

# Kısa Far Fonksiyonları için Mimari Tasarımı, Gereksinim Yönetimi, Yazılım Geliştirme ve Test Çalışmaları

## Architectural Design, Requirement Management, Software Development and Test Studies for Low Beam Functions

Yiğit Burak Varol<sup>1</sup>, Tolgahan Karayazı<sup>1</sup>, Sena Koçak<sup>1</sup>, Mehmet Ali Arslantaş<sup>2</sup>, Orçun Fayetorbay<sup>3</sup>

<sup>1</sup>FEV Türkiye  
Kontrol Sistemleri, İstanbul  
{karayazi,varol,kocak}@fev.com

<sup>2</sup>İstanbul Teknik Üniversitesi  
Mekatronik Mühendisliği, İstanbul  
mehmet.arslantas@itu.edu.tr

<sup>3</sup>FEV Türkiye  
E/E Sistemleri ve Mimari, İstanbul  
fayetorbay@fev.com

### Özetçe

Bu çalışmada modern araçlarda yer alan otonom kısa farlar için MATLAB/Simulink ortamında uygulama yazılımı geliştirilmesi amaçlanmaktadır. Bu amaçla, öncelikle yazılım mimarisi oluşturulmuştur. Mimari oluşturulurken AUTOSAR standardı tarafından sunulan öneriler dikkate alınmıştır. Belirlenen mimari dikkate alınarak gereksinimler yazılmış ve sınıflandırılmıştır. Bu yazılıma ait otonom özellikler yine MATLAB/Simulink ortamında test edilmiştir. Çalışma ile otomotiv alanında uygulama yazılımı geliştirme sürecine ait detaylar sunulmuştur. Uygulama yazılımı geliştirme süreci her gereksinimden, test koşturma sürecine kadar açıklanarak tasarımcılar için bir yol haritası çizilmiştir.

### Abstract

This study aims to develop application software in MATLAB/Simulink environment for autonomous dipped beam headlights in modern vehicles. For this purpose, first of all, software architecture was created. The recommendations made by the AUTOSAR standard were taken into account when designing the architecture. Requirements were written and classified considering the determined architecture. The autonomous features of this software have also been tested in the MATLAB/Simulink environment. The study details the application software development process in the automotive domain. A roadmap is drawn for designers by explaining the application software development process from each requirement to the testing process.

### 1. Giriş

Gövde Kontrol Modülü (GKM) modern otomobillerde kullanılan bir elektronik kontrol modülüdür. Gövde üzerinde yer alan çeşitli elektrikli sistemleri kontrol etmekte ve

yönetmektedir. Bu sistemler genellikle iç ve dış ışıklar, klima kontrolü, camlar, bagaj ve kapı gibi ana işlemlerden meydana gelmektedir [1]. GKM, aynı zamanda araçtaki diğer kontrol birimleriyle iletişim kurmakta ve bu birimler arasında bilgi alışverişi yaparak sistemin koordinasyonunu sağlamaktadır.

GKM, otomobil üreticileri tarafından programlanabilir bir birimdir. Bu, araç modeline, donanım seviyesine ve müşterinin tercihlerine bağlı olarak farklı işlevlere sahip olabileceği anlamına gelmektedir. Araç üreticileri, GKM'yi araçların özelliklerine ve pazar ihtiyaçlarına göre özelleştirebilmekte ve programlayabilmektedir.

Bu modül, otomobilin iç ve dış gövde elemanları arasındaki veri ve bilgi akışını sağlamak için önemli bir role sahiptir. Aynı zamanda sürüş güvenliği ve konforu için kritik öneme sahip olan araç içi aydınlatma sistemleri ve kapı kilitleme gibi işlevlerin de koordinasyonunu üstlenir. [2].

Bu çalışmada, dış aydınlatma sisteminin bir elemanı olan kısa far ele alınmıştır. Otomobil aydınlatmaları, otomobilin güvenliği ve sürüş deneyimi için kritik bir öneme sahiptir. Araba kullanmanın sadece %25'i gece yapılmakta ancak trafik kazalarının %55'i bu vakitlerde gerçekleşmektedir [3]. Işıkların kontrolü, aydınlatma sistemlerini ve sinyal verme işlevlerini düzenlemek için gövde kontrol modülü ile birlikte gerçekleştirilmektedir. Bu sistem; farların, stop lambalarının, sinyal lambalarının ve iç aydınlatmanın açık veya kapalı olmasını sağlamaktadır. Aynı zamanda dışarıdaki çevre koşullarına göre farların otomatik olarak açılması veya kapalı kalması gibi akıllı aydınlatma fonksiyonları da bu modül tarafından yönetilmektedir.

