

LİNEER CCD'LERİN LABVIEW PROGRAMI İLE KONTROLÜ

Yerbol JUMABEKOV

YÜKSEK LİSANS TEZİ
YÖNETİM BİLİŞİM SİSTEMLERİ

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
BİLİŞİM ENSTİTÜSÜ

HAZİRAN 2013

ANKARA

Yerbol JUMABEKOV tarafından hazırlanan LİNEER CCD'LERİN LABVIEW PROGRAMI İLE KONTROLÜ adlı bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği ile YÖNETİM BİLİŞİM SİSTEMLERİ Anabilim Dalında Yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan: : _____

Üye : _____

Üye : _____

Üye : _____

Üye : _____

Tarih :/...../.....

Bu tez, Gazi Üniversitesi Bilişim Enstitüsü tez yazım kurallarına uygundur.

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada orijinal olmayan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Yerbol JUMABEKOV

LİNEER CCD'LERİN LABVIEW PROGRAMI İLE KONTROLÜ

(Yüksek Lisans Tezi)

Yerbol JUMABEKOV

GAZİ ÜNİVERSİTESİ

BİLİŞİM ENSTİTÜSÜ

Haziran 2013

ÖZET

Bu çalışmada, doğrusal yük-bağlaık aygıtlı (CCD) görüntü sensöründen elde edilen veriler LabVIEW 11.0 programı kullanılarak değerlendirilmiştir. Toshiba TSD 1304DG CCD doğrusal görüntü sensöründe 3648 adet etkin piksel vardır ve her bir piksel yaklaşık $8\mu\text{m} \times 200\mu\text{m}$ 'dir. Ölçülen bir nesnenin boyutu, bunun gölgesi bir CCD sensörüne düşürülerek tespit edilir. Bu durumda genellikle, paralel ışık ışınlarından oluşan bir ışık kaynağı uygulanır. Bu ışık kaynağının kalitesini yükseltmek için, mercekli bir optik sistem kullanılmıştır. Bu tez çalışmasında CCD modüllerinin icadı LabVIEW ara yüzünün nasıl hazırlanacağı ve TCN-1304-U kamerasının çalışma mantığı anlatılmıştır.

Bilim Kodu : 905

**Anahtar Kelimeler : lineer CCD sensörü (Charge-Coupled-Devices),
labVIEW, etkin piksel.**

Sayfa Adedi : 44

Tez Yöneticisi : Doç. Dr. Sabri KOÇER

LINEAR CCD'S USING LabVIEW CONTROL**(M.Sc. Thesis)****Yerbol JUMABEKOV****GAZİ UNIVERSITY****INFORMATICS INSTITUTE****June 2013****ABSTRACT**

This paper describes the development of LabVIEW 11.0 based for charge-coupled device (CCD) linear image sensor. The Toshiba TSD 1304DG CCD linear image sensor contains 3648 effective pixels, each pixel approximately $8\mu\text{m}$ x $200\mu\text{m}$. The dimension of a measured object is determined from its shadow projected on a CCD sensor. A light source of parallel beams is usually applied in this case. To achieve such light source quality, an optical system with lenses has to be used, it increases its dimension. The method of using LabVIEW's interface, TCN-1304-U camera's operating logic and test sets are described in CCD's experimental modules method.

Science Code : 905
Key Words : ccd linear image sensor, effective pixels, labVIEW.
Page Number : 44
Adviser : Assoc. Dr. Sabri KOÇER

TEŞEKKÜR

Öncelikle bana bu çalışmamda desteklerini hiç eksik etmeyen değerli hocam Doç. Dr. Sabri KOÇER'e en içten dileklerimle teşekkür ederim. Ayrıca bu çalışmam süresince manevi destekleriyle bana güç veren babam, annem ve değerli eşime teşekkürü bir borç bilirim. Türkiye Cumhuriyeti Devleti'nin öğrenimimin her aşamasından bana karşılıksız olarak sağladıkları imkânları şükranla anıyorum.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER.....	vii
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	ix
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	x
RESİMLERİN LİSTESİ.....	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xii
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Araştırmanın Amacı ve Önemi.....	1
1.2. İlgili Çalışmalar.....	3
2. LİNEER CCD SENSÖRÜ.....	7
2.1. CCD Tarihçesi.....	7
2.2. Çalışma Prensibi.....	8
2.3. Fotoelektrik Etki.....	10
2.4. Yük Transferi ve Taranması.....	12
2.5. CCD Türleri ve Çalışması	13
2.5.1. CCD ara aktarım çalışması (<i>Interline Transfer CCD</i>).....	13
2.5.2. CCD çerçeve transferi (<i>Frame Transfer CCD</i>).....	14
2.5.3. CCD çerçeve ara aktarımı (<i>Frame Interline Transfer CCD</i>).....	15
2.6. Kullanıldığı Yerler.....	16

2.7. Tayf (Spektrum).....	17
3. LabVIEW PROGRAMI.....	19
3.1. Ön Panel.....	19
3.2. Blok Diyagram.....	20
3.3. Özellikleri.....	22
3.4. Kullanıldığı Yerler.....	22
3.5. LabVIEW Uygulamaları.....	22
4. VERİ TOPLAMA.....	25
4.1. Veri Toplama Elemanları.....	25
4.2. Veri Toplama Yazılımı.....	26
4.3. Veri Toplama Kartları.....	26
4.4. Kameranın Uygulamalar.....	27
4.5. Işık Kaynağının Oluşturulması.....	30
5. SONUÇ VE İRDELEME.....	32
6. TARTIŞMA.....	40
KAYNAKLAR.....	41
ÖZGEÇMİŞ.....	45

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 1.1. Ölçüm kurgusu-projeksiyonlu ölçüm yöntemleri.....	2
Şekil 1.2. DAA ile kontrol edilen sistemin blok diyagramı.....	4
Şekil 1.3. Sistemin genel yapısı.....	4
Şekil 1.4. LabVIEW arayüz görüntüsü.....	5
Şekil 2.1. CCD çalışması.....	8
Şekil 2.2. CCD'nin yapısı.....	9
Şekil 2.3. Bir EEV CCD'nin köşesinin mikro fotoğrafı.....	10
Şekil 2.4. Fotoelektrik etki.....	11
Şekil 2.5. CCD'lerin görünümü.....	11
Şekil 2.6. CCD kamerasının piksellerdeki yük transferi.....	12
Şekil 2.7. CCD ara aktarım çalışması	14
Şekil 2.8. CCD çerçeve transfer çalışması	15
Şekil 2.9. CCD çerçeve ara aktarım çalışması	16
Şekil 2.10. Optik ağıllı tayfölçerin şematik gösterimi.....	18
Şekil 3.1. Ön panel örneği.....	20
Şekil 3.2. Blok diyagram örneği.....	20
Şekil 3.3. Fonksiyon paleti ve kontrol paleti.....	21
Şekil 3.4. Araç paleti.....	21
Şekil 4.1. TCN-1304-U kamerası.....	27
Şekil 4.2. TCN-1304-U kamera blok diyagramı.....	29
Şekil 4.3. Toshiba TCD 1304DG lineer görüntü algılayıcı.....	30
Şekil 4.4. Lazer diyotunun yapısı.....	31
Şekil 5.1. Aydınlatma profilinde bir kenar detay.....	34
Şekil 5.2. CCD sensörünün deney düzeneği.....	35

ÇİZELGELERİ LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 2.1. Foton yakalamak için kullanılan maddeler.....	13
Çizelge 4.1. TCN-1304-U kamerasını özellikleri.....	28

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 5.1. Deney düzeneği.....	32
Resim 5.2. Deney düzeneği.....	32
Resim 5.3. Blok diagram, labVIEW ile CCD'den gelen verilerin değerlendirilmesi ve endüstriyel kontrol.....	33
Resim 5.4. Ön panel, gölge projeksiyon kullanarak boyut ölçümü.....	34
Resim 5.5. Deney düzeneği – 1.....	37
Resim 5.6. Deney düzeneği – 2.....	37
Resim 5.7. Deney düzeneği – 3.....	38
Resim 5.8. Deney düzeneği – 4.....	38
Resim 5.9. Deney düzeneği – 5.....	39

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

Açıklama

b/s

Byte/saniye

dB

Decibel

MHz

Megahertz

mA

Miliamper

S/s

Samples/saniye

Kısaltmalar

Açıklama

ADC

Analog Digital Converter
(*Analog Dijital Dönüştürücü*)

ADL

Advanced Disributed Learning
(*Gelişmiş Dağıtılmış Öğrenme*)

DAC

Digital Analog Converter
(*Dijital Analog Dönüştürücü*)

DAQ

Date Acquisition (*Veri Bağlama*)

DCE

Data Circuit Equipment
(*Veri Devresi Ekipmanı*)

DCD

Data Communication Device
(*Veri İletişim Cihazı*)

DMA

Direct Memory Access
(*Doğrudan Hafıza Erişimi*)

DTE

Data Terminal Equipment
(*Veri Terminal Cihazı*)

DAA

Denetleyici Alan Ağı

CCD

Charge Coupled Devices
(*Lineer CCD Sensörü*)

ISO	International Organization for Standards (<i>Uluslar Arası Standartlar Örgütü</i>)
EÜS	Esnek Üretim Sistemi
LABVIEW	Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench (<i>Görsel Grafik Programı</i>)

1. GİRİŞ

Teknolojinin gelişimi, hayatın her alanını etkilemektedir. Her yeni teknolojik atılım, insanoğlunun tüketim metotlarını değiştirmekte, mevcut metotlara yeni ilaveler getirerek yeni açılımlar ve imkânlar sağlamaktadır. Özellikle bilişim teknolojileri alanındaki hızlı değişimler modern hayatın tüm kesimlerini doğrudan etkilemiştir. Telekomünikasyon ve bilgi sistemlerinin bütünleşmesi, her türlü iletişimin mesafeden bağımsız olarak saklanması, iletilmesini sağlamış ve yeni imkânlar sunmuştur. Bu anlamda Lineer CCD'lerin LabVIEW kullanımı özellikle endüstriyel alanda yeni seçenekler sunacaktır. LabVIEW, cihaz kontrolü ve veri toplama işlemleri için çok güçlü bir programlama yazılımıdır. Bu yazılım sayesinde kontrol alanındaki pek çok sistemlerin denetimi yapılabilmektedir [1].

Bu çalışmada, günümüzde her alanda kullanılan TCN-1304-U kamerası ile Lineer CCD'lerden elde edilen görüntü verisinin LabVIEW Görsel Grafik programı ile tasarlanmış bir deney üzerinden veri toplama uygulaması yapılmıştır.

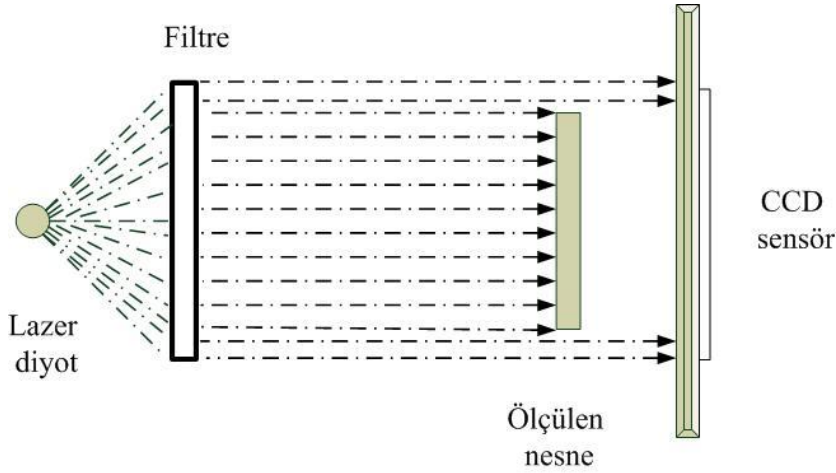
CCD'lerin LabVIEW ara yüzünde nasıl kullanılacağı, TCN-1304-U kamerasının çalışma mantığı anlatılmıştır.

1.1. Araştırmanın Amacı ve Önemi

Lineer CCD'ler hemen hemen her yerde kullanılmaktadır. En çok güvenlik, astronomide, dış çekim amaçlı kameralarda, fotokopi makinelerinde, tarayıcılarda ve fotoğraf makineleri gibi araç ve alanlarda kullanılır. Daha düşük enerji istemesi ve küçük olması artı bir kullanım sebebidir. Lineer CCD sensörlerinin boyutları küçüldükçe endüstriyel amaçlı kullanım alanları gün geçtikçe büyümektedir.

CCD satır taramalı kameralar ölçümlerde kullanılır. Örneğin, CCD alanlı kameraların çözünürlüğünde (piksel sayısı) boyut ölçüm uygulamalarında kullanılmaktadır. Bizim amacımız, ek çevre elemanları olmadan çalışabilecek ölçüm amaçlı kullanımı basit bir dijital satır taramalı kamera geliştirmektir.

Projeksiyonlu (izdüşümlü) ölçüm yöntemlerinde, nesnenin boyutunu veya pozisyonunu tespit etmek için, ölçülen bir nesnenin gölgesi, merceksiz bir CCD sensörünün üzerine düşürülür (Şekil 1.1).



Şekil 1.1. Ölçüm kurgusu-projeksiyonlu ölçüm yöntemleri

Çalışmanın dezavantajı CCD sensörüyle ölçülen nesnenin arasındaki mesafe, kullanılan merceğin odak uzaklığının 4 katına eşit veya daha büyüktür. Diğer bir dezavantaj da, ölçülen nesne optik eksen üzerinde hareket ettiği zaman, büyütmenin değişiyor olmasıdır [2].

Lineer CCD'lerden elde edilen görüntü verisinin LabVIEW programındaki bir arayüz ile incelenmiştir. Sonuçlara ait veriler yine LabVIEW' de değerlendirilmiştir. LabVIEW arayüzüne TCN-1304-U kamerası ile erişilmiştir. Kamera aynı zamanda CCD'den gelen verilerin okunması için de kullanılmıştır. LabVIEW programı ve veri toplama kartıyla gerçek zamanlı ölçümler yapılmıştır.

Farklı istasyonlar arası haberleşme güvenliği açısından daha önemli avantajları olan ve daha ekonomik bir kontrol sistemi sunan bir yapı oluşturulmuştur. Ayrıca LabVIEW programı kullanılarak istasyonların durum değişkenlerinin online olarak bir bilgisayar ara yüzü üzerinden izlenmesi de sağlanabilir. Bu sayede deney düzeneği, internet üzerinden erişilebilir bir yapıda da çalıştırılabilecek durumdadır.

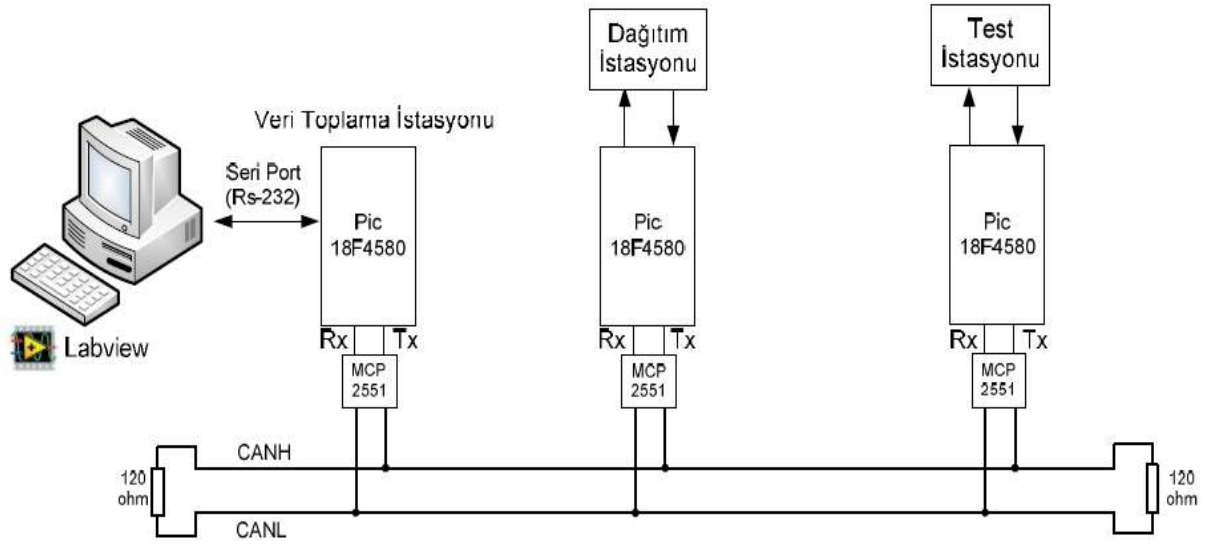
Çalışmanın sonucunda bu arayüz ile CCD'den gelen verilerin değerlendirilmesi ve endüstriyel kontrolünün tek bir monitörle sağlanması amaçlanmaktadır.

