



MARMARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



NI LABVIEW İLE OPTİK KAĞIT OKUMA UYGULAMASININ GELİŞTİRİLMESİ

ÜMİT KICIK

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mekatronik Mühendisliği Anabilim Dalı
Mekatronik Mühendisliği Programı

DANIŞMAN

Doç. Dr. Garip GENÇ

İSTANBUL, 2018



MARMARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



NI LABVIEW İLE OPTİK KAĞIT OKUMA UYGULAMASININ GELİŞTİRİLMESİ

ÜMİT KICIK
(523516005)

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Mekatronik Mühendisliği Anabilim Dalı
Mekatronik Mühendisliği Programı

DANIŞMAN
Doç. Dr. Garip GENÇ

İSTANBUL, 2018

MARMARA ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Öğrencisi Ümit KICIK'ın "NI LabVIEW İle Optik Kağıt Okuma Uygulamasının Geliştirilmesi" başlıklı tez çalışması, 11/01/2019 tarihinde savunulmuş ve jüri üyeleri tarafından başarılı bulunmuştur.

Jüri Üyeleri

Doç. Dr. Garip GENÇ (Danışman)
Marmara Üniversitesi (İMZA).....

Prof. Dr Nihat AKKUŞ (Üye)
Marmara Üniversitesi (İMZA).....

Dr. Öğr. Ü. Fatih YALÇIN (Üye)
Gedik Üniversitesi (İMZA).....

ONAY

Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 16.01.2019 tarih ve 2019/02-02 sayılı kararı ile Ümit KICIK'ın Mekatronik Mühendisliği Anabilim Dalı Mekatronik Mühendisliği Programında Yüksek Lisans derecesi alması onanmıştır.

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Prof. Dr. Adı SOYADI



TEŞEKKÜR

Sadece bu tezin gerçekleŐmesi sűresince deęil, lisans ve yűksek lisans űęrenimim boyunca da bana her zaman destek olan ve kendisiyle yakın çalıŐma fırsatım olduęu için kendimi her zaman çok ūanslı hissettięim Prof. Dr. Nihat AKKUŐ hocama;

Tez danıŐmanım Dr. Őęr. Ŭyesi Garip GENÇ hocama;

Her konuda bana destek olan Annem'e;

Hayatı ortak olarak yaŐadıęımız için çok mutlu olduğum eŐim Ebru ve oğlum Atlas'a;

TeŐekkűr ederim.

Aralık, 2018

Ŭmit KICIK

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	i
İÇİNDEKİLER	ii
ÖZET	v
ABSTRACT	vi
SEMBOLLER	vii
KISALTMALAR	viii
ŞEKİL LİSTESİ	x
TABLO LİSTESİ	xii
1. GİRİŞ	1
1.1. Genel Bilgiler	1
1.2. Amaç ve Önem	2
2. EĞİTİMDE ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	4
2.1. Eğitimde Ölçme ve Değerlendirmenin Önemi	4
2.2. Sınav Türleri	4
2.2.1. Klasik yazılı sınav	4
2.2.2. Kısa cevaplı testler.....	7
2.2.3. Sözlü sınavlar	9
2.2.4. Eşleştirmeli sınavlar	9
2.2.5. Doğru – yanlış testleri.....	11
2.2.6. Çoktan seçmeli sınavlar	13
2.3. Ölçme ve Değerlendirmede Teknolojinin Kullanımı	15
3. NI LABVIEW	17
3.1. NI LabVIEW’e Genel Bakış.....	17
3.2. NI LabVIEW’in Temel Bileşenleri	19
3.2.1. Front panel.....	20
3.2.2. Block diagram	21
3.2.3. Icon/connector pane	22
3.3. NI LabVIEW’de Bulunan Başlıca Program Kontrol Yapıları.....	23
3.2.1. For döngüsü	23
3.2.2. While döngüsü.....	24
3.2.3. Event yapısı	25
3.2.4. Case yapısı.....	25

3.4. NI LabVIEW’de Veri Akışı	26
3.5. NI LabVIEW’de Kullanılan Fonksiyon Tipleri	27
3.5.1. Express VI’lar	28
3.5.2. Standard VI’lar	29
3.5.3. Düşük-seviye VI’lar	29
3.6. NI LabVIEW Modül ve Eklentileri	29
4. NI LABVIEW İLE GÖRÜNTÜ İŞLEME	31
4.1. Vision Development Module.....	31
4.2. Vision Acquisition.....	34
4.2.1. Görüntü aktarma kaynağının seçilmesi	35
4.2.2. Görüntü aktarma şeklinin seçilmesi	35
4.2.3. Görüntü aktarma ayarlarının konfigüre edilmesi	36
4.2.4. Görüntü kaydetme ayarlarının konfigüre edilmesi.....	37
4.2.5. Kontrol ve göstergelerin seçilmesi	37
4.3. Vision Assistant.....	38
4.3.1. Menüler.....	41
4.3.2. Referans penceresi	41
4.3.2. Görüntü işleme fonksiyonları ana başlıkları.....	41
4.3.3. Görüntü işleme fonksiyonları	41
4.3.4. Kod penceresi	44
4.3.5. Görüntü işleme penceresi	44
5. NI LABVIEW İLE GELİŞTİRİLEN OPTİK KAĞIT OKUMA UYGULAMASININ DETAYLARI	45
5.1. Uygulamanın Genel Yapısı	45
5.2. Teker teker kağıt okuma programı	47
5.2.1. Referans cevap kağıdının seçilmesi.....	50
5.2.2. Soru sayısının girilmesi	51
5.2.3. Okuma işleminin başlatılması	51
5.2.4. Programın sonlandırılması.....	54
5.2.5. Raporların görüntülenmesi	54
5.3. Çoklu kağıt okuma programı.....	57
5.3.1. Referans cevap kağıdının seçilmesi.....	60
4.3.2. Soru sayısının girilmesi	60
5.3.3. Okuma işleminin başlatılması	61
5.3.4. Programın sonlandırılması.....	64
5.3.5. Raporların görüntülenmesi	64

5.4. Kağıt Okuma Sonrası Örnek Analiz Uygulaması.....	67
6. SONUÇLAR.....	68
KAYNAKLAR.....	69
ÖZGEÇMİŞ	



ÖZET

NI LABVIEW İLE OPTİK KAĞIT OKUMA UYGULAMASININ GELİŞTİRİLMESİ

Bu yüksek lisans tezinde çoktan seçmeli test sınav türü için hazırlanmış optik cevap kağıtlarının görüntü işleme tabanlı okunması için bir yazılım tasarımı ve uygulaması ile elde edilen uygulama sonuçlarının değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Sınav kâğıtlarının okunması ve değerlendirilmesi işlemi, eğitimcilerin oldukça önemli bir zamanını alan bir işlemdir. Bu işlemin doğru ve hatasız bir şekilde gerçekleştirilmesi, eğitim ölçme ve değerlendirme sürecini açısından oldukça önem arz etmektedir. Bu yüksek lisans tezinin uygulama kısmında NI LabVIEW program geliştirme ortamı kullanılarak gerçekleştirilen bir yazılım ile herhangi bir optik okuma cihazına ihtiyaç duymadan, hemen her çalışma ortamında bulunan tarayıcı özellikli herhangi bir fotokopi makinesi veya yazıcıda JPEG formatında taratılmış optik cevap kâğıtlarının otomatik bir şekilde okutulması işlemi gerçekleştirilmiştir. Geliştirilen yazılımın çalışmaları 50 adete kadar soruyu içeren hazırlanmış optik cevap kâğıtları ile yapılmış ve başarılı sonuçlar elde edildiği gözlemlenmiştir. Geliştirilen yazılım ayrıca sınav sonuçlarını ve sınav soru analizini içeren raporları da çıktı olarak vermektedir. Geliştirilen yazılımı kullanabilmek için sadece bir adet bilgisayar ve JPEG formatında tarama yapılmasına olanak sağlayan bir cihaza ihtiyaç duyan bu sistem, pahalı optik okuma cihazları ile kıyaslandığında yüksek hız ve doğruluk sağlamasının yanında, kullanım basitliği ile de geniş bir eğitici kitlesi tarafından kullanılabilme özelliğine sahip olma potansiyeline sahip olduğu değerlendirilmektedir.

ABSTRACT

DEVELOPMENT OF EDUCATIONAL OPTICAL MARK RECOGNITION SYSTEM WITH NI LABVIEW

This master thesis aims to develop a computer software based on vision inspection which can read optical answer sheets prepared for the multiple-choice test examination type and evaluation of the software application results. The reading and evaluation of exam papers is an important activity that takes a significant portion of the educators' time. Accurate implementation of this activity is extremely important in terms of quantification and consideration of education. In the application part of this master thesis, a computer software developed by NI LabVIEW graphical application development environment was used to automatically read answer papers scanned in JPEG format using any copier or printer without the need for an optical reading device. The preliminary tests of the developed software were made with optical answer sheets which includes maximum 50 answers have prepared and it was seen that successful results were obtained. Additionally, the developed software is able to report test results and test answer analysis as output. The developed program which only requires a computer and a device able to scan papers in JPEG format, is evaluated to have the potential to be used by wider set of educators besides simplicity and high speed and accuracy compared to expensive optical reading devices.

SEMBOLLER

N : Sayı terminali

i : İterasyon sayısı



KISALTMALAR

2D	: Two Dimensional
3D	: Three Dimensional
AVI	: Audio Video Interleave
DLL	: Dynamic-Link Library
EXE	: Executable
FFT	: Fast Fourier Transform
FPGA	: Field Programmable Gate Array
GigE	: Gigabit Ethernet
GPIO	: General Purpose Interface Bus
IP	: Internet Protocol
JPEG	: Joint Photographic Experts Group
LabVIEW	: Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench
NI	: National Instruments
NXG	: Next Generation
OCR	: Optical Character Recognition
OCV	: Optical Character Verification
OPC UA	: OLE for Process Control Unified Architecture
OpenCV	: Open Source Computer Vision
RS232	: Recommend Standard number 232
RS485	: Recommend Standard number 485
TCP	: Transmission Control Protocol
UDP	: User Datagram Protocol

USB : Universal Serial Bus

VI : Virtual Instruments



ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1. Klasik yazılı sınav örneği.....	6
Şekil 2.2. Kısa cevaplı test sınav örneği.....	8
Şekil 2.3. Eşleştirmeli sınav örneği.....	10
Şekil 2.4. Doğru – yanlış test sınavı örneği.....	12
Şekil 2.5. Çoktan seçmeli sınav örneği	14
Şekil 3.1. İki adet sayıyı toplama işlemi yapan NI LabVIEW programının kullanıcı ara yüzü (<i>Front Panel</i>)(üstte) ve program kaynak kodu (<i>Block Diagram</i>) (altta)	19
Şekil 3.2. NI LabVIEW'in temel bileşenleri.....	20
Şekil 3.3. <i>Front Panel</i> penceresi ve <i>Controls</i> listesi.....	21
Şekil 3.4. <i>Block Diagram</i> penceresi ve <i>Functions</i> listesi.....	22
Şekil 3.5. <i>Icon/connector pane</i>	23
Şekil 3.6. <i>For</i> döngüsü	24
Şekil 3.7. <i>While</i> döngüsü.....	25
Şekil 3.8. <i>Event</i> yapısı	25
Şekil 3.9. <i>Case</i> yapısı	26
Şekil 3.10. NI LabVIEW'de veri akışı.....	27
Şekil 3.11. <i>Express VI</i> örneği (<i>Simulate signal</i> fonksiyonu).....	28
Şekil 3.12. <i>Express VI</i> konfigürasyon penceresi (<i>Simulate signal</i> fonksiyonu).....	29
Şekil 3.13. Genel olarak Standard VI fonksiyonları ile oluşturulmuş bir NI LabVIEW kodu	29
Şekil 3.14. Genel olarak Düşük-seviye VI fonksiyonları ile oluşturulmuş bir NI LabVIEW kodu	29
Şekil 4.1. NI LabVIEW'de görüntü işleme fonksiyonlarına erişim.....	33
Şekil 4.2. <i>Vision Acquisition</i> fonksiyonuna erişim.....	34
Şekil 4.3. <i>Vision Acquisition</i> – görüntü aktarma kaynağının seçilmesi	35
Şekil 4.4. <i>Vision Acquisition</i> – görüntü aktarma şeklinin seçilmesi	36
Şekil 4.5. <i>Vision Acquisition</i> – görüntü aktarma ayarlarının konfigüre edilmesi.....	37
Şekil 4.6. <i>Vision Acquisition</i> – kontrol ve göstergelerin seçilmesi	38
Şekil 4.7. <i>Vision Assistant</i> fonksiyonuna erişim.....	39
Şekil 4.8. <i>Vision Assistant</i> – genel görünümü	40
Şekil 5.1. Program için hazırlanan cevap kağıdı formatı	46

Şekil 5.2. Teker teker kağıt okuma programı – kullanıcı ara yüzü	48
Şekil 5.3. Teker teker kağıt okuma programı – çalışma algoritması.....	49
Şekil 5.4. Teker teker kağıt okuma programı – referans cevap anahtarının seçilmesi... 50	
Şekil 5.5. Teker teker kağıt okuma programı – “Cevap Anahtarı ve Öğrenci Kağıtlarının Bulunduğu Klasör” bölümü.....	51
Şekil 5.6. Teker teker kağıt okuma programı – “Klasördeki Dosya Sayısı” bölümü	51
Şekil 5.7. Teker teker kağıt okuma programı – soru sayısının girilmesi	51
Şekil 5.8. Teker teker kağıt okuma programı – “OKU” butonu	52
Şekil 5.9. Teker teker kağıt okuma programı – “OKU” butonuna basıldığında güncellenen bölümler	53
Şekil 5.10. Teker teker kağıt okuma programı – pasif hale gelmiş “OKU” butonu	54
Şekil 5.11. Teker teker kağıt okuma programı – “DUR” butonu.....	54
Şekil 5.12. Teker teker kağıt okuma programı – sonuç raporu	55
Şekil 5.13. Teker teker kağıt okuma programı – soru analiz raporu	56
Şekil 5.14. Çoklu kağıt okuma programı – kullanıcı ara yüzü.....	59
Şekil 5.15. Çoklu kağıt okuma programı – çalışma algoritması	59
Şekil 5.16. Çoklu kağıt okuma programı – referans cevap anahtarının seçilmesi	60
Şekil 5.17. Çoklu kağıt okuma programı – soru sayısının girilmesi	61
Şekil 5.18. Çoklu kağıt okuma programı – “OKU” butonu	61
Şekil 5.19. Çoklu kağıt okuma programı – “OKU” butonuna basıldığında güncellenen bölümler.....	63
Şekil 5.20. Çoklu kağıt okuma programı – sonuç raporu.....	65
Şekil 5.21. Çoklu kağıt okuma programı – soru analiz raporu.....	66
Şekil 5.22. Örnek analiz raporu uygulaması– başarı analizi yüzdesi grafiği	67

TABLO LİSTESİ

Tablo 3.1. NI LabVIEW modül ve eklentileri	30
---	----



1. GİRİŞ

1.1. Genel Bilgiler

Eğitim ve öğretim sektöründeki en önemli gerekliliklerden birisi, bu sektörle alakalı güncel teknolojilerin bu sektörün her aşamasında kullanılması gerekliliğidir. Bu konuda eğitimcilerle oldukça iş düşmektedir. Örneğin teknolojinin eğitimciler tarafından kullanımı sayesinde, sınıf ortamının ötesinde de öğrenme işlevinin gerçekleşebilmesine olanak sağlanır [1]. Buna ek olarak teknoloji sadece doğrudan öğrenciyi ilgilendiren ve durumlar için değil, eğitimcilerin her açıdan verimini yükseltmek amacıyla da kullanılması oldukça önemlidir. Eğitimcilerin veriminin yükselmesi, eğitim niteliğinde de yükseliş anlamına gelir. Bunun sağlayabilmenin en doğru ve kısa yollarından bir tanesi, eğitimcilerin yaptığı işlerde en güncel teknolojik yazılımlardan ve donanımlardan faydalanmasıdır.

Sınav kâğıtlarının okunması eğitimcilerinin önemli bir vaktini alan aktivitelerin başında gelir. Sınıfların kalabalık olmasıyla paralel olarak, bu aktivite bazen eğitimcilerinin günlerini bile alan aktivite haline gelir. Buna ek olarak bu sınav kâğıtlarının okunması aktivitesinin bir insan tarafından yapılması, ister istemez hata yapılma ihtimalini her zaman mümkün kılmaktadır. Sınav kâğıdı okurken yapılan bu hataları en aza indirmenin en kısa ve basit yolu bu aktiviteyi bir bilgisayar programı yoluyla gerçekleştirmek olacaktır.

Çoktan seçmeli sınav ve klasik yazılı sınav türleri, eğitimde en çok kullanılan sınav türlerinin başında gelir. Eğitimcinin öğrencilerden ne öğrendiğiyle ilgili beklentisi ve dersin/konuyu içeriği, eğitimcinin gerçekleştireceği sınavın klasik yazılı sınav mı yoksa çoktan seçmeli sınav mı olacağını belirleyen en önemli parametrelerdir. Genel olarak ifade etmek gerekirse çoğu eğitimci için, sayısal dallardaki derslerde öğrencilerin o dersle alakalı önemli formülleri öğrenip öğrenmediği ve kullanma şekli oldukça önem arz eder. Eğitimciler bu tip derslerde daha çok sınavları klasik yazılı sınav türünde yapmayı tercih eder. Çoktan seçmeli sınav türüne kıyasla, klasik yazılı sınavlarda sorulan soru sayısı daha az olur. Çoktan seçmeli sınav ise daha çok sözel ağırlıklı derslerde/konularda eğitimciler tarafından tercih edilen sınav türüdür. Çoktan seçmeli sınavda klasik yazılı sınava göre daha çok soru sorulabilme olanağı vardır. Böylelikle

eğitici tarafından işlenen konuları daha çok içerecek şekilde bir sınav uygulanabilir. Klasik yazılı sınav türünde hazırlanmış sınav kâğıtlarının insan haricinde hazırlanmış bir program tarafından okunması bazı şartlardan dolayı günümüz teknoloğisi ile pek mümkün görünmemektedir. Bundan dolayı sınav lme değerlendirme yöntemleri ile ilgili yazılımsal çalışmalar daha çok çoktan seçmeli sınav türü ile alakalıdır.

1.2. Amaç ve önem

Eğitici tarafından öğretilen bir dersin/konunun öğrenciler tarafından yeterince öğrenip ğrenilmediğini ölçmek ve değerlendirmek hayati öneme sahiptir. Eğitimde ğrencilerin davranışlarının gözlenmesi amacıyla en çok kullanılan metot, sınavlardır [2]. Günümüzde klasik yazılı sınavlar, kısa cevaplı testler, szlı sınavlar, eşleştirmeli sınavlar, doğru – yanlış testleri ve çoktan seçmeli sınavlar gibi çok farklı sınav tipleri kullanılmaktadır. Bunların hazırlanması, kontrolü, organizasyonu, sınav kâğıtlarının çoğaltılması, sınav sonuçlarının değerlendirilmesi gibi işlemler çok fazla kaynak ve zaman gerektirmektedir [3]. Bu nedenlerden dolayı sınavlar, eğitimciler tarafından çok sık aralıklarla yapılamamaktadır. Bu da öğrenme olayının tam olarak gerçekleştirip gerçekleşmediğinin tespitini zorlaştırmaktadır. Verilen eğitimin iyileştirilmesi için öğrenme olayının gerçekleşip gerçekleşmediği, daha sık aralıklarla kontrol edilmelidir. Bu yüksek lisans tezinin amaçlarından bir tanesi de, eğitimde öğrenme olayını kontrol amacıyla yapılan sınavlar için harcanılan zaman ve kaynak miktarının azaltılması ve buna bağlı olarak sınavların daha sık şekilde yapılabilmesine yardımcı olmaktır.

oktan seçmeli tür sınavların okunması ve değerlendirilmesi amacıyla kullanılan en yaygın yaklaşım optik kağıt okuyucu sistemlerinin kullanılmasıdır. Bu sistemlerin yapısını iki temel bileşen oluşturmaktadır: Sınav kâğıtların yerleştirildiği bir donanım ve bu donanımla uyumlu çalışan bir bilgisayar yazılımı. Bu sistemde maliyeti arttıran bileşen donanım bileşenidir. Ayrıca bu donanım bileşenin ebatlarının büyük olması nedeniyle yerleştirileceği ortamda belirli bir yer işgal etmektedir. Bu durum optik kağıt okuyucu sistemlerinin önemli bir dezavantajıdır. Bu sistemlerle beraber gelen yazılımın kullanıcıya açık ve esnek bir yapısının olmaması; bunun sonucu olarak da kullanıcı tarafından yazılım üzerinde herhangi bir değerlik yapılamaması diğer önemli bir dezavantajdır. Son olarak; sadece alınan optik kağıt okuyucu sistemiyle uyumlu olan optik kağıt formatının kullanılması zorunluluğu olması da büyük bir dezavantaj olarak

belirtilebilir.

NI LabVIEW yazılım geliştirme ortamı kullanılarak geliştirilen yazılım uygulamasında, optik kağıt okuyucu sistemlerinde bulunan fiziksel donanıma gerek duyulmamaktadır. Sınav kâğıdı bu fiziksel donanım yerine, hemen her çalışma ortamında bulunan tarayıcı özellikli bir yazıcı veya fotokopi makinesi ile taranarak bilgisayara aktarılmaktadır. Bu işlemi takiben, taranan sınav kağıtları NI LabVIEW yazılım geliştirme ortamında yazılmış bir bilgisayar programı uygulaması tarafından okunmaktadır. Bu açıdan bakıldığında bu uygulamanın “Herhangi bir fiziksel donanım maliyeti yoktur” denilebilir. Ek olarak, bu uygulamada programı tasarlayan kişi istediği optik kâğıt formatını ve soru sayısını tasarlayabilme olanağına sahiptir [4] . Bu konudaki detaylar ilerleyen bölümlerde açıklanacaktır.

2. EĞİTİMDE ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

2.1. Eğitimde Ölçme ve Değerlendirmenin Önemi

Değerlendirme, bir sistemdeki öğelerin planlandığı gibi işleyip işlemediğini, varsa her hangi bir noktada işlemeyen kısımların belirlenip sistemin planlandığı gibi işler hale getirilmesi için onarılmasına en önemli katkıyı sağlayan süreçtir. Değerlendirmenin ön şartı ölçmedir. Ölçme işleminden elde edilen sonuçlar olmadan değerlendirme mümkün olmaz [5].

Öğrencilerin başarı durumlarının yeterli sıklıkla ölçülüp değerlendirilmesi, sınıftaki öğretimin doğru bir şekilde yürütüldüğünü garanti altına alan en önemli süreçlerden biridir [6].