Otomobillerin dış aydınlatmalarında bulunan temel aydınlatma elemanları uzun ve kısa farlardır. Uzun farlar, geceye uzun mesafelerde yolu aydınlatmak için kullanılırken; kısa farlar, gece ve kötü hava koşullarında kullanılmaktadır. Kısa farlar, uzun farlardan daha düşük

yoğunluktaki ışıkla yolu aydınlatmakta ve karşıdan gelen sürücülerin gözlerinin kamaşmasını engellemektedir.

Bu çalışmada kısa farların otonom özellikleri üzerinde durulmuştur. Otonom kısa far, bir aracın far sisteminde yer alan gelişmiş bir özelliktir. Otonom kısa farlar; aracın hızı, çevre ışık seviyeleri, trafik durumu ve diğer faktörler gibi değişkenleri algılayarak far aydınlatmasını otomatik olarak ayarlamaktadır. Bu teknoloji, sürücüye sürekli olarak optimize edilmiş bir aydınlatma sağlamak ve sürüş güvenliğini artırmaktadır. Adaptif kısa farların özellikleri şunlardır [4]:

- Sensörlerle Desteklenme: Adaptif kısa farlar, çevredeki ışık seviyelerini, trafik durumunu ve diğer araçları algılamak için sensörlerle donatılmıştır. Bu sensörler, far aydınlatmasını otomatik olarak ayarlamak için gerçek zamanlı verileri kullanmaktadır.
- Dinamik Aydınlatma: Adaptif kısa farlar, sürüş koşullarına bağlı olarak far ışığının yayılma açısını ve yoğunluğunu değiştirebilmektedir. Örneğin, yüksek hızda seyir ederken veya virajlarda farlar, yolu daha geniş ve daha fazla aydınlatacak şekilde ayarlanabilmektedir.
- Engelleri Algılama: Adaptif kısa farlar, önündeki araçları ve yayaları algılamak için kamera veya radar gibi ileri sensör sistemleriyle entegre olabilmektedir. Bu sayede, diğer araçları veya yayaları rahatsız etmeden farların aydınlatma şekli ve yoğunluğu otomatik olarak ayarlanmaktadır.

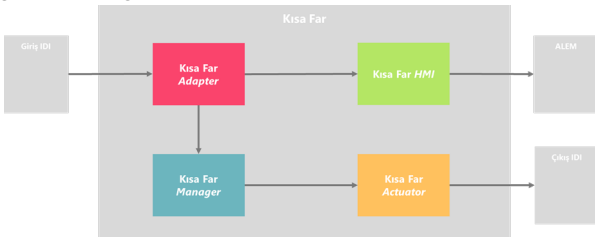
Otonom kısa farlar, sürüş güvenliğini artırmak, diğer sürücülerini rahatsız etmeden en iyi aydınlatmayı sağlamak ve sürücünün odaklanmasını kolaylaştırmak gibi avantajlar sunmaktadır. Bu teknoloji, modern otomobillerde sürüş güvenliğini artırmak amacıyla giderek yaygınlaşmaktadır.

Bu çalışmada öncelikle kısa far yazılımı için mimari oluşturulmuştur. Daha sonra kısa far yazılımına ait gereksinimler hiyerarşik bir şekilde verilmiştir. Ardından, mimari ve gereksinimler göze alınarak kısa far fonksiyonları modellenmiştir. Son olarak yapılan model için bazı test senaryoları oluşturulmuş ve model test edilmiştir.

## 2. Kısa Far Uygulama Yazılımı Mimarisi

Uygulama yazılımı, otomotiv endüstrisindeki elektronik kontrol ünitelerinde çalışan ve araç fonksiyonlarını gerçekleştiren yüksek seviye yazılımlardır. Bu çalışmada uygulama yazılımı mimaris AUTOSAR (*Automotive Open System Architecture*) standartlarına bağlı olarak oluşturulmuştur [3], [6], [7].

Bu çalışmada kullanılan yazılım mimarisine ait temel görünüm aşağıda verilmiştir.



Şekil 1. Kısa far yazılım mimarisi genel görünümü

Şekil 1'deki yapıda Giriş IDI (*Interdomain Interface*) bloğu aracın kısa farlarının otonom bir şekilde çalışabilmesi için gereken araç ve sensör verilerini ilgili birimlere iletmektedir.

Buna karşılık Çıkış IDI bloğu da diğer GKM elemanları ile kısa fara ait bilgileri paylaşmaktadır.

ALEM, GKM uygulama yazılımı içerisindeki hata yönetimini gerçekleştirmektedir.

