

CANaerospace Protokolü ve LabVIEW Tabanlı Veri İletişim Uygulaması

Tarık ÜNLER¹  İsmail YABANOVA^{2*} 

¹ Necmettin Erbakan Üniversitesi, Havacılık ve Uzay Bilimleri Fakültesi, Havacılık Elektrik ve Elektronik Bölümü, Konya, Türkiye

² Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Hasan Ferdi Turgutlu Teknoloji Fakültesi, Elektrik Mühendisliği Bölümü, Manisa, Türkiye

Makale Bilgisi

Geliş Tarihi: 29.05.2025
Kabul Tarihi: 13.06.2025
Yayın Tarihi: 30.06.2025

Anahtar Kelimeler:

CANaerospace,
CAN,
LabVIEW.

ÖZET

Havacılık sektörü hem dünyada hem de Türkiye’de teknolojik gelişmelerle paralel olarak sürekli bir ilerleme içerisinde. Bu ilerleme, sınırlı enerji kaynaklarının verimli kullanımı gerekliliği ile birlikte sağlam, ekonomik ve hafif sistem tasarımlarını zorunlu kılmaktadır. Uçaklarda bulunan çok sayıda aviyonik sistemin güvenli ve hızlı şekilde birbiriyle haberleşebilmesi, bu sistemlerin etkin çalışması açısından kritik öneme sahiptir. Bu doğrultuda, kablolu karmaşasını azaltmak ve hafif yapılar oluşturmak amacıyla çeşitli haberleşme protokolleri geliştirilmiştir. İlk olarak otomotiv sektörü için Bosch firması tarafından geliştirilen denetleyici alan ağı (Controller Area Network - CAN) protokolü, düşük maliyetli ve yüksek güvenilirlikli bir seri iletişim protokolüdür. Özellikle kablolu karmaşasını azaltmak ve gerçek zamanlı veri iletimi sağlamak için tasarlanmıştır. CAN sağlamlığı ve düşük gecikme süresi gibi avantajları sayesinde havacılık, endüstriyel otomasyon ve askeri araçlar gibi birçok farklı alanlarda da kullanılmaya başlanmıştır. CAN tabanlı bir üst seviye protokol olan CANaerospace ise, 1998 yılında Stock Flight Systems tarafından, CAN üzerine inşa edilerek, havacılığın gerçek zamanlılık, hata toleransı ve birlikte çalışabilirlik gibi özel gereksinimlerine cevap verebilecek şekilde geliştirilmiş modüller ve esnek yapısıyla dikkat çeken bir veri iletim protokolüdür. Bu çalışmada havacılık sektöründe kullanılan CAN tabanlı CANaerospace protokolü detaylı olarak incelenmiş, bu protokol kullanılarak LabVIEW programı ortamında bir veri alışverişi uygulaması geliştirilmiştir. National Instruments firmasının NI USB 8473s donanımı aracılığıyla bilgisayar, CAN ağına bağlanmış ve CANaerospace protokolünden gelen mesajlar yazılım aracılığıyla ayrıştırılarak görsel olarak kullanıcıya sunulmuştur. Aynı zamanda kullanıcılar, gerekli alanlara veri girerek protokol formatına uygun mesajlar gönderebilmektedir. Bu sistem, CANaerospace protokolünün etkin bir şekilde anlaşılmasını sağlamakta, aynı zamanda aviyonik sistemlerin geliştirme ve test süreçlerinde kullanılabilecek pratik bir araç sunmaktadır. Geliştirilen program, protokol analizörü olarak işlev görmesinin yanı sıra eğitim ve prototipleme amacıyla da kullanılabilecek niteliktedir.

CANaerospace Protocol and LabVIEW Based Data Communication Application

Article Info

Received: 29.05.2025
Accepted: 13.06.2025
Published: 30.06.2025

Keywords:

CANaerospace,
CAN,
Labview.

ABSTRACT

The aviation sector is rapidly evolving in parallel with technological advancements worldwide. This progress, combined with the need for efficient use of limited energy resources, drives the demand for robust, economical, and lightweight system designs. Within modern aircraft, numerous avionics systems must communicate quickly and reliably to ensure safe and efficient operation. To address challenges such as wiring complexity and system weight, communication protocols have been developed that support lightweight, efficient data exchange. One such protocol is the Controller Area Network (CAN), originally developed by Bosch for the automotive industry in the 1980s. CAN is a reliable and cost-effective serial communication protocol designed to reduce wiring complexity while supporting real-time communication. Its strengths—such as robustness, low latency, and fault tolerance—have led to its adoption in various domains including aviation, industrial automation, and defense. To address the specific needs of the aviation sector, the CANaerospace protocol was developed by Stock Flight Systems in 1998. This high-level protocol extends CAN by providing structured, modular, and fault-tolerant communication suitable for avionics applications. It supports both peer-to-peer and broadcast messaging, allowing for flexible and interoperable communication among systems. In this study, a data communication application based on the CANaerospace protocol was developed using LabVIEW. The system utilizes National Instruments’ NI USB-8473s hardware to connect a computer to a CAN network. The LabVIEW program can parse incoming messages according to the CANaerospace format, display them in a user-friendly interface, and allow users to send formatted messages. The developed tool not only demonstrates practical implementation of the CANaerospace protocol but also serves as a useful platform for education, prototyping, and avionic system testing. It bridges the gap between theoretical protocol design and real-world application, making it valuable for engineers and researchers in the aerospace field.

Bu makaleye atıfta bulunmak için:

Ünlr, T., & Yabanova, İ. (2025). CANaerospace protokolü ve LabVIEW tabanlı veri iletişim uygulaması. *Aerospace Research Letters (ASREL)*, 4(1), 36-48. <https://doi.org/10.56753/ASREL.2025.1.3>

*Sorumlu Yazar: İsmail Yabanova, iyabanova@gmail.com



This article is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License (CC BY-NC 4.0)

GİRİŞ

Tüm sektörlerde olduğu gibi havacılık sektörü de insan ihtiyaçları doğrultusunda sürekli olarak gelişmektedir. Teknolojik gelişmeler ile daha verimli uçak tasarımları, otonom uçuş sistemleri havacılığın daha güvenli, çevre dostu ve erişilebilir hale geleceği düşünülmektedir. Havacılık sektörü İkinci Dünya Savaşı sonrasında yeni havalimanlarının açılması, uçakların daha modern hale gelmesi ve hızla genişlemesiyle ekonomik olarak büyümüştür. ICAO verilerine göre 1950’lerde 100 milyon olan tarifeli yolcu sayısı, artan bir ivmeyle 2019’da 4,5 milyar kişiye ulaşmıştır. Bu veriler, havacılığın ulaşım ağının kapsamını genişlettiğini ve dünya çapında önemli bir endüstri haline geldiğini göstermektedir (Yavaş vd. 2023). Teknolojinin hızla ilerlemesi ile tüketim de aynı oranda artarak sınırlı olan dünya kaynaklarının hızla tüketilmesine neden olmaktadır (Çetin & Karadağ, 2023). Bu sebeple havacılık endüstrisinde yakıt sarfiyatının azaltılması ile ilgili birçok araştırma çalışmaları yapılmaktadır. Hava araçlarının tasarımında güvenilirlik ve dayanıklılık kadar hafiflik de önemli bir etkidir. Yakıt sarfiyatlarının önlenmesi ve faydalı yük kapasitesinin artırılması için yapılacak tasarımların en elverişli dayanım ve ağırlık oranına sahip olması istenmektedir (Şişkolar vd. 2022; Ateş vd. 2023). Aynı durum havacılıkta kullanılan birçok aviyonik sistemin kendi aralarında haberleşmelerini sağlamak için kullanılacak kablolamada da geçerlidir ve hafif tasarımların geliştirilebilmesi için haberleşme protokollerinin kullanılması gerekmektedir.

