

**T.C.
BOZOK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MEKATRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

Yüksek Lisans Tezi

**BİLGİSAYARLI GÖRÜ VE SES ALGILAMA TEKNİĞİ
İLE HAREKETLİ NESNE TAKİBİ**

Serkan ÖNCÜ

**Tez Danışmanı
Yrd. Doç. Dr. Orhan ER**

Yozgat 2014

**T.C.
BOZOK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MEKATRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

Yüksek Lisans Tezi

**BİLGİSAYARLI GÖRÜ VE SES ALGILAMA TEKNİĞİ
İLE HAREKETLİ NESNE TAKİBİ**

Serkan ÖNCÜ

**Tez Danışmanı
Yrd. Doç. Dr. Orhan ER**

**Bu çalışma, Bozok Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi
tarafından I.F./ 2011-54 kodu ile desteklenmiştir.**

Yozgat 2014

T.C.
BOZOK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TEZ ONAYI

Enstitümüzün Mekatronik Mühendisliği Anabilim Dalı 70111710003 numaralı öğrencisi Serkan ÖNCÜ'nün hazırladığı "Bilgisayarlı Görü ve Ses Algılama Tekniği ile Hareketli Nesne Takibi" başlıklı YÜKSEK LİSANS tezi ile ilgili TEZ SAVUNMA SINAVI, Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği uyarınca 27/06/2014 Cuma günü saat 10:00'da yapılmış, tezin onayına ~~OY ÇOKLUĞU~~ / OY BİRLİĞİYLE karar verilmiştir.

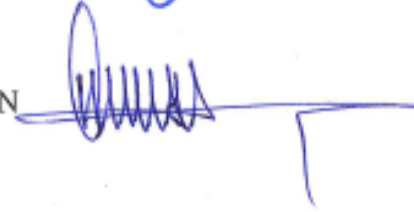
Başkan : Yrd. Doç. Dr. Mustafa YAZ



Üye : Yrd. Doç. Dr. Orhan ER (Danışman)



Üye : Yrd. Doç. Dr. Halit ÖZTEKİN



ONAY:

Bu tezin kabulü, Enstitü Yönetim Kurulu'nun ..13../...09../2014 tarih ve26... sayılı kararı ile onaylanmıştır.

13../09../2014
T.C.
BOZOK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
1923
Yrd. Doç. Dr. Ramazan COŞKUN
Bozok Üniversitesi
Fen.Bil.Enst.Med.Y.



İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
TEŞEKKÜR	v
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	vi
TABLolar LİSTESİ.....	viii
KISALTMALAR LİSTESİ.....	ix
1. GİRİŞ	1
2. GÖRÜNTÜ ve GÖRÜNTÜ İŞLEME.....	7
2.1. Görüntü ve Görüntü Sinyali	7
2.1.1. Görüntü	7
2.1.1.1 Sabit Görüntü	8
2.1.1.2 Hareketli Görüntü.....	8
2.1.1.3 Geçmeli Görüntü	9
2.1.1.4 Bileşik Görüntü	9
2.1.1.5 Renkli Görüntü.....	9
2.1.2 Görüntü Sinyali	10
2.1.3 Görüntü Formatları.....	11
2.1.3.1. PICT	11
2.1.3.2 EPS	11
2.1.3.3 TIFF	12
2.1.3.4 JPG	12
2.1.3.5 BMP	12
2.1.3.6 GIF	12
2.1.3.7 PNG.....	13
2.1.3.8 PSD	13
2.1.3.9 ENCODİNG	13
2.1.3.10 CLİPPİNG PATHS	13
2.1.3.11 MPEG 1.....	14
2.1.3.12 MPEG 2.....	14
2.1.3.13 AVI.....	14
2.2. Görüntü(İmge) İşleme.....	14
2.2.1 İnsan Görüşü	16
2.2.2 Bilgisayar Görüşü	16

2.2.3 Görüntünün Sayısallaştırılması	17
2.2.4 Görüntü İşleme Teknikleri	20
2.2.4.1 Görüntü Korelasyonu	23
2.2.4.2 Görüntü Eşleme.....	24
2.2.4.3 Görüntünün Modellenmesi.....	24
2.2.4.3.1 Üç Boyutlu Modelleme	26
2.2.4.3.2 Fourier Metodları	27
2.2.4.3.3 Bilgisayar Görüsü İçin Geometrik Modelleme	28
2.2.4.3.3.1 Tel çerçeve (Wire frame) Modeller.....	29
2.2.4.3.3.2 Hesaplanabilir Katı Cisim Geometrisi	29
2.2.4.3.3.3 Sınır Gösterimi	30
3. SES ve SES TANIMA	31
3.1. Ses	31
3.1.1. Sesin Fiziksel Özellikleri	31
3.1.1.1 Genlik.....	31
3.1.1.2 Frekans	32
3.1.1.3 Zaman Modeli	32
3.1.1.4 Sesin Gürlüğü.....	32
3.1.1.5 Ses Şiddeti.....	33
3.1.1.6 Duyma Hissi ve Kulak Hassasiyeti	33
3.1.2 Ses Sinyali	34
3.1.2.1. Analog Ses Sinyali	34
3.1.2.2 Dijital Ses Sinyali.....	35
3.2. Ses Tanıma	36
3.2.1 Ses Tanıma Teorisi.....	37
3.2.2 Konuşma Tanıma Sistemlerinin Sınıflandırılması.....	38
3.2.2.1 Ayrık Sözcük Tanıma	38
3.2.2.2 Sürekli Konuşma Tanıma.....	38
3.2.3. Sözcük Yakalama Sistemleri	39
3.2.4 Ses Tanıma Teknikleri	40
3.2.4.1 Yapay Sinir Ağları (Neural Networks)	41
3.2.4.2 Dinamik Zaman Eşleştirme.....	43
3.2.4.3 Saklı Markov Modelleri	44
4. KULLANILAN MATERYALLER ve GERÇEKLEŞTİRİLEN UYGUALAMA	45
4.1. Kullanılan Materyaller	45
4.1.1. Step(Adım) Motorlar.....	45

4.1.1.1. Step(Adım) Motorların Yapısı	47
4.1.1.2. Step(Adım) Motorun Çalışma Prensipleri.....	49
4.1.1.3. Step Motor Parametreleri	50
4.1.1.4. Sistemde Kullanılan Step Motor Özellikleri.....	51
4.1.2. Step (Adım) Motor Kontrol Sistemleri	53
4.1.3. Step Motor Kontrolü İçin Kullanılan Step Motor Sürücü	55
4.1.4. Sistemde Kullanılan Step Motor Kontrol Kartı.....	59
4.1.5. Sistemde Kullanılan Güç Kaynağı.....	61
4.1.6. Kontrol Sistemlerinin Bağlantısı.....	62
4.2. Gerçekleştirilen Uygulama.....	63
4.2.1. Oluşturulan Prototip	63
4.2.2. Görüntü ve Ses Tanıma Sistemi Yazılımı.....	67
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	78
KAYNAKLAR	80
ÖZGEÇMİŞ.....	83

BİLGİSAYARLI GÖRÜ VE SES ALGILAMA TEKNİĞİ İLE HAREKETLİ NESNE TAKİBİ

Serkan ÖNCÜ

**Bozok Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Mekatronik Mühendisliği Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi**

2014; Sayfa: 83

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Orhan ER

ÖZET

Bu çalışmada bilgisayarlı görü yöntemi ve ses algılama metodu ile hareketli cisimlerin takibi, gerçekleştirilen bir uygulama üzerinde paralel olarak çalıştırılmıştır. Geliştirilen uygulamada iki adet kamera ve iki adet mikrofon ile paralel olarak ses ve görüntü işleme teknikleri kullanılarak hareketli cisimler takip edilecektir. Kameralardan alınan bilgiler bir resim olarak alınıp üzerinde görüntü işleme teknikleri kullanılarak hareketin yönü ve hızı tespit edilecektir. Bu tespit akabinde motorlar yardımı ile gerçekleştirilen deney düzeneğine komut olarak gönderilmekte ve mekanik düzeneği harekete geçirmektedir. Bu sayede görüntü takibi işlemi gerçekleştirilmiştir. Ses takibi ise ses kaydı alınan bilgi, ses işleme tekniği ile birlikte daha önce kaydedilen ses örnekleri ile eşleştirilerek sesin anlamı çıkartılır ve bu program tarafından yüklenen anlam mekanik düzeneğe komut olarak yansıtılır. Bu sayede yazılım tarafından gönderilen komutlar yardımı ile kontrol düzeneği prototipi harekete geçirmektedir. Bu çalışma sayesinde insanlaştırılan robotların algılama yetenekleri geliştirilerek hareket ve sese duyarlı robotların oluşturulmasına zemin hazırlayacak bir uygulama geliştirmiştir.

Anahtar Kelimeler: Bilgisayarlı Görü, Ses Tanıma, Nesne Takibi, Step Motor, Görüntü İşleme.

MOVING SUBJECT PURSUIT BY DINT OF COMPUTER CONTROLLED FLYING CAMERA

Serkan ÖNCÜ

**Bozok University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Mechatronics
Master of Science Thesis**

2014; Page: 83

Thesis Supervisor : Assist. Prof. Dr. Orhan ER

ABSTRACT

In this study, tracing of mobile substances with computerized scanning (image) procedure and sound detection method was carried out in an application correspondingly. In the developed practice ,mobile substances will be traced by using sound and scanning (image process) techniques in parallel with two cameras and two microphones. The data from the cameras will be taken as a picture and then direction and speed of the movement will be determined by using scanning process techniques and this is conveyed to the test apparatus as a command by the aid of motors leading the mechanical set up to start. This way scanning process was realized. For the sound tracing, the sound recorded data is coupled with pre-recorded sound species by the sound processing techniques and the meaning of the sound is obtained and the meaning downloaded by this program is reflected to mechanical setup as a command. Thus, the control set up starts the prototype by the aid of commands sent by the software. Owing to this study, detection abilities of humanised robots was developed and a practice which will prepare a back ground for the formation of robots sensitive to movement and sound was developed.

Keywords: Computer Vision, Voice Recognition, Object Tracking, Stepper Motor Image Processing.

TEŞEKKÜR

Bu tez konusunu seçmemde beni yönlendiren, çalışmalarım sırasında tecrübelerinden, bilgilerinden istifade ettiğim, destek ve yardımlarını benden hiçbir zaman esirgemeyen danışman hocam sayın Yrd. Doç. Dr. Orhan ER'E sonsuz minnet ve teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışmama maddi destek sağlayan Bozok Üniversitesi BAP Birimine (I.F./2011-54 no'lu proje) ayrıca teşekkürlerimi sunarım.

.

.

ŞEKİLLER LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 1.1. Sistemin genel çalışma prensip şeması.....	5
Şekil 2.1. Görüntü türleri	7
Şekil 2.2. Görüntü video sinyali(VF).....	10
Şekil 2.3. Görüntü işleme sistem yapısı.....	15
Şekil 2.4. Sayısal görüntü temsili ve eksenleri	17
Şekil 2.5. Sayısallaştırma işleminin ilk aşamaları	18
Şekil 2.6. RGB Renk uzayı	19
Şekil 2.7. İki Boyutlu bir görüntü ve bir bölümünün sayısal karşılığı.....	20
Şekil 2.8. Görüntü İşleme blok diyagramı	21
Şekil 2.9. Görüntü dönüşüm sistemi.....	22
Şekil 2.10. Görüntü eşleme yöntemi	24
Şekil 2.11. Sayısal görüntü temsili ve eksenleri	26
Şekil 2.12. 3D Grafter görüntü modelleme.....	26
Şekil 2.13. Fourier görüntü spektrumu	27
Şekil 2.14. 3D Görüntü modelleme	28
Şekil 2.15. Tel çerçeve (Wire frame) modeller.....	29
Şekil 3.1. Analog Ses Sinyali.....	36
Şekil 3.2. Dijital Ses Sinyali	37
Şekil 3.3. Ses teknolojisi alanları.....	39
Şekil 3.4. Genel bir yapay sinir ağı modeli.....	44
Şekil 4.1. Çeşitli step motorlar.....	46
Şekil 4.2. Step motor yapısı	47
Şekil 4.3. Step motorların içyapısı.....	48
Şekil 4.4. Sekiz kutuplu step motorun içyapısı.....	49
Şekil 4.5. Step motorun çalışma şeması	49
Şekil 4.6. Sistemde kullanılan step motor.....	53
Şekil 4.7. Step motor sürücü devresi genel blok diyagramı	54
Şekil 4.8. Sistemde kullanılan step motor sürücüsü	55
Şekil 4.9. Bipolar step motor sürücü devresi	56

Şekil 4.10. Step sürücü pin bağlantıları	57
Şekil 4.11. Step sürücü dip switch durumları	58
Şekil 4.12. Step motor kontrol kartı devre şeması.	59
Şekil 4.13. Oluşturulan step motor kontrol kartı.....	60
Şekil 4.14. Sistemde kullanılan güç kaynağı	61
Şekil 4.15. Kontrol sistemlerin bağlantı durumları.....	62
Şekil 4.16. Prototip kamera ve mikrofon bağlantısı	64
Şekil 4.17. Prototip- motor mekanik aksam bağlantısı	64
Şekil 4.18. Prototip sabitleme aksamı.....	65
Şekil 4.19. Kabin motor bağlantısı	65
Şekil 4.20. Kabin içi elemanların bağlantısı	66
Şekil 4.21. Oluşturulan prototip genel görünüm.....	66
Şekil 4.22. C# platformunda geliştirilmiş yazılımın görüntü tanıma arayüzü.....	67
Şekil 4.23. Zamanlayıcı 1 (timer1) ile yapılan işlemler.....	68
Şekil 4.24. Filtreler ile elde edilen gri-ton ve fark resimleri.....	69
Şekil 4.25. Hareketin boyutunun ve ağırlık merkezinin gösterilmesi.....	70
Şekil 4.26. Hesaplanan hareketin koordinatlarının form üzerinde gösterilmesi.....	70
Şekil 4.27. Sistem kontrol paneli	71
Şekil 4.28. Cihazın manuel kontrol menüsü.....	71
Şekil 4.29. Nesne takip için görüntü işleme ara yüzünün çalıştırılması	72
Şekil 4.30. Zamanlayıcı 2 (timer 2) ile yapılan işlemler	72
Şekil 4.31. C# platformunda geliştirilmiş yazılımın ses tanıma arayüzü	73
Şekil 4.32. Ses tanımlamada kullanılan gramer oluşturma kodları.	73
Şekil 4.33. Ses tanımlamada kullanılan tanıma işlemi kodları	74
Şekil 4.34. Ses tanımlamada başarı sağlanması durumunda yapılan işlemler.....	75
Şekil 4.35. Sistem elemanlarının haberleşme blok diyagramı.....	76

TABLolar LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Tablo 2.1. Bir görüntünün koordinat düzlemi	27
Tablo 4.1. Sistemde kullanılan step motor özellikleri	52
Tablo 4.2. Step motor sürücü kontrol pinleri	57
Tablo 4.3. Step motor kontrol kartı eleman listesi	60
Tablo 4.4. PIC'ten step sürücüye gönderilen byte bilgileri	61
Tablo 4.5. Güç kaynağı özellikleri.	62

KISALTMALAR LİSTESİ

CCD	: Charge Coupled Device, Algılayıcı çip
PC	: Person Computer, Kişisel bilgisayar
PAL	: Renk Kodlama Sistemi
VF	: Videofrequency Signal, Video Sinyali
RGB	: Renk Uzayı
r	: Korelasyon Katsayısı
ai	: Ana Pencerenin Görüntü Verisi
b	: Görüntü Verilerin Toplam Sayısı
x	: Kartezyen Yatay Koordinatı
y	: Kartezyen Dikey Koordinatı
3D	: 3 Boyutlu
f	: Frekans
ms	: Milisaniye
DFT	: Discrete Fourier Transform, Ayrık Fourier Dönüşümü
FFT	: Fast Fourier Transform, Hızlı Fourier Dönüşümü
db	: Desibel
hz	: Hertz
B	: Ses Şiddet Oranı
AF	: Ses Sinyali
ADC	: Analog Dijital Converter, Analog Dijital Çevirici
NLP	: Natural Language Processing, Doğal Dil İşleme
YSA	: Yapay Sinir Ağı
PLC	: Programmable Logic Controller, Programlanabilir Lojik Kontrolör
mm	: Milimetre

CW	:	Step motor saat ibresi dönüş yönü
CCW	:	Step motor saat ibresi tersi dönüş yönü
F	:	Step Motor Faz Sargıları, F ₁ , F ₂ , F ₃ , F ₄
SA	:	Step Açısı, derece/step
SPR	:	Dönme Başına Step
SPS	:	Saniye Başına Step
DC	:	Direct Current, Doğru Akım
AC	:	Alternative Current, Alternatif Akım
sn	:	Saniye
V	:	Volt
A	:	Amper
mh	:	Milihenri
kg	:	Kilogram
Nm	:	Newtonmetre
⁰ C	:	Santigrat
R	:	Direnç, ohm
L	:	Bobin, henri
t	:	Zaman Sabiti
USB	:	Universal Serial Bus, Evrensel Seri Veriyolu
C	:	Kondansatör, Farad
µF	:	Mikrofarad

1. GİRİŞ

İnsanoğlu, mağara duvarlarına hayvan figürleri çizerek başladığı veri işleme sürecine artık insan gözüyle görülemeyecek küçüklükteki “chip”lerle devam etmektedir. Bu gelişim yaklaşık 4000 yıl gibi uzun bir süreye yayılmasına karşın gerçek gelişim son 50 yıl içinde yaşanmıştır. Günümüzde hayatımızın her alanına girmiş ve hayatımızın bir rutini haline dönüşmüş olan bu teknolojiyi insan oğlunun önceden tahmin etmesi bile olanaksızdı. Örneğin; bilgisayar sektörünün önemli firmalarından IBM’in bir yöneticisi, “Bilgisayar ne kadar küçülürse küçülsün bir odadan daha küçük olamaz” demiştir. Sektörün önde gelen isimlerinden birinin böyle büyük bir yanılığında bulunması, bilgisayar teknolojisinin ne kadar hızlı geliştiğini çok güzel açıklamaktadır. Bu gelişim sürecinde artık kendi zekasıyla yetinmeyen insanoğlu makinelere de zeka verme uğraşısı içindedir; artık amaç daha zeki, insan davranışlarını örnekleyebilen, görüntüleri algılayıp yorumlayabilen, sesleri karakterize edebilen ve bunun sonucunda da karar verebilen makineler üretmektir [1].

Görüntü oluşumunun temelleri yüzyıllar ötesine dayansa da, makine görüntüleme sistemleri üzerindeki yoğun çalışmalar özel donanımların hizmete sunulmasıyla başlamıştır. Teknolojideki gelişmelerle, görüntüleme sistemlerinin kullanımı; üretim hatları, tıp, silah sistemleri, kriminoloji ve güvenlik gibi birçok alana yayılmıştır [2].

Günümüzde otomatik hareket yeteneğine sahip sistemler teknolojik gelişim sürecinin büyük bir payını içermektedirler. Robot sistemlerinin ilerleyişinde araştırmacılar, daha hızlı, daha dinamik ve daha doğru kararlar verebilen sistemler üretebilmek için, dış dünyaya açılan, insanların sahip oldukları algılayıcılara benzer duyargalar kullanmak ve benzer yollarla algı prensipleri geliştirmek zorundadırlar. Ayrıca bu çalışma şekli, insansı fonksiyonların çalışma hızına yakın olmalı, gerçek zaman içerisinde üretilebilmelidir [1].

Görüntünün bilgisayar ortamına aktarılabilmesiyle birlikte görüntü işleme cihazlarının hız ve kapasite oranlarında önemli gelişmeler yaşanmıştır. Her ilerleyen yıllarla birlikte daha yüksek çözünürlüklü ve pikseli görüntüler elde etmeye olanak veren sayısal resim işlemcileri geliştirilmeye başlanmıştır. Yüksek çözünürlük ve piksel oranı beraberinde yüksek veri kapasitesini açığa çıkarmış ve kayıt

ortamlarında önemli gelişmeler yaşanmıştır. Pek çok üretici kendi kayıt standardını kabul ettirmeye çalışmış ve bununla birlikte piyasaya çok farklı kayıt ortamları kullanan görüntü işleme cihazları sürülmüştür [3].

Görüntü işleme alandaki birçok faktör sürekli gelişmeye işaret etmektedir. Bunların ana sebeplerden birisi, gerekli bilgisayar ekipmanlarının fiyatlarının düşmesidir. Her geçen yıl gerekli olan işleme üniteleri daha da ucuzlamaktadır. İkinci bir faktör de imajların sayısallaştırılması ve görüntülenmesi için gerekli donanım seçeneklerinin artmasıdır. Belirtiler, gerekli olan bilgisayar donanımlarının fiyatlarının düşmeye devam edeceğini göstermektedir. Birçok yeni teknoloji bu alanda yapılan çalışmaların genişlemesine olanak sağlayacak şekilde gelişmektedir. Mikro işlemciler, sayısallaştırma için kullanılan CCD'ler, yeni bellek teknolojileri ve yüksek çözünürlüklü görüntü sistemleri vb [4].

Gelişimdeki diğer bir hızlanma yeni uygulamaların sürekli olarak devam etmesinden kaynaklanmaktadır. Dijital görüntülemenin, reklam, endüstriyel, medikal ve bilimsel araştırma alanlarından kullanımları büyümeye devam etmektedir. Donanım masraflarının önemli ölçüde azaltılması ve önemli uygulamaların yapılabilmesi gelecekte görüntü işleme tekniklerinin önemli bir rol oynayacağını göstermektedir [4].

Bir kontrol sisteminden, kontrolü yapılan çevre elemanlarına kolay müdahale imkanı vermesi, cihazların anlık olarak çalışıp çalışmadığı bilgilerinin ekranda görülüyor olması, çalışan bir cihazda meydana gelen arızanın anında kullanıcıya bildirilmesi veya sisteme büyük çapta zarar verebilecek bir arızanın oluşması durumunda tüm sistemin durdurulması gibi özelliklerinin bulunması beklenmektedir. Uzaktan cihaz kontrolü ve otomasyonu üzerine birçok çalışma yapılmıştır [5].

Bunlar; görsel bilgilerin işlenmesi, robotun ve kapalı devre kontrol sisteminin tasarımı, kamera yeri bilinmediğinde doğruluk analizinin yapılmasıdır [6].

Günümüzde bilgisayarlar insanların yapabilmesinin çok zor olduğu işleri programlanabildikleri ölçüde yapabilmektedirler. Yine de asıl düşünme ve karar vermenin merkezinde insan vardır. Özellikle çevreden gelen görüntüyü iyi analiz

etmek, karar vermek en büyük problemlerden biridir. İnsan için çok basit olan yüz resimlerini tanımak bile bilgisayarlar için oldukça fazla işlem gerektirmektedir. İnsanların günlük işlerini yapabilmek veya insan kullanmanın tehlikeli olduğu yerlerde robotların kullanılması günümüzde oldukça ilgi çeken bir noktadır. Robotun dış ortam ile ilgili karar vermesinde en önemli sorun görüntü tanımadır. Ve gelecekte de birçok alanda uygulama imkânına kavuşacaktır [1].

Otomatik hareket yeteneğine sahip sistemler günümüz teknolojik gelişim sürecinin büyük bir payını içermektedirler. Robot sistemlerinin ilerleyişinde araştırmacılar, daha hızlı, daha dinamik ve daha doğru kararlar verebilen sistemler üretebilmek için, dış dünyaya açılan, insanların sahip oldukları algılayıcılara benzer duyargalar kullanmak ve benzer yollarla algı prensipleri geliştirmek zorundadırlar. Ayrıca bu çalışma şekli, insansı fonksiyonların çalışma hızına yakın olmalı, gerçek zaman içerisinde üretilebilmelidir [7].

Bilgisayarla Görü tabanlı Robot sistemleri, araştırmacılar tarafından yoğun olarak çalışılan alanlardan biridir. Özellikle yüksek teknolojiye güvenlik çözümleri, karmaşık algılar gerektiren endüstriyel uygulamalar ve savunma teknolojilerinin gelişimiyle paralellik arz eden bu konu günümüz uygulayıcıları için temel çalışma hedefi haline gelmiştir [8].

Elektronik veri işleme son 40 yılda inanılmaz bir hızla gelişmiştir. Bu gelişme bilgisayar teknolojisindeki gelişmelere paralel olarak meydana gelmiştir. Bilgisayarların boyutlarının giderek küçülmesi, bellek kapasitelerinin ve veri işleme hızlarının artışı görüntü işleme teknolojilerindeki gelişmeyi hızlandırmıştır.

Görüntülerin yakalanması, yakalanan görüntülerin işlenmesi ve daha sonra bu görüntülerin saklanması uzun zamandır üzerinde çalışılmakta olan bir alandır. Görüntülerin işlenmesinin ve kaydedilmesinin kişisel amaçlı yapılmasının yanında güvenlik ve sağlık gibi amaçlarla da yapılması bu alandaki çalışmaların önemini daha da artırmıştır [9].

Görüntü işleme sayısal olarak depolanmış piksellerden oluşan resimler üzerinde çeşitli işlemlerin yapılması anlamına gelmektedir. Sayısal görüntü işleme çeşitli

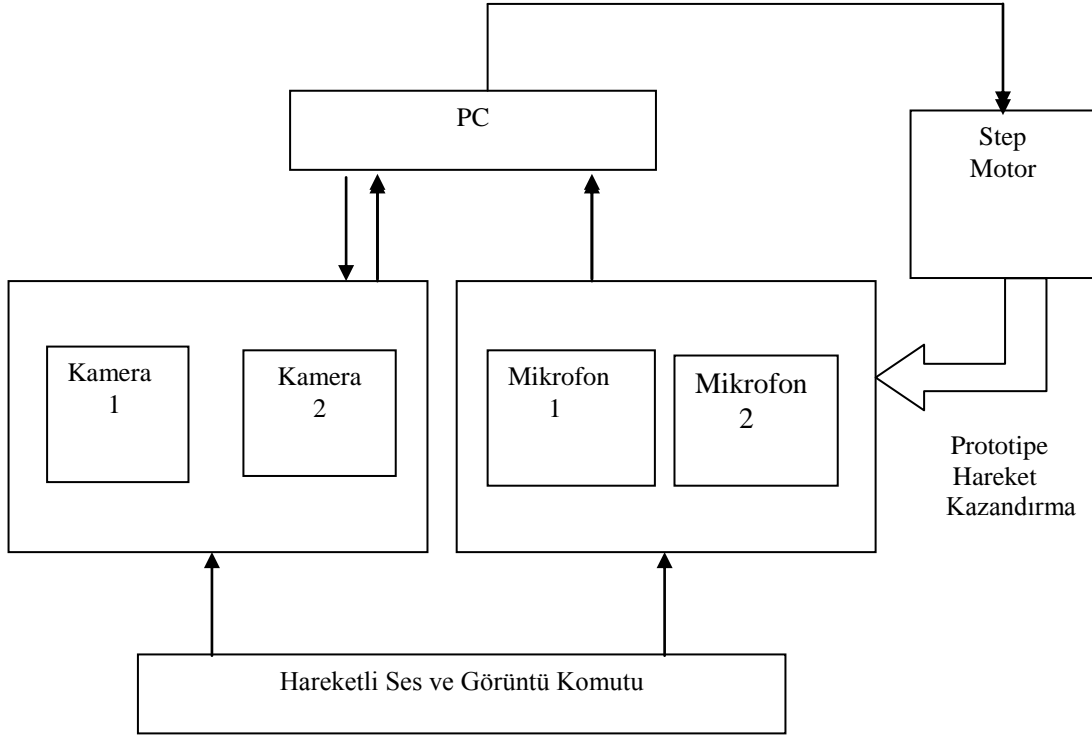
nedenlerden dolayı programlamada bir meydan okuma alanı olmuştur. Bu nedenlerden birincisi, sayısal görüntü işleme konusunun ilk grafiksel işletim sisteminin oluşturulmasına kadar beklemek durumunda kalması ve bilgisayar tarihinin sonlarında ortaya çıkmış olması olarak belirtilebilir. İkincisi, sayısal görüntü işleme özellikle gerçek zamanlı uygulamalar için çok dikkatli iyileştirmelerin yapılmasını gerektirir. Son olarak ise sayısal görüntü işleme iki boyutlu ortamlarda çalışmayı gerektirdiğinden bu durum sayısal filtreler ile çalışmayı karmaşık hale getirmektedir [10].

Bu çalışmada öncelikle hazırlanmış olan bir prototip içerisine 2 adet kamera ve 2 adet mikrofon yerleştirilerek paralel olarak görüntü ve ses algılama işlemleri amaçlanmıştır. Uygun step açısına sahip olan step motor ile prototipin mekaniksel bağlantısı sağlanmıştır. Step motorun kontrolü için uygun olan sürücü kartı belirlenerek step motor bağlantıları gerçekleştirilmiştir. Bilgisayar ortamında hazırlanan gerekli yazılım ile step motor kontrol sisteminin iletişimi sağlanarak motor kontrolü gerçekleştirilmiştir.

Prototip içerisine yerleştirilen kameralar ile hareketli nesnelerin takibi şu şekilde gerçekleştirilmiştir. Kameralardan alınan bilgiler iki resim olarak alınıp üzerinde görüntü işleme tekniklerini kullanarak hareketli nesnenin yönü ve hızı tespit edilmiştir. Buna bağlı olarak bu bilgiler mekanik sistem ile step motora aktararak prototipin nesneyi takip hareketi sağlanmıştır. Prototip içerisine yerleştirilen mikrofonlar ile ses bilgisi alınarak ve gerekli ses işleme tekniğini kullanarak prototipin ses komutuna bağlı olarak hareketi sağlanmıştır.

Aşağıda verilen blok diyagramına göre sistem tasarlanarak prototip üzerinde kurulmuştur. Prototipin göz kısımlarına iki adet mikro kamera yerleştirilerek sayısal görüntü elde edilmiştir. Sayısal görüntüler iki resim olarak elde edilmiştir. Bu iki resim bilgisi C# SHARP programı ile sayısal görüntü işleme tekniklerini kullanılarak sistemin PC'den kontrolü için gerekli program oluşturulmuştur.