Kısa Far *Adapter* birimi, mimarisindeki farklı yazılım bileşenleri arasında veri iletişimini sağlayan bir arabirimdir. Bu birimde gelen saf veriler işlenmektedir ve diğer kısa far birimlerine aktarılmaktadır.

Kısa Far *Manager* birimi bir karar verme mekanizması olarak çalışmaktadır. Aktivasyon kararı bu birim tarafından verilmektedir.

Kısa Far Actuator birimi ise *Manager* tarafından gelen aktivasyon emrini işlemektedir.

Son olarak Kısa Far HMI (*Human Machine Interface*) birimi ise saf kullanıcı komutlarının toplandığı ve eleman içi hata yönetiminin yapıldığı birimdir.

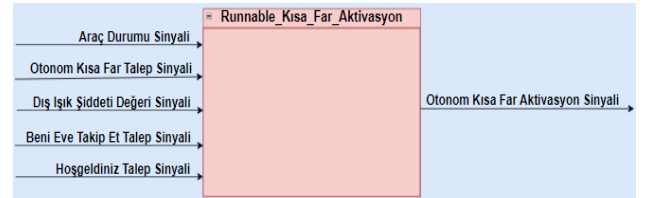
Bu birimler birer *composition* (kompozisyon) olarak karşımıza çıkmaktadır ve bu birimlerin altında *runnable* adı verilen fonksiyonlar bulunmaktadır. Her bir *runnable*, belirli bir görevi veya işlemi temsil etmekte ve sistemin farklı bileşenleri arasında veri ve bilgi akışını sağlamak için kullanılmaktadır. Bu *runnable*lar işleve bağlı olarak belirli bir öncelikte veya periyodik olarak çalışabilmektedir. Ayrıca, bir *runnable*, diğer *runnable*ların kullanacağı verileri üretebilmekte veya sonuçları diğerleriyle paylaşabilmektedir. Bu veri akışının doğru ve güvenli bir şekilde yönetilmesi oldukça önemlidir.

Aşağıda kısa fardaki yapıların bazıları görülmektedir.



Şekil 2. Kısa far mimarisi içerisindeki yapılar.

Aşağıda bu yapıda kullanılacak olan bir *runnable* örneği verilmiştir.



Şekil 3. Örnek runnable yapısı.

## 3. Kısa Far Sistemi Gereksinim Yönetimi

Gereksinim yönetimi, far fonksiyonlarının modellenenilmesi için en önemli adımlardan biridir.

- Uygulama yazılım mimarisinin tanımlanması
- Arayüzlerin tanımlanması
- Bir yazılım aracı üzerinde gösterim yapılması

Gereksinimler önceki bölümde verilen mimariye uygun şekilde hazırlanmış ve aşağıdaki gibi hiyerarşik şekilde listelenmiştir.

#### A. Fonksiyonel Gereksinim Yönetimi

##### a. Dış Işıklar Gereksinim Yönetimi

#### 1. Otonom Kısa Far Gereksinim Yönetimi

##### i. Kısa Far *Adapter*

- Far Anahtarı Durum sinyali "ON" ise Kısa Far Talep sinyali aktif olmalıdır.
- Eğer 5 saniye boyunca Sağ Kısa Far Hata sinyali aktif ya da Sol Kısa Far Hata sinyali aktif olursa Hata sinyali pasif durumundan aktif durumuna geçmelidir.
- Eğer 2 saniye boyunca Sağ Kısa Far Hata sinyali aktif ya da Sol Kısa Far Hata sinyali pasif olursa Hata sinyali aktif durumundan pasif durumuna geçmelidir.
- Eğer Araç Durumu sinyali "ON" ya da "AWAKE" ya da "DRIVING" olursa Geçerli Araç Durumu sinyali aktif olmalıdır.
- Eğer Far Anahtarı Durum sinyali "AUT" ise, Otonom Kısa Far Talep sinyali aktif olmalıdır.
- Eğer Far Anahtarı Durum sinyali "AUT" ise Ortam Işığı Sensörü Talep sinyalini aktif olmalıdır.
- Eğer Far Anahtarı Durum sinyali "AUT" ise Tilt Sensörü Talep sinyalini aktif olmalıdır.
- Eğer Far Anahtarı Durum sinyali "AUT" ise Direksiyon Açısı Sensörü Talep sinyalini aktif olmalıdır.
- Eğer Far Anahtarı Durum sinyali "AUT" ve Araç Durumu sinyali "AWAKE" ve Kilit Durumu aktif ise, Beni Eve Takip Et sinyalini 10 saniye boyunca aktif olarak ayarlayacaktır, ardından pasif olarak ayarlamalıdır.
- Eğer Far Anahtarı Durum sinyali "AUT" ve Araç Durumu sinyali "AWAKE" ve Kilit Durumu pasif ise, Hoşgeldin sinyalini 10 saniye boyunca aktif olarak ayarlayacaktır, ardından pasif olarak ayarlamalıdır.