1.2. İlgili Çalışmalar

Fisher, J., ve arkadaşı tarafından geliştirilen çalışmada ölçülen bir nesnenin boyutu ve gölgesi bir CCD sensörüne düşürülerek analiz edilir. Bu durumda genellikle, paralel ışık ışınlarından oluşan bir ışık kaynağı tatbik edilir. Bu ışık kaynağının kalitesini yükseltmek için, mercekli bir optik sistem kullanılmalıdır. Optik sistemin kullanımı, boyutunun ve fiyatının artmasını sağlar. Yayımlanan çözümde, bir veya birçok nokta ışık kaynağı ve merceksiz bir CCD sensörü kullanılmıştır. CCD sensörünün kullanımı, aygıtın hem ebatını hem de fiyatını düşürür [3].

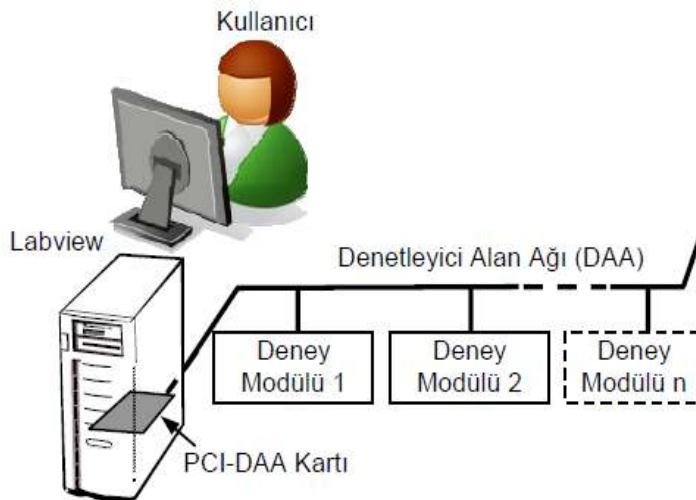
Haasz, V., yaptığı çalışmada, basit, esnek ve programlanabilir bir satır-taramalı CCD kamera sunulmuştur. Bu kamera, boyut ve pozisyon ölçümleri gibi ölçümleri yapmak üzere tasarlanmıştır. Kamera, çeşitli sinyal işleme algoritmalarının uygulanmasına ve çeşitli tiplerdeki CCD sensörlerinin kullanılabilmesine imkân verir [4].

Yabanov, İ., tarafından geliştirilen çalışmada denetleyici alan ağı (DAA) ve LabVIEW grafiksel programlama dili kullanılarak Esnek Üretim Sistemi (EÜS) istasyonları üzerinde veri toplama ve kontrol uygulaması gerçekleştirilmiştir. Oluşturulan yapıyla mekatronik bir sistemin gözlemlenmesi, kontrolü ve mevcut yapısına göre daha güvenli ve ekonomik bir şekilde gerçekleştirilmiştir. DAA üç düğümden oluşturulmuştur. Her düğümde PIC 18F4580 mikro denetleyicisi ve MCP 2551 DAA alıcı-verici entegresi bulunmaktadır. Dağıtım ve test istasyonları DAA'dan haberleşmekte ve gerekli bilgileri yine DAA vasıtasıyla veri toplama düğümüne göndermektedir (Şekil 1.2). Veri toplama düğümüyse diğer düğümden aldığı bilgileri seri pottan bilgisayara göndermekte ve bilgisayardan gelen komutları DAA vasıtasıyla diğer düğümlere göndermektedir [5].

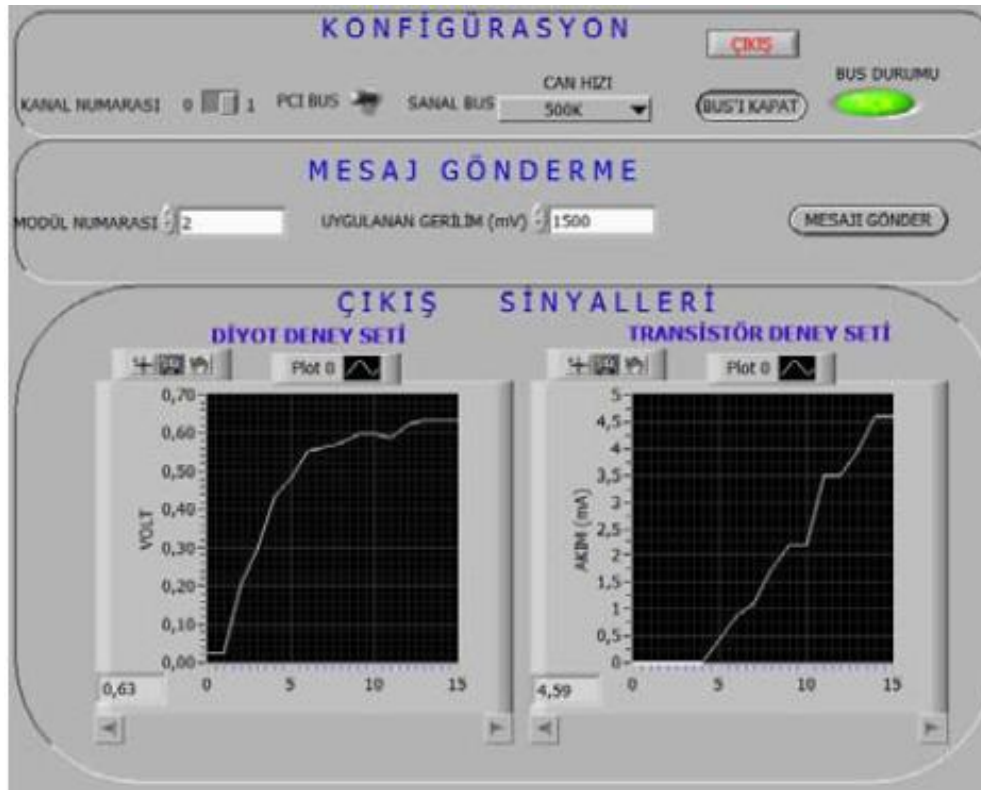


Şekil 1.2. DAA ile kontrol edilen sistemin blok diyagramı

Kutlu, A., ve arkadaşları tarafından geliştirilen çalışmada Elektronik Deney Modüllerinin LabVIEW ile kontrolünü içermektedir. Elektronik deney modülleri diyot ve transistörlerin temel karakterlerini incelemek üzere tasarlanmıştır. LabVIEW programı kullanılarak hazırlanan arayüz ile deneylerin öğrenciler tarafından yapılması ve elde edilen sonuçların incelenmesi sağlanmıştır (Şekil 1.3-1.4). Tasarlanan sistem, eş zamanlı olarak birden fazla deney setine bağlanılabilmesini ve verilerin paralel olarak bilgisayara aktarılabilmesini desteklemektedir [6].



Şekil 1.3. Sistemin genel yapısı



Şekil 1.4. LabVIEW arayüz görüntüsü

Ramli, N., yaptığı çalışmada optik tomografi sistemi şarj bağlı cihaz ve lineer CCD sensörü için LabVIEW tabanlı sürücüsünün gelişimini açıklamıştır (LabVIEW Based Driver For Charge – Coupled Device Liner Image Sensor). Sensörü zayıflatılmış optik yoğunluğunu temsil eden piksel değerleri seri olarak okunabilir, bunun öncesinde uygun clocking sinyalleri (ϕ ROG ve ϕ CLK) gerektirir. CCD çıkış ışık kaynağı ve lineer CCD görüntü sensörü arasındaki optik ışın, patika uzunluğunda yakaladığı ışının, nesnenin, gerilim veya gölgesinde ölçülen optiğin yoğunluğudur. Optik yol uzunluğu belirli alanda katı parçacıklar üzerinde engelleme yapar, nesnenin gölge olduğu bölgelerde hiç sinyal belirtisi yokken nesnenin olmadığı bölgede düzenli sinyal olduğu gözlemlenmiştir. Etkilenen piksel döküm olacağı zaman doğrusal görüntü sensörü ve çıkış sinyali için değer elde edilir. Çeşitli koşullar için nesnelerin tam yerini belirlemede üretilen çıkış sinyali uygun “clocking” elde etmede önemlidir. CCD Sony ILX551A için 1 MHz'lik bir frekansta clocking sinyalinin başarılı bir şekilde üretilmesi tomografik veri edinme yeteneğine sahip olduğunu göstermektedir. Bu çalışmada, Sony ILX551A lineer CCD algılayıcı

için uygun bir clocking sinyali elde edilen bir parçacığın görüntüsü dijital olarak kayıt edilmiş daha sonraki görüntü yenileme sürecinde kullanılması amacıyla saklanacaktır. Bu çalışmanın başka bir amacı ILX551A lineer CCD sensörüne gönderilen Analog sinyali dijital sinyale dönüştürülmesini sağlayan bir USB 6251 kartının programını yazma üzerinedir. LabVIEW programı CCD'den gelen çıkış sinyallerini görmesine yardımcı olur. LabVIEW programı veri toplama sistemi olarak seçilmiştir. Özellikle verilerin ölçülmesi ve kontrolünü kolaylaştırmaktadır [7].

2. LİNEER CCD SENSÖRÜ

CCD teknolojisi yeni ancak gelişmeye hazır bir teknolojidir. Yakın zamanda kombine devreler daha da küçültülerek bu teknoloji ilerletilebilir. Işığa duyarlıkları, görüntüleme uygulamalarında çabucak başarı kazanmış ve gökbilimde büyük bir devrim yaratmışlardır. CCD'lerin kullanım alanları görüntü üzerinedir. Ancak diğer sistemlerle birleştirilip yeni kombine sistemler oluşturulabilir. Robotların yön algılamaları, güvenlik sistemlerinde tanıma işlemleri CCD ile yapılabilir [8].

2.1. CCD Tarihçesi

Kısaca adı CCD olan Charge-Coupled-Devices'in temelleri, 1969 yılında Bell Laboratuvarından Willard Boyle ve George Smith tarafından tek dizi sekiz piksel detektörün yapılması ile atıldı. Daha sonra 1973 yılında NASA, JPL ve TI'nin astronomi için CCD geliştirilmesi programına başlaması CCD'lerin bugüne gelmesini sağladı.

Elektronik ve foto grafik görüntüleme aygıtları arasında belirgin üstünlüklere sahiptirler [9].

Artıları:

- Küçüktürler
- Işığa karşı doğrusal yanıt verirler
- Yüksek kuantum etkinliğine sahiptirler
- Geniş bir aralıkta tayfsal yanıt verirler
- Kararlıdır (Soğutma ve ısı stabilizesi)
- Çok yüksek çözünürlük seçeneği sunarlar
- Uzun zaman aralıkları boyunca ışık toplayabilmesi
- Özelliklerinin 'ideal' algılayıcıya çok yakın olması

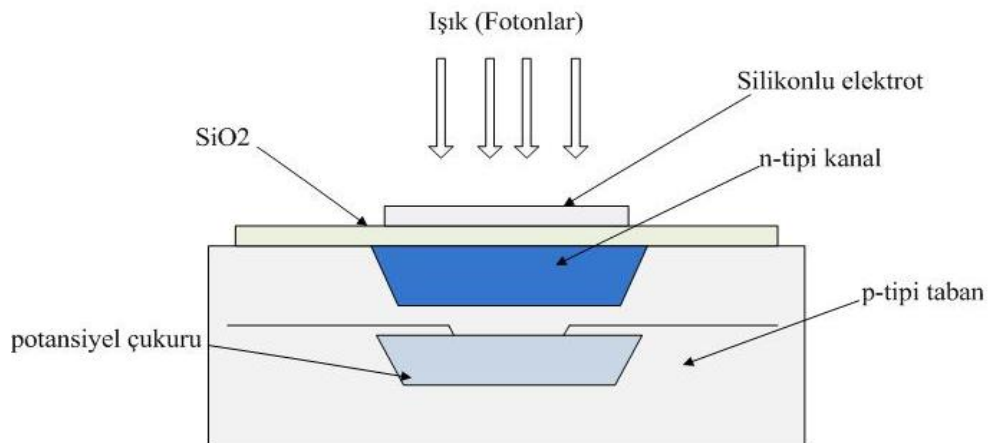
Eksileri:

- Pahalı olması
- Aynı türde her CCD'nin genel özellikler bakımından benzer ama eşdeğer olmaması

- Kuantum etkinliği, yonga kalitesi ve diğer bozuklukların aletten alete değişmesi

2.2. Çalışma Prensibi

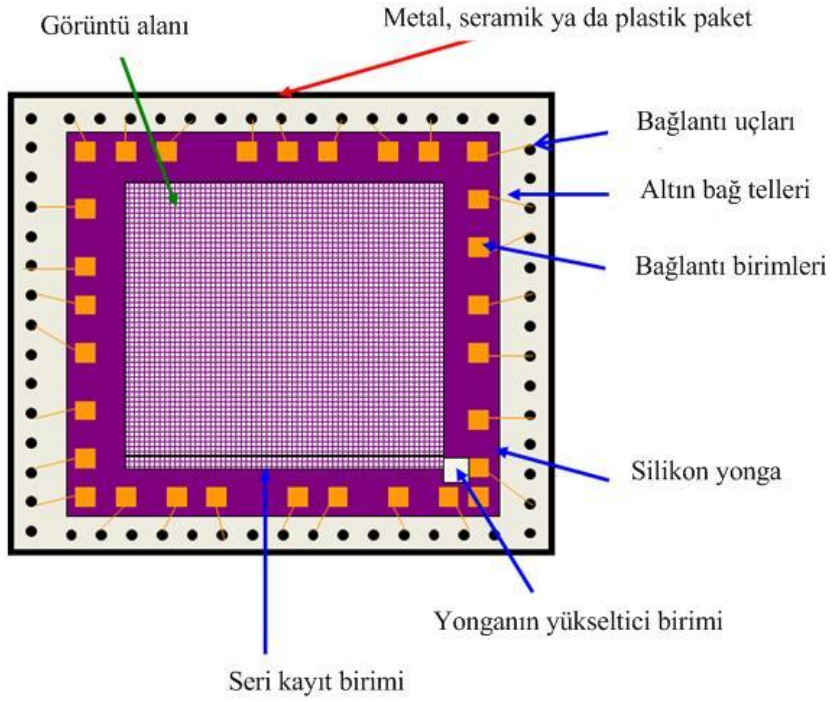
CCD'nin genel olarak çalışma amacı içyapısındaki ışık kaynağından gelen fotonları yakalamaktır. Yakalanan fotonlar, foton madde etkileşmesi (fotoelektrik olay) ile foto elektronları meydana getirir. Bu elektronlar "Cell" adı verilen küçük hrelerde toplanır. Hrelerdeki elektronlar sayılmak üzere transfer edilir (yük transferi). Analog sayısal birim; "ADU" ya gönderilen elektronların sayısal değerı bulunur (şekil 2.1). Bundan sonraki işlem ise; bu değerlerin koordinatları ile birlikte saklanması işlemi, Readout'tur.



şekil 2.1. CCD alışması

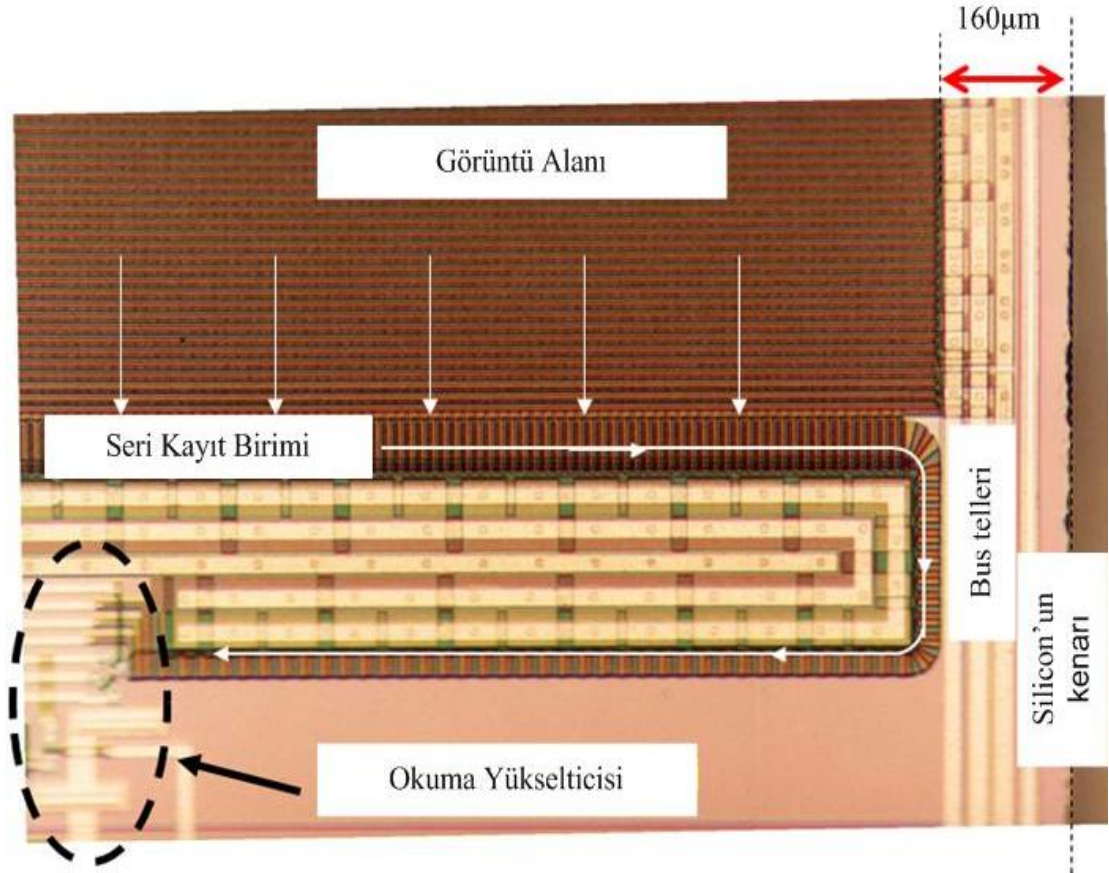
Yerleştirilen atom daha fazla Valans elektronuna sahipse bu Kristal içinde elektron fazlalığı meydana gelir ve bunlara n-tipi denir. Ancak az sayıda Valans elektronuna sahipse bunlar p-tipi yarı iletken adını alır.

