

**KARAMANOĞLU MEHMETBEY ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ÖN GÖRÜNTÜ İŞLEME VE BÖLÜTLEME ALGORİTMALARINI
KULLANARAK STANDART TARAYICI İLE OPTİK FORM OKUMA**



YÜKSEK LİSANS TEZİ

Fatih Taha ÖZCAN

**Mühendislik Bilimleri Anabilim Dalı
Bilgisayar Mühendisliği Programı**

OCAK 2022

**KARAMANOĞLU MEHMETBEY ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ÖN GÖRÜNTÜ İŞLEME VE BÖLÜTLEME ALGORİTMALARINI
KULLANARAK STANDART TARAYICI İLE OPTİK FORM OKUMA**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Fatih Taha ÖZCAN
(180825117)**

**Mühendislik Bilimleri Anabilim Dalı
Bilgisayar Mühendisliği Programı**

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Ayşe ELDEM

OCAK 2022

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK

Bu çalışmadaki tüm bilgilerin, akademik ve etik kurallara uygun bir şekilde elde edildiğini beyan ederim. Aynı zamanda bu kural ve davranışların gerektirdiği gibi, bu çalışmanın özünde olmayan tüm materyal ve sonuçları tam olarak aktardığımı ve referans gösterdiğimi belirtirim.

Fatih Taha Özcan







Eşime ve biricik aileme,



ÖNSÖZ

Son yıllarda Türkiye’de ve dünyada eğitim sistemine üzerine yapılan çalışmalar artarak devam etmektedir. Bu çalışmalar daha çok gelişen teknolojinin eğitim sistemine nasıl entegre edileceği, değişen öğrenme ve öğrenci profiline göre ders içeriklerinin ve kalitesinin geliştirilmesi, ölçme ve değerlendirme metotlarının güncellenmesi ve geliştirilmesi, iş hayatında değişen şartlara göre kalifiye eleman yetiştirme ihtiyacına nasıl cevap verileceği, öğrencilerin yaratıcılık becerilerinin törpülenmemesi ve geliştirilmesi için uygulanması gereken yöntemler gibi konularda yoğunlaşmaktadır. Bilgisayar, akıllı telefon ve internetin hayatın her alanına girmesiyle birlikte eğitim sisteminde teknolojinin sağladığı görsellik ve hızın kullanımı kaçınılmaz hale gelmiştir. Ayrıca teknolojik gelişmeler sayesinde eskiden çok maliyetli olan sistemler daha makul seviyelere inmiş ve kullanılan sistem ve ekipmanlar açısından alternatiflerin de artmasıyla son kullanıcıya çıkan fatura düşme eğilimine girmiştir.

Bu çalışmada Türkiye’de en fazla kullanılan ölçme değerlendirme metotlarından biri olan çoktan seçmeli testlerin optik form ve tarayıcı gibi maliyetlerinin azaltılması, web tabanlı bir uygulama ile erişilebilirliğinin artırılması ve cevap kağıdı değerlendirme işlemlerinde gelişen teknolojiye faydalanarak daha hızlı ve güvenilir hale getirilmesi amaçlanmıştır.

Öncelikle tez konusu seçiminde isteklerimi göz önünde bulundurup bize yardımcı olan danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Ayşe Eldem’e ve Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü’ndeki diğer hocalarıma, daire başkanına, iş arkadaşlarıma ve tüm eğitim hayatım boyunca benden maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen aileme teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Ocak 2022

Fatih Taha ÖZCAN
(Bilgisayar Mühendisi)

İÇİNDEKİLER

Sayfa

| | |
|---|-------|
| ÖNSÖZ..... | ix |
| İÇİNDEKİLER | xi |
| KISALTMALAR | xiii |
| SEMBOLLER | xv |
| ÇİZELGE LİSTESİ..... | xvii |
| ŞEKİL LİSTESİ..... | xix |
| ÖZET..... | xxi |
| ABSTRACT..... | xxiii |
| 1. GİRİŞ | 1 |
| 2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI..... | 5 |
| 3. MATERYAL VE METOT | 15 |
| 3.1 Görüntü İşleme Nedir?..... | 15 |
| 3.2 Görüntü İşleme Teknikleri | 16 |
| 3.2.1 Gri seviye dönüşümü | 16 |
| 3.2.2 Bölütleme..... | 16 |
| 3.2.2.1 Eşikleme..... | 17 |
| 3.2.2.2 Kenar tespiti | 18 |
| 3.2.3 Morfolojik işlemler..... | 19 |
| 3.2.3.1 Aşındırma(erosion) | 20 |
| 3.2.3.2 Yayma(dilation) | 20 |
| 3.2.3.3 Açma(openning)..... | 21 |
| 3.2.3.4 Kapama(closing) | 22 |
| 3.2.4 Hough dönüşümü..... | 23 |
| 3.2.5 Görüntü filtreleri..... | 24 |
| 3.2.5.1 Keskinleştirme filtresi | 24 |
| 3.2.5.2 Bulanıklaştırma filtresi..... | 28 |
| 3.2.5.3 Kabartma filtresi..... | 31 |
| 3.2.6 Gürültü ve çeşitleri..... | 32 |
| 3.2.6.1 Gaus gürültüsü | 33 |
| 3.2.6.2 Rayleigh gürültüsü | 34 |
| 3.2.6.3 Erlang gürültüsü | 35 |
| 3.2.6.4 Üstel(exponential) gürültü | 37 |
| 3.2.6.5 Düzenli(uniform) gürültü | 38 |
| 3.2.6.6 Dürtü(impulse) gürültüsü | 40 |
| 3.3 Paralel Programlama | 41 |

| | |
|--|-----------|
| 4. WEB TABANLI OPTİK FORM OKUMA UYGULAMASI..... | 45 |
| 4.1 Sisteme Giriş | 46 |
| 4.2 Birim İşlemleri | 46 |
| 4.3 Kullanıcı İşlemleri..... | 47 |
| 4.4 Derslik İşlemleri..... | 47 |
| 4.5 Dönem İşlemleri..... | 48 |
| 4.6 Sınav ve Sınav Grubu İşlemleri | 49 |
| 4.7 Yerleştirme İşlemi | 51 |
| 4.8 Cevap Kağıdının Tasarımının Yapılması..... | 52 |
| 4.9 Optik Formun Taranması ve Sunucuya Yüklenmesi | 53 |
| 4.10 Sınav Sonucunun Değerlendirilmesi..... | 54 |
| 4.10.1 Görüntü ön işleme tekniklerinin uygulanması..... | 56 |
| 4.10.1.1 Gri seviyeye dönüştürme..... | 56 |
| 4.10.1.2 Gauss yumuşatma filtresi uygulama | 57 |
| 4.10.1.3 Morfolojik açma işlemi | 58 |
| 4.10.1.4 Eşikleme ve ikili görüntüye çevirme..... | 58 |
| 4.10.2 Açısal düzeltme..... | 59 |
| 4.10.3 Bölütleme..... | 60 |
| 4.10.3.1 Kenar tespiti | 60 |
| 4.10.3.2 Kontur çıkarımı | 61 |
| 4.10.4 QR kod çıkarımı..... | 62 |
| 4.10.5 Soru satırının bulunması | 63 |
| 4.10.6 Hough dönüşümünün uygulanması ve daire tespiti..... | 64 |
| 4.10.7 Şık çıkarımı ve işaretlenme durumu kararı | 65 |
| 4.11 Sınav Sonucunun Raporlanması..... | 65 |
| 4.12 Kullanılan Donanım ve Yazılımlar | 66 |
| 4.12.1 Emgu CV kütüphanesi | 66 |
| 4.12.2 Yazıcı ve tarayıcı | 66 |
| 4.12.3 Web sunucu/bilgisayar | 67 |
| 4.12.4 İşletim sistemi | 67 |
| 4.12.5 Web sunucu yazılımı..... | 67 |
| 4.12.6 Veri tabanı..... | 67 |
| 5. TARTIŞMA VE SONUÇ..... | 69 |
| 6. ÖNERİLER..... | 75 |
| KAYNAKLAR..... | 79 |
| ÖZGEÇMİŞ..... | 83 |

