parametreleri Arasındaki İlişkilere Bağlı Olarak Optimum Kesme İşlemi Analizi	Optimum Cutting Process Analysis Based on the Relationships Between Cutting Tool Geometries and Cutting Parameters.....	110
Başkalaşan Kanatçık Tasarımı ve Şekil Hafızalı Alaşım Malzemesi Uygulanarak Uçak Üzerindeki Etkisinin İncelenmesi	Morphing Winglet Design and Investigation of the Effect of Using Shape Memory Alloy Material on Aircraft.....	116
6DoF Hava Aracı Modeli için Otonom Havada Yakıt İkmali Algoritmasının Geliştirilmesi	Development of Autonomous Air Refueling Algorithm for 6DoF Aircraft Model.....	122
Kompozit Kumaş Kesme İşlemleri Optimizasyonu	Composite Fabric Cutting Optimization.....	128
Topoloji Optimizasyonu ve Katmanlı İmalat ile Arttırılmış Uydu Parçası Performansı Elde Edilmesi	Achieving Increased Satellite Part Performance with Topology Optimization and Additive Manufacturing.....	134
Genetik Algoritma ve Kapalı Alanda Haritalandırma Yöntemi ile Parça Toplama Uygulaması	Item Collection Application with Indoor Mapping Method and Genetic Algorithm.....	140
Yüksek Doğrulukla Yabancı Madde Tespiti	High Accuracy Foreign Object Detection.....	146
Otomatik Makine Öğrenmesi Platformu	Automated Machine Learning Platform.....	152
GPS Olmadan Birden Fazla Uçuş Rotası Oluşturularak Çoklu Görüntü Birleştirme ile Hava Aracı Konumlandırma	Aircraft Positioning with Multiple Image Merging by Creating Multiple Flight Routes Without GPS.....	158
Ara Stok Depolama Yerleşimi	Cross Dock Storage Layout.....	162

Covid-19 Sonrası Havayolu Şirketlerinin Yaşayacağı Sorunlar, Tier1 Firmalara Yansımı	
ve Yeni Normal Godet'in Senaryo Planlama Metodu ile İncelenmesi	
Problems of Aviation Companies Post-Covid-19, Reflections on Tier1 Companies	
and New Normal by Using Godet's Scenario Planning Methods.....	168
Dinamik Rotalama Sistemi	
Dynamic Routing System.....	174
İç Lojistik Faaliyetler için Eş Zamanlı Topla-Dağıt Rotalama Problemi	
Simultaneous Pickup-Delivery Routing Problem for Internal Logistics Activities.....	180
Havacılık Endüstrisinde Kalite İç Denetim Faaliyetleri	
Internal Quality Auditing in Aviation Industry.....	186
Kapasite Kısıtlı Parti Büyüklüğü Belirleme	
Capacitated Lot Sizing Determination.....	190
Kompozit Kumaş Kesim İşlemleri Optimizasyonu	
Composite Fabric Cutting Optimization.....	196
TUSAŞ'ta Uzun Vadeli Talep Tahminleme	
Long-Term Demand Forecasting at TA.....	200
Üretim Planına Entegre Depodan Üretime Rotalama Optimizasyonu ve Dinamik Karar Destek Sistemi	
Production Routing Optimization Model For Warehouse Using Dynamic Decision Support System	
Integrated With The Production Plan.....	204
Eklemeli İmalat ile Yapı Dinamiği Özelliklerini Koruyan Küçültülmüş Model Hazırlanması	
Preparation of the Minimized Model that Preserves its Dynamics Properties	
with Additive Manufacturing.....	210
Kimyasal Aşındırma Yöntemi ile Uçak Dış Kaporta Parçası Üretimi Esnasında	
Yaşanan Çarpılmaların Karakterizasyonu	
Characterization of Distortions During The Production of Aircraft Outer Body Parts	
by Chemical Milling Method.....	216
Periyodik Basınçlandırılan Yapılarda Düşük Ağırlıklı Pencere Çevre Yapısı Tasarımı	
Structural Design of Low Weight Window Frame in Periodically Pressurized Structures.....	222
Uçak Yapılarında Düşük Ağırlıklı Basınç Duvarı ve Kubbesi Optimizasyonu	
Optimization of Low Weighted Pressure Bulkhead and Dome in Airplane.....	228
Yan Yana Oturumlu Uçaklarda Pilot Penceresi Tasarımı	
Cockpit Windshield Design in Side-by-Side Airplanes.....	234
A350 Montaj Hattının Çizelgelenmesi	
A350 Assembly Line Scheduling.....	240

GÖKBEY Helikopter Projesi Montaj Alanı Tesis Yerleşimi GÖKBEY Helicopter Project Assembly Area Facility Layout.....	246
Görev Bazlı Uçuş Kalkış Sisteminin Hava Koşulları ve Bakım Maliyetlerinin Etkisi Altında Optimizasyonu Optimization of Mission Based Flight Take-off Systems Under the Effect of Weather Conditions and Maintenance Costs.....	252
Pilot Karar Verme Mekanizmasının Modellenmesi ve Optimizasyonu Modeling and Optimization of Pilot Decision Making Mechanism.....	258
Uçaklarda Optimum Zemin Panel Yapısı Seçimi Choosing of Optimum Floor Panel Structure in Aircraft.....	264
Artırılmış Gerçeklik Teknolojisinin Montaj Alanında Uygulanması Augmented Reality Solutions in Assembly Processes.....	270
Uzun Vadeli Talep Tahminleme Algoritması Geliştirilmesi Development of Long-term Demand Forecasting Algorithm.....	274
Havacılık ve Uzay Sanayii Endüstrisinde Bir Dijital İkiz Uygulaması A Digital Twin Application in the Aerospace Industry.....	278
Uydu Görüntülerinde Konumsal Doğruluk Analizi Locational Accuracy Analysis of Satellite Imagery.....	284
Uydu Harici Konum Parametreleri Kullanılan Çekilen Görüntünün Yer Konumlama Doğruluğunun Artırılması Increasing Positioning Accuracy of The Satellite Image Using Non-Satellite Position Parameters.....	290
Açık Kod HAD Programı (OpenFoam) Kullanarak RAE2822 Kanat Profili Analizlerinin Gerçekleştirilmesi Performing RAE2822 Airfoil Analysis Using Open Source CFD Program (OpenFoam).....	294
Aktif Gürültü Sönümleme Sisteminin Modellenmesi ve Simülasyonu Modelling and Simulation of Active Noise Cancellation System.....	300
Hava ALığı Kaynaklı Sürükleme Kuvvetlerinin HAD Yöntemi ile Analizi ve Hava ALığı Optimizasyonu Analysis of Air Intake Drag Forces by CFD Method and Air Intake Optimization.....	306
Hibrit Dişli Çark Prototip Üretimi, Testi ve Analizi Hybrid Gear Prototype Production, Test and Analysis.....	312
Jet Sıcaklığının / Gaz Çeşidinin Arka Gövde Sürüklemesine Etkisi Jet Temperature / Gas Composition Effects on Afterbody Drag.....	318
Kompozit Sandviç Panellerin Burkulma Optimizasyonu Buckling Optimization of Composite Sandwich Panels.....	324

