

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ * FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**SEREBRAL PALSİ'Lİ ÇOCUKLAR İÇİN
YÜRÜYÜŞ EĞİTİMCİSİ**

135925

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Elekt. ve Hab. Müh. Aybike DİRİKOL

Anabilim Dalı : Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği

Danışman : Prof. Dr. Hasan DİNÇER

135925

HAZİRAN 2003

**SEREBRAL PALSİ'Lİ ÇOCUKLAR İÇİN
YÜRÜYÜŞ EĞİTİMCİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Elekt. ve Hab. Müh. Aybike DİRİKOL

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih: 16 Haziran 2003

Tezin Savunulduğu Tarih: 18 Temmuz 2003

Tez Danışmanı

Prof. Dr. Hasan Dinçer



Üye

Doç. Dr. Rifat ÇÖLKESEN



Üye

Yrd. Doç. Dr. Sıtkı ÖZTÜRK



HAZİRAN 2003

SEREBRAL PALSI'Lİ ÇOCUKLAR İÇİN YÜRÜYÜŞ EĞİTİMCİSİ

Aybike DİRİKOL

Anahtar Kelimeler: Biyofidbek, Mikrodenetleyici, Yürüyüş

Özet:Bu çalışmada, Serebral Palsi'li çocuklar için mikroişlemci tabanlı, taşınabilir, ayakkabı içinde biyofidbek cihazı geliştirilmiştir. Çocukların topuklarına yeterli kuvvet uygulamalarını sağlama ve simetrik bir yürüyüşe ulaşmaları amaçlanmıştır. Bu sebeplerle, yürüme esnasında ayak ile ayakkabı arasındaki kuvvet ölçülmüştür. Kuvvet algılayıcısı ayakkabı tabanına topuğun merkezine yerleştirilmiştir. Sistem 20Hz hızında örnek almaktadır. 1 sn'lik süre içinde alınan verilerin en büyüğü LCD ekranda Newton cinsinden gösterilmektedir. Daha sonra eşik değeri ile karşılaştırılmaktadır. Ölçülen değeri eşik değeri büyük ise kırmızı bir led ile bilgilendirilmekte, eğer eşik değeri küçük ise hasta ses ve yeşil led ile bilgilendirilmektedir. Böylece hastanın, kendi kendine topuğuna yeterli kuvvet uygulamayı öğrenmesi sağlanacaktır. Ayrıca sistem verileri bilgisayara aktarma kapasitesine sahiptir. Veriler bilgisayarda bir veri tabanı programı yardımıyla kaydedilir. Bu veri tabanı programı hastaların kişisel bilgilerini ve eğitim sonuçlarını içermektedir.

GAIT TRAINER FOR SEREBRAL PALSIED CHILDREN

Aybike DİRİKOL

Key Words: Biofeedback, Gait, Microcontroller

Abstract: In this study, it has been developed microcontroller based, portable, in-shoe data acquisition biofeedback system with Cerebral Palsied children. It has aimed to achieve symetrical gait and provide to apply sufficient force to their heel. For these reasons, it has been measured force between the foot and shoe while walking. The force sensor has attached on the surface of insole. It has located under the center of the heel. The system has been measuring data obtained from the sensor at a 20Hz sampling rate. The force data obtained in 1s period, is used to determine peak vaule of them. The peak vaule of force is shown on the LCD as a Newton . Then it is compared a threshold level. If applied force higher than threshold level, patient is worn red led . If applied force lower than the threshold level the patient is worn green led and a buzzer. So it is provided to children learn to apply adequate force to heel by themselves. Also, system is capable of analysis further and monitoring improving of rehabilitation. Transferred data into PC is used to form database. Hence the data are collected into PC. This database program has designed to perform patients' personel information , training results.

ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR

Günümüzde tıp elektroniği tüm dünyada endüstri haline gelmiş bir alandır. Ülkemizde de bu alanda çalışmalar yapılmaktadır. Ancak yurt dışındaki çalışmalar kadar fazla değildir. Bu alanda kullanılan cihazların çoğu yurt dışından ithal edildiği için oldukça pahalıdır ve bozuldukları zaman ise tamiri zor olmaktadır. Bu bağlamda bu çalışma ile ülkemizin tıp elektroniği alanındaki gelişimine katkıda bulunmak, özellikle Serebral Palsi'li çocukların yürüme eğitiminde kullanılmak üzere kuvvet ölçen bir biyofidbek rehabilitasyon cihazı tasarımı konusunda bir başlangıç noktası oluşturmak istedim.

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesinde, tüm destek ve yardımlarından dolayı anneme, babama ve arkadaşlarıma, fikirleri ve desteği ile yardımcı olan Elektronik ve Haberleşme Mühendisi Erkan KOCAKAYA'ya, Yrd. Doç. Dr. Mehmet YAKUT'a ve Tez Danışmanım Prof. Dr. Hasan DİNÇER'e teşekkürlerimi sunarım.

Aybike Dirikol

Elektronik ve Haberleşme Mühendisi

Haziran 2003, KOCAELİ

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	ii
ABSTRACT.....	iii
ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR.....	iv
İÇİNDEKİLER.....	v
KISALTMALAR.....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	ix
BÖLÜM 1. GİRİŞ.....	1
1.1. Yazın İncelemesi.....	1
1.2. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı.....	3
BÖLÜM 2. 68HC11 MİKRODENETLEYİCİSİ.....	6
2.1. Giriş.....	6
2.2. 68HC11'in Uçları ve Bağlantıları.....	9
2.3. Genel Amaçlı Giriş/Çıkış Portları(Kapıları).....	12
2.4. Reset ve Kesmeler.....	14
2.5. Programlama Modeli.....	17
2.6. Adresleme Modları.....	20
BÖLÜM 3. YÜRÜYÜŞ EĞİTİMCİSİ.....	22
3.1. Giriş.....	22
3.2. Yürüyüş Eğitimcisinin Çalışması.....	22
3.3. Tabanlık ve Algılayıcı.....	23
3.3.1. Algılayıcı	24
3.3.2. Algılayıcı yükleme ve kalibrasyonu.....	25
3.4. Yükselteç Katı.....	26
3.5. Mikrodenetleyici.....	28

3.6. LCD (Liquid Crystal Display).....	31
3.7. TuşTakımı.....	32
BÖLÜM 4. YÜRÜYÜŞ EĞİTİMCİSİ'NİN YAZILIMI.....	34
4.1. Giriş.....	34
4.2. Programın Genel Yapısı.....	34
4.3. Mikrodenetleyicide Yazılan Programın Algoritması.....	35
4.4. Yürüyüş Eğitimi Ölçüm Değerlendirme Programı.....	40
4.5. Deneme Ölçümleri ve Sonuçları.....	41
BÖLÜM 5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER.....	45
KAYNAKLAR.....	46
EK1.....	47
EK2.....	58
EK3	59
KİŞİSEL YAYINLAR ve ESERLER.....	60
ÖZGEÇMİŞ.....	61

KISALTMALAR

ADC : Analog Digital Converter

C P : Cerebral Palsy

COP : Computer Operating Properly

DIP : Dual-in-Line Package

HCMOS : High Density Complementary Metal-oxide Semiconductor

LCD : Liquid Crystal Display

PLCC : Plastic Leaded Chip Carrier

SCI : Serial Communication Interface

S P : Serebral Palsi

SPI : Serial Peripheral Interface

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. MC68HC11 Blok Diyagramı.....	7
Şekil 2.2. Programlama Modeli.....	8
Şekil 2.3. Ürün Numaralama.....	8
Şekil 2.4. Programlama Modeli	17
Şekil 3.1. Yürüyüş Eğitimsi Blok Şeması.....	22
Şekil 3.2. Tabanlılık Yapımında Kullanılan Malzemeler.....	23
Şekil 3.3. FlexiForce Kuvvet Algılayıcısı.....	24
Şekil 3.4. Yükselteç Devresi.....	27
Şekil 3.5. Uygulanan Kuvvet ile Çıkış Geriliminin Değişimi.....	28
Şekil 3.6. Mikrodenetleyici Kartı ve Çevre Birimlerle Bağlantıları.....	30
Şekil 3.7. LCD ile MC200 Kartının Bağlantıları	31
Şekil 3.8. Tuş takımı ve MC200 Kartı Arabirim Devresi.....	33
Şekil 4.1. Program algoritması Akış Diyagramı.....	39
Şekil 4.2. Bilgisayar ile Mikrodenetleyici Kartının Haberleşme Ayarları.....	40
Şekil 4.3. Program Ana Penceresi.....	40
Şekil 4.4. Yeni Hasta Bilgilerinin Kaydedilmesini Sağlayan Pencere.....	41
Şekil 4.5. Ölçüm Sonuçlarının Alımını Başlatma Penceresi.....	41
Şekil 4.6. Veri Transferi Penceresi.....	42
Şekil 4.7. Sonuç Penceresi.....	42
Şekil 4.8. Normal Yürüme ile Elde Edilen Verilen Grafikler (1).....	43
Şekil 4.9 Normal Yürüme ile Elde Edilen Verilen Grafikler (2).....	43
Şekil 4.10. Dışa ve Yana Basarak Yürüme ile Elde Edilen Verilerin Grafikleri.....	44
Şekil 4.11. Parmak Ucuna Ağırlık Vererek Yürüme ile Elde Edilen Verilerin Grafikleri	44

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. M68HC11 ailesi üyeleri.....	9
Çizelge 2.2. Donanım ile mod seçme.....	11
Çizelge 3.1. Kalibrasyon işleminde elde edilen direnç değerleri.....	26
Çizelge 3.2. Kuvvet(N)-Gerilim(V) ilişkisi.....	27
Çizelge 3.3. MC200 Kartı ve 68HC11A1FN için bellek haritası.....	29
Çizelge 3.4. LCD ekran Komut kod çizelgesi.....	32
Çizelge 3.5. 74C922 tümdevresi ürettiği 4 bitlik sayı çizelgesi.....	

33



BÖLÜM 1. GİRİŞ

1.1. Yazın İncelemesi

Normal yürümenin gözle değerlendirilemeyecek kadar karmaşık oluşu, bilim adamlarını yürümeyi incelemesine ve doğru şekilde yorumlayabilmeyi sağlayan yöntemler geliştirmesine sebep olmuştur. 1800 yılların başlarında, fotoğraf makinesinin icadıyla beraber insanların ve hayvanların hareketlerinin ayrıntılı araştırmaları başlamıştır. Yürüyen veya hareket eden insanların fotoğrafının çekilmesi ve değerlendirilmesi ise çok sonraları, 1870'lerde fotoğraf makinelerinin saniyenin onda birinde görüntü kaydedebilecek kadar geliştirilmesi ile mümkün olmuştur. Yürüme analizinin gelişmesinde bir sonraki aşama 1895'te fotoğrafların sayısal veriler haline dönüştürülmesidir. Bu amaçla, denek hareket ederken seri fotoğraflar çekilmiş ve bu fotoğraflar üzerinde belirli noktaların yer değişimini tek tek ölçülüp hareketin grafiklerini elde edilmiştir. 1930'larda fotoğraf makinesinin objektifi önünde dönen delikli bir disk kullanarak bu deneyleri daha ayrıntılı olarak tekrar edilmiştir. Tüm bu çalışmalar 20. yüzyılda biyomekanik biliminin gelişmesinde öncülük etmiştir. Ancak her saniyede 20 - 30 kare film çekerek, görüntüler üzerinde belirli noktaların yer değişimini elle ölçme yöntemi ile yapılan yürüme analizi çok yavaş ve zor olduğu için kullanışsız olduğundan, yalnızca az sayıdaki araştırma merkezinde kullanılabilen çok kısıtlı bir yöntem olarak kalmıştır. 1980'lerde kişisel bilgisayarların hızlı gelişimi sayesinde klinik kullanıma yönelik yürüme analizi sistemleri geliştirilmiştir.

Yürüme analizi yürümenin sayısal olarak değerlendirilmesi, tanımlanması ve yorumlanmasıdır. Her ne kadar hekimlerin yaptığı muayenelerle sorun anlaşılabilir de sorunu sayısal olarak yorumlaması, kaydedilip daha sonra değerlendirmek ve yapılan tedavinin hasta üzerindeki etkisini ortaya koymak için yürüme analizi gerekir. İnsan gözü saniyede az sayıda görüntü algılayabildiği için yürüme sırasında milisaniyeler içinde değişen hareketler tam olarak algılanamaz. Bunun için

yürümenin tüm bileşenlerini eksiksiz kaydedecek, sayısal veriye dönüştürecek, tekrar incelemeye, tedavi sonrasında oluşan değişiklikleri değerlendirmeye olanak sağlayacak sistemler gereklidir.

Tedavi planını belirlemek, tedavinin etkilerini değerlendirmek, tedavi verilerini kaydetmek, bilimsel araştırma yapmak, yeni tedavi şekilleri geliştirmek ve farklı tedavileri karşılaştırmak ve eğitim amacıyla yürüme analizi yapılmaktadır.

Standart yürüme analizi teknikleri hantal ve fazla zaman tüketebilir. 1980'li yıllarda yürüyüş analizi için kuvvet platformları ve yürüme bantları kullanılmaktaydı. Kuvvet platformlarında ardışık adımlar için veri toplama mümkün değildi. Yürüme bandında ise denekler sabit bir hızla yürümek zorunda oldukları için doğal yürüyüşleri ile ilgili tam bilgilerde edilemiyordu. Kuvvet platformları yürüme bandına yerleştirilmesi ile birçok teknik problemler ortaya çıktı. Kuvvet platformlarına ekstra yük binmesi sistemin doğal frekansını azaltmış ve motor titreşimleri ile kuvvet platformlarından elde edilen işaret girişmesine sebep olmuştur. Yürüyüş rehabilitasyonunda kullanılan biyofidbek teknikleri başarılı olmuştur ve zaman, kinematik ve kinetik bilgi içeriyordu ve EMG parametreleri hastaya sesli yada görsel bir şekilde geriye iletilebiliyordu. (J.B. Dingwell at all,1996)

Bugüne dek yapılan bir çok çalışmada yürüme esnasında ayak ve ayakkabı arasındaki basıncı ölçmek için mikroişlemci tabanlı veri toplama sistemi geliştirilmiştir.. Ayakkabı tabanına basınç algılayıcıları yerleştirilmiştir. Algılayıcı olarak kapasitif basınç algılayıcıları, piezoelektrik algılayıcılar, gerinim ölçerler ve dirençsel basınç algılayıcıları kullanılmıştır. Algılayıcıların doğrusal olmaması sebebiyle kod çevirme çizelgeleri oluşturulmuştur (Z.O. Abu Faraj at all, 1995). Sistem analog sayısal dönüştürücü, gerçek zamanlı veri toplama ve göstermek için bilgisayarda grafik ekran kartı içermektedir (H.Zhu at all,1990). Diğer bir çalışmada yürüme sırasında eksenel kuvvetleri ölçmek için bir biyofidbek sistemi geliştirilmiştir. Bu sistem dirençsel basınç algılayıcılarının yerleştirildiği metal çubuğa uygulanan yükün büyüklüğü ile ayarlanabilen sınırlar içinde ses ile uyarı verilmiştir. Taşınabilir veri toplama sisteminde de algılayıcıların doğrusal olmaması nedeniyle kalibrasyon ile kod çevirme tablosu oluşturulmuştur. Denekler önce

biyofidbek uygulanmadan yürütülmüş daha sonra biyofidbek uygulayarak yürütülmüştür. Adım uzunluğu, ritim ve hız ölçülmüştür. Kuvvetin tepe değeri, kuvvet zaman integrali ve temas süresi hesaplanmıştır(P. T. Moran at all,1996). Bir başka çalışmada Holter tipi mikroişlemci tabanlı, taşınabilir, ayakkabı içinde plantar basınç veri toplama sistemi geliştirilmiştir. Sistem günlük yaşamda plantar basıncını uzun süreli olarak izlemek için kullanılmıştır. Aralıklı ve sürekli moda kayıt yapabilmektedir (A.S. Vensarkar at all,1994).

1.2. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Bu çalışmanın temel amacı, Hemiplejik Serebral Palsi'li bir çocuğun yürüyüşünü düzeltmeye yönelik bir rehabilitasyon cihazı tasarlamaktır. Bu cihaz ile çocuğun topuğundan, dengeli ve simetrik yürümeyi sağlayacak kuvveti uygulamayı öğrenmesini sağlamak amaçlanmıştır. Topuktan uygulanan kuvvet ölçülüp önceden belirlenen ve tedavi süresince iyileşmeye bağlı olarak değişebilen eşik seviyesi, ile karşılaştırılacaktır. Ölçülen değerler eşik seviyesi altında olaması durumunda ses ile uyarı verilerek biyofidbek yapılacaktır. LCD ekranda uygulanan kuvvetin 1sn'lik süre içinde alınan değerlerin en büyüğü gözlenecektir. Yürüme eğitimi 10dk sürecek ve daha sonra alınan veriler bilgisayara aktarılacaktır. Böylece verileri incelenme, tedavi girişimleri sonrası veya zaman içinde oluşan değişiklikleri değerlendirme olanakları sağlanacaktır. Bu çalışmada yapılmak istenen, yürüyüş analizi değil topuktan uygulanan kuvvetin ölçülmesi ve ses ve ışık ile hastaya topuğuna doğru kuvveti nasıl uygulayacağını kendi kendine öğrenmesini sağlamaktır.

