

PAPER DETAILS

TITLE: Rezistif Kuvvet Sensörü Uygulamasıyla Uçak Tuvaletleri Vakum Sistemlerinin İyileştirilmesi

AUTHORS: Kerim İsmail KARACA, Mehlika KARAARSLAN

PAGES: 26-44

ORIGINAL PDF URL: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/986744>

JAR - 2 / 1

E-ISSN: 2687-3338

FEBRUARY 2020



JOURNAL OF
AVIATION
RESEARCH

HAVACILIK ARAŖTIRMALARI DERĐİSİ



2 / 1



maltepe university
i s t a n b u l www.maltepe.edu.tr



JOURNAL OF
AVIATION
RESEARCH

HAVACILIK ARAşTIRMALARI DERGİSİ

2 / 1

İSTANBUL - 2020



JOURNAL OF
**AVIATION
RESEARCH**
HAVACILIK ARAşTIRMALARI DERĐİSİ

Yılda iki sayı olarak yayımlanan uluslararası hakemli, açık erişimli ve bilimsel bir dergidir.

Cilt: 2
Sayı: 1
Yıl: 2020

2019 yılından itibaren yayımlanmaktadır.

© Telif Hakları Kanunu çerçevesinde makale sahipleri ve Yayın Kurulu'nun izni olmaksızın hiçbir şekilde kopyalanamaz, çoğaltılamaz. Yazıların bilim, dil ve hukuk açısından sorumluluğu yazarlarına aittir.

Elektronik ortamda da yayımlanmaktadır:
<https://dergipark.org.tr/jar>
Ulařmak için tarayınız:

This is a scholarly, international, peer-reviewed, open-access journal published international journal published twice a year.

Volume: 2
Issue: 1
Year: 2020

Published since 2019.

© The contents of the journal are copyrighted and may not be copied or reproduced without the permission of the publisher. The authors bear responsibility for the statements or opinions of their published articles.

This journal is also published digitally.
<https://dergipark.org.tr/jar>
Scan for access:



Yazıřma Adresi:
Maltepe Üniversitesi Meslek Yüksekokulu,
Marmara Eğitim Köyü, 34857
Maltepe / İstanbul

Kep Adresi:
maltepeuniversitesi@hs01.kep.tr

E-Posta:
jar@maltepe.edu.tr

Telefon:
+90 216 626 10 50

Dahili:
2289 veya 2286

Correspondence Address:
Maltepe Üniversitesi Meslek Yüksekokulu,
Marmara Eğitim Köyü, 34857
Maltepe / İstanbul

Kep Address:
maltepeuniversitesi@hs01.kep.tr

E-Mail:
jar@maltepe.edu.tr

Telephone:
+90 216 626 10 50

Ext:
2289 or 2286



JOURNAL OF AVIATION RESEARCH

HAVACILIK ARAŞTIRMALARI DERGİSİ

Yayın Sahibi:

Maltepe Üniversitesi adına
Prof. Dr. Şahin Karasar

Editörler:

Prof. Dr. Şahin Karasar
Dr. Öğr. Üyesi Şener Odabaşoğlu
Dr. İnan Eryılmaz
Dr. Deniz Dirik

Yayın ve Danışma Kurulu:

Prof. Dr. Cem Harun Meydan
Prof. Dr. Dukagjin Leka
Prof. Dr. Ender Gerede
Prof. Dr. Ferişt Kolbakır
Prof. Dr. Osman Ergüven Vatandaş
Prof. Dr. Sevinç Köse
Doç. Dr. Asena Altın Gülova
Doç. Dr. Burcu Güneri Çangarlı
Doç. Dr. Engin Kanbur
Doç. Dr. Ferhan Sayın
Doç. Dr. Florina Oana Vırlanuta
Doç. Dr. Güler Tozkoparan
Doç. Dr. Hakkı Aktaş
Doç. Dr. Mehmet Kaya
Doç. Dr. Önder Altuntaş
Doç. Dr. Özgür Demirtaş
Doç. Dr. Rüstem Barış Yeşilay
Doç. Dr. Semih Soran
Doç. Dr. Yasin Şöhret
Dr. Öğr. Üyesi Belis Gülay Şahin
Dr. Öğr. Üyesi Birsan Açikel
Dr. Öğr. Üyesi Hasan Hüseyin Uzunbacak
Dr. Öğr. Üyesi Hatice Küçükönel
Dr. Öğr. Üyesi Muhittin Hasan Uncular
Dr. Öğr. Üyesi Ömer Faruk Derindağ
Dr. Öğr. Üyesi Rukiye Sönmez
Dr. Öğr. Üyesi Tahsin Akçakanat
Dr. Öğr. Üyesi Uğur Turhan
Öğr. Gör. Esra Çelenk
Öğr. Gör. Nuran Karaağaoğlu
Öğr. Gör. Özlem Çapan Özeren
Öğr. Gör. Rıza Gürler Akgün

Grafik Uygulama:

Rıza Gürler Akgün

Owner:

On behalf of Maltepe University
Prof. Şahin Karasar, Ph.D.

Editors:

Prof. Şahin Karasar, Ph.D.
Asst. Prof. Şener Odabaşoğlu, Ph.D.
İnan Eryılmaz, Ph.D.
Deniz Dirik, Ph.D.

