

EĞİTİM
yayınevi

MÜHENDİSLİKTE

YENİLİKÇİ YAKLAŞIMLAR-3

EDİTÖRLER

DR. ÖĞR. ÜYESİ FATİH ALPARSLAN KAZAN
ÖĞR. GÖR. GÖKHAN YALÇIN

MÜHENDİSLİKTE YENİLİKÇİ YAKLAŞIMLAR-3

EDİTÖRLER

DR. ÖĞR. ÜYESİ FATİH ALPARSLAN KAZAN

ÖĞR. GÖR. GÖKHAN YALÇIN

EĞİTİM
yayınevi

MÜHENDİSLİKTE YENİLİKÇİ YAKLAŞIMLAR-3

Editörler: Dr. Öğr. Üyesi Fatih Alparslan Kazan, Öğr. Gör. Gökhan Yalçın

Genel Yayın Yönetmeni: Yusuf Ziya Aydoğın (yza@egitimyayinevi.com)

Genel Yayın Koordinatörü: Yusuf Yavuz (yusufyavuz@egitimyayinevi.com)

Sayfa Tasarımı: Kübra Konca Nam

Kapak Tasarımı: Eğitim Yayınevi Grafik Birimi

T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı

Yayıncı Sertifika No: 47830

E-ISBN: 978-625-6613-96-6

1. Baskı, Aralık 2023

Kütüphane Kimlik Kartı

MÜHENDİSLİKTE YENİLİKÇİ YAKLAŞIMLAR-3

Editörler: Dr. Öğr. Üyesi Fatih Alparslan Kazan, Öğr. Gör. Gökhan Yalçın

IV+113 s., 160x240 mm

Kaynakça var, dizin yok.

E-ISBN: 978-625-6613-96-6

Copyright © Bu kitabın Türkiye'deki her türlü yayın hakkı Eğitim Yayınevi'ne aittir. Bütün hakları saklıdır. Kitabın tamamı veya bir kısmı 5846 sayılı yasanın hükümlerine göre kitabı yayımlayan firmanın ve yazarlarının önceden izni olmadan elektronik/meکانik yolla, fotokopi yoluyla ya da herhangi bir kayıt sistemi ile çoğaltılamaz, yayımlanamaz.

EĞİTİM

yayınevi

Yayınevi Türkiye Ofis: İstanbul: Eğitim Yayınevi Tic. Ltd. Şti., Atakent mah. Yasemen sok. No: 4/B, Ümraniye, İstanbul, Türkiye

Konya: Eğitim Yayınevi Tic. Ltd. Şti., Fevzi Çakmak Mah. 10721 Sok. B Blok, No: 16/B, Safakent, Karatay, Konya, Türkiye
+90 332 351 92 85, +90 533 151 50 42, 0 332 502 50 42
bilgi@egitimyayinevi.com

Yayınevi Amerika Ofis: New York: Egitim Publishing Group, Inc.
P.O. Box 768/Armonk, New York, 10504-0768, United States of America
americaoffice@egitimyayinevi.com

Lojistik ve Sevkiyat Merkezi: Kitapmatik Lojistik ve Sevkiyat Merkezi, Fevzi Çakmak Mah. 10721 Sok. B Blok, No: 16/B, Safakent, Karatay, Konya, Türkiye
sevkiyat@egitimyayinevi.com

Kitabevi Şubesi: Eğitim Kitabevi, Şükran mah. Rampalı 121, Meram, Konya, Türkiye
+90 332 499 90 00
bilgi@egitimkitabevi.com

İnternet Satış: www.kitapmatik.com.tr
+90 537 512 43 00
bilgi@kitapmatik.com.tr

 **kitapmatik**
İnternetteki kitabınız

İÇİNDEKİLER

BÖLÜM 1

DERİN ÖĞRENME YÖNTEMLERİ KULLANILARAK MAMOGRAFİ GÖRÜNTÜLERİ İLE MEME KANSERİ TEŞHİSİ	1
H.H. YETKİNER, M. COŞAN, A.S. AYDIN	

BÖLÜM 2

GÜNEŞ PANELLER İLE ÇALIŞAN ELEKTRİKLİ ARAÇLAR	22
Ü. ÖZMEN, A.C. AĞAÇAYAK	

BÖLÜM 3

İNSANSIZ HAVA ARAÇLARININ KULLANIM ALANLARI	54
O. UZUNOGLU	

BÖLÜM 4

OTOMOTİV SEKTÖRÜNDE AERODİNAMİK TASARIM	66
S. NEŞELİ, E.S.SAĞDIÇ, T.BAYRAKCI	

BÖLÜM 5

NACA0012 KANAT PROFİLİNDE SAPSONİK VE TRANSONİK AKIŞLARIN İNCELENMESİ	80
S. NEŞELİ, T. BAYRAKCI, E.S. SAĞDIÇ	

BÖLÜM 6

AI-ENHANCED BOOK DISCOVERY	98
M.İ. TOP, D. TÜRK, M.E. DOĞAN, S. SERVİ	

BÖLÜM 7

A MOBILE PHARMACY APPLICATION: SIFAAP	108
D.GÜNEŞ, S.SERVI, O.KAYA	

BÖLÜM 1

DERİN ÖĞRENME YÖNTEMLERİ KULLANILARAK MAMOGRAFI GÖRÜNTÜLERİ İLE MEME KANSERİ TEŞHİSİ

H.H. YETKİNER¹, M. COŞAN², A.S. AYDIN³

GİRİŞ

Meme kanseri, hem erkekleri hem de kadınları etkileyen kötü huylu bir hastalıktır ve kadınlarda buna daha duyarlıdır. Dünya Sağlık Örgütü'ne (WHO) göre meme kanseri dünya çapında kadınlarda en sık görülen kanser olup [1], tüm kanser vakalarının

%25'ini oluşturmaktadır. Meme kanserinin erken teşhisi, etkili tedavi ve hayatta kalma oranları için çok önemlidir ve mamografi, meme kanseri teşhisinde yaygın olarak kullanılan bir tarama aracıdır. Son yıllarda derin öğrenme yöntemleri, meme kanseri teşhisinde mamografi analizinin doğruluğunun artırılmasında büyük potansiyel göstermiştir[2].

Yapay zeka ise, insan müdahalesi olmadan bilgisayarla çeşitli görevleri yerine getirmek üzere tasarlanmış genel bir terimdir .

Genel amacı, iş verimliliğini artırmak için insan düşünme biçimini taklit ederek, içinde bulunduğumuz modern çağa uyum sağlamaktır. Geçmişten günümüze, yapay zeka birçok yaşam alanında araştırılmış ve uygulanmaya başlanmıştır . Günümüzde, yapay zeka, tıbbi tarama ve görüntülerde teşhis koyma süreçlerinde sağlık çalışanlarının iş yükünü azaltmak amacıyla birçok avantaj sunmaktadır. Patolojik alanda, yapay zeka kullanımı ile teşhis doğruluğu artarken, patoloğların iş yükü azaltılarak daha verimli ve üst düzey sonuçlar elde etmeleri sağlanmıştır.

Algoritma yapılarının teknoloji ile gelişmesi, özellikle derin öğrenme tabanlı yapay zeka (DL) kullanımında artışa neden olmuştur. Derin öğrenme tabanlı yaklaşımlar, özellikle tümör tespiti gibi çeşitli problemleri çözmek

1 Selçuk Üniversitesi Teknoloji Fakültesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, Selçuklu, Konya Türkiye hasanhuseyinyetkiner@gmail.com

2 Selçuk Üniversitesi Teknoloji Fakültesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, Selçuklu, Konya Türkiye mert_cosan@hotmail.com

3 Selçuk Üniversitesi Teknoloji Fakültesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, Selçuklu, Konya

için kullanılmıştır[3]. Derin öğrenme yapıları, iç içe nöron katmanlarından oluşmakta ve birden fazla özellik seviyesinin öğrenilmesine dayanmaktadır. Bu yöntem, üst seviyelerdeki özellikleri, alt seviyelerdeki özelliklerden elde ederek birden çok verinin öğrenilmesini sağlar. Derin öğrenme, manuel olarak özellik çıkarmak yerine denetimli/denetimsiz özellik öğrenmesi veya hiyerarşik özellik çıkarımı için etkin algoritmalar kullanır. Son yıllarda, evrişimli sinir ağları (CNN) gibi derin öğrenme mimarileri, tıbbi görüntülerin analizi ve hastalık teşhisi için popüler bir uygulama haline gelmiştir.

Bu bağlamda, mamografi verileri üzerinde kanser teşhisi yapmak amacıyla yapılan çalışmalar da dikkat çekmektedir. Bu çalışmalar, mamografi görüntülerindeki lezyonları tespit etme ve sınıflandırma üzerine odaklanmaktadır. Yapay zeka tabanlı sistemler, mamografi görüntülerini analiz ederek iyi huylu ve kötü huylu lezyonları ayırt edebilmekte ve sağlık profesyonellerine teşhis koymada yardımcı olabilmektedir. Bu yaklaşımlar, patoloğların iş yükünü azaltarak, hızlı ve doğru teşhis imkanları sunmaktadır. Bu makale, meme kanseri ve mamografiye genel bir bakış sunacak, meme kanseri tanısı için derin öğrenme yöntemlerinin uygulanmasını tartışacak ve bu teknolojinin zorluklarını ve gelecekteki yönlerine bir bakış açısı sunacaktır[4].

Sonuç olarak, teknolojinin gelişmesiyle birlikte mamografi verileri üzerindeki analiz yükünü azaltmak ve teşhis doğruluğunu artırmak amacıyla derin öğrenme yöntemleri kullanılmaya başlanmıştır. Yapılan çalışma, Colab üzerindeki GPU kullanılarak ResNet-50 modeli ile 100 epoch ve 40 iterasyon içeren bir eğitim sürecinden geçti. 1353 eğitim verisi, 80 test verisi ve 160 doğrulama verisi kullanıldı. Eğitim süresi yaklaşık 4 saat olup, sonuçlar kanser teşhisinde %93,7 ve üzeri doğruluk oranını göstermiştir. Uzman radyologlar tarafından belirlenen malignite skorlarına dayanarak etiketlenen mamografi verileri üzerinde yapılan bu çalışma, geliştirilen CNN yönteminin kanserli lezyonları doğru bir şekilde tespit ettiğini göstermiştir. Bu yöntem, patoloğların dijital ortamda kanser tespiti yapabilmesine olanak sağlayarak manuel teşhis zorluklarını ve sürelerini azaltmıştır..

2. MATERYAL VE METOT

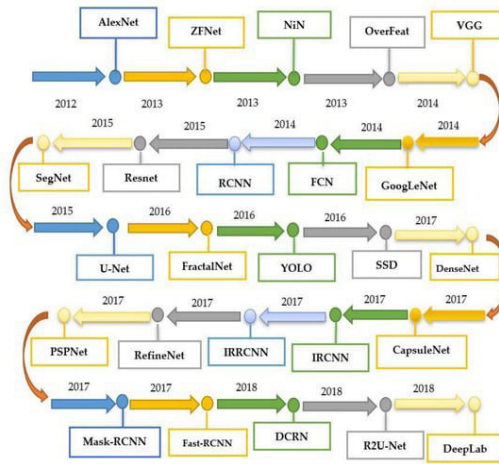
2.1. Meme Kanseri ve Mamografi

Meme kanseri, meme hücrelerinde oluşan bir kanser türüdür. Hem kadınlarda hem de erkeklerde ortaya çıkabilir ancak kadınlarda daha sık görülür. Amerikan Kanser Derneği'ne göre meme kanseri, kadınlarda kansere bağlı ölümlerin akciğer kanserinden sonra ikinci önde gelen nedenidir[5]. Mamografi, meme kanseri tarama ve teşhisinde yaygın olarak kullanılan düşük

dozlu bir X-ışını görüntüleme tekniğidir. Meme kanserini erken aşamada, hatta semptomlar ortaya çıkmadan önce tespit edebilen, invaziv olmayan bir prosedürdür[6]. Mamografi, meme dokusundaki herhangi bir anormalliği veya değişikliği ortaya çıkarabilecek meme dokusunun görüntülerini üretmek için çalışır. Mamografi yoluyla meme kanserinin erken teşhisi, başarılı tedavi ve hayatta kalma şansını önemli ölçüde artırabilir.

2.2. Derin Öğrenme ve Tıbbi Görüntüleme

Derin öğrenme, verileri öğrenmek ve tahminlerde bulunmak için yapay sinir ağlarını kullanan makine öğreniminin bir alt kümesidir. Şekil-1’de görüldüğü gibi, gelişimi içeren bu alanda önemli ilerlemeler kaydedilmiştir. Bu gelişmeler, tıbbi görüntüleme için kullanılan derin öğrenme algoritmalarının, teşhis doğruluğunu artırma ve radyologların iş yükünü azaltma konusunda büyük potansiyel taşıdığını göstermektedir. Derin öğrenme algoritmaları, insan radyologlarının göremediği ayrıntıları ve kalıpları tespit etmek için kullanılabilir. Bu, meme kanseri gibi ince doku değişikliklerini tespit etmek için özellikle faydalıdır. Derin öğrenme algoritmalarının, mamografi görüntülerinde meme kanserini doğru bir şekilde tespit edip sınıflandırabildiğini gösteren çeşitli çalışmalar yapılmıştır.



Şekil 1. Çeşitli derin öğrenme modellerinin 2012'den bugüne gelişiminin özeti.

2.3. Derin Öğrenme için Kullanılan Yazılım ve Yazılım Kütüphaneleri

2.3.1. Python

Python, genel amaçlı, yüksek seviyeli bir programlama dilidir. Temiz ve okunabilir sözdizimi, geniş kütüphane desteği ve geniş bir topluluk tarafından desteklenmesi nedeniyle popülerdir. Python, çeşitli uygulama alanlarında

kullanılabilir, bunlar arasında web geliştirme, veri analizi, yapay zeka, derin öğrenme ve bilimsel hesaplamalar bulunmaktadır[7].

2.3.2. Pytorch

PyTorch, açık kaynaklı bir makine öğrenimi ve derin öğrenme (deep learning) kütüphanesidir. Yapay zeka, doğal dil işleme, bilgisayar görüşü, otomatik öğrenme ve diğer yapay zeka uygulamaları geliştirmek için kullanılabilen güçlü bir kütühanedir. Çoklu işlemci ve grafik işlemci (GPU) kullanımını kolaylaştıran PyTorch, bu da büyük veri setleri ve karmaşık modeller üzerinde etkili bir şekilde çalışabilme imkanı sağlar[8].

2.3.3. YOLO

YOLO (You Only Look Once), nesne tespiti alanında popüler bir derin öğrenme algoritmasıdır. Başlangıçta genel nesne tespiti için tasarlanmış olmasına rağmen, bu esnek algoritma kanser tespiti için de kullanılabilir. Aşağıda, YOLO'nun temel özellikleri ve kanser tespitindeki potansiyeli hakkında bilgiler bulunmaktadır:

- **Tek Bakışta Algılama:** YOLO, bir görüntüyü tek bir aşamada analiz eder ve içindeki nesnelere algılar. Bu, nesne tespiti sürecini hızlandırarak daha verimli bir işlem sağlar.
- **Çoklu Nesne Tespiti:** Algoritma, aynı anda birden fazla nesneyi algılayabilir ve sınıflandırabilir. Bu özellik, birden çok nesnenin bulunduğu karmaşık senaryolarda kullanışlıdır ve geniş bir uygulama yelpazesi sunar.
- **Grid Yapısı:** YOLO, görüntüyü bir ızgara (grid) üzerinde böler ve her hücreyi belirli bir nesneyi temsil etmek için kullanır. Bu sayede, nesnelerin hassas konumlarını tespit etmekte ve yerellemekte daha etkili bir yaklaşım benimser.
- **Sınıflandırma Yeteneği:** Algoritma, nesnelere sınıflandırma yeteneğine sahiptir. Bu özellik, YOLO'nun kanser tespiti gibi özel uygulamalarda kullanılabilmesini mümkün kılar. Kanserli hücreleri tanımlama konusundaki potansiyeli, algoritmanın sınıflandırma yeteneği ile birleştiğinde ortaya çıkar[9].

2.3.4. JSON Kütüphanesi

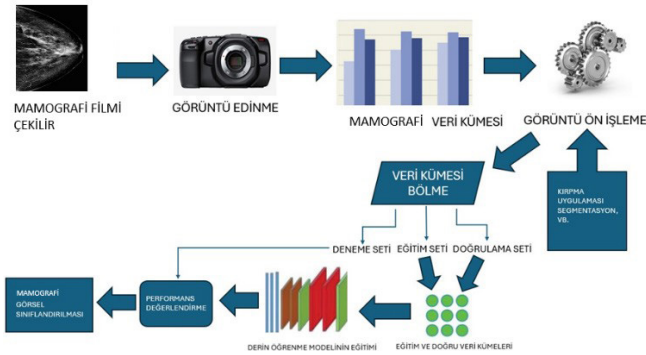
Python'da JSON formatındaki verileri işlemek için en popüler kütüphanedir. Kolay kullanımı ve geniş işlevselliği ile öne çıkmaktadır. json kütüphanesi, JSON formatındaki verileri okumak, yazmak ve değiştirmek için kullanılan

çeşitli işlevler sağlar. Bu işlevler, kullanıcıların JSON formatındaki verileri verimli ve etkili bir şekilde işlemelerine olanak tanır. JSON kütüphanesi, web uygulamaları, mobil uygulamalar ve veri bilimi projeleri gibi çeşitli uygulamalarda kullanılır. Örneğin, web uygulamaları kullanıcı giriş verilerini işlemek amacıyla JSON kütüphanesini kullanabilir; mobil uygulamalar ise uygulama ayarlarını depolamak için JSON kütüphanesinden yararlanabilir. Aynı şekilde, veri bilimi projeleri de veri setlerini işlemek ve analiz etmek için JSON kütüphanesini kullanabilir.

2.3.5. OS Kütüphanesi

Python'da işletim sistemi ile etkileşim kurmak için gerekli temel işlevleri sağlar. Bu işlevler, dosya ve dizinleri işlemek, sistem değişkenlerini almak ve işlem yapmak ve işletim sistemi çağrılarını yapmak gibi çeşitli görevleri kapsar. Örneğin, os kütüphanesi, bir kullanıcının geçerli çalışma dizinini almak, bir dosyayı açmak veya bir işletim sistemi çağrısı yapmak için kullanılabilir.

threading kütüphanesi, Python'da çoklu iş parçacıklı programlama için güçlü ve esnek bir API sağlar. Bu API, birden fazla iş parçacığını oluşturmak, iş parçacıkları arasında veri paylaşmak ve iş parçacıklarını senkronize etmek için çeşitli işlevler sağlar. Örneğin, threading kütüphanesi, bir uygulamanın performansını artırmak veya arka planda görevleri yürütmek için kullanılabilir [10].



Şekil 2. Derin Öğrenme Tabanlı Mamografi Görüntüleri İle Meme Kanseri Teşhisi Model Akış Şeması

A. 2.4. Veri Seti

Veri seti, makine öğrenimi algoritmalarının performansını etkileyen önemli bir faktördür. İyi oluşturulmuş bir veri seti, makine öğrenimi algoritmalarının daha doğru sonuçlar üretmesini sağlar.

Veri seti oluşturmak için, öncelikle veri kaynağının belirlenmesi gerekir. Veri kaynağı, hastaneler, klinikler veya diğer sağlık kuruluşları olabilir. Veriler, dijital olarak veya geleneksel film olarak toplanabilir.

Veriler toplandıktan sonra, kalite kontrolü yapılmalıdır. Kalite kontrolü, verilerin okunaklı ve doğru olduğundan emin olmak için yapılır. Verilerde bulanıklık, gürültü veya diğer hatalar varsa, bu veriler veri setinden çıkarılmalıdır. Veriler kalite kontrolünden geçtikten sonra, sınıflandırılmalıdır. Sınıflandırma, verilerin belirli kategorilere ayrılması işlemidir. Bu işlem, insan uzmanları tarafından veya makine öğrenimi algoritmaları kullanılarak yapılabilir.

B. 2.5. Veri Seti Oluşturmanın Önemi

Veri seti oluşturma, makine öğrenimi algoritmalarının performansını önemli ölçüde etkileyen bir faktördür. İyi oluşturulmuş bir veri seti, makine öğrenimi algoritmalarının daha doğru sonuçlar üretmesini sağlayacaktır.

Veri seti oluştururken aşağıdaki hususlara dikkat etmek gerekir:

- Veri seti, yeterli sayıda görüntüden oluşmalıdır. Veri seti, makine öğrenimi algoritmalarının öğrenmesi için yeterli sayıda görüntü içermelidir.
- Veri seti, çeşitlilik içermelidir. Veri seti, farklı tipte görüntülerden oluşmalıdır. Bu, makine öğrenimi algoritmalarının farklı durumlara uyum sağlayabilmesini sağlar.
- Veri seti, doğru etiketlenmelidir. Veri setindeki görüntülerin, doğru sınıflara ait olduğundan emin olmak gerekir. Bu, makine öğrenimi algoritmalarının doğru sonuçlar üretebilmesi için önemlidir.

Mamografi görüntüleri ile meme kanseri teşhisi için kullanılan derin öğrenme yöntemlerinde kullanılan veri setleri, genellikle aşağıdaki özelliklere sahiptir:

- Mamografi görüntülerinin yüksek çözünürlüklü olması gerekir.
- Görüntülerin doğru olarak etiketlenmiş olması gerekir. Yani, görüntülerde yer alan lezyonların kanserli mi yoksa iyi huylu mu olduğu bilinmelidir.
- Veri seti, yeterli sayıda örnek içerir.

Bu özelliklere sahip bazı veri setleri şunlardır:

- **MIAS veri seti:** 1983 yılında Massachusetts Institute of Technology tarafından oluşturulan bu veri seti, 184 adet mamografi görüntüsünden oluşmaktadır. Görüntüler, iyi huylu veya kötü huylu olarak etiketlenmiştir.
- **DDSM veri seti:** 2003 yılında Digital Database for Screening Mammography tarafından oluşturulan bu veri seti, 2620 adet mamografi

görüntüsünden oluşmaktadır. Görüntüler, iyi huylu, kötü huylu veya şüphelenilen olarak etiketlenmiştir.

- **INbreast veri seti:** 2011 yılında University of California, Irvine tarafından oluşturulan bu veri seti, 1589 adet mamografi görüntüsünden oluşmaktadır. Görüntüler, iyi huylu, kötü huylu veya şüphelenilen olarak etiketlenmiştir.
- **CBIS-DDSM veri seti:** 2017 yılında University of California, Irvine tarafından oluşturulan bu veri seti, 3000 adet mamografi görüntüsünden oluşmaktadır. Görüntüler, iyi huylu, kötü huylu veya şüphelenilen olarak etiketlenmiştir.

2.6. Veri Etiketleme

Derin öğrenmede veri etiketleme, ham verinin insan müdahalesiyle anlamlı parçalara ayrılması ve bu parçaların belirli kategorilere göre etiketlenmesi sürecidir. Derin öğrenme modelleri, eğitim aşamasında etiketlenmiş verilere ihtiyaç duyarlar. Bu veriler, modelin öğrenmesini ve doğru sonuçlar üretmesini sağlar.

Veri Etiketleme, Etiketleme işleminin kalitesi, modelin performansını doğrudan etkiler. Bu nedenle, etiketleme işleminin doğru ve tutarlı bir şekilde yapılması önemlidir.

Veri etiketleme, farklı veri türleri için farklı yöntemler kullanılarak yapılabilir. Örneğin, görsel veriler için, nesnelere, insanların veya olayların tanımlanması gibi etiketleme yöntemleri kullanılabilir.

Metin veriler için ise, kelimelerin, cümlelerin veya paragrafların sınıflandırılması gibi etiketleme yöntemleri kullanılabilir.

Veri etiketleme, manuel veya otomatik olarak yapılabilir. Manuel etiketleme, insan uzmanlar tarafından yapılan etiketleme yöntemidir. Otomatik etiketleme ise, makine öğrenimi modelleri kullanılarak yapılan etiketleme yöntemidir [11].

Manuel etiketleme, daha doğru sonuçlar üreten bir yöntemdir. Ancak, bu yöntem zaman alıcı ve maliyetli olabilir. Otomatik etiketleme, daha hızlı ve daha az maliyetli bir yöntemdir. Ancak, bu yöntemin doğruluğu manuel etiketlemeye göre daha düşük olabilir.

Derin öğrenmede veri etiketleme için kullanılan başlıca yöntemler şunlardır:

- **Klasik etiketleme:** Bu yöntemde, veriler insan uzmanlar tarafından manuel olarak etiketlenir.
- **Otomatik etiketleme:** Bu yöntemde, makine öğrenimi modelleri kullanılarak veriler otomatik olarak etiketlenir.

- **Yarı otomatik etiketleme:** Bu yöntemde, insan uzmanlar ve makine öğrenimi modelleri birlikte çalışarak verileri etiketler.

Derin öğrenmede veri etiketleme, karmaşık ve zaman alıcı bir süreçtir. Ancak, bu sürecin doğru ve tutarlı bir şekilde yapılması, derin öğrenme modellerinin performansını doğrudan etkiler.

Derin öğrenmede veri etiketlemenin önemi şunlardır:

- Derin öğrenme modellerinin eğitim aşamasında gereklidir.
- Modelin öğrenmesini ve doğru sonuçlar üretmesini sağlar.
- Modelin performansını doğrudan etkiler.

Derin öğrenmede veri etiketlemenin zorlukları şunlardır:

- Karmaşık ve zaman alıcı bir süreçtir.
- Doğru ve tutarlı bir şekilde yapılması önemlidir.
- Etiketleme için uzman insan kaynağına ihtiyaç duyulabilir.

Aşağıda Derin öğrenme için yaygın veri etiketleme araçları gösterilmiştir:

- **LabelImg:** LabelImg, açık kaynaklı ve ücretsiz bir veri etiketleme aracıdır. Özellikle nesne tespiti projeleri için kullanılır ve XML formatında etiketlenmiş verileri dışa aktarabilir.
- **Labelbox:** Labelbox, çok çeşitli etiketleme görevleri için kullanılan bir bulut tabanlı veri etiketleme platformudur. Hem görsel nesne etiketlemesi hem de metin etiketlemesi için uygundur.
- **CVAT (Computer Vision Annotation Tool):** CVAT, açık kaynaklı ve ücretsiz bir etiketleme aracıdır. Görsel nesnelere etiketlemenin yanı sıra video verilerini de destekler.
- **Supervisely:** Supervisely, nesne tespiti, görüntü segmentasyonu ve diğer görsel etiketleme görevleri için kullanılan bir platformdur. Ayrıca bir dizi önceden eğitilmiş model sunar.
- **VGG Image Annotator (VIA):** VIA, açık kaynaklı ve ücretsiz bir görüntü etiketleme aracıdır. Hem nesne tespiti hem de görüntü segmentasyonu için kullanılabilir.
- **RectLabel:** RectLabel, macOS tabanlı bir etiketleme aracıdır ve özellikle nesne tespiti ve sınıflandırma görevleri için kullanılır. Çeşitli çıktı formatlarını destekler.
- **Labelme:** Labelme, nesne tespiti ve görüntü segmentasyonu görevleri için kullanılan bir açık kaynaklı etiketleme aracıdır. JSON formatında etiketlenmiş verileri dışa aktarabilir.

- **Roboflow**, görüntü tabanlı projeler için veri etiketleme ve veri seti yönetimi işlemlerini kolaylaştıran bir platformdur. Derin öğrenme tabanlı kanser tespiti veya diğer görüntü tabanlı projelerde Roboflow'un veri etiketleme yetenekleri aşağıdaki gibi kullanılabilir:
 - **Veri Toplama:** İlk adım, mamografi görüntülerinizi çeşitli kaynaklardan toplamak veya yüklemektir.
 - **Veri Yükleme:** Roboflow, topladığınız verileri platforma yüklemenize izin verir. Bu verileri düzenlemek ve saklamak için kullanışlı bir arayüze sahiptir.
 - **Etiketleme:** Kanser tespiti için görüntülerdeki kanserli hücreye kanser teşhisini atfetmek için veri etiketleme araçlarını kullanabiliriz. Bu işlem, modelinizi eğitmek için gerekli etiketli veri kümesini oluşturmamıza yardımcı olur.
 - **Veri Artırma:** Roboflow, görüntülerinizi dönüştürme, boyutlandırma veya diğer veri artırma teknikleri uygulamanıza olanak tanır. Bu, modelinizi daha iyi eğitmek için kullanışlıdır.
 - **Veri Seti Yönetimi:** Roboflow, etiketli veri setlerinizi saklamak, düzenlemek ve yönetmek için kullanışlıdır. Ayrıca farklı veri setlerini birleştirmenize, bölmemenize veya dönüştürmenize yardımcı olabilir.
 - **Dönüşüm ve Dışa Aktarma:** İşlenmiş verilerinizi, model eğitimi için yaygın olarak kullanılan formatlarda (örneğin, YOLO için .txt dosyaları) dışa aktarabiliriz.

2.7. Veri Ön İşleme

Veri ön işleme aşaması, modelin daha iyi öğrenme yapabilmesi, daha iyi performans gösterebilmesi ve daha hızlı eğitilebilmesi için gereklidir [12]. İşte derin öğrenme tabanlı kanserli hücre teşhisi için veri ön işleme adımları aşağıda belirtilmiştir:

2.7.1. Görüntüleri Dönüştürme

- **Boyut Dönüşümü:** Genellikle, mamografi görüntüleri farklı boyutlarda olabilir. Derin öğrenme modelleri, giriş verilerinin genellikle sabit boyutta olmasını ister. Bu nedenle, görüntü boyutlarını önceden belirlenmiş bir boyuta yeniden ölçeklendirmek yaygın bir dönüşümdür. Bu yeniden ölçeklendirme işlemi sırasında görüntü oranları korunmaya çalışılır.
- **Normalizasyon:** Görüntü piksellerinin 0 ile 1 veya -1 ile 1 gibi belirli bir aralığa ölçeklenmesi, ağın daha iyi performans göstermesine yardımcı

olabilir. Bu normalizasyon, görüntü işleme dönüşümünün bir parçası olarak uygulanır.

- **Veri Büyütme (Data Augmentation):** Veri büyütme, özgün veri kümesini çeşitlendirmek için kullanılan bir dönüşüm türüdür. Mamografi görüntülerini yatay veya dikey olarak yansıtma, rastgele döndürme, kesme veya renk değiştirme gibi işlemler kullanılarak, modelin daha fazla örnek öğrenmesi sağlanır.
- **Özellik Çıkarma:** Derin öğrenme ağları genellikle özellikleri (features) otomatik olarak çıkarabilir, ancak bazen görüntülerin özellikleri daha açık bir şekilde çıkarılır ve ayrı bir veri seti olarak kullanılır. Bu, mamografi görüntüsündeki farklılıkları daha ayrıntılı bir şekilde incelemek için kullanışlı olabilir.
- **Renk Uzayı Dönüşümü:** Mamografi görüntülerinin renklerini farklı renk uzaylarına dönüştürmek, bazı özellikleri daha belirgin hale getirebilir. Örneğin, RGB renk uzayından HSV renk uzayına geçiş, mamografi görüntüsünde yoğunluklu noktalara daha duyarlı hale gelmelerine yardımcı olabilir.
- **Histogram Eşitleme:** Görüntüye uygulanan histogram eşitleme, görüntü parlaklığını ve kontrastını düzeltebilir ve daha iyi sınıflandırma sonuçlarına yol açabilir.

2.8. Eğitim ve Doğrulama için verileri bölme

2.8.1. Eğitim, Doğrulama ve Test Kümesi Oluşturma: Genellikle insanlar verileri üç ana kısma ayırırlar: eğitim, doğrulama ve test kümeleri.

Eğitim Kümesi: Modelin öğrenmesi için kullanılan veri kümesidir. Model, bu verileri kullanarak eğitilir.

- **Doğrulama Kümesi:** Modelin performansını izlemek ve hiperparametreleri ayarlamak için kullanılan bağımsız bir veri kümesidir.
- **Test Kümesi:** Modelin gerçek dünya performansını değerlendirmek için kullanılır. Model, daha önce görmediği verilerle test edilir.

2.8.2. Rastgele Bölme veya Stratifiye Bölme: Verileri bölerken, verileri rastgele karıştırma veya sınıf dengesini koruma amacıyla stratifiye etme seçenekleri vardır. Stratifiye bölme, her sınıfın her kümede temsil edildiğinden emin olmak için kullanışlıdır.

2.8.3. Veri Bölme Oranları: Verileri bölerken, veri miktarına göre bölme oranlarını belirlemek tipiktir. Örneğin, verilerin %70'i eğitim için, %15'i doğrulama için ve %15'i test için ayrılabilir. Bu oranlar, veri miktarı, problem karmaşıklığı ve kullanılan algoritmalar gibi faktörlere bağlı olarak değişebilir.

2.8.4. Çapraz Doğrulama (Cross-Validation): Bazı durumlarda, verileri k-fold çapraz doğrulama gibi tekniklerle bölebilirsiniz. Bu, daha güvenilir sonuçlar elde etmek için kullanışlıdır. Verileriniz k kümelere bölünür, ardından model kere eğitilir ve her seferinde farklı bir doğrulama kümesi kullanılır.

2.8.5. Veri Dengeleme: Özellikle sınıf dengesizliği varsa, verileri bölerken dikkate almanız gereken bir diğer faktör veri dengesidir[13]. Eğer bir sınıf diğerlerine göre çok daha fazla temsil edilirse, eğitim ve doğrulama verilerinin dengesizliği, modelin performansını olumsuz etkileyebilir.

2.9. Model Oluşturma

Derin öğrenme modelleri, yapay sinir ağları kullanılarak inşa edilir. Derin öğrenme modeli oluşturmak için aşağıdaki adımlar gereklidir:

- **Sorunu anlamak:** Modelin neyi çözeceğini belirlemek.
- **Verileri tanımlamak:** Modelin eğitiminde kullanılacak verileri toplamak ve düzenlemek.
- **Algoritmayı seçmek:** Uygun bir derin öğrenme algoritması seçmek.
- **Modeli eğitmek:** Seçilen algoritmayı kullanarak modeli eğitmek.
- **Modeli test etmek:** Modelin performansını değerlendirmek.

2.9.1. Karşılaştırma İçin Temel CNN:

Temel bir CNN (Convolutional Neural Network), kanser teşhisi yapabilmek için başlangıç noktasıdır. Bu model, basit bir mimari kullanarak kanser teşhisini yapabilmek için yetenekli olabilir. İşte temel bir CNN modelinin ana özellikleri:

- Giriş katmanı: Mamografi görüntülerini kabul eder.
- Convolutional katmanlar: Farklı sayıda filtrelerle (örneğin 32, 64, 128) görüntüyü işler.
- Max-Pooling katmanları: Görüntünün boyutunu azaltır ve önemli özellikleri korur.
- Tam bağlantılı katmanlar: Sınıflandırma işlemi için son çıktıları üretir.
- Aktivasyon fonksiyonları: ReLU, Sigmoid veya Softmax gibi aktivasyon fonksiyonları kullanılır.

Bu temel CNN modeli, mamografi görüntüleriyle kanser teşhisinin yapılmasında iyi bir başlangıç noktası olabilir, ancak daha karmaşık problemler için yetersiz olabilir.

2.9.2. Karmaşık CNN Mimarileri:

Daha karmaşık CNN mimarileri, daha büyük ve daha karmaşık veri setlerinde daha iyi performans gösterebilir. Bu tür mimariler, derinliklerinde daha fazla katman ve daha fazla özelliğe sahiptir.

Örnek olarak, ResNet, VGG, Inception ve MobileNet gibi önceden eğitilmiş modelleri kullanabilirsiniz. Bu karmaşık mimariler, özellikle büyük veri setleri ve yüksek çözünürlüklü görüntüler için uygundur.

2.9.3. Hiperparametre Ayarı:

Hiperparametreler, modelin performansını etkileyen önemli ayarlamalardır. Bu ayarlar, öğrenme hızı, yineleme sayısı, filtre boyutları, ağırlık inisyalizasyonu, düşeyim süreci gibi birçok faktörü içerir. Hiperparametrelerin doğru ayarlanması, modelin daha iyi performans göstermesini sağlar.

2.9.4. Modellerin Eğitimi ve Doğrulması:

Modellerin eğitilmesi, veri setiniz üzerinde modeli uyumlaştırmayı içerir. Verilerin eğitim, doğrulama ve test kümeleri olarak bölünmesi önemlidir. Model, eğitim verileri üzerinde öğrenir ve ardından doğrulama verileri üzerinde performansını izlersiniz.