Kuş Çarpmasına Dayanıklı Hava Aracı Yapılarının Tasarımı ve Analizi Design and Analysis of Aircraft Structures Against Bird Strike.....	330
Sandviç Kompozit Panellerde Insert Kullanımının Sonlu Elemanlar Modelinin Çıkarılması ve Doğrulanması Creating and Validating the Finite Element Model for the Use of Inserts in Sandwich Composite Panels.....	336
Takviyeli Kompozit Panellerin Yapısal Tasarım ve Optimizasyonu Structural Design and Optimization of Stiffened Composite Plates.....	342
Uçak Alan Dağılımının Arka Gövde Sürüklemesine Etkisi The Effect of Airplane Area Distribution on Rear Body Drag.....	348
Bond Primer Uygulama Parametrelerinin Yapışma Operasyonuna Etkisi Effect of The Bond Primer Application Parameters on Adhesion Operation.....	354
Ulusal Savunma Sanayiinde Lif Bazlı Kompozitlerin İncelenmesi Investigation of Fiber Based Composites in National Defense Industry.....	358
5.Nesil Hedef Uçak İçin Kavramsal Tasarım Çalışması Conceptual Design Study For 5th Generation Target Drone.....	364
Bir Hafif Jet Uçağı İçin Optimum Yatay Kuyruk Tasarımı Optimum Horizontal Tail Design for a Light Fighter Jet.....	370
Fonksiyonel Derecelendirilmiş Bir Plakanın Diferansiyel Kuadratür Yöntemi ile Analizi Analysis of a Functionally Graded Plate with the Differential Quadrature Method.....	376
Fonksiyonel Derecelendirilmiş Malzemeden Üretilen Dikdörtgen Bir Plakanın Serbest Titreşim Analizi Free Vibration Analysis of A Rectangular Plate Made of Functionally Graded Material.....	382
Güçlendirilmiş Paneller Üzerinde Uzunlamasına ve Enlemesine Destek Elemanlarının Burkulma ve Burkulma Sonrası Davranışlara Etkisinin İncelenmesi Investigation of the Effect of Longitudinal and Transverse Support Members on Buckling and Post-Buckling Behaviour on Stiffened Panels.....	388
Hava Araçlarında Kullanılan Şekil Değiştiren Yapıların Tasarımı ve Analizi Modelling and Analysis of Morphing Structures Used in Aircraft.....	394
Helikopter Zemin Rezonansının Analitik ve Nümerik Analizi Numerical and Analytical Analysis of Helicopter Ground Resonance.....	400
Kavisli Takviyeli Panellerin Burkulma ve Burkulma Sonrası Davranışı Buckling and Post-Buckling Behaviors of Curved Stiffened Panels.....	406

Güçlendirilmiş Kompozit Panellerin Optimizasyonu	412
Optimization of Stiffened Composite Plates.....	
Model Tabanlı Sistem Mühendisliği Yaklaşımı ile	
6-DoF Hava Aracı Modeli için Kontrolör Geliştirilmesi	
Design of a Flight Controller for a 6-Dof Aircraft Model Using	
Model-Based System Engineering Approach.....	418
Takviyeli Kompozit Plakaların Yapısal Analizi ve Optimizasyonu	424
Structural Analysis and Optimization of Stiffened Composite Plates	
Uçuş Verisi ile Hava Aracı Dinamiklerinin Modellenmesi	
The Dynamic Modeling of the Air Vehicle by Using Post-Flight Data.....	430
Takviyeli Öğrenme ile Otonom Hava Muharebesi	
Autonomous Air Combat Using Reinforcement Learning.....	436
Delikli Kompozit Plakalar için Analiz Yöntemi	
Analysis Method for Composite Plates with Cutout.....	442
İş Değiştiricilerde Oyuk Geometri Kullanımının Isı Transferi ve Basınç Kaybına Etkisinin İncelenmesi	
Investigation of the Effect of Dimple Use on Heat Transfer and Pressure Loss in Heat Exchangers.....	448
Jet Akışının Açık Kaynak Kodlu Yazılımlar ile Analiz Edilmesi	
Analysis of Jet Flow using Open Source Software.....	454
Bor Fiber Takviyeli Kompozit Malzemelerinin Havacılık Yapıtlarında Kullanımı	
Usage of Boron Fiber Reinforced Composite Materials in Aircraft Structures.....	460
Kimyasal Aşındırma Yöntemi ile Uçak Dış Kaporta Parçası Üretimi	
Esnasında Yaşanan Çarpılmaların Karakterizasyonu	
Characterization of Distortions During the Production	
of Aircraft Outer Body Parts by Chemical Etching Method.....	466
Sandviç Yapılar için Isı Davranışın İncelenmesi	
Investigation of Thermal Behaviour for Sandwich Structures.....	470
Hava Alığının Parametrik Optimizasyon Çalışması	
A Study of Parametric Optimization of Air Intake.....	474
İnce Cidarlı Yapıarda Malzeme Karşılaştırması (Metal, Kompozit)	
Material Comparison in Thin-Walled Structures (Metal, Composite).....	480
Kabuk Çerçeve Çıta Yapılarında Çıta Kesiti ve Çerçeve Üzerindeki	
Çıta Deliği Geometrisi Optimizasyonu	
Optimization of Rib and Frame Mouseholes for Metallic Skin Stringer Panels.....	486
Periyodik Basınçlandırılan Yapılarda Düşük Ağırlıklı Pencere Çevre Yapısı Tasarımı	
Low Weight Window Frame Structure Design for Periodically Pressurized Structures.....	492
Tezgâh Veri Haritalama Çalışması	
Data Mapping on Machine Tools.....	498

