

**PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ**  
**MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ**  
**ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ**



**LİSANS BİTİRME TEZİ**

**GÜÇ ELEKTRONİĞİ TABANLI  
MİKROİŞLEMCİLERİN PROGRAMLANMASI  
VE VERİ AKTARIMI**

Çağatay YILMAZ

HAZİRAN 2019

Tez Danışmanı: Doç.Dr. Selami KESLER

<b>TEZ KÜNYESİ</b>	
1. ARŞİV NUMARASI	2. SAVUNMA TARİHİ 5 Eylül 2018
4. TEZ BAŞLIĞI Güç Elektroniği Tabanlı Mikroişlemcilerin Programlanması ve Veri Aktarımı	
5. YAZAR Çağatay YILMAZ	6. TEZ DANIŞMANI Doç.Dr. Selami KESLER
6. ÖZET <p>Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.</p>	
7. ANAHTAR KELİMELER	8. SAYFA SAYISI

# **GÜÇ ELEKTRONİĞİ TABANLI MİKROİŞLEMCİLERİN PROGRAMLANMASI VE VERİ AKTARIMI**

**Çağatay YILMAZ**

**HAZİRAN 2019**

Bu çalışma, jürimiz tarafından Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü'nde Lisans Bitirme Tezi olarak kabul edilmiştir.

**Tez Danışmanı:**      **Doç.Dr. Selami KESLER**  
Pamukkale Üniversitesi  
Mühendislik Fakültesi  
Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü

**Üye:**                      **Doç.Dr. Uye İsmi**  
Pamukkale Üniversitesi  
Mühendislik Fakültesi  
Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü

**Üye:**                      **Doç.Dr. Uye İsmi**  
Pamukkale Üniversitesi  
Mühendislik Fakültesi  
Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü

**Onaylayan:**          **Prof.Dr. Abdullah Tahsin TOLA**  
Pamukkale Üniversitesi  
Mühendislik Fakültesi  
Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü

## ÖZET

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

## SUMMARY

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut massa. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam tincidunt urna. Nulla ullamcorper vestibulum turpis. Pellentesque cursus luctus mauris.

## TEŞEKKÜR

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut massa. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam tincidunt urna. Nulla ullamcorper vestibulum turpis. Pellentesque cursus luctus mauris.

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
<b>ÖZET . . . . .</b>	<b>iv</b>
<b>SUMMARY . . . . .</b>	<b>v</b>
<b>TEŞEKKÜR . . . . .</b>	<b>vi</b>
<b>ŞEKİLLER LİSTESİ . . . . .</b>	<b>viii</b>
<b>TABLolar LİSTESİ . . . . .</b>	<b>ix</b>
<b>1. GİRİŞ . . . . .</b>	<b>1</b>
<b>2. Seri Hat Hata Ayıklama Portu (SWD-DP) . . . . .</b>	<b>2</b>
2.1. SWD Protokolü . . . . .	2
2.2. SWD Bağlatı ve Reset . . . . .	2
2.3. Veri Gündeme ve Alma Süreçleri . . . . .	2

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil

Sayfa



## TABLÖLAR LİSTESİ

Çizelge

Sayfa



## 1. GİRİŞ

Güç elektroniğı serüvenine 1900’lü yıllarda güç elektroniğı doğru akım motorlarının hız kontrolü ile başlamıştır. Elektron tüpleri ile teorik çalışmalar yapılmıştır, fakat uygulamaya sokulmamıştır. 1950 yılında yarıiletkenler, 1960 yılında tristörler, 1980 yılında sayısal elektronik ve mikroişlemcilerin geliştirilmesi ile güç elektroniğı otomotiv, endüstri, ulaşım araçları gibi bir çok sektörde faaliyet göstermektedir.

Güç elektroniğinde mikrodnetleyiciler, yarıiletkelerin ihtiyaç duyduğu tetikleme sinyallerinin oluşturulması, akım ve gerilim değerlerin okunması gibi ihtiyaçları karşılmaktadır.

