

**BİLGİSAYAR DESTEKLİ FOTOLÜMİNESANS
ÖLÇÜM SİSTEMİNDE MONOKROMATÖRÜN
MİKRODENETLEYİCİ VE ADIM MOTOR
İLE KONTROLÜ**

Fatih KELEK

Y.Lisans Tezi

Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman:Prof. Dr. Hasan EFEOĞLU

2008

Her hakkı saklıdır

ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Y.LİSANS TEZİ

BİLGİSAYAR DESTEKLİ FOTOLÜMİNESANS ÖLÇÜM SİSTEMİNDE
MONOKROMATÖRÜN MİKRODENETLEYİCİ
VE ADIM MOTOR İLE KONTROLÜ

Fatih KELEK

ELEKTRİK VE ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ERZURUM

2008

Her hakkı saklıdır.

Prof.Dr. Hasan EFEOĞLU danışmanlığında, Fatih KELEK tarafından hazırlanan bu çalışma 06/11/2008 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından. Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Prof.Dr. Hasan EFEOĞLU

İmza :



Üye : Doç.Dr.Seydi DOĞAN

İmza :



Üye : Yrd.Doç.Dr.Tevhit KARACALI

İmza :



Yukarıdaki sonucu onaylarım

Prof.Dr. Ömer AKBULUT

Enstitü Müdürü

ÖZET

Y.Lisans Tezi

BİLGİSAYAR DESTEKLİ FOTOLÜMINESANS ÖLÇÜM SİSTEMİNDE MONOKROMATÖRÜN MİKRODENETLEYİCİ VE ADIM MOTOR İLE KONTROLÜ

Fatih KELEK

Atatürk Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi
Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Hasan EFEOĞLU

Elektronik ve optoelektronik alanındaki birçok gelişme büyük ölçüde yarıiletken teknolojisindeki gelişmelere bağlıdır. Yarıiletkenlerin karakterizasyonunda ise Fotolüminesans spektroskopisi birçok parametrenin tespitini sağlayan çok kullanışlı bir yöntemdir. Şüphesiz fotolüminesans ölçümlerinin bilgisayar kontrollü tam otomatik sistemler tarafından yapılması, gerek hataların azaltılması gerekse malzemenin optik özelliklerinin kolay ve hızlı bir şekilde yüksek çözünürlüklerle tespit edilmesi açısından yarıiletken geliştiriciler için vazgeçilmezdir. Fotolüminesans ölçüm sistemi bütün bileşenleri bilgisayar kontrollü olduğunda tam otomatik olarak çalışabilir. Bu çalışmada; Bilgisayar destekli fotolüminesans ölçüm sisteminin kritik bileşenlerinden olan monokromatörün bilgisayar kontrollü otomasyonunun sağlanması için özgün gömülü yazılım içeren özgün bir elektronik devre tasarımı amaçlanmıştır. Tasarımın gerçekleştirilmesinde popüler mikrodeneleyicilerden olan PIC18F4550 ve adım motor kullanılmıştır. Bilgisayar haberleşmesinde uyumluluğu ve esnekliği artırmak için standart seri haberleşme protokolleri kullanılmıştır. Mikrodeneleyici gömülü yazılım, C dili derleyicisi kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

2008, 49 sayfa

Anahtar Kelimeler: Monokromatör, fotolüminesans, PIC18F4550, adım motor kontrolü, açık çevrim kontrol.

ABSTRACT

MSc. Thesis

CONTROLLING MONOCHROMATOR WITH A MICROCONTROLLER AND A STEPPING MOTOR IN COMPUTER AIDED PHOTOLUMINESCENCE MEASUREMENT SYSTEM

Fatih KELEK

Atatürk University
Faculty of Engineering
Department of Electrical and Electronic Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Hasan EFEOGLU

Many developments in electronics and optoelectronics depend mostly on the developments of semiconductor technology. Photoluminescence (PL) Spectroscopy is a very useful method for determining many parameters in the characterization of semiconductors. Certainly, PL measurements taken by computer controlled full automatic systems is indispensable for the semiconductor developers to both reducing the failures and determining the optical properties of the material with high resolution easily and rapidly. PL measurement system can only operate completely automatical when all of its components are computer controlled. In this work; it is aimed to design an electronic circuit consisting of an original embedded software (firmware) to provide computer controlled automation of the monochromator which is a critical component of computer aided PL measurement system. A popular microcontroller PIC18F4550 and a stepping motor are used for realizing the design. Standart serial communication protocol is used for increasing the compatibility and flexibility in computer communication. Microcontroller firmware is achieved by using a C language compiler for pic microcontroller.

2008, 49 pages

Keywords: Monochromator , Photoluminescence, PIC18F4550, Stepping Motor Control, Open Loop Control

TEŐEKKÖR

Bu çalışmanın gerçekleşmesinde katkılarından dolayı hocalarım Sayın Prof. Dr. Hasan EFEOĞLU, Sayın Doç. Dr. Seydi DOĞAN ve Sayın Yrd. Doç. Dr. Tevhit KARACALI'ya teőekkÖrÖ bir borç bilirim.

Fatih KELEK

EylÖl 2008

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	ix
1.GİRİŞ.....	1
2.KURAMSAL TEMELLER.....	3
2.1 Fotolüminesans.....	3
2.2 Fotolüminesans Spektroskopisi (PI Spectroscopy).....	5
2.2.1 Fotolüminesans spektroskopisinin uygulamaları:.....	6
2.3 Bilgisayar Destekli Fotolüminesans Ölçüm Sistemi.....	8
2.3.1 Lazer.....	9
2.3.2 Optik band geçiren filtre.....	9
2.3.3 Optik güç metre ve sensor.....	9
2.3.4 Optik modülator-kıyıcı (optical chopper).....	10
2.3.5 Kroystat.....	10
2.3.6 Fotoçoklayıcı tüp.....	10
2.3.7 Kilitlemeli yükselteç.....	11
2.3.8 Monokromator.....	12
2.3.9 Czerny-Turner tipi monokromator.....	15
2.3.10 Adım (step) motor.....	16
3.MATERYAL ve YÖNTEM.....	17
3.1 Neden Monokromatör Kontrolü ?.....	17
3.2 Adım Motor Kullanma Gerekçeleri.....	17
3.3 Adım Motor İle Monokromatör Kontrol Parametreleri.....	18
3.3.1 Adım ve dalgaboyu ilişkisi.....	20
3.3.2 Başlangıç adım aralığı (başlangıç motor hızı).....	20
3.3.3 En kısa adım aralığı (en yüksek motor hızı).....	20
3.3.4 Hızlanma-yavaşlama adım aralığı.....	21
3.3.5 Histerisiz önleme dalgaboyu.....	21
3.3.6 Yavaş adım aralığı (histerisiz önleme adım aralığı).....	22
3.4 Mikrodenetleyici ile Kontrol Kartı Tasarımı.....	23
3.4.1 RS232–USB çevirici.....	23
3.4.2 Tuş takımı.....	24
3.4.3 Gösterge.....	24
3.4.4 Adım motor sürücü.....	25
3.4.5 Adım motor.....	27
3.4.5 Mikrodenetleyici.....	28
3.5 Tasarımın Gerçekleştirilmesi.....	30
3.5.1 Donanım (hardware).....	30

3.5.2 Gömülü yazılım (firmware).....	32
3.5.3 Bilgisayar tarafı yazılımı.....	35
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA.....	37
5. SONUÇ.....	42
KAYNAKLAR.....	43
EKLER	
EK-1	44
EK-2	45
EK-3	47
EK-4	48
EK-5	49
ÖZGEÇMİŞ.....	50

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Kısaltmalar

A/D	Analog/Digital (Analog/Dijital)
ADC	Analog to Digital Converter (Analog/Dijital Dönüştürücü)
CPU	Central Processing Unit (Merkezi İşlem Birimi)
EEPROM	Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory (Elektrikle Silinebilir Salt Okunabilir Bellek)
EUSART	Enhanced Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter (Geliştirilmiş Evrensel Senkron Asenkron Alıcı Verici)
I/O	Input/Output (Giriş/Çıkış)
LED	Light Emitting Diode (Işık Yayan Diyot)
MSSP	Main Synchronous Serial Port (Ana Senkron Seri Port)
PIC	Peripheral Interface Controller (Çevresel Arabirim Denetleyicisi)
PL	Photoluminescence (Fotoluminesans)
PLL	Phase Locked Loop (Faz Kilitlemeli Döngü)
RAM	Random Access Memory (Rasgele Erişimli Bellek)
RISC	Reduced Instruction Set Computer (Komut Seti Azaltılmış Bilgisayar)
RPM	Revolutions Per Minute (Dakikadaki devir sayısı)
SIE	Serial Interface Engine (Seri Arabirim Motoru)
SPI	Serial Peripheral Interface (Seri Çevresel Arabirim)
TTL	Transistor-Transistor Logic (Transistör-Transistör Mantık)
USART	Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter (Evrensel Senkron Asenkron Alıcı Verici)
USB	Universal Serial Bus (Evrensel Seri Yol)

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1.1 Floresans olayı.....	4
Şekil 2.1.2 Fosforesans olayı.....	4
Şekil 2.1.3 Çeşitli fotolüminesans biçimleri.....	5
Şekil 2.2.1 En az donanımlı fotolüminesans ölçüm düzeneği.....	7
Şekil 2.3.1 Bilgisayar destekli fotolüminesans ölçüm sistemi blok şeması.....	8
Şekil 2.3.2 Optik kıyıcı ile tek hüzmeye ışık ölçümü.....	10
Şekil 2.3.3 Fotoçoklayıcı tüp prensip şeması.....	11
Şekil 2.3.4 Kilitlemeli yükselteç blok şeması.....	12
Şekil 2.3.5 (a) Cornu ve (b) Littrow türü prizmalarda dalga boyu seçimi ($\lambda_1 > \lambda_2 > \lambda_3$)....	13
Şekil 2.3.6 Kırınım ağı bir monokromatörün temel kısımları.....	14
Şekil 2.3.7 Yansıtılmalı bir kırınım ağına monokromatik (a)ışığın gelmesi ve (b)yansıması.	14
Şekil 2.3.8 Czerny-Turner tipi monokromatörde ışığın kırınımı.....	15
Şekil 2.3.9 Fotolüminesans ölçüm sisteminde kullanılan Czerny-Turner tip monokromatör.....	16
Şekil 3.3.1 Açık çevrim kontrol düzeni.....	18
Şekil 3.3.2 Motorun hız profili ve konum zaman eğrisi.....	19
Şekil 3.3.3 Dişliler arasında histerisiz oluşumu.....	22
Şekil 3.4.1 Kontrol kartı blok şeması.....	23
Şekil 3.4.2 Max 232 RS232 seviye çeviricinin tasarıma bağlantısı.....	24
Şekil 3.4.3 Mikrodenetleyici tuş takımı bağlantısı.....	24
Şekil 3.4.4 Mikrodenetleyici ile 7 segmentli 3 göstergenin sürümü.....	25
Şekil 3.4.5 ULN 2803A Bacak bağlantıları.....	26
Şekil 3.4.6 Herbir darlington çiftinin şeması.....	26
Şekil 3.4.7 Mikrodenetleyici adım motor sürücü bağlantısı.....	27
Şekil 3.4.8 Adım motorun monokromatör üzerine monte edilmesi.....	28
Şekil 3.4.9 PIC18F4550 bacak yapısı.....	30
Şekil 3.5.1 Mikrodenetleyici programlama kartı açık şeması	31
Şekil 3.5.2 Winpic pic programlama yazılımı.....	32
Şekil 3.5.3 Hız–Dalga boyu ilişkisi.....	34

Şekil 3.5.4 İlk çalışmada gelen ekran.....	35
Şekil 3.5.5 Parametre değiştirme ekranı.....	36
Şekil 4.1 Dalgaboyu-Adım motor hızı grafiği (Faktör = 2).....	38
Şekil 4.2 Dalgaboyu-Adım motor hızı grafiği (Faktör = 3).....	38
Şekil 4.3 Dalgaboyu-Adım motor hızı grafiği (Faktör = 4).....	39
Şekil 4.4 Dalgaboyu-Adım motor hızı grafiği (Faktör = 5).....	39
Şekil 4.5 Dalgaboyu-Adım motor hızı grafiği (Faktör = 6).....	40

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.4.1 ULN2803A özellikleri.....	25
Çizelge 3.4.2 Adım motor özellikleri.....	27
Çizelge 3.4.3 PIC 18F4550 Mikrodenetleyici teknik özellikleri.....	29
Çizelge 3.5.1 Değişken-Parametre ilişkisi.....	33
Çizelge 4.1 Değişken-Parametre ilişkisi.....	37
Çizelge 4.2 Hızlanma faktörü-Tarama süresi ilişkisi.....	40

1. GİRİŞ

Elektronik teknolojisi yarıiletken transistörün, optoelektronik teknolojisi ise yarıiletken lazerin keşfiyle büyük bir ivmelenme göstermiştir. Günümüzde medikalden eğlenceye, askeri kullanımdan haberleşmeye kadar hayatımıza yarıiletken uygulamalarının girmediği alan neredeyse yok gibidir.

Yarıiletken malzemelerin tasarımı; Kullanılan bileşenlerin tamamıyla saf olarak elde edilememesi, band aralıklarının katkılamayla değişiklik göstermesi, sıcaklığa bağlı karakteristik değişiklik göstermeleri gibi birçok zorluklar içermektedir.

Malzemenin optik alanda kullanımını belirleyen özellikler, yarıiletken devre tasarım aşamasında iken çeşitli test yöntemleriyle belirlenebilmektedir. Bu yöntemlerden biriside fotolüminesans ölçümüdür.

Temelde fotolüminesans, malzemenin bir ışık kaynağı yardımıyla uyarılarak ışıma yaptığı tahripsiz (non-destructive) bir süreçtir. Bu süreç bize malzemenin bant aralığının tespiti, safsızlık ve kusur seviyelerinin bulunması, rekombinasyon mekanizması, materyal kalitesi gibi, birçok konuda bilgi sağlar.

Fotolüminesans ölçümü için birtakım düzeneklere ihtiyaç vardır. Bu düzenekler: uyarım kaynağı, monokromatör, foton algılayıcı ve bir yükselteç içermelidir. Şüphesiz böyle bir düzeneğin bilgisayar destekli olmaması ölçümleri ve sonuçların yorumlanmasını çok zorlaştıracaktır. Bunun için fotolüminesans ölçüm düzeneklerinin günümüzde bilgisayar kontrollü olmaması düşünülemez.

Fotolüminesans ölçüm düzeneğinde uyarma sonunda çıkan ışığın dalga boyunu ölçmede en önemli parça spektrometre olarak kullanılan monokromatördür. Monokromatörün bilgisayar kontrollü olmaması ise ölçüm sürecini zorlaştıracak ve hataları artıracaktır.

Bu çalışmanın kuramsal temeller bölümünde fotolüminesans olayı ve ölçüm sisteminin bileşenlerinden bahsedilmiş, materyal ve yöntem bölümünde monokromatör kontrolüne niçin ihtiyaç duyulduğu ve hangi parametrelerin kullanıldığı izah edilmiştir.

Araştırma bulguları bölümünde, mekanik monokromatörün istenilen dalga boyuna gerektiğinde kendi üzerinden, gerektiğinde ise bilgisayar üzerinden yönlendirilebileceği özgün gömülü yazılım (firmware) ve donanım (hardware) içeren bir devre tasarımının nasıl yapıldığı, sonuçlar bölümünde ise elde edilen sonuçlar tartışılmıştır.

2. KURAMSAL TEMELLER

2.1 Fotolüminesans (Photoluminescence-PL)

Uygulanan harici bir enerji kaynağı, atomik ya da moleküler bir sistemin yüksek enerji seviyesine geçişine sebep olabilir. Düşük enerji seviyesine geri dönüş sırasında, sistem optik ışıma yapabilir. Bu tip “Termal Olmayan(nonthermal)” yayıcılar (radiators) genel olarak ışıldayan(luminescent) yayıcılar ve yayınlama işlemi LÜMİNESANS (LUMINESCENCE) olarak adlandırılır.

Işınım yayıcılar (luminescent radiators) uyarım enerjisi kaynağına göre sınıflandırılırlar. Bu sınıflar :

Katodlüminesans: Hızlandırılmış elektronlar ile oluşturulur. Örnek : CRT tüpler.

Fotolüminesans: Fotonlar tarafından oluşturulur.

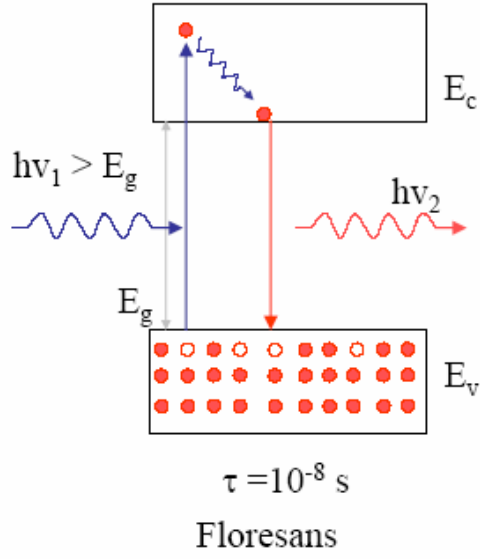
Kemolüminesans: Kimyasal reaksiyon sonucunda oluşur. Fosforun havada oksitlenmesinden dolayı ışıma yapması kemolüminesansa , ateş böceklerinin ışık yayması kemolüminesansın bir türü olan biyolüminesansa birer örnektir.

Elektrolüminesans: Elektrik alanı uygulanarak elde edilir. Yarıiletken Lazer ve LED de olduğu gibi.