Hemiplejik Serebral Palsi rehabilitasyonunda kullanılmak üzere geliştirilen Yürüyüş Eğitimci adı verilen cihazı, üç temel bölümden oluşmaktadır. Bunlar;

- 1- Kuvveti ölçmeye yarayan ayakkabı içine konulan tabanlılık
- 2- Bele takılacak devrelerin bulunduğu cihaz kutusu
- 3- Tabanlılık cihaz kutusu ve bilgisayar bağlantı kabloları

Serebral Palsi (SP) vücut hareketlerinin ve kasların uyumlu kullanımını etkileyen bir grup bozukluğuna verilen isimdir. Serebral Palsi doğumdan önce, doğum sırasında

yada doğumdan kısa bir süre sonra beynin hasar görmesi sonucu oluşur. Bir çok durumda beyin hasarına neyin yol açtığı yada hasarı önlemenin olanağının varlığı bilinmemektedir.

Kas tonusu, vücudu belirli bir pozisyonda tutmaya yarar. Kas tonusundaki değişiklikler hareket etmeyi mümkün kılar. Serebral Palsi'li bir çocuğun beyinde, kas tonusunu kontrol eden alan zarar görmüştür. Beyinde hasarın olduğu yere ve büyüklüğüne bağlı olarak kas tonusu çok sıkı, çok gevşek ya da çok sıkı ve gevşegin bir arada bulunması şeklinde olabilir. SP'li çocuk kas tonusunu düzgün ve orantılı değiştiremez, bu nedenle hareketlerinde silkmeler ve sallantılar olur.

Kas tonusu çok sıkıysa, SP'nin tipini açıklamak için spastik terimi kullanılır. Spastik SP'li çocuklar katı ve silkeleme tarzında hareketleri olur, bir pozisyondan diğerine geçmek yada ellerindeki bir şeyi bırakmakta zorluk çekerler. En sık rastlanan tiptir. SP'li kişilerin yaklaşık yarısını oluşturmaktadırlar. Düşük kas tonusu ve hareketlerin uyumlu yapılamaması ataksik SP olarak tanımlanır. Ataksik SP'li çocuk çok dengesiz görünür. Çok yaşlı kişilerde görülebilecek titremeler benzer sarsılmalar vardır. Çocuğun dengesi de genellikle bozuktur, yürürken dengesizlik olabilir. Kas tonusu karma yani bazen gevşek bazen sıkı ise bu tipe atetoid SP adı verilir. Atetoid SP'li çocuk oturur yada yürürken kendini dik ve sabit bir pozisyonda tutmakta zorlanır.

Kas tonusu farklı tiplerin yanı sıra vücudun SP'den etkilenen bölümleri de farklılık gösterebilir. Bu farklılıklar beynin hangi kısmının ve ne kadar büyüklükte bir kısmın zarar gördüğüne bağlıdır. Her iki kol ve bacak etkilenmişse bu tipe kuadripleji, vücudun tek bir tarafı etkilenmişse hemipleji, yalnızca bacaklar etkilenmişse dippleji adı verilir. Bu tipler arasında hemipleji SP'li çocuğun bir tarafı normal olarak çalıştığı için biraz sakar gibi görünse de topallayarak da olsa yürüyebilir ve koşabilir.

Fiziksel rehabilitasyon Serebral Palsi tedavisinin temel taşıdır. Tedaviye genellikle hayatın ilk birkaç yılında ve tanı konulmasından hemen sonra başlanılır. Temel amaçlar; kullanılmama sonucu kaslarda oluşabilecek zayıflama ve bozulmayı

engellemek, kasların anormal pozisyonda sabit katılaşmasını engellemek ve çocuğun motor gelişimini arttırmak olarak sıralanabilir.

Bu çalışmada, cihazın kontrol kısmında kullanılan MC68HC11 mikrodenetleyicisi ile ilgili genel bilgi Bölüm2’de verilmiştir. Yürüyüş Eğitimi cihazının çalışması ve donanım özellikleri Bölüm3’te verilmiştir. Mikrodenetleyicide yazılan programın açıklanması, programın akış diyagramı ve bilgisayarda yazılan programın açıklanması, deneme ölçümleri ve değerlendirilmesi Bölüm4’te verilmiştir. Bölüm5’te sonuçlar ve önerilere yer verilmiştir. Mikrodenetleyicide yazılan programın kodları, mikrodenetleyici kartının devre şeması ve cihazın dış tasarımının çizimi Ekler bölümünde verilmiştir.



BÖLÜM 2. 68HC11 MİKRODENETLEYİCİSİ

2.1. Giriş

68HC11 HCMOS teknolojisi ile üretilmiş tümdevre üzerinde bir çok çevre birime sahip, gelişmiş 8 bitlik bir mikrodeneleyicidir. Yeni tasarım teknikleri kullanılarak 2MHZ'lik nominal hıza erişilmiştir. 68HC11'de kullanılan HCMOS teknolojisi daha küçük boyut daha yüksek hız özellikleri ile CMOS'un düşük güç ve düşük gürültü özellikleri bir araya getirmiştir. Tümdevre üzerinde bellek sistemleri 8 Kbaytlık ROM, 512 Bayt EEROM ve 256 Bayt RAM içermektedir.

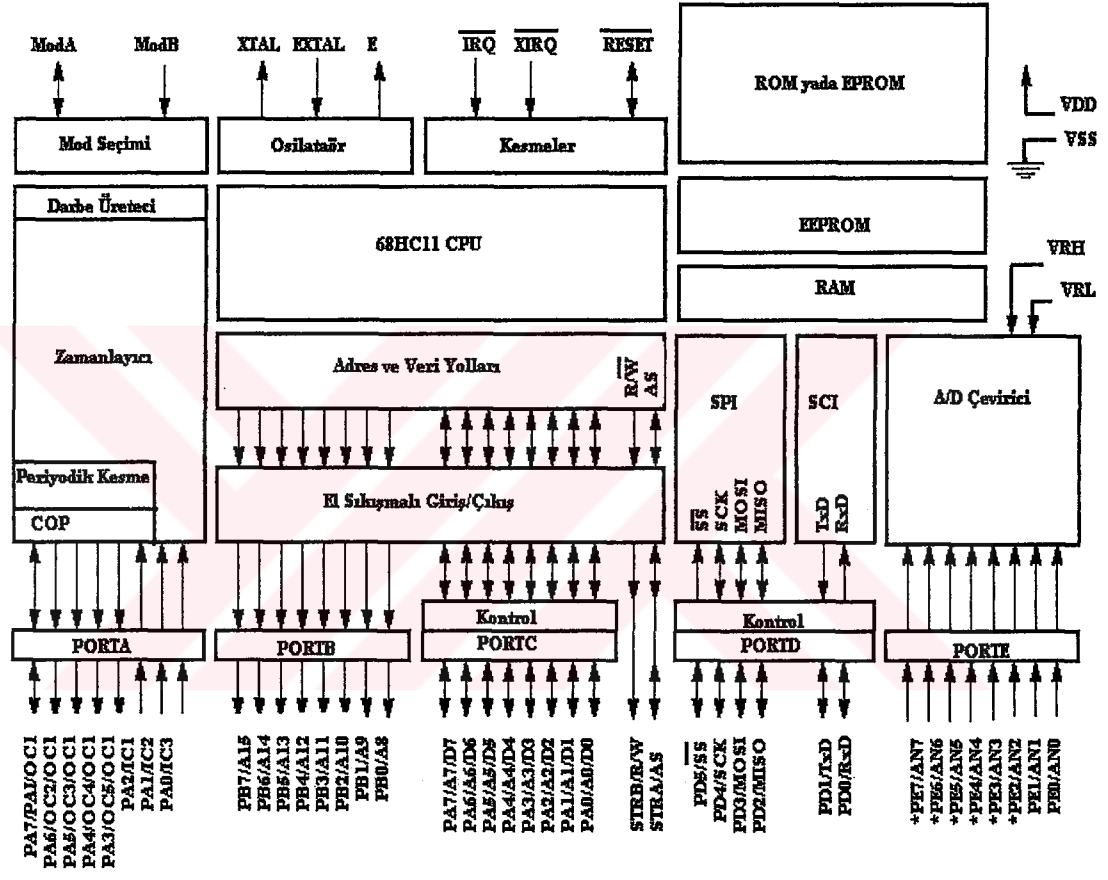
Çoğu çevre birimi tümdevre üzeridedir. 8 bitlik çözünürlüklü 8 kanal analog sayısal (A/D) çevirici, asenkron seri haberleşme arayüzü (SCI) ve ayrık senkron seri çevre arayüzü (SPI), içermektedir.3 giriş yakalama hattı ve 5 çıkış karşılaştırma hattına ve gerçek zamanlı kesme fonksiyonuna sahip 16 bit otomatik zamanlayıcı sistem, 8 bitlik darbe üretici.

Tümdevre üzerinde sistem hatalarına karşı korumak için kendini izleme sistemine sahiptir. COP koruma sistemi yazılım hatalarına karşı sistemi korur. Saat izleme sistemi sistem saatinin çok yavaş çalışması yada beklenen süre içinde ilerlememesi halinde sistem reset üretir. İllegal işlem kodu saptama özelliği eğer illegal bir işlem kodu saptarsa maskelenemez kesme üretir.

WAIT ve STOP yazılım kontrollü güç tasarruf modları, ekstra güç harcanmasını engeller. Bu modlar M68HC11 ailesini otomotiv ve pil beslemeli uygulamalar için çekici kılar.

Şekil 2.1'de MC68HC11A1'in blok diyagramı verilmiştir. Bu diyagram alt sistemler ve bunların MCU ile nasıl bağlı olduğunu göstermektedir.

6800 ve 6801'deki komutlara ek olarak, 68HC11 komut setine yeni 91 komut eklenmiştir. Şekil2.2'de programlama modeli verilmiştir. İki tane 8 bitlik akümülatör (A ve B), bu iki akümülatör bazı komutlar için 16 bitlik tek bir akümülatör olarak kullanılır ve D akümülatörü olarak adlandırılır. Yeni eklenen birçok komut yeni 16 bitlik y indis saklayıcıyı kapsar. Bellekte yada saklayıcı alanında işlem yapabilen, 8 bit çarpma komutları eklenmiştir.



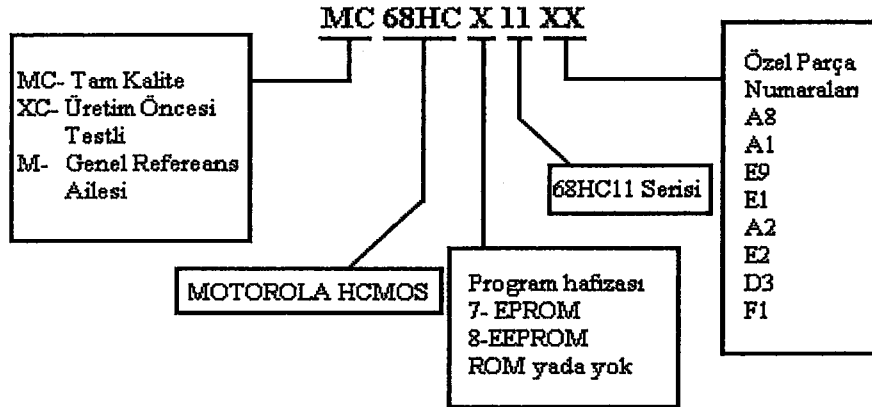
Şekil2.1. MC68HC11 Blok Diyagramı

7 AKÜMÜLATÖR A 0	7 AKÜMÜLATÖR B 0	A,B
15	AKÜMÜLATÖR D 0	D
15	IX 0	IX
15	IY 0	IY
15	YIĞIN 0	SP
15	PROGRAM SAYACI 0	PC



Şekil2.2 Programlama Modeli

68HC11 MCU ailesi Çizelge 2.1 de görülen üyelerden oluşmuştur ve yeni üyeler geliştirilmektedir. Şekil 2.3 de ürün numaraları ve yapıları açıklanmıştır.



Şekil 2.3. Ürün Numaralama

Çizelge 2.1. M68HC11 ailesi üyeleri

PARÇA NO	EPROM	ROM	EEPROM	RAM	CONFIG
MC68HC11A8	-	-	512	256	\$0F
MC68HC11A1	-	-	512	256	\$0D
MC68HC11A0	-	-	-	256	\$0C
MC68HC811A8	-	--	8K+512	256	\$0F
MC68HC11E9	-	-	512	512	\$0F
MC68HC11E1	-	-	512	512	\$0D
MC68HC11E0	-	-	-	512	\$0C
MC68HC811E2	-	-	2K	256	\$FF
MC68HC711E9	12K	-	512	512	\$0F
MC68HC11D3	-	4K	-	192	N/A
MC68HC711E9	4K	-	-	192	N/A
MC68HC11F1	-	-	512	1K	\$FF
MC68HC11K4	-	24K	640	768	\$FF
MC68HC711K4	24K	-	640	768	\$FF
MC68HC11L6	-	16K	512	512	\$0F
MC68HC711L6	16K	-	512	512	\$0F

2.2. 68HC11'in Uçları ve Bağlantıları

Bu bölümde MC68HC11A8'deki her ucun fonksiyonları incelenecektir. Mikrodenetleyici birimindeki birçok ucun iki yada daha fazla fonksiyona hizmet eder. MC68HC11A1 52pin PLCC yada 48pin DIP şekillerde bulunmaktadır. İkisi arasındaki fark 48 pin DIP için E portu 4 bittir.

V_{DD} ve V_{SS} uçları: Bu uçlar kullanılarak MCU'ya gerekli olan güç sağlanır. V_{DD} pozitif uç, V_{SS} ise topraktır. MC68HC11A8 CMOS olmasına rağmen pinlerinin çoğunda çok hızlı sinyal geçişleri vardır. Mikroişlemci düşük saat oranlarında çalıştığında bile kısa yükselme ve düşme zamanlarına sahiptir. MC68HC11A8 MCU için tek güç kaynağı yeterlidir. Ancak bazı uygulamalarda A/D referans gerilimi ve/veya RAM'i yedeklemek için isteğe bağlı olarak başka güç kaynağı da kullanılabilir.

Reset ucu ($\overline{\text{RESET}}$): Bu aktif düşük iki-yönlü kontrol işareti , COP sistemi yada saat izleme sistemi bir hata saptadığında MC68HC11A8'i bilinen başlangıç durumuna getirmek amacıyla kullanılır.

Kristal sürücü ve dahili saat uçları (EXTAL, XTAL) : Bu iki uç dahili saat üreteç devresini kontrol etmek amacıyla ya kristal ya CMOS uyumlu saat için arayüz sağlar. Bu uçlara uygulanan frekans istenen E saat oranından 4 kat daha büyük olmalıdır. MC68HC11'deki osilatör iki girişli NAND kapısından oluşur. Bu kapının girişlerinden biri MCU STOP moda iken, osilatörü pasif yapan dahili sinyal tarafından sürülür. Diğer giriş EXTAL giriş ucudur. NAND kapısının çıkışı XTAL ucudur. Harici CMOS uyumlu saat girişi EXTAL ucuna uygulandığında XTAL ucu normalde sonlandırılmamıştır. Ancak radyo frekansı girişim (RFI) gürültü emisyonu azaltmak 10K Ω -100 K Ω 'lık yük direnci kullanılır. XTAL ucu 74HC04 gibi yüksek giriş empedanslı bir tampon entegresi ile tamponlanabilir yada başka bir 68HC11'in EXTAL ucunu sürmek için kullanabilir.

E saat çıkışı (E): Zamanlama referans sinyali olarak kullanılan E saati yol frekans çıkışıdır.E saat çıkışının frekansı EXTAL ve XTAL pinlerindeki giriş frekansının 4'te biridir. E düşük olduğunda iç işlemler meydana gelirken. E yüksek olduğunda veriye erişilir.

Kesme isteği ($\overline{\text{IRQ}}$): $\overline{\text{IRQ}}$ girişi 68HC11'e asenkron kesme isteği sağlar. Ya negatif kenar duyarlı yada seviye duyarlı olarak seçilebilir ve reset ile seviye tetiklemeli olarak ayarlanabilir.

Maskelenemez kesme ($\overline{\text{XIRQ}}$): Resetten sonra bu giriş maskelenemez kesme isteği üretir. Reset boyunca durum kod saklayıcısındaki X biti set olur ve MCU yazılım ile yetkilendirilene kadar kesme maskelenir. $\overline{\text{XIRQ}}$ girişi seviye duyarlıdır.