##### ii. Kısa Far *Manager*

- Eğer Geçerli Araç Durumu sinyali aktif ise Kısa Far Talep sinyali aktif ise Kısa Far Aktivasyon sinyali aktif olmalıdır.
- Eğer Geçerli Araç Durumu Sinyali pasif ya da Kısa Far Talep Sinyali Pasif ise Kısa Far Aktivasyon sinyali pasif olmalıdır.
- Eğer Geçerli Araç Durumu sinyali aktif ve Otonom Kısa Far Talep sinyali aktif ve Ortam Işığı Seviyesi sinyali 500 değerinden büyük ise ya da Beni Eve Takip Et Talep sinyali aktif ise ya da Hoşgeldin Talep sinyali aktif ise Otonom Kısa Far Aktivasyon sinyali aktif olmalıdır.
- Eğer Geçerli Araç Durumu sinyali pasif ve Otonom Kısa Far Talep sinyali pasif ve Ortam Işığı Seviyesi sinyali 500 değerinden küçük eşit

ise Otonom Kısa Far Aktivasyon sinyali pasif olmalıdır.

- Eğer Direksiyon Açısı Sensörü Talep sinyali aktif ise, Sağ Far Yunuslama Açısı sinyali ve Sol Far Yunuslama Açısı sinyali (Direksiyon Açısı Sensörü Değeri)/24 olarak ayarlamalıdır.
- Eğer Eğim Sensörü Talep sinyali aktif ise, Sağ Far Yalpalama Açısı sinyali ve Sol Far Yalpalama Açısı sinyali (Eğim Sensörü Değeri)/2 olarak ayarlamalıdır.

##### iii. Kısa Far *Actuator*

- Eğer Kısa Far Aktivasyon sinyali aktif ya da Otonom Kısa Far Aktivasyon sinyali aktif ya da Hata sinyali pasif ise Kısa Far Durum sinyali "ON\_NOFAILR" olarak ayarlamalıdır.
- Eğer Kısa Far Aktivasyon sinyali aktif ya da Otonom Kısa Far Aktivasyon sinyali aktif ya da Hata sinyali aktif ise Kısa Far Durum sinyali "ON\_FAILR" olarak ayarlamalıdır.
- Eğer Kısa Far Aktivasyon sinyali pasif ya da Otonom Kısa Far Aktivasyon sinyali pasif ya da Hata sinyali pasif ise Kısa Far Durum sinyali "OFF\_NOFAILR" olarak ayarlamalıdır.
- Eğer Kısa Far Aktivasyon sinyali pasif ya da Otonom Kısa Far Aktivasyon sinyali pasif ya da Hata sinyali aktif ise Kısa Far Durum sinyali "OFF\_FAILR" olarak ayarlamalıdır.
- Eğer Otonom Kısa Far Aktivasyon sinyali aktif ise ve Kısa Far Durum sinyali "ON\_NOFAILR" ya da "ON\_FAILR" ise Kısa Far Modu Durumu sinyali "AUTO" olarak ayarlamalıdır.
- Eğer Kısa Far Aktivasyon sinyali aktif ise ve Kısa Far Durum sinyali "ON\_NOFAILR" ya da "ON\_FAILR" ise Kısa Far Modu Durumu sinyali "MANUAL" olarak ayarlamalıdır.
- Eğer Kısa Far Durum sinyali "OFF\_NOFAILR" ya da "OFF\_FAILR" ise Kısa Far Modu Durum sinyali "DEACTIVE" olarak ayarlamalıdır.

##### iv. Kısa Far *HMI*

- Hata sinyali, Sağ Kısa Far Hata sinyali ve Sol Kısa Far Hata sinyalini alıp hata ayıklama merkezine (ALEM) iletmelidir.