Aviyonik sistemlerde önemli hususlardan birisi de birlikte çalışabilirliktir. Genel anlamda birlikte çalışabilirlik iki veya daha fazla sistemin, belirtilen parametreler çerçevesinde etkilenen sistemler için faydalı sonuçlar üretmek amacıyla iletişim kurma, bilgi alışverişinde bulunma ve paylaşılan bilgileri anlamlı ve doğru bir şekilde otomatik olarak yorumlama yeteneği olarak tanımlanmaktadır. Gümünüz teknolojisi uçuş emniyeti açısından kritik sistemlerin performans gereksinimlerini ve veri bütünlüğünü sağlayan iyi tasarlanmış ağ standartları sunmaktadır (Stock & Deas, 2009). Havacılıkta farklı haberleşme protokollerinin yanında CAN tabanlı protokollerde kullanılmaktadır. CAN’ ın geliştirilme nedeni otomotiv sektöründe kablolama karmaşıklığını ve ağırlığını azaltarak ekonomik ve güvenli araçlar meydana getirmektir. Gelişimini sürdürerek farklı versiyonları çıkartılmış ve farklı sektörlerde uygulanmıştır. CANaerospace ve ARINC 825 havacılık sektöründe CAN tabanlı haberleşme protokolüne örnek olarak verilebilmektedir. CANaerospace 1998 yılında Stock Flight Systems tarafından geliştirilmiştir. Geliştirilme amacı havacılık endüstrisindeki karmaşık veri iletişim ihtiyaçlarını karşılamak için basit ve etkin bir protokol sunmak olarak belirtilmiştir. CAN protokolünün sağlamlığı ve düşük gecikme süresi gibi özelliklerinden faydalanarak uçak sistemleri arasında kritik verilerin hızlı ve güvenilir bir şekilde iletilmesi hedeflenmiştir. Normal çalışma durumunda Master/Slave ilişkisi olmayıp her düğüm ağa erişme konusunda eşit haklara sahiptir. İletilen her mesajda verinin türü ve gönderen düğüm hakkında bilgiler bulunmaktadır. Normal çalışma verileri için önceden tanımlanmış bir mesaj tanımlayıcıları dağılımı vardır. CANaerospace’in veya spesifikasyonlarının kullanımı için hiçbir maliyet veya telif ücreti uygulanmamaktadır. Nguyen vd. (2016) yaptıkları çalışmada makmetrenin tasarımını, uygulamasını ve deneysel doğrulamasını gerçekleştirmişlerdir. Arduino UNO R3 platformu kullanılarak geliştirilen makmetrenin ölçüm aralığı 0,4 ile 1,2 mach arasındadır ve CANaerospace protokolü kullanılarak haberleşme sağlanmıştır. Janu (2014) uçaktaki elektronik sistemlerde CANaerospace protokolüne uygun olarak CAN veri yolu kullanımını analiz etmiştir. Çalışmanın amacı uçak üzerindeki aviyonik sensörlerden gerçek zamanlı veri toplayan bir elektronik sistem sunmak olarak belirtilmiştir.

Bu çalışmada havacılıkta kullanılan CANaerospace protokolü kullanarak CAN ağına mesaj gönderebilen, diğer düğümler tarafından gönderilen mesajları ilgili alanlarına ayırıp görüntüleyen LabVIEW tabanlı bir bilgisayar programı geliştirilmiştir. Geliştirilen program ile aviyonik sistemler arasında kurulacak CANaerospace protokolünün tasarlanması ve gözlemlenmesine yardımcı olacaktır.