Sonolüminesans: Ses dalgaları tarafından oluşturulan enerji ile elde edilir. Kuvvetli bir ultrasonik ışın demeti altında suyun yaydığı ışık buna örnek olarak verilebilir (Saleh ve Teich 1991).

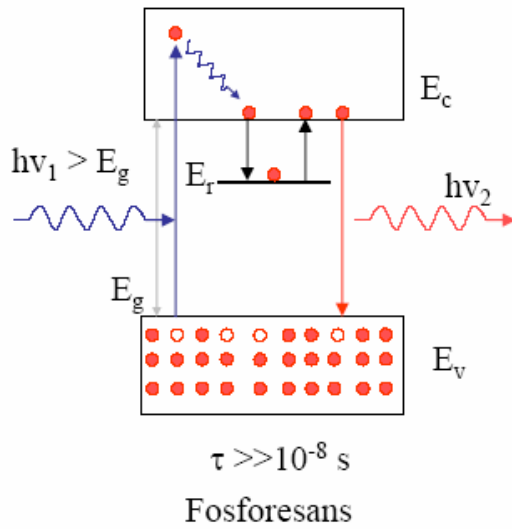
Radyolüminesans: Radyoaktif parçalanma ürünleri olan α , β parçacıkları ve γ ışınları ve aynı zamanda kozmik radyasyonun tesiri ile oluşan ışımalardır.

Floresans olayında uyarılmış sistem kendiliğinden taban durumuna döner. Bu $\tau \sim 10^{-5}$ 10^{-8} sn gibi bir zamanda gerçekleşir. Bu olayda uyarıcı ışık ortadan kalkarsa, maddenin ışık yayması devam etmez.



Şekil 2.1.1 Floresans olayı

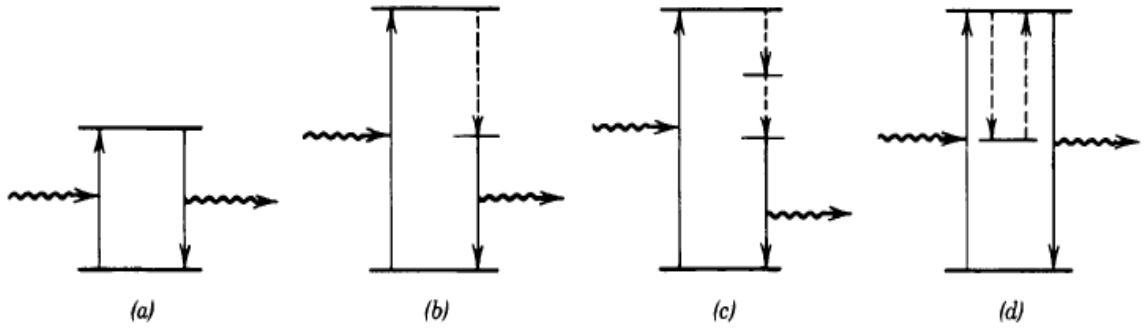
Fosforesans olayı lüminesansı meydana getiren etkinin ortadan kalkmasından sonra maddenin bir süre daha ısı yaymaya devam etmesi durumudur. Bunun sebebi fosforesant maddelerde kristal örgüde bulunan tuzaklarda kaynaklanan ışımalı geçiş oranının uyarılmış seviye yarı ömrünün uzaması ile lüminesans sürecinin uzamasıdır (Bilir 2006).



Şekil 2.1.2 Fosforesans olayı

Fotoluminesans: Sistemin yüksek bir enerji seviyesine bir foton soğurarak uyarılması ve daha sonra kendiliğinden bir foton yayımlayarak düşük enerji seviyesine dönüş süreci fotoluminesans olarak adlandırılır.

Fotoluminesansa sebep olan birkaç çeşit enerji geçişi aşağıda gösterilmiştir.



Şekil 2.1.3 Çeşitli fotoluminesans biçimleri

Şekillerin solundaki yatay oklar fotonla uyarılmayı ve solundakiler ise fotoluminesansla foton yaymayı göstermektedir. Kesik çizgilerle (b), (c) gösterilen ışımasız ara geçişler olduğu gibi, kendisini takip eden yukarı çıkışlar olan ara seviyelere ışımasız geçişlerde olabilir (d) .

Fotoluminesans, basit inorganik molekülleri (örn. N_2 , CO_2 , Hg), asal gazları, inorganik kristalleri (örn. elmas, yakut, çinko sülfür) içeren birçok materyalde meydana gelebilir. Bir yarıiletkende foton uyarımı ile luminesans özellik gösteren malzeme olarak davranabilir (Saleh ve Teich 1991).

2.2 Fotoluminesans Spektroskopisi (PL Spectroscopy)

Fotoluminesans spektroskopisi ışık emisyon ölçümü ve ardından materyalin elektronik yapısını araştırmak için kullanılan temassız ve tahripsiz bir methodur. Fotoluminesansın yoğunluğu ve tayfsal içeriği materyalin öneme haiz çeşitli özelliklerinin direkt ölçümüdür. Foto-uyarım elektronların materyalin içinde izin verilen uyarılmış duruma taşınmasına sebep olur. Bu elektronlar kendi denge durumlarına dönerken geçiş enerjisi; Işık yayma yada örgü atomlarına termal enerji aktarımı (ışımasız-geçiş) şeklinde açığa

çıkar. Yayınlanan ışığın, lüminesansın, enerjisi, elektronun uyarılmış ve denge durumları arasındaki iki hâlinin enerji farkı ile ilişkilidir. Yayınlanan ışığın miktarı, ışıma sürecin bağlı katkısıyla ilişkilidir.

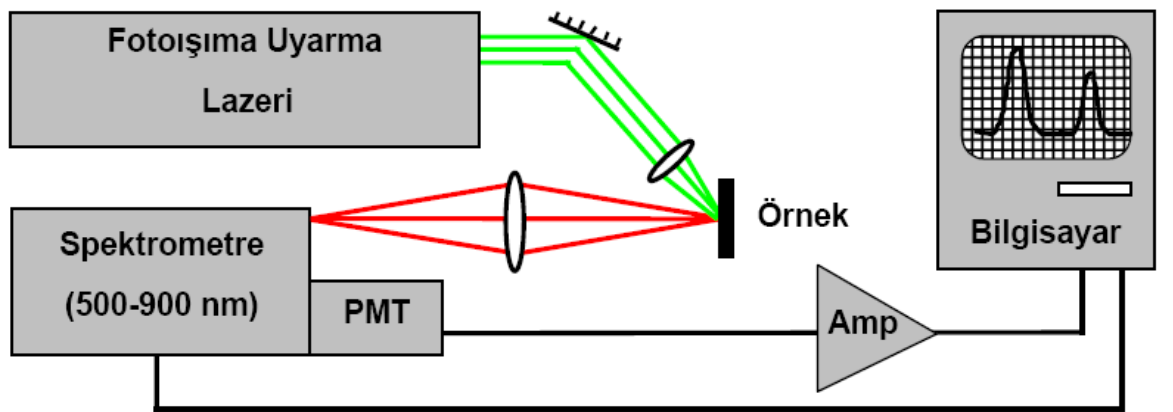
2.2.1 Fotolüminesans Spektroskopisinin Uygulamaları

- **Bant Aralığının Tespiti:** Yarıiletkenlerdeki en müşterek ışımsal geçiş, iletim (conduction) ve değerlik (valance) bantları arasında ve band aralığı olarak bilinen enerji seviyeleri arası geçiştir. Bant aralığının tespiti özellikle yeni yarıiletkenler ile çalışılırken çok faydalıdır.
- **Safsızlık Seviyesi ve Kusurların Bulunması:** Yarıiletkenlerdeki ışımsal geçişler lokal kusur seviyeleriyle de ilgilidirler. Bu seviyelerle bağlantılı lüminesansın enerjisi özel kusurların tespitinde ve lüminesansın miktarı bu kusurların yoğunlaşmalarının saptanmasında kullanılabilir.
- **Rekombinasyon Mekanizması :** Yukarıda bahsedildiği gibi, denge durumuna dönüş, aynı zamanda “rekombinasyon“ olarak bilinir ve ışımalı ve ışımasız geçiş sürecini ihtiva edebilir. Lüminesansın miktarı, foto-uyarıma ve sıcaklığa bağlılığı etkin rekombinasyon süreciyle direkt ilişkilidirler. Lüminesansın analizi rekombinasyon mekanizmasının altında yatan fiziği anlamamıza yardımcı olur.
- **Materyal Kalitesi:** Genelde ışımasız geçiş süreci, varlığı materyalin kalitesine dolayısıyla cihaz performansına zarar veren lokal kusur seviyesiyle bağlantılıdır. Buradan materyal kalitesi ışımsal rekombinasyon miktarı belirlenerek ölçülebilir (Serincan 2004).

İşıma birçok açıdan soğurulmanın tersiyse de, arada iki önemli fark vardır. Bu farklardan biri, rekombinasyonun, denge durumlarındaki enerjilerinden daha yüksek enerjili elektronlar gerektiren, denge dışı bir süreç olmasıdır. Bu nedenle pompa kaynağı olarak lazerler kullanılmaktadır. İkinci fark, soğurulmada enerji farkları

korunum yasasına uyan bütün elektronik seviyeler yer aldığı için, soğurulma tayfı çok geniştir. Işıma ise, yeniden birleşen elektron-boşluk çiftlerinin iyi tanımlanmış enerji seviyeleri arasında olduğu için, dar bir tayf verir. Bu da fotolüminesans spektroskopisinin neden soğurma spektroskopisinden daha iyi bir araç olduğunu açıklar. Lüminesansın keskin tepecikleri yasak bant aralığı ve katkı elementleri enerjileri için çok doğru değerler verir (Serpengüzel 2003).

Oda sıcaklığında çalışan ve en az cihaz gereksinimli fotolüminesans düzeneği bir optik pompa lazeri, spektrofotometre (yada monokromator), evre kilitli yükseltici (Lock-in Amplifikatör), fotoçoklayıcı (PMT) ve sayısal osiloskoptan oluşur. Toplanan foto ışıma sinyali spektrometrenin giriş yarığına odaklanır, ve spektrometrenin çıkış yarığından da duyarlı bir fotoçoklayıcı tüpe gönderilir. Evre kilitli yükseltici, lazer darbesiyle eşzamanlı olarak süzgeçleme ve elektronik kazanç olanağı sağlar. Sayısal osiloskop PMT sinyalinin izlenmesini ve düzeneğin optimizasyonunda kullanılır. Tüm ölçüm ve test araçları bilgisayar denetimli ve sayısal veri toplama düzeneğiyle donanmıştır. Oda sıcaklığındaki (300 K) ölçümler için örnekler tutucuya bağlanır. Düşük sıcaklık ölçümleri için örnekler kapalı devre bir soğutucu düzeneğine ayrıca ihtiyaç duyulur. En az donanımlı Fotolüminesans ölçüm düzeneği şekilde gösterilmiştir (Serpengüzel 2003).



Şekil 2.2.1 En az donanımlı Fotolüminesans ölçüm düzeneği

2.3 Bilgisayar Destekli Fotolüminesans Ölçüm Sistemi

optik filtreden geçirilip, daha sonra monokromatörün giriş yarığı üzerine düşürülmektedir. Monokromatör tasarlanan kontrol devresi ve adım motor yardımıyla sadece istenilen dalgaboyundaki ışığı geçirip fotoçoklayıcı dedektör üzerine düşürmektedir. Dedektörün çıkışındaki elektriksel sinyal optik kıyıcı kontrol ünitesinden sağlanan referans sinyalle birlikte kilitlemeli yükselteçte ölçülerek ölçüm bilgisayara aktarılmaktadır.

2.3.1 Lazer

Sistemde numuneyi uyarmak için mevcut olan ;

- 325 nm de 40mW ve 100 mW çıkış gücünde Omnichoreme Lazer,
- 402 nm de 20mW çıkış gücünde New Focus Lazer,
- 532 nm de 20mW çıkış gücünde New Focus Lazer,

marka üç adet lazerden birisi uyarıcı kaynak olarak kullanılmaktadır. İstenildiğinde farklı lazerler de sisteme takılabilmektedir.

2.3.2 Optik band geçiren filtre

Lazer kaynakların kullanımları sonucu oluşan farklı yan ışımaya çizgilerini bloke etmek için

- 325 nm
- 402 nm
- 442 nm
- 532 nm

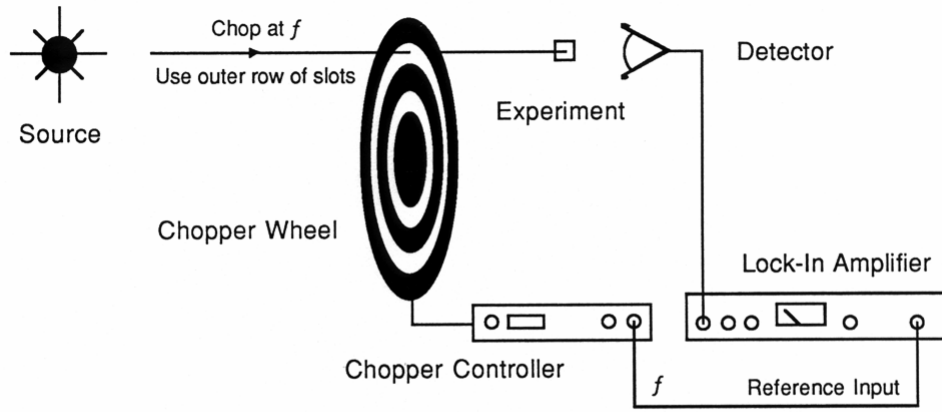
dalga boylarında optik band geçiren filtreler (Notch Filtre) kullanılmaktadır.

2.3.3 Optik güç metre ve sensor

Numunenin üzerine düşen güç, nötral yoğunluk filitresi yardımıyla %0-%100 şiddet ayarı yapılarak, Molelectron marka bir optik güçmetre ile ölçülmektedir.

2.3.4 Optik modölatör-kıyıcı (optical chopper)

Fotolüminesans ölçüm sisteminde, lazer kaynaktan çıkan ışığı modüle etmek ve bu modüle edilen uyarım ışığına göre kilitlemeli yükseltece (Lock-in Amplifier) referans sinyali sağlamak üzere Stanford Research System marka 4 Hz -3.7 kHz aralığında ayarlanabilen bir optik kıyıcı kullanılmıştır. Şekilde optik kıyıcı ile tek hüzmeli (sistemde kullanılan) ışık ölçüm yöntemi gösterilmiştir.



Chopper' la tek hüzmeli ışık ölçümü.

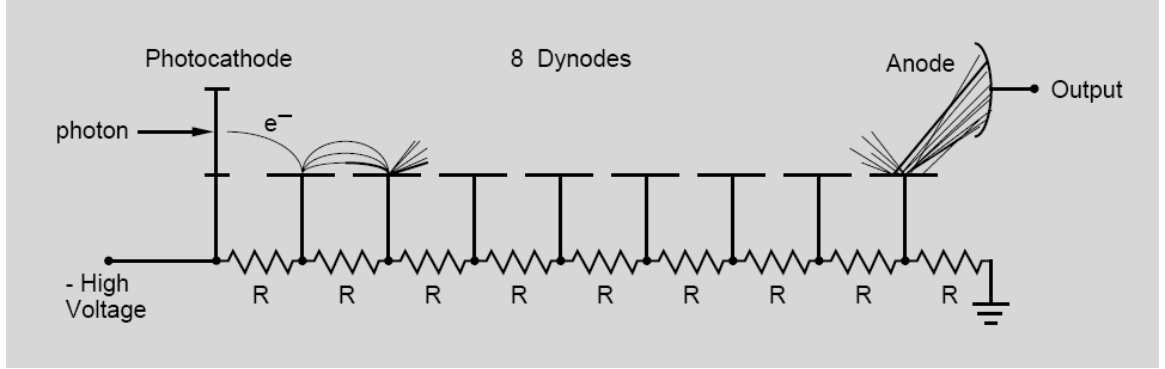
Şekil 2.3.2 Optik kıyıcı ile tek hüzmeli ölçümü (Stanford Research System Inc. 1997)

2.3.5 Kroystat

Fotolüminesans ölçümü yapılmak istenen numunenin istenilen sabit sıcaklıkta tutulmasını sağlamak üzere kullanılır. Sistemde ARS marka 4-350 K aralığında ayarlanabilen kapalı devre helyum kryoostat bilgisayar kontrollü Lakeshore 331 model sıcaklık kontrol ünitesiyle birlikte numune sıcaklığını ayarlamak üzere kullanılmaktadır.

2.3.6 Fotoçoklayıcı tüp

Fotoçoklayıcı tüpler yüksek kazançlı düşük gürültülü ışık dedektörleridir. Hassasiyetleri tasarım ve kullanılan malzemeye bağlılık göstermekle birlikte çoğunlukla çalışma dalga boylarında tek bir fotonu bile algılayabilmektedirler.