Eğitimde ölçme ve değerlendirme kavramı, eğitimin esas amacı olan öğrenmenin gerçekleşip gerçekleşmediğini, gerçekleştiyse gerek eğitim verilen grup içerisinde gerek bireysel olarak öğrenmenin hangi oranda gerçekleştiğinin ölçülebilmesi ve ölçülen bu sonuçların yorumlanmasını kapsar. Bu yapıyla ölçme ve değerlendirme kavramı, eğitim süreci içerisinde çok önemli bir yere sahiptir.

Günümüzde eğitimcilerin, eğitim sürecinde modern eğitim tekniklerini ve teknolojiyi kullanmaları nasıl bir zorunluluk haline aldıysa, eğitimin ölçme ve değerlendirme sürecinde de teknolojiden faydalanmaları artık kaçınılmaz hale gelmiştir. Böylelikle eğitimciler hem daha gelişmiş sınav teknikleri uygulayabilmekte, hem de bu süreçte zamandan önemli oranda tasarruf edebilmektedirler.

2.2. Sınav Türleri

2.2.1. Klasik yazılı sınav

Eğiticiler tarafından en çok tercih edilen sınav türlerinden biridir. Açık uçlu sınav olarak da tanımlanan bu sınav türünde, öğrencilere sorular ya yazdırılır ya da yazılı verilir. Önceden belirlenmiş bir süre zarfında öğrencilerin bu soruları yine yazılı olarak cevaplamaları istenir [7].

Genel olarak bu tür sınavlarda sorulan soru sayısı, diğer sınav türlerinde sorulan soru sayılara göre daha azdır, bu yüzden de hazırlanması diğer sınav türlerine göre daha kolaydır. Sorulan soru sayısı az olduğundan, bu sınav türü uygulandığında öğrencinin bilgi seviyesi kapsamlı olarak ölçülemeyebilir. Her ne kadar klasik yazılı sınavların hazırlanması kolay olsa da, kâğıtların okunması sınavı yapan kişinin önemli bir zamanını alabilir.

Ayrıca bu tür sınavlar, kendilerini yazılı olarak ifade etmekte zorlanan öğrenciler için bir dezavantaj oluşturmaktadır. Yazısı zor okunan öğrencilerin sınav kâğıtlarının değerlendirilmesi de eğitici açısından bir zorluk teşkil etmektedir.

Bu tür sınavların diğer bir dezavantajı da kâğıtlar okunurken not hesaplamalarında hata yapılabilmesine açık olmasıdır.

**Marmara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Mekatronik Mühendisliği Yüksek Lisans Programı
Mekatronik Tasarımda Sonlu Elemanlar Uygulamaları Dersi Final Sınavı**

Sorular

- 1) Sonlu elemanlar analizi ne demektir? Açıklayınız. Avantaj ve dezavantajları nelerdir?
- 2) Serbestlik derecesi nedir? Örnek vererek açıklayınız.
- 3) Ayrık ve sürekli sistemler nedir? Tanımlayınız. Aralarındaki başlıca farklılıkları açıklayınız.
- 4) Sonlu elemanları analizinin modelleme aşamasındaki adımların her birini açıklayınız.

Her soru 25 puandır. Başarılar dilerim.

Şekil 2.1. Klasik yazılı sınav örneği

2.2.2. Kısa cevaplı testler

Kısa cevaplı testler, klasik yazılı sınavların daha basitleştirilmiş hali olarak tanımlanabilir. Klasik yazılı sınavlarda sorular daha genel ve ucu açık olurken, kısa cevaplı testlerde sorulan sorular daha spesifik ve kesindir. Sorular, doğrudan soru cümlesi şeklinde olabileceği gibi, verilen bir cümledeki boşluk veya boşlukları doldurma şeklinde de olabilir. Bu tür sınavlarda öğrencilerin sorulan soruları kısa şekilde bir şekilde cevaplandırmaları beklenir.

Bu tür sınavlarda, klasik yazılı sınava göre daha fazla adette soru sorulabilir. Sorulan soruların kesinliği ve adet sayısının fazla olması, bu tür sınavların kapsayıcılığını arttırması açısından oldukça önemli bir avantajdır.

Klasik yazılı sınavlarda olduğu gibi, kısa cevaplı testlerde de kendilerini yazılı olarak ifade etmekte zorlanan öğrenciler için bir dezavantaj söz konusudur. Yazısı zor okunan öğrencilerin sınav kâğıtlarının değerlendirilmesi de eğitici açısından yine bir zorluk olarak değerlendirilebilir. Bu tür sınavlarda kâğıdın puanlaması yapılırken de hesaplama hataları söz konusu olabilir.

Marmara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Mekatronik Mühendisliği Yüksek Lisans Programı
Mekatronik Tasarımda Sonlu Elemanlar Uygulamaları Dersi Final Sınavı

Aşağıda verilmiş olan ifadelerden, cümle içerisinde boşluk olan ifadelerde; boşluğa uygun ifadeyi yazınız. Soru şeklinde olan ifadeleri ise kısaca cevaplayınız.

Sorular

- 1) Sonlu sayıda serbestlik dereceli sistemlere ne denir?
- 2) Sürekli sistemin belirli değişkenlere göre durumu denklemler kullanılarak incelenebilir.
- 3) FEA programlarının fiziksel bir modeli (CAD) alt parçalara ayırma işlemine denir.
- 4) FEA programlarının fiziksel bir modeli (CAD) ayırdığı her bir alt parçaya denir.
- 5) Daha çok tek boyutlu ve basit problemler için uygun olan FEA yaklaşımının adı nedir?
- 6) bir fonksiyonelin (bağımsız değişkeni fonksiyon olan bir fonksiyonun) ekstremize yani maksimum ve minimum edilmesi demektir.
- 7) Sonlu elemanlar yöntemindeki ilk aşama nedir?
- 8) Eksenel simetrik özellik gösteren problemlerin çözümünde elemanlar kullanılır.
- 9) Üç boyutlu elemanlar grubundaki temel eleman nedir?
- 10) cismin çeşitli kısımlarındaki elastik yer değiştirmelerin ölçülebileceği bir referans sağlar.

Her soru 10 puandır. Başarılar dilerim.

Şekil 2.2. Kısa cevaplı test sınav örneği

2.2.3. Sözlü sınavlar

Sözlü sınavlarda eğitimciler, öğrencilerin bilgilerini ölçmek için onlarla doğrudan karşılıklı iletişim içerisine girerek sorular sorar. Aynı anda sadece bir öğrenciye bu sınav uygulanabilir. Dolayısıyla bir öğrenci grubuna uygulanması eğiticinin önemli bir vaktini alır.

Bu tür sınavlarda, kendilerini sözlü olarak ifade etmekte zorlanan öğrenciler güçlük çekebilir. Ayrıca eğer bu sınav türü diğer öğrencilerin de bulunduğu bir sınıf ortamında gerçekleştiriliyorsa, topluluk içerisinde kendini ifade etmeye alışkın olmayan öğrenciler açısından da bu durum önemli bir zorluk teşkil edebilir.

Sınav yüz yüze uygulandığından, sınav gerçekleştirilirken eğiticinin öğrenciye yaklaşımı öğrencinin sınav performansını etkileyebilir.

Öğrencinin sorulara cevabının yanında, diğer etmenler de (Öğrencinin dış görünüşü, konuşma hızı, soruları cevaplarırken kendinden emin olması/olmaması vs.) eğiticinin sınav değerlendirmesini etkileyebilir. Bu açıdan tam objektif bir yönünün olmadığı söylenebilir.

Bu sınav türünde öğrenciye hem ucu açık hem de kısa cevaplı sorular sorulabilir. Bu açıdan eğiticiye önemli bir esneklik sağlar.

2.2.4. Eşleştirmeli sınavlar

Eşleştirmeli sınavlarda sorular ve cevaplar bir arada verilir. Öğrenciden ilgili soruya karşılık cevabı, bütün cevaplar içerisinde bulup soruyla eşleştirmesi beklenir.

Bu tür sınavlarda öğrenci cevabı yazmaz, bir işaret kullanarak (Örneğin soru ve cevap arasına çizilen bir ok işaret veya çizgi) veya harf/rakam koduyla (A,B,C, 1, 2, 3 vb.) soruyu ve doğru olduğunu düşündüğü cevabını eşleştirir.

Bu sınav türüne ait soru türleri günümüzde özellikle yabancı dil eğitimi ile alakalı derslerin sınavlarında kısmi olarak kullanılmaktadır.

Eşleştirmeli sınavlar eğitici açısından değerlendirildiğinde, bu tür sınavların puanlamasının kolay olduğu söylenebilir.

Marmara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Mekatronik Mühendisliği Yüksek Lisans Programı
Mekatronik Tasarımda Sonlu Elemanlar Uygulamaları Dersi Final Sınavı

Aşağıda verilmiş olan tablonun sağ tarafında bulunan ifadelerin yanındaki boşluğa, sol taraftaki tanımlamalardan doğru olanlarının numarasını yazarak eşleştiriniz.

Sorular

- 1) Bir sistemin bütün parçalarının herhangi bir zamanda konumlarının tamamen belirli olması için gerekli birbirinden bağımsız minimum koordinat sayısı.
- 2) Sonlu sayıda serbestlik dereceli sistem.
- 3) Serbestlik derecesi sonsuz olan sistem.
- 4) Karmaşık olan problemlerin daha basit alt problemlere ayrılarak her birinin kendi içinde çözülmesiyle tam çözümün bulunduğu bir çözüm şekli.
- 5) Sonlu elemanlar analizi programlarında alt parçalara ayırma işlemi.
- 6) Toplam potansiyel enerjinin minimize edilmesi esasına dayanır.
- 7) Çeşitli mühendislik problemlerine kabul edilebilir bir yaklaşımla çözüm arayan sayısal çözüm yöntemi.
- 8) Fiziksel bir sistemin alt parçalara ayrılarak matematiksel olarak ifade edilmesi.
- 9) Eleman üzerindeki alan değişkeninin değişimi için kullanılan örnek fonksiyon.
- 10) Sonlu elemanlar analizinde ilk aşama.

- ... Sürekli sistem
- ... Rayleigh – Ritz yöntemi
- ... Analiz tipini seçme
- ... Sonlu elemanlar metodu
- ... Polinom
- ... Sonlu elemanlar yöntemi
- ... Ayrık sistem
- ... Sonlu elemanlar analizi
- ... Mesh ağlara bölme
- ... Serbestlik derecesi

Şekil 2.3. Eşleştirmeli sınav örneği

2.2.5. Doğru – yanlış testleri

Doğru – yanlış testlerinde sınavı uygulayan eğitici tarafından öğrenciye konuyla ilgili ifadeler verilir ve bu ifadeleri doğru mu yoksa yanlış mı olduğunu sorulur. Öğrenci seçimini verilen ifadenin yanına bir işaret (Örneğin doğruysa ✓, yanlışsa X) veya harf (Örneğin doğruysa D, yanlışsa Y) koyarak seçimini belirtir.

Öğrenci açısından bakıldığında, sorunun doğru olduğunu bilme yüzdesi (% 50) oldukça yüksektir. Bu tür sınavlara eğitici açısından bakıldığında, puanlamasının yapılması ve sınav kâğıtlarının okunması kolaydır.



Marmara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Mekatronik Mühendisliği Yüksek Lisans Programı
Mekatronik Tasarımda Sonlu Elemanlar Uygulamaları Dersi Final Sınavı

Aşağıda verilmiş olan ifadelerin yanlarında bulunan boşluğa, ifade doğruysa D, yanlış ise Y yazarak soruları cevaplayınız.

Sorular

- 1) ... Bir sistemin bütün parçalarının herhangi bir zamanda konumlarının tamamen belirli olması için gerekli birbirinden bağımsız minimum koordinat sayısına serbestlik derecesi denir.
- 2) ... Uzayda bir noktaya maksimum 6 serbestlik derecesi tanımlanabilir.
- 3) ... Serbestlik derecesi sonsuz olan sistemlere sürekli sistem denir.
- 4) ... Sürekli sistemin belirli değişkenlere göre durumu kısmi türevli diferansiyel denklemler kullanılarak incelenebilir.
- 5) ... Sonlu elemanlar yöntemi, çeşitli mühendislik problemlerine kabul edilebilir bir yaklaşımla çözüm arayan bir sayısal çözüm yöntemidir.
- 6) ... Sonlu elemanlar metodunun üç temel niteliği vardır.
- 7) ... Sonlu elemanlar analizi yaklaşık bir metottur.
- 8) ... Sonlu elemanlar analizinin ilk aşaması analiz tipini seçmektir.
- 9) ... Direkt yaklaşım, daha çok tek boyutlu ve basit problemler için uygundur.
- 10) ... Galerkin yönteminde, ağırlık fonksiyonları olarak baz fonksiyonları seçilir.
- 11) ... Sonlu elemanlar yönteminin son adım sistem denklemlerinin çözümüdür.
- 12) ... İnterpolasyon fonksiyonu, alan değişkeninin (gerilme, yer değiştirme, sıcaklık vb.) eleman üzerindeki değişimini temsil etmektedir.
- 13) ... Eleman direngenliğinin bulunması, elemana etki eden dış etkenler ile alan değişkenleri arasında bir ilişki kurmak anlamına gelmektedir.
- 14) ... Sistem direngenlik matrisi sistemin düğüm sayısı ve her düğümdeki serbestlik derecesine bağlı olarak belirlenir.
- 15) ... Sınır şartları, cismin çeşitli kısımlarındaki elastik yer değiştirmelerin ölçülebileceği bir referans sağlar.
- 16) ... Rayleigh-Ritz yöntemi, toplam potansiyel enerjinin minimize edilmesi esasına dayanır.
- 17) ... Sonlu eleman maksimum 6 serbestlik derecesi kullanır.
- 18) ... Sonlu sayıda serbestlik dereceli sistemlere ayrık sistem denir.
- 19) ... Sonlu sistemler ayrık olarak adlandırılır ve hareketleri adi diferansiyel denklemlerle gösterilebilir.
- 20) ... Elastik gövde yaklaşımı, çok sayıda kısmi türevli diferansiyel denklemin çözümünü gerektirmektedir.

Her soru 5 puandır. Başarılar dilerim.

Şekil 2.4. Doğru – yanlış test sınavı örneği

2.2.6. Çoktan seçmeli sınavlar

Çoktan seçmeli sınavlarda, verilen bir ifadeye uygun doğru cevabın öğrenci tarafından seçilmesi beklenir. Bu tür sınavların değerlendirilmesi oldukça objektiftir. Uygulanış şekline göre sınavda sorulan soruların seçeneklerinden bir veya birden fazlası doğru olabilir.

Çoktan seçmeli sınavların hazırlanması önemli bir vakit alır. Yüksek adette soru sorulabildiğinden öğrencinin bilgi seviyesi kapsamlı bir şekilde ölçülebilir. Opsiyonel olarak sınavdaki belli sayıdaki yanlış cevabın, yapılan doğru cevap sayısından düşürülmesi uygulanabilir. Günümüzde bu tip sınavlar oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır.

Çoktan seçmeli sınavlarda işaretlemeler soruların yazılığında olduğu sınav kâğıdında olabileceği gibi, sadece soru numaraları ve soru şıklarının bulunduğu ayrı bir kâğıda da yapılabilir. Bu tip sınavların yazılım teknolojisi ile adaptasyonu diğer sınavlara nazaran daha kolaydır.

Bu yüksek lisans tezinde, bu tip sınavlara ait cevap kâğıtlarının NI LabVIEW tabanlı bir yazılım uygulaması ile okunması gerçekleştirilmiştir.

Marmara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Mekatronik Mühendisliği Yüksek Lisans Programı
Mekatronik Tasarımda Sonlu Elemanlar Uygulamaları Dersi Final Sınavı

Aşağıda verilmiş olan sorularda, doğru seçeneği işaretleyiniz. Her soruda sadece bir seçenek doğrudur. Başarılar dilerim.

Sorular

- 1) Bir sistemin bütün parçalarının herhangi bir zamanda konumlarının tamamen belirli olması için gerekli birbirinden bağımsız minimum koordinat sayısına ne denir?
a) Serbestlik derecesi b) Ayrık sistem c) Sürekli sistem d) Bağımlılık derecesi
- 2) Uzayda bir noktaya maksimum kaç serbestlik derecesi tanımlanabilir?
a) 6 b) 4 c) 2 d) 8
- 3) Serbestlik derecesi sonsuz olan sistemlere ne denir?
a) Sürekli b) Ayrık c) Bileşik d) Tümleşik
- 4) Sürekli sistemin belirli değişkenlere göre durumu ne tür denklemler kullanılarak incelenebilir?
a) Kısmi türevli diferansiyel denklemler b) Lineer denklemler
c) Logaritmik denklemler d) Kısmi integral denklemleri
- 5) Sonlu elemanlar analizinin ilk aşaması nedir?
a) Analiz tipini seçmek b) Malzeme özelliklerini seçmek
c) Yükleri uygulamak d) Sınır şartlarını uygulamak
- 6) Daha çok tek boyutlu ve basit problemler için uygun olan yaklaşım tipi aşağıdakilerden hangisidir?
a) Direk b) Varyasyonel c) Ağırlıklı kalanlar d) Enerji dengesi
- 7) Galerkin yönteminde, ağırlık fonksiyonları olarak hangi fonksiyonlar seçilir?
a) Baz b) Logaritmik c) Üssel d) Kök
- 8) Sonlu elemanlar yönteminin son adım nedir?
a) Sistem denklemlerinin çözümü b) Sınır şartlarının belirlenmesi
c) Etki eden kuvvetlerin bulunması d) Cismin sonlu elemanlara bölünmesi
- 9) Alan değişkeninin üzerindeki değişimini ne temsil etmektedir?
a) İnterpolasyon fonksiyonu b) Sonlu eleman sayısı
c) Analiz tipi d) Sınır şartları

Şekil 2.5. Çoktan seçmeli sınav örneği

2.3. Ölçme ve Değerlendirmede Teknolojinin Kullanımı

Teknoloji en temel anlamıyla; insan var olduğundan beri olan, insanların günlük ve profesyonel yaşamlarını kolaylaştırmak için ürettikleri ve kullandıkları her türlü araç ve gereç olarak tanımlanabilir. Teknoloji terimi, çok geniş kapsamlı bir terimdir. Burada teknoloji ile kast edilen daha elektronik tabanlı cihazlar (Bilgisayar vb.) ve bilgisayar yazılımlarıdır.

Ülkelerin gelişmiş düzeyi, refahı ve en önemlisi de gelecekleri o ülkedeki nitelikli insan sayısı ile doğru orantılıdır. Nitelikli insan kendiliğinden var olmaz. O toplumu daha iyi bir geleceğe götürmek için yeterli sayıdaki nitelikli insan sayısına, ancak bireylerine üst düzey bir eğitim sağlayabilen toplumlar ulaşılabilir.

Eğitimde üst düzeye ulaşmanın en önemli parametrelerinden birisi, teknolojiden maksimum oranda faydalanmaktır. Teknolojiden faydalanmadan oluşturulmuş bir eğitim sistemi, nitelikli insan yetiştiremez. Hatta toplumlar, eğitimde kullanılan son teknolojileri sürekli olarak takip etmeli, gerektiği yerlerde kendi mevcut olanaklarını son teknolojileri temel alarak yenilemelidir. Böylelikle eğitim sisteminin sürekli iyileştirmesine de önemli bir ölçüde katkıda bulunulmuş olunur.

Eğitim sisteminde teknolojinin kullanılması denilince akla ilk olarak teorik (Sınıf içi) ve pratik (Laboratuvar) öğrenme ortamlarında eğitimi kolaylaştırılacak araç ve gereçler gelir. Sınıf içi ortamda kullanılan teknolojik araçlara örnek olarak projeksiyon aleti, sunum yapmak için kullanılan bilgisayar, pointer gibi cihazlar sayılabilir. Sınıf içi ortamda kullanılan araç ve gereçler daha çok eğiticinin konuyu öğrencilere anlatırken işini kolaylaştırmaya yönelik araç ve gereçler olarak nitelendirilebilir.

Sınıf içi ortamda kullanılan teknolojik araç ve gereçler daha genel olabilirken, laboratuvar ortamında kullanılan teknolojik araç ve gereçler ise her derse veya bransa özgüdür. Bu ortamda kullanılan teknolojik araç ve gereçlerin temel görevi, alınan teorik bilgi sonrası öğrencilerin anlatılan konuyu o teknolojik araç ve gereçler üzerinde deneyimleyerek, öğrenmenin pekiştirilmesi ve iyileştirmesini sağlamak olarak tanımlanabilir. Bu tanımdan da anlaşılacağı üzere laboratuvar ortamında kullanılan teknolojik araç ve gereçler eğiticiden çok öğrenci ile ilgilidir.

Eğitim sisteminde teknolojinin kullanılmasının diğer boyutu da, ölçme ve değerlendirme süreçlerinde teknolojik araçlardan faydalanılmasıdır. Ölçme ve

değerlendirme en temel anlamıyla, verilen bir eğitim sonrası öğrencilerin öğrenme durumlarının ölçülmesini ve ölçülen sonuçların anlamlandırılması amacıyla yapılan değerlendirmeleri kapsar. Bu sürece öğrenciler doğrudan dâhil değildir, bu süreçler doğrudan eğitici ile ilgilidir. Öğrenciler bu süreçlerde ölçülen ve değerlendirilen taraftır.

Eğitimde ölçme süreci sınavlar vasıtası ile olur. Ölçmenin hangi sınav türü uygulanarak yapılacağını kararı eğitici verir. Bu aşamada eğiticinin öğretilecek konuya en uygun sınav türünü seçmesi oldukça önemlidir. Sınav türlerine daha önceki bölümlerde detaylı olarak değinilmişti.

Yapılan sınavlara ait kâğıtların okunması eğiticilerinin önemli vakitlerini almaktadır. Aynı zamanda puanlama bir insan (Eğitici) tarafından hesaplandığından zaman zaman hatalar yapılabilmektedir. Bu tip dezavantajların önüne geçmek için teknolojiden faydalanmak en uygun çözüm olacaktır.

Değerlendirme aşamasında ise öğrenciler tarafından sınavlardan alınan notların gerek bireysel gerek toplu olarak değerlendirilmesi yapılarak gerekli analizler gerçekleştirilir.

Daha sonraki bölümlerde detaylı olarak anlatılacağı üzere, bu yüksek lisans tezinde gerçekleştirilen uygulamada çoktan seçmeli sınav türüne ait sınav kâğıtlarının okunması ve sınav notlarının bilgisayar ortamında kaydedilmesi işlemi otomatik hale getirilmiştir.

3. NI LABVIEW

3.1. NI LabVIEW'e Genel Bakış

NI LabVIEW, National Instruments firması tarafından geliştirilmiş bir yazılım geliştirme ortamıdır. NI LabVIEW grafiksel bir yazılım geliştirme ortamıdır. NI LabVIEW genel itibariyle daha çok kontrol, test ve ölçüm uygulamalarının geliştirilmesinde tercih edilmektedir [8]. Bu uygulamaların temelinde veri toplama olarak tanımlanan bir süreç yatmaktadır. Veri toplama, dış dünyadan sensörler, veri toplama donanımları ve yazılımları yardımıyla alınan verilerin bilgisayar ortamına aktarılma süreci olarak tanımlanabilir [9]. İşte bu veri toplama sürecinde NI LabVIEW veri toplama yazılımı olarak oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır.