ADU-okunması her satırda olan toplanmış yk sıra ile çıkış sütununa aktarılır sonradan bu sütun tekrar kaydırılarak sıra ile okunur. Böylece matris üzerinde olan her hücre adresleri ile birlikte okunmuş olur [10].



Şekil 2.2. CCD'nin yapısı

Şekil 2.2. de CCD'nin yapısı ve görüntü alanına göre elektrik yük deseninden oluşan bir görüntü elde edilir. Poz süresi sonunda bu desen, yonga üzerindeki seri kayıt bölümü yoluyla, pikseller şeklinde aktarılır. Dış ortamla ilişki elektrik bağlantıları, seri bağ birimleri ve yonganın çevresindeki ince altın tellerle sağlanır.

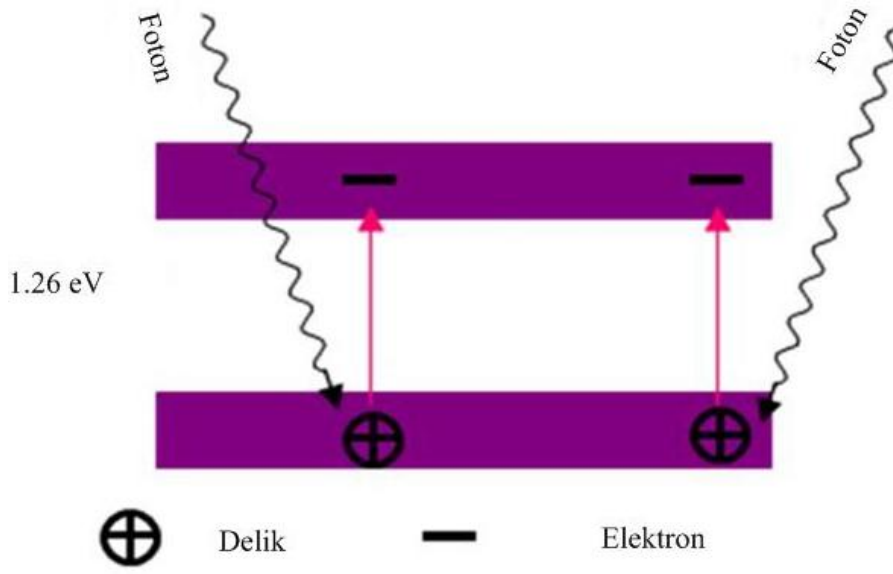


Şekil 2.3. Bir EEV CCD'nin köşesinin mikro fotoğrafı

Şekil 2.3. de görüldüğü üzere seri kayıt birimi, çıktı yükselticisini yonganın kenarından uzağa hareket ettirebilmek için ikiye katlanmıştır. Oklar yükün alet içinde nasıl aktarıldığını göstermektedir.

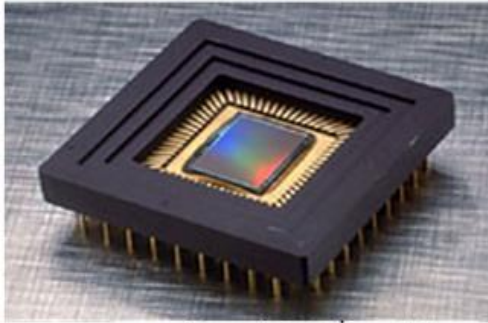
2.3. Fotoelektrik Etki

Elektron bu iletim bandına geldiğinde silikon kristalinin oluşturduğu kafes içinde serbestçe dolaşabilir. Bu elektron değerlik bandı, artı yüklü bir taşıyıcı gibi davranan bir 'delik' bırakır. Bir dış elektrik alanın yokluğunda delik ve elektron çabucak birleşerek kaybolacaktır. CCD' de bu yükleri ayrı tutması ve birleşmelerini önlemesi için bir elektrik alan uygulanır (Şekil 2.4).

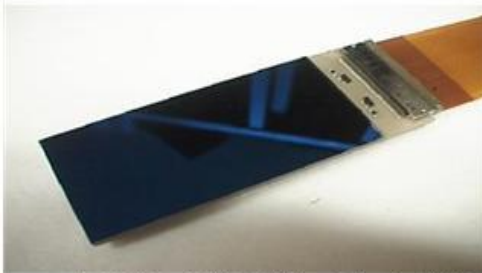


Şekil 2.4. Fotoelektrik etki

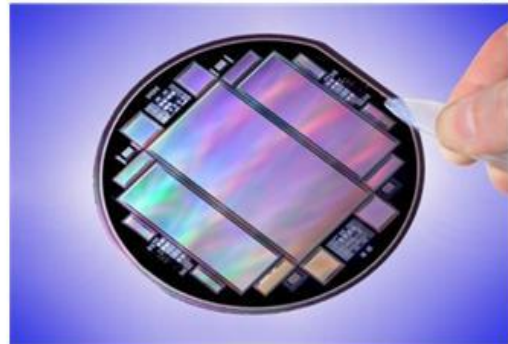
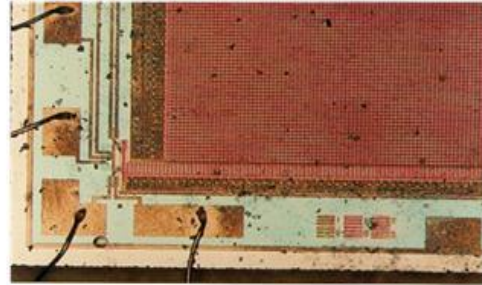
Isısal olarak üretilen elektronlar, ışıkla üretilenlerden ayırt edilemezler. Bunlar “Kara Akım” denilen bir gürültü kaynağı oluştururlar. Bu sayıyı düşük tutmak için CCD’lerin soğuk tutulması önemlidir. 1,26 eV, 1mm dalga boylu ışığın enerjisine karşılık gelir. Bu dalga boyunun ötesinde silikon saydam ve silikondan yapılmış CCD’ler duyarsız olur.



Kodak Kaf 1401 İnce CCD



MIT/LL CC1D20 İnceltmiş CCD

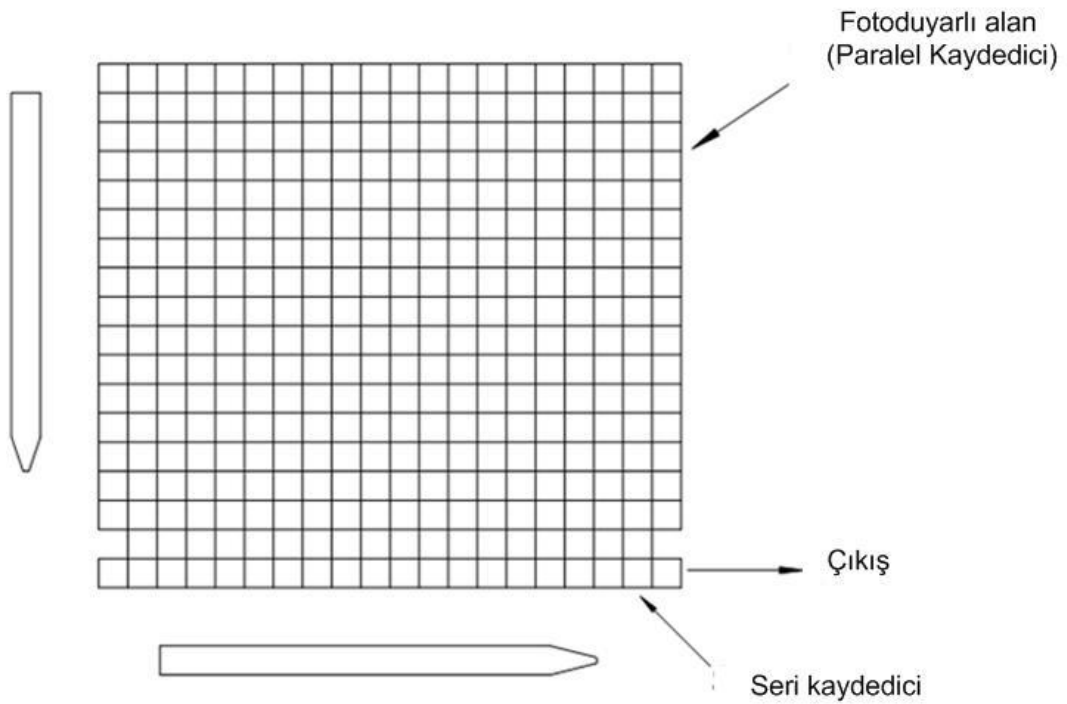


Don Groom LBNL

Şekil 2.5. CCD’lerin görünümü

2.4. Yük Transferi ve Taranması

CCD’de depolanmış bütün bir elektronik görüntüyü taramak için CCD’deki her bir piksel sırayla okunmalıdır [11]. Potansiyellerin kapı elektrotlarına uyumu sağlanarak her bir potansiyel kuyuda (pikselde) depolanan elektronlar komşu piksele taşınır. Bu zellik şekil 2.6. da gösterilen yolla kullanılır. Bir CCD iki ana bölümden oluşur; Birisi *paralel kaydedici* yani foto duyarlı alan, diğeri pikseller çizgisi içeren seri kaydedici. Paralel kaydedicinin her bir pikselinde depolanmış yüklerin tümü bir piksel çizgisi tarafından seri kaydediciye doğru kaydırılır. Tüm seri kaydedici piksellerin içindeki yükler daha sonra bir piksel tarafından ilk pikseli okuyan çıkış ykselticisine doğru kaydırılır. Seri kaydedicinin yükleri daha sonra bir piksel daha taranır (okunur). Bütün paralel kaydedici okunana kadar bu kaydırmalar tekrarlanır. CCD daha sonra yeni bir optik görüntü almaya hazırdır [10].



şekil 2.6. CCD kamerasının piksellerdeki yük transferi

Burada yükler paralel kaydediciden seri kaydediciye transfer edilir. Seri kaydediciden de çıkış ykselticisine kaydedilir. Yük aktarım etkinliği (CTE), yükün

1 pikselden diğerine aktarılma yüzdesidir. Bu sayının %100'e yakın olması çok önemlidir.

- 1024 x 1024'lük bir CCD'nin ortasındaki bir pikseli ele alalım. Bu pikselde toplanan yük, 512 kez paralel kayıt birimi tarafından, 512 kez de seri paralel birimi tarafından olmak üzere 1024 kez aktarıma uğrayacaktır.
- Yük aktarım etkinliğinin %98 olduğunu düşünelim. Okuma anında bu piksel yükü, başlangıçtaki yükünün $(0,981024) \times \%100 = \%0,0000001$ 'i olacaktır. Bu çok kötü bir değerdir.

Günümüzde iyi denilebilecek yük aktarım etkinliği %99,999'dur. Bu etkinlikle sonuçta okunan değer, başlangıç değerinin %99'u olur.

Fotoelektrik olaydan bildiğimiz gibi foton yakalama yeteneği maddelere göre değişiklikler gösterir. Aşağıdaki çizelgede 2.1de foton yakalamak için kullanılan bazı maddeler ve onların bazı özellikleri verilmektedir [10].

Çizelge 2.1. Foton yakalamak için kullanılan maddeler

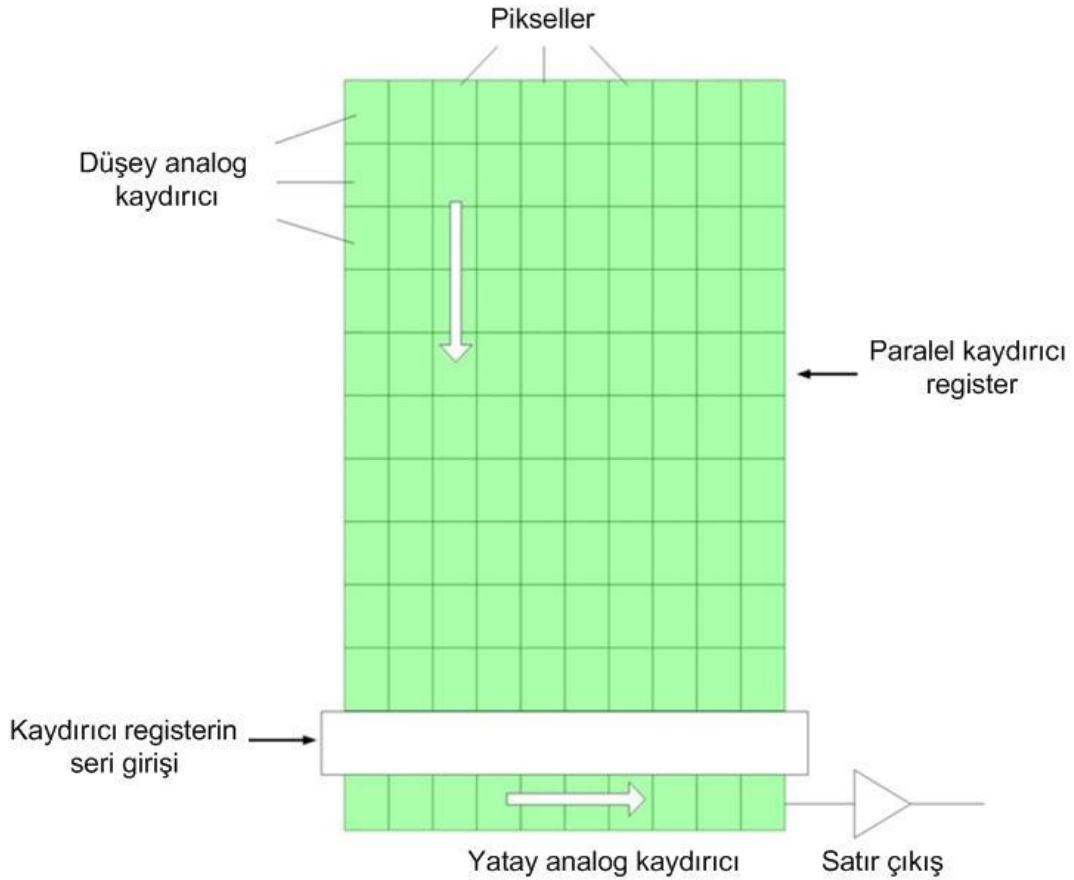
İsim	Sıcaklık (K)	Bant genişliği(eV)	Kesme Dalga boyu(mikron)
Kadmiyum Sülfür(CdS)	295	2,4	0,5
Kadmiyum Selenit(CdSe)	295	1,8	0,78
Galyum Arsenit(GaAs)	295	1,35	0,92
Silikon(Si)	295	1,12	1,11
Germanyum(Ge)	295	0,67	1,85
Kuruşum Sülfür(PbS)	295	0,42	2,95
İndiyum Antimonit(InSb)	296	0,18	6,9
Cıva Kadmiyum Tellür it(Hgx Cd1-xTe)	77	0,5(x=0,554)	2,5

2.5. CCD Türleri ve Çalışması

2.5.1. CCD ara aktarım çalışması (*Interline Transfer CCD*)

Buradaki çalışmanın amacı, satır arasındaki boşlukta “düşey karartma anında” her göz üzerindeki elektrik yükünü yan tarafındaki hafıza bölümüne aktarır. Hafıza

bölümlerine analog bilgileri aktaran gözler yeni çerçeve için deşarj edilip sabit bir değerde tutulurlar. Hafıza gözlerindeki bilgiler, analog kaymalı birim gibi çalıştırılarak, ilk satırdan itibaren, gözlerdeki bilgiler yatay geçişli kaydırıcıdan bir tutma kondansatörüne analog değerde yüklenir. Şekil 2.7. de gösterilen. Bu kondansatörün bağlı olduğu yüksek kazanç girişli FET yükselteç devresi bu sinyali diğer katlara ulaştıracak değere çıkarır.