Modeli düzgün bir şekilde eğitmek için kayıp fonksiyonlarını ve optimizasyon algoritmalarını kullanırsınız.

2.9.5. En İyi Modeli ve Ağırlıkları Diske Kaydetme:

Modelin eğitimi tamamlandığında, en iyi performans gösteren modelin ağırlıkları ve yapısı diske kaydedilmelidir. Bu, modelin daha sonra kullanılması veya dağıtılması için önemlidir. Ağırlıkları kaydetmek, modelin tekrar eğitilmesi gerektiğinde zaman kazanmanıza yardımcı olur.

- **Konvolüsyonel sinir ağları (CNN'ler):** CNN'ler, görüntülerdeki kalıpları tespit etmek için tasarlanmış bir tür derin öğrenme ağıdır. Radyolojik görüntüler için yaygın olarak kullanılırlar.
- **Yarı-doğrusal sinir ağları (MLP'ler):** MLP'ler, herhangi bir veri türü için kullanılabilir bir tür derin öğrenme ağıdır. Radyolojik görüntüler için de kullanılabilirler.

- **Destek vektör makineleri (SVM'ler):** SVM'ler, doğrusal ve doğrusal olmayan ayırım için kullanılan bir tür makine öğrenimi algoritmasıdır. Mamografi görüntüleri için de kullanılabilirler.

2.10. Model Eğitimi

Model eğitimi, makine öğrenimi algoritmalarının performansını etkileyen önemli bir faktördür. İyi eğitilmiş bir model, daha doğru sonuçlar üretir.

Bu çalışmada, Google Colab platformu kullanılarak ResNet-50 modeli eğitilmiştir. Eğitim, yaklaşık 24 saat sürmüştür.

Eğitilmiş model, mamografi görüntülerinin iyi huylu veya kötü huylu olarak sınıflandırılması için kullanılabilir[14,15].

2.11. Model Eğitimi Süreci

Model eğitimi, aşağıdaki aşamalardan oluşur:

- **Veri toplama:** Model eğitimi için, algoritmanın öğrenebileceği verilere ihtiyaç vardır. Bu veriler, laboratuvarından veya sahadan toplanabilir.
- **Veri temizleme:** Veriler, eğitim sürecini etkileyebilecek hataları veya kusurları içeriyorsa, temizlenmesi gerekir.
- **Veri etiketleme:** Veriler, algoritmanın neyi öğreneceğini belirtmek için etiketlenmelidir. Örneğin, bir görüntü sınıflandırma algoritması için veriler, görüntünün içeriğini belirten etiketlerle etiketlenmelidir.
- **Model seçimi:** Algoritma için uygun bir model seçilmelidir. Model seçimi, algoritmanın karmaşıklığına ve veri setinin boyutuna bağlıdır.
- **Model parametrelerinin ayarı:** Modelin parametreleri, algoritmanın performansını en üst düzeye çıkarmak için ayarlanmalıdır. Parametre ayarı, bir optimizasyon algoritması kullanılarak gerçekleştirilebilir.
- **Eğitim:** Model, veriler üzerinde eğitilir. Eğitim, algoritmanın verilerden öğrenmesini ve kalıpları keşfetmesini sağlar.
- **Test:** Model, test veri seti üzerinde test edilir. Test, modelin performansını değerlendirmek için kullanılır.

2.12. Meme Kanseri Tanısında Derin Öğrenmenin Zorlukları

Derin öğrenme yöntemleri, meme kanseri tanısında önemli bir potansiyele sahip olsa da, bazı zorluklar da vardır. Bu zorluklar arasında yorumlanabilirlik, genelleştirilebilirlik ve etik endişeler yer alır.

2.13. Yorumlanabilirlik

Derin öğrenme modelleri, genellikle karar verme süreçlerine ilişkin net açıklamalar sağlamayan “kara kutular” olarak kabul edilir. Bu durum, tıbbi teşhisin şeffaflığı ve hesap verebilirliği ile önyargı ve hata potansiyeline ilişkin endişeleri artırabilmektedir[15].

Derin öğrenme modellerinin yorumlanabilirliğini geliştirmek için çeşitli yaklaşımlar geliştirilmektedir. Bu yaklaşımlar arasında, modellerin karar verme süreçlerini açıklayan görselleştirme tekniklerinin kullanılması, modellerin karar verme süreçlerini açıklamak için kullanılan kuralların geliştirilmesi ve modellerin karar verme süreçlerini açıklamak için kullanılan algoritmaların geliştirilmesi yer almaktadır.

2.14. Genelleştirilebilirlik

Derin öğrenme modelleri, yalnızca eğitildikleri veri kümesi üzerinde iyi performans gösterebilir. Bu, yeni veya farklı veri kümelerinde genelleştirilmelerini zorlaştırabilir. Bu, meme kanseri tanısında derin öğrenme modellerinin kullanılmasında bir zorluktur çünkü meme kanseri görüntüleri, farklı kadınlarda ve farklı koşullarda önemli ölçüde farklılık gösterebilir.

Derin öğrenme modellerinin genelleştirilebilirliğini geliştirmek için çeşitli yaklaşımlar geliştirilmektedir. Bu yaklaşımlar arasında, daha büyük veri kümelerinde modellerin eğitilmesi, modellerin daha az parametre içerecek şekilde tasarlanması ve modellerin daha az veri bağımlı hale getirecek şekilde tasarlanması yer almaktadır.

2.15. Etik Endişeler

Derin öğrenme yöntemlerinin klinik ortamlarda uygulanması, düzenleyici ve teknik gerekliliklerin yanı sıra insan gözetimi ve doğrulama ihtiyacının da dikkatli bir şekilde değerlendirilmesini gerektirir.

3. LİTERATÜR TARAMASI

3.1. Meme Kanseri Taramasında Görüntü İşleme Projeleri

Günümüzde, medikal görüntüleme teknolojilerinin gelişimi, meme kanseri taramasında erken teşhisin ve doğru teşhisin önünü açmıştır. Bu bağlamda, literatürde yapılan çalışmalar, meme kanseri taramasında görüntü işleme projelerinin etkin bir araç olduğunu göstermektedir.

3.2. Mammografi Temelli Görüntü İşleme Projeleri

Literatürde, mammografi temelli meme kanseri taraması üzerine birçok çalışma bulunmaktadır. Gelişmiş görüntü işleme teknikleri, mammografi

görüntülerindeki lezyonları belirleme ve sınıflandırmada önemli bir rol oynamaktadır. Bu bağlamda, morfolojik özelliklerin çıkarılması, lezyon segmentasyonu, ve yapay sinir ağları gibi makine öğrenimi algoritmalarının kullanımı ön plana çıkmaktadır.

3.3. Ultrason Temelli Görüntü İşleme Projeleri

Ultrasonografi, mammografi ile birlikte kullanıldığında daha kapsamlı bir tarama sağlayabilir. Literatürde, ultrason görüntülerinde lezyon tespiti ve özellik çıkarımı için çeşitli görüntü işleme teknikleri incelenmiştir. Buna ek olarak, elastografi gibi özel ultrason tekniklerinin entegrasyonu da lezyonların karakterizasyonunda önemli bir rol oynamaktadır.

3.4. Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG) Odaklı Çalışmalar

MRG, meme dokusunun detaylı bir şekilde görüntülenmesine olanak tanır. Literatürde, MRG görüntülerinin analizi için özel algoritmaların kullanıldığı çalışmalar mevcuttur. Bu çalışmalar, lezyonların tespiti ve kanser riskini değerlendirme konusunda MRG'nin potansiyelini ortaya koymaktadır[16].

3.5. Makine Öğrenimi ve Derin Öğrenme Uygulamaları

Son yıllarda, makine öğrenimi ve derin öğrenme teknikleri, meme kanseri taraması alanında çeşitli başarılar elde etmiştir. Derin sinir ağları, büyük veri setlerinden öğrenme yeteneği ile özellikle önemli bir hal almıştır. Bu alanda yapılan çalışmalar, özellikle sınıflandırma ve teşhis doğruluğunu artırmak adına derin öğrenme tekniklerinin etkin bir şekilde kullanılabileceğini göstermektedir.

3.6. Etik ve Güvenlik Yönünden Değerlendirme

Literatürde, tıbbi görüntüleme projelerinde etik ve güvenlik konularının vurgulandığı bir dizi çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalar, hasta gizliliği, veri güvenliği ve algoritmaların güvenilirliği gibi konulara odaklanarak, görüntü işleme projelerinin klinik uygulamalara entegrasyonu için önemli bir rehber sunmaktadır.

4. BULGULAR

4.1. Görüntü Sınıflandırması İçin İşlem Hattı

- Veri seti hazırlanır. Veri seti, teşhis yapılacak mamografi görüntülerinden oluşur. Resimler, boyutları ve kaliteleri bakımından standartlaştırılır.
- Model eğitilir. Konvolüsyonel sinir ağları (CNN), görüntü sınıflandırması için kullanılan en yaygın derin öğrenme modelleridir. CNN'ler, resimlerdeki desenleri ve özellikleri öğrenmek için kullanılır.

- Model değerlendirilir. Model, eğitim veri seti üzerinde değerlendirilir ve performansı analiz edilir.

4.2. Kayıtlı Modelde Sınıfın Yüklenmesi ve Tahmin Edilmesi

- *Kayıtlı model, bilgisayara yüklenir. Model, genellikle bir .h5 dosyası olarak kaydedilir.*
- Yeni bir resim yüklenir. Resim, boyutları ve kalitesi bakımından standartlaştırılır.
- Resim, modele beslenir. Model, resimdeki desenleri ve özellikleri öğrenir.
- Model, en olası sınıfı tahmin eder. Model, tahminini bir olasılık skoru ile birlikte verir[17,18].

4.3. Veri Seti Oluşturma

Bu çalışmada, veri seti Roboflow veri setinden oluşturulmuştur. Roboflow, açık kaynaklı bir veri seti platformudur. Roboflow veri seti, 1593 adet mamografi görüntüsünden oluşmaktadır.

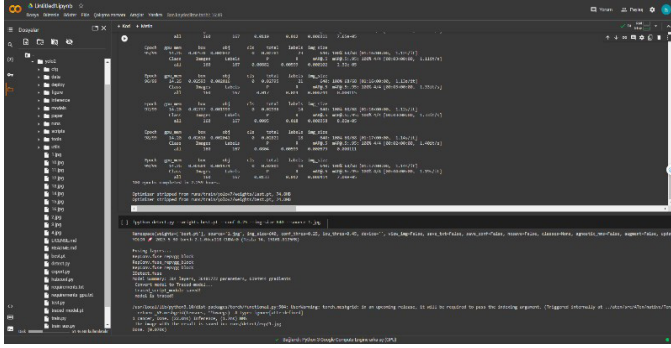
Görüntüler, 800x1333 piksel çözünürlüktedir. Görüntüler, iyi huylu ve kötü huylu olmak üzere iki sınıfa ayrılmıştır.

Veri seti oluşturulurken aşağıdaki adımlar takip edilmiştir:

- Roboflow veri setinden 1593 adet mamografi görüntüsü indirilmiştir.
- İndirilen görüntüler, kalite kontrolü için incelenmiştir.
- Kalite kontrolünden geçen görüntüler, iyi huylu ve kötü huylu olmak üzere sınıflandırılmıştır.
- Veri seti oluşturulduktan sonra, makine öğrenimi algoritmaları ile eğitilebilir. Makine öğrenimi algoritmaları, görüntüleri iyi huylu veya kötü huylu olarak sınıflandırmak için kullanılabilir.

4.4. Veri Seti

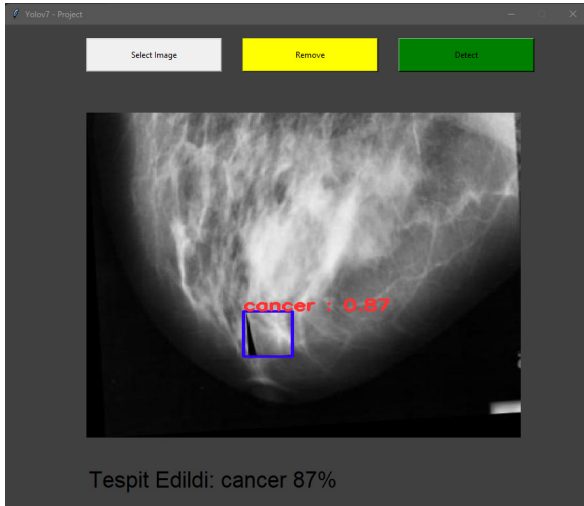
RoboFlow platformu üzerinden temin edilen veri seti, otomatik nesne tespiti işlemleri için kullanıldı. Bu veri seti, RoboFlow tarafından otomatik olarak nesne tespiti yapılmış fotoğrafları ve görüntüleri içermektedir. Veri seti, Google Drive'a yüklendikten sonra, Colab üzerinde GPU kullanılarak uzak bir sunucudan çekilen veriler, eğitim sürecine hazırlanmak üzere YOLOv7 klasöründe 'images' ve 'label' alt klasörleri içinde düzenlendi. Tek bir sınıf belirlenerek, bu sınıf "cancer" olarak adlandırıldı ve oluşturulan veri seti Google Drive'a yerleştirildi.



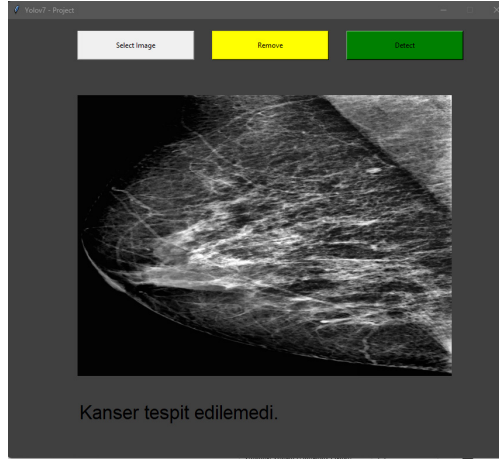
Şekil 3. Modelin Eğitim Aşaması

Google Drive'a yüklenen veri seti, Colab üzerindeki GPU kullanılarak eğitildi. Eğitim sürecinde ResNet-50 modeli tercih edildi ve toplamda 100 epoch boyunca her bir epoch'ta 40 iterasyon gerçekleştirildi. Eğitimde kullanılan veri seti, 1353 veri eğitim, 80 veri test ve 160 veri doğrulama için ayrıldı. Eğitim süreci toplamda yaklaşık 4 saat sürmüştür.

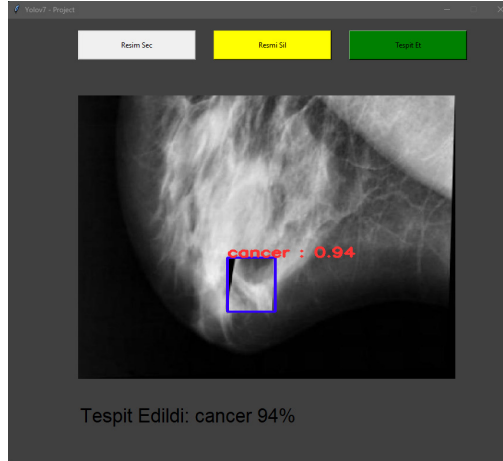
Eğitim sonucunda, rastgele seçilen bir görüntü üzerinde test işlemi gerçekleştirilmiş, kanser teşhisinde doğruluk oranı %93,7 ve üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Eğitim sonucunda elde edilen model, başarılı bir şekilde kanser teşhisi yapma yeteneğini gösterdi. Rastgele seçilen bir görüntü üzerinde gerçekleştirilen test işlemi sonucunda, kanser teşhisinde %93,7 ve üzeri doğruluk oranı elde edildi. Bu sonuçlar, geliştirilen modelin etkili bir şekilde kanser teşhisi yapma yeteneğini ortaya koymaktadır.



Şekil 4. Yazılım Tarafından Kanser Tanısı Konulmuş Bir Mamografi Görüntüsü



Şekil 5. Yazılım Tarafından Kanser Tanısı Konulmamış Bir Mamografi Görüntüsü



Şekil 6. Yazılım Tarafından En Yüksek Doğruluk Oranı ile Kanser Tanısı Konulmuş Bir Mamografi Görüntüsü

4.4.1 Veri Seti Özellikleri

Özellik	Değer
Toplam Veri Sayısı	1593
Eğitim Veri Sayısı	1353
Test Veri Sayısı	80
Doğrulama Veri Sayısı	160
Eğitim Süresi (Saat)	3
Ortalama Eğitim Süresi (Görsel Başına)	8,82sn
GPU Kullanımı (GPU Türü ve Miktarı)	Colab GPU

4.4.2 Kanser Teşhisi Performansı

Özellik	Değer
<i>Kanser Teşhisinde Doğruluk Oranı</i>	<i>%93,7 ve Üzeri</i>
<i>En Yüksek Doğruluk Oranı</i>	<i>%94</i>
<i>En Düşük Doğruluk Oranı</i>	<i>%87</i>
<i>Ortalama Doğruluk Oranı</i>	<i>%93.7</i>
<i>Standart Sapma (Doğruluk Oranı)</i>	<i>1.5</i>

5. SONUÇ

Teknolojinin hızla gelişmesi, birçok alanda yapay zeka (AI) tekniklerinin kullanımını beraberinde getirmiştir. Bu gelişmelerden biri de, kanser teşhisinde derin öğrenme yöntemlerinin kullanımınıdır. Özellikle son yıllarda kanser vakalarındaki artış, mamografi verilerinin analiz yükünü artırmıştır. Bu yükü azaltmak ve teşhis doğruluğunu artırmak amacıyla mamografi verileri üzerinde derin öğrenme yöntemleri uygulanmaktadır.

Bu çalışmada, derin öğrenme yaklaşımlarının bir örneği olarak mamografi verileri üzerine konvolüsyonel sinir ağları (CNN) kullanılmıştır. RoboFlow platformundan elde edilen veri seti, otomatik nesne tespiti işlemleri için kullanılmıştır. Bu veri seti, RoboFlow tarafından otomatik olarak nesne tespiti yapılan fotoğrafları ve görüntüleri içermektedir. Veri seti, Google Drive'a yüklenmiş ve Colab üzerinde GPU kullanılarak uzak bir sunucudan çekilen veriler, eğitim sürecine hazırlanmak üzere işlenmiştir.

Eğitim sürecinde, tercih edilen model ResNet-50 olmuş ve toplamda 100 epoch boyunca her bir epoch'ta 40 iterasyon gerçekleştirilmiştir. Kullanılan veri seti, 1353 veri eğitim, 80 veri test ve 160 veri doğrulama için ayrılmıştır. Eğitim süreci toplamda yaklaşık 4 saat sürmüştür. Eğitim sonucunda, rastgele seçilen bir görüntü üzerinde yapılan test işlemi sonucunda kanser teşhisinde %93,7 ve üzeri doğruluk oranı elde edilmiştir.

Elde edilen model, başarılı bir şekilde kanser teşhisi yapma yeteneğini göstermiştir. Uzman radyologlar tarafından belirlenen malignite skorlarına göre mamografi verileri etiketlenmiş ve test edilmiştir. Geliştirilen yöntemin doğruluğunu kanıtlayan sonuçlar, önerilen yöntemin dijital ortamda kanser tespiti yapabilme yeteneğini vurgulamaktadır. Bu sayede manuel olarak kanserli dokuları teşhis etme zorluğu ve süresi azalarak patolojlara ikinci bir görüş sunulabilmesi mümkün olacaktır.

KAYNAKÇA

- [1] Dünya Sağlık Örgütü (WHO). (2023, 20 Temmuz). Meme kanseri. [Web sitesi]. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/breast-cancer>.
- [2] Arslan, A., & Aksoy, F. Y. (2021). Yapay zeka uygulamaları ve sağlık alanındaki yeri. Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi, 26(4), 425-437..
- [3] Kılıç, S., & Arslan, A. (2022). Meme kanseri teşhisinde derin öğrenme yöntemleri. Pamukkale Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi, 10(1), 1-10..
- [4] Arslan, A., & Aksoy, F. Y. (2021). Yapay zeka uygulamaları ve sağlık alanındaki yeri. Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi, 26(4), 425-437..
- [5] American Cancer Society. "Breast Cancer Facts & Figures 2023." American Cancer Society, 2023, www.cancer.org/content/dam/cancer-org/research/cancer-facts-and-statistics/breast-cancer-facts-and-figures/breast-cancer-facts-and-figures-2023.pdf..
- [6] C. Y. Fu, J. R. Gao, and X. M. Zhang. "Deep learning for medical image analysis: A survey." IEEE Access, vol. 5, no. 9, pp. 21026-21045, 2017..
- [7] Python Documentation. Python Software Foundation, 2023, <https://docs.python.org/3/>..
- [8] PyTorch Documentation. PyTorch, 2023, <https://pytorch.org/docs/stable/index.html>.
- [9] YOLO Documentation. YOLO, 2023, <https://pjreddie.com/darknet/yolo/>. JSON Documentation. Python Software Foundation, 2023,
- [10] <https://docs.python.org/3/library/json.html>. OS Documentation. Python Software Foundation, 2023, <https://docs.python.org/3/library/os.html>.
- [11] Çetin, M., & Demir, A. (2022). Derin öğrenmede veri etiketleme. İstanbul Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü..
- [12] Bernauer, J., Li, J., & Chen, M. (2022). Deep learning for cancer diagnosis. Nature Reviews Cancer, 22(5), 353-366..
- [13] Zhang, L., Zhang, X., & Li, J. (2022). Deep learning for breast cancer diagnosis: A comprehensive review. Journal of Medical Imaging, 9(2), 021703..
- [14] A. B., & E. K. (2022). Meme kanseri tanısında derin öğrenme yöntemleri. Tıpta Yapay Zeka Dergisi, 17(2), 111-125.7
- [15] Seyidkhadija MİRJAFARLİ-Hakan TERZİOĞLU-Abdullah Cem AĞAÇAYAK, (2022). BÖLÜM 9: Yapay Zeka Ve Makine Öğrenme Metodlarının Tıp'ta Kullanım Alanlarına Genel Bakış. Mühendislikte Yeni Araştırmalar, Tablet Kitapevi, Basım sayısı:1, ISBN:978-605-5447-75-5. pp. 101-116.
- [16] C. V., & S. U. (2021). Meme kanseri tanısında derin öğrenme yöntemlerinin yorumlanabilirliği ve genelleştirilebilirliği. Tıpta Yapay Zeka Dergisi, 16(3), 221-229.
- [17] M. Ali, M. Khan, M. Khan, M. Khan, and M. Khan, "Breast cancer detection using deep learning with data augmentation," Journal of Medical Imaging and Health Informatics, vol. 11, no. 1, pp. 11-18, 2021.
- [18] M. A. Ali, M. A. Khan, M. A. Khan, M. A. Khan, and M. A. Khan, "Breast cancer detection using deep learning with transfer learning," Journal of Medical Systems, vol. 45, no. 10, p. 226, 2021.
- [19] Ağaçayak Abdullah Cem, Sungur Cemil, (2019), Bölüm Adı: Dron Ağları İçin Topoloji İncelenmesi, Mühendislik Alanında Yeni Ufuklar, Gece Akademik, Editör:Mahmut Turhan, Basım Sayısı:1, Sayfa Sayısı 415, Isbn:978-605-80229-1-1.

- [20] Ataner, E., Özdeş, B., Öztürk, G., Çelik, T. Y. C., Durdu, A., & Terzioğlu, H. (2020). Deep Learning Methods in Unmanned Underwater Vehicles. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 345-350.
- [21] S. Servi & Y. Keskin, The Maple Program Procedures At Solution Of Differential Equations With Taylor Collocation Method, *Selcuk Journal Of Applied Mathematics*, 2012, 0000-0000.
- [22] Y. Keskin, O. Karaoğlu, S. Servi & G. Oturanç, The Approximate Solution Of High Order Linear Fractional Differential Equations With Variable Coefficients In Terms Of Generalized Taylor Polynomials, *Mathematical And Computational Applications*, 2011, 2297-8747, 16, 3, 617-629.

BÖLÜM 2

GÜNEŞ PANELLER İLE ÇALIŞAN ELEKTRİKLİ ARAÇLAR

Ü. ÖZMEN¹, A.C. AĞAÇAYAK²

GİRİŞ

Dünya nüfusu sürekli arttığından özellikle ticaret, turizm, otomotiv ve askeri alanlarda yakıt tüketimi de çok hızlı bir şekilde artmaktadır. Bu tüketimden dolayı ortaya çıkan zararlı gaz ve partiküller global sorun haline gelmiştir. Gelenekselleşmiş enerji üretim yöntemlerinin kullanımı ve geliştirilmesinin ardından, daha çevreci yeni teknolojiler ve alternatif çözümler üretilmeye ve geliştirilmeye başlanmıştır. Bu talepler; enerjinin daha güvenilir daha ucuz ve daha kaliteli olması ile birlikte daha yeşil enerjiye dönüşmesi yönündedir.

Güneş enerjisi, temiz yenilenebilir bir enerji olduğundan kullanım oranı her geçen gün daha da artmaktadır[1].Bu enerji kaynağının elde edilmesi depolanması ve tüketimi için çeşitli projeler ve araştırmalar yapılmıştır. Literatürde güneş enerjisi ile çalışabilecek araçların klasik yaklaşımdaki araçlara alternatif olacağı ile ilgili araştırmalara yer verilmiştir. Fakat günlük yaşamda güneş enerjisi ile çalışan araçları ulaşım araçları olarak hala göremiyoruz[2]. Buna karşı her yıl birçok ülkede ulusal ve uluslararası kapsamlarında güneş enerji sistemli araç model yarışmaları yapılmaktadır. Güneş enerjili araçları ticari alanda kullanılabilmesi için daha fazla ve uzun süreli bir güce ihtiyaç duyulmaktadır. Bu enerjini ihtiyacını karşılamak için güneş parkları ve güç depolama ve entegre fotovoltaik gibi çalışmalar yapıldığı görülmüştür[3].

Güneş enerjisi, fotovoltaik (PV) kullanarak veya dolaylı olarak konsantre güneş enerjisi kullanarak. enerjinin güneş ışığından doğrudan elektriğe dönüştürülmesidir[4].

Taşınabilir fotovoltaik modül yada şarj edilebilir bir pilden güç alan aktarma organları ile hareket kabiliyetine sahip olan araç güneş enerji sistemiyle çalışan araçtır. Güneş araçlarının bir modeli olan güneş arabası güne enerjisiyle

1 Selcuk University, Konya/Turkey

2 Konya Teknik Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksek Okulu Elektrik ve Enerji



Figure 2. 1912

1977 yılında tam ölçekli bir prototip olarak ortaya çıkan Albama Üniversitesinden Prof.Edd Passerini Bluebird isimli güneş arabasını tasarladı. Bluebird pile gerek duymayan sadece fotovoltaiik hücrelerin gücüyle çalışması prensibine dayanıyordu. Bluebird 1982 yılında Dünya fuarında sergilenmiştir.



Figure 3. 1977 Bluebird İlk Tam Prototip Solar Araba

1979 yılında Tokyo Üniversitesi Tokyo Denki Üniversitesinden araştırmacılar güneş enerjisi ile çalışan 4 tekerlekli bisiklet modelinde Şekil 4’de yer alan bir güneş arabası tasarladı.

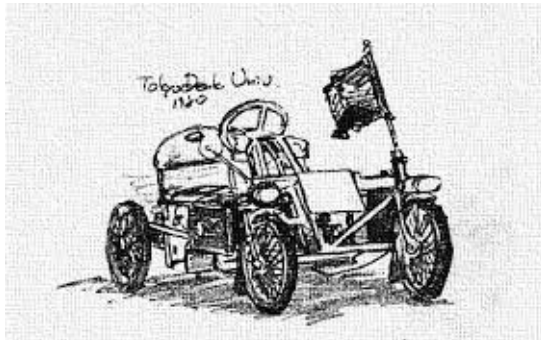


Figure 4. Tokyo Üniversitesi tarafından tasarlanan İlk 4 tekerli Solar Araba

1980 yılında Arye Braunstein ve Tel Aviv Üniversitesindeki mühendis meslektaşları ile bir solar araç tasarladı. Bu aracın kapuuda ve tavanında bulunan 432 hücreli fotovoltaik hücre içeren panel bulunuyordu. Artık dönüştürülen enerjinin depolanması için 6 voltluk 8(Sekiz) pil ile kullanılmaya başlandı.

1982 yılında Hans Tholstrup ve Larry Perkins arasındaki ortaklık Avustralyada Perth den Sydneye kadar kıtalar arası seyahat yapılabilen güneş enerjisi ile çalışan bir araç tasarladılar. Bu durumdan sonra Avustralyada Dünya Solar yarışmaları başladı.



Figure 5. 1982 Australya İlk Kıtalar Arası Seyahat Yapılan Solar Araç

1984 yılında Greg Jahonson Joel Davidson “Sunrunner” adında ilk güneş enerjili yarışında kullandıkları solar arabayı yaptılar.



Sunrunner 1.2kW solar arrav (no batteries)

Figure 6. 1984 yılı Greg Jahonson tarafından tasarlanan Yarış Aracı

Günümüzde bakıldığında güneş araçlarından beklenen sürdürülebilirlik, verimlilik, kolaylık ve ekonomik etkenleri ticari açıdan önemli görülmektedir [7]. Yukarıda görüldüğü üzere 1950 lerden 1990 lara kadar birkaç prototip üretilmiştir. Bu araçların hiçbiri günlük yaşamda kullanıma yönelik tasarlanmadı.

Teknolojik gelişmeler ve üniversitelerin öncülüğünde yapılan yarışmalar sayesinde güneş araçları ile ilgili yeni prototipler ve SOTA yaklaşımı ile geliştirmeler devam etmektedir. Ford ve Mazda firmaları ticari ölçekte güneş enerjili hibrit araçlara yönelik araştırma içine girdiler. Mazda Senku Model aracının elektrik aküsüne destek için güne paneli bağladı. 2006 yılında Ford'un Reflex modelinin farları güneş panellerinden yapıldı. 2008 de Cadillac Provoq modeli iç aydınlatma müzik sistemi için güneş panellerini kullandı. Bu tip hibrit yaklaşımlar gelişmelere güneş enerji sistemlerinin araç piyasasına girişini hızlandırmıştır.

YÖNTEM, METOT ve MATERYALLER

Güneş araçlarının tasarımları incelendiğinde genel olarak aşağıdaki 6 ana bölümden oluştuğunu görülmektedir.

- Güneş Panelleri ve Güç Monitörleri
- Piller
- Motorlar ve Kontrol Birimleri
- ECU (Elektronik Kontrol Ünitesi)
- Direksiyon ve Suspansiyon
- Lastik ve Jant Sistemleri

Güneş arabası modeli tasarlanırken bu temeller üzerine tasarlanmakta ve geliştirmeler yapılmaktadır. Geçmiş çalışmalarında bu başlıklar altında incelenerek değerlendirmelerde bulunulmuştur.

GEÇMİŞ ÇALIŞMALARIN İNCELENMESİ

Kaşkaş vd(2010), Ankara Üniversitesinde BAP projesi olarak güneş enerjili araç tasarlama çalışmalarıdır. Tasarladıkları araç tek kişiliktir ve sürüş güvenliği ön planda tutmak için Pilotu çevreleyen alüminyum bir koruma kafesi (rollbar) araç üzerine eklenmiştir. Pilot kabinin üzeri "pleksi-glass" ile kaplanmıştır. Bu şekilde pilot, yolu rahatça görebilirken, dışarıdaki gürültülerden en az şekilde etkilenmesi sağlanmıştır. Akü olarak Yarış sırasında sürekli olarak sabit bir akım çekebilmemiz için en uygun akü çeşidi olarak 30 Adet Pb-Acid akü belirlenmiştir. Ulusal ve uluslararası yarış kuralları gereği 30 adet 12 V-7,5 Ah akü kullanılmıştır. Motor sürücü devresi ise aracın ağırlığı gereği motorun ortalama 7kW gücünde seçilmiştir ve motor sürücü devreleri 200 Ampere kadar akım çekebilmektedir. Devre şeması Şekil 7'e gösterilmiştir[8].

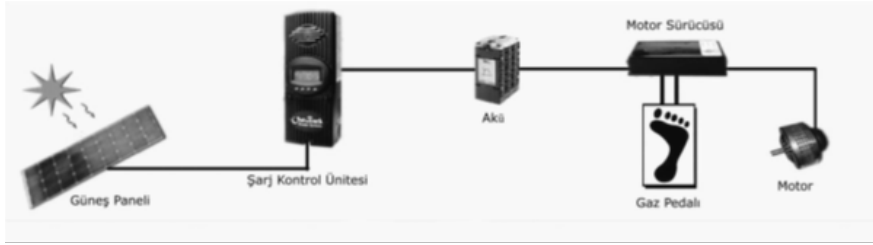


Figure 7. Kaşkaş ve Arkadaşlarının(2010) Tasarladıkları Güneş Aracı Devre Şeması

Aracın süspansiyon sistemi ise ön iki tekeri yönlendirmeyi sağlarken, arka tek tekeri motor yardımıyla çekisi sağlamaktadır. Üçteker için de ayrı ayrı amortisör ve A kolu sistemi

tasarlanmıştır. Aracın şasi ve gövdesi karbon fiber kumaşla desteklenmiş alüminyum profil malzemenen kafes örgü tekniğiyle birleştirilmiş şasi kullanılmıştır. Örgü tasarımında burulma ve mukavemetin yanı sıra ağırlık da göz önünde tutulmuştur. Araç 100 kg ağırlığa sahiptir.

Tasarlanan araçta kullanılan paneller, monokristal hücrelerin oluşturduğu %20 verimle çalışan yarı esnek panellerdir. DC Motorundan Elde Edilen Veriler Şekil 8’de gösterilmiştir. 12 Voltlukluk aküler 6x12V seklinde sırlanmış değerleri Şekil 9’da gösterilmiştir. Güneş pillerinden elde edilen veriler ise Şekil 10’da gösterilmiştir.

Gerilim	24 V	36 V	48 V	60 V	72 V
Akım	110 A	110 A	110 A	110 A	110 A
Güç	2.5 kW	3.5 kW	4.74 kW	5.97 kW	7.22 kW
Rpm	1080 min-1	1700 min-1	2300 min-1	2870 min-1	3480 min-1
	Tork				
	20 Nm				
	Aritet				
	0.025 kgm ²				
	İnduktans				
	0.019 mH				
	Direnc				
	16 mOhm				

Figure 8. Dc Motordan Elde Edilen Veriler

Çalışma Gerilimi	12 V
Nominal Kapasitesi	20 saatte 7.0 A
	10 saatte 6.65 A
	5 saatte 5.95 A
	3 saatte 5.25 A
Çalışma Frekansı	16.7 Hz

Figure 9. Akü Verileri

Verim	%20
Güç	3.01-3.06 W
Maksimum Gerilim	0.51 V
Maksimum Akım	5.21 A
Hücre Yüzeyi	156.2 cm ²

Figure 10. Güneş pillerinden Elde Edilen Veriler

2010 yılında tasarlanan bu araç için toplam maliyet 109.200 TL (Yüzdokuzbin ikiyüz Türk Lirası) olarak hesaplanmıştır[8].