Bu program ile tanıtılan nesnenin yönü ve hızı tespit edilmiştir. Nesne yönü ve hız tespitinden sonra kontrol sistemlerine bu yön ve hız bilgileri iletilerek kontrol sistemlerinin hareketi sağlanmıştır.



Şekil 1.1. Sistemin Genel Çalışma Prensi Şeması

Prototipin kulak kısımlarına bağlanan iki adet mikrofon vasıtası ile ses komut bilgisi alınmıştır. Bu ses komut bilgileri oluşturulan ara yüz programı ile bağdaştırılmıştır. Görüntü ve ses bilgisi paralel olarak alınarak PC'ye aktarılmıştır.

Prototipin hareketini sağlamak için bir kabin içerisine step motor ve step motor sürücüsü yerleştirilmiş ve bunların birbirine bağlantısı gerçekleştirilmiştir. Step motorun döner mil kısmı ile prototipin alt kısmının mekanik bağlantısı sağlanmıştır. PC' de oluşturulan program göre motor kontrolünün seri port üzerinden yapılacağı belirlenmiştir. Bu kontrol durumuna göre seri port girişi olan kontrol kartı tasarlanmıştır. Kontrol kartının PC ve step motor sürücü bağlantıları gerçekleştirilmiştir.

Geliştirilen sistemdeki bütün elemanların bağlantısı gerçekleştirilerek sistemin çalışma durumu test edilmiştir. Sistemin başarılı bir şekilde çalıştığı tespit edilmiştir.

Bu çalışma sayesinde insanlaştırılan robotların algılama yetenekleri geliştirilerek hareket ve sese duyarlı robotların oluşturulmasına zemin hazırlayacak bir uygulama geliştirmiştir.

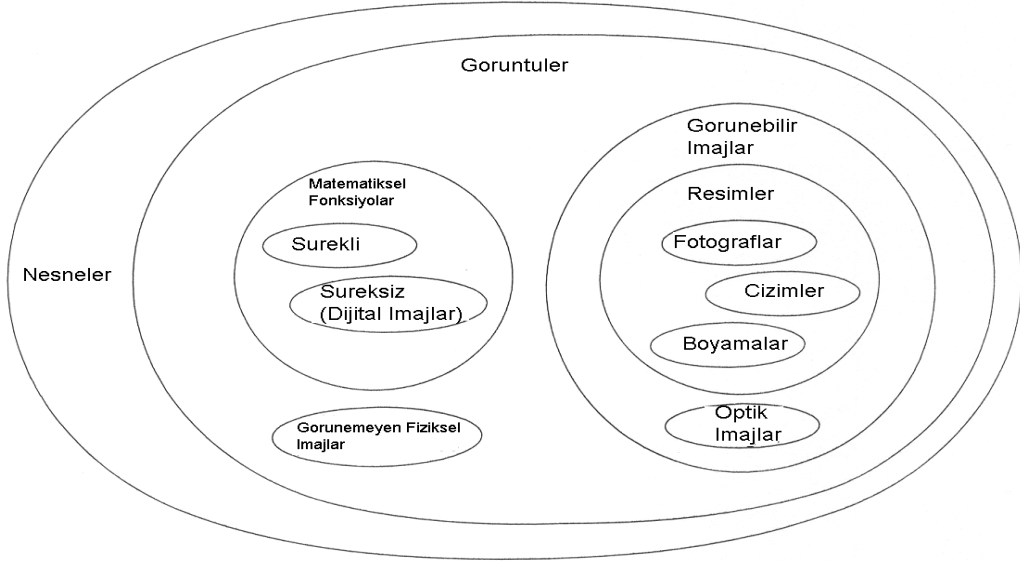
Bu yapılan çalışmanın, günümüz insansı robotik sistemlerin oluşturulmasına önemli bir gelişim ve altyapı sağlayacağı kanaatindeyim. Gerçekleştirilen bu çalışmanın daha da geliştirilerek daha hassas sonuçlar elde edilmesi ile savunma ve endüstriyel sanayide birçok kullanım alanına sahip olacağı öngörülmektedir.

2. GÖRÜNTÜ ve GÖRÜNTÜ İŞLEME

2.1. Görüntü ve Görüntü Sinyali

2.1.1. Görüntü

Görüntünün birçok tanımı mevcuttur. Bunlardan en dikkat çekicisi ise; Görüntü herhangi bir nesnenin bazı ışık olaylarının sonucu elde edilen biçimidir. Gerçek yaşamda, bir görüntü veya resmin basit 2 değişkenin bir fonksiyonu olarak tanımlanır. $a(x,y)$ gibi bir fonksiyonla ifade edilen bir resimde a bir şiddet birimi (örneğin parlaklık) ve x ve y değişkenleri ise resmin gerçek koordinatlarıdır [11].



Şekil 2.1. Görüntü Türleri (Castleman 1996)

Görüntüler formlarına veya oluşturulma biçimlerine göre farklı tiplere sınıflandırılabilirler (Şekil 2.1). Tüm nesnelere düşünecek olursak, görüntüler bu grubun içinde bir alt grup oluşturmaktadır. Görüntü alt grubunun içinde en önemli alt grubu oluşturan ve gözle algılanabilen görünebilir görüntüleri kapsayan bir alt grup bulunur. Bu görünebilir görüntülerin altında da yine oluşum şekillerine göre farklılık gösteren birçok görüntü alt grupları (fotoğraflar, çizimler, boyamalar) bulunmaktadır. Diğer bir alt grup da lensler, hologramlarla elde edilen optik görüntüleri içermektedir. (Castleman.1996)

Bir görüntü genel olarak temsil ettiği nesnenin özelliklerinin özetidir. Bu durumda normal olarak, görüntü gerçek nesneden daha az bilgi içermektedir denebilir ve bu sebeple bir görüntü tam değildir veya temsil ettiği resmin aynısı değildir.

2.1.1.1. Sabit Görüntü

Bir görüntü çok sayıda küçük görüntü elemanının birleşmesiyle oluşur. (Bilgisayar ve sayısal yayın sistemlerinde bu elemanlara piksel denilir. Fakat analog sistemlerde bu terim kullanılmaz. Görüntüdeki yatay ve düşey yöndeki maksimum ayrıntı sayısına çözünürlük denilir.

Çözünürlük arttıkça, görüntü daha doğal görünür. Fakat çözünürlüğün artışı başta bant genişliği olmak üzere çeşitli teknolojik sorunların ortaya çıkmasına sebep olur. Bu sebepten, optimum bir çözünürlük aranmıştır. İnsanların televizyon seyretme uzaklıkları ve bu uzaklıktan ayrıntı görme yetenekleri göz önüne alınarak televizyon ekranında düşey yönde 500 dolayında ayrıntının yeterli olduğu sonucuna varılmıştır. B/G sistemi düşey yönde ayrıntı sayısını 625 olarak saptamıştır. Bu sayıya satır sayısı denilir. Her satırda yan yana en fazla 320 çift zıt renk (siyah beyaz gibi) iletilebilir. Beyaz 1 volt ile siyah ise 0.3 volt ile temsil edilir. İki zıt renk bir arada sinüs sinyalinin bir periyoduyla temsil edilebildiğine göre, en ayrıntılı görüntü (625 x 320 =) 200 000 sinüs sinyalinden oluşur.

2.1.1.2. Hareketli Görüntü

Hareketli görüntü için ekranın üst soldan başlanarak (tıpkı kitap okurken yapıldığı gibi) satır satır aşağıya doğru taraması gerekir. Bir saniye içindeki tarama sayısı ne kadar yüksekse, görüntü de o kadar doğal ve kesiksizdir. Analog yayında ekranın saniyede 25 defa taraması tatminkar bulunmaktadır. Yani televizyon yayını bir saniye içinde her biri maksimum 200 000 sinüs dalgasından oluşan 25 adet tam ekran görüntüsü iletilebilmelidir. Bir başka deyişle, görüntü sinyalinin bant genişliği (200 000 x 25 =) 5 MHz. dir.

2.1.1.3. Geçmeli Görüntü

5 Mhz lik bant genişliğini artırmadan, tarama sayısını artırmak mümkün değildir. Fakat testler aynı görüntünün iki defa taramasının gözün algıladığı hareketlilik

duygusunu artırdığını göstermektedir. Bu sebepten hareketlilik duygusunu artırmak için, 625 satırlık bir görüntü bir defada değil, iki defada taranır. İlk defa satırlar bir atlanarak taranır ve bu 312.5 satırlık yarım taramaya tek satırlar alanı (odd lines field) denilir. İkinci defa taranan ve çift satırlar alanı (even lines field) denilen diğer 312.5 satırla birlikte, bütün görüntü tamamlanmış olur. Bu tekniğe geçmeli tarama denilir. Böylelikle bütün görüntünün baştan sona taranması 40 msn aldığı halde, sadece tek veya sadece çift satırlarının taranması 20 msn alır ve gözün algıladığı hareketlilik artar.

2.1.1.4. Bileşik Görüntü

Görüntü sinyalinin bir bölümü doğrudan görüntü bilgisi taşımayan yardımcı hizmetlere ayrılmıştır. Görüntü sinyali ve yardımcı sinyaller bir arada Bileşik Görüntü sinyali (composite video signal) adıyla bilinirler.

Yardımcı sinyallerin yayıncıdan alıcıya iletilmesi zorunludur. Çünkü, görüntü sinyali alıcıya ulaştığında resim tüpündeki taramanın stüdyodaki kamera taraması ile uyumlu olması gerekir. Bu iki şekilde sağlanır.

Bir satır 64 μsn ' lik bir periyoda sahiptir. Bu sürenin 12 μsn 'lik bölümü görüntü dışı hizmetlere ayrılmıştır. Bu 12 μsn lik sürenin de 4.7 μsn 'lik süresince alıcıya 0 voltluk bir darbe gider. Bu darbe yatay senkron darbesidir.

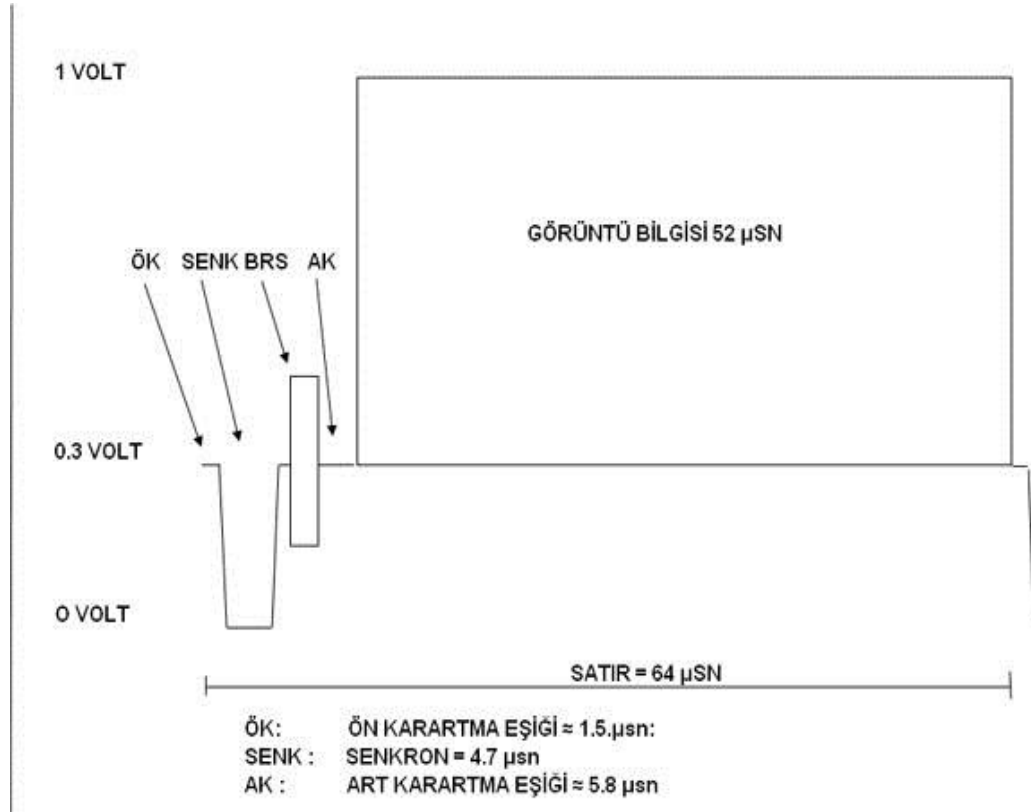
Yatay senkron görüntünün sol ve sağ yöndeki uyumu (yani görüntünün sola veya sağa kaymaması) için gönderilir. 12 μsn nin geri kalan bölümü karartma eşiği adını alan ve siyah renge karşılık gelen 0.3 voltur. Renkli yayında bu eşik üzerinde burst darbesi de yer alır.

2.1.1.5. Renkli Görüntü

Renkli görüntü de esas olarak siyah beyaz monochromatic görüntü gibidir. Ancak renkli görüntüde her satırda görüntü bilgisi içeren 52 μsn lik bölgede görüntü sinyalinin üzerine yüksek frekanslı bir sinyal daha ilave edilmiştir. Bu sinyal renk sinyali tarafından modüle edilmiş bir taşıyıcıdır. Taşıyıcı frekansı ve modülasyon tipine bağlı olarak çeşitli renk yayın sistemleri gelişmiştir. Ülkemizde kullanılan PAL sisteminde taşıyıcı 4 433 618.75 Hz.dir. Renkli görüntüde ayrıca art karartma

eşği üzerine renk taşıyıcısı frekansındaki burst darbesi de yer alır. Bu 10 periyot (yaklaşık 2.26 μsn) süreli sinyal renkli yayında kullanılan pilot sinyalidir.

2.1.2. Görüntü Sinyali



Şekil 2.2. Görüntü Video Sinyali (VF)

Görüntü sinyali herhangi bir görüntünün iletilebilmek ve saklanabilmek için elektromanyetik enerjiye çevrilmiş hali olarak tanımlanmaktadır. Görüntü sinyaline yaygın olarak video sinyali (VF) de denilmektedir.

Bir görüntü çok sayıda küçük görüntü elemanının birleşmesiyle oluşur. Bilgisayar ve sayısal yayın sistemlerinde bu elemanlara piksel denilir. Fakat analog sistemlerde bu terim kullanılmaz.) Görüntüdeki yatay ve dikey yöndeki maksimum ayrıntı sayısına çözünürlük denilir. Çözünürlük arttıkça, görüntü daha doğal görünür. Fakat çözünürlüğün artışı başta bant genişliği olmak üzere çeşitli teknolojik sorunların ortaya çıkmasına sebep olur. Bu sebepten, optimum bir çözünürlük aranmıştır. İnsanların televizyon seyretme uzaklıkları ve bu uzaklıktan ayrıntı görme yetenekleri göz önüne alınarak televizyon ekranında dikey yönde 500 dolayında ayrıntının

yeterli olduđu sonucuna varılmıřtır. B/G sistemi dűşey yűnde ayrntı sayısını 625 olarak saptamıřtır. Bu sayıya satır sayısı denilir. Her satırda yan yana en fazla 320 çift zıt renk (siyah beyaz gibi) iletilebilir. Beyaz 1 volt ile siyah ise 0.3 volt ile temsil edilir. İki zıt renk bir arada sinűs sinyalinin bir periyoduyla temsil edilebildiđine gűre, en ayrıntılı gűrűntű (625 x 320 =) 200 000 sinűs sinyalinden oluřur.

2.1.3. Gűrűntű Formatları

Masaűstű yayıncılıkta kullanılan yazılımlar birbirleri ile dosya alıřveriřinde bulunarak çalıřırlar. Bir resmi veya vektűrel çizimi oluřturduđumuz uygulama programından bađımsız hale getirip sayfa dűzenleme programına ya da vektűrel programlara aktarmak için farklı bir formatta kaydetmemiz gerekir [12].

Gűrűntű formatlarını resim ve video formatları olmak üzere 2 sınıfta inceleyebiliriz. Yaygın olarak kullanılan resim formatları řu řekildedir.

2.1.3.1. PICT

PICT formatı bűtűn programların ortak kullandıđı dosya formatıdır. Bu format herhangi bir uygulama programına aktarıldıđında resim bilgisi sayfaya dűhil olur. Gűrűntű diskinizden silinse dahi baskı aracı sayfayı basarken PICT dosyasını aramaz.

Logo dűzenleme ve yeniden oluřturma iřlemleri sırasında PICT olarak kaydedilmiř gűrűntűyű, Illustrator ve FreeHand programlarına aktardıđımızda, Illustrator programı isteđe bađlı olarak dosya a komutuyla gűrűntűyű açar ve sayfaya Template (yarı saydam/arka plan) olarak yapıřtırır. Bűylelikle bu gűrűntűnűn űzerinden vektűrel olarak izimimizi yapabilmekteyiz [12].

2.1.3.2. EPS

EPS formatı hemen hemen bűtűn çizim ve sayfa dűzenleme programları tarafından desteklenir. Photoshop programında, dokűman Bitmap modunda kaydedilirken Transparent (řeffaf) + Whites (beyazları saydam yap) seçeneđi iřaretlenerek kaydedilirse, dosyada beyaz alanlar řeffaf olarak tanımlanır [12].

2.1.3.3. TIFF (Tagged Image File Format)

TIFF formatı bilgisayarlar arası ortak bir dosya formatıdır. Tüm programlar tarafından desteklenir. Bu formatta kayıtlı dosyalar, herhangi bir uygulama programında sayfa içine alındığında görüntünün ve zeminin renk değerlerini azaltma ve değiştirme olanağı verir. Örneğin, farklı renklerde kullanacağımız bir görüntü ya da logoyu TIFF formatla kaydedip sayfaya yapıştırdığımızda renklerini değiştirebilirsiniz. Bu yolla her renk değişikliğinde onu oluşturan uygulama programında açıp yeniden renk verip yeni dosyalar yaratmamış oluruz [12].

2.1.3.4. JPG (Joint Photographics Experts Group)

JPG formatı, resim işleme programlarının yüksek MB'lı dosyaları sıkıştırarak disk üzerinde kayıt edebileceğiniz bir formattır. JPEG veya JPG formatının özelliği gerçek renk değerlerini içermesidir. Bu nedenle fotoğrafik (çizgisel/grafiksel olmayan) görüntüleme için kullanılmalıdır. JPEG sıkıştırma yöntemi görüntünün algılanması için zorunlu olmayan detayları bulup atan ve dosyayı bu şekilde sıkıştıran bir format olduğundan kayıplı formatlar arasında yer alır. Kaybolan ayrıntılar ve sıkıştırma oranı arasında bağlantı bulunduğundan bu dengeyi iyi korumak gerekmektedir [12].

2.1.3.5. BMP (Bitmap)

BMP Windows ve Microsoft'un PCX formatını değiştirerek geliştirdiği bir formattır. Windows 3.1 ve 95 ile birlikte gelen MS Paint programı görüntüleri bu formatta işler. BMP formatı 1-24 bit arasında değişen bir piksel derinliğini içerebilir. Sıkıştırma seçeneği başlangıçta bulunmamakta idi. Opsiyon olan bu sıkıştırma görüntüde detay kaybına yol açmaz, yani kayıpsız sıkıştırma yöntemlerindedir. BMP formatı alıcı bilgisayarında Paint'den başka görüntü programı bulunmadığı durumlarda kullanılır [12].

2.1.3.6. GIF (Graphics Interchange Format)

CompuServe firmasının Graphics Interchange Format (GIF) dosyaları internet üzerinde oldukça yaygın kullanılan bir formattır. Az sayıda renk içeren (1 ila 8 bitlik) dokümanlarda oldukça iyi sıkıştırma sağlaması, animasyonlarda zamanlama ve farklı

boyutlardaki resimleri bir arada tutma desteği, saydam renk tanımlanması bu format'ı popüler yapan nedenlerden sadece bir kaçıdır [12].

2.1.3.7. PNG (Portable Network Graphics)

PNG (Portable Network Graphics) formatı patentsizdir. PNG kayıpsız Wave Table sıkıştırma yöntemini kullanır. Şu anda mevcut olmayan kayıpsız gerçek renk ve saydamlık bilgilerini içeren resim kalitesini internete taşımayı amaçlamaktadır [12].

PNG dosyalarındaki saydamlık bilgileri alfa kanalı içerisinde saklanmaktadır. Sıralı yükleme de olanaklıdır. Ayrıca sıkıştırma için değişik filtreleme algoritmaları sıkıştırma öncesi kullanılabilir [12].

2.1.3.8. PSD (Photoshop Document)

Photoshop uygulamasının özel bir formatıdır.PSD çok sayıda alfa kanalına, path' ve katmanı desteklemektedir. PSD dosyaları ikili dosya, indekslenmiş renk, gerçek renk RGB, CMYK, Lab biçimlerini destekler. Çalışma yaptığımız işlerin PSD'sini saklamayı alışkanlık haline getirmeniz, daha sonra yapılacak düzeltmelerde çok işinize yarayacaktır [12].

2.1.3.9. ENCODİNG

Bilgilerin dosya içinde ASCII yada Binary şeklinde saklanmasını isteyebilirsiniz. Binary kodlama ASCII'nin yarısı kadar yer tutar. Genellikle Binary kodlama kullanılır. Fakat bazı PostScript hatalarını resim dosyalarını ASCII kaydederek önlemeyi denenebilmektedir [12].

2.1.3.10. CLİPPİNG PATHS

Photoshop 4,0 versiyonun da görüntü dosyanız üzerinde dekupe etmek istediğiniz bölgeyi kapsayan path'i seçeceğiniz bölümdür. Photoshop 5,5 versiyonu, eğer kaydet komutunuzdan önce path penceresinden çizimi clipping etmişseniz otomatik olarak dekupe edilmiş görüntüyü dosya içine yazar [12].

Yaygın olarak MPEG 1,MEPEG 2 ve AVI olmak üzere 3 çeşit video formatı kullanılmaktadır. Bu video formatları şu şekildedir.

2.1.3.11. MPEG 1

VCD'lerde kullanılan formata karşılık gelir. MPEG1 ile DAT uzantılı dosyalar birbirleri ile aynıdır. Farklılık ise MPEG1 dosyalarının VCD yapılırken uzantısının VCD'lerde de okunabilen bir başka uzantıya yani DAT dosyalarına çevrilmesinden kaynaklanır. Bu çevrimde standart dosyalar için herhangi bir görüntü kaybı olmamaktadır. Standart MPEG 1 dosyası 352x288 çözünürlüğündedir. Yaklaşık olarak bir dakikalık görüntü 10 mb yer kaplar.

2.1.3.12. MPEG 2

Bu format DVD formatıdır. Yani vizörde görünen görüntüyle capture edilen görüntü özdeşdir. Şu an kullanılabilir disk üzerindeki en kaliteli görüntü formatıdır. Çözünürlüğü 720x576 pixeldir .DVD filmler ve TV de izlediğimiz görüntüye eşdeğerdir. Ancak burada bir ayrıntıya daha dikkat çekmek gereklidir. DVD olarak aldığımız filmlerin uzantısı MPEG 2 değil de VOB ya da IFO uzantısıdır; bunlar MPEG 2 dosyalarının DVD playerlarda izlenebilmesi için dönüştürülmüş uzantılardır. Görüntüde ya da işlemlerde herhangi bir fark bulunmaz. Sadece data disk yapılarak yazılmış DVD içerisindeki dosya MPEG2 olurken Video DVD seçeneği ile yazılmış DVD'nin formatı VOB ya da IFO dur.

2.1.3.13. AVI (Audio Video Interleaved)

Standart bilgisayar film dosyasıdır. içerdiği codec (sıkıştırma) yöntemini okuyabilen herhangi bir video oynatıcı ile izlenebilir. Avi'nin kullanımı MPEG 2 den daha kolaydır. Ayrıca daha az yer kaplar fakat hem %10 luk bir görüntü kaybına neden olur hem de codec sistemi bir diğer bilgisayara uyumlu değilse uygun codec için zaman kaybına neden olur.

2.2. Görüntü (İmge) İşleme

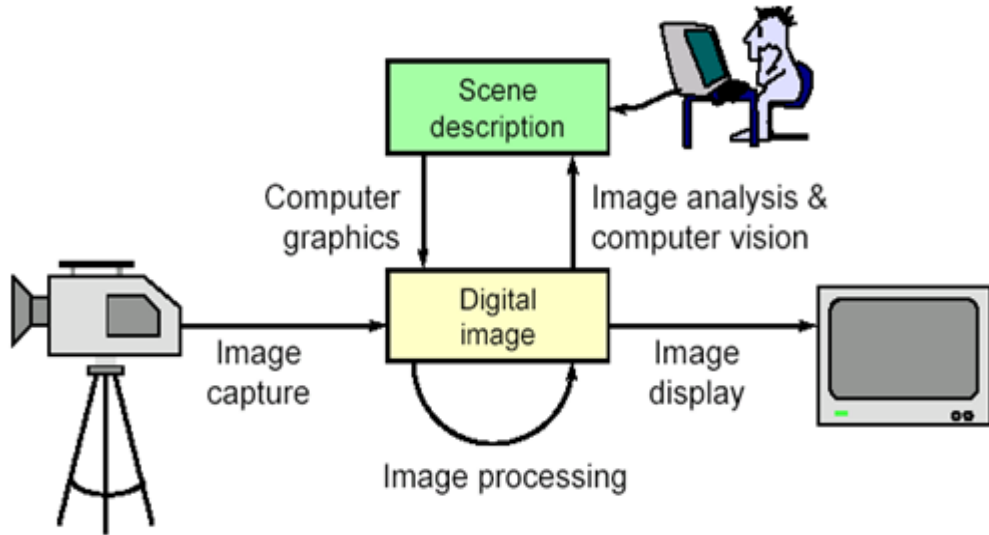
Görüntü(imge) işleme dijital bir resim haline getirilmiş olan gerçek yaşamdaki görüntülerin, bir girdi resim olarak işlenerek, o resmin özelliklerinin ve görüntüsünün değiştirilmesi sonucunda yeni bir resmin oluşturulmasıdır [11]. Görüntü işleme, bir görüntüden otomatik ya da yarı otomatik yöntemler ile veri, bilgi veya ölçüm çıkarma işidir. Görüntü işleme, görüntü anlama, görüntü tanımlama gibi

işlemler ile de adlandırılabilir. Kesin sınırlar ile tanımlanamayan görüntü analizi, öncelikle karışık görüntülerin analizi ve ifade edilmesinde kullanılabilir [19].

Sayısal görüntü işleme için görme sistemlerimizin altında yatan temel mekanizmaların bilinmesi oldukça önemlidir. Kısaca göz bir fotoğraf makinesi gibi düşünülebilir ve beynin görme bölümleri de karmaşık bir sayısal görüntü işleme sistemi olarak düşünülebilir [14].

Görüntü işleme yaşam ver oldukça söz konusu olmuştur. İnsanlar ve hayvanlar gözleri ile analog temele dayanan görüntü işleme yapmaktadırlar. Bu olay beyin yardımı ile (akıllı sistem) on-line, paralel ve çok spektrumlu (multispektral) oluşmaktadır [15].

Görüntü işleme, görüntü üzerinde yapılan değişiklikleri ifade eder ve bilgisayarlar kullanılarak sayısal ortamda gerçekleştirilir. Sayısal görüntü işleme bir görüntünün ve özelliklerinin değiştirilmesi için kullanılan çok çeşitli teknikleri içerir. En basit düzeyde, görüntü işleme görüntüdeki piksellerin fiziksel olarak yerlerinin değiştirilmesi ile gerçekleştirilir [10].



Şekil 2.3. Görüntü işleme Sistem Yapısı

Sayısallaştırılmış görüntüler, bilgisayar hafızasına yerleştirildikten sonra, amaca göre ardışık bir şekilde işlenirler. Görüntünün dış dünyadan bilgisayara aktarılması, üzerinde istenen şekilde değişiklikler ve düzenlemeler yapılması görüntü işlemenin

konusu içerisinde girmektedir. Görüntü işlemede bilgisayar yardımıyla çalıştırılacak yazılımlar bilgisayarın bir işlem laboratuvarı olarak kullanılmasına imkan sağlamaktadır [16].

2.2.1. İnsan Görüşü

İnsanın görme sistemi, iki temel unsura sahiptir; gözler ve beyin. Bu unsurlar birbirlerine, optik sınırlarla bağlanmışlardır. Gözleri resimleri algılayan organ olarak düşünürsek, beyni de, merkezi sinir sisteminin kafatası içinde olan kısmı (bilgileri işleyen birim) olarak düşünebiliriz. İki organ arasında yer alan sinirlerde, bilgilerin algılayıcıdan, işlemciye taşınmasını sağlar(Gözden beyine). Görme olayı şu şekilde gerçekleşir; Işık enerjisi gözün lensi tarafından retina üzerinde yer alan sensörlere odaklanır. Sensörler ışığa, beyne giden (sinirlere elektrik sinyali gönderen), elektrokimyasal bir reaksiyon oluşturarak cevap verir. En son olarak beyin de, ilgili sinyallerden, gözümüzün resim olarak gördüğü örnekler oluşturur [1].