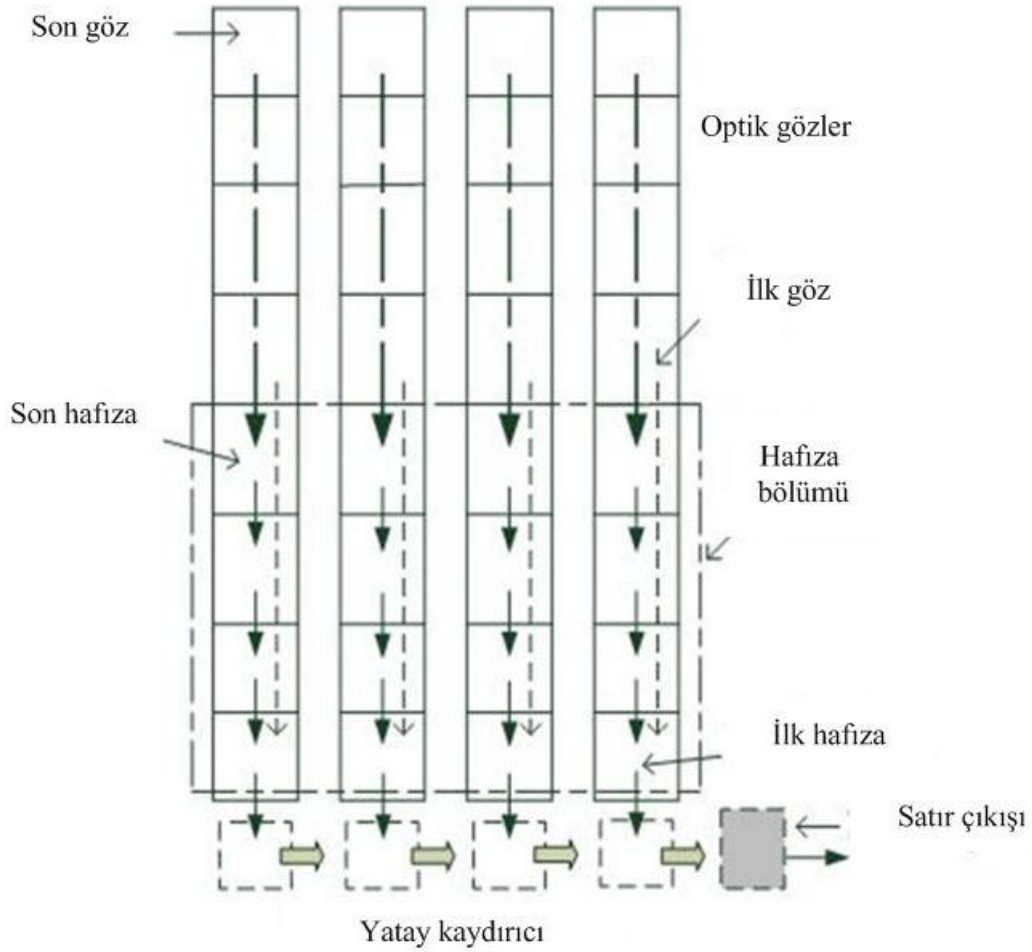


Şekil 2.7. CCD ara aktarım çalışması

2.5.2. CCD çerçeve transferi (*Frame Transfer CCD*)

Bu tip CCD algılama elemanlarında, ışığın düştüğü bölgede sadece foto eleman gözler olduğundan daha sık ve çok sayıda eleman bulunmaktadır. Çözümlemesi ve duyarlılığı iyi olan bu türün maliyeti yüksektir. Şekil 2.8. de gösterilen.

CCD elemanında cisimden yansıyan ışıkla dolan gözlerdeki analog değerler dikey karartma aralığında seri kaydırmalı devre prensibinde bellek gözlerine transfer edilir.

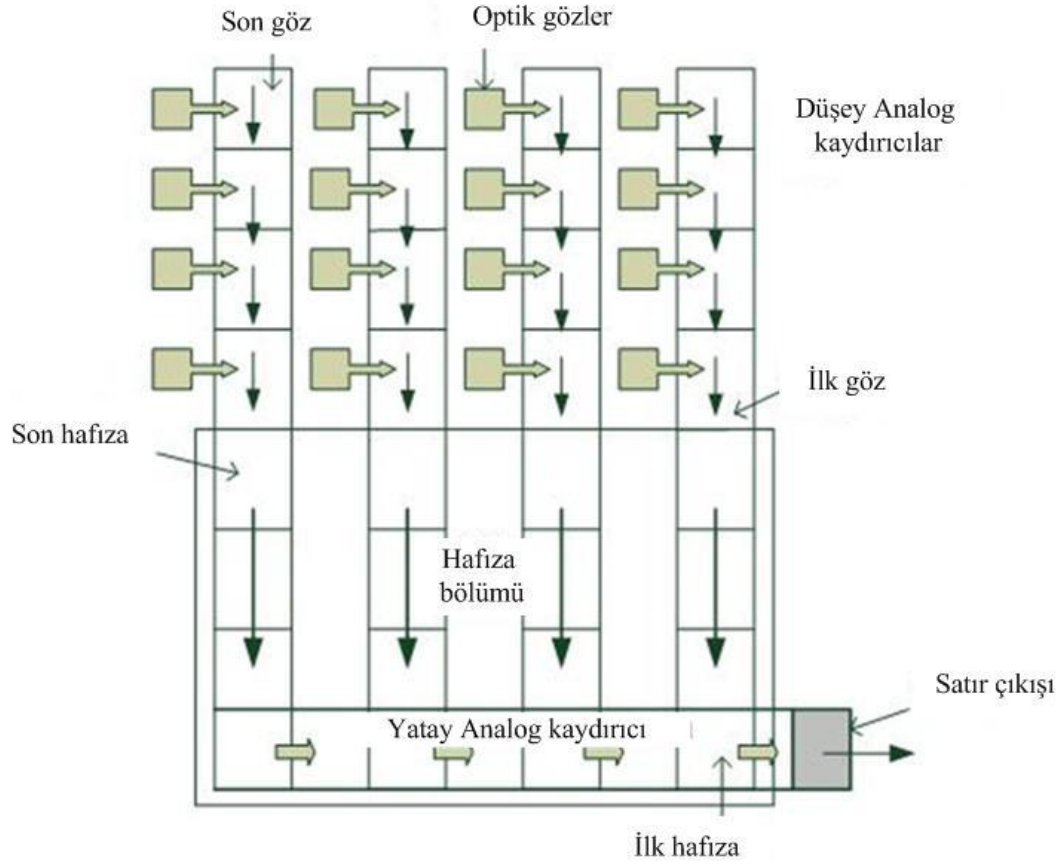


Şekil 2.8. CCD çerçeve transfer çalışması

2.5.3. CCD çerçeve ara aktarımı (*Frame Interline Transfer CCD*)

Frame Transfer tür elemandaki çözümlemeyi veren bellek gözleriyle, hızlı hareket eden cisimlerde net resim avantajını daha ucuz olarak gerçekleştirmiş elemandır. Işığa duyarlı her gözün yanında dikey satır olarak dizilmiş analog kaydırmalı gözler bulunmaktadır. Şekil 2.9. da gösterilen.

Resim karesi süresinde cisimden yansıyan ışıkla dolan foto eleman gözlerdeki bilgiler dikey karartma aralığında kısa periyotlu bir saat darbesi ile dikey analog kaydırıcı hafızalara aktarılır ve oradan bir seri darbe ile yatay kaydırıcıya aktarılır. Yüksek ışıktan yanmayan foto eleman, doyunca bu fazla şarjını yanındaki elemanlara aktarabilir. Çerçeve ara aktarımı tip CCD’de bu problem yok edilmiştir.



Şekil 2.9. CCD çerçeve ara aktarım çalışması

2.6. Kullanıldığı Yerler

Lineer CCD'lerin endüstriyel alanlarda Otomotiv, metal, gıda, paketlenme, lastik, elektrik, elektronik, IC, yarı iletken vb yerlerde kullanılmaktadır. Bu kullanım yerlerinde görev dağılımı ise titreşim, kalınlık, eksenel kaçıklık, bozulma, bükülme, yükseklik, kıvrım, çap tayini, paralellik, derinlik, film kalınlığı, şekil belirleme gibi konularda olabilmektedir.

Endüstriyel alanda kullanım yerlerine bazı örnekler aşağıda verilmiştir;

- Test parçasının profilinin ölçümü
- Robot kolu pozisyon kontrolü
- Metallerde ısı genleşme testi
- Cisim üzerinde aşınma miktarının ölçülmesi

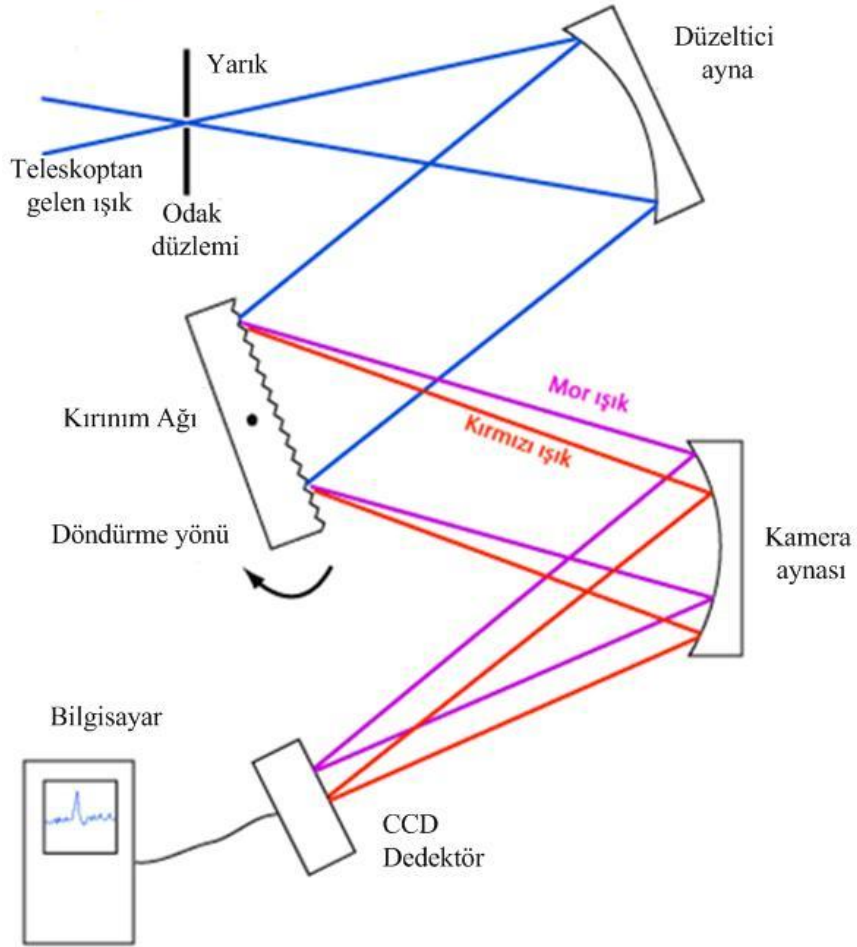
- IC kapılarının şeklinin ölçülmesi
- BGA toplarının yüksekliğinin ölçülmesi
- Kutup plakalarının kalınlığının ölçülmesi
- Hard-disc in (sabit diskin) yüzey bozukluğunun ölçülmesi
- Kum kalıp yüzeyindeki bozuklukların algılanması
- Fren diskinin kalınlığının ve salgısının ölçümü
- Makarna hamurun kalınlığı ölçümü
- Lastik rulonun salgısının ölçümü
- Şişe etiketlerinde kayma yada üst üste katlanarak yapışmasının algılanması vb.

CCD'lerin kullanım alanları görüntü üzerindedir. Ancak diğer sistemlerle birleştirilip yeni kombine sistemler oluşturulabilir. Güvenlik sistemlerinde tanıma işlemleri Lineer CCD elemanları ile yapılabilir [10-26].

2.7. Tayf (*Spektrum*)

İngiliz bilim adamı Sir Isaac Newton 1666'lı yıllarda ışığı bir prizmadan geçirdiğinde ışığın renklerine ayrıldığını gördü. Beyaz ışık prizmadan geçerek beyaz ışığı meydana getiren yedi rengin kırılmaları değişik olduğu için prizma bunları ayrı açılarla kırar. Böylece kırmızı, turuncu, sarı, yeşil, mavi, lacivert, mor olmalı üzere yedi renk görüntüsü oluşur. Bu renk dizisine kısaca “*tayf*” veya “*spektrum*” denir. Bu renkleri daha iyi gözlemleyebilmek için “*tayfölçer*” denen bir alet kullanılır. Astronomide yıldızların, gezegenlerin bileşimlerini, sıcaklıkları ve kuyruklu yıldızları araştırmak için tayfölçerler kullanılır.

Tayfölçer optik elemana göre adlandırılır. Optik ağıllı tayfölçerlerde ışığın renklerine ayrışması bir optik ağ aracılığı ile olur (Şekil 2.10). Optik ağ cam veya parlak bir metal üzerine paralel ve eşit aralıklarla çizilmiş binlerce çizgiden meydana gelmiştir [25].



Şekil 2.10. Optik ağı tayfölçerin şematik gösterimi

Odak düzlemleri üzerinde elde edilen tayf CCD algılayıcı ile kaydedildi. Bu sayede gelen cismin ışığının analizden cismin kimyasal yapısı, sıcaklığı, uzay hareketi hakkında bir bilgi alınabilir.

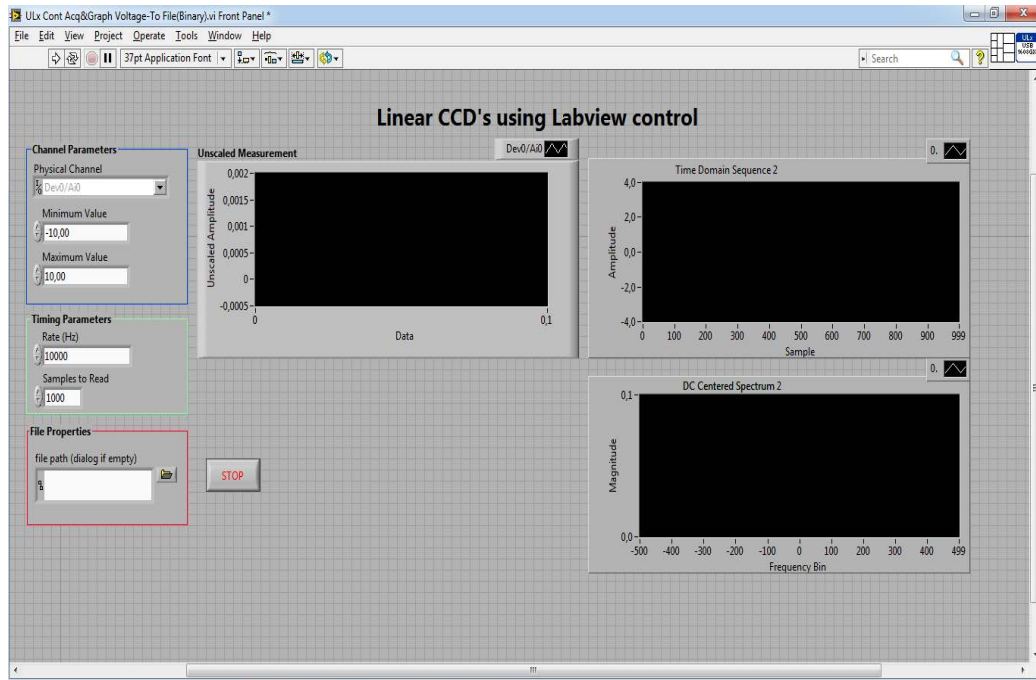
3. LabVIEW PROGRAMI

LabVIEW veri toplama, saklama ve değerlendirme gibi işlemleri yapabilen bir programdır. 1980'lerin başında National Instrument firması tarafından geliştirilen. LabVIEW, 20 yılı aşkın bir süredir gelişmekte olmasına rağmen, teknolojiye sınırlamalardan dolayı dünyada beklenen hızda yaygınlaşamamıştır. National Instruments firmasının LabVIEW programını geliştirmesiyle veri akışının animasyon şeklinde canlandırılabilmesi ve grafiksel olarak tasarlanmış, ikon haline getirilmiş birçok hazır fonksiyon sayesinde klasik programlama dillerindeki birçok zorluk aşılmıştır. Kod ya da komut ezberleme ve metin tabanlı komutlarla çalışma ortadan kalkmıştır. Kaynak kodlar akış şemasına benzemektedir. Bu nedenle buna tamamen grafiksel bir programlama dili diyebiliriz. Diğer yandan endüstrideki otomasyon sistemlerinde veri toplama, veri işleme ve veri izleme tekniklerine olan ilgi, proseslerin izlenmesi ve kontrolü açısından her geçen gün artmaktadır [12].