Jet Akışının Kontrol Yüzeylerine Etkisi Jet Flow Effects on Control Surfaces.....	504
Yapı Dinamiği Özelliklerini Koruyan Küçültülmüş Modellerin Hazırlanması Design and Analysis of Scaled Models With Unchanged Structural Dynamics Features.....	510
Kompakt 15V DC-DC Dönüştürücü Tasarımı Compact 15V DC-DC Converter Design.....	516
Şirket Yapısına Uygun Açık İnovasyon (İş Birlikçi İnovasyon) Modelinin Oluşturulması Creating an Open Innovation (Collaborative Innovation) Model Suitable for Company System.....	522
TUSAŞ Üniversite-Sanayi İş Birliği Modellerinin İyileştirilmesi Improving University-Industry Cooperation Models of Turkish Aerospace.....	528
Yerlileştirme Faaliyetlerinde Alt Yüklenici Seçimi Subcontractor Selection in Localization Activities.....	534
Yolcu Uçakları İçin Şekil Değiştirebilir Kanat Ucu Tasarımı Morphing Winglet Design for Passenger Aircraft.....	540
Uçak Kanadı Ana Kirişinin Yapısal Sağlık Takibi Structural Health Monitoring of The Wing Spar.....	546
GPS Olmadan Hava Aracı Konumlandırma Aircraft Localization for No GPS.....	550
T70-Genel Maksat Helikopteri Montaj Hattı Operasyonlarının Paralel Çok İşçili Dengelenmesi Parallel Multi-Worker Balancing of Assembly Line Operations of T70-Utilities Helicopter.....	556
Termoplastik Kompozitlerin Sıcak Şekillendirilmesinde Geometrik Tamlığı İyileştirilmesi İçin Proses Analizi Process Analysis to Improve Geometrical Accuracy of Stamp Forming of Thermoplastic Composites.....	560
Sinüs Dalgalı Kiriş Yapılarında Sonlu Elemanlar Yöntemi ile Yapısal Optimizasyon Structural Optimization of Sine Wave Spars by Finite Element Method.....	566
Sonlu Elemanlar Yöntemini Kullanarak Radom Geometrisi Optimizasyonu Radome Geometry Optimization Using Finite Element Method.....	572
Bilgisayar Tabanlı Elektriksel Ölçüm ve Test Sistemi Computer Based Electrical Measurement and Test System.....	578
İrtifanın (Reynolds Sayısı) Arka Gövde Sürüklemesine Etkisi The Effect of Altitude (Reynolds Number) on the Drag of the After Body.....	584
Delikli Kompozit Plakalar için Analiz Metodu Analysis Method For Composite Plate Containing Hole.....	590

Uçak Kanatlarında Yapısal Sağlık İzleme Structural Health Monitoring of Aircraft Wings.....	596
Yan Yana Oturumlu Uçaklarda Pilot Penceresi Tasarımı Windshield Design on Side by Side Seater Aircrafts.....	602
Yerleştirme Faaliyetlerinde Alt Yüklenici Seçim ve Değerlendirme Süreci için Bütünleşik Bir Karar Modeli An Integrated Decision Model for Subcontractor Selection and Evaluation Process in Nationalization Activities.....	608
Drone Pervanesi Aerodinamik ve Yapısal Tasarımı Aerodynamic and Structural Design of a Drone Propeller.....	614
Helikopter Palalarının Performans İncelenmesi Performance Study of Helicopter Blade.....	620
Kentsel Hava Taşımacılığında Kullanılacak Elektrikli Dikey-İniş Kapabilitiesine Sahip Bir Hava Aracının Kavramsal Tasarımı Conceptual Design of an Electric Vertical-Landing Aircraft to be Used in Urban Air Mobility.....	626
Pekiştirilmiş Kapotaların Sanal Testi Virtual Test of Stiffened Panels.....	632
Hibrit Bir Hava Aracının Hareketli Bir Platforma Ataletsel Ölçüme Dayalı Otonom İnişi Autonomous Landing of A Hybrid Aircraft on A Moving Platform based on Inertial Sensing.....	638
Uçak Kapaklarında Isogrid Yapı Tasarımı Isogrid Structural Design in Airplane Covers.....	644
Üretim Çizelgeleme Karar Destek Sistemi Tasarımı Decision Support System Design for Production Scheduling.....	650
Sesüstü Aerodinamik Analizlerin PANAIR Panel Metodu Kodu ile Yapılması ve Doğrulanması Supersonic Aerodynamic Analysis and Validations by using PANAIR Panel Method Code.....	656
Farklı Kanat/Gövde Konfigürasyonlarının Panel Metodu ile Parametrik Aerodinamik İncelenmesi ve Tasarım Çalışması Parametric Aerodynamic Investigation and Design Study of Different Wing/Fuselage Configurations by Using Panel Method	662
Sandviç Yapılar için Isıl Davranışın İncelenmesi Thermal Investigation of Sandwich Structures.....	668
Açık Kod HAD Programları Kullanarak ONERA M6 Kanadı Analizlerinin Gerçekleştirilmesi CFD Analysis of ONERA M6 Wing Using Open Source Software.....	674
Süpersonic Uçaklarda Motor Hava Alığı için Maksimum Aerodinamik Yüklerin Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği Yöntemi ile Çıkarılması Numerical Computation of Maximum Aerodynamic Loads for an Engine Intake in Supersonic Aircrafts.....	680
Kompakt 5V DA-DA Dönüştürücü Compact 5V DC-DC Converter.....	686