KISALTMALAR

| | |
|--------------|--|
| ÖSYM | : Ölçme, Seçme ve Yerleştirme Merkezi |
| QR | :Quick Response(Hızlı Cevap Kodu) |
| Ghz | :Gigahertz |
| GB | :Gigabayt |
| IIS | :Internet Information Services(İnternet bilgi sunucusu) |
| İHA | :İnsansız Hava Aracı |
| SİHA | :Silahlı İnsansız Hava Aracı |
| LIDAR | :Light Detection and Ranging (Lazer veya ışık bazlı uzaktan algılama yöntemi) |
| GPL | :General Public License (Genel Kamu Lisansı) |
| DPI | :Dots Per Inch (İnç Başına Düşen Nokta) |
| CNN | :Convolutional Neural Network (Evrşimsel Sinir Ağları) |
| MPI | :Message Passing Interface |
| TC | :Thread Count(İş parçacığı sayısı) |



SEMBOLLER

| | |
|------------------------------|---------------------------------------|
| G | :Gaus Fonksiyonu |
| σ | :Standart Sapma |
| η | :Gürültü Fonksiyonu |
| ∇f | :f vektörünün yön türevi(gradyanı) |
| g_x | :f(x,y) fonksiyonunun x'e göre türevi |
| g_y | :f(x,y) fonksiyonunun y'e göre türevi |
| r | :Dairenin yarıçapı |
| θ | : $[0,2\pi]$ aralığında açı |
| e | :Doğal logaritma tabanı |
| ω | :Ağırlık |
| A | :Görüntü matrisi |
| B | :Görüntü matrisi |
| T | :Eşik değeri |



ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

| | |
|--|-----------|
| Çizelge 3.1: Canny kenar algılama algoritması sözde kodu(Tarafı, 2021). | 18 |
| Çizelge 3.2: Hough daire tespit algoritması sözde kodu(Doğan, 2010). | 23 |
| Çizelge 3.3: Roberts apraz işleci kullanılan çekirdek şablonu. | 26 |
| Çizelge 3.4: Laplas işleci ile sıklıkla kullanılan çekirdek şablonları..... | 27 |
| Çizelge 3.5: Kullanılan temel kabartma çekirdek şablonları..... | 32 |
| Çizelge 5.1 Yapılan sınavların detayları. | 69 |
| Çizelge 5.2: Sistemin doğruluk performansı. | 70 |
| Çizelge 5.3: Sistemin süre performansı – 200 DPI. | 70 |
| Çizelge 5.4: Sistemin süre performansı – 300 DPI. | 71 |
| Çizelge 5.5: Sistemin süre performansı – 600 DPI. | 71 |





ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

| | |
|--|----|
| Şekil 3.1: Otsu eşikleme değeri kullanarak eşiklenmiş görüntü..... | 18 |
| Şekil 3.2: Canny kenar bulma..... | 19 |
| Şekil 3.3: Orijinal görüntü ve aşındırılmış görüntü..... | 20 |
| Şekil 3.4: Orijinal ve yayılmış görüntü..... | 21 |
| Şekil 3.5: Orijinal ve açılmış görüntü..... | 22 |
| Şekil 3.6: Orijinal ve kapanmış görüntü..... | 22 |
| Şekil 3.7: Hough dönüşümü ile daire tespiti..... | 24 |
| Şekil 3.8: Orijinal görüntü ve Roberts çapraz işleci..... | 26 |
| Şekil 3.9: Orijinal ve keskinleştirilmiş görüntü..... | 28 |
| Şekil 3.10: Ortalama filtre..... | 29 |
| Şekil 3.11: Ortalama filtre kullanılmış görüntüler..... | 29 |
| Şekil 3.12: Orta değer filtresi..... | 30 |
| Şekil 3.13: Orta değer filtresi kullanılmış görüntüler..... | 30 |
| Şekil 3.14: Gauss filtresi kullanılmış görüntüler..... | 31 |
| Şekil 3.15: Orijinal ve kabartma filtresi uygulanmış görüntü..... | 32 |
| Şekil 3.16: Gaus gürültüsü olasılık yoğunluk fonksiyonu..... | 33 |
| Şekil 3.17: Orijinal ve Gaus gürültülü görüntü..... | 34 |
| Şekil 3.18: Rayleigh gürültüsü olasılık yoğunluk fonksiyonu..... | 35 |
| Şekil 3.19: Orijinal ve Rayleigh gürültülü görüntü..... | 35 |
| Şekil 3.20: Erlang gürültüsü olasılık yoğunluk fonksiyonu..... | 36 |
| Şekil 3.21: Orijinal ve Erlang gürültülü görüntü..... | 37 |
| Şekil 3.22: Üstel gürültü olasılık yoğunluk fonksiyonu..... | 38 |
| Şekil 3.23: Orijinal ve üstel gürültülü görüntüsü..... | 38 |
| Şekil 3.24: Düzenli gürültü olasılık yoğunluk fonksiyonu..... | 39 |
| Şekil 3.25: Orijinal ve düzenli gürültülü görüntü..... | 40 |
| Şekil 3.26: Dürtü gürültü olasılık yoğunluk fonksiyonu..... | 41 |
| Şekil 3.27: Orijinal ve dürtü gürültülü görüntü..... | 41 |
| Şekil 3.28 Seri programlama ve paralel programlama..... | 42 |
| Şekil 4.1: Sistem genel iş akışı..... | 45 |
| Şekil 4.2: Giriş sayfası..... | 46 |
| Şekil 4.3: Birim sayfası..... | 47 |
| Şekil 4.4: Kullanıcılar sayfası..... | 47 |
| Şekil 4.5: Derslik işlemleri sayfası..... | 48 |
| Şekil 4.6: Dönem sayfası..... | 48 |
| Şekil 4.7: Sınav sayfası..... | 49 |
| Şekil 4.8: Sınav grubu sayfası..... | 50 |
| Şekil 4.9: Grup-sınav ilişkisi yönetimi sayfası..... | 50 |
| Şekil 4.10: Sınav doğru cevap yönetimi sayfası..... | 51 |
| Şekil 4.11: Yerleştirme sayfası..... | 51 |
| Şekil 4.12: Yerleştirme raporu sayfası..... | 52 |
| Şekil 4.13: Yerleştirme çakışma raporu..... | 52 |
| Şekil 4.14: Optik form tasarımı sayfası..... | 53 |
| Şekil 4.15: Tarama yüklemeleri sayfası..... | 54 |
| Şekil 4.16: Görüntü işleme iş akışı..... | 55 |
| Şekil 4.17: Sonuç optik formu..... | 56 |
| Şekil 4.18: Gri seviye optik form..... | 57 |
| Şekil 4.19: Gaus yumuşatma filtresi uygulanmış optik form görüntüsü..... | 57 |