## 4. Kısa Far Fonksiyonlarının Modellenmesi

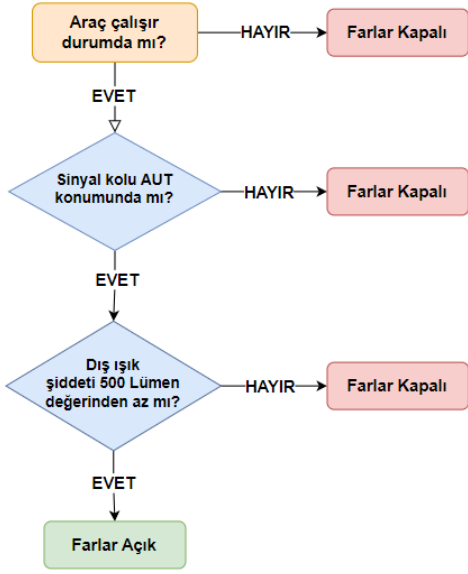
Kısa far fonksiyonları gereksinim yönetimi tamamlandıktan sonra modellenmeye başlanmıştır. Modelleme esnasında MATLAB/Simulink programları kullanılmış ve diğer bölümlerde olduğu gibi belirlenen mimariye sadık kalınmıştır.

Bu bölümde kısa farlara otonom fonksiyonu sağlayan algoritmalara yer verilmektedir.

### 4.1. Farların Otonom Bir Şekilde Aktif Edilmesi

Otonom kısa farlar, otomobilin önündeki ortam koşullarını algılayan sensörler kullanarak çalışır. Bu sensörler, çevredeki aydınlatma durumu ve trafik yoğunluğu gibi bilgileri sürekli olarak analiz eder.

Sensörlerden elde edilen veriler, bir algoritma tarafından işlenmekte ve değerlendirilmektedir. Bu değerlendirme sonucunda, çevre koşullarına bağlı olarak ışık şiddetinin uygun şekilde aktif olup olmaması gerektiğine karar verilmektedir.



Şekil 4. Farların otonom şekilde aktif edilmesine dair akış şeması.

Şekil 4’de kısa farların otonom şekilde aktif olma algoritması akış diyagramıyla gösterilmiştir. Farların otonom bir şekilde devreye alınması için öncelikle araç çalışır durumda olmalı, sinyal kolu otonom çalışma modunu ifade eden AUT kısmında olmalı ve dış ortamdaki ışık şiddeti 500 Lümen değerinden daha az olmalıdır.

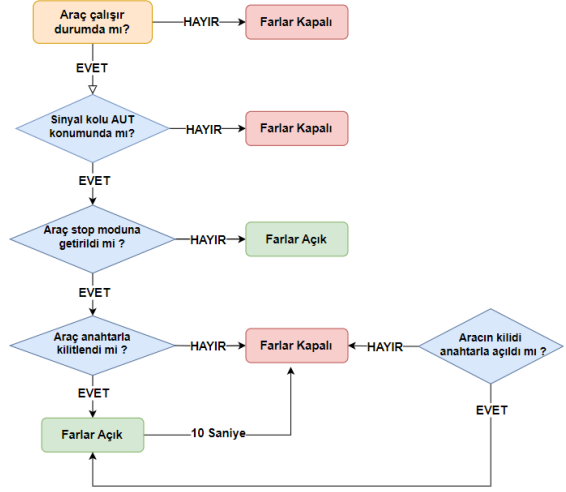
Araç kapalı olduğu veya sinyal kolu AUT modundan çıkartıldığı veya dış ışık şiddetinin 500 Lümen değerinden fazla olduğu durumlarda kısa farlar devreye girmeyip inaktif olarak kalacaklardır.

#### 4.2. “Beni Eve Takip Et” ve “Hoşgeldiniz” Modlarının Aktif Edilmesi

“Hoşgeldiniz” modu, otomobilin anahtarının veya uzaktan kumandasının algılanmasıyla otomatik olarak etkinleşmektedir. Bu modda, aracın dış aydınlatması (farlar, sis lambaları veya yan lambalar) belirli bir süre boyunca otomatik olarak yanmaktadır. Sürücü, araca yaklaştığında veya anahtarını çıkarttığında, farlar belirli bir süre yanıp sönerak aracın yerini işaret etmektedir.

“Beni Eve Takip Et” modu ise sürücünün evine veya belirli bir hedefe daha güvenli ve konforlu bir şekilde varmasına yardımcı olmak için tasarlanmış bir özelliktir. Bu mod özellikle gece saatlerinde hedefe varıldığında sürücünün evine gidene kadar ona farlar ile eşlik etmesiyle büyük bir konfor sağlamaktadır.

Bu iki modun algoritma akış şemaları aşağıdaki gibidir.