Editorial and Advisory Board:

Prof. Cem Harun Meydan, Ph.D.
Prof. Dukagjin Leka, Ph.D.
Prof. Ender Gerede, Ph.D.
Prof. Ferişt Kolbakır, Ph.D.
Prof. Osman Ergüven Vatandaş, Ph.D.
Prof. Sevinç Köse, Ph.D.
Assoc. Prof. Asena Altın Gülova, Ph.D.
Assoc. Prof. Burcu Güneri Çangarlı, Ph.D.
Assoc. Prof. Engin Kanbur, Ph.D.
Assoc. Prof. Ferhan Sayın, Ph.D.
Assoc. Prof. Florina Oana Vırlanuta, Ph.D.
Assoc. Prof. Güler Tozkoparan, Ph.D.
Assoc. Prof. Hakkı Aktaş, Ph.D.
Assoc. Prof. Mehmet Kaya, Ph.D.
Assoc. Prof. Önder Altuntaş, Ph.D.
Assoc. Prof. Özgür Demirtaş, Ph.D.
Assoc. Prof. Rüstem Barış Yeşilay, Ph.D.
Assoc. Prof. Semih Soran, Ph.D.
Assoc. Prof. Yasin Şöhret, Ph.D.
Asst. Prof. Belis Gülay Şahin, Ph.D.
Asst. Prof. Birsan Açikel, Ph.D.
Asst. Prof. Hasan Hüseyin Uzunbacak, Ph.D.
Asst. Prof. Hatice Küçükönel, Ph.D.
Asst. Prof. Muhittin Hasan Uncular, Ph.D.
Asst. Prof. Ömer Faruk Derindağ, Ph.D.
Asst. Prof. Rukiye Sönmez, Ph.D.
Asst. Prof. Tahsin Akçakanat, Ph.D.
Asst. Prof. Uğur Turhan, Ph.D.
Lect. Esra Çelenk
Lect. Nuran Karaağaoğlu
Lect. Özlem Çapan Özeren
Lect. Rıza Gürler Akgün

Graphic Application:

Rıza Gürler Akgün



JOURNAL OF
**AVIATION
RESEARCH**
HAVACILIK ARAŞTIRMALARI DERGİSİ

İÇİNDEKİLER / CONTENTS

KAĞAN CENK MIZRAK - FİLİZ MIZRAK

The Impact of Crew Resource Management on Reducing the Accidents in Civil Aviation

Ekip Kaynak Yönetiminin Sivil Havacılıkta Kazaları Azaltma Üzerine Etkisi 1 - 25

ÜMİT DOĞAN - ŞAFAK AKTEMUR - MUSTAFA UZGÖR - HAKKI OKAN YELOĞLU

Türkiye’de Havacılık Sektörü Çalışanlarında Örgütsel Adaletin İşten Ayrılma Niyetine Etkisinde İş Tatmininin Aracılık Rolü: Kesitsel Bir Araştırma

The Mediating Role of Job Satisfaction on the Effect of Organizational Justice to the Intention to Leave among Employees in the Aviation Sector in Turkey 26 - 44

KERİM İSMAİL KARACA - MEHLİKA ŞENGÜL

Rezistif Kuvvet Sensörü Uygulamasıyla Uçak Tuvaletleri Vakum Sistemlerinin İyileştirilmesi

Improvement of Aircraft Toilets Vacuum Systems with Resistive Force Sensor Application 45 - 57

GÜLAÇTI ŞEN - AHMET HAKAN ARSLAN - ERHAN BÜTÜN

Gig Ekonomisinin Havacılık Sektöründeki Geleceği

Future of Gig Economy in Aviation Industry 58 - 74

EMİN ÜNAL - ESRA ÇELENK - TUNCAY EGE

The Effects of Bends in Waveguides for Aviation and Non-Aviation Applications

Dalga Kılavuzlarındaki Bükülmelerin Havacılık ve Havacılık Dışı Uygulamalara Etkileri 75 - 81



Rezistif Kuvvet Sensörü Uygulamasıyla Uçak Tuvaletleri Vakum Sistemlerinin İyileştirilmesi¹

Kerim İsmail KARACA²

<https://orcid.org/0000-0003-1592-1999>

Mehlika ŞENGÜL³

<https://orcid.org/0000-0003-0882-3901>

Araştırma Makalesi

Gönderi Tarihi: 28.12.2019

Kabul Tarihi: 17.02.2020

DOI:

Online Yayın Tarihi: 28.02.2020

Öz

Bu çalışmada, jumbo jet uçaklarda bulunan vakumla çalışan tuvaletlerde meydana gelen kazaların rezistif kuvvet sensörüyle önlenmesi ile mevcut güvenlik açığının giderilmesi amaçlanmıştır. Modern havacılık tarihi sürecinde yaşanan vakum kazaları incelenmiş ve bu kazalar neticesinde üretici firmalar tarafından alınan önlemler detaylı bir şekilde araştırılmıştır. Alınan önlemlerin, mevcut tuvalet vakum sisteminin güvenilirliği tam olarak sağlamadığı ve ek önlem alınması gerekliliği anlaşılmaktadır. Bu amaç doğrultusunda tasarlanan elektronik kontrol düzeneği temel olarak, bir rezistif kuvvet sensörü, bir röle ve kontrol kartı olarak da Arduino Uno içermektedir. Gerçekleştirilen çalışma ile, hem vakum sisteminin güvenilir olması sağlanmış olacak hem de bu sistemdeki kazaların önüne geçilerek uçuş sürecinin aksaması önlenecektir.

Anahtar Kelimeler: Uçak, Rezistif Basınç Sensörü, Vakum Motoru, Tuvalet.

Improvement of Aircraft Toilets Vacuum Systems with Resistive Force Sensor Application

Abstract

In this study, its aimed to eliminate the existing security flaw by preventing accidents occurring in vacuum-operated toilets in jumbo jet aircraft by dint of a resistive force sensor. During modern aviation history accidents related to vacuum have been analyzed and precautions which were taken by manufacturers have been investigated in detail in consequence of accidents. It is recognised that precautions which were taken do not provide reliability of current vacuum-operated toilet system and additional precautions should be taken. The electronic control device designed in accordance with this purpose fundamentally consist of a resistive

¹Bu araştırma, aynı isimle, Kocaeli Üniversitesi Havacılık Mühendisliği bölümünde yürütülen yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

² Yüksek Lisans Öğrencisi, Türk Hava Yolları, kerimkrc36@gmail.com

³ Doç. Dr., Kocaeli Üniversitesi Havacılık ve Uzay Bilimleri Fakültesi, mehlika@kocaeli.edu.tr

force sensor, a relay and Arduino Uno as a control card. Due to this study, both reliability of the vacuum system will be ensured, and flight process delays will be obstructed by preventing accidents in this system.