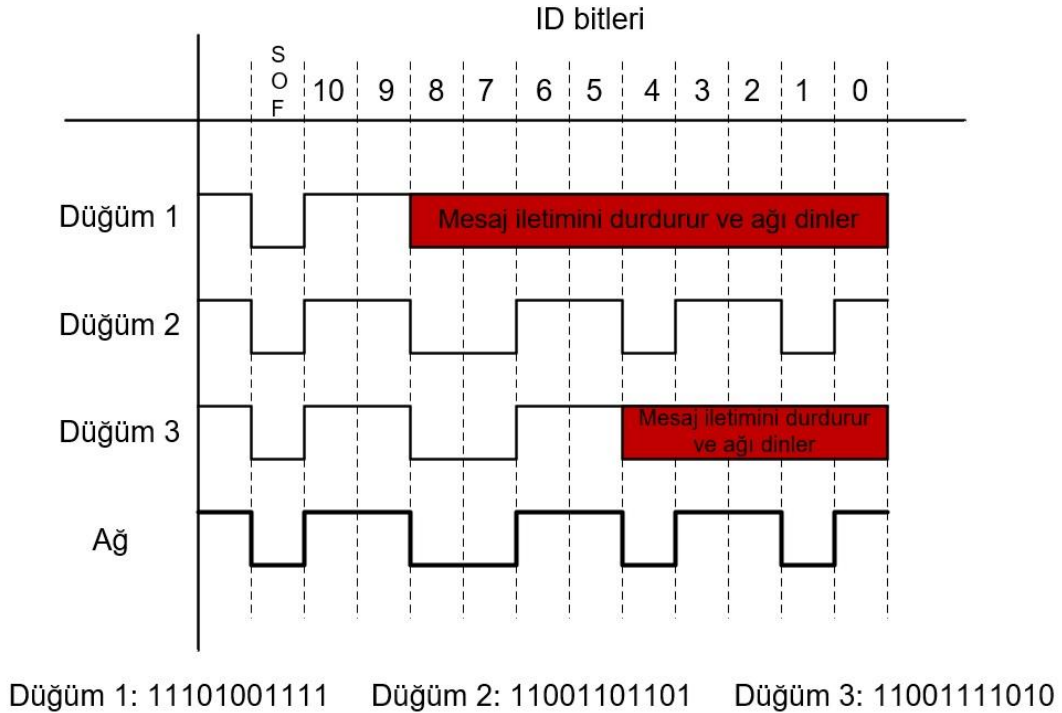
YÖNTEM

Denetleyici Alan Ağı

Denetleyici Alan Ağı dağıtık gerçek zamanlı kontrolü yüksek düzeyde güvenlikle verimli şekilde gerçekleştiren seri iletişim protokolüdür (Bosch CAN specification, 1991). Bosch firması tarafından otomotiv sektöründe kullanılmak üzere geliştirilmesine rağmen özelliklerinden dolayı havacılık, endüstriyel otomasyon, demiryolu araçları, askeri araçlar gibi pek çok sektörde kullanılan bir ağ olmuştur. Bundan dolayı gelişimini sürdürmüş ve farklı versiyonları geliştirilmiştir. Geliştirilme amacı araçlardaki kablolama ağırlığını ve karmaşıklığını azaltarak otomobilleri daha güvenilir, emniyetli ve yakıt açısından verimli hale getirmektir. CAN protokolü Çakışma Tespitli Taşıyıcı Algılamalı Çoklu Erişim (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD)) tabanlı bir protokoldür. Ağdaki her düğüm veri yoluna mesaj göndermeye başlamadan önce (Carrier Sense) veri yolunu etkinlik olmayan bir süre boyunca izlemesi gerekmektedir. Etkinlik olmayan bu süre dönemi oluştuğunda veri yolu üzerindeki her düğüm mesaj göndermek için eşit fırsata sahip olur (Multiple Access). Ağdaki iki düğüm aynı anda mesaj göndermeye başlarsa, düğümler çarpışmayı algılayacak (Collision Detection) ve uygun eylemi gerçekleştirecektir. CAN protokolünde öncelikli mesajın iletimini engellemeyecek şekilde bir karar mekanizması uygulanmaktadır. Bu şekilde mesajlar farklı düğümler tarafından aynı anda iletmeye başlansa bile bu karar mekanizması sayesinde öncelikli mesajlar bozulmadan ve bir gecikme olmadan iletilir. Bu karar mekanizmasının çalışması için lojik seviyelerin baskın veya çekinik olarak tanımlanması ve mesaj gönderimi yapan düğümün göndermeye çalıştığı lojik seviyenin ağ üzerinde görünüp görünmediğini görmek için ağın durumunu gözlemlemesi gerekmektedir. CAN protokolünde lojik 0 biti baskın, lojik 1 biti ise çekinik olarak tanımlanmıştır (Microchip Technology Inc., 1999). Şekil 1'de aynı anda mesaj göndermeye başlayan üç düğümün ağa erişim sonuçları gösterilmiştir.

Şekil 1

Aynı Anda Mesaj Göndermeye Başlayan Üç Düğümün Ağa Erişim Sonuçları



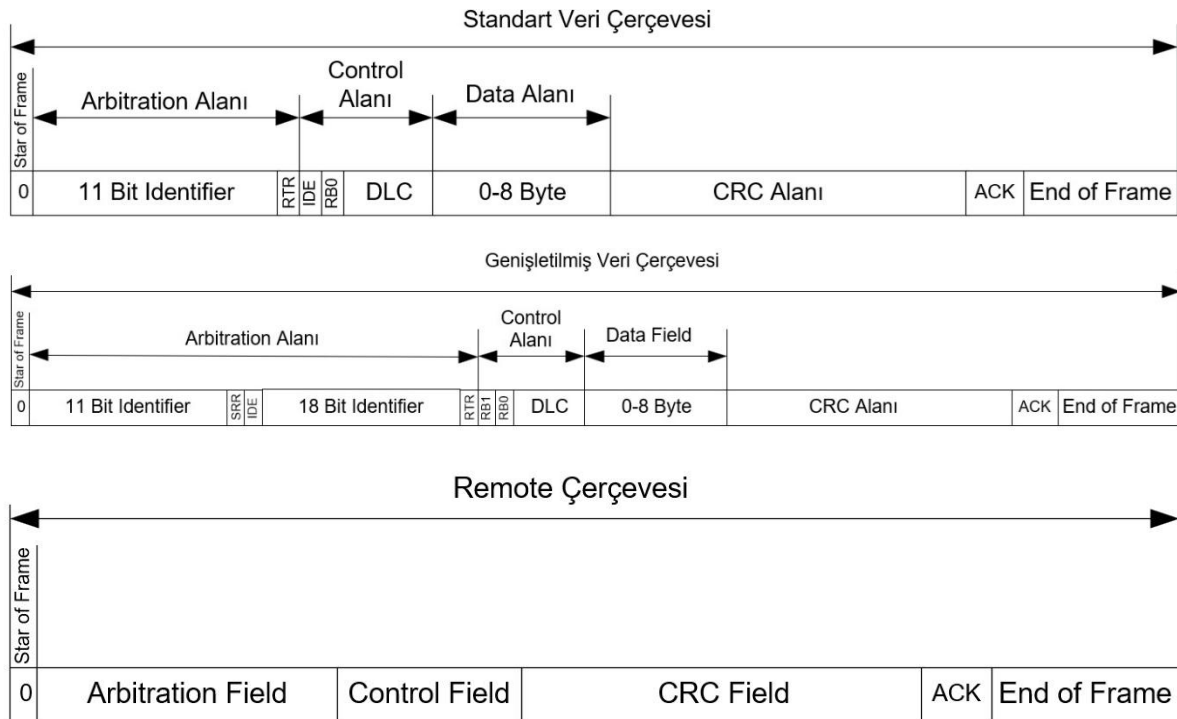
Şekil 1’de görüldüğü gibi üç düğümün de on ve dokuzuncu bitleri çekinik olduğundan sekizinci bite kadar üç düğümde mesaj iletimine devam eder. Birinci düğümün sekizinci biti çekiniktir ve diğer düğümlerin gönderdikleri bit baskın olduğundan birinci düğüm mesaj göndermeyi durdurur ve ağı dinlemeye devam eder. Dördüncü bitin iletimi yapıldığında üçüncü düğüm gönderdiği bit değerini ağda göremediğinden dolayı mesaj iletimine son vererek ağı dinlemeye devam eder. Bu şekilde ikinci düğüm mesajını herhangi bir zaman ve veri kaybı olmadan iletir. CAN ağı ile 40 metrenin altındaki ağ uzunluklarında 1 Mbit/s’ye kadar bit hızları mümkündür.

CAN Mesaj Çerçeveleri

CAN protokolünde kullanılan dört adet (Data, Remote, Error ve Overload frame olmak üzere) mesaj çerçeve türü vardır. Data Frame göndericiden alıcıya veri taşıyan mesaj çerçevesidir. ID uzunluğu bakımından iki adet data frame yapısına sahiptir. 2.0A standart mesaj yapısı olarak adlandırılır ve 11 bit uzunluğunda ID alana sahiptir. 2.0B çerçeve yapısı ise genişletilmiş çerçeve yapısı olarak adlandırılır ve 29 bit ID alanına sahiptir. Remote Frame ağdaki bir düğümden gönderilir ve aynı ID’ye sahip Data Frame gönderilmesini talep etmek için kullanılır. Error Frame ağda hata tespit edildiğinde bir düğümden gönderilen mesajdır. Overload Frame önceki ve sonraki data veya remote çerçeveler arasında ekstra bir gecikme sağlamak için kullanılır. Şekil 2’de standart, genişletilmiş data çerçevesi ve remote çerçevesi verilmiştir.