İletişim altyapısını ve teknik gelişmeler sonucu günümüzün popüler konusu olan nesnelerin interneti ile, güç elektroniğı uygulamalarında kullanılan mikrodnetleyicilerin uzaktan erişim ile yazılımlarının ve parametrelerinin güncellenmesi, denetleyici tarafından okunan değerlerin görüntülenmesi gibi ihtiyaçlar ortaya çıkmıştır.

Bu çalışmada belirtilen ihtiyaçları karşılamak amacıyla; güç elektroniğinde sıklıkla kullanılan ARM tabanlı mikrodnetleyiciler için programlamama ve veri aktarımı sağlamak üzere ESP8266 mikroişlemcisi kullanıldı. ESP8266 hedef denetleyicinin debug portu olan Serial Write Debug (SWD) portuna bağlı olacak ve buradan işlemcinin registerlarına ve hafıza birimlerine erişecek. Aynı zamanda web server olarak çalışacak ve kullanıcı ile hedef işlemci arasında arayüz oluşturacaktır.

## **2. SERİ HAT HATA AYIKLAMA PORTU (SWD-DP)**

Serial Write Debug (SWD), iki pin bağlantısı ile, JTAG arayüzüne alternatif olarak, pin kısıtlaması olan mikrodenetleyiciler için geliştirilmiştir. ARM Hata Ayıklama Arayüzü v5 ile tanımlanmış olan SWD, hata ayıklama portu ile ARM işlemcisinin AMBA veriyoluna erişim sağlar. Bu sayede işlemcinin sistem hafıza birimlerine, çevre birimlerinin ve sistem yazmaçlarına erişim sağlamaktadır.

Debug Access Port (DAP), Hata Ayıklama Portu (DP) ve Erişim Portu (AP) olmak üzere iki ana kontrol birimine ayrılmıştır. ARM işlemcisine erişmek isteyen cihaz Seri Hat Hata Ayıklama Portu'nun SWDIO ve SCLK pinlerine fiziksel olarak bağlanması gerekmektedir. SWD-DP ile sistemin geri kalan erişim ve hata ayıklama portuna erişim sağlamak mümkündür. Memory Access Port (MEM-AP), dahili AHB/APB veriyollarına, hafıza elemanlarına ve çevre birimlerine erişim sağlayabilen en önemli erişim portudur.

### **2.1 SWD Protokolü**

SWD protokolü iki pin üzerinden (SWDIO-SCLK) hedef işlemcinin hata ayıklama portuna erişim sağlamaktadır. SWD'nin kullandığı iki pinden birisi olan SWDIO pini iki yönlü hat olup veri alış-verişinin yapıldığı veri hattıdır. Diğer pin olan (SCLK), iletişim için gerekli olan saat (clock) sinyalini barındıran sinyal hattıdır. Saat sinyali hattı servis sunucusu tarafından sağlanır.

### **2.2 SWD Bağlatı ve Reset**

Hedef cihazın Hata Ayıklama Portu'na fiziksel olarak bağlandıktan sonra, SWDIO pini lojik 1 seviyesine çekilerek SCLK hattından en az 50 puls verilmelidir. Bu işleme hat sıfırlama (Line Reset) adı verilir. ARM işlemcisinin de bulunan SWD Hata Ayıklama portunu seçmek için hat sıfırlama işleminden sonra onaltı bitlik "0xE79E" verisi, veri hattından saat sinyali ile birlikte gönderilir. Ardından işlemcinin 'IDCODE' yazmacı okunur. Eğer okunan yazmaç değeri doğru ise SWD protoklü başarılı bir şekilde başlamış demektir.

### **2.3 Veri Gündeme ve Alma Süreçleri**

Başarılı işlem süreci üç fazdan oluşur. Bunlar;

- İstek Fazı: Servis Sunucusu 8 bitlik istek paketini hedef cihaza gönderir.
- Doğrulama Fazı: Hedef cihaz 3 bitlik doğrulama kodunu servis sunucusuna gönderir.

- Veri Fazı: İstek fazında bulunan okuma-yazma isteğine bağlı olarak hedef cihaz yada sunucu cihaz 33 bitlik veriyi veri hattından gönderir.

### **2.3.1 İstek Fazı**

İstek fsd

#### **2.3.1.1 DEneme**