Keywords: Aircraft, Resistive Force Sensor, Vacuum Motor, Toilet.

GİRİŞ

Seyahatte güvenlik, konfor ve ihtiyaçların, modern havacılık tarihinde yaşanan teknolojik gelişmelerin asıl nedenleri olduğu görülmektedir. Gerek günümüzde insanların konfor istekleri gerekse geliştirilen uçakların çok uzun süreli uçuşlar gerçekleştirmesi neticesinde uçak içerisinde tuvalet ihtiyacını gidermek zorunluluğu ortaya çıkmıştır. Bu nedenle uçak içerisinde kullanılabilecek tuvaletler tasarlanarak kullanılmaya başlanmıştır.

Yapılan uçuşlarda konfor düzeyinin sağlanması ve uçakların uçuşa elverişliliğinin denetlenmesi şirketlerin yönetmelikleriyle belirlenmektedir. Bu yönetmelikler temel alınarak, uçak üzerindeki komponentlerin bakımı ve işletilmesi konusunda gerekenler yapıp uçuşun sürekliliği ve yolcuların güvenliği sağlanmaktadır. Bu nedenle tuvalette yaşanan kazalar uçak ve uçuşa elverişlilik adına büyük önem arz etmektedir. Bu kazalar çözülemezse güvenlik açığına dönüşerek operasyonları yapan işletmecilerin hem güven kaybına hem de mali kayba neden olacaktır.

Çalışma kapsamında incelenen sifon vakumu kazalarından birisi, 2002’de Amerikan Havayolları’nın San Fransisco-Denver arasındaki uçuşunda, kalkıştan bir saat sonra meydana gelmiştir ve uçuşun Las Vegas’a acil iniş ile sonuçlanmasına neden olmuştur. Bu kaza sonucunda gerçekleşen acil inişin maliyeti beş bin dolar olmuştur (“Uçak Tuveleti”, 2019).

Bu tip bir kazanın tekrarlanmaması için şirket klozet oturma kısmının tasarımını değiştirmiştir. Resim 1’de kazanın yaşandığı sistemin yapısından görüldüğü gibi oturma parçası bir bütünden oluşmakta ve yolcu oturduğunda oluşabilecek vakum etkisini yok edecek bir önlem bulunmamaktadır.



Resim 1. Kazanın Gerçekleştiği Klozet Yapısı

Resim 1’de gösterilen bu tasarım, Resim 2’de görüldüğü şekilde değiştirilerek oturma parçası hava boşluğu barındıracak yapıya dönüştürülmüştür. Böylece kazara kişi otururken vakum motorunun çalışmasına neden olursa bile hava boşluğu sayesinde sıkışmanın önüne geçileceği düşünülmüştür.



Resim 2. Kazadan Sonra Değiştirilen Klozet Yapısı

Yapılan bu değişikliğin ardından 2011 yılında benzer bir kaza Antalya’dan Rusya uçuşunda yaşanmıştır. Yolculardan bir çocuğun tuvaleti kullanması sırasında boşluk kısmını bacağı doldurduğundan klozet sisteminde gerçekleştirilen yapısal değişiklik

koruyucu olmamış ve vakum kazası tekrarlanmıştır. Yaşanan kaza bir buçuk saat uçuş gerçekleştirdikten sonra yaşanmıştır ve olayın havayolu şirketine zararının altı bin dolar olduğu ortaya çıkmıştır (“Benim Havayolu”, 2019).

Yaşanan olaydan sonra, sistemde hala güvenlik açığının varolduğu anlaşılmış ve yeni bir önlem alınmıştır. Resim 3’de kazanın yaşandığı sistem ve vakum motorunu aktive eden sifon butonunun (flush) konumu görülmektedir. Resimden de görüldüğü gibi buton isteyerek veya yanlışlıkla kolaylıkla ulaşılabilir konumdadır.



Resim 3. Kazanın Gerçekleştiği Sistemde Sifon Butonu Konumu

Yaşanan olayın ardından vakum motorunu aktive eden sifon butonuna ulaşmayı zorlaştırmak için Resim 4’de görüldüğü gibi butonun yeri değiştirilmiştir (Airbus, 2005 ve Boeing, 2014).



Resim 4. Kazadan Sonra Sifon Butonu Konumu

Uçuşlarda temel yaklaşım, mürettebatın ve yolcuların gerçekleştirdiği yolculuğu sorunsuz tamamlamak, uçak sistem ve alt bileşenlerini çalışır düzeyde tutmaktır. Bu kapsamda,

uçuşa elverişliliği tehdit eden ve yolcuların konforunu bozan kazaları ortadan kaldıran çözümlerin geliştirilmesi gerekmektedir. Bu kazaların hem ekonomik hem prestij kaybı hem de çevresel sorunlara sebep olduğu bir gerçektir. Bu kazalar, yaşandığı havalimanlarındaki seferlere ve o rota üzerindeki hava trafiğine zarar verecektir. Uçak seferlerinde gecikmelere sebep olacaktır. Yaşanan kazanın neticesinde aksayan seferlerden dolayı yüksek miktarda karbondioksit salınımı gerçekleşerek çevreye verilen zarar artacaktır. Yaşanan bu ve benzeri olaylar ışığında vakum sisteminin hem yolcu güvenliği için hem de bakım sırasında teknik sorunlara neden olmaması ve ayrıca uçuş sürecinin aksamaması için tam olarak güvenilirliğinin sağlanmasının gerektiği görülmektedir.