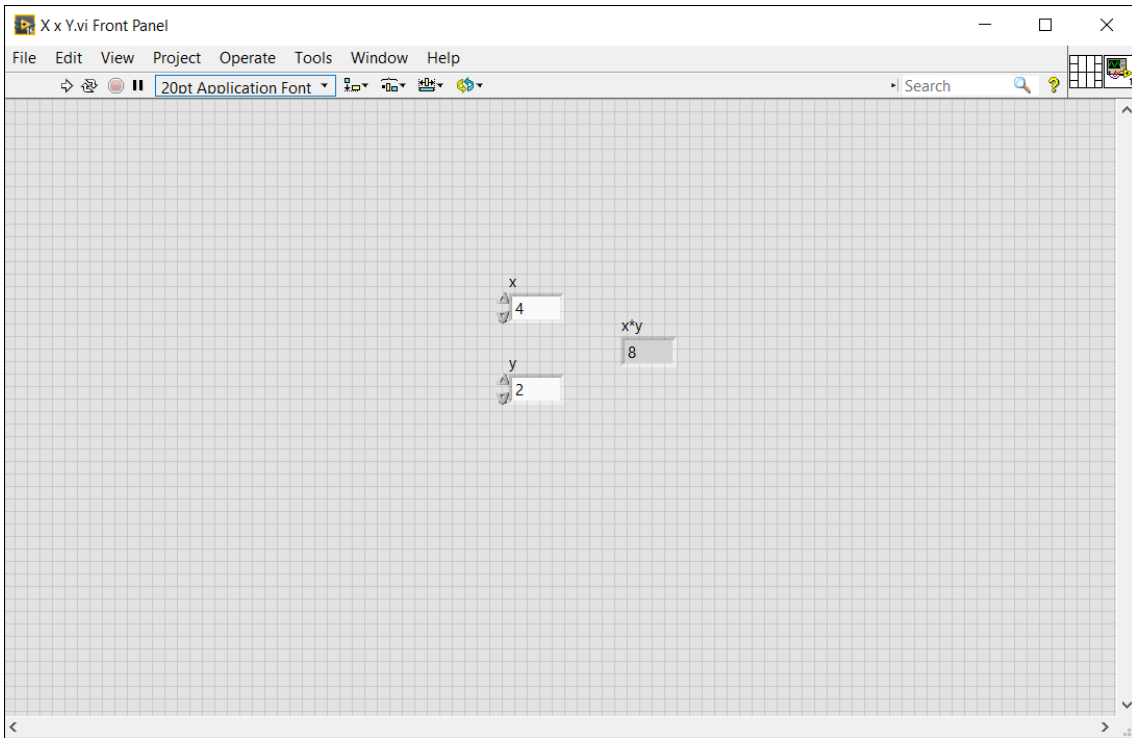
NI LabVIEW'in ilk sürümü 1986 yılında piyasaya sürülmüştür ve her yıl National Instruments tarafından geliştirilerek yeni sürümleri piyasaya çıkmaya devam etmektedir. NI LabVIEW'deki NI kısaltması *National Instruments*'i ifade ederken, LabVIEW kısaltması ise *Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench*'i ifade etmektedir [10]. Daha sonra test ve ölçüm sektöründe çok yaygın bir konsept haline alacak olan *Virtual instrumentation* yani *sanal enstrümantasyon* terimi, NI LabVIEW ile birlikte ortaya çıkmıştır.

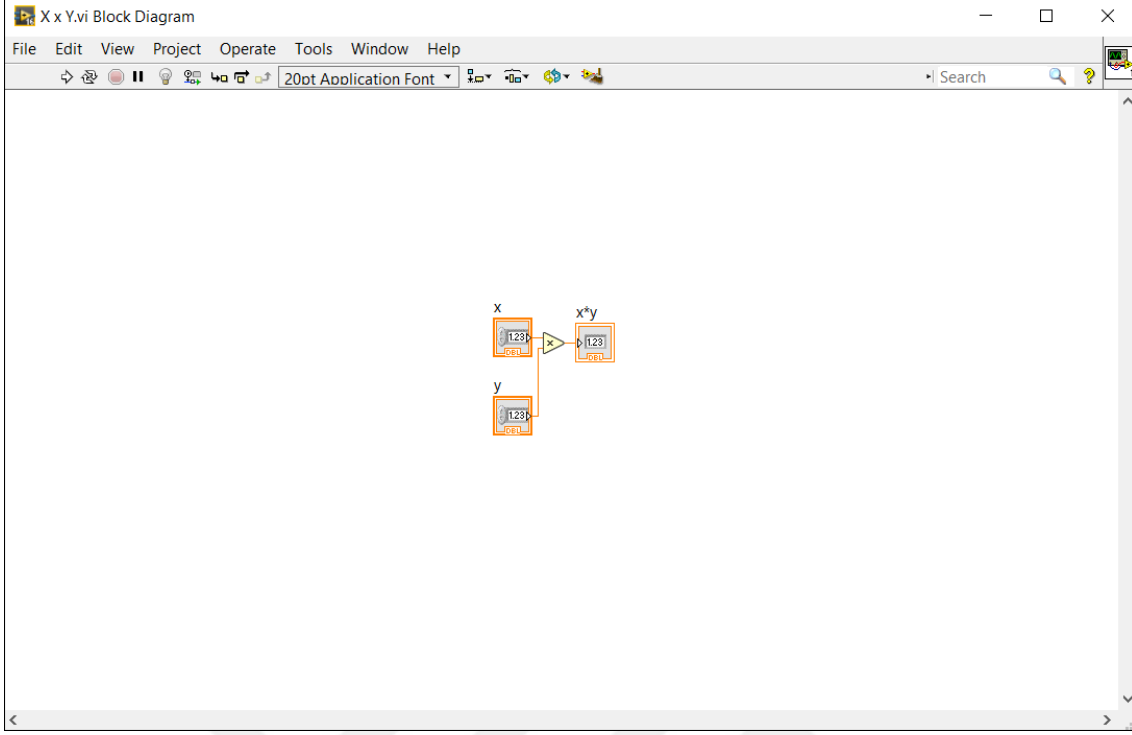
NI LabVIEW'in diğer yazılım geliştirme ortamlarına kıyasla en büyük farkı, yazılım geliştirme işleminin yazı – tabanlı değil de grafiksel olarak gerçekleştirilmesine olanak sağlamasıdır. Bu grafiksel programlama özelliğinin birçok avantajı vardır. Bunlardan en önemlilerinden bir tanesi program geliştirme süresinin yazı – tabanlı yazılım ortamlarına kıyasla daha kısa olmasıdır [11]. Buna ek olarak oluşturulan yazılımın çalışmasında bir problem meydana geldiğinde veya yazılımda bir değişiklik yapmak gerektiğinde, NI LabVIEW'de değişiklikler yapılmasının programcı açısından daha kolaydır [12]. Ayrıca NI LabVIEW ortamında kullanıcı ara yüzleri geliştirmek diğer programlama dillerine kıyasla yine daha kolaydır.

NI LabVIEW'in diğer güçlü bir yanı da çevresel bilgisayar donanımları ile yüksek performansta çalışabilmesidir. Örneğin bilgisayara takılı bir web kamerası kullanılarak NI LabVIEW ortamında bu kameradan görüntü alınabilmektedir, bilgisayara

kaydedilebilmekte ve bu görüntü üzerinde anlık veya kaydedilmiş haliyle görüntü işleme işlemleri uygulanabilmektedir. NI LabVIEW'in donanım yanının güçlü olmasının arka planında, geliştirici firma olan National Instruments'ın aynı zamanda dünya çapında özellikle test ve ölçüm sektörüne yönelik donanımlar geliştirmesi yatmaktadır.

NI LabVIEW üzerinden çok farklı haberleşme protokolleri ve donanım ara yüzleri kullanılarak çeşitli donanımlara erişebilme olanağı da mevcuttur. Bunlara örnek olarak; RS232, RS485, GPIB, TCP, UDP gibi protokoller ve ara yüzler verilebilir [13].





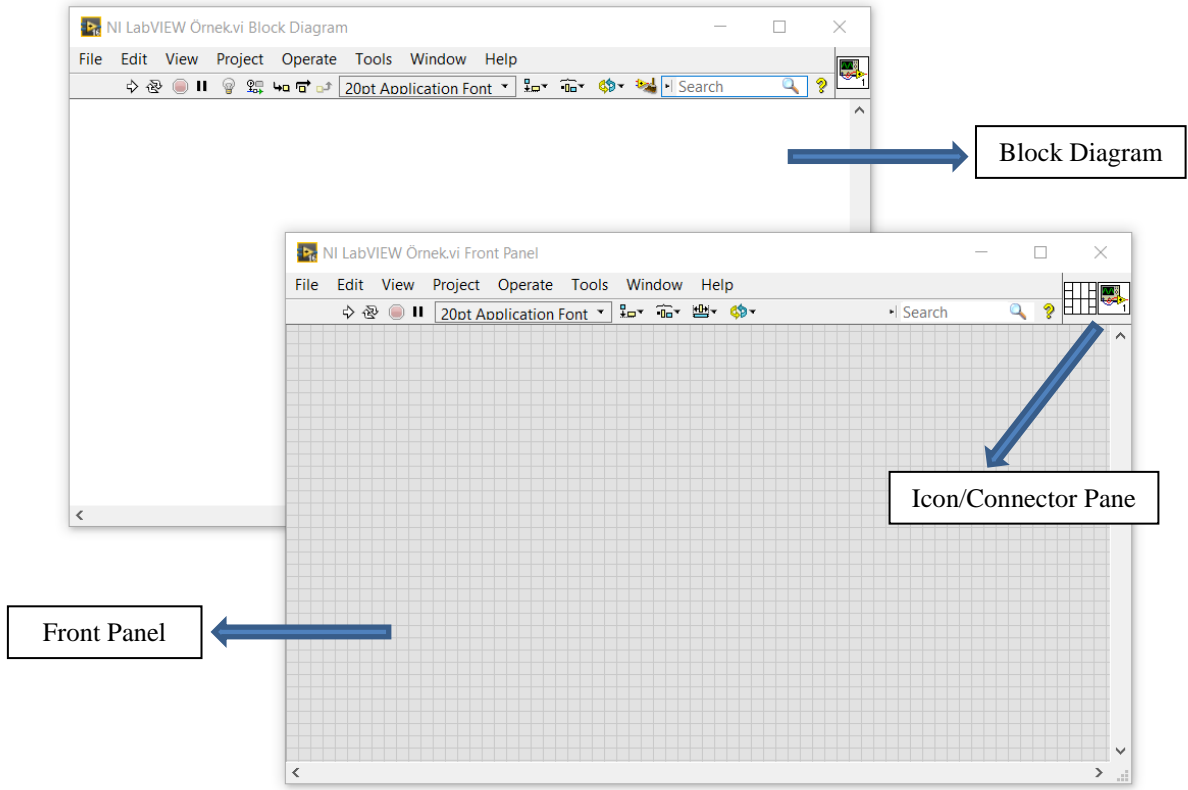
Şekil 3.1. İki adet sayıyı toplama işlemi yapan NI LabVIEW programının kullanıcı arayüzü (*Front Panel*)(üstte) ve program kaynak kodu (*Block Diagram*) (altta)

NI LabVIEW, Arduino, Rasperry PI ve BeagleBone gibi gömülü yapıya sahip donanımlarla etkileşebilme özelliğine sahiptir [14]. NI LabVIEW'in diğer yazılımlar ile entegrasyonu da mümkündür. Örneğin NI LabVIEW içerisinde DLL gibi program kütüphaneleri çağırabilmektedir. Ayrıca NI LabVIEW'de geliştirilen programların arayüzleri web üzerinden paylaşılabilir [15].

3.2. NI LabVIEW'in Temel Bileşenleri

NI LabVIEW dosyalarının uzantıları *VI* olarak isimlendirilmiştir. *VI* uzantısı ismini, *Virtual Instruments* ifadesini oluşturan kelimelerin baş harflerinden almaktadır. NI LabVIEW ile yazılmış olan programlar, NI LabVIEW kullanıcıları tarafından kısaca yine bu uzantı ismiyle, yani *VI* olarak ifade edilmektedir.

Bir *VI*'in üç temel bileşeni bulunmaktadır. Bu temel bileşenler *Front Panel*, *Block Diagram* ve *Icon/Connector Pane*'dir.

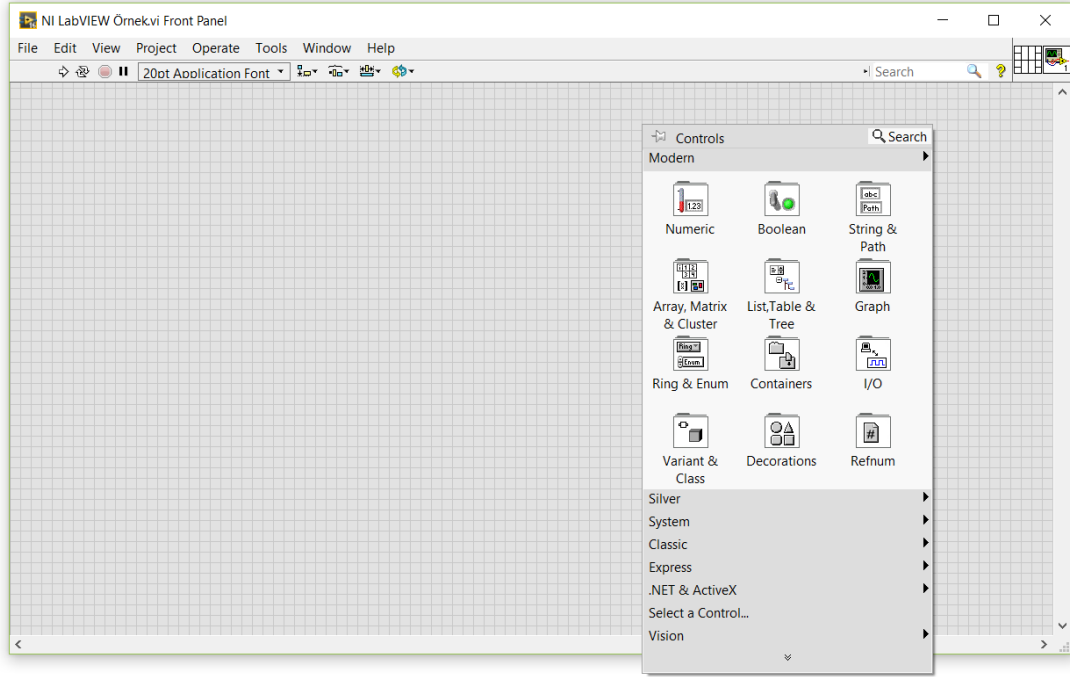


Şekil 3.2. NI LabVIEW'in temel bileşenleri

3.2.1. Front panel

Front Panel, kullanıcı ara yüzünün bulunduğu kısımdır. Programı kullanacak olan kişiler, *Front Panel*'de bulunan göstergeler, kontroller, butonlar gibi objeler vasıta ile programı izler ve kontrol eder. NI LabVIEW ile standard olarak gelen çok çeşitli ara yüz objeleri olduğu gibi, program tasarlayan kişiler arzu ederlerse kendi kullanıcı *Front Panel* objelerini de geliştirebilirler. Buna ek olarak *Front Panel*'de çok çeşitli dekoratif objeler kullanılabilir (Resimler, tablolar, grafiksel göstergeler vb.). *Front Panel*'in de bulunan objelerin yerleşimi, boyutlandırılması ve renklendirilmesi gibi yani tasarımı ile ilgili işlemler, programcı tarafından kolay bir şekilde gerçekleştirilebilir [16]. NI LabVIEW ile bir uygulama gerçekleştirilirken öncelikle *Front Panel* tasarlanmalı, ardından *Block Diagram*'a geçilmelidir.

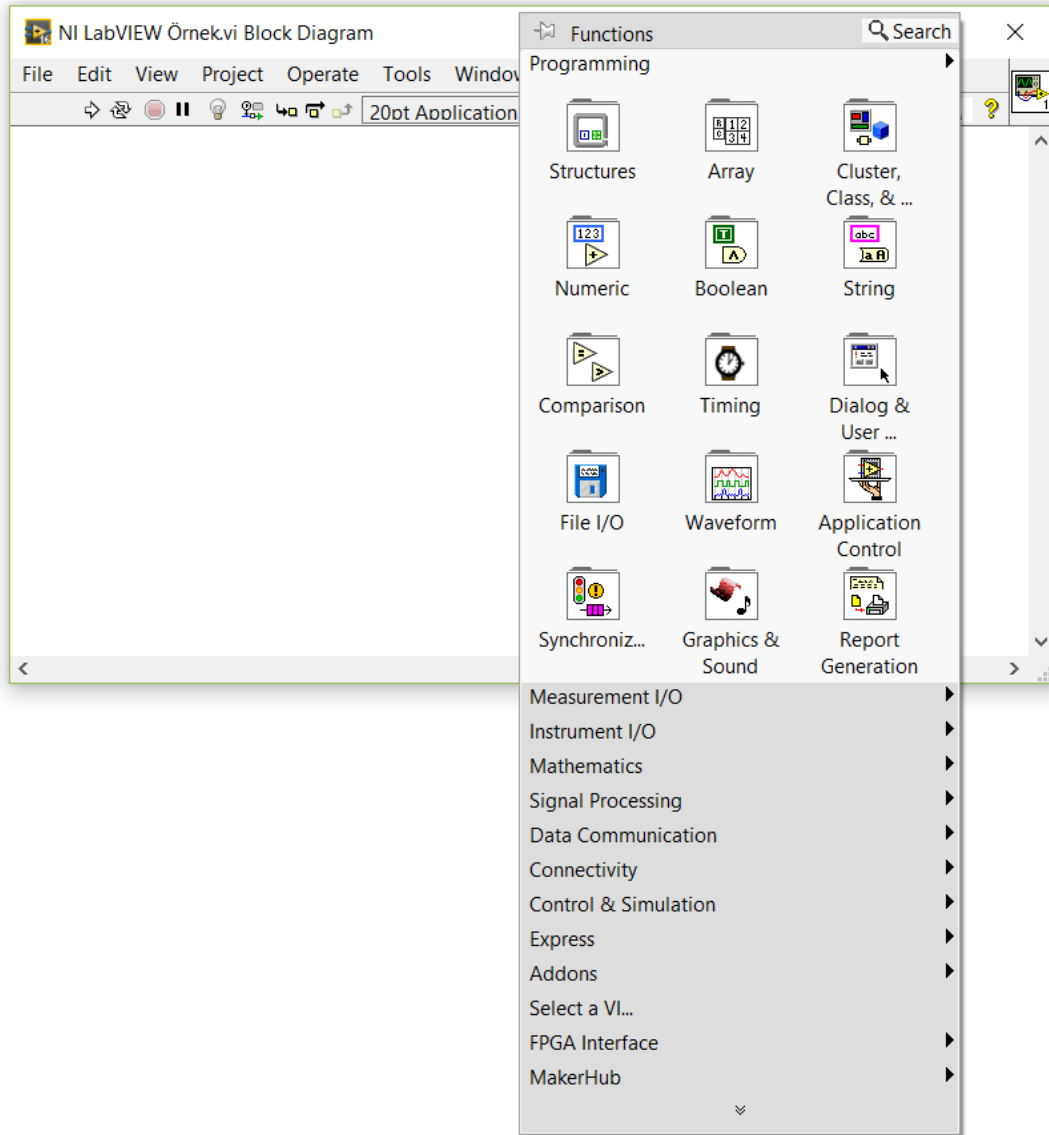
Program geliştiricileri, ara yüzde kullanacakları obje listesine, bilgisayar faresini *Front Panel* penceresine getirerek, ardından bu pencerede fareye sağ tıklayarak erişebilirler. Bu liste *Controls* olarak adlandırılmaktadır.



Şekil 3.3. *Front Panel* penceresi ve *Controls* listesi

3.2.2. Block diagram

Block Diagram, programın kaynak kodunun yazıldığı yani programlamanın yapıldığı kısımdır [17]. NI LabVIEW’de yazılan bir kod, görünüş olarak olan bir akış şemasına benzetilebilir [18]. Programı geliştiren kişi, *Block Diagram*’da bulunan programlama ile ilgili fonksiyonları kullanarak programın çalışma şeklini oluşturur. *Block Diagram*’da kablolar (*Block Diagram* objelerini birbirine bağlamak için), *Front Panel*’e yerleştirilmiş olan kontrol ve göstergelerin ikonları, programlama yapılırken kullanılacak olan fonksiyonlar gibi objeler bulunur [19].



Şekil 3.4. Block Diagram penceresi ve Functions listesi

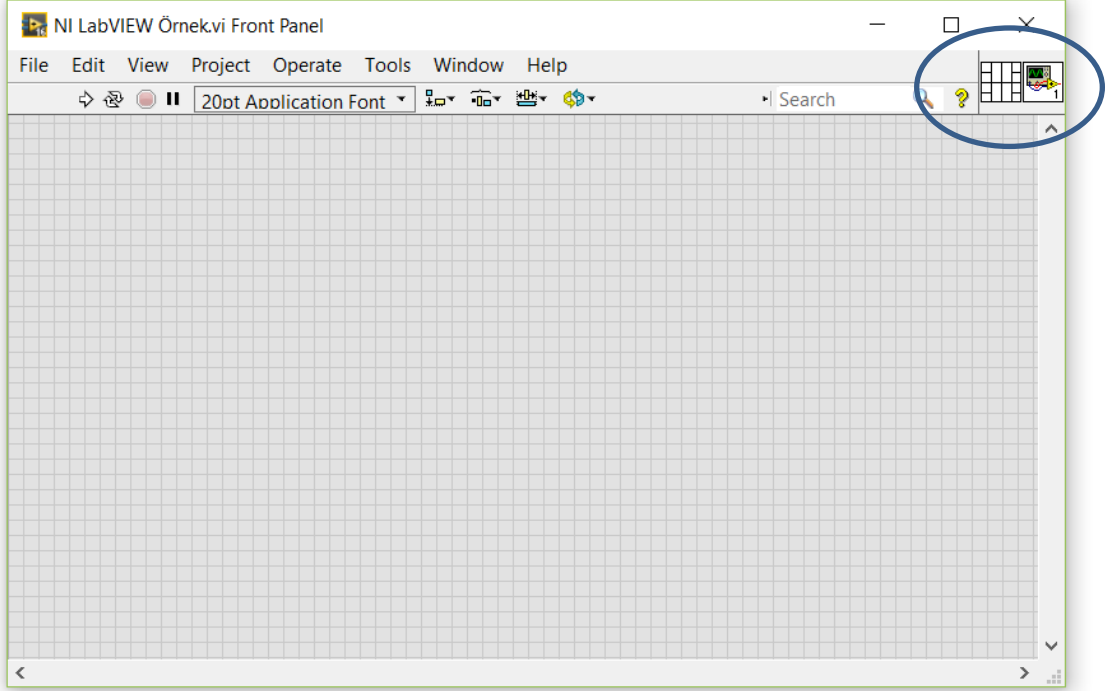
Program geliştiricileri, *Block Diagram*'da kullanacakları fonksiyon listesine tıpkı *Front Panel* penceresinde olduğu gibi, bu pencerede fareye sağ tıklayarak erişebilirler. Bu liste *Functions* olarak adlandırılmaktadır.