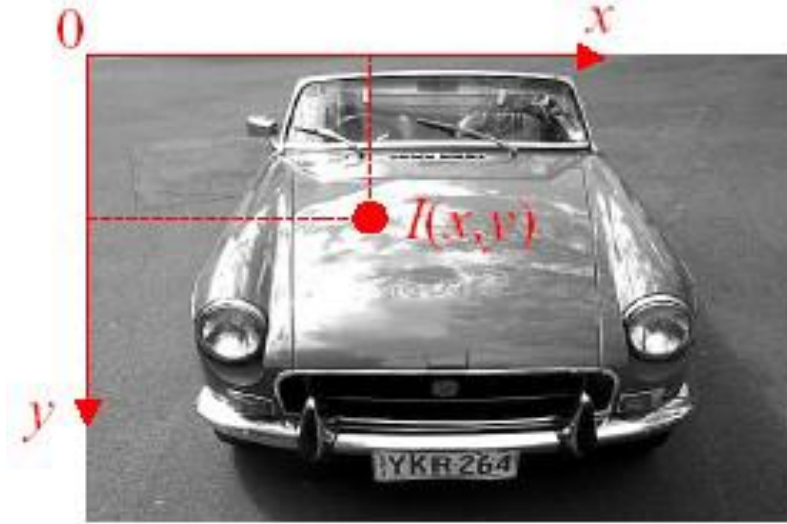
2.2.2. Bilgisayar Görüşü

Bilgisayar görüşü, çevreyle herhangi bir fiziksel etkileşim olmaksızın,optik araçlar kullanılarak cisimleri algılama ve buna göre bilgi toplama ya da çeşitli süreçleri yönetmektir.Bu tanım çerçevesinde bilgisayar görüşü doğal olarak çok çeşitli bilim dallarıyla işbirliği içerisinde.Buna bir örnek olarak en klasik bilgisayar görüşü problemlerinden olan kameradan görülen bir cismin 3 boyutlu resmini çıkarma işlemidir [17].

Bilgisayarla görme, bir veya daha çok görüntünün üzerinde bilgisayar analizinin, bir veya daha çok ana işlemciyle zaman sırasına göre çeşitli tekniklerle gerçekleştirilmesidir. Bilgisayarla görme, görüntü veya görüntü setleri üzerinden bilgilerin teorik ve algoritmik olarak bilgisayar tarafından çıkarılıp incelenmesini sağlayan bir bilimdir. Görüntü üzerindeki nesne ve nesnelere ilgili, nesnenin konumu ve yönlendirilmesi ile ilgili ve boyutuyla ilgili kavramları içerir [18].

Bilgisayar görme sistemleri karmaşıklık gösterse de, hepsi için geçerli olan birkaç teknik vardır. Kameradan gelen bir görüntünün kullanışlı bir şekilde işleme tabi tutulmasından önce, bu görüntünün bilgisayar tarafından anlaşılabilir şekle dönüştürülmesi gerekmektedir. Bu dönüşüm işlemine görüntünün sayısallaştırılması

denir. Bu işlemde; görüntünün her bir piksel değeri bir sayı olarak hafızada depolanacak olan karelere bölünür. Her piksel noktasında görüntünün parlaklığını ve koyuluğunu temsil eden bir tamsayı bulunur. Bütün piksel değerleri için bu işlem gerçekleştirildiğinde, görüntü tamsayılardan oluşmuş bir matris şekline dönüşür. Resim bilgisi bu biçime getirildiği zaman, yazılım tarafından işlenmeye hazırdır [19].



Şekil 2.4. Sayısal Görüntü Temsili ve Eksenleri

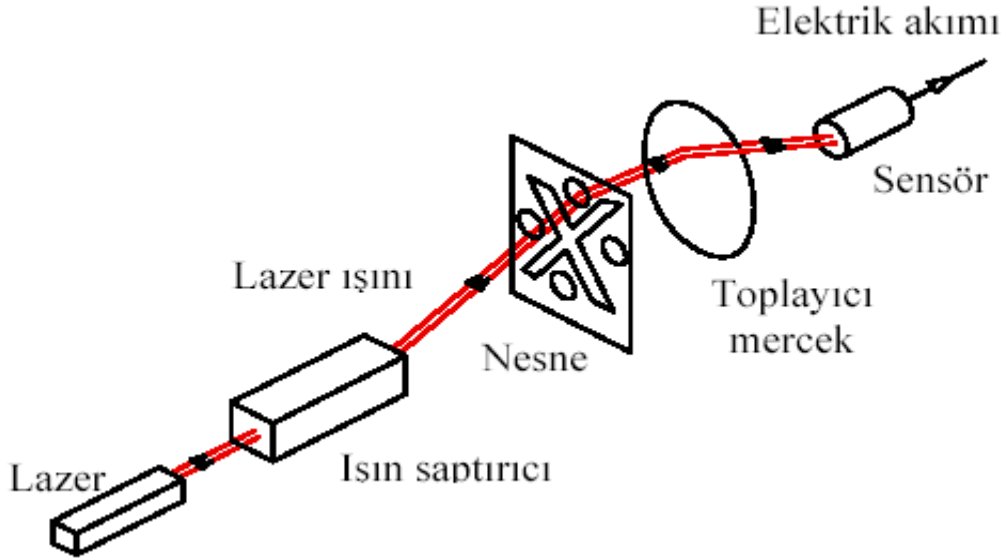
Sayısal bir görüntü, bir $f(x,y)$ görüntüsüdür (Şekil 2.4). Bu görüntüyü, satır ve sütunları bir görüntü noktasını temsil eden matris olarak düşünürsek, her noktaya karşılık gelen gri düzeyini gösteren bir değer vardır. Bu şekilde tanımlanan elemana piksel adı verilmektedir. Sayısal görüntü boyutları uygulamalara bağımlı olsa da genelde $256*256$ matris veya $512*512$ matris olarak alınır [20].

Burada göze çarptığı gibi, görüntünün 2' nin katlarını içeren kare matrisler olarak seçilmesi, işleme kolaylığı getirmektedir [21].

2.2.3. Görüntünün Sayısallaştırılması

Sayısal bir resim deyince akla analog bir sinyalin sayısal bir sinyale dönüştürülmesi gelmelidir. Bu da obje tarafından yayılan enerjinin (analog sinyal) bir algılayıcı tarafından öngörülen elektromanyetik aralıkta algılanarak sayısal sinyal haline dönüştürülmesi ile olanaklıdır [22]. Görüntünün sayısallaştırılması, kameradaki görüntünün optik-elektrik mekanizma ile elektriksel sinyallere dönüştürülmesi işlemidir. Mercekte oluşan görüntü kameranın sensörleri üzerine odaklanır. Bu ışık

elemanları üzerinde ışığın durumuna göre elektrik sinyalleri üretilir. Şekil 2.5 'de şematik olarak bu durum gösterilmiştir. Bu sinyaller bilgisayar ortamına görüntü aktarılmasında kullanılan analog sinyallerdir. Sinyalleri üreten sistemler vakum tüp, yan iletken sensör gibi yapılardan oluşmaktadır [1].



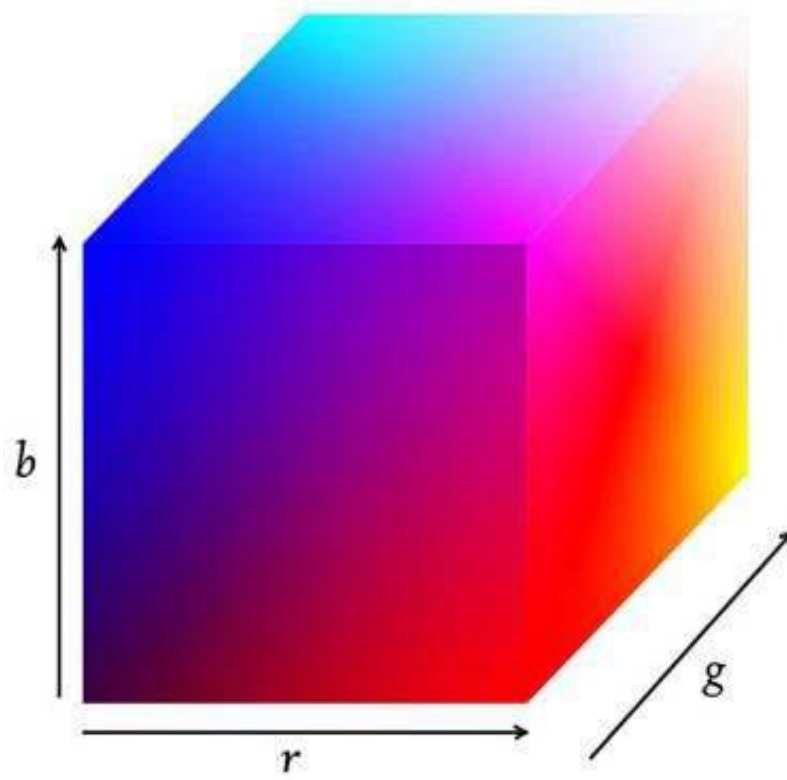
Şekil 2.5. Sayısallaştırma İşleminin İlk Aşamaları [1].

Resimlerin bilgisayar ortamında değerlendirilebilmeleri için veri formatlarının bilgisayar ortamına uygun hale getirilmeleri gerekmektedir. Bu dönüşüme sayısallaştırma (digitizing) adı verilir. Bir resmin foto grafik sunumunu daha doğrusu sayısal forma dönüştürülmesi çeşitli şekillerde olanaklıdır. Buna farklı teknikler kullanılarak resmin sayısallaştırıldığı tarayıcılar örnek olarak verilebilir. Ya da Analog/Sayısal dönüşümün kullanılarak resmin sayısal hale dönüştürüldüğü sistemler (Frame-Grapper), uzaktan algılamada uçak ya da uydulara yerleştirilen çok kanallı tarayıcılar yine örnek olarak verilebilir [23].

Görüntü isleme, insan görme sisteminin gerçekleştirdiği işlemlerin bilgisayar ortamında sayısal olarak gerçekleştirilmeye çalışılmasıdır. Bilgisayar ortamında görüntüler sayısallaştırılarak saklanırlar. Bu işleme digitizing denir.

Görüntülerdeki renkleri tanımlamak ve yeni gösterebilmek için renk uzaylarına ihtiyaç vardır. Renk uzayları renkleri tanımlamak için kullanılan matematiksel modellerdir ve 3 boyutlu olarak tasarlanırlar çünkü bir rengi belirlemek için

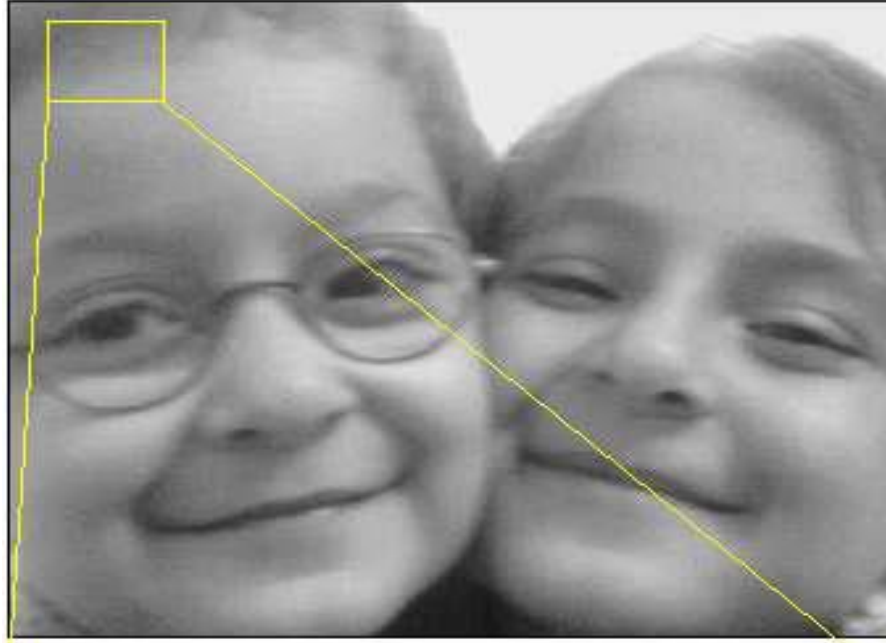
birbirinden bağımsız üç değişik renge gerek vardır. Renk uzayları ve dönüşüm algoritmaları için (Yılmaz, 2002) incelenebilir. En yaygın bilinen renk uzayı RGB (red=kırmızı, green=yeşil, blue=mavi) renk uzayıdır (Şekil 2.6).



Şekil 2.6. RGB Renk Uzayı [24].

Bir görüntünün bilgisayar ortamında saklanabilmesi için iki boyutlu bir koordinat sistemi içinde imgecik (piksel) adı verilen hücrelere bölünür ve bu hücrelerin yatay-düşey koordinatı ile o hücrenin renk değerini içeren sayısal değerler olarak saklanır. Her imgeciğin renk değerini (renkli görüntüler için 3 adet, diğerleri için bir adet) içermesi gerekmektedir.

Şekil 2.7'de (95X71) adet imgecik içeren bir görüntü ve aynı görüntünün sayısallaştırılması sonucu oluşan veri kümesi verilmiştir. Bilgisayarın görüntüleri Şekil 2.7'deki gibi sayısal veri yığınlarından oluşan matrisler olarak algılaması nedeniyle görüntü üzerinde yapılacak işlemler de yine bu matrisler üzerinde yapılacak matematiksel işlemler olmalıdır. Bu durumda görüntü işleme çalışmalarının aslında sayısallaştırılan görüntülere ait veri yığınları üzerinde yapılan matematiksel işlemler olduğunu söylemek yanlış olmayacaktır [24].



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	137	126	120	116	107	103	119	120	126	129	116	123	136	140	139	141	141	138	134	134
2	127	124	119	113	106	100	121	123	129	133	126	133	142	144	141	141	142	140	138	138
3	126	124	116	110	109	105	121	124	131	136	137	140	145	146	142	141	141	140	139	139
4	127	121	113	109	109	107	125	125	132	139	142	144	146	147	142	141	141	139	138	138
5	125	117	113	109	107	111	124	127	135	142	148	148	151	148	146	145	142	139	136	136
6	126	117	111	112	112	119	126	131	137	144	151	153	153	151	148	145	144	140	134	134
7	125	117	113	113	117	126	129	136	141	147	154	156	155	155	148	145	142	139	135	133
8	116	117	114	113	120	126	133	134	138	150	159	161	158	158	153	148	142	137	134	132
9	116	114	114	121	126	126	136	137	140	149	163	163	163	158	153	151	144	136	137	136
10	120	119	120	126	129	129	141	142	145	152	165	165	164	160	154	153	148	139	138	136
11	121	121	123	129	133	133	148	146	146	153	168	166	166	161	155	154	151	142	138	137
12	124	121	124	131	136	139	145	153	163	168	168	167	166	163	158	155	154	144	139	138
13	126	125	125	132	139	145	151	156	165	167	168	168	167	164	159	156	152	146	142	142
14	129	124	127	135	142	148	152	160	166	168	168	168	167	166	161	160	151	148	146	147
15	129	126	131	137	144	148	153	161	168	172	172	171	168	168	166	161	153	151	148	148
16	131	129	136	141	147	151	154	164	171	174	174	173	170	168	167	161	158	154	148	150
17	131	133	134	138	150	154	155	165	173	175	174	174	174	173	170	163	159	155	155	154
18	133	136	137	140	148	156	160	170	175	179	177	175	174	171	168	161	160	155	154	153
19	137	141	142	145	152	158	161	174	179	181	181	179	175	172	171	165	161	158	155	155
20	147	148	146	146	153	161	167	175	181	185	184	181	178	174	174	170	163	159	155	155
21	152	150	144	142	155	168	174	182	184	187	186	184	180	175	174	171	165	161	158	158
22	142	142	140	142	161	177	180	184	185	187	187	185	182	179	178	174	168	165	161	159
23	139	142	147	153	170	184	182	184	189	191	189	188	187	185	182	178	174	171	165	161

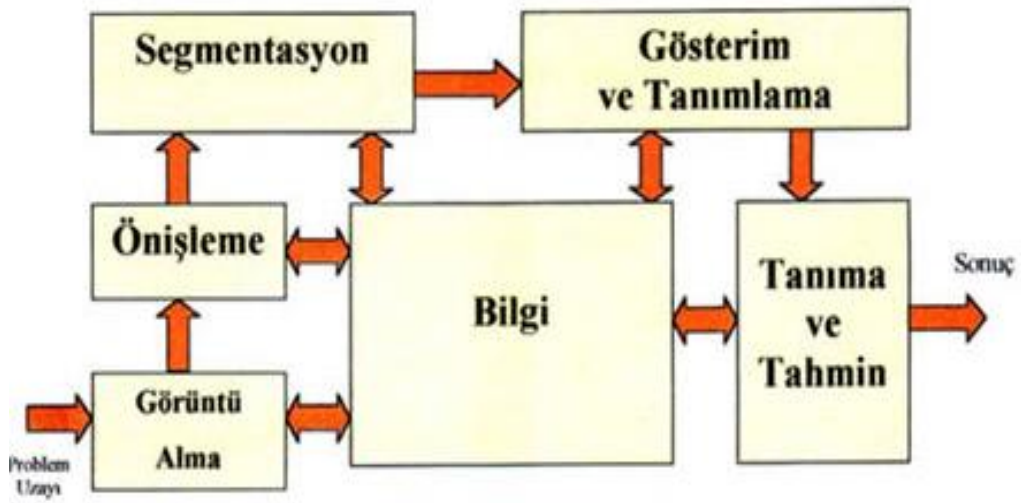
Şekil 2.7. İki Boyutlu Bir Görüntü ve Bir Bölümünün Sayısal Karşılığı [24].

Sayısal görüntü algılama ve işleme matematiksel ve olasılık hesaplarının üzerine kurulu olmasına rağmen, sayısal görüntü işlemede hangi tekniklerin kullanılacağı noktasında insanın görsel algılaması büyük ve merkezi bir rol oynamaktadır (Gonzalez ve Woods, 2002).

2.2.4. Görüntü İşleme Teknikleri

Hedef belirleme ve izleme bilgisayar görmesi uygulamalarında çalışılan en önemli konulardan biridir. Bunlar uzay, gözetim sistemi, parça sınıflandırma, yazı karakteri tanıma ve araç takibi gibi uygulamalarda kullanılır.

Görüntülerin gerçek ortamdan alınarak bilgisayar ortamına aktarılması ve sayısallaştırıldıktan sonra isteğe göre işlenmesi görüntü işleme konusu içine girer. Gerçek zamanla görüntü işleme uygulamaları, bilgisayarla birlikte kamera ve görüntü yakalama kartı gibi donanımlara ihtiyaç duyar. Algılanan görüntü bilgisayar ortamında sayısal bir matrise dönüştürülerek gerekli proseslere tabi tutulur. Görüntü iyileştirme, kenar bulma ve bir görüntüdeki cisim algılayıp konumunu tespit etme örnek uygulamalar olarak verilebilir.



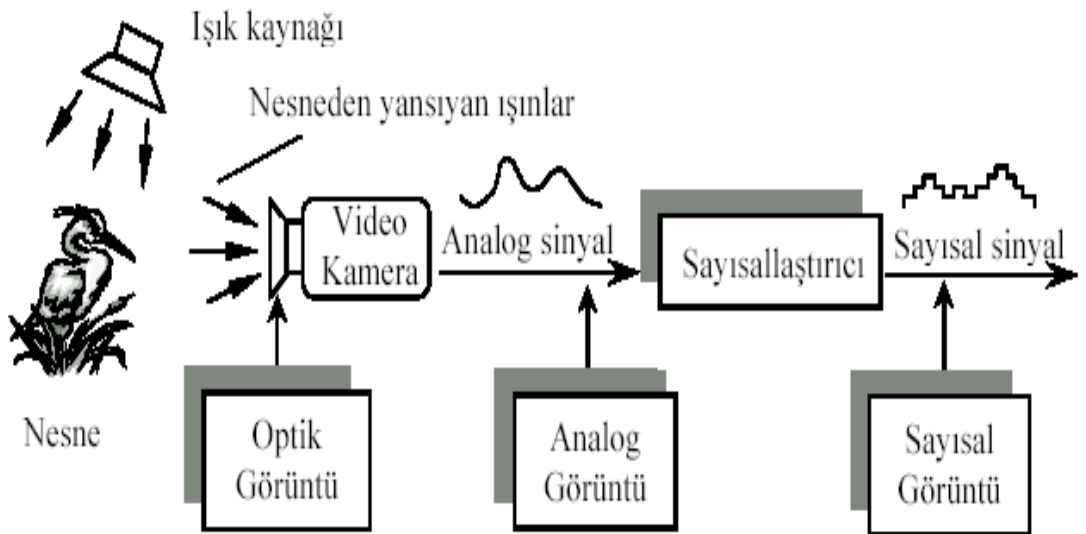
Şekil 2.8. Görüntü İşleme Blok Diyagramı [25].

Görüntü işlemede ilk adım görüntüyü gerçek dünyadan bir film tabakasına veya bir hafıza birimine almamızı sağlayan resim alıcılarıdır. Bu cihazlarda bir resim algılayıcısı ve algılanan resmi sayısal hale getiren sayısallaştırıcı birim bulunmaktadır. Eğer resim sensörü resmi doğrudan sayısal hale dönüştürmüyorsa, elde edilen analog resim, bir Analog/Sayısal dönüştürücü yardımıyla sayısal hale dönüştürülmektedir [25].

Sayısal resim elde edildikten sonraki basamak ise ön işleme'dir. Adından da anlaşıldığı gibi ön-işleme, elde edilen sayısal resmi kullanmadan önce daha başarılı bir sonuç elde edebilmek için, resmin bazı ön işlemlerden geçirilmesidir. Bu işlemlere Örnek olarak; kontrastın ayarlanması, resimdeki gürültülerin azaltılması ve/veya yok edilmesi, resimdeki bölgelerin birbirinden ayrılması gibi işlemleri verebiliriz. Ön-işlemler bittikten sonra segmentasyon (segmentation)

basamağına geçilir. Segmentasyon, bir resimdeki nesne ve artalanın veya resim içerisinde ki ilgilenilen değişik özelliklere sahip bölgelerin birbirinden ayrıştırılması işlemidir. Segmentasyon görüntü işlemenin en zor uygulamasıdır ve segmentasyon tekniklerinin sonuçlarında belli bir hata oranı olabilmektedir. Segmentasyon bir resimde ki nesnenin sınırları, şekli veya o nesnenin alanı gibi ham bilgiler üretir. Eğer objelerin şekilleriyle ilgileniyorsak segmentasyonun bize o nesnenin kenarları, köşeleri ve sınırları hakkında bilgi vermesini bekleriz. Fakat resim içerisindeki nesnenin yüzey kaplaması, alanı, renkleri, iskeleti gibi iç özellikleriyle ilgileniliyorsa bölgesel segmentasyonun kullanılması gerekir. Karakter veya genel olarak örnek (pattern) tanıma gibi oldukça karmaşık problemlerinin çözümü için her iki segmentasyon metodunda bir arada kullanılması gerekebilmektedir [25].

Segmentasyondan sonraki basamak, resmin gösterimi ve resmin tanımlanmasıdır. Ham bilgiler resimde ilgilenilen ayrıntı ve bilgilerin ön plana çıkarılması bu aşamada yapılır. En son kısım ise tanıma ve yorumlama' dır. Bu aşamada ise resmin içerisindeki nesnelerin veya bölgelerin önceden belirlenen tanımlamalara göre etiketlenmesidir [25]. Görüntünün alınması ve gösterilmesi dışında görüntü işleme fonksiyonlarının çoğu temel görüntü işleme algoritmalarına göre yazılmış yazılımlardan ibarettir. Bilgisayarların bazı kısıtlamalarını aşmak ve işlemi hızının daha da arttırılmamasının istendiği durumlarda, görüntü işleme fonksiyonları, donanımla (hardware) elde edilmeye çalışılabilir [25].



Şekil 2.9. Görüntü Dönüşüm Sistemi

Görüntü önce optik formda yakalanır, analog forma dönüştürülür ve son aşamada sayısal forma çevrilir [1].

Şekil 2.9' da görüntü yakalama aşamaları şematik olarak verilmiştir. Burada bir ışık kaynağı ile aydınlatılmış nesne mevcuttur. Nesneden yansıyan ışınlar optik formda kameraya aktarılır. Nesneyi tanımlayan bu ışınlar, kamerada elektrik sinyallerine dönüştürülür. Böylece görüntü analog forma çevrilmiş olur. Analog sinyaller bir sayısal dönüştürücüde sayısal sinyallere dönüştürülür. Son aşamada sayısal forma dönüştürülen görüntü artık bilgisayar ortamına aktarılarak işlenecek hale getirilmiş olur. Bu işlem için görüntü sensörü ve bu sensörün üretmiş olduğu sinyalleri sayısal forma dönüştürebilecek sistemlere ihtiyaç vardır. Sensörlerden elde edilmiş sinyaller hala analog formda ise analog-sayısal dönüştürücüler ile sayısal hale getirilebilir [1].

Sayısal görüntü elde edildikten sonra, diğer adım ön işleme işlemidir. Bu aşamada, alınan görüntü bir sonraki aşamada hatasız ve kolay işlenebilmesi için daha belirgin ve anlaşılır hale getirilir. Bu işlemlerden bazıları şu şekildedir;

1. Görüntüyü belirginleştirmek
2. Görüntüde bulunan kirlilikleri filtrelemek
3. Görüntü üzerindeki yapısal bozuklukları yok etmek veya minimize etmek

Daha sonraki işlem ise görüntüyü, kendisini meydana getiren alt görüntülere parçalama, ayırma işlemidir. Buna, görüntü ayırma işlemi yada segmentasyon işlemi denir. Detaylı görüntü ayırma işlemleri, görüntü işlemede en zor işlemlerden sayılır. Bu nedenle genellikle küçük hatalarla birlikte kaba görüntü ayırma işlemleri uygulanır [1].

2.2.4.1. Görüntü Korelasyonu

İki ayrı veri grubu arasında bulunan ilişki derecesinin ölçülmesi olayına korelasyon adı verilmektedir. Görüntü korelasyonu ise; İki görüntü arasındaki ilişkinin bulunmasında ya da bir görüntünün içerisinde önemli bir bilginin aranmasında kullanılan yöntemdir [25].

Görüntü korelasyonunun amacı dijital görüntü üzerindeki benzer noktaların belirlenmesidir. Bu amaçla ilk görüntü üzerinde bir A referans matrisi ile ikinci bir

görüntü üzerinde daha büyük bir boyutta B arama matrisi tanımlanır. Daha sonra referans matris ile arama matrisi içindeki, referans matris boyutundaki her alt matris arasında bir korelasyon katsayısı hesaplanır [25].

$$r = \frac{n \cdot \sum ai \cdot bi - \sum ai \cdot \sum bi}{[n \sum ai^2 - (\sum ai)^2] \cdot [n \sum bi^2 - (\sum bi)^2]}$$
$$r = \frac{(\sum ai \cdot bi)^2}{\sum ai^2 \cdot \sum bi^2}$$

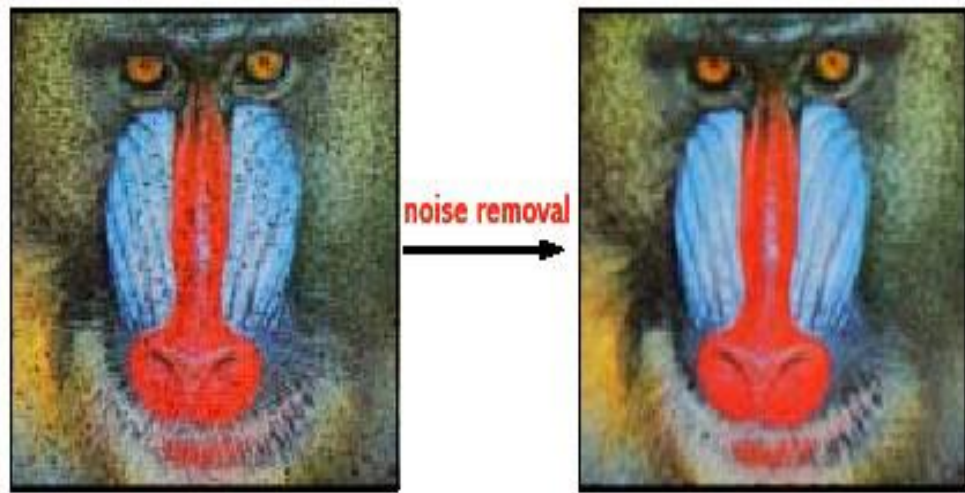
r : korelasyon katsayısı

ai : ana pencerenin görüntü verisi

b : görüntü verilerin toplam sayısı

2.2.4.2. Görüntü Eşleme

Resimler genellikle Analog ortamlardan dijital ortamlara aktarıldığı zaman bozukluklar içerir. Görüntü eşleme ile bu hatalar düzeltilir. Şekil 2.10 'da dijital görüntüye çevrilen görüntü ile gerçek görüntü arasındaki eşleme yöntemine bir örnek verilmiştir.



Şekil 2.10. Görüntü Eşleme Yöntemi

2.2.4.3. Görüntünün Modellenmesi

Bir sayısal görüntü, satır ve sütun indisleri görüntü içerisinde herhangi bir noktayı tanımlayan elemanlardan meydana gelmiş bir matris olarak göz önüne alınabilir. Bu

matrisin her bir elemanının sayısal değeri, kendisine karşılık gelen noktalardaki gri seviye değerine eşittir. Bu sayısal dizinin veya matrisin her bir elemanına görüntü elemanı, resim elemanı veya piksel denir [40].