Şekil 2

Standart, Genişletilmiş Data Çerçevesi ve Remote Çerçevesi



Start of Frame: Tek bir baskın bitten oluşur. Data Frame ve Remote Frame’in başladığının işaretidir.

Arbitration Field: Bu alan standart formatta 11 bit tanımlayıcı ve 1 bit Remote Transmission Request (RTR)’den oluşmaktadır. Extended formatta ise 29 bit tanımlayıcı, SRR, IDE ve RTR bitleri olmak üzere 32 bitten oluşur. RTR biti ağdaki başka bir düğümden bilgi istenmesi durumunda kullanılır. Data Frame’de baskın, Remote Frame’de çekinik olması gerekir. Substitute Remote Request (SRR) biti

Extended Frame'de Standart Frame'deki RTR bitinin yerine kullanılır. Identifier Extension Bit (IDE), Extended formatta Arbitration alanına, Standart formatta ise Kontrol alanına aittir. Standart formatta baskın olarak gönderilir.

Control Field: Data alanında gönderilecek verilerin kaç byte olduğu bilgisini içeren 6 bitten oluşur.

Data Field: Data Frame'de gönderilecek olan veriden oluşur ve 0-8 Byte uzunluğunda olabilir.

CRC Field: Gönderici tarafından hesaplanan 15 bit CRC bilgisinden ve 1 bit uzunluğundaki CRC ayraç bitinden oluşur. Alıcı düğümlerden gelen bilginin doğru alınıp alınmadığını belirler.

Acknowledge Field: Bu alan mesajın doğru şekilde alındığını göstermek için kullanılır.

End of Frame: Mesajın bittiğini gösteren 7 çekinik bitten oluşan alandır.

CAN Tabanlı Üst Düzey Protokoller

CAN standardı akış kontrolü, cihaz adresleme, bir mesajdan daha büyük veri bloklarının ve uygulama verilerinin taşınması gibi ortak iletişim özelliklerini içermediğinden daha yüksek katman protokollerinin birçok uygulaması oluşturulmuştur. Farklı alanlar için standartlaştırılmış üst düzey protokoller vardır ve üreticiler tarafından genişletilebilmektedir. Örneğin binek otomobiller için her üreticinin kendi standardı vardır. CAN in Automation (CiA) CAN tabanlı üst düzey protokolleri ve bunların uluslararası standardizasyonunu geliştiren ve destekleyen uluslararası kullanıcı ve üretici organizasyonudur (https://en.wikipedia.org/wiki/CAN_bus). Geliştirilen spesifikasyonlar arasından bazıları şunlardır: ARINC 825 (havacılık endüstrisi), CANopen (endüstriyel otomasyon), DeviceNet (endüstriyel otomasyon), EnergyBus - CiA 454 ve IEC 61851-3 (pil-şarj cihazı iletişimi), ISOBUS - ISO 11783 (tarım), MilCAN (askeri araçlar), CANaerospace (havacılık endüstrisi).

CANaerospace

CANaerospace, Stock Flight Systems tarafından 1998 yılında havacılık uygulamaları için geliştirilen CAN temelli daha yüksek katmanlı bir protokoldür. CANaerospace havacılık uygulamalarındaki mikrobilgisayar tabanlı sistemlerin CAN aracılığıyla son derece güvenilir iletişimi için tasarlanmış hafif bir protokol/veri formatı tanımıdır. Tanım, kullanıcının belirlediği mesaj türlerinin ve protokollerinin uygulanmasına izin vermek için geniş ölçüde açık tutulmaktadır. CANaerospace, CAN 2.0A ve 2.0B (11 bit ve 29 bit tanımlayıcılar) ve herhangi bir veri yolu hızlarıyla kullanılabilir (Stock Flight Systems, 2006).

Bosch CAN spesifikasyonu mesajların hem periyodik hem de periyodik olmayan biçimlerde iletilmesine olanak tanımaktadır. Ancak bu spesifikasyon, veri gösterimi, düğüm adresleme ya da bağlantı odaklı iletişim protokolleri gibi konuları kapsamamaktadır. CAN, doğrudan Herkesten-Çoğa (Anyone to Many - ATM) iletişim modeli üzerine kuruludur. Yani ağ üzerinde gönderilen tüm mesajların istisnasız olarak tüm düğümler tarafından alınmasını sağlar. Bu yaklaşımın temel avantajı ağdaki tüm istasyonlar arasında doğal bir veri tutarlılığı sağlamasıdır. Öte yandan düğüm adreslemesini desteklememesi nedeniyle eşler arası (Peer to Peer - PTP) iletişim modelinin gerektirdiği doğrudan düğümler arası bağlantılara izin vermez, bu da sistemin bir dezavantajı olarak sayılabilir. Havacılık uygulamalarında CAN tabanlı ağların kullanılabilmesi, uçuş güvenliği ve sistem denetimi açısından daha özel gereksinimleri karşılayan bir standardın varlığını zorunlu kılar. Bu bağlamda, bireysel düğümler arasında güvenilir ve izlenebilir iletişimi mümkün kılmak temel bir ihtiyaçtır. Bu gereksinimleri karşılamak amacıyla geliştirilen CANaerospace protokolü, ISO/OSI modelinin 3., 4. ve 6. katmanlarına ek işlevler tanımlayarak hem düğüm adreslemesini hem de ATM ve PTP iletişim modellerini destekler hale gelmiştir. CANaerospace, ağdaki düğümler arasında kalıcı veya geçici istemci/sunucu ilişkilerinin kurulmasına olanak tanır. Aynı anda birden fazla etkileşim gerçekleşebilir;

bir düğüm bir işlemin istemcisi, başka bir işlemin sunucusu olarak görev alabilir. Bu iletişim yapısı “Düğüm Hizmeti Kavramı” olarak adlandırılır. Bu kavram, sistem işlevlerinin ağ üzerindeki farklı istasyonlara dağıtılmasına ve olası arıza durumlarında dinamik sistemin yeniden yapılandırmasının gerçekleştirilmesine olanak tanır. Düğüm Hizmeti Kavramı, Ethernet ortamında kullanılan TCP/IP ve UDP/IP protokollerine benzer şekilde hem bağlantı odaklı hem de bağlantısız etkileşimleri destekleyecek biçimde tasarlanmıştır.

Mesaj ve Veri Türleri

CANaerospace protokolünde farklı ağ servisleri için kullanılan farklı temel mesaj tipleri tanımlanmıştır. Her mesaj tipinin mesaj önceliğini tanımlayan ilişkili bir CAN-ID aralığı vardır. Genellikle belirlenen aralıklardaki tanımlayıcı dağılımı kullanıcının takdirindedir. Bununla birlikte, havacılık uygulamalarında yaygın olarak kullanılan veri nesnelerine ve cihazlara yönelik standart bir CANaerospace tanımlaması da yapılmıştır. Birlikte çalışabilirlik nedenleriyle bu standart dağıtım şemasının kullanılması oldukça teşvik edilmektedir.