3.2.3. Icon/connector pane

NI LabVIEW ile oluşturulan bir program, alt-program haline getirilerek başka bir NI LabVIEW programı altında çağırılabilir. NI LabVIEW'de alt-programlar *SubVI* olarak adlandırılmaktadır. *Icon/Connector Pane* kısmında, *SubVI* olarak kullanılacak NI LabVIEW programının giriş/çıkış parametreleri belirlenir. Bu giriş/çıkış

parametreleri sayesinde ana program, *SubVI* ile iletişim kurar.

Icon/connector pane'in diğere bir özelliği de *SubVI* simgesinin belirlendiği yer olmasıdır.



Şekil 3.5. *Icon/connector pane*

Bir *SubVI*'ın yaptığı işleve uygun bir simge belirlenmesi yazılan kodun okunabilirliğini kolaylaştırır. Böylelikle programı yazan kişi, bir *SubVI*'ın işlevini hatırlamak istediği zaman, o programı açıp detaylıca analiz etmeye gerek duymadan sembolüne baktığında o *SubVI*'ın işlevini hatırlayabilir. Örneğin, işlevi sıcaklığı ölçmek olan bir *SubVI*'ın sembolünün termometre olarak belirlenmesi, o *SubVI*'ın işlevinin daha kolay hatırlanmasını sağlayacaktır.

3.3. NI LabVIEW'de Bulunan Başlıca Program Kontrol Yapıları

3.2.1. For döngüsü

For döngüsü, program içerisinde belirli bir sayıda çalışması gereken kod parçaları için

kullanılmaktadır. *For* döngüsü sınırlı tip bir döngüdür [20]. Bu döngünün kaç defa döneceği programcı tarafından önceden belirlenir. *For* döngüsünün sol üst kısmında N harfi ile belirtilmiş terminaline bağlanacak olan tam sayı tipindeki sabit ile *For* döngüsünü içerisindeki kod parçasının kaç adet çalışacağı tanımlanmış olur. *For* döngüsü ilk olarak oluşturulduğunda döngünün içinde, sol alt kısmında bulunan i harfi ile belirtilmiş olan terminal ise, *For* döngüsünün kaçınıcı döngüde olduğunu anlık olarak verir. i terminali 0'dan itibaren değer almaya başlar. İstenildiği takdirde i terminalinin yeri programı geliştiren kişi tarafından *For* döngüsünün içinde herhangi bir yere konumlandırılabilir.



Şekil 3.6. *For* döngüsü

3.2.2. While döngüsü

While döngüsü, program içerisinde belirli bir durum oluştuğunda durması veya çalışması gereken kod parçaları için kullanılmaktadır [21].



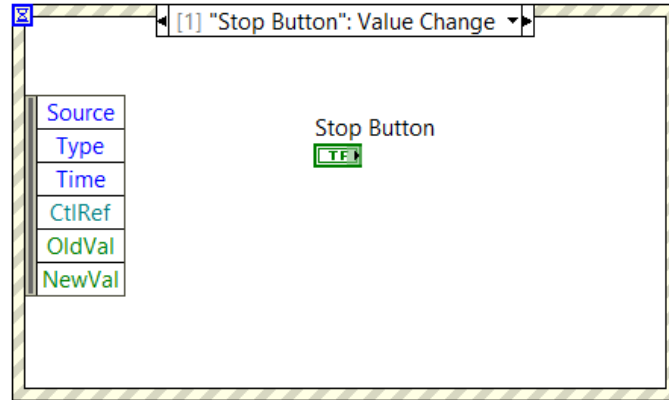
Şekil 3.7. While döngüsü

Standard *While* döngüsü konfigürasyonunda, *While* döngüsünün sağ alt kısmında bulunan içerisinde kırmızı nokta konumlandırılmış yeşil karenin (Bu kare *Conditional terminal* olarak adlandırılır) girişine dijital mantıktaki (0/1, *true/false*) *true* bir sinyal gelir gelmez *While* döngüsü içerisinde bulunan kod parçası durur. Bu konfigürasyon programcı tarafından, *false* sinyal geldiğinde *While* içerisindeki kodun durması şeklinde de değiştirilebilir.

While döngüsü ilk olarak oluşturulduğunda döngünün içinde, sol alt kısmında bulunan *i* harfi ile belirtilmiş olan terminal, *While* döngüsünün kaçınıcı döngüde olduğunu anlık olarak verir. *i* terminali 0'dan itibaren değer almaya başlar. İstenildiği takdirde *i* terminalinin yeri programı geliştiren kişi tarafından *While* döngüsünün içinde herhangi bir yere konumlandırılabilir.

3.2.3. Event yapısı

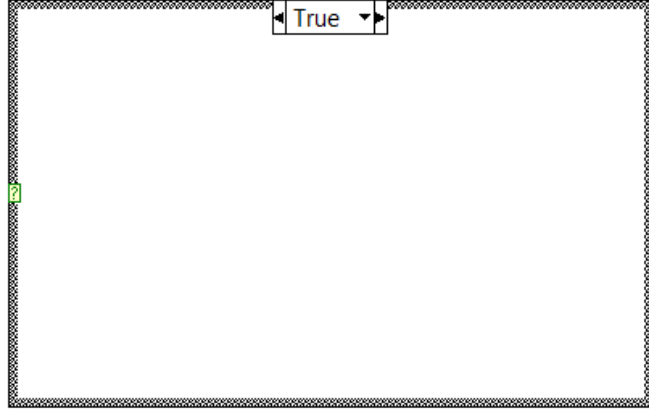
Event yapısı genel olarak kullanıcı ara yüzünde herhangi bir değişiklik meydana geldiğinde (Bilgisayara faresi ile bir buton tıklanması, klavyede bir tuşa basılması vb.) çalışması istenen kod parçası bu yapı ile birlikte kullanılır [22].



Şekil 3.8. Event yapısı

3.2.4. Case yapısı

Çoğu zaman yazılan kod içerisinde, program içerisinde oluşan şartlara göre birbirlerine alternatif olarak oluşturulmuş kod parçalarının çalışması beklenir. *Case* yapısı bu işlemin gerçekleştirilmesini sağlar.

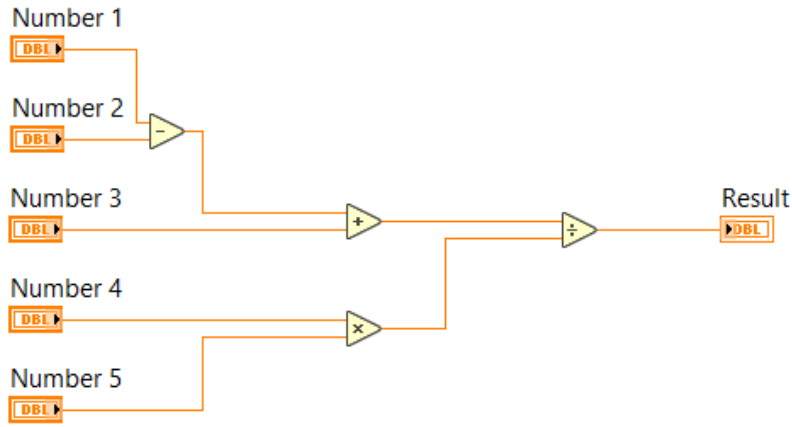


Şekil 3.9. Case yapısı

3.4. NI LabVIEW’de Veri Akışı

NI LabVIEW’de veri akışının önemli özellikleri şu şekildedir:

- *Block Diagram*’da bulunan herhangi bir fonksiyonun veri bağlantısı yapılması zorunlu olan girişine gerekli veri gelmediği takdirde, o fonksiyon işlevini gerçekleştirmez ve çıkışlarına veri aktarmaz. Fonksiyonun işlevini yapması ve çıkışında bir veri gönderebilmesi için tüm gerekli bağlantı girişlerinde veri girişi olmalıdır.
- *Block Diagram*’da kullanılan hemen her fonksiyonun veri giriş noktaları sol tarafta, veri çıkış noktaları da sağ tarafta olduğundan, NI LabVIEW programının ve *Block Diagram*’daki veri akışının genel olarak soldan sağa doğru olduğu söylenebilir.
- *Block Diagram*’da bulunan elemanlar birbirlerine kablolar ile bağlanır. İki eleman arasındaki veri akışı, bu kablolar vasıtasıyla gerçekleşir.



Şekil 3.10. NI LabVIEW’de veri akışı

Yukarıdaki şekilde gösterilmiş olan örnek NI LabVIEW kodunda dört adet programlama fonksiyonu vardır. Bu fonksiyonlar, üzerlerindeki sembollerden de anlaşılacağı üzere girişlerine bağlanan iki adet sayının çıkarma, toplama, çarpma ve bölme işlemlerini gerçekleştirirler. Bu fonksiyonlar haricinde örnek kodda bulunan diğer elemanlar ise *Number 1*, *Number 2*, *Number 3*, *Number 4*, *Number 5* kontrolleri, fonksiyonlar ve kontroller arasında bağlantıyı gerçekleştiren kablolar ve *Result* göstergesidir. Her bir kontrolün değerleri, kullanıcı ara yüzü vasıtasıyla program kullanıcısı tarafından girilir.

Bu örnek program çalıştırıldığı takdirde veri akışı şu şekilde gerçekleşecektir: Çıkarma ve çarpma fonksiyonlarına doğrudan sadece kontrollerde bağlandığından, ilk olarak işlemlerini gerçekleştiren fonksiyonlar bunlar olacaktır. Görüldüğü üzere toplama fonksiyonunun girişlerin birine çıkarma işleminin çıkışı, diğerine de *Number 3* kontrolü bağlanmıştır. Dolayısıyla toplama işlemi ancak çarpma işleminin sonucu girişine gelir gelmez, yani çıkarma işleminden sonra işleminin gerçekleştirecektir. Bölme işlemi ise işlemi gerçekleştiren en son fonksiyon olacaktır. Çünkü işlemi yerine getirebilmesi için girişlerine bağlanmış olan toplama ve çarpma işlemlerinin bitmesi gerekmektedir. Bölme işlemi de tamamlanınca, çıkış ucuna bağlanmış olan *Result* göstergesine işlemin sonucu yazılmış olur ve programın çalışması sonlanır.

3.5. NI LabVIEW’de Kullanılan Fonksiyon Tipleri

NI LabVIEW’de kullanılan üç adet fonksiyon tipi mevcuttur. Bunlar; *Express VI*’lar,

standard VI'lar ve düşük-seviye VI'lardır.

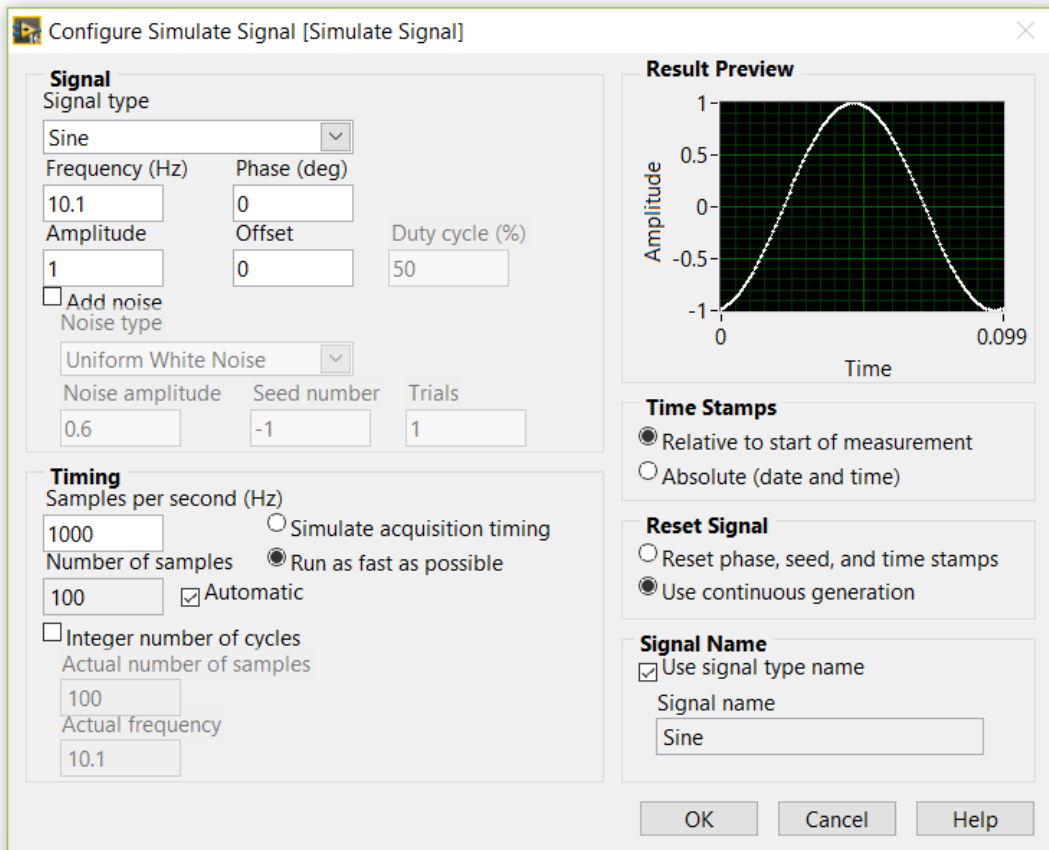
3.5.1. Express VI'lar

Express VI'lar, adın da anlaşılacağı üzere kullanımı en kolay ve hızlı olan fonksiyon tipidir. Konfigürasyon tabanlıdır. *Block Diagram*'a bir *Express VI* yerleştirilir yerleştirilmez o *Express VI*'a özel bir konfigürasyon penceresi açılır. Programcı, açılan bu konfigürasyon penceresine ilgili parametreleri girerek *Express VI*'ın çalışma şeklini belirler. Kullanımı oldukça kolay olmasın rağmen değişiklik yapılabilecek parametre



sayısı az olduğundan programcıya fazla esneklik sağlayamaz, sınırlıdır.

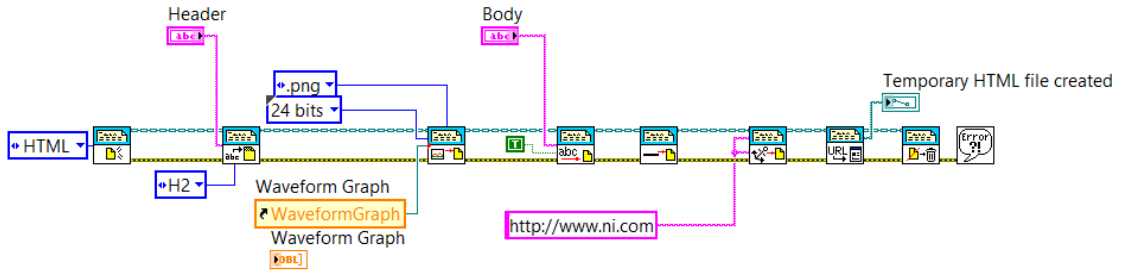
Şekil 3.11. *Express VI* örneği (*Simulate signal* fonksiyonu)



Şekil 3.12. Express VI konfigürasyonu penceresi (Simulate signal fonksiyonu)

3.5.2. Standard VI'lar

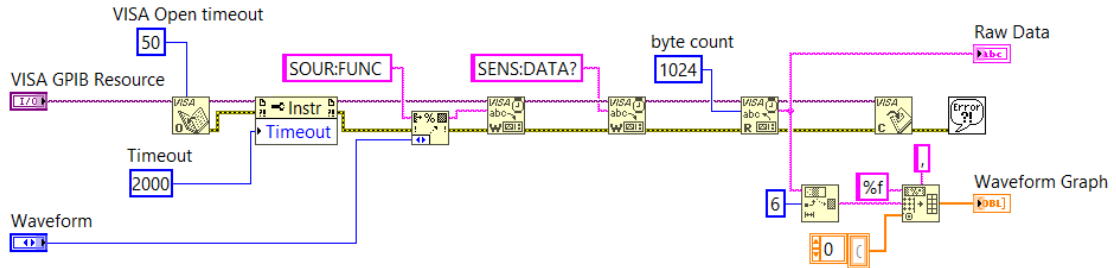
NI LabVIEW'de genel olarak kullanılan fonksiyon tipidir. Express VI'lar ile düşük-seviye VI'lar arasında bir yapıdadırlar. Standard VI'lar ile programlama için her zaman gerekli olmayan özellikteki parametrelere erişilemezken, Express VI'lara göre daha güçlü ve esnek yapıdadır. Kullanım kolaylığı seviyesi orta derecededir.



Şekil 3.13. Genel olarak Standard VI fonksiyonları ile oluşturulmuş bir NI LabVIEW kodu

3.5.3. Düşük-seviye VI'lar

NI LabVIEW'de kullanılan fonksiyon tipleri içerisinde en güçlü ve esnek yapıda olan fonksiyon tipidir. Buna karşılık bu tip fonksiyonların kullanımı diğer fonksiyon tiplerine göre zordur ve zaman alır.



Şekil 3.14. Genel olarak Düşük-seviye VI fonksiyonları ile oluşturulmuş bir NI LabVIEW kodu

3.6. NI LabVIEW Modül ve Eklentileri

NI LabVIEW ilk kurulduğunda standard olarak gelen programlama fonksiyonlarının yanında, sonradan kurulabilen yazılımlar ile NI LabVIEW’de çok farklı uygulamalar genişletilebilir. Bu şekliyle NI LabVIEW’in modüler bir yapısı olduğu söylenebilir. Aşağıdaki tabloda NI LabVIEW ortamında kullanılan belli başlı modül/eklentiler ve bu modül/eklentiler kullanılarak geliştirilebilecek uygulama tipleri belirtilmiştir.

Tablo 3.1. NI LabVIEW modül ve eklentileri

NI LabVIEW Modül/Eklenti Adı	Geliştirilebilen Uygulama Tipi
Vision Development Module	Görüntü işleme uygulamaları
Control Design and Simulation Module	Kontrol sistemleri tasarımı ve simülasyonu
Robotics Module	Akıllı robot sistemleri tasarımı
Digital Filter Design Toolkit	Sayısal filtre tasarımı ve
Touch Panel Module	Dokunmatik ekranlı bilgisayar uygulamaları
Report Generation Toolkit for Microsoft Office	Microsoft Office ortamı ile entegre olarak çalışabilen gelişmiş raporlama özellikleri
Database Connectivity Toolkit	Başlıca veri tabanlarına erişim ve kayıt yapabilme
Model Interface Toolkit	NI LabVIEW üzerinden çeşitli simülasyon yazılımları ile çalışabilme
Biomedical Toolkit	Biyomedikal amaçlı kullanan sensörlerden veri toplama ve işleme
Sound and Vibration Toolkit	Ses ve titreşim tabanlı ölçüm ve sinyal işleme
VI Analyzer Toolkit	NI LabVIEW yazılmış olan programların analizi

4. NI LABVIEW İLE GÖRÜNTÜ İŞLEME

Bu bölümde *Vision Development Module*, geliştirilen uygulamada oldukça önemli bir yere sahip olan *Vision Acquisition* ve *Vision Assistant*'ın özelliklerine değinilecektir.

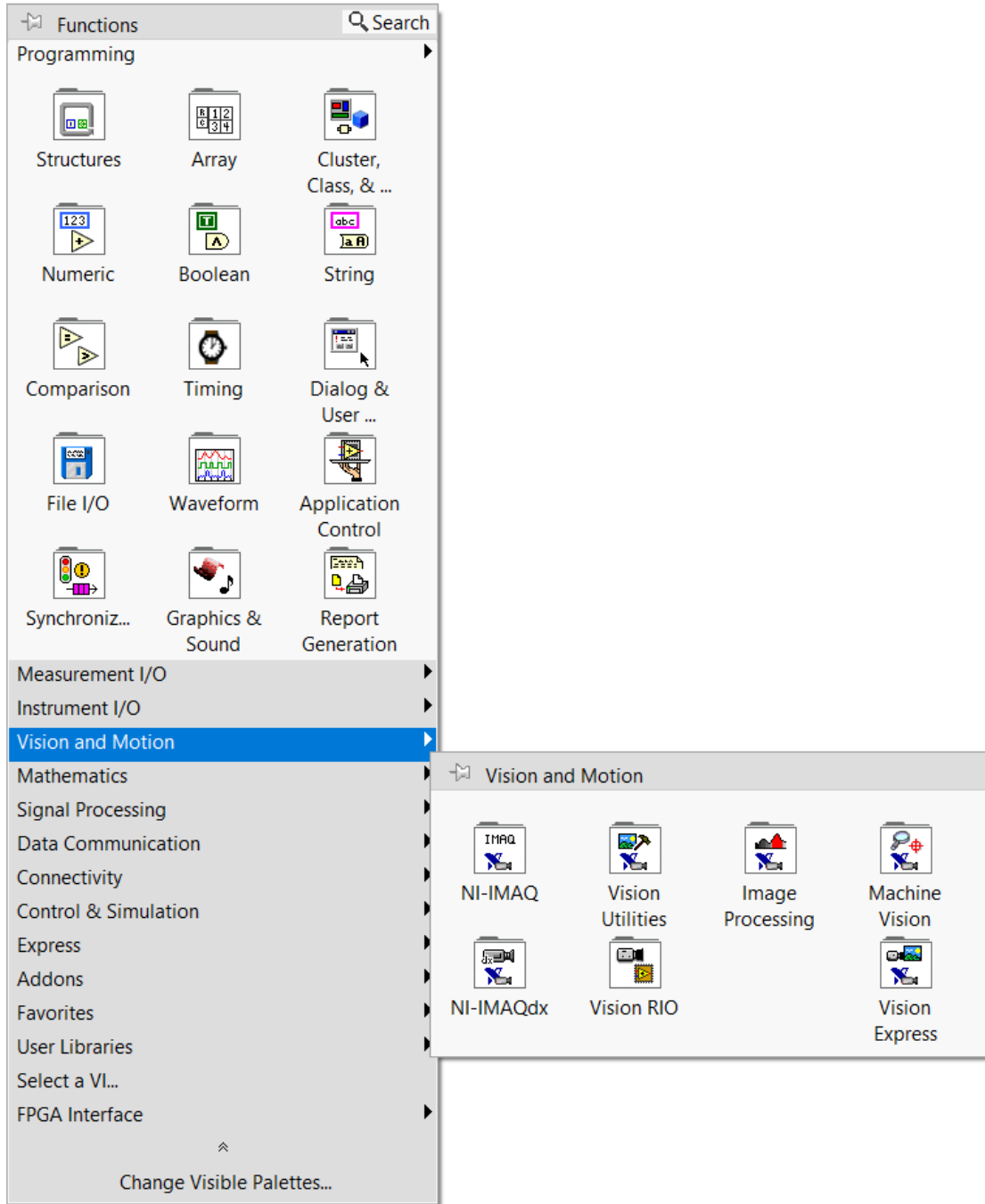
4.1. Vision Development Module

NI LabVIEW program geliştirme ortamında görüntü işleme uygulamaları temel olarak *Vision Development Module* eklenti yazılımı kullanılarak gerçekleştirilir. Bu uygulamalar *Vision Development Module* ile birlikte eklenti olarak gelen görüntü işleme fonksiyonlarının kullanılması sayesinde gerçekleştirilir. *Vision Development Module*'ün temel özellikleri aşağıda listelenmiştir [23].