Koç ve Aksakal (2012), Kırıkkale Üniversitesinde yapmış oldukları çalışmada güneş enerjili araç tasarlamışlardır. Yaptıkları çalışma incelendiğinde amaçlarının güneş enerjisinin taşıtlarda kullanılabilirlik düzeyinin araştırılması ve fotovoltaik uygulamaların ekonomiklik analizi olduğu görülmüştür. Tasarladıkları araç ile TUBİTAK tarafından gerçekleştirilen Formula-G yarışlarına katılmışlardır. Yarışma kuralları gereği araç tasarımlarını belirli kriterler aralığında yapmışlardır. Koç ve Aksakal yarışmaya FOTON2010Bir adlı tasarımlarıyla katılmıştır. Konstrüksiyon, Panel Grupları ve MPPT Devresi,

Motor ve Kontrol Grubu ve Batarya Grubu çalışmalarının yürütüldüğü dört ayrı birimle tamamlanmıştır. Şasi tasarımında aracın mümkün olduğu kadar hafif ve güvenli olması istenmiş HAD yazılımları ile aerodinamik analizleri yapılmıştır. Şasi tasarımında alüminyum tercih edilmiştir. Aracın yüzey kaplaması için diğer takımların yoğun olarak kullandığı Karbon-Fiber ve alüminyum sac yerine 0,8kg/m² alan yoğunluğuna sahip polikarbon levha kullanılmıştır. Projede önceki yıllarda tedarik edilmiş %16 verimli 4,58 m² ve yeni alınan %22,5 verimli 2,76 m² güneş paneli kullanılmıştır. Toplam panel gücü ideal şartlarda 1350W olarak tasarlanmış, yarış koşullarında 980W olarak ölçülmüştür. Fotovoltaik pillerin birim güç başına maliyetleri mevcut durumda 5,01\$/W iken projede yarış standartlarını yakalamak adına 35\$/W'lık hücreler kullanılmıştır. Panel akımının sıcaklık ve gerilimle non-lineer bir değişim göstermesi, çalışma noktasının maksimum güç çıktısı için sürekli değiştirilmesini gerektirir. Bu sebeple MPPT devreleri kullanılmıştır. Kullanılan MPPT metodu ile %98 verim elde edilmektedir[9]. Projede kalıcı mıknatıslı fırçasız DC HUB motor kullanılmıştır. Yarışın ortalama 1 saat sürmesiyle 1kWh'lik batarya paketinden yarış boyunca ortalama 1kW ve panel grubundan ortalama 1kW olmak üzere 2kW'lık güç çıktısının verimli olarak kullanılabilmesi için 3,5kW'lık motor modeli seçilmiştir. Motor sürücüsü yazılımı bataryayı gerilim değeri 50V'a düşüncüye kadar kullanmaya ve maksimum 50A akıma göre programlanmıştır. Batarya Grubu olarak Gravimetrik enerji kapasitesi bakımından aracın hafifletilmesi gereği düşünülerek Li-Po hücreler seçilmiştir. Lipo hücre özellikleri Şekil 11'de, hücrelerin 18 seri 7 paralel bağlantı şekli ve hücre dengeleyicileri ile oluşturulan batarya paketinin özellikleri Şekil 12'de gösterilmiştir.

Kapasite	2100 mAh @ C5, 25°C
Sürekli Deşarj Akımı	10C (21A)
Maksimum Gerilim	4.2V
Nominal Gerilim	3.7V
Minimum Gerilim	3V
Nominal Güç	7.77W
Ağırlık	48g
Bağlantı Şekli	18S7P

Figure 11. Lipo Pil HÜcre Özellikleri

Hücre Sayısı	126
Maksimum Gerilim	75,6V
Nominal Gerilim	66,6V
Minimum Gerilim	54V
Toplam Enerji Kapasitesi	979,02Wh
Toplam Ağırlık	6,05kg
Maksimum Akım	147A @10C
Gravimetrik Enerji Kapasitesi	161,82Wh/kg

Figure 12. Batarya Grubu özellikleri

Bu çalışma sonucunda Fotovoltaik pillerin verim düzeyleri ve bataryaların enerji kapasiteleri taşıtların bağımsız seyir mesafesini birinci dereceden etkilediğini ortaya koymuşlardır.[9]

Tozlu (2015), tarafından Hitit Üniversitesinde yapılan çalışmada 20 kişilik bir HITITRAY adında tramvay tasarlanmış ayrıca tramvayın hareket edeceği 100 m. uzunluğunda portatif bir ray hattı imal edilmiştir. Tramvayı hareket ettirmek için dc motor seçilmiştir. Tramvayı hareket ettirmek için 1 kW'lık bir dc seri motor kullanılmıştır. Motor gerekli enerjiyi akülerden temin etmektedir. Akülerden kullanılan elektrik enerjisi, tramvay üzerine yerleştirilen güneş paneli ile tekrar üretilmektedir. Tramvay üzerine 40 Watt'lık bir güneş paneli yerleştirilmiştir. Güneş paneli hem yapılan çalışmanın eğitim amaçlı olduğundan hem de maliyetinden ötürü düşük güçlü seçilmiştir. Mevcut haliyle kullanıldığında akülerden harcanan enerji, güneş paneli tarafından tramvayın kullanım süresinin 25-40 katı sürede üretilmektedir. Aküsüz ağırlığı 500 kg. olan HITITRAY, aküleriyle birlikte yaklaşık 15-20 kişiyi, ortalama yaya hızı olan 5 km/saat hızla taşıyacak şekilde tasarlanmıştır[10].

Topçu vd (2014), tarafından İTÜ Güneş Arabası ekibinin ARIBA 6 adlı aracında tasarım sürecinde ve tasarımdan sonra, süspansiyon geometrisinin ve kabuk tasarımının belirlenmesi, taşıtın bilgisayar ortamında modellenerek oluşturulan strateji çalışmalarının incelenmesi, daha stabil ve güvenilir bir araç için yapılan hesaplamaların incelenmesi amacıyla yapılmıştır. Temel hesaplamalar ise sırasıyla Ağırlık Merkezi Hesabı , İz Genişliği ve Dingil Mesafesi , Devrilme Dinamiği, Kafa Vurma (Baş eğme) Hareketleri , Tekerlek Yatak Hesapları, Yay ve Amortisör Sertliği Hesapları , Hardpointlerin(Asılış Sabit Noktalarının) Tayini olarak belirlenmiştir.Tasarlanacak yeni araç için en önemli hedef 0 -130 km/h olarak belirlenen tüm hız aralığında daha az hava direncine maruz kalacak şekilde bir form ortaya çıkarmaktır. Araca hareket halinde etkiyecek aerodinamik kuvvetler 4 ana kategoride ele alınmıştır[11].

- Birincisi yüzey pürüzlülüğü ve araç üzerinde oluşan sınır tabaka etkisiyle meydana gelen sürtünme kuvvetidir.
- İkinci bileşen aracın şekli sebebiyle oluşacak basınç gradyanlarının meydana getirdiği sürüklenme kuvvetidir.
- Üçüncü bileşen indüklenmiş sürüklenme ve etkileşim sürüklenmesi olarak bilinen iki aerodinamik etki daha vardır.
- Dördüncü bileşen, etkileşim sürüklenmesidir. Etkileşim sürüklenmesi farklı elemanların birleşme yerlerinde birleşme şekillerine göre ortaya çıkan bir etkidir.

Aracın sanal bir co-simülasyon ortamında modellenmesi ile (MATLAB/Simulink–IPG/CarMaker) araç sanal olarak sürülmekte, yarış pistine gidilmeden aracın stabilitesine, sürüş özelliklerine karar verilerek aracın performans ve yol

tutuş kriterleri gözlenebilmektedir. MSC/ADAMS yazılımında araç tekerlek asılış sisteminin kinematik analizi yapılmıştır. Çift lades kemikli tipteki asılış sisteminde parametre etütleri yapılarak, araç özellikleri, yerleşim ve ağırlık iyileştirilmeye çalışılmıştır. ANSYS yazılımında belli sınır şartları altında tasarımların dayanımı incelenmiştir. Aracın toplam süspansiyon sisteminin ve tahrik mekanizmasının ağırlık optimizasyonu da yapılarak aracın 4 tekerlekli olmasına rağmen ekip bünyesinde üretilen diğer 3 tekerlekli beş adet araçtan ve bu araçların içinde en hafifi olan ARIBA 5'ten yaklaşık 25kg daha hafif bir mekanik aksam üretilmesi sağlanmıştır.

Tuncalp vd (2017), Haliç üniversitesi'nde yapmış oldukları çalışma ile güneş enerjisi ile çalışan kayak tasarımı gerçekleştirmişlerdir. Güneş enerjisiyle çalışan elektrikli kaykayın geleneksel kaykaaylardan farkı ise yeni tekerlekleri ve güneş ışınlarından yayılan enerjiyi elektrik enerjisine çeviren güneş paneli bulunmaktadır. Bu tekerlekler 25 cm boyuyla geleneksel kaykaylardan çok daha büyük ve içerisinde şambrel diye adlandırılan şişirilebilir bir lastik bulunmaktadır. Yani bir bisiklet tekerleği yapısının aynısını kullanılmaktadır. Elektrikli kaykay kendini dengeleyen iki tekerli kişisel vasıta ya da hoverboard, şarj edilen akü ile çalışan ve güneş enerjisiyle beslenen bir araçtır. Cihaz pedallarının redüktörlü motorla senkron olduğu bir sistem ile çalışmaktadır. Elektrik enerjisi ve güneş enerjisinin aküyü şarj etmesi sonucu motorlara güç vermektedir. Sürücünün ayakları tarafından pedal vasıtasıyla elektrikli kaykay hareket etmektedir. İlk olarak cihaz Çin'de üretilmiştir, ancak 2015 yılında ABD'de popüler olmuştur. Burada elektrikli kaykaya inovasyon uygulayarak güneş enerjisi ve park sensörleri ilave edilmiş, güneş enerjisi paneli ile akü entegre edilmek sureti ile de güneş enerjisiyle çalışan tek kişilik kayak projesi gerçekleştirilmiştir. Güneş enerjisiyle çalışan tek kişilik ultrasonik sensörlü elektrikli kaykay projemizde dört adet tekerlek kullanılmıştır. Bu tekerleklerden iki tanesi motora, diğer iki tanesi ise denge ve kasislerde zorluk çekilmemesi için kaykayın ön ve arka tarafına bağımsız olarak monte edilmiştir. Redüktörlü motorlar, tahta platforma L şeklinde bir kasnak ile montajı yapılmıştır. Tekerlekler redüktörlü motora özel bir flanş tasarlanarak monte edilmiştir. Bu sayede yük redüktörlü motorun miline baskı uygulamayıp, motor milinin rahatlıkla dönmesini sağlamaktadır. Motorların herbiri 20 Volt ve 3 Amper akım çekmektedir. Maksimum yük binmesi durumunda en fazla 3,5 A akım çekmektedir. Akülerin her biri 12 V değerinde olup 7 A olmak üzere 2 adet kuru akü kullanılmıştır. Aküler seri bağlanarak 24 V - 7 A enerji elde etmemizi sağlamaktadır. Çalışmada

iki adet akü kullanılmasının sebebi aydınlatmalar ve sensörün 12 Volt ile çalışmasıdır. Bataryadaki enerji sürücü vasıtası ile motora gönderilmektedir. Sürücü kontrolündeki gaz pedalı aldığı konuma göre 7 Ampere kadar akımı motorlara gönderir. Yapılmak istenilen araç ilk olarak Solidworks programında bilgisayar ortamında tasarlanmıştır. Burada mekanik hareketi incelenmiş ve gerekli düzenlemeler yapılmıştır. Güneş enerjisiyle çalışan elektrikli kaykaya güneş enerjisi paneli ile aküye entegre edilmesidir. Tekerleklerin iki tarafında bulunan motoru çalıştırmak için gerekli enerjiyi akü vermektedir. Güneş enerjisi panellerinin aküyü doldurması yaklaşık olarak beş saate yakın sürer. Akü 7 A ve güneş paneli de saatte 1,11 Amper akım çekmektedir. Formülü ise şu şekilde gösterilmektedir;

$$\text{Akü(saat)} = (\text{Akü kapasitesi/Yük Akımı}) * 0,707 \quad (1)$$

Elektrikli kaykayın tasarım şeması Şekil 13’de verilmiştir.

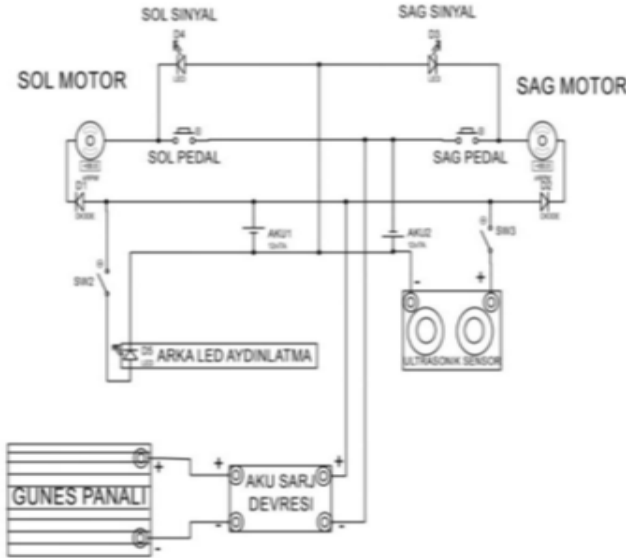


Figure 13. Güneş Enerjili Elektrikli Kaykay Devre Şeması

Soy vd (2014), yaptıkları çalışmada ATV (All Terrain Vehicle - Her zeminde gidebilen araç) gibi hafif araç motorlarına yönelik basınçlı hava ile çalışan bir pnömatik hareket mekanizması tasarlanmış ve bu mekanizmada kullanılan kompresörlerin enerji ihtiyacının da güneş panelleri ile sağlanabilme şartları değerlendirilmiştir. mekanizmanın hareket etmesi için gerekli olan enerjinin üretilmesi ve sistemin enerji gereksinimlerinin be-lirlemesi amacıyla fotovoltaik paneller ve aküler kullanılmıştır. Geliştirilen mekanizma

hareket ünitesi ve güç ünitesi olmak üzere iki ana üniteden oluşturulmuştur. Çalışmalarında izledikleri aşamaları Şekil 13’de gösterilmiştir.

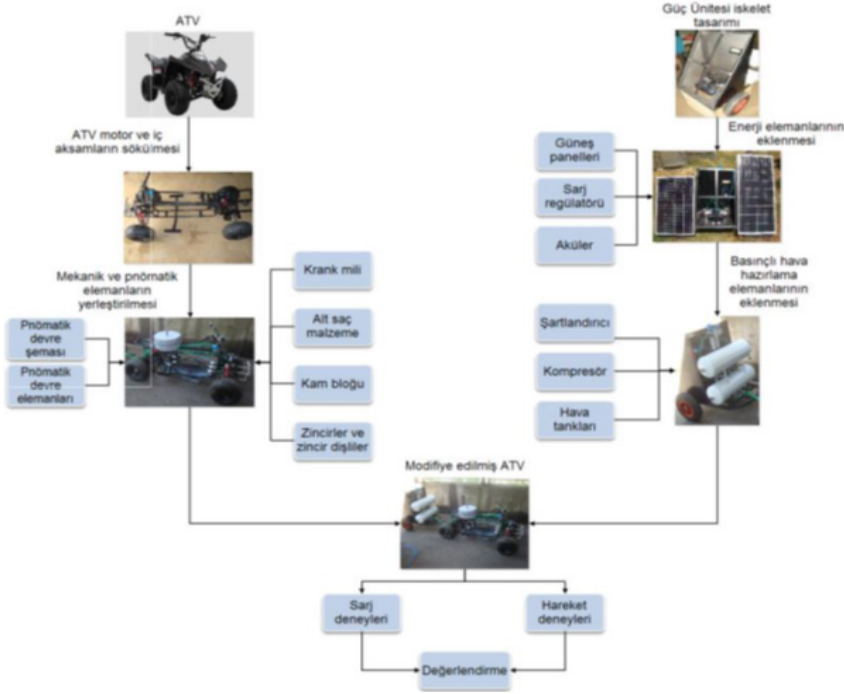


Figure 14. Güneş Enerjisi ile çalışan Pnömatik Sistem aşamaları

Mekanizmadaki hava tankı, şarjlandırıncı ve hava dolum sistemi için Festo firmasına ait devre elemanları ve paneller için de Chiner firmasına ait güneş panelleri kullanılmıştır. güneş panelleri, 1200x542x35 (90 Watt) ve 829x542x35 (60 Watt) boyutlarındadır. Güneş panelleri araçta bulunan üç adet 12 volt 6 amperlik akülerin şarj edilmesinde kullanılmıştır. Güç ünitesindeki güneş panellerinin yeri, güneşi 60 açı ile görebilecek şekilde tasarlanıp imal edilmiştir[14-17]. Güç ünitesinde kompresörleri çalıştırmak için kullanılan 3 adet akü 216 W (12 Volt x 18 Amper-Saat = 216 Watt) depolayabilir [16]. Fakat aracın tasarım kriterleri ve boyutları göz önünde bulundurularak bu değerlere en yakın 90 ve 60 W'lık paneller seçilmiştir. Güç ünitesinde kullanılan akülerin dolum süreleri, mevcut paneller kullanılarak 30 C sıcaklıktaki güneşli bir ortamda test edilmiştir. Deneyden elde edilen sonuçlar Şekil 15’de gösterilmiştir.

Güç	60 Watt	90 Watt	150 Watt
Akü Şarj Süresi (saat)	6	4	2.5

Figure 15. Farklı güçlerdeki güneş panellerinin akü şarj etme süreleri (saat)

En iyi sonuç 60 ve 90 Watt gücündeki iki adet güneş panelinin paralel bağlanmasıyla oluşan 150 Watt güneş panellerinden alınmıştır. Paneller aküleri 2.5 saatte şarj etmiştir ve şarj edilen aküler, 40 dakika boyunca kullanılmıştır. Çalışmada 2500 TL fiyata sahip bir ATV aracı kullanılmıştır. Mekanizmaya eklenen mekanik ve enerji elemanlarının da yaklaşık 7400 TL gibi bir maliyeti vardır.

Aday ve Ertekin(2018), tarafından Akdeniz Üniversitesi bünyesinde gerçekleştirdikleri çalışmada Güneş Enerjisi Destekli Manyetik Alan Takip Edebilen Sera İçi Taşıyıcı Araç Prototipinin tasarımını ele almışlardır. Çalışma ile amaç hasat edilen ürünün taşınmasında insan işgücünü azaltmak olup ayrıca fosil yakıt tüketimini azaltmak için yenilenebilir enerjinin kullanılması amaçlanmaktadır. Prototipi gerçekleştirilen araç üzerinde farklı görevlere sahip elektronik devre elemanları kullanılmıştır. Sesli ve görsel uyarı elemanları, mikrodenetleyici ve geliştirme kartı, mesafe sensörü, manyetik alan sensörü, bluetooth bağlantı kartı, motor sürücü kartı, DC motor ve tekerlekler ve devrelerde kullanılan entegreler bulunmaktadır. Aracın hareketini sağlayan tekerlerin hareket ettirilmesi için redüktörlü DC motorlar kullanılmıştır. Bu motorlarının gerilim beslemesinin sağlanması için 5-35V 30A çift motor sürücü kartı kullanılmıştır. 5 V DC'de max. 30 Amper, 150W'a kadar çıkış verebilen ve aynı anda iki adet DC motoru birbirinden bağımsız olarak kontrol edebilen bir motor sürücü kartıdır. Bu motor sürücü kartı sayesinde tekerlekler eş zamanlı olarak çalışırken farklı yönlerde dönebilir, tekerlerden birisi çalışırken diğeri durabilir veya tekerlerin dönüş hızları arasında istemli olarak hız farklılıkları oluşturulabilmektedir. Bu sürücü kartının seçilmesinin temel sebeplerinden birisi de güneş enerjisi ile şarj edilmiş akümülatörler ile çalışmaya uygun olmasıdır. Bu bataryalar, güneş enerji panelleri aracılığıyla şarj edilmiş akümülatörler üzerinden tekrar şarj edilebilecek şekilde seçilmiştir. Prototip araç, sera içerisinde kullanılabilir büyüklükte üretildiğinde bataryalar yerine direk olarak akümülatörler kullanılabilir. Aracın yenilenebilir enerji ile uyumlu olarak geliştirilmesi ile büyük boyutlarda üretildiğinde güneş enerji sistemleri tarafından doldurulan jel akümülatörlerin direk kullanımı büyük kolaylık sağlayacaktır[19].

Tercan (2021), tarafından yapılan çalışmada Sürdürülebilir Ulaşım İçin Güneş Enerjili Teknelerin Kullanılması ve Çevresel Etkilerini konu almıştır. Araştırmada, Türkiye’de ilk kez uygulaması yapılan ve iç hizmetleri için gerekli elektrik ihtiyacını güneş enerjisinden sağlayan bir tur teknesinin çevresel etkileri 2 şekilde incelenmiştir. İlk değerlendirme güneş enerjisi sisteminin simülasyon sonuçlarına göre yapılmıştır. Daha sonra tekne 1 yıllık işletme süresi sonuçlarına göre tekrar değerlendirilmiş ve %16 yakıt tasarrufu gerçekleştiği hesaplanmıştır. Avusturyalı bir şirket güneş enerjili birkaç model tekneyi piyasaya sürmüştür. Maksimum 3-4 kişilik olan bir modelde 800 W bir güverte üstü motor ve 5 kW’s bir kurşun asit akü bulunmaktadır. Bu teknedeki güneş panelleri yaklaşık olarak 4 m² kaplamakta, 0,4 kWp bir pik kapasitesi bulunmakta ve yaz döneminde günlük olarak 1,6 kW’s elektrik üretmektedir. Bu tekne 6,5 saat tam güçte 4,7 knot sürüş hızı ile çalışabilmekte ve 3 günde şarj edilmektedir. Bu şekilde bir tekne hafta sonu kullanımı için uygundur[21].

Çalışmada PV*SOL simülasyon programı kullanılarak Rumkale-Halfeti bölgesinin güneş enerjisi potansiyeli belirlenmiştir. Bölge, Gaziantep’e yakın olarak güneş enerjisi potansiyeli açısından çok avantajlı bir konuma sahip olduğu için yıllık ortalama gün ışığı süresi 2978 saat ve toplam güneş enerjisi potansiyeli 1586 kW’s/m²’dir . Gaziantep’in potansiyeli hakkındaki kabaca tahminlere göre 100 kWp’lik bir PV montajı yaklaşık olarak 166,100 kW’s güneş enerjisi elektriği üretebilmektedir [22]. Kurulan sistemin kriterleri simülasyon programında, sabit sistem, %14 sistem kaybı, %96 inverter verimliliği ve doğru akımdan alternatif akıma dönüştürülme katsayısı 1,2 olarak alınmıştır. Kurulan sistem teknenin üst güvertesine aynı zamanda gölgelik olacak şekilde monte edilmiştir. Üst güverte 25 m² alana sahiptir ve 15 adet 1641x990x40 ölçülerindeki PV paneli yerleştirilmiştir. Modüllerin ürün etkinliği %16.63’dür. Sistemdeki inverter 4400 W kapasiteye sahiptir ve 12 Voltluk ve 200 Ah’lık dört akü tekneye entegre edilmiştir. Teknedeki PV paneller 24V ve 200 Ah 2 adet akü bataryasını şarj etmekte ve bir inverter aracılığıyla teknedeki 220 V hat üzerindeki yukarıda belirtilen iç hizmet yüklerini beslemektedir. Yapılan analizlerde ve sistem simülasyonu, fotovoltaiik sistemden 200 kW’s/m²/yıl bir verim ve 150Wp/m² pik kapasitesinin (bir modül yaklaşık 1,70 m²) beklenebileceğini göstermiştir. Ancak, yaz ayları boyunca günlük maksimum verim 3,5 kW pik kapasitesi ile günlük 21 kW’s’i geçmeyecektir. Dolayısıyla, istenilen güneş enerjili teknenin tamamen elektrikli motorla çalıştırılması için yalnızca güneş enerjisi kullanıldığında hız çok düşük olacağını göstermiştir. Bu çalışmadaki yaklaşımla, tur teknelerindeki iç hizmet tüketimleri hesaplanmış ve fotovoltaiik sistemden üretilen enerji simüle edilerek enerji kazanımları

belirlenmiştir. Bunun yanı sıra, güneş enerjili tekneler ve bunların fosil yakıt kullanan rakipleri ile aralarındaki enerji kazanımları elde edilmiştir.

Çamcı ve Ülgen (2022), yapmış oldukları çalışmada Matlab/Simulink Modeli ile kanat üzeri fotovoltaik panel ile kaplanmış bir insansız hava aracında güneş ışınımından maksimum düzeyde yararlanabilmek için MPPT algoritması oluşturularak sistemin daha verimli çalışması sağlanmıştır. Bu çalışmada diğer uygulamalardan farklı bir enerji depolama sistemi olan süperkapasitör tercih edilmiştir. Çıkıştaki fırçasız DC motor beslenecek şekilde bir model tasarlanmış ve simülasyon sonuçları değerlendirilmiştir. Güneş enerjili hava araçlarında güneş pillerinden oluşan paneller uçak kanatları, gövde ve kuyruk gibi diğer yüzeylere yerleştirilir. Böylece, güneş enerjisi PV (fotovoltaik) etki ile elektrik enerjisine dönüştürülerek itki ve elektronik sistemlerin ihtiyaç duyduğu güç elde edilmiş olur. Güneş panelli uçaklarda genel olarak enerji yönetim sistemi Şekil 16’ de görüldüğü gibidir[23].

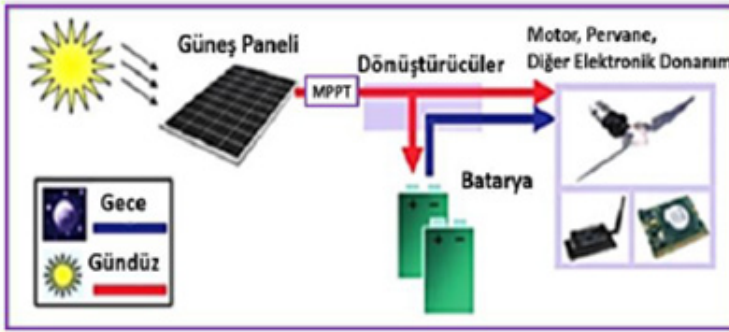


Figure 16. Güneş enerjili hava aracının enerji yönetim sistemi

Batarya öncesinde güneş panellerinden gelen enerjiden maksimum seviyede yararlanmak ve şarj kontrolü için MPPT (Maximum Power Point Tracking) sistemi kullanılmaktadır. Elde edilen elektrik enerjisinin hareket enerjisine dönüştürmek için de bir güç dönüştürücüsüne ihtiyaç duyulmaktadır[24]. Tasarlanan Hibrit enerjili İHA'nın temel uçuş fonksiyonunu sağlaması için kullanılacak DC Gerilim akış kontrol blok diyagramı Şekil 17’de görülmektedir. Bu kontrol sistemi ilk olarak birincil güç kaynağı olan PV sistem, İkincil güç kaynağı olan Süperkapasitör (Ultrakapasitör) ve Fırçasız DC motorun hız kontrol sistemi olarak üç ana gruptan oluşmaktadır [24]

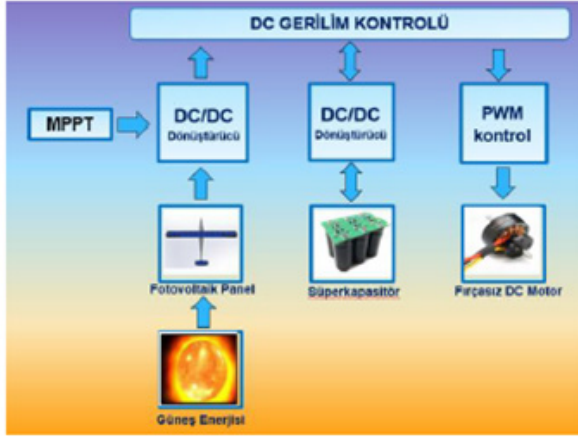


Figure 17. Tasarımın DC Gerilim kontrol blok diyagramı

Bir güneş gözesinin akım–gerilim (I-V) karakteristiği ve bu eğriden çıkarılabilecek güç tanımlamaları için yaygın olarak tek diyot (single exponent equation) modeli kullanılmaktadır. Bu modelin dayandığı eşdeğer devre prensip olarak Şekil 18’de verilmektedir. Eşdeğer devrede güneş paneli, ışığa göre değişen bir akım kaynağı gibi davranmaktadır. I-V ilişkisi ise aşağıdaki denklemde(1) verilmektedir.

$$I = I_{ph} - I_0 \left[\exp \left(\frac{q(V + I R_s)}{A k T} \right) - 1 \right] - V + I R_s / R_p \quad (1)$$

Bu denklemde,

I_{ph} : PV gözede oluşan akım,

I_0 : Ters sızıntı akımı,

q : Elektrik yükü ($1,602 \cdot 10^{-19}$ C),

V : PV gözenin çıkış gerilimi,

I : PV gözenin çıkış akımı,

R_s : Hücrenin iç direnci,

R_p : Paralel kaçak akım direnci,

A : Diyotun kalite faktörü,

k : Boltzman sabiti ($1,3806505 \cdot 10^{-23}$ J/K),

T : PV gözenin Kelvin cinsinden sıcaklığı temsil etmektedir.

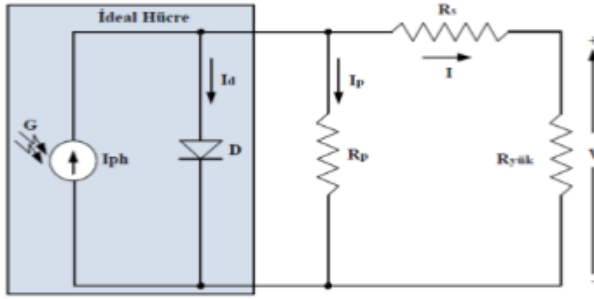


Figure 18. Tek diyotlu güneş gözesi eşdeğer devresi

Güneş enerji sistemlerinin daha verimli çalışmasını sağlayan tekniklere MPPT (Maximum Power Point Tracking-Maksimum güç noktası izleme) adı verilir. MPPT tekniği, güç üretiminin anlık değişebildiği güneş enerji sistemlerinde belirli aralıklarla üretilen gücün, maksimuma ulaştığı değeri takip ederek yüke aktaran elektronik cihazlardır. Güneş enerjili hava araçlarında en çok tercih edilen enerji depolama sistemleri Li-Po, Li-ion, LiS bataryalar ve yakıt hücreleridir. Li-ion bataryalar yaklaşık 200Wh/kg enerji yoğunluğu ile elektrikli kara ve hava araçları ve solar araç uygulamalar için çok tercih edilmektedir. Lityum polimer (Li-Po) bataryalar ise li-ion'a benzer ancak elektrolitleri polimerdir.

	Süperkapasitör	Elektrostatik Kapasitör	Batarya
Spesifik Güç (W/kg)	≈1000	>10.000	50-200
Enerji Yoğunluğu (Wh/kg)	1-10	<0,1	10-100
Şarj Süresi (s)	0,3-30	$10^{-6} - 10^{-3}$	1-5
Deşarj Süresi (s)	0,3-30	$10^{-6} - 10^{-3}$	0,3-3
Şarj/Deşarj Verimliliği	0,85-0,98	≈1	0,7-0,85
Döngü Sayısı	>100.000	>500.000	500-2000

Figure 19. Enerji depolama sistemlerinin karşılaştırılması

Bataryalar ile süperkapasitörler arasındaki temel farklılıklar Şekil 19'da özetlenmektedir. Görüldüğü gibi süperkapasitörler elektrolitik kapasitörlerden 10 kat daha fazla enerji yoğunluğuna sahipken, bataryalardan daha kısa şarj-deşarj süresi, daha yüksek güç yoğunluğu, yüksek şarj-deşarj verimliliği ve uzun çevrim ömrüne sahip olduğu görülmektedir.

Aleksic vd(2022), güneş teknolojisi uygulamalarında modern otomotiv endüstrisinin gelişimi konulu bir inceleme makalesi hazırlamıştır. Otomotiv endüstrisinin güneş enerjisi sistemleri kullanarak üretmiş olduğu araçların karşılaştırmalı analizine yer verilmiştir. İncelenen araçlardan ilki, Hollanda'daki Eindhoven Teknik Üniversitesi'nden öğrenci grubu olan Solar Team Eindhoven, Stella Era'yı tasarladı. Stella Era, güneş enerjisinin daha verimli kullanımıyla 1.800 km mesafe kat edebilen deneysel bir güneş arabasıdır. Şekil 20'de Ericsson'un Solar Smart park etme özelliğiyle donatılmış Stella Era en fazla güneş ışığı alan bir park yerine otonom olarak gitmektedir.



Figure 20. Stella Era – Enerji Değişimi

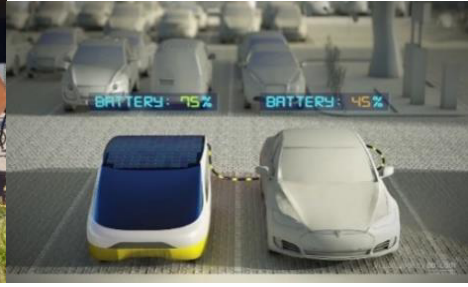


Figure 21. Stella Era

En önemli parçaları %98,5 verime ulaşan iki bağımsız motordur. Enerji alışverişi ancak güneş enerjisi toplam maksimuma çıkarıldığında mümkündür, Stella Lux, enerji pozitif bir aile otomobilidir. Yıl boyunca tükettiğinden daha fazla enerji üretir. Stella Lux son derece hafiftir. Bu özelliği sağlamak için karbon fiber ve alüminyum gibi malzemeler kullanılmıştır. Toplam 5,84 m2 alana sahip yüksek verimli bir güneş enerjisi dizisi (modülü) (1,5 kW) oluşturmak için toplam 381 monokristalin silikon hücre birleştirilmiştir. Küçük prizmalardan oluşan, yansıtıcı olmayan bir yüzey kullanılarak, hava bulutlu olduğunda bile güneş ışığının yakalanması en üst düzeye çıkarılır. Özel tasarımı pil paketi, toplam 15,2 kWh depolama kapasitesi sağlayan 1224 Lityum-İyon 3450 mAh pil hücresi içerir. 2017 yılında, bu araçların yapımına katılan öğrenciler, Lightyear One adı verilen aracın ticari olarak uygun bir versiyonunu yapmak için kendi start-up şirketlerini kurdular.

Lightyear One, Times dergisinin 2019 yılının en iyi 100 icatından biri olarak açıkladığı bir araç. Hollandalı güneş enerjili araba şirketi Lightyear, aracının gövdesini aynı zamanda olabildiğince aerodinamik olacak şekilde tasarladı. Lightyear One, Şekil 22'de görüldüğü üzere dört tekerlekten çekişli, dört kapılı ve nispeten küçük bir bataryayla 725 km'lik olağanüstü bir menzil sunan hafif bir otomobildir.



Figure 22. Lightyear One

Arabanın gövdesine yerleştirilmiş yaklaşık 1000 ayrı fotovoltaik hücre var. Çatı ve kapak birlikte, emniyetli camdan yapılmış 5 m²'lik çarpıcı entegre güneş pilleri sunuyor; o kadar güçlü ki bir yetişkinin üzerlerinde eziklere neden olmadan yürüebilmesini sağlıyor. Dünya çapında mevcut elektrik prizleri sayesinde Lightyear One, herhangi bir yerde gece boyunca (12 saat) 440 km menzil ile şarj edilebilir. Lightyear Platformu alüminyum ve karbon fiberin bir kombinasyonunu kullanıyor. Mimarının avantajlarından biri de arabanın ön kısmında motorun bulunmamasıdır. Lightyear One'da ihtiyaç duyulan yerde ve zamanda güç sağlayan dört adet tekerlek içi motor bulunur.

Sono Motors, 2016 yılında kurulmuş yeni ve yenilikçi bir otomobil üreticisidir ve fosil yakıtlara bağımlı olmayan sürdürülebilir mobilite vizyonuna sahiptir. Sono Motors, Şekil 23'entegre güneş pillerine sahip, kendi kendini şarj eden gelişmiş bir elektrikli araba geliştirildi.



Figure 23. SionSono

Aracın tavanı, yan tavan kapağı, çamurlukları ve arkası entegre güneş pilleri içerir. Araçta 35 kWh kapasiteli, su soğutmalı lityum iyon akü bulunuyor. Pil kapasitesi 255 km menzil için yeterlidir. Bu araba, üç fazlı 120 kW senkron motora sahip tek vitesli bir şanzımana sahiptir. ion, Avrupa'daki hemen hemen her şarj istasyonunda üç farklı şarj modundan herhangi biri kullanılarak şarj edilebilir: Schuko (13 saat), Tip 2 (3,2 saat) ve CCS (hızlı şarj istasyonu 40 dakika).

Tesla, otomobillerinde güneş teknolojisinin herhangi bir uygulaması yapılmadı. Elon Musk başlangıçta güneş panellerinin doğrudan arabalara

uygulanmasını reddetti. Ancak Kasım 2019’da Musk, yeni Tesla Cybertruck’un şirketin menzili genişletme seçeneği olarak güneş panelleri sunan ilk otomobili olacağını duyurdu. Tesla Cybertruck yakında çıkacak tamamen elektrikli bir hafif ticari araç. Modele bağlı olarak 400 ila 800 km menzilli ve 0-60 mph (0-97 km/h) hızlanma hızı 6,5 ila 2,9 saniye olan 3 model mevcut olacaktır. Tesla bu modelini 30 Kasım 2023 tarihinde çıkaracağını duyurdu.