3-4-5 Eksen Metal İmalat Tezgahlarında Standart Zaman Tahminleme Modelinin Oluşturulması Standard Time Estimation, Artificial Neural Networks, Regression, 3-4-5 Axis Machines, Decision Support System.....	690
Katmanlı Üretim için Hibrit Topoloji Optimizasyonu Kullanarak Bir Havacılık Uzay Bileşeninin Tasarımının İyileştirilmesi Design Improvement of an Aerospace Component Using Hybrid Topology Optimization for Additive Manufacturing.....	694
Kuş Çarpmasına Karşı Hüküm Kenarı Tasarımı Wing Leading Edge Design Against Bird Strike.....	700
Bir Hava Aracı Braketinin Statik Yükleme ve Titreşim Koşullu Bütünleşik Topoloji Optimizasyonu Design Improvement of an Aerospace Bracket Using Integrated Topology Optimization with Static and Vibration Requirements.....	706
Savunma ve Havacılık Alanında Faaliyet Gösteren Büyük Ölçekli Firmanın İnovasyon İşbirliği Performansını Etkileyen Faktörlerin Analizi ve İşbirliği Eylem Planı Analysis of The Factors Affecting the Innovation Cooperation Performance of a Large Scale Firm Operating in the Defense and Aviation Field and the Cooperation Action Planning.....	710
Şirket İçi İnovasyon Fikirlerinin Değerlendirilmesi Evaluation Of In-House Innovation Ideas.....	716
Kompakt ve Regüleli DC/DC Dönüştürücü Compact and Regulated DC/DC Converter.....	722
MIMO-OFDM Tekniği ile Kablosuz Haberleşme Sistem Tasarımı Wireless Communication System Design with MIMO-OFDM Technique.....	728
Üretimde Dijital İkiz ve Arttırılmış Gerçeklik Uygulamaları Digital Twin and Augmented Reality Applications in Manufacturing.....	734
Dağıtılmış Model Öngörüülü Kontrol ile Savaş Uçağı Süre Koordinasyonu Otopilot, Yörunge Planlaması ve Engelden Kaçınma Fighter Aircraft Swarm Coordination by Autopilot,Trajectory Planning and Obstacle Avoidance via Distributed Model Predictive Control.....	738
Yolcu Uçakları İçin Şekil Değiştirebilir Kanat Ucu Tasarımı Morphing Winglet Design for Passenger Aircraft.....	744
Jet Akışının Kontrol Yüzeylerine Etkisi Effect of Jet Flow on Control Surfaces.....	750
Pin Kanatlı Isı Değiştircisinin Taşınım Katsayısının İncelenmesi Investigation of Convection Coefficient of Pin Fin Heat Exchanger.....	754
Altı Eksende Hareket Edebilen Altı Ayaklı Paralel Platform Tasarımı Design of a Six Legged Parallel Platform with Six Degrees of Freedom.....	760

ÖNSÖZ

Değerli Paydaşlarımız,

Türk Havacılık ve Uzay Sanayii olarak özgün ürünlerde sahip ve küresel rekabet gücüne ulaşmış "dünya markası havacılık ve uzay şirketi" olmak vizyonumuz doğrultusunda, teknolojik altyapımızı ve mühendislik kabiliyetlerimizi her geçen gün daha da güçlendirmeye devam ediyoruz.

Havacılık ve Uzay sektöründe ulusal güvenlik ihtiyacını karşılayan çözümler üretmek ve milli savunma sanayiimizin gelişmesine katkı sağlamak misyonu ile hareket ederek "10 yılda 10 milyar dolar ciroya ulaşmak" hedefimiz doğrultusunda Ar-Ge çalışmalarımızı planlıyor ve projelerimizi bu kapsamında sürdürüyoruz. Havacılık ve uzay alanındaki Ar-Ge çalışmalarını inovasyon ekosistemi ile birlikte şekillendirdiğimiz projelerimizde, üniversitelerimizle güvene dayalı ve uzun soluklu iş birlikleri tesis ediyoruz. Üniversite-sanayi iş birliklerini artırarak, ülkemizin geleceğine katkı sağlamak için çalışmalarımızı sürdürüyoruz.

Havacılık ve savunma sanayisinde hedeflediğimiz lider konuma, tüm paydaşlarımızın ve araştırmacılarımızın sunacağı katkılarla ulaşabileceğimiz bilincindeyiz. Üniversite-sanayi iş birliklerimiz arasında güçlü bir model olarak karşımıza çıkan sanayi odaklı lisans bitirme projelerinde, Şirketimizin "Teknoloji Yol Haritası Kazanım Planı" ile ilişkili araştırma konularına odaklanarak, akademik ve sanayi danışmanlarımızın rehberliğinde lisans son sınıf öğrencileri ile birlikte başarılı projeler yürütüyoruz.

Ülkemizin havacılık sektöründe ihtiyaç duyduğu nitelikli insan kaynağının yetişmesi ve geleceğin mühendislerinin çok yönlü bilimsel araştırmalarda yer alması amacıyla başlattığımız "LIFT UP" programımız ile ülkemizdeki tüm üniversitelere ulaşarak ileri ve yenilikçi teknoloji konularında daha fazla proje gerçekleştirilmesi için çalışmalarımızı hız kesmeden sürdürüyoruz.

Üniversitelerimizin seçkin öğretim üyeleri ve Şirketimizin alanında uzman sanayi danışmanları ile birlikte kurgulanan "LIFT UP" programımız, üniversite son sınıf öğrencilerinin katkılarıyla üretim ve tasarım çözümlerinin yanı sıra, süreçlerin ve uygulama potansiyeli yüksek ürünlerin geliştirilmesine katkı sağlamaya devam edecek. Öğrencilerimize rehberlik eden sanayi danışmanları proje faaliyetlerini yönlendirirken, akademik danışmanlar ise projelerin bilimsel niteliğinin artırılması konusunda katkılar sunacaklar. Bu sayede gençlerimiz, çalışma alanlarımız hakkında bilgi sahibi olarak, sektörümüzle ilgili beceri ve yetkinliklerini artıracaklar. Şirketimizin çalışma disiplinine yakından tanıklık ederek, iş hayatına hazır olan gençlerimiz ülkemizin geleceğini, bu atılan güçlü temellerle daha da güçlamlıyor.

2020-2021 öğrenim döneminde yürütülen lisans bitirme projelerinin çıktılarının sanal ortamda sunulduğu "LIFT UP Proje Sunumları Etkinliği", öğrencileri Şirketimiz ve paydaşlarımızla bir araya getirirken, üniversite-sanayi iş birliğinin gelişmesinde üstlendiği önemli rolün yanı sıra, birçok yeni fikrin hayatı geçirilmesine de vesile oldu.