Tablo 2.1. Bir Görüntünün Koordinat Düzlemi

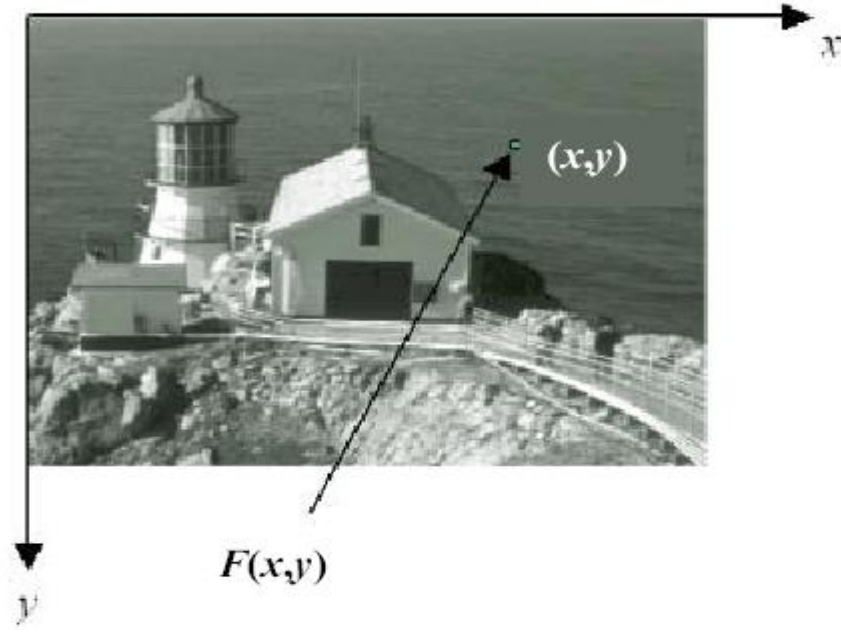
	1	2	3	...		M
1						
2		(x-1,y-1)	(x-1,y)	(x-1,y+1)		
3		(x,y-1)	(x,y)	(x,y+1)		
⋮		(x+1,y-)	(x+1,y)	(x+1,y+1)		
N						

Görüntü, iki boyutlu ışık şiddeti fonksiyonudur. Bu fonksiyon $f(x,y)$ şeklinde gösterilir. Burada x ve y kartezyen koordinatları, (x,y) noktasındaki f 'in sayısal değeri ise parlaklık değeri veya görüntünün ilgili noktadaki gri seviye değeridir [26].

Bir sayısal görüntü, satır ve sütun indisleri görüntü içerisinde herhangi bir noktayı tanımlayan elemanlardan meydana gelmiş bir matris olarak göz önüne alınabilir. Bu matrisin her bir elemanının sayısal değeri, kendisine karşılık gelen noktalardaki gri seviye değerine eşittir. Bu sayısal dizinin veya matrisin her bir elemanına görüntü elemanı, resim elemanı veya piksel denir [26].

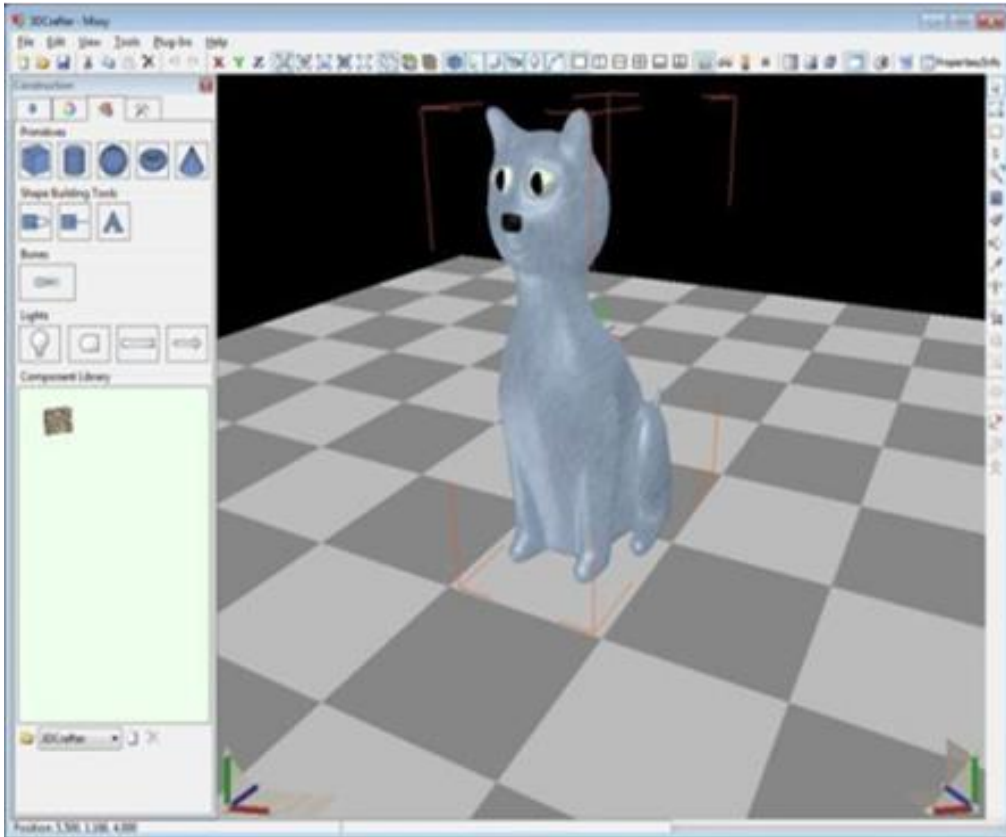
Bir görüntü fonksiyonunu, $f(x,y)$, bilgisayarda işlemeye uygun hale getirebilmek için, fonksiyonu hem uzaysal koordinatlar olarak, hem de genlik olarak sayısallaştırmak gerekmektedir [18].

Kartezyen koordinatların sayısallaştırılmasına örnekleme ve genliğin sayısallaştırılmasına da niceleme denir. Bu ifadeye Şanon'un Örnekleme ve Niceleme Teoremi de denir [18].



Şekil 2.11. Sayısal Görüntü Temsili ve Eksenleri

2.2.4.3.1. Üç Boyutlu Modelleme

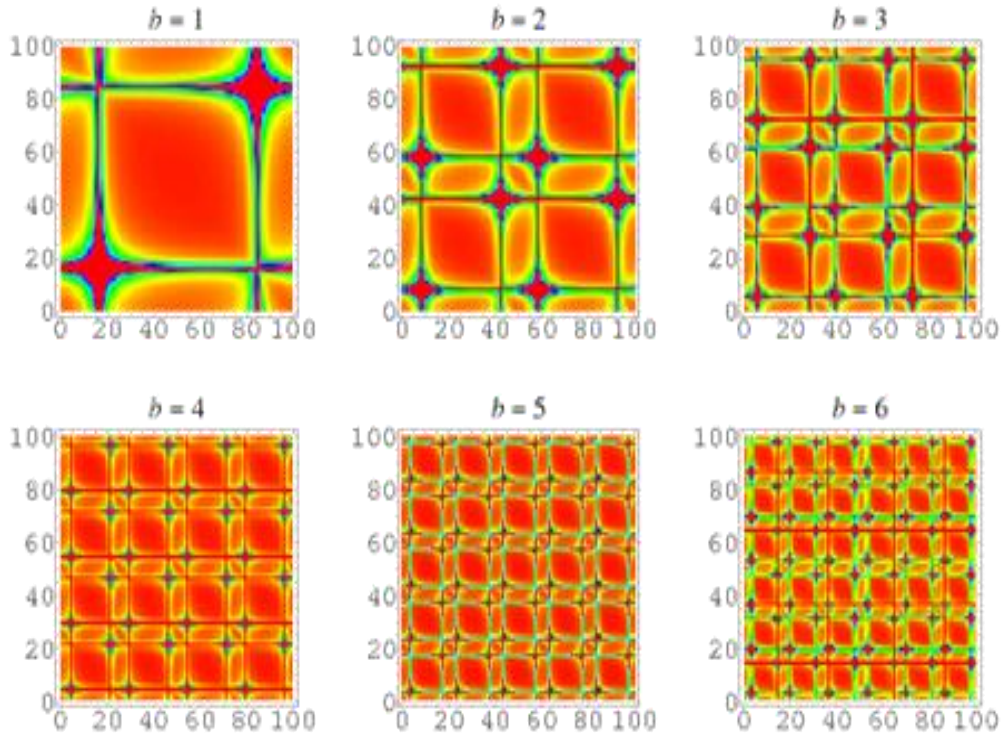


Şekil 2.12. 3D Grafer Görüntü Modelleme

En kolay üç boyutlu imge gösterim şekli muhtemelen "derinlik haritası" (depth map) şeklinde tutulan imgelerdir. Bu imgelerin 2 boyutlu gri düzeyi imgelerden farkı gri düzeyi bilgisi yerine derinlik düzeyi bilgisi bulundurmasıdır.

3 boyutlu modelleme bilgisayar ortamında bir nesnenin matematiksel olarak vektörel bir formatta oluşturulmasıdır. Ortaya çıkan ürün model alınan nesnenin geometrik bir temsilidir ve 3 boyutlu modeldir (3D model) olarak anılır. Bu bağlamda elde edilen model; üretilecek yada üretimi tamamlanmış ürünü, birebir boyutlarında, bilgisayar ortamında kullanılabilir hale getirir. Yine bilgisayar ortamında ürüne çeşitli kaplama bileşenleri aracılığı ile farklı renk, doku, parlaklık, şeffaflık gibi değişik görüntü formları atanabilir. Bu, modellenmiş ürünü üretecek veya değiştirecek firma ve kişilere, ürünle ilgili çalışma henüz uygulanmadan nasıl bir sonuç elde edileceğini birebir önceden görme fırsatı verir. 3 Boyutlu modelleme günümüzde bilgisayar oyunlarından endüstriyel tasarıma, mimari alanlardan reklam sektörüne bir çok alanda yoğun şekilde kullanılmaktadır.

2.2.4.3.2. Fourier Metotları

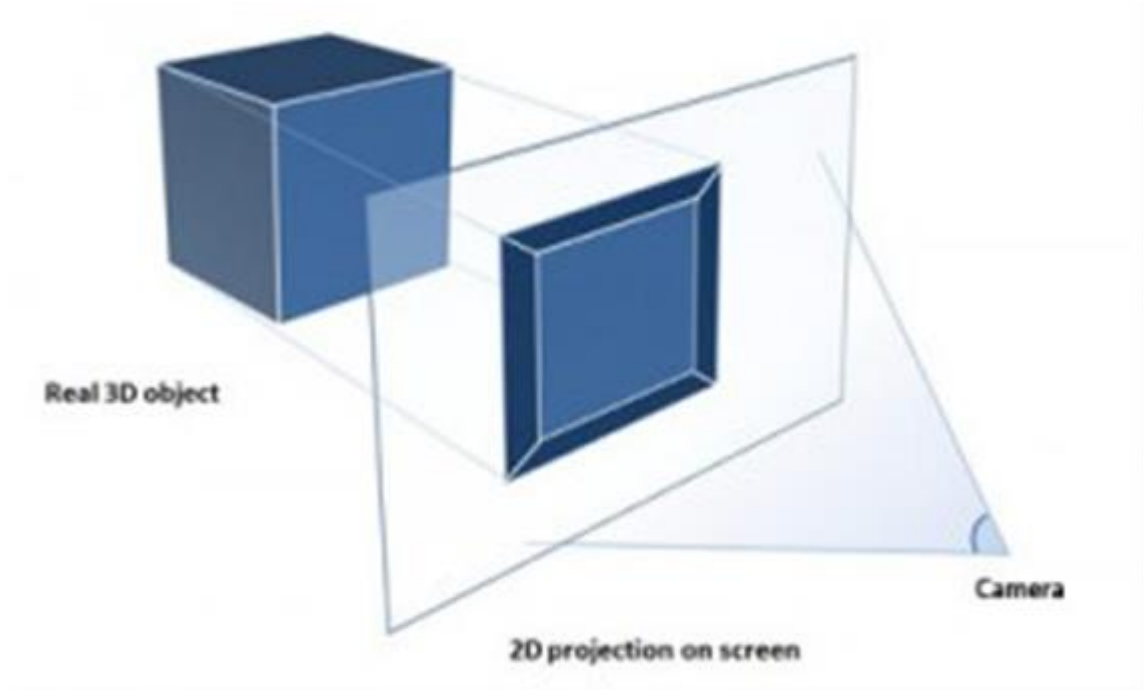


Şekil 2.13. Fourier Görüntü Spektrumu

Fourier dönüşümler sinyal işlemede önemli ölçüde kullanılan bir yöntemdir. Her sinyal temelde belirli bir frekanstaki sinyalin ve onun frekansının katları kadar farklı sinyalin, değişik oranlarda doğrusal (lineer) biçimde birleşmesinden oluşur. Örneğin tek boyutlu bir sinyali düşünelim (ses mesela). Bu sinyal f , $2f$, $3f$... nf gibi frekansları olan değişik periyodik sinyallerden oluşacaktır. Bu sinyallerin katsayıları bize sinyalin karakteri hakkında önemli ölçüde ipucu vermektedir.

Sayısal ses tek boyutlu analog bir sinyalin örneklenmesiyle elde edilir (Örneğin saniyede 8000). Daha sonra bu sinyal yaklaşık 20 ms'lik pencerelere bölünür ve her birinin Fourier dönüşümü alınır ve sonuç olarak ortaya spectogram denen ve sesin genel karakteristiğini veren bir grafik elde edilir. İmgelerde ses gibi analog bir sinyalin örneklenmesi sonucu oluşmuştur. Fourier metodları sürekli fonksiyonlar için tanımlanmıştır fakat resimlerdeki bilgi sayısal ve kesiklidir. Bunlar için DFT (Discrete Fourier Transform) kullanılır. DFT direk olarak kullanılırsa zaman alıcı bir algoritmadır fakat eğer problem düzgün parçalanırsa çok hızlı bir şekilde hesaplanabilir ve bu da FFT (Fast Fourier Transform) algoritmasının temelidir.

2.2.4.3.3. Bilgisayar Görüsü İçin Geometrik Modelleme



Şekil 2.14. 3D Görüntü Modelleme

Bir geometrik modelleme için 3 boyutlu cisimleri gösterebilme yeteneğine ihtiyacımız vardır. Bu gösterimde;

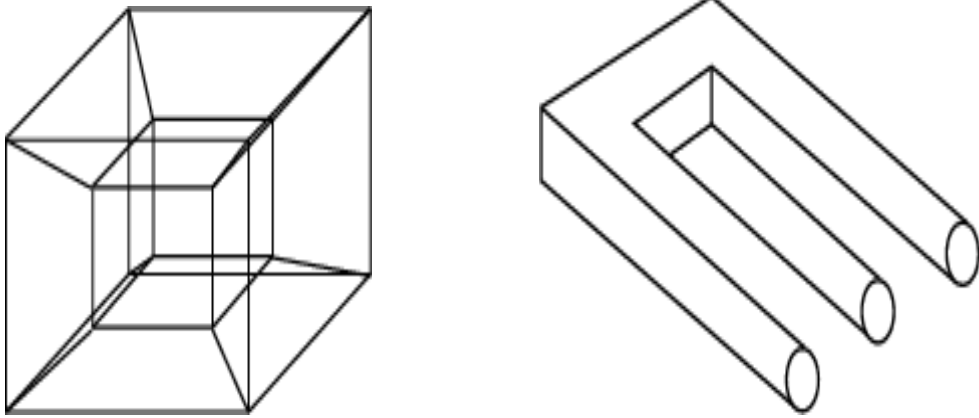
- 1.Geometri
- 2.Topoloji
- 3.Diğer özellikler (Tolerans değerler, Renk, Kaplama v.b.)

İmgelerden elde ettiğimiz 3 boyutlu görüntüleri gerçek modellerle karşılaştırmak en önemli uygulamalardan biridir.

2.2.4.3.3.1. Tel çerçeve (Wire frame) Modeller

Tel çerçeve (wire frame) cisimlerin vektörle gösterilme biçimidir. Bu modelleme yönteminde aşağıdaki işlemler gerçekleştirilir.

1. Kenarlar ve köşe konaçları bir listede tutulur.
2. Polyhedral gösterim uygulanır.
3. Kenar tabanlı eşleştirme yapılır.
4. Karmaşık ve Olanaksız cisimler gösterilebilir.



Şekil 2.15. Tel Çerçeve (Wire Frame) Modeller

2.2.4.3.3.2. Hesaplanabilir Katı Cisim Geometrisi (Computational Solid Geometry)

Bu modelde cisim belirli bir şekli olan daha küçük cisimlerden oluşur. Örneğin küpler küreler vs. Modelde küme işlemleri kullanılır. Örneğin birleşme, kesişme fark gibi.

2.2.4.3.3. Sınır Gösterimi

Sınır gösterimi hesaplanabilir katı cisim geometrisinin daha karmaşık ve gelişmiş bir halidir. Büyük bir topolojik ağ da birbirine küçük bağlanmış küçük cisimlerden oluşmaktadır. Bu gösterim biçimi bilgisayar görüşü için en doğal gösterim yollarından biridir. Bu tarz gösterimde temelde iki çeşit özellik vardır.

1.Topoloji: Cisimlerin (yüzler, kenarlar, noktalar) birbirlerine nasıl bağlandığını gösterir.

2.Geometri: Bağlı olan her cismin yapısını gösterir. Bir köşe sadece x,y,z noktasından oluşur. Kenarlar çizgi ya da eğimli yaylardan oluşur.

3. SES ve SES TANIMA

3.1. Ses

Ses (Sound) en basit haliyle, “kulağımızı uyaran ve bu yolla beynimizde duyumlara yol açan etkiler” şeklinde tanımlanabilir. İnsan kulağının algılayabildiği ses herhangi bir kaynağın yarattığı titreşimden doğar, bir taşıyıcı aracılığıyla iletilir ve kulak ile beyin tarafından algılanır.

Ses; enerjinin, kaynağından kademeli olarak artan ses dalgaları ile transfer edildiği gaz, sıvı ya da katı elastik bir ortamın mekanik titreşimidir.

Ses doğadaki canlılar arasında kullanılan en temel iletişim araçlarından biridir. Sesin insanlar arasında iletişim amacıyla kullanılmasıyla konuşma ortaya çıkmıştır. Dolayısıyla konuşma insanların sahip olduğu en temel iletişim araçlarından biri olmuştur. Başka bir ifadeyle, konuşma insanlar arasında bilgi taşıyan ve bunun için başka bir aracı gerektirmeyen en önemli iletişim aracıdır [27].

3.1.1. Sesin Fiziksel Özellikleri

Basit bir ses dalgasının bir noktada oluşturduğu ses basıncının zamanla değişimi harmoniktir. Basıncın en büyük değerine genlik adı verilir. Basıncın en büyük iki değeri arasındaki geçen zamana periyot adı verilir. Periyot bir basınç değişimi devri için geçen zaman olarak tanımlanabileceğine göre; frekans birim zamandaki basınçtır [28].

3.1.1.1. Genlik

Ses basıncı, atmosferik basınç (ses yokken) ile toplam basınç (ses varken) arasındaki farkın ölçüsü ya da genliğidir. Sesin genliği için pek çok ölçü tipi bulunsa da, ses basıncı temel ölçüdür. Ses basıncı salınımlarının birimi desibeldir (db); bir ses basıncı seviyesi belli bir rakamdaki desibel değeridir. Desibel ölçeği logaritmiktir; çünkü ses şiddeti aralığı öyle geniştir ki ölçülmesi ya da gözlenmesi gereken tüm sesleri lineer bir ölçeğe sığdırmak imkansızdır. İnsan kulağı sese inanılmaz derecede geniş bir aralıkta tepki verebilmektedir. Üst sınırdaki, yani acı sınırındaki bir ses,

duyula bilen en kısık sesin tam 10 milyon katı büyüklüğündedir. Bu 10 milyona bir oranı ancak logaritmik olarak gösterilebilmekte ve 140 db ile noktalanmaktadır.

Desibel özelliğindeki bir başka özellik de, iki farklı sesin ses basıncı seviyelerinin aritmetik olarak toplanmamasıdır. Örneğin 60 db'lik bir ses, 60 db lik bir başka ses ile toplandığında, artış sadece 3 db olacaktır; yani toplam 120 db değil 63 db olacaktır. Dahası eğer iki farklı seviyede ses söz konusuysa, düşük olanın büyüğe katkısı fark azaldıkça azalır. Eğer ikisi arasındaki seviye farkı 10 db'in üzerinde ise, düşük seviyeli sesin hiç bir etkisi olmaz [28].

3.1.1.2. Frekans

Bir ses kaynağının titreşme yada havayı titreştirme miktarı, frekansı belirler. Zamanın birimi genelde bir saniyedir ve bir saniyedeki çevrim sayısını ifade etmek için 'Hertz' terimi kullanılır. Frekansın birimi hertz'dir ve kısaca Hz ile gösterilir.

İnsan ve birçok hayvanın kulağı, geniş bir frekans aralığına sahiptir. İnsanlar yaklaşık olarak 16-20 Hz arasında frekansa sahip sesleri algılayabilir. Günlük hayatta saf tonlarla son derece seyrek karşılaşır. Seslerin büyük çoğunluğu bunun yerine bir çok frekanstan oluşan bir karmaşık birliktelik sergiler [28].

3.1.1.3. Zaman Modeli

Sesin zamana ait doğası, zaman ve seviye cinsinden açıklanabilir süreklilik, dalgalanma geçicilik anilik. Sürekli sesler şelale sesi gibi, sabit bir seviyede oldukça uzun bir periyoda sahip seslerdir. Geçici sesler, kısa periyotlar da seyreden, telefonun çalışması, uçağın kalkışı ya da inişi gibi seslerdir [28]. Ani sesler, tokat ya da silah sesi gibi, çok kısa bir zaman dilimi içinde oluşan seslerdir. Dalgalı sesler ise yoğun bir kavşaktaki trafik sesi gibi, zamana göre seviyesi değişen seslerdir [28].

3.1.1.4. Sesin Gürlüğü

Akustikte, sesin neden olduğu işitme duyumunun şiddetine ilişkin niceliktir. İnsan kulağının algıladığı ses gürlüğü, yaklaşık olarak sesin şiddetinin logaritması ile orantılıdır. Burada bahsi geçen ses şiddeti, birim zamanda sesin yayılma yönüne dik duran bir yüzeyden, bu yönde geçen ses şiddetidir ve birimi (w/m^2)'dir. Ses şiddeti çok zayıfsa ses işitilemez; sesin şiddeti çok yüksek ise ağrı duyulur ve kulak için

tehlikeli durum ortaya çıkar.Bu iki eşige (işitebilme ve ağrı) karşılık gelen ses enerjileri arasındaki oran yaklaşık olarak 2×10^{12} 'dir.Bu oran kişiden kişiye değişebilir, ayrıca sesin frekansına da bağlıdır.İnsan ve bir çok hayvanın kulağı geniş bir frekans aralığına sahiptir [28].

Ses gürlüğü birimi olarak fon kullanılır ;bir fon 1 db'lik ses şiddete farkına karşılık gelir.Bir sesin fon olarak gürlüğü, dinleyiciye aynı gürlükte gelen 2 khz frekanslı bir sesin db olarak ifade edilen şiddetine eşittir.Ölçümü yapılan sesin gürlüğündeki artış 1 fon olduğu kabul edilir. Gürlükteki artış ile gürlüğü fon cinsinden ifade eden sayıdaki artış birbirleri ile orantılı olmadığından uygulamada daha elverişli bir birim olan son kullanılır. Gürlüğü 40 fon olan bir sesin gürlüğü 1 son olarak alınır. Bu sese oranla iki kat daha gür olarak algılanan sesin gürlüğü 2 son olur [28].

3.1.1.5. Ses Şiddeti

Ses dalgalarının ilerlediği doğrultuya dik durumdaki birim alandan birim zamanda geçen enerji miktarıdır. Ses şiddeti güç/zaman birimiyle ölçülür. Ses gürlüğünün öznel bir nicelik olmasına karşılık ses şiddeti nesnel bir niceliktir; uygun ölçme aygıtlarıyla ve gözlemcinin işitme duyumundan bağımsız olarak ölçülebilir.

Bir sesin şiddeti ile aynı frekanstaki bir başka sesin şiddeti, bunların şiddetleri bir birine bölünüp elde edilen oranın logaritması alınarak karşılaştırılır.Bir sesin şiddeti 1, diğer sesin şiddeti de 10 ise, şiddet oranı $B = \log_{10} (1/10)$ eşitliğiyle bel birimi cinsinden bulunur.Uygulamada daha çok bel'in $1/10$ 'una eşit olan db birimi kullanılır [28].

3.1.1.6. Duyma Hissi ve Kulak Hassasiyeti

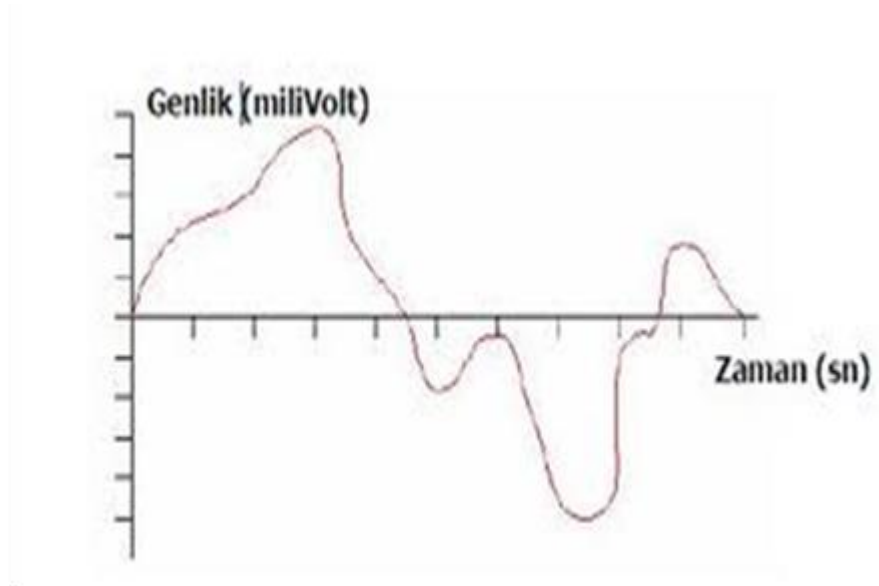
Ses insanın duyma mekanizması tarafından şu şekilde algılanır. Ses basıncı dalgaları, kulak yapısına pinna ve işitsel kanal yoluyla girer. İşitsel kanal, iç kulağa kemikçikler yoluyla bu enerjiyi transfer edecek olan timpanic membranı titreştirir.İç kulak bu enerjiyi elektrik dürtülerine dönüştürür ve işitsel sinirlerden beynin içindeki gerçek işitsel bölge gönderilir. İnsanın duyma mekanizması, bir ön amplifikatör gibi çalışan dış kulaktan başlayarak son derece komplike bir yapı sergiler.Duyma özellikleri üzerine yapılan testler ve araştırmalar, duyma mekanizmasının yanı sıra, eş duyma eğrileri ve en alt ile en üst duyma sınırlarının ortaya konması ile akustiğin

temelini atmıştır. Bilimde kat edilen uzun mesafenin ardından, duyma hissindeki perde ve gürlük gibi algıların keşfedilmesi ile ses kalitesi konusuna bir temel teşkil eden psikoakustik bilimi ön plana çıkmıştır [28].

3.1.2. Ses Sinyali (AF)

Ses sinyali her hangi bir sesin iletilmek veya saklanmak için elektromanyetik enerjiye çevrilmiş halidir. Ses sinyali kısaca AF olarak gösterilir. Ses havadaki titreşimin kulakta oluşturduğu duygudur. Titreşim çok farklı frekanslarda olabilir. Bu titreşim mikrofon vasıtasıyla ses sinyaline çevrilir. Ses kaydeden cihazlarda cihazın kaydettiği en düşük ve en yüksek frekanslar arasındaki bölge ses bandı (AF bandı) olarak bilinir.

3.1.2.1. Analog Ses Sinyali



Şekil 3.1. Analog Ses Sinyal

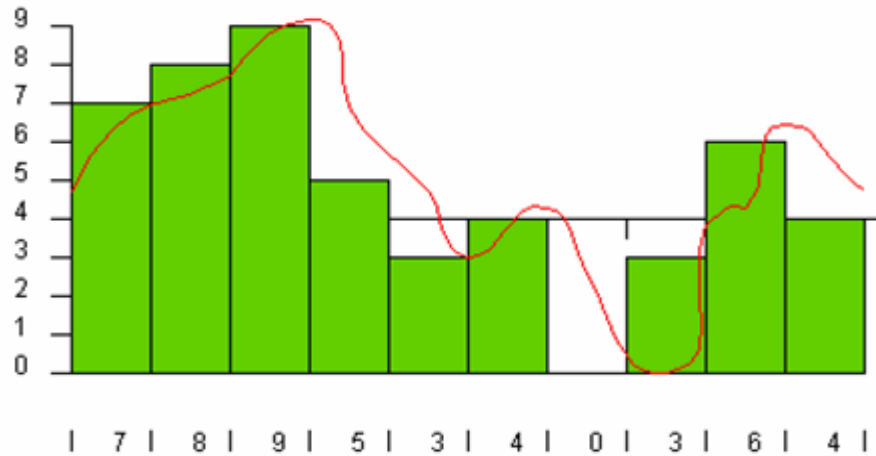
Boşlukta yayılan ses dalgalarını 1:1 oranında elektronik ortamlara aktarıldığı, işlendiği ve depolandığı sinyal gösterim biçimidir. İşlem elektriksel, mekanik, manyetik, elektro-manyetik ya da optik yöntemlerle olabilir. Titreşim bilgileri optik fiziksel izler, manyetik akım değerlerinin kodlanması biçimde depolanabilir. Sound titreşim enerjileri uygun çevirici elemanlar yardımıyla işlem yapılacak elektronik ortamlara iletilir. Herhangi bir sayısal kodlama işlemine sokulmaz tamamen voltaj değerleri ile işlenirler.

Ses sinyalleri esas itibariyle, titreşen cisimlerin yüzeyleri ile temas halinde bulunan hava partiküllerini titreştirmesi ve bu hareketin komşu partiküllere de iletilmesiyle elde edilen bir dalga hareketidir. İnsan kulağında bulunan kulak zarı dalga formunda ilerleyen havadaki bu titreşimleri algılayarak iç kulakta bulunan mekanizma sayesinde işitme sinirlerine birer sinyal olarak aktarır. Bu mekanizma incelendiğinde sinyallerin tamamı ile analog sinyaller olduğu gözlemlenebilir.

Analog bir yapısı olan ses sinyallerinin bilgisayar ortamında kayıt edilebilmesi, işlenebilmesi ve tekrar dinlenebilmesi için dijital hale çevrilmeleri gerekmektedir. Bu işlemin başarılı olabilmesi için ses kartı adı verilen bileşenler kullanılmaktadır.