MODA/ $\overline{\text{LIR}}$ (Load Instruction Register) ve MODB/ V_{STB} (Standby Voltage): Reset süresince MODA ve MODB 4 çalışma modundan birini seçmek için kullanılır. Çalışma modu seçildikten sonra $\overline{\text{LIR}}$ ucu komutun başladığını belirtmek için açık-

drain çıkışı sağlar. Bütün komutlar E saat çevrim serisi ile oluşturulur. Her komutun ilk E çevrimi boyunca \overline{LIR} sinyali düşüğe gider. V_{STB} RAM yedek güç girişi olarak kullanılır. Bu pindeki gerilim V_{DD} gerilimi üzerinde bir MOS eşik seviyesinden (yaklaşık 0,7V) daha fazla olduğunda 256 bayt dahili RAM ve reset lojik kısmı V_{DD} girişinden çok bu sinyal ile güçlendirilir. Bu MCU'ya uygulanan V_{DD} gücü olmadan RAM içeriğinin kaybolmamasına izin verir. Reset V_{DD} kesilmeden önce düşüğe sürülmeli ve V_{DD} geçerli bir seviyede saklandığı sürece düşük kalmalıdır.

MC68HC11 tek yonga (single chip) ve genişletilmiş mod (extended) olmak üzere iki temel moda sahiptir. Bu iki modun normal ve özel versiyonları vardır. Bunlar özel ön yüklemeli (bootstrap) ve test modlarıdır. Bu modlar yazılım ve donanım ile değiştirilebilmektedir. Donanım ile ModA ve ModB uçları ile ayarlanır. Bu ayarlama şekilleri Çizelge2.2 görülmektedir.

Çizelge2.2. Donanım ile mod seçme

ModA	Modb	Çalışma Modu
0	1	Tek yonga
1	1	Genişletilmiş
0	0	Özel program yüklemeli
1	0	Test

Tek Yongalı Mod : Bu modda MC68HC11 dahili hafızasındaki programı kullanır. B ve C portları genel amaçlı giriş çıkış portu olur. Harici adres ve veri hattı yoktur. ROM bulunan modellerde program ROM üzerinden, diğer modellerde EEPROM üzerinden başlatılır.

Genişletilmiş Mod : Bu modta B ve C portu adres ve veri için kullanılır. Diğer portlar normal olarak kullanılabilir. 64K'lık harici adresleme alanı vardır. Dahili hafıza elemanları bu alan içinde bulunur. Program 64K'lık adresleme alanının son bölgesinden başlatılır.

Özel Program Yüklemeli Mod : Genişletilmiş moda benzeyen bu modta 64KB'lık adresleme alanı vardır. Yalnızca program EEPROM veya varsa ROM'dan başlatılır. Kesmeler RAM üzerinde yer alır. SCI üzerinden gelen bilgi, MC68HC11'in dahili

RAM'ine yazılır. Bu özellik sayesinde hiçbir arabirime ihtiyaç duyulmadan programlama yapılır. Genellikle mikroişlemci bu modta sürekli olarak çalıştırılmaz.

Test Modu: Bu mod fabrika test modudur. EEPROM üzerindeki saklayıcıların programlanması ve test edilmesi için kullanılır.

A/D Dönüştürücü referans gerilimleri (V_{RL} ve V_{RH}): Bu iki uç ile analog- sayısal dönüştürücü devresine referans gerilimleri sağlanır.

STROBE B ve Okuma/Yazma ($SRTB/R/\overline{W}$): Bu sinyal çalışma moduna bağlı olarak Strobe B çıkışı yada veri yolu yönü belirtmek için kullanılır. Tek yonga çalışma modunda STRB çıkışı diğer paralel I/O aygıtı ile el sıkışma için programlanabilir Strobe rolü oynar. Genişletilmiş çalışma modunda R/\overline{W} harici veri yolunda transfer yönünü kontrol etmek için kullanılır. R/\overline{W} sinyalinin düşük olması verinin harici veri yoluna yazıldığını yüksek olması okuma çevriminin ilerlediğini gösterir.

STROBE A ve Adres Strobe (STRA/AS): Bu sinyal çalışma moduna bağlı olarak kenar duyarlı strobe A girişi yada adres strobe yol kontrol çıkışı olarak rol oynar. Tek yonga çalışma modunda STRA girişi diğer paralel I/O aygıtı ile el sıkışma için programlanabilir strobe rolü oynar. Genişletilmiş modta AS çıkışı PORTC deki veri sinyallerini ve çoğullanmış adresleri çözmek (demultiplex) için kullanılır.

2.3. Genel Amaçlı Giriş/Çıkış Portları (Kapıları)

PORTA, D ve E sinyalleri çalışma modundan bağımsızdır. Tek yonga ve özel ön yüklemeli çalışma modlarında bütün portlar genel amaçlı giriş/çıkış olarak kullanılır. Genişletilmiş ve test çalışma modlarında PORTB PORTC ve PORTD'nin D6 ve D7 uçları belleği genişletmek amacıyla adres/veri , adres yolu ve kontrol yolu olarak kullanılır.

PORTA : Çok fonksiyonlu bir port olan PORTA genel amaçlı giriş/çıkış, zamanlayıcı ve darbe üretici olarak kullanılmaktadır. PA0-PA2 uçları giriş yada zamanlayıcı tetikleme girişleri olarak kullanılabilir. PA3-PA6 uçları çıkış yada zamanlayıcı çıkışı olarak kullanılabilir. PA7 ucu ise darbe üretici ucudur ve normal giriş/çıkış olarak da kullanılır.

PORTB : Tek yonga çalışma modunda PORTB'nin bütün uçları genel amaçlı çıkış olarak kullanılır. Genişletilmiş modta kullanıldığı zaman PORTB'nin bütün uçları yüksek değerlikli adres yolu için kullanılır.

PORTC : Bu port genel amaçlı giriş çıkış olarak tasarlanmıştır. Tek yonga çalışma modunda genel amaçlı giriş çıkış olarak kullanılabilir. Genişletilmiş çalışma modunda PORTC'nin tüm uçları çoğullanmış adres/veri hattı olarak kullanılır. Bu modta iken önce adres hattı çıkar ve harici bir eleman ile adres tutulur. Bu tutma kontrolü AS yardımıyla yapılır. Daha sonra veri hattı girilir yada çıkılır. Dahili hattan okuma işleminde adres dahili ve harici hatlar çakışabileceğinden saklayıcılardan IRV biti sıfır yapılmalıdır. Çakışma problemi ortadan kaldırılır. Bu yöntem adresleme alanından dahili elemanların genişliği kadar yer kaybettirir.

PORTD : Bu port 6 bitlik genel amaçlı giriş çıkış portudur. Bu port uçların seri haberleşme ara yüzü (SCI) ve seri çevrebirim arayüzü olarak kullanım alternatifi vardır. PD0 ve PD1 uçları asenkron seri haberleşme için PD2-PD5 uçları senkron seri haberleşme için kullanılır.

SCI : Asenkron seri haberleşme portudur. PD0 pini veri alma girişi (RxD), PD1 ucu veri gönderme çıkışı (TxD) olarak kullanılır. Özellikle bilgisayar sistemi ile RS 232 veya RS 422 üzerinden haberleşmek için tercih edilir. Sistem frekansına göre değişik hız ve veri formatlarında iletişim yapılabilir.

SPI: Senkron seri haberleşme portudur. Bu port özellikle iki 68HC11'in haberleşmesi için kullanılır. Bu yöntemde sistemlerden biri master diğeri ise slave durumundadır. İki ayrı formatta iletişim kurulabilir. Bunlar 0 ve 1 transfer formatlarıdır. 0 transfer

formatında senkronlama sinyalinin 0 olduğu anda yeni bilgi gelir. 1 formatında ise senkronlama sinyali 1 olduğunda yeni bilgi gelir.

PORTE : Bu port genel amaçlı giriş çıkış olarak kullanılabilirdiği gibi analog sayısal dönüştürücü giriş portu olarak da kullanılabilir. ADC olarak kullanıldığında saklayıcılar yardımı ile tek kanal ya da çoklu kanal olarak kullanılabilir. Bir kanalın okunma süresi 32 E süresi alır. Her kanal okunduktan sonra diğer kanalların okunma süresi kadar bekler. İlk dört kanal ile son dört kanaldan alınan bilgiler aynı adrese aynı zamanlarda yazılır. Adrese yazılacak kanal saklayıcılar ile seçilir.

2.4. Reset ve Kesmeler

Reset ve kesme sisteminin durumuna bağlı olarak ön yüklemeli program modunda EEPROM'un son baytlarında yada harici adres hatlarının son baytlarında bulunur. 4 çeşit reset bulunmaktadır. Çizelge 2.3'te reset vektörleri verilmiştir.

POR (Poweron Reset): Mikroişlemciye gerilim uygulandığında POR devresi tetiklenir ve reset sırası ilklendirilir. 4064E çevriminden sonra durum sayıcı reset vektörünü gösterir. Dahili reset hattı sıfır değerinde belli bir süre bekler sonra '1' seviyesine ulaşır.

COP bekçi zamanlayıcı reseti : Bu reset işlemi işletilen programın belli süreyi aşması sonucunda oluşur. Daha önce belirtilen saklayıcılarla aktif hale getirilip süresi ayarlanabilir. Uzun süreli programlar için uygun değerdir. Bu reset işleminin kendine ait bir vektörü verilmiştir.

Saat hatası : MC68HC11 saat frekansı belirlenen süre içersinde ilerlemezse kendine ait reset vektörüne gider.

Harici reset : MC68HC11'in reset ucuna sıfır seviyesi uygulandıktan sonra program sayacı reset vektörünü gösterir. Normal duruma dönmek için reset ucunun tekrar '1' seviyesine dönmesi gereklidir.

Çizelge 2.3. Reset vektörleri

Reset	Normal Mod Vektör
POR	\$FFFE-\$FFFF
SAAT HATASI	\$FFFC-\$FFFD
COP	\$FFFA-\$FFFB

Mikroişlemcilerde CPU komutları sırası ile işletir. Bir çok uygulamada çevre birimlerden gelen istekler için bazı komutların çalıştırılması gereklidir. Bu istekler ana programın çalışması içinde asenkronudur. Harici yada dahili bir kesme meydana geldiğinde, son işletilen komut tamamlanana kadar kesme ye hizmet edilmez. Son komut tamamlanana kadar kesme beklemededir. Komut tamamlandıktan sonra kesme öncelik sırasına göre, normal programın çalışmasına geçici olarak ara verilerek kesme hizmet programına dallanır. Kesmeye hizmet edildikten sonra programın normal akışına kalındığı yerden devam edilir.

MC68HC11A8 18 tane kesme kaynağına sahiptir. Bu kesmelerin 17 tanesi donanım kesmesi 1 tanesi yazılım kesmesidir. Kesmeleri iki temel sınıfta incelenir. Bunlar maskelenebilir ve maskelenemez kesmedir. 15 tanesi durum kod saklayıcısındaki I biti ile maskelenebilir. I biti ile maskelenemesine ek olarak bu kesme kaynakları kendileri ile ilgili saklayıcılarındaki kontrol bitleriyle de maskelenebilir.

SWI yazılım kesmesi maskelenemez bir komuttur. Kural dışı opkod sezme maskelenemez kesmedir. Son kesme kaynağı, harici XIRQ girişi, maskelenemez bir kesme olarak kabul edilir.. Çünkü bir kez aktif edildiğinde daha sonra yazılım ile maskelenemez. Ancak reset edilirken maskelenebilir. Çizelge 2.4, Çizelge 2.5 ve Çizelge2.6'da kesmelere ait vektör adresleri ve durum kod saklayıcısındaki I biti ve diğer maskeleye de kullanılan kontrol birleri bulunmaktadır.

Çizelge 2.4. IRQ kesme vektörleri

Kesme kaynağı	Maskeleye
Harici uç	Yok
Paralel G/Ç el sıkışma	STAI

Çizelge 2.5. SCI seri sistem kesmeleri

Kesme kaynağı	Maskeleme
RDR dolu	RIE
Alıcı üzerine yazma	RIE
Boş hat algılama	ILIE
TDR boş	TIE
Gönderim tamamlandı	TCIE

Çizelge 2.6. Kesme vektör atamaları

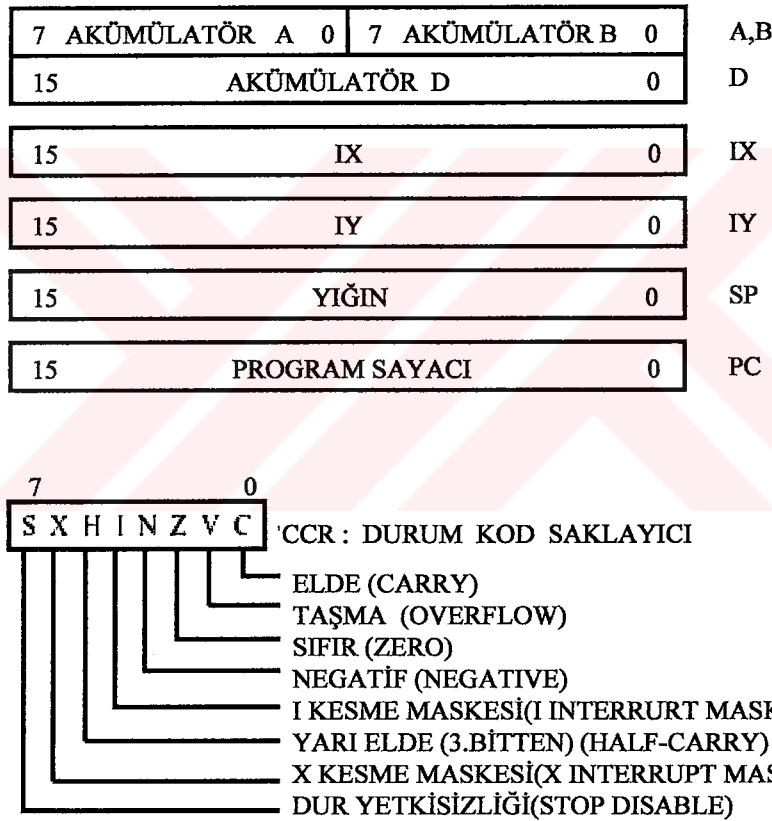
Vektör adresleri	Kesme kaynağı	CCR' de maskeleme	Yerel Maskeleme
FFD6,D7	SCI seri sistem	1 biti	Bakınız Çizelge5
FFD8,D9	SPI seri transfer tamamlandı	1 biti	SPIE
FFDA,DB	Darbe akümülatör girişi	1 biti	PAII
FFDC,DD	Darbe akümülatör taşma	1 biti	PAOVI
FFDE,DF	Zamanlayıcı taşma	1 biti	TOI
FFE0,E1	Zamanlayıcı çıkış 5	1 biti	OC5I
FFE2,E3	Zamanlayıcı çıkış 4	1 biti	OC4I
FFE4,E5	Zamanlayıcı çıkış 3	1 biti	OC3I
FFE6,E7	Zamanlayıcı çıkış 2	1 biti	OC2I
FFE8,E9	Zamanlayıcı çıkış 1	1 biti	OC1I
FFEA,EB	Zamanlayıcı giriş 3	1 biti	OC3I
FFEC,ED	Zamanlayıcı giriş 2	1 biti	OC2I
FFEE,EF	Zamanlayıcı giriş 1	1 biti	OC1I
FFF0,F1	Gerçek zaman kesme	1 biti	RTII
FFF2,F3	\overline{IRQ}	1 biti	Bakınız Çizelge4
FFF4,F5	\overline{XIRQ}	X biti	Yok
FFF6,F7	SWI	Yok	Yok
FFF8,F9	Kural dışı opkod sezme	Yok	Yok
FFFA,FB	COP hatası(RESET)	Yok	NOCOP
FFFC,FD	COP saat izleme hatası(RESET)	Yok	CME
FFFE,FF	RESET	yok	Yok

Kesmelere ait bayraklar zamanlayıcı bayrakları hariç kendi kendilerine sıfırlanır.

Zamanlayıcı bayrakları ise bayrağın adresine \$80 yazarak sıfırlanır.

2.5. Programlama Modeli

68HC11 mikrodenetleyicisi 8 bit A ve B akümülatörleri, 16 bit D akümülatörü , 16 bit X ve Y indis saklayıcısına sahiptir. 16 bitlik D akümülatörü özellikle çarpma ve bölme işlemlerini yapmakta büyük kolaylık sağlamaktadır. İki adet indis saklayıcı ve bunlara bağlı olarak adresleme modları ile program yazmada da kolaylıklar sağlamaktadır. Şekil 2.4'te 68HC11'in programlama modeli görülmektedir. CPU'nun belirli bir kısmı CPU saklayıcılarıdır ve bellekte yerleri olduğu halde adresleri yoktur.