| | |
|---|----|
| Şekil 4.20: Morfolojik açma uygulanmış optik form görüntüsü. | 58 |
| Şekil 4.21: İkili görüntüye dönüştürülmüş optik form. | 59 |
| Şekil 4.22: Açısı düzeltilmiş optik form görüntüsü. | 60 |
| Şekil 4.23: Canny kenar tespiti. | 61 |
| Şekil 4.24: Optik formda bulunan konturlar. | 62 |
| Şekil 4.25: Ters ve 180 derece döndürülmüş optik form görüntüsü. | 63 |
| Şekil 4.26: Görüntüden seçilen birinci soru satırı görüntüsü. | 64 |
| Şekil 4.27: Hough daire tespiti kullanılarak bulunan daireler. | 64 |
| Şekil 4.28: Soru satırı görüntüsünden değerlendirme yapılacak alan seçimi. | 65 |
| Şekil 4.29: Sınav sonuç raporu. | 66 |
| Şekil 4.30: Varlık ilişki diyagramı. | 68 |
| Şekil 5.1: Sınavlarda kullanılan optik form tasarımları. | 70 |
| Şekil 5.2: Süre performansı. | 71 |



ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ÖN GÖRÜNTÜ İŞLEME VE BÖLÜTLEME ALGORİTMALARINI KULLANARAK STANDART TARAYICI İLE OPTİK FORM OKUMA

Fatih Taha Özcan

Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Mühendislik Bilimleri Ana Bilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi, Ayşe ELDEM

Ocak, 2022, 85 sayfa

Çoktan seçmeli sınavlar Türkiye’de ve dünyada eğitim sistemlerinde öğrencinin başarısının ölçülmesinde kullanılan en yaygın yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır. ÖSYM(Ölçme, Seçme ve Yerleştirme Merkezi) gibi kurumların yaptığı sınavlarda optik form adı verilen maliyetli cevap kâğıtları, standart tarayıcılara oranla maliyetli optik okuyucular tarafından taranarak değerlendirilmektedir. Bu sistemler, hata oranını sifıra indirmek için kullanılmaktadır. Fakat tarayıcılarının özel olması nedeniyle erişilebilirliği düşük ve ayrıca fiyat olarak orta ve küçük ölçekli eğitim kurumları için yüksek olarak değerlendirilmektedir. Bu yüzden çoktan seçmeli sınavların değerlendirmesini konu alan çok fazla akademik çalışma bulunmaktadır. Gün geçtikçe bu konuda yeni çalışmalar yapılmaktadır.

Bu çalışmada çoktan seçmeli sınavların optik form tasarımlarının yapılması, oturum planının yapılması ve değerlendirilmesi için web tabanlı olması nedeniyle kolayca erişilebilir ve yüksek bir doğruluk oranına sahip bir yazılım geliştirilmiştir. ASP.NET kullanılarak geliştirilen yazılım, standart tarayıcı yani kurum bünyesinde halihazırda bulunan tarayıcı tarafından taranan optik form resimlerinin sisteme yüklenmesi akabinde Emgu CV kütüphanesinde bulunan ön görüntü işleme ve bölütleme algoritmalarından faydalanarak değerlendirme işlemi asenkron olarak yapılmaktadır.

Geliştirilen yazılım test amacıyla Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Bilgisayar Mühendisliği bölümünde öğrenim gören 208 öğrenci tarafından doldurulan optik formların değerlendirilmesinde kullanılmış olup %99,97 doğruluk oranıyla değerlendirme yaptığı tespit edilmiştir. Tarama çözünürlüğüne bağlı olarak 1 adet optik formun değerlendirme işlemi asenkron çalışarak 1,7 saniye ile 15 saniye arasında sürdüğü tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Çoktan seçmeli sınav, optik form okuma, ön görüntü işleme teknikleri, eşikleme, bölütleme.



ABSTRACT

Ms Thesis

READING OPTICAL FORM WITH STANDARD SCANNER BY USING IMAGE PREPROCESSING AND SEGMENTATION ALGORITHMS

Fatih Taha Özcan

**Karamanoğlu Mehmetbey University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Engineering Sciences**

Supervisor: Asst. Prof. Ayşe Eldem

January, 2022, 85 pages

Multiple choice exams are the most common method used to measure student success in education systems in Turkey and all around the world. In exams held by institutions such as OSYM (Measuring, Selection and Placement Center), costly answer sheets called optical forms are scanned and evaluated by costly optical readers compared to standard scanners. These systems are used to reduce the error rate to zero. However, due to the special nature of their browsers, they are considered low in accessibility and high in price for medium and small-sized educational institutions. That's why there are so many academic studies on the evaluation of multiple choice exams. New studies are being done on this subject day by day.

In this study, a software that is easily accessible because of being web-based and has a high accuracy rate has been developed for the optical form design, session planning and evaluation of multiple choice exams. The software developed using ASP.NET performs the evaluation process asynchronously by using the pre-image processing and segmentation algorithms in the Emgu CV library, after the optical form images scanned by the scanner already in the institution, are uploaded to the system.

Optical forms filled by 208 students studying at Karamanoğlu Mehmetbey University, Faculty of Engineering, Department of Computer Engineering were used to evaluate for the purpose of testing the developed software, and it was determined that it made evaluation process with an accuracy rate of 99,97%. It has been determined that the evaluation process of 1 optical form works asynchronously, depending on the scanning resolution, and takes between 1,7 seconds and 15 seconds.

Keywords: Multiple choice exam, optical form reading, image preprocessing techniques, thresholding, segmentation



1. GİRİŞ

Eğitim sistemi insanla ilgili bir sistem olması nedeniyle sosyal bir sistem olarak tanımlanabilir. Bir toplumun insan modelini oluştururken kullanılan sistemlerin en önemlilerinden biri de eğitim sistemi olmuştur. Bu yüzden her toplumun yöneticileri eğitim bilimi alanında yapılan akademik çalışmalarını yakından takip etmişler ve sonuçlarını titizlikle inceleyerek kendi eğitim sistemleri değiştirme ve geliştirme yoluna gitmişlerdir. Eğitim sisteminin sürekli inceleme altında olması sistemin güçlü ve zayıf yanlarının daha kolay bir şekilde belirlenmesini sağlamış ve amaçlara ulaşmayı kolaylaştırmıştır. Eğitim sisteminde yapılan sürekli değişiklikler bir toplumun istikrarlı bir eğitim sistemi oluşturmasını sekteye uğratacağından atılan adımların eğitim sisteminin içinde yer alan tüm paydaşların fikri alınarak hemfikir olunan konularda yapılması sistem ve toplum açısından önem arz etmektedir(Baysal ve Ada, 2015).