- NI LabVIEW, LabVIEW NXG, C, C++ ve C# programlama ortamlarında görüntü işleme uygulamaları geliştirilebilmesine olanak sağlaması,
- Programlama yapmak yerine, menülerini kullanarak görüntü işleme konfigürasyonları yapılabilmesi,
- USB3, GigE ve Camera Link gibi çeşitli kamera donanım ara yüzlerinde görüntü alabilmesi,
- Görüntü işleme ile alakalı örnek programlar içermesi,
- EXE halinde getirilebilen görüntü işleme uygulamaları gerçekleştirilebilmesi,
- Algoritma prototiplemesi yapabilen ve görüntü işleme ilgili kod üretebilen oldukça gelişmiş bir araç olan *Vision Assistant*'ı içermesi,
- OpenCV ile entegre çalışabilmesi,
- Renkli resimlerde görüntü işleme yapabilmesi,
- Gri skalalı resimlerde görüntü işleme yapabilmesi,
- Filtreleme özelliği,
- Operatör ara yüzü geliştirilebilmesi,
- Frekans domaininde çalışabilmesi,
- Biçim bilgisi özelliği,

- Doku algılama özelliği,
- Yaklaşık hareket algılama,
- Köşe algılama araçları,
- Patern eşleştirme özelliği,
- Kontur analizi,
- Hasar algılama,
- Sınıflandırma,
- OCR,
- Barkod algılama,
- Analitik geometri,
- Hareketli nesne izleme,
- Stereo özellikli görüntü işleme,
- FPGA görüntü algoritmaları,
- OPC UA, Ethernet IP, TCP ve seri iletişim protokolleri ile bağlantı kurabilme,
- Uzaktan sorun giderme,
- Programda kesme noktası koyabilme.

NI Vision Development Module ile NI LabVIEW'e eklenen görüntü işleme fonksiyonlarına, *Block Diagram*'da bulunan *Functions* listesi altındaki *Vision and Motion* başlığı altından erişebilir.

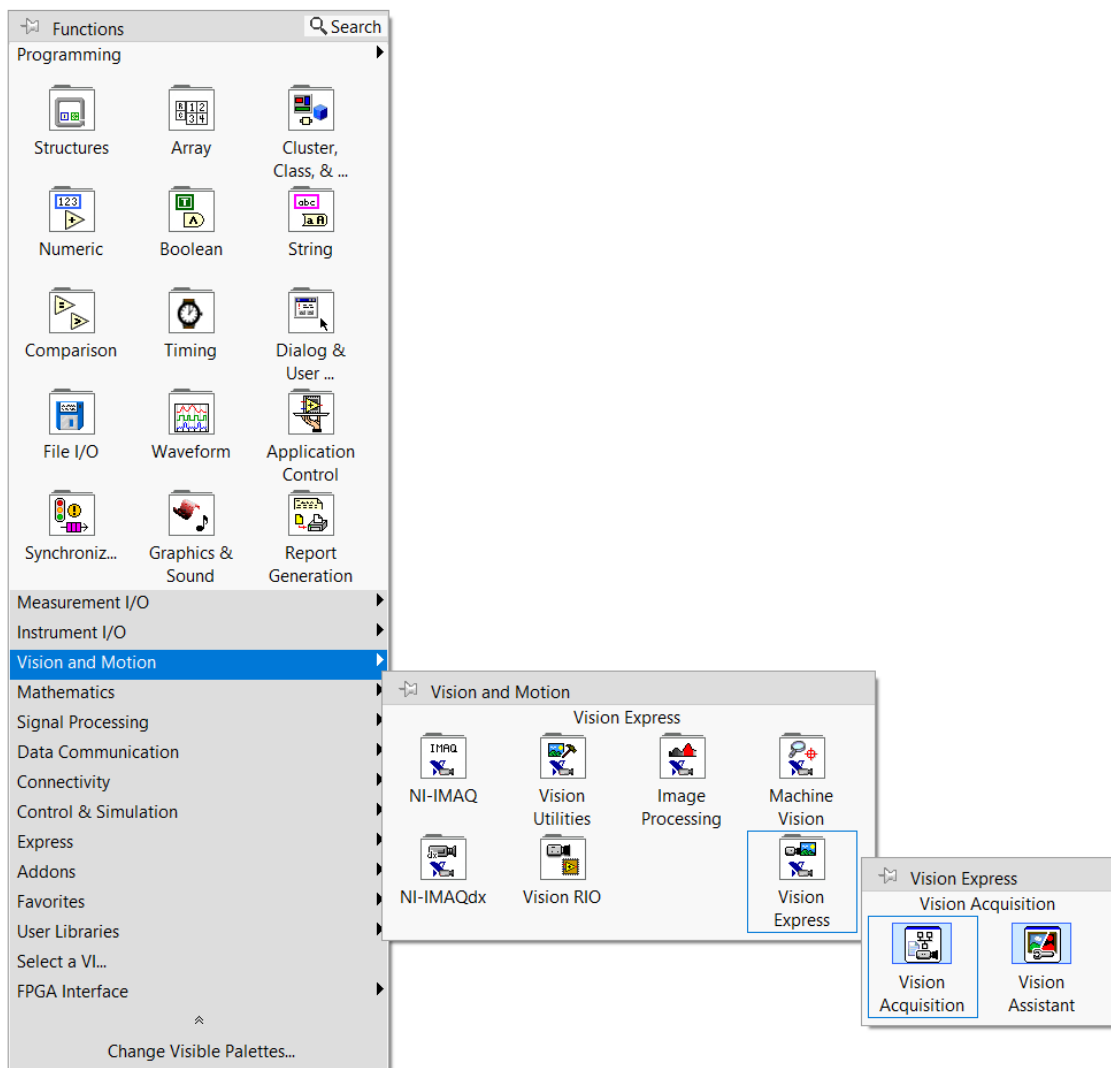


Şekil 4.1. NI LabVIEW’de görüntü işleme fonksiyonlarına erişim

4.2. Vision Acquisition

Vision Acquisition fonksiyonunun temel görevi, üzerinde görüntü işleme uygulamaları yapılacak olan resim veya görüntülerin NI LabVIEW ortamına ne şekilde aktarılacağına konfigüre edilmesini sağlamasıdır.

Vision Acquisition fonksiyonu, *Express VI* tipinde bir fonksiyondur. Bu fonksiyona *Block Diagram*'da bulunan *Functions* listesi altındaki *Vision and Motion* başlığının alt başlığı olan *Vision Express* altından erişilebilir.



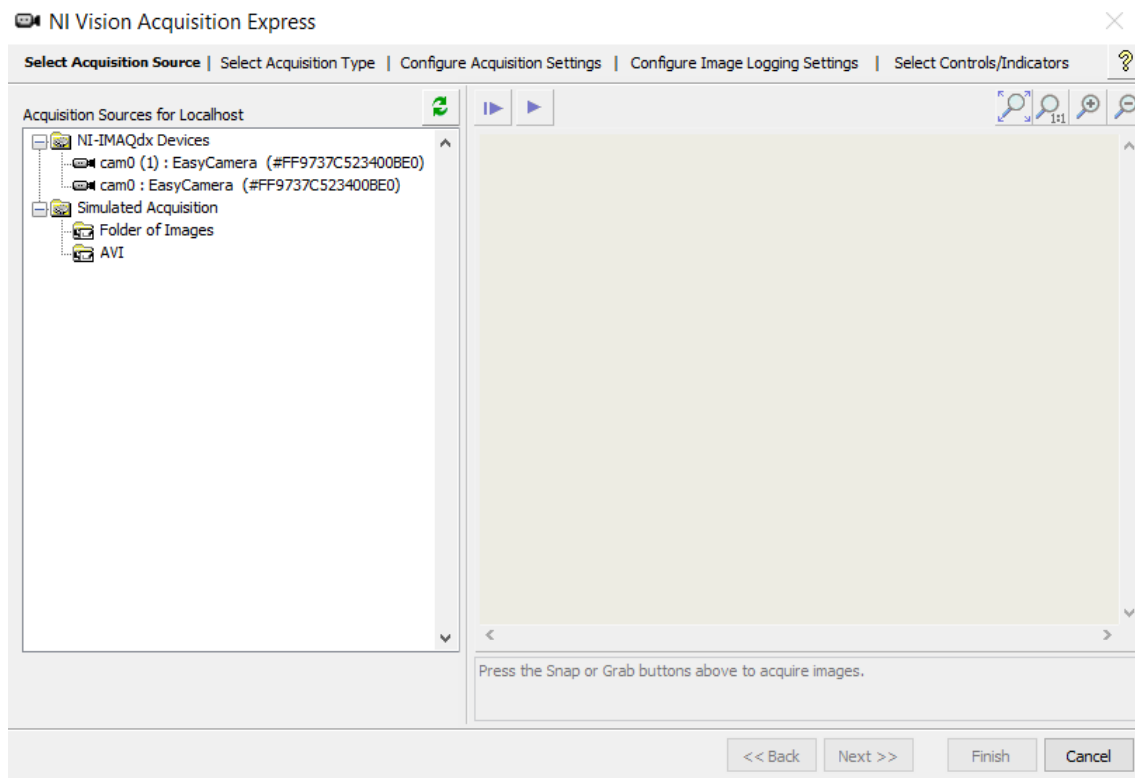
Şekil 4.2. *Vision Acquisition* fonksiyonuna erişim

Vision Acquisition fonksiyonu *Block Diagram*'a yerleştirilir yerleştirilmez bir konfigürasyon penceresi açılır. Bu açılan pencerede beş ayrı bölüm bulunmaktadır. Bu

bölümlerin her birinde farklı tip ayarlar yapılmaktadır.

4.2.1. Görüntü aktarma kaynağının seçilmesi

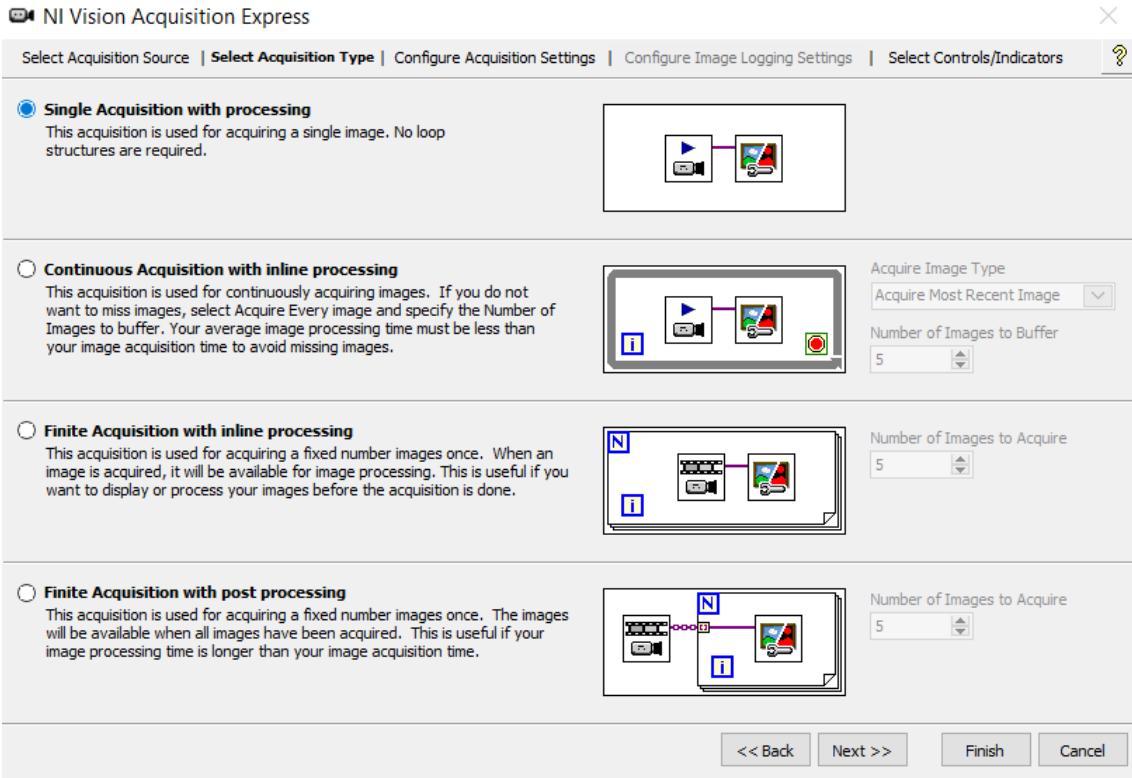
Açılan pencerenin ilk bölümü olan *Select Acquisition Software* kısmında görüntülerin aktarılacağı görüntü kaynağı seçilir. Görüntü, anlık bilgisayara bağlı bir kameradan alınabileceği gibi, bilgisayara kayıtlı resimlerin bulunduğu bir klasör veya AVI uzantılı bir video dosyası seçilerek simülasyon şeklinde de aktarılabilir.



Şekil 4.3. *Vision Acquisition* – görüntü aktarma kaynağının seçilmesi

4.2.2. Görüntü aktarma şeklinin seçilmesi

Görüntü aktarma kaynağının seçilmesinden sonraki aşama görüntü aktarma şeklinin seçilmesidir. Bu işlem *Select Acquisition Type* kısmında ayarlanır.

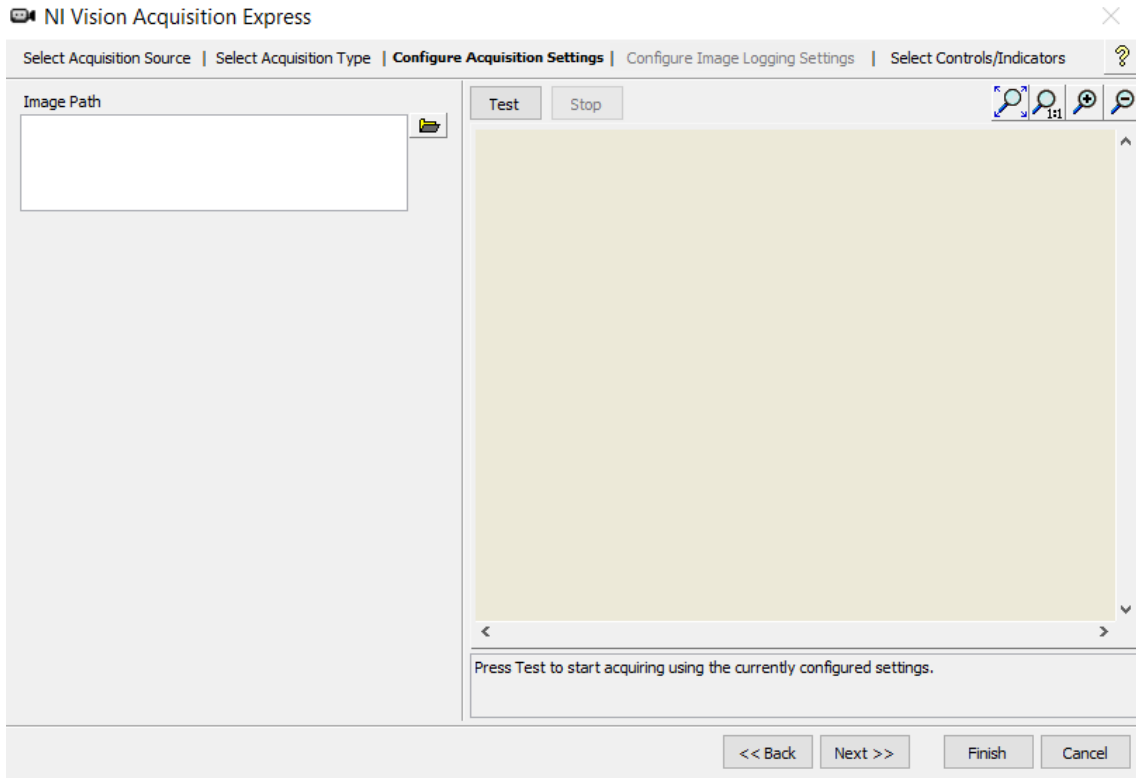


Şekil 4.4. *Vision Acquisition* – görüntü aktarma şeklinin seçilmesi

Görüntü dört şekilde aktarılabilir. Görüntülerin aktarılma detayları, üstteki resim üzerinde belirtilmiştir.

4.2.3. Görüntü aktarma ayarlarının konfigüre edilmesi

Görüntü aktarma şeklinin seçilmesinden sonraki aşama görüntü aktarma ayarlarının konfigüre edilmesidir. Bu işlem *Configure Acquisition Settings* kısmında ayarlanır.



Şekil 4.5. *Vision Acquisition* – görüntü aktarma ayarlarının konfigüre edilmesi

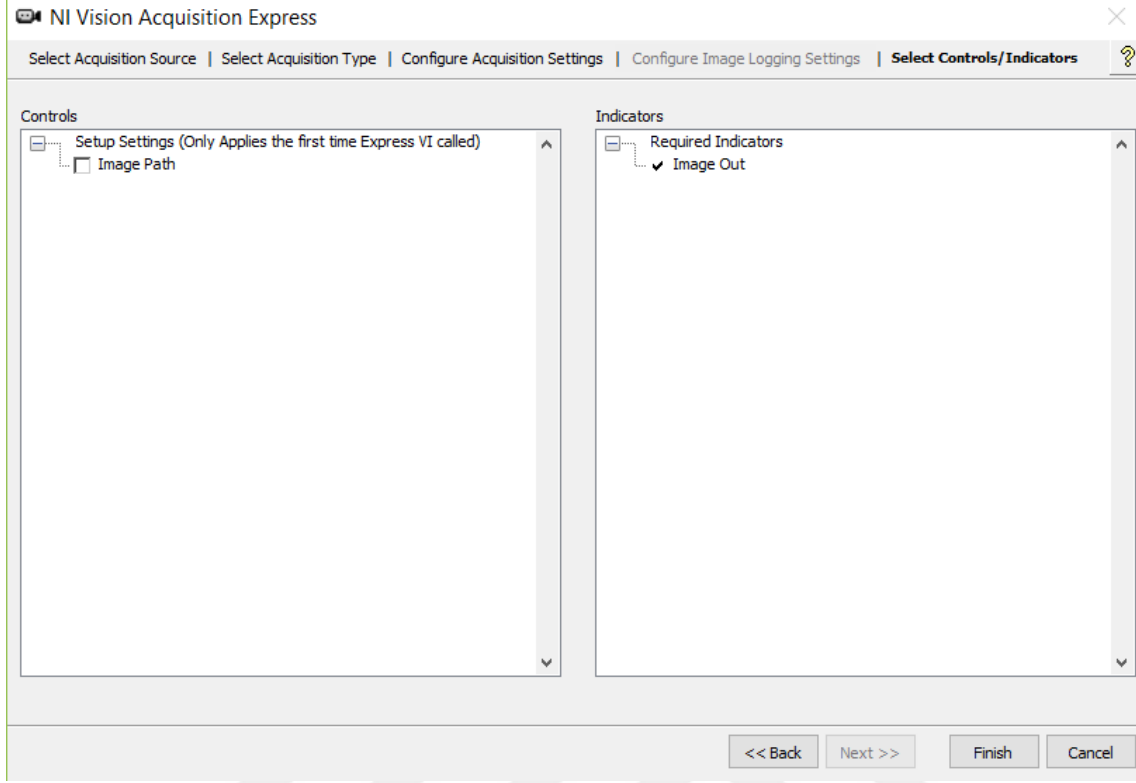
4.2.4. Görüntü kaydetme ayarlarının konfigüre edilmesi

Görüntü aktarma ayarlarının konfigüre edilmesinden sonraki aşama görüntü kaydetme ayarlarının konfigüre edilmesidir. Bu işlem *Configure Image Logging Settings* kısmında ayarlanır. Bu kısım görüntü aktarma kaynağı olarak bilgisayara bağlı bir kamera seçildiği takdirde aktif olur. Görüntü aktarma kaynağı olarak resimlerin bulunduğu bir klasör veya AVI video dosyası seçildiği takdirde bu kısım pasif halde olur.

4.2.5. Kontrol ve göstergelerin seçilmesi

Son adım olan kontrol ve göstergelerin seçilmesi ayarı, *Select Controls/Indicators* kısmında yapılır. Bu ayarın temel işlevi, önceki dört ayara göre oluşturulan kontrol ve göstergelerden hangilerine programcının *Block Diagram* ve *Front Panel*'de erişeceğini seçebilmesine olanak sağlamasıdır.

Son olarak Finish butonuna basıldığında, yapılan bütün bu ayarlara uygun *Vision Acquisition* fonksiyonu *Block Diagram*'a yerleştirilmiş olur.