Stella Era, Lightyear One ve Sion modellerinin karşılaştırması

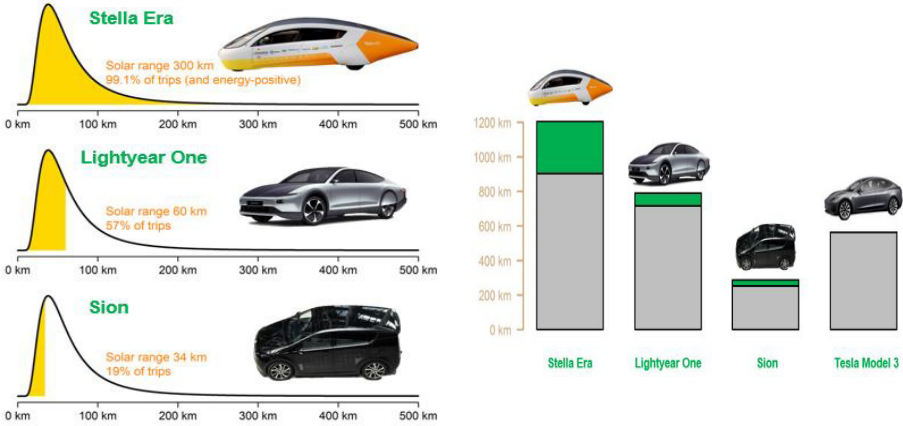


Figure 24. Stella Era, Lightyear One ve Sion Modellerin karşılaştırması

Hamedi vd (2023), Çevre dostu ulaşım için güneş arabalarının tasarımı konulu araştırma yapmışlardır. Güneş enerjisiyle çalışan bir otomobilin elektrik sistemlerinin tasarımı ve geliştirilmesi, güç aktarma organları, alçak gerilim sistemleri, akü yönetimi ve kontrol modülleri ve grafik kullanıcı arayüzü (GUI) dahil olmak üzere çeşitli hususları kapsamaktadır. Prohelion kontrol modülü ve Elmar MPPT ile birleştirilen güç aktarma sistemi tasarımı, güneş paneli ve akü izolasyonu, acil durdurma özellikleri ve verimli enerji dağıtımı gibi temel işlevleri sağlamıştır. Alçak gerilim sistemleri için güç tüketimi, bileşen seçimi, sürücü arayüzü gibi faktörler dikkate alınarak kapsamlı bir düzen geliştirilmiştir. Aydınlatma sistemleri için LED ampullerin kullanılması ve erişilebilir düğmelerin direksiyon simidine entegrasyonu, verimliliğe, basitliğe ve kullanıcı dostu olmaya odaklanıldığını gösterdi. Akü yönetim sistemi (BMS), akü performansının izlenmesinde ve korunmasında önemli bir rol oynadı. CMU ve CAN iletişimi, araç içinde etkili kontrol ve veri aktarımını kolaylaştırarak gerçek zamanlı izleme ve arıza tespitine olanak tanır. GUI, sürücü deneyiminin geliştirilmesinde ve önemli bilgilerin gerçek zamanlı olarak sağlanmasında çok önemli bir rol oynamaktadır. Bu arayüz hız, akü voltajı ve şarj durumu

gibi hayati bilgileri görüntüleyerek sürücünün yarışlar veya günlük kullanım sırasında otomobilin performansını izlemesine olanak tanımaktadır.

MATERYALLER

Güneş arabaları incelendiğinde 6 ana bölümden oluştuğuna ilk başlıkta yer vermiştik. Bu bölümleri açıklayacak olursa;

a. Güneş Panelleri

Güneş paneli, dünyada ilk fotovoltaiik bir etkinin saptanması ile 1839 yılında Fransız fizikçi olan Alexandre Edmond Becquerel bulmuştur. Becquerel, yaptığı çalışmaları platin tabakalar üstünde denediği sırada bu etkiyi keşfetmiştir[27]. Güneş paneli, güneş enerjisi sistemi ve yenilenebilir enerji kaynakları adına çok önemlidir. Silikon hücrelerinden dolayı üstüne düşen güneş ışınlarını doğrudan bir elektrik enerjisine çevirir. Yenilenebilir enerji kaynaklarından önemli olan Güneş'in verdiği ışığı ve ısıyı elektrik enerjisine çevirerek bütün yaşam yerlerinde ve ihtiyaç alanlarında kullanılabilir.

Güneş panelinin birçok çeşidi bulunmaktadır. Bu çeşitler aşağıdaki şekildeki gibi verilmiştir:

- Monokristal güneş paneli
- İnce film güneş paneli
- Esnek güneş paneli
- Polikristal güneş panel
- Saydam güneş paneli

b. Piller

Lityum Güneş pili depolama Lityum demir fosfat piller, güneş enerjisi sistemleri için mükemmel bir seçimdir. Mükemmel derin deşarj yeteneklerine sahiptirler. Aslında, %100'den fazla verimliliği korurken bunları %98 deşarj derinliğine (DoD) kadar boşaltabilirsiniz.. Kurşun asit bataryalar arabalardaki akülerle hemen hemen aynı teknoloji kullanmaktadır. Yıllardır piyasada ve şebekeden bağımsız güç seçenekleri için ev içi enerji depolama sistemleri olarak yaygın olarak kullanılmaktadır.

c. Motorlar

Elektrikli araçlarda genellikle fırçasız DC motorlar (BLDC) veya asenkron AC motorlar (indüksiyon motorları) kullanılır. Her iki motor tipinin de avantajları ve dezavantajları vardır. Hangi motor tipinin tercih edileceği, aracın tasarımına, maliyetine ve performans gereksinimlerine bağlıdır. Fırçasız DC motorlar, daha yüksek enerji verimliliği ve sessiz çalışma avantajları nedeniyle

bazı elektrikli araçlarda tercih edilirken, asenkron AC motorlar, düşük maliyet ve sağlamlık nedeniyle diğer araçlarda kullanılabilir. Günümüzde, Tesla gibi bazı otomobil üreticileri asenkron AC motorları kullanırken, diğerleri fırçasız DC motorları tercih etmektedir.

d. Motor Kontrol Ünitesi(ECU)

Motor kontrol ünitesi (Engine Control Unit / ECU) ya da sıkça kullanılan diğer adıyla motor kontrol modülü (Engine Control Module / ECM), optimum motor performansını sağlamak için içten yanmalı bir motordaki bir dizi aktüatörü kontrol eden bir tür elektronik kontrol ünitesidir. Temel amacı motor fonksiyonlarını yönetmek, performansı iyileştirmek ve sürekli kontrol altında tutmaktır[28]. ECU'lar, motordaki sensörlerden bilgiyi alır ve bu bilgiyi, motoru oluşturan bileşenleri kontrol etmekte kullanır. Değişken supap zamanlamalarının ve turboşarj emniyet supabının elektronik olarak kontrolü, buna örnektir. Ayrıca ECU, şanzıman kontrol üniteleri ile iletişim kurabilir veya elektronik olarak kontrol edilen otomatik şanzımanlar, çekiş kontrol sistemleri ve benzerleri için doğrudan bir arayüz görevi görebilir. Bu sistemler arasındaki iletişimi sağlamak için genellikle CAN bus iç iletişim ağı teknolojisi kullanılır.

e. Direksiyon ve Süspansiyonlar

Güneş arabası yürüten aksamı tasarımı sırasında taşıt tekniği ile ilgili kriterlerden uyarlanabilirlik, üretim kolaylığı, stabilite, enerji verimliliği gibi konulara ağırlık verilmiştir. Ön askı sisteminde kamber, kaster, king-pin ve toe açıları, yuvarlanma dairesi yarıçapı, kaster mesafesi, ve akslara ait yalpa merkezi yükseklikleri detaylıca incelenmiştir. Kamber ve toe açıları genellikle güneş arabalarında sıfır dereceye yakın yapılır. Enerji bütçesi ile ilgili sebeplerle, tekerleklerin yere tam dik basması ve taşıt uzunlamasına eksenine paralel kalmaları istenir. Özgün direksiyon kutusunun tasarımında ana kriter çevrim oranının seçimidir. Bunun dışında konstrüktif detaylar olarak, malzeme seçimi, yağlama ve sızdırmazlık gibi konulara çözümler getirilmesi gerekmiştir. Ayrıca klasik literatürde yer alan diş mukavemeti için gerekli hesaplar yapılarak diş modülü hesaplanmıştır. Bu hesaplardan aracın kurallarda istenilen dönüş yarıçaplarında dönebilmesi için gerekli teker dönüş açıları hesaplanmış ve bu açı için gerekli olan direksiyon simit sapması bulunarak pinyon dişlisinde olması gereken diş sayısı tespit edilmiştir.

f. Lastik ve Göbekler

Tekerlek, göbek, jant ve lastikten oluşur. Tekerleklerde havalı lastiklerin kullanılması zorunludur. Lastiklerin herhangi bir yöntemle ısıtılması ya da kimyasal işleme tabi tutulması yasaktır. Aracın dışına taşmamak koşuluyla

tekerleklerin jant boyutları ve yapıldıkları malzeme serbesttir. Araç 3 veya 4 tekerlekli olarak dizayn edilebilir. Lastik çapı konusunda bir sınırlama yoktur. Üç tekerlek kullanılması halinde lastiklerin eni en az 2,5 inc ya da 62 mm, dört tekerlek kullanılması halinde ise lastiklerin eni en az 45 mm olmalıdır.

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Geçmiş çalışmalar dikkate alındığında elde ettiğimiz veriler ve çalışmalar ışığında elektrik panel ile çalışan bir araç tasarımı çalışması yapılmıştır. Aracımızın toplam panel gücü 1350 W olarak tasarlandı. %22,5 verimli 6 m2 güneş paneli kullanıldı. Panellerden tam verim alınabilmesi maksadıyla MTTP devreleri kullanıldı. Güneş enerjisinden alınan güç MTTP vasıtasıyla batarya sarj ünitelerine aktarılmaktadır. Geçmiş çalışmalarda Li-Ion pilden oluşan Proheliion pil paketi kullanılmıştır. Bizim tasarımımızda alternatif olarak süperkapasitör bataryaların kullanımına yer verilmesi planlanmıştır. Motor olarak kalıcı mıknatıslı fırçasız DC HUB motor uygun görüldü. Araç içi far, korna, sinyal sistemi ve GUI'nin çalışması için Alçak gerilim devresi tasarımı yapılmıştır. 4 tekerli tasarlanan aracımızın araç içi veri iletişimi için CANBUS kullanılmıştır. Aracımızın tasarım yapısı Şekil 25'de gösterilmiştir. Tasarım modelimizin tüm açıklamaları aşağıdaki mütakip maddelerde detaylı olarak açıklanmıştır.

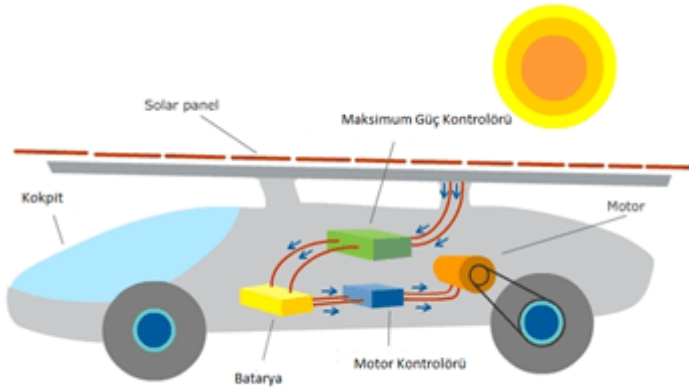


Figure 25. Önerdiğimiz arsaç Tasarımı Modeli

a. Şase ve Araç Tasarımı

Aracımızın şasesi hafif olması açısından alüminyum şaseden tasarlanacaktır. Şasi tasarımında aracın mümkün olduğu kadar hafif ve güvenli olması önşarttır. Rüzgar direncinin düşürülmesi için hava akımını izleyen hatlar seçilmiş HAD yazılımları ile çeşitli aerodinamik analizler yapılacaktır. Şase gerilim

hesaplamaları mühendislik hesaplama yazılımları vasıtasıyla yapılmıştır (Şekil 26). Aracımızın yüzey kaplaması için polikarbon malzeme kullanılmıştır.

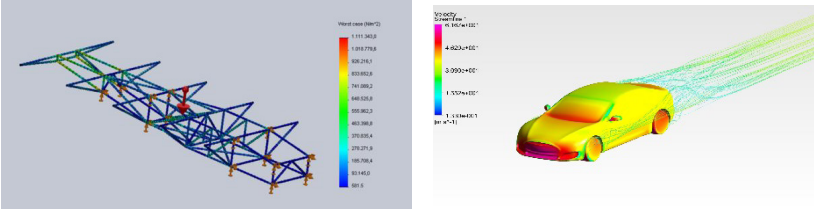


Figure 26. Şasi Gerilim ve Aerodinamik Analiz

Aracımız 4 tekerden oluşmaktadır lastik eni 50 mm olarak planlanmıştır.

b. Sürücü Arayüzünün Tasarımı

Sürücü arayüzünün ana gereksinimlerini oluşturmak için sistemi daha küçük, daha yönetilebilir alt sistemlere ayırarak sistematik bir yaklaşım kullanılmalıdır. Veri transferi alt sistemi bilgilerin araç genelinde verimli bir şekilde aktarılmasına odaklanarak sürücünün karar verme amacıyla kritik verileri almasını sağlar. Veri Ekranı, sürücü arayüzü ilgili ve gerekli bilgileri sürücüye açık ve kolay anlaşılır bir şekilde sunmalıdır. Araç Kontrolü ise sürücü arayüzü, araç ışıklarını, kornayı ve diğer düşük voltajlı çevre birimlerini çalıştırmak için gerekli kontrolleri sağlamalıdır. Bu alt sistem, sürücünün bu işlevleri kontrol etmek için kolay erişime sahip olmasını sağlar. Arayüz tasarım ekibi, bu sürücü arayüzü gereksinimlerini ele alarak, rekabet düzenlemelerine bağlı kalarak genel sürüş deneyimini geliştiren, kullanıcı dostu, sezgisel bir arayüz oluşturmayı hedefler.

c. Güç Aktarma Birimleri

Elektrik motoru, güneş enerjili arabadaki güç aktarım sisteminin kritik bir bileşenidir; güç, verimlilik ve rekabet düzenlemelerine uygunluk sağlar. Motorun tasarımı, gelişmiş araç performansı ve menzili için ağırlık azaltma stratejileri dikkate alınarak optimum performans ve enerji verimliliğine odaklanıyor. Çalışmada kalıcı mıknatıslı fırçasız DC HUB motor kullanılmıştır.

Maximum Power Point Tracker (MPPT), güneş panellerinden maksimum gücü çekerek ve farklı ışık koşullarında şarj sürecini düzenleyerek güneş enerjisinin verimli bir şekilde kullanılmasını kolaylaştıran nihai çözümümüzün temel bileşeni olarak Prohelion Kontrol Modülünü ve Elmar MPPT'yi seçildi. Akü tam kapasiteye ulaştığında MPPT'nin şarjı durdurmasının sağlanacaktır.

Güneş panelleri, güneş ışığından yararlanmada ve güneş arabasının elektrikli aktarma organlarına güç sağlamada çok önemli bir rol oynarlar. Güneş

ışığının yoğun olduğu saatlerde elektrik üretmekten ve güneş ışığı olmadığında kullanılmak üzere enerjiyi pil takımında depolamaktan sorumludurlar. Şekil 27’de Solar panelin yapısı gösterilmiştir.

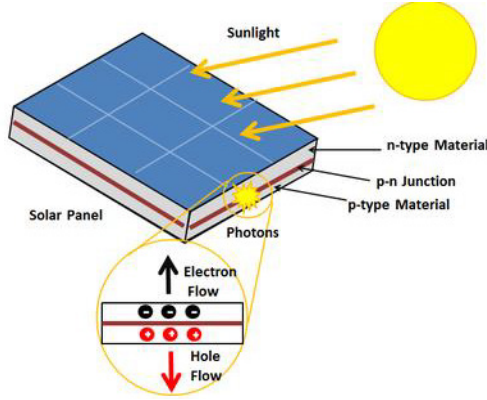


Figure 27. Solar panel

Projede yüksek verimliliği, dayanıklılığı ve güneş ışığını elektriğe dönüştürmedeki mükemmel performansı ile bilinen monokristal silikon güneş pili SunPower C60 güneş pili kullanılacaktır. Güneş panelleri, güneş ışığına maruz kalmayı en üst düzeye çıkarmak ve enerji üretimini optimize etmek için otomobilin yüzeyine stratejik olarak konumlandırılacaktır.

Batarya paketi, pil takımı dört ana unsurdan oluşur[26]: pil modülü, CMU, kontrol modülü ve BMU, Şekil 28’de Paket için pillerin seçimi, pil için en uygun performansı ve menzili sağlamak amacıyla enerji yoğunluğu, ağırlık ve verimlilik gibi faktörlerin dikkate alınmasını içerir.

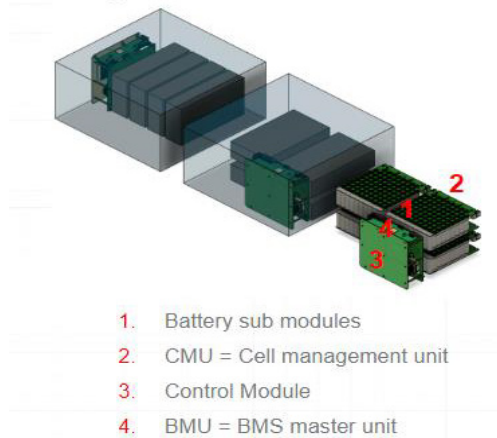


Figure 28. Batarya Paketi

Güneş arabalarının sürdürülebilir ve güvenilir bir çalışma elde etmek için güneş panelleri ve piller arasında verimli enerji depolama ve yönetimi şarttır. Bu projede 29S14P konfigürasyonunda bağlanan 18650 Li-Ion pilden oluşan Prohelion pil paketini kullanılacaktır. Pil takımları aracın önüne yerleştirilecektir. Pil takımının güneş enerjisi arabasının önüne yerleştirilmesi, pillerin etrafında gelişmiş hava akışı ve havalandırma dahil olmak üzere çeşitli avantajlar sağladı ve bu da aşırı ısınmanın önlenmesine yardımcı olacaktır. Pil takımının ön taraftaki konumu aracın ağırlık dağılımını etkileyerek yol tutuşunu ve stabilite davranışını potansiyel olarak etkiledi. Bu sorunu çözmek için tahrik sistemi arkaya konumlandırılarak dengeli bir ağırlık dağılımı sağlanacaktır. Batarya paketlerinin sarj süresi Denklem 2’de gösterilmiştir.

$$\text{Akü(saat)} = (\text{Akü kapasitesi/Yük Akımı}) * 0,707 \quad (2)$$

d. Alçak Gerilim Sistemi

Alçak gerilim sistemi için konsept oluşturma aşamasında, Şekil 29’da gösterildiği gibi sürücü arayüz sistemi için bir başlangıç düzeni geliştirildi. Seçtiğimiz konseptin yanı sıra iki alternatif seçeneği de araştırdık. Birincisi, düşük voltajlı çevre birimlerini kontrol etmek için röleleri veya Arduino’yu kullanmayı içeriyordu; ikincisi ise fana ve kornaya güç sağlamak için ana pil yerine ek pili kullandı. Seçtiğimiz tasarım mimarisinde, alçak gerilim sisteminin tüm bileşenleri ana aküden beslenecek ve direksiyon simidindeki kolay erişilebilen düğmeler aracılığıyla doğrudan sürücü tarafından kontrol edilecek. Ek akü, akü arızası durumunda ve aracın çalıştırılması sırasında araç elektroniği için yedek güç kaynağı görevi görür. Bu tasarımı basitliği, maliyet etkinliği ve minimum uygulanabilir ürün olarak uygunluğu nedeniyle seçilmiştir.

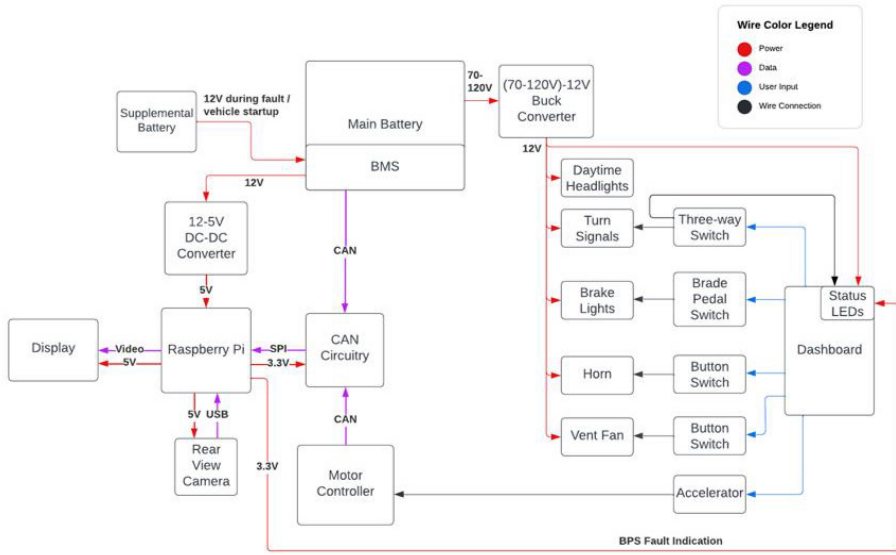


Figure 29. Sürücü Arayüzü için Yüksek Seviye Diyagram

Birincil hedefimiz motora giden gücü en üst düzeye çıkarmak olduğundan, alçak gerilim elektroniklerinin güç gereksinimlerini hesaplamak önemlidir (Şekil 30).

Part	Power draw	Efficiency
LED 1157 (x11)	6-33W	
Motor Controller	0-50W (19.2W nominal)	~98% efficient
MPPT	~0-50W	99.5% efficient MAX
Raspberry Pi	2.85W (idle)	
Driver Display	2.4W	
USB webcam (Logitech)	2.5W	
main battery DC-DC converter	1.9-7.1W	~91%
12-5V DC-DC converter	1.2W	~85%
	MAX (W): 118.25	
	AVG (W): 77.15	
Motor	0-2.5kW (Depending on load)	
	TOTAL (W): 960	
	MIN. MOTOR (W): 841.75	
	AVG. MOTOR (W): 882.85	

Figure 30. Alçak Gerilim Sisteminin Güç Tüketimi

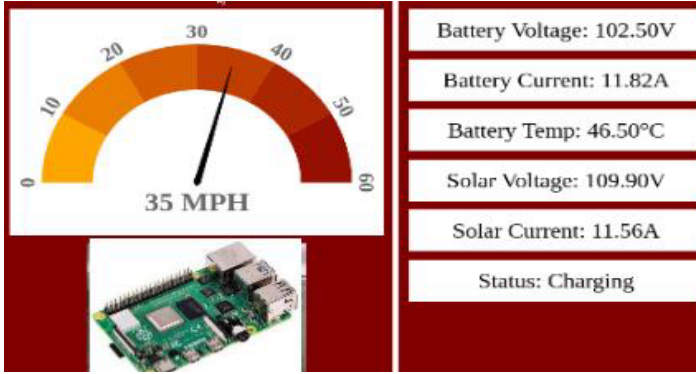


Figure 32. Mevcut grafik sürücü arayüzü[24]

CAN Devresi, araç içinde veri aktarımının sağlanmasında çok önemli bir rol oynar. CAN Circuit , CAN (Denetleyici Alan Ağı) iletişim protokolünün uygulanmasında yer alan donanım bileşenlerini ve devreleri ifade eder. Verilerin CAN veriyolu üzerinden iletilmesini ve alınmasını sağlayan alıcı-vericiler, kontrolörler ve kablolama gibi unsurları içerir.

Ana akü yönetim sistemi (BMS), güneş enerjili arabadaki ana akü paketinin izlenmesinden ve yönetilmesinden sorumludur. Gerilim, akım, sıcaklık, şarj durumu gibi parametreleri izleyerek akünün güvenli ve verimli çalışmasını sağlar. Hücreleri dengeler, aşırı şarja veya aşırı deşarja karşı korur ve pil takımındaki herhangi bir arızayı veya anormalliği tespit edip yanıt verir. Prohelion BMS, onu güneş arabasına uygun hale getiren çeşitli özelliklere sahiptir. BMS, otomotiv uygulamalarında veri iletimi için yaygın olarak kullanılan ve güvenilir bir protokol olan CAN veri yolu üzerinden iletişimi destekler. Bu, hem akülerle hem de aracın sistemleriyle kusursuz entegrasyona olanak tanır. BMS, geri beslemeli üç adet 12V, 3A kontaktör sürücüsü içerir. Kontaktörler, akü paketini bağlamak ve bağlantısını kesmek gibi yüksek akım anahtarlaması için kullanılır. İzolasyon Derecesi: BMS'nin 1kV DC izolasyon derecesi vardır; bu, güvenlik amacıyla akü paketi ile diğer araç bileşenleri arasında yeterli izolasyon sağladığını gösterir. 195 x 55 x 30 mm boyutları ve 150 gramlık kütlesiyle, alan ve ağırlık hususlarının önemli olduğu bir güneş enerjili arabaya entegrasyon açısından avantajlı olabilir. BMS iki bileşenden oluşur: pil paketindeki tek tek hücreleri ölçen ve kontrol eden çoklu Hücre Yönetim Birimleri (CMU); ve CMU'lar ile araç arasında arayüz oluşturan tek bir BMS Ana Ünitesi (BMU).

e. Güç Aktarma Organı

Güneş enerjisiyle çalışan araba projesine yönelik güç aktarma sistemi çözümü, Prohelion kontrol modülünün (BMU) ve Elmar MPPT'nin kullanımını içerir (Şekil 33). Kontrol modülü, güneş panelini ve pili motordan yalıtılmak, acil durdurmayı etkinleştirmek gibi işlevler sağlar. Aşırı akım olması durumunda güvenli çalışmanın sağlanması. Öte yandan MPPT, maksimum akımı 12A ile sınırlandırır, akü yerine güneş panelinden enerji dağıtımına öncelik verir ve CAN veri yolu üzerinden devre dışı bırakarak aşırı şarjı önler. 1sa devre durumunda devreyi kesecek ve koruma sağlayacak şekilde ana bara üzerinde 100A akım değerinde hızlı etkili sigortalar kullanılmıştır. Alçak gerilim sistemlerinde DC-DC Dönüştürücünün alt akım sigortası bulunmamaktadır.

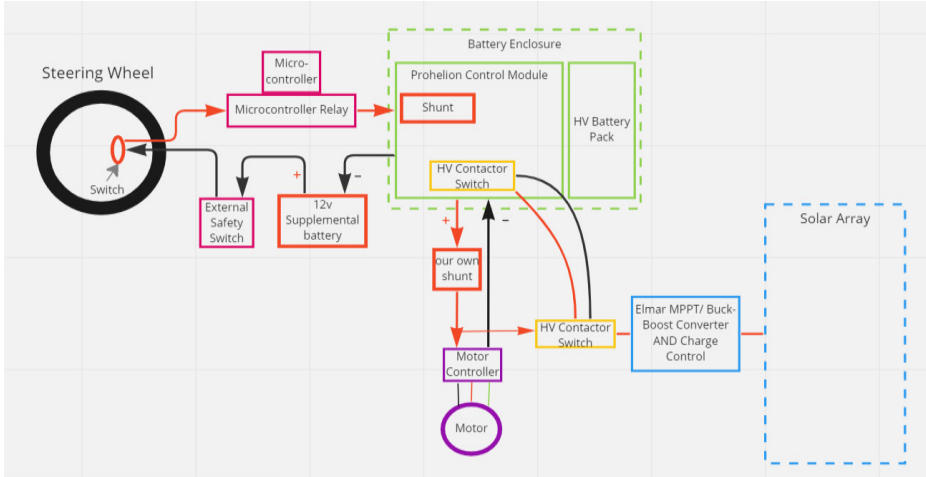


Figure 33. Yüksek seviye güç aktarım Diyagramı

Sonuç olarak, güneş enerjisiyle çalışan bir otomobilin elektrik sistemlerinin tasarımı ve geliştirilmesi, güç aktarma organları, alçak gerilim sistemleri, akü yönetimi ve kontrol modülleri ve grafik kullanıcı arayüzü (GUI) dahil olmak üzere çeşitli hususları kapsamaktadır. Bununla birlikte daha fazla iyileştirme ve optimizasyon için hâlâ fırsatlar bulunmaktadır. Bu proje, güneş enerjisiyle çalışan arabaların sürdürülebilir bir ulaşım çözümü olarak fizibilitesini ve potansiyelini ortaya koyuldu. Fotovoltaik pillerin verim düzeyleri ve bataryaların enerji kapasiteleri taşıtların bağımsız seyir mesafesini birinci dereceden etkilediği görüldü. Ancak Türkiye'deki kış koşullarında akülerin işlevselliğinin test edilmesi gerekmektedir. Bazı aküler aşırı soğuk zamanlarda çalışmaz elektrikli akü için en ciddi çözüm yapılacak ultra kapasitörlerdir. Bu kapasitörler çok

ciddi bir biçimde akü ömrünü ve alınacak mesafeyi artıracaktır. Lion bataryalar yerine süperkapasitörler kullanılmasının şarj ve deşarj süresi ve ömür açısından gelecek teknolojiler açısından çok önemli olduğu değerlendirilmektedir. Fakat süperkapasitör bataryaların boyutsal ve maliyet büyüklüğü henüz araçlarda kullanılacak seviyeye gelmemiştir. Güneş panellerinin hareketli nesnelereki verimlerini arttırmaya yönelik çalışmalar devam ettiği sürece gelecek yıllarda PV panellerin bu tür araçlarda kullanılabilirliğini arttıracaktır. Son yıllarda artan maliyetler gözönüne alındığında araç tasarımında kullanılan paneller, elektronik ürünler ve batarya ciddi maliyet unsuru olarak ortaya çıkmaktadır.

KAYNAKLAR

- [1] Wang, Wen-Lan & Bai, Xiong-Huai. (2021). Design of solar light tracking system Research on energy autonomy system design of outdoor patrol car based on solar energy. *Journal of Physics: Conference Series*. 2076. 012016. 10.1088/1742-6596/2076/1/012016.
- [2] Babalola, P.; Atiba, O. Solar powered cars—A review. *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.* 2021, 1107, 012058.
- [3] Jaffery, Syed & Khan, Mushtaq & Ali, Liaqat & Khan, Hassan & Mufti, Riaz & Khan, Ashfaq & Khan, Nawar & Jaffery, Syed. (2014). The potential of solar powered transportation and the case for solar powered railway in Pakistan. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 39. 270–276. 10.1016/j.rser.2014.07.025.
- [4] “Solar Powered RC CAR” konulu tez çalışması UNIVERCITY OF MUMBAI,2021
- [5] Bilecik İli için Güneş Enerji Santrali Maliyet Analizi - Scientific Figure on ResearchGate. Available from: https://www.researchgate.net/figure/Solar-Energy-Map-of-Turkey-26_fig3_337307247 [accessed 12 Nov, 2023]
- [6] Gupta, A. K., Sharma, S., Abhinav, S. Y., & Saharyar, M. Today’s Need & Importance Role of Solar based Automobile System.
- [7] Betancur, E.; Osorio-Gómez, G.; Rivera, J.C. (2017)Heuristic Optimization for the Energy Management and Race Strategy of a Solar Car. *Sustainability*, 9, 1576. <https://doi.org/10.3390/su9101576>
- [8] Kaşkaş,A.,(2010).Güneş Enerjili Araç Projesi, Ankara Üniversitesi BAP Projesi, 09A4240001
- [9] Ahmet KOÇ,Mehmet Esad AKSAL. (2012). Güneş Enerjisinin Taşıtlarda Kullanımı ve Kırıkkale Üniversitesi Güneş Enerjili Araç Projesi Örneği (Vol. 4, pp. 15–20). Vol. 4, pp. 15–20. *Uluslararası Mühendislik Araştırma ve Geliştirme Dergisi*.
- [10] Güder, Fatmanur & Kahilogullari, Ahmet. (2015). “Güneş Enerjili Tramvay Uygulaması”, *Enerji Fiyatlarının Sanayi Üretimi Üzerine Etkisi Türkiye Örneği*. s.171
- [11] Topçu, M., Çakmak, U., Uğurlu, B., Can, F., & Atabay, O. DÖRT TEKERLEKLİ GÜNEŞ ENERJİLİ ELEKTRİKLİ TAŞITLAR İÇİN GÖVDE, TAHRİK SİSTEMİ VE YÜRÜYEN AKSAM TASARIMI.
- [12] Tuncalp, B. & Yalçın Arda, Ajda & Alaybeyoğlu, Altan & Balı, Fatih & Aksu, Berat. (2017). Güneş Enerjisiyle Çalışan Elektrikli Kaykay Geliştirilmesi.
- [13] Gürkan, S. O. Y., Samtaş, G., & Korucu, S. A. L. İ. H. (2014). Güneş panelleri ile desteklenmiş pnömomatik hareket mekanizması tasarımı ve incelenmesi. *Politeknik Dergisi*, 17(3), 135-142.
- [14] H. Terzioğlu, F. A. Kazan, and M. Selek, “The Designing of an Educational Solar Panel That Can Be Controlled in Different Ways,” in *Information Science and Control Engineering (ICISCE)*, 2015 2nd International Conference on, Shanghai, China, 24-26 April 2015 2015, pp. 960-964, doi: 10.1109/ICISCE.2015.217.
- [15] H. Terzioğlu, F. A. Kazan, and M. Arslan, “A New Approach to the Installation of Solar Panels,” in *Information Science and Control Engineering (ICISCE)*, 2015 2nd International Conference on, Shanghai, China, 24-26 April 2015 2015, pp. 573-577, doi: 10.1109/ICISCE.2015.133.
- [16] K., Ku, K.K., Bradbeer, R., Static model of the shadow muscle under pneumatic testing, Department of Electric Engineering, City University of Hong Kong. Project number: U 1146/04E.