Şekil 2.4. Programlama modeli

Akümülatörler (Accumulators- A, B, D)

A ve B akümülatörleri genel amaçlı 8 bit akümülatörleridir ve veri işlemlerinin yada aritmetik hesaplamaların sonuçlarını ve işlenenleri tutmak için kullanılır. Bazı komutlar bu iki 8 bitlik akümülatörün kombinasyonu 16 bitlik D akümülatörü olarak işlem görür. D akümülatörü kullanılarak yapılan işlem sonucunda A ve B

akümülatörlerinin içeriği bozulur. Birkaç istisna dışında işlemlerin çoğunda A yada B akümülatöründen herhangi biri kullanılabilir. Örneğin ABX ve ABY komutları 16 bitlik X yada Y indis saklayıcısının içeriği ile B akümülatörünün içeriğini toplar. Bu işlemi A akümülatörü ile gerçekleştirebilecek bir komut mevcut değildir.

İndis saklayıcılar (Index Registers - X, Y)

16 bit indis saklayıcılar indisli adresleme modu için kullanıldığı gibi veriyi saklamak içinde kullanılır. İndisli adreslemede işlenenin efektif adresini oluşturmak için 16 bit indis saklayıcısının içeriği ile 8 bit taban (offset) değer toplanır. Bu iki indis saklayıcı bellekte toplu verilere veya veri çizelgelerine erişimde kullanılır. Bunun için saklayıcılardan biri veriye erişimde kullanılırken diğeri de sayaç vazifesi görür. Başka bir yaygın kullanım şekli ise 68HC11'in dahili saklayıcı ve kontrol saklayıcılarının başlangıç adresinin (E000) yüklenmesidir.

Program sayacı (Program Counter-PC)

Program sayacı 16 bit bir saklayıcıdır. Bir sonraki işlenecek komutun adresini tutar. O anda PC'deki komut işlendiğinde $PC=PC+1$ olur ve bir sonraki komutun bulunduğu adresi işaret eder. Yazılım ile bu saklayıcıya erişilemez.

Yığın işaretçisi (Stack Pointer-SP)

Yığın işlemlerinin yapıldığı adresi saklayabilen 16 bitlik saklayıcıdır. MC68HC11 CPU otomatik olarak program yığını oluşturur. Bu yığın 64Kbaytlık bir alanda herhangi bir yere yerleştirilebilir. Normalde yığın işaretçisi saklayıcısına uygulama programda ilk komut ile ilk değeri atanır. Yığına bir baytlık bir veri atıldığında SP'nin değeri otomatik olarak 1 azalır, Yığından bir baytlık bir veri çekildiğinde SP'nin değeri otomatik olarak 1 artar. Herhangi bir zamanda SP yığındaki bir sonraki boş alanın 16 bitlik adresini tutar. JSR yada BRS gibi komutlarla bir altıyordama dallanıldığında geri dönüşte o andaki bilgilerin tekrar elde edilebilmesi için, PC içeriği bayrakların durumu geçici ve otomatik olarak yığına saklanır. RTS komutu ile geri dönüldüğünde eski veriler yığından çekilir ve program kesintiye uğramadan devam eder.

Durum kod saklayıcısı (Condition Code Register - CCR)

En önemli saklayıcılardan ve aritmetik/lojik işlem sonuçlarını ve CPU durumu ile ilgili bilgiyi saklayan 8 bitlik bir saklayıcıdır. Şekil2.6'da görülen CCR saklayıcısı 5 durum göstergesi ve 2 kesme maskeleye biti ve 1 DUR yetkisizliği biti içerir. Aritmetik ve CPU'da işletilen komutların sonuçları 5 durum bayrağında etki eder ve komutların sonuçlara bağlı olarak yada programcı tarafından yönlendirilir. Bu bayrakların 5'ide bir önceki işlemin sonucunu gösterir. Bu bayraklar yarı elde (H), negatif (N), taşma (V), elde/borç(C) bayraklarıdır.

Yarı elde bayrağı(H), sadece aritmetik/lojik işlemler sonucunda 3. bitten 4. bite taşma olursa '1' olur. Aksi halde '0' olur.

Negatif bayrağı (N), sonucu en yüksek anlamlı bitinin (MSB) durumunu gösterir. Bu bayrak verinin ötelenmesi veya transferi sonunda ortaya çıkan verinin işaretini gösterir. Bir sayının MSB'si '1' ise sayı negatif, '0' ise pozitifdir. Sayı negatifse N set olur.

Sıfır bayrağı (Z), yapılan işlem sonucunda elde edilen veri sıfır ise Z '1' olur. Diğer farklı durumlarda otomatik olarak sıfırlanır.

Taşma bayrağı (V), işaretli iki sayının birbirinden çıkarılması veya toplanması işlemlerinde ikiye göre tümlenme işlemi kullanılır. Bu işlem sırasında bir taşma meydana gelirse V bayrağı '1' olur. Diğer durumlarda '0'dır.

Elde biti (C), normalde çıkarma işlemi sonucunda borç yada toplam işlemi sonucunda elde oluştuğunu gösterir. Ayrıca çarpma ve bölme işlemleri için hata bayrağı olarak vazife görür. Öteleme ve döndürme komutları da C bitine etki eder.

Dur Yetkisizliği bayrağı (S), STOP komutunun programda işlev görüp görmemesine izin vermek için kullanılır. Başka bir deyişle MC68HC11'in düşük güç modunda çalışmasına karar vermek için kullanılır. Bazı kullanıcılar STOP komutunun kullanımının osilatörün durmasına sebep olur diye tehlikeli olduğunu düşünürler. Ancak S biti '1' olduğunda STOP komutu yetkisizleştirilir, düşük güç

durumuna girmesi engellenir. Programda bu komut ile karşılaşıldığında NOP (No Operation) komutu varmış gibi davranır ve işleme diğer komutlar ile devam edilir. '0' yapıldığında STOP komutu ile dahili saatler durdurularak düşük güçte çalışma sağlanır.

I Kesme İsteği Maskesi (IRQ), '1' olduğu zaman kesmeler askıya alınır ancak I biti sıfırlanana kadar CPU işlemleri kesmesiz gibi devam eder. Resetten sonra I biti otomatik olarak '1' olur ve yazılım ile sıfırlanır. Herhangi bir kesme meydana geldiğinde bu bayrak '1' ise kesme dikkate alınmaz işlemci programı kesmez, eğer bu bayrak '0' ise kesme isteği o andaki komut işletildikten sonra kabul edilir.

X Kesme İsteği Maskesi (XIRQ) bayrağı, \overline{XIRQ} pinden gelen kesmeleri yetkisizleştirmek için kullanılır. Resetten sonra otomatik olarak '1' olur ve sadece yazılım komut ile temizlenir. \overline{XIRQ} kesmesi kabul edildiğinde önce kesme vektörü alınır sonra saklayıcılar yığına atılır X biti otomatik olarak '1' olur. Kesme hizmet programından RTI ile döndülür. Kesme isteğinden önce X biti '0' olduğu için bit temizlenir.

2.6. Adresleme Modları

Adresleme modları bir veriye yada bir adrese tam olarak nasıl ulaşılabileceğini belirtir. 68HC11 işlemcide 6 tane adresleme modu vardır. Bunlar hemen (immediate), uzatılmış (extended), doğrudan (direct), indisli (indexed), imalı (inherent), ve bağıl (relative) adreslemedir.

Hemen adresleme: Bu adresleme modunda komuttan hemen sonra işlenen alanında veri bulunur. Verinin uzunluğu saklayıcının büyüklüğü ile aynı olmalıdır. CPU bu adresleme modunda kendi içine adres bilgisi gönderir. İşlenen alanında verinin önünde '#' sembolü kullanılır. Örneğin LDAA #\$A2 (LoaD Accumulator A).

Uzatılmış adresleme: Bu adresleme modunda komutun efektif adresi , işlem kodunu izleyen 2 bayt içinde açıkça görülür. Bu modu kullanan bir çok komutun uzunluğu 3 bayttır. 1 bayt işlem kodu 2 bayt efektif adrestir. Bu iki bayt işlenenin mutlak adresini içerir ve tüm adres alanı içinde istenilen herhangi bir adrese erişebilir. Örneğin LDAA \$1021.

Doğrudan adresleme: Mikroişlemcili sistemler 0-255 arasındaki alanlardan oluşan FF adet sayfaya sahiptir. 0-255 arasındaki ilk sayfaya sıfıncı sayfa adı verilir. Direk adresleme sıfıncı sayfa adreslemesi denir. Bu modta komutun efektif adresinde düşük anlamlı bayt işlem kodu takip eden baytta yer alır. Yüksek anlamlı bayt \$00'dır. Programın çalışma zamanı ve bellekte yer tasarrufunda bulunmak için yüksek anlamlı bayt dikkate alınmaz. Direk adresleme modunu kullanan birçok komut uzunluğu 2 bayttır. ilki işlem kodu ikincisi efektif adrestir.

İndisli adresleme: Bu adresleme modunda indis saklayıcı X veya Y efektif adresi hesaplamak için kullanılır. Bu durumda efektif adres X veya Y indis saklayıcının son içeriği ve 8 bitlik taban değerine bağlı olarak değişir. Taban adres ile indis saklayıcının son değeri toplanarak efektif adres elde edilir. Bu adresleme modunda komut 8 bit taban adresi ve işlem kodu için 2 veya 3 bayt uzunluğunda olabilir. Örneğin LDAA 1,X .

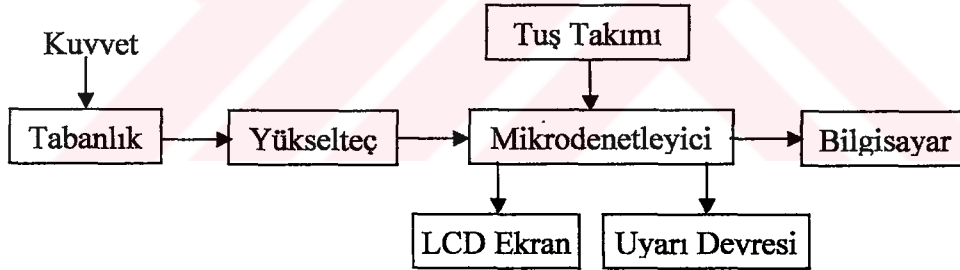
İmalı adresleme :Bu adresleme modunda sadece saklayıcılar ve akümülatörler üzerinde komutlar çalıştırılır. Aslında gerçek bir adresleme modu değildir. Çünkü bellekte belirtilen bir adres ve komutla beraber bir işlenen gerek yoktur . Genellikle bu komutlar 1 yada 2 bayt uzunluğundadır. Örneğin INX (INcrement X) ,CLC (CLear Carry).

Bağlı adresleme: Bu mod karar verme özelliği olan dallanma komutları için kullanılır. Bulunulan adrese ve taban adresine göre bağlı adresleme yapılır. Program sayacına pozitif yada negatif taban değeri elenerek dallanılacak adres elde edilir. Bu adres işaretli +127 -128 arasında işaretli 0 225 arasında olmalıdır. Örneğin BCS (Branch Carry Set).

BÖLÜM 3. YÜRÜYÜŞ EĞİTİMCİSİ

3.1. Giriş

Yürüme şekilleri normal olmayan SP'li çocukların yürüme şekillerini düzeltmek amacıyla biyofidbek esaslı bir cihaz öngörülmüştür. “ Yürüyüş Eğitimi ” olarak adlandırılan cihaz topuğa uygulanan kuvveti ölçüp kayıt etmektedir. Topuğa uygulanan kuvvetin normal bir yürüme için gerekli kuvvetten az olması durumunda sistem sesle ve ışık ile hastayı uyararak topuğa uygun bir kuvvet uygulamasını sağlamaya çalışır. Hasta belirli bir yürüyüş eğitimi sürecinden sonra normal yürüme alışkanlığı edinebilir. Şekil 3.1’de SP’li çocukların normal olmayan yürüme alışkanlıklarını biyofidbek esaslı Yürüyüş Eğitimi cihazının çalışmasına ilişkin blok şema verilmiştir.



Şekil 3.1. Yürüyüş Eğitimi Blok Şeması

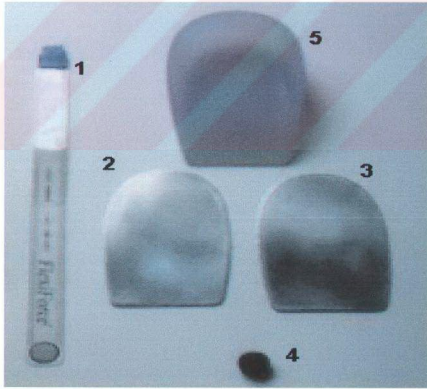
3.2. Yürüyüş Eğitiminin Çalışması

FlexiForce^R adlı uygulanan kuvvet ile direnci değişen bir kuvvet algılayıcısı, silikon malzemenin yapılmış bir tabanlığa yerleştirilmiştir. Bu tabanlık ayakkabı içine konulmuştur. Hastanın topuğundan kuvvet uygulaması ile algılayıcının direnci değişmesi sonucu, kuvvet ile direnç arasında bir ilişki kurulur. Algılayıcı uçları bir yükselteç devresine bağlanır. Yükselteç çıkışından 0-5V aralığında kuvvet ile değişen bir işaret elde edilir. Yükselteç çıkışı mikrodenetleyicinin analog sayısal

dönüştürücü portuna uygulanır. Bu şekilde temel ölçme işlemi gerçekleştirilir. Mikrodenetleyiciye tuş takımı, LCD ekran ve bir uyarı devresi bağlanmıştır. Tuş takımı ile cihaz ölçme işlemine hazırlanır ve eşik değeri mikrodenetleyiciye kaydedilir. LCD ekranda ölçmeye hazırlık için gerekli mesajlar kullanıcıya iletilir. Ölçüm sonuçları gösterilir. Eşik değeri ile ölçülen değerler karşılaştırılır. Ölçülen değerlerin eşik değerinin altında yada üstünde olması durumlarına göre sesli ve ışıklı bir uyarı verilir. Bu sayede hastanın kendi kendine yürüyüşünü düzeltmesini ve doğru basmayı öğrenmesi sağlanır. Son olarak bilgisayarda hastalara ait bir veritabanı oluşturmak ve tedavinin gelişiminin izlemek için ölçüm sonuçları bilgisayara aktarılır.

3.3. Tabanlık ve Algılayıcı

Geniş bir kullanım alanına sahip olan algılayıcılar, fiziksel işaretleri elektriksel işarete dönüştüren elemanlardır. Bu çalışmada FlexiForce adlı kuvvet algılayıcısı kullanılmıştır.



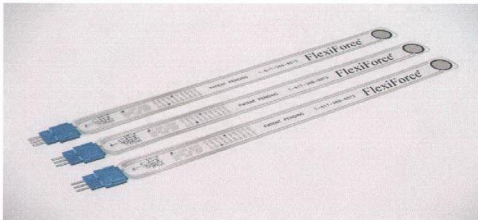
Şekil 3.2. Tabanlık yapımında kullanılan malzemeler

Kuvvet algılayıcı Cr-Ni malzemeden yapılmış iki plaka arasında yerleştirilmiştir. Doğru ölçüm yapabilmek için algılayıcı düz bir yüzey üzerine yerleştirilmesi gerektiğinden alt plakaya yapıştırılmıştır. Üsteki plaka ile algılayıcı arasında kauçuk

malzemeden yapılmış dairesel şekle sahip bir parça konularak üst plakaya uygulanan kuvvetin algılayıcıya aktarılması sağlanmıştır. Bu iki plaka ve algılayıcı ayakları içine yerleştirilmiştir. En üstte ise hastanın bu plakalardan rahatsız olmaması için silikon bir topuk bulunmaktadır. Şekil 3.2’de kuvvet ölçmek için kullanılan tabanlılık görülmektedir. 1 nolu eleman algılayıcı, 2 ve 3 nolu parçalar plakalar, 4 nolu parça yükün algılayıcıya aktarılması için kullanılan temas parçası, 5 nolu parça ise silikon topuktur.

3.3.1. Algılayıcı

FlexiForce kuvvet algılayıcı (SSB-Single Serial Button), hem dinamik hem statik kuvvet ölçümlerinde kullanılmaktadır. Direnç tabanlı teknolojiye dayanan SSB algılayıcısına kuvvet uygulanması sonucunda elemanın direncinde değişim meydana gelir. SSB çok ince (0.005”) esnek baskılı devredir. 14mm (055”) eni, 203mm(8”) boyundadır. 1, 25, 100, 500ve 1000 lbf’lik kuvvetleri ölçebilecek çeşitleri bulunmaktadır. Algılayıcının uç kısmında 0.375” çaplı dairesel bir aktif algılama alanına sahiptir. Algılayıcı bir ara malzeme ve iki tabakadan meydana gelmiştir. Gümüş tabakalar arasında basınca duyarlı mürekkep (pressure sensitive ink) malzeme kullanılmış, iki tabaka üst üste gelecek şekilde yerleştirilmiş ve birada tutmak için yapıştırıcı kullanılmıştır. Aktif algılama alanı basınca duyarlı mürekkep malzeme üzerindeki gümüş dairesel alanı ifade etmektedir. Bu alan ile algılayıcı ucundaki konnektörler ile bağlantılıdır. Bu konnektörler üç uçludur. Dıştaki iki uç kullanılmaktadır. ortadaki uç ise kullanılmamaktadır.