Eğitim sistemi amaçlı bir süreç olarak değerlendirilir. Bir niteliğin gözlemlenerek gözlem verilerinin sayılarla gösterilmesine ölçme, ölçülen değerlerden bir anlam çıkarma işlemi ise değerlendirme olarak tanımlanmaktadır. Ölçme ve değerlendirme süreci eğitim ve öğretim sisteminin amaçlarına ne oranda ulaşıldığının saptanmasından oluşmaktadır. Eğitim sisteminin en önemli süreçlerinden birisi de verilen bilginin ne kadar anlaşıldığının ölçülmesini yani amaçlara ne ölçüde erişildiğinin saptanmasını içeren ölçme ve değerlendirme safhasıdır. Değerlendirme eğitimci dahil tüm eğitim sisteminin performansını ortaya koyar. Eğitim sisteminin performansının doğru bir şekilde hesaplanması sistemin işleyen ve işlemeyen yönlerinin tespiti ve eğitim sisteminin mükemmelleşmesi açısından çok önemlidir(Temizkan ve Sallabaş, 2011).

Bilgi seviyesi ve verinin özümsemesinin ölçümü için kullanılan en popüler yöntemlerden biri ise çoktan seçmeli test sistemidir. Çoktan seçmeli testler ülkemizde hem geniş ölçekte hem de yerel ölçekte kullanılmaktadır. Eğitim sistemimizde geniş ölçekli testler 1974 yılında kurulan ÖSYM tarafından

üniversitelere başvurunun artması sonucu fakülteler tarafından yapılan sınavları merkezi hale getirmek için uygulanmaya başlanmıştır.1990'lı yılların sonuna gelindiğinde ise çoktan seçmeli testler birçok eğitim düzeyinde kullanılmaya başlamıştır(Çakan, 2003). Merkezi çoktan seçmeli sınavların yaygınlaşmasıyla birlikte bu sınavlara hazırlık aşamasında olan öğrencilerin sınav sistemine adapte olabilmeleri için yerel ölçekte de çoktan seçmeli sınavlar yapılmaya başlanmıştır. Çoktan seçmeli sınavların bu kadar yaygınlaşmasının en önemli nedeni bu sınavlarda soruları cevaplamak kolay olduğundan çok soru sorulması nedeniyle daha kapsamlı ölçüm yapma olanağı tanınmasıdır. Ayrıca çoktan seçmeli sınavlarda soru bazında istatistikler alınabilmesi gibi özellikler eğitime detaylı bilgiler sunar. Bu bilgiler eğitim sisteminin geliştirilmesinde yol gösterici olarak kullanılabilir. Merkezi yapılan çoktan seçmeli sınavlardan katılımcıdan ücret alındığından bu sınavların okunması ve değerlendirilmesi için gerekli olan optik form okuma cihazının kullanılmasını kolaylaştırmaktadır. Öğrencilerini bu tür merkezi çoktan seçmeli sınavlara hazırlamak isteyen eğitimcilerin genelde sınav için para alma gibi bir şansı olmamaktadır. Bu yüzden genellikle yerel eğitimciler çoktan seçmeli sınavların değerlendirilmesini manuel olarak yapmaktadırlar. Elle yapılan çoktan seçmeli sınav değerlendirme hatalara açık olmakla birlikte çoktan seçmeli sınavların en önemli özelliklerinden olan detaylı istatistikleri almak için elde edilen verileri bilgisayar ortamına aktarmaları da uzun süre almaktadır.

Bu tezin çalışmasının amacı çoktan seçmeli sınavların değerlendirilmesi için gereken optik okuyucu alımı ve sonrasında teknik bakımı maliyetli ekipmanları kullanmak yerine, günümüzde kurumun ya da eğitimcinin elinde sıklıkla bulunan tarayıcı veya cep telefonu gibi cihazlarla toplanılan sınav belgeleri için web tabanlı optik form değerlendirme sisteminin geliştirilmesidir. Tezin temel amacı çoktan seçmeli sınavların değerlendirilmesi için gerekli maliyeti düşürmek olacaktır. Optik tarayıcı kullanılarak yapılan değerlendirmelerin maliyetli olması sadece tarayıcıdan kaynaklanmamaktadır. Ayrıca optik tarayıcıların okuyabildiği cevap kağıtları da özel olduğu için maliyeti artıran bir unsur olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu çalışma sonucunda ortaya çıkması planlanan sistem cevap kağıdı tasarımını da içerdiğinden standart A4 kağıdının kullanılmasına olanak sağlayacaktır. Planlanan sistemin başarılı bir şekilde tamamlanmasıyla yurdun her yerinde bulunan eğitimciler çoktan seçmeli sınavlarının cevap kağıtlarını kendi imkanlarıyla tarayarak web tabanlı

sisteme aktarması sonucunda değerlendirme işlemine otomatik yapacak ve sınav hakkında sunulan istatistiksel verilerle öğrencilerin ve kendilerinin eksik yönlerini belirleyebileceklerdir. Planlanan sistemin sınav değerleme işleminde doğruluk oranını arttırmak için görüntü ön işleme tekniklerinden etkin bir şekilde faydalanması düşünülmüştür.





2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI

Eğitim sistemi bir ülkenin en önemli ve değerli sistemlerinden bir tanesidir. Çünkü toplumu oluşturan bireylerin hepsi bu sistem içerisinde çıkar. Bu yüzden eğitim sistemini geliştirerek daha bilgili ve bilgisini etkin kullanan bireyler yetiştirmek için çok fazla araştırmalar ve akademik çalışmalar yapılmış ve yapılmaya devam edilmektedir. Çünkü değişim ihtiyacı hiç bitmemekte ve gelişen teknoloji ile eğitimi destekleyici yeni teknolojiler ve eğitimi engelleyici tehditlerle karşılaşmaktadır. Bu yeni teknolojilerin de mevcut eğitim sistemine entegrasyonu ve eğitim sistemine karşı olan tehditlerin bertaraf edilmesi çok önemlidir.

Eğitim sistemi ve içerisinde yer alan süreçler birçok makale ve tez çalışmasına konu olmaktadır. Aşağıda tam metnine ulaşılabilen bazı akademik çalışmalar hakkında bilgi verilmiştir.

Taylor 2004 yılında optik işaret tanıma üzerine yaptığı çalışmaların patentini almıştır. Bu patentte bulduğu metot için özel tasarlanmış bir forma ihtiyaç duyulmamaktadır. Optik işaret tanıma metodu tarayıcıdan kaynaklı kayma gibi problemlere karşı ön işlem adımlarını içermektedir. Metodun ilk adımında boş bir form ile sonucu bulunmak istenen işaretli optik form hizalanarak her bir cevap kutucuğı için arıtma işlemi uygulanmıştır. Cevap kutucuğı ile boş formun kutucuğunun aynı koordinata gelecek şekilde ayarlanmıştır. Son olarak cevapları içeren optik form ile boş optik formun benzerlik değerleri ölçümlenerek o cevabın işaretlenip işaretlenmediğine karar verilmiştir(Taylor, 2004).