Test, ölçüm, veri oluşturma, işleme ve takibinden kullanılan program şekillerin ekranda birbirlerine bağlanması şeklinde kullanılır. LabVIEW ekranı “Blok Diyagram” ve “Front Panel” olmak üzere iki ana kısımdan oluşur. Sırasıyla bu kısım blok diyagram ve ön panel olarak adlandırılır. Blok diyagram görsel programlama dillerinde kod yazma bölümüne, ön panelse kullanıcı ara yüzünün hazırlandığı formlara karşılık gelmektedir [12].

3.1. Ön Panel

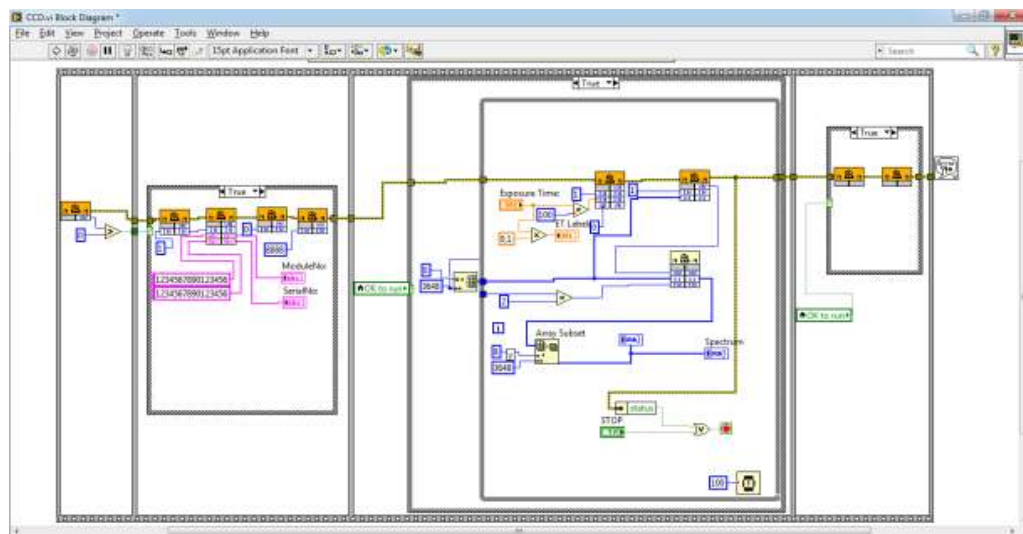
Ön panel (Şekil 3.1) sırasıyla sanal araçların etkileşimi giriş ve çıkış terminallerini kumanda cihazları ve göstergelerle oluşturulabilir. Kumanda cihazları, tepecikler, elektrik düğmeleri, kadranlar ve diğer giriş aletleridir. Göstergeler ise çıkış aletlerinin belgelerini taklit eder ve engelleme diyagramlarından kazanılan veya yaratılan verileri gösterir.



Şekil 3.1. Ön panel örneği

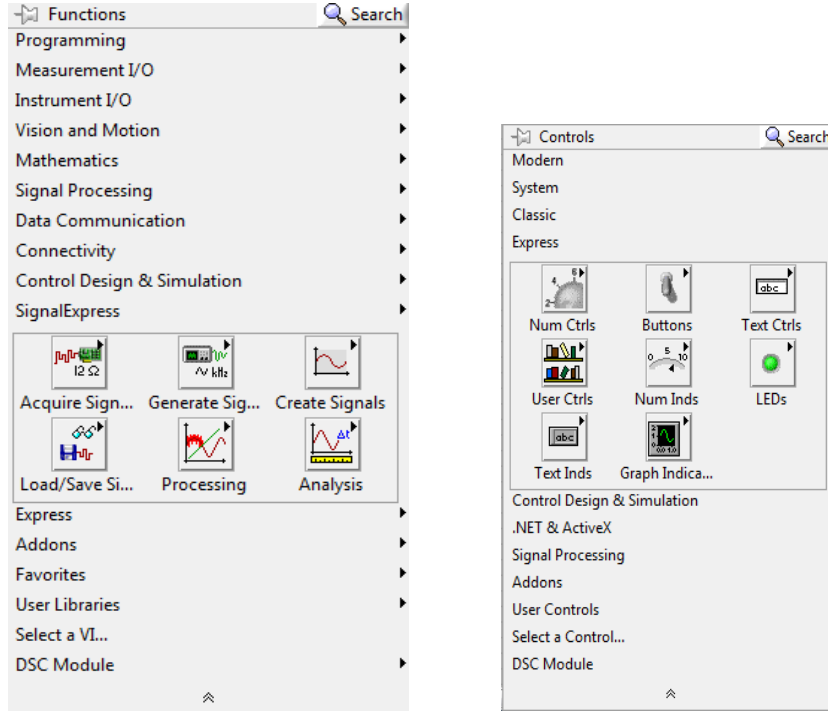
3.2. Blok Diyagram

Ön panel oluşturulduktan sonra ön panel objelerini kontrol etmek için fonksiyonların grafiksel ifadelerini kullanarak kodlar eklenebilir. Blok diyagramları bu grafiksel kaynak kodlarını içerir [13].



Şekil 3.2. Blok diyagram örneği

Ön panelde ve blok diyagramda kullanılan iki önemli araç paleti vardır (Şekil 3.3). Ön panelde kullanılan palet “Kontrol paleti (Controls)”, blok diyagramda kullanılan palet ise “Fonksiyon Paleti (Functions)” denir.



Şekil 3.3. Fonksiyon paleti ve kontrol paleti

Ön panelde ve blok diyagramda ortak kullanılan bir başka palet ise araç paletidir (Şekil 3.4). Buradaki araçlar blok diyagramdaki ve ön paneldeki nesnelerin düzenlemesinde ve işletmesinde kullanılır [13].



Şekil 3.4. Araç paleti

3.3. Özellikleri

LabVIEW boşa harcanan zamanı azaltır, bilgisayar ve enstrümantasyon donanımına yapılan parasal yatırımı korur. Daha karmaşık geliştirme araçlarına gerek kalmadan bütün işlemlerimizi tamamlayabilme esnekliğine sahiptir. Eklenen güçlü araçlarla karmaşık geliştirme işlemlerini basitleştirir [12].

3.4. Kullanıldığı Yerler

Veri takibi ve ölçme yapımı istenen her yerde program kullanılabilir. Endüstride, otomotiv sektöründe, enerji sektöründe, uzay çalışmalarında, su altı çalışmalarında, gömülü kontrol ve izlemede, elektrik ve elektronik birçok alanda müşterilerine çözümler sunmaktadır. National Instruments firması, endüstri ve birçok alanda müşterilerine bekledikleri çözümleri sunmaktadır [14-15].

Endüstriyel alanda kullanım yerlerine bazı örnekler aşağıda verilmiştir.

Bunlar:

- Sanayi
- Havacılık ve Uzay
- Otomotiv
- Elektronik
- Petrol ve Gaz
- Yarı iletken Testi
- Güneş Enerjisi
- Yapısal Test
- Rüzgâr Enerjisi vb.

3.5. LabVIEW Uygulamaları

LabVIEW programı dünya üzerinde birçok sektörde kullanım alanına sahiptir. Bir uygulamada yol üstündeki motorun, sürücü ve test görevlisinin denemeleri sırasında durma süresi, fren sıcaklığı ve daha birçok veri hakkında bilgi verecek fren testleri için bir veri elde etme sistemi geliştirmek istenmiştir.

Düşük hizalama süresiyle fiber için lazer yöntemi otomasyonu geliştirmek amacıyla ön panelde kullanışlı bir menüsü olan, müşterilerin istedikleri enstrüman ve aşamaları yerleştirilebilen, otomatik hassas fiber hizalama çözümü geliştirmek için bir sanal enstrüman oluşturulmuştur.

Çeşitli iklimatik koşullar ve farklı motor dönüş sistemleri altında termodinamik bir test sırasıyla otomotiv hava şartlandırma sistemi simülasyonunu Turin Centro Ricerche Fiat marka araba üretiminde uygulanması amaçlanmıştır.

Video test uygulamaları gibi şifreleme programları, Full HD video ve derin renk içeriği gibi yeni dijital video teknolojileri devreye girmesiyle birlikte giderek daha da karmaşıkmaktadır. NI otomatik ölçümler esneklik sağlar ve tüketicilerin beklediği yüksek kaliteyi garanti ederken, PXI üzerine inşa gelişmiş test sistemlerin sunmuştur. Endüstriyel alanda kullanım yerlerine bazı örnekler aşağıda verilmiştir.

Bunlar:

Uygulamalar

- Ses Testi
- Otomotiv Testi
- İletişim
- Durum İzleme (+)
- Veri Akış (+)
- Loop Donanım (HIL)
- Tıp (+)
- Mekatronik (+)
- Gürültü, Titreşim ve Sertlik
- Fotovoltatik Test
- Fizik
- Robotik (+)
- Statik ve Yorulma Yapısal Testi
- Video Testi (+) vb.

Bu uygulamalar ve daha fazlası oluşturulan sitenin “Projeler” bölümünde geniş şekilde yer verilmiştir. Daha fazla çözüm uygulamalarını National Instruments Web sitesinin “Alliance Programs” bölümünde bulabilirsiniz [16].

4. VERİ TOPLAMA

Bütün ölçü sistemlerinin temel görevi dünyadaki fiziksel büyüklükleri ölçmek veya üretmektir. Ölçme aygıtları ölçülmek istenilen verileri elde ederken, analiz ederken veya görüntülerken yardımcı olmaktadır.

Veri toplama, işleme ve izleme ölçme yaparken uygulanan en önemli adımlardır. Bu adımları en az hatayla istenen şekilde yapabilmek için ölçme yapan kişiler azami çaba sarf etmektedir. Veri toplama sistemleri; çeşitli işaretlerin ölçülmesi, işlenmesi, iletilmesi ve kaydedilmesi için günümüzde kullanımı çok yaygındır [17].

Veri elde ederek, ölçülen fiziksel büyüklükler dijital formatta voltaj akım, basınç, sıcaklık gibi büyüklüklere çevrilerek bilgisayara aktarılır. DAQ (AcQuisition), GRIB (Generel Purpose Interface Bus), PXI (PCI extention for instrumenation) ve RS-232 aygıtları veri elde etmede en çok kullanılan metotlardır.

Veri analizi sürecinde, ham veri anlamı bilgiye dönüştürülürken statiksel analiz, frekans cevabı ve diğer sayısal işlemler yapılmaktadır. Verilerin sunulmasında ise grafik, tablo, termometre veya diğer görsel araçlar kullanılabilmektedir.

Veri Yönlendirme: LabVIEW, analiz yöntemleri için zengin bir kaynak merkezidir. Sisteme giren verileri; sayısal metotlarla, ölçümleri, sinyal akışıyla vs. yönlendirilebilir. Bunun dışında, veriler grafik üzerinde gösterilebileceği gibi dosyalarda da saklanabilir [18].

4.1. Veri Toplama Elemanları

Bilgisayar Programı: Veri toplamak için kullanıma uygun bir bilgisayar programı gereklidir. Burada, verileri toplayıp değerlendirebileceğimiz bir program olan LabVIEW kullanmıştır.

Veri Toplama Kartı: Verilerin girişine veya çıkışına izin vererek bilgisayarla dış ortam arasındaki bağlantıyı sağlar. Toplanan bu veriler bilgisayar hafızasında saklanabilir, işlenebilir veya yönlendirilebilir [19].

Fesih Kurulu: Veri toplama kartına bağlanır ve bu kart üzerindeki çeşitli sinyallere ulaşma imkanı sağlar. Ayrıca yardımcı elamanları birbirine bağlayarak sinyal akışını sağlar [19].

4.2. Veri Toplama Yazılımı

Bilgisayar üzerinde veri toplama, veri işleme ve veri izleme yapılabilmesi için yazılımla birlikte kullanılması şarttır. Bu uygulama yazılım, bilgisayarda bir işletim sistemi altında çalışır. Uygulama yazılımı, interaktif bir panel, bir giriş çıkış programı, bir veri günlükçüsü, bir haberleşme işleyici veya tüm bunların bir bileşimi olabilir. Genellikle bu donanımla veriler ve belirli görevlerle ilgili bir yazılım uygulaması geliştirmek için düşük seviyede bir sürücü yazılımından yararlanılacaktır [20].

4.3. Veri Toplama Kartları

Veri toplama kartları, verileri birçok kanaldan elde eden veya üreten aygıtlar olarak tanımlanmaktadır. Veri toplama kartları yardımıyla herhangi bir harici donanımdan analog ve dijital sinyaller okunabildiği gibi aynı sinyaller veri toplama kartları aracılığıyla da üretilebilmektedir. Bu aygıtlarla doğrudan bilgisayarların dahili veri yollarıyla bağlantı kurulabilmektedir. Veri toplama kartları bilgisayara kurulan bir yazılım yardımıyla dış dünyadan alınan verileri bilgisayarın kullanılabileceği sayısal sinyallere çevirmektedir.

Veri toplama kartlarının genel özelliklerine ait bilgi sayfaları kartın yapabileceklerini ve doğruluğu hakkında ön bir fikir verir. Bu bilgi sayfalarında her veri toplama kartı için analog kanal sayısı, örnekleme hızı, çözünürlük ve sinyal giriş aralığı gibi değişken parametreler belirtilir. Uygun veri toplama kart seçimi yapılırken kart hakkındaki çeşitli kavramların iyi bilinmesi ve buna göre seçimin gerçekleştirilmesi gerekmektedir [21].

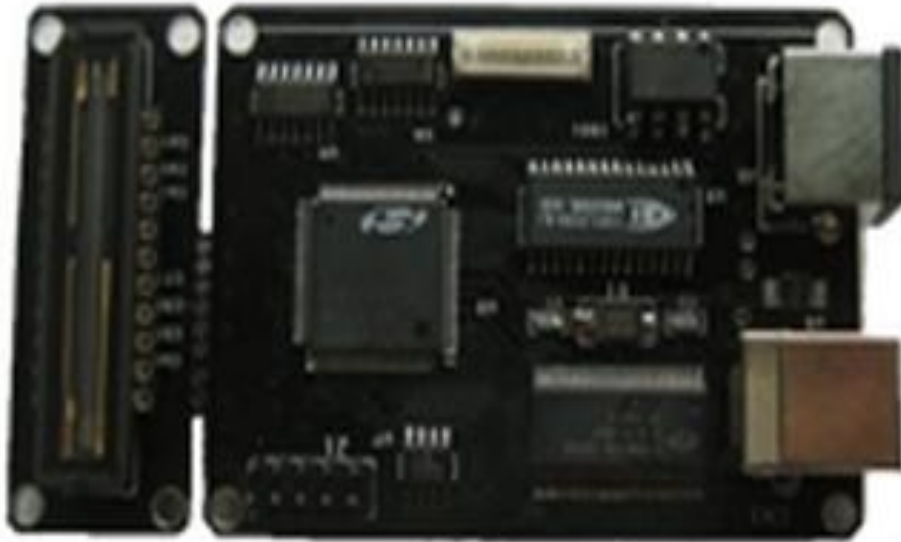
Piyasada veri toplamanın yanı sıra veri kontrolünü de gerçekleştiren kartlar, analog giriş gerilim sinyallerini sayısal biçime dönüştürür ve ölçme amacıyla analog giriş

devrelerini, analog çıkış devrelerini, sayaç, zamanlama devrelerini ve sayısal I/O arayüzlerini kapsar [22].

4.4. Kameranın Uygulamaları

Veri toplama kartı, veri toplamak için gerekli olan birçok elemana sahiptir. Ölçümlerin alınmasında kullanılan model TCN-1304-U kamerası (Şekil 4.1.) ve bu kamera üzerinde çok katlı 16 adet analog veri girişi kanalı vardır. Analog/Dijital dönüştürücü, giren analog veriyi dijital veri olarak ifade eder. Dijital Input/Output portları da dijital verinin bilgisayarla harici cihazlar arasında bilgi alışverişine imkân verir.

TCN-1304-U hat kamerası USB 2.0 (480 Mb/s) arayüzüyle tek satırlı, 3648-piksel CCD çipi dayalı, düşük maliyetli yüksek performanslı B/W yönetim kurulu düzeyinde hat kamerasıdır. TCN-1304-U sanayi proses kontrol OEM uygulamaları optik spektroskopi ve biyo-medikal görüntüleme gibi uygulamaların düzeyinde kamera idealdir. Açıklanan kamera konumu veya boyut ölçümü, geleneksel ve projeksiyon her iki yöntem için tasarlanmıştır [23].