Şekil 3.3. FlexiForce Kuvvet Algılayıcısı

SSB bir devreye seri olarak bağlanmakta devrede bir direnç gibi davranmaktadır. Algılayıcı yüksüz iken direnci çok yüksektir. Kuvvet uygulandığında ise direnci azalmaktadır. Bu direnç dıştaki iki uca ohmmetre bağlanarak ölçülebilir. Yüksüzken direnci $5M\Omega$ 'dan daha fazladır. Tam yüklemde $20K\Omega$ 'dur.

3.3.2. Algılayıcı yükleme ve kalibrasyonu

Flexiforce algılayıcının tüm algılama alanının tek temas noktalı (single contact point) olduğu düşünülür. Doğru ve tekrarlanabilir ölçümler için uygulanan yük düzgün bir şekilde algılama alanına dağılmalıdır. Tüm yük yolunun algılama alanı üzerinde olmasını sağlamak önemlidir. Algılama alanı dışına uygulanan yük, hatalı ölçümlere sebep olur. Eğer uygulanan yükün yüzeyi algılama alanından daha büyükse, plastik yada kauçuk gibi rijit bir malzeme algılama alanı ile yük arasına yerleştirilmelidir. Bu parça algılama alanı kenarlarına temas etmemelidir. Temas etmesi halinde hatalı ölçümler alınır. SSB algılayıcı algılama yüzeyine dik kuvvetleri ölçmek için tasarlanmıştır. Doyum kuvveti uygulanan kuvvet ile algılayıcının direncinin daha fazla değişmediği noktadaki kuvvettir. Testler sırasında algılayıcının doyumuna sokulmaması önemlidir. Algılayıcı devrede kullanılmadan önce kalibrasyon yapılmalıdır. Doğru sonuçlara ulaşmak için testlerden önce algılayıcıya ön yükleme yapılmalıdır. Ön yükleme, sürüklenme ve histeresis etkilerinin azaltılmasına yardımcı olur. Ön yükleme yeni ve uzun süre kullanılmamış algılayıcılar için gereklidir. Ön yükleme yapmak için algılayıcıya uygulanacak maksimum yükün %110'u kadarlık bir yük uygulanır. Algılayıcının kararlı hale gelmesi beklenir ve yük kaldırılır. Bu işlem 4-5 kez tekrarlanır. Burada dikkat edilmesi gereken nokta testler süresince algılayıcı ve test materyalleri arasındaki arayüzün aynı olmasıdır. Kalibrasyondan önce ön yükleme yapılmazsa hata %5'ten daha fazla olmaktadır.

Kalibrasyon algılayıcının elektriksel çıkışı ile mühendislik birimleri arasında bir ilişki kurmak için kullanılan bir yöntemdir. Kalibrasyon yapılırken algılayıcıya bilinen kuvvetler uygulanır ve algılayıcı çıkışı ölçülür. Bilinen kuvvetlerle bu adım tekrarlanır. Gerçek kuvvet aralığı ile eşleşen algılayıcı çıkışlarını belirlemek için sıfır yük ile bilinen kalibrasyon yükleri arasında lineer bir interpolasyon (ara değerlendirme) elde edilir.

Algılayıcı kalibre edilirken aşağıda belirtilen hususlara dikkate alınmalıdır.

- 1- Ölü ağırlıklar yada test cihazları (MTS™ yada INSTRON™) kullanarak sitemde kullanılan yüklere yakın değerlerde kalibrasyon yükleri uygulanır.
- 2- Kalibrasyon yaparken doyum bölgesi civarında yükleme yapmaktan kaçınılmalıdır.
- 3- Doğru ölçümler elde etmek için uygulanan yük algılama alanına düzgün dağılmalıdır. Eğer yük dağılımı düzgün değilse ölçümler değişebilir.

Bu çalışmada 100lbs (45,5kg) kuvvet ölçebilecek bir algılayıcı kullanılmıştır. Önce INSTRON™ cihazı ile 50kg'lık yük ile ön yükleme yapılmıştır. Daha sonra bilinen yüklerle algılayıcıya kuvvet uygulayıp algılayıcı direnci ölçülmüştür. Kalibrasyon işleminde elde edilen ölçümler Çizelge 3.1'de verilmiştir.

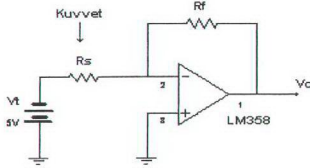
Çizelge 3.1. Kalibrasyon işleminde elde edilen direnç değerleri

Kalibrasyon Sonuçları			
Uygulanan Yük (Kg)	Algılayıcı Direnci(KΩ)	Uygulanan Yük (Kg)	Algılayıcı Direnci(KΩ)
1,1	1388,88	23	130,03
3,6	530,41	25	117,18
4,5	447,49	26,6	122,03
7,6	297,38	29,4	109,65
7,9	288,02	30,4	107,02
9,8	243,50	33	99,02
10,9	222,02	36,2	95,00
11,8	211,03	34,3	93,00
13,3	193,30	38,8	91,00
18,2	137,86	40,7	88,00
19,0	153,06	43,7	84,00
21,1	148,80	45,5	81,88

3.3. Yükselteç Katı

Algılayıcıya kuvvet uygulandığı zaman algılayıcının direnci azalır. Algılayıcı yüksüzken direnci 5 MΩ'dan daha fazladır. Tam yüklemede 20KΩ'a kadar azalmaktadır. Ön yüklemede maksimum 50 kg yük uygulandığında direnç değeri 80KΩ ölçülmüştür. Kuvveti gerilim cinsinden ifade etmek için algılayıcı yükselteç

devresine bağlanmıştır. Gerinim ölçer gibi kuvvet algılayıcılarında olduğu gibi Wheatstone köprüsüne ihtiyaç yoktur. Bu devre Şekil 3.4'te görülmektedir.



Rf: Geribesleme direnci
Rs= Algılayıcı direnci
Vt = -5V

Şekil 3.4. Yükselteç devresi.

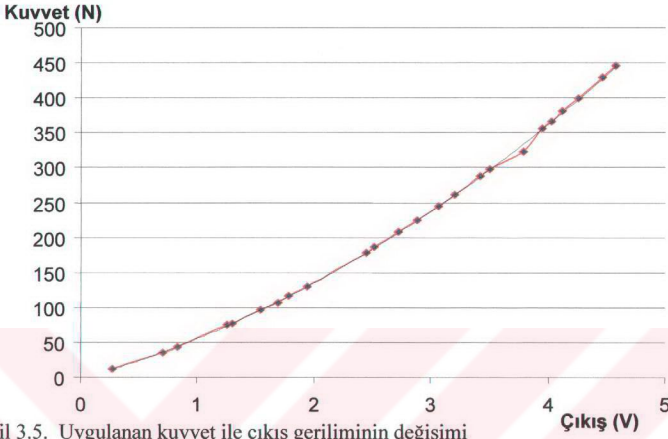
Devrede algılayıcı işlemsel yükseltecin eviren ucuna bağlanmıştır. Kalibrasyon sonuçlarına göre Rf geri besleme direnci 75KΩ olarak seçilmiştir. Tek bir besleme kaynağı ile çalıştırılma (+5V), yüksek kazanç(100dB)ve düşük giriş ofset gerilimi gibi özelliklerinden ötürü işlemsel yükselteç olarak LM358 seçilmiştir. Devrenin çıkış gerilimi $V_c = -V_t \cdot \frac{R_f}{R_s}$ bağıntısı ile ifade edilmektedir. Bu kazanç bağıntısı ve

Çizelge 3.1'deki kalibrasyon sonuçları kullanılarak, uygulanan kuvvete bağlı olarak devrenin çıkışından kaç V'luk gerilim elde edileceği hesaplanmıştır.

Çizelge 3.2. Kuvvet(N)-Gerilim(V) ilişkisi

Kuvvet-Gerilim İlişkisi			
Uygulanan Kuvvet (N)	Yükselteç Çıkışı (V)	Uygulanan Kuvvet(N)	Yükselteç Çıkışı (V)
11	0,27	225	2,88
35	0,71	245	3,07
44	0,84	261	3,20
74	1,26	288	3,42
77	1,30	298	3,50
96	1,54	323	3,79
107	1,69	355	3,95
116	1,78	336	4,03
130	1,94	380	4,12
178	2,45	399	4,26
186	2,52	428	4,46
207	2,72	446	4,58

Çizelge 3.2'de uygulanan yük Newton birimine çevrilmiştir. Bu değerlerden faydalanarak Şekil 3.5'de görülen kalibrasyon eğrisi çizilmiştir



Şekil 3.5. Uygulanan kuvvet ile çıkış geriliminin değişimi

Kalibrasyon sonuçlarına göre çizilen bu eğriye bir fonksiyon uydurulmuştur. Bu fonksiyon (3.1) nolu denklem ile aşağıda verilmiştir. Burada F kuvveti (Newton), V_C (V) ise yükseltecin çıkış gerilimini ifade etmektedir.

$$F = 11.219V_C^2 + 46,182V_C - 2,3361 \quad (3.1)$$

Yükselteç devresi kuvvet-gerilim dönüştürme işlemi için kullanılmıştır. Devrenin çıkışından mikrodenetleyicinin analog sayısal çevirici portuna uygulanacak 0-5V arasında bir işaret elde edilmiştir. Analog sayısal çevirici portundan okunan değerler kuvvet olarak karşılığını bulmak için Kuvvet-Gerilim eğrisi kullanılarak bir kod çevirme çizelgesi oluşturulmuştur.

3.4. Mikrodenetleyici

Yürüyüş Eğitimsi için üzerinde HCMOS teknolojisi ile üretilmiş tümdevre üzerinde bir çok çevre birimlere sahip, gelişmiş 8 bitlik bir mikrodenetleyici olan

MOTOROLA MC68HC11A1FN bulunan MC200 kartı kullanılmıştır. Bu kart üzerinde 36 bit G/Ç, 8 kanal 8 bit ADC, RS232 seri haberleşme, toplam 46 G/Ç hattı, 512Kbayt dahili EEPROM, 16Kbayt dahili EPROM, 32Kbayt SRAM bulunmaktadır. Özel bir ara birim kullanmadan programlanabilmesi, çeşitli çalışma modları ve geniş komut seti ile kolay programlanabilme bu kartın tercih edilme sebeplerinden birkaçıdır.

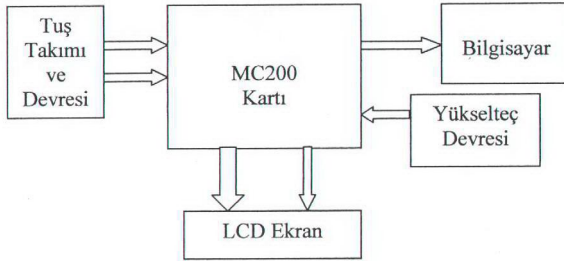
Mikrodenetleyici kartının bellek haritası Çizelge 3.3'te verilmiştir.

Çizelge 3.3. MC200 Kartı ve 68HC11A1FN için bellek haritası

\$0000	\$B5FF	KOD/VERİ	46591 Bayt
\$B600	\$B7FF	68HC11 DAHİLİ EEPROM	512 Bayt
\$B800	\$B600	KOD/VERİ	6144 Bayt
\$D000	\$D0FF	68HC11 DAHİLİ RAM	256 Bayt
\$D0FF	\$DFFF	KOD/VERİ	3840 Bayt
\$E000	\$E00A	G/Ç SAKLAYICILAR	
\$E00B	\$E027	ZAMANLAYICI	
\$E028	\$E02A	SPI SAKLAYICILAR	
\$E02B	\$E02F	SCI SAKLAYICILAR	
\$E030	\$E034	A/D SAKLAYICILAR	
\$E039		OPTION SAKLAYICISI	
\$E03A		COP SAKLAYICISI	
\$E03B		PPROG SAKLAYICISI	
\$E03C		HPRIO SAKLAYICISI	
\$E03D		INIT SAKLAYICISI	
\$E03F		CONFIG SAKLAYICISI	
\$E040	\$EE7F	KOD/VERİ	8000 Bayt
\$FF80	\$FFBF	82C55 SAKLAYICILARI	64 Bayt
\$FFC0	\$FFD5	KOD/VERİ	22 Bayt
\$FFD6	\$FFFF	KESME VEKTÖRLERİ	
\$0000	\$7FFF	U3 SRAM	32 KBayt
\$8000	\$B5FF		
\$B800	\$CFFF		
\$D100	\$DFFF		
\$E040	\$FF7F	U4 EPROM	16 KBayt

Mikrodenetleyicinin ADC portu PE1 kanalında uygulanan yükseltilmiş işaret, 20 Hz örnekleme oranında örneklenmiştir. Daha önce yapılmış çalışmalarda yürüyüş işaretinin frekans spektrumu incelenmiş ve işaretin 5 Hz-200 Hz ile

örneklenebileceği görülmüştür (Z.O.Abu-Faraj,2001). Bu sonuçlara dayanarak örnekleme oranı 20 Hz olarak seçilmiştir.



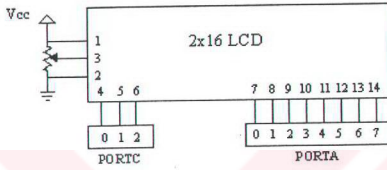
Şekil 3.6. Mikrodenetleyici kartı ve çevre birimlerle bağlantıları

Şekil 3.6’da mikrodenetleyici kartı ve çevre birimlerle bağlantıları gösteren bir blok diyagram gösterilmiştir. Mikrodenetleyici kartına 2x16’lık LCD ekran 4x4’lük tuş takımı ve sesli ve ışıklı uyarı devresi bağlanmıştır. Rehabilitasyon işleminin başlangıcında tuş takımında bulunan 0-9 arası rakamlar ile eşik seviyesini girmesi, silme ve kaydetme işlemleri için tuşlar kullanılmıştır. Cihazın ölçmeye hazırlanması için gerekli işlemlerin LCD ekran ile verilen mesajlar, terapistte kolaylık sağlar.

Veri toplama işlemine yani ölçmeye başlanmasıyla mikrodenetleyici kartı aldığı tüm örnekleri belleğe kaydetmekte ve LCD ekranda için 1 s içinde alınan verilerin en büyüğü LCD ekranda gösterilmektedir. Böylece hastanın ne kadar kuvvet uyguladığı izlenebilmektedir. Hastanın topuğuna uyguladığı kuvvet başlangıçta belirlenen eşik değerinin üzerinde ise kırmızı led ile, altında ise yeşil led ve buzzer ile bilgilendirilmekte ve topuğuna yeterli kuvveti aktarmasını kendi kendine öğretilmektedir. 10 dk’lık süre içinde alınan veriler bilgisayarın seri portuna gönderilmesiyle veriler bilgisayarda kaydedilir ve hastalara ait bir veri tabanı oluşturulur. Terapist cihazın kullanımı ile tedavinin hastaya etkisini izleme olanağına sahip olmaktadır.

3.5. LCD (Liquid Crystal Display)

Bu çalışmada kullanıcının cihazı kullanabilmesi, istenen mesajların verilmesi ve ölçülen kuvvetin gösterilmesi için 2x16 Hitachi HD44780 LCD kullanılmıştır. Aşağıda Şekil 3.7'te uygulamada kullanılan LCD ekran uç numaraları ve MC200 kartı ile bağlantıları verilmiştir.



Şekil 3.7. LCD ile MC200 kartının bağlantıları

MC200 kartında 8255 PortA 0-7 uçları LCD 7-14 veri uçlarına, Portc 0. bit RS (Register Select) ucuna, 1. bit E(Enable) ucuna, 2. bit R/W(Read/Write) ucuna bağlanmıştır. LCD'de 1 nolu uç toprak, 2 nolu uç +5V'luk besleme gerilimine, 3 nolu uç ise parlaklık ayarı için potansiyometrenin ayalı ucuna bağlanmıştır. 4 nolu uç RS ucu LCD'ye gönderilen verinin komut yada karakter verisi olduğunu belirtebilmek için kullanılır. 5 nolu uç R/W ucu LCD'ye veri gönderilmesi yada LCD'den veri okunması denetimi için kullanılır. 6 nolu uç E ucu alçaktan yükseğe yada yüksekte alçağa gittiğinde 7-14 veri uçları okunur. 7-14 nolu uçlar veri bitleridir. 15-16 uçları ekran üzerinde arka ışık için kullanılır.