Nguyen ve arkadaşları yayınladıkları makalelerinde yüksek güvenilirlik ve verimliliğe sahip dijital kamera ile taranan cevap kağıtlarının görüntü işleme algoritmaları kullanarak değerlendirme üzerinde çalışmışlardır. Kamera tarafından çekilen cevap kağıdının görüntüleri önce histogram eşitleme ve medyan filtresi gibi filtreler uygulanarak iyileştirilmiştir. Daha sonra taranan cevap kağıdının sınırları Hough dönüşümü kullanılarak belirlenmiş ve tarama eğimi hesaplanarak düzeltilmiştir. Daha sonra normalizasyon algoritmaları kullanılarak taranan imajlar standart

boyutlara indirgenmiştir. Değerlendirme adımında ise cevap kağıdının sahibinin hangi soruda hangi şıkkı işaretlediğini belirlemek için cevap kağıdını kenarında bulunan kılavuz çizgi işaretler kullanılmıştır. Nguyen ve arkadaşları tasarladıkları sistemi 10000 cevapta %99,74 lük doğruluk oranını tutturmuşlardır(Nguyen ve diğerleri, 2011).

Karakoç yüksek lisans tezinde görüntü içerisinde görüntü arama algoritmaları üzerine çalışmalar yapmıştır. Görüntü içerisinde görüntü arama yöntemlerinden olan kaba kuvvet arama ve akıllı arama algoritmalarını hem paralel hem de tek iş parçacığı kullanarak performans karşılaştırmaları yapmıştır. Yaptığı çalışmalarda paralel programlama mantığı olarak parçala ve fethet algoritmalarını kullanmıştır. Düşük ve yüksek çözünürlüklü görüntüler kullanılarak yapılan testler sonucunda önerilen sistemin görüntü eşleme işleminde daha kısa sürede sonuçlar verdiği ortaya konmuştur(Karakoç, 2011).

Aydemir yüksek lisans tezinde optik form okuma üzerinde çalışmıştır. Aydemir okuma stratejisi olarak tüm piksellerin taranması, cevap kağıdının tasarımına göre belirli piksellerin taranması ve belirli pikseller için 1 piksellik çizgi ile taranması gibi yöntemleri karşılaştırmış ve performanslarını analiz etmiştir. Aydemir tasarladığı sistemi 742 öğrencinin yabancı dil sınavında cevapladıkları 28360 soru ile test etmiş ve geliştirilen sistemin doğruluk oranını %99,94 olarak tespit etmiştir(Aydemir, 2012).

Al-Marakeby makalesinde dijital kamera kullanarak taradığı sınav sonuç görüntülerini çok çekirdekli işlemci sayesinde paralel işlemlerle işleyerek sonuçları bulmaya çalışmıştır. Al-Marakeby tarafından önerilen sistemde öncelikle sayfanın kenarları sonrasında ise cevap kutucuklarını tespit etmiştir. Dijital kameranın ışıksal problemlerinin üstesinden gelmek için uyarlanabilir ikileştirme kullanılmıştır. Son olarak kutucuğun işaretlenip işaretlenmediğini belirlemek için sınıflandırıcı algoritmaları tercih edilmiştir. Sınıflandırıcı olarak Bayes sınıflandırıcılar, QDF(Quadratic Discriminant Function), MQDF(Modified Quadratic Discriminant Function) ve NN(Neural Network) kullanılmıştır. Farklı ışık, taramadan kaynaklı form açısı kullanarak 200 çoktan seçmeli optik form ve 24000 soru cevabıyla yapılan testler sonucunda sistemin başarısı %99,8 olarak ortaya çıkarılmıştır. Al-Marakeby

göre sistemin başarısı arttırmak için kutucuk tespit algoritmaları üzerine çalışılması gerektiğini belirtmiştir(AL-Marakeby, 2013).

Fisteus ve arkadaşları makalelerinde çoktan seçmeli sınavlar için az maliyetli ve portatif bilgisayarlı görme tabanlı “Eyegrade” isimli bir sistem üzerine çalışmalar yapmışlardır. “Eyegrade” web kameralar ile öğrenci cevaplarını yaklaşık olarak 9 saniyede tarayıp değerlendiren bir sistem olarak tasarlanmıştır. “Eyegrade” sisteminde değerlendirilecek cevap kağıdı standart yazıcı ile yazılıp fotokopi makinesi ile çoğaltılabilmektedir. Ayrıca cevap kağıdı formatı eğitmen tarafından tasarlandığından istenilen sayıda soru cevap kutucuğu oluşturulabilmektedir. “Eyegrade” öğrencinin el yazısı ile yazdığı alanları da okuyabilme kabiliyetine sahiptir. “Eyegrade” adlı sistemin performansını ölçmek için 233 tane öğrencinin sonuçları değerlendirilmiş ve 9 öğrencinin kağıdında yanlış değerlendirildiği ölçümlenmiş ve yüzde olarak %96,1 olduğu ortaya çıkmıştır. Yapılan testlerde 4660 adet sorunun değerlendirilmesi yapılmış ve “Eyegrade” in performansı %99,4 olarak ölçülmüştür(Fisteus ve diğerleri, 2013).

Sattayakawee makalesinde Tayland’da kullanılan ızgara tipi cevap kağıtlı çoktan seçmeli sınavların değerlendirilmesi için bir sistem üzerinde çalışmıştır. Önerdiği sistem boş bırakılan ve birden fazla yapılan işaretlemeleri de göz önünde bulundurmaktadır. Önerilen sistemde taranan sınav kağıdı görüntüsü siyah/beyaz tonlara dönüştürülerek genişliği 400 piksel olarak boyutlandırılmıştır. Daha sonra sınavın cevap anahtarı kağıdı ön işleme tabi tutularak cevapların işaretleneceği ızgaraların çizgilerinin koordinatları hesaplanmıştır. Son olarak parçalarına ayırma uygulanarak hangi seçeneğin işaretlendiği tespit edilmiştir. 300 sınav kağıdı ve 16500 soru ile yapılan testlerde önerilen sistemin doğruluk oranı %99,91 olarak ölçülmüştür. Yazar; cevap anahtarı kağıdının her işlemde yeniden işlenmesi adımının çıkarılması gibi bazı geliştirmelerle daha performanslı sonuçlar elde edilebileceğini belirtmiştir (Sattayakawee, 2013).

Şenol ve Fidan makalelerinde çoktan seçmeli test sistemlerinde kullanılan optik formları okumak ve istatistiksel analizler yaparak eğitimcilere daha detaylı ve değerli bilgiler sunmak amacıyla C# dili kullanarak web kamera ile optik formları tarayan bir sınav sistemi tasarlamışlardır. Tasarladıkları sistemle 1,3 mega piksel Philips marka web kamera kullanarak optik formları 640x480 piksel ve RGB formatında

taramışlardır. Taranan resimleri önce siyah/beyaz tonlara ardından Otsu algoritmasını uygulayarak gerekli dönüşümleri yapmışlardır. Daha sonra formun yönünü ve işaret alanlarının tespiti işleminde kullanılmak üzere sağ ve sol üst köşelere yerleştirilen işaretler tespit edilerek gerekli koordinatlar tespit edilmiş ve kutucukların merkezlerinde bulunan siyah pikseller değerlendirilerek öğrencinin cevabını tespit etmişlerdir. Tasarlanan sistemin performansını ölçmek için 221 öğrencinin cevap kağıdı web kamera ile taranmış ve kitapçık türü ve öğrenci numarası alanlarını %100 doğruluk oranı ile okumuşlardır. 7 adet cevap kağıdında hata tespit edilerek sistemin performansı %96,83 olarak hesaplanmıştır. Şenol ve Fidan'a göre web kamera için özel bir ışıklandırma sistemi olması durumunda sistemin performansının artacağı öngörüsünde bulunmuşlardır(Şenol ve Fidan, 2014).

