

## İÇİNDEKİLER

<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>11</b>
EMBEDDED (GÖMÜLÜ) SİSTEM NEDİR? .....	11
MİKRO İŞLEMCİ NEDİR? .....	12
MİKRODENETLEYİCİ NEDİR?.....	14
MİKROİŞLEMCİ VE MİKRODENETLEYİCİ ARASINDAKİ FARK.....	15
<i>Von-Neuman Mimarisi ve CISC İşlemciler</i> .....	15
<i>Harvard Mimarisi ve RISC İşlemciler</i> .....	16
<i>Mikroişlemci ve Mikrodenetleyicinin Karşılaştırılması</i> .....	16
MİKRODENETLEYİCİLER HAKKINDA GENEL BİLGİLER .....	17
<i>Uygun Mikrodenetleyicinin Seçimi</i> .....	17
<i>PIC Mikrodenetleyicisinin Tercih Nedenleri</i> .....	18
<i>PIC16F628A'nın Tercih Nedenleri</i> .....	19
PIC PROGRAMLAMAK İÇİN NELERE İHTİYACINIZ VAR? .....	20
<i>Kişisel Bilgisayar</i> .....	20
<i>Metin Editörü</i> .....	21
<i>Assembler Programı</i> .....	22
<i>PIC Programlama Devre Kartı</i> .....	22
<i>Program Yükleme Yazılımı</i> .....	23
<i>Programlanmış PIC'leri Denemek İçin Gerekli Malzemeler</i> .....	23
<i>Programlanmış PIC'i Deneme Kartı</i> .....	24
<b>2. PIC DONANIM ÖZELLİKLERİ</b> .....	<b>27</b>
PIC ÇEŞİTLERİ.....	27
PIC'LERİN DIŞ GÖRÜNÜŞÜ .....	29
PIC BELLEK ÇEŞİTLERİ.....	30
<b>3. PIC16F628A'NIN ÖZELLİKLERİ</b> .....	<b>33</b>
PIC16F628A'NIN DIŞ GÖRÜNÜŞÜ .....	33
PIC16F628A'NIN ÇALIŞMASI .....	34
<i>Bir Komutun İşlenme Evreleri</i> .....	35
<i>Saat Sinyali ve Komut Evrelerinin Zamanlama Diyagramı</i> .....	36
BESLEME GERİLİMİ.....	36
OSİLATÖR UÇLARI VE ÇEŞİTLERİ.....	37
<i>LP, XT ve HS Osilatörler</i> .....	38
<i>EC Osilatör</i> .....	39
<i>IntRC Osilatör</i> .....	39
<i>ER Osilatörü</i> .....	40
<i>RC Saat Osilatörü</i> .....	40
RESET UÇLARI VE RESET DEVRESİ .....	41
<i>Power On Reset (POR)</i> .....	41
<i>Normal Çalışma Esnasında MCLR Resetlemesi</i> .....	41
<i>Sleep Modunda Çalışırken MCLR Resetlemesi</i> .....	42