Şekil 2.3.3 Fotoçoklayıcı tüp prensip şeması (Hamamatsu 1999)

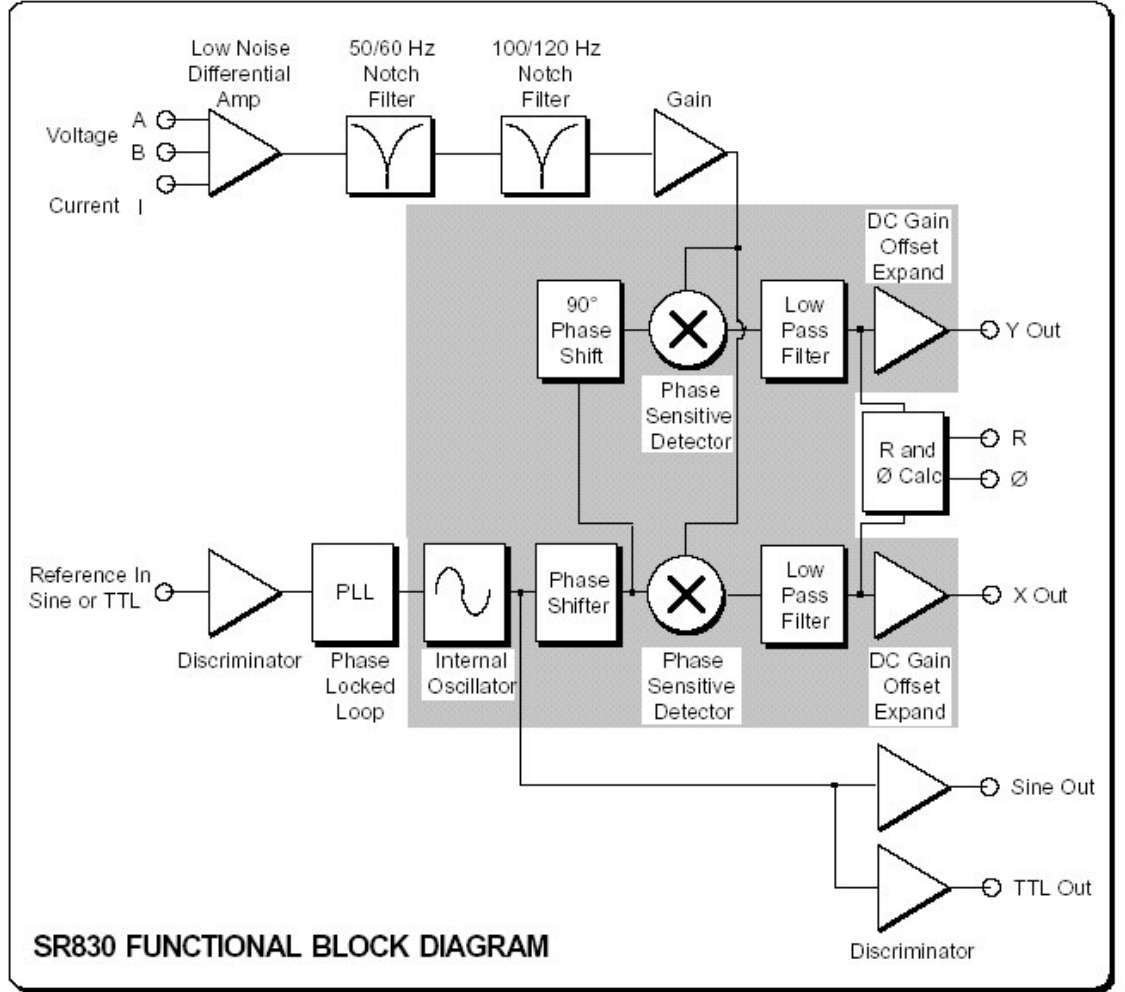
Fotoçoklayıcıların birincil katoduna çarpan foton buradan bir elektron koparır ve bu elektron aralarında 100-400 V potansiyel fark bulunan bir sonraki dynoda doğru hızlandırılırlar. Herbir dynodda 4-5 elektron kazanç elde edilir. Tipik olarak 8-14 dynodlu bir sistemin kazancı 10^6 - 10^7 civarındadır. Bu sayede numuneden çıkan fotolüminesans monokromatörün çıkış yarığına yerleştirilen foto çoklayıcı tüple ölçülebilecek düzeyde bir akım oluşturur. Sistemde, 180 -900 nm dalgaboyu aralığında çalışan, -1500V katod beslemeli, GaAs foto katodlu Hamamatsu marka foto çoklayıcı tüp fotolüminesans dedektörü olarak kullanılmaktadır.

2.3.7 Kilitlemeli yükselteç

Kilitlemeli yükselteçler birkaç nanovolt seviyesine kadar çok küçük AC sinyalleri algılamak ve ölçmek için kullanılırlar. Bu küçük sinyaller kendisinden binlerce kez büyük gürültü kaynakları tarafından belirsizleştirildiğinde bile doğru ölçümler yapmak mümkündür. Kilitlemeli yükselteçler özel bir referans sinyali ve aynı fazdaki sinyal bileşenini ayıklamak için faz duyarlı dedektör, (phase-sensitive dedection) kullanırlar. Referans frekansının dışında diğer frekanslardaki sinyaller gürültü sinyali olarak kabul eldir ve sistemin kazancı bu sinyaller için çok düşüktür.

Burada kilitlemeli yükselteç ihtiyaç duyduğu referans sinyalini daha önce lazer uyarım kaynağını modüle etmekte kullanılan optik kıyıcının kontrol ünitesinden alır. Fotolüminesansın modülasyonu da uyarım ışığıyla aynı olacağından kilitlemeli

yükselteçle numuneden gelen doğru değerler ölçülmüş olacaktır. Şekil 2.3.4 de sistemde kullanılan Stanford Research System (SRS) Model 830 marka kilitlemeli yükseltece ait blok şema görülmektedir.

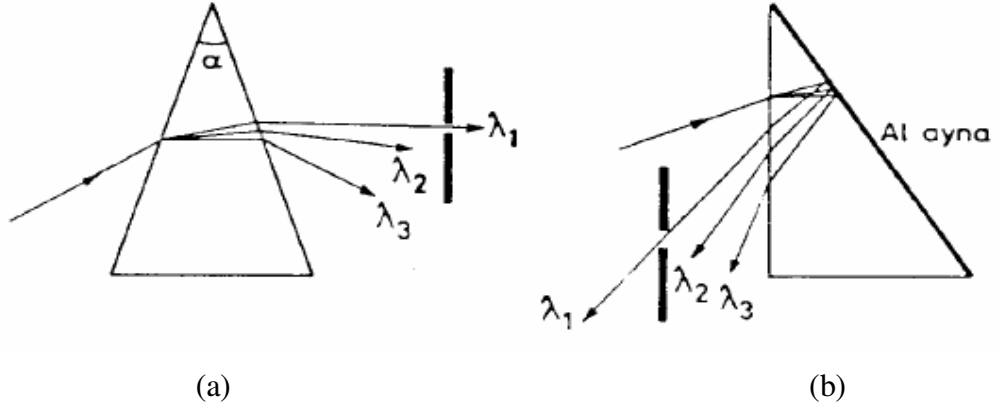


Şekil 2.3.4 Kilitlemeli yükselteç blok şeması (Standfort Research System Inc. 1993)

2.3.8 Monokromator

Polikromatik (birden fazla dalgaboyuna sahip) ışıktan; monokromatik (tek dalga boyulu) ışık elde edilmesini gerçekleştiren düzeneğe *monokromatör* adı verilir.

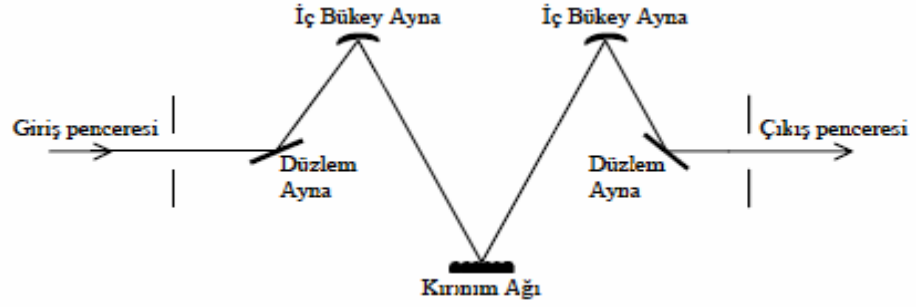
Monokromatör olarak prizmalar veya kırınım ağı -optik ağ- adını alan parçalar kullanılır. Şekil 2.3.5 de, Cornu ve Littrow türü prizmalarda, polikromatik ışıktan monokromatik ışığın elde edilişi görülmektedir.



Şekil 2.3.5 (a) Cornu ve (b) Littrow türü prizmalarda dalga boyu seçimi ($\lambda_1 > \lambda_2 > \lambda_3$)

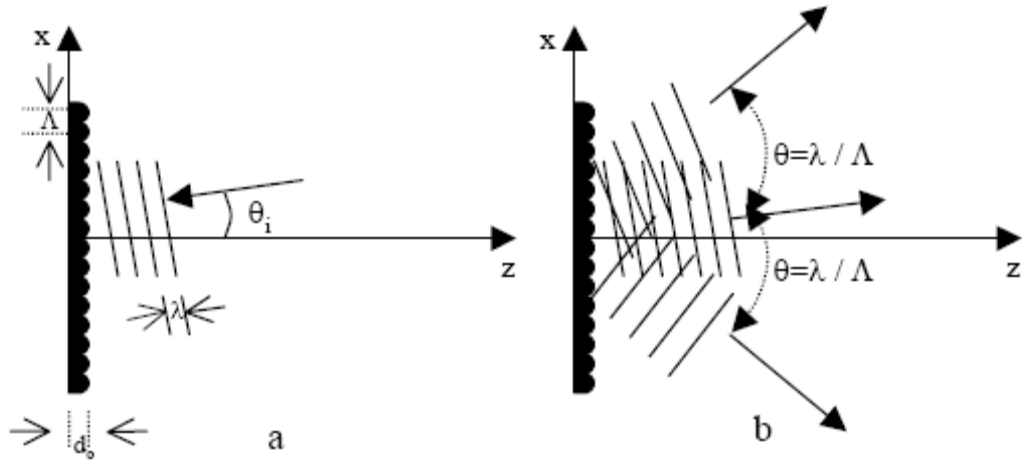
Prizmalarda dalga boyunun seçilmesi, farklı dalga boylarındaki ışığın prizmaya girişte ve çıkışta farklı miktarlarda kırılması ilkesine dayanır. Prizma ışık kaynağına göre döndürülerek çeşitli dalga boyu değerlerine sahip ışığın bir aralıktan geçerek madde ile etkileşmesi sağlanır. Cornu tipi prizmalarda, prizma içinde kırılmaya uğrayan ışık, prizmanın öteki yüzünden çıkarak dalga boylarına dağılır. Littrow prizmasında ise prizmanın bir yüzü Al ayna ile kaplıdır ve prizmaya giren ışık, aynı yüzden ve çeşitli dalga boylarına ayrılarak prizmayı terkeder.

Bir monokromatör temel olarak dört ana kısımdan oluşur. Bu kısımlar sırasıyla, giriş penceresi, aynalar, kırınım ağı (optik ağ) ve çıkış penceresidir. Monokromatöre gelen ışınlar giriş penceresinden geçerek aynalar ile kırınım ağı üzerine düşürülür. Kırınım ağı ışınları dalga boylarına ayırır. Dalga boylarına ayrılan ışınlar aynalar ile çıkış penceresine odaklandırılır.



Şekil 2.3.6 Kırınım ağı bir monokromatörün temel kısımları

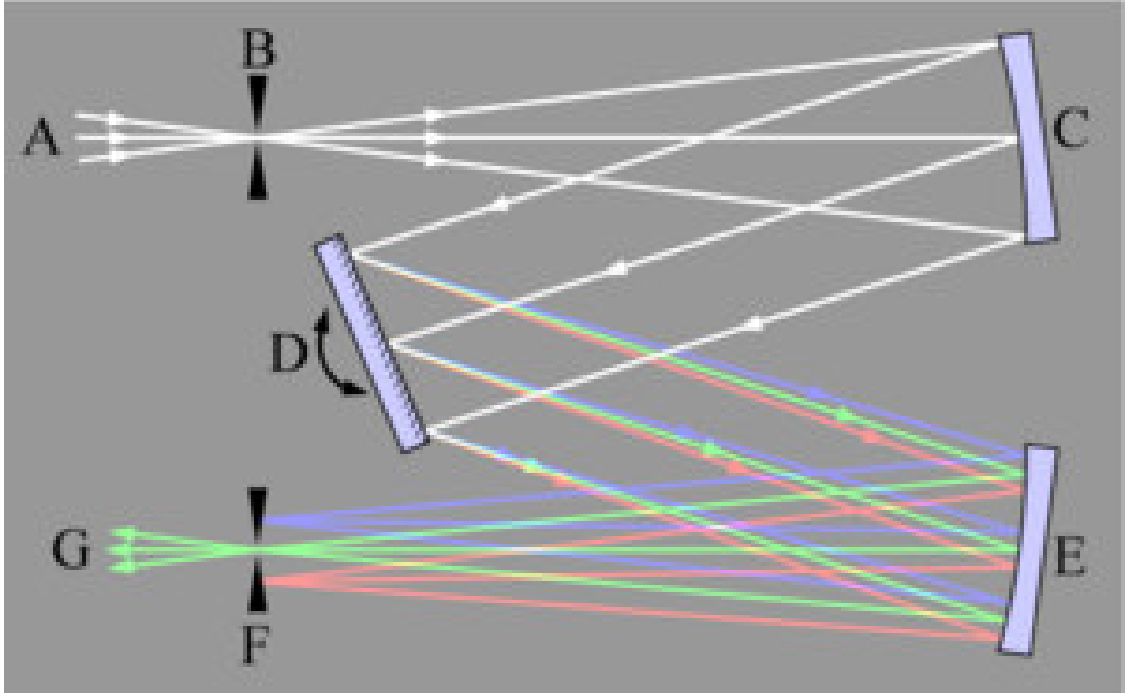
Kırınım ağları gelen dalganın genlik ve fazını değiştirebilen optik parçalardır. Kırınım ağları genel olarak iki sınıfa ayrılabilir. Birinci sınıf geçirgen kırınım ağlardır. İkinci sınıf ise yansıtıcı kırınım ağlarıdır. Geçirgen kırınım ağları isminden de anlaşılacağı gibi ışığı geçirmesi için üzerine çok küçük mertebelerde yarıklar açılan kırınım ağlarıdır. Yansıtıcı kırınım ağları ise çentikleme denilen işlem ile üzerine çok küçük mertebelerde oyuklar açılarak gelen ışığı bu oyuklardan yansıtan kırınım ağlarıdır. (Saleh ve Teich 1991)



Şekil 2.3.7 Yansıtıcı bir kırınım ağına monokromatik (a) ışığın gelmesi ve (b) yansıması

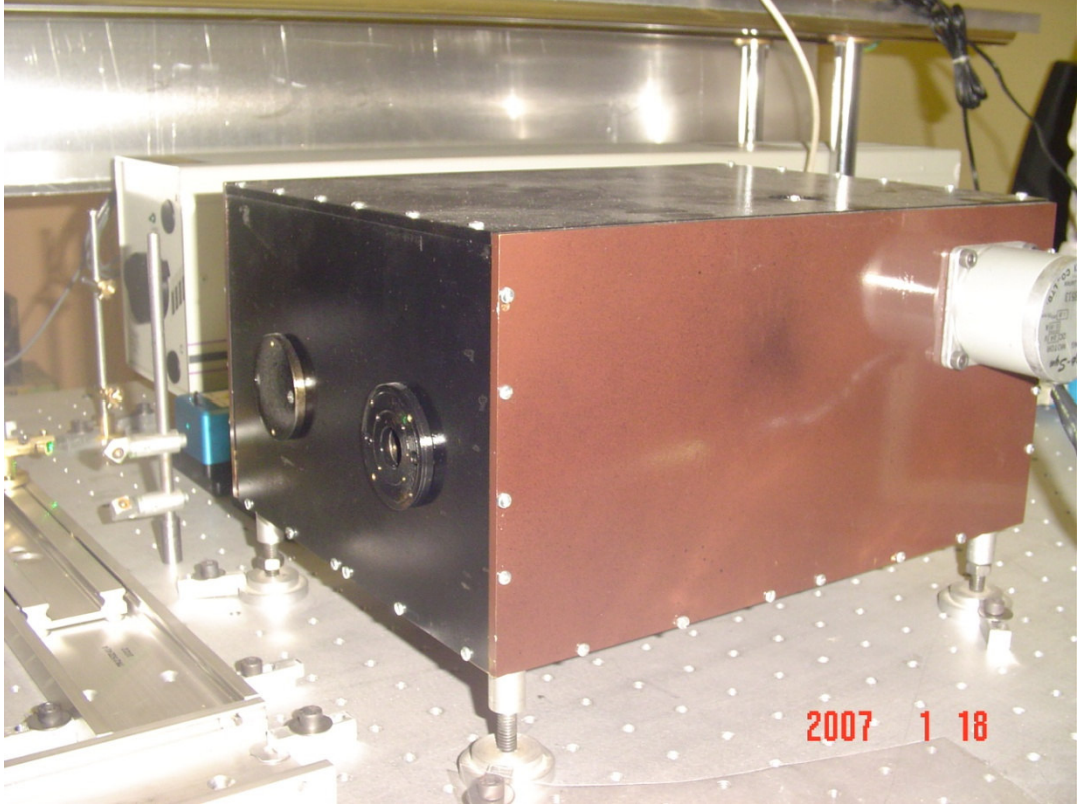
2.3.9 Czerny-Turner tipi monokromator

Monokromator genel tasarım tiplerinden biriside Czerny-Turner tip tasarımıdır. Bu tip tasarımda sabit giriş ve çıkış yarıkları, sabit odaklama aynaları ve dönebilen kırınım ağı bulunur. Kırınım ağı döndükçe çıkış yarığına farklı bir dalgaboyu odaklanacaktır.



Şekil 2.3.8 Czerny-Turner tipi monokromatörde ışığın kırınımı

Czerny-Turner tip monokromatörde A polikromatik ışık, B giriş yarığından geçip C odaklama aynası ile D kırınım ağı üzerine düşürülür. Buradan kırınıma uğrayan ışık E odaklama aynası ile F çıkış yarığından geçerek dışarıya sadece monokromatik G ışığı çıkar.