Geleceğin mühendis adaylarına yön vererek, havacılık sektörümüzün ihtiyaç duyduğu insan kaynağının yetişmesinde büyük sorumluluk üstlenen TUSAŞ Ailesine ve tüm paydaşlarımıza şükranları sunuyorum.

Saygılarımla,

Prof. Dr. Temel KOTİL

TUSAŞ Genel Müdürü

Yüksek Doğrulukla Yabancı Madde Tespiti (YAMATE)

Detection of Foreign Objects With High Accuracy

Mehmet Ali Cabioğlu
Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi
Bilgisayar Mühendisliği
Ankara, Türkiye
mehmetcbl01@gmail.com

Fahreddin Şükrü Torun
Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi
Bilgisayar Mühendisliği
Ankara, Türkiye
ftorun@ybu.edu.tr

Okan Ülker
Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi
Bilgisayar Mühendisliği
Ankara, Türkiye
okanulkr@hotmail.com

Murat Karaderili
TUSAŞ – Türk Havacılık ve Uzay Sanayii
A.Ş.
Ankara, Türkiye
mkaraderili@tai.com.tr

Emre Körüs
Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi
Bilgisayar Mühendisliği
Ankara, Türkiye
emre.korus@gmail.com

Özetçe—"Yüksek doğrulukta yabancı madde tespiti" projemizin amacı; uçuş alanındaki yabancı maddelerin neden olduğu hasarları önlemektir. Yüksek maliyetlerle üretilen uçakların iniş ve kalkışına uygun bir ortam sağlamak için uçuş alanları temiz ve güvenli olmalıdır. Uçuş alanında tespit edilemeyen yabancı maddeler uçağa zarar verebilir ve kazalara neden olabilir. Bu amaç doğrultusunda çeşitli aşamaları içeren projemizin ilk adımı, yüksek doğrulukta çalışan ve bu bağlamda özelleştirilmiş veri setleri ile eğitilmiş gerçek zamanlı görüntü işleme yazılımının geliştirilmesidir. İkinci adımda, görüntü işleme yazılımımızı bir gezici robota entegre etmeyi, yabancı madde tespitini dinamik hale getirmeyi ve böylece uçuş alanındaki yabancı maddeleri tespit etmeyi hedefledik. Üçüncü aşama, önceki aşamalarda tespit ettiğimiz yabancı maddelerin konumlarının merkezi kontrol yazılımına bildirilmesidir. Projenin son aşamasında, geliştirdiğimiz yazılım-robot entegrasyonunun yönetimi, izlenmesi ve tespit edilen maddelerin raporlanması sağlanmıştır. Bunun için merkezi bir kontrol yazılımı geliştirildi, ardından bu yazılımı bulut ve mobil çözümlerle destekleyerek ülkemizin havacılık ve uzay endüstrisinde kullanılabilecek tam entegre bir çözüm geliştirildi.

Anahtar Kelimeler — havacılık, derin öğrenme, robotik, insansız sistemler, görüntü işleme, nesne tanıma, mobil çözüm, bulut tabanlı sistemler, haberleşme.

Abstract— The aim of our project, "Detection of foreign objects with high accuracy", is to prevent damage to aircraft caused by foreign objects in the flight area. Flight areas must be clean and safe to provide a suitable environment for the landing and take-off of aircraft produced at high costs. Foreign objects that cannot be detected in the flight area can damage aircraft and cause accidents. For this purpose, the first step of our project, which includes various stages, is the development of real-time image processing software that works with high accuracy and is trained with customized data sets in this context. In the second step, we aimed to integrate our image processing software into a

rover robot, to make foreign object detection dynamic and thus to detect foreign object in the flight area. In the third stage, the locations of the foreign objects that we detected in the previous stages are reported to the central control software. In the last stage of the project, software-robot integration management and monitoring were provided. Also, reporting of the detected objects were provided. A central control software was developed for this, and then a fully integrated solution was developed that can be used in the aviation and space industry of our country by supporting this software with cloud and mobile solutions.

Keywords — aviation, deep learning, robotics, unmanned systems, image processing, object recognition, mobile solution, cloud based systems, communication.

I. Giriş

Yüksek maliyetlerle ve uzun zamanlarda üretilen hava araçlarının iniş kalkışlarına uygun ortam sağlamak için uçuş pistleri temiz ve güvenli olmalıdır. Uçuş alanında fark edilemeyen yabancı maddeler hava araçlarına zarar verebilmekte ve kazalara yol açabilmektedir. Bu kazaları önlemek amacıyla yapılmak olan "Yüksek doğrulukta yabancı madde tespiti" adlı projemiz hem havacılık sektörü için hem de Türk Havacılık ve Uzay Sanayii için bir an önce hayatı geçirilmesi yüksek önem teşkil etmektedir.

Günümüzdeki pist temizleme yöntemleri incelediğinde geleneksel yöntem olarak adlandırılan saha temizlik görevlileri tarafından uçuş pistleri temizlenmektedir. Geliştirilen proje ile zaman ve maliyetten tasarruf edilerek havaalanlarında iniş ve kalkış yapan hava araçları için emniyetli bir ortam, geleneksel yöntemlere göre daha verimli bir şekilde sağlanacaktır.

Bu proje ile yüksek doğrulukta yabancı maddelerin tespitini yaparak havaalanlarında bulunan pistlerin temizlenmesini sağlayacaktır. Bu süreçte derin öğrenme algoritmaları

kullanılarak gerçek zamanlı görüntüler üzerinde yabancı madde tespit eden yazılım geliştirilmiştir. Bu yazılım, yüksek teknoloji ile üretilmiş otonom gezen robota entegre edilmiştir. Bu robot üzerinde çalışacak yazılım ile pist üzerindeki yabancı maddelerin konumu ve şekilleri merkezi kontrol yazılıma bildirilmektedir.