CAN protokolünde hem ATM hem de PTP iletişimin eş zamanlı olarak etkinleştirilebilmesi için, farklı iletişim türlerinin birbirinden ayrılması gerekir. Bu ayrım, CANaerospace içinde tanımlanmış bağımsız ağ katmanları aracılığıyla sağlanır ve CAN mesaj tanımlayıcılarının gruplandırılmasıyla gerçekleştirilir (Wikipedia contributors, n.d.). Bu gruplamanın yapıldığı mesaj türleri Tablo 1 de verilmiştir (Stock Flight Systems, 2006).

Tablo 1

CANaerospace mesaj türleri

Mesaj Türü	İletişim türü	CAN-ID Aralığı	Açıklama
Acil Durum Olayı Verileri (EED)	ATM	0 - 127	Acil eylem gerektiren bir durum ortaya çıktığında asenkron olarak iletilir.
Yüksek Öncelikli Düğüm Hizmet Verileri (NSH)	PTP	128 - 199	Operasyonel komutlar için tanımlanmış iletim aralıklarıyla asenkron veya döngüsel olarak iletilir (36 kanal)
Yüksek Öncelikli-Kullanıcı Tanımlı Veriler (UDH)	ATM/PTP	200 - 299	Mesaj/veri formatı ve iletim aralıkları tamamen kullanıcı tarafından tanımlanır
Normal Operasyon Verileri (NOD)	ATM	300 - 1799	Operasyonel ve durum verileri için tanımlanmış iletim aralıklarıyla asenkron veya döngüsel olarak iletilir.
Düşük Öncelikli-Kullanıcı Tanımlı Veriler (UDL)	ATM/PTP	1800 - 1899	Mesaj/veri formatı ve iletim aralıkları tamamen kullanıcı tarafından tanımlanır
Hata Ayıklama Servis Verileri (DSD)	ATM/PTP	1900 - 1999	Hata ayıklama iletişimi ve yazılım indirme eylemleri için eş zamansız veya döngüsel olarak iletilir.
Düşük Öncelikli Düğüm Servis Verileri (NSL)	PTP	2000 - 2031	Test ve bakım eylemleri için asenkron veya döngüsel olarak iletilir (16 kanal).

Veri gösterimi amacıyla en yaygın kullanılan temel veri türleri tanımlanmıştır. Bunun yanı sıra, birleşik veri türleri (örneğin bir CAN mesajı içerisinde iki, üç veya dört adet 16 bit ya da 8 bitlik veri alanlarının bir arada kullanımı) ile toplu veri türleri sistem tarafından desteklenmektedir. İhtiyaç duyulması halinde, mevcut tür listesine yeni veri türleri de eklenebilecek şekilde yapı esnekliği

sağlanmıştır.

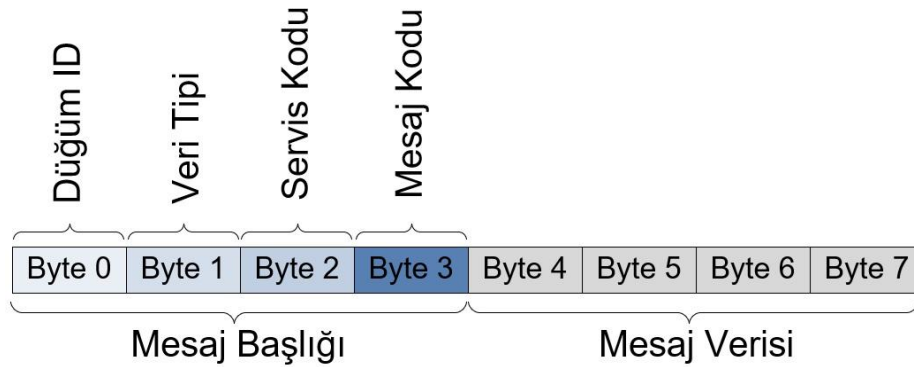
Mesaj yapısı

Genel mesaj formatı

Genel mesaj formatı düğüm ID'si, veri türü, mesaj kodu ve servis kodu için 4 baytlık bir mesaj başlığı kullanır. Bu şekilde her mesajın herhangi bir alıcı birim tarafından ek bilgiye gerek kalmadan tanımlanmasına olanak tanımaktadır. Her mesaj tipi için 0-3 veri baytları aynı düzeni kullanırken, 4-7 veri baytları için kullanılan sayı ve veri türü kullanıcı tanımlıdır. Genel mesaj formatı Şekil 3' de verilmiştir.

Şekil 3

CANaerospace Genel Mesaj Formatı



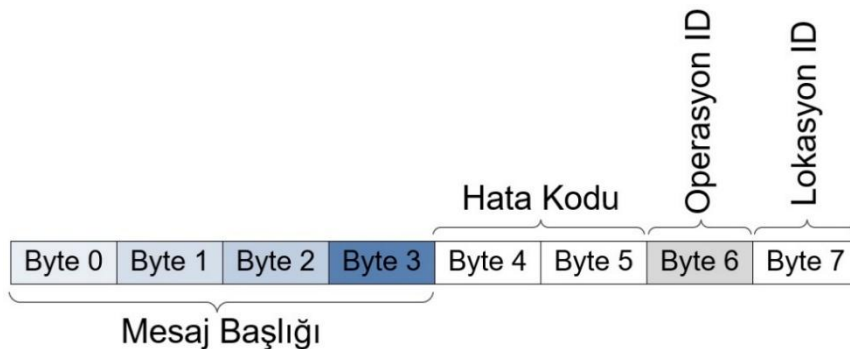
Düğüm ID değeri 0-255 aralığındadır ve 0 değeri tüm düğümlere atıfta bulunan yayın kimliğidir. Acil durum olay verileri (EED) ve normal operasyon verileri (NOD) mesajları için düğüm kimliği iletim yapan istasyonu tanımlamaktadır. Düğüm hizmeti verileri (NSH/NSL) mesajları için ise düğüm kimliği adreslenen istasyonu tanımlamaktadır. Veri türü ile ilgili mesajla taşınan verinin tipi belirtilmektedir. NOD mesajları için servis kodu, belirli verilerin gerektirdiği şekilde kullanılabilen 8 bitten oluşur. NOD mesajlarında mesaj kodu her mesaj için bir artırılır ve gelen mesajların sırasını izlemek için kullanılabilir.

Acil durum olay verileri mesaj formatı

EED bir hata durumu olduğunda etkilenen ünite tarafından asenkron olarak iletilmektedir. İlgili veriler, ünite içerisinde hatanın meydana geldiği konum, rahatsız edici işlem ve hata kodu hakkında bilgiler içermektedir. Şekil 4'de Acil durum olay verileri mesaj formatı verilmiştir.