1. YÖNTEM

Giriş bölümünde anlatılan sorunlar ve bu sorunların sebep olduğu maddi ve çevresel zararlardan bahsedilmiştir. Yaşanan kazalar için alınan önlemlerin sadece fiziksel değişiklikler olduğunun ve aslında sistemin açığının kontrol mekanizmasının yetersiz olmasından kaynaklandığı ortaya çıkmıştır. Yaşanan kazaları ortadan kaldırmak için vakumla çalışan uçak tuvaletlerinde kazaları önleyici kontrol sistemin tesis edilmesi büyük önem taşımaktadır. Kontrol sistemleri sensörlerle donatılan sistemlerdir. Bu nedenle yapılan çalışma da sensör, mikroişlemci ve röle temelli elektronik bir düzenek tasarlanmıştır.

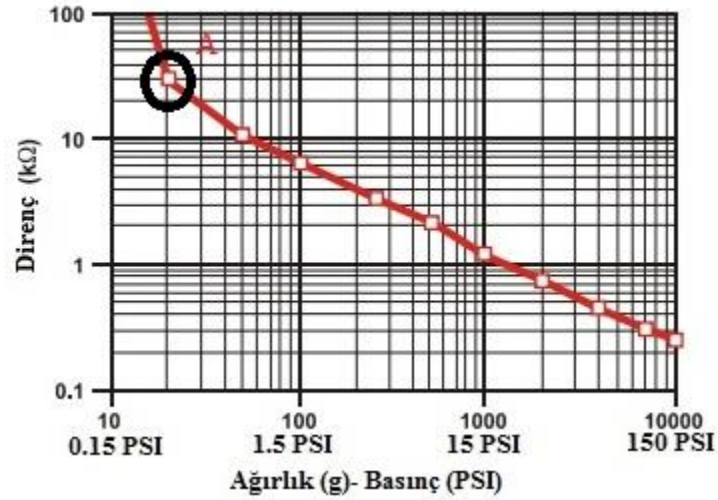
1.1. Araştırma Modeli

Uçak ve uçuş için hayati önem arzeden sistemler ve o sistemler içerisinde kullanılan sensörler şu şekildedir:

- Uçak yakıt sisteminde sıcaklık sensörleri, seviye belirleme sensörleri, yoğunluk ölçüm sensörleri,
- Uçak hareket yüzeyleri üzerinde hareket ve konum belirleme sensörleri,
- Motor bölümünde hayati önem arz eden piezoelektrik vibrasyon sensörleri,
- Ana uçuş parametresi olarak kullanılan EGT (Exhaust gas temperature) için sıcaklık değerlerini ölçen termokupl sensörü,
- Reverse sisteminde LVDT (Linear variable differential transformer) sensörleri kullanılmıştır,

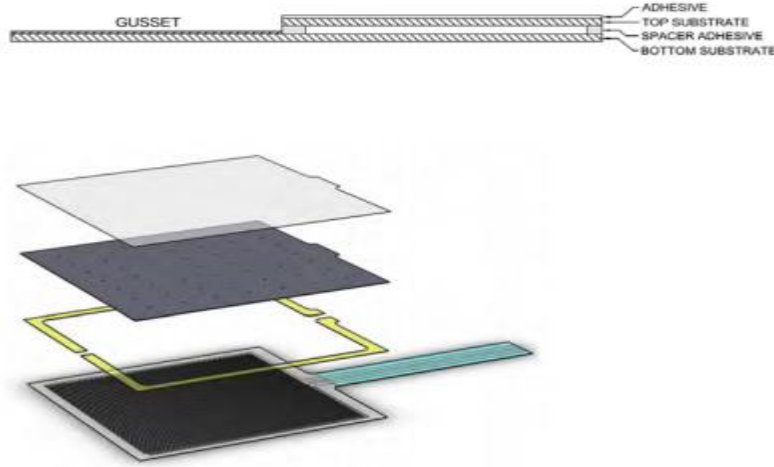
- Tuvalet sisteminde de atık tankında doluluk oranını belirlemek için kapasitif sensörler ve vakum sisteminin çalışması için barometrik sensörler kullanılmıştır (Airbus, 2005; Boing, 2014; TTS, 2017)

Uçak üzerinde tüm sensörler, dahil edildiği sistemi düzgün çalışır ve güvende tutmak için kullanılmaktadır. Vakumla çalışan uçak tuvaletlerinde klozet ve tuvaletin temizliği için kullanılan sifon düğmesinin koordinasyonu sağlanarak yolcunun maruz kalabileceği tehlikeli durumları önlemek için sensor içeren bir kontrol sistemi kullanılmıştır. Yapılan incelemelerle istenilen amaca en uygun sensörün rezistif kuvvet sensörü olacağı tespit edilmiştir. Rezistif kuvvet sensörü (force-sensing resistor, FSR) üstüne basınç uygulandığında, direnci değişen bir materyal olup fiziksel basıncı, sıkışmayı ve ağırlığı ölçmeye yarayan sensörlerdir (Dökmetaş, 2016; Van den Heever, Schreve ve Scheffer, 2008). Şekil 1’de sensöre uygulanan kuvvete bağlı olarak değişen direnç arasındaki ilişki gösterilmiştir. Şekil 1’de görüldüğü üzere, düşük kuvvet durumunda rezistif kuvvet sensörü (force-sensing resistor, FSR) yüksek direnç göstereceğinden açık anahtar gibi tepki verir ve malzemenin yapısına göre bir kırılma kuvveti bulunmaktadır. Şekil 1’de gösterilen ‘A’ noktası kullanılan sensörün kırılma noktası olarak belirtilmiştir.