Ayrıca bu proje ile ulusal pazarda benzeri olmayan yeni bir ürün geliştirilmiştir. Yine araştırmalarımız üzerine bu projenin uluslararası pazarda benzeri olmadığı tespit edilmiştir. (Ulusal ve uluslararası pazarda radar sistemleri kullanılarak yabancı madde tespiti yapılmamıştır.) Geliştirilen proje ile hedefimiz ulusal pazara çözüm getirip uzun vadede uluslararası pazarda yer almak olacaktır. Ayrıca bu proje kapsamında araştırma ve geliştirme çalışmalarının tamamı proje ekibi tarafından gerçekleştirilmiştir. Projenin ilgili olduğu konuda, yabancı madde tespiti için görüntü tabanlı bir yaklaşım kullanılarak, yöntem içerisinde, derin öğrenme algoritmaları ve temel görüntü işleme algoritmaları uygulandı. Geliştirdiğimiz ürün için günümüzün uluslararası düzeyde en güncel teknolojileri kullanıldı. Kullandığımız yüksek düzeyde teknoloji ile en verimli ve performanslı ürünü çıkarmayı hedefledik. Bu proje sonunda proje çğıtının üretilmesi ve geliştirilmesi için gereken teknolojinin ülkemize kazandırılarak mevcut bulunduğu alanda yenilikçi bir ürünün ülkemizin havacılık sektörüne kazandırılması planlandı.

II. GERÇEKLEŞTİRİLEN ARAŞTIRMA FAALİYETLERİ

A. Görüntü İşleme Yazılımı (*YOLO v4*)

Görüntü işleme yazılımı, projemizin ana odak konusudur. Amaç, pist üzerindeki tanımlanamayan veya istenmeyen maddeleri tespit etmek olduğundan, görüntü işleme algoritmalarını kullanmayı tercih etti.

Araştırmalarımız sonucunda ilk olarak YOLO (You Look Only Once) algoritmasını kullanma kararını verdik. Kisaltmanın anlamı olarak, YOLO sadece bir kez bakmaktadır. Görüntüleri parça parça işleyen diğer algoritmaların farklı olarak, YOLO tüm görüntüyü alır ve bu görüntüyü aynı anda işlemek için tek bir evrişimsel ağ kullanır. [1, 3, 4]

YOLO algoritmasını kullanmak için öncelikle kendimize bir veri seti oluşturmak üzerine çalışmalarında bulunduk. YOLO'nun projemizdeki performansını gözlelemek için pist üzerinde olabilecek yabancı maddelerden biri olan vidanın tespiti üzerine deneyler yaptık. Bu deneylerde vidanın yaklaşık 400 tane farklı fotoğrafını veri seti olarak kullandık. Bu süreçten sonra, YOLOv4'ü özel veri kümemiz üzerinde eğittik. YOLOv4 ile model eğitimimizi Google Colab üzerinde gerçekleştirdik. Eğittiğimiz model, vida olarak kullandığımız test verilerinde %88,89 doğrulukla çalıştı.

B. Görüntü İşleme Yazılımı (*OpenCV*)

YOLO algoritması eğitilmiş veri seti üzerinde yüksek hassasiyette çalışmaktadır. Bunun yanı sıra açık kaynak olan OpenCV [8] kütüphanesini de kullanmaya karar verdik. Google destekli, çok güçlü bir bilgisayarlı gözü kütüphanesi olan OpenCV'yi yazılımımızın hassasiyetini artırmak için kullandık.

OpenCV'de, bizim için iyi çalışan birçok görüntü işleme yöntemini araştırdıktan sonra, araştırma ve geliştirmemizde arka plan çalışma algoritmalarına ve belirginlik tespiti algoritmalarına odaklandık.

Bu algoritmalar belirginliği tespit etmek için hareketli nesnelerin sabit arka plandan çıkarılmasına dayanır. Madde tespit yazılımımızı bu yaklaşımından ilham alarak ve tam tersi gibi çalışacak şekilde geliştirdik. Dolayısıyla, arka plan çalışma versiyonumuzda, kamerası gezici bir robotla hareket ettirdiğimiz için, yerdeki nesne hareket etmesine bile, nesne resimde belirginliği neden olur. Kamera hareket ederken, herhangi bir olası nesnenin arka planı değişmez, bu nedenle arka planımız kalır, ancak nesne değişmez. Çünkü robot nesneye yaklaşır ve yazılımımız onu nesnenin kendisi hareket etdiyormuş gibi algılar. Uyguladığımız bu teknigi kısaca özetlersek, OpenCV'de yer alan yöntemlerden oluşan arka plan çalışma yöntemi sadece sabit kamera ile çalışırken geliştirdiğimiz aynı renkli arka plan yaklaşımı sayesinde artık hareketli kameralar ile birlikte çalışabiliyoruz.

C. Mesafe Tespit Yazılımı (*LIDAR Kullanarak*)

Belirli bir mesafedeki nesneleri tespit etmek için bir LIDAR sensörü kullandık. LIDAR, nesnelerin konumunu veya hareketini algılayan ve bir radara benzer şekilde çalışan, ancak mikrodalgalar yerine lazer radyasyonu kullanan bir sensördür. Bu projede LIDAR Mesafe Sensörü kullanarak asfalt üzerindeki maddelerin yakınılığına göre verdiği sinyalleri yorumlamayı hedefledik.

LIDAR ile yabancı madde tespiti yapan yazılımımızda uçuş pisti ile LIDAR sensörü arasındaki mesafeye bir eşik değeri atandı. Robot pisti gezerken, LIDAR'ın taradığı alana yabancı bir madde girdiğinde okunacak değer eşik değerinden daha küçük olacağından, taranan bölgede bir yabancı madde bulunduğu bilgisinin, merkezi kontrol yazılımına gönderilmesi sağlandı.