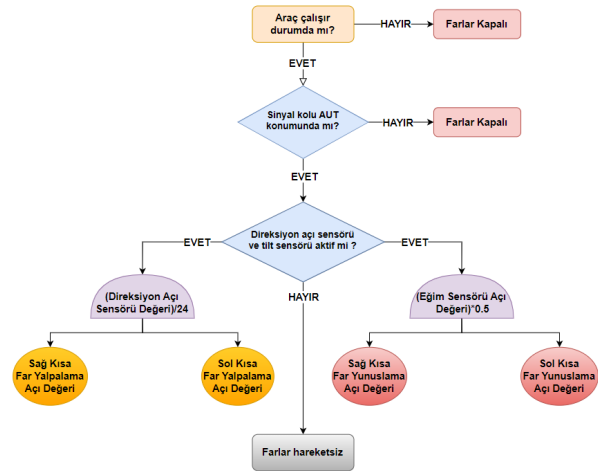
Şekil 5. “Beni Eve Takip Et” ve “Hoşgeldiniz” modlarına dair akış şeması.

Şekil 5’ de özellikle yeni nesil yüksek teknolojlü araçlarda görülmekte olan iki özelliğin akış şeması görülmektedir. Bunlardan ilki olan “Beni Eve Takip Et” özelliğinin devreye girmesi için çalışır durumda olan araç önce durdurulmalıdır. Ardından araç sürücü tarafından kilitlendiğinden itibaren 10 saniye boyunca kısa farlar açık kalarak sürücüye eşlik edecektir.

İkinci fonksiyon olan “Hoşgeldiniz” modunun devreye girmesi de bu sefer stop modunda kilitli bir şekilde duran aracı, sürücünün anahtar ile açması sonucunda 10 saniye boyunca kısa farların aktif olmasıyla sağlanmaktadır.

#### 4.3. Farların Otonom Hareketinin Sağlanması

Otonom kısa farlar, araç hareket halindeyken aracın direksiyon açısı ve eğim sensörlerinden aldıkları bilgiler doğrultusunda bağlı oldukları motorların hareketiyle sürücülere daha iyi görüş sağlarlar [8]. Bu hareketi oluşturabilmek için gerekli olan algoritmaya iki adet sensör verisi gerekmektedir. Farların yalpalama açısını kontrol etmek için direksiyon açısı değerine, eğimini kontrol etmek için ise araç eğim sensörü verisine ihtiyaç duyulmaktadır.



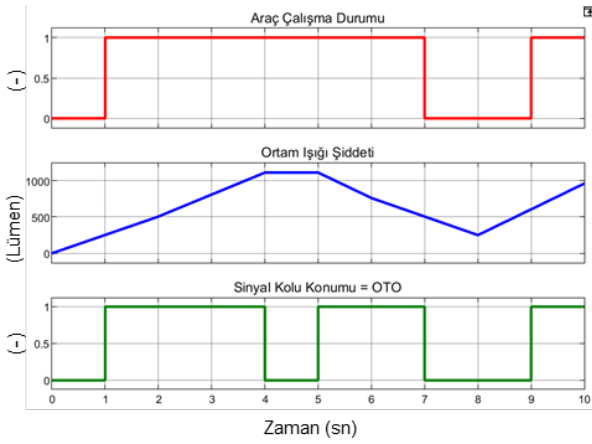
Şekil 6. Farların otonom hareketine dair akış şeması.

Şekil 6'da aracın farlarının eğimli ve virajlı yollarda giderken nasıl hareket ettiğine dair akış şeması görülmektedir. Yapılan literatür taramalarına göre farların hareket kısıtı olarak yalpalama açısı, direksiyon açısı değerinin 24°'de 1°'i kadar, farların eğim açısının ise araç eğiminin yarısı kadar olması uygun görülmüştür [5]. Aracın kısa farları hareketi sağlamak için iki sensör verisi alacaktır. Virajlarda yapacak olduğu yatay eksendeki hareketi (yalpalama) için direksiyon açısı sensöründen alacağı değere ve eğimli yollarda yapacağı dikey hareket (yunuslama) için eğim sensöründen gelecek eğim açısına ihtiyaç duymaktadır.

#### 4. Kısa Far Fonksiyonlarının Test Edilmesi

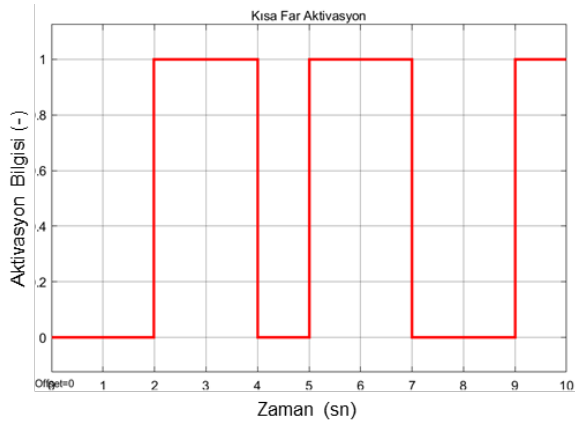
Bu bölümde otonom algoritmalarının MATLAB/Simulink ortamında test sonuçları incelenmiştir.