Şekil 4.1. TCN-1304-U kamerası

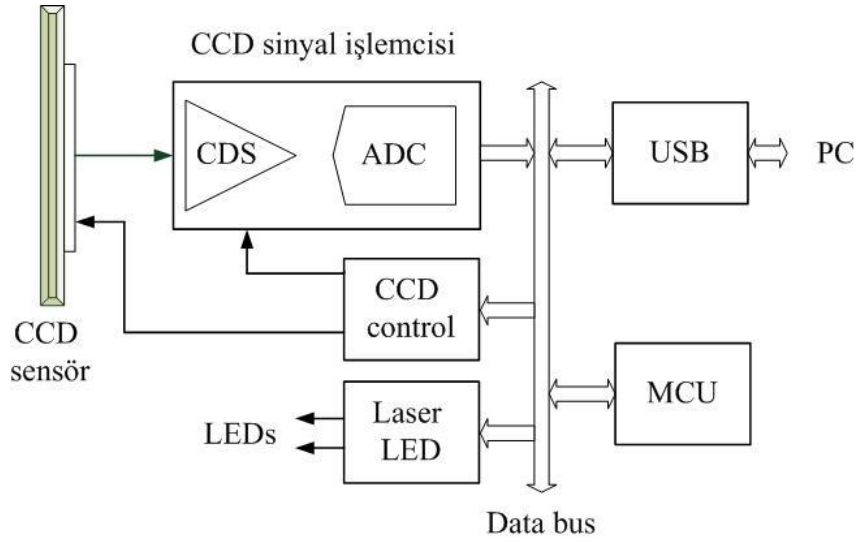
Çizelge 4.1. TCN-1304-U kamerasını özellikleri

Performans Özellikleri	
CCD	Toshiba TCD 1304DG
Piksel Boyutu (mikron)	8 x 200
Spektral Aralık	300 nm 1000nm
Piksel Çıkış Saati	0.5 MHZ
Kamera Veri Depolama	4 çerçeve
ADC Çözünürlük	16 bit
Harici Tetikleme	Evet
Tetik Kablo	ACC-CAM-DINS
Poz lama Zaman Aralığı	0.1 ms-6.500 ms
GPIO	Evet, (4 programlanabilir I/O)
Kare Hızı	138 tarama / saniye
Ara yüz	USB 2.0

Uygulamalar:

- Endüstriyel Proses Kontrol
- Optik Spektroskopisi

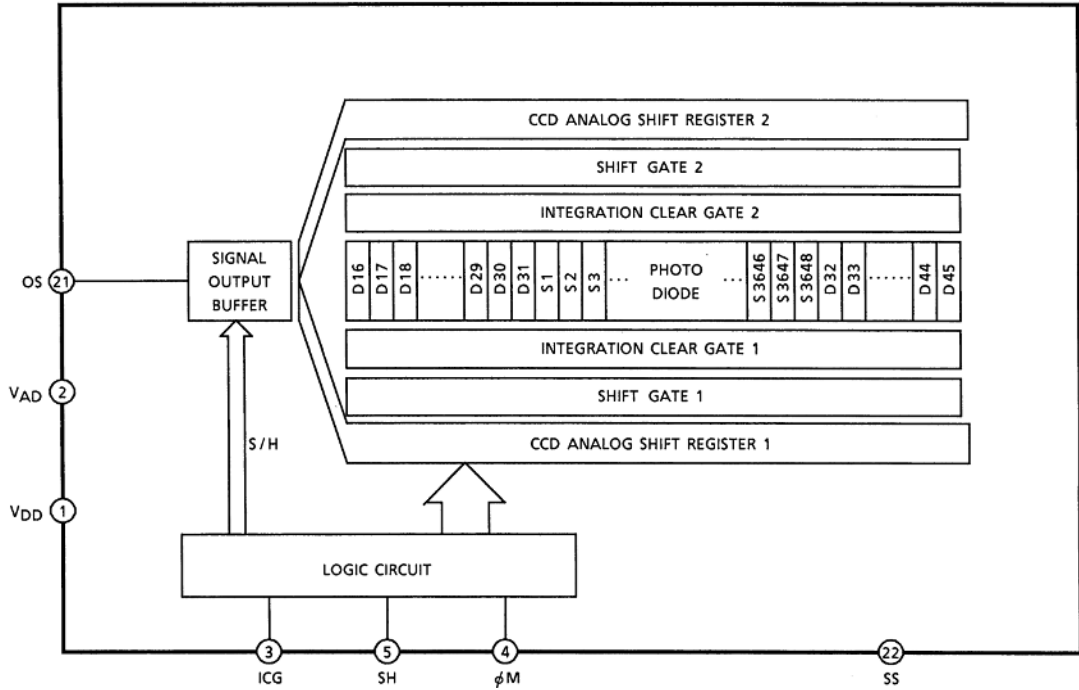
Yukarıda bahsedilen yöntemi gerçekleştirebilmek için, mekanik yapının hem ışık kaynağıyla CCD sensörü arasındaki mesafenin hem de ölçülen nesneyle CCD sensörü arasındaki mesafenin sabit olmasını sağlaması gerekir. Ayrıca, sensörün ortam ışığından izole edilmiş olması da gereklidir. Geliştirilen aygıtın basitleştirilmiş bir elektrik blok diyagramı Şekil 4.2’de gösterilmiştir.



Şekil 4.2. TCN-1304-U kamera blok diyagramı

CCD sensöründen çıkan sinyal, bir AD9822 CCD sinyal işlemcisinin girişine ulaştırılır. CCD sinyal işlemcisinde korelasyonlu bir çift örnekleyici (CDS), bir AD çeviricisi (ADC) ve sinyal ayarına dair başka bloklar vardır (programlanabilir bir kazanç yükselteci ve bir ofset DAC). CCD sinyal işlemcisinin çıkışındaki veriler, sinyal işlemcisi (MCU) tarafından okunur ve sinyal işlemcisi bu verileri kendi içindeki RAM’de saklar. MCU ayrıca, CCD sensörü ve CCD sinyal işlemcisi için kontrol sinyalleri de üretir.

Sistemde, Toshiba TSD 1304DG tipi doğrusal diziliimli CCD sensörleri kullanılmıştır. TCD1304DG, yüksek duyarlılıklı ve düşük karanlık akımlı 3648 elemanlı doğrusal bir görüntü sensörüdür. Sensör, POS tarayıcısı için kullanılabilir. Aygıtlar, duyarlık CCD yongalarından oluşmuştur (Şekil 4.3). TCD 1304DG modelinde, elektronik kapatma işlevi mevcuttur. Elektronik kapatma işlevi, ışıkların yoğunluğuyla değişen çıkış voltajını her zaman sabit bir değerde tutabilir [24].



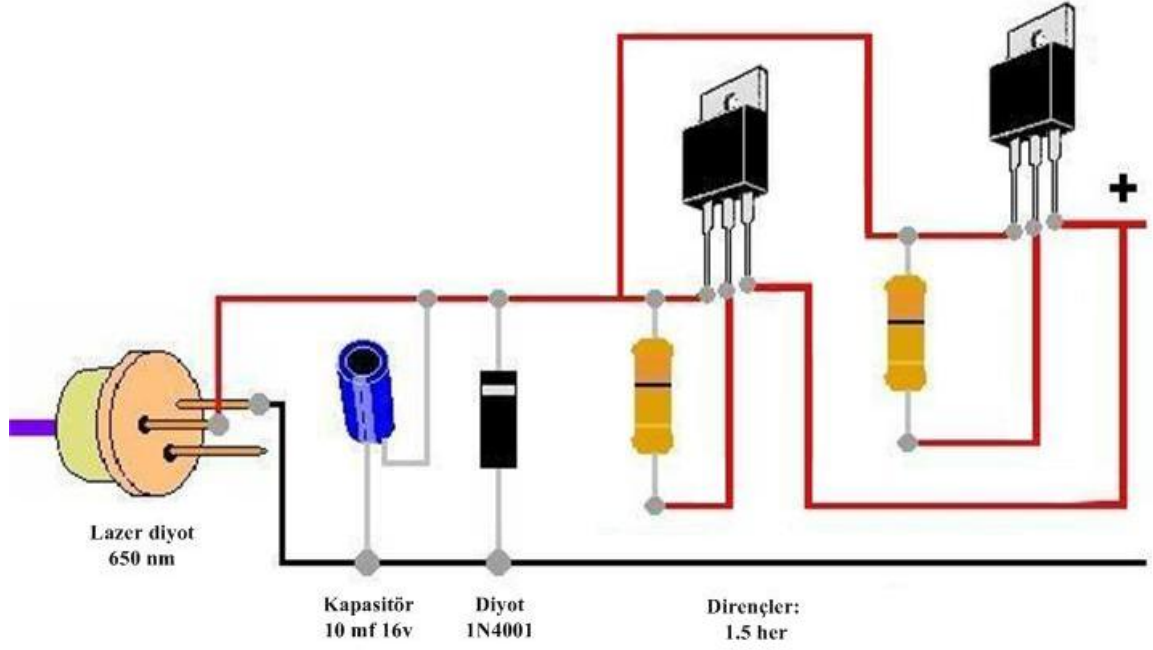
Şekil 4.3. Toshiba TCD 1304DG lineer görüntü algılayıcı

4.5. Işık Kaynağının Oluşturulması

Doğru ve hassas bir ölçüm yapılabilmesi için ışık kaynağının oluşturulması, gereklidir. Işık kaynağı ideal bir nokta olmalıdır. Gerçekteki nokta kaynağında sonu belirli bir alan vardır. Bu alan ne kadar büyük olursa, ışıkla CCD sensörü üzerindeki gölge arasındaki sınırlar da o kadar geniş olacaktır. Sınırların genişliği, ölçülen nesneyle sensör arasındaki mesafe büyüdükçe de büyür, ışık kaynağıyla sensör arasındaki mesafe küçüldükçe de büyür. Işık kaynağı, ideal bir noktaya ne kadar çok yaklaşırsa, ölçüm doğruluğundan hiç bir şey kaybetmeden ışık kaynağıyla CCD sensörü arasındaki mesafe o kadar küçülebilir.

Bu çalışma ışık kaynağı, 650 nm lazer diyot'la yapıldı. Lazer diyotlar yarı iletken fiber optik kablolar ile bilgi iletim, mesafe ölçme, tıbbi cihazlar, barkod okuyucu ve gece görme aygıtları gibi yerlerde kullanılan diyotlardır. Lazer ışığı normal ışıktan farklı yapıya sahiptir. Normal ışık her tarafa yayılırken lazer tek bir doğrultuda yayılır. Lazer ışınının önemli bir özelliği, diğer tüm kaynakların ışınlarına göre daha parlak olmasıdır. Lazerin en önemli özelliği tek yönden gitmesidir. Lazer ışınları

yüksek frekanslı olduklarından güneş ışını özelliklerine sahiptir. Ancak lazer ışınları tek frekanslı olduğu için şiddeti büyük olur. Bu yüzden lazer ışınlarının şiddeti güneş ışınlarının şiddetinin bir milyon katıdır. Şekil 4.5. de lazer diyotunun yapısı gösterilmektedir [31-32].

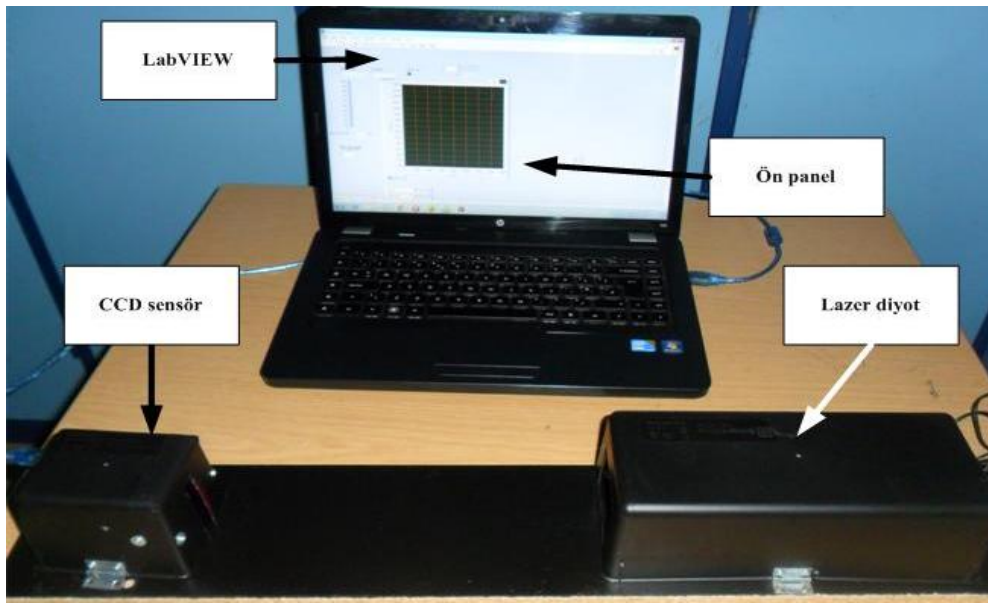


Şekil 4.4. Lazer diyotunun yapısı

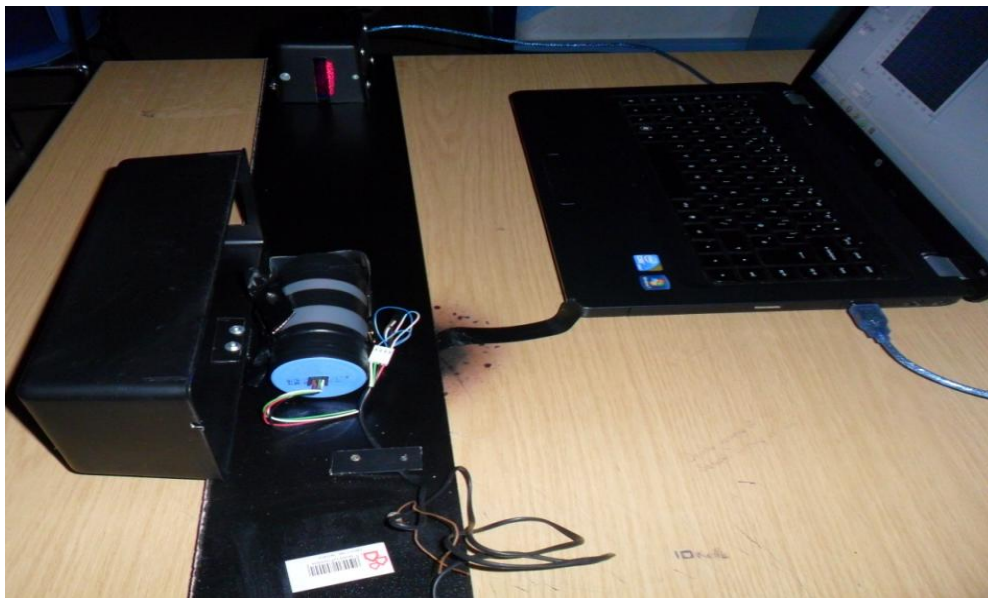
Lazerin önemi uygulamasının yaygın olmasında ve onun daha da genişlemesinin beklemesinde yatmaktadır. Özellikle uygulamanın genişliği, ışınların frekansların hassas bir şekilde kontrolünden, yayılan ışının yayılma düzeninden veya ışınların olağanüstü yoğunluğundan kaynaklanmaktadır.

5. SONUÇ VE İRDELEME

LabVIEW’de, nesne ve alet grubu kullanılarak bir kullanıcı ara yüzü hazırlanmıştır ve ara yüzü ön panelde tasarlanmıştır (Resim 5.4). Ön paneldeki nesneleri kontrol etmek için de fonksiyonların grafik gösterimleri kullanılarak kodlar eklenmiştir. Bu kodlar CCD’den gelen verilerin değerlendirilmesi ve endüstriyel kontrolü resim 5.3. deki Blok diyagramda gösterilmiştir. Deney CCD sensörü için yapılmıştır (Resim 5.1 ve 5.2) de gösterildiği gibi.