Şekil. 1. LIDAR Mesafe Sensörü

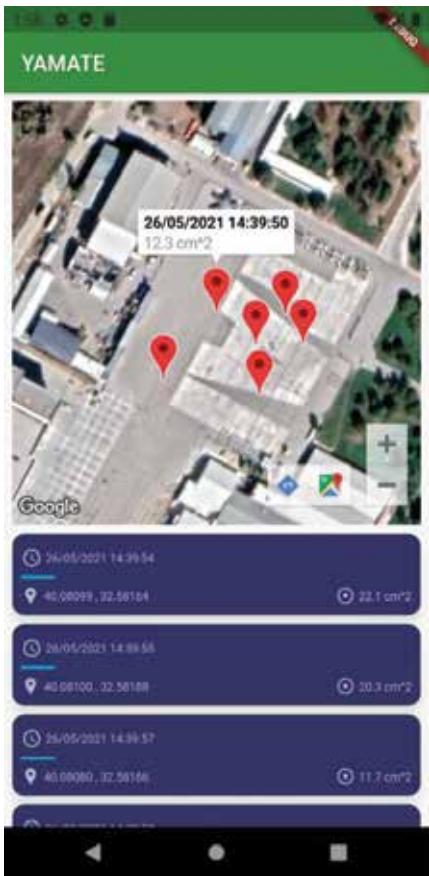
D. Merkezi Kontrol Yazılımı

Merkezi kontrol yazılımı, uçuş sahasında seyahat ederken robot tarafından tespit edilen yabancı maddelerin yetkili personele bildirilmesi için kullanılacak yazılımdır. Bu yazılımda uçuş alanında bulunan maddelerin harita üzerinde

işaretlendiği ve bu parçaların adı, şekli, boyutu, tespit tarihi gibi bilgilerin rapor edildiği bir arayüz de olacaktır.

E. Mobil Kontrol Yazılımı

Mobil kontrol yazılımı, uçuş sahasında gezen robot tarafından tespit edilen maddelerin yetkili personele bildirilmesi için kullanılan yazılımdır. Dart programlama dilinde Flutter Framework kullanılarak platformlar arası (IOS, Android) yazılım geliştirdik. Bu yazılım ile uçuş alanındaki yabancı maddeler harita üzerinde işaretlenir ve bu maddelerin konumu, boyutu, tespit tarihi gibi bilgilere erişilir. Gezen robot ile mobil kontrol yazılımı arasındaki iletişim bulut tabanlı bir hizmetle sağlanmıştır. Bu uygulama sayesinde yetkili personele uçuş alanında tespit edilen nesneleri kontrol edebilecekleri bir raporlama özelliği sağlanmıştır. Kontrol yazılımın ekran görüntüsü Şekil 3'te gösterilmiştir. Bu şekilde, tespit edilen maddeler harita üzerinde kırmızı ikonlar ile işaretlenmiştir. Ayrıca, arayüzün alt kısmındaki alanda, tespit edilen maddeler ile ilgili boyut, tespit tarihi ve konum gibi bilgiler görülmektedir.



Şekil. 2. Mobil Kontrol Yazılım Arayüzü

F. Otonom Gezen Robot

Projemizde yabancı maddelerin tespiti için pist üzerinde otonom bir şekilde gezebilen robota ihtiyaç duyuldu. Bunun üzerine öncelikle açık kaynak kodlu ArduRover [2] yazılımı incelendi. Bu platformu kullanabilmek için gerekli donanımlar araştırıldı.

Araştırma sonucunda bu platformun proje gereksinimleri ile tam uyşmadığı tespit edildi ve ekip olarak kendi otonom sürüs algoritmamızı geliştirdik. Geliştirilen algoritma ile robot, verilen parametreler doğrultusunda belirli bir alanı otonom bir şekilde tarayabiliyor. Ayrıca pist üzerinden çıkmadan otonom bir şekilde yabancı madde tarama özelliği kazandırıldı.

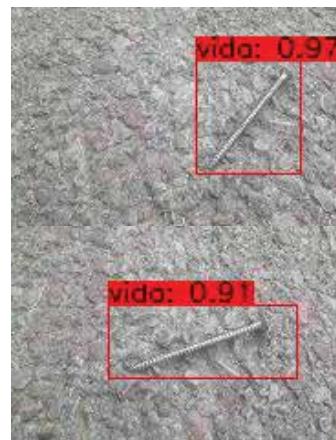


Şekil. 3. Otonom Gezen Robot

Şekil-3'te robot [6] üzerinde bulunan kamera ve LIDAR sayesinde alınan görüntü ve mesafe verisi Jetson NANO geliştirme kartına aktarılarak yüksek doğrulukta yabancı madde tespiti yapılmaktadır.

III. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE ÇIKTILAR

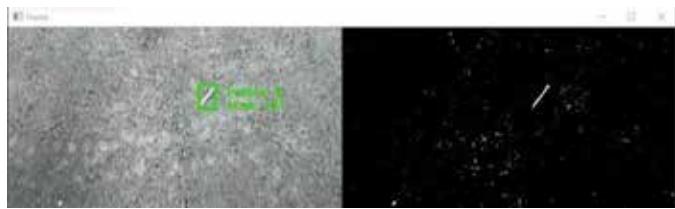
YOLO'yı, uçuş pistine düşmesi muhtemel yabancı maddelerden oluşan özel veri kümemiz ile eğittik. Şekil 4'de, eğittiğimiz modeli vida nesnesi üzerinde test ederken aldığımız sonuçlar görülmektedir.



Şekil. 4. Eğitilmiş Veri Setinden Elde Edilen Sonuçlar

İkinci olarak, OpenCV kütüphanesindeki kontur algılama ve arka plan çıkarma algoritmaları kullanıldı. Bu algoritmalar, görüntüdeki statik arka planı çıkararak bu arka plan üzerinde

nesne olup olmadığını söyleyerek şekilde düzenlendi. Şekil 5'de, düzenlenen algoritmaların verdiği sonuçlar görülmektedir.



Şekil. 5. Arka Plan Çıkarma ve Kontur Algılama Yöntemi Örneği

Üçüncü olarak, LIDAR sensör ile madde tespiti için geliştirilen yazılımın 0.5cm ve daha büyük yükseklikte sahip maddelerde yüksek doğrulukta çalıştığı görüldü. 0.5 cm'den küçük maddeler için görüntü işleme yazılımıyla birlikte çalışacak şekilde düzenlendi. Daha fazla alan taranabilmesi için LIDAR, bir servo motora entegre edildi.