Analog haldeki ses bilgilerinin dijital hale kaydedilmesi esnasında ses sinyalinin orjinal halinden uzaklaşmaması arzu edilmektedir. Bu durum analog bir sinyalin dijital hale çevrilmesi sırasındaki örnekleme frekansı ve örnekleme derinliği ile doğrudan ilişkilidir.

3.1.2.2. Dijital Ses Sinyali



Şekil 3.2. Dijital Ses Sinyali

Sayısal Ses verisi, Analog ses verisinin bilgisayarlarda işlenebilmesi için dönüştürülmüş haline denir. Bilgisayarlara genellikle ses kartları ile aktarılan Analog ses verisi bu kartların üzerinde bulunan ADC adı verilen çevirici donanım parçaları ile dijital veriye dönüştürülür. Analog ses verisi elektriksel bir sinyaldir ancak dönüştürülen dijital ses verisi 1 ve 0'lardan oluşan ikili biçimdedir.(binary sistem)

3.2. Ses Tanıma

Ses tanınması konuşmacı tarafından söylenen sözleri tanımlamak için işitsel sinyallerin analizi olarak tanımlanmaktadır.

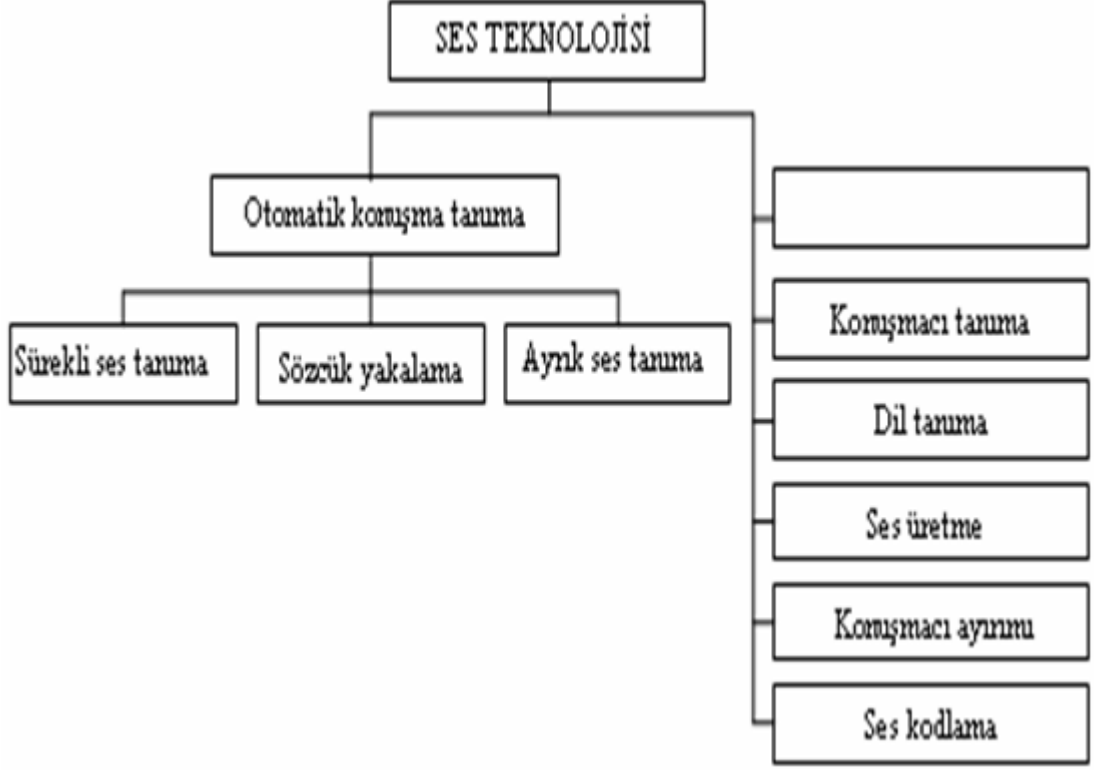
Ses tanıma teknolojisinin kökeni 18. yüzyılın ikinci yarısına rastlıyor. O sıralarda konuşmayı yazıya çevirmekten çok “konuşan” makineler yapılmaya çalışılmış. 1773'te Rus bilim adamı Kratzenstein, kilisi orglarının boruları ve rezonans tüplerini bağlayarak sesli harfler çıkarmayı başarmış. Ardından Viyanalı von Kempelen, Akustik-Mekanik Ses Makinesi icat etmiş. Ses tanıma adına daha büyük adımlar 20. yüzyılda, birçok teknolojinin doğduğu Bell Laboratuvarları'nda atılmış. Homer Dudley ve Harvey Fletcher konuşmada çıkan sesi tanımlamada sinyal aralığının önemli olduğunu bulmuşlar. Modern ses tanıma algoritmalarının temeli de onların yöntemlerine dayanıyor. 1962'de yine Bell Laboratuvarları'nda yalıtılmış sözcük tanıma yapılıyor. Bu noktadan sonra kademeli olarak ses tanıma kapasitesi daha çok ve daha karmaşık söz dizimlerini çözümlenmeye kadar gidiyor [29].

Ses tanıma alanı içerisinde bulunan konuşma tanıma disiplini, gelişen teknoloji sürecinde kendine önemli bir yer edinmeye çalışan bir sistemdir ve insan sesinin bir mikrofon vasıtasıyla bilgisayar tarafından algılanarak tanınması işlemidir. Bu işlem ise insan-bilgisayar iletişiminde önemli bir ihtiyaç halini almaktadır.

Ses tanıma problemi birbirinden çok farklı alt problemleri içermektedir. Konuşmacı belirleme, konuşmacı tanıma, konuşmacıdan bağımsız tanıma sistemleri, konuşmacıya bağımlı tanıma sistemleri, ayrık sözcük tanıma, anahtar sözcük yakalama ve sürekli konuşma tanıma sistemleri. Sesin analizinde veya tanınmasında sesli veri girişinin metne dönüştürülmesi üzerinde durulmaktadır [30].

Sayısala dönüştürme işlemleri sırasıyla örnekleme, nicelendirme ve kodlama aşamalarıdır. Örnekleme olarak sayısal işaretten belirlenen anda genlik değerlerinin alınması düşünülmektedir. Nicelendirme, örneklenmiş işareti belirli aralıklara bölme ve basamaklandırma işlemidir. Kuantalama değeri her veriye ayrılacak olan bit sayısını ifade etmektedir. Kodlama ise kuantalanmış işaretin herhangi bir sayı sisteminde gösterilmesidir [30].

3.2.1. Ses Tanıma Teorisi



Şekil 3.3. Ses Teknolojisi Alanları

Ses teknolojisi yedi ortak konuşma uygulamalarını içermektedir. Ses teknolojisi içerisinde bulunan otomatik konuşma tanıma, sürekli konuşma tanıma, ayrık sözcük tanıma ve kelime yakalama sistemlerini içerisinde bulundurmaktadır. Diğer taraftan ses sentezleme, konuşmacı tanıma, dil tanıma, ses üretme, konuşmacı ayırımı ve ses kodlamayı da içine alan ses teknolojileri içinde en zor olan alan otomatik konuşma tanımayla ilgili olan alandır [31].

Ses tanıma insan-bilgisayar arası iletişim için önemli yararlar sağlamaktadır. Sesli verilerinin elde edilmesi çok kolaydır. Klavye kullanma, program kullanıcı ara yüzlerindeki butonları tıklayarak veri girme gibi işlemlerde olduğu gibi özel bir yetenek gerektirmez [31].

Sesli ifade kullanarak metinlerin elektronik ortama yazı olarak aktarılması, el yazısından 8-10 kat, en hızlı klavye kullanan birine göre 4-5 kat daha hızlı olabilmektedir. Kullanıcı hareket halindeyken ya da ellerini kullanması gereken bir iş

yaparken aynı anda metin girişi yapabilir. Bir mikrofon ya da bir telefon veri giriş aracı olarak kullanılabilirdiği için veri girişi ekonomik olmakta, uzak mesafeden telefon aracılığıyla veri girişi m¼mk¼n olmaktadır [27].

3.2.2. Konuşma Tanıma Sistemlerinin Sınıflandırılması

Konuşma tanıma, insan sesinin bir mikrofon vasıtasıyla bilgisayar tarafından algılanarak tanınması işlemidir. Bu işlem ise özellikle görme engelli kişiler için insan-bilgisayar iletişiminde önemli bir ihtiyaç halini almaktadır.

Konuşma tanıma programları, alanların ihtiyaçına göre tasarlanır. Bu alanlarda çıkan sorunların çözümlü için değişik sistemler ve metotlar geliştirilmiştir. Sesli ifade sistemleri ya da sesli ifade tanıyıcılar, artan zorluk sırasına göre aşağıda sıralanmıştır:

- Ayrık sözcük tanıma sistemleri (isolated word recognition systems),
- Sözcük yakalama sistemleri (word spotting systems),
- Sürekli konuşma tanıma sistemleri (continous speech recognition system).

3.2.2.1. Ayrık Sözcük Tanıma

Yalıtılmış ses tanıma olayı kelime haznesi uyuşmasının en temel formudur ve bu sistem herhangi bir şey kullanıcıya sorulduğunda kullanıcının tek kelimelik bir girdi yapmasını bekler. Sözcükler arası duraklar olmak zorundadır [32].

Ayrık sözcük tanımada sözcüklerin birbirinden bağımsız telaffuz edilmesi tanımayı kolaylaştırır. Bu yöntem sadece belirli kelimelerin tanınmasının yeterli olduğu alanlarda kullanılır.

3.2.2.2. Sürekli Konuşma Tanıma

Sürekli sesli ifade tanıma sistemleri, bağlı sözcük tanıma sistemleri ve karşılıklı konuşma tanıma sistemleri olmak üzere iki gruba ayrılabilir. Bunlardan ilki tanıma işlemini sözcük bazında yapmayı hedeflerken, ikincisi c¼mlenin anlamının da anlaşılmasını hedefler. Bu sebeple karşılıklı konuşma tanıma sistemleri sesli ifade anlama sistemleri olarak da adlandırılabilir ve karmaşık dilbilgisi kurallarının da

sistemde yer almasını gerektirir. Bu kısım günümüzde ayrı bir alan olarak ele alınmıştır. Bu alan Doğal Dil İşleme ya da Anlama olarak adlandırılmaktadır. Konuşma tanıma mimarisi içindeki yeri önemlidir [33].

Sürekli sesli ifade tanıma sistemleri, bağlı sözcük tanıma sistemleri (Connected Word Recognition), ve karşılıklı konuşma tanıma sistemleri (Conversational Speech Recognition) olmak üzere iki gruba ayrılır. Bunlardan ilki tanıma işlemini sözcük bazında yapmayı hedeflerken, ikincisi cümlenin anlamının da anlaşılmasını hedefler. Bu sebeple karşılıklı konuşma tanıma sistemleri sesli ifade anlama sistemleri (speech understanding) olarak da adlandırılabilir ve karmaşık dilbilgisi kurallarının da sistemde yer almasını gerektirir. Bu kısım günümüzde ayrı bir alan olarak ele alınmıştır. Bu alan Doğal Dil İşleme ya da Anlama (Natural Language Processing/Understanding-NLP-) olarak adlandırılmaktadır [27].

Ayrık konuşma tanıma sistemlerinde, kısa aralıklarla seslendirilen sözcüklerin tanınması amaçlanırken sürekli konuşma tanıma sistemlerinde ise ara verilmeden seslendirilen sözcüklerin tanınması amaçlanır [34].

Sürekli ya da ayrışık olmalarının dışında sesli ifade tanıma sistemleri konuşmacıya bağımlılığına göre de ikiye ayrılır.

- Kişiyeye bağımlı sesli ifade tanıma sistemleri (Speaker Dependent)
- Kişiden bağımsız sesli ifade tanıma sistemleri (Speaker Independent)

Bunlardan ilki tek bir kişi için referans şablonlarının oluşturulmasını öngörür. Yeni kişilerin konuşmalarının tanınabilmesi için referans alınan şablonların güncellenmesi gerekir. İkincisinde ise sistem herhangi bir kişi tarafından seslendirilen bir sesli ifadeyi tanıyabilir. Doğal olarak bir sistemin kullanılış alanını artırmak için amaç kişiden bağımsız bir sesli ifade tanıma sistemi olmalıdır. Fakat bunu başarmak kişiyeye bağımlı bir sistem geliştirmekten daha zordur [27].

3.2.3. Sözcük Yakalama Sistemleri

Sürekli konuşma içinde belirli bir kelimenin ortaya çıkışını belirleme işlemidir. Bu tür uygulamalarda en başarılı sonucu veren dinamik zaman sıkıştırma programlama teknikleri kullanılır. Yakalanacak her kelime şablon tarafından gösterilir. Sadece

şablonlar tarafından bilindiğinden dolayı, sesin bitiş noktalarından bağımsız kılmak önemlidir. Potansiyel başlangıç noktası olarak giren ses akıntısının her örneği süreç olarak kabul edilmelidir.

Tanıma işlemi, aranan şablonun sesli ifade içinde çakıştığı bir örüntü arama biçiminde gerçekleşmektedir. Konuşma tanıma sistemleri geliştiricileri insanların normal olarak anlaşılmayan kelimeleri konuşmalarda kullanmaları gerçeği üzerinde durmuşlardır (“um” ”eee” vs.) [33].

Alışıla geldik bir konuşmada bu kelimeleri geçersiz olarak algılar ve bunun yerine mesaj taşıyan gerçek kelimeler üzerine yoğunlaşılır. Bu ek sesler ise konuşma tanımda sorun çıkarabilir [33].

Araştırmacılar anahtar kelimeleri tanımak için bilgisayarlara insanların doğal olarak ne yaptıklarını öğretirler. Sözcük yakalama olarak adlandırılan bu teknik bilgisayara cümle içinde kelimeyi tanımayı mümkün kılar. Özetle; [33].

- Konuşma içinde aranan sözcüklerin yakalanmasını sağlar.
- En çok dinamik zaman eşleştirme tekniğinde kullanılır.
- Her sözcük bir şablon ile ifade edilir.
- Tanıma işlemi aranan şablonun konuşmada çakıştığı bir örüntü tanıma şeklinde olur [33].

3.2.4. Ses Tanıma Teknikleri

Ses tanımda yaygın olarak 3 farklı teknik kullanılmaktadır. Bu teknikler şu şekildedir.

- Neural Networks (Yapay Sinir Ağları)
- Time warping - dynamic time warping (Dinamik Zaman Eşleştirme)
- Hidden Markov Models (Saklı Markov Modelleri)

3.2.4.1. Yapay Sinir Ağları(Neural Networks)

Yapay Sinir Ağları; Yapay Zeka' nın konusudur. Yapay Zeka, 1956 yılında John McCarthy tarafından düzenlenen ve Minsky, Newell, Simon, Shannon başta olmak üzere on bilim adamının, iki ay süre ile Dartmouth College' de yaptıkları çalışmaların sonucunda, John McCarthy' in önerisi ile "Artificial Intelligence" ismi ile ilk kez kullanılmış ve yapay zeka bir araştırma disiplini olarak benimsenmiştir (14). Yapay Sinir Ağı (Artificial Neural Net Model), Connectionist Modeller, Paralel Dağıtılmış İşleme Modelleri veya Neuronorphic System gibi değişik şekillerde isimlendirilmektedir [35].

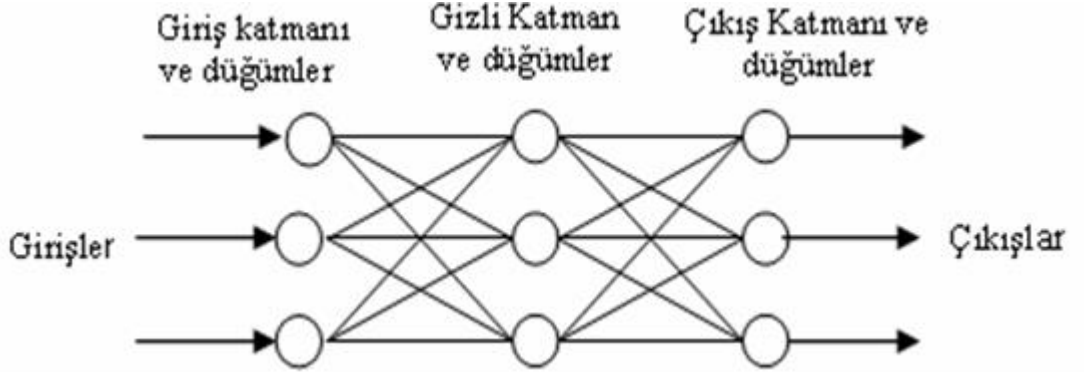
Yapay sinir ağı; insan beyninin sinir hücrelerinden oluşmuş katmanlı ve paralel olan yapısının tüm fonksiyonlarıyla beraber sayısal dünyada gerçekleşmeye çalışılan modellenmesidir. Sayısal dünya ile belirtilmek istenen donanım ve yazılımdır. Bir başka ifadeyle yapay sinir ağı hem donanımsal olarak hem de yazılım ile modellenebilir. Bu bağlamda, yapay sinir ağları ilk elektronik devreler yardımıyla kurulmaya çalışılmış ancak bu girişim kendini yavaş yavaş yazılım sahasına bırakmıştır. Böylesi bir kısıtlanmanın sebebi; elektronik devrelerin esnek ve dinamik olarak değiştirilememesi ve birbirinden farklı olan ünitelerin bir araya getirilememesi olarak ortaya konmaktadır.

Yapay sinir ağları (YSA), insan beyninin çalışma prensiplerinin taklit edilmesiyle oluşturulan sistemlerdir. YSA'lar, model seçimi ve sınıflandırılması, fonksiyon tahmini, en uygun değeri bulma ve veri sınıflandırılması gibi işlerde başarılıdır [36].

Geleneksel bilgisayarlarsa özellikle model seçme işinde verimsizdir ve sadece algoritmali hesaplama işlerinde ve kesin aritmetik işlemlerde hızlıdır [36].

YSA' ları konuşma tanıma alanına uygun bir tekniktir. Çünkü konuşma tanımada kesin sınırlar belli değildir. YSA' larının dezavantajları da bulunmaktadır. Bu teknikteki en büyük problem karmaşık sorunları çözmek için (konuşma tanıma gibi) ya çok büyük ya da çok katmanlı ve çok nöron içeren sinir ağlarına ihtiyaç duyulmaktadır. YSA' lar büyüdükçe çalışmaları üstel bir şekilde yavaşlamaktadır. Bu problemi de paralel işleme teknolojisiyle çözmek mümkündür [33].

Yapay sinir ağlarında girdiler ve çıktılar arasında gizli katmanlar vardır. Her katmanın girdisi, bir aktivasyon fonksiyonuna girerek çıktıyı oluşturur. Seviyeler arasında ağırlıklı toplamlar ile çıktılar bulunur [37].



Şekil 3.4. Genel Bir Yapay Sinir Ağı Modeli

YSA'nın giriş gizli çıkış katmanları Şekil 3.4'te görülmektedir. Her nöronun bir ağırlık ve yanlılık değerleri vardır. Yapay sinir ağlarındaki bu ağırlıkları bulmak için değişik algoritmalar kullanılır. İleri besleme – geri yayılım algoritması en yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu algoritma ile sisteme sınıflar öğretilir. Böylece sistem eğitilir. YSA'da ses tanımlama işlemleri diğer algoritmalara göre daha hızlıdır [37].

YSA' ları konuşma tanıma sistemlerinde şu şekilde kullanılabilir. Örneğin; belirli bir kelimeden hızlı fourier dönüşüm, doğrusal ön kestirim kodu veya kod etkileşimi doğrusal ön kestirim ile ya da başka bir yöntemle elde edilen katsayılar, YSA' nın giriş katmanına yüklenir. Kullanılan teknik ve elde edilen katsayıların miktarı, YSA' nın başarısını ve çalışma hızını etkilemesi açısından önem taşımaktadır. Sonra çıkış katmanına bu kelimeyi temsil edecek bir kod yüklenir. Bu kod bu çalışmayı yapacak olan kişinin belirlediği bir teknik olabilir. Ancak genel olarak 0..1 veya -1..1 arasındaki değerler bu tekniğe uygundur. Örneğin 0, 5 ten büyük olan çıkışlar 1 kabul edilip diğerleri 0 kabul edilerek ikili kodlama yapmak mümkündür. Ya da 1' e en yakın çıkışın numarasını kullanmak tercih edilebilir. Sonra YSA' nı eğitmek için hangi algoritma kullanılıyorsa çalıştırılarak işleme devam edilir [33].

Eğitme aşaması yeterli görülene kadar sürmelidir. Yeterli olduğunun anlaşılması için oluşan toplam hatanın belli bir yüzdenin altına inmesi gerekmektedir. Eğitim aşamasında kullanılan verilen sırası rastgele olmalıdır. Eğer benzer karakterdeki

veriler öbek halinde eğitime işlemine uygulanırsa, öğrenme en son öbek için daha iyi olabilir. Bu durumda doğru bir çalışma değildir. Çünkü eğitime aşamasındaki döngünün içinde sıra rastgele seçilmemiştir. Ayrıca bazı durumlarda öğrenmenin gerçekleşmeyeceği de düşünülerek döngünün sonlandırma şartına belirli bir tekrar sayısının aşılması koşulu da eklenmelidir. Bu aşamadan sonra kullanma aşamasına geçilir. Bu aşamada konuşulan bir kelimenin hesaplanan katsayıları verilerek çıkışların hesaplanması için YSA' ları çalıştırılır. Programdan elde edilen çıkış kodlarına göre de hangi kelimenin konuşulduğu anlaşılmaya çalışılır [33].

3.2.4.2. Dinamik Zaman Eşleştirme (Time warping - dynamic time warping)

Dinamik zaman eşleştirme yöntemi konuşma tanıma yöntemlerinde sıklıkla kullanılan bir diğer yöntemdir. Bu yöntem daha çok diğer yöntemlerle birlikte kullanılan ve daha çok tanıma işlemlerinin verimliliğini artırmak amacıyla kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntemde, konuşma ifadelerini seslendirme süreleri sıkıştırılarak ya da genişletilerek referanslarla karşılaştırılmaları ilkesi kullanılmaktadır [38].

Aynı sözcüğü aynı kullanıcı tekrar seslendirdiğinde bile bir seslendiriliş daha önceki seslendirilişlere benzemeyebilir. Sözcüğün uzunluğu doğrusal olmayan bir biçimde genişleme ve daralma gösterir [27].

Dinamik zaman eşleştirme yöntemi sözcüğün ya da fonemin sinyalinin, referans şablonu ile aynı zaman aralığında olabilmesi için zaman ekseninde daralma ya da genişleme yapmayı amaçlar. Sözcük tanıma ya da fonem tanıma için genel olarak dinamik zaman eşleştirme yöntemi kullanılmaktadır. Dinamik zaman eşleştirme yönteminde zaman eksenini doğrusal olmayan bir biçimde genişletilip daraltılarak referans şablonu ile tanınacak olan sesli ifade kesiminin başlangıç ve bitiş zamanları karşılaştırılmaya çalışılır. Amaç karşılaştırmanın aynı zaman aralıkları için yapılmasını sağlamaktır. Dinamik zaman eşleştirme işlemi, devingen programlama tekniği kullanılarak gerçekleştirilir [27]. Zaman eşleştirme işleminde sorun A ve B örneklerinin karşılaştırılmasıdır. Dvingen programlamanın uygulanışı için iki örnek zaman dizisi düşünüldüğünde; karşılaştırılacak iki örneğin zaman eksenindeki değerleri,

$$A = a_1, a_2, \dots, a_i, \dots, a_m$$

$$B = b_1, b_2, \dots, b_j, \dots, b_n$$

olarak tanımlanmışsa zaman eşleştirme fonksiyonu:

$$C = c(1), c(2), \dots, c(k), \dots, c(K) \text{ olarak yazılabilir.}$$

Burada c , örneklerin kesişen nokta çiftlerini vermektedir. Bunun için devingen programlama yöntemi kullanılarak bir fonksiyon tanımlanır. Bu fonksiyon iteratif bir yaklaşımla sesli ifadeyi daraltarak ya da genişleterek referans şablonu ile aynı zaman aralığına getirir [33].

3.2.4.3. Saklı Markov Modelleri

Markov zincirleri olarak da bilinir ve olasılık kuramının çok önemli ve iyi çalışılmış bir kavramıdır [39].

Saklı Markov modelleri stokastik prosesleri modelleyebilen sonlu durum ağlarıdır. Her durum, gözlem vektörü uzayına farklı bir bölge ve karakteristiği tanımlar. Durumlar arası geçişler de modellenen öznitelik değişimlerini ele alır. Durumlar içerisinde verilen herhangi bir öznitelik gözlem vektörünün duruma uygunluğunu veren çıktı olasılık dağılım fonksiyonları yer alır. Bu yaklaşım ilk olarak 1965-70 yıllarında kullanılmaya başlanmış ve 1985 -90 yıllarında sesli ifade tanımada çok kullanılan bir yöntem olmuştur [39].

4. KULLANILAN MATERYALLER VE GERÇEKLEŞTİRİLEN UYGULAMA

4.1. Kullanılan Materyaller

4.1.1. Step (Adım) Motorlar

Günümüzde üretilen sistemlerin hata payının oldukça düşük olması istenilmektedir. Bunun sebebi kullanıcıların birden fazla sistemi aynı anda çalıştırmak zorunda olması ve bu sistemlerin birbiri ile bağlantılı olarak inşa edilmesidir. Bu da herhangi bir sistemdeki hatanın tüm sistemin çalışmasını engellemesi anlamına gelebilir. Sistem hatalarını önlemenin en iyi yolu sistemde kullanılan elemanların hassasiyetini arttırmaktır. Küçük güçlerde ve tekrarlanan hareketlerde hassasiyetin en ekonomik yolu step motor kullanmaktır.

Step (Adım) motorları sargılarının enerjilendirilmesi ile adım adım hareket eden motorlardır. Sargılarından birinin enerjilenmesi durumunda bir adım hareketi gerçekleştirirler.

Step motor, elektrik enerjisini dönme hareketine çeviren eletro-mekanik bir cihazdır. Elektrik enerjisi alındığında rotor ve buna bağlı shaft, sabit açısız birimlerde (adım-adım) dönmeye başlar. Step motorlar, çok yüksek hızlı anahtarlama özelliğine sahip bir sürücüye bağlıdır (Step motor sürücüsü). Bu sürücü, bir encoder, PC veya PLC' den giriş darbeleri (pals) alır. Alınan her giriş darbesinde, motor bir adım ilerler.

Step motorlar bir turundaki adım sayısı ile anılırlar. Örnek olarak 400 adımlık bir adım motor bir tam dönüşünde (360°) 400 adım yapar. Bu durumda bir adımın açısı $360/400 = 0,9^{\circ}$ derecedir. Bu değer, adım motorun hassasiyetinin bir göstergesidir. Bir devirdeki adım sayısı yükseldikçe adım motor hassasiyeti ve dolayısı ile maliyeti artar. Step motorlar, yarım adım modunda çalıştıklarında hassasiyetleri daha da artar. Örnek olarak 400 adım/tur değerindeki bir adım motor, yarım adım modunda tur başına 800 adım yapar. Bu da $0,9^{\circ}$ 'ye oranla daha hassas olan $0,045^{\circ}$ bir adım açısı anlamına gelir. Bazı adım motorlarda mikro adım tekniği ile adım açılarının daha da azaltılması söz konusudur.



Şekil 4.1. Çeşitli Step Motorlar

Step motorlar bir dizi kısa elektrik akımıyla hareket ederler. Stator (hareketsiz kısım) birbirine dik manyetik alan üreten iki ayrı bobinden oluşur. Bu bobinlere sırayla elektrik akımı verilerek statorun içerisinde döndürme etkisine sahip bir manyetik oluşması sağlanır. Statorun içindeki rotor (hareketli kısım) bobinler tarafından sırayla oluşturulan manyetik alanla polarize olarak döner. Her bir elektrik akım vurgusu (pulse) rotorun belli bir açı kadar (bir adım) dönmesine neden olur. Bu şekilde verilen elektrik akım vurgularının frekansı motorun dönme hızını belirler. Hızlı ivmelenme sonucunda step motorda kayma meydana gelebilir bunu önlenmesi için ivmelenme sırasında vurgu sıklığı ayarlanmalıdır.

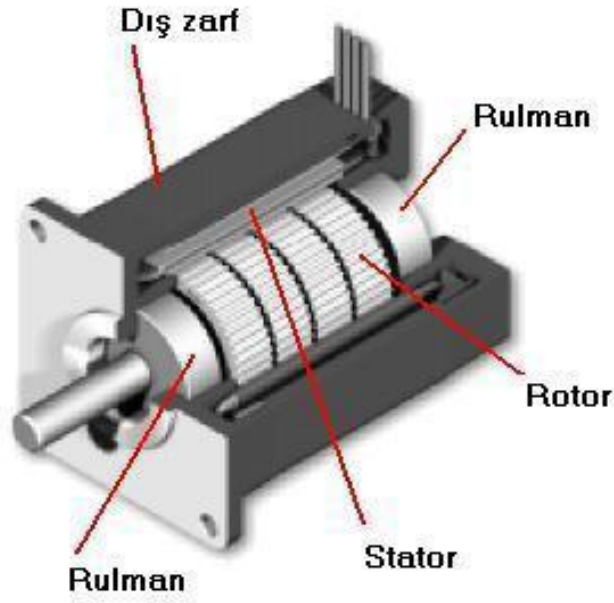
Step motorlarda yüksek hassasiyetin gerektiği durumlarda geri beslemeli kontroller kullanılır. Step motorlar durma pozisyonu etrafında salınım yapabilirler ve hafif yükler taşırken hassasiyeti kaybedebilirler.