- [17] Kaçan, E., Ülgen, K., (2012). “Güneş Enerjisi Toplayıcılarında Eğitim ve Yönlendirmenin Yararlanabilirliğe Etkisi”, Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 27(4):837-846
- [18] Şenpınar, A., (2018). “Güneş Açılarına Bağlı Olarak Optimum Sabit Güneş Paneli Açısının Hesaplanması”, Doğu Anadolu Bölgesi Araştırmaları Dergisi (DAUM), 4(2):36-41(2006).
- [19] Beran, A. D. A. Y., & ERTEKİN, C. Güneş Enerjisi Destekli Manyetik Alan Takip Edebilen Sera İçi Taşıyıcı Araç Prototipinin Oluşturulması. Tarım Makinaları Bilimi Dergisi, 14(3), 171-177.
- [20] TERCAN, Ş. (2021). Sürdürülebilir Ulaşım İçin Güneş Enerjili Teknelerin Kullanılması ve Çevresel Etkileri. Fırat Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 33(1), 223-232.
- [21] Aquawatt Tekne Özellikleri, https://www.aquawatt.at/DE/solarmobilitaet_18_DE.html, Erişim 11 Kasım 2023.
- [22] T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Enerji Verimliliği ve Çevre Dairesi Başkanlığı, Türkiye Işınım Haritası, <http://www.yegm.gov.tr/MyCalculator>, Erişim tarihi 7 Nisan 2017.
- [23] ÇAMCI, Ş., & ULGEN, K. (2022). Süperkapasitörlerin Güneş Enerjili İnsansız Hava Araçlarında Kullanımına Yönelik Matlab/Simulink Modeli. Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi, 24(70), 221-232.
- [24] Abbe, G., Smith, H. (2016). Technological development trends in Solar-powered Aircraft Systems, Renewable and Energy Reviews, Vol. 60 pp. 770-783. DOI: 10.1016/j.rser.2016.01.053
- [25] Ağaçayak, A.C., Yalçın G., Neşeli, S., (2019). “Güneş Enerjisi İle Elektrik Üretimi,” Mühendislik Alanında Araştırma Makaleleri, Gece Akademi, pp. 121- 130.
- [26] Ataner E., Terzioğlu H., Yalçın G., (2020). Elektrikli Araçlarda Batarya Yönetim Sistemi. Elektrikli Araçlara Genel Bir Bakış-2, iksad Publishing House, Basım sayısı:1, 31-52.ISBN: 978-625-7687-48-5, pp. 31- 52.
- [25] Aleksic, N., Nikolić, D., Sustersic, V., & Jovanović, S. (2022). DEVELOPMENT OF THE MODERN AUTOMOTIVE INDUSTRY BASED ON THE SOLAR TECHNOLOGY APPLICATION. *Mobility and Vehicle Mechanics (MVM)*.
- [27] Hamed, B., Michaud, J., Etzler, A., Stover, D., Shah, K., Dias, J., ... & Taheri, S. (2023). Eco-Friendly Transportation: Solar Car Design for Competition-Part III, Electrical Systems. *Open Access Repository*, 10(9), 1-15.
- [28] Ali Atakan TURGUT-Hakan TERZİOĞLU-Abdullah Cem AĞAÇAYAK, (2022). CHAPTER 20: Electric Vehicle Charging Station. New Trends in Engineering, Tablet Kitapevi, Basım sayısı:1, ISBN:978-605-5447-74-8. pp. 221-232.
- [29] H. Terzioğlu, F. A. Kazan, and C. Sungur, “The Irrigation System Fed from Biaxial PV Panels,” in Information Science and Control Engineering (ICISCE), 2015 2nd International Conference on, Shanghai, China, 24-26 April 2015 2015, pp. 981-987, doi: 10.1109/ICISCE.2015.222.
- [30] F. A. Kazan, C. Sungur, and H. Terzioğlu, “The Extension of Battery Lives Used in Solar Irrigation System With Regards to Charge-Discharge Numbers,” Applied Mechanics and Materials, vol. 752-753, pp. 988-994, 2015, doi: 10.4028/www.scientific.net/AMM.752-753.988.
- [28] “Güneş Paneli Nedir? Çeşitleri Nelerdir?”, <https://www.mecem.com.tr/blog/gunes-paneli-nedir-cesitleri-nelerdir/>
- [29] Wikipedia,(2023),” Motor kontrol ünitesi”, https://tr.wikipedia.org/wiki/Motor_kontrol_%C3%BCnitesi ,Erişim Tarihi:12.11.2023

BÖLÜM 3

İNSANSIZ HAVA ARAÇLARININ KULLANIM ALANLARI

O. UZUNOGLU¹

GİRİŞ

GÜNÜMÜZDE otonom sistemlerin ve teknolojinin gelişmesiyle birlikte insansız hava araçları (İHA'lar), birçok farklı uygulamalarda ve sektörde kullanılmaktadır. İHA'lar, kullanılan yere göre çeşitli ebatlarda ve özelliklerde üretilen, uzaktan kumanda edilebilen veya bir uçuş planı boyunca otomatik olarak hareket eden araçlardır. Bu makale genel olarak bir araştırma makalesi olup, İHA'ların kullanım alanları incelenecektir.

“İHA” Türkçe’de İnsansız Hava Aracı olarak bilinen bir kısaltmadır. İHA'lar, pilot olmadan uçabilen ve genellikle uzaktan kumanda veya önceden programlanmış bir rota üzerinde otomatik olarak hareket edebilen hava araçlarıdır. İHA'lar, çeşitli şekil ve boyutlarda olabilir. Küçük ölçekli İHA'lar genellikle quadcopter veya multicopter adı verilen dört pervaneli tasarımlara sahiptir ve genellikle gözlem, fotoğraf ve video çekimi gibi hafif görevler için kullanılır. Daha büyük İHA'lar ise jet motorları veya pervanelerle donatılmış olabilir ve keşif, hava saldırısı, keşif, haritalama ve benzeri daha karmaşık görevleri yerine getirebilir.

İHA'lar, düşük maliyetleri, esneklikleri ve erişilebilirlikleri nedeniyle giderek daha popüler hale gelmiştir. Bunlar, askeri operasyonlarda istihbarat toplama, hedef tespiti ve keşif için kullanılabilirken, sivil alanda da arama kurtarma operasyonları, afet yönetimi, tarım ve medya gibi çeşitli alanlarda kullanılmaktadır.

İHA'ların kullanımıyla ilgili bazı etik, hukuki ve gizlilik sorunları da bulunmaktadır. Özellikle, özel mülkiyet haklarına, kişisel gizlilik haklarına ve hava sahası güvenliğine dikkat edilmesi gerekmektedir. Bu nedenle, İHA kullanımını konusunda yerel yasalara ve düzenlemelere uyulması önemlidir.

¹ Selcuk University, Konya/Turkey, 228270001004@lisansustu.selcuk.edu.tr

Şekil 1: İHA'ların uçuş menzili ve irtifalarına göre sınıflandırılması[1]

II. İHA'LARIN KULLANIM ALANLARI

A. Askeri Alan

Son yıllarda teknolojinin hızla ilerlemesiyle birlikte insansız hava araçları (İHA'lar), askeri operasyonlar ve stratejik görevlerde önemli bir rol oynamaya başlamıştır. Bu gelişmiş teknolojik araçlar, askeri personelin riskini azaltırken, birçok avantajı da beraberinde getirmektedir.

1) İHA'ların Gözetim ve Keşif Amaçlı Kullanımı

İnsansız hava araçları, keşif ve gözetim amaçlı kullanıldığında büyük bir avantaj sağlamaktadır. Yüksek çözünürlüklü kameralar ve sensörler sayesinde İHA'lar, düşman bölgeleri izleyebilir, stratejik noktaları belirleyebilir ve düşman faaliyetlerini tespit edebilir. Bu sayede, askeri personel ve ekipmanlar risk altına girmeden bilgi toplanması sağlanır.

2) İHA'ların Hava Saldırılarında Kullanımı

İnsansız hava araçları, hava saldırılarında da etkin bir şekilde kullanılmaktadır. Hedef tespiti ve bombardıman görevleri için kullanılan İHA'lar, hassas silah sistemleriyle donatılarak düşman hedeflerini vurabilir. İnsansız araçların kullanımı, hassas saldırılar yapabilme yeteneği sayesinde sivil kayıplarını minimize etmeyi ve askeri operasyonların etkinliğini artırmayı sağlar.[2]

3) İHA'ların Lojistik ve Nakliye Amaçlı Kullanımı

İnsansız hava araçları, lojistik ve nakliye operasyonlarında da önemli bir rol oynayabilir. Askeri malzemelerin hızlı ve güvenli bir şekilde taşınması için kullanılan İHA'lar, zorlu arazi koşullarında bile etkili bir şekilde görev yapabilir. Bu, askeri lojistik operasyonlarının hızını artırır ve askeri personelin yükünü azaltır.[3]

4) İHA'ların İletişim ve İstihbarat Amaçlı Kullanımı

İnsansız hava araçları, iletişim ve istihbarat operasyonlarında da kullanılmaktadır. İHA'lar, güvenilir iletişim kanalları sağlayarak askeri birimler arasındaki iletişimi güçlendirebilir. Ayrıca, düşman iletişim sistemlerini izlemek ve istihbarat toplamak için de kullanılabilir. Bu sayede, askeri birimler daha iyi koordine olabilir ve stratejik kararlar daha iyi bir şekilde alınabilir.

5) Türkiye'nin Yerli Üretimi olan Başlıca İnsansız Hava Araçları

- Anka
- Bayraktar
- Karayel

- Turna
- Şimşek
- Aksungur
- Kızılelma

B. Görüntü İşleme

1) Yapay Zeka Tabanlı Görüntü İşleme Tekniklerinin İnsansız Hava Araçları Üzerinde Uygulamaları

Görüntü işleme ve bilgisayarlı görme uygulamaları son yıllarda ciddi bir artış göstermektedir. Özellikle araç içi otomasyon, güvenlik sistemleri, gezgin robot uygulamaları, askeri alanlarda dost ve düşman kuvvetlerinin gözetlenmesi, tarım uygulamaları, biyomedikal ve tıp alanlarında, coğrafi bilgi sistemlerinde, tasarım ve imalat uygulamalarında yaygın olarak kullanılmaktadır.[4] İlhan Soyhan , Seyfettin Gürel ve Sezai Alper Tekin'in yazdığı bu makalede, görüntü işleme temelinde dijital görüntünün yakalanıp istenilen formata sayısallaştırılması ve analizinin yapılmasına dayanan 3 adımda incelenmişlerdir. Alınan görüntü istenilen parametrelere dönüştürülerek sonuç çıktısı alınır.

Görüntü işlemenin ilk adımı görüntünün alınması ile başlamaktadır. Alınan görüntünün işlenmesi için temel görüntü yakalama işlemi birden fazla metotla yapılmaktadır.

Sayısallaştırma işleminde, görüntü boyutlarının ve her bir pikselin sahip olabileceği parlaklık değerinin belirlenmesi gerekir. Sayısal görüntünün her bir pikselinin sahip olduğu parlaklık değeri gri seviyeler olarak adlandırılır. Her bir pikseldeki parlaklık değerinin kodlandığı bit sayısına göre gri seviye aralığı belirlenir.[5]

Eşikleme işlemi görüntü üzerindeki piksellerin belirlenen eşik değerinden düşük olması durumunda pikseli siyah, aksi durumunda beyaz olacak şekilde dönüştürme işlemidir. Bu işlem fonksiyona verilen parametre ile tam tersi duruma da çevrilebilir. Bu işlemde sonra oluşan ikili görüntü üzerinde istenmeyen gürültü (beyaz bölgelerde oluşan siyah noktacıklar) morfolojik işlemler yardımı ile giderilir. Bu çalışmada kullanılan morfolojik işlemler erosion (aşındırma) ve dilation (genişleme) yöntemleridir. Bu deneyde insansız hava aracından alınan görüntüdeki kırmızı nesnenin tespiti için ilk önce renk aralığı belirlenmiştir. İnsansız hava aracının yakaladığı görüntüdeki alanın kırmızı olması ve kırmızı renginin hsv renk uzayında iki farklı aralıkta bulunmasından dolayı, her iki aralıkta eşikleme işlemi yapılır elde edilen veriler birleştirilerek renk alanı saplanılmış olunur.[6]

2) Görüntü İşleme Kullanılarak Yangın Tespiti

Son yıllarda orman ve şehir yangınlarının artması tüm dünya için önemli bir sorun oluşturmaktadır. Ekolojik ve ekonomik açıdan büyük kayıplara sebep olan yangınlar, karbon döngüsünü bozarak orman dinamiklerine de ciddi zarar vermektedir. Teknolojinin gelişimi ile yangınların erken tespit edilebilmesi amacıyla insansız hava araçları (İHA), yapay zekâ ve görüntü işleme tekniklerinden yararlanılmaktadır. Çalışmada, yangının erken tespiti üzerinde duruldu ve yangının erken tespit edilebilmesi için insansız hava aracı tasarlandı. Çalışmada, görüntü işleme ve yapay zekâ tekniklerinden yararlanılarak görüntülerde ateş tespiti yapılmakta ve akabinde yangın tespit edilen konum belirlenmektedir. Çalışmada sonuç olarak kullanılan mimarinin karmaşıklık matrisine göre performansı değerlendirilerek, %96 doğruluk, %98 duyarlılık, %89 özgüllük ve %96 kesinlik değerleri bulunmuştur. Gerçekleştirilen çalışma sayesinde yangının erken tespiti sağlanacak ve hızlı müdahale gerçekleştirilecektir.[7]

Günümüzde insansız hava araçlarının kullanımı askeri alanda olduğu kadar günlük hayatta da artmıştır. İnsansız hava araçları, esnek kullanım alanı, hızlı ve yüksek manevra kabiliyeti, uydu görüntülerine göre küçük alanların izlenmesinde daha iyi çözünürlük sağlaması gibi avantajlara sahiptir. İnsansız hava araçları, fotoğrafçılık, tarım, gözetleme, taşımacılık gibi farklı birçok alanda kullanıldığı gibi yangın takip ve söndürme amacıyla da kullanılmaktadır. İnsansız hava araçlarının kullanım alanlarının genişlemesiyle birlikte ulaşılabilirliği artmıştır.[8-10]

Yuan ve ark. [11] çalışmalarında, insansız hava aracı ile yangın tespit ve takibi üzerine görüntü işleme tekniklerini kullanmışlardır. İnsansız hava aracıyla iletilen görüntülerden yangının tespit edilebilmesi yangının renk hareket ve geometrisi ile sağlanmaktadır. Çalışmalarında görüntü işleme aşamaları olarak, medyan filtreleme, renk modeli dönüştürme, görüntü bölütleme ve morfolojik işlemlerden yararlanmışlardır. Görüntüdeki renk bilgisi yangının tespitinde ön işleme adımı olarak kullanılmaktadır. Gerçekleştirilen çalışmada farklı renk kanallarında örnek görüntüler incelenmiş sonuç olarak Lab renk modeli “a” kanalının daha iyi performans ortaya koyduğu ve deneysel sonuçlar ile önerilen yöntemin yangın piksellerini etkin bir şekilde çıkarabildiğini göstermişlerdir.

Bekir AKSOY, Kaan KORUCU, Önder ÇALIŞKAN, Şaban OSMANBEY, Helin Diyar HALİS yaptıkları çalışmada açık kaynaklı internet sitesi Kaggle’da yer alan veri setinden yararlanılarak modelin eğitim ve test işlemi gerçekleştirilmiştir. Veriseti, 755 yangını içeren, 244 yangını içermeyen görüntüden

oluşmaktadır. Veri setindeki görüntüler %80 eğitim, %20 test veri kümesi için ayrılmıştır. İlk aşamada görüntüler görüntü ön işleme aşamasından geçmektedir. Görüntüye sırasıyla Gaussian filtreleme, eşikleme ve boyutlandırma işlemleri uygulanmıştır. Görüntü işleme yöntemleri uygulanan görüntüler SqueezeNet mimarisi ile eğitilmiştir. SqueezeNet mimarisi, daha küçük CNN mimarisi içermekte ve bu doğrultuda sağladığı avantajlar ile tercih edilmiştir. Modele ait hiper parametrelerin optimum değerleri belirlenmiştir. Öğrenme oranı optimize edilerek 0.005 olarak belirlenmiştir. Modelin epoch sayısı 10 olarak belirlenmiştir, 119 eğitim ardından modelin doğruluğu test edilmiştir. Modelin performansı karmaşıklık matrisi kullanılarak değerlendirilmiştir. Karmaşıklık matrisi ile modelin doğruluk, duyarlılık, özgüllük ve kesinlik değerleri hesaplanmıştır. İnsansız hava aracı ile görüntü aktarımı gerçekleştirilmiş ve sonrasında, görüntüde ateş algılandığında sistem “yangın var” olarak uyarı vermiştir. Yangın tespit edildiğinde GPS bilgisi ile yangının konumu belirlenmiştir. Belirlenen konum ve telemetri verileri bilgisayar ortamında anlamlı veriler halinde okunabilmesi adına string yazı tipine dönüştürülmüş ve bilgisayar ortamından konum, batarya gibi verilere ulaşılması sağlanmıştır. Böylelikle yangınların erken tespiti sayesinde daha büyük alanlara yayılmadan müdahale edilmesi daha hızlı bir şekilde gerçekleşecektir.

Çalışmada, yangın tespitinde kullanılmak üzere insansız hava aracı tasarlanmıştır. Tasarlanan insansız hava aracı ile görüntü işleme teknikleri ve yapay zekâ entegre olarak yangının tespit edilmesinde kullanılmıştır. Görüntülerde ateşin tespit edilmesinde CNN içerisinde yer alan SqueezeNet mimarisi ile eğitim ve test işlemi gerçekleştirilmiştir. Model performans değerlendirme ölçütü olan karmaşıklık matrisine göre değerlendirilmiştir. Model dört farklı performans değerlendirme ölçütüne göre değerlendirilerek elde edilen sonuçlar doğrultusunda, %96 doğruluk, %98 duyarlılık, %89 özgüllük ve %96 kesinlik değerleri bulunmuştur. Çalışmada sonuç olarak, yapay zekâ ile yangın tespitinde SqueezeNet mimarisinin başarılı olduğu ve kullanılan görüntü işleme teknikleri Gaussian filtreleme ve eşikleme yöntemlerinin yangın olup olmadığını algılamada etkin olduğu görülmüştür.[12]

3) Görüntü İşleme Kullanılarak Kuş Tespiti

Yabani hayvanların yaşam alanlarını ve popülasyonlarını belirlemek için izlenmesinin, ekosistemlerin korunması ve yönetimi için olduğu kadar, insan sağlığı da bu ekosistemlerden önemli ölçüde etkilenebileceği için önemli olduğu düşünülmektedir. Ayrıca, hızlı habitat kaybı ve çevresel bozulma nedeniyle artan sayıda yaban hayatı türünün risk altında olduğu durumlarda,

anormal değişikliklerin anlaşılması ve ekosistemlerin yönetimi ve korunması için yaban hayatının düzenli olarak izlenmesi esastır.[13] Bu nedenle, yaban hayatı popülasyonları, toplam yer sayımı yöntemi, hat çapraz sayım yöntemi, damla sayım yöntemi ve havadan sayım yöntemi gibi çeşitli sayım yöntemleri kullanılarak incelenmiştir. Bu yöntemler, yerel alanlardaki kuşları doğrudan saymak için insan gözleminin kullanımına dayanmaktadır ve daha sonra bu bilgi, tüm alandaki popülasyonun büyüklüğünü tahmin etmek için kullanılmaktadır. [14] Belirli bir alandaki tüm hedefleri sayan toplam yer sayımı, basit bir yöntem olma avantajına sahiptir, ancak tüm hedeflerin manuel olarak sayılması gerektiğinden emek yoğun olması dezavantajına sahiptir.[15] Hedeflerin sayısını ve mesafesini [16] ölçerek toplam popülasyonu tahmin eden hat-kesit sayım yöntemi, deneyler iyi tasarlandığında küçük bir sapma gösterir, ancak eşit olmayan bir dağılıma sahip türlerin geniş alan araştırmalarına uygulandığında güven aralığı büyüktür.[17]

Bu çalışma, İHA tarafından çekilen hava fotoğraflarından kuş algılama modelleri oluşturmak için beş farklı derin öğrenme tabanlı nesne algılama yöntemi, yani Faster R-CNN, R-FCN, SSD, Retinanet ve YOLO kullanılmaktadır. Deneysel test sonuçlarına göre, eğitim modellerinin kuşları tespit etme konusundaki performansı oldukça iyidir ve test sürecinde AP değerleri %85,01 ile %95,44 (IOU eşikleri: 0,3) arasında değişmektedir. Bu sonuçlar, önerilen derin öğrenmeye dayalı modelin ve sürecinin İHA hava fotoğrafları kullanılarak kuş tespiti için uygun olduğunu ve nihayetinde vahşi hayvanları izlemek için kullanılabileceğini doğrulamaktadır.[18]

4) İnsansız Hava Araçlarının Kullanıldığı Acil Müdahale Uygulamaları İçin Derin Öğrenme Tabanlı Hava Görüntüsü Sınıflandırması

Geçtiğimiz yıllarda İHA'lar birçok yerde görev aldı. Arama kurtarma [19], trafik kontrolü [20], yangın alarmı, sel baskını alanlarda çeşitli pratik uzaktan algılama platformları yer aldı. Kamera entegrasyonu gibi son gelişmeler, yakalanan havadan çekilen görüntüleri gerçek zamanlı olarak analiz ederek tehlikelerin ve felaketlerin tanımlanmasını daha hızlı yapar hale geldiler. Bu gibi durumlarda otonom bir İHA, beslemenin merkezi bir yer istasyonuna gönderilmesini gerektirmeden belirli bir görevi yerine getirmek için büyük ölçüde yerleşik sensörlerine ve mikroişlemcilerine güvenir. Bu gibi durumlarda zorluk, mevcut donanımın bilgi işlem gücü ve bellek açısından sınırlamaları olabileceği göz önüne alındığında, İHA'da verimli görsel işlemeyi mümkün kılmaktır.

Evrışimli Sinir Ağları (CNN) gibi derin öğrenme algoritmaları, birçok bilgisayar görme uygulaması, görüntü video tanıma, algılama ve sınıflandırma gibi yaygın olarak önce çıkan bir yaklaşım olarak kabul edilmiştir ve birçok uygulamada iyi sonuçlar vermiştir. [21,22,23] Bu nedenle afet zamanlarında bu tarz derin öğrenme tekniklerini kullanmak çok mantıklıdır. Bu çalışmada ise genel olarak CNN'nin arka planda çalışma yapısı anlatılmıştır ve sürecin nasıl işlediği anlatılmıştır.

CNN'i eğitmek için acil müdahale ve afet yönetimi uygulamalarının havadan görüntü sınıflandırması için verilerin toplanması gerekir. Bu verilerin toplanmasında İHA'lar etkin rol aldığı gibi dünya çapında web gibi birden fazla kaynaktan genel hava görüntülerini kullanılır.

Havadan görüntü sınıflandırmasını gerçekleştirecek CNN'nin en iyi yapısını belirlemek için iki farklı yaklaşım kullanılarak bir dizi farklı ağ geliştirilmiştir. Bu sürecin genel amacı, bu ağlar arasındaki performans doğruluğu dengelemelerini araştırmaktır. Bu makalede İHA'dan gerçek zamanlı olarak afet olaylarının sınıflandırılmasının ilk adımları anlatılmaktadır ve daha da ileri adımları vardır.[24]

C. Tarım Alanında İHA Kullanımı

Başlangıçta askeri amaçlarla kullanımı ön plana çıkmış daha sonra meteorolojik çalışmalarda ve şimdilerde tarımı içeren birçok sivil alanda değişik amaçlarla kullanılmaktadır. İHA'lar irtifa ve uçuş menzili dikkate alınarak veya kanat yapılarına göre sınıflandırılmakta ve günümüzde gerek askeri gerekse sivil çok çeşitli alanlarda kullanılmaktadır. Bunların sivil amaçlı olarak tarım faaliyetleri içerisinde kullanımını irdelenecek olursa; bitkilerde hastalık etmeni tespiti, yabancı ot flora tespiti, hassas kimyasal uygulama, hayvanların kontrolü, su stresi, verim-olgunluk tespiti vb. birçok konuda İHA'lar kullanılabilir. Sağladıkları avantajlar nedeniyle İHA'ların tarımda kullanımını her geçen gün artmaktadır. Son yıllarda hassas tarım teknolojilerinin gelişmesi sayesinde İHA'larla havadan tek uçuşla yüzlerce hektar büyüklükteki tarladan yüksek çözünürlükte görüntüler alınabilmektedir. Bu çalışmalar insan ve işgücüne gerek kalmadan daha kısa sürede gerçekleştirilebilmektedir. Ayrıca uydulardan görüntü alınamayan bulutlu hava şartlarında dahi görüntü alma imkânı sağlamaktadır.[25]

Tarım ve Çevre İzleme: İHA'lar, hassas tarım, ürün sağlığı değerlendirme ve ekolojik sistemlerin gözetimini sağlayan tarım ve çevre izlemede giderek daha fazla kullanılmaktadır.[26,27]

D. Denetim

1) Altyapı Denetimi ve Bakımı

Altyapı denetimi için İHA'ların kullanılması, maliyetlerin düşürülmesi, güvenliğin artırılması ve verimliliğin artırılması gibi avantajlar sunar. Dünyanın en büyük endüstrilerinden biri olan inşaat sektörü, mimarlık, mühendislik, imalat, fabrikasyon, proje yönetimi, denetim ve tesis yönetimine kadar uzanan alanlarda çok çeşitli faaliyetler içermektedir. Teknoloji yoğun olmayan bir sektör olarak görülmesine rağmen, son on yılda üretkenliği ve güvenliği artırmak için 2B Bilgisayar Destekli Tasarımdan (CAD) 3B Bina Bilgi Modellemesine (BIM) geçiş dahil olmak üzere geleneksel manuel işlemlerden robotik destekli ve otomatikleştirilmiş iş akışlarına yeni teknikleri ve yöntemleri giderek daha fazla benimsiyor. [28] İnsansız Hava Araçları (İHA'lar) bu yenilikçi teknolojilerden biridir ve konvansiyonel yöntemlere göre benzersiz verimlilikleri nedeniyle son yıllarda inşaatta kullanımları önemli ölçüde artmıştır.[29] Örneğin, inşaat profesyonelleri, İHA'ları inceleme, ölçme, güvenlik, izleme vb. çeşitli görevler için uygulamıştır. İnşaat bu İHA kullanımları arasında, belirli bir proje kapsamında coğrafi ve ölçme verilerini elde etmek için farklı türde görüntüleme ve algılama teknolojileri, kırmızı, yeşil ve mavi (RGB) renkli görüntüler, tek renkli Lidar nokta bulutları ve termal görüntüler gibi koşullar uygulanmıştır. [31,32]

2) Köprü Denetimleri

İHA'lar halihazırda çok çeşitli alanlarda pratik kullanımda olmuştur ve köprü denetimlerinde pratik kullanımları konusunda çeşitli çalışmalar yürütülmektedir. Örneğin Japonya'da MLIT, köprü denetimleri için İHA'ları kullanarak performans değerlendirmesi yapıyor ve genel bir İHA görüntü yakalayabilmesine ve video kaydedebilmesine rağmen, dezavantajı yalnızca görsel incelemenin yerini almak için kullanılması ve çekiçleme denetimleri gerçekleştirememesidir. Bu nedenle yazarlar, çekiçleme testini gerçekleştirmek için çekiçle donatılmış bir İHA geliştirdiler ve gerçek köprülerde gösteri deneyleri yapıyorlar.[33]

E. Paket Teslimatı ve Lojistik

Paket teslimatı için insansız hava araçları da kullanılarak, sıkışık kentsel alanlarda verimli ve zamanında ulaşım imkânı sağlanmıştır.[34] Taşımacılık, modern ekonominin temel direklerinden biri olduğundan, son mil teslimatı E-Ticaret endüstrisi [34] için temel hale geldi ve bu nedenle, Alım ve Teslimatın (PDP) zorluklarıyla yüzleşmek için yeni çözümler gerektiriyor. İHA'ların ITS (Intelligent Transport Systems)'lere entegre edilmesi, hareket halindeyken

geleneksel kara taşıtlarından daha fazla esneklik sunduklarından, yeni uygulama ve hizmetlerin[35] geliştirilmesi açısından muazzam bir potansiyel sağlar. Bu yeni uygulamaların çoğu, işletme maliyetlerini azaltmak için otonom araçlar konuşlandırılarak halihazırda mevcut olanların geliştirmeleridir. Bir dron filosunun desteklediği bir kamyonla paket teslimat lojistiğinin yürütülmesinden oluşan İHA ile güçlendirilmiş PDP'nin durumu böyledir[36-39].

III. SONUÇ

İnsansız hava araçlarının üretkenliği, güvenliği ve verimliliği artırarak çeşitli sektörlerde dönüştürücü olduğu kanıtlanmıştır. Teknolojik gelişmeler İHA'larda inovasyonu yönlendirmeye devam ettikçe, uygulamalarının daha da genişlemesi, çok sayıda sektöre katkıda bulunması ve çeşitli görevlere yaklaşma şeklimizde devrim yaratması bekleniyor. İşletmeler ve kuruluşlar, dronların yeteneklerinden yararlanarak yeni fırsatların kilidini açabilir ve zorlukları daha fazla hassasiyet ve etkinlikle ele alabilir.

KAYNAKÇA

- 1) S. TÜRKSEVEN, M. KIZMAZ, A. TEKİN, E. URKAN, A. SERİM, Tarım Makinaları Bilimi Dergisi, 2016, 12 (4), 267-271.
- 2) Singh, R., & Sharma, K. (Eds.). (2021). Unmanned Aerial Vehicles in Military Operations. IGI Global.
- 3) Clark, W. (2019). Drones and the Future of Air Warfare: The Evolution of Remotely Piloted Aircraft. McFarland.
- 4) Solak, Serdar, and Umut ALTINIŞIK. "Görüntü işleme teknikleri ve kümeleme yöntemleri kullanılarak fındık meyvesinin tespit ve sınıflandırılması." Sakarya University Journal of Science 22.1 (2018): 56-65.
- 5) Görüntü İşleme Teknikleri Ders Notları, İbrahim Çayıroğlu, (Web sayfası: http://www.ibrahimcayiroglu.com/Dokumanlar/GoruntuIsleme/Goruntu_Isleme_Ders_Notlari-1.Hafta.pdf).
- 6) İ. Soyhan, S. Gürel, S. Tekin, Yapay Zeka Tabanlı Görüntü İşleme Tekniklerinin İnsansız Hava Araçları Üzerinde Uygulamaları, Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi Özel Sayı 24, S. 469-473, Nisan 2021.
- 7) B. AKSOY, K. KORUCU, Ö. ÇALIŞKAN, Ş. OSMANBEY, H. HALİS, Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, Araştırma Makalesi, Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, 9 (2021) 112-122, İnsansız Hava Aracı ile Görüntü İşleme ve Yapay Zekâ Teknikleri Kullanılarak Yangın Tespiti: Örnek Bir Uygulama.
- 8) D. Tezza and M. Andujar, "The state-of-the-art of human–drone interaction: A survey," IEEE Access, vol. 7, pp. 167438-167454, 2019.
- 9) Neşeli Süleyman, Yalçın Gökhan, Terzioğlu Hakan, Ağaçayak Abdullah Cem (2019). Android Kontrollü Hovercraft Tasarımı. V Science Technology And Innovation Congress, 381-390. (Tam Metin Bildiri/Sözlü Sunum)(Yayın No:5601133)
- 10) Neşeli Süleyman, Terzioğlu Hakan, Yalçın Gökhan, Ağaçayak Abdullah Cem (2018). İnsansız Hava Taşıtları İçin Rüzgâr Tüneli Tasarımı Ve Hava Akışanalizi. International Science And Academic Congress'18, 3, 689-698. (Tam Metin Bildiri/Sözlü Sunum) (Yayın No:4542796)
- 11) C. Yuan, Z. Liu and Y. Zhang, "UAV-based forest fire detection and tracking using image processing techniques," IEEE, In 2015 International Conference on Unmanned Aircraft Systems, 2015, pp. 639-643.
- 12) B. AKSOY, K. KORUCU, Ö. ÇALIŞKAN, Ş. OSMANBEY, H. HALİS, Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, Araştırma Makalesi, Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, 9 (2021) 112-122, İnsansız Hava Aracı ile Görüntü İşleme ve Yapay Zekâ Teknikleri Kullanılarak Yangın Tespiti: Örnek Bir Uygulama.
- 13) Chabot, D.; Francis, C.M. Computer-automated bird detection and counts in high-resolution aerial images: A review. J. Field Ornithol. 2016, 87, 343–359.
- 14) Linchant, J.; Lisein, J.; Semeki, J.; Lejeune, P.; Vermeulen, C. Are unmanned aircraft systems (UAS s) the future of wildlife monitoring? A review of accomplishments and challenges. Mammal Rev. 2015, 45, 239–252.
- 15) Jachmann, H. Estimating Abundance of African Wildlife: An Aid to Adaptive Management; Springer Science & Business Media: New York, NY, USA, 2012.

- 16) Burnham, K.P.; Anderson, D.R.; Laake, J.L. Estimation of density from line transect sampling of biological populations. *Wildl. Monogr.* 1980, 72, 3–202. 5. Bibby, C.J.; Burgess, N.D.; Hill, D.A.; Mustoe, S. *Bird Census Techniques*; Academic Press: London, UK, 1992.
- 17) Jachmann, H. Evaluation of four survey methods for estimating elephant densities. *Afr. J. Ecol.* 1991, 29, 188–195.
- 18) Suk-Ju Hong, Yunhyeok Han, Sang-Yeon Kim, Ah-Yeong Lee and Ghiseok Kim, Application of Deep-Learning Methods to Bird Detection Using Unmanned Aerial Vehicle Imagery, April 2019, sensors, MDPI.
- 19) P. Petrides, C. Kyrkou, T. Theocharides, and C. Panayiotou. Towards a holistic performance evaluation framework for drone-based object detection. In 2017 International Conference on Unmanned Aircraft Systems(ICUAS), pages 1785-1793, June 2017.
- 20) C. Kyrkou, S. Timotheou, P. Kolios, T. Theocharides, and C.G. Panayiotou. Optimized vision-directed deployment of uavs for rapid traffic monitoring. In 2018 IEEE International Conference on Consumer Electronics (ICCE), pages 1-6, Jan 2018.
- 21) E. Maggiori, Y. Tarabalka, G. Charpiat, and P. Alliez. Convolutional neural networks for large-scale remote-sensing image classification. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 55(2):645-657, Feb 2017).
- 22) Fred Hohman, Minsuk Kahng, Robert Pienta, and Duen Horng Chau. Visual analytics in deep learning: An interrogative survey for the next frontiers. *IEEE transactions on visualization and computer graphics*, 2018.
- 23) G. Cheng, C. Yang, X. Yao, L. Guo, and J. Han. When deep learning meets metric learning: Remote sensing image scene classification via learning discriminative cnns. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 56(5):2811-2821, May 2018.
- 24) Christos Kyrkou and Theocharis Theocharides , Deep-Learning-Based Aerial Image Classification for Emergency Response Applications Using Unmanned Aerial Vehicles.
- 25) S. TÜRKSEVEN, M. KIZMAZ, A. TEKİN, E. URKAN, A. SERİM, *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 2016, 12 (4), 267-271.
- 26) Torres-Sánchez, J., López-Granados, F., & De Castro, A. I. (Eds.). (2019). *Agricultural Robots: Fundamentals and Applications*, MDPI.
- 27) Yalçın Gökhan, Terzioğlu Hakan, Neşeli Süleyman, Ağaçayak Abdullah Cem (2019). Tarımsal İlaçlama İçin Drone Tasarımı. I. Ulusal Mühendislikte Bilimsel Ve Mesleki Çalışmalar Kongresi (Umuh Bİlmes 2019), 15-20. (Tam Metin Bildiri/Sözlü Sunum) (Yayın No:8310965)
- 28) H. Solak and F. A. Kazan, “Dronlarda Engellere Çarpmayı Önleyecek Sistemin Geliştirilmesi,” presented at the 1st International Conference on Innovative Academic Studies, Konya, Turkey, September 10 - 13, 2022.
- 29) S. Aksoy and F. A. Kazan, “Investigation of the Effect on the Drone’s Energy Consumption the Flying at Different Altitudes,” presented at the Selcuk University International Technology And Innovation Student Symposium (SUTIS), Konya, Türkiye, November 24 - 27, 2022, 44.
- 30) Kim, J., Cho, H., & Kim, T. (2018), UAV-based infrastructure inspection: A review. *KSCE Journal of Civil Engineering*, 22(11), 4282-4294.

- 31) Guan, S.; Huang, Y.; Wang, G.; Sirianni, H.; Zhu, Z. An Error Prediction Model for Construction Bulk Measurements Using a Customized Low-Cost UAS-LIDAR System. *Drones* 2022, 6, 178.
- 32) Guan, S.; Zhu, Z.; Wang, G. A Review on UAV-Based Remote Sensing Technologies for Construction and Civil Applications. *Drones* 2022, 6, 117.
- 33) Pang-jo Chun, Ji Dang, Shunsuke Hamasaki, Ryosuke Yajima, Toshihiro Kameda, Hideki Wada, Tatsuro Yamane, Shota Izumi, and Keiji Nagatani, Utilization of Unmanned Aerial Vehicle, Artificial Intelligence and Remote Measurement Technology for Bridge Inspections, , September 4, 2020, <https://doi.org/10.20965/jrm.2020.p1244>)
- 34) Cahill, D., Healy, M. G., & Prendiville, D. Unmanned aerial vehicle delivery systems for logistics operations. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 29(4), 769-787. (2018).
- 35) J. - P. Aurambout, K. Gkoumas, and B. Ciuffo, “Last mile delivery by drones: An estimation of viable market potential and Access to citizens across European cities,” *European Transport Research Review*, vol.11, no.1, p.30, Jun 2019.
- 36) H. Menouar, I. Guvenc, K. Akkaya, A. S. Uluagac, A. Kadri, and A. Tuncer, “UAV-enabled intelligent transportation systems for the smart city: Applications and challenges”, *IEEE Communications Magazine*, vol.55, no.3, pp.22–28, 2017.
- 37) Neşeli Süleyman, Terzioğlu Hakan, Yalçın Gökhan, Ağaçaşak Abdullah Cem (2018). Düşük Hızlı Hava Araçları İçin Ön Kanatçık Tasarımı Ve Akış Analizi. *International Science And Academic Congress'xx18*, 3 (Tam Metin Bildiri/Sözlü Sunum)(Yayın No:4542844)
- 38) İ. Yavaş, R. Güntürkün, and F. A. Kazan, “Uçuş Veri Kayıt Sistemi ve Önemi,” *Aerospace Research Letters (ASREL)*, vol. 2, no. 1, p. 9, 2023.
- 39) S. Aksoy and F. A. Kazan, “Investigation of the Effect on the Drone’s Energy Consumption the Flying at Different Altitudes,” *New Trends in Engineering*, S. Neşeli and H. Terzioğlu, Eds., Konya, Türkiye: Tablet Kitabevi, 2022, pp. 129-140.