Şekil 4

CANaerospace Acil Durum Olay Verileri Mesaj Formatı



Normal operation verisi mesaj formatı

Bu iletişim kanalı, sistemin olağan çalışması sırasında üretilen ve CANaerospace tanımlayıcı atama listesinde belirtilen verilerin iletimine yönelik olarak kullanılmaktadır. Söz konusu mesajlar hem periyodik hem de periyodik olmayan biçimlerde; ayrıca senkron ya da asenkron olarak iletilebilir. Diğer iletişim kanallarıyla ilişkilendirilemeyen tüm mesajların, bu kanal üzerinden aktarılması gerekmektedir.

Düğüm servis verileri mesaj formatı

Düğüm Hizmeti Verileri (NSH/NSL) düğüm hizmeti protokolüyle ilişkili verilerdir. Mesaj formatı NOD'a benzer. Ancak düğüm hizmeti verileri yalnızca belirli tanımlayıcılar üzerinden iletir.

Hata ayıklama hizmeti verileri mesaj formatı

Hata Ayıklama Hizmeti Verileri mesaj formatı, çeşitli ana bilgisayar/hedef iletişim protokollerinden kaynaklanan özel gereksinimler nedeniyle tamamen kullanıcı tanımlıdır. Belirtilen tanımlayıcı aralığının kullanılması dışında hiçbir kısıtlama uygulanmaz. Esnekliği en üst düzeye çıkarmak için mesaj düzeni ve veri türleri CANaerospace tanımlarından hiçbirine uymamalıdır. Ancak önerilen standardın kullanılması teşvik edilmektedir.

Kullanıcı tanımlı veri mesaj formatı

Kullanıcı Tanımlı Veri mesaj formatları belirli amaçlar için oluşturulabilir. Belirtilen tanımlayıcı aralığının kullanılması dışında hiçbir kısıtlama uygulanmaz. Esnekliği en üst düzeye çıkarmak için mesaj düzeni ve veri türleri CANaerospace tanımlarından hiçbirine uymamalıdır. Ancak önerilen standardın kullanılması teşvik edilmektedir.

CANaerospace Varsayılan Tanımlayıcı Dağıtımı

CANaerospace temel mesaj biçimleri ve düğüm hizmet protokolüne ek olarak, düğümler arası birlikte çalışabilirliği etkin biçimde desteklemeye yönelik bir yöntem olarak "tanımlayıcı dağıtımı" kavramını tanımlamaktadır. Kendini tanımlayan mesaj formatı ve zaman tetiklemeli veri yolu planlaması ile bu yaklaşım, farklı üreticiler tarafından geliştirilen düğümlerin mevcut bir CANaerospace ağına hızlı ve minimum çaba ile entegre edilmesini mümkün kılmaktadır. Varsayılan olarak, havacılık uygulamalarında en yaygın şekilde kullanılan veri türlerini kapsayan bir tanımlayıcı dağıtım şeması belirlenmiştir. Bu çerçevede, normal operasyon verilerine ilişkin tanımlayıcılar, çeşitli hava aracı sistemlerine göre gruplandırılarak 300 ila 1499 aralığındaki tanımlayıcı aralığına tahsis edilmiştir. 1500 ila 1799 aralığındaki tanımlayıcılar ise önceden atanmış değildir ve kullanıcının ihtiyaçlarına göre diğer veri türleri için serbestçe kullanılabilir durumdadır.