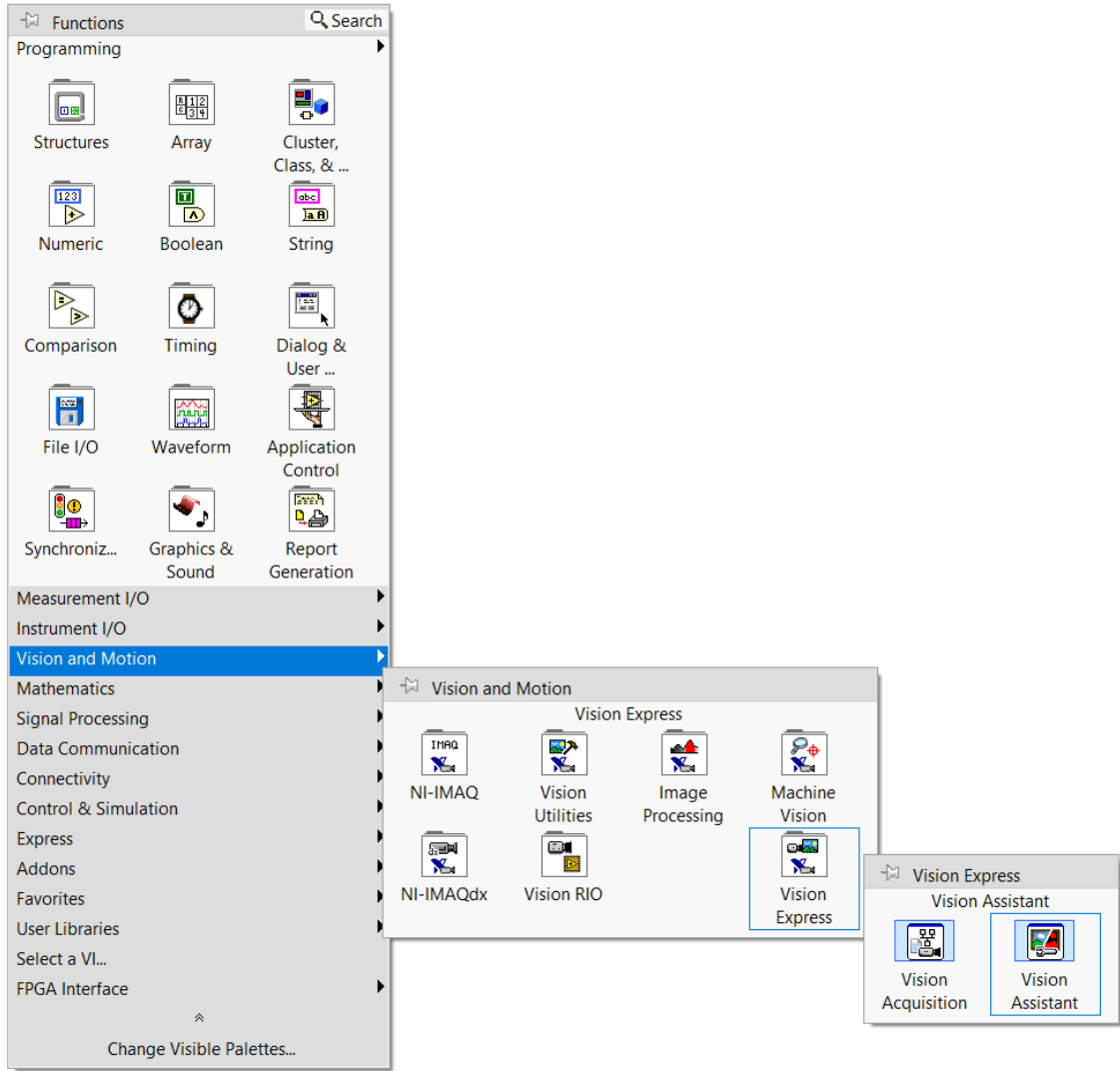


Şekil 4.6. *Vision Acquisition* – kontrol ve göstergelerin seçilmesi

4.3. Vision Assistant

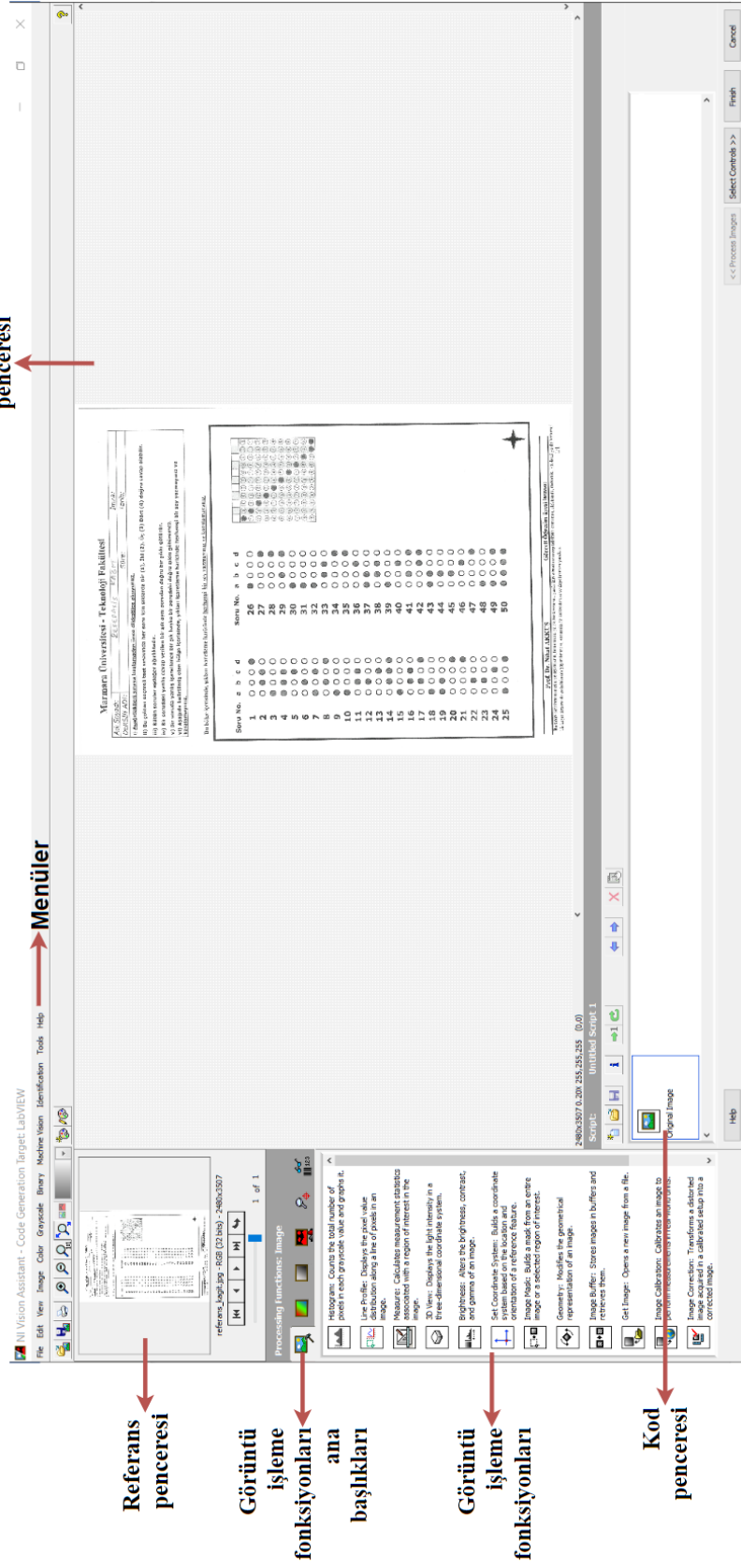
Vision Assistant, görüntü işleme uygulamaları algoritmalarının tasarlandığı oldukça önemli bir fonksiyondur.

Vision Assistant fonksiyonu da tıpkı *Vision Acquisition* fonksiyonu gibi *Express VI* tipinde bir fonksiyondur. Bu fonksiyona *Block Diagram*'da bulunan *Functions* listesi altındaki *Vision and Motion* başlığının alt başlığı olan *Vision Express* altından erişilebilir.



Şekil 4.7. Vision Assistant fonksiyonuna erişim

Vision Assistant fonksiyonu Block Diagram'a yerleştirilir yerleştirilmez bir konfigürasyon penceresi açılır. Bu açılan pencerede çeşitli bölümler bulunmaktadır.



Şekil 4.8. Vision Assistant – genel görünümü

4.3.1. Menüler

Bu kısımda; görüntü işleme algoritması geliştirme amacıyla kullanılacak olan referans resim/resimler, video/videoların seçilmesi, resim/videolara daha iyi görüntülemek için yaklaşıp uzaklaşma yapılması, *Vision Assistant* Yardım içeriğine erişilmesi ve bazı temel görüntü işleme fonksiyonlarına erişim gibi işlemler gerçekleştirilir.

4.3.2. Referans penceresi

Bu kısımda; görüntü işleme algoritması geliştirme amacıyla kullanılacak olan referans resim/resimler, video/videoların orijinal biçimleri görüntülenir.

4.3.2. Görüntü işleme fonksiyonları ana başlıkları

Bu kısımda altı adet ana başlık bulunur. Bu sayede programcı aradığı görüntü işleme fonksiyonunu kolay bir şekilde bulabilir. Görüntü işleme ana başlıkları şunlardır:

- Image
- Color
- Grayscale
- Binary
- Machine Vision
- Identification

4.3.3. Görüntü işleme fonksiyonları

Vision Assistant'ın en önemli bölümüdür. Bu fonksiyonlar kullanılarak görüntü işleme algoritması gerçekleştirilir. Görüntü işleme fonksiyonları, görüntü işleme fonksiyonları ana başlıkları altında kategorize edilmiştir. Her görüntü işleme ana başlığı altındaki hangi görüntü işleme fonksiyonun olduğu aşağıda listelenmiştir.

- Image
 - Histogram
 - Line Profile
 - Measure

- 3D View
- Brightness
- Set Coordinate System
- Image Mask
- Geometry
- Image Buffer
- Get Image
- Image Calibration
- Image Correction
- Flat Field Correction
- Overlay
- Run LabVIEW VI
- Color
 - Color Operators
 - Color Plane Extraction
 - Color Thershold
 - Color Classification
 - Color Segmentation
 - Color Matching
 - Color Location
 - Color Pattern Matching
 - Object Tracking
- Grayscale
 - Lookup Table
 - Filters
 - Gray Morphology
 - Gray Morphological Reconstruction
 - FFT Filter
 - Threshold
 - Watershed Segmentation
 - Operators
 - Conversion

- Quantify
- Centroid
- Detect Texture Defects
- Binary
 - Basic Morphology
 - Adv. Morphology
 - Binary Morphological Reconstruction
 - Particle Filter
 - Binary Image Inversion
 - Particle Analysis
 - Shape Matching
 - Circle Detection
- Machine Vision
 - Edge Detector
 - Find Straight Edge
 - Advanced Straight Edge
 - Find Circular Edge
 - Max Clamp
 - Clamp (Rake)
 - Pattern Matching
 - Geometric Matching
 - Object Tracking
 - Contour Analysis
 - Shape Detection
 - Golden Template Comparison
 - Caliper
 - Feature Detection
- Identification
 - OCR/OCV
 - Particle Classification
 - Barcode Reader
 - 2D Barcode Reader

4.3.4. Kod penceresi

Bu kısımda görüntü işleme fonksiyonları kullanılarak geliştirilen algoritma görüntülenir. Bu pencerede algoritma üzerinde fonksiyonların yerlerinin değiştirilmesi, kopyalanması, silinmesi gibi işlemler de yapılabilir.

4.3.5. Görüntü işleme penceresi

Bu kısımda görüntü işleme fonksiyonları kullanılarak işlenen resmin işlenmiş hali görüntülenir. Kullanıcı görüntülen resim üzerine yaklaşabilir veya uzaklaşabilir.



5. NI LABVIEW İLE GELİŞTİRİLEN OPTİK KAĞIT OKUMA UYGULAMASININ DETAYLARI

5.1. Uygulamanın Genel Yapısı

Geliştirilen programın temel çalışma mantığı, belirlenen bir referans cevap kağıdı üzerinde bulunan işaretlenmiş cevap şıklarını hafızasına alma ve akabinde bu referans cevap kağıdında yapılan işaretlemeler ile öğrencilerin cevap kağıdındaki işaretlemeleri sırayla kıyaslanması şeklindedir. Bu sayede referans cevap kağıdına göre, diğer cevap kağıtlarının farklılıkları ölçülmekte ve öğrenci cevap kağıtlarının puan hesaplaması gerçekleştirilmektedir [4]. Tasarlanan program, bir soruda sadece tek bir şıkkın doğru olduğu sınav tipleriyle uyumlu olduğu gibi, birden fazla şıkkın doğru olan sınav tiplerine için de uygundur. Geliştirilen programın alt yapısı, bu her iki sınav tipi için de uyumlu olacak şekilde tasarlanmıştır.

Program yazma işlemi, yazı-tabanlı bir programlama yerine, grafiksel programlamaya olanak sağlayan NI LabVIEW yazılım geliştirme ortamında uygulanmıştır. Uygulama geliştirme süresi, programlamanın grafiksel olarak yapılması sayesinde yazı-tabanlı programlama dillerine kıyasla oldukça kısalmıştır. Ayrıca programlamanın grafiksel olarak yapılması, geliştirilen programda yapılacak değişiklik ve kod entegrasyon işlemleri diğer programlama dillerine kıyasla daha kolay bir şekilde gerçekleştirebilmesi de olanak sağlamaktadır.

Bu yüksek lisans tezinin uygulama kısmında, ana yazılım paketi ile birlikte NI LabVIEW'in görüntü işleme ile ilgili programlama fonksiyonlarını içeren *NI Vision Development Module*'den de faydalanılmıştır.


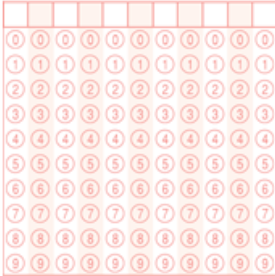
Programın tasarımına ek olarak, programın tarafından okunabilecek cevap kağıdı formatı da tasarlanmıştır. Bu cevap kağıdı formatı ile 50 adet soruya kadar olan sınavlarda program kullanabilmektedir. Tasarlanan kağıt üzerinde soru numaraları ve cevap şıklarından farklı olarak, öğrencilerin numaralarını kodlayabileceği bir bölüm de bulunmaktadır. Bu bölüme, 11 haneye kadar olan öğrenci numaraları kodlanabilmektedir.

Marmara Üniversitesi - Teknoloji Fakültesi

Adı Soyadı:		İmza:
DERSİN ADI:	Süre:	Tarih:
i) Aşağıdakileri sınavı başlamadan önce dikkatlice okuyunuz.		
ii) Bu çoktan seçmeli test sınavında her soru için şıklarda Bir (1), İki (2), Üç (3) Dört (4) doğru cevap olabilir.		
iii) Bütün sorular eşdeğer ağırlıktadır.		
iv) Bir sorudaki yanlış cevap verilen bir şık aynı sorudan doğru bir şıkla götürür.		
v) Bir soruda yanlış işaretlenen bir şık başka bir sorudaki doğru şıkla götürmez.		
vi) Aşağıda belirtilmiş olan bölge içerisinde, şıkları işaretleme haricinde herhangi bir şey yazmayınız ve karalamayınız.		

Bu bölge içerisinde, şıkları işaretleme haricinde herhangi bir şey yazmayınız ve karalamayınız.

Soru No.	a	b	c	d	Soru No.	a	b	c	d
1	0	0	0	0	26	0	0	0	0
2	0	0	0	0	27	0	0	0	0
3	0	0	0	0	28	0	0	0	0
4	0	0	0	0	29	0	0	0	0
5	0	0	0	0	30	0	0	0	0
6	0	0	0	0	31	0	0	0	0
7	0	0	0	0	32	0	0	0	0
8	0	0	0	0	33	0	0	0	0
9	0	0	0	0	34	0	0	0	0
10	0	0	0	0	35	0	0	0	0
11	0	0	0	0	36	0	0	0	0
12	0	0	0	0	37	0	0	0	0
13	0	0	0	0	38	0	0	0	0
14	0	0	0	0	39	0	0	0	0
15	0	0	0	0	40	0	0	0	0
16	0	0	0	0	41	0	0	0	0
17	0	0	0	0	42	0	0	0	0
18	0	0	0	0	43	0	0	0	0
19	0	0	0	0	44	0	0	0	0
20	0	0	0	0	45	0	0	0	0
21	0	0	0	0	46	0	0	0	0
22	0	0	0	0	47	0	0	0	0
23	0	0	0	0	48	0	0	0	0
24	0	0	0	0	49	0	0	0	0
25	0	0	0	0	50	0	0	0	0



Prof. Dr. Nihat AKKUŞ

Görevli Öğretim üyesi imzası:

Bu sınav sorularının metin ve resimlerin, tamamının ya da bir kısmının, yazılı izin olmaksızın cep telefonu kamerası, elektronik, mekanik, fotokopi ya da herhangi bir kayıt sistemi ile çoğaltılması, yayımlanması, sunumlarda kullanılması ve depolanması yasaktır.

1/1

Şekil 5.1. Program için hazırlanan cevap kağıdı formatı

Yapılan uygulamada iki adet program oluşturulmuştur:

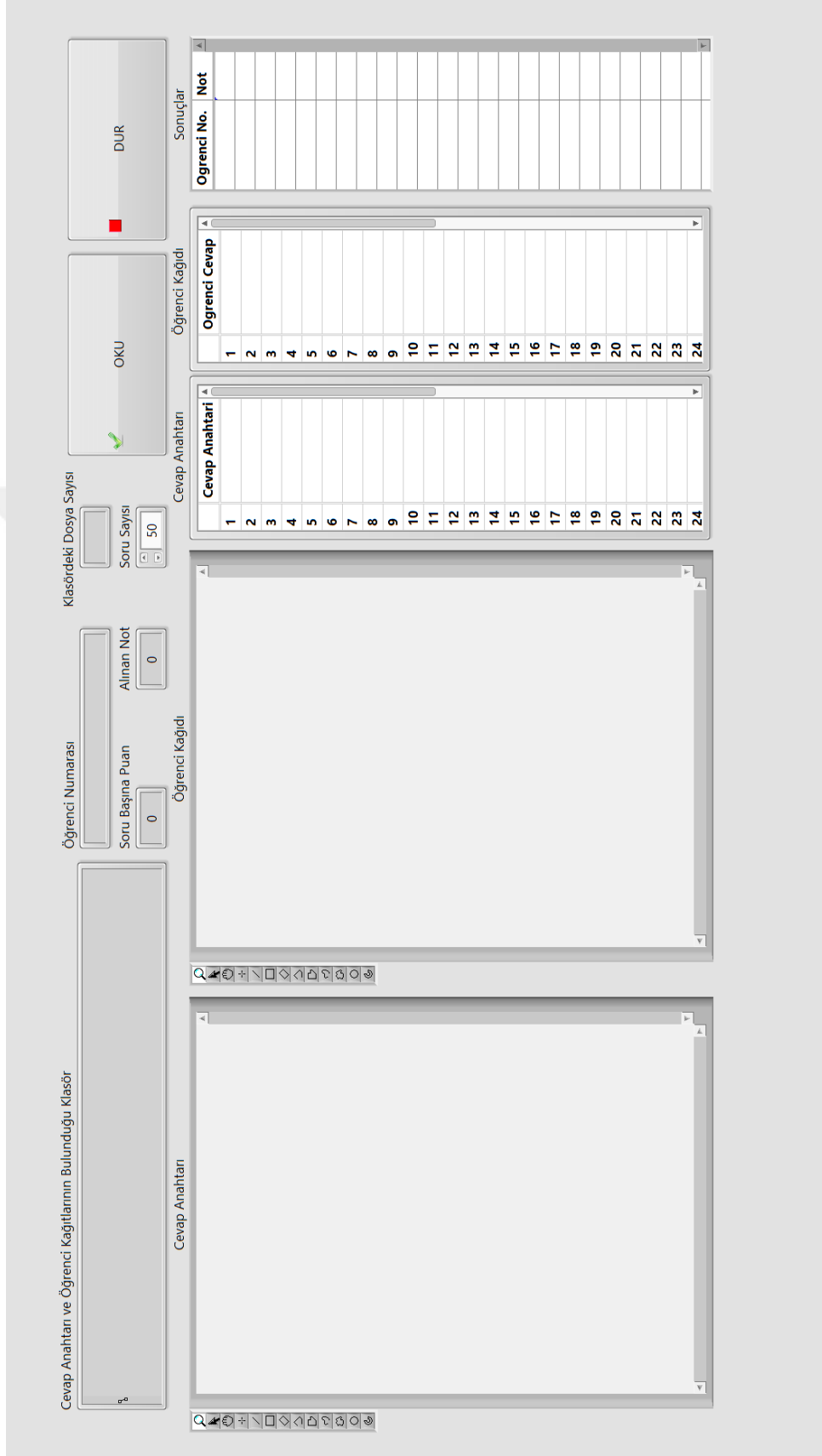
- Teker teker kağıt okuma programı
- Çoklu kağıt okuma programı

Geliştirilen bu her iki okuma programında da, taranan JPEG dosya formatındaki öğrenci cevap kâğıtları üzerinde birçok görüntü işleme algoritması uygulanmasını ve referanslar belirlenmesini takiben, öğrenci cevap kağıdında hangi şıkların işaretlediğini tespit edilir. Bütün bu görüntü işleme ilgili işlemler, *NI Vision Development Module* ile birlikte gelen *Vision Assistant* fonksiyonunda bulunan çeşitli gelişmiş görüntü işleme ayarları kullanılarak yapılmıştır [4].

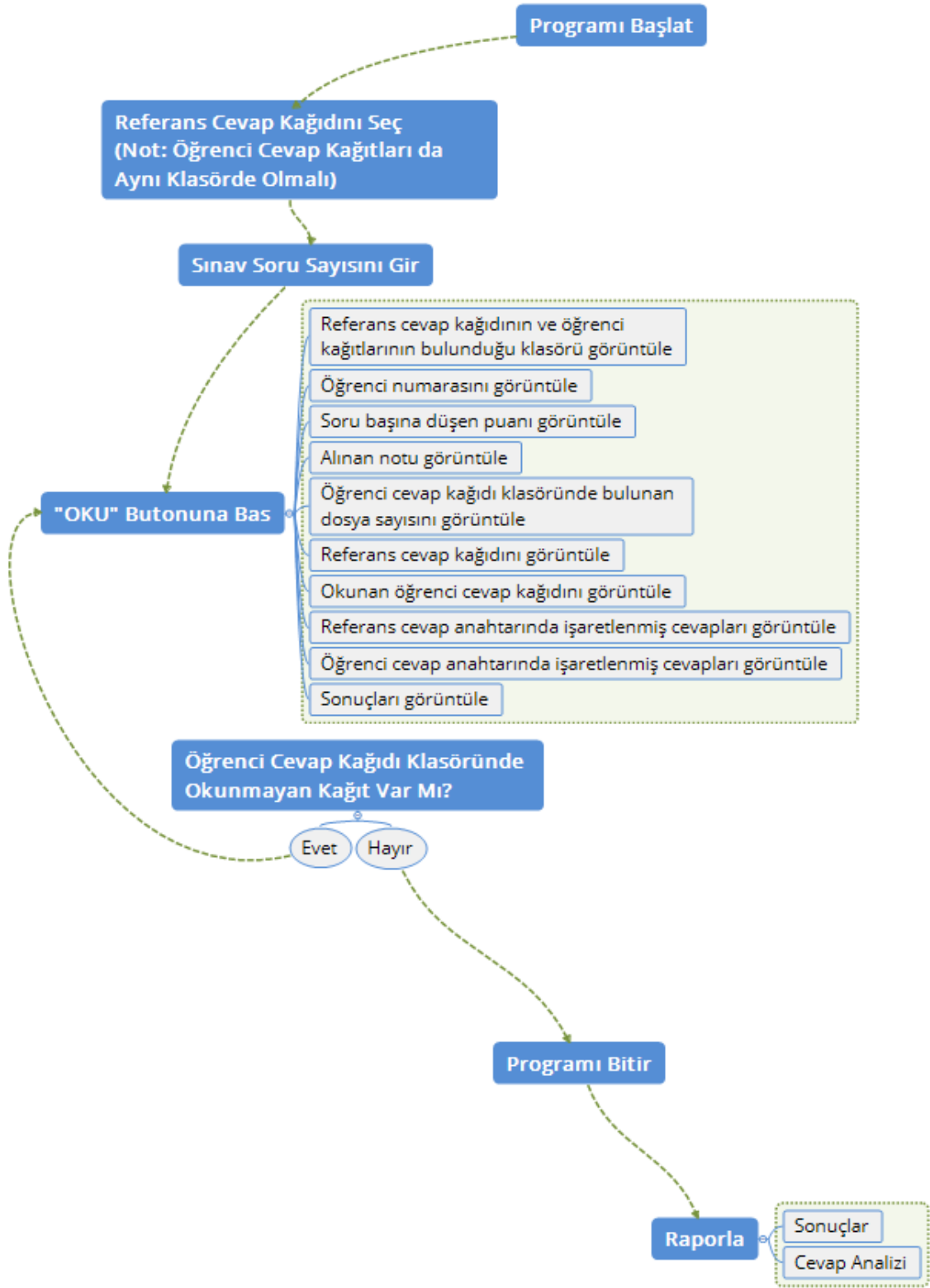
5.2. Teker teker kağıt okuma programı

Bu yüksek lisans tezinin uygulama sürecinde, cevap kâğıtlarının zaman zaman kötü tarama kalitesi gibi nedenlerle okuma problemlerinin ortaya çıktığı tespit edilmiştir. Bundan dolayı okunan cevap kâğıtlarının adım adım doğruluğunu kontrol etme gereği ortaya çıkabilir. Bu gibi durumlarda tek bir cevap kağıdı, geliştirilen bu teker teker kağıt okuma programı tarafında okutulur ve programın kullanıcı tarafından okunmanın doğru yapıp yapılmadığının kontrolü gerçekleştirilir [4].