BÖLÜM 4

OTOMOTİV SEKTÖRÜNDE AERODİNAMİK TASARIM

S. NEŞELİ¹, E.S.SAĞDIÇ², T.BAYRAKCI³

GİRİŞ

Aerodinamik; akış halindeki gaz ile hareket halindeki katı cisimlerin hava ile etkileşimini ya da durağan bir katı cisim etrafında akan havanın söz konusu olduğu durumları inceleyen bilim dalıdır. Herhangi bir cisim hava içerisinde hareket ettirildiğinde hareketine tesir eden değişik kuvvetler ortaya çıkar. İşte bu kuvvetlere “Aerodinamik kuvvet” ve planladığımız şekilde hareketini hava içerisinde devam ettirebilen cismin şekline ise “Aerodinamik şekil” adı verilir. Taşıt açısından tanımlayacak olursak; aerodinamik, hareket halindeki bir taşıtın etrafından akan hava akışının incelenmesidir. Aerodinamik bilimi, kullanılış sahalarına ve akım hızlarına göre iç aerodinamik akış ve dış aerodinamik akış şeklinde bölümlere ayrılır. Hacim olarak akışın cismin içerisinden geçtiği akış iç aerodinamik akışı, cismin dışarisından geçtiği akış ise dış aerodinamik akış olarak tanımlanmaktadır. Otomobillerde incelenen akış dış akış kategorisine dahil edilmektedir.

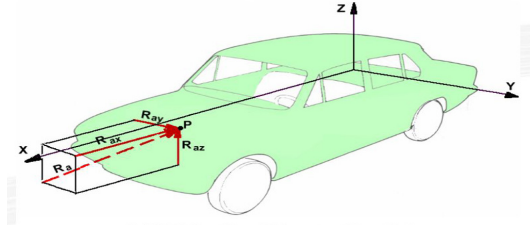
Tüm taşıt yüzeyine dağılmış basınçların bileşkesi olan aerodinamik kuvvet, “basınç merkezi” adı verilen bir noktaya etki etmekte, taşıtın kullanım ve yönlendirme karakteristiklerini olumlu veya olumsuz biçimde etkileyen koşullara sebep olmaktadır. Aerodinamik kuvvet, taşıt kararlılığı bakımından dikkate alınması gereken önemli bir kuvvettir.

Bileşke aerodinamik kuvvetin taşıtın ileriye doğru hareketine karşı olan bileşenine, “aerodinamik direnç” denilmektedir, Aerodinamik kuvvetin, diğer önemli iki bileşeni ise, aerodinamik kaldırma (lift) ve yanal kuvvetlerdir. Aerodinamik kaldırma kuvveti, lastiklerle zemin arasındaki tutunma kuvvetini azaltarak, taşıtın yönlendirme ve tahrik karakteristiklerini; aerodinamik yanal kuvvet ise taşıt kararlılığını etkilemektedir. Şekil 1.1’de aerodinamik kuvvetler ve bileşenleri gösterilmiştir.

1 Selcuk University, Konya/Turkey, sneseli@selcuk.edu.tr

2 Selcuk University, Konya/Turkey, senanur-sa@hotmail.com

3 Selcuk University, Konya/Turkey, tunahanbayrakci@outlook.com



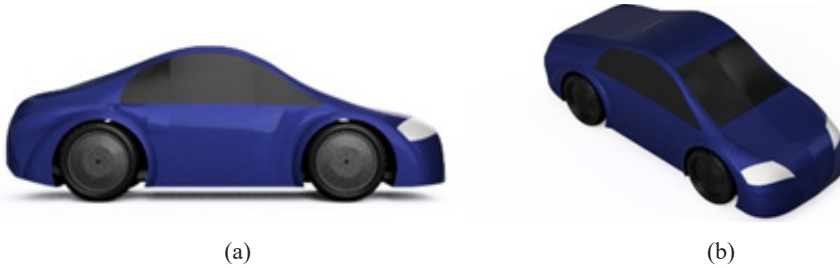
Şekil 1.1 Aerodinamik kuvvetler ve bileşenleri

II. OTOMOTİV SEKTÖRÜNDE AERODİNAMİK TASARIM

Araçların görsellik ve verimi açısından en önemli kısmını oluşturan parçası gövde kısmıdır. Doğru bir aerodinamik tasarım için tasarımın temel özellikleri belirlenerek gerekli hesaplamalar yapılmalı, olabildiğince pürüzsüz bir yüzey durumu elde edilmelidir. Ardından aracın akış durumu simüle edilerek test edilmeli, simülasyon sonucuna göre gerekli düzenlemeler gerçekleştirilmeli ve aracın teorik olarak son hali ortaya konmalıdır.

Tasarlanan araç bilgileri boyutsal olarak; Uzunluk 3 (m), Genişlik 1.2 (m) ve yükseklik 1 (m) şeklindedir. Araç geometrisi için referans olarak yarım su damlası şekli kullanılmıştır. Bunun sebebi su damlasının teoride genel taşıt tasarımları için optimize bir değer kabul edilmesidir.

Tasarım aşamasında öncelikle elde tasarlanan gövde tasarımı bilgisayar ortamında Solidworks CAD ortamında modellenmiştir. Tasarlanan aracın görselleri Şekil 1a-b'de verilmiştir.



Şekil 1. Araç görseli

Sabit hızlı bir akışkan bir gövde etrafında aktığında, iki bileşenden oluşan bir direnç kuvveti oluşmaktadır. Bu bileşenler; yüzeyin yapışkanlık etkisine bağlı yüzey sürtünme direnci ve basınç direncidir. Yüzey sürtünme direnci diğer ismi ile çeper kayması; yüzeyindeki akışkanın viskoz etkileşimi sonucunda oluşur. Basınç direnci; gövdeye etki eden ana akış, taşıtın boşalttığı hacmin gerisinde kalan uyarım akımı (wake) dahil basınç dağılımının sonucu olarak meydana gelen dirençtir, Basınç direnç katsayısı C_p ifadesi ile gösterilmektedir.

Aerodinamik direncin ana belirleyicisi uyarımın önden bakıldığında görünen alanıdır. Eğer hava taşıtın arkasındaki hacmi doldurmayacak olursa, orada bir düşük basınç bölgesi oluşur ve bu düşük basınç taşıtı arkaya doğru sürüklenme kuvveti oluşturur.

Aerodinamik direnci azaltmak için taşıtın dış yüzeylerinin düzgün ve temiz olması önem arz etmektedir. Akış yolu boyunca basıncın arttığı bölgelerde veya yüzeyde ani değişimler olduğunda, akış hatlarında ayrılma meydana gelmektedir.

Hız değerlerinin yüzeyden uzakta sifira yaklaşması durumunda, ters akış oluşur. Bu ayrılma, basıncın artmasını engelleyerek, basınç direncine ters bir etki yapar. Yüzeye yakın olan bu ters akış, genellikle yüzey direncini çok az miktarda azaltarak etki gösterir. Bu durum, akışın tahmin edilebilirliğini artırabilir ve aerodinamik direnci azaltmaya katkıda bulunabilir.

III. TRÜBÜLANS MODELLERİNİN AÇIKLANMASI

ANSYS Fluent üzerinde gerçekleştirilen analizler, farklı türbülans modelleri ve duvar fonksiyonu seçeneklerinin akışkan davranışı üzerindeki etkilerini kapsamlı bir şekilde inceleme olanağı sağlamaktadır. Program üzerinde türbülans modellerini tek denklemliler (one-equations model), iki denklemliler (two-equations model) ve çok denklemliler (multiphase-equations model) şeklinde kategorize edebiliriz. Tek denklemliler için genellikle spalart allmaras modeli kullanılırken iki denklemliler için ise için k- epsilon wall function ve sst k-omega modelleri kullanılmaktadır. Bu makalede tasarım için akışa iki denklemlilerden sst k-omega modeli uygulanarak sonuç değerleri incelenmiştir.

Tek Denklemliler Türbülanslı Akış Modeli: Spalart Allmaras

Fizikte Spalart-Allmaras modeli, kinematik girdap türbülanslı viskozitesi için modellenmiş bir taşıma denklemini çözen tek denklemliler modelidir. Bu model fazladan bir değişken daha çözmektedir Spalart-Allmaras viskozitesi için; çabuk bir yaklaşım oluşturması güçlü bir yön olarak tanımlanabilir ancak karmaşık iç akışlar ve akışta azalan türbülanslı sistemler için uygun değildir. Sınır tabaka hesaplanmasında, akış içerisinde ayrıklaştırma yoksa, havacılık ve otomotiv sektöründe kullanılabilir. Bu modelin sayısal akış modeli denklem 1.1'de verilmiştir.

$$\frac{\partial \bar{v}}{\partial t} + \mathbf{u} \cdot \nabla \bar{v} = c_{b1} S \bar{v} - c_{w1} f_w \left(\frac{\bar{v}}{d} \right)^2 + \nabla \cdot \left[\left(\frac{\nu}{\sigma} + \frac{\bar{v}}{\sigma} \right) \nabla \bar{v} \right] + S_{\bar{v}}$$

Denklem 1.1

- $\tilde{\nu}$: türbülans viskozitesi
- t : zaman
- u : ortalama hız vektörü
- $\tilde{\sigma}$: türbülans viskozitesi kaynağı terimi
- f_w : türbülans viskozitesi düzelme fonksiyonu
- d : karakteristik uzunluk ölçeği
- ν : moleküler viskozite
- σ : türbülans viskozitesi gradyanı rahatlatma terimi
- $S_{\tilde{\nu}}$: ek türbülans viskozitesi kaynağı terimi

İki Denklemlili Türbülanslı Akış Modeli: K-Epsilon Wall Function

Bu model; uygulamasının kolaylığı, çabuk yakınsama ve birçok akış durumu için tahmin kolaylığı ile en yaygın olarak kullanılan modeldir diyebiliriz. Genellikle dış akışlar için uygundur ve temel olarak sadece tam gelişmiş türbülans akışlar için kullanılmaktadır. Modelde, akışkanın kinetik enerjisi ve yayılmış olan türbülans kinetik enerjisi arasındaki ilişkiyi hesaplar. Bu modelde kinetik enerji ve türbülans kayıpları çözümlenmektedir. Bu model uygulamaları için duvar fonksiyonu (wall function) olmasını gerektirmektedir. Duvar fonksiyonu; sınır tabakasındaki akışı doğru bir şekilde tahmin etmek için gerekli bir parametredir. Sınır tabakası, duvara dik yöndeki hız gradyanının yüksek olduğu, duvar yakınındaki ince bölgedir (hız duvarda sıfırdan, duvardan belirli bir mesafede ana hıza doğru gider). Sınır tabakası, laminer, geçişli veya türbülanslı olsun, tüm akışlar için mevcuttur. Laminer bir akışın laminer bir sınır tabakası vardır ve bu da basittir. Öte yandan, türbülanslı bir sınır katmanı, duvarın yanında çok ince viskoz bir alt katmana, bir geçiş katmanına (tampon bölge) ve türbülanslı sınır katmanına (log katmanı) sahip olacaktır. Başlangıç iterasyonu oluşturmak ve karmaşık geometriler için avantajlı olsa da ters basınç değişimi gibi karmaşık akış durumları için uyumsuzdur. Modelin sayısal hesap denklemleri denklem 1.2 ve 1.3'te verilmiştir.

1. k Denklemi:

$$\frac{\partial(\rho k)}{\partial t} + \frac{\partial(\rho u_i k)}{\partial x_i} = \frac{\partial}{\partial x_j} \left[\left(\mu + \frac{\mu_t}{\sigma_k} \right) \frac{\partial k}{\partial x_j} \right] + P_k - \rho \varepsilon$$

Denklem 1.2

Burada:

- k , türbülans kinetik enerjisi,
- ρ , akışkanın yoğunluğunu,
- u_i , hız bileşenlerini,
- μ , moleküler viskoziteyi,
- μ_t , türbülans viskozitesini,
- σ_k, k 'nın tanımlanması için bir stabilizasyon terimi,
- P_k , üretim terimini,
- ε , enerji dispasyon oranını ifade eder.

2. ε denklemi:

$$\frac{\partial(\rho\varepsilon)}{\partial t} + \frac{\partial(\rho u_i \varepsilon)}{\partial x_i} = \frac{\partial}{\partial x_j} \left[\left(\mu + \frac{\mu_t}{\sigma_\varepsilon} \right) \frac{\partial \varepsilon}{\partial x_j} \right] + C_{\varepsilon 1} \frac{\varepsilon}{k} P_k - C_{\varepsilon 2} \rho \frac{\varepsilon^2}{k}$$

Denklem 1.3

Burada:

- ε , enerji dispasyon oranını,
- $C_{\varepsilon 1}$ ve $C_{\varepsilon 2}$, model sabitlerini temsil eder.

İki Denklemlili Türbülanslı Akış Modeli: SST K-Omega

Bu model, yüksek türbülans yoğunluğu olan akışkanlar için daha uygun olan bir modeldir. Modelde, kinetik enerji yerine ölçeklenebilir kinetik enerjisi hesaplanmaktadır, kısaca kinetik enerji ve türbülans frekansı için çözüm yapılabilmektedir. K epsilon ile benzer olmasına rağmen duvar fonksiyonu akışları için doğrudan kullanılmak yerine çevresindeki akışlar için kullanılmaktadır. Sınır tabaka akış geçişleri için hassas sonuçlar vermektedir. Türbülans Kayma gerilimini, ayrıklaşma ve geçiş bölgeleri için yüksek kesinlikte tahminler oluşturarak çok iyi serbest akış ve sınır tabaka sonuçları vermektedir ancak duvar çevresinde daha iyi mesh kalitesinde sonuç oluşturabilir. Sayısal modelleme denklemi denklem 1.4 ve 1.5' verilmiştir.

1. k denklemi:

$$2. \quad \frac{\partial(\rho k)}{\partial t} + \frac{\partial(\rho u_i k)}{\partial x_i} = \frac{\partial}{\partial x_j} \left[\left(\mu + \frac{\mu_t}{\sigma_k} \right) \frac{\partial k}{\partial x_j} \right] + P_k - \rho \varepsilon$$

Denklem 1.4

Burada:

- k , turbülans kinetik enerjisi,
- ρ , akışkanın yoğunluğunu,
- u_i , hız bileşenlerini,
- μ , moleküler viskoziteyi,
- μ_t , turbülans viskozitesini,
- σ_k, k' in tanımlanması için bir stabilizasyon terimi,
- P_k , üretim terimini,
- ε , enerji dissipasyon oranını ifade eder.

2. ω denklemi:

$$\frac{\partial(\rho\omega)}{\partial t} + \frac{\partial(\rho u_j \omega)}{\partial x_j} = \frac{\partial}{\partial x_j} \left[\left(\mu + \frac{\mu_t}{\sigma_\omega} \right) \frac{\partial \omega}{\partial x_j} \right] + \frac{\gamma}{\omega} \frac{\partial k}{\partial x_j} \frac{\partial \omega}{\partial x_j} - \beta \omega^2$$

Denklem 1.5

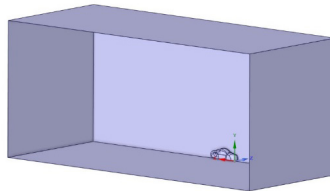
Burada:

- ω , turbülans kinetik enerji üretim hızını,
- γ , stabilizasyon terimi,
- σ_ω, ω' nun tanımlanması için bir stabilizasyon terimi,
- β, ω' nun sönümleme terimi.

IV. TASARIMIN ANSYS FLUENT ANALİZ İÇİN HAZIRLANMASI

Araç hızı 70m/s olarak belirlenmiştir. Gövde ANSYS Fluent ortamında tanımlanarak hesaplamalı dinamik akışkanlar analizi için hazır hale getirilmiştir. Araç hızı referansında 20 m/s hava akışına maruz kaldığı kuvvet grafikleri ve analiz simülasyonu oluşturulmuştur.

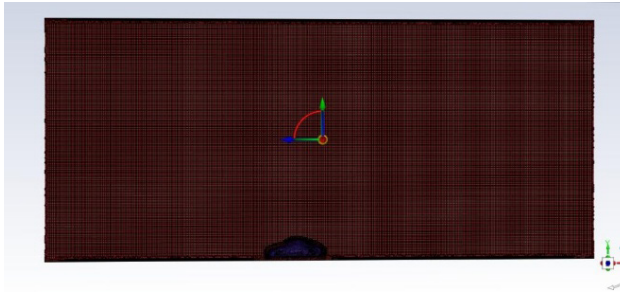
ANSYS Fluent ortamında literatürde Kullanılan ve önerilen ölçü değerleri referans alınmıştır. Şekil 2'de verilen ölçülerde bir akış domainine alınarak domain hacmi sistemde akışkan olarak tanımlanmıştır.



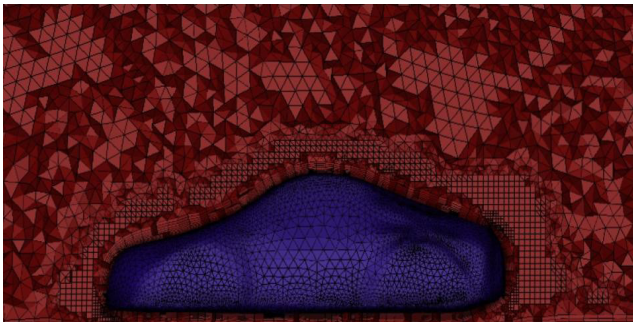
Şekil 2. ANSYS Fluent akış domaini

Sayısal modelleme için tasarlanan model bir ağ yapısına sahip olmalıdır. Ağ (mesh) yapısı; sisteme tanımlanan büyük ağ yapısının küçük ağ yapılarıyla ayrıştırılması ile hata payını minimize etme amacıyla geliştirilmiş bir sistemdir. Sayısal modelleme için; hata payının minimize edilmesi analiz sonucunun gerçeğe yakınsatılması anlamını ifade etmektedir. Sisteme tanımlanan ilk eleman büyük eleman olarak kabul edilmekte ardından çarpıklık (skewness) değerinin 0'a yakınsatılması ile büyük elemanın küçük parçalarla ayrıştırılma işlemi gerçekleştirilmektedir. Bu nedenlerden dolayı, hesaplama ağının en optimum olarak tasarlanması sayısal modelleme sonuçları açısından önemlidir. Hesaplama ağı tasarımı özellikle sınır tabakasının gelişim gösterdiği katı sınıra yakın bölgedeki hız profillerinin belirlenmesinde ve viskoz alt tabaka belirlenmesinde oldukça etkin rol oynamaktadır.

Bu makalede hacimsel deneyler için literatürde çoğunlukla kullanıldığı görülen hexcore ve diğer ağ yapılarına nazaran yeni kullanılmaya başlanan polihexcore ağ yapıları ile tekrarlı olarak yapılmıştır. Yapılan iyileştirmelerde birbirine yakın sonuçlar bulunmuştur. Oluşturulan ağ yapısı görselleri Şekil 3.2 ve Şekil 3.3 verilmiştir.



(a)



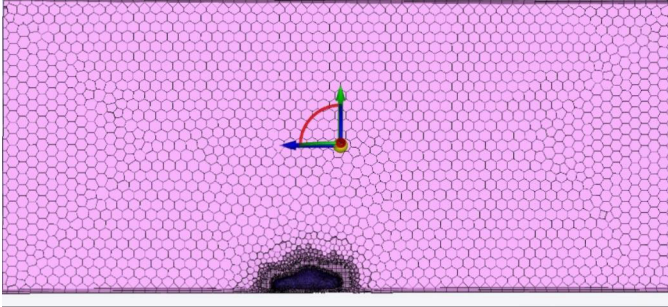
(b)

Şekil 3. Hexcore ağ yapısı

Şekil 3' de görüldüğü gibi hexcore mesh yapısı tercih edilmiştir. Mesh kalitesi tablo 1.1 de verilmiştir.

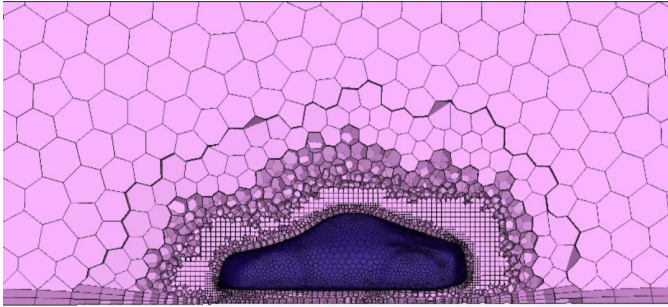
Sınır tabaka konusunda ilk olarak $y+=1$ olarak hesaplayıcı kullanılarak sınır tabaka uzunluğu 1(m) olarak alınmıştır.

Sonuç olarak ilk eleman büyüklüğü $1.8e-5m$ olarak alınmıştır Reynolds sayısı ise $1.3e+6$ olarak bulunmuştur. Sınır tabakaya 10 adet eleman yerleştirilmiştir.



Şekil 4. Polihexcore mesh yapısı

Analizler polihexcore mesh yapısında kullanılarak tekrarlanmıştır. Şekil 4'de görüldüğü gibi hexcore mesh yapısı genel olarak gösterilmiştir. Polihexcore mesh yapısında da analiz tekrarlanmış olup aynı şekilde $y+$ değeri 1 olarak alınmıştır sınır tabakası teorisi ile sst-kw ile çözümler yapılmıştır.



Şekil 5. Polihexcore ağ yapısı

Ağ yapısının kalitesi ve sürüklenme katsayısının bulunması için çeşitli ağ yapıları ve eleman sayıları iyileştirilmeye çalışılmıştır. Bu işlem sonucunda yapılan tasarım referansında en iyi değerlerin hexcore mesh de ortogonal ağ yapısında ve 1.586.207 eleman sayısında elde edildiği polihexcore mesh de ise 1.636.269 eleman sayısında minimum ortogonal kalite 0.37 olarak saplanmıştır. Hexcore ve polihexcore ağ yapıları ile edilen bazı değerler Tablo.1 ve Tablo.2'de belirtilmiştir.

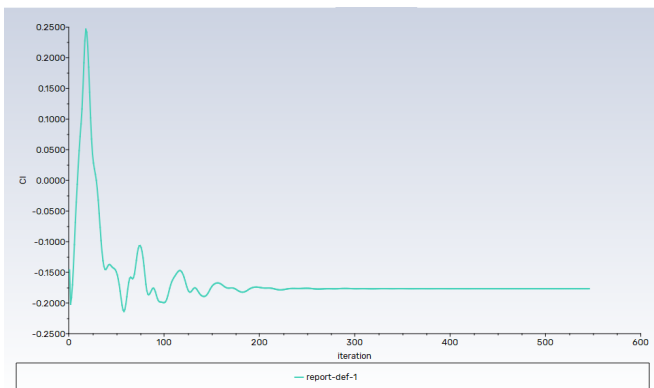
Eleman Sayısı	Minimum Ortogonal Kalite	C_d
285.326	0,28	0,347
836.726	0,27	0,231
1.278.541	0,31	0,167
1.586.207	0,28	0,166

Tablo.1 Hexcore mesh yapısında analiz sonuçları

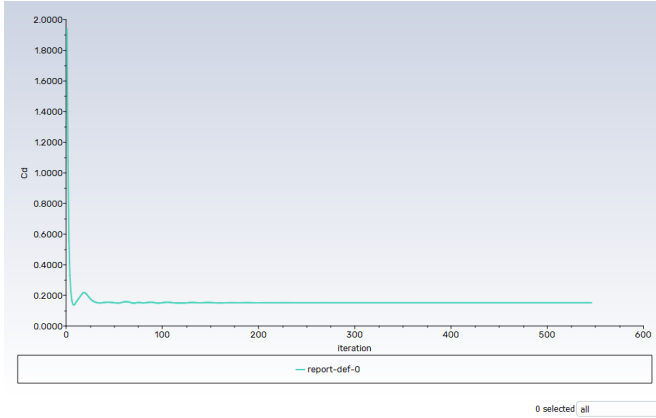
Eleman Sayısı	Minimum Ortogonal Kalite	C_d
234.347	0,34	0,345
986.724	0,28	0,225
1.228.346	0,33	0,168
1.636.269	0,37	0,166

Tablo.2 Polihexcore mesh yapısında analiz sonuçları

Belirlenen ölçüler referans alınarak tasarlanan modelin sürüklenme katsayısı literatürde bulunan minimum değere yaklaştırılmaya çalışılmıştır. Yapılan sayısal analiz sonucu sürüklenme katsayısı C_d 0,16 olarak bulunmuştur. Kaldırma ve sürüklenme katsayısı grafiklerinde yaklaşık olarak 200 iterasyonda yakınsamaya başlamıştır ancak iterasyon yaklaşık 550 iterasyona kadar devam ettirilmiştir. Toplamda 600 adet iterasyon gerçekleştirilmiştir. Analizde elde edilen iterasyon- C_d grafiği ve iterasyon- C_l grafikleri sırasıyla Şekil 3.4 ve Şekil 3.5 verilmiştir.



Şekil 6. İterasyon- C_d grafiği



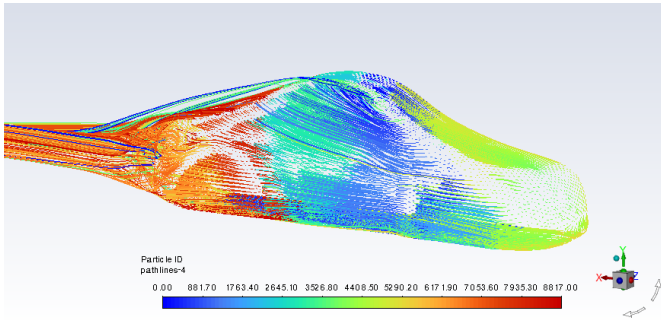
Şekil 7. İterasyon- C_f grafikleri

V. SONUÇ VE ARACIN İNCELENMESİ

Ansyst Fluent üzerinde SST k-omega türbülans modeli ile yapılan analiz simülasyonları, duvar fonksiyonu dahil olmak üzere çeşitli sınır tabaka etkileşimlerini istenilen şekilde modelleyerek, akışkanın türbülans özelliklerini ve sınır tabaka davranışını detaylı bir biçimde görselleştirilmiştir. Görsellerde; hız, statik basınç ve türbülans yoğunluğu gibi önemli parametrelerin ayrıntılı simülasyon görselleri açıklanmıştır.

Şekil 4.1’de araç yüzeyinde oluşan akış çizgileri izometrik görünüş olarak verilmiştir. Koyu kırmızı renkli bölgeler akışın en yoğun şekilde ayrıldığı ve kopmaların meydana geldiği bölgedir. Turuncu kısımlarda kopma ve ayrışma yoğunluğu kırmızı bölgelere göre daha az gözlenmektedir. Koyu mavi çizgiler ile akışın olabildiğince laminere yakın bir şekilde gerçekleştiği bölgeleri temsil etmektedir.

Sarı ve koyu mavi renkleri arasındaki bölgeler ise akışın farklı koordinatlarda yüzey ile yeni temas ettiği bölgeler olarak açıklanabilir.



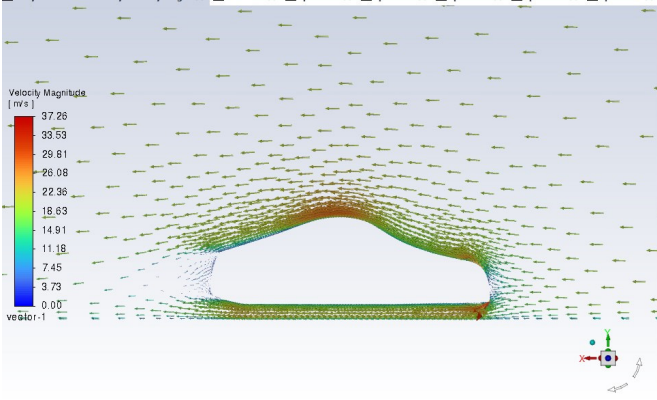
Şekil 8. Araç akış çizgi simülasyon görselleri

Şekil 8’de bulunan görsellerde görüldüğü üzere basınç değerlerinin akışın ilk temas yüzeyi olan ön yüzeyde ve akışın uzaklaştığı yer olan aracın arkasında yoğunlaştığı görülmektedir. Akışın belli bir hatta devam ettiği tepe noktası ile minimum basınç etkileşimine sahiptir.

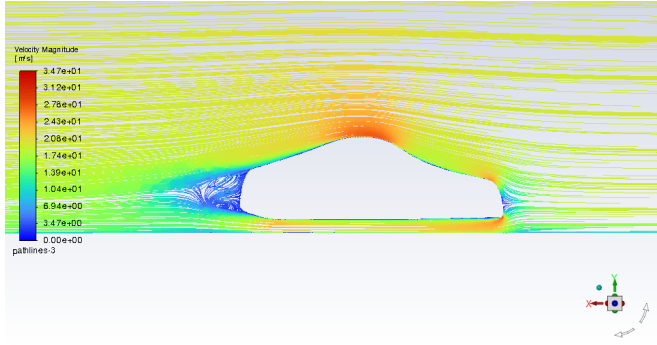


Şekil 9. Basınç dağılımı

Vektörlerin yönü ve büyüklüğü görüldüğü gibi mantığa uymaktadır. Yüzeye yaklaştıkça kaymazlık şartından dolayı hız sıfıra inmektedir.

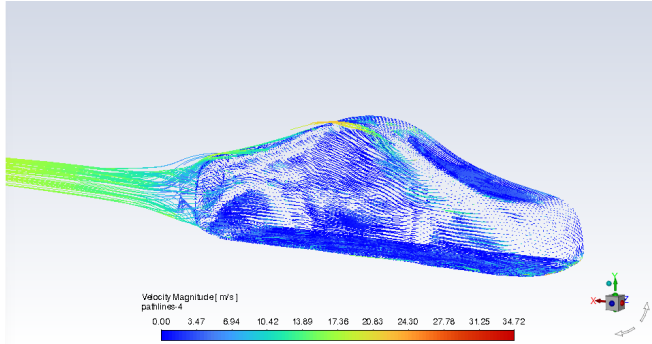


Şekil 10. Araç hız vektörel simülasyon görseli



Şekil 11. Hız akış çizgileri

Şekil 11’de görüldüğü gibi aracın üst kısmında basınç artışı olmuş olup üst tarafının daha yavaş bir geçiş olması gerekmektedir bu araç tasarımı belirli kriterlerde tasarlandığı için üst tarafı en iyi şekilde ayarlanmıştır.



Şekil 12. hız gösterimi

Şekil 12’de görüldüğü gibi aracın üstündeki havanın akışı görülmektedir.

ANSYS Fluent’in araç aerodinamik analizinde kullanımı, karmaşık hava akışlarını simüle ederek aracın performansını değerlendirmeyi amaçlar. Bu analizler genellikle çeşitli akış modelleri ve türbülans modelleri kullanılarak gerçekleştirilir. Akış modelleri, hava akışını anlamak ve aracın yüzeylerindeki basınç, sürüklenme ve kaldırma gibi önemli aerodinamik etkileşimleri değerlendirmek için kullanılır. Türbülans modelleri ise (Çetinkaya, 2015) (Çetinkaya, 2015) özellikle dönen parçaların etrafındaki türbülansın etkilerini incelemek adına önemlidir. Tekerleklerin, aynaların ve diğer hareketli parçaların neden olduğu türbülans, aracın genel aerodinamik performansını etkileyebilir. Bu nedenle, ANSYS Fluent’in çeşitli türbülans modelleri, bu kompleks etkileşimleri daha iyi anlamak ve tasarım iyileştirmeleri yapmak için kullanılır. Elde edilen sonuçlar, rüzgâr tüneli testlerindeki aerodinamik performansın

detaylı bir anlayışını sağlar. Rüzgâr tüneli testleri, bilgisayar tabanlı simülasyon sonuçlarını deneysel verilerle karşılaştırma ve doğrulama amacı taşır. ANSYS Fluent tarafından sağlanan sonuçların rüzgâr tüneli testleriyle uyumlu olması, yazılımın güvenilir ve gerçekçi analizler sağlama yeteneğini gösterir. Bu analizler, araba tasarımında optimize edilmiş aerodinamik özelliklerin belirlenmesine olanak tanır. Yüzeylerdeki basınç dağılımının optimize edilmesi, sürüklenme katsayısının düşürülmesi ve kaldırma kuvvetinin kontrol edilmesi gibi faktörler, aracın hava direncini azaltarak yakıt verimliliğini artırabilir ve genel performansını optimize edebilir. Sonuç olarak, ANSYS Fluent kullanılarak gerçekleştirilen bu analizler, araç tasarımında bilinçli kararlar almak ve modern otomobillerin aerodinamik performansını en üst düzeye çıkarmak için önemli bir araç sunar. Bu bilgiler, otomotiv endüstrisinde daha etkili, verimli ve çevre dostu araçların geliştirilmesine katkıda bulunabilir.

KAYNAKLAR

- [1] Ağaçayak A.C., Terzioğlu Hakan, Özdeş Büşra, (2020). Bölüm 3- Elektrikli Araçlarda Telemetri, İKSAD, Elektrikli Araçlara Genel Bakış 2, ISBN:978-625-7687-48-5.
- [2] Yalçın G., Ağaçayak A.C., Bozkır M., (2020). Bölüm 4: Elektrikli Araçlarda Direksiyon Sistemi. Elektrikli Araçlara Genel Bakış 1, İksad Yayınevi, Basım sayısı:1, ISBN:978-625-7687-47-8. pp. 67- 91.
- [3] Binalı R., Yalçın G., Ağaçayak A.C., (2021). Bölüm 1: Modern İmalat Yöntemlerine Genel Bakış. Elektrikli Araçlara Genel Bakış 1, İksad Yayınevi, Basım sayısı:1, ISBN:978-625-8423-15-0. pp. 3- 33.
- [4] Ataner E., Terzioğlu H., Yalçın G., (2020). Elektrikli Araçlarda Batarya Yönetim Sistemi. Elektrikli Araçlara Genel Bir Bakış-2, İksad Publishing House, Basım sayısı:1, 31-52. ISBN: 978-625-7687-48-5, pp. 31- 52.
- [5] Yalçın G., Neşeli S., Terzioğlu H., Ağaçayak A.C. (2018). Fatigue Tester Design and Frame Analysis for Estimation of Fatigue Life of Helical Compression Springs. International Conference on Engineering Technologies (ICENTE'18), 563-566. (Tam Metin Bildiri/Sözlü Sunum)(Yayın No:4509752)
- [6] Neşeli, S., Yalçın, G., & Yıldız, S. (2018). Surface Roughness Estimation for Turning Operation Based on Different Regression Models Using Vibration Signals. International Journal of Intelligent Systems and Applications in Engineering.
- [7] Rüstem BİNALİ-Süleyman NEŞELİ-Gökhan YALÇIN, (2022). BÖLÜM 14: Kompozit Malzemelere Genel Bakış. Mühendislikte Yeni Araştırmalar, Tablet Kitapevi, Basım sayısı:1, ISBN:978-605-5447-75-5. pp. 175-188.
- [8] https://en.wikipedia.org/wiki/Spalart%E2%80%93Allmaras_turbulence_model
- [9] <https://www.scribd.com/document/461231644/ANSYS-Fluent-Turbulans-Modelleri-docx>
- [10] https://www.linkedin.com/pulse/cfd-t%C3%BCr%C3%BClans-modelleri-mustafazabun?trk=article-ssr-frontend-pulse_more-articles_related-content-card
- [4] <https://avys.omu.edu.tr/storage/app/public/ozcanh/71141/B%C3%B6l%C3%BCm%208.%20Ta%C5%9F%C4%B1t%20Aerodinami%C4%9Fi.pdf>
- [5] Taşıt Mekaniği Prof. Dr. Selim Çetinkaya
- [6] Numerical Analysis by RNG k-ε Turbulent Model of a Concentric Tube Heat Exchanger with Coiled Wire Turbulator
- [7] <https://resources.system-analysis.cadence.com/blog/msa2021-what-is-the-spalart-allmaras-turbulence-model>
- [8] <https://www.scribd.com/document/537653036/10-29109-gujsc-625585-992580>
- [9] https://www.cfd-online.com/Wiki/SST_k-omega_model
- [10] <https://acikders.ankara.edu.tr/mod/resource/view.php?id=55945>
- [11] https://www.researchgate.net/publication/267979887_IKI_DENKLEMLI_TURBULANS_MODELLERI_ILE_TRANSONIK_AKIS_HESAPLAMALARI
- [12] <https://www.ansys.com/academic/learning-resources>

BÖLÜM 5

NACA0012 KANAT PROFİLİNDE SAPSONİK VE TRANSONİK AKIŞLARIN İNCELENMESİ

S. NEŞELİ¹, T. BAYRAKCI², E.S. SAĞDIÇ³

GİRİŞ

Bilgisayar destekli akışkanlar dinamiği teknik yapılandırma ve akış alanlarını doğru ve pratik bir şekilde hesaplama ihtiyacının bir oluşumudur. Özellikle son 20 yılda Had havacılık otomotiv ve diğer alanlarda sıvı ve gaz akışkanlarının önemli durumda olduğu zamanlarda tercih edilen bir uygulama haline gelmiştir. Akışkanlar mekaniği alanında geometrilerin etrafındaki akışkan hareketlerinin modellenmesinde kullanılmaktadır. Piyasada farklı farklı cfd paket programları bulunmaktadır.