LCD ekranlar kullanılmadan önce ekranın açılması ve bilgiyi almaya hazır hale getirilmesi gereklidir. Tipik olarak 10ms içinde gerilim 0.2V'tan 4.5V'a çıkmalıdır. Eğer bu kendiliğinden olursa LCD otomatik olarak açılır. Yoksa Bir LCD açma alt programı gereklidir. Bu altyordam içinde benzer üç tane komutun arka arkaya ye gönderilmesi yeterlidir. Daha sonra ise fonksiyon seti kullanılarak bilginin nasıl kabul edileceğini ilişkin komut kelimeleri LCD'ye gönderilir. Örneğin D2 karakter font bitidir. Düşük olmalıdır, bu 5x7 dot matris anlamına gelir. D3 ekran satır bitidir,

yüksek olmalıdır. Bu iki satır anlamına gelmektedir. D4 veri uzunluğu bitidir. Verinin 4 yada 8 bit olduğuna karar verir. 8 bit için yüksek olmalıdır. İstenilen bu özelliklere karşılık gelen sayı 38h sayıdır. Bunların yanı sıra ekrana karakterlerin nasıl yazılacağı verinin yada ekranın kaydırılması ve kursorun konumu gibi özellikler de aşağıda verilen Çizelge 3.4'ten yararlanarak ayarlanabilir.

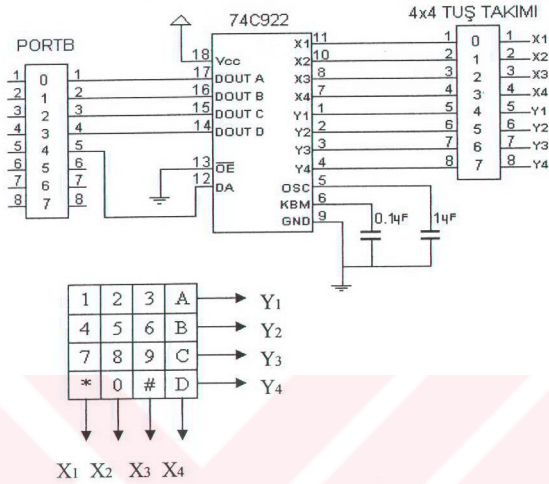
Çizelge 3.4. LCD ekran komut kod çizelgesi

Komutlar	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	Hex
Ekranı sil	0	0	0	0	0	0	0	1	01
Ekran&kursor	0	0	0	0	0	0	1	X	02-04
Karakter giriş modu	0	0	0	0	0	1	I/D	S	04-07
Ekran on/off	0	0	0	0	1	D	U	B	08-0F
Ekran&kursor	0	0	0	1	D/C	R/L	X	X	10-1F
Fonksiyon seti	0	0	1	8/4	2/1	10/7	X	X	20-3F
CGRAM adresi	0	1	A	A	A	A	A	A	40-7F
Ekran adresi	1	A	A	A	A	A	A	A	80-FF
I/D	:1=Arttırma*, 0=Azaltma			R/L : 1=Sağa kayma, 0=Sola kayma					
S	:1=Ekran kaydırma açık,			8/4 : 1= 8 bit*, 0=4 bit					
D	:1=Ekran açık, 0=Kapalı*			2/1 : 1= 2 satır, 0=1 satır					
U	:1=Kursor altçizgi açık,			10/7 : 1=5x10 dot format, 0=5x7 dot					
B	:1=Kursor kırpışma açık,			A : Adres					
D/C	:1=Ekran kayma, 0=Kursor			X= Önemli				*=Başlangıç değeri	

3.6. Tuş Takımı

Tuş takımı kullanılarak eşik seviyesi mikrodenetleyiciye kaydedilir. Eşik değerini girmek için tuş takımında bulunan 0-9 arası rakamlar kullanılmaktadır. Eşik değeri girilirken yanlış bir tuşa basıldığında silme işlemi yapmak için 'C' tuşu bulunmaktadır. Eşik değerini kaydetmek için 'D' tuşu kullanılmaktadır. Kaydetme işleminden sonra ölçüme başlamak için '*' tuşu kullanılmaktadır.

Aşağıdaki Şekil 3.8'de uygulamada kullanılan tuş takımı ve MC200 kartı ile bağlantıları verilmiştir.



Şekil 3.8. Tuş takımı ve MC200 kartı arabirim devresi

Devrede 74C922 16 tuş kod çözücü tümdevresi kullanılmıştır.16 tuşlu bir tuş takımının sütunlarına karşılık gelen bağlantıları X1-X4, satırlarına karşılık gelen bağlantıları Y1-Y4, 74C922'nin ilgili bacaklarına bağlanmaktadır. Herhangi bir tuşa basıldığında 74C922'nin DA(Data Available) ucu Yüksek konuma(+5V) geçer. Basılan tuşun satır ve sütun pozisyonlarına bağlı olarak Çizelge 3.5'e göre 4 bitlik bir sayı üretir.

Çizelge 3.5. 74C922 Tümdevresi ürettiği 4 bitlik sayı çizelgesi.

Anahtar	D	C	B	A	Anahtar	D	C	B	A
Y ₁ , X ₁	0	0	0	0	Y ₃ , X ₁	1	0	0	0
Y ₁ , X ₂	0	0	0	1	Y ₃ , X ₂	1	0	0	1
Y ₁ , X ₃	0	0	1	0	Y ₃ , X ₃	1	0	1	0
Y ₁ , X ₄	0	0	1	1	Y ₃ , X ₄	1	0	1	1
Y ₂ , X ₁	0	1	0	0	Y ₄ , X ₁	1	1	0	0
Y ₂ , X ₂	0	1	0	1	Y ₄ , X ₂	1	1	0	1
Y ₂ , X ₃	0	1	1	0	Y ₄ , X ₃	1	1	1	0

BÖLÜM 4. YÜRÜYÜŞ EĞİTİMCİSİ'NİN YAZILIMI

4.1. Giriş

68HC11 assembler komutları ile yazılan kaynak program, bir Assembler program ile derlenip kodlar .S19 formatına çevrilmiştir. MC200 kartına program yüklemek için mnt.exe programı kullanılmaktadır .Bilgisayarda COM2 portu üzerinden 9600 Baud hızında veri iletişimi yapılmaktadır.

4.2. Programın Genel Yapısı

Bu çalışmada, 68HC11'in iki modta çalıştırılması amaçlanarak bir program tasarlanmıştır. Bu modlar veri toplama modu ve veri transfer modu olarak adlandırılmıştır.

Veri toplama modu, cihazı ölçmeye hazırlama veri örnekleme ve sesli biyofidbek kısımlarından meydana gelmiştir. Programın ilk bölümünü oluşturan veri toplama modunda analog sayısal dönüştürücü 68HC11 PORTE PE1 kanalından okuma yapılacak şekilde kullanılmıştır. Seri haberleşme veri formatı 1 start bit-8bit veri-1stop biti, 9600 baud hızı olarak kullanılmıştır. LCD ise 2 satır 8 bit olarak kullanılmıştır. Programın ölçmeye hazırlık bölümünde açılış mesajları ve eşik değerlerin kaydedilmesi işlemleri gerçekleştirilmiştir. 68HC11 mikrodenetleyicisi 8 bit çözünürlüklü ardışıl yaklaşımı kullanan, örnekleme tutma devreleri içeren bir analog sayısal dönüştürücüye sahiptir. 8 MHz'lik kristal osilatör ile 32E çevrimlik sürede yani 16µs'lik süre içinde oluşan değişikliği mikrodenetleyiciye taşıma kapasitesine sahiptir. Örnekleme frekansı 20Hz olarak seçilmiştir. Örnekleme frekansın 20 Hz olarak seçilmesinin sebebi; yürüyüş analizi ile ilgili geçmişte yapılmış deneysel çalışmalarda, plantar basınç işaretleri 5 Hz- 200Hz arasında örneklenmiş ve 200Hz ile örneklenen işaretin 20 Hz ile örneklenen işareten çok farklı olmadığı görülmüş

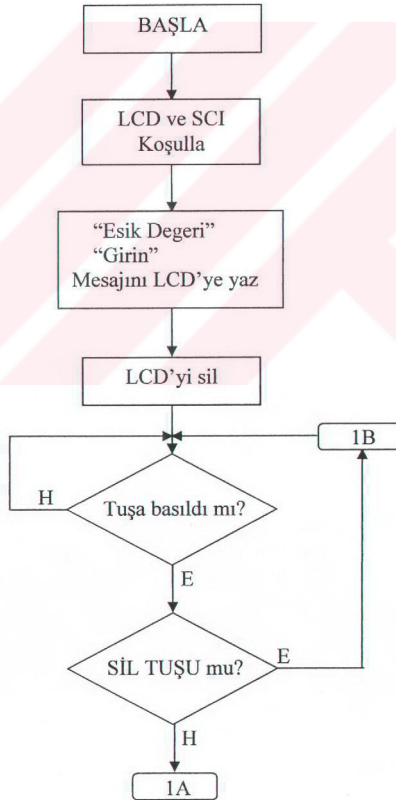
olmasıdır (Z.O. Abu-Faraj at all,2001) . Örneklenen tüm veriler daha sonra bilgisayara aktarılmak üzere belleğe kaydedilmekte ve 1 sn içinde okunan verilerin en büyüğü LCD'ye yazılmaktadır. En büyük değer ile eşik değeri karşılaştırılıp ses ve ışık ile hastaya biyofidbek uygulanmaktadır.

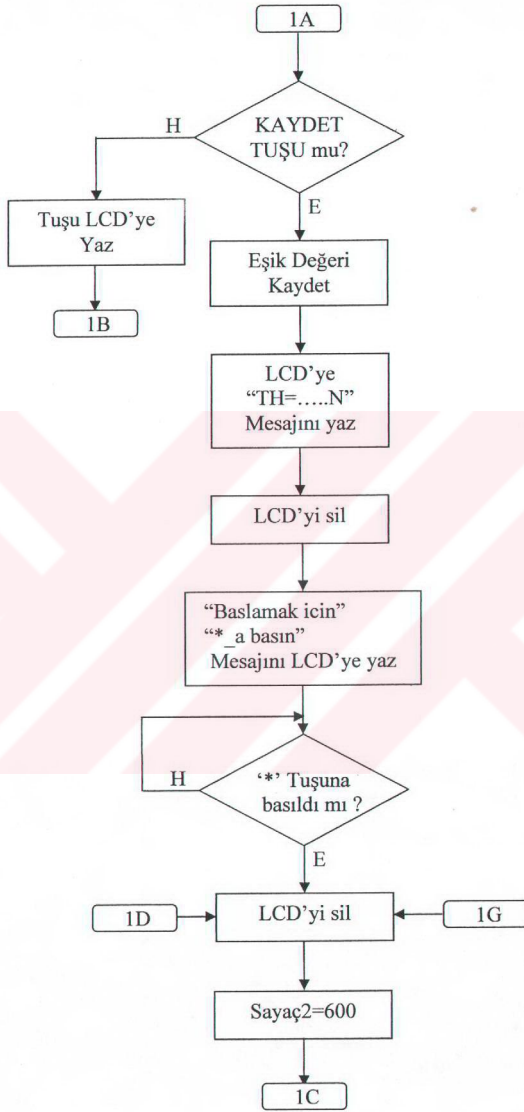
Veri transfer modu ise ölçümler yapıldıktan sonra yani rehabilitasyon sonunda verilerin tekrar incelenmesine, tedavi sonrası veya zaman içinde oluşan değişikliklerin değerlendirilebilmesine olanak sağlamak amaçlı tasarlanmıştır. Bunun için verilerin, seri port üzerinden 9600 baud hızıyla transfer edilebileceği Delphi programlama dili kullanılarak bir terminal programı yazılmıştır. Ayrıca hastalara ait bilgiler ölçüm sonuçları ve sonuçlara ait grafiklerin elde edileceği bir veri tabanı oluşturulmuştur.

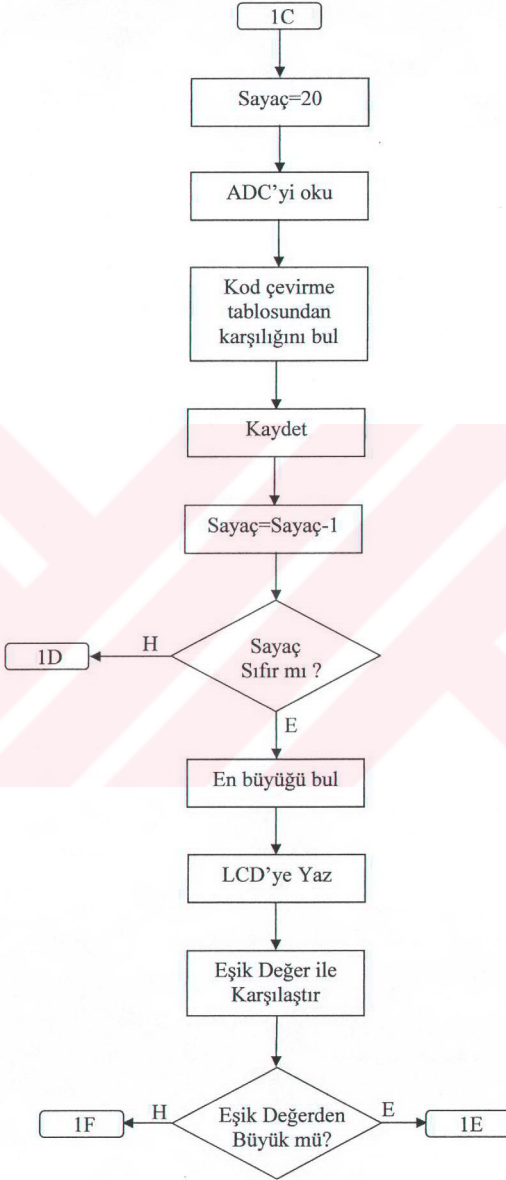
4.3. Mikrodenetleyicide Yazılan Programın Algoritması

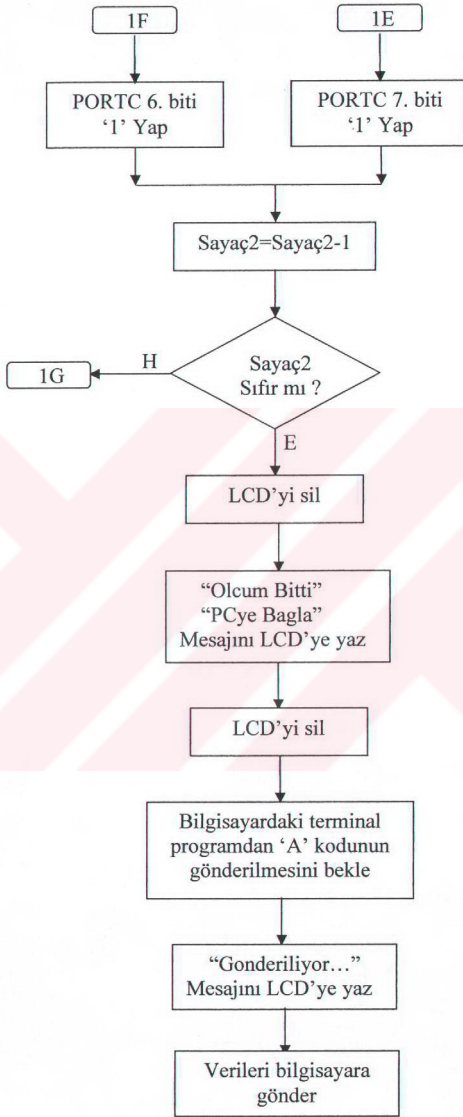
Şekil 4.1'de verilen program algoritması ile veri toplama modunun tamamını ve veri transfer modunun bir kısmını blok diyagramı üzerinde daha ayrıntılı olarak açıklamak mümkündür. ON düğmesine basılarak cihaz açılır. Programın başlangıcında LCD ekran 2 satır 8 Bit olarak, SCI 1 start bit – 8 bit veri – 1 stop bit veri formatında 9600 baud hızında iletişim yapacak şekilde koşullanmıştır. LCD ekranın ilk satırında “Eşik Değeri” ikinci satırında “Girin” mesajı yazılır. Birkaç sn sonra LCD ekran silinir ve bir tuşa basılması beklenir. Basılan tuş LCD ekranda görülür. Basılan tuş sil ise ekran silinir. Algılayıcının ölçebileceği en büyük değer 440N olduğundan, eşik değeri üç haneli bir sayı olarak girilecektir. Eğer eşik değeri tek yada iki haneli bir sayı ise diğer haneler için sıfır yazılmalıdır. Örneğin eşik değeri 5N ise eşik değer mikrodenetleyiciye girilirken 005 olarak yazılmalıdır. Eşik değeri girildikten sonra kaydet tuşuna basılır. LCD ekran silinir. LCD ekrana TH=005N mesajı yazılır (Eşik Değeri için yukarıdaki örnek alındı). LCD ekran tekrar silinir ve ilk satıra “Baslamak için” , ikinci satıra “*_a basın” mesajı yazılır. ‘*’ tuşuna basılana kadar beklenir. ‘*’ tuşuna basılmasıyla LCD ekran silinir ve ADC PE1 kanalından veri okumaya başlar. 1sn içinde 20 örnek alınır. Kod çevirme tablosundan okunan veriye karşılık gelen kuvvet değeri bulunur. Kuvvet değerleri 0

ile 450 arasında olduğundan kod çevirme tablosunda bulunan veriler 16 bitlik sayılardır. 1 sn içinde alınan 20 örnek içinden en büyük olan LCD ekrana yazılır. Eşik değer ile karşılaştırılır. Okunan değer eşik değerden büyük ise, kırmızı led ile doğru basıldığına dair uyarı verir. Okunan değer eşik değerden küçük ise, yeşil led ve buzzer ile yetersiz kuvvet uyguladığına dair uyarı verir. Tekrar ADC okunur ve aynı işlemler devam eder. Yürüyüş eğitimi 10 dk olarak belirlenmiştir. 1 sn içinde 20 örnek alındığı düşünülürse, 10 dk içinde 12000 örnek alınmış olur. ADC'den okunan her veriye karşılık kod çevirme tablosundan 16 bitlik bir sayı elde edilir. Bu durumda kaydedilen veriler bellekte 23,43Kbaylık yer kaplar. Terapi bittiği zaman OFF tuşuna basılarak cihaz kapatılır.