Benzer şekilde bazı durumlarda, kullanıcının kâğıtları taramak amacıyla kullanmış olduğu tarayıcının ayarlarına bağlı olarak şıkların bulunduğu cevaplama bölgesi istenilen çerçeve içinde kalmamakta, program yazılırken önceden belirlenmiş olan referanslara göre kaymış durumda bulunabilmektedir. Bu durumda okuma programı yanlış okuma alanı üzerinde okuma yapmış olabilir. Bu ve bunun gibi benzer durumlar için kâğıdın tek tek kontrol edilerek okunması gerekebilir. Öğrenci cevap kâğıtlarının teker teker okunması için geliştirilmiş olan programın kullanıcı ara yüzü ve çalışma algoritması aşağıdaki şekillerde belirtildiği gibidir.



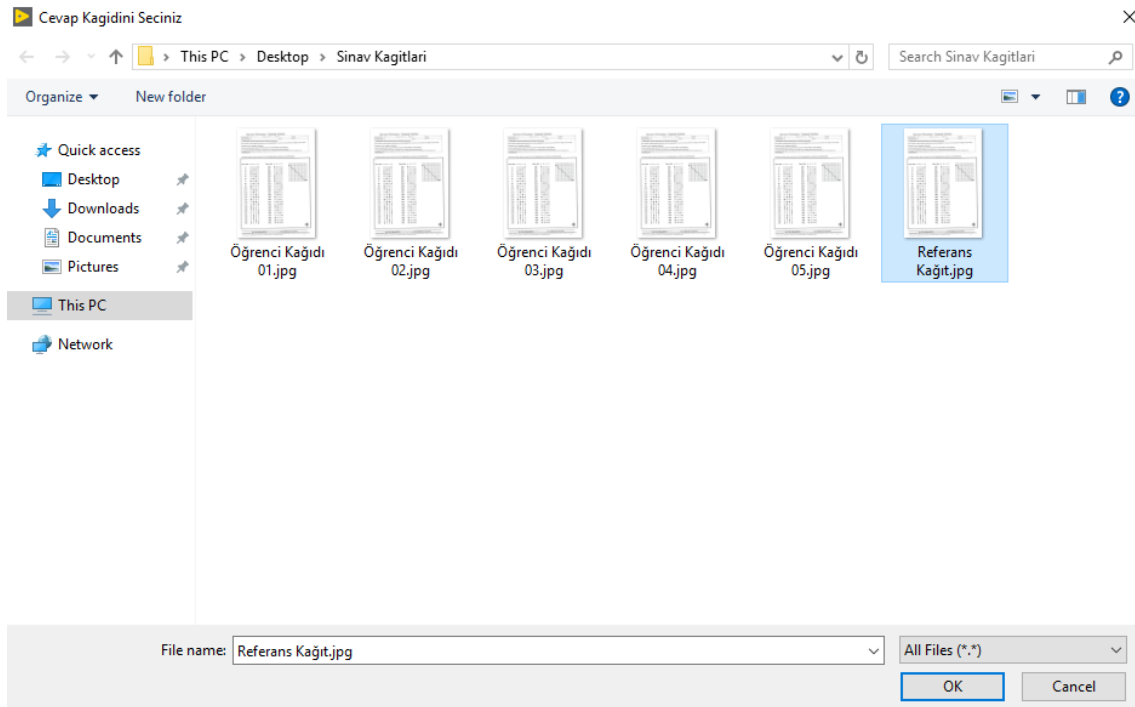
Şekil 5.2. Teker teker kağıt okuma programı – kullanıcı ara yüzü



Şekil 5.3. Teker teker kağıt okuma programı – çalışma algoritması

5.2.1. Referans cevap kağıdının seçilmesi

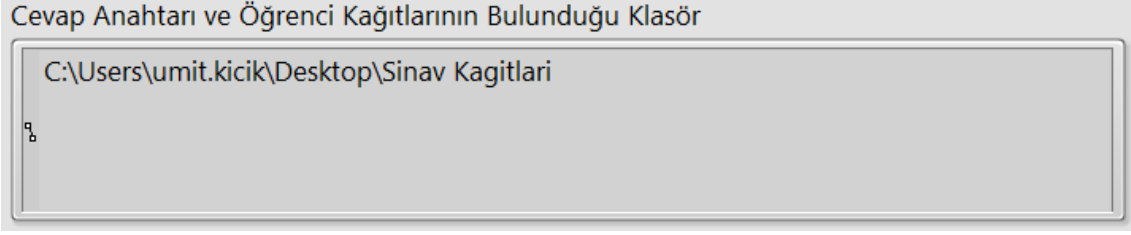
Program çalıştırılır çalıştırılmaz referans cevap kağıdının kullanıcı tarafından seçileceği bir pencere açılır. Referans cevap kağıdı ve okunacak öğrenci kağıtlarının aynı klasörde olması gerekmektedir. Ayrıca hem referans dosya formatları da JPEG olmalıdır. Program çalıştırılmadan önce bu noktalara dikkat edilmelidir. Referans cevap kağıdının ve öğrenci cevap kağıtlarının bulunduğu klasörde JPEG formatı haricinde başka formatta dosyalar bulunuyorsa, bu dosyalar okunmayarak program tarafından yok sayılmaktadır.



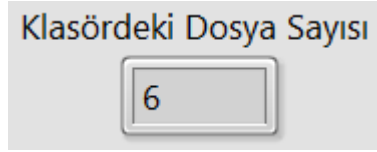
Şekil 5.4. Teker teker kağıt okuma programı – referans cevap anahtarının seçilmesi

Referans cevap kağıdı seçilip açılan pencerenin sol alt kısmında bulunan “OK” butonuna basılır basılmaz, kullanıcı ara yüzüne dönlür. Kullanıcı ara yüzünde bulunan aşağıdaki bölümlerin güncellenmiş olduğu görülür:

- Cevap Anahtarı ve Öğrenci Kağıtlarının Bulunduğu Klasör
- Klasördeki Dosya Sayısı



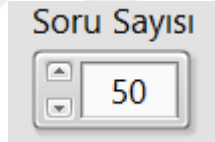
Şekil 5.5. Teker teker kağıt okuma programı – “Cevap Anahtarı ve Öğrenci Kağıtlarının Bulunduğu Klasör” bölümü



Şekil 5.6. Teker teker kağıt okuma programı – “Klasördeki Dosya Sayısı” bölümü

5.2.2. Soru sayısının girilmesi

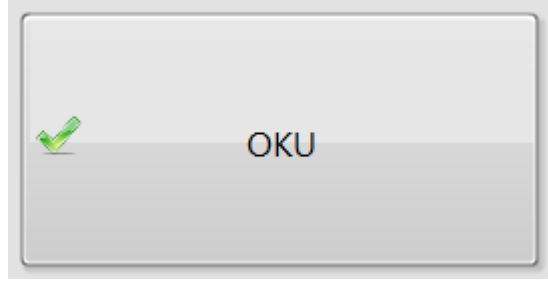
Kullanıcı ara yüzünde bulunan “Soru Sayısı” kısmına sınavda sorulan soru sayısı girilir. Bu sayı minimum 1, maksimum 50 olabilir.



Şekil 5.7. Teker teker kağıt okuma programı – soru sayısının girilmesi

5.2.3. Okuma işleminin başlatılması

Referans cevap anahtarı seçildikten ve sınav soru sayısı girildikten sonra artık program okuma işlemi yapmaya hazır hale gelmiş demektir. Kağıt okuma işlemine program ara yüzünde bulunan “OKU” butonuna basılarak başlanır.



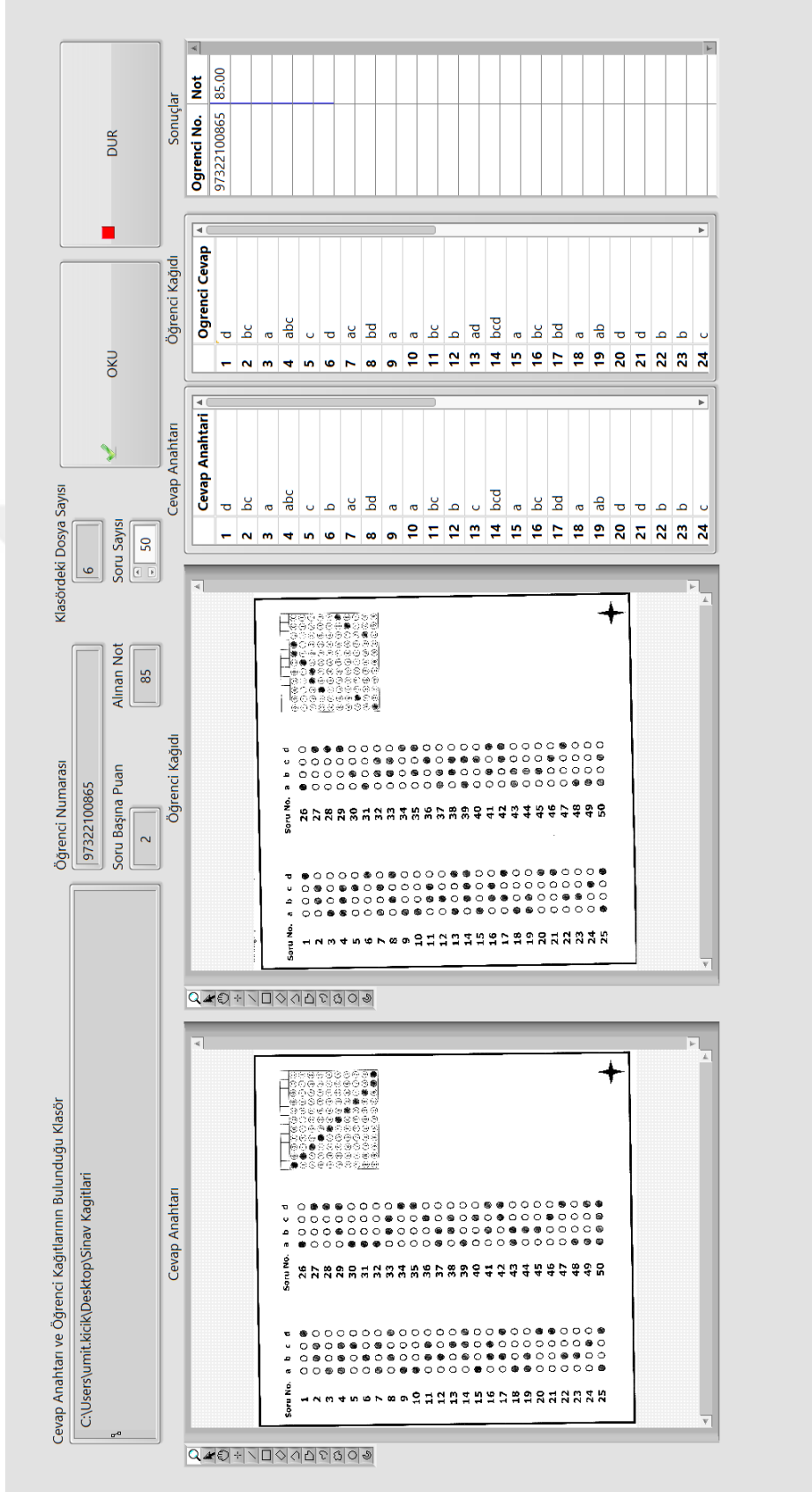
Şekil 5.8. Teker teker kağıt okuma programı – “OKU” butonu

“OKU” butonuna ilk defa basılır basılmaz program ara yüzünde bulunan aşağıdaki bölümler güncellenir:

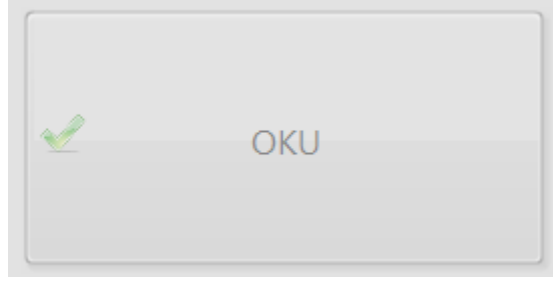
- Öğrenci Numarası
- Soru Başına Puan
- Alınan Not
- Cevap Anahtarı (Resim)
- Öğrenci Kağıdı (Resim)
- Cevap Anahtarı (Tablo)
- Öğrenci Kağıdı (Tablo)
- Sonuçlar

“OKU” butonu bir kez daha basıldığında -eğer referans cevap kağıdının ve öğrenci cevap kağıtlarının bulunduğu klasörde başka bir dosya daha varsa- program ara yüzünde “Cevap Anahtarı” ile ilgili bölümler hariç diğer bölümler tekrardan güncellenir. “Sonuçlar” bölümüne öğrenci kağıtlarında bulunan öğrenci numaraları ve alınan notlar her “OKU” butonuna basıldığında eklenerek; böylelikle sınav not listesi oluşturulmuş olunur.

Referans cevap kağıdının ve öğrenci cevap kağıtlarının bulunduğu klasörde okunmayan dosya kalana kadar “OKU” butonuna basılarak sınav kağıtları okunabilir. Klasörde bulunan bütün kağıtlar okunduğunda “OKU” butonu pasif hale gelir ve kullanıcı artık “OKU” butonuna basamaz.



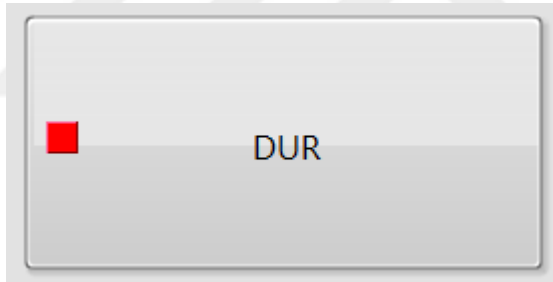
Şekil 5.9. Teker teker kağıt okuma programı – “OKU” butonuna basıldığında güncellenen bölümler



Şekil 5.10. Teker teker kağıt okuma programı – pasif hale gelmiş “OKU” butonu

5.2.4. Programın sonlandırılması

“OKU” butonu pasif hale geldiğinde “DUR” butonuna basılarak program sonlandırılır. Arzu edilirse tüm kağıtları okunması bitirilmeden de “DUR” butonuna basılarak program istenildiği zaman sonlandırılabilir. Program sonlanır sonlanmaz bilgisayar ekranında ilgili raporlar açılır.



Şekil 5.11. Teker teker kağıt okuma programı – “DUR” butonu

5.2.5. Raporların görüntülenmesi

“DUR” butonuna basılıp program sonlandırıldığında ekranda Microsoft Excel programı formatında iki adet rapor açılır. Bu raporlar şunlardır:

- Sonuç raporu
- Soru analizi raporu

Sonuç raporu, teker teker kağıt okuma programının ara yüzünde bulunan “Sonuçlar” tablosundaki bilgileri içerir.

	A	B	C	D	E	F	G
1	Öğrenci No.	Alınan Not					
2	97322100865	85					
3	97322100866	85					
4	97322100867	100					
5	97322100868	85					
6	97322100869	85					
7	97322100870	100					
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30							
31							
32							
33							
34							
35							
36							

Şekil 5.12. Teker teker kağıt okuma programı – sonuç raporu

Sonuç soru analiz raporu ise, her bir öğrencinin hangi soruya hangi yanıtı verdiğini içeren bir tabloyu içerir. Bu rapor sayesinde öğrencilerin en başarılı (Veya başarısız) olduğu sorular (Dolayısıyla konular) gibi analizler eğitici tarafından yapılabilir. Bu rapor da Microsoft Excel formatındadır.

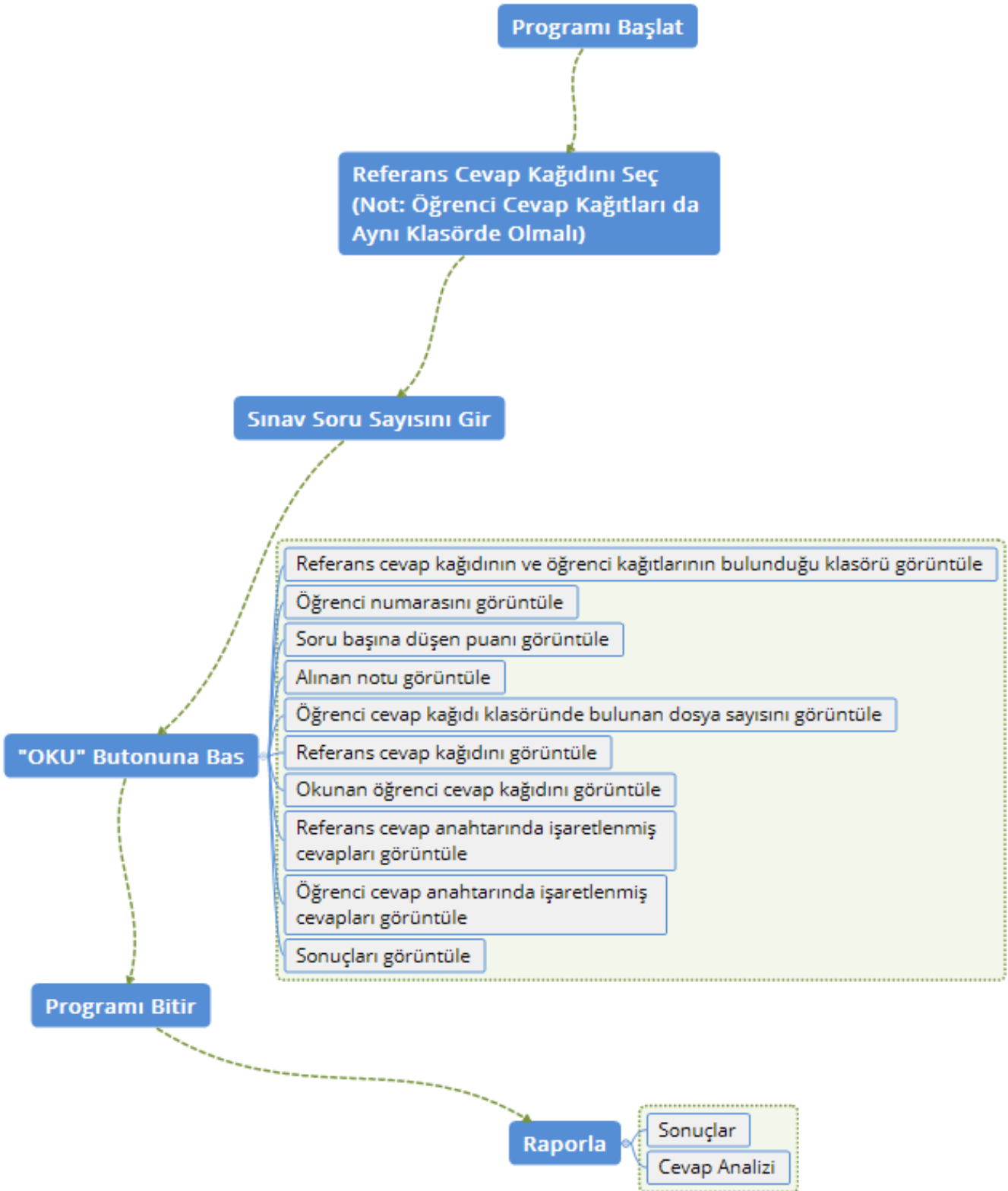
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	Öğrenci No.											
2	97322100865	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0
3	97322100866	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0
4	97322100867	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0
5	97322100868	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0
6	97322100869	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0
7	97322100870	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18												
19												
20												
21												
22												
23												
24												
25												
26												
27												
28												
29												
30												
31												
32												
33												
34												
35												
36												

Şekil 5.13. Teker teker kağıt okuma programı – soru analiz raporu

5.3. Çoklu kağıt okuma programı

Okunmak istenen cevap kâğıtları doğruluk bakımından kullanıcı tarafından kontrol edildikten sonra (Kağıt tarama kalitesinin hatasız olarak kağıtlarının okunmasına olanak sağlanacak kadar iyi olması, cevap kağıdı formatında şıklarının olduğu bölüme öğrenciler tarafından şıkların işaretlenmesi haricinde herhangi bir karalama yapılmamış olması vb.) ve bu konuda bir sorun olmayacağından emin olunduktan sonra; çoklu cevap kağıt okuma programı kullanılabilir. Çoklu kağıt okuma programı, sadece ara yüzünde bulunan soru sayısı parametresi değeri kullanıcı tarafından girilerek tüm öğrenci kağıtları tek seferde ve otomatik olarak okunabilir [4].