Şekil 2.3.9 Fotolüminesans ölçüm sisteminde kullanılan Czerny-Turner tip monokromatör

Sistemde kullanılan 200–850 nm dalgaboyu aralığında çalışan ve adım motor ve mikrogenetleyici ile kontrolü gerçekleştirilen Czerny-Turner tipi monokromatör şekil 2.3.9’da gösterilmiştir.

2.3.10 Adım (step) motor

Hareketsiz sargı uçlarına belirli sırayla gerilim uygulanarak ve kutupları değiştirerek adım-adım ilerleyen motor türüdür. Sistemde basamak motor monokromatörün optik kırınım ağını döndürerek istediğimiz dalgaboyunun çıkış penceresi üzerinden detektöre yönlendirilmesinde kullanılacaktır.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1 Neden Monokromatör Kontrolü ?

Bilgisayar destekli fotolüminesans ölçüm düzeneğinde kullanılan monokromatör dışındaki gerekli tüm bileşenler bilgisayar kontrollüdürler. Sistemde kullanılan Czerny-Turner tipi monokromator tasarım itibariyle mekanik kontrollüdür. Bu da monokromatörün bilgisayarla haberleşerek fotolüminesans ölçüm sisteminin tam olarak bilgisayar destekli olmasına engel olmaktadır. Bu çalışma ile, bir adım motor ve mikrodnetleyici kullanarak monokromatörün de bilgisayarla haberleşmesinin sağlanmasıyla, tam otomatik olarak çalışabilen bir fotolüminesans sisteminin gerçekleşmesi sağlanmıştır.

3.2 Adım Motor Kullanma Gerekçeleri

Adım motorlarında veriler sayısal olarak ele alınmaktadır. Sayısal tüm devreler hem ucuz olmakta hem de çıkış hareketinin sayısal olması istenmesi halinde bu motorlar ideal bir çözüm olarak görülmektedir. Avantajları arasında aşağıdakiler sayılabilir.

- Ucuz mikroişlemciler sayesinde kontrol ve işlem rahatlıkla otomatize edilebilir.
- Adım motorları basit konstrüksiyonları yüzünden kullanışlıdır.
- Daha güçlü, daha kullanışlı ve aynı zamanda ucuz katı hal güç düzenleri kullanılması bu motorlarının kullanım alanlarını bir hayli arttırmıştır.
- Lineer güç kuvvetlendiricisi adım motorları için gerekmez .
- Geri beslemesiz olarak da çalıştırılabilirler.
- Sayısal kontrol verilerine doğrudan cevap verirler.
- Çok geniş bir hız aralığında çalışabilirler.
- Problemsiz ve hızlı olarak devreye giriş çıkış özellikleri vardır.

Bu yüzden adım motorları ideal hareket edebilen kontrol cihazlarından (Apaydın 2006).

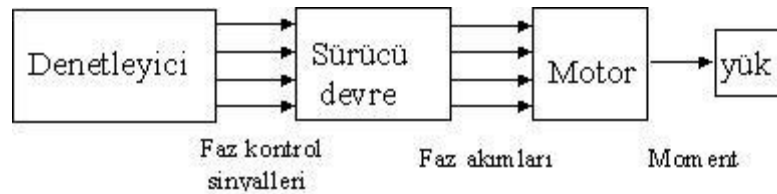
Sistemde kullanılan, Czerny-Turner tipi monokromator elektriksel geri beslemeye uygun yapıda değildir. Bu yüzden, yukarıda sayılan gerekçelerle monokromatörün kontrolü için en uygun motor olan adım motor seçilmiştir.

3.3 Adım Motor İle Monokromatör Kontrol Parametreleri

Monokromatörün yapısının kapalı çevrim kontrole müsaadesiz olmasından adım motorun kontrolü açık çevrim kontrol düzeni ile yapılacaktır.

Açık çevrim kontrol düzenleri: Bir açık çevrim kontrol düzeneğinde rotor konumundan, adım motoru kontrol devresine hiçbir geri besleme gelmez. Bu nedenle motor çalışırken verilen tüm komutlara tam uyum sağlaması gerekmektedir. Eğer verilen sinyallerdeki darbeler hızlı olursa motor istenen yeni konuma geçmeye fırsat bulamaz ve dolayısıyla kontrol devresi tarafından belirlenen konumla gerçekte geline konum arasında bir fark meydana gelir. Bu fark, hata olarak karşımıza çıkar. Maksimum düzeyde açık çevrim performansını elde etmek için, motora uygulanması gereken faz kontrol işaretlerinin frekansı ve yük parametreleri zamana göre değişmiyorsa, kolaylıkla tespit edilebilirler. Fakat gerçek uygulamalarda yük genellikle zamana göre değişen bir seyir izlemektedir. Bu yüzden uygulamalarda kullanılan frekans en kötü koşullara adapte olacak şekilde ayarlanır.

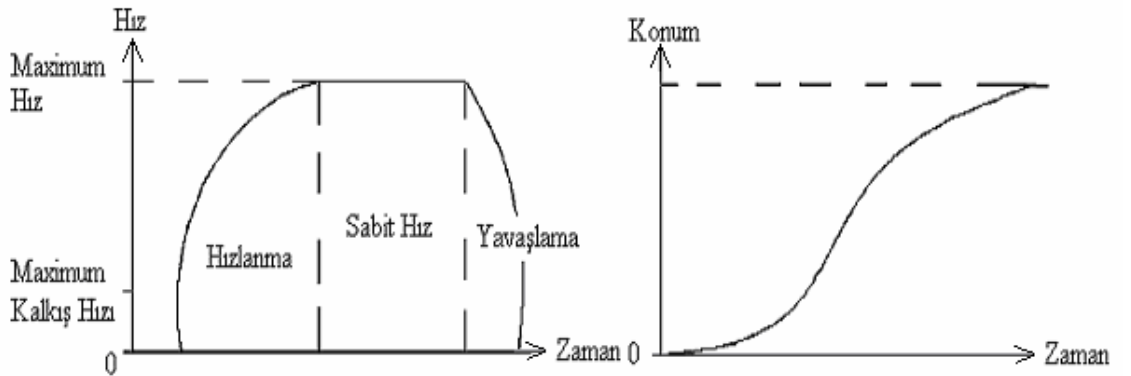
Açık çevrim kontrol sistemlerinin en basit şekli yük istenilen konuma gelene kadar adım motoruna sabit hızda darbeler uygulamaktır. Bu amaçla kullanılacak düzenek şekildedir.



Şekil 3.3.1 Açık çevrim kontrol düzeni.

Denetleyici tasarlanırken motorun cinsi ve yükün durumu göz önünde bulundurulmalıdır. Bu sırada meydana gelen sınırlamalar kalıcı veya geçici durum sınırlamaları olabilir. Açık döngülü denetimde motorun konumu bilinmediğinden dolayı motorun gönderilen bütün adım komutlarını yerine getirdiği varsayılmaktadır. Eğer uyarım hızı çok yüksek ise, motor adım komutlarından bir kısmını yerine getiremeyebilir. Bu durumda kalıcı bir hata meydana gelir. Bu tür hataların meydana gelmemesi için motor yükünün en büyük olduğu durum göz önüne alınarak hata yapılmayan en yüksek hız belirlenip, bu hızın üzerindeki hızlarda uyarım yapılmamalıdır.

Bir adım motorunun kalkışta maksimum hız değeri genellikle sürekli rejimde maksimum hız değerinin altındadır. Bu nedenle, yükü belli bir konuma getirebilmek için harcanacak zaman başlangıçtan itibaren motor hızının sürekli rejimde maksimum hıza çıkana kadar arttırarak, harekete bu maksimum hızla devam edip hedeflenen konuma yaklaşıldığında adım motorunun hedefte durmasını sağlayabilmek için maksimum durma hızına düşürülerek azaltılabilir. Adımlama hızının zamana göre değişimini veren eğrilere, hız profili adı verilir. Şekil 3.3.2 de görüldüğü gibi yavaşlama hızlanmadan daha çabuk olmaktadır. Bunda sistemdeki yük momentinin yavaşlatıcı etkisinin rolü büyüktür. Bir açık çevrim kontrol sisteminde optimum hız profilini üretmek için adım motoruna ait sürekli rejimdeki maksimum yük momenti eğrilerinden yararlanılır (Apaydın 2006).



Şekil 3.3.2 Motorun Hız Profili ve Konum Zaman Eğrisi

Adım motoru açık çevrim ile kontrol edileceğinden, yukarıda verilen bilgiler ışığında monokromatör kontrolü için aşağıdaki parametreler tespit edilmiştir.

3.3.1 Adım ve dalgaboyu ilişkisi

Adım motorun her bir adımına karşılık monokromatörün ilerleyeceği dalgaboyunun tanımlanmasıdır. Kullanılan motor 1.8° adım açısına sahiptir. Adım motorun her bir adımında monokromatör 1/12 nm lik değişim göstermektedir.

Motorun adım açısı = 1.8°

bir devirdeki adım sayısı = $360^\circ / \text{adım açısı}$ (3.1)

$360^\circ / 1.8^\circ = 200$ adım/devir (3.2)

adım başına dalgaboyu değişimi = 1/12 nm (3.3)

bir devirdeki dalgaboyu değişimi = $200 / (1 \text{ adım başına dalgaboyu değişimi})$
 $= 200 / 12 = 16.66$ nm (3.4)

3.3.2 Başlangıç adım aralığı (başlangıç motor hızı)

Mikrodenetleyici ile adım motoru kontrol edilirken, adım motorun hızı iki adım arasındaki bekleme süresi ile belirlenmektedir. Adım motorun durur konumdan kalkışı esnasında iki adımı arasındaki bekleme süresi, başlangıç devrini (rpm) yani başlangıç hızını belirler. Mikrodenetleyicide tanımlanan en yüksek aralık 65535 μs (mikro saniye) dir. Bu aralık kullanıldığında başlangıç için en düşük devir aşağıda bulunmuştur.

sn deki aralık = $65535 * 10^{-6} = 0.065535$ sn (3.5)

bir devirdeki aralık = $200 * 0.065535 = 13.107$ sn (3.6)

en düşük motor devri = $60 / 13.107 = 4.57$ rpm (3.7)

3.3.3 En kısa adım aralığı (en yüksek motor hızı)

Adım motorun en yüksek hızı ise iki adımı arasındaki en düşük bekleme süresi ile tespit edilebilir. Kullanılan adım motorun en yüksek hızı 360 rpm dir. Monokromatörün band

aralığı $850-200 = 650$ nm olarak bulunur. Bütün band tarandığında en yüksek hız $650 / 2 = 325$ nm sonra oluşmalıdır.

$$\text{max devir (hız)}=360 \text{ rpm} \quad (3.8)$$

$$\text{sn deki devir} = 360/60=6 \text{ devir} \quad (3.9)$$

$$\text{bir devir için geçen süre} = 1/6 \text{ sn} = 160 \text{ ms} \quad 1/\text{devir} \quad (3.10)$$

$$\begin{aligned} \text{bir adım için bekleme süresi}_{\min} &= 160 \text{ ms} / 200 \quad (3.2) \\ &= 0.8 \text{ ms} / \text{adım} = 800 \mu\text{s} / \text{adım} \quad (3.11) \end{aligned}$$

3.3.4 Hızlanma-yavaşlama adım aralığı

Başlangıç adım aralığından sonra, en yüksek hıza ulaşana kadar herbir nanometrelik dalgaboyu değişimi için adım aralığının kısalacağı ve daha sonra histerisiz farkına gelene kadar herbir nanometrelik değişim için artacağı, iki adım arasındaki adım motorun bekleme süresidir.

$$\begin{aligned} \text{değişim adım aralığı}_{\max} &= \\ \text{başlangıç adım aralığı}_{\max} - \text{bir adım için belkeme}_{\min} / 325 \\ &= 65535 - 800 / 325 = \text{tamsayı}(199.18) = 199 \mu\text{s} \quad (3.12) \end{aligned}$$

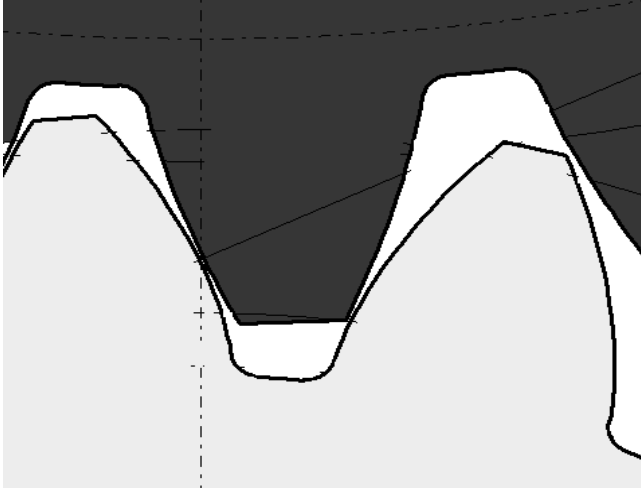
$$\text{değişim adım aralığı}_{\min} = 1 \mu\text{s} \quad (3.13)$$

$$\begin{aligned} \text{değişim adım aralığı}_{\min} &\text{ iken başlangıç adım aralığının değeri} \\ &= 1 * 325 + \text{bir adım için belkeme}_{\min} \\ &= 325 + 800 = 1125 \mu\text{s} \quad (3.14) \end{aligned}$$

3.3.5 Histerisiz önleme dalgaboyu

Histerisiz; Ölçme aygıtının belirli bir uyarıya olan tepkisinin o uyarımı önceleyen ve birbirini izleyen uyarımların sıralanışına bağlı olma özelliği olarak tanımlanmıştır. Monokromatörde dişlilerin arasındaki boşluktan dolayı histerisiz oluşur. Bunu önlemek için dişlilerin durmadan önce her seferinde aynı istikametten yaklaşması gerekmektedir. Bunun için monokromatör belirlenen dalgaboyuna, her seferinde küçük dalgaboyundan yukarıya doğru belirlenen bir dalgaboyu kadar önce sabit ve yavaş bir hızda ilerleyerek

durmalıdır. Bu dalgaboyu tasarımda 1 ile 255 arasında değiştirilebilen bir parametre olarak tanımlanmıştır.



Şekil 3.3.3 Dişliler arasında histerisiz oluşumu

3.3.6 Yavaş adım aralığı (histerisiz önleme adım aralığı)

Histerisiz önleme dalgaboyu kadar geriden itibaren motorun adım aralığını yani hızını tanımlar. Tasarımda 1-255 ms arası değiştirilebilen bir parametre olarak tanımlanmıştır.

Örnek :

Yavaş adım aralığı =100 ms olarak seçilirse (3.15)

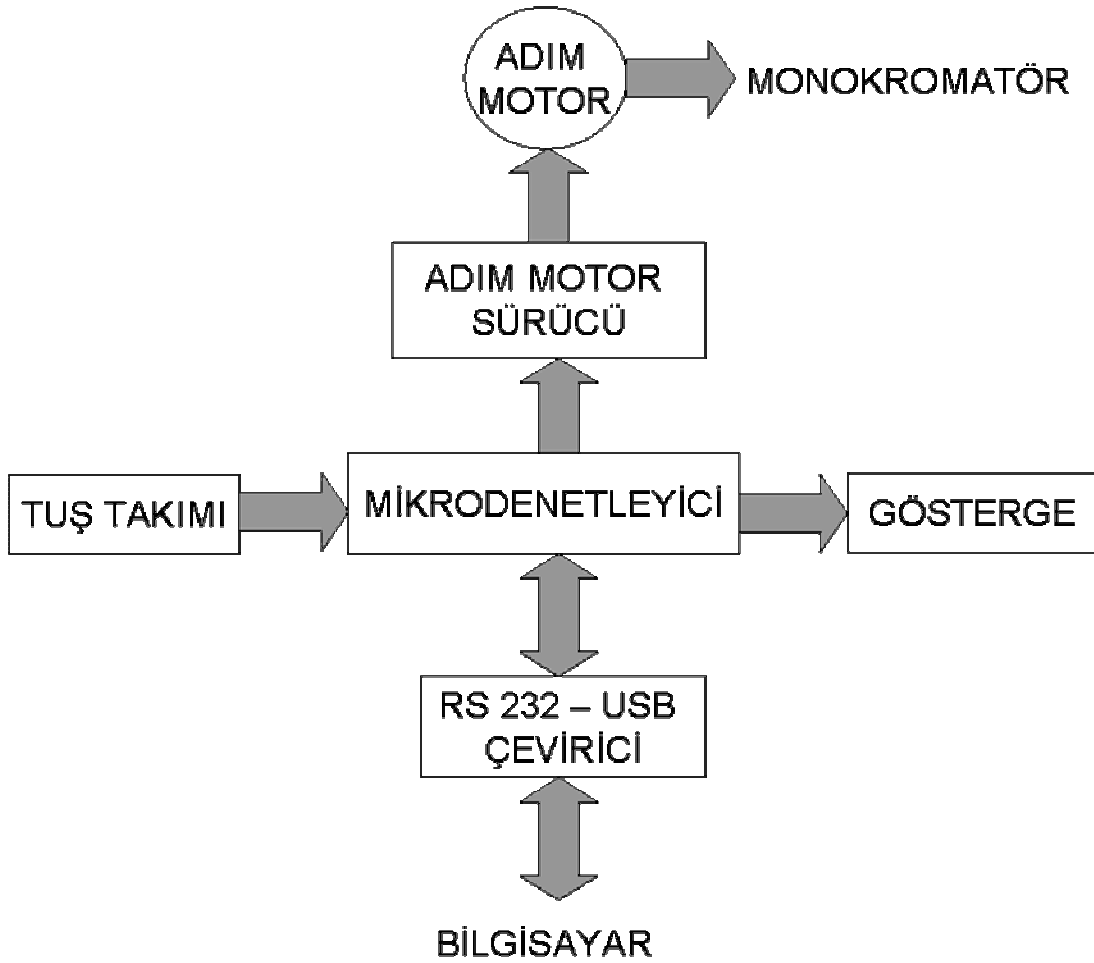
100 ms =0.1 sn

denklem (3.6), (3.7) den

yavaş hız = $60/(200 \cdot 0.1) = 3$ rpm olarak bulunur . (3.16)

3.4 Mikrodnetleyici İle Kontrol Kartı Tasarımı

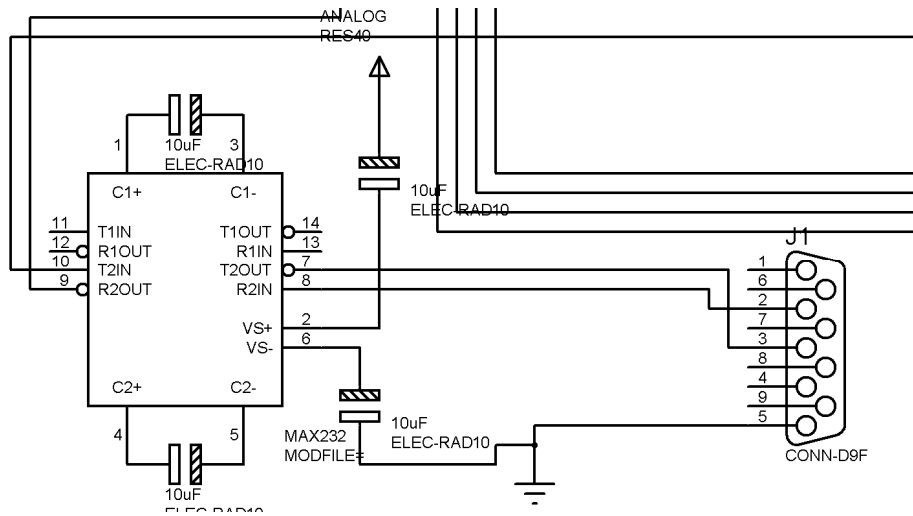
Monokromatörü istenilen dalgaboyuna götürebilmek ve bilgisayarla haberleşmesini sağlamak üzere Şekil 3.4.1’de blok şeması verilen tasarım yapılmıştır.