İlk olarak farların otonom şekilde aktif olması senaryosu gösterilmiştir. Tetikleyici sinyaller aşağıdaki gibi tanımlanmıştır.



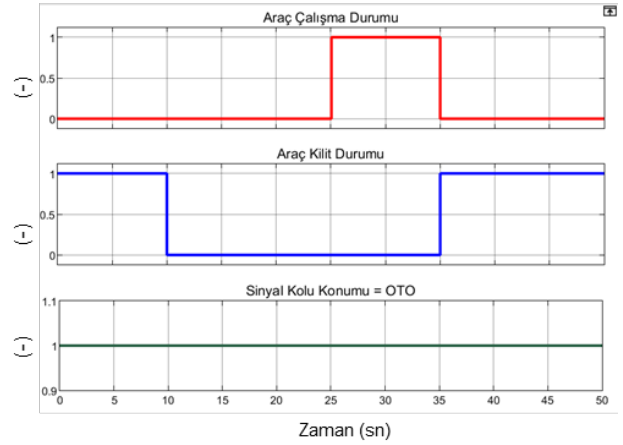
Şekil 7. Otonom far aktivasyonu testi için verilen giriş sinyalleri.

Bir önceki bölümden de hatırlanacağı üzere otonom kısa farların çalışma durumunun meydana gelebilmesi için araç çalışıyor, sinyal kolu AUT konumunda ve ortam ışığı şiddeti 500 Lümen değerinden büyük olmalıdır. Şekil 7'de de görüldüğü üzere bu şartların sağlandığı aralıklar (2-4), (5-7) ve (9-10) saniye aralıklarıdır. Şekil 8'de aktivasyon aralıklarının test sonucundan beklendiği şekilde olduğu gözlemlenmektedir.



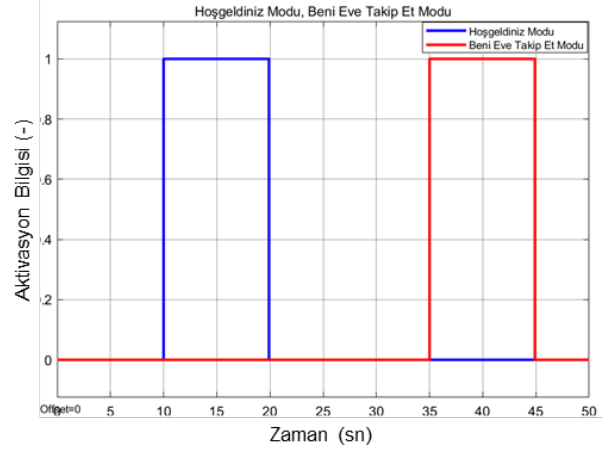
Şekil 8. Otonom far aktivasyonu test sonuçları.

Ardından "Beni Eve Takip Et" ve "Hoşgeldiniz" modları test edilmiştir. Tetikleyici sinyaller aşağıdaki gibidir.



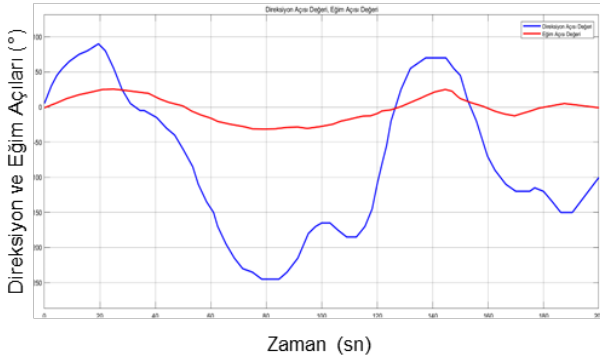
Şekil 9. "Beni Eve Takip Et" ve "Hoşgeldiniz" modlarının testi için verilen giriş sinyalleri.

Şekil 9'da görüldüğü üzere başlangıçta çalışmayan ve kilitli durumda olan aracın  $t = 10$  anında kilidi açılmıştır. Sinyal kolu da AUT durumda olduğu için 10 saniye boyunca aracın sürücüyü karşılama ışıkları devreye girecektir. Aynı şekilde  $t = 35$  anında araç stop moduna alınmış ve kilitlenmiştir. Yine sinyal kolu AUT durumda olduğu için aracın sürücüyü 10 saniye boyunca eşlik etmesi beklenmektedir. Şekil 10'da beklendiği üzere otonom kısa farların  $t = 10$  anında karşılamak için devreye girip 10 saniye boyunca açık kalıp sonra otonom şekilde söndüğü,  $t = 35$  anında ise sürücüyü eşlik etmek için devreye girip 10 saniye boyunca açık kalıp yine otonom şekilde kapandığı test edilmiştir.