Şekil 1. Kuvvet ve Direnç Grafiği

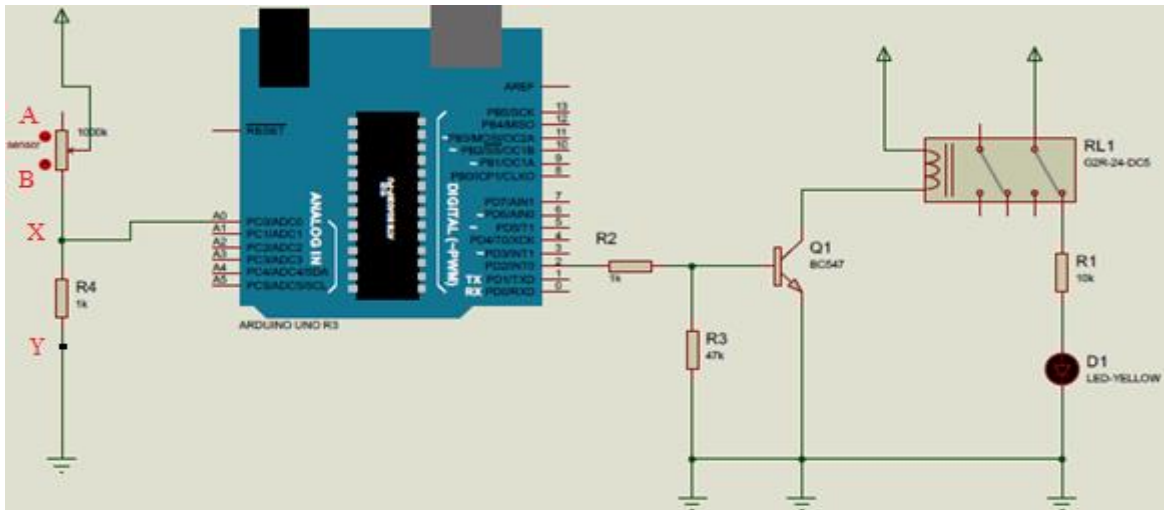
Basınçla ya da ağırlıkla direnci değişen yük hücresi veya strain gage sensörleri gibi diğer kuvvet sensörleri ile karşılaştırıldığında (force-sensing resistor, FSR) boyutu (kalınlığı 0.5 mm'den az), düşük maliyetli olması ve iyi bir şok direncine sahip olması açısından avantajlara sahiptir. Şekil 2’de rezistif kuvvet sensörünün yapısı görülmektedir (Alev, 2013; Saadeh ve Trabia, 2013).



Şekil 2. Rezistif Kuvvet Sensörü İç Yapısı

Bütün direnç esaslı sensörlerde olduğu gibi rezistif kuvvet sensörü (force-sensing resistor, FSR) bir arayüze ihtiyaç duyar. Gerçekleştirilen çalışmada üstünde Atmega 328p mikroişlemci bulunan Arduino Uno arayüzü kullanılmıştır. Sistemin gerektiği gibi çalışması için klozet kapağının ağırlığı alt limit olarak ele alınmıştır. Yani klozet kapağının uyguladığı basıncın kontrol sistemini aktive etmemesi gerekmektedir. Klozet kapak ağırlığı 750 gr ölçülmüş ve serbest düşüş gösterdiği takdirde ise 1000gr'lık ağırlığa denk geldiği tespit edilmiştir. Bu nedenle tasanlanan sistem için sınır basınç değeri 1000gr'a karşılık gelmektedir.

Oluşturulan kontrol sistemine ait elektriksel devre şeması Şekil 3'te verilmiştir.

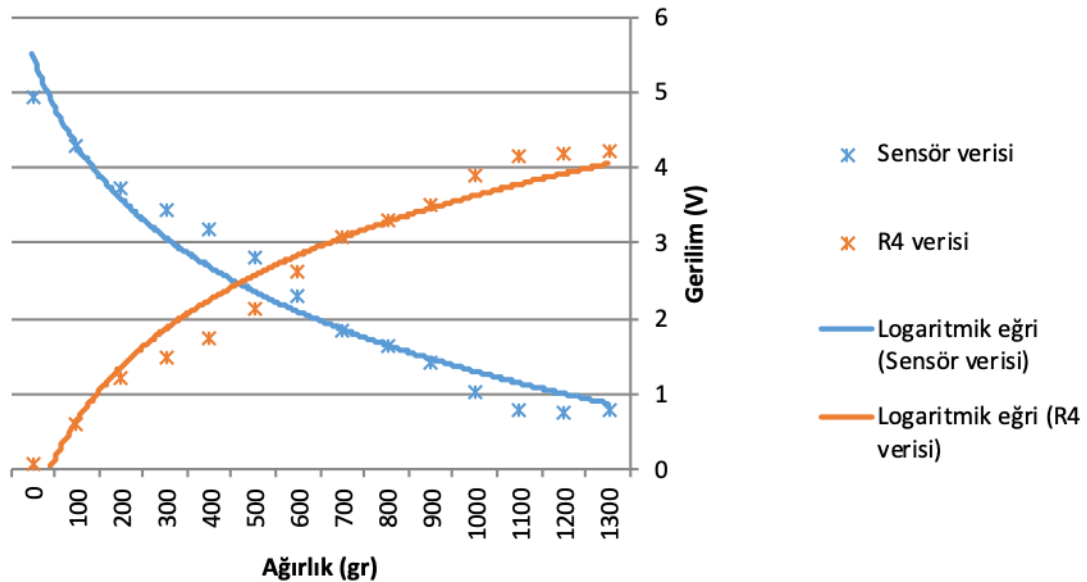


Şekil 3. Kontrol Sistemi Elektriksel Devre Şeması

Proteus programında şematığı çizilerek Şekil 3'te gösterilen devrede gerilim bölücü mantığı kullanılmıştır. Sensör ile 1kΩ referans direnç olan R4, gerilim bölücü devre olarak