Şekil 3.4.1 Kontrol kartı blok şeması

3.4.1 RS232–USB çevirici

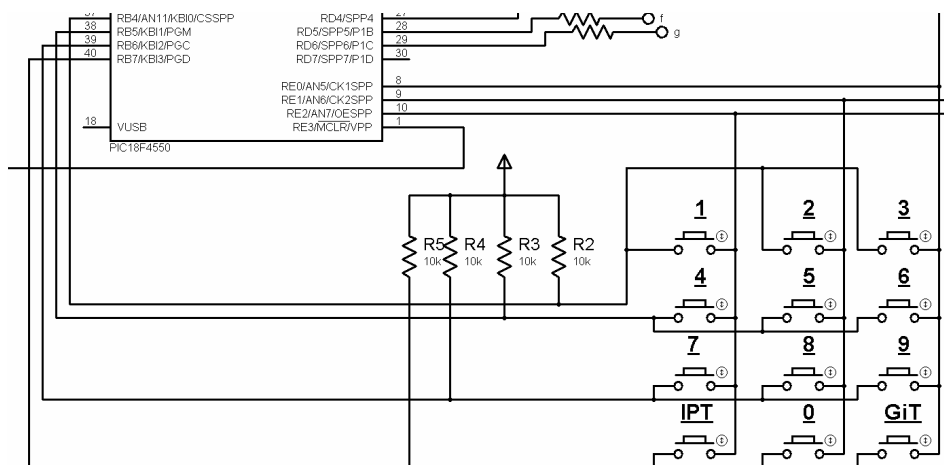
Mikrodnetleyici ile bilgisayar arasında usb haberleşmeyi sağlamak üzere FT232 yongasetli bir çevirici kullanılmıştır. İstenirse bu çevirici kaldırılarak mikrodnetleyici direkt olarak RS 232 porta bağlanabilecek yapıda tasarlanmıştır.



Şekil 3.4.2 Max 232 RS232 seviye çeviricinin tasarıma bağlantısı

3.4.2 Tuş takımı

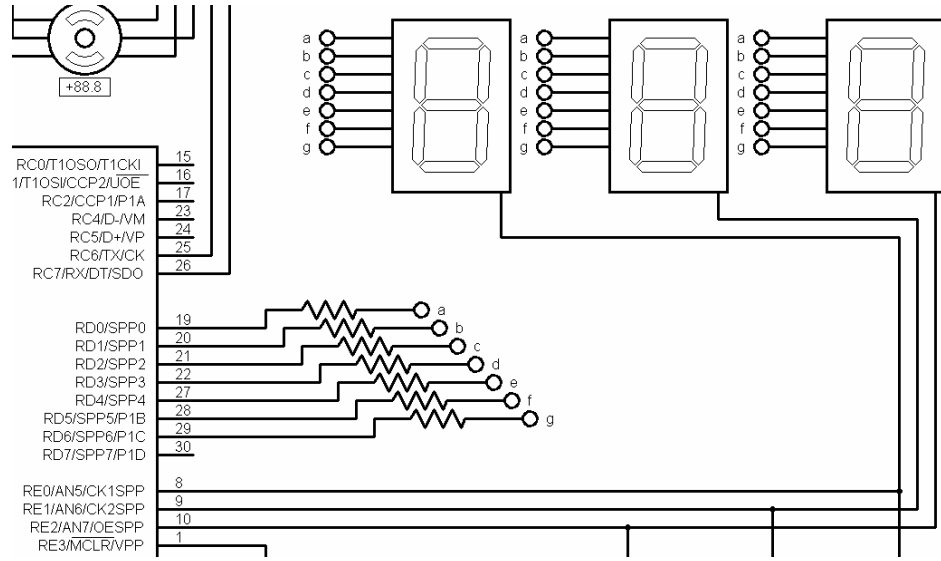
Monokromatörün bilgisayar bağlantısı olmadan da kullanılabilmesi maksadıyla tasarıma mikrodenetleyici tarafından sürülen bir tuş takımı ilave edilmiştir.



Şekil 3.4.3 Mikrodenetleyici tuş takımı bağlantısı

3.4.3 Gösterge

Monokromatör tuş takımı ile kullanıldığında mevcut dalgaboyunu göstermek için tasarıma mikrodenetleyici tarafından sürülen 3 basamaklı 7 segmentli gösterge eklenmiştir.



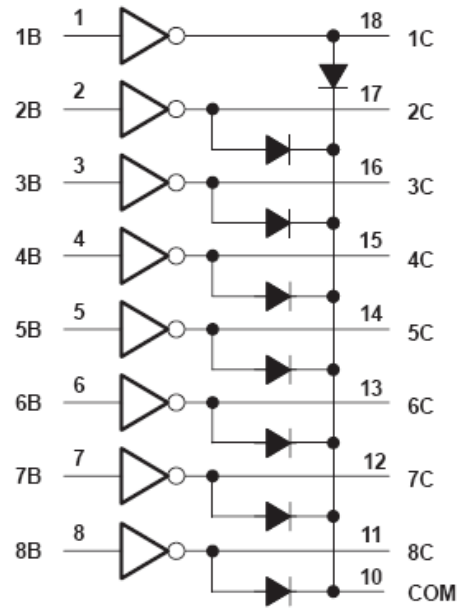
Şekil 3.4.4 Mikrodenetleyici ile 7segmentli 3 göstergenin sürümü

3.4.4 Adım motor sürücü

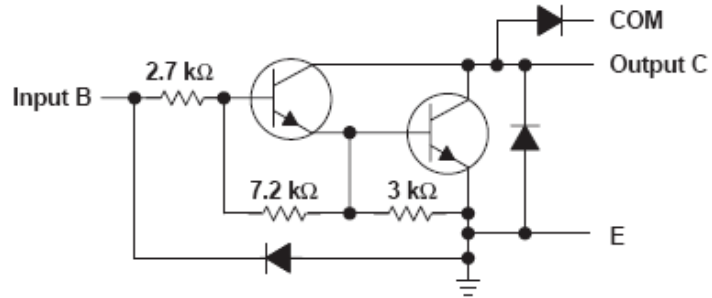
Sistemde kullanılan adım motorunun herbir sargısı 180 mA akım çekmektedir. Oysaki mikrodnetleyici herbir I/O bacağından en fazla 25 mA akım verebilmekte yada çekebilmektedir. Bu yüzden adım motorun çekeceği akımı sağlamak üzere ULN2803A darlington transistör dizisi kullanılmıştır. Özellikleri Çizelge 3.4.1 de, bacak bağlantıları Şekil 3.4.5’de verilmiştir.

Çizelge 3.4.1 ULN2803A özellikleri (Texas Instruments Incorporated 2006)

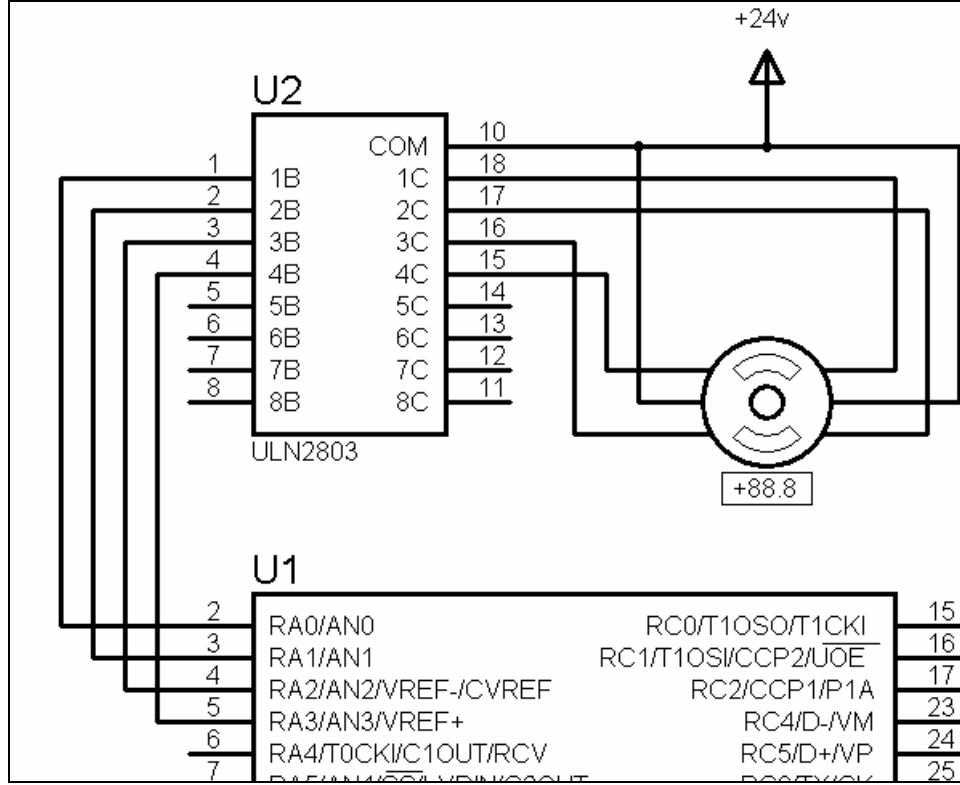
TEK ÇIKIŞTAKI KOLLEKTÖR AKIMI	500 mA
MAX. ÇIKIŞ VOLTAJI	50 V
NPN DARLİNGTON ÇİFTİ SAYISI	8
GİRİŞ	TTL VEYA 5 V CMOS



Şekil 3.4.5 ULN 2803A Bacak bağlantıları (Texas Instruments Incorporated 2006)



Şekil 3.4.6 Herbir darlington çiftinin şeması (Texas Instruments Incorporated 2006)



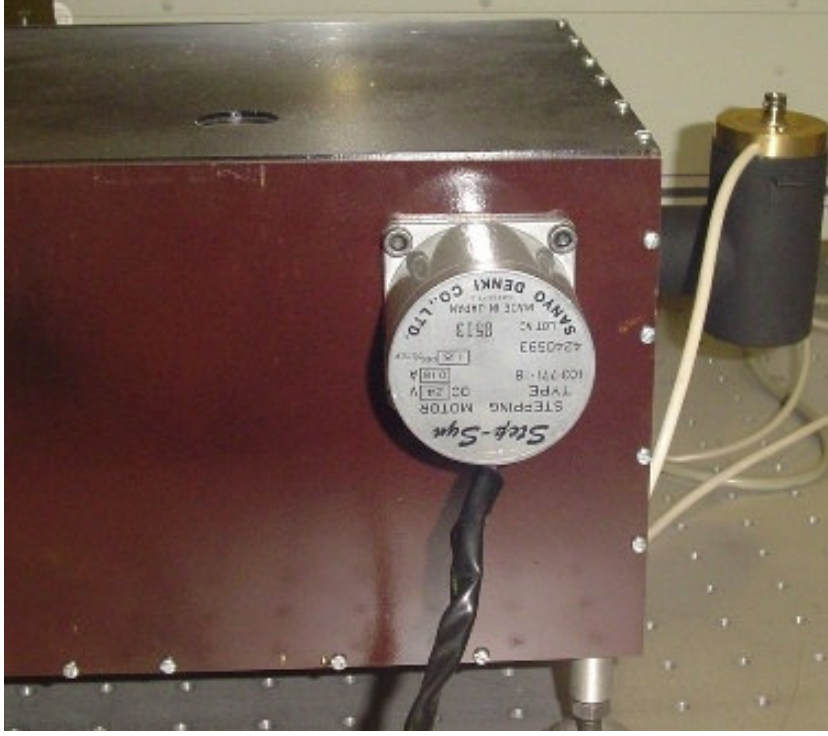
Şekil 3.4.7 Mikrodenetleyici adım motor sürücü bağlantısı

3.4.5 Adım motor

Fotolüminesans ölçüm sisteminde Çizelge 3.4.2 deki özelliklere sahip adım motor monokromatör üzerine monte edilmiştir.

Çizelge 3.4.2 Adım motor özellikleri

MOTOR TİPİ	UNI-POLAR 5-LEADS
BOBİN VOLTAJİ	24 V
BOBİN AKIMI	180 mA
MAX. DEVİR	360 RPM
ADIM AÇISI	1.8°



Şekil 3.4.8 Adım motorun monokromatör üzerine monte edilmesi

3.4.5 Mikrodenetleyici

Tasarımda Microchip firmasına ait 18F4550 mikrodenetleyici kullanılmıştır.

PIC18F4550 mikrodenetleyici aşağıdaki üstünlüklerinden dolayı tercih edilmiştir.

Kod verimliliği: PIC, Harvard mimarisi temelli 8 bit'lik bir mikrodenetleyicidir. Bu, bellek ve veri için ayrı yerleşik bus'ların bulunduğu anlamına gelir. Böylelikle akış miktarı veriye ve program belleğine anında erişim sayesinde arttırılmış olur. Geleneksel mikrodenetleyicilerde veri ve programı taşıyan bir tek yerleşik bus bulunur. Bu, PIC ile karşılaştırıldığında işlem hızını en az iki kat yavaşlatır.

Güvenilirlik: Tüm komutlar 12 veya 14 bitlik bir program bellek sözcüğüne sığar. Yazılımın, programın veri kısmına atlamaya ve veriyi komut gibi çalıştırmasına gerek yoktur. Bu 8 bit'lik bus kullanan ve Harvard mimarisi temelli olmayan mikrodenetleyicilerde gerçekleşmektedir.

Komut Seti: 1980'lerin başından itibaren kullanılan RISC mimarisine sahip olmaları nedeniyle, çok az sayıda ve basit komutlar kullanıldığından öğrenilmesi kolay mikrodnetleyicilerdir.

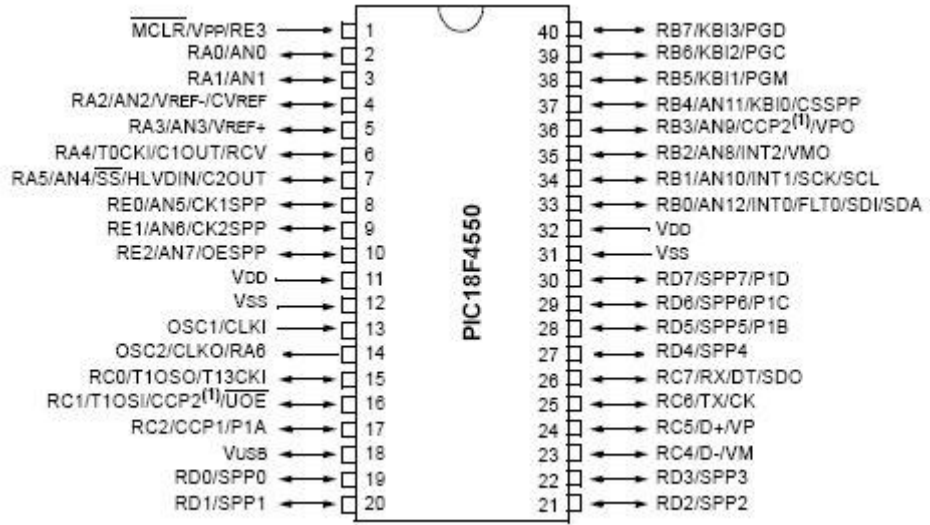
Hız: PIC'ler oldukça hızlı mikrodnetleyicilerdir. Her bir komut döngüsü sadece 1µs'lik zaman zarfında gerçekleştirilebilmektedir. Örneğin 5 milyon komutluk bir programın, 20 MHz bir kristalle adımlanması yalnızca 0,25 saniye sürer. Bu süre 386 SX 33 işlemcisinin hızının neredeyse iki katıdır.