Bu programlar deneysel olarak ölçmesi zor, deneyleri çok pahalı veya imkansız olan durumlarda bu olayları bilgisayar ortamında simüle etmek için kullanılır. Özellikle uçak kanatları üzerindeki akış simülasyonlarında laminardan türbülanslı akışa geçerken akışın doğru bir şekilde modellenmesi çok büyük bir öneme sahiptir Bu geçiş hava kanadının performansını belirlemede önemli bir olgudur. Özellikle sürüklenme ve kaldırma gibi önemli parametreler üzerinde etkili olmaktadır.

Bir problemi modellemenin başlangıcında, geometri ve ağlar oluşturulurken kullanılan ön işleme adımı oldukça önemlidir. Endüstri projelerinde, genellikle istenen doğruluk ile çözüm maliyeti arasında denge sağlayan bir ağ oluşturmak için harcanan zamanın büyük bir kısmı bu aşamaya ayrılır. Ağ oluşturulduktan sonra, çözüm süreci yönetim denklemlerini çözmek üzere devreye giren bir çözücü tarafından gerçekleştirilir.

Çözüm sürecinde temel adımlar şunlardır; ilk olarak, modelleme hedefleri belirlenir ve model geometrisi ile ağ oluşturulur. Ardından, çözücü ve fiziksel modeller adım adım yükseltilir, çözüm hesaplanır ve gözlemlenir. Son olarak,

¹ Selcuk University, Konya/Turkey, sneseli@selcuk.edu.tr

² Selcuk University, Konya/Turkey, tunahanbayrakci@outlook.com

³ Selcuk University, Konya/Turkey, senanur-sa@hotmail.com

elde edilen sonuçlar incelenir, kaydedilir ve gerekirse sayısal veya fiziksel model parametrelerinde revizyonlar düşünülür.

Bu yapılandırılmış CFD yaklaşımı, sadece dikkatli modelleme gerekliliğini vurgulamakla kalmaz, aynı zamanda sürecin tekrar eden doğasını da açıkça ortaya koyar. Bu sürekli iyileştirme ve geri besleme döngüsü, daha doğru ve güvenilir sonuçlar elde etmeye yönelik tasarım sürecinin önemli bir parçasını oluşturur.

Kanat Profilleri

Uçak kanadı, genellikle bir hava aracının havada tutunması ve istenen aerodinamik özellikleri sağlaması için özel bir şekilde tasarlanmıştır. Kanat profili; kanadın kesitini oluşturan üst ve alt yüzeyler arasındaki şekil, eğim, kavis ve kalınlık gibi özellikleri ifade eden kısımdır, kısaca kaldırma kuvvetinin sürüklenme kuvvetinden daha büyük olduğu aerodinamik şekil de diyebiliriz. Kanat profilleri, genellikle aerodinamik performansı artırmak, kaldırma kuvveti üretmek, sürüklemeyi azaltmak ve istenen uçuş özelliklerini sağlamak amacıyla tasarlanır. Günümüzde yaygın olarak kullanılan bazı profiller vardır, bu profiller NACA (Ulusal Havacılık Danışma Komitesi) tarafından 1930'lu yıllarda testleri gerçekleştirilen, zamanla standartlaşmış diyebileceğimiz 78 adet kanat profilidir. Bu makale için NACA 0012 kanat profili üzerinde analizler gerçekleştirilmiştir. Kanat profili Şekil 1.1'de verilmiştir.



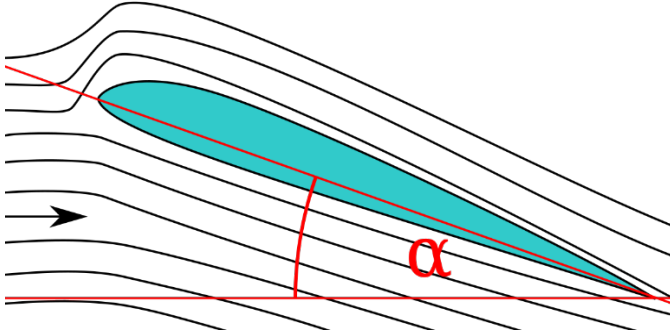
Şekil 1. NACA 0012 kanat profili

NACA kanat profil serisinde; 4 basamaklı, 5 basamaklı ve değiştirilmiş 4-/5 basamaklı profillerde kanat kesitini yani geometrik merkez çizgisine göre kanat şeklinin bombe yapısını tanımlayan analitik denklemler kullanılarak üretilmiştir. 6 Serisi de dahil olmak üzere daha sonraki kanat profil serileri ise geometrik yöntemlerden ziyade teorik yöntemlerin kullanılması ile elde edilen daha karmaşık şekillerdir.

Hücum Açısı

Uçak kanadının düzlemine göre hava akımına karşı açığı temsil eder. Bu açı, kanadın ön kenarı ile hava akımı yönü arasındaki açıdır. Örneğin, bir uçak yatay olarak ilerlerken, kanatlar düz konumda olup hücum açısı sıfırdır. Ancak

uçanın yükselme veya alçalma anında, kanatlar hava akımına göre açılır ve bu durumda hücum açısı artar. Uçağın görevine göre belirlenen türü, hızı ve irtifa yüksekliği gibi durumlara özel olarak hücum açısı değerleri belirlenebilmektedir. Şekil 1.2’de α ile gösterilen değer hücum açısını belirtmektedir. Bu makalede kanat profili için hücum açısı değeri 1.55° alınmıştır.



Şekil 2. Hücum açısı

Mach Sayısı ve Sıkıştırılabilirlik

İlk olarak sıkıştırılabilirlikten bahsedecek olursak, sıkıştırılabilirlik; bir madde veya akışkanın hacminin basınç, sıcaklık veya diğer dış etkenler altında değişmesidir. Tüm maddeler gerçekte az veya çok sıkıştırılabilirler çünkü maddeler belirli bir basınca maruz kaldıklarında az da olsa bir yoğunluk değişimi yaşarlar. Yoğunluktaki bu değişim gazlarda fazlayken sıvılarda daha az ve katılarda ihmal edilebilecek kadar az gerçekleşir. Bir gazın sıkıştırılabilirliği, moleküllerinin yakınlıkları ve aralarındaki etkileşimlerine bağlıdır. Fiziksel olarak sıkıştırılabilirlik, bir akışkan elemanının birim basınçtaki özgül hacim değişiminin özgül hacme oranıdır.

Mach sayısı ise akışın rejimi hakkında bilgi vermektedir. Bir akışkanın ses hızına oranla hareket ettiği hızı ifade etmek için kullanılmaktadır. Mach sayısı, bir cismin akışkan içindeki hızını, o akışkanın ses hızına bölerek elde edilir.

Sıkıştırılabilirlik ve Mach sayısı arasındaki ilişkiyi açıklarsak; sıkıştırılabilirliğin ölçüsü ses hızı ile ilişkilendirilerek atalet kuvvetlerin elastik kuvvetlere oranı olarak tanımlanan Mach Sayısı ile verilmektedir. Mach sayısı genellikle süpersonik ve hipersonik hızlarda akışkanların davranışlarını anlamak için önemlidir. Bu hızlarda hareket eden akışkanlar, ses hızının üzerinde seyrettiği için sıkıştırılabilirlik etkileri belirgin hale gelir. Yüksek Mach sayılarına ulaşan akışkanlar, sıkıştırılabilirlik özellikleri gösterir ve bu da akışkanın davranışını, basınç ve yoğunluk değişimlerini etkileyebilir.

Bu durum, süpersonik ve hipersonik akışların analizinde, tasarımında ve kontrolünde dikkate alınması gereken önemli bir faktördür.

Sapsonik Akış

Akışkanlar mekaniğinde ses altı hızlarda gerçekleşen hızlara sapsonik (subsonic) akış denir. Ses altı hızlar literatürde yaklaşık olarak Mach sayısının 0 ile 0.8 değerleri arasında gerçekleşen akışlar şeklinde tanımlanabilir.

Sapsonik akışlar, sesten daha düşük hızlarda gerçekleşen akışlardır. Kanat profil analizi, genellikle uçak kanatları gibi cisimlerin tasarımında kullanılan bir tekniktir. Bu analiz, bir kanat profilinin aerodinamik özelliklerini incelemek ve optimize etmek için kullanılır.

Kanat profil analizi, kanatların üzerindeki akışın davranışını anlamak için yapılan bir çalışmadır. Bu analizde, kanat profilinin şekli, yüzey pürüzlülüğü, kanat kenarları ve profilin diğer özellikleri incelenir. Bununla birlikte, kanat profilinin oluşturduğu kaldırma ve direnç gibi aerodinamik kuvvetler de göz önünde bulundurulur.

Bu analiz genellikle matematiksel modeller, bilgisayar destekli simülasyonlar ve deneysel testlerle yapılır. Kanat profilinin farklı hızlarda, farklı hücum açılarında ve farklı akış koşullarında nasıl davrandığı incelenerek, aerodinamik performansı değerlendirilir. Bu, daha verimli ve istenilen performansa sahip kanat profillerinin tasarlanmasına olanak tanır.

Kanat profil analizi, uçakların performansını, manevra kabiliyetini ve yakıt verimliliğini artırmak amacıyla sürekli olarak geliştirilen bir alandır. Bu analiz, aerodinamik özelliklerin optimize edilmesiyle, uçakların daha güvenli, stabil ve verimli bir şekilde havada seyahat etmesine yardımcı olur.

Transonik Akış

Bu akış rejimi, Mach sayısının yaklaşık olarak 0.8 ile 1.2 arasında olduğu bir aralığı kapsamaktadır. Transonik akışta, akışkanın yerel hızı ses hızına belirli aralıklarla yaklaşır veya ses hızından uzaklaşır. Bu durum, akışkanın belirli bölgelerinde şok dalgalarının oluşmasına ve akışın davranışında ani değişikliklere neden olabilir. Transonik bölgede akışın doğrusal olmayan karmaşık davranışları ve kritik Mach sayısına bağlı (yani kanattaki küçük bir bölge üzerindeki akışın ses hızına ulaştığı en küçük değer) olarak görülebilecek şok, genişleme dalgası gibi yapılar akış için önemlidir.

Transonik akış, uçak kanatları gibi aerodinamik yapıların performansı üzerinde önemli etkilere sahiptir ve tasarımların bu akış rejimindeki davranışları göz önünde bulundurması gereklidir.

TÜRBÜLANS TEORİSİ VE DENKLEMLERİN AÇIKLANMASI

Belirli Bir y^+ Değeri İçin Duvar Mesafesinin Hesaplanması

“ y^+ ” terimi, hesaplamalı akışkanlar dinamiği (CFD) gibi simülasyonlarda kullanılan bir terimdir. y^+ ; genellikle belirli bir akış modeli için oluşturulan bir ağın ne kadar kaba veya ince olduğunu tanımlamak için kullanılan boyutsuz bir mesafedir. y^+ değeri, duvar yüzeyine olan uzaklık ile duvar tabakasındaki akışın viskoz alt-tabakası arasındaki oranı gösterir. Bu değer, akışkanın duvara ne kadar yakın olduğunu belirtir. y^+ değeri, akışın viskoz alt-tabakasındaki akışın etkisinin hesaplamadaki önemini belirler. Denklem 2.1’den 2.8’e kadar olan denklemlerle aşamalı olarak açıklanmıştır.

- y^+ ’ın tanımına göre düzenlenen formül denklem 1.1’de verilmiştir.

$$y^+ = \frac{\rho U_\tau y}{\mu} \Leftrightarrow y = \frac{y^+ \mu}{U_\tau \rho} \quad (\text{denklem 2.1})$$

- Hedef y^+ değeri ve akışkan özellikleri biliniyor ise U_τ ’ye ihtiyacımız var, U_τ formülü denklem 1.2’de verilmiştir.

$$U_\tau = \sqrt{\frac{\tau_w}{\rho}} \quad (\text{denklem 2.2})$$

- Denklem 1.3’te verilen duvar kayma gerilimi τ_w , yüzey sürtünme katsayısı C_f ’den bulunabilmektedir.

$$\tau_w = \frac{1}{2} C_f \rho U_\infty^2 \quad (\text{denklem 2.3})$$

- Türbülans modellemede etki alanı duvarlarına yakın hücrelerin uygun boyutunun belirlenmesi önemlidir. Türbülans modeli duvar yasalarının duvardaki y^+ değeri üzerinde kısıtlamaları vardır. Örneğin duvarın yakınındaki daha hızlı bir akış, daha yüksek y^+ değerleri üretecektir, dolayısıyla duvarın yakınındaki ağ boyutu azaltılmalıdır. Ağ yapısındaki ilk hücre boyut değeri denklem 2.8’de verilmiştir.

$$y = \frac{y^+ \mu}{U_\tau \rho} \quad (\text{denklem 2.4})$$

Basınç Katsayısı

Basınç katsayısı, kanat akışlarındaki basınç değişikliklerini ölçmekte kullanılan önemli bir terimdir. Bu katsayı, akışkanın belirli bir noktadaki basıncını, statik basınca bölünmüş halidir. Genellikle aerodinamik analizlerde kullanılır. Basınç katsayısı, kanat profilinin aerodinamik performansını değerlendirmek için önemli bir ölçüttür ve şu şekilde hesaplanır (denklem 2.5):

$$C_p = \frac{p - p_\infty}{\frac{1}{2} \rho_\infty V_\infty^2} = \frac{p - p_\infty}{p_0 - p_\infty} \quad (\text{denklem 2.5})$$

- p basınç katsayısının değerlendirildiği noktadaki statik basınçtır.
- p_∞ serbest akıştaki statik basınçtır. (herhangi bir müdahaleden uzakta)
- p_0 serbest akıştaki durgunluk basıncıdır. (herhangi bir rahatsızlıktan uzakta)
- ρ_∞ serbest akışı akışkan yoğunluğudur (Deniz seviyesinde hava ve 15° C1, 225' tir) kg/m^3)
- V_∞ sıvının serbest akış hızı veya sıvı boyunca vücudun hızıdır.

Mach Sayısına Bağlı Statik Basınç Denklemi

- İzentropik (yani entropi değişimi olmayan) bir akışta basınç oranını (p_0/p) hesaplamak için kullanılır. Burada, p_0 atmosfer basınç seviyesi, p ise belirli bir noktadaki basıncı temsil eder. γ (gamma) belirlenen gazın denge sabitidir. M ise akışın Mach sayısıdır.

$$\frac{p_0}{p} = \left[1 + \left(\frac{\gamma - 1}{2} \right) M^2 \right]^{\frac{\gamma}{\gamma - 1}} \quad (\text{denklem 2.6})$$

- p_0 = toplam basınç
- p = statik basınç
- γ = gaz denge sabiti (hava için 1.4)
- M = Mach değeri

Denklem 2.6'da verilen formüle analiz için belirlenen 0.7 Mach ve 1 Mach değerlerine göre hesaplama gerçekleştirilecektir. (p_0 değeri atmosfer basıncı referansında 101325 Pa, γ değeri ise hava referansında 1.4 olarak alınmıştır. Sıcaklık değeri 311 K Kabul edilmiştir.)

$$\frac{101325}{p} = \left[1 + \left(\frac{1.4 - 1}{2} \right) 0.7^2 \right]^{\frac{1.4}{1.4 - 1}}$$

$p_{0.7 \text{ Mach}} = 73048 \text{ Pa}$ olarak bulunmuştur.

$$\frac{101325}{p} = \left[1 + \left(\frac{1.4 - 1}{2} \right) 1^2 \right]^{\frac{1.4}{1.4 - 1}}$$

$p_{1 \text{ Mach}} = 53.528 \text{ Pa}$ olarak bulunmuştur.

Denklem 2.6'dan farklı olarak denklem 2.7'da izentropik (yani entropi değişimi olmayan) bir akışta sıcaklık oranını (T_0/T) hesaplamak için kullanılır. Burada, T_0 referans sıcaklık seviyesini, T ise belirli bir noktadaki sıcaklığı temsil eder. 0.7 Mach ve 1 Mach değerlerine göre hesaplama gerçekleştirilecektir. (p_0 değeri atmosfer basıncı referansında 101325 Pa, γ değeri ise hava referansında 1.4 olarak alınmıştır. Sıcaklık değeri 311 K Kabul edilmiştir.)

$$\frac{T_0}{T} = 1 + \left(\frac{\gamma-1}{2}\right) M^2 \quad (\text{denklem 2.7})$$

T_0 = sıcaklık

T = statik sıcaklık

γ = gaz denge sabiti (hava için 1.4)

M = Mach sayısı

$$\frac{311\text{K}}{T} = 1 + \left(\frac{1.4-1}{2}\right) 0,7^2$$

$T_{0,7\text{ Mach}} = 283.24\text{ K}$ olarak bulunmuştur.

$$\frac{311\text{K}}{T} = 1 + \left(\frac{1.4-1}{2}\right) 1^2$$

$T_{1\text{ Mach}} = 259.16\text{ K}$ olarak bulunmuştur.

İki Denklemli Türbülanslı Akış Modeli: SST K-Omega

Bu model, yüksek türbülans yoğunluğu olan akışkanlar için daha uygun olan bir modeldir. Bu model, kinetik enerji yerine ölçeklenebilir kinetik enerjiyi hesaplamaktadır, kısaca kinetik enerji ve türbülans frekansı için çözüm yapabilmektedir. K epsilon ile benzer olmasına rağmen duvar fonksiyonu akışları için doğrudan kullanılmak yerine çevresindeki akışlar için kullanılmaktadır. Sınır tabaka akış geçişleri için hassas sonuçlar vermektedir. Türbülans Kayma gerilimini, ayrıklaşma ve geçiş bölgeleri için yüksek kesinlikte tahminler oluşturarak çok iyi serbest akış ve sınır tabaka sonuçları vermektedir. Ancak duvar çevresinde daha iyi mesh kalitesinde sonuç oluşturabilir. Sayısal modelleme denklemi denklem 2.8 ve 2.9'da verilmiştir.

3. k denklemi:

$$\frac{\partial(\rho k)}{\partial t} + \frac{\partial(\rho u_i k)}{\partial x_i} = \frac{\partial}{\partial x_j} \left[\left(\mu + \frac{\mu_+}{\sigma_k} \right) \frac{\partial k}{\partial x_j} \right] + P_k - \rho \varepsilon$$

Denklem 2.8

Burada:

- k , turbülans kinetik enerjiiyi,
- ρ , akışkanın yoğunluğunu,
- u_i , hız bileşenlerini,
- μ , moleküler viskoziteyi,
- μ_t , turbülans viskozitesini,
- σ_k, k' in tanımlanması için bir stabilizasyon terimi,
- P_k , üretim terimini,
- ε , enerji dissipasyon oranını ifade eder.

3. ω denklemleri:

$$\frac{\partial(\rho\omega)}{\partial t} + \frac{\partial(\rho u_j \omega)}{\partial x_j} = \frac{\partial}{\partial x_j} \left[\left(\mu + \frac{\mu_t}{\sigma_\omega} \right) \frac{\partial \omega}{\partial x_j} \right] + \frac{\gamma}{\omega} \frac{\partial k}{\partial x_j} \frac{\partial \omega}{\partial x_j} - \beta \omega^2$$

Denklem 2.9

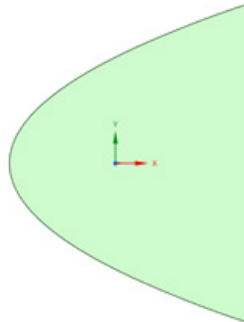
Burada:

- ω , turbülans kinetik enerji üretim hızını,
- γ , stabilizasyon terimi,
- σ_ω, ω' nun tanımlanması için bir stabilizasyon terimi,
- β, ω' nun sönmleme terimi.

ANSYS FLUENT İLE AKIŞIN NÜMERİK SİMÜLASYONU

0.7 Mach Değerine Göre Nümerik Analiz Sonuçları

Şekil 3'de Kanat için oluşturulan akış hacmi görülmektedir. En uzun yeri 45 m , en yüksek yeri ise 60 m olarak alınmıştır.



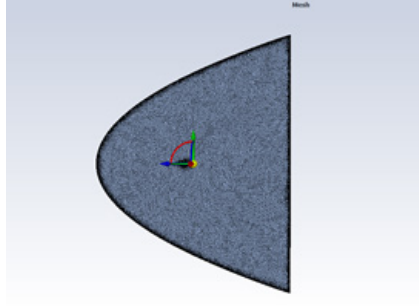
Şekil 3. Akış hacmi

Şekil 4’de 0012 Naca kanat yapısının yakında görünüşü görülmektedir.



Şekil 4. Akış içerisinde kanat profili

Şekil 5’te görüldüğü kanadın akış hacmi ve ağ yapısı görülmektedir mesh olarak polihexcore ağ yapısı tercih edilmiştir.



Şekil 5. Akış hacmi ağ yapısı

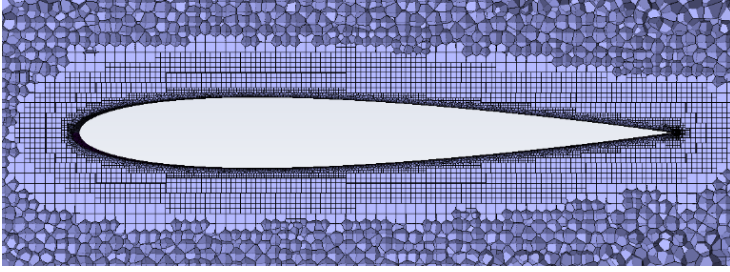
Minumum ortogonal kalite	Minumum hücre büyüklüğü	Eleman sayısı
0.24	2e-6m	3765234

Tablo 1

	Mach 0.7	Deney sonucu
cl	0.243	0.239
cd	0.008	0.0079

Tablo 2

Kanadın ağ yapısının yakından gösterimi sınır tabakasında daha sık ve iyi ağ yapıları kullanılmıştır. Şekil 6’da kanat çevresindeki polihexcore ağ yapısı gösterilmiştir.



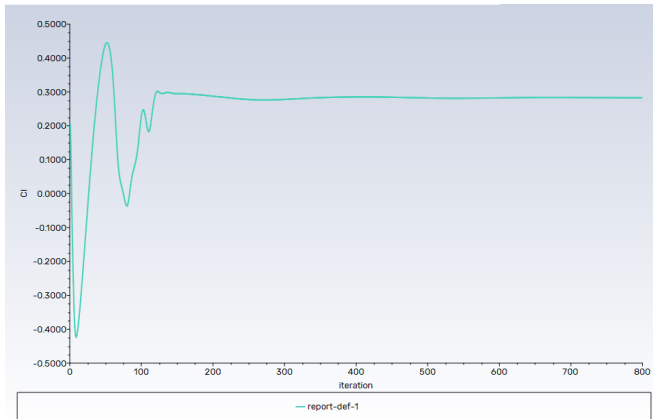
Şekil 6. Kanat profili etrafında oluşturulan polihexcore ağ yapısı

Basınç	73048
Sıcaklık	283.2K
Hız	0.7 mach
Yoğunluk	1.247
Reynolds sayısı	12×10^6

Tablo 3

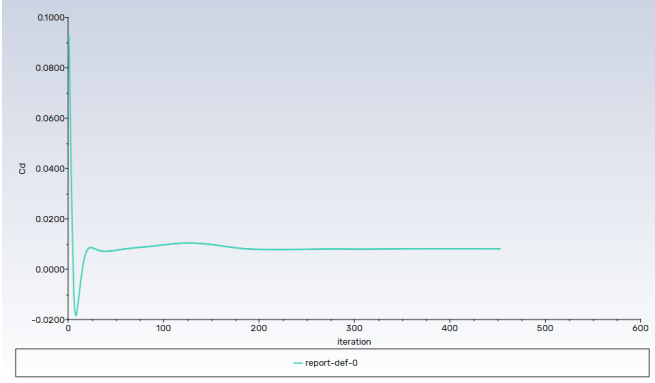
Deney şartlarında basınç denklem 2.10'a göre hesaplanmıştır Sıcaklık ise denklem 2.11'e göre hesaplanmıştır. Basınç ve sıcaklık mach sayısına göre hesaplanmıştır. Yoğunluk ise sıcaklığa göre termodinamik tablolardan alınmıştır. Analizde operasyon basıncı 0 girilmiştir, sınır şartlarında denklem 2.10' da 0.7 Mach değerine göre 73048 Pa olarak hesaplanan değer girilmiştir.

Analizde C_l değerinin yaklaşık 220 iterasyon sonunda yakınsadığı görülmüştür ama analiz 450 iterasyona kadar sürdürülmüştür. Şekil 7'te C_l değeri iterasyon grafiği verilmiştir.



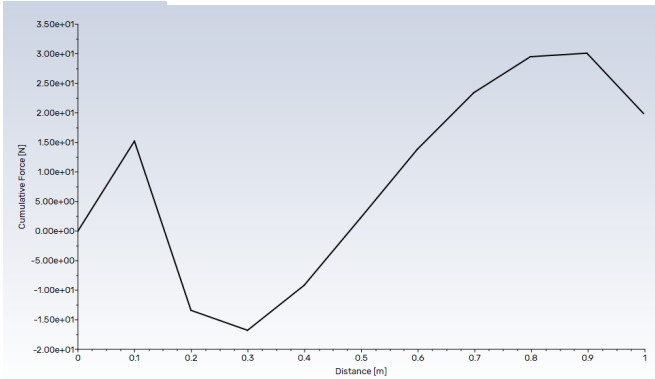
Şekil 7. C_l değeri iterasyon grafiği

Cd katsayısının benzer şekilde 200 iterasyonda yakınsamaya başladığı görülmektedir. Şekil 8’de Cd değeri iterasyon grafiği verilmiştir.



Şekil 8. Cd iterasyon grafiği

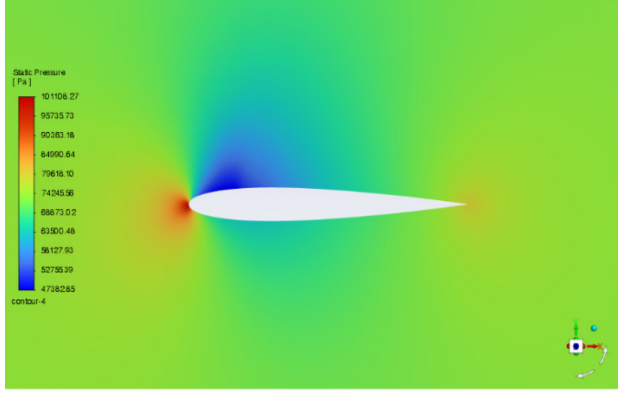
Görüldüğü gibi kanat üzerindeki kuvvet dağılımı kanadın 0.9 m yani sonlarında doğru en yüksek olduğu görülmüştür. Şekil 9’da kanat üzerindeki kuvvet grafiği verilmiştir.



Şekil 9. Kanat üzerindeki kuvvet grafiği

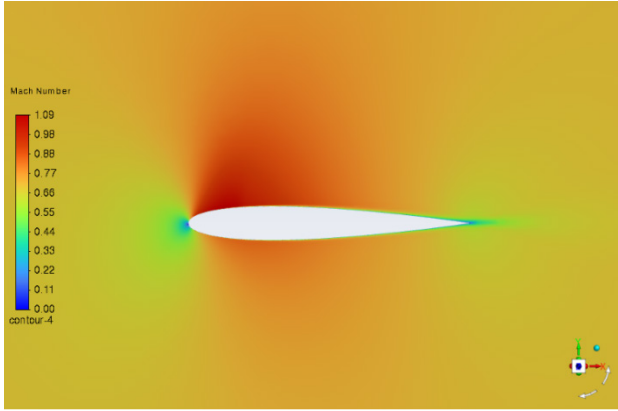
Şekil 10’da verilen kontür simülasyon görselinde görüldüğü üzere statik basınç değeri atmosfer basıncının altında kalmıştır.

Analiz sıkıştırılabilir akış olarak çözülmüştür. ANSYS Fluent programında ideal gaz olarak tanımlanmıştır. Viskozite ise sutherland metodu yani sıcaklığa bağlı viskozite değişimi kullanılarak çözülmüştür.



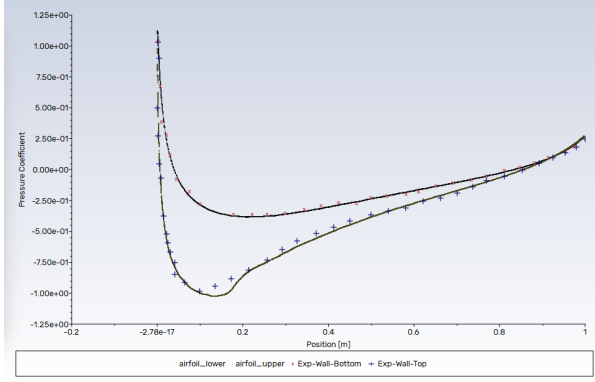
Şekil 10. Statik basınç kontür simülasyon görseli

Şekil 11’de görüldüğü üzere analiz 0.7 Mach sayısında yapılmıştır. ancak kanadın üst kısmında Mach sayısının 1’in üzerine çıktığı gözlemlenmiştir.



Şekil 11. Mach Sayısı kontür simülasyon görseli

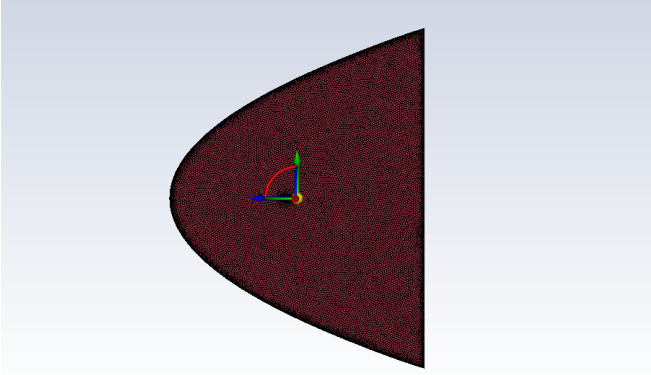
Şekil 12’de görüldüğü gibi analiz sonuçları ile nümerik olarak simüle edilmiş sonuçlar karşılaştırılmıştır. Analizin referans değerler bazında değerlere yakınlığı kanıtlanmıştır.



Şekil 12. Basınç katsayısı referans alınan deney sonuçları ile elde edilen simülasyon sonuçların karşılaştırılması

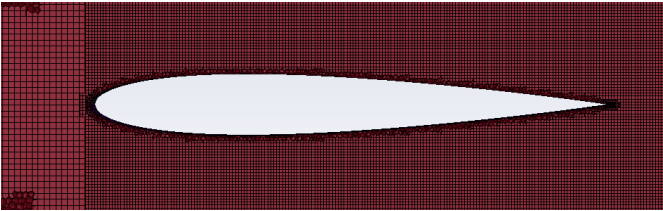
1 Mach Değerine Göre Nümerik Analiz Sonuçları

Mach 1’de yine polihexcore ağ yapısı tercih edilmiştir. Akış hacminin ağ yapısı Şekil 13’de verilmiştir.



Şekil 13. Akış hacmi ağ yapısı

Ağ yapısının kanat profili etrafında görünüşü Şekil 14’de verilmiştir.



Şekil 14. Kanat profili etrafında polihexcore ağ yapısı

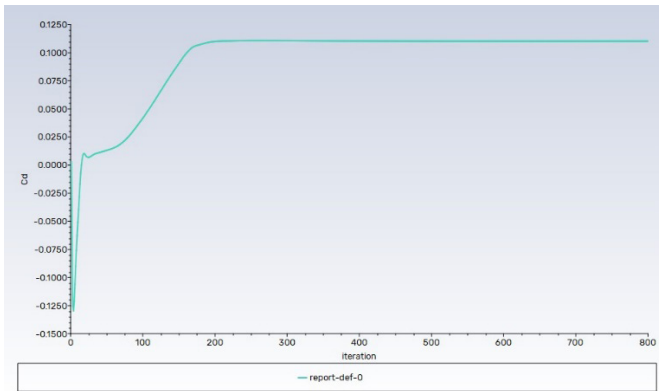
Minimum ortogonal kalite	Minimum hücre büyüklüğü	Eleman sayısı
0.21	1.3e-6	3.522.453

Tablo 4

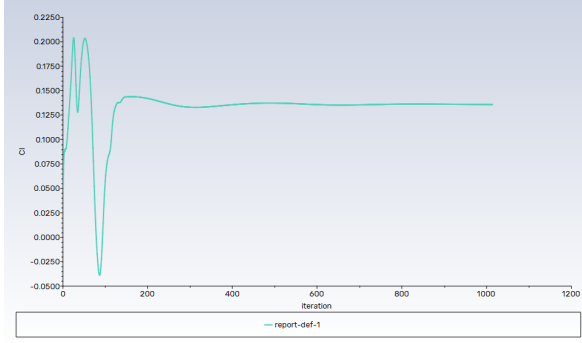
Basınç	53528pa
Sıcaklık	259k
Hız	1 mach
Yoğunluk	1.362
Reynolds sayısı	2.2e+7

Tablo 5

Mach sayısı analizde 1 alındığında C_d katsayısının arttığı görülmüştür, bu durum aerodinamik zorluklar oluşturmaktadır. C_d iterasyon grafiği Şekil 14'te verilmiştir.

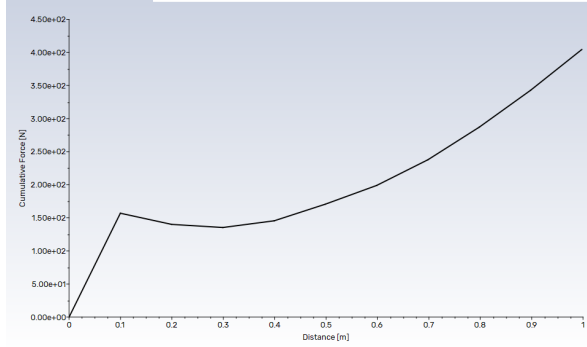
Şekil 14. C_d iterasyon grafiği

C_l katsayısı ise Mach 1 olan akışta ciddi bir düşüş yaşamıştır tam ses hızı aşılrken kanadın kaldırma kuvvetinde ciddi bir düşüş oluşmuştur. C_l iterasyon grafiği Şekil 3.14'te verilmiştir.



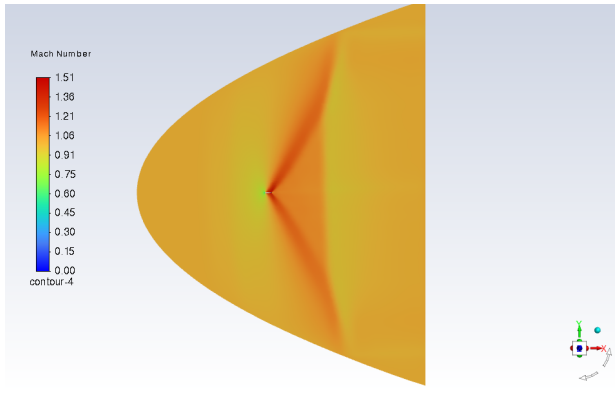
Şekil 15. Cl iterasyon grafiği

Şekil 16'da kanadın üzerinde oluşan kuvvetlerin etkisinin kanadın arka tarafına doğru daha fazla olduğu görülmektedir.