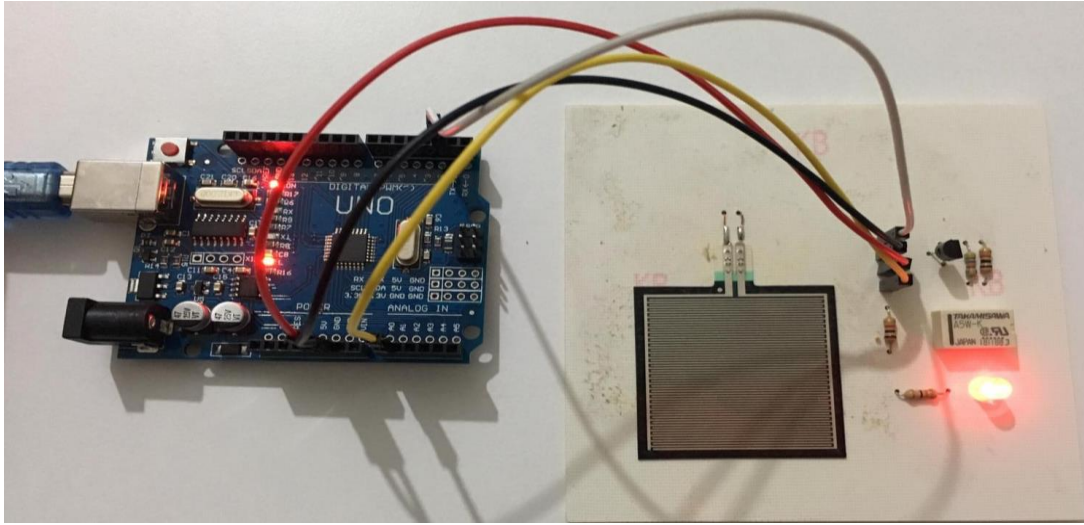
görev yapmaktadır. Sensör üzerindeki basınç arttıkça direnci düşmekte ve bununla orantılı şekilde üstündeki gerilim de azalmaktadır. Sensörün gerilimi azalırken gerilimin paylaşıldığı diğer eleman olan R4'ün gerilimi artmaktadır. Yani A0 işlemci besleme bacağı üzerindeki gerilim artmaktadır. Sensörün basınca verdiği bu tepkisel değişim programla sisteme tanıtılan basınç değerine kadar devam etmektedir. Belirlenen sınır basınç değerinden sonra sensor direnci neredeyse sabit (doyma olayı) ve üstündeki gerilim de sıfıra yakın hale gelmektedir. Doyma noktasından sonra sensor ve R4 elemanları üzerindeki gerilim neredeyse sabit kalmaktadır.

Tasarlanan devrede ağırlık ile direnç değeri değişen sensor ve R4 direnci gerilim bölücü görevini yerine getirmektedir. Testte besleme gerilimi 5V olarak seçildiğinden bu değer gerilim bölücüyü oluşturan bu iki eleman arasında basınç değerine bağlı olarak bölüşülmektedir. Şekil 4'de gösterilen ağırlık-gerilim grafiğinde, tasarlanan devrede kullanılan sensör çıkışı üzerinde oluşan gerilim, 0 gr ile sınır değeri aşacak şekilde seçilen 1200 gr ağırlık değerleri için tespit edilmiştir. Şekil 3'te gösterilen A-B noktalarından (sensör çıkışından) ölçüm, Multimetre kullanılarak elde edilmiştir. İşlemci besleme bacağı olan (A0) pini ya da R4 referans direnç üzerindeki gerilim Şekil 3'te gösterilen X ve Y noktaları arasından multimetre yardımıyla ölçülmüştür. Elde edilen veriler excel programı ile çizdirilmiş ve grafik Şekil 4'de gösterilmiştir.



Şekil 4. Gerilim Bölücü Devredeki Sensör ve R4 Elemanlarının Ağırlığa Bağlı Gerilim Değişimleri Grafiği

Resim 5’de Şekil 3’te gösterilen elektriksel şemanın uygulanmış hali olan pratik devresi gösterilmiştir.



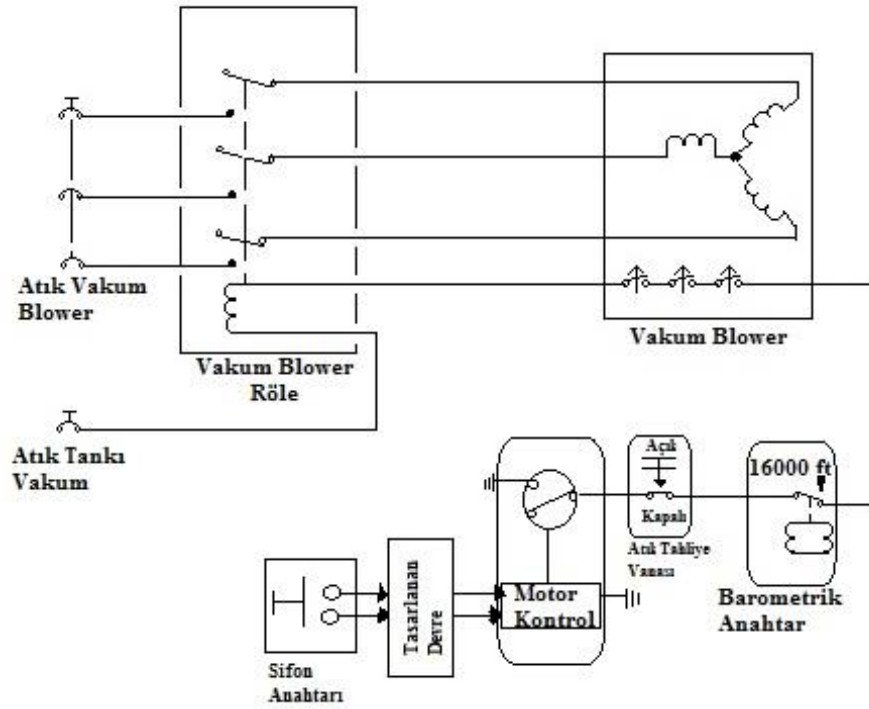
Resim 5. Kontrol Sistemi Devresi

Kullanılan atmega 328p mikro işlemcinin analog dijital çeviricisi (adc, analog to digital converter) 10-bit kanallıdır (hassasiyetli). Mikroişlemci hassasiyeti 2^{10} olarak hesaplanarak 1024 hassasiyetle çalıştığı belirlenir.