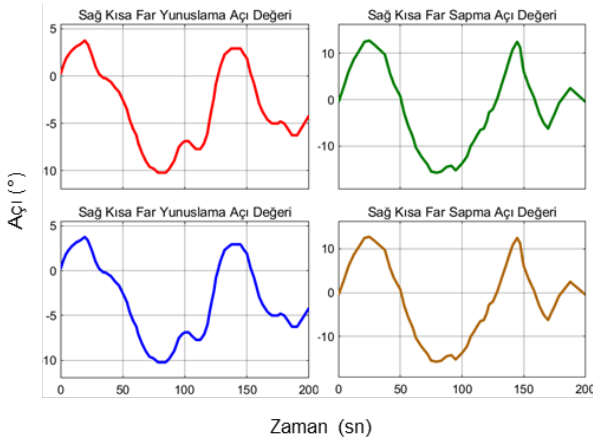
Şekil 10. "Beni Eve Takip Et" ve "Hoşgeldiniz" modlarının test sonuçları.

Son olarak farların otonom hareketi test edilmiştir. Şekil 11'de verilen tetikleyici sinyallere göre aracın hem eğimli hem de virajlı bir yol aldığı görülmektedir. Otonom farlar aracın viraj açısı bilgisini direksiyon açısı değerinden, eğimini ise araç eğim sensöründen almaktadır.



Şekil 11. Otonom far hareketi testi için verilen giriş sinyalleri.

Aşağıda bu teste dair sonuçlar verilmiştir.



Şekil 12. Otonom far hareketi test sonuçları.

## 5. Sonuçlar

Bu çalışmada GKM ve dış ışıklandırma grubu altındaki kısa farlar için MATLAB/Simulink ortamında uygulama yazılımı geliştirilmiştir. Bu amaçla, öncelikle yazılım mimarisi oluşturulmuştur. Mimari oluşturulurken AUTOSAR standardı tarafından sunulan öneriler dikkate alınmıştır. Belirlenen mimari dikkate alınarak gereksinimler yazılmış ve sınıflandırılmıştır. Bu yazılıma ait otonom özellikler yine MATLAB/Simulink ortamında test edilmiştir. Çalışma ile otomotiv alanında uygulama yazılımı geliştirme sürecine ait detaylar sunulmuştur.

## Kaynakça

- [1] G. Modwel, N. Rakesh and K. K. Mishra, "Wireless body control module," 2015 Third International Conference on Image Information Processing (ICIIP), Wagnaghat, India, 2015, pp. 353-357, doi: 10.1109/ICIIP.2015.7414794.
- [2] B. Groza, H. -E. Gurban and P. -S. Murvay, "Designing Security for In-vehicle Networks: A Body Control Module (BCM) Centered Viewpoint," 2016 46th Annual IEEE/IFIP International Conference on Dependable Systems and Networks Workshop (DSN-W), Toulouse, France, 2016, pp. 176-183, doi: 10.1109/DSN-W.2016.26.

- [3] Samir Bouabdallah, "Design and control of quadrotors with application to autonomous flying," Tech. Rep., Epfl, 2007.
- [4] Jyotiraman De, "Universal adaptive headlight system," in 2014 IEEE International Conference on Vehicular Electronics and Safety. IEEE, 2014, pp. 7–10.
- [5] J. Youn, M. Di Yin, J. Cho and D. Park, "Steering wheel-based adaptive headlight controller with symmetric angle sensor compensator for functional safety requirement," 2015 IEEE 4th Global Conference on Consumer Electronics (GCCE), Osaka, Japan, 2015, pp. 619-620, doi: 10.1109/GCCE.2015.7398528.
- [6] Heinecke, H., Bielefeld, J., Schnelle, K. P., Maldener, N., Fennel, H., Weis, O., ... & Kunkel, B. (2006, May). AUTOSAR–Current results and preparations for exploitation. In 7th EUROFORUM conference" Software in the vehicle.
- [7] Explanation of Application Interfaces of the Body and Comfort Domain (2022) <https://www.autosar.org>. Available at: Explanation of Application Interfaces of the Body and Comfort Domain (Accessed: 26 July 2023).
- [8] H. Dahou, R. E. Gouri, K. Mateur, M. Alareqi, A. Zemmouri, A. Mezouari, et al., "New design of an intelligent system (AFS) of automobile with digital PWM technique on FPGA board", ARPN J. Eng. Appl. Sci., vol. 12, no. 3, pp. 672-680, 2017.