## VI

<i>Normal Çalışma Esnasında WDT Resetlemesi</i> .....	42
<i>Sleep Modunda WDT Resetlemesi</i> .....	42
<i>Brown Out Reset (BOR)</i> .....	42
I/O PORTLARI.....	43
I/O (GİRİŞ/ÇIKIŞ) PORT'LARI.....	43
<i>Yüksek Akımlı Yükleri Sürmek</i> .....	44
<i>A Port'u ve Özellikleri</i> .....	45
<i>B Port'u ve Özellikleri</i> .....	47
PIC16F628A'NIN BELLEĞİ.....	49
<i>Program Belleği</i> .....	49
<i>Veri (RAM) Belleği</i> .....	50
<i>W saklayıcısı</i> .....	52
<b>4. PIC ASSEMBLY</b> .....	<b>53</b>
PIC ASSEMBLY DİLİ VE DERLEYİCİ.....	53
PIC ASSEMBLY DİLİ YAZIM KURALLARI.....	53
<i>Noktalı Virgül (;)</i> .....	55
<i>Girintiler ve Program Bölümleri</i> .....	55
<i>Başlık</i> .....	56
<i>Etiketler</i> .....	56
<i>Sonlandırma Bloğu</i> .....	58
<i>Büyük ve Küçük Harflerin Kullanımı</i> .....	58
PIC ASSEMBLY KOMUTLARININ YAZILIŞ BİÇİMİ.....	58
<i>Byte-Yönlendirmeli Komutlar</i> .....	59
<i>Bit-Yönlendirmeli Komutlar</i> .....	60
<i>Sabit İşleyen Komutlar</i> .....	60
<i>Kontrol Komutları</i> .....	60
SAYI VE KARAKTERLERİN YAZILIŞ BİÇİMİ.....	61
<i>Heksesimal Sayılar</i> .....	61
<i>Binary Sayılar</i> .....	61
<i>Desimal Sayılar</i> .....	61
<i>ASCII Karakterler</i> .....	61
PIC ASSEMBLY KOMUTLARI.....	62
DERLEYİCİ BİLDİRİLERİ.....	66
<b>5. PIC PROGRAMLAMA</b> .....	<b>69</b>
BİR PIC'E PROGRAM YAZIM AŞAMALARI.....	69
<i>Bank Değiştirme</i> .....	70
AKIŞ DİYAGRAMLARININ ÇİZİLMESİ.....	71
ASSEMBLY PROGRAM KOMUTLARININ YAZILMASI.....	73
<i>EQU Derleyici Bildirisini Kullanmak</i> .....	74
PROGRAMLARIN DERLENMESİ.....	74
<i>MPASM Kullanarak Kaynak Programların Derlenmesi</i> .....	74
<i>MPLAB Kullanarak Kaynak Programların Derlenmesi</i> .....	76
PROGRAMIN PIC'E YAZDIRILMASI.....	77
PROGRAMLANMIŞ PIC'İN DENENMESİ.....	79

<i>BreadBoard Üzerine Kurulan Devre ile Denemek</i> .....	79
<i>PIC Deneme Kartı Üzerinde Denemek</i> .....	80
<b>MPASM'İN ÜRETTİĞİ DİĞER DOSYALAR</b> .....	81
<i>LST Uzantılı Dosya</i> .....	81
<i>ERR Uzantılı Dosya</i> .....	83
<b>INCLUDE DOSYALARI</b> .....	83
<i>INCLUDE Dosyası Kullanarak Program Yazmak</i> .....	83
<i>Derleyici Bildirisi Kullanmak</i> .....	89
<b>KONFIGÜRASYON BIT'LERİNİN YAZILMASI</b> .....	90
<i>Program Yükleme Yazılımıyla Konfigürasyon Bit'lerini Yazmak</i> .....	90
<i>Programın İçerisinde Konfigürasyon Bit'lerini Yazmak</i> .....	91
<b>6. VERİ TRANSFERİ VE KARAR İŞLEMLERİ</b> .....	97
<b>W SAKLAYICI İLE VERİ TRANSFERİ (MOVF, MOVLW, MOVWF KOMUTLARI)</b> .....	97
<i>MOVLW Komutu İle Veri Transferi</i> .....	97
<i>MOVF Komutu İle Veri Transferi</i> .....	100
<i>PIC16F628A'ın 16 Ucunu da I/O Olarak Kullanmak</i> .....	103
<b>BİT TEST EDEREK KARAR VERMEK (BTFSC, BTFSS)</b> .....	106
<b>7. DÖNGÜ DÜZENLEMEK</b> .....	109
<b>SAYAÇ KULLANARAK DÖNGÜ DÜZENLEMEK (DECFSZ)</b> .....	109
<i>Basit Bir Zaman Gecikme Döngüsü Yapmak</i> .....	114
<b>KARŞILAŞTIRMA YAPARAK DÖNGÜ DÜZENLEMEK (SUBWF, SUBLW, INCF,     DECF KOMUTLARI)</b> .....	117
<i>SUBWF Komutu</i> .....	118
<i>SUBLW Komutu</i> .....	119
<i>STATUS (Durum) Saklayıcısı</i> .....	121
<b>8. ZAMAN GECİKTİRME VE ALT PROGRAMLAR</b> .....	125
<b>ZAMAN GECİKTİRME DÖNGÜLERİ</b> .....	125
<i>Dahili Komut Çevrimi</i> .....	125
<i>Tek Döngü ile Minimum Zaman Geciktirme</i> .....	126
<i>Tek Döngü ile Maksimum Zaman Geciktirme</i> .....	127
<i>Çift Döngülü Zaman Geciktirme</i> .....	130
<b>ALT PROGRAMLAR</b> .....	132
<i>Yığın (Stack) Saklayıcı</i> .....	133
<b>9. BİT KAYDIRMA VE MANTIKSAL İŞLEM KOMUTLARI</b> .....	139
<b>SOLA KAYDIRMA (RLF)</b> .....	139
<b>SAĞA KAYDIRMA (RRF)</b> .....	142
<b>COMF VE SWAPF KOMUTLARI</b> .....	144
<b>MANTIKSAL İŞLEM KOMUTLARI</b> .....	147
<i>ANDLW Komutu (İstenilen bir ya da birkaç bit'i "0" yapmak)</i> .....	147
<i>ANDWF Komutu</i> .....	148