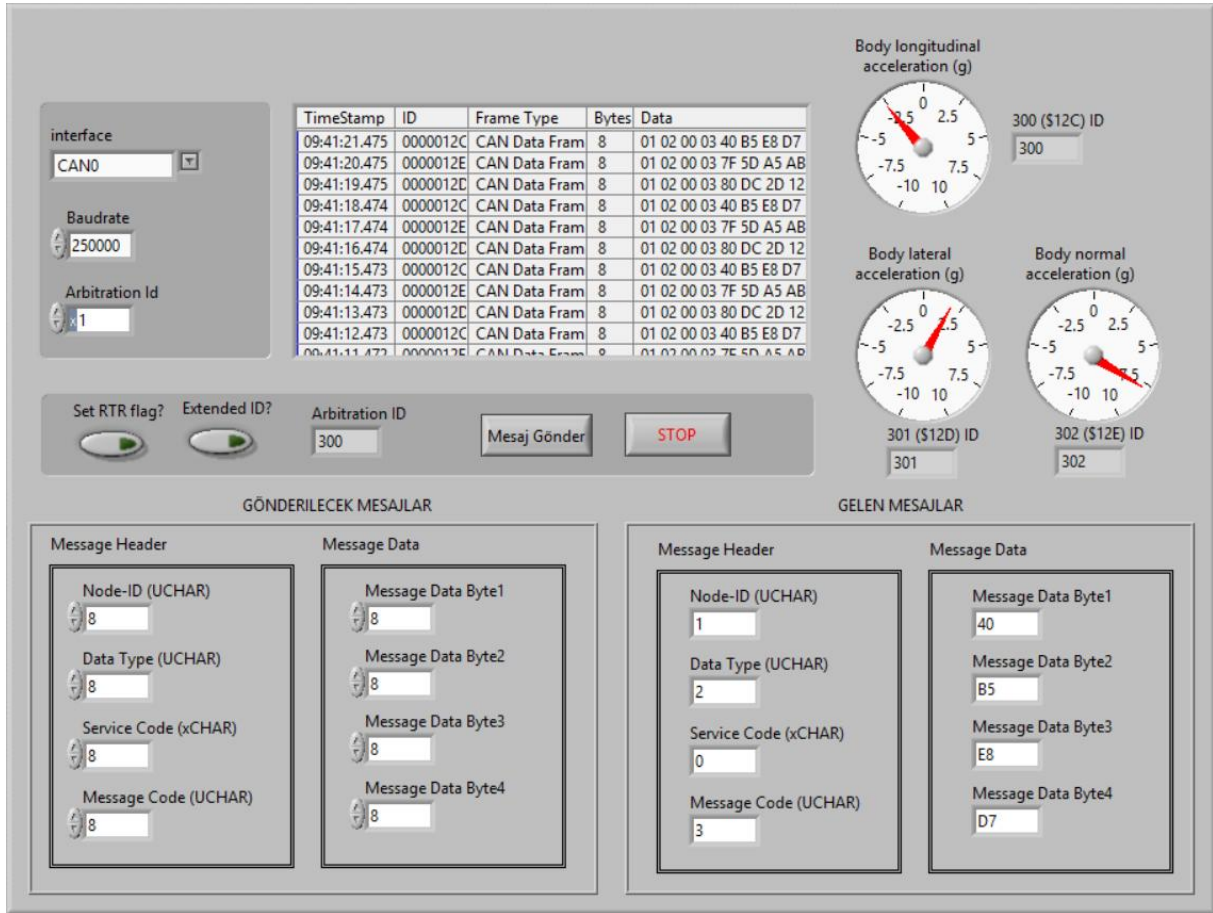
BULGULAR

Haberleşme programı LabVIEW kullanılarak geliştirilmiştir. LabVIEW veri toplama, kontrol ve analiz gibi işlemleri gerçekleştirmek için tasarlanmış grafiksel programlama ile kod geliştirilen bir programdır. LabVIEW birçok işlem için uygulama programlama arayüzü (API) sunmaktadır. CAN veri yolu haberleşmesi için de böyle bir API sunulmaktadır. Ayrıca LabVIEW programının geliştiricisi olan National Instruments firması geniş bir yelpazede donanımlar da sunmaktadır. Donanım olarak da yine bu firmanın geliştirdiği NI-USB-8473 donanımı kullanılmıştır. Bu donanım USB-CAN arayüzü sağlayarak bilgisayarların CAN veri yoluna bağlanmasını sağlamaktadır. NI-USB-8473 ile CAN veri yoluna 100 kbit/s - 1 Mbit/s hızları arasında bağlanılıp veri alışverişi yapılabilmektedir. Bir LabVIEW programı blok diyagramı ve ön panel olmak üzere iki bölümden oluşmaktadır. Blok diyagramı grafiksel programlamanın yapıldığı kodlama kısmını oluşturmaktadır. Ön panel ise kullanıcının geliştirilen

programı kullanırken karşısına gelen ve kullanıcı arayüzü denilebilecek programın işletilmesi sonucunda hesaplanan veya ölçülen parametrelerin görselleştirilmesi için kullanılan bölümdür. Geliştirilen program başlatıldığında ilk olarak CAN veri yolu ile ilgili iletişim ayarları yapılarak veri yoluna bağlanılmış olunur. Program Stop butonuna basılıncaya kadar yapılandırılan ayarlar ile CAN veri yolunu dinlemeye başlar ve herhangi bir mesaj geldiğinde bu mesajı listeleterek mesajın CANaerospace protokolüne uygun olarak mesaj ID'sine göre ilgili bölümlerini alıp programın ilgili yerlerinde göstermektedir. Ayrıca ilgili kısımlar doldurularak mesaj gönderimi de yapılabilmektedir. Stop butonuna basılması ile program döngüsü sonlanarak CAN veri yolu bağlantısı kapatılarak program sonlandırılır. Şekil 5'de geliştirilen programın ön yüzü, Şekil 6'da ise blok diyagramı verilmiştir.

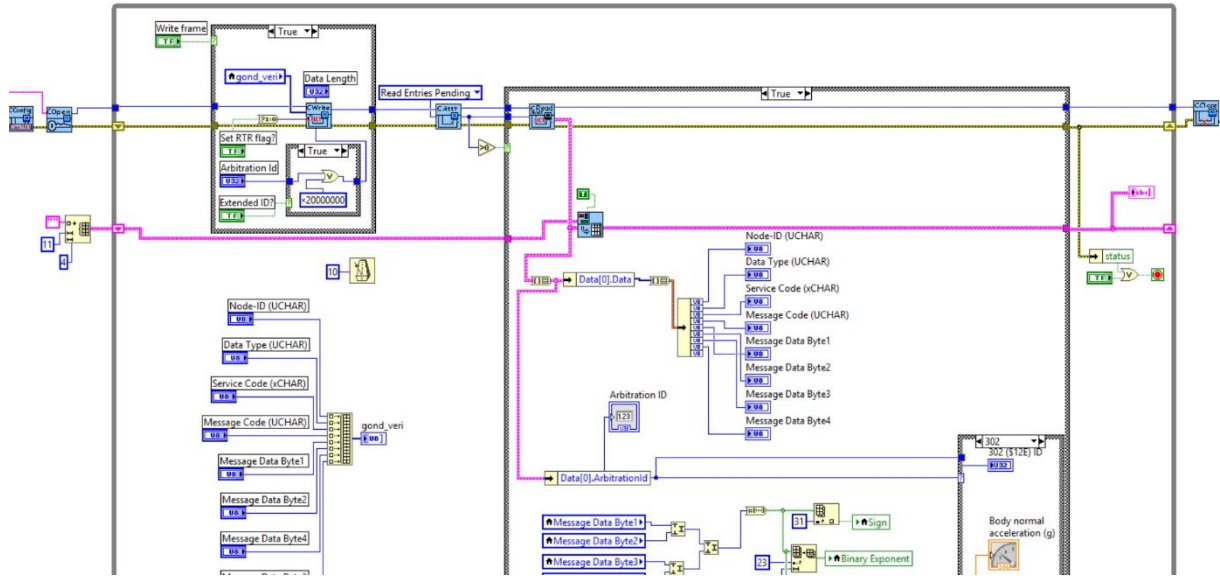
Şekil 5

Geliştirilen programın ön yüzü



Şekil 6

Geliştirilen programın blok diyagramı



TARTIŞMA, SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada geliştirilen LabVIEW tabanlı program CANaerospace protokolünün temel özelliklerine uygun şekilde mesaj alışverişi yapabilen, kullanıcının mesaj içeriğini düzenleyerek protokol üzerinden veri iletimi gerçekleştirebildiği bir sistem olarak başarıyla uygulanmıştır. CANaerospace, havacılık gibi yüksek güvenilirlik ve gerçek zamanlılık gerektiren alanlarda tercih edilen bir protokol olması açısından, geliştirilen sistemin doğruluğu ve kararlılığı büyük önem taşımaktadır. Programın mesajları CAN-ID'ye göre ayrıştırıp ilgili alanlarda görselleştirmesi, aviyonik sistem geliştirme süreçlerinde test ve doğrulama işlemleri için bir araç olabileceğini göstermektedir. Ayrıca protokolün düğüm hizmeti kavramına uygun olarak mesaj yapılarının ayrıştırılabilmesi birlikte çalışabilirlik kriterlerini başarıyla karşıladığını göstermektedir.

Geliştirilen program ile CAN veri yolu üzerinden CANaerospace protokolüne uygun veri alışverişi sağlanmış, alınan mesajlar doğru biçimde analiz edilerek kullanıcıya sunulmuştur. Kullanıcı arayüzü üzerinden veri gönderimi de mümkün kılınmıştır. Bu sayede, aviyonik sistemler gibi karmaşık haberleşme altyapılarına sahip sistemlerin geliştirme ve test süreçlerinde kullanılabilecek işlevsel bir araç ortaya konmuştur. Ayrıca, bu programın NI USB-8473 gibi donanımlarla entegre biçimde çalışması, gerçek sistemlerle bağlantı kurarak sahada test yapılabilmesine imkân tanımaktadır.

Gelecekte bu program daha kapsamlı hale getirilerek uçuş parametrelerinin dinamik olarak izlenmesini sağlayacak grafiksel görselleştirme modülleri eklenebilir. Özellikle veri kayıt/loglama işlevleri, hata teşhisi ve analiz araçlarıyla zenginleştirilerek daha gelişmiş test senaryoları oluşturulabilir. Ayrıca protokolün tüm mesaj türlerini (örneğin: acil durum verileri, hata ayıklama verileri vb.) tam kapsamlı destekleyecek şekilde genişletilmesi ile, daha fazla sayıda düğümle eş zamanlı haberleşme ve ağ yükü analizleri gibi ileri düzey özelliklerin sisteme kazandırılması mümkün olacaktır. Bunun yanı sıra, farklı CAN donanımlarına destek sağlanması da sistemin taşınabilirliğini ve endüstriyel kullanım potansiyelini artıracaktır.