Eğer güç sadece bir bobine verilirse manyetik alanın etkisiyle rotor sabitlenecektir, bu da motorun durdurulmasında kullanılır. Step motorlar rotorlarının yapıldığı malzemeye göre sınıflandırılırlar. Değişken dirençli (variable reluctance) step motorlar dişleri olan yumuşak demirden yapılmış bir rotora sahiptir. Düşük momentlidirler, orta derecede adım açılarına sahiptirler (5-15 derece) ve hızlı bir ivmeye sahiptirler. Sabit mıknatıs step motorlarında sabit bir mıknatıs rotor bulunur. Daha ucuzdurlar fakat daha kötü adım açılarına sahiptirler ve momentleri daha düşüktür. Bu motorlarda rotor silindir değil de samarium kobalt mıknatıslarından yapılmış ince bir disk şeklindedir. Hibrid step motorlar içinde sabit mıknatıs rotor

bulunan değişken dirençli motorlardır. Yüksek momente, küçük adım açılarına (0.5 - 15 derece) ve yüksek hassasiyete sahiptirler.

4.1.1.1. Step(Adım) Motorların Yapısı

Step motorların yapısı stator, rotor, bunları kapatan bir dış zarf, rotora bağlı şaftın rahat hareket etmesini sağlayan rulmanlardan oluşmaktadır.

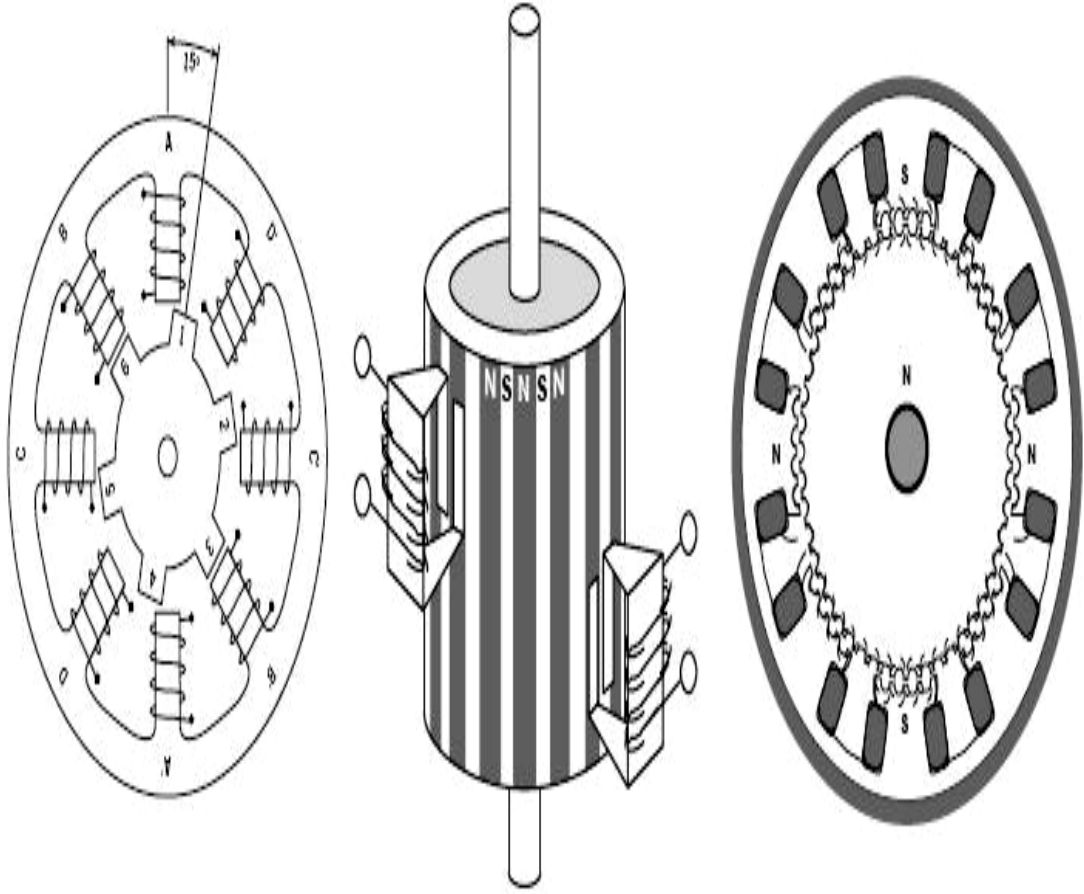


Şekil 4.2. Step Motor Yapısı

Yapısal olarak rotorunda bir adet merkez dişli ve statorunda istenen adım derecesine göre sayısı değişen dişli kutuplar bulunur. Sürücü devresi ile ilk kutba enerji verildiğinde merkez dişli ile kutup dişlisi arasında elektro-mıknatıslanma gerçekleşir. Bu sayede merkez dişli, kutup dişlisinin konumuna göre önceden belirlenmiş bir açı ile hareket ederek kendini bu kutbun dişlisine hizalar. Bu sırada birinci kutbun enerjisi kesilip ikinci kutba enerji verildiğinde merkez dişli bu sefer ikinci kutup dişlisine aynı açı ile kendisini hizalamak için hareket edecektir. Merkez dişlinin enerji verilen kutba kendini hizalamak için yaptığı yer değiştirmelerin her birine adım denir. Böylece merkez dişli 2 adım kadar bir dönüş gerçekleştirmiş olur. Buradan da anlaşılacağı gibi step motor çalışması kutuplarda ki enerjilendirilmeye bağlıdır. İstenen çalışma düzeni sürücü devresi sayesinde kutuplara darbe sinyalleri

şeklinde iletilir. Bu sinyallerin frekansının değiştirilmesi ile motor hızı dolayısıyla tork kontrol edilebilir.

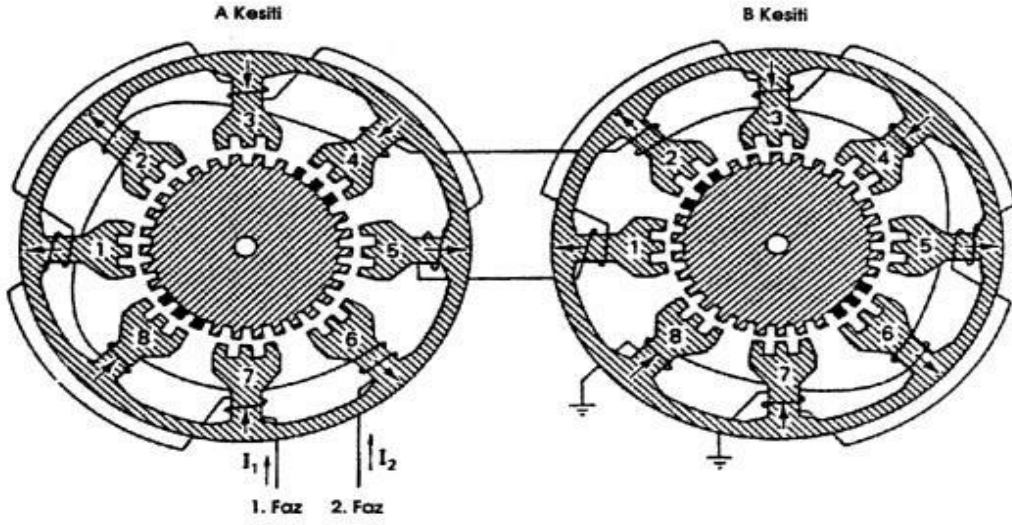
Uygulanan sinyallerin sırası değiştirilerek de motor yönü saat yönünde veya saat yönünün tersinde ayarlanabilir. Ancak step motorların adım açısı üretiminden sonra değiştirilemez.



Şekil 4.3. Step Motorların İç Yapısı

Step motor statorunun birçok kutbu (genellikle sekiz) vardır. Bunların polaritesi elektronik anahtarlar yardımıyla değiştirilir. Rotorun mıknatıslığı ise ya sabit mıknatıs ile veya dış uyartım metodu ile oluşturulur.

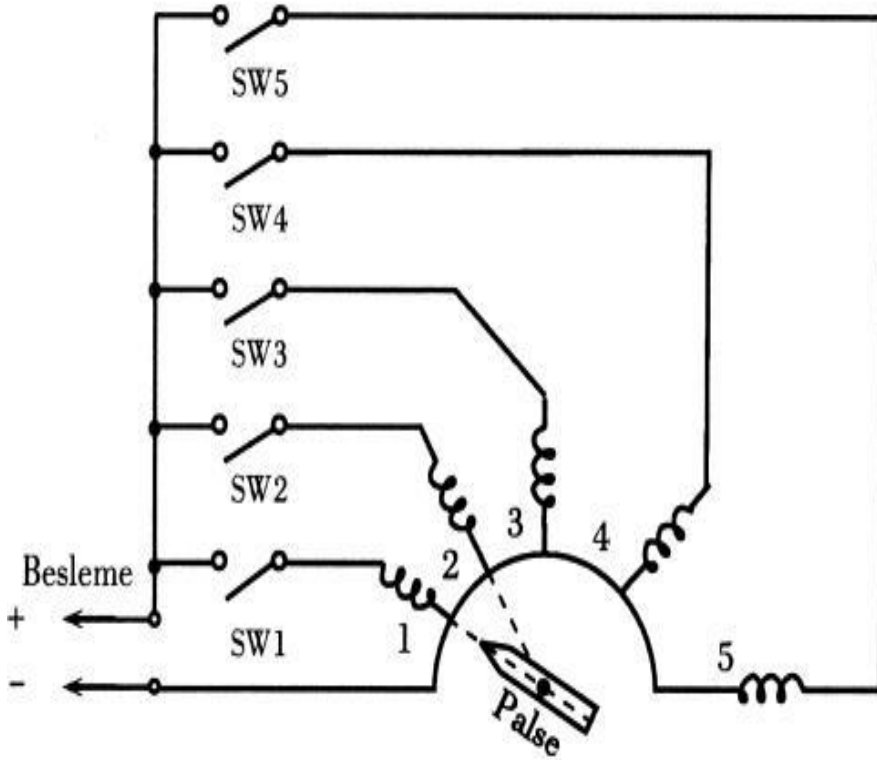
Daha iyi seçicilik elde etmek için rotor ve stator üzerine küçük dişler açılmaktadır. Step motorlar robot teknolojisinde sıkça kullanım alanı bulmuştur. Ayrıca maliyetinin düşük olması diğer motorlara karşı bir üstünlüğüdür. Step motorların tercih edilmesini ikinci bir nedeni tutma karakteristiğinin robotlarla bağdaşmasıdır.



Şekil 4.4. Sekiz Kutuplu Step Motorun İç Yapısı

Step(Adım) motorlarının yapısı ve çalışma şekline göre bazı avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır.

4.1.1.2. Step (Adım) Motorun Çalışma Prensibi



Şekil 4.5. Step Motorun Çalışma Şeması

Step motora giriş pals uygulandığı zaman, belli bir miktar döner ve durur. Bu dönme miktarı, motorun yapısına göre belli bir açı ile sınırlandırılmıştır. Step motorda rotorun dönmesi, girişe uygulanan pals adedine bağlı olarak değişir. Girişe tek bir pals verildiğinde rotor, tek bir adım hareket eder ve durur. Daha fazla pals uygulanınca pals adedi kadar adım hareket eder.

Step motor, bir daire içinde elektromanyetik alanların dönüşü ile ifade edilebilir. Şekil 4.5'deki 1 numaralı anahtar kapandığı zaman sabit mıknatıs kendiliğinden 1. Elektromanyetik alan ile aynı hizaya gelecektir. Bundan sonra 1 numaralı anahtar açılıp, 2 numaralı anahtar kapatılırsa sabit mıknatıs 2. elektromanyetik alanın karşısına gelecektir. Bu olaylar sırasıyla tekrarlanırsa daimi (sabit) mıknatıs, yani rotor bir daire içinde düzgün şekilde döner. Anahtarlar yardımıyla sargılara enerji uygulandığında rotor enerji uygulanan sargının karşısına gelerek durur. Bu dönme miktarı motorun yapısına bağlı olarak değişir. Bu dönme açısı adım motorlarda belirleyici bir parametredir.

Adım motoru sürekli hareket ettirmek istersek sargılara sırasıyla enerji vermeliyiz. Bir sargıya enerji verdiğimizde rotor sargını karşısına gelerek durur. Diğer sargıya enerji verinceye kadar burada kilitlenir. Bu da adım motorların bir özelliğidir.

4.1.1.3. Step Motor Parametreleri

Step motorlarda genel olarak 4 farklı parametre kullanılmaktadır. Bu parametreler şu şekilde ifade edilmektedir.

Çözünürlük: Çözünürlük; bir devirdeki adım sayısı veya dönen motorlar için adım açısı (derece), lineer motorlar için ise adım uzunluğu (mm) olarak tanımlanır. Bu sabit değer, üretim sırasında tespit edilen bir büyüklüktür.

Bir adım motorunun adım büyüklüğü, çeşitli kontrol düzenleri ile değiştirilebilir. Yarım adım çalışmada adım büyüklüğü normal değerinin (çözünürlüğünün) yarısına indirilir.

Doğruluk: Bir adım motorunun adım konumu, tasarım ve üretim sırasında bir araya getirilen birçok parçanın boyutları ile belirlenir. Bu parçaların boyutlarındaki toleranslar ve dahili sürtünmeler, adımların nominal denge konumlarında da

toleranslara neden olur. Bu durum, adım motorunun doğruluğu olarak isimlendirilir ve belli bir konumdaki maksimum açısal hatanın nominal tek adım değerinin yüzdesi olarak ifade edilmiş hâlidir. Klasik adım motorlarında bu hata % 1 ile % 5 arasında değişmektedir. Sürtünme momenti veya kuvveti nedeniyle oluşan konum hataları bu doğrulukla ilgisi olmayan, daha az veya çok olabilen rastgele hatalardır. Ancak her iki tip hata toplanarak sistemin toplam hatası elde edilir.

Tutma Momenti: Tutma momenti, bir adım motorunun en temel moment karakteristiğidir. Tutma momenti eğrisi, motorun ürettiği tutma momentinin rotor konumuna bağlı olarak değişimini veren eğridir. Eğrinin merkezi motorun bir fazının uyarılmış olduğu durumda rotorun kararlı adım konumuna karşılık düşer. Bu eğri, rotor adım pozisyonundan uzaklaştırılırsa motorda indüklenecek olan ve rotoru sıfır momentli adım pozisyonuna geri getirmeye çalışan momentin (tutma momenti) yönünü ve miktarını verir.

Tutma momenti eğrisi, motorun tüm rotor konumları ve statik uyarma koşullarındaki ani momentini tam olarak tanımlamak için gereklidir. Diğer moment karakteristikleri (statik ve dinamik), bu eğri temel alınarak elde edilebilir.

Tek Adım Tepkisi: Motor fazlarından biri uyarılmış durumdaysa motor, kararlı bir adım konumundadır. Bu fazın uyarımı kesilip yeni bir faz uyarılırsa motor bir adım atacaktır. Rotor konumunun zamana göre bu değişimi, tek adım tepkisi olarak tanımlanır.

Tek adım tepkisi; motorun adım hareketinin hızını, tepkinin aşım ve salınım miktarını, adım açısının hassaslığını veren önemli bir karakteristiktir. Adım motorlarından maksimum performans elde edebilmek için tek adım tepkisindeki aşım ve salınımların azaltılması ve yerleşme zamanının kısaltılması gerekmektedir.

4.1.1.4 Sistemde Kullanılan Step Motor Özellikleri

Geliştirilen prototip ile mekaniksel olarak bağlantısı gerçekleştiren ve PC' de oluşturulan yazılımın komutlarına göre prototipin dönme hareketini sağlamak için 24 volt besleme gerilimine, 4,2 amper çalışma akımına ve $1,8^0$ step açısına sahip bipolar step motor kullanılmıştır.

Prototipin mekaniksel olarak dönme hareketini sağlayan step motorun katalogunda verilen teknik özellikleri şu şekildedir.

Tablo 4.1. Sistemde Kullanılan Step Motor Özellikleri

Özellik	Değer
Bipolar Tutma Torku	4.5 Newtonmetre (Nm)
Tel Sayısı	8
Step/Tur	200
Flanj	85x85 milimetre (mm)
Step Açısı	1.8°
Uzunluk	80 milimetre (mm)
Ağırlık	2.3 kilogram (kg)
Akım/Faz	4.2 Amper
Direnç/Faz	0.75 ohm
İndüktans/Faz	3.4 milihenri (mh)
Rotor Ataleti	1400 gcm ²
Çalışma sıcaklığı	20°C-+50°C
Maksimum Isınma	200°C

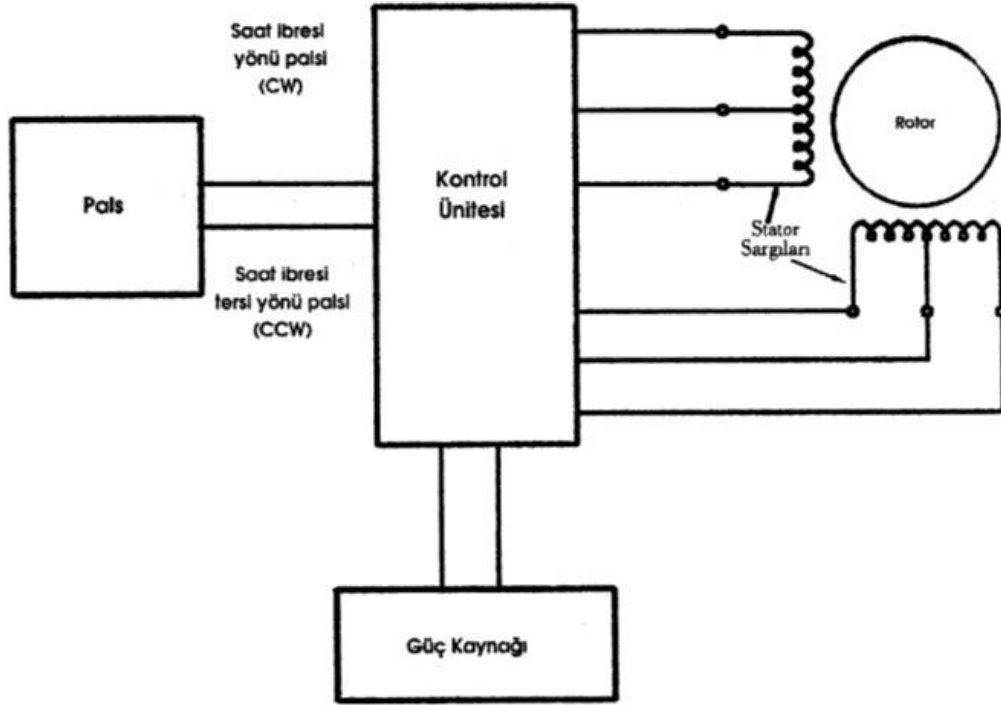


Şekil 4.6. Sistemde Kullanılan Step Motor

4.1.2. Step (Adım) Motor Kontrol Sistemleri

Step motorları istenilen yönde ve hızda çalıştırmak istendiği zaman sargılarına belli bir sırada darbeler uygulanmalıdır. Step motorun kaç adım atacağı uygulanan darbelere bağlıdır. Fazlara uygulanacak darbeler (palsler-gerilimler) basit olarak bir anahtarlama sistemi ile yapılabilir. Bu işlemi yapan devrelere sürücü devresi veya kontrolör denir.

Günümüzde elektronik devreler ile bu işlem çok kolay bir şekilde yapılmaktadır. Adım motorların ve kullanılacak yerin özelliğine göre hazırlanmış mikroişlemci kontrollü sürücü kartları mevcuttur. Bu kartlar sayesinde adım motorların istenilen hızda ve istenilen hassasiyette çalıştırmak mümkündür.



Şekil 4.7. Step Motor Sürücü Devresi Genel Blok Diyagramı

Şekil 4.7’de step motor sürücü devrelerinin blok diyagramı verilmiştir. Step motorların sürülebilmesi için 2 temel noktaya dikkat etmek gerekmektedir. Bunlardan birincisi motorun bağlanacağı sürücü devresinin olmasıdır. İkincisi ise bu sürücü devresi yardımıyla motorun doğru sargılarına gerekli tetiklemeleri gönderebilmektir.

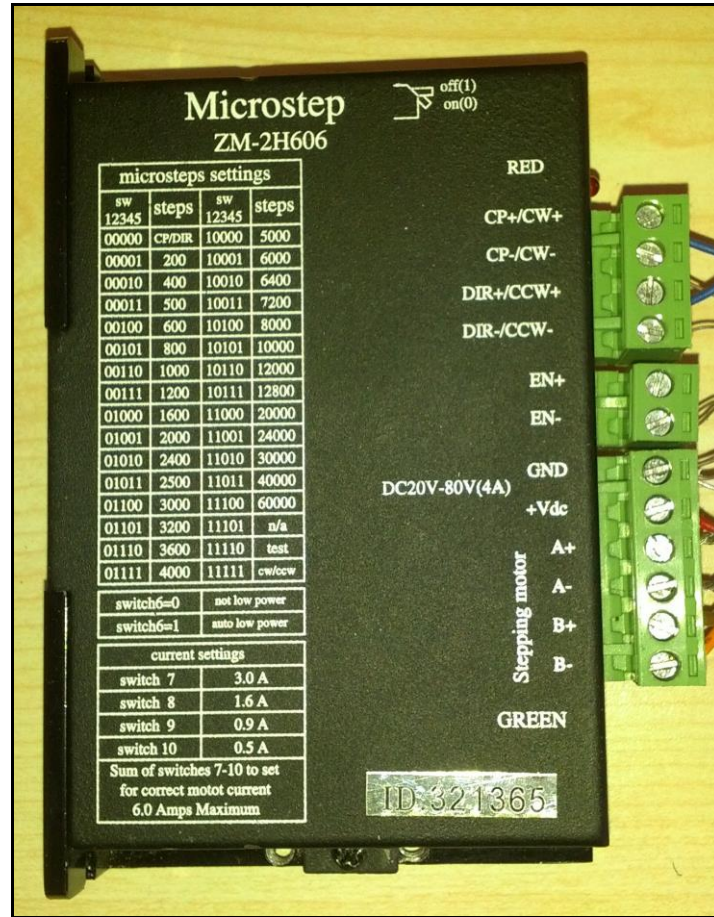
Sürücüyü tetiklemek için elektromekanik anahtarlar kullanabileceğimiz gibi bilgisayarın seri veya paralel portunu uygun bir yazılımla kullanabiliriz. Ayrıca günümüzde sanayide kullanılan adım motorlar için mikroişlemci kontrollü sürücüler ve bu işler için özel olarak tasarlanmış PLC (Programlanabilir Logic Control)’leri de bulunmaktadır. Adım motor sürücü devreleri genel olarak 3 temel ilke üzerine yapılırlar. Bu temel sürücü mantıkları adım motorları istenilen hız ve tork ile çalışmasını sağlar. Bu sürücü mantıklarını şu şekilde ifade edilmektedir.

L/R Sürücüsü: Motor öngörülen voltaj ve akım değerlerinde çalıştırılır. Bu durumda motor bobinlerindeki indüktif etkiden dolayı ufak bir hız artışında motor öngörülen akıma ulaşamayacağı için düşük hızlar dışında motor verimli bir şekilde sürülemez.

L/NR Sürücüsü: Akım artışında geçerli olan zaman sabitini ($t=L/R$) düşürmek için motor bobinlerine seri direnç bağlanarak yapılır. Bu durumda motor öngörülen voltajın n katı değerinde çalıştırılır. Bu sayede motorda belirgin bir hız artışı yaşanır. Ancak bağlanan seri direnç üstünden yüksek akım geçeceği için bu devrelerde gereksiz güç tüketimi yaşanır.

4.1.3. Step Motor Kontrolü İçin Kullanılan Step Motor Sürücü

Sistemde prototipin hareketini sağlayan step motorun sürülmesi için aşağıda özellikleri verilen step motor sürücü kullanılmıştır.

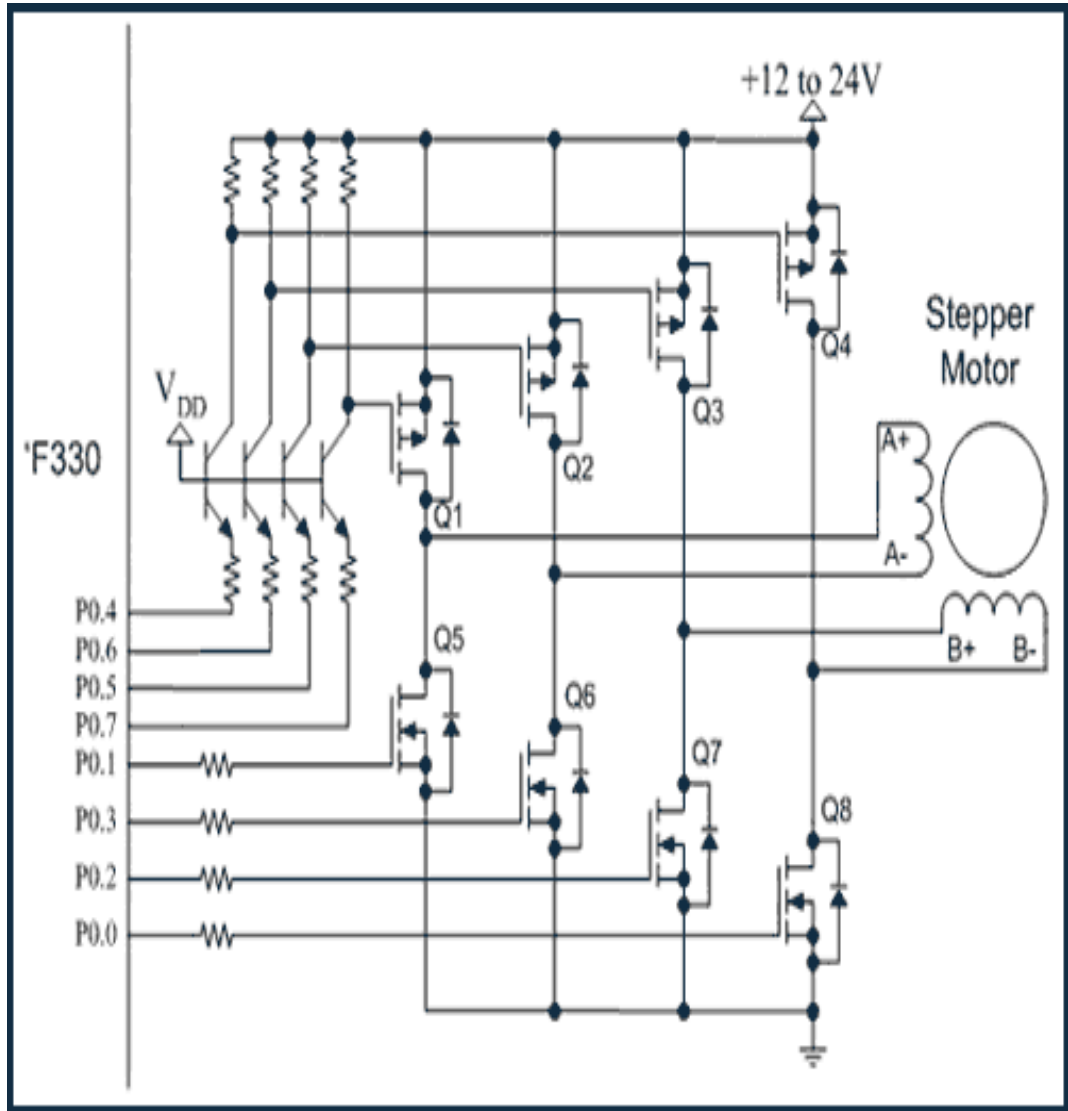


Şekil 4.8 Sistemde Kullanılan Step Motor Sürücüsü

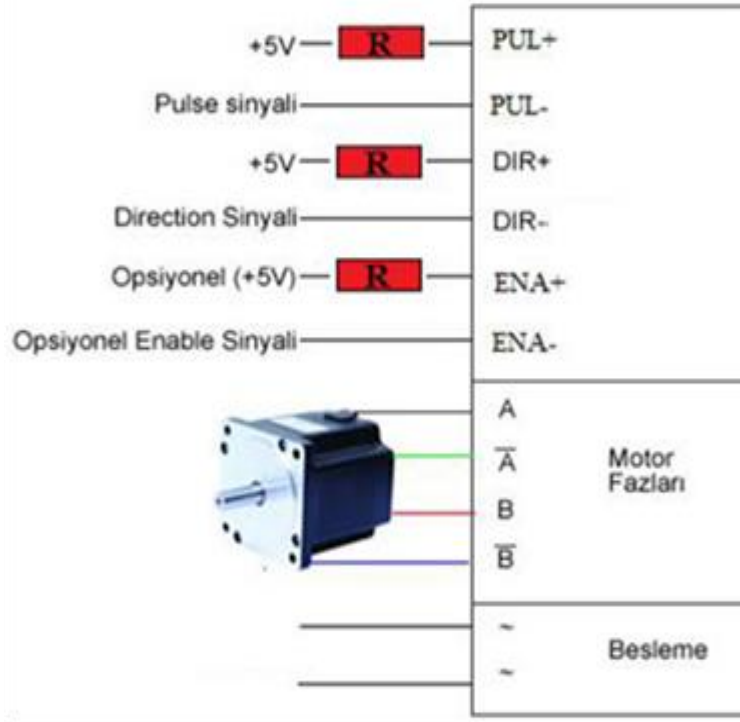
ZM-2H504 step motor sürücüsü iki faz, 4, 6 ve 8 telli olarak step motor sürücü olarak üretilmiştir. Yüksek frekanslı giriş sinyallerini kabul edebilecek şekilde donatılmıştır. Akım kararlılığı, çok güçlü parazit önleme kabiliyeti, çok başarılı yüksek frekans performansı, yüksek başlangıç frekansı, giriş ve çıkış devresi

izolasyonu, ayarlanabilir akım, kararlı çalışma, yüksek doğruluk ve düşük gürültülü çalışma için özel olarak üretilmiştir. 4.2 Amper ve altında, tüm 34 frame ve altı motorları rahatlıkla sürülebilmektedir. Ürün, gövdeye monte soğutuculu olarak yerleştirilmiştir. ZM-2H606 sürücülerde otomatik optimize hız kontrol tekniği kullanılmaktadır.