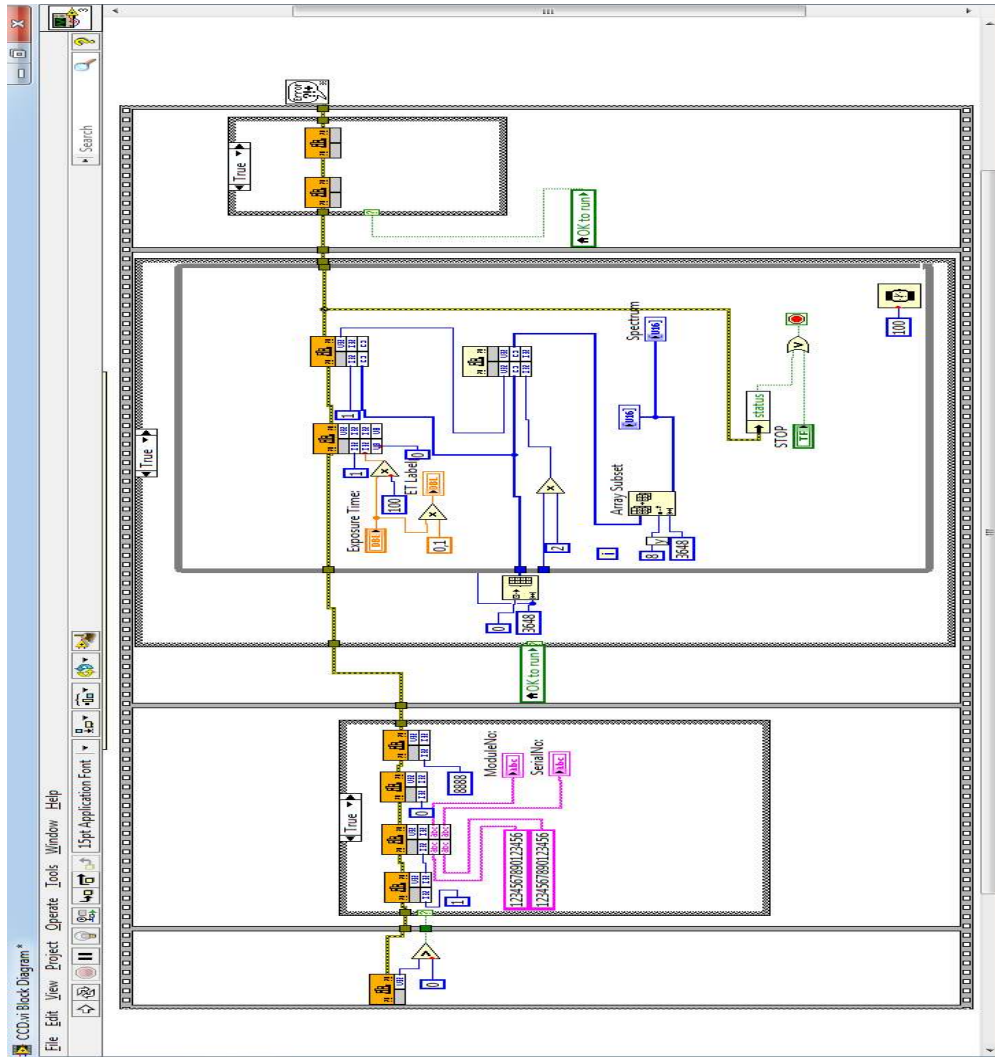
Resim 5.1. Deney düzeneği



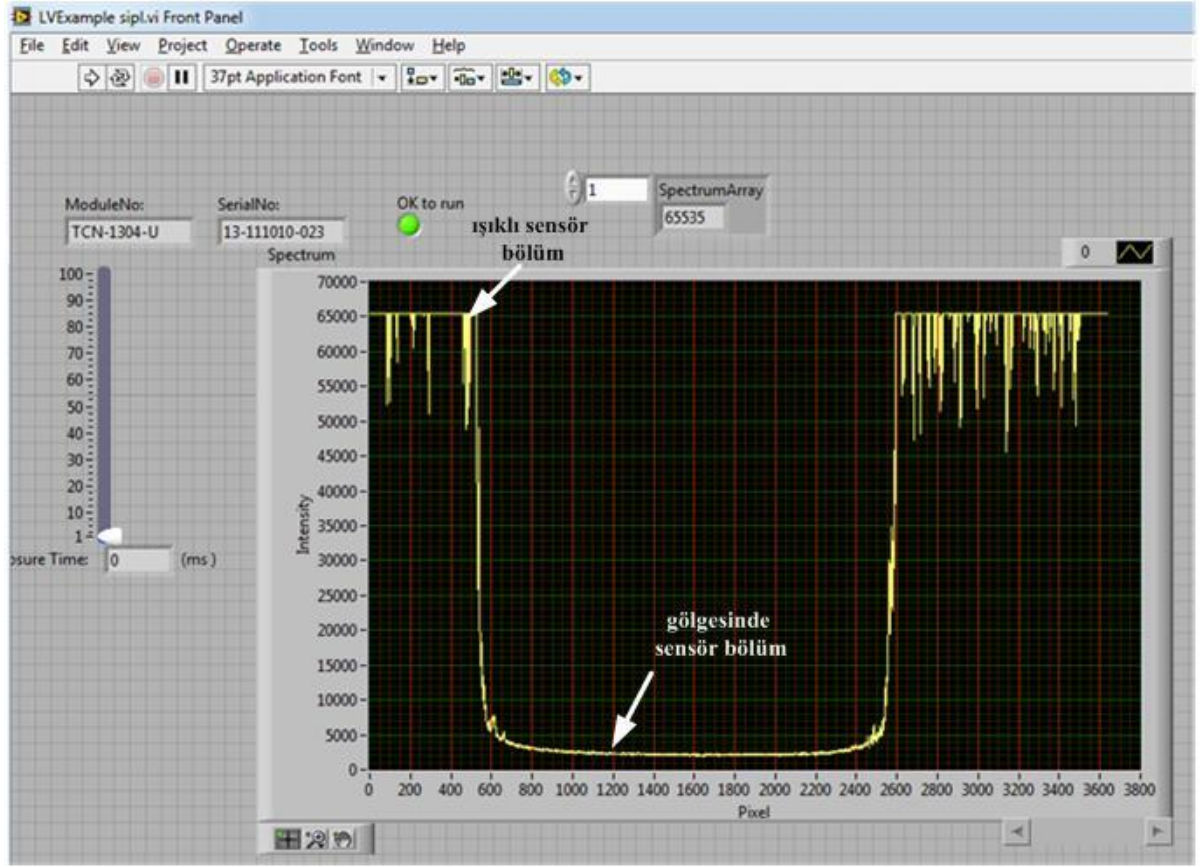
Resim 5.2. Deney düzeneği

Ölçümler, doğrusal CCD sensörü Toshiba TCD 1304DG ile yapıldı. Işık kaynağı, 650 nm Lazer diyot'la yapıldı ve sensörden $d_2=350$ mm uzağa yerleştirildi. Ölçülen nesneyle CCD sensörü arasındaki mesafe, $d_1=50$ mm'ye ayarlandı.

Sensörün aydınlık kısmıyla karanlık kısmı arasındaki sınır keskin değildir ve tipik olarak piksel genişliğindedir. Sınırın genişliği esas olarak, ışık kaynağının kalitesine bağlıdır. Işığın ölçülen nesnenin kenarındaki kırılması da bu genişliği etkiler. Ölçülen nesnenin boyutu, CCD sensörünün çıkış sinyalinin sınırları (kenarları) arasındaki mesafeden tespit edilir (Resim 5.4). Hassas bir ölçüm doğruluğu için, tam yerin tespiti hayati önem taşır (Şekil 5.1).



Resim 5.3. Blok diagram, labVIEW ile CCD'den gelen verilerin değerlendirilmesi ve endüstriyel kontrolü



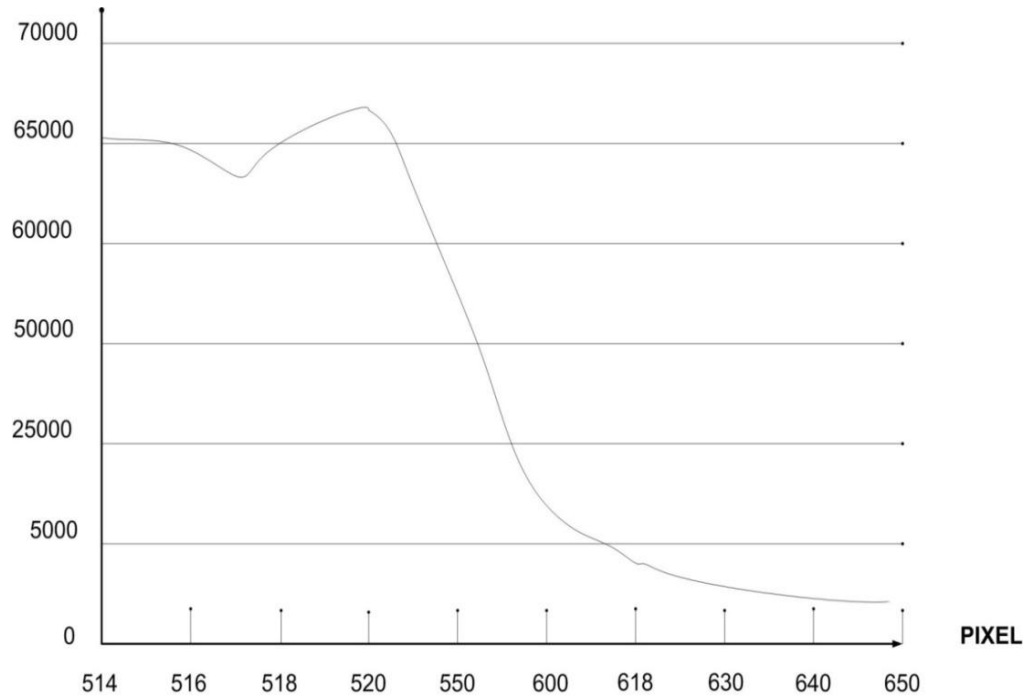
Resim 5.4. Ön panel, gölge projeksiyon kullanarak boyut ölçümü

LabVIEW yazılımı, saat sinyalini üretmek ve CCD sensörünün çıkış sinyalini ekranda göstermek üzere uygulanmıştır. LabVIEW'in program dahilinde çok yüksek tarama hızında çalışabilmesi de büyük bir avantajdır. LabVIEW yazılımı, veri toplama sistemi olarak seçilmiştir. Çünkü burada, veri toplama, analiz etme, ekranda gösterme ve saklamaya dair geniş bir araçlar grubu ve yazılı bir kodun arızasını bulmaya dair araçlar mevcuttur. Kendi içinde bulunan ileri düzeydeki kütüphaneleri ve ilave edilebilen araç kitleri, bilimin, mühendisliğin ve matematiğin tüm dallarındaki spesifik ihtiyaçlara cevap verir.

Deneylerin LabVIEW programıyla yapılması zamandan tasarruf edilmesini sağlar. Deney maliyetini düşürme açısından avantajlıdır. LabVIEW programı, bilgisayar yardımıyla özellikle verilerin ölçülmesi, işlenmesi ve kontrolünü kolaylaştırmaktadır. Uygun sonucu bulmak için programda defalarca değişiklik yapılmıştır. TCN-1304-U cihazının hassasiyeti ve fiziksel ölçüm yapma olanağı da diğer cihazlara göre yine bir

avantaj sağlar. LabVIEW'i kullanarak eşzamanlı CCD'den gelen sinyaller güvenilir olarak veri ölçmesini yapmaktadır. Sistem USB 2.0 TCN-1304-U cihazı kullanıldığında verilerin hızlı bir şekilde alınıp ölçülmesi kolaylaştırılır. Ayrıca LabVIEW programı kullanılarak istasyonların durum değişkenlerinin online olarak bir bilgisayar ara yüzü üzerinden izlenmesi sağlanmıştır. Bu sayede deney düzeneği, internet üzerinden erişilebilir bir yapıda da çalıştırılabilecek durumdadır.

LabVIEW'de yapılan ölçüme ve deneylerin sonucuna göre spektör ölçümünün kolay olması ve kısa sürede değiştirilebilmesi gibi birçok avantajı olduğu kanısına varılmıştır. Program kurma aşamasında ve görsel olarak ölçümlerde büyük kolaylık sağlamıştır.



Şekil 5.1. Aydınlatma profilinde bir kenar detay

Eşik seviyesi çoğunlukla, sinyalin genliğinin %25'ine ayarlanır. Bu seviye, paralel ışık ışınlarından oluşan ışık kaynağı tarafından aydınlatılan, ölçülen nesnenin kenarındaki ışık kırılmasının bir analizinden gelir. CCD sensöründen sayısallaştırılmış bir sinyal işlendiğine göre, bu yöntemin çözünürlüğünü iyileştirmek için örnekler arası doğrusal bir enterpolasyon kullanılabilir. Kenarın algılanması

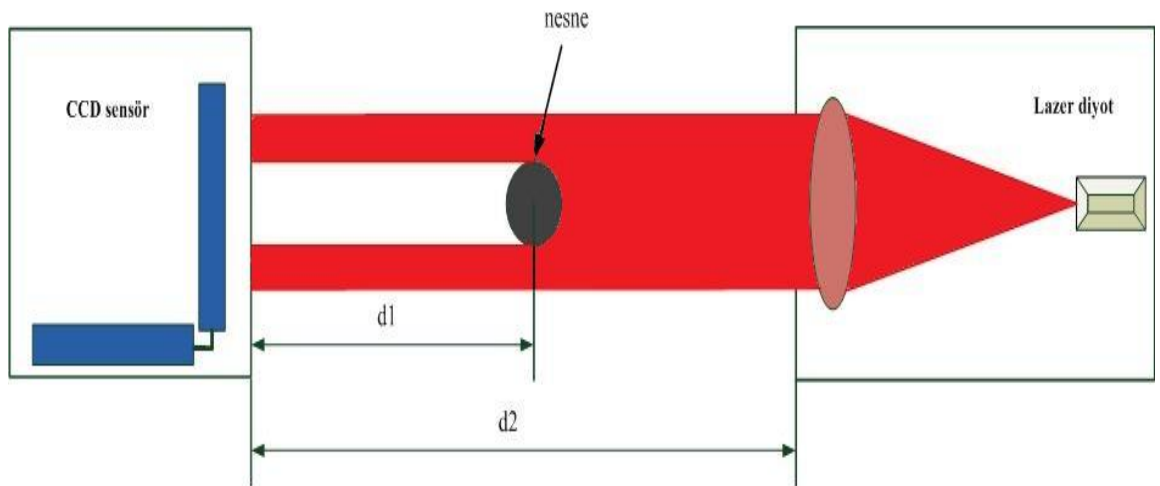
genellikle, aydınlatma dalga şeklinin bir eşikle kıyaslanması yoluyla yapılır. Kenar algılanmasının çözünürlüğünü yükseltmek için, pikseller arası enterpolasyon kullanılır. Örneğin, doğrusal enterpolasyon (1):

$$X_T = \frac{y_T - y(i)}{y(i) - y(i-1)} + i \quad (1)$$

Burada, X_T -kenarın pozisyonu; y_T -eşik seviyesi; i -piksel; $y(i)$ -aydınlatma seviyesidir.

3648 pikseli bir CCD sensörü kullanıldığı zaman, yukarıda sözü edilen algoritmaların her birisi, yaklaşık 210µs'lık bir hesaplama süresine ihtiyaç duyar.

Konuya ilgili deneyler ve deneyin yapılma aşamaları (Şekil 5.2). Birkaç farklı mesafelerde ve farklı nesnelerin *çaplarının* ölçümü ve ölçüm sonuçları aşağıdaki resimlerde gösterilmiştir.