Statik İşlem: PIC tamamıyla statik bir mikrodnetleyicidir. Başka bir deyişle saati durdurduğunuzda, tüm kaydedici içeriği korunur. Pratikte bunu tam olarak gerçekleştirmeniz mümkün değildir. PIC' i uyutma moduna getirdiğinizde, saat durur ve PIC' e uyutma işleminden önce hangi durumda olduğunu size hatırlatacak çeşitli bayraklar kurar. PIC uyuma modunda yalnızca 1 mA'dan küçük değere sahip bekleme akımı çeker.

Yazılım: PIC mikrodnetleyicileri programlamak için gerekli yazılım Microchip firması tarafından internet vasıtasıyla ücretsiz olarak sağlanmaktadır. Bunun yanı sıra Basic ve C dili benzeri (PicBasic, Pic-C, JAL, CCS PICC vb.) dillerle programlanabilmeleri nedeniyle karmaşık sistem dizaynında programlamayı kolaylaştırmaktadırlar (Kızılbey 2005).

Çizelge 3.4.3 PIC 18F4550 Mikrodnetleyici teknik özellikleri (Microchip Technology Inc. 2004).

Device	Program Memory		Data Memory		I/O	10-Bit A/D (ch)	CCP/ECCP (PWM)	SPP	MSSP		EAUSART	Comparators	Timers 8/16-Bit
	Flash (bytes)	# Single-Word Instructions	SRAM (bytes)	EEPROM (bytes)					SPI	Master I ² C™			
PIC18F2455	24K	12288	2048	256	24	10	2/0	No	Y	Y	1	2	1/3
PIC18F2550	32K	16384	2048	256	24	10	2/0	No	Y	Y	1	2	1/3
PIC18F4455	24K	12288	2048	256	35	13	1/1	Yes	Y	Y	1	2	1/3
PIC18F4550	32K	16384	2048	256	35	13	1/1	Yes	Y	Y	1	2	1/3

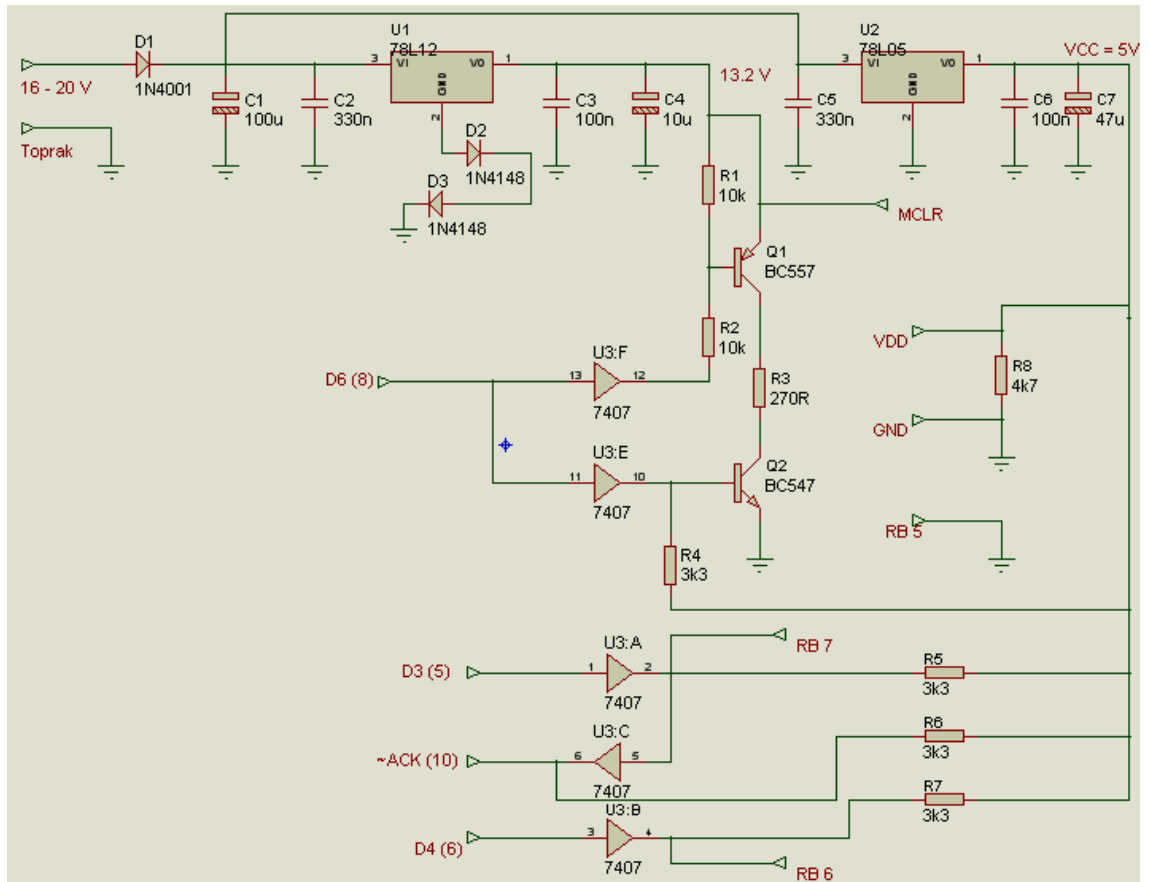


Şekil 3.4.9 PIC18F4550 bacak yapısı (Microchip Technology Inc. 2004)

3.5 Tasarımın Gerçekleştirilmesi

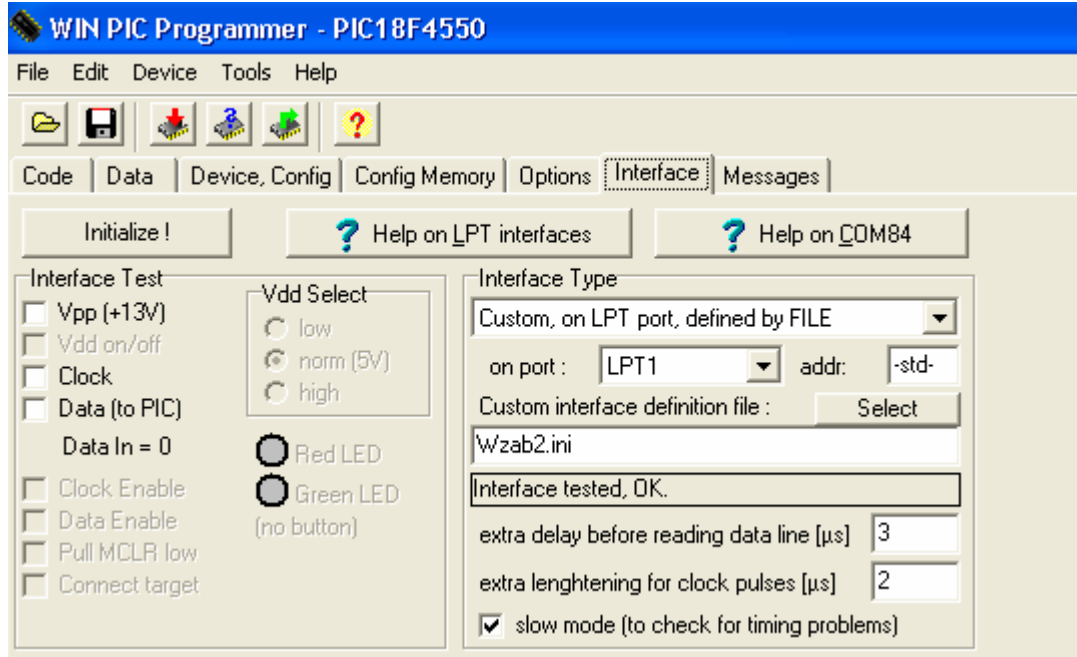
3.5.1 Donanım (hardware)

Monokromatör kontrolü için tasarlanan devrenin açık şeması **EK-2**'de verilmiştir. Mikrodenetleyici için yazılan kaynak kodlarının mikrodenetleyiciye yazılması için şekilde açık şeması verilen paralel programlama devresi ve Winpic Pic programlama yazılımı kullanılmıştır.



Şekil 3.5.1 Mikrodenetleyici programlama kartı açık şeması (Kiremitçi 2007)

Programlama esnasında bilgisayarın paralel portu kullanılmış ve geliştirilen yazılım HEX kod olarak PIC18F4550 mikrodenetleyiciye aktarılmıştır.



Şekil 3.5.2 Winpic pic programlama yazılımı (Kiremitçi 2007)

3.5.2 Gömülü yazılım (firmware)

Monokromatörün mikrodenetleyici ile kontrolü için gerekli yazılım C dilinde geliştirilmiştir. C dili derleyicisi olarak Custom Computer Services Inc. firması tarafından geliştirilen CCS PIC derleyicisinin PIC18F4550 mikrodenetleyiciye uygun 8 bitlik PCH derleyicisi kullanılmıştır.

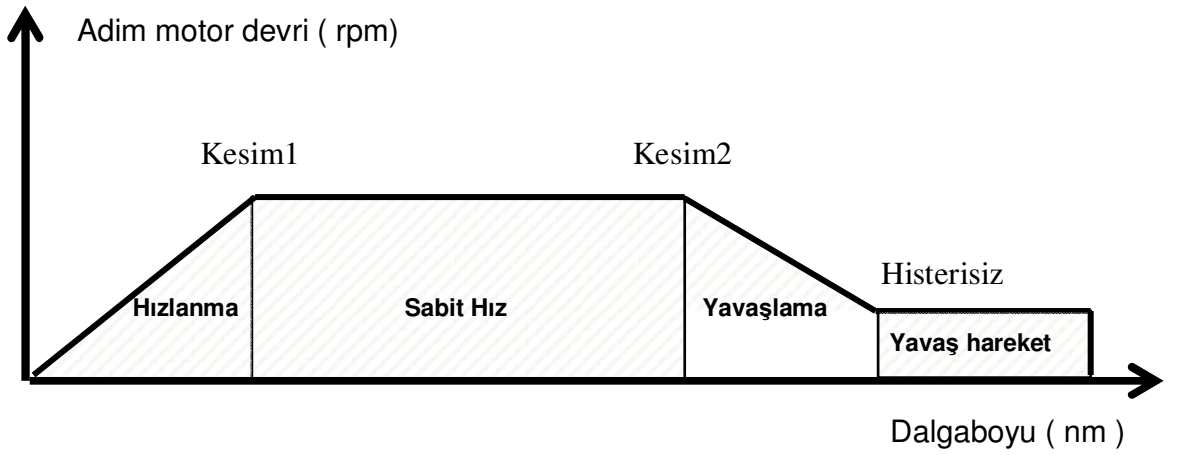
Monokromatör kontrol parametrelerinin gerçekleştirilmesi için kullanılan C değişkenleri çizelge 3.5.1’de verilmiştir.

Çizelge 3.5.1 Değişken-Parametre ilişkisi.

C Değişkeni	Değişken Tipi	Öntanımlı (Default) Değer	Monokromatör Kontrol Parametresi	Bölüm	Denklem
mevcut	long	200	Mevcut dalgaboyunu		
hedef	long	850	Gidilecek dalgaboyu.		
fark	long	325	Mevcut ve hedef dalgaboyu arasındaki fark.		
tepe	long	525	Adım motorun en hızlı olacağı dalga boyu.	3.3.3	(3.11)
yeni hedef	long	520	Hedefin histerisiz kadar altındaki dalgaboyu.		
hist	int	5	Histerisizin giderilmesi için gerekli dalgaboyu aralığı.	3.3.5	
i	long	33500	Başlangıç adım aralığı -µs	3.3.2	(3.5)
azalt	long	100	Adım aralarındaki bekleme süresi-µs.	3.3.4	(3.12)
yavas	int	100	Histerisde kullanılacak adım aralığı-ms.	3.3.6	(3.15)
kesim	long	yok	Hızlanna yavaşlama aralıklarını belirleyen değişken -nm.	3.5.2	(3.19)
artim	long	yok	Adım aralarındaki bekleme sürelerini azalıp- artıran değişken - µs.	3.5.2	(3.18)
kesim1	long	yok	En yüksek hıza geçilecek dalgaboyu- nm.	3.5.2	(3.20)
kesim2	long	yok	Yavaşlamaya başlanacak dalgaboyu- nm.	3.5.2	(3.20)
faktor	int	3	Kesim noktalarını, dolayısıyla en yüksek hıza geçiş zamanını belirleyen değişken.	3.5.2	
step	int	12	Her dalgaboyu değişim için adım motorun atacağı adım.	3.3.1	(3.3)

Geliştirilen yazılımın akış diyagramı **EK-2'**de, C dili ile gerçekleştirilen fonksiyonlar ise **EK-5'**te verilmiştir.

Adım motorun kontrolünde şekil 3.5.3 de görülen grafiğe uygun bir dalgaboyu – adım motor devri gerçekleştirilmesi hedeflenmiştir. Burada motor en düşük devirle harekete başlayacak , Kesim1 noktasına karşılık gelen dalgaboyuna gelince en yüksek hıza çıkacak , Kesim2 noktasına kadar en yüksek hızda gidecek , daha sonra Histerisiz noktasına kadar yavaşlayacak ve Histerisiz giderme aralığında sabit yavaş hızla hedef dalgaboyuna gelip duracaktır. Aynı şekilde aşağı hareket ederken de tersi bir yolla hızlanıp yavaşlayacak ve duracaktır.



Şekil 3.5.3 Hız – Dalgaboyu ilişkisi

Motor kontrolünün grafikteki gibi sağlanması için aşağıdaki parametreler ve ilişkili denklemler gömülü yazılımda tanımlanmıştır.

- FARK** : Hareket edilecek toplam dalgaboyu aralığı(nm).
- ARTIM** : Hızlanma ve yavaşlama sırasında adım arası bekleme süresi (μ s).
- KESİM** : Herbir bölge için gerekli aralık (nm).
- KESİM1** : En yüksek hıza çıkılma dalgaboyu (nm).
- KESİM2** : En yüksek hızdan yavaşlamaya başlanılacak dalgaboyu (nm).
- MAXDEVIR** : En yüksek hızda adım arası bekleme süresi (μ s).
- MINDEVIR** : En düşük hızda adım arası bekleme süresi (μ s).

HİSTERİSİZ : Histerisiz önlemek için gerekli dalgaboyu (nm).

HIZLANMA FAKTORU : Kesim yerlerinin belirleyen faktör (birimsiz).

$$FARK = HEDEF DALGABOYU - HİSTERİSİZ - MEVCUT DALGABOYU \quad (3.17)$$

$$ARTIM = (MINDEVİR - MAXDEVİR) / ARALIK \quad (3.18)$$

$$KESİM = ARALIK / HIZLANMA FAKTORU \quad (3.19)$$

$$KESİM1 = MEVCUT + KESİM \quad (3.20)$$

$$KESİM2 = HEDEF - HİSTERİSİZ - KESİM \quad (3.21)$$

3.5.3 Bilgisayar tarafı yazılımı

Bilgisayar tarafında geliştirme ve ilk uygulamalar esnasında standart windows işletim sistemi seri haberleşme programı olan HYPERTERMINAL kullanılmıştır. Mikrodenetleyici bilgisayarla haberleşirken standart seri haberleşme rutinlerini kullandığından geliştirilen yada geliştirilmiş herhangi bir Fotolüminesans otomasyon yazılımına kolayca uygun hale getirilebilecektir. Aşağıda monokromatörün kontrolü esnasında alınmış, hyperterminal programına ait ekran görüntüleri verilmiştir.

```
*****Pic18F4550 Monokromator Kontrol
*****V 1.0 Fatih Kelek 2008 *****
(Parametre Degistirmek Icin 999 Giriniz )
```

```
Mevcut Dalgaboyu :232 nm
Hedef Dalgaboyu Girin :(200-850 nm) ?
```

Şekil 3.5.4 İlk çalışmada gelen ekran

Pic18F4550 Monokromator Kontrol

Versiyon 1.0 Fatih Kelek 2008

PARAMETRELER**

1. Adim Araliklarinin Artma -Azalma Zamani (Mevcut: 100 us)
2. Histerisiz Olusumunu Engellemek İçin Dalgaboyu (Mevcut: 5 nm)
3. Histerisiz Icin Yavas Adim Araligi (Mevcut: 100 ms)
4. Hizlanma Faktoru (Mevcut: 3)
5. Cikis

**YAPACAGINIZ ISLEMDEN EMIN DEGILSENIZ LUTFEN CIKISI

Şekil 3.5.5 Parametre değiştirme ekranı

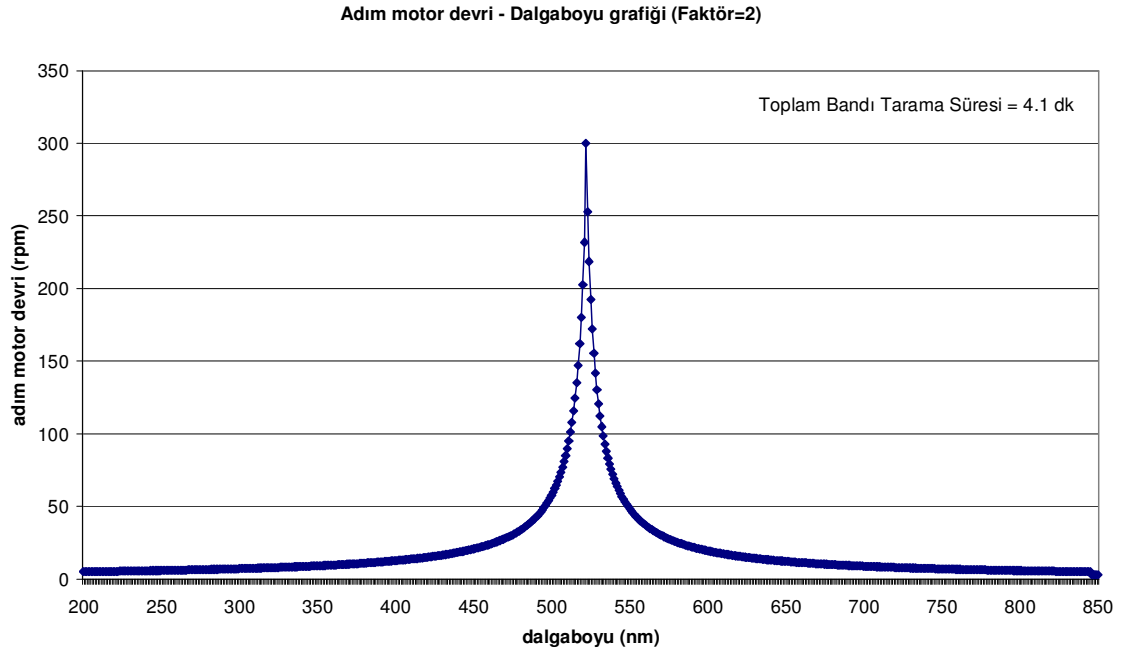
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Gerçekleştirilen monokromatör kontrol devresinde, en yüksek devir 300 rpm (adım aralığı 1000 μ s), en düşük devir 5 rpm (adım aralığı 60000 μ s) seçildiğinde bütün bandın (200–850 nm) taranması için gerekli değişkenlerin Hızlanma Faktörüne göre hesaplanmış hali çizelge 4.1 de verilmiştir.