Etik Beyan

Bu makale, yazarların daha önce başka bir yerde yayınlanmamış olan kendi özgün çalışmasıdır. Makale, yazarların kendi araştırma ve analizlerini gerçek ve eksiksiz bir şekilde yansıtmaktadır.

Etik Kurul Onayı

Bu çalışmada etik kurul onayı gerektiren insan veya hayvan denekleri kullanılmamıştır. Araştırma, kamuya açık veri setleri, literatür taramaları veya teorik analizler üzerinden yürütülmüştür. Etik kurallar gereği, araştırma sürecinin her aşamasında akademik dürüstlük ve bilimsel etik kurallara tam uyum sağlanmıştır. Bu nedenle, etik kurul onayı gerekmemiştir.

Yazar Katkıları

Araştırma Tasarımı (CRediT 1) Yazar 1 (%80) – Yazar 2 (%20)

Veri Toplama (CRediT 2) Yazar 1 (%70) – Yazar 2 (%30)

Araştırma - Veri analizi - Doğrulama (CRediT 3-4-6-11) Yazar 1 (%60) – Yazar 2 (%40)

Makalenin Yazımı (CRediT 12-13) Yazar 1 (%60) – Yazar 2 (%40)

Metnin Tashihi ve Geliştirilmesi (CRediT 14) Yazar 1 (%50) – Yazar 2 (%50)

Finansman

Bu çalışmada finansal destek alınmamıştır.

Çıkar Çatışması

Yazarların bu çalışma için beyan ettiği herhangi bir çıkar çatışması yoktur.

Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları (SDG)

Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları: Desteklemiyor

REFERANSLAR

- Ateş, B., Bayraktar, S., Arıcı, M., Akçay, Z., Durak, B., & Uyaner, M. (2023). Termoplastik kompozitten yapılmış ve kapı boşluğu içeren uçak gövde parçasının sanal testi. *Aerospace Research Letters (ASREL) Dergisi*, 2(2), 56-62. <http://dx.doi.org/10.56753/ASREL.2023.2.1>
- Bosch. (1991). *CAN specification version 2.0*. Robert Bosch GmbH.
- Çetin, Ş., & Karadağ, H. B. (2023). Tabakalı kompozitlerin darbe direncinin incelenmesi. *Aerospace Research Letters (ASREL) Dergisi*, 2(2), 114-127. <http://dx.doi.org/10.56753/ASREL.2023.2.5>
- Microchip Technology Inc. (1999). *Controller area network (CAN) basics* (Application Note AN713). <https://ww1.microchip.com/downloads/aemDocuments/documents/MCU08/ApplicationNotes/ApplicationNotes/00713a.pdf>
- Nguyen, H. H., Bajer, J., & Janu, P., On the design of commercial off-the-shelf machmeter with CANaerospace interface, 2016 17th International Conference on Mechatronics - Mechatronika (ME), Prague, Czech Republic, 2016, pp. 1-5.
- P. Janu, (2014). Analysis of CANaerospace Protocol Communication Quality in Aviation System. *Advances in Electrical and Computer Engineering*, 14(1), 81-86. doi:10.4316/AECE.2014.01013
- Stock, M., Deas, J., (2009). Fly-By-Wire for Experimental Aircraft? A Vision based on CANaerospace/AGATE Data Bus Technology, 1-21.
- Stock Flight Systems. (2003). *Interface specification for airborne CAN applications (CANaerospace), version 1.7*. https://files.stockflightsystems.com/_5_CANaerospace/canas_17.pdf
- Şişkolar Ö., Sezen, H., Genç, F.H., Çiftçi, E., Uyaner, M., (2022). Pekiştirilmiş Panellerin Sanal Testi. *Aerospace Research Letters (ASREL) Dergisi*, 1(2), 84-94.
- Wikipedia contributors. (n.d.). *CANaerospace*. Wikipedia. Retrieved May 28, 2025, from <https://en.wikipedia.org/wiki/CANaerospace>
- Yavaş, İ., Güntürkün, R., & Kazan, F. A., (2023). Uçuş Veri Kayıt Sistemi ve Önemi. *Aerospace Research Letters (ASREL) Dergisi*, 2(1), 1-9.

EXTENDED ABSTRACT

Introduction: In recent years, the aviation industry has increasingly emphasized the need for lightweight, reliable, and efficient communication systems among avionic subsystems. The Controller Area Network (CAN) protocol, initially developed for the automotive sector, has found broader application in aerospace due to its robustness and simplicity. To meet aviation-specific requirements such as real-time performance, fault tolerance, and structured communication, the CANaerospace protocol was developed. However, practical implementations and accessible tools for this protocol remain limited. This study addresses this gap by presenting a LabVIEW-based data communication interface compatible with the CANaerospace protocol. The research aims to provide a reliable platform for message transmission and reception, enabling prototyping, testing, and educational demonstrations of avionic network interactions.

Method: The study follows design and implementation research methodology. A communication interface was developed using National Instruments' NI USB-8473 hardware and the LabVIEW graphical programming environment. The program was structured to initialize CAN communication, listen to incoming messages, parse them according to CANaerospace specifications, and display their components to the user. Additionally, users can compose and transmit messages through the interface. The CAN message handling adheres to the standard CANaerospace identifier allocation and message format.

Findings: The developed program successfully enabled bidirectional communication over the CAN bus using the CANaerospace protocol. Incoming messages were correctly interpreted based on their CAN-ID and protocol structure and displayed in user-friendly fields. Users were able to generate and send messages by populating the appropriate data fields. The program demonstrated stable performance with real-time responsiveness. The application validated the system's ability to be used both as a protocol analyzer and as a development tool for CANaerospace-based systems.

Discussion: The results reveal that the proposed LabVIEW-based tool bridges the gap between theoretical protocol specifications and practical usage in avionic system development. The CANaerospace protocol's capability for modular and prioritized message handling was effectively demonstrated. By using standard NI hardware and accessible software, the study offers a replicable and scalable platform for future research and educational use. Limitations include the current scope of message types supported and the absence of integrated data logging and visualization tools, which could enhance usability in more complex scenarios.

Conclusion: This study contributes a functional solution for CANaerospace protocol implementation using LabVIEW. It enables both the observation and transmission of protocol-specific messages, facilitating development and debugging in avionic network systems. The tool enhances understanding of aerospace communication protocols and provides a foundation for broader applications in avionics education, simulation, and system validation.

Recommendation: Future work should focus on expanding the system's capabilities by supporting a wider range of CANaerospace message types, integrating data logging, and enabling real-time graphical visualization of system parameters. Additionally, compatibility with other CAN interfaces and cross-platform support would enhance the system's accessibility for diverse research and industry needs. The tool could also be adapted for training purposes in academic aerospace programs.