Step motorun sürülmesi için kullanılan step motor sürücü 8 tellidir. Uyarım şekline göre seri ve paralel bağlanma özelliklerine sahiptir. Step sürücüde tel çıkışları kırmızı, siyah, turuncu, kahverengi, mavi, sarı, yeşil ve beyaz renkte kablolar ile oluşturulmuştur. Step motor sürücü devresi olarak şekil 4.9’da verildiği gibi mosfet step sürücü devresi kullanılmıştır.



Şekil 4.9. Bipolar step motor sürücü devresi



Şekil: 4.10. Step Sürücü Pin Bağlantıları

Step motor sürücü üzerinde bulunan kontrol pinleri ve bu pinlerin anlamları tablo halinde şu şekilde verilmiştir.

Tablo 4.2. Step Motor Sürücü Kontrol Pinleri

Kontrol Pini	Anlamı
CP+/CW+	Step sinyali + ucu
CP-/CW-	Step sinyali - ucu
DIR +	Yön sinyali + ucu
DIR -	Yön sinyali - ucu
EN +	Seviye etkinleştirme sinyali + ucu
EN -	Seviye etkinleştirme sinyali - ucu



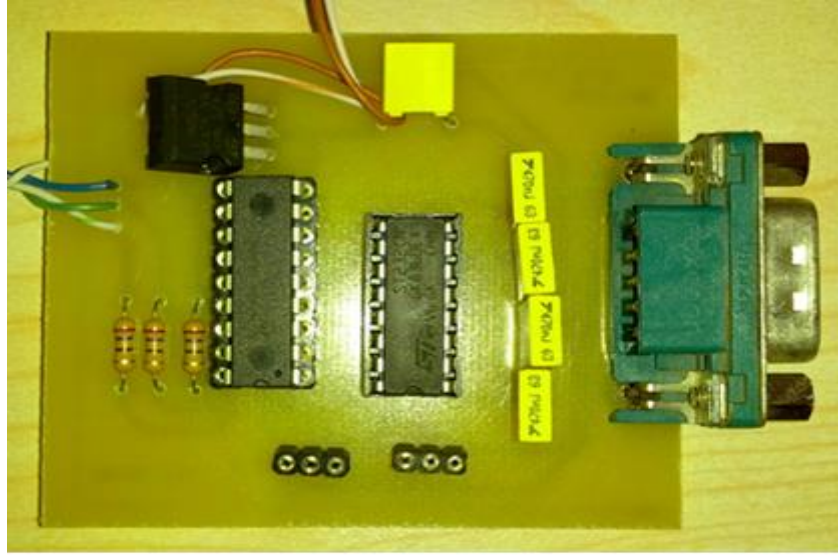
Şekil 4.11. Step Sürücü Dip Switch durumları

1-5 arası Microstep Switch'leri: Pulse tipi seçimi ve test işlemi için kullanılır. Pulse tipi seçiminde ,yaygın step motor kontrolörler pulse/dır tipi pulseler sunmaktadır. Bu tip kullanımda dir ucuna sinyal uygulanıyorsa bir yöne uygulanmıyorsa diğer yöne çalışırlar. Motorun dönüş hızı ve adımı pulse girişine uygulanan sinyalle belirlenir. Bazı kontrolör tipleri ise bir yön için ayrı, diğer yön için ayrı pulse çıkışları sunarlar. Bu durumda pulse ucuna gelen sinyal motoru bir yöne, dir ucuna gelen sinyal diğer yöne döndürür.

6 nolu dip switch, otomatik akım düşüşü için kullanılır. Otomatik akım düşüşü devre alınır, motor durağan halde iken, motorun gereksiz yere ısınmasını önlemek ve elektrik harcamasını önlemek amacıyla akım yarıya düşürülür. Motorun harekete başlangıç anında, akım otomatik olarak ayarlanan seviyeye çıkar.

7-10 dip switch'leri, akım ayarı için kullanılır. Switch kombinasyonlarına tekabül eden akımlar aşağıdaki gibidir. Devrede olan her switch için ilgili akımlar toplanarak motora aktarılacak akım ayarlanır.

Dip switch yukarı konuda iken off (1),aşağı konuda iken on(0) durumundadır. Step motorun sürülmesinde kullandığımız step sürücüde şekil 4. 11'de görüldüğü gibi 1-4 arası switch'ler on, 5 nolu switch off, 6-7 on ve 8-10 arası switch'ler off konumunda uyarım işlemi gerçekleştirilmiştir.



Şekil 4.13. Oluşturulan Step Motor Kontrol Kartı

Tablo 4.3. Step Motor Kontrol Kartı Eleman Listesi

Devre Elemanı	Özellik	Adet
16F628 PIC Kontrolör	8 bit	1
ST232CN Driver	12 volt	1
Seri Port (COM)	9 pin	1
Direnç (R)	330 Ohm	3
Elektrolit Kondansatör (C)	0.1 μ F	5
7805 Güç Regülatörü	5 Volt	1

PC’de C# ile oluşturulan program doğrultusunda PC üzerinden seri port iletişimi ile step motor kontrolü gerçekleştirmek için bir kontrol kartı tasarlanmıştır.

Tasarlanan bu kart ile PC’nin USB portu arasında seri port dönüşüm aparatı kullanılarak birbirlerine bağlantısını gerçekleştirmek için amacına uygun

tasarlanmıştır. Oluşturulan kontrol kartında PIC entegre üzerinden PIC kodları ile step motor sürücüyeye byte bilgileri gönderilerek haberleşme sağlanmıştır.

Tablo 4.4. PIC'ten Step Sürücüyeye Gönderilen Byte Bilgileri

Başla	Adım Sayısı	Dönüş Hızı	Dönüş Yönü	Dur
A (65)	(0-200)	255(FF)	R/L	S (83)

Tablo 4. 'te step motor sürücüyeye gönderilen byte bilgileri verilmiştir. Öncelikle step motorun dönmesi için bir A byte ASCII kod karşılığı 65 bilgisi gönderilmiştir. Daha sonra step motorun her bir pulse'de yapacağı adım sayısı bilgisi gönderilmiştir (her pulsedede 10 adım).Daha sonra step motorun dönüş hız bilgisi girilmiştir. Step motorun maksimum dönüş hızı 255 ve hexadecimal kod karşılığı FF bilgisi gönderilmiştir . Sonrasında motorun dönüş yönü sağ ve sol (R/L) bilgisi ve son olarakta dur komutu olan S'in , ASCII kod karşılığı olarak 83 gönderilmektedir.

4.1.5. Sistemde Kullanılan Güç Kaynağı



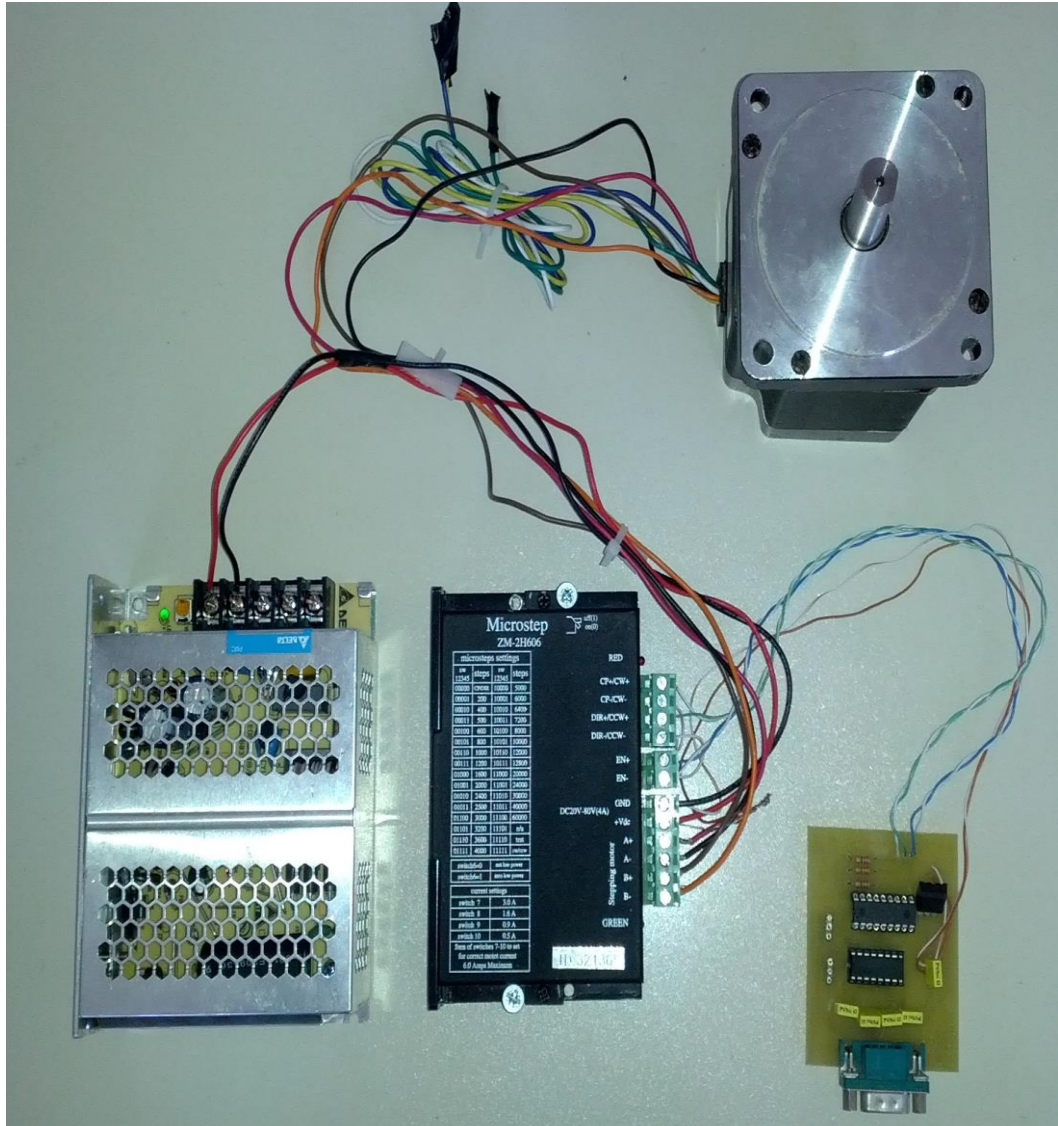
Şekil 4.14. Sistemde Kullanılan Güç Kaynağı

Step motor ve step motor sürücüsünün besleme gerilimi sağlamak için şu şekil ve özelliklerde bir güç kaynağı kullanılmıştır

Tablo 4.5. Güç kaynağı özellikleri

Özellik	Değer
Çıkış Gerilimi	24 Volt (DC)
Akım	6 Amper
Frekans	50 hz

4.1.6. Kontrol Sistemlerinin Bağlantısı



Şekil 4.15. Kontrol Sistemlerin Bağlantı Durumları

Şekil 4.18 ' de kontrol sistemlerinin birbirlerine bağlantı durumları verilmiştir. Bu bağlantılar kontrol elemanlarının katalog bilgileri ve tasarlanan kontrol kartın durumuna göre gerçekleştirilmiştir.

Step motorun 8 tane tel çıkışı bulunmaktadır. Bu tel çıkışları kırmızı, siyah, kahverengi, turuncu, sarı, mavi, beyaz ve yeşil renkli kablolar ile oluşturulmuştur. Step motorun kablo bağlantıları katalogta verilen seri bağlama özelliklerine göre şu şekilde gerçekleştirilmiştir. Kırmızı kablo step sürücünün A+ ucuna, siyah kablo step sürücünün A- ucuna, kahverengi kablo step sürücünün B+ ucuna ve turuncu kablo ise step sürücünün B- ucuna bağlanmıştır. Sarı ile mavi birbirleri ile beyaz ve yeşil ise birbirleri ile kısa devre edilmiştir. Bu şekilde step motor ile step motor sürücü arası bağlantı gerçekleştirilmiştir.

Step sürücünün +Vdc ucu güç kaynağının V+ besleme ucuna, GND ucu ise güç kaynağının V- ucuna bağlanarak gerilim besleme bağlantıları gerçekleştirilmiştir.

4.2. Gerçekleştirilen Uygulama

Mikro kamera ve mikrofon vasıtası ile alınan görüntü ve ses bilgileri PC' de C#.NET platformu ile sayısal görüntü işleme ve ses algılama tekniği kullanılarak hareketli bir nesnenin bilgisayarlı görü yöntemi ve ses komutu ile görüntü takibi amaçlanmıştır. Bu doğrultuda bu takibi sağlayacak insan kafasını andıran bir prototip tasarlanmıştır. Tasarlanan bu prototipin hareketi oluşturulan yazılım doğrultusunda step motor kontrol ile sağlanmıştır.

4.2.1. Oluşturulan Prototip

Kamera ve mikrofon vasıtasıyla görüntü ve ses bilgilerini alarak ve step motor kontrolü ile hareket ederek hareketli nesne takibini gerçekleştirecek olan prototip gerçekleştirilen çeşitli işlemler ile şu şekilde oluşturulmuştur.

Hareketli nesne takibini gerçekleştirecek olan prototip insansı görünümü vermesi adına cansız manken kafası olarak belirlenmiştir. Cansız mankenin kafa kısmı alınarak göz ve kulak kısımlarında çeşitli delme ve kesme işlemleri gerçekleştirildikten sonra gözlerine mikro kamera ve kulaklarına mikrofonlar yerleştirilmiştir.



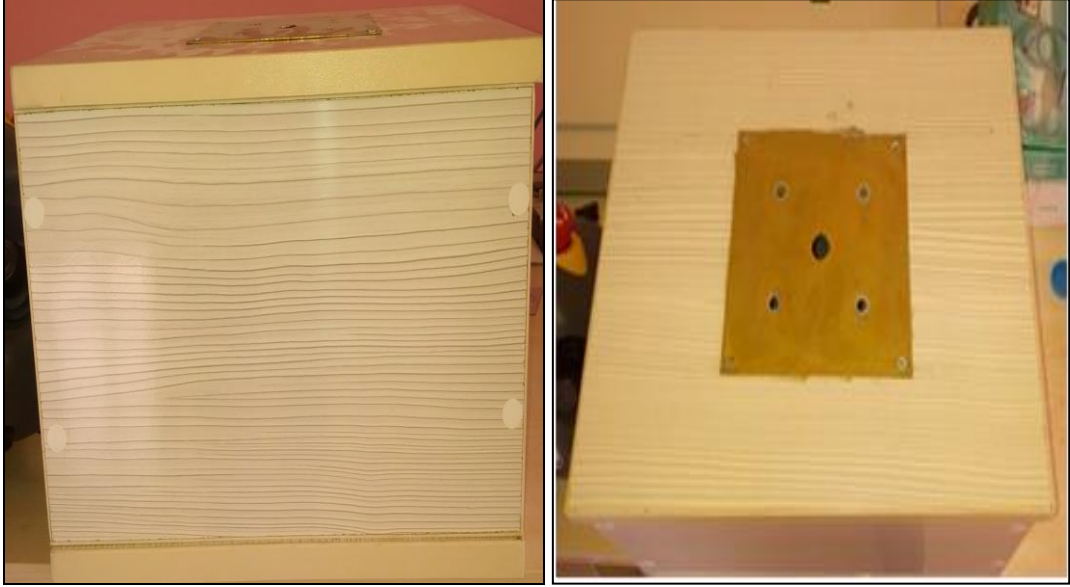
Şekil 4.16. Prototip Kamera Ve Mikrofon Bağlantısı

Prototipin hareketini sağlayacak olan motor ile kafa kısmının bağlantısını gerçekleştirmek amacı ile kafa bölümünün alt tarafına metal aksam yerleştirilmiştir. Bu metal aksam ile step motorun döner milin bağlantısı için dişler açılmıştır.



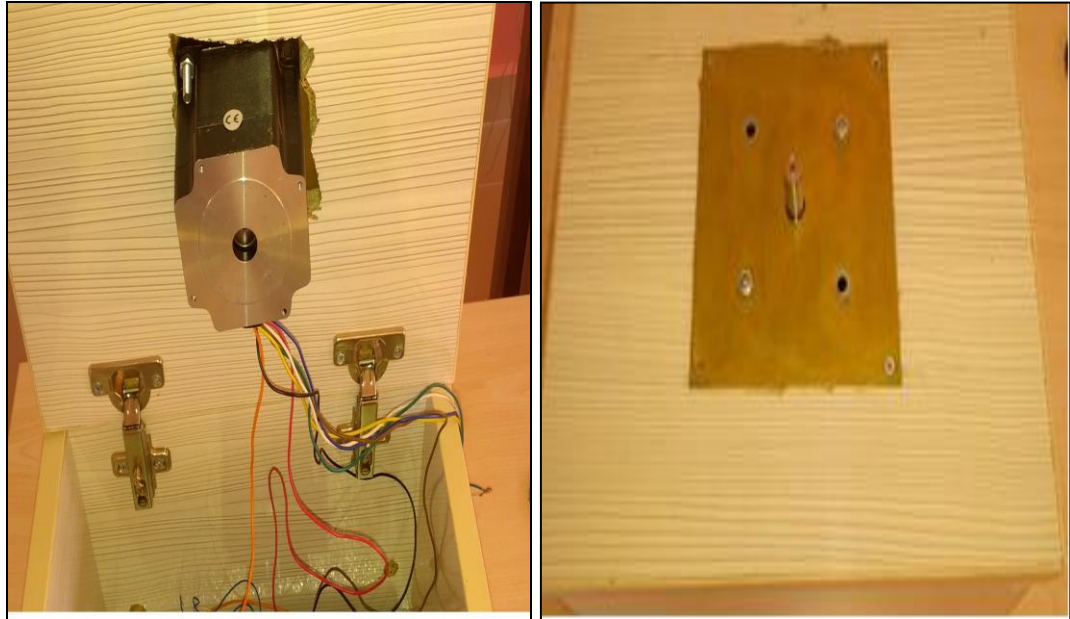
Şekil 4.17. Prototip- Motor Mekanik Aksam Bağlantısı

Prototipin hareketini sağlamak için kullanılan step motor, step motor sürücü, step motor kontrol kartı ve güç kaynağı gibi araçların yerleştirileceği ve bu araçların sabitleneceği bir mobilya kabin oluşturulmuştur.



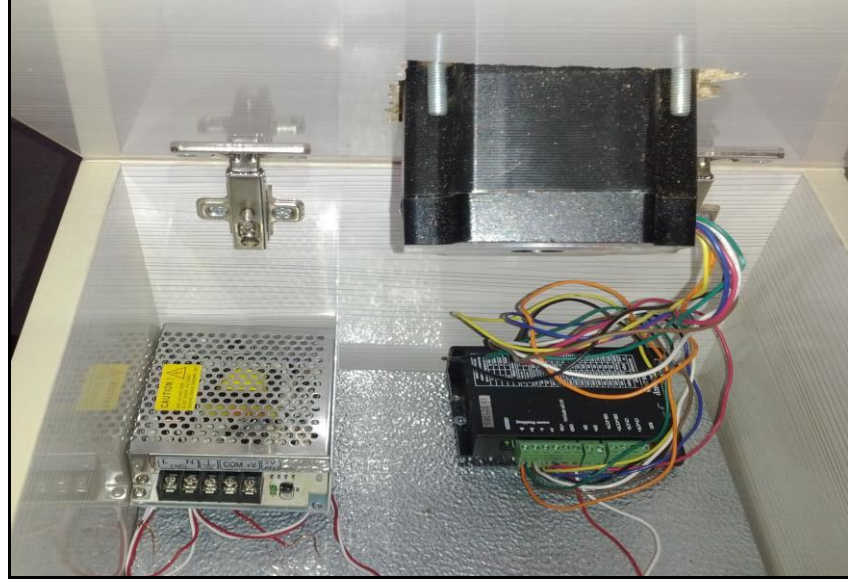
şekil 4.18. Prototip Sabitleme Aksamı

Oluşturulan kabinin üst kapak kısmına gerekli delme ve kesme işlemleri gerçekleştirdikten sonra step motorun döner mil kısmı dışarıda kalacak şekilde kabine sabitlenmiştir.



şekil 4.19. Kabin Motor Bağlantısı

Kabin üst kapak kısmına step motor sabitlendikten sonra kabinin iç kısmı diğer araçların montesinin gerçekleştirilmesi için saç levha ile kaplanmıştır. Step motor sürücü, oluşturulan step motor kontrol kartı ve güç kaynağının sırası ile montajı yapılmıştır. Montaj işlemleri sonrası step motor, step motor sürücü kablo ve step motor kontrol kartı bağlantıları gerçekleştirilmiştir.



Şekil 4.20. Kabin İçi Elemanların Bağlantısı

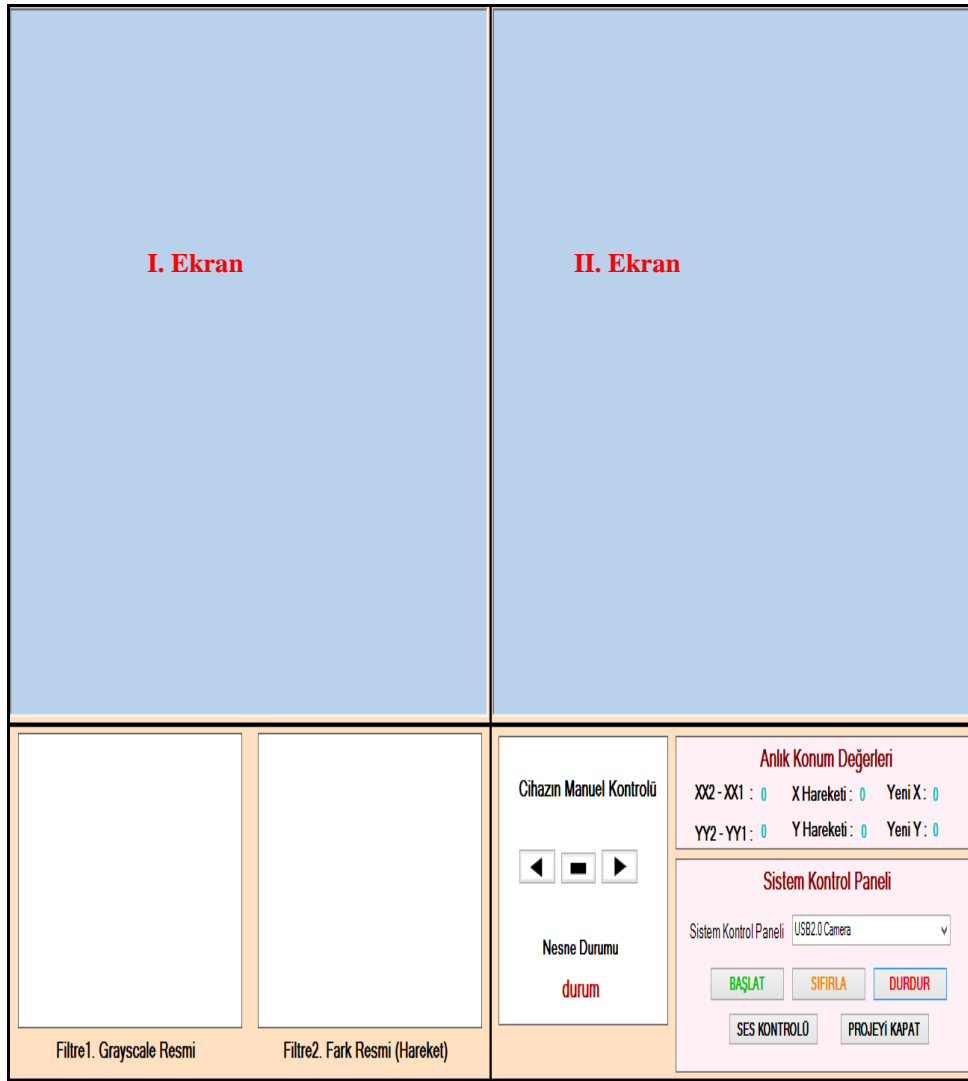


Şekil 4.21. Oluşturulan Prototip Genel Görünüm

Kabin içerisindeki elemanların bağlantıları gerçekleştirildikten sonra sistemin mekanik aksamının çalışma durumu test edilmiştir. Testler sonucunda mekanik aksamın başarılı bir şekilde çalıştığı belirlenmiştir.

4.2.2. Görüntü ve Ses Tanıma Sistemi Yazılımı

Geliştirilen bu çalışma ile bir robot prototipinin nesne takibi için iki bölümden oluşan bir yazılım gerçekleştirildi. Bu yazılımın ilk bölümü görüntü işleme teknikleri ile nesnenin hareketini analiz etme ve belirlenen yön doğrultusunda step motor kontrol kartına komut yollayarak robot düzeneğinin hareketini sağlamaktır. Bu amaç doğrultusunda hazırlanan yazılım C# .NET platformunda gerçekleştirilmiş olup genel görüntüsü Şekil 4.22’te verilmiştir.



Şekil 4.22 C# Platformunda Geliştirilmiş Yazılımın Görüntü Tanıma Arayüzü

Yukarıdaki şekilde görüldüğü üzere görüntü işleme algoritmalarının işletildiği formun birinci ekranında video gerçek zamanlı olarak yüklenmektedir. Bu ekrana yüklenen video bir zamanlayıcı 1 (timer1) yardımıyla belirlenmiş zaman aralıklarıyla “screenshot” komutu kullanılarak 640*480 boyutunda resimler “ilkframe” adlı değişkene aktarılır. Yüklenen resmin merkez noktası da 320*240 pikseli olarak belirlenir. Daha sonra zamanlayıcı 1 (timer1) durdurulur ve zamanlayıcı 2 başlatılır. Bu işlemlerin gerçekleştirildiği C# kodları Şekil 4.23’de verilmiştir.

```
public void timer1_Tick(object sender, EventArgs e)
{
    pictureBox4.Visible = true;

    FinalVideoSource = new
VideoCaptureDevice(VideoCaptuerDevices
[comboBox1.SelectedIndex].MonikerString);

    FinalVideoSource.NewFrame += new
NewFrameEventHandler(FinalVideoSource_NewFrame);

    // Görüntü kalitesi
    FinalVideoSource.DesiredFrameRate = 10;

    // Görüntü büyüklüğü
    FinalVideoSource.DesiredFrameSize = new Size(640,
480);

    FinalVideoSource.Start();

    Size Boyut = new Size(640, 480);

    Bitmap bmpScreenshot = new Bitmap(640, 480);
```

Şekil 4.23. Zamanlayıcı 1 (Timer1) İle Yapılan İşlemler

Zamanlayıcı 2'nin çalışması ile üzerinden biraz zaman geçmiş ikinci bir görüntü 640*480 boyutunda ve screenshot komutu ile tekrar resim halinde "kameraframe" adlı değişkene kopyalanır. Daha sonra "kamera frame" ile "ilkframe" adlı resimler "difference" filtresinden geçirilir ve iki resim arasındaki fark resmi elde edilmiş olunur. Bu sayede arka plan çıkartılarak sadece hareketli kısmın piksel değerleri elde edilmiştir.

Elde edilen fark resim arka arkaya "Threshold", "Erosion", "Median" filtrelerinden geçirilerek III. Ekranda gri tonlama resmi ve IV. Ekranda bu üç filtrenin uygulandıktan sonraki fark resminin görüntüsü gösterilir. Bu görüntüler Şekil 4.24'de verilmiştir.



Şekil 4.24. Filtreler İle Elde Edilen Gri-Ton Ve Fark Resimleri

Filtre uygulanmış resimler sırasında piksel sayıcı ile hareketin boyutu ölçülere kırmızı kutucuk içerisinde gösterilme işlemi gerçekleştirilerek II. Ekranda gösterilmiştir. Burada kırmızı kutunun merkezi hareketin yoğunluğunun ağırlık merkezi olarak hesaplanmıştır. Bu işlemlerin gösterildiği II. Ekran Şekil 4.25'de verilmiştir.



Şekil 4.25. Hareketin Boyutunun Ve Ağırlık Merkezinin Gösterilmesi

Oluşan fark resminden elde edilen hareket işleminin ağırlık merkezi bulunduğundan sonra resmin orijinal halinin ağırlık merkezine X ve Y eksenindeki farkı bulunarak hareketin koordinatları hesaplanarak form üzerindeki “Anlık Konum Değerleri” bölümüne yazılmıştır. Bu sayede robot prototipine seri port yardımı ile X ve Y ekseninde nasıl bir hareket verileceği bilgisi gönderilebilmektedir. Bu bilgilerin gösterildiği ekran Şekil 4.26’de verilmiştir.

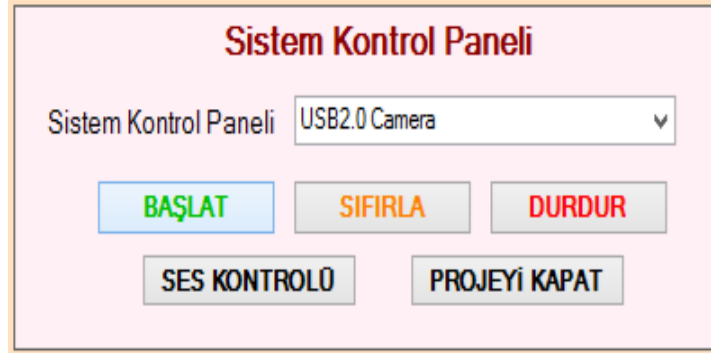
Anlık Konum Değerleri			
XX2 - XX1 :	-25	X Hareketi : 0	Yeni X : 295
YY2 - YY1 :	-99	Y Hareketi : 2	Yeni Y : 141

Şekil 4.26. Hesaplanan Hareketin Koordinatlarının Form Üzerinde Gösterilmesi

Bu işlemlerin sonunda zamanlayıcı 2 (timer2) işlemleri sonlandırmış ve hareketin konum bilgileri prototipe gönderilmiş olacaktır. Daha sonra zamanlayıcı 2 (timer2) durdurulup

işlemlerin tekrarlanabilmesi için başa dönmek adına zamanlayıcı 1 (timer1) başlatılır. Bu sayede devam eden hareket döngüsel bir şekilde tekrarlanarak sürekli hareketi takip eden bir algoritma haline getirilerek nesne takibi sağlanmıştır.