Çizelge 4.1 Değişken-Parametre ilişkisi.

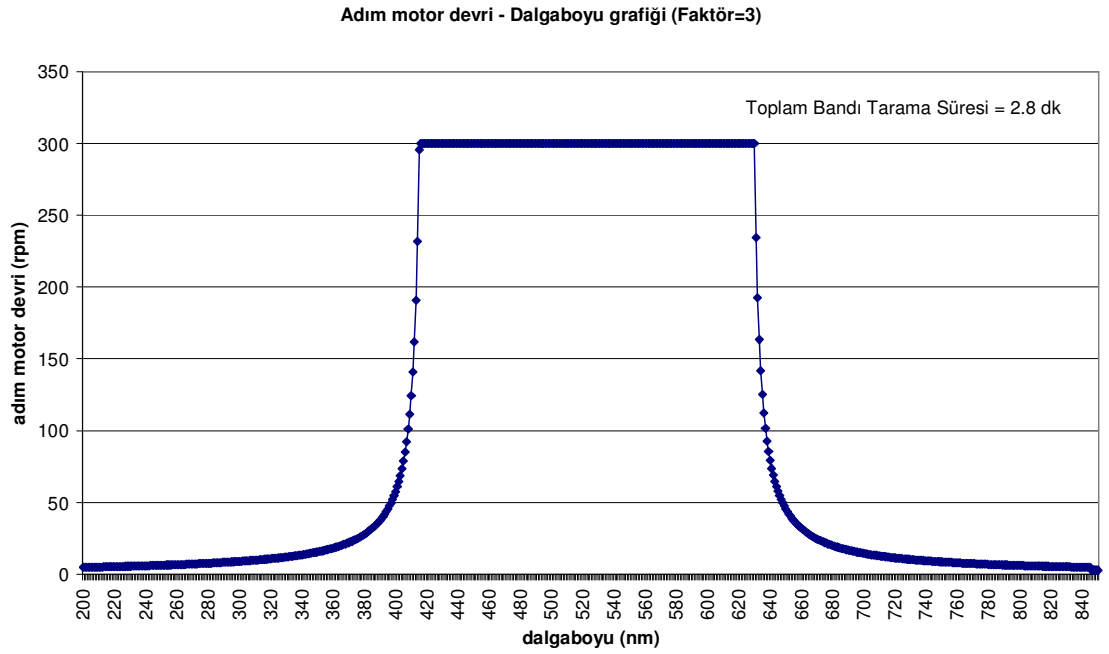
	Hızlanma Faktörü	2	3	4	5	6	Denklem
DEĞİŞKENLER	fark (nm)	645	645	645	645	645	(3.17)
	kesim (nm)	322	215	161	129	107	(3.19)
	artim (us)	186	279	372	465	560	(3.18)
	kesim1 (nm)	522	415	361	329	307	(3.20)
	kesim2 (nm)	523	630	684	716	738	(3.21)

Çizelge 4.1 e göre Hızlanma Faktörü = 2 seçildiğinde hesaplanan adım motor devri (rpm) – Dalgaboyu (nm) grafiği aşağıda verilmiştir.



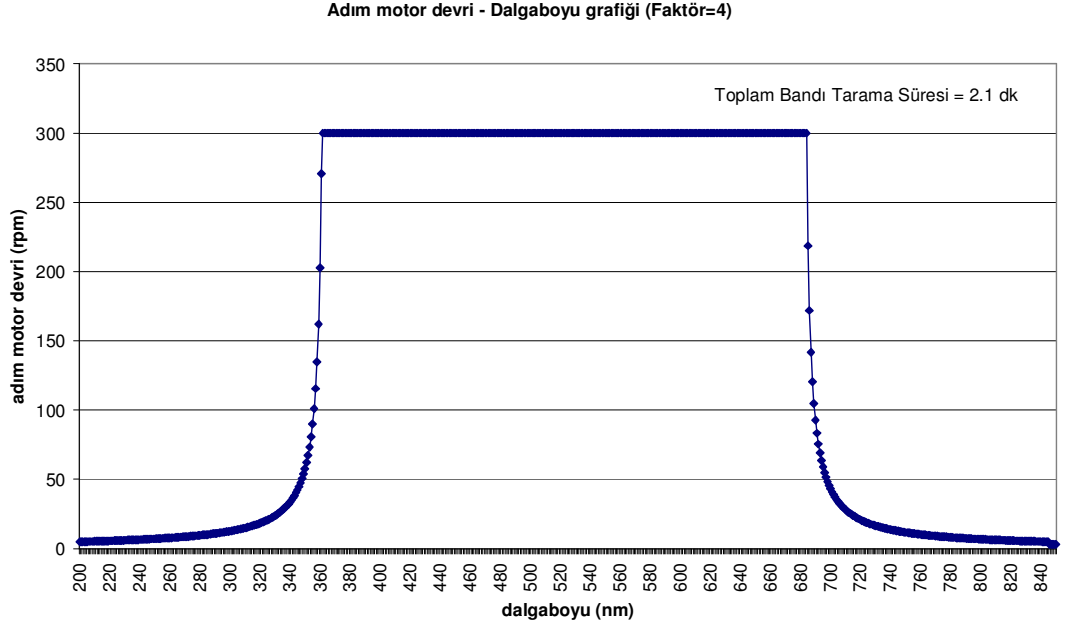
Şekil 4.1 Dalgaboyu- Adım motor hızı grafiği (Faktör = 2)

Hızlanma Faktörü = 3 seçildiğinde hesaplanan adım motor devri (rpm) – Dalgaboyu (nm) grafiği aşağıda verilmiştir.



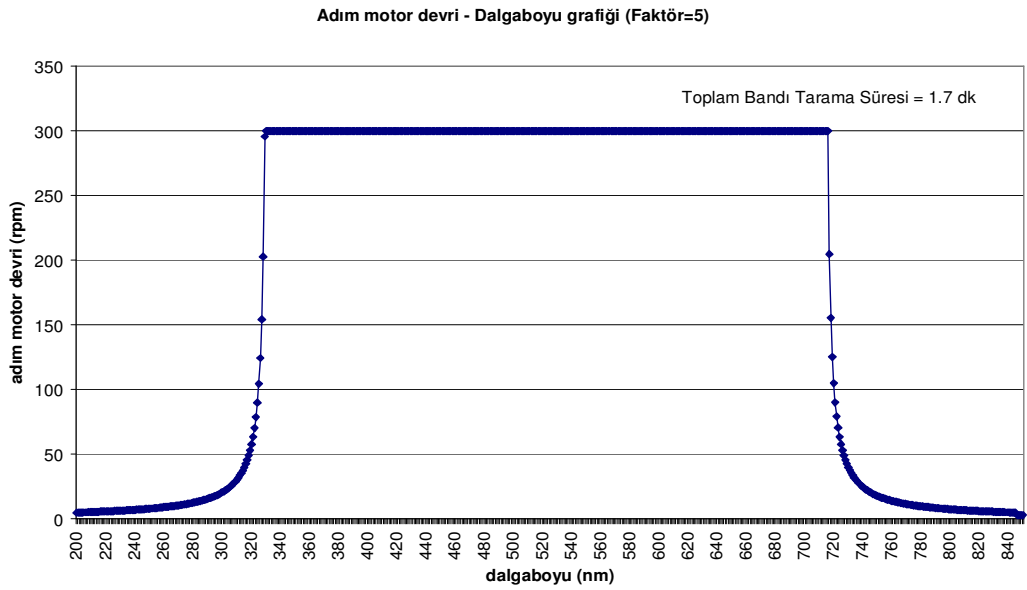
Şekil 4.2 Dalgaboyu- Adım motor hızı grafiği (Faktör = 3)

Hızlanma Faktörü = 4 seçildiğinde hesaplanan adım motor devri (rpm) – Dalgaboyu (nm) grafiği aşağıda verilmiştir.



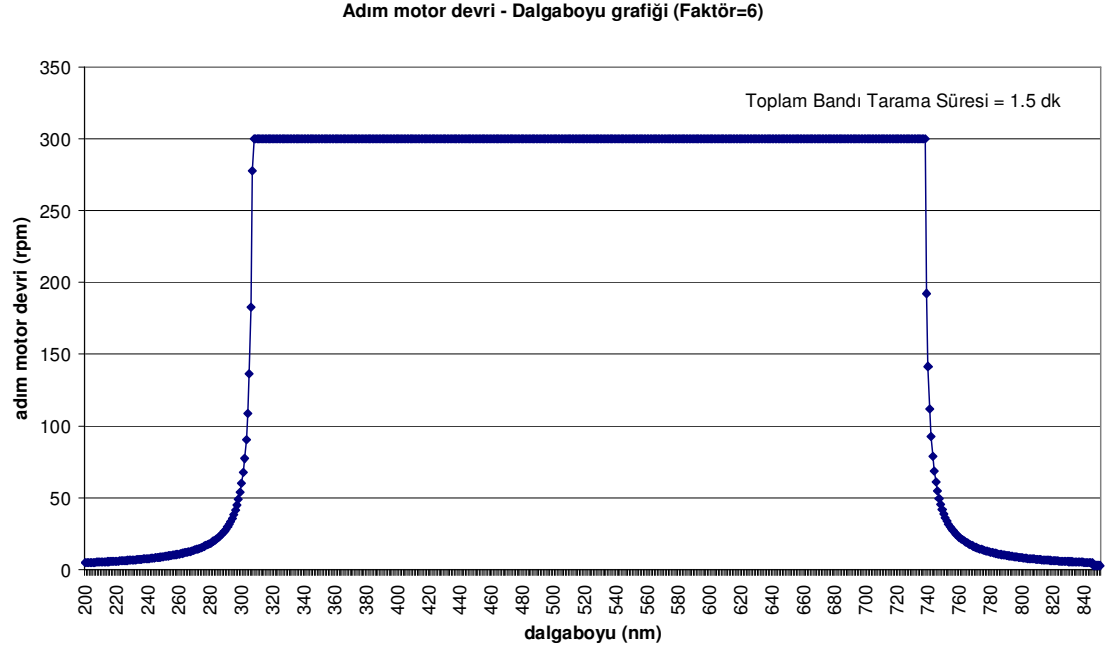
Şekil 4.3 Dalgaboyu- Adım motor hızı grafiği (Faktör = 4)

Hızlanma Faktörü = 5 seçildiğinde hesaplanan adım motor devri (rpm) – Dalgaboyu (nm) grafiği aşağıda verilmiştir.



Şekil 4.4 Dalgaboyu- Adım motor hızı grafiği (Faktör = 5)

Hızlanma Faktörü = 6 seçildiğinde hesaplanan adım motor devri (rpm) – Dalgaboyu (nm) grafiği aşağıda verilmiştir.



Şekil 4.5 Dalgaboyu- Adım motor hızı grafiği (Faktör = 6)

Aşağıdaki çizelgede hızlanma faktörüne karşılık gelen hızlanma -yavaşlama artım aralığı ve bütün bandı tarama süresi değerleri gösterilmiştir.

Çizelge 4.2 Hızlanma faktörü, Tarama süresi ilişkisi.

HIZLANMA FAKTÖRÜ	ARTIM μ s	TARAMA SÜRESİ (dk)
2	186	4.1
3	279	2.8
4	372	2.1
5	465	1.7
6	560	1.5

EK-4'te hızlanma faktörlerine göre elde edilen dalgaboyu-adım motor devri ilişkisi karşılaştırmalı grafikte gösterilmiştir.

5. SONUÇ

Sonuç olarak gerçekleştirilen özgün tasarım ile monokromatörün bilgisayarla ve istendiğinde üzerindeki tuş takımıyla kontrolü sağlanarak fotoluminesans ölçüm sistemi tamamıyla bilgisayar destekli çalışabilir hale getirilmiştir.

Ayrıca tasarım monokromatör dışında adım motor ile açık çevrim gerçekleştirilmesini gerektiren herhangi bir başka cihaz yada sistem üzerinde, gömülü yazılımın parametrelerinin yada bazı kısımlarının değiştirilmesiyle kullanılabilecek şekilde bir esnekliğe de sahiptir. Sadece sunulan menüdeki motorun başlangıç hızı, hedef dalgaboyunu, kaç adım gidileceği gibi parametrelerin değiştirilmesiyle, adım motor başka bir sistemde de kolaylıkla kullanılabilecektir. Bunun dışında özgün gömülü yazılımda yapılacak küçük değişikliklerle tasarım farklı sistemlere kolaylıkla adapte edilebilecektir.

Tasarımda kullanılan malzemelerin ucuz ve kolay elde edilebilir olması da, tasarımın pahalı sistemlere alternatif olarak kullanılabilmesini sağlamaktadır.

KAYNAKLAR

Apaydın H. ,2006, Adım Motorlarının Karakteristikleri Ve Bilgisayar İle Konum Kontrolü Uygulaması, Marmara Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi

Bilir G.,2006, Azot İyonları Ekilmiş Tabakalı Galyum Selenit Kristallerinde Fotoluminesans , Kafkas Üniversitesi ,Yüksek Lisans Tezi

Hamamatsu, 1999, Photomultiplier Tubes

Kızılbey, O., 2005, Deniz Suyu Termometresi, İstanbul Teknik Üniversitesi Elektrik-Elektronik Fakültesi Bitirme Ödevi

Kiremitçi A.F., 2007 , PIC18f4550 Mikrodenetleyicisi İle Usb-Pc Veri Aktarım Arabirimi Gerçeklenmesi, Atatürk Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi

Microchip Technology Inc., 2004, DS39632B, PIC18F2455/2550/4455/4550 Data Sheet, Microchip Technology Incorporation

Saleh B. E. A. and Teich M. C.,Wiley, 1991, Fundamentals of Photonics

Serincan U. , 2004 , Formation Of Semiconductor Nanocrystals In SiO₂ By Ion Implantation, ODTÜ , Doktora Tezi

Serpengüzel A., 2003, Silisyum Tabanlı Fotonik Malzemler Ve Mikroaygıtlar, TÜBİTAK Proje No: TBAG-1952

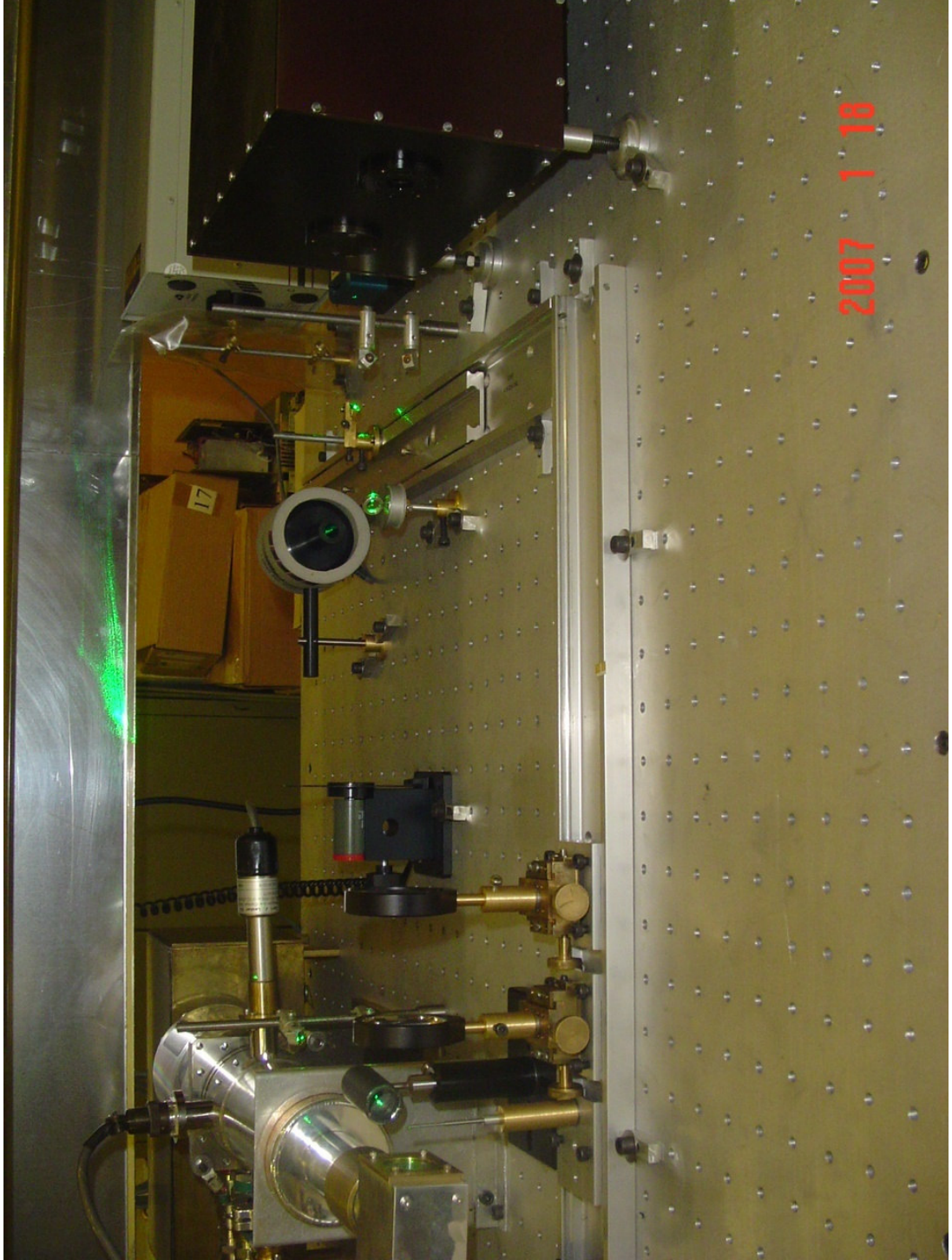
Standfort Research System, Inc., 1997, Model SR540 Optical Chopper