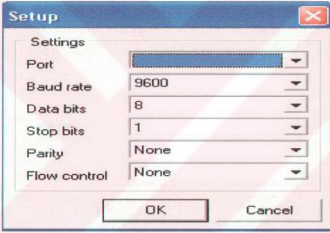


Şekil 4.1. Program algoritmasının blok diyagramı

4.4. Yürüyüş Eğitimsi Ölçüm Değerlendirme Programı

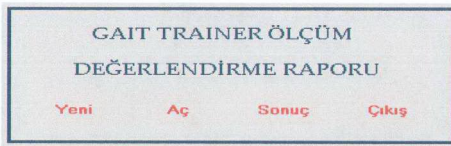
Verileri kaydedip, daha sonra yeniden değerlendirmek ve yapılan eğitimin etkisini izleyebilmek için bir ölçüm değerlendirme programı gereklidir. Biyofidbek işareti için 1 sn içinde ölçülen kuvvet değerleri arasında en büyük olanı seçilmiştir. Ancak yürüme eğitimi sırasında tüm verileri kaybetmemek için tüm veriler eksiksiz olarak kaydedilmiştir. Bu veriler Gait Trainer Ölçüm Değerlendirme programı sayesinde bilgisayara kaydedilmekte ve istenildiği zaman tekrar inceleme olanağı sunmaktadır.

Gait Trainer Ölçüm Değerlendirme programı çalıştırıldığında ilk olarak kullanıcıdan bilgisayar ile mikrodenetleyici kartının haberleşmesinde kullanılacak seri portu, baud hızını ve veri formatını ayarlamasını istemektedir. Bu pencere Şekil 4.2'de görülmektedir.



Şekil 4.2. Bilgisayar ile mikrodenetleyici kartının haberleşme ayarları

OK butonuna basıldıktan sonra Şekil 4.3'de görülen programın ana penceresi ekran gelmektedir. Bu pencerede Yeni , Aç , Sonuç ve Çıkış butonları bulunmaktadır.



Şekil 4.3. Program ana penceresi

Yeni butonuna basıldığında Şekil 4.4'te görülen bir pencere ekrana gelir. Bu pencerede hastanın ad soyad, doğum tarihi, cinsiyeti, adres ve telefon bilgilerinin

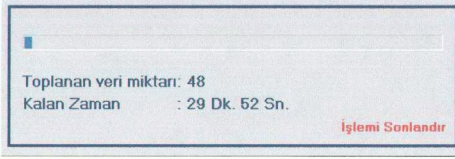
girilir. Tamam butonuna basarak bu bilgiler kaydedilir. Programın ana penceresine dönülür. Vazgeç butonuna basılarak bu pencere kapatılır. Ana pencerede Çıkış butonuna basılarak programdan çıkılır.

Şekil 4.4. Yeni hasta bilgilerinin kaydedilmesini sağlayan pencere

Aç butonuna basıldığında, ölçüm sonuçlarının alımını başlatma penceresi ekrana gelir. Daha önce bilgilerinin kaydedilen hastaların ad ve soyadları listeden seçilir. Eşik seviyesi, tarih ve no değeri yazılıp Başlat butonuna basılarak veriler okunmaya başlar. Başlat butonuna basmadan önce mikrodenetleyici kartı bilgisayara bağlanmalıdır. Vazgeç butonu ile pencere kapatılıp programın ana penceresine dönülür. Bu pencerenin görüntüsü Şekil 4.5'te görülmektedir.

Şekil 4.5. Ölçüm sonuçlarının alımını başlatma penceresi

Başlat butonuna basılınca 4.6'te görülen veri transferi pencere ile verilerin transfer işlemi başlar. Veriler bilgisayara hasta adına düzenlen bir dosyaya kaydedilir. İşlemi sonlandır butonuna basılarak ana pencereye dönülür. Bu şekilde veriler bilgisayara aktarılmış olur.



Şekil 4.6. Veri transfer penceresi

Son olarak alınan verilere ait grafikleri görebilmek için Sonuç butonuna basılır ve hasta ad soyad ve no bilgisinin girildiği Şekil 4.7’de görülen sonuç penceresi ekrana gelir. Rapor butonuna basıldığında ise ölçümlere ait alınan tüm veriler ait bir grafik ile ve 2sn’lik periyotlar için alınan ortalamalara ait grafik elde edilmektedir. İstenirse grafiklerin çıktısı alınabilir. Vazgeç butonu ile ana pencereye dönülür.



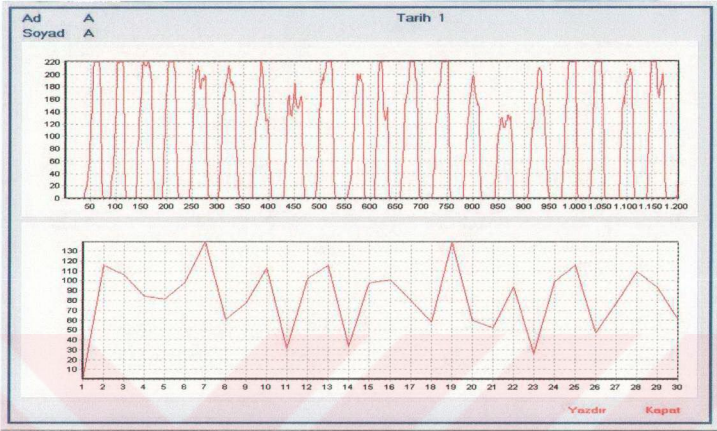
Şekil 4.7. Sonuç penceresi

4.5. Deneme Ölçümleri ve Sonuçları

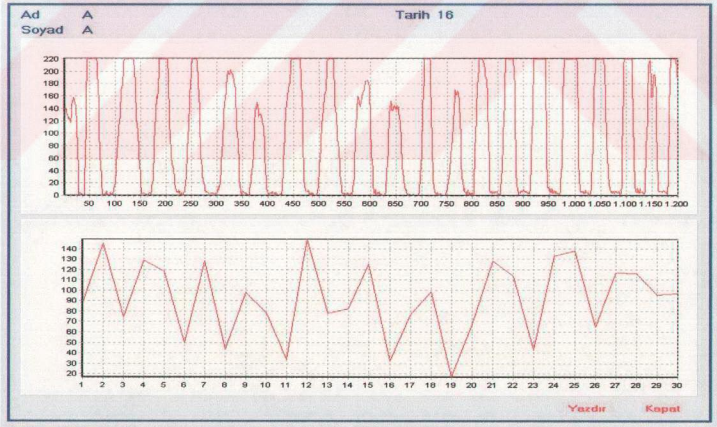
Deneme ölçümlerinde, 57 kg ağırlığında normal yürüyüşe sahip bir denek kullanılmıştır. Ortalama olarak adım sayısı 40 adım/dakika olacak şekilde belirlenmiştir. Tabanlık sağ ayakkabı içine yerleştirilmiştir. Deneme sonucunda elde edilen sonuçlar aşağıdaki Şekil 4.8, Şekil 4.9, Şekil 4.10 ve Şekil 4.11’de görülmektedir.

Grafiklerde düşey eksen uygulanan kuvvet (Newton), yatay eksen ise zamanı (saniye) ifade etmektedir. Deneysel sırasında denekten önce, normal olarak yürütmesi istenmiştir. Şekil 4.8 ve Şekil 4.9’da 1 dakikalık yürüyüş sırasında denek’in topuğuna uyguladığı kuvvet değerleri ve 2sn’lik periyot için ortalamaları görülmektedir. Burada denek adım atarken sağ ayağını vere bastığında uygulanan kuvvet ile algılayıcı direnci azalmakta ve kuvvet değeri elde edilmektedir. Sol

ayağını yere bastığında ise sağ ayağa kuvvet uygulanmadığından dolayı herhangi bir değer ölçülmemektedir.



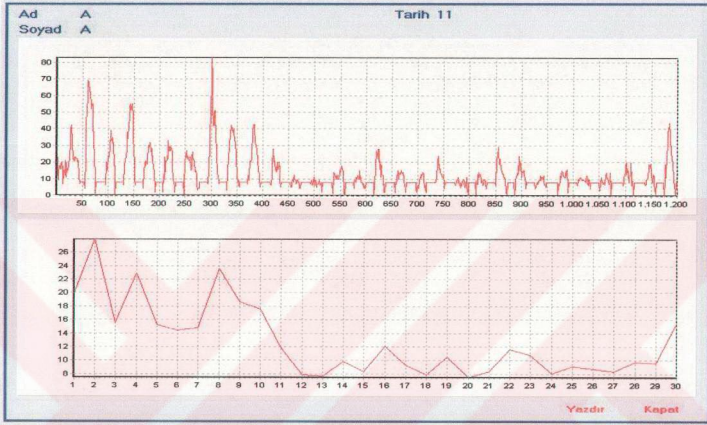
Şekil 4.8. Normal yürüme ile elde edilen verilerin grafikleri (1)



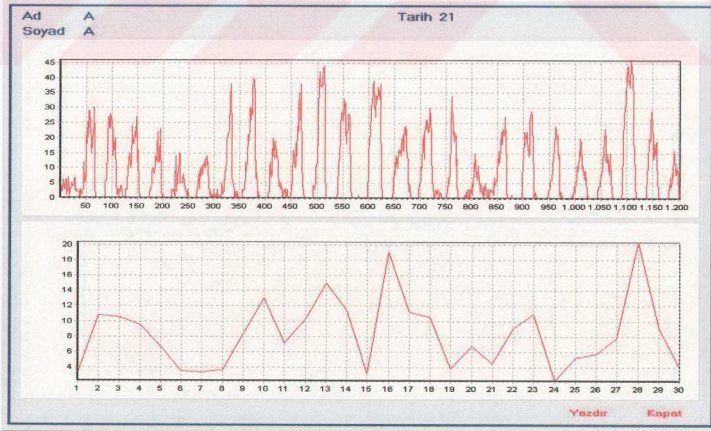
Şekil 4.9. Normal yürüme ile elde edilen verilerin grafikleri(2)

Daha sonra denekten dışa , yana basarak ve parmak ucuna ağırlık vererek yürütmesi istenmiştir. Şekil 4.10 dışa ve yana basarak yürütmesi sonucunda elde edilen kuvvet

zaman eğrisi ve 2sn'lik periyottaki ortalamaları görülmektedir. Şekil 4.11'de parmak ucuna ağırlık vererek yürütmesi sonucu elde edilen kuvvet değerleri ve 2sn'lik periyottaki ortalamaları görülmektedir. Şekillerde de görüldüğü gibi, dışa ,yana basarak ve parmak ucuna ağırlığını vererek yürüdüğünde normal yürüyüşüne göre topuğuna daha az kuvvet uyguladığı saptanmıştır.



Şekil 4.10. Dışa ve yana basarak yürüme ile elde edilen verilerin grafikleri



Şekil 4.11. Parmak ucuna ağırlık vererek yürüme ile elde edilen verilerin grafikleri

SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Bu çalışmada, Yürüyüş Eğitimsi adlı ayakkabı içine konulan, mikrodenetleyici tabanlı, taşınabilir bir biyofidbek rehabilitasyon cihazı tasarlanmıştır. Yürüme alışkanlığı normal olmayan SP'li çocukların yürüyüşlerini kendi kendilerine düzeltmeyi öğrenmelerini sağlamak amaçlanmıştır. Hastaların topuklarına uyguladığı kuvveti ölçen bir cihaz ile yürüme esnasında topuğa nasıl bir kuvvet uygulandığı izlenebilir. Normal yürüyüş için yeterli kuvvetin ne kadar olduğu birkaç deneme sonucunda elde edilerek normal bir yürüyüş için eşik değeri belirlenebilir.

Deneme ölçümlerinden elde edilen sonuçlar daha önce yapılmış yürüyüş analizindeki kuvvet ölçümleri ile karşılaştırılmıştır. Buna göre yapılan ölçümlerin birbiri ile uyduğu görülmüştür. Yapılan çalışma ile yürüme esnasında hasta, eşik değeri üzerinde yada altında bastığı durumlar için bir uyarı sistemi ile bilgilendirilmiştir. Böylece tasarlanan Yürüyüş Eğitimsi ile sağlık anında bir katkıda bulunulmuştur.

Cihazın geliştirilmesi amacıyla hastaların cihazı günlük yaşamlarında ve bir terapistin gözetiminde olmadan kullanabilmeleri, daha uzun süreli veri saklama yani bellek kapasitesinin artırılması ve verilerin bilgisayara RF ile gönderilmesi düşünülmektedir. Ayak tabanında yalnızca topuğa altına değil 2 anatomik noktaya da (Medial, Lateral) algılayıcı yerleştirilmesi ve bu noktadan ölçüm alınarak daha gelişmiş analiz yapabilme olanağı sağlama konuları üzerinde çalışılması önerilmektedir.

KAYNAKLAR

1. ZHU H., MAALEJ N., WEBSTER J.G., TOMPKINS W. J., BACH-Y RITA P. and, WERTSCH J. J. "An Umbilical Data-Acquisition System for Measuring Pressure Between foot and Shoe" IEEE Transactions On Biomedical Engineering, Vol. 3, No.9, September 1990
2. ABU-FARAJ Z O., HARRIS G. F., ABLER J.H., WERTSCH J. J. and, SMITH P.A. "A Holter- Type Microprocessor-Based Rehabilitation Instrumentation for Acquisition and Storage of Plantar Pressure Data İn Children with Cerebral Palsy" IEEE Transactions On Rehabilitation Engineering, Vol. 4, No.1, March 1995
3. MORAN P. T., HARRIS G. F. , ACHARYA K., ZHU H., and, WERTSCH J. J. "A Biofeedback Cane System: Instrumentation and subject Application Results" IEEE Transactions On Rehabilitation Engineering, Vol. 3, No.1, March 1996
4. DINGWELL J. B., DAVIS B. L., "A Rehabilitation Treadmill With Software For Providing Real-Time Gait Analysis and Visual Feedback" Transaction of the ASME, Journal of Biomedical Engineering, 118 (2): 253-255,1996
5. ABU-FARAJ Z O., HARRIS G. F., SMITH P.A. "Surgical Rehabilitation of Planovalgus Foot in Cerebral Palsy" IEEE Transactions On Neural Systems and Rehabilitation Engineering, Vol. 9, No.2, June 2001
6. GÜMÜŞKAYA H. "Mikroişlemciler ve Bilgisayarlar Intel Ailesi ve IBM PC" 2. Baskı, Alfa Yayınları, 2000
7. TOPALOĞLU N. " Mikroişlemciler & Assembly Dili Esaslar,Sistemler ve Programlama " 3. Baskı Seçkin Yayıncılık 2001
8. Single Serial Button (SSB) User's Guide- December 1998
9. MC68HC11 A8 Reference Manual

EK 1 PROGRAM KODLARI

* Aybike.asc

* Aybike Dirikol

* Kocaeli Universitesi, Elektronik ve Haberlesme Bolumu

* 14/06/2003

port1	equ	\$00
port2	equ	\$01
port3	equ	\$02
cntrl	equ	\$03
tus2	equ	\$05
tus1	equ	\$00
SAYI	equ	\$D003
SAYI+1	equ	\$D004
s1	equ	\$d010
s2	equ	\$d012
s3	equ	\$d014
top	equ	\$16
sayac	equ	\$0930
gecici	equ	\$0932
sayac2	equ	\$0940
sonuc	equ	\$06
onbin	equ	\$2710
bin	equ	\$03E8
yuz	equ	\$64
on	equ	\$0A
ekle	equ	\$30
PORTE	equ	\$0A
SCSR	equ	\$2E
SCDR	equ	\$2F
SPCR	equ	\$28
SCCR2	equ	\$2D
BAUD	equ	\$2B
PORTD_WOM	equ	\$20
BAUD9600	equ	\$B0
TRENA	equ	\$0C
RDRF	equ	\$20
TDRE	equ	\$80
OPTION	equ	\$39
ADCTL	equ	\$30
ADR1	equ	\$31
ORG		\$100
lds		#\$D0FF
ldx		#\$ff80

```

        ldaa    #$82
        staa   cntrl,x
        jsr    init

        ldx    #a00
        stx   sayac2
        ldy    #258
        sty   gecici

loop1   ldab    #13
        ldy    #msj
        ldaa   1,y
        jsr    prnt
        iny
        decb
        bne    loop1
        ldaa   #c0
        jsr    enable2
loop2   ldab    #6
        ldy    #msj1
        ldaa   1,y
        jsr    prnt
        iny
        decb
        bne    loop2
        jsr    delay
        jsr    delay
        jsr    delay
        jsr    delay
        jsr    delay

        ldaa   #01
        jsr    enable2
        ldaa   #80
        jsr    enable2

loop3   ldx    #ff80
loop4   ldy    #d000
        jsr    tbkle
        ldaa   port2,x
        anda   #0f
        staa   tus1,y
        brset  tus1,y,#0f enter
        brset  tus1,y,#0d sil
        jsr    bul
        jsr    prnt
        anda   #0f
        staa   tus1,y
        iny
        jsr    wait
        bra    loop4
        rts

sil     ldaa   #01
        jsr    enable2
        ldaa   #80
        jsr    enable2
        ldy    #d000
        clra