## VIII

<i>IORLW Komutu (İstenilen bit'in değerini "1" yapmak)</i> .....	148
<i>IORWF Komutu</i> .....	149
<i>XORLW Komutu (İstenilen bir bit'i terslemek)</i> .....	149
<i>XORWF Komutu</i> .....	150
<b>10. ARİTMETİK İŞLEMLER</b> .....	<b>155</b>
ARİTMETİK İŞLEM KOMUTLARI .....	155
8 - BİT TOPLAMA .....	156
16 - BİT TOPLAMA .....	158
8 - BİT ÇIKARMA.....	161
16 - BİT ÇIKARMA.....	164
<b>11. ÇEVİRİM TABLOLARI</b> .....	<b>167</b>
ÇEVİRİM TABLOSU (LOOKUP TABLE) NEDİR? .....	167
PROGRAM COUNTER (SAYICI).....	168
<i>Program Sayıcının Üst Byte'ına (PCH) Veri Yükleme</i> .....	169
<i>Eklenmiş GOTO Komutu</i> .....	170
<i>Program Sayfası Nedir?</i> .....	171
<i>RETLW Komutu</i> .....	172
STEP MOTOR KONTROLÜ.....	176
<b>12. KESMELER (INTERRUPTS)</b> .....	<b>187</b>
KESME (INTERRUPT) NEDİR? .....	187
KESME KAYNAKLARI.....	189
KESME ALT PROGRAMLARININ DÜZENLENMESİ .....	189
<i>Tüm Kesme İşlemlerini Aktif Yapma Bayrağı (GIE)</i> .....	189
<i>Kesme Alt Programları Nereye Yazılmalı?</i> .....	190
<i>Kesme Esnasında W ve Status Saklayıcısının Korunması</i> .....	191
RB0/INT HARİCİ KESMESİ .....	193
<i>INTCON Saklayıcısı</i> .....	193
PORTB (RB4-RB7) LOJİK SEVİYE DEĞİŞİKLİK KESMESİ.....	199
<b>13. DONANIM SAYICILARI</b> .....	<b>203</b>
DONANIM SAYICI/ZAMANLAYICISI NEDİR? .....	203
TIMER-0 ZAMANLAYICI / SAYICISI (TMR0).....	203
<i>OPTION Saklayıcısı</i> .....	204
<i>TMR0 Kesmesi</i> .....	205
<i>TMR0 Sayıcısının Özellikleri</i> .....	205
<i>Frekans Bölme Sayısının (Prescaler) Kullanılması</i> .....	206
<i>TMR0 ve WDT Oranı</i> .....	207
<i>TMR0 Sayıcısının Kullanılması</i> .....	209
<i>TMR0 Sayıcısını İstenilen Bir Sayıdan Başlatmak</i> .....	209
<i>TMR0 Sayıcısının Okunması</i> .....	214
TIMER-1 ZAMANLAYICI/SAYICISI (TMR1) .....	216
<i>TICON Saklayıcısı</i> .....	218