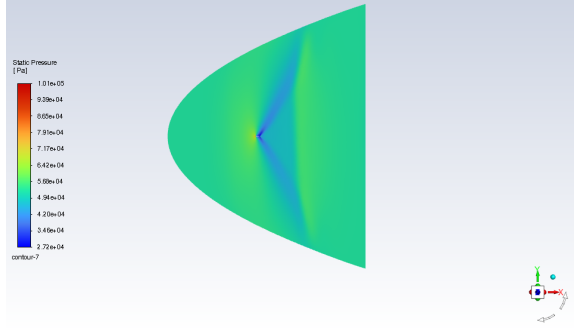
Şekil 16 Kanadın üzerinde oluşan kuvvetlerin etkisi

Akış hacmindeki hız dağılımı şekildeki gibidir mach sayısı kanadın üst ve alt kısımlarında 1.5 civarlarında görülmüştür. Şekil 17 Mach Sayısı kontür simülasyon görseli verilmiştir.



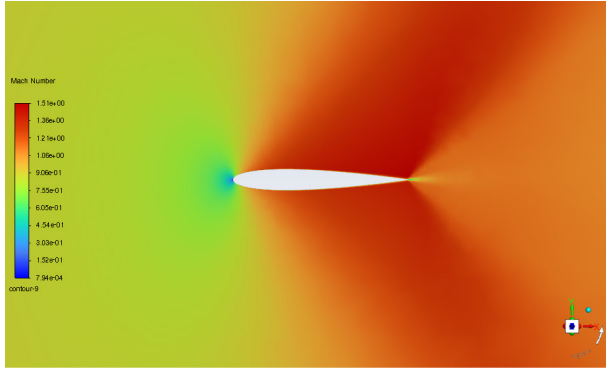
Şekil 17. Akış hacmi Mach Sayısı kontür simülasyon görseli

Basınç dağılımı ise hala atmosfer basıncına ulaşamamıştır ve hızın arttığı yerlerde basıncın düştüğü görülmüştür. Şekil 3.16 Statik basınç kontür simülasyon görseli verilmiştir.



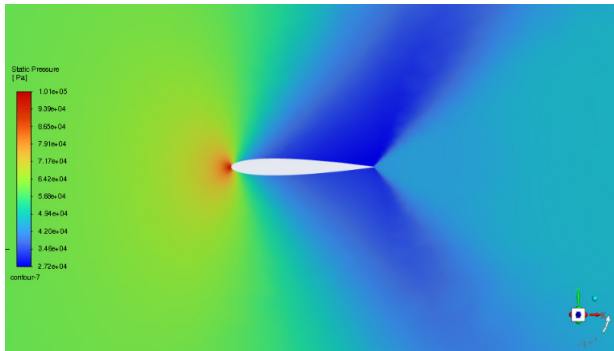
Şekil 18. Akış hacmi Statik basınç kontür simülasyon görseli

Hız grafiğinde görüldüğü gibi akış ses hızının 1.5 katına kadar çıkmıştır. Şekil 19'da Mach sayısı kontür görseli verilmiştir.



Şekil 19. Kanat Profili Mach sayısı kontür görseli

Şekil 20'de Statik basınç kontür gösterimi verilmiştir.



Şekil 20. Statik basınç kontür gösterimi

VI. SONUÇ

Bu kapsamlı analiz, NACA 0012 profilinin sapsonik ve transonik hızlardaki aerodinamik performansını ANSYS Fluent yazılımı kullanarak detaylı bir şekilde inceledi. Subsonik akış koşullarında, NACA 0012 profilinin düşük sürüklenme katsayısı (C_d) ve yüksek kaldırma katsayısı (C_l) gösterdiği gözlemlendi. Transonik hızlarda ise, şok dalgaları ve kompresibilite etkileri nedeniyle profilin aerodinamik davranışında karmaşıklıklar ortaya çıktı.

ANSYS Fluent'ın sağladığı benzersiz özellikler sayesinde, analizde şok yapıları, basınç alanları ve airfoil üzerindeki akış detaylı bir şekilde incelendi. Bu, mühendislerin transonik hızlarda ortaya çıkan zorlukları anlamalarına ve kanat tasarımlarını bu karmaşıklıklara uygun şekilde optimize etmelerine olanak tanıdı.

Sonuç olarak, NACA 0012 profili sapsonik hızlarda stabil bir performans gösterirken, transonik hızlarda öne çıkan aerodinamik zorlukları başarıyla ele alabilmektedir. Bu analiz, ANSYS Fluent yazılımının geniş uygulama alanlarından biri olarak, mühendislerin kanat tasarımlarını daha iyi anlamalarına ve optimize etmelerine katkı sağlamaktadır. Bu bilgiler, havacılık ve uzay endüstrileri için gelecekteki aerodinamik tasarımların geliştirilmesine ışık tutabilir.

KAYNAKLAR

- [1] Neşeli Süleyman, Yalçın Gökhan, Terzioğlu Hakan, Ağaçayak Abdullah Cem (2019). Android Kontrollü Hovercraft Tasarımı. V Science Technology And Innovation Congress, 381-390. (Tam Metin Bildiri/Sözlü Sunum)(Yayın No:5601133)
- [2] İ. Yavaş, R. Güntürkün, and F. A. Kazan, "Uçuş Veri Kayıt Sistemi ve Önemi," Aerospace Research Letters (ASREL), vol. 2, no. 1, p. 9, 2023.
- [3] F. A. Kazan and E. Öktemer, "Aletli İniş Sistemi," in Mühendislik Alanında Uluslararası Araştırmalar IX, L. Cıvık Ed., 1 ed. Uzun Dijital Matbaacılık: Eğitim Yayınevi, 2023, ch. 3, pp. 55-73.
- [4] Neşeli Süleyman, Terzioğlu Hakan, Yalçın Gökhan, Ağaçayak Abdullah Cem (2018). İnsansız Hava Taşıtları İçin Rüzgâr Tüneli Tasarımı Ve Hava Akışanalizi. International Science And Academic Congress'18, 3, 689-698. (Tam Metin Bildiri/Sözlü Sunum) (Yayın No:4542796)
- [5] E. Öktemer and F. A. Kazan, "Investigation of the Effect of the Instrument Landing System on Flights to Konya Airport between 2019-2022 Years," Journal of Aviation, vol. 7, no. 2, pp. 293-299, 2023.
- [6] Neşeli Süleyman, Terzioğlu Hakan, Yalçın Gökhan, Ağaçayak Abdullah Cem (2018). Düşük Hızlı Hava Araçları İçin Ön Kanatçık Tasarımı Ve Akış Analizi. International Science And Academic Congress'xx18, 3 (Tam Metin Bildiri/Sözlü Sunum)(Yayın No:4542844)
- [7] H. Solak and F. A. Kazan, "Dronlarda Engellere Çarpmayı Önleyecek Sistemin Geliştirilmesi," presented at the 1st International Conference on Innovative Academic Studies, Konya, Turkey, September 10 - 13, 2022.
- [8] S. Aksoy and F. A. Kazan, "Investigation of the Effect on the Drone's Energy Consumption the Flying at Different Altitudes," New Trends in Engineering, S. Neşeli and H. Terzioğlu, Eds., Konya, Türkiye: Tablet Kitabevi, 2022, pp. 129-140.
- [9] <https://tr.linkedin.com/pulse/cfd-analizleri-i%C3%A7in-y-emin-kaya>
- [10] <https://www.elektrikport.com/teknik-kutuphane/aerodinamikte-mach-sayisi-nedir/22656#ad-image-0>
- [11] <https://www.bilgiustam.com/supersonik-subsonik-transonik-hipersonik-nedir-sok-dalgaları-ve-sonik-patlama-nasil-gerçekleştirebilir/>
- [12] <https://avys.omu.edu.tr/storage/app/public/mozbey/71081/5.S%C4%B1k%C4%B1%C5%9Ft%C4%B1r%C4%B1labilirli%C4%B1m.pptx#:~:text=S%C4%B1k%C4%B1%C5%9Ft%C4%B1r%C4%B1labilirli%C4%B1n%C3%B6l%C3%A7%C3%BCs%C3%BC%20ses%20h%C4%B1z%C4%B1%20ile,oran%C4%B1%20yakla%C5%9F%C4%B1k%20%251'dir.>
- [13] <https://dergipark.org.tr/en/pub/uumfd/issue/79446/1227244>
- [14] <https://www.scribd.com/document/461231644/ANSYS-Fluent-Turbulans-Modelleri-docx>
- [15] https://en.wikipedia.org/wiki/Pressure_coefficient
- [16] <http://airfoiltools.com/airfoil/details?airfoil=n0012-il>
- [17] <https://ntrs.nasa.gov/api/citations/19810014503/downloads/19810014503.pdf>
- [18] <https://www.dgllr.de/publikationen/2014/301283.pdf>
- [19] <https://www.afs.enea.it/project/neptunius/docs/fluent/html/th/node67.htm>

BÖLÜM 6

AI-ENHANCED BOOK DISCOVERY

M.İ. TOP¹, D. TÜRK², M.E. DOĞAN³, S. SERVİ⁴

I. INTRODUCTION

In today's rapidly evolving digital world, users are confronted with a vast range of content, making choices among books, movies, music, and various other content types sometimes a confusing experience. It is at this point that recommendation algorithms come into our lives, providing personalized suggestions to make content discovery more effective.

This research aims to delve into the fundamental principles of recommendation algorithms, focusing particularly on collaborative filtering methods. Recommendation algorithms are mathematical models that offer personalized suggestions based on users' past preferences, behaviors, and interactions with similar users. Essentially, these algorithms aim to understand and provide recommendations according to users' preferences and likes by personalizing content.

General working principles of recommendation algorithms include elements such as personalization and mathematical models. Personalization enhances the content by providing a unique experience for each user, while mathematical models analyze complex relationships and generate recommendations.

This study specifically focuses on collaborative filtering methods. Collaborative filtering algorithms are an effective recommendation system method that provides suggestions based on user interactions with each other or with products. Divided into two main categories: user-based and item-based filtering, these methods are built on the probability that similar users give similar ratings to similar items.

The continuation of the study will thoroughly examine the advantages and disadvantages of collaborative filtering algorithms, application

1 Selcuk University, Konya/Turkey, 213301067@ogr.selcuk.edu.tr
2 Selcuk University, Konya/Turkey, 213301077@ogr.selcuk.edu.tr
3 Selcuk University, Konya/Turkey, 213301040@ogr.selcuk.edu.tr
4 Selcuk University, Konya/Turkey, semaservi@selcuk.edu.tr

recommendations, and operational logic. Additionally, it will explore how a collaborative filtering algorithm operates through a book recommendation system, with a detailed analysis of the results. The aim is to comprehend the inner workings of recommendation algorithms and understand how these algorithms are integrated into our daily lives.

In this study, we will discuss how recommendation algorithms can be utilized as a solution to the challenges of finding books. Starting from the fundamental principles of recommendation algorithms and exploring collaborative filtering methods, we will discover ways to provide a more satisfying discovery experience for book enthusiasts.

II. COLLABORATIVE FILTERING ALGORITHM

Basic Principles of Recommendation Algorithms:

Recommendation algorithms are mathematical models developed to suggest specific content or products to users. These algorithms typically provide suggestions based on users' past preferences or the behaviors of similar users. The fundamental principles of recommendation algorithms include general working principles and the two main types: content-based [5] and collaborative filtering methods. In this study, we will focus on the collaborative filtering method.

General Working Principles of Recommendation Algorithms

- 1) *Personalization: Recommendation algorithms offer personalized suggestions based on users' past preferences and behaviors, providing a unique experience for each user.*
- 2) *Mathematical Models: Recommendation algorithms often analyze complex relationships using mathematical models. These models identify user trends and similar user groups to generate recommendations.*
- 3) *Feedback Loop: User feedback plays a crucial role in the development of algorithms. Feedback on the algorithm's suggestions contributes to improving its accuracy, making it more effective.*
- 4) *Diversity and Exploration: Recommendation algorithms do not limit users to their existing preferences; they also encourage diversity by suggesting similar but previously undiscovered content.*
- 5) *Role of Time: User preferences can change over time. Therefore, recommendation algorithms should consider user preferences with models that are updated over time.[8]*

III. COLLABORATIVE FILTERING ALGORITHM

Collaborative filtering algorithms are a recommendation system method that provides suggestions based on user interactions with each other or with products. This method aims to offer more accurate recommendations of products that users are likely to enjoy by better understanding their interests and preferences. The fundamental idea behind collaborative filtering algorithms is that similar users are likely to give similar ratings to similar products. Therefore, collaborative filtering algorithms use various methods to calculate similarity among users and provide recommendations based on this similarity.[1]

Collaborative filtering algorithms are divided into two main categories:

User-based filtering: This method uses the ratings users give to products to calculate similarity among users. For example, if users A and B have given similar ratings to the same products, there is assumed to be similarity between these users. This similarity can be used to suggest products similar to those liked by user A as recommendations for user B. [10]

Item-based filtering: This method uses the ratings users give to products to calculate similarity among products. For instance, if products A and B receive similar ratings from the same users, there is assumed to be similarity between these products. This similarity can be used to suggest products similar to the one liked by user A as recommendations for user B. In our study, item-based filtering algorithm is used.

Query Total Ratings Count	Book Count
0	271000
20	7608
30	4674
50	2444

Figure 1. User-based and item-based collaborative filtering methods [3]

Advantages of Collaborative Filtering Algorithms:

They can provide more accurate recommendations by better understanding users' interests and preferences. They can be used for a wide variety of products.

Disadvantages of Collaborative Filtering Algorithms:

They require a substantial amount of data. These algorithms cannot operate without users' ratings for products. Therefore, if the dataset lacks a sufficient amount of data, these algorithms may not produce accurate results. Users' interests may change over time, so the dataset should be regularly updated for user-based filtering to provide more accurate results.

Application Recommendations:

Collaborative filtering algorithms can be used in various applications, such as product recommendations on e-commerce websites, content recommendations on social media platforms, and content recommendations on music and movie platforms.

VII. COLLABORATIVE FILTERING ALGORITHM WORKING LOGIC

C. Data Collection and Cleaning

When creating a book recommendation system with collaborative recommendation algorithms, data collection and cleaning stages are crucial. In this stage, we decided to use the open dataset from the Kaggle platform[9]. The dataset consists of three different files: “Books,” “Users,” and “Ratings.” The data we are interested in is in the Ratings file, containing the evaluations users gave to books.

To make the dataset more manageable, we created a pivot table where each row represents a product (book) and each column represents a user. The rating scores range from 0 to 10, with 0 indicating that the user did not provide a rating for the book.

However, processing all users and books is not always accurate. Eliminating users with little or no interaction and books with minimal interaction is essential for the algorithm to work more accurately and effectively. In this context, we decided to first eliminate non-interacting users. As a result, the number of users was determined to be 105,000.

For books, selecting those with a total evaluation count above a certain value can be an appropriate solution. However, determining this value can vary depending on the dataset and the characteristics of the algorithm used. Therefore, we decided to experiment with different values for comparison.

Query Total Ratings Count	Book Count
0	271000
20	7608
30	4674
50	2444

Table 1. Number of books based on the query.

D. Similarity Calculation

In a book recommendation system, a dataset containing the ratings users gave to books is initially used. From this dataset, a pivot table is created that contains the ratings each user gave for each book. The pivot table includes each book in each row, each user in each column, and the intersection points contain the user's rating value for that book.

Cosine similarity is a method used to measure the similarity between two vectors. It is based on the relationship between the directions and lengths of vectors. In an item-based collaborative recommendation algorithm, books are represented as vectors. The vector for each book consists of the ratings given by users for that book. These ratings are on a scale of 1 to 10. Cosine similarity measures the similarity of the directions of two vectors representing books. The directions are calculated based on the averages of the ratings.[2]

Cosine similarity is calculated using the following formula:

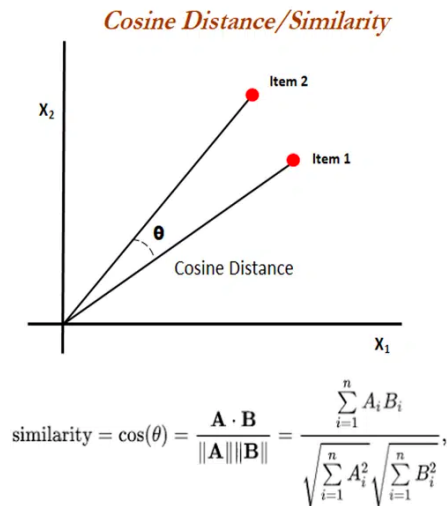


Figure 2. Cosine Similarity [4].

In this formula:

θ is the angle between the two vectors.

A and B are the two vectors.

$\|\mathbf{A}\|$ and $\|\mathbf{B}\|$ are the lengths of vectors A and B, respectively.

Cosine similarity takes a value between 0 and 1. A value of 0 indicates that the two vectors are completely different, while a value of 1 indicates that the two vectors are identical.[6]

In this application, user ratings are used to create vectors for books. Subsequently, by using cosine similarity, the similarities between books are calculated. These similarities are then used to make recommendations to users.

E. *Mapping with the KNN Algorithm*

In the previous steps, a dataset based on the ratings users gave to books was created, and cosine similarity was calculated to measure the similarity between books.[7]

The KNN algorithm is a classification or regression algorithm that finds the k-nearest neighbors of a data point. In this study, the KNN algorithm is used to measure book similarities. Each book is ranked based on its similarity to other books, and the nearest neighbors are identified. This process results in a distance matrix.

The obtained distance matrix creates a map of similarities between books. Using the Matplotlib library, scatter plots [11] were visualized based on the number of books. Each point in this graph represents a book, and the distance between points indicates the similarity between books.

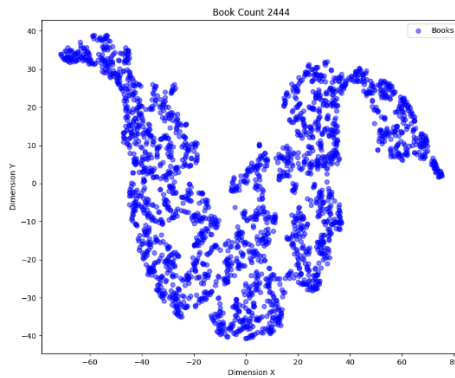


Figure 3. Number of Books 2444

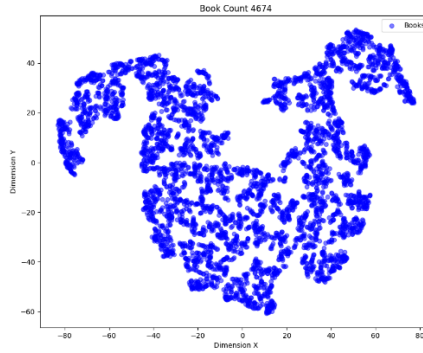


Figure 4. Number of Books 4674

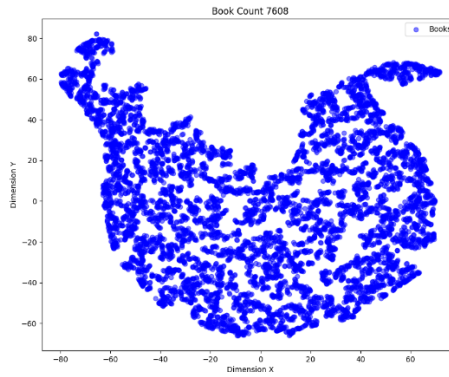


Figure 5. Number of Books 7608

A detailed analysis of the differences between the above figures reveals that when the number of books is low, clusters are clearly visible. However, as the number of books increases, these clusters gradually become less distinct.

These steps explain the visualization of book similarities using collaborative filtering algorithms and the KNN algorithm. Such an analysis is an important tool for evaluating the performance of the recommendation system and improving the user experience.

VIII. CONCLUSION

In this research, a detailed analysis of the cosine similarity matrix obtained through item-based filtering algorithms was conducted. The experiments and evaluations indicate that the proposed algorithm operates successfully, accurately measuring similarities between books.

Harry Potter and the Chamber of Secrets (Book 2)		
20'de fazla etkileşim		7608
Kitap Adı		Benzerlik Oranı
1	Harry Potter and the Prisoner of Azkaban (Book 3)	0.53415
2	Harry Potter and the Goblet of Fire (Book 4)	0.51139
3	Harry Potter and the Sorcerer's Stone (Book 1)	0.38442
4	Harry Potter and the Sorcerer's Stone (Harry Potter (Paperback))	0.30351
5	Harry Potter and the Order of the Phoenix (Book 5)	0.29731
30'de fazla etkileşim		4674
Kitap Adı		Benzerlik Oranı
1	Harry Potter and the Prisoner of Azkaban (Book 3)	0.53415
2	Harry Potter and the Goblet of Fire (Book 4)	0.51139
3	Harry Potter and the Sorcerer's Stone (Book 1)	0.38442
4	Harry Potter and the Sorcerer's Stone (Harry Potter (Paperback))	0.30351
5	Harry Potter and the Order of the Phoenix (Book 5)	0.29731
50'de fazla etkileşim		2444
Kitap Adı		Benzerlik Oranı
1	Harry Potter and the Prisoner of Azkaban (Book 3)	0.53415
2	Harry Potter and the Goblet of Fire (Book 4)	0.51139
3	Harry Potter and the Sorcerer's Stone (Book 1)	0.38442
4	Harry Potter and the Sorcerer's Stone (Harry Potter (Paperback))	0.30351
5	Harry Potter and the Order of the Phoenix (Book 5)	0.29731

Table 2. Results of Highly Interactive Book Recommendations

The recommendations for the book “Harry Potter and the Chamber of Secrets (Book 2)” were obtained using a content-independent filtering process determined solely by user interactions. These recommendations accurately identified high similarities among the books in the Harry Potter series.

Another noteworthy point is that despite the decrease in the number of books, the recommendations remain unchanged. This situation is due to the high level of interaction the Harry Potter series receives. In other words, similar books also receive the same level of interaction, and the increased number of books does not alter this result.

To Kill a Mockingbird	
20'de fazla etkileşim	7608
Kitap Adı	Benzerlik Oranı
1 The Collector (Back Bay Books)	0.09442
2 If... (Questions for the Game of Life)	0.09364
3 The Catcher in the Rye	0.09098
4 Tale of Two Cities (Bantam Classic)	0.08919
5 Jane Eyre (Dover Thrift Editions)	0.08746
30'de fazla etkileşim	4674
Kitap Adı	Benzerlik Oranı
1 The Catcher in the Rye	0.09098
2 Tale of Two Cities (Bantam Classic)	0.08919
3 Lord of the Flies	0.08529
4 The Edible Woman	0.08092
5 The Grapes of Wrath (20th Century Classics)	0.08090
50'de fazla etkileşim	2444
Kitap Adı	Benzerlik Oranı
1 The Catcher in the Rye	0.09098
2 Lord of the Flies	0.08529
3 The Edible Woman	0.08092
4 The Color Purple	0.07972
5 Brave New World	0.07867

Table 3. Results of Low Interactive Book Recommendations

In the analysis of books with low interaction, a different scenario emerges. These results are for the book “To Kill a Mockingbird.” Changes in the recommendation lists are observed as the number of books decreases. Additionally, it is observed that books with low interaction have low similarity ratios.

Especially, changes in recommendation lists due to the decrease in the number of books are attributed to the interaction query established to clean the dataset. This query is used to more accurately define books with low interaction. This cleaning process eliminates unnecessary data in the dataset.

However, there is a criticism related to the execution of the query process. The query established to accurately identify the similarity ratios of books with low interaction has a specific balance. A lower query can produce a large number of unnecessary similarity results, while a higher query can significantly reduce the number of books, hindering the algorithm’s ability to provide accurate recommendations.

In conclusion, the interaction query established to clean the dataset has increased the reliability of the research by providing a balanced approach. These queries can be considered as an optimal value to more accurately handle books with low interaction.

REFERENCES

- [1] Michael H., recommenderlab: An R Framework for Developing and Testing Recommendation Algorithms, arXiv, pp. 4–7, 2022.
- [2] Ramni H. S., Movie Recommendation System using Cosine Similarity and KNN, Blue Eyes Intelligence Engineering & Sciences Publication, June 2020.
- [3] Fatih D, Öneri Sistemleri, fatihdurukan, <https://www.fatihdurukan.com/oneri-sistemleri/>, October 21, 2018.
- [4] Ben Leder, What is a Vector Database?, phdata, <https://www.phdata.io/blog/what-is-a-vector-database/>, December 7, 2023.
- [5] Shailesh D. Kalkar, Recommendation System using Machine Learning Techniques, Certified Journal ,pp. 3-5, September 2022.
- [6] Zhang, J. and Marszalek, M. and Lazebnik, S. and Schmid, C. Local features and kernels for classification of texture and object categories: A comprehensive study International Journal of Computer Vision <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00171412/document,2007>.
- [7] “Neighbourhood Components Analysis”, J. Goldberger, S. Roweis, G. Hinton, R. Salakhutdinov, Advances in Neural Information Processing Systems, Vol. 17, pp. 513-520, May 2005.
- [8] Anıl U., Muhammet A.A., Öğrenebilen ve Adaptif Tavsiye Sistemleri İçin Karşılaştırmalı ve Kapsamlı Bir İnceleme, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi , ANKARA,2017.
- [9] Möbius, Book Recommendation Dataset, Kaggle, <https://www.kaggle.com/datasets/arashnic/book-recommendation-dataset>, May 2005.
- [10] Budak, h., & gumustas, Kişiselleştirilmiş ürün öneri sistemi için kullanıcı bazlı işbirlikçi filtreleme ve kümeleme kullanan hibrit bir yaklaşım. İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 21(43), 253-268. <https://doi.org/10.46928/iticusbe.1055162>, e. (2022).
- [11] Matplotlib Development Team.2023. “Başlık.” Matplotlib: A 2D plotting library. URL: https://matplotlib.org/stable/api/_as_gen/matplotlib.pyplot.scatter.html

BÖLÜM 7

A MOBILE PHARMACY APPLICATION: SIFAAP

D.GÜNEŞ¹, S.SERVİ², O.KAYA³

I. INTRODUCTION

As seen recently in our country and in the world, quarantine processes occur due to epidemic diseases, and during these processes, it becomes difficult for people to access various medical and medical products. [1] At the same time, the elderly and disabled individuals do not have a pharmacy nearby or are not able to go to a pharmacy, making it difficult for them to meet their medication needs. As a result of the closure of pharmacies other than the pharmacies on duty at the weekend, it is not easy to reach the pharmacy in case of emergency. Recently, various courier companies have been providing services for the supply of medicines without accepting any responsibility. These companies provide service by telephone. However, with this supply method, counterfeit drugs, which are quite abundant in the market, can easily spread and this unsafe formation negatively affects human and public health. Due to these and similar reasons, this study was carried out in order to reach patients and individuals in need of medication faster through pharmacies. ŞifaApp is a mobile application developed in the native Turkish language. Therefore, the visuals presented in the mobile interface are in Turkish.

II. LITERATURE REVIEW

Today, the rapid development of mobile technology has increased the demand for mobile applications to facilitate people's daily lives. In particular, extraordinary situations such as epidemics and quarantine processes have brought about the need for faster and more effective access to health services. Mobile applications have become an important tool in the health sector. When the literature was reviewed, no other mobile application identical to this study was found. [2] There are some mobile applications that are similar to the study

1 Selcuk University, Konya/Turkey, donusay17@gmail.com

2 Selcuk University, Konya/Turkey, onurhankaya1999@gmail.com

3 Selcuk University, Konya/Turkey, semaservi@selcuk.edu.tr

in terms of content, although not exactly. The number of these is also quite small. [3]

Hızlı Ecza:

Fast Pharmacy is an application that instantly delivers all non-pharmaceutical pharmacy products from the nearest contracted pharmacy with special couriers and secure payment / delivery advantages.

Eczanem:

It provides a system where pharmacists can keep the automation of their pharmacies. It offers screens such as stock tracking, patient tracking screen and doctor screen for the pharmacist.

III. RESEARCH METHODOLOGY

ŞifApp mobile application aims to deliver the prescription or non-prescription medicines that people need without leaving their homes to the addresses of those who request them by couriers with the approval of the pharmacist after passing through various security protocols. Our project is a pioneering idea in its field as there is no similar project that has been done before. Today, thanks to the developing digital age, mobile applications provide convenience in meeting many of our personal needs. In addition, during the past pandemic process, we see that the active use of applications suitable for a wide range of usage areas has increased and reinforced, so we see that this convenience is easily accustomed as a society. As a result of our research, it has been proven that after providing people with sufficient assurance, their trust in e-commerce platforms has increased. Thus, with the guarantee of accurate and reliable assurance, the comfort of being able to perform their work through the application without losing time and effort and without changing their location shows that people will look favourably on mobile applications. The project we have developed has been developed primarily to address and deliver medicines to people who cannot leave home for various reasons due to their age and health, who cannot go to the pharmacy on duty at night in case of emergency or whose location is not suitable for this. The application will also include current on-call pharmacy information for the region where the user is located. ŞifApp is written with the Flutter Framework supported by Google, which is the innovative of recent times, and it is aimed to be cross-platform on Android, IOS and Web platforms. As a result of all these, ŞifApp aims to bring a new perspective to the pharmacy system by seeing the deficiency in the market and to reach all users quickly and safely, to eliminate the deficiencies of the system and to be a need-based application.

Flutter framework and Dart Programming language were used for the mobile application part of the project. Developed by Google and published in 2017, Flutter is a free and open source application interface toolkit. Flutter consists of two main parts. The first one is the SDK, which is a software development kit, and the other is the Framework, which means many UIs and libraries [3]. Developed in 2011 by Google, Dart is defined as an object programming language. With this language, a single code base written on Flutter works as a mobile, web and desktop compatible application. Flutter was preferred in this project to provide ease of use for users.

Firestore platform, a cloud-based database, will be used for storing and saving the data. Firestore is a platform developed by Google to create mobile and web applications. Firestore handles basic operations such as application management, usage tracking, storage and notification without the need to write server-side code. It provides separate access for each application with features such as Realtime Database, Notification, Remote Config. Features such as Firestore's affordable pricing, simplicity and security are the biggest advantages that cause these platforms to be preferred for the application.

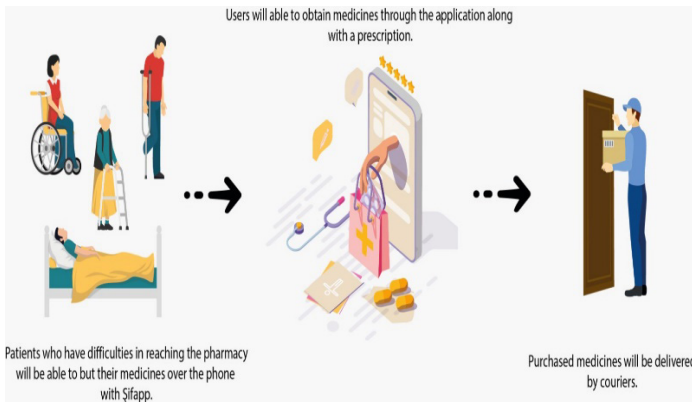


Figure 1. Practical explanation of the working logic of the project

Figma is a web-based vector graphics editor and prototyping tool with additional offline features enabled by desktop applications for macOS and Windows. Figma is a browser-only platform that does not require any downloads. In cases where remote work is required, teams provide a collaborative working environment. In addition, it offers the opportunity to start working directly by choosing from templates, maps and many more templates.

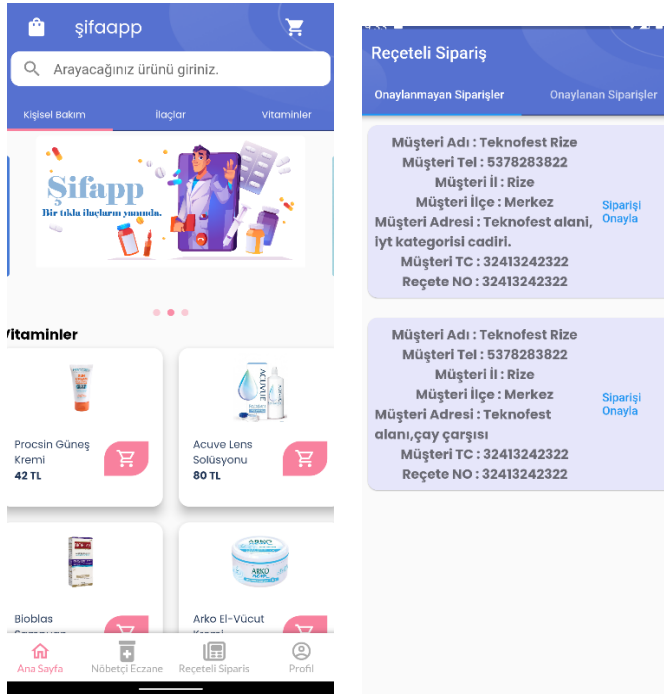


Figure 2. Mobile application interface

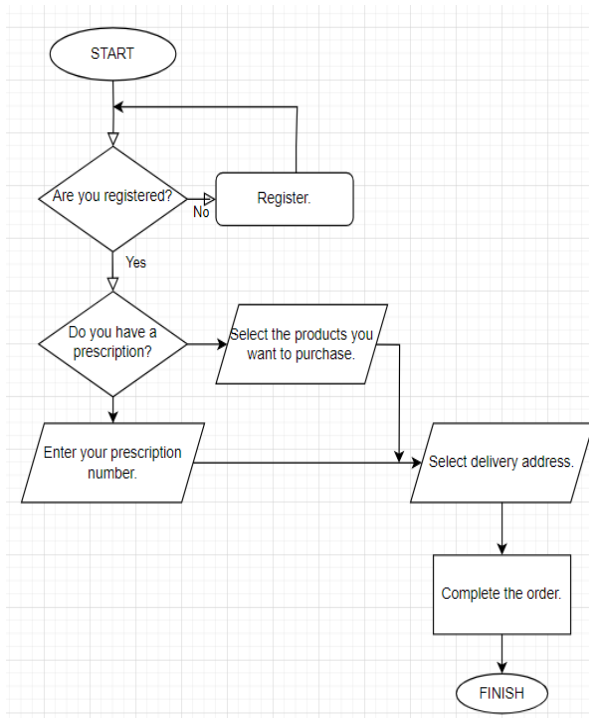


Figure 3. Flow diagram of the application

IV. CONCLUSION

In today's increasingly widespread mobile shopping sector, people can place their orders with a single click without leaving home. The target audience of the study is people and patients who want to meet their pharmacy needs without leaving home or who are unable to leave home. With the prescriptions received from the hospital, it is aimed that people can obtain their medicines with their prescriptions through the mobile application in order not to wait in the pharmacy queue or in cases where they cannot find a hospital around. After the pharmacies are closed, people who go to the hospital have serious difficulties in searching for a pharmacy on duty at the hospital exit and in reaching the pharmacy on duty.[5] Users who cannot find a pharmacy on duty or do not want to go to a pharmacy on duty will be able to supply medication through the application. At the same time, health products sold in pharmacies without a prescription can be accessed through the application and people will be able to meet their needs such as cream and lens solution. It has been determined that the developed project will meet the pharmacy needs of many people.

The working scheme and method of the application are explained in a simple and understandable way. In the design and analysis parts of the application, it was decided that the application will basically work with these algorithm rules and the application should be developed within the framework of this algorithm.

REFERENCES

- [11] [1] BOURGONJE, Arno R., et al. Angiotensin-converting enzyme 2 (ACE2), SARS-CoV-2 and the pathophysiology of coronavirus disease 2019 (COVID-19). *The Journal of pathology*, 2020, 251.3: 228-248.
Last Access Date: 16 December 2023.
- [12] DAGNE, Lukas. Flutter for cross-platform App and SDK development. 2019. Last Access Date: 16 December 2023.
Google Flutter for developers <https://flutter.dev/development> Last Access Date: 16 December 2023.
- [4] DAVIES, Michael J., et al. Pharmacy Apps: a new frontier on the digital landscape?. *Pharmacy practice*, 2014, 12.3.
Last Access Date: 16 December 2023.
- [5] STONEHEM, Bill. *Google android firebase: learning the basics*. First Rank Publishing, 2016.
Last Access Date: 16 December 2023.