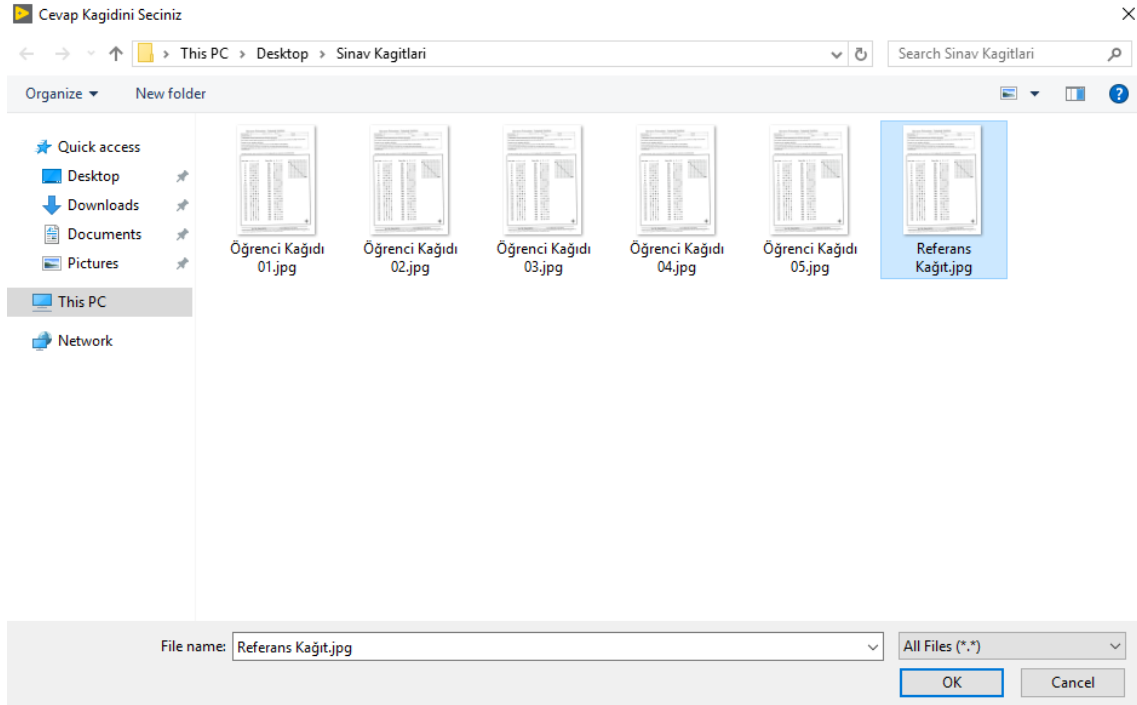
Çoklu kağıt okuma programı, teker teker kağıt okuma programına kıyasla oldukça hızlı bir şekilde kağıt okuman işlemini tamamlamakta ve ilgili raporları çıktı olarak sunmaktadır.



Şekil 5.14. Çoklu kağıt okuma programı – kullanıcı ara yüzü
Şekil 5.15. Çoklu kağıt okuma programı – çalışma algoritması

5.3.1. Referans cevap kağıdının seçilmesi

Teker teker kağıt okuma programındaki gibidir. Program çalıştırılır çalıştırılmaz referans cevap kağıdının kullanıcı tarafından seçileceği bir pencere açılır. Referans cevap kağıdı ve okunacak öğrenci kağıtlarının aynı klasörde olması gerekmektedir. Ayrıca hem referans dosya formatları da JPEG olmalıdır. Program çalıştırılmadan önce bu noktalara dikkat edilmelidir. Referans cevap kağıdının ve öğrenci cevap kağıtlarının bulunduğu klasörde JPEG formatı haricinde başka formatta dosyalar bulunuyorsa, bu



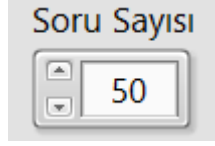
dosyalar okunmayarak program tarafından yok sayılmaktadır.

Şekil 5.16. Çoklu kağıt okuma programı – referans cevap anahtarının seçilmesi

4.3.2. Soru sayısının girilmesi

Teker teker kağıt okuma programındaki gibidir. Kullanıcı ara yüzünde bulunan “Soru Sayısı” kısmına sınavda sorulan soru sayısı girilir. Bu sayı minimum 1, maksimum 50

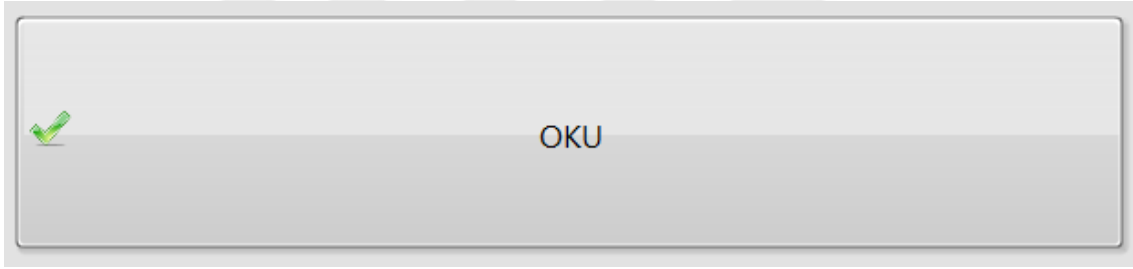
olabilir.



Şekil 5.17. Çoklu kağıt okuma programı – soru sayısının girilmesi

5.3.3. Okuma işleminin başlatılması

Referans cevap anahtarı seçildikten ve sınav soru sayısı girildikten sonra artık program okuma işlemi yapmaya hazır hale gelmiş demektir. Kağıt okuma işlemine program ara yüzünde bulunan “OKU” butonuna basılarak başlanır.



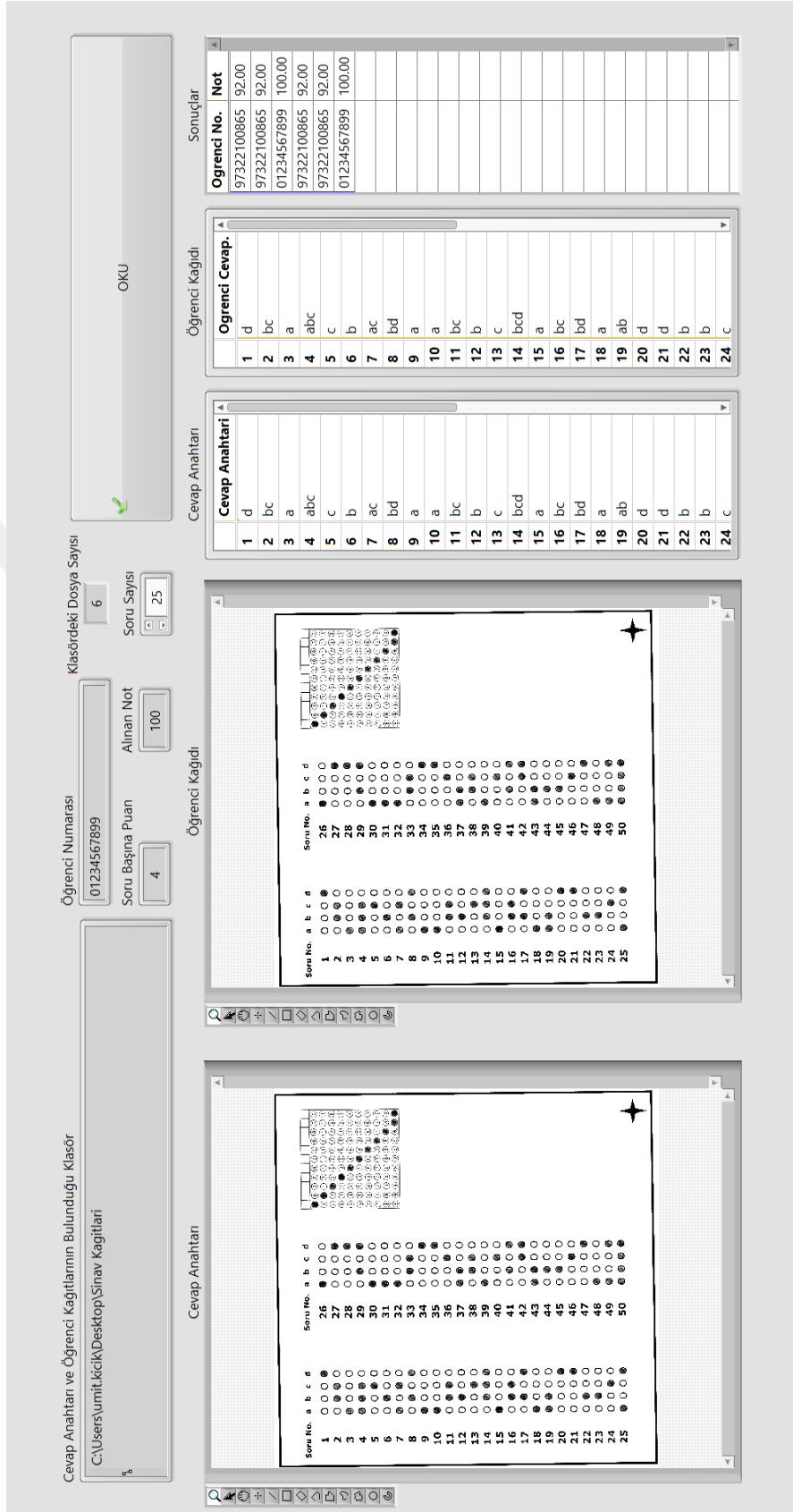
Şekil 5.18. Çoklu kağıt okuma programı – “OKU” butonu

“OKU” butonuna basılır basılmaz program ara yüzünde bulunan aşağıdaki bölümler güncellenir:

- Öğrenci Numarası
- Soru Başına Puan
- Alınan Not
- Cevap Anahtarı (Resim)
- Öğrenci Kağıdı (Resim)
- Cevap Anahtarı (Tablo)
- Öğrenci Kağıdı (Tablo)
- Sonuçlar

Çok cevap kağıdı okuma programında, teker teker kağıt okuma programının aksine “OKU” butonuna sadece bir kez basılır. Klasörde bulunan bir kağıt okunduğunda otomatik olarak sonraki kağıt okunur. Her yeni kağıt okunduğunda kullanıcı ara yüzündeki “Cevap Anahtarı” ile ilgili bölümler hariç diğer bölümler tekrardan kendiliğinden güncellenir. “Sonuçlar” bölümüne öğrenci kağıtlarında bulunan öğrenci numaraları ve alınan notlar her “OKU” butonuna basıldığında eklenerek; böylelikle sınav not listesi oluşturulmuş olunur.





Şekil 5.19. Çoklu kağıt okuma programı – “OKU” butonuna basıldığında güncellenen bölümler

5.3.4. Programın sonlandırılması

Referans cevap anahtarı ve öğrenci kağıtlarının bulunduğu klasörde bulunan bütün kağıtların program tarafından okunması biter bitmez, program kendiliğinden sonlanır. Program sonlanır sonlanmaz bilgisayar ekranında ilgili raporlar açılır.

5.3.5. Raporların görüntülenmesi

Program sonlandırıldığında ekranda Microsoft Excel programı formatında iki adet rapor açılır. Bu raporlar şunlardır:

- Sonuç raporu
- Soru analizi raporu

Sonuç raporu, teker teker kağıt okuma programında olduğu gibi ara yüzünde bulunan “Sonuçlar” tablosundaki bilgileri içerir.

	A	B	C	D	E	F	G
1	Öğrenci No.	Alınan Not					
2	97322100865	85					
3	97322100866	85					
4	97322100867	100					
5	97322100868	85					
6	97322100869	85					
7	97322100870	100					
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30							
31							
32							
33							
34							
35							
36							

Şekil 5.20. Çoklu kağıt okuma programı – sonuç raporu

Sonuç soru analiz raporu ise yine teker teker kağıt okuma programındaki rapor gibi, her bir öğrencinin hangi soruya hangi yanıtı verdiğini içeren bir tabloyu içerir. Bu rapor sayesinde öğrencilerin en başarılı (Veya başarısız) olduğu sorular (Dolayısıyla konular) gibi analizler eğitici tarafından yapılabilir. Bu rapor da Microsoft Excel formatındadır.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	Öğrenci No.											
2	97322100865	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0
3	97322100866	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0
4	97322100867	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0
5	97322100868	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0
6	97322100869	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0
7	97322100870	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18												
19												
20												
21												
22												
23												
24												
25												
26												
27												
28												
29												
30												
31												
32												
33												
34												
35												
36												

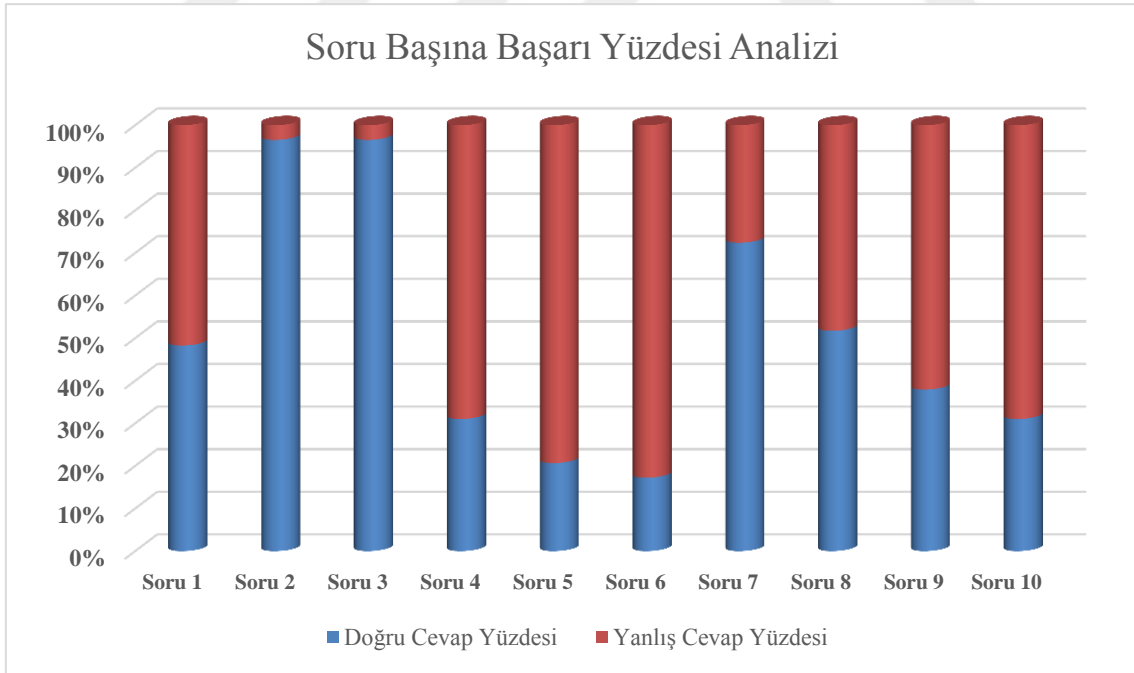
Şekil 5.21. Çoklu kağıt okuma programı – soru analiz raporu

5.4. Kağıt Okuma Sonrası Örnek Analiz Uygulaması

Kağıt okuma programlarının sonlandırılmasının akabinde otomatik olarak üretilen iki dosyadan biri olan soru analiz raporu dosyası, Microsoft Excel programı ile uyumlu bir dosyadır. Bu uyumluluk sayesinde soru analiz raporundaki veriler, çeşitli formüller ve macro'lar kullanılarak detaylı analizler yapılabilir haldedir. Bu analizler grafikler halinde de görüntülenebilir.

Aşağıdaki şekilde bu özellikler kullanılarak el edilmiş olan bir analiz grafiği gösterilmiştir. Bu analizde toplam 10 adet soru olan bir sınav değerlendirilmiş olup, sınavda sorulan her bir soruya ne kadar öğrencinin doğru ve yanlış cevapladığı yüzdelik cinsinden ifade edilmiştir.

Bu gibi analizlerin eğitici açısından çok büyük katkıları mevcuttur. Örneğin eğitici bu gibi analizler sayesinde, sınavda sorulan her bir konunun sınava giren kişiler tarafından ne kadar kavrandığı ölçülebilir. Bu veriler ışığında, öğrenmenin daha iyi gerçekleştirilmesi için eğitim sürecinde değişiklikler yapılabilir.



Şekil 5.22. Örnek analiz raporu uygulaması– başarı analizi yüzdesi grafiği

6. SONUÇLAR

Bu yüksek lisans tezi sonucunda geliştirilen programda kullanılan görüntü işleme algoritması olan OCR tabanlı bir görüntü işleme algoritması yerine başka bir görüntü işleme algoritması kullanılarak, programının daha verimli çalışması sağlanabilir.

Geliştirilen program ile birlikte en fazla 50 soruluk cevap kâğıtları okunabilmektedir. Bu soru sayının artırılması eğiticiler açısından oldukça önemlidir.

Program tarafından öğrenci tarafından işaretlenen şıklara ek olarak sadece öğrenci numaraları okunmaktadır. Bu konuda da, öğrenci ad, soyad, bölüm, ders kodu gibi bilgiler tasarlanan cevap kağıdı formatına eklenmeli; geliştirilen program üzerinde de bu bilgileri okumak ve öğrenci numarası ile birlikte raporlamak için gerekli modifikasyonlar yapılmalıdır.

Okuma sonucunda raporlanan bilgiler detaylandırılmalı, raporlar grafiksel, yüzdesel gösterim vb. gibi gösterimlerle daha görsel bir halde kullanıcıya sunulmalıdır. NI LabVIEW'in sunduğu özelliklerle ile bu mümkündür.

Kullanıcı ara yüzünün sadece bir bilgisayar üzerinde değil, bir web browser üzerinde erişilebilmesi özelliğinin kazandırılması, programın erişim kolaylığını ve kullanım yaygınlığı arttıracaktır.

Uygulama sonucunda elde edilen rapor çıktılarının, doğrudan internet altyapılı bir eğitici/öğrenci otomasyon sistemine otomatik olarak gönderilmesi eğiticiler açısından oldukça faydalı ve zaman kazandıran bir işlem olacaktır.

Gelişen akıllı mobil telefon teknolojisi birlikte, geliştirilen uygulamanın mobil platformlarda kullanılabilir bir hale getirilmesine yönelik çalışmalar yapılmalıdır.

Sonuç olarak bu yüksek lisans tezi sonucunda geliştirilen uygulamanın amacı, eğiticilere çoktan seçmeli test kâğıtlarının okunması konusunda faydalı olmaktır. Her ne kadar bazı geliştirmeler yapılması oldukça faydalı olacaksa da, bu amaca kısmen erişilmiştir. Yukarıda belirtilmiş adımlar atıldığı takdirde, geliştirilen uygulamanın çok daha efektif hale gelmesi kaçınılmazdır.

KAYNAKLAR

1. U.S. Department of Education, *Reimagining the Role of Technology in Education: 2017 National Education Technology Plan Update*. 2017. p. 111.
2. Koçak, D., et al., *Öğrencilerin Sınav Kavramına Yönelik Metaforlarının İncelenmesi*. Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi, 2017. **18**(3): p. 415-434.
3. Ege, M., *Eğitimde Ölçme Ve Değerlendirme Sisteminin Tasarımı Ve Uygulaması*, in *Fen Bilimleri Enstitüsü*. 2013, Marmara Üniversitesi: İstanbul.
4. Akkuş, N. and Ü. Kıcık, *NI LabVIEW İle Optik Kâğıt Okuma Uygulaması Gerçekleştirilmesi*. IJAEDU- International E-Journal of Advances in Education, 2017. **3**(9): p. 660-665.
5. Yaşar, M., *Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme*. 4 ed, ed. S. Tekindal. 2014, Ankara: Pegem Akademi. 288.
6. Karaca, E., *Seçme Gerektiren, Kısa Cevaplı ve Doğru - Yanlış Testlerinin Madde ve Test Özelliklerinin Karşılaştırılması*. Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 2004(10).
7. Tekindal, S., *Klasik Yazılı Sınavla Ve Çok Sorulu Testle Elde Edilen Ölçümlerin Güvenirlilik Ve Geçerliliği*. Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 2000. **8**(8): p. 38-46.
8. Ponce-Cruz, P. and F.D. Ramírez-Figueroa, *Intelligent Control Systems with LabVIEW*. 2010, New York: Springer. 216.
9. Austerlitz, H., *Data Acquisition Techniques Using PCs*. 2002, Elsevier Science & Technology. p. 429.
10. Liu, C., *Design and Implementation of Real-time Braincomputer Interface System Based on LabVIEW*. NeuroQuantology, 2018. **16**(3): p. 9.
11. Schwartz, M., *Programming Arduino with LabVIEW*, in *Community Experience Distilled*. 2015, Packt: Birmingham. p. 93.
12. Kurtenbach, S., S. Kurtenbach, and G. Zoidl, *Array Data Extractor (ADE): A LabVIEW Program to Extract and Merge Gene Array Data*. BMC Research Notes, 2013. **6**(1): p. 7.
13. Zheng, Z., K. Zhang, and C. Liu, *Greenhouse Temperature Monitoring System Based on Labview*, in *Computer and Computing Technologies in Agriculture IV*.

- 2010, Springer.
14. *Using Raspberry Pi with LabVIEW - National Instruments*. 2018 17.07.2018 [cited 2018 16.11.2018]; Available from: <https://knowledge.ni.com/KnowledgeArticleDetails?id=kA00Z0000004AM5SA&l=en-TR>.
 15. Taru, Y.K. and A. Karwankar. *Water Monitoring System Using Arduino with LabVIEW*. in *2017 International Conference on Computing Methodologies and Communication*. 2017. Erode, India: IEEE.
 16. Akgül, A., *Obtaining Real-Time Bode (Analysis) of Electronic Circuits with LabVIEW*. Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 2017. **21**(4): p. 9.
 17. Şahin, S., et al., *Arduino ve LabVIEW Kullanarak EMG Verilerinden Eşik Seviye Belirleme ile Motor Kontrol Düzenegi Tasarımı*. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 2017. **22**(2): p. 736-739.
 18. Bara, M., S. Williams, and S. Gollamudi, *Developing an Air Hockey Game in LabVIEW*, in *2017 25th International Conference on Systems Engineering*. 2017, IEEE: Las Vegas, NV, USA. p. 333-33.
 19. Johari, J., et al., *LabVIEW as an Effective Tool for Problem-Based Learning in Undergraduate Engineering Education*, in *2017 IEEE 9th International Conference on Engineering Education (ICEED)*. 2017, IEEE: Kanazawa, Japan. p. 169-173.
 20. Lischner, R., *Exploring C++: The Programmer's Introduction to C++*. 2009, Apress. p. 725.
 21. Yarcı, K., *C Programlama Dili : Programlama 3*. 2005, Yüce Yayım. p. 310.
 22. Yang, Y., *LabVIEW Graphical Programming Cookbook*. 2014, Packt Publishing Ltd. p. 272.
 23. *Compare Your Vision Software*. 2018 [cited 2018 01/12/2018]; Available from: <http://www.ni.com/en-tr/shop/electronic-test-instrumentation/application-software-for-electronic-test-and-instrumentation-category/what-is-vision-builder-for-automated-inspection/compare-vision-software.html>.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Ümit KICIK
Doğum Yeri / Yılı : Konya / 1982
Yabancı Dili : İngilizce
E-posta : umitkicik@gmail.com

Öğrenim Durumu

Derece	Bölüm / Program	Okul	Mezuniyet Yılı
Lise	Elektronik	Ümraniye Endüstri Meslek Lisesi	1999
Önlisans	Deniz Elektroniği	Kocaeli Üniversitesi	2002
Lisans	Mekatronik Öğretmenliği	Marmara Üniversitesi	2008

İş Deneyimi

Firma	Pozisyon	Tarih
National Instruments	Uygulama/Satış Mühendisi	2009-2017
İstanbul Arel Üniversitesi	Öğretim Görevlisi	2017-2018
CTech Bilişim Teknolojileri	Test Mühendisi	2018-...