```

a	ldab staa iny decb bne bra	#\$03 tus1,y a loop3
tbekle	ldaa brset bra	port2,x port2,x,#\$10 devam tbekle
devam	rts	
enter	ldy ldaa ldab mul std iny ldaa ldab mul std iny ldaa ldab mul std ldd addd addd std std	#\$d000 tus1,y #\$64 s1 tus1,y #\$0a s2 tus1,y #\$01 s3 s1 s2 s3 SAYI s3
	jsr ldaa jsr ldaa jsr ldaa jsr ldaa jsr ldaa jsr ldab ldy ldaa jsr jsr iny decb bne ldaa jsr jsr jsr jsr jsr	h2as #\$01 enable2 #\$80 enable2 #\$54 prnt #\$48 prnt #\$3a prnt #\$03 #\$d002 sonuc,y prnt cout loop5 #\$4e prnt delay delay delay delay delay
loop5		

	jsr	delay
	ldaa	#\$01
	jsr	enable2
	ldaa	#\$80
	jsr	enable2
	ldab	#13
a2	ldy	#msj2
	ldaa	1,y
	jsr	prmt
	iny	
	decb	
	bne	a2
	ldaa	#\$c0
	jsr	enable2
	ldab	#10
a3	ldy	#msj3
	ldaa	1,y
	jsr	prmt
	iny	
	decb	
	bne	a3
	ldx	#\$ff80
a4	ldy	#\$d000
	jsr	tbekle
	ldaa	port2,x
	anda	#\$0f
	staa	tus2,y
	brset	tus2,y,#\$03 a7
	bra	a4
a7	ldaa	#\$01
	jsr	enable
	ldaa	#\$80
	jsr	enable2
a5	ldaa	#\$80
	jsr	enable2
	jsr	ad
	jsr	buyuk
	cpd	s3
	bhi	big
big	bra	small
	ldx	#\$ff80
	bset	port3,x,#\$80
small	bra	git
	ldx	#\$ff80
	bset	port3,x,#\$40
git	jsr	h2as
	jsr	yaz2
	ldy	geccici
	dey	
	sty	geccici
	cpy	#\$00
	bne	a5

	ldaa	#\$01
	jsr	enable2
	ldaa	#\$80
	jsr	enable2
loop23	ldab	#11
	ldy	#msj4
	ldaa	0,y
	jsr	prmt
	iny	
	decb	
	bne	loop23
	ldaa	#\$c0
	jsr	enable2
loop24	ldab	#\$8
	ldy	#msj5
	ldaa	0,y
	jsr	prmt
	iny	
	decb	
	bne	loop24
	jsr	delay
	jsr	delay
	jsr	delay
	jsr	delay
	jsr	delay
	jsr	delay
	ldaa	#\$01
	jsr	enable
	ldaa	#\$80
	jsr	enable
yaz3	ldx	#\$a00
loop20	ldd	0,x
all	pshy	
	ldy	#\$e000
c3	brclr	SCSR,Y,#RDRF c3
	ldaa	SCDR,Y
	puly	
	cmpa	#'A'
	bne	all
	ldd	0,x
	jsr	h2as
	jsr	yaz1
	inx	
	inx	
	cpx	#\$67c0
	bne	loop20
	ldaa	#\$01
	jsr	enable
	ldaa	#\$80
	jsr	enable
	ldab	#\$05
	ldy	#msj7

loop25	ldaa	0,y
	jsr	prnt
	iny	
	decb	
	bne	loop25
kk	bra	kk
ad	ldx	#\$900
add	ldy	#\$e000
	bset	OPTION,y,\$80
	ldaa	#\$00
	staa	ADCTL,y
ad1	brclr	ADCTL,y,\$80 ad1
	ldab	ADR1,y
	ldy	#tablo
	aby	
	aby	
	dey	
	dey	
	ldd	0,y
	std	0,x
	pshx	
	ldx	sayac2
	std	0,x
	inx	
	inx	
	stx	sayac2
	pulx	
	jsr	wait2
	jsr	wait2
	inx	
	inx	
	cpx	#\$926
	bne	add
	ldy	#\$e000
	bset	OPTION,y,\$80
	ldaa	#\$00
	staa	ADCTL,y
ad2	brclr	ADCTL,y,\$80 ad2
	ldab	ADR1,y
	ldy	#tablo
	aby	
	aby	
	dey	
	dey	
	ldd	0,y
	std	0,x
	pshx	
	ldx	sayac2
	std	0,x
	inx	
	inx	
	stx	sayac2
	pulx	
	jsr	wait3
	jsr	wait3
	rts	

yaz1	pshy pshb ldy	#\$d002
loop7	ldab ldaa jsr iny decb bne pulb puly rts	#\$03 sonuc,y cout loop7
yaz2	pshy pshb ldy	#\$d002
loop8	ldab ldaa jsr iny decb bne pulb puly rts	#\$03 sonuc,y prnt loop8
delay	pshx ldx	#\$0000
loop12	dex bne pulx rts	loop12
wait2	pshx ldx	#\$2081
loopb	dex bne pulx rts	loopb
wait3	pshx ldx	#\$1fde
loopc	dex bne pulx rts	loopc
init	ldx bcrl ldaa staa ldaa staa	#\$e000 SPCR,X,#PORTD_WOM #BAUD9600 BAUD,X #TRENA SCCR2,X
bekle	ldx ldab ldaa staa	#\$ff80 #\$03 #\$38 port1,x

	bset	port3,x,#\$04
	jsr	wait
	bclr	port3,x,#\$04
	decb	
	bne	bekle
	ldaa	#\$08
	jsr	enable
	ldaa	#\$01
	jsr	enable
	ldaa	#\$02
	jsr	enable
	ldaa	#\$0e
	jsr	enable
	ldaa	#\$80
	jsr	enable
	rts	
buyuk	pshx	
	ldx	#\$0900
	ldaa	#\$13
loop13	staa	sayac
	ldd	0,x
	cpd	2,x
	bhi	abc
	ldd	2,x
abc	inx	
	inx	
	dec	sayac
	bne	loop13
	pulx	
	rts	
cin	pshy	
	ldy	#\$e000
c2	brclr	SCSR,Y,#RDRF c2
	ldaa	SCDR,Y
	puly	
	rts	
cout	pshy	
	ldy	#\$e000
	STAA	SCDR,Y
c1	brclr	SCSR,Y,#TDRE c1
	puly	
	rts	
h2as	pshx	
	pshy	
	ldy	#\$d000
	ldx	#onbin
	idiv	
	psha	
	pshb	
	stx	SAYI
	ldaa	SAYI+1
	ldab	#ekle
	aba	
	staa	sonuc,y
	iny	


```

pulb
pula

ldx      #bin
idiv
psha
pshb
stx      SAYI
ldaa     SAYI+1
ldab     #ekle
aba
staa     sonuc,y
iny
pulb
pula

ldx      #yuz
idiv
psha
pshb
stx      SAYI
ldaa     SAYI+1
ldab     #ekle
aba
staa     sonuc,y
iny
pulb
pula

ldx      #on
idiv
psha
pshb
stx      SAYI
ldaa     SAYI+1
ldab     #ekle
aba
staa     sonuc,y
iny
pulb
pula

ldx      #$0001
idiv
psha
pshb
stx      SAYI
ldaa     SAYI+1
ldab     #ekle
aba
staa     sonuc,y
iny
pulb
pula
puly
pulx
rts

enable   ldx      #f80

```

	staa	port1,x
	bset	port3,x,#\$04
	jsr	wait
	bclr	port3,x,#\$ff
	jsr	wait
	rts	
enable2	ldx	#\$ff80
	staa	port1,x
	bset	port3,x,#\$04
	jsr	wait4
	bclr	port3,x,#\$ff
	jsr	wait4
	rts	
prnt	ldx	#\$ff80
	staa	port1,x
	jsr	wait1
	bclr	port3,x,#\$02
	bset	port3,x,#\$01
	bset	port3,x,#\$04
	bclr	port3,x,#\$05
	rts	
wait	pshx	
	pshy	
	ldx	#4
	ldy	#3
loop9	dex	
	bne	loop9
	dey	
	bne	loop9
	puly	
	pulx	
	rts	
wait1	pshx	
	ldx	#\$05
loop10	dex	
	bne	loop10
	pulx	
	rts	
wait4	pshx	
	ldx	#\$29e
loope	dex	
	bne	loope
	pulx	
	rts	
bul	pshy	
	ldy	#kod
	tab	
	aby	
	ldaa	0,y
	staa	tus2
	puly	
	rts	

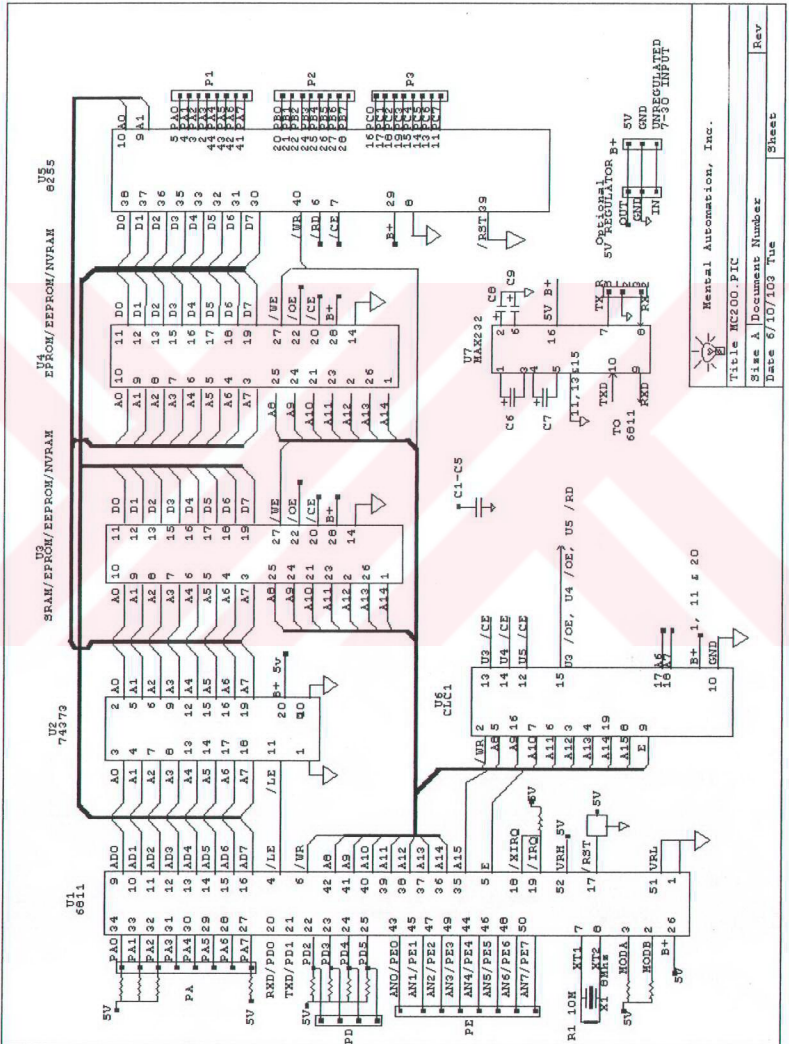
```

tablo      org      $600
fdb        0,0,0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15
fdb        16,18,19,20,21,22,23,24,26,27,28,29,30,32
fdb        33,34,35,37,38,39,40,42,43,44,46,47,48,50
fdb        51,52,54,55,56,58,59,61,62,63,65,66,68,69
fdb        71,72,74,75,77,78,80,81,83,84,86,88,89,91
fdb        92,94,96,97,99,101,102,104,106,107,109,111
fdb        112,114,116,118,119,121,123,125,126,128,130
fdb        132,134,135,137,139,141,143,145,147,148,150
fdb        152,154,156,158,160,162,164,166,168,170,172
fdb        174,176,178,180,182,184,186,188,190,192,194
fdb        196,199,201,203,205,207,209,211,214,216,218
fdb        220,222,225,227,229,231,234,236,238,240,243
fdb        245,247,250,252,254,257,259,261,264,266,269
fdb        271,273,276,278,281,283,286,288,290,293,295
fdb        298,300,303,305,308,311,313,316,318,321,323
fdb        326,329,331,334,336,339,342,344,347,350,352
fdb        355,358,361,363,366,369,371,374,377,380,383
fdb        385,388,391,394,397,399,402,405,408,411,414
fdb        417,420,423,425,428,431,434,437,440,443,446
fdb        449,452,455,458,461,464,467,470,473,476,479
fdb        483,486,489,492,495,498,501,504,508,511

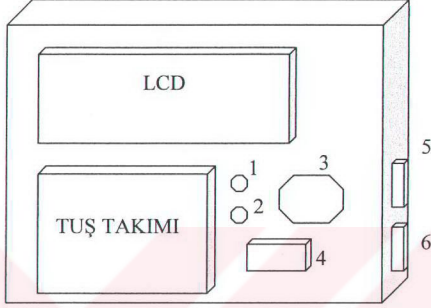
msj        org      $0820
msj1       fcc      ' Esik_Seviyeyi'
msj2       fcc      ' Girin.'
msj3       fcc      ' Baslamak_icin'
msj3       fcc      ' * a Basin.'
kod        fcc      '174*396#2850acbd'
msj4       fcc      'Olcum_Bitti'
msj5       fcc      'PC_Bagla'
msj6       fcc      'Gonderiliyor...'
msj7       fcc      'Bitti'
end

```

EK 2 MC200 KARTI DEVRE ŞEMASI



EK 3 CİHAZIN ÖNDEN GÖRÜNÜŞÜ



1. KIRMIZI LED
2. YEŞİL LED
3. BUZZER
4. AÇ/KAPA DÜĞMESİ
5. BİLGİSAYAR BAĞLANTI GİRİŞİ
6. TABANLIK BAĞLANTI GİRİŞİ

KİŞİSEL YAYINLAR ve ESERLER

1. A. Dirikol, E. Kocakaya, H. Dinçer, S. Fank “Gait Trainer for Hemiplegic Cerebral Palsied Children”, ELECO’99 International Conference on Electrical and Electronic Engineering, December 1999, Bursa, Electronics pp. 341- 345
2. E. Kocakaya, A. Dirikol, H. Dinçer, “ Çocuklarda Beyin Felci Hastalığı Tedavisi için Yürüyüş Eğitimi”, ELECO’2000, Elektrik – Elektronik - Bilgisayar Mühendisliği Sempozyumu, Kasım 2000, Bursa, Elektronik-Bilgisayar, s.184-188
3. O.Urhan , A. Dirikol , H.Dinçer “Çocuklarda beyin felci tedavisi için yürüyüş eğitimsi.” in Proc.NUE-CEE Electric , Electronic&Computer Engineering Sempodium 23-25 May 2001 , pp. 67-70 Lefkoşa ,TRNC.
4. O. Urhan, A. Dirikol, H. Dinçer, “Beyin Felci Geçirmiş Çocukların Yürüyüş Eğitimsi” Elektrik- Elektronik-Bilgisayar Mühendisliği 9. Ulusal Kongresi, 19-23 Eylül 2001, S.459 - 463, Kocaeli

ÖZGEÇMİŞ

Aybike Dirikol 2 Şubat 1978'de Adapazarı'nda doğdu. İlk öğrenimini Mustafa Kemal Paşa İlkokulu'nda, orta öğrenimini Ali Dilmen Lise'sinde Adapazarı'nda tamamladı. 1992 yılında İzmit'e yerleşti ve lise öğrenimini Mimar Sinan Lise'sinde tamamladı. 1995 yılında kazandığı Kocaeli Üniversitesi Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Bölümünde 1 yıl hazırlık sınıfında okudu ve 2000 yılında mezun oldu. 2000 yılı ekim ayından bu yana Kocaeli Üniversitesi Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Bölümünde Araştırma Görevlisi olarak çalışmaktadır.