Devre 5 V’luk gerilimle beslenmektedir. Giriş gerilimi 5000 mV’tur. Her bir kanal için $5000/1024 = 4.88$ V gerilim çıkmaktadır. 5000 mV’ta 1024 hassasiyetle çalışan mikroişlemcide $3900 \text{ mV}/4.88$ hesaplamasında 800 hassasiyetle çalıştığı tespit edildi. Devrede kullanılan Arduino uno için kendi programlama dili olan Arduino IDE kullanılmıştır.

Klozet sistemindeki yolcudan dolayı oluşan basınca maruz kalacak sensor, oturma aparatının altına yapıştırılacaktır. Sensör, yalnızca klozet kapağı kadar ağırlığa maruz kaldığında yüksek direnç gösterip uygulanan gerilimin çoğunu kendini üstüne alacağından sistemin aktive edilmesini sağlayacak R4 direnci uçlarında yeterli gerilim oluşmayacaktır. Bu durumda sisteme müdahale edilmeyecek ve sifon anahtarına basıldığında vakum motoru çalışacaktır. Aksi durumda yani tanımlanan 1000gr üstünde bir basınç söz konusu olduğunda sensörün direnci azaldığından gerilimi de azalmış olacak ve gerilim bölücü devredeki diğer elemanın yani sistemi aktive eden R4 elemanın uçlarındaki gerilim değeri artmış olacak ve taraslanan devre vakum motoruna enerji akışı sağlanan hattın enerjisini kesecektir. Böylece sifon butonuna basılsa bile vakum motoru enerjilenmeyecektir. Tasarlanan sistemin enerji akışını kontrol etmesini sağlayacak elektriksel anahtar, sistemin

enerjilendireceği röle ile kontrol edilecek ve bu anahtar Şekil 5’de gösterilen şemada sifon butonunun bağlı olduğu hatta ilave edilecektir.



Şekil 5. Tasarlanan Devrenin Vakum Sistemine Ekleneceği Yerin Şeması

1.2. Veri Değerlendirme Araçları

Devrede kullanılan Arduino Uno, uygulanan ağırlık değerlerini program verisi ile kıyaslayarak elektriksel devrenin iletme geçmesini üzerinde yeralan mikroilemci yardımıyla sağlamaktadır.

Arduino Uno, mikrodenetleyici ailesini temel alan bir mikrodenetleyici kartıdır. Toplamda 14 tane dijital giriş/çıkış portuna sahiptir ve bunlardan 6 tanesi Darbe genişlik modülasyonu (PWM) çıkışı olarak kullanılmaktadır. Her biri 5 V ile çalışır ve 40 mA akım çeker. PWM olarak kullanılan pinler 3, 5, 6, 9, 10, 11 numaralı pinlerdir. 8-bit PWM çıkış sağlar ve sayısal analog dönüşüm işlemlerinde kullanılır.

Arduino Uno 6 adet analog girişi, 16 MHz Kristal’e, 32KB program hafızasına, 1KB elektronik yazılabilir programlanabilir okunabilir hafıza (EEPROM Electronically Erasable Programmable Read-Only Memory) hafızasına, 2KB SRAM’a (Static Random-Access Memory), 1 adet USB girişine, birer adet besleme ve reset devresine sahiptir.

Atmega328 UART TTL (5V) seri iletişimini RX (Receiver) ve TX (Transmitter) (0 ve 1 no’lu bacaklar) ile sağlar. Haberleşmenin gerçekleştiği, Arduino board üzerinde bulunan

RX, TX LED'lerinin yanıp sönmesinden anlaşılır (Çamoğlu, 2014; Çobanoğlu, 2017; Dökmetaş, 2016).

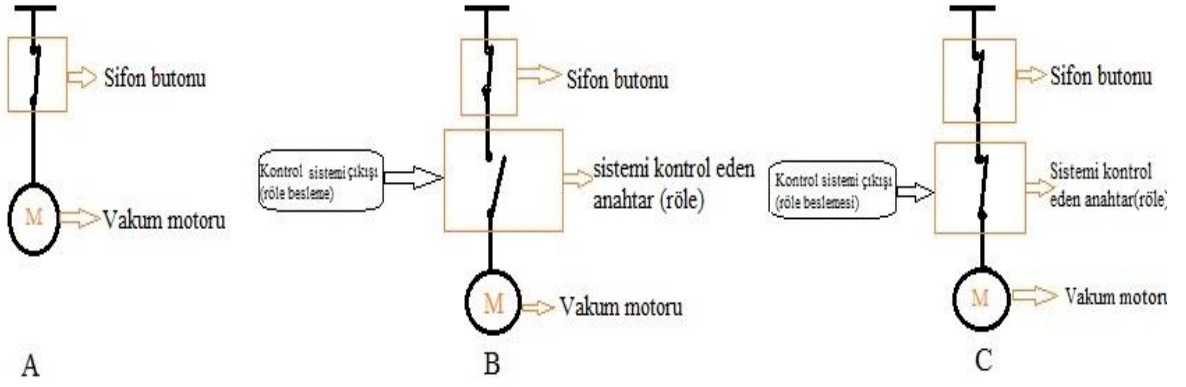
2. VERİLERİN ANALİZİ

Tüm Arduino sürümlerinin programlanması için, Arduino IDE denilen bir bütünleşik geliştirme ortamı bulunmaktadır. Windows, Linux ve Mac platformlarında çalışabilmektedir. Program, var olan bir problemi çözebilmek amacıyla herhangi bir bilgisayar dili kullanarak yazılmış olan komutlar dizisidir. Arduino yazılım ortamı C/C++ yapısını kullanan bir platformdur (Dökmetaş, 2016). Kullanılan sensör ve model alınan uçak klozet kapağı verilerinin işlenmesi ve uygulaması Arduino Ide programında gerçekleşmiştir.