İlkin yüksek lisans tezinde mobil tabanlı optik form üzerine çalışmalar yapmıştır. İlkin optik cevap kağıtlarını okumak için cep telefonu kamerasını kullanmış ve taranan verileri anlamlandırmak için geometrik düzeltme ve kenar belirleme gibi görüntü işleme tekniklerinden faydalanmıştır. İlkin tasarlamış olduğu sistemi 100 öğrencinin cevap kağıdı ile test etmiş ve cevap formlarını %87 başarı oranı ile tespit ettiğini ortaya koymuştur(İlkin, 2015).

Patel ve arkadaşları 2015 yılında yayınladıkları makalelerinde “CheckIt” adını verdikleri bir mobil uygulama tabanlı bir sistem önermişlerdir. Önerilen sistem cep telefonun kamerasını kullanılarak cevap kağıdının taranmasını ve değerlendirilmesinden oluşmaktadır. Patel ve arkadaşları günümüzde herkesin cep telefonuna sahip olduğunu düşündükleri için önerdikleri sistemin donanım gerektirmediğini belirtmişlerdir. “CheckIt” istemci-sunucu mantığıyla çalışan bir sistem olarak geliştirilmiş ve sunucu tarafı Python ve OpenCV kütüphanelerini kullanan ve HTML altyapılı bir web uygulamasından oluşmaktadır. Ayrıca cevap kağıtlarının görüntüsünün çekilmesi ve sunucuya iletilmesi için Android tabanlı bir mobil uygulama da kullanılmaktadır. “CheckIt” sisteminde; cevap kağıdının alanın kalın çizgilerden oluşan bir dikdörtgen ile belirtilmesi ve taranan verinin açısının düzenlenmesi için programın logosu gibi özellikler içeren özel cevap kağıdı tasarımları kullanılmıştır. Patel ve arkadaşlarının tasarladıkları “CheckIt” sistemi gri skalaya dönüştürme, açının düzeltilmesi, boyutunun standartlaştırılması, Canny kenar bulma algoritmasının kullanılması, adaptif histogram ve adaptif eşikleme gibi

görüntü işleme algoritmalarından yararlanmıştır. Patel ve arkadaşları “CheckIt” sistemini 310 soruluk quiz ve testlerle denenmiş ve %97,48’lik bir başarı oranı sağlamışlardır (R. Patel ve diğerleri, 2015).

Gaikwad yayınlamış olduğu makalede görüntü işleme yöntemleri kullanarak optik form okuma ve değerlendirme üzerine bir çalışma yapmıştır. Gaikwad bu çalışmasında görüntü işlememe algoritmaları için OpenCV kütüphanesinden faydalanmıştır. Gaikwad’ın önermiş olduğu sistem öncelikle cevap kağıtlarının sistem üzerinde tasarımı ile başlayarak eğitimciye gereken esnekliği sağlamaktadır. Tasarım işleminden sonra cevap kağıdının çıktısı standart bir kağıda alınabilmektedir. Sınav katılımcılarının işaretlemeleri tamamlamalarından sonra cevap kağıtları standart bir tarayıcı ile taranarak değerlendirilmek üzere önerilen sisteme girdi olarak verilmiştir. Sistem öncelikle taranan görüntüleri ikilik tabana çevirmektedir. Sonraki adımda cevap kağıdının kaydırılarak veya ters taranmasının aksaklıklara neden olmadan kullanılabilmesi için cevap kağıdına yerleştirilen 2 kırımları karenin koordinatları bulunarak gerekli döndürme işlemleri uygulanmıştır. Daha sonra her sorunun işaretlenmesi için oluşturulan 4 kutucuğun yeri hesaplanmış ve hangi şıkkın işaretlendiği bulunmuştur(Gaikwad, 2015).

Atasoy ve arkadaşları yayınladıkları makalede çoktan seçmeli sınav kağıtlarını taramak için web kamerası tabanlı bir sistem önermişlerdir. Atasoy ve arkadaşları tarafından web kamerası kullanımı maliyeti düşük bir sistem oluşturma hedefinin anahtarlarından bir tanesi olarak görülmüştür. Atasoy ve arkadaşlarının tasarladıkları sistem; histogram eşitleme, gürültülerden kurtulmak için düzeltme, adaptif eşikleme, yakın işaretlerin tek işaret gibi okunmasını engellemek için açma, iz tespiti ve kümeleme, köşe tespiti, açı düzeltme ve önceden yerleri belirli olan kutucukların işaretlenip işaretlenmediğinin belirlenmesi gibi adımlardan oluşmaktadır. Önerilen sistemi 88 cevap kağıdı ile denemişler ve sadece bir cevap kağıdında hata ile karşılaşmışlardır(Atasoy ve diğerleri, 2015).

Hasan ve Kareem yayınladıkları makalede çoktan seçmeli sınavların değerlendirilmesinde kullanılacak bir sistem üzerine çalışmışlardır. Önerilen sistem görüntü işleme ve yapay sinir ağlarının iç içe kullanıldığı bir sistemdir. Önerdikleri sistem öncelikle cevap kağıtlarının dakikada 60 sayfayı tarayıp bilgisayara gönderebilen bir tarayıcı tarafından taranması ile başlamakta ve taranan verilerin

“jpg” formatında bilgisayara kaydedilmesi ile devam etmektedir. Ardından görüntü dosyaları diğer adımlardaki işlemleri kolaylaştırmak için siyah/beyaz renklere çevrilmesi ve tarama sırasındaki açısal bozuklukların tespit edilmesi gibi işlemlere tabi tutulmuştur. Bir sonraki aşamada cevap kağıdındaki cevap alanlarının 4 köşesinin koordinatları bulunmuştur. Daha sonra yapay sinir ağları algoritmaları kullanılarak cevaplar tespit edilmeye çalışılmıştır. Önerilen sistemin çıktısı ise bir “excel” dosyasından oluşmaktadır. Hasan ve Kareem 800 cevap kağıdı ve 58000 soru ile yaptıkları testte önerdikleri sistemin doğruluk oranının %99,96 olarak tespit etmişlerdir(Hasan ve Kareem, 2015).

Patel ve Prajapati yayınlanan derleme makalelerinde optik form okuma sistemlerini karşılaştırmışlardır. Standart tarayıcılar, web kameraları veya mobil cihaz kameraları kullanılarak tasarlanan optik form okuma sistemlerinin daha ucuz, daha hızlı ve en az optik tarayıcılar kadar doğru sonuçlar verdiğini ortaya çıkarmışlardır. Patel ve Prajapati’ye göre optik form okuma sistemlerinin hata oranı %1’in altında bulunmaktadır(N. V Patel ve Prajapati, 2015) .