Sonuç olarak, yapılan çalışmalarında OpenCV kütüphanesi, YoloV4 algoritması ve LIDAR sensör kullanarak yabancı maddeleri tespit etmemi hedefledik. YoloV4 algoritmasını kullanabilmek için uçuş pistindeki rastlanabilecek yabancı maddeleri önceden eğiterek veri seti oluşturma gereksinimi vardır. YoloV4 algoritması eğitilmiş maddeler için verimli çalışsa da, proje kapsamında, uçuş pistinde önceden tahmin edilemeyecek maddeler de bulunabilir. Bu nedenle, OpenCV kütüphanesindeki kontur algılama ve arka plan çıkarma algoritmaları kullanarak nesne sınıflandırması yapmaksızın genel olarak her türlü maddeyi tespit edebileceğimiz bir yazılım geliştirdik. Bu yazılıma LIDAR sensörü ile madde tespit etme işlemini de entegre ettik. Bu çalışmalar sonucunda, proje kapsamında hedeflenen "Yüksek doğrulukta yabancı madde tespiti" konusunu, OpenCV kütüphaneleri ve LIDAR sensör kullanarak, gezen robot üzerine yabancı madde tespiti yazılımını entegre ederek, raporlama kısmında mobil uygulama geliştirerek sonuçlandırdık.

IV. PROJE EKİBİNİN KAZANIMLARI VE TUSAŞ'A OLASI KATKISI

A. Ekibin Kazanımları

"Yüksek Doğrulukta Yabancı Madde Tespiti" konulu projemizi gerçekleştirirken ekip olarak endüstriyel bir çözüm ortaya koymaya çalıştık. Bu kapsamında proje ekibi olarak sanayi odaklı bir ürünün sıfırdan nasıl geliştirilebileceği konusunda deneyim kazanmış olduk ve sonuç olarak ortaya uçtan uca bir çözüm çıkardık. Üniversitemizde öğrendiğimiz teorik bilgileri TUSAŞ bünyesinde gerçek hayatı, pratikte kullanmış olduk.

Ekip olarak ayrıca proje kapsamında çalışırken robotik, machine learning ve görüntü işleme alanlarında kendimizi geliştirdik. Güncel ve yüksek teknoloji çağında bu konu başlıklarını ile çalışmak ekibimize vizyon katmış ve gelecek zaman üzerinde hangi konularla çalışmamız gerektiği üzerine fikir sahibi olmamızı sağlamıştır.

B. TUSAŞ'a Olası Katkısı

Yüksek doğrulukla yabancı madde tespiti yapabilen görüntü işleme yazılımımızı robota entegre ederek ortaya çıkardığımız çözümü, Türk Havacılık ve Uzay sanayisine kazandırmak istemekteyiz. Ar-Ge projemizi, ekibimizin önceki deneyimleri ve sektör bilgisi sayesinde, ileri sahalarda geliştirebilir ve proje adına büyük değer yaratacak bulut/mobil çözümler ile tam entegre hale getirmeyi planlamaktayız. Bu sayede, uçuş pistlerinde gerçekleşen kazaların büyük ölçüde önüne geçeceğimizi ve dolayısıyla bu alandaki harcamaları ve iş gücünü azaltarak her anlamda maliyeti düşüreceğimizi öngörmektedir.

V. ÖNERİLER, ALINAN DERSLER VE GELECEK ÇALIŞMALAR

Bu proje kapsamında çalışma yaparken öncelikle kendi veri setlerimizi eğiterek yabancı maddeler sınıflandırılmış tespit edilmek istenmiştir. Fakat çalıştığımız Jetson Nano platformunda bu algoritmaları kullanmak performans kaybına neden olmuştur. Geldiğimiz bu noktada platformu değiştirmeyeceğimiz için kullandığımız algoritmayı değiştirmek üzere OpenCV açık kaynak kütüphanesinde bulunan background subtraction metotlarını kullanarak performansı ve hassasiyeti yüksek bir yabancı madde tespiti yazılımı elde ettik.

Kullandığımız platform demo amaçlı düşünüldüğünden sistem gereksinimlerini asgari düzeyde karşılayacak şekilde tasarlanmıştır. Bu sebeple robotun kontrol yazılımı yarı otomatik bir şekilde hareket edebilecek kapasitede üretilmiştir. Mevcut robot ile belirli ve küçük bir alanda yabancı madde tespiti yapabilir ve bulunduğu maddeleri merkezi kontrol yazılımı aracılığı ile mobil terminallere bildirebilmektedir. Projeye devam edilmek ve geliştirilmek istediği takdirde platform değiştirilerek Sürü Otonom Hareket özelliği kazandırılmış birden fazla robot ile hem yabancı maddenin tespiti hem de tespit edilen maddenin ortadan kaldırılması gibi özellikler kazandırılabilir.

Geliştirilecek yeni platform, mevcut projede kullanılan sistemlerden daha büyük ve daha performansı yüksek olacaktır. Bu sayede uçuş pisti boydan boyan çok kısa süre içinde sürü otomatik araçlar ile taranıp temizlenebilir. Gelecek çalışmalar yüksek lisans projesi olarak ele alınıp TUSAŞ'a hem sürü otomatik robot kabiliyeti kazandırılabilir hem de geliştirmeler sonucunda ortaya ticari bir ürün konulabilir.

KAYNAKLAR

- [1] YOLOv4: Optimal Speed and Accuracy of Object Detection. Ocak 29, 2021, <https://arxiv.org/pdf/2004.10934.pdf>
- [2] Rover Home - Rover Documentation, Ocak 29, 2021, ardupilot.org/rover/
- [3] YOLO (You Only Look Once), Ocak 29, 2021, towardsdatascience.com/yolo-you-only-look-once-17f9280a47b0
- [4] Real-Time Object Detection with YOLO, Ocak 29, 2021, [https://towardsdatascience.com/real-time-object-detection-with-yolo-9dc039a2596b](http://towardsdatascience.com/real-time-object-detection-with-yolo-9dc039a2596b)
- [5] RCNN , YOLO-OpenCV ile Nesne Tanıma, Ocak 29, 2021, <https://medium.com/operations-management-t%C3%BCrkive/rcnn-yolo-opencv-ile-nesne-tan%C4%B1ma-fa3856e69fb3>

- [6] JetBot AI Robot Car, Nisan 5, 2021,
<http://www.yahboom.net/study/JETBOT>
- [7] YOLO Algoritmasını Anlamak, Mayıs 15, 2021,
<https://medium.com/deep-learning-turkiye/yolo-algoritmas%C4%B1n%C4%B1-anlamak-290f2152808f>
- [8] Open Source Computer Vision Library, Mayıs 18, 2021,
<https://github.com/opencv>



www.liftup.tusas.com