TIMER-2 ZAMANLAYICISI (TMR2).....	221
<i>T2CON Saklayıcısı</i> .....	222
WDT ZAMANLAYICISI (WATCHDOG TIMER).....	224
<i>Zaman Aşımı Süresi</i> .....	225
SLEEP (UYKU) MODU VE KULLANILMASI.....	230
<b>14. KARŞILAŞTIRMA İŞLEMLERİ.....</b>	<b>235</b>
KARŞILAŞTIRMA BİRİMİ.....	235
<i>Bir Karşılaştırıcının Çalışması</i> .....	235
<i>Referans Gerilimi</i> .....	236
<i>Karşılaştırıcı Çıkışları</i> .....	236
<i>Karşılaştırıcı Kesmeleri</i> .....	237
<i>Uyuma Modunda Karşılaştırma İşlemi</i> .....	238
<i>Karşılaştırıcı Modları</i> .....	239
VOLTAJ REFERANS BİRİMİ.....	241
<b>15. CCP ( YAKALA / KARŞILAŞTIR / PWM ) BİRİMİ.....</b>	<b>247</b>
CCP BİRİMİ VE ÖZELLİKLERİ.....	247
YAKALAMA (CAPTURE) MODU.....	248
<i>CCP1CON Saklayıcı</i> .....	249
<i>RB3/CCP Ucunun Yönlendirilmesi ve Yakalama İşlemi</i> .....	250
<i>Timer-1 Modu Seçimi</i> .....	250
<i>Yakalama Modunda Kesme</i> .....	250
<i>Yakalama Modunda Frekans Bölme Sayısı</i> .....	250
KARŞILAŞTIRMA (COMPARE) MODU.....	255
PALS GENİŞLİĞİNİ DEĞİŞTİRME (PWM) MODU.....	258
<i>PWM Peryodu</i> .....	259
<i>PWM Doluluk Süresi</i> .....	260
<i>PWM Modu ile Çalışılırken Yapılması gereken Ayarlar</i> .....	261
<b>16. USART BİRİMİ VE SERİ İLETİŞİM.....</b>	<b>265</b>
SERİ İLETİŞİM METODLARI.....	265
<i>Asenkron Veri İletişimi</i> .....	265
<i>Senkron Veri İletişimi</i> .....	267
<i>İletim Yönlerine Göre Seri Veri İletişim Modları</i> .....	267
USART BİRİMİ VE ÖZELLİKLERİ.....	268
<i>RX ve TX Uçlarının Yapılandırılması</i> .....	268
<i>Asenkron Modun Seçimi</i> .....	269
<i>Sinyal Hızının Belirlenmesi</i> .....	269
USART İLE ASENKRON VERİ GÖNDERMEK.....	271
<i>TXSTA Saklayıcı</i> .....	278
USART İLE ASENKRON VERİ ALMAK.....	280

## X

<b>17. EEPROM VERİ BELLEĞİNE YAZMA VE OKUMA İŞLEMLERİ.....</b>	<b>287</b>
EEPROM VERİ BELLEĞİNİN ÖZELLİKLERİ.....	287
<i>EEADR Saklayıcısı.....</i>	<i>288</i>
<i>EECON1 ve EECON2 Saklayıcıları.....</i>	<i>288</i>
EEPROM BELLEĞİNDEN VERİ OKUMAK.....	289
EEPROM BELLEĞE VERİ YAZMAK.....	289
YAZMA İŞLEMİNİ DOĞRULAMAK.....	291
<i>EEPROM'a İstenmeyen Veri Yazmayı Önlemek.....</i>	<i>291</i>
<b>18. MPLAB'IN KULLANILMASI.....</b>	<b>297</b>
MPLAB.....	297
<i>MPLAB'ın Kurulması ve Başlatılması.....</i>	<i>297</i>
<i>MPLAB'ın Metin Editörü İle Assembly Kodların Yazılması.....</i>	<i>299</i>
<i>Assembly Dosyasının Derlenmesi.....</i>	<i>302</i>
<i>Proje Dosyası Oluşturmak.....</i>	<i>302</i>
MPSIM- PIC SİMÜLATÖRÜ.....	304
<i>MPLAB SIM Simülatörünü Başlatmak.....</i>	<i>305</i>
<i>Proje Dosyasını Yükleme ve Simülasyonu Başlatmak.....</i>	<i>306</i>
<i>İzleme Penceresi (Watch).....</i>	<i>307</i>
<i>PIC'in Saat Hızının Seçilmesi ve Stop Watch Penceresi.....</i>	<i>309</i>
<i>Simülasyon Sırasında Giriş Yapmak (Stimulus Controller).....</i>	<i>310</i>
<b>19. IC-PROG PROGRAMININ KULLANILMASI.....</b>	<b>315</b>
IC-PROG.....	315
<i>IC-Prog Programını Kurma İşlemleri.....</i>	<i>315</i>
<i>Programın PIC'e Yazdırılması.....</i>	<i>318</i>
PIC DEKA V3 DENEME KARTI.....	319
PIC PROG/DEKA PROGRAMLAMA VE DENEME KARTI.....	321
YARARLANILAN KAYNAKLAR.....	322
DİZİN.....	323