Yüksel ve arkadaşları yayınladıkları makalede mobil uygulama tabanlı optik form değerlendirme sistemi üzerinde çalışmışlardır. Tasarladıkları sistemde işlem yapılacak sınavın cevap kağıdı tasarımı ile başlamaktadır. Cevap kağıdı tasarımı “JSON” dosyalarında cevap kağıdının yüksekliği, eni, seçenekler ve her bir sorunun koordinatı yer alabilmektedir. Tasarlanan form ile sınav yapıldıktan sonra eğitimci tablet veya telefon gibi kamerası olan bir mobil cihazla cevap kağıdının fotoğrafını çeker ve sisteme göndermektedir. Sonraki adımda görüntü ön işleme teknikleri kullanılarak görüntü diğer adımlar için hazır hale getirilmiştir. Görüntü ön işleme adımı hizalama, siyah/beyaz tonlara dönüşüm ve Gauss süzgeci gibi işlemleri içermektedir. Form bulma ve hizalama işlemlerinde “OpenCV” kütüphanesinden faydalanılmıştır. Daha sonra imge bölütleme işlemi form tasarımı adımıyla oluşturulan “JSON” dosyasında bulunan koordinatlara göre yapılmıştır. Şıkların işaretlenip işaretlenmediğini bulmak için destek vektör makinesi algoritması kullanılmıştır. Daha sonra cevap kağıdındaki işaretlemeler tespit edilerek sonuç eğitimciye gösterilmiştir. Sistemin başarısı 20 cevap kağıdında 1000 soru ile yapılan testlerde en fazla %99,7 olarak ölçülmüştür. Sistemin başarısı fotoğrafın çekildiği

mobil cihazın kamerasına ve ortamdaki ışık miktarı gibi parametrelere göre değişim göstermektedir(Yüksel ve diğerleri, 2016).

Bayar yayınlanan makalesinde Hough dönüşümü ve medyan filtre kullanarak otomatik değerlendirme sistemi üzerinde çalışmıştır. Önerilen sistem Bülent Ecevit Üniversitesi Makine mühendisliği bölümünde okuyan ikinci sınıf öğrencilerine verilen teknik İngilizce sınavında 2500 cevap kağıdı ile yapılmıştır. Bayar 2500 cevap kağıdını farklı işletim sistemi ve RAM kapasitesine sahip bilgisayarlarda yapmış ve sonuçlarını tablo olarak vermiştir(Bayar, 2017).

Gyamfi ve Missah yayınlanan makalelerinde çoktan seçmeli sınavlar için önerdikleri optik form değerlendirme sistemi üzerinde çalışmışlardır. Gyamfi ve Missah makalelerindeki amacı kutucuğun işaretlenip işaretlenmediğini sınıflamak için kullanacakları sınıflama algoritmalarında denetimli veya denetimsiz öğrenme algoritmalarının, görüntü ön işleme tekniklerinden medyan filtresi, Hough dönüşümü ve adaptif histogram denkleştirme algoritmalarının önerilen sistemin hız ve doğruluk performansları üzerindeki etkisini ortaya çıkarmaktır. Yapılan testler sonucunda piksel bazında denetimsiz öğrenme kullanılan sistemin daha iyi performansa sahip olduğu ortaya çıkarılmıştır(Gyamfi ve Missah, 2017).

Loke ve arkadaşları yayınlanan makalelerinde optik form tanıma için yeni bir metod önerisinde bulunmuşlardır. Loke ve arkadaşları önerdikleri yeni metodu piksel sayma ve basit eşikleme gibi yöntemlerle farklı test senaryoları kullanarak karşılaştırmışlardır. Önerdikleri yeni optik işaret tanıma metodu adaptif Gauss eşikleme ve aykırı değerlerin tespiti için istatistiksel bir yöntem olan “RANSAC” filtresini içermektedir. Yapılan testler iki kategoriye ayrılmıştır. Birinci kategoride 5695 adet soru nasıl işaretleneceği konusunda eğitilen kişilerce doldurularak test yapılmış ve önerilen metodun doğruluk oranı %100 olarak ölçülmüştür. Birinci kategoride 6000 adet soru nasıl işaretleneceği konusunda eğitilmeyen kişilerce doldurularak test yapılmış ve önerilen metodun doğruluk oranı %99,97 olarak ölçülmüştür. Yazdırma ve tarama hataları barındıran testlerde de ise önerilen metodun doğruluk oranı olarak %99,3 olarak ölçülmüştür (Loke ve diğerleri, 2018).

Küçükpara ve Tümer yayınlanan makalelerinde çoktan seçmeli test ve sınavların cevap kağıtlarının okunması ve değerlendirilmesi üzerinde çalışmışlardır.

Önerdikleri sistem optik işaret tanıma işlemini “Python” dilinin OpenCV kütüphanesini kullanarak yapmışlardır. Makalede önerilen sistemde “Otsu” eşikleme ve “Canny” kenar bulma algoritmaları kullanılmıştır. Tasarladıkları sistemde öğrenci cevapları tespit edilip cevap anahtarı ile karşılaştırılarak doğru olanlar yeşil renkle yanlış olanlar ise kırmızı renkle işaretlenmiştir. Önerilen sistemin testini Konya’da 35250 öğrencinin katıldığı üç sınavda 105750 cevap kağıdı ile yapmışlar ve doğruluk oranını %99,76 olarak hesaplamışlardır(Küçükkara ve Tümer, 2018).

Espitia ve arkadaşları yayınladıkları makalede Kolombiya’da yapılan üniversite giriş sınavı veya mezuniyet sınavı gibi sınavların cevap kağıtlarının görüntü işleme algoritmaları kullanarak değerlendirilmesi üzerinde çalışmışlardır. Espitia ve arkadaşları önışleme ve ardından 2 bölütleme aşamasından oluşan bir sistem tasarlamışlardır. Birinci bölütleme aşaması cevap kağıdının alanlarının tespit edilmesini sağlayan işlemlerden oluşmaktadır. Önışleme aşamasında RGB formatında okunan cevap kağıtları gri skalaya çevrilip ya da yeşil tonlar kullanılarak Otsu eşikleme algoritmasına tabi tutulmuştur. Daha sonra alanların tespiti için morfolojik işlemler uygulanmıştır. Birinci aşamanın son adımı olarak bölütleme uygulanmış ve cevap alanı dışında olan alanlar görüntüden atılmıştır. İkinci aşamada ise belirlenen alanlarda matrisler oluşturularak katılımcının cevapları tespit edilmiştir. Espitia ve arkadaşlarının tasarladıkları sistem 64940 cevap kağıdı ile test edilmiş ve %99,70’lik doğruluk oranını elde ettiği saptanmıştır (Espitia ve diğerleri, 2019).