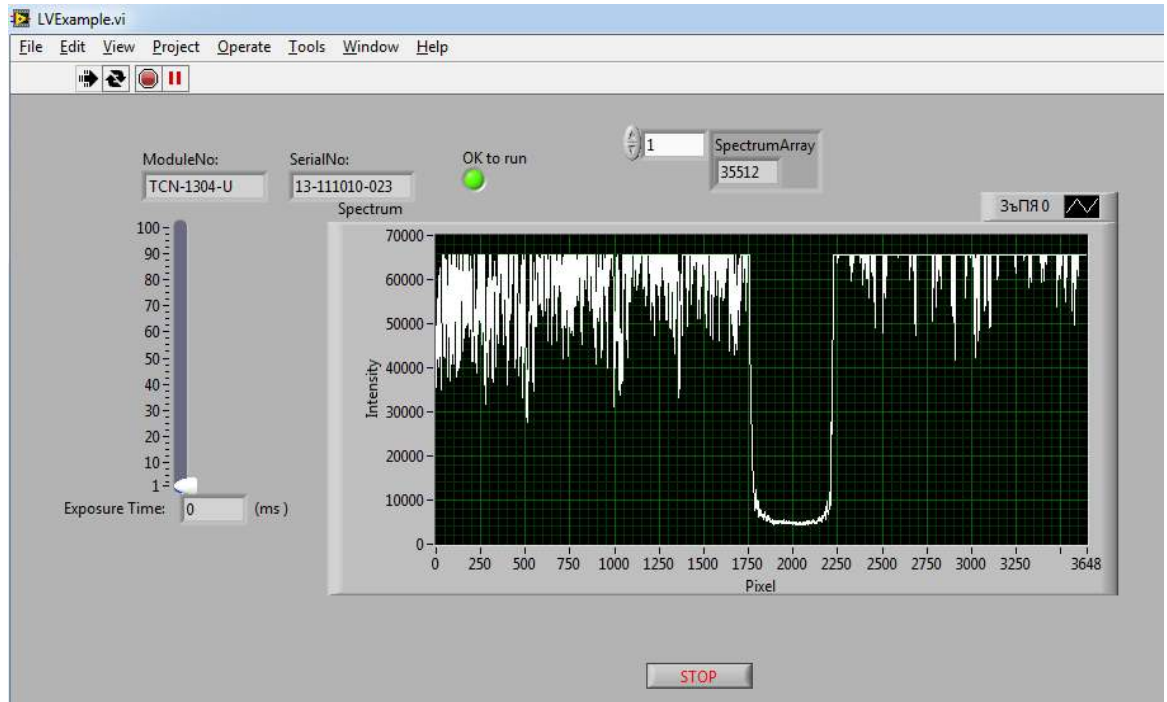
Şekil 5.2. CCD sensörünün deney düzeneği

Lazer sensörden $d_2=350$ mm uzağa yerleştirildi. Ölçülen nesleyle CCD sensörü arasındaki mesafe $d_1=100$ mm'ye ayarlandı. Nesnenin çapı 15 mm'dir



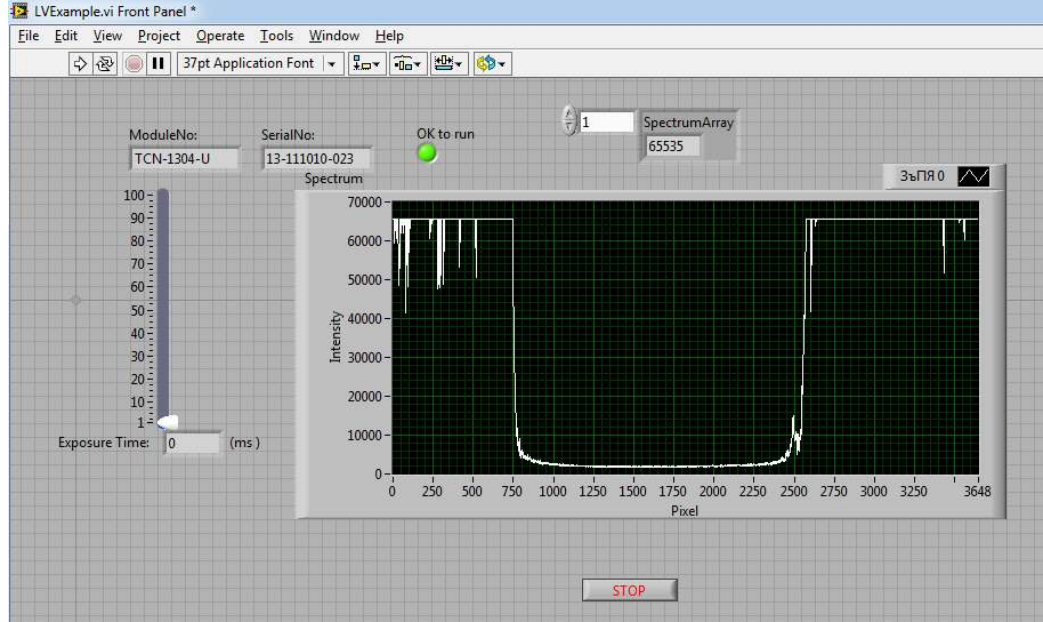
Resim 5.5. Deney düzeneği – 1

Lazer sensörden $d_2=70$ mm uzağa yerleştirildi. Ölçülen nesleyle CCD sensörü arasındaki mesafe $d_1=40$ mm'ye ayarlandı. Nesnenin çapı 3mm'dir.



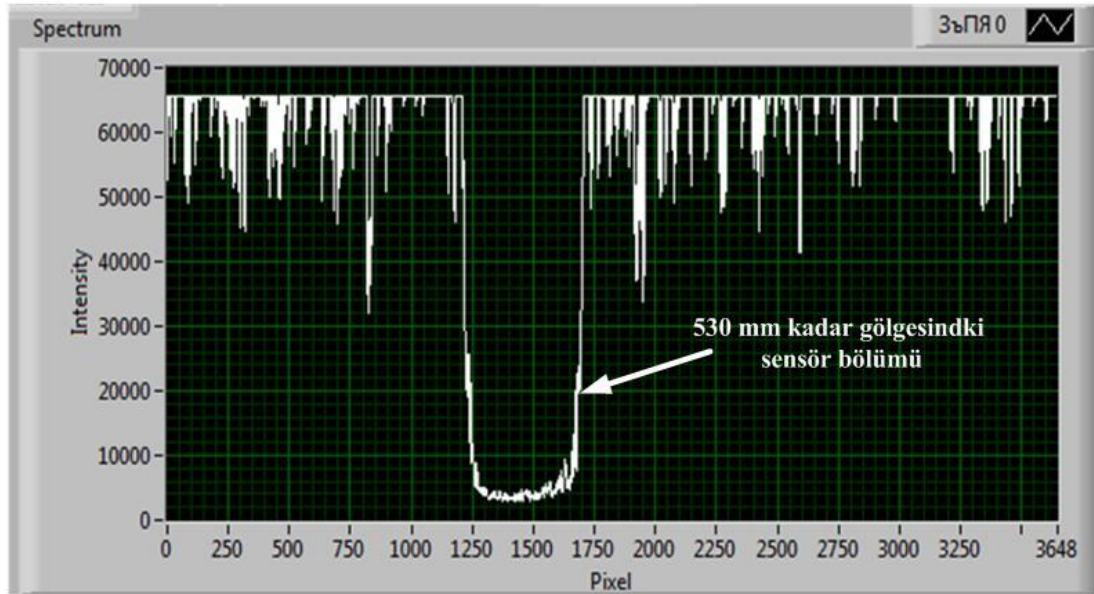
Resim 5.6. Deney düzeneği – 2

Lazer sensörden $d_2=140$ mm uzağa yerleştirildi. Ölçülen nesleyle CCD sensörü arasındaki mesafe $d_1=70$ mm'ye ayarlandı. Nesnenin çapı 12 mm'dir.

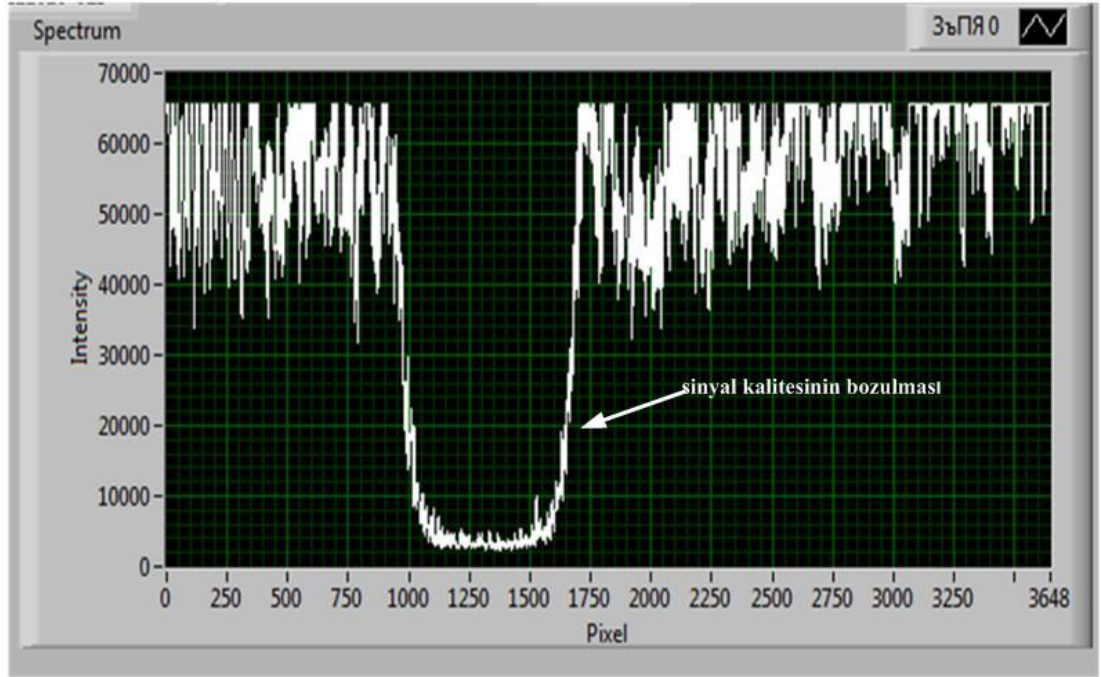


Resim 5.7. Deney düzeneği – 3

Lazer sensörden $d_2=350$ mm uzağa yerleştirildi. Ölçülen nesleyle CCD sensörü arasındaki mesafe $d_1=130$ mm'ye ayarlandı. Nesnenin çapı 3 mm'dir.



Resim 5.8. Deney düzeneği – 4



Resim 5.9. Deney düzeneği – 5

CCD sönsör'le nesne arasındaki mesafenin maksimum değeri 500 mm dir. Yapılan deney sonucu mesafe değeri 530 mm'den sonra sinyal kalitesinin bozulmasına neden oluyor. Ayrıntılı detaylar resim 5.8 ve resim 5.9'de görülmektedir.

6. TARTIŞMA

Toshiba TSD 1304DG CCD doğrusal görüntü sensörünün kontrolü bakımından, LabVIEW 11.0'ı başarıyla uygulamıştır. LabVIEW esaslı sürücünün sağladığı elverişli kullanım için fiili enstrümanlarda kullanılabilen ve ön pano vasıtasıyla daha iyi bir grafik kullanıcı ara yüzü (GUI) özellikleri gibi daha başka avantajları da vardır. CCD, Toshiba TSD 1304DG modelinin çıkış sinyalini başarıyla çevirir ve dijital olarak bilgisayar ekranında gösterir.

Tasarlayıp ürettiğimiz bir ölçüm dijital satır taramalı doğrusal CCD sensörü, birçok çeşitli ölçümlerin yapılabilmesine imkân verir. Doğrusal CCD sensörü Toshiba TSD 1304DG, kullanılmıştır. Sensörden alınan sayısallaştırılmış sinyal, dijital (sayısal) sinyal işlemcisi TCN-1304-U ve LabVIEW yazılımıyla işlenmiştir.

USB 2.0 ara yüzü dahil olmak üzere, TCN-1304-U veri toplama kullanılmak suretiyle, LabVIEW hızlı kurulumlu, ölçüm ve kontrol teknoloji deney sistemi oluşturulmuştur.

Spektrumu, yarık genişliğini, kırılma açısını ölçmekte doğrusal CCD kullanılmıştır. LabVIEW'i neden kullanırım? Çünkü, konvansiyonel diller ve veri toplama paketlerine nazaran çok ciddi avantajları vardır. LabVIEW'nin grafik dili, şarta özel bir uygulama değil, gerçek programlamadır.

Çalışmanın dezavantajı ölçülen nesne optik eksen üzerinde hareket ettiği zaman, büyütmenin değişiyor olmasıdır. CCD sensörü arasındaki mesafenin hem de ölçülen nesneyle CCD sensörü arasındaki mesafenin sabit olmasını sağlaması gerekir. Ayrıca, sensörün ortam ışığından izole edilmiş olması da gereklidir.

KAYNAKLAR

1. Akpınar, M., “LabVIEW ile bir buhar sıkıştırma derin dondurucunun test edilmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi*, Ankara, 12- 20 (2004).
2. Hecht, E., “Optics”, *Addison-Wesley Readings*, New York, 100-140 (2005).
3. Fisher, J., Radil, T., “DSP Based measuring line-scan CCD camera”, Czech Technical University in Prague, Faculty of Electrical Engineering, Department of Measurement, *Technicka 2*, 166 27 Prague 6, 8-10 (2003).
4. Fisher, J., Haasz, V., Radil, T., “Simple device for small dimension measurement using CCD sensor”, *International Symposium Electrical Measurements and Instrumentation*, 25-27, Zagreb, September, 4-8 (2002).
5. Yabanov, İ., Taşkın, S., Ekiz, H., “Denetleyici alan ağı üzerinden elektronik bir sistemin kontrolü”, *Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi*, Cilt: 7, No: 2, 63-72 (2010).
6. Kutlu, A., Turan, C., “Elektronik deney modüllerinin labVIEW ile kontrolü”, *SDU International Journal of Technologic Sciences*, Vol. 2, No 3, September 4-9 (2010).
7. Ramli, N., İbrahim, M. N., Idroas, M., Mahmood, F. K., “Labview based driver for charge-coupled device linear image sensor”, 55 Keluaran Khas (1), *Jurnal Technology*, Malaysia, Mei 129-140 (2011).
8. Sheldon, L., "The CCD Era", Broadcast, Pro Audio Division SONY Broadcast, *Communications* 5-9 (1993).
9. İnternet: “CCD bilgisi”, 28 Nisan 2008. <http://www.estanbul.com> (Erişim Tarihi: 25.11.2012).

10. İnternet: Çetin, Ö., “Sensörler”, 01 Kasım 2005.
<http://www.photoshopmagazin.com/dergi/2005/11/sensorler.html>
 (Erişim Tarihi: 27.11.2012).
11. Masiukiewicz, M., Zajac, D., Ulbrich, R., “Image analysis applied to pattern recognition of two-phase flow in two-dimensional bed”, *INZ Chem Procesowa* 22 (3D), 917-922 (2001).
12. Güner, Y., “LabVIEW programı ile veri toplama, veri işleme ve veri izlemenin e-öğrenme olarak hazırlanması”, Yüksek Lisans Tezi, *Marmara Üniversitesi*, İstanbul, 15-35 (2005).
13. Ünsaçar, F., “Grafik Programlama Dili LabVIEW” 2. baskı, *Ankara* 50-135 (2009).
14. National Instruments Corp, “Getting Started with LabVIEW”, *Part Number 321527D-01, Texas*, ABD, July (2000).
15. İnternet: National Instruments Corp, <http://www.ni.com> NI resmi web sitesi, Texas, ABD, (Erişim Tarihi: 08.03.2013).
16. İnternet : National Instruments, <http://www.ni.com/solutions/> (Erişim Tarihi: 22.11.2012).
17. Abbasoğlu, H. Y., Pastaci, H., “Dijital Ölçmeler”, *İstanbul*, 12-15 (1996).
18. Gedra, T. V., “Virtual Instrumentation in an Undergraduate Electrical Machines Lab”, *Midwest Section ASEE Conference*, Columbia, 1-7 (1997).
19. National Instruments Corp, “LabVIEW User Manual”, *Part Number 320999E-01, Texas*, USA, April (2003).

20. National Instruments Corp, “Measurements Manual”, **Part Number 322661A-01, Texas**, USA, July (2000).
21. İnternet: “Veri toplama ve kontrol”, (2008).
<http://www.bilesim.com.tr/tr/index.nsf?lf=/tr/leftbarfuarcilik.html&rf>
 (Erişim Tarihi: 30.11.2012).
22. Park, J., Mackay, S., “Practical data acquisition for instrumentation and control systems”, **Butterworth-Heinemann**, Australia, 28 July 114-150 (2003).
23. İnternet: 16-bit CCD Line Camera with External Trigger, Board-Level,
http://www.mightexsystems.com/family_info.php?cPath=48&categories_id=48
 (Erişim Tarihi: 08.02.2013).
24. İnternet: Toshiba <https://www.toshiba.com/taec/Catalog/> (Erişim Tarihi: 17.02.2013).
25. Keskin, V., **Ege Üniversitesi**, Fen Fakültesi, Astronomi ve Uzak Bilimleri Bölümü. 10-19 (2008).
26. EEV-CCD Imaging 3, EEV Inc, **New York**
27. Turan, C., “Endüstriyel ağ kullanarak labVIEW ile elektronik deney modüllerinin yönetimi”, Yüksel Lisans Tezi, **Süleyman Demirel Üniversitesi**, 10-40 (2007).
28. Johnson, G. W., Jennings, R., “LabVIEW Graphical Programming”, **New York**, (2006).
29. Trevis, J., LabVIEW dla vsex / Klushin, N. A., **Moskva**, (2005).

30. Koçer, S., Jumabekov, Y., “Linear CCD’s using labview control”,
Journal of Selçuk University Natural and Applied Science, Vol. 2, No 2,
April – June, 28-37 (2013).
31. İnternet: Lazer <http://www.turkopedi.com/laser-lazer/> (Erişim Tarihi:
26.06.2013).
32. İnternet: Lazer diyot <http://www.bilgiustam.com/lazerlight/> (Erişim Tarihi:
26.06.2013).

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : JUMABEKOV, Yerbol

Uyruğu : Kazakistan

Doğum tarihi ve yeri : 06.09.1986 Almazar

Medeni hali : Evli

Telefon : 05074928399

e-mail : jumabekov-86@mail.ru

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Lisans	Auezov, M. O., Üniversitesi Automotiv Bölümü	2008
Lise	Kazgurt Lisesi	2003

Yabancı Dil

Rusça