Şekil 6a bölümünde uçak üzerinde var olan sistemin temsili gösterimidir. Bu sistemde klozet üstünde ağırlık olup olmaması sistemin çalışması açısından farklılık yaratmamakta her iki durumda da sifon düğmesine basıldığında vakum motoru enerjilenmektedir.

Şekil 6b bölümünde tasarlanan devrenin sisteme adapte edilmesi durumunda, sifon kapağına 1000 g ve üzerinde ağırlık uygulandığında kontrol sistemi röle anahtarını güvenliği sağlamak amacıyla açık konuma getirmiş olacağından sifon butonuna basılması durumunda vakum moturu enerjilenmeyecektir. Bu prensiple yapılan çalışma, tualeti kullanan yolcuların tualeti sorunsuz kullanmasına ve bakım esnasında bakım yapan kişilere güvenlik sağlayacaktır.

Şekil 6c bölümünde yine kontrol dahil edilmiş sistemi göstermektedir. Sensör yerleştirilmiş sifon kapağının üzerinde ağırlık olmadan ya da kapakla beraber toplam ağırlığın 1000 gr altında olduğu durumda sifon butonuna basıldığında tuvalet vakum sisteminin çalışacağı gösterilmiştir. Kontrol devresi sistemin güvenliğini, sensörden alınan bilginin Arduino Uno'ya girilen programda değerlendirilerek üstüne entegre edilen mikroişlemci vasıtasıyla sistemin istendiği şekilde aktive etmesi ile sağlanmıştır. Tasarlanan sistemde vakum motoru Resim 5 ve Şekil 3'te görülen LED ile sembolize edilmiştir.



Şekil 6. Sistemin Uygulanma Şekli

Tasarlanan devre uçak vakum sisteminde Şekil 5’de gösterilen sifon anahtarıyla vakum motoru arasına eklenerek kontrol sistemi sağlanmış ve güvenlik açığı ortadan kaldırılmış olacaktır.

3. TARTIŞMA VE SONUÇ

Uçaklarda yaşanabilecek yolcu sağlığını tehlikeye sokacak her sorun dikkate alınması ve çözülmesi gereken olaylardır. Aksi takdirde hem yolcu zarar görecektir hem de firma güvenilirliği zedeleneyecek hem de uçuş trafiği aksayacaktır. Tüm bunların maddi karşılığı da bulunmaktadır. Yapılan bu çalışmada uçak tuvaletlerinden kaynaklı sorunlar ve bu sorunların sonuçları incelenmiştir. Yapılan incelemeler sonucunda tuvalet vakum kazalarına yönelik alınan tedbirlerin sifon butonu yerini değiştirmek ve klozet sisteminin yapısını değiştirerek hava boşluğu bırakmaktan ibaret olan yalnızca yapısal değişiklikler olduğu ve yeterli olmadığı görülmüştür. Bu nedenle yolcunun klozette otururken vakum motorunun çalışmasını engelleyen ve klozetten kalktıktan sonra normal çalışma döngüsüne geçebilen sistemin gerekliliği ortaya konmuştur. Yapılan çalışma, uçaklarda yaşanmış olan ve gereken güvenlik sağlanamadığından tekrar yaşanabilecek klozet sistemi sorununu gidermeye yönelik faydalı model çalışmasıdır. Tasarlanan elektriksel kontrol devresi sayesinde klozet üstündeki ağırlığın 1000gr üstü olması durumunda kontrol devresi içinde barındırdığı röle ile vakum motorunun enerji girişine bağlanacak anahtar açık konuma getirilerek devrede enerji akışını kesmiş olacak ve böylece sistemin güvenilir şekilde işlemesi sağlanmış olacaktır.

KAYNAKÇA

- Airbus. (2005). *Chapter; 27,28,38,72,78. AMM (Aircraft maintenance manual)*. AIRBUS S.A.S., Balagnac, France.
- Alev F. I. (2013). *Sensör Çeşitleri, Robotik Alanda Kullanılan Sensörler ve FSR sensör Uygulaması*, Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Benim Havayolu maliyetim nedir? (2019 Aralık 1) Erişim Adresi: <https://www.airkule.com/yazar/benim-havayoluna-maliyetim-nedir/1327>
- Boing. (2014). *Chapter; 27,28,38,72,78. AMM (Aircraft maintenance manual)*. USA.
- Çamoğlu, D. (2014). *İleri Seviye Arduino*. Dikeyksen Yayınevi, İstanbul.
- Çobanoğlu, B. (2017). *Derinlemesine Arduino*. İstanbul: Abaküs Yayınları
- Dökmetaş, G. (2016). *Arduino Eğitim Kitabı*. Dikeyksen Yayıncılık.
- Saadeh, M. Y. & Trabia, M. B. (2013). Identification of a Force-sensing Resistor for Tactile Applications. *Journal of Intelligent Material Systems and Structures*, 24(7), 813-827.
- TTS. (2017). *Modül 11b, Modül 13. Total Training Support*. Cranfield Innovation Centre, United Kingdom.
- Uçak tuvaleti sifonu güçlü mü? (2019 Aralık 1) <http://www.kokpit.aero/ucak-tuvaleti-sifonu-insani-cekecek-kadar-kuvvetli-mi>.
- Van den Heever, D. J., Schreve, K., & Scheffer, C. (2008). Tactile Sensing Using Force Sensing Resistors and a Super-resolution Algorithm. *IEEE Sensors Journal*, 9(1), 29-35.



Bu eser **Creative Commons Atıf-GayriTicari 4.0 Uluslararası Lisansı** ile lisanslanmıştır.