Standfort Research System, Inc., 1993, Model SR830 Dsp Lock-In Amplifier

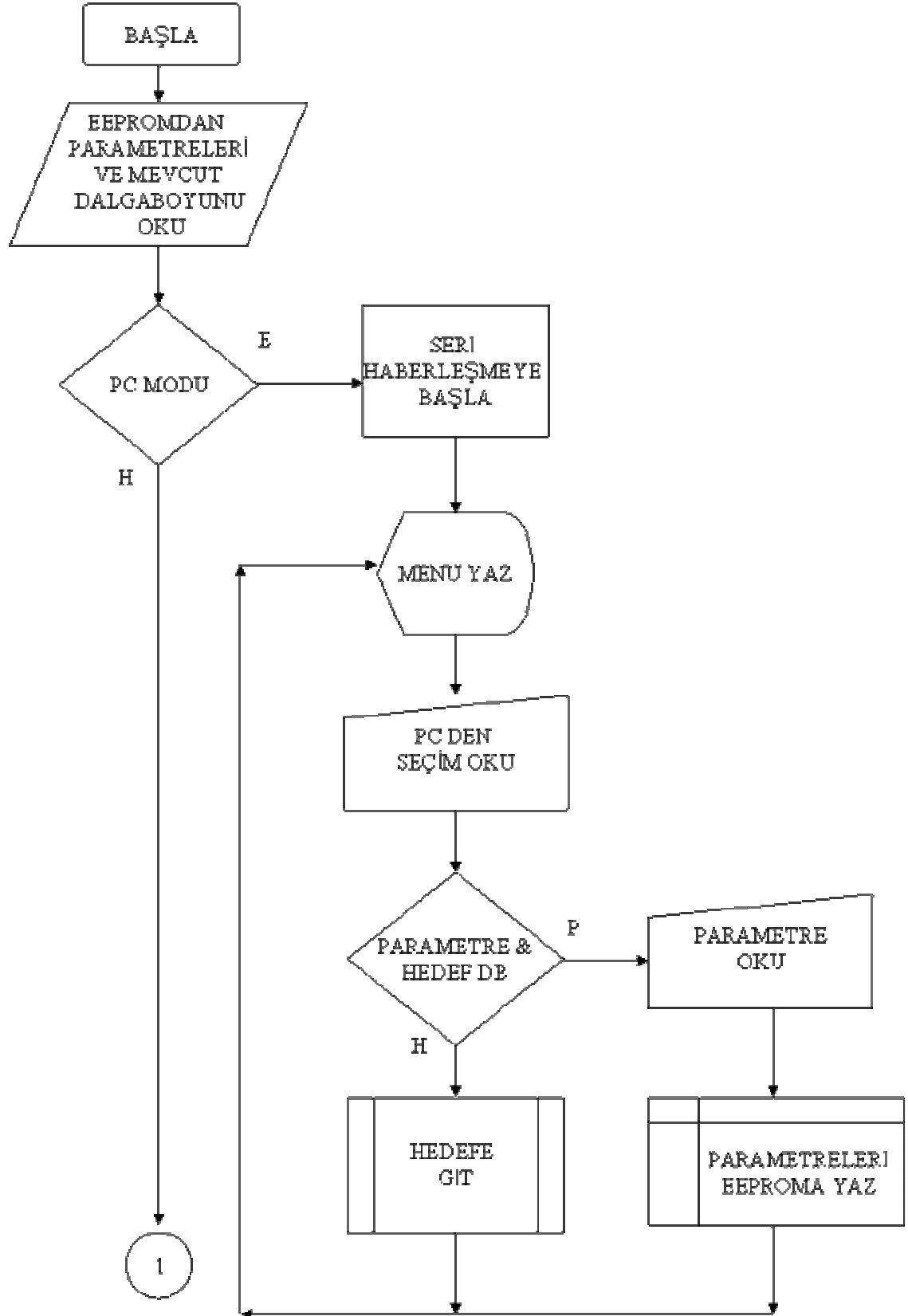
Texas Instruments Incorporated, 2006,ULN280X Data Sheet

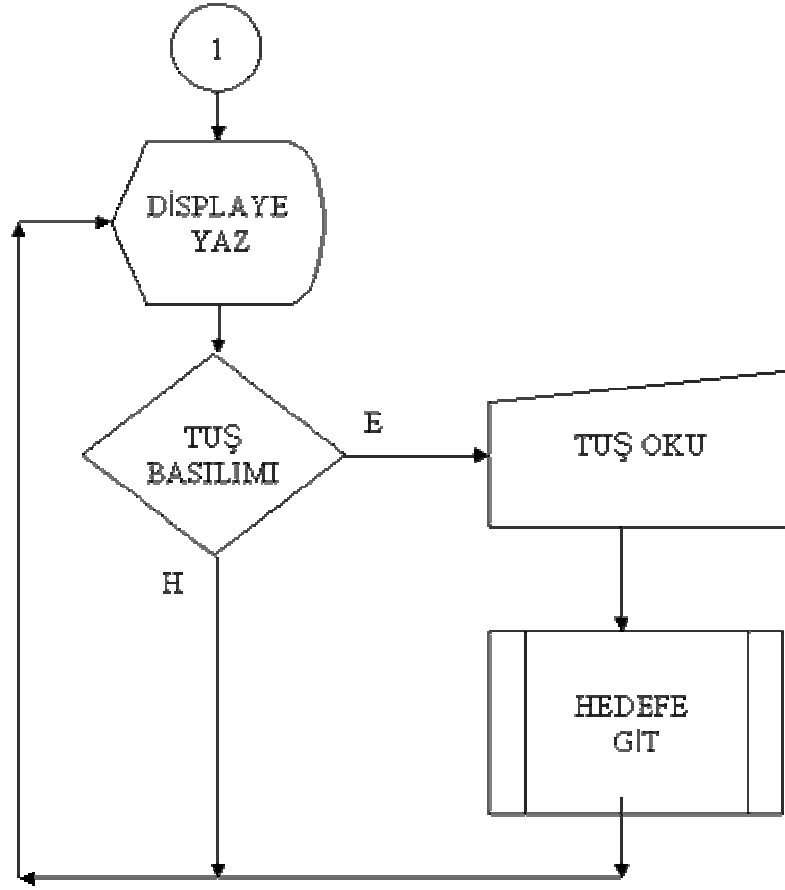
EKLER

EK-1 FOTOLÜMİNESANS ÖLÇÜM SİSTEMİ

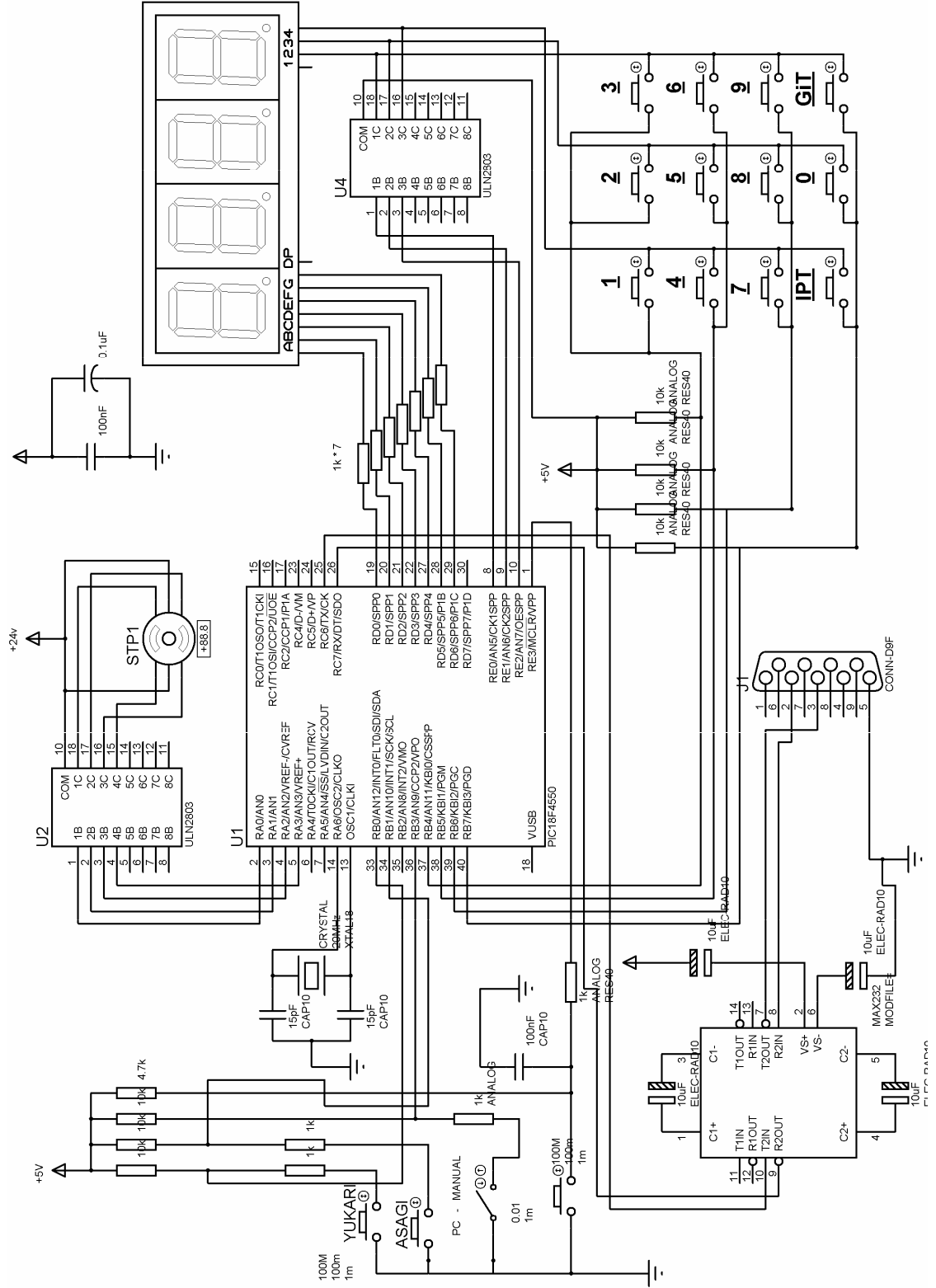


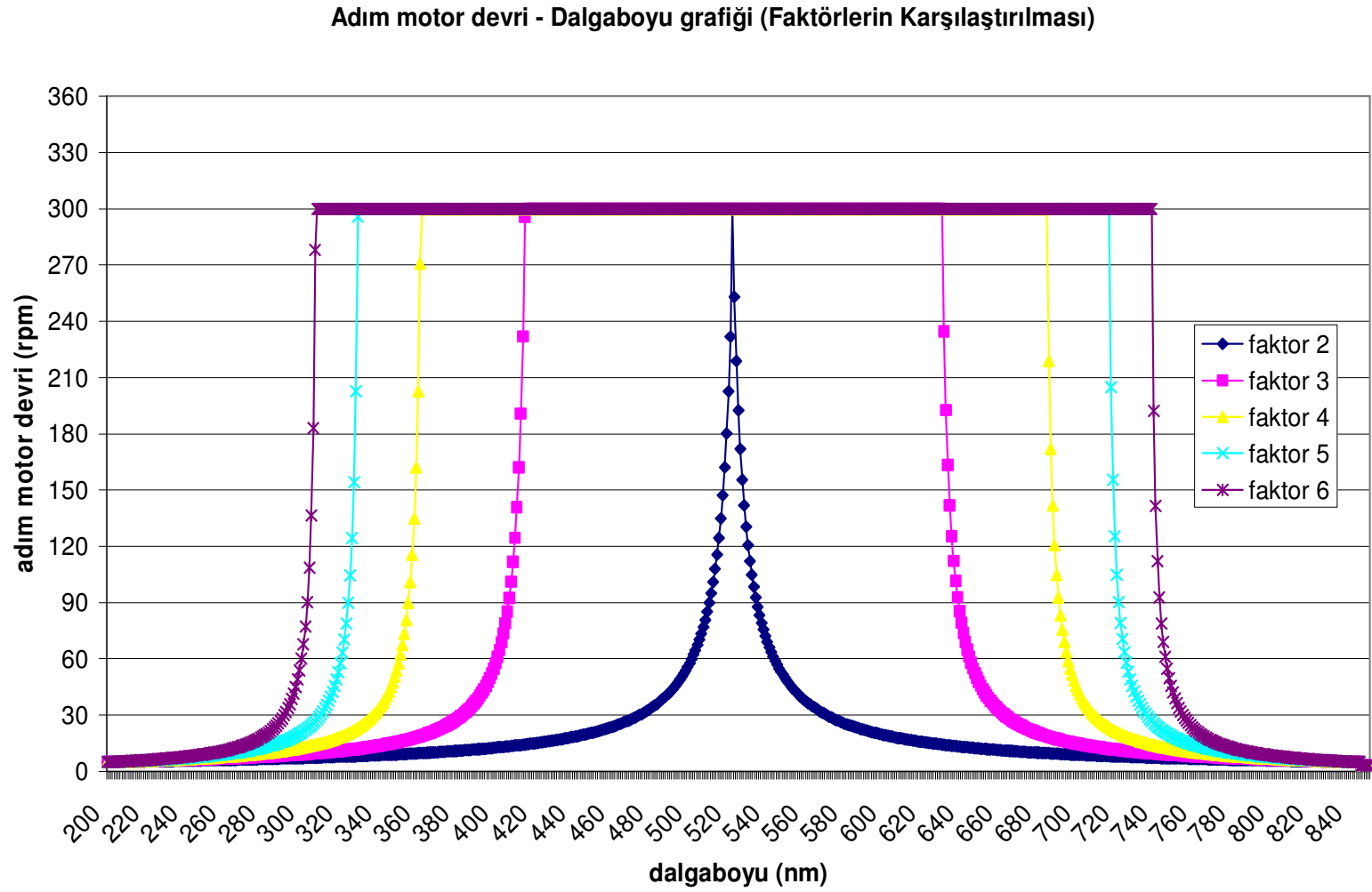
EK-2 GÖMÜLÜ YAZILIM AKIŞ DİYAGRAMI





EK-3 TASARIMIN AÇIK ŞEMASI





EK-5 GÖMÜLÜ YAZILIM C DİLİ FONKSİYONLARI

void seri()// pc ile haberleşen fonksiyon

int ch_to_int(char c)//seri porttan okunan char değişkenleri int değişkene çeviren fonksiyon

void param_sec()// pc den alınan parametreleri pice yazan fonksiyon

void yaz() // 7segmente mevcut dalgaboyunu yazan ve tus takımını suren fonksiyon

void tuskontrol()// tus arklarını eleyen fonksiyon

void key ()// tus takımından hangi tusa basıldığını okuyan fonksiyon

void tusyaz()// tus takımından girilen hedef dalgaboyunu alan fonksiyon

void stepileri()// step motoru bir adım ileri donduren fonksiyon

void stepgeri()// step motoru bir adım geri donduren fonksiyon

void ileri(long sure) //step motoru (12 adım) 1nm ileri donduren fonksiyon

void geri(long sure) //step motoru (12 adım) 1nm geri donduren fonksiyon

void hister() // step motoru girilen histerisiz kadar nm ileri donduren fonksiyon

void hedefegit()// step motoru önce hızlanıp sonra yavaşlayarak girilen hedef dalgaboyuna goturen fonksiyon

void main()// ana fonksiyon

void EXT_isr(void)// bir adim ileri atan kesme

void EXT1_isr(void) // bir adim geri atan kesme

ÖZGEÇMİŞ

1975 yılında Ankara’da doğdu. İlköğrenimini Ankara’da, ortaöğrenimini Balıkesir’de tamamladıktan sonra sırasıyla 2001 yılında Anadolu Üniversitesi İşletme Fakültesi ve 2004 yılında İnönü Üniversitesi Elektrik-Elektronik Mühendisliği bölümlerini bitirdi. 2007 yılında Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde yüksek lisans eğitimine başladı.

Halen bir kamu kuruluşunda görev yapmaktadır. İngilizce bilmektedir.