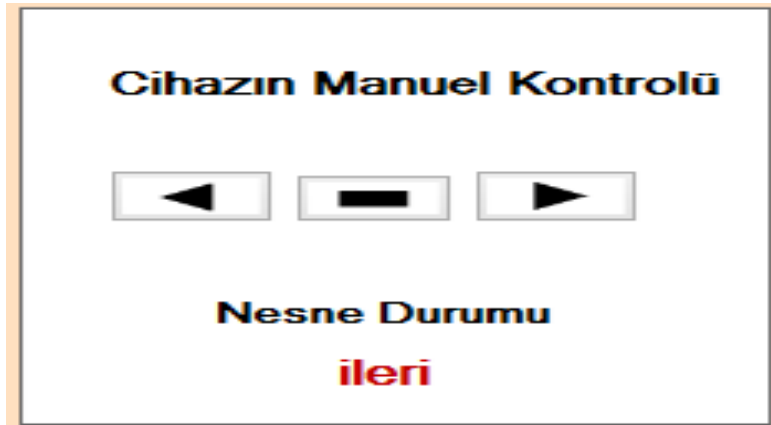
Bu form üzerindeki “Sistem Kontrol Paneli” yardımı ile nesne takibi durdurulup sıfırlanabildiği gibi yeniden başlatılma işlemine de olanak sağlamaktadır. Sistem kontrol paneli Şekil 4.27’de verilmiştir.



Şekil 4.27. Sistem Kontrol Paneli

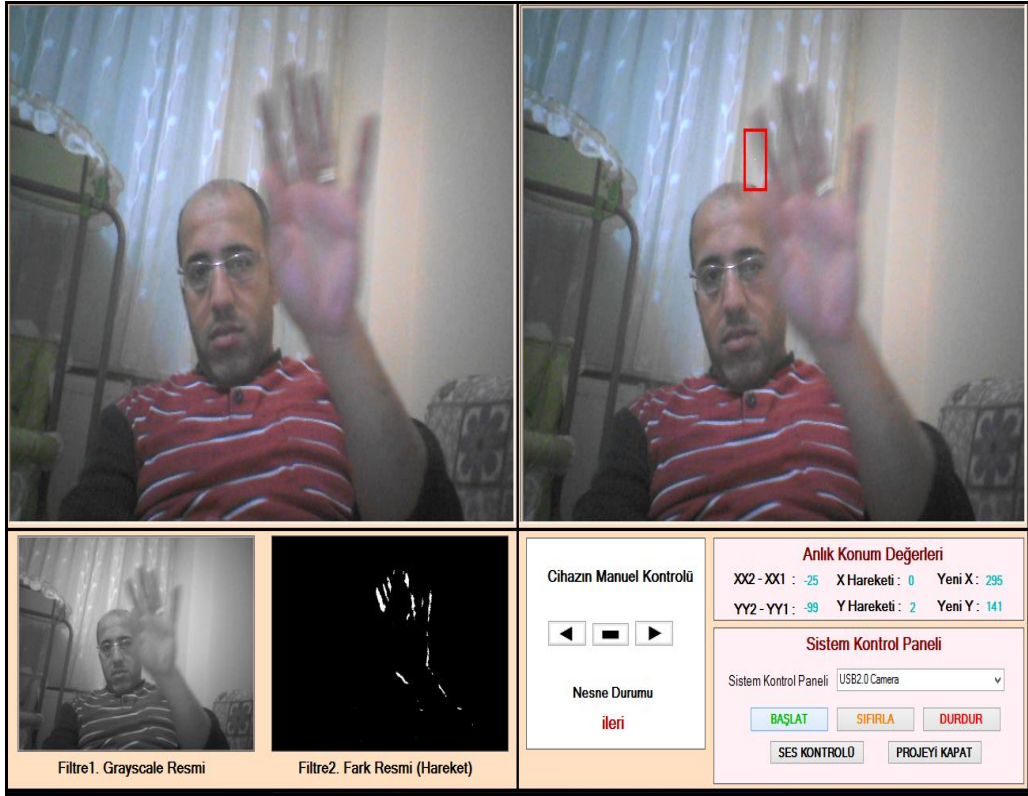
Ayrıca görüntü işleme formu üzerine yer alan “Cihazın manuel kontrolü” ile sağa-sola ve durma komutları da kullanıcı tarafından fare yardımı ile gerçekleştirilebilmektedir.

Burada amaç görüntünün dışına hızlı hareket etmiş nesnenin takibinin tekrar başlatılabilmesidir. Bu işlemlerin gerçekleştirilebilmesi için tasarlanan menünün görüntüsü Şekil 4.28’de verilmiştir.



Şekil 4.28. Cihazın Manuel Kontrol Menü

Yukarıda belirtilen işlemlerin çalışması ile hareketli nesnenin takibinin sağlandığı formun çalışma anındaki görüntüsü Şekil 4.29’da verilmiştir.



Şekil 4.29. Nesne Takip İçin Görüntü İşleme Ara Yüzünün Çalıştırılması

```

using (Pen pen = new Pen(Color.FromArgb(255, 0, 0), 3))
{
    g.DrawRectangle(pen, kare);

    int X1 = kare.X + (kare.Width / 2);
    int Y1 = kare.Y + (kare.Height / 2);

    XX2 = X1;
    YY2 = Y1;

    kameraFrame.SetPixel(X1, Y1, Color.White);
    pictureBox3.Image = kameraFrame;

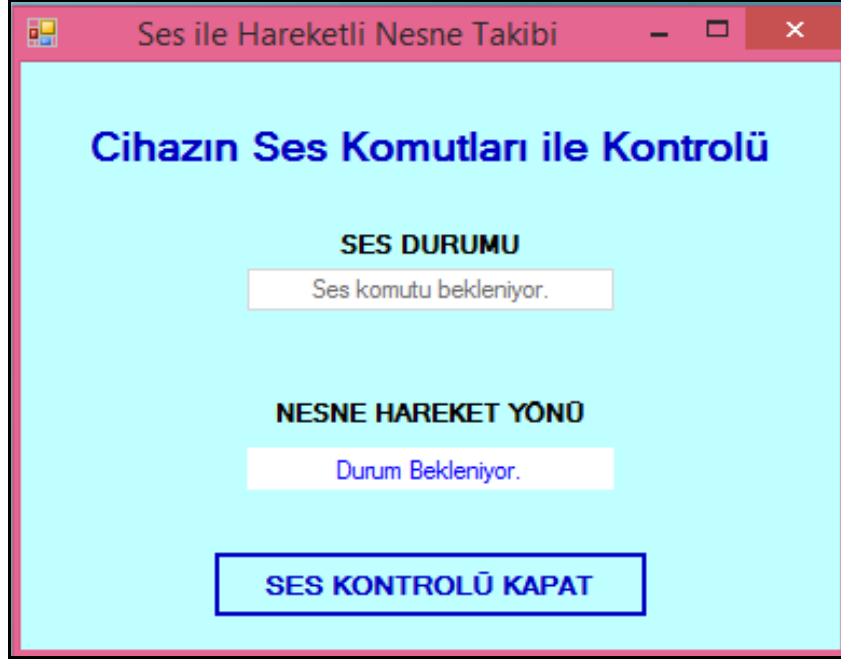
    label15.Text = Convert.ToString(X1);
    label16.Text = Convert.ToString(Y1);
    label11.Text = Convert.ToString(XX2 - XX1);
    label12.Text = Convert.ToString(YY2 - YY1);
}

```

Şekil 4.30. Zamanlayıcı 2 (Timer 2) İle Yapılan İşlemler

Görüntü işleme sırasında çalıştırılan zamanlayıcı 2 ile gerçekleşen işlemlerin gösterildiği C# kodu Şekil 4.30'de verilmiştir.

Yazılımın ikinci bölümünde ise ses işleme teknikleri ile sesi analiz ederek verilen direktifler doğrultusunda robot düzeneğinin hareketini yönlendirmekten oluşmaktadır. Görüntü işleme ara yüzünün “Sistem Kontrol Paneli” bölümünde yer alan “SES KONTROLÜ” butonuna basılarak açılan ve ses tanıma işlemleri ile robot prototipinin nesne takibini sağlamak amacıyla geliştirilen form Şekil 4.31’de verilmiştir.



Şekil 4.31. C# Platformunda Geliştirilmiş Yazılımın Ses Tanıma Arayüzü

Bu formda robot prototipin kulak bölümüne takılan mikrofon yardımı ile ses sinyalleri alınarak bilgisayarın geliştirilen uygulamasına taşınmaktadır. Yalnız bu işlemlerden önce ön metotlar işleme alınır. İlk olarak tanınacak kelimeler için gramer bilgisi oluşturulmaktadır. Sağa ve sola dönme komutlarının gramer tarafından daha anlaşılır olabilmesi için “Left” ve “Right” İngilizce kelimeleri tanımlanmıştır. Bu işlemi gerçekleştiren C# kodları şekil 4.32’de verilmiştir.

```
// Tanıma motoru tarafından tanınması gereken kelimeleri belirtiyoruz.  
  
private void LoadGrammars()  
  
{
```

Şekil 4.32 Ses Tanımlamada Kullanılan Gramer Oluşturma Kodları

Gramer bilgisi oluştuktan sonra giriş cihazından ses alınarak tanımlama işlemine geçilir. Daha önce gramerde belirlenen tanımlanmış kelimeler ile eşleştirilerek uygunluğuna bakılır ve burada 3 sonuç durumu oluşturur. Bunlar ses tanıma başarısız (SpeechRecognitionRejected), ses tanımlandı (SpeechRecognized) ve ses tanıma işlemi tamamlandı (RecognizeCompleted) sonuçları elde edilir. Elde edilen bu bilgi de kullanıcının görebilmesi için form üzerine yazdırılır. Metotların elde edildiği ve sesin tanımlandığı kodlar Şekil 4.33’de verilmiştir.

```
// Tanıma işlemi başlatıyoruz.  
private void StartRecognition()  
{  
    // Belirli sesleri tanıma işlemindeki ana olaylar  
    recognizer.SpeechDetected += new  
    EventHandler<SpeechDetectedEventArgs>(recognizer_SpeechDetected);  
    recognizer.SpeechRecognitionRejected += new  
    EventHandler<SpeechRecognitionRejectedEventArgs>  
    (recognizer_SpeechRecognitionRejected);  
    recognizer.SpeechRecognized += new  
    EventHandler<SpeechRecognizedEventArgs>  
    (recognizer_SpeechRecognized);  
}
```

Şekil 4.33. Ses Tanımlamada Kullanılan Tanıma İşlemi Kodları

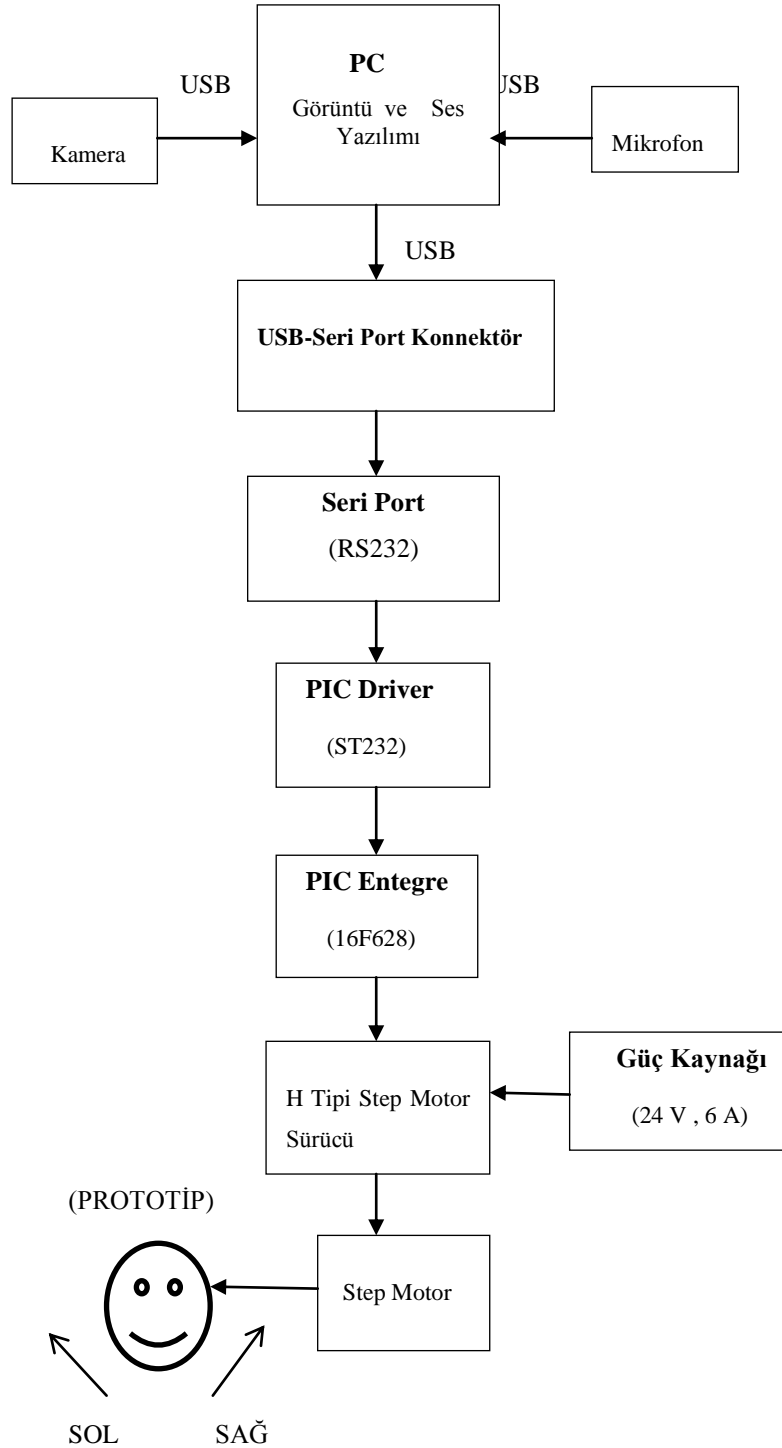
Ses tanımlama işlemi sonucunda ses tanındı sonucu elde edildiğinde robot prototipin hangi yöne döneceği bilgisi seri port yardımı ile iletişim yoluna verilir ve step motor o doğrultuda dönmeye başlar. Burada sağa dönüş için seri porta iki bitlik “02” bilgisi, sola dönmek için ise seri porta iki bitlik “20” bilgisi gönderilir ve kısa bir süre beklemeye geçilir. Çünkü sesi tekrar alıp işlemeye geçebilmesi için yazılımsal bir süreye ihtiyaç duyulur. Komut tekrarlandıkça bu işlemler sırası ile tekrardan işletilmeye hazırlanır. İşlemler sırasında çevre gürültülerin de ses sinyali üzerinde olumsuz bir etkisi olacağından ileriki çalışmalarda ses filtreleri araştırılabilir ve daha

hassas bir ses tanıma işlemi gerçekleştirilebilir. Bu aşamada gürültüsüz bir ortam düşünülerek yazılım gerçekleştirilmiştir. Ses komutunun yorumlanması ve hareketin robot prototipine gönderilmesi için geliştirilen C# kodları şekil 4.34’de verilmiştir.

```
// Kullanıcının konuştuğu kelimeler gramerde bulunuyorsa tetiklenen olay
private void recognizer_SpeechRecognized(object sender,
                                         SpeechRecognizedEventArgs e)
{
    if (e.Result.Text == "Left")
    {
        label7.Text = "Sola Dönülüyor...";
        SendToSerialPort("20");
        Thread.Sleep(1000);
    }
    else if (e.Result.Text == "Right")
    {
        label7.Text = "Sağa Dönülüyor...";
        SendToSerialPort("02");
        Thread.Sleep(1000);
    }
    textBox1.Text = e.Result.Text
}
}
```

Şekil 4.34. Ses Tanımlamada Başarı Sağlanması Durumunda Yapılan İşlemler

Ses tanıma formunu kapat butonu ile projenin ana bölümünü oluşturan görüntü işleme ara yüzüne tekrar dönüş yapılmaktadır.



Şekil 4.35. Sistem Elemanlarının Haberleşme Blok Diyagramı

Şekil 4.35'te oluşturulan sistemin haberleşme diyagramı verilmiştir. Öncelikle prototip üzerindeki kamera ve mikrofondan alınan görüntü ve ses bilgileri USB bağlantı ile PC'ye aktarılmaktadır. Alınan bu bilgiler doğrultusunda PC'de C#.NET platformunda görüntü işleme ve ses algılama yazılımları oluşturulmuştur. PC'de

oluşturulan yazılımlara göre seri port üzerinden haberleşme gerçekleştirilmektedir. Bu haberleşmeye uygun kontrol kartı oluşturularak step motor kontrolü sağlanmaktadır. PC ile seri portun bağlantısını sağlamak için USB-Seri port konnektör kullanılmaktadır. Konnektör vasıtasıyla PC ile seri port arasında bağlantı gerçekleştirilerek seri port ile alınan bilgiler kontrol kartında bulunan ST232 PIC driver'a aktarılır. 16f628 PIC Entegreye gerekli PIC kodları yüklenerek bu kodlar doğrultusunda step motor sürücüye gerekli komutlar iletilmektedir. 24 volt ve 6 amperlik bir güç kaynağından beslenen step motor sürücü kontrol kartından aldığı komut bilgilerini step motora ileterek step motorun hareketini sağlamaktadır. Step motor kontrol sistemlerinden aldıkları bilgilere göre sağ ve sol dönme işlemi gerçekleştirmektedir. Step motorun dönme hareketine bağlı olarak step motora mekanik olarak bağlı bulunan prototip step motor hareketine göre sağ ve sol dönme hareketi ile nesne takibini gerçekleştirmektedir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tezde, oluşturulan bir prototip ile C# programında oluşturulan yazılımda görüntü işleme ve ses algılama teknikleri kullanılarak hareketli nesne takibi gerçekleştirilmiştir. Tasarlanan sistemde yapılan işlemler 2 ana kısımda gerçekleştirilmiştir. Bunlar; prototipin mekanik hareketini sağlayan aksamı oluşturma ve prototipin hareketli nesneyi takip etmesi için gerekli olan görüntü işleme ve ses algılama tekniklerini kullanılarak elde edilen yazılımın oluşturulmasıdır.

Bir cansız manken kafa kısmının gözlerine mikro kamera ve kulaklarına mikrofon yerleştirilerek hareketli nesne takibini gerçekleştirecek olan prototip oluşturulmuştur. Bu prototipin göz ve kulak bölümlerden sayısal görüntü ve ses bilgisi elde edilmiştir. Oluşturulan prototipin mekanik hareketini sağlamak için bir uygun özellikte bir step motor ve step motor sürücüsünün kontrolü için kontrol kartı tasarlanarak bunların bir kabin içerisine yerleştirilip bağlantıları gerçekleştirilmiştir.

Prototipinin hareketli nesne takibini gerçekleştirmesi için iki bölümden oluşan bir yazılım gerçekleştirilmiştir. Bu yazılımın ilk bölümü görüntü işleme teknikleri ile nesnenin hareketini analiz etme ve belirlenen yön doğrultusunda step motor kontrol kartına komut yollayarak robot düzeneğinin hareketini sağlamak amacı ile hazırlanan C# .NET platformunda gerçekleştirilen yazılımdır. İkinci bölümde ise mikrofon ile alınan ses bilgisi doğrultusunda ses kütüphanesi kullanarak C# 'da oluşturulan görüntü işleme yazılımına entegre edilen ses algılama yazılımıdır. Bu yazılımda ses kütüphanesinde sağ ,sol ve merkez olmak üzere 3 komut oluşturularak prototipin bu ses komutlarına göre hareketleri sağlanmıştır.

Yapılan deneysel çalışma ile görüntü işleme ve ses algılama tekniği paralel olarak ve birbirleri ile entegreli olarak çalıştırılabileceği görülmüştür. Bu doğrultuda oluşturulan yazılımlar ve prototipin birbirleri ile uyumlu bir şekilde çalıştığı belirlenmiştir. Prototip üzerindeki görüntü ve ses bilgilerinin alındığı kamera ve mikrofonların daha hassas ve kaliteli hale getirilerek daha hassas ve daha başarılı görüntü ve ses takibi gerçekleştireceği öngörülmektedir.

Yapılan literatür taramalarında oluşturulan bir insan prototipinin görüntü işleme ve ses algılama yazılımları ile hareketli nesne takibi uygulamasının daha önceden gerçekleştirildiği gözlemlenmemiştir. Benzer bir çalışma olarak hareketli bir oyuncak araba üzerine bir webcam bağlanarak hareketli nesne takibi yapıldığı görülmüştür. Bizim çalışmamızın farkı görüntü takibinin sabit bir açıdan konum değişiklik değerlerine göre gerçekleştirilmesidir.

Bu çalışmanın sonucunda elde edilen veriler ışığında çalışmanın daha da geliştirilerek özellikle savunma sanayi ve endüstriyel sanayide bir çok çalışma için örnek teşkil edeceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

1. ER, O. "İnsan Yüzü Bulma ve Tanıma", Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bilgisayar ve Bilişim Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Sakarya, 2004.
2. Varlık Kılıç, "Performance Improvement Of A 3D Reconstruction Algorithm Using Single Camera Images", M.Sc. Thesis, Mechanical Engineering, Middle East Technical University, Ankara, July, 2005.
3. İkmek elektrik-elektronik programı dökümanları, www.ikmeh.gov.tr. (son erişim 03.07. 2013).
4. Görüntü İşleme İle İki Boyutlu Cisimlerden Grafik Modeller İçin Veri Eldesi, Makine Müh. Kerem ASMAZ, Yıldız Teknik Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi İstanbul 2006.
5. Öztürk, E. WLAN Kablosuz Yerel Ağları (Wireless Local Area Networks) Teknolojisinin Mevcut Düzenlemelerinin Değerlendirilmesi ve Ülkemize Yönelik Düzenleme Önerisi, Uzmanlık Tezi, Telekomünikasyon Kurumu Ankara 2004.
6. Şanlı, M., Zengin, F., Urhan, O., Güllü, M.K., "Web Kamerası ile Hareketli Nesne Takibi, Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Bölümü Mühendislik Fakültesi, Kocaeli Üniversitesi, Ağustos 2005.
7. Koyuncu, E., Ceylan, O., Yeniçeri, R., Bilgisayarla Görü Tabanlı, Hareketli Cisim Yörüngesi İzleyen Robot Kol Tasarımı, Otomatik Kontrol Türk Milli Komitesi, Otomatik Kontrol Ulusal Toplantısı (TOK'05) Bildiri Kitabı, sayfa 291-296, İstanbul, 2-3 Haziran 2005.
8. Bilgisayarla Görü Tabanlı, Hareketli Cisim Yörüngesi İzleyen Robot Kol Tasarımı Emre Koyuncu, Osman Ceylan, Ramazan Yeniçeri İTÜ, 2005.
9. Görüntü İşleme Sistemi Tasarımı Ve Uygulaması Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Elektrik Elektronik Müh. Yüksek Lisans Tezi Vekil SARI 2006.
10. Visual C# 2005 Kullanılarak Çok Boyutlu Görüntüler İçin Jpeg 2000 Standardını Destekleyen Görüntü İşleme Uygulaması , Evgin Göçeri, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı Denizli 2006.
11. Yıldırım, K.S., İnce, C., Kalaycı, T.E., "Görüntü İşleme", Ege Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, 2003.
12. MGEP , 'Görüntü İşleme', Ankara 2007, Ocak 2013.

13. Pratt, W.K., "Dimension Image Processing" A Wilay-Interscience Publication John Wilay & Sons Inc, 1991, 447, 613-617, 685-686 Newyork.
14. Bernd Jaehne, Practical Handbook on Image Processing for Scientific Applications, CRC Press, 1997, ISBN:0-8493-8906-2.
15. P. Haberaecker, Digitale Bilverarbeitung , Grundlagen und Anwendungen, Hanser, 1991, ISBN 3-446-16339-5.
16. Erdön, A, "Sayısal Görüntülerde Kenar Tanıma Metodları", İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Eylül 1992.
17. Boğaziçi Üniversitesi, Ders Notları (Son Erişim:01.06.2013) <http://robot.cmpe.boun.edu.tr/593/gorusimge.pdf>
18. Baxes, A G., Digital Image Processing Principles and Applications, John Wiley & Sons, Inc., USA, 1994.
19. Chen, L-F., Liao, H-Y M., Ko, M-T, Lin, J-C and Yu, G-J, "A new LDA-based face recognition system which can solve the small sample size problem," Pattern Recognition, vol. 33, pp. 1713-1726, 2000.
20. Yu, H. and Yang, J., "A direct LDA algorithm for high-dimensional data with application to face recognition," Pattern Recognition, vol.34, pp. 20672070, 2001.
21. Kepenekci, B. and Tek, F.B., Akar, G.B., Occluded Face Recognition Based on Gabor Wavelets, IEEE Int. Conf. on Image Processing (ICIP), Rochester, New York, September 2002.
22. Bayram, B., 'Sayısal Görüntü İşleme' Yıldız Teknik Üniversitesi İstanbul, <http://www.yildiz.edu.tr/~bayram/sgi/saygi.htm>, (son erişim:05.06.2013).
23. John C. Russ, The Image Processing Hand Book, Third Edition, CRC Press, 1999, ISBN:0-8493-2532.
24. Görüntü İşleme Yöntemlerinin Mermer Kalite Seçiminde Uygulanabilirliği Üzerine Bir Değerlendirme Yrd. Doç. Dr. Özgür Akkoyun Dicle U. Mühendislik Fakültesi Maden Mühendisliği Bölümü, Diyarbakır.
25. www.goruntuisleme.org.tr (son erişim mayıs 2013).
26. Haralick, R.M. ve Shapiro, L.G., Computer and Robot Vision, Addison Wesley Publishing Co., USA, 1993.
27. Bir Türkçe Sesli İfade Tanıma Sisteminin Kural Tabanlı Tasarımı Ve Gerçekleştirimi Erhan MENGÜSOĞLU Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi Ankara 1999.

28. Beranek, L. L., 1974, Noise Reduction, McGraw-Hill Book Co. Inc., ABD.
29. Hidden Markov Tool Kit Manual, <http://htk.eng.cam.ac.uk> (son erişim 25.03.2013).
30. Nabiyev, V. “Yapay Zeka”, ISBN 975 347 985 9, Seçkin Yayıncılık San. Ve Tic. A.Ş., s. 704-714, Ankara, 2005.
31. Morgan, D. and Scofield, L. C., “Neural Networks and Speech Processing”, Kluwer Academic Publishers, pp. 102-108, USA, 1991.
32. Jurafsky, D. & Martin, J. H., “Speech and Language Processing An Introduction to Natural Language Processing, Computational Linguistics, and Speech Recognition”, ISBN 0-13-122798-X, Prentice Hall Upper Saddle River, pp. 235-249, New Jersey, USA, 2000.
33. Konuşma Tanıma Teorisi Ve Teknikleri Nursel Yalçın Gazi Üniversitesi Endüstriyel Sanatlar Eğitim Fakültesi, Bilgisayar Eğitimi Bölümü, Ankara 2004.
34. Furui, S. Digital Speech Processing, Synthesis, and Recognition, Marcel Dekker Inc., New York, 1989.
35. Lippmann, R.P., “An Introduction to Computing with Neural Nets.” IEEE Acoustics, Speech and Signal Processing Magazine, 4:pp.4-22, 1987.
36. Ng, G.S., Erdogan, S.S., Pan, W.N, Neural networks for voice recognition Networks. International Conference on Information Engineering '93. 'Communications and Networks for the Year 2000', Proceedings of IEEE Singapore International Conference on , Volume: 1 , 1993 s: 383 -387 vol.1.
37. Callan R. The Essence of Neural Networks, 1998. s: 20-56.
38. Artuner, H., “Bir Türkçe Fonem Kümeleme Sistemi Tasarımı ve Gerçekleştirimi”, Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, s.47-55, Ankara, 1999.
39. Jelinek, F. “Statistical Methods for Speech Recognition”, ISBN 0-262-1006-5, The MIT Press Cambridge, Massachusetts London, s.14-18, pp.15-27, England, 1997.
40. Haralick, R.M. ve Shapiro, L.G., Computer and Robot Vision, Addison Wesley Publishing Co., USA, 1993.

ÖZGEÇMİŞ

1982’de Yozgat’ın merkez ilçesinde doğan Serkan ÖNCÜ, İlk, orta ve lise öğrenimini sırasıyla Yerköy Namık Kemal İlkokulunda, Yerköy Atatürk İlköğretim okulunda ve Yozgat Teknik Lisesinde tamamlamıştır. Marmara Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Elektrik Eğitim Bölümünden 2006 yılında mezun olmuştur.

2010 yılında yüksek lisans eğitimine Bozok Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mekatronik Mühendisliği Anabilim Dalında başlamıştır. Yrd. Doç. Dr. Orhan ER danışmanlığında hazırladığı “Bilgisayarlı Görü ve Ses Algılama Tekniği ile Hareketli Nesne Takibi” Başlıklı tezi ile Yüksek Lisans öğrenimine devam etmektedir.

2006-2009 yılları arasında Bozok Üniversitesi Meslek Yüksek Okulu Elektrik programında ücretli öğretim elemanı olarak görev yapmıştır.2009 yılında Bozok Üniversitesi Meslek Yüksekokulu Elektrik programına Öğretim Görevlisi olarak atanmıştır, halen bu görevi sürdürmekte olan Serkan ÖNCÜ evlidir.

İletişim Bilgileri

Adres: Bozok Üniversitesi Meslek Yüksekokulu Bahçeşehir Mahallesi Esentepe Mevki

66200 YOZGAT

Telefon: (354) 212 38 43 / 4076

Faks: (354) 217 17 80

Cep : (506) 457 57 75

E-posta: serkan.oncu@bozok.edu.tr