Ware ve arkadaşları yayınladıkları makalede pahalı optik okuma sistemleri ve cevap kağıtları yerine daha ucuza kurulabilecek bir sistem tasarlamışlardır. Önerilen sistem bir tarayıcı ya da çok fonksiyonlu bir yazıcı kullanılarak taranan verilerin masaüstü bir bilgisayarda çalışan optik okuma yazılımı tarafından alınması ve görüntü işleme teknikleri kullanılarak değerlendirilmesi ve öğrenci ve öğretmenlere sonuçları gösteren bir web sitesinden oluşmaktadır. Ware ve arkadaşlarına göre tarayıcı, masaüstü bilgisayar ve web site sunucuları eğitim kurumlarında kolayca bulunabilecek cihazlar olarak değerlendirilmektedir. Önerilen sistem PyCharm IDE kullanılarak ve OpenCV kütüphanesinden faydalanılarak geliştirilmiştir. Php kullanılarak geliştirilen web sitesi tarafında ise veri tabanı olarak MySQL kullanılmıştır. Ware ve arkadaşlarının önerdikleri sistemde cevap kağıdı olarak

herhangi bir market ya da kırtasyede bulunabilecek 70GSM kalınlıktaki A4 kullanılmış ve pahalı optik form maliyetinden kurtulunmuştur. Optik işaret tanıma yazılımı için; Gauss bulanıklığı, Canny kenar bulma ve Otsu adaptif eşikleme gibi algoritmalar kullanılmıştır(Ware ve diğerleri, 2019).

Küçükkara yüksek lisans tezinde optik form okuma üzerinde çalışmıştır. Tasarlanan sistem Python tabanlı bir masaüstü uygulamasıdır. Okuma stratejisi olarak görüntü işleme teknikleri kullanarak kontur çıkarımı yapılmış ve konturlar üzerinde bit tabanlı işlemler ile taranıp taranmadığına karar verilmiştir. Küçükkara tasarladığı sistemi 35250 öğrencinin 3 farklı deneme sınavında test etmiş ve geliştirilen sistemin doğruluk oranını %99,1 olarak tespit etmiştir(Küçükkara, 2019).

Konuk yüksek lisans tezinde optik form okuma üzerinde çalışmıştır. Konuk android tabanlı bir optik form okuma uygulaması tasarlamıştır. Oluşturulan uygulamanın maksimum 50 soruya kadar izin verme gibi bazı kısıtları bulunmaktadır. Okuma stratejisi olarak görüntü işleme teknikleri kullanarak kontur çıkarımı yapmış ve konturlar üzerinde bit tabanlı işlemler ile taranıp taranmadığına karar vermiştir. Konuk tasarladığı sistemi 20 öğrencinin 50 soruluk 4 şıklı cevap anahtarı ile test etmiş ve geliştirilen sistemin doğruluk oranını %99 olarak saptamıştır. Konuk ayrıca sistemin başarısının ışık düzeyine bağlı olduğunu yaptığı testler ile ortaya koymuştur(Konuk, 2019).

Çelik yüksek lisans tezinde kamera ile fotoğrafı çekilen optik formların okunması üzerinde çalışmıştır. Çelik tasarladığı sistemde farklı mobil cihazları kullanarak farklı çözünürlükte elde ettiği 1316 adet optik formun %98,78'ni okunabilecek seviye getirmiştir. Okunacak hale getirilebilen 1300 adet optik formda bulunan 78000 adet cevap şıkkının ise %99,43'ünü doğru olarak okuyabilmiştir(Çelik, 2019).

Afifi ve Hussain yayınladıkları makalede çoktan seçmeli sorular üzerine çalışmalar yapmışlardır. Üzerinde çalıştıkları sistem temel olarak sınıflandırma temelli algoritmalarla dayanmaktadır. Afifi ve Hussain tasarladıkları sistemi eğitmek için farklı şablonları olan 6 adet çoktan seçmeli soru formunu kullanmışlardır. MATLAB kullanarak yaptıkları testlerde farklı sınıflandırma algoritmaları kullanmışlar ve maksimum doğruluk oranını olarak %99,78'i CNN sınıflandırma algoritmasını kullanarak yakalayabilmişlerdir(Afifi ve Hussain, 2019).

Ha ve Thu yayınladıkları makalede optik form okuma üzerine çalışmalar yapmışlardır. Yaptıkları çalışmada optik formlar tarayıcı kullanılarak taramışlar ve MATLAB kullanarak geliştirdikleri değerlendirme programına girdi olarak vermişlerdir. 170 optik form kullanarak yaptıkları testlerde geliştirilen sistemin başarısını %100 olarak ölçmüşlerdir(Ha ve Thu, 2020).



3. MATERYAL VE METOT

3.1 Görüntü İşleme Nedir?

Görüntü işleme; bilgisayarın bir resim ya da videodaki nesnelere, kişileri tanımlamasını, anlamasını amaç edinen bir bilgisayar bilimidir. Görüntü işleme insanların görme biçimini ve gördüklerini anlama biçimini simule etmek için kullanılmaktadır. Görüntü işleme sonucunda bir spesifik görüntü ya da girdi olarak verilen görüntüden yararlı bilgiler çıkartılmaktadır. Görüntü işlemenin amaçları 5 başlık altında toplanabilir(Kurt, 2020).

1. Görünmesi zor nesnelere gözlemlemek için,
2. Gürültülü görüntülerde gürültüyü azaltmak ya da yok etmek için,
3. İlgi çekici görüntü arama faaliyeti için,
4. Bir görüntüdeki çeşitli nesnelere tanımlamak için,
5. Bir görüntüdeki nesnelere ayırt etmek için.

Görüntü işleme teknikleri analog görüntü işleme ve dijital görüntü işleme olarak iki başlık altında incelenebilir. Analog görüntü işleme fotokopi ve fotoğraflar gibi basılı kopyalar için kullanılmaktadır. Dijital görüntü işleme ise görüntünün bir tarayıcı ya da dijital bir fotoğraf makinesi gibi aletler yardımıyla bilgisayar ortamına aktarılan dosyalar üzerinde işlenmesi yani manipüle edilmesi şeklinde tanımlanmaktadır. Tez konusu, dijital görüntü ve görüntü işleme teknikleri ile ilgili olduğundan dolayı bu konu üzerinde durulacaktır.

Görüntü işleme fotoğraf makinesi, kameralar ya da tarayıcılar tarafından sağlanan dijital görüntülerin çoğalması ve bilgisayarların birçok alanda yaygın bir şekilde kullanılmaya başlaması sonucunda birçok alanda sıklıkla kullanılmaya başlanmıştır.

Ülkemizde de aşağıdaki alanlarda görüntü işleme teknikleri sıkça kullanılmaktadır(Karakul ve Ulusay, 2012)(Kalaycı, 2021).

- Yüz tanıma gibi fonksiyonları olan güvenlik yazılımlarında,
- Plaka tanıma amaçlı olarak otomatik açılıp kapanan kapı, radar ve mobese sistemlerinde,
- Radyoloji ve bazı hastalıkların tespiti için tıp alanında,
- İHA ve SİHA ve benzeri askeri ekipmanlarda,
- Astronomide,
- Demografik analizlerde, vb.

3.2 Görüntü İşleme Teknikleri

3.2.1 Gri seviye dönüşümü

Normalde görüntüler R(red, kırmızı), G(green, yeşil) ve B(blue, mavi) olarak 3 farklı renk değeri ile ifade edilirler ve 3 rengin karşımı ile ortaya çıkan görüntü renkli görüntü olarak tanımlanır. Renkli görüntülerde her piksel 24 bitlik bir veri ile ifade edilirler. Görüntü işleme sırasında ise bir görüntüde 3 farklı rengin renk değerlerini kullanmak yerine bir pikselin 8 bitlik bir veri ile ifade edilebilen ve 0 ile 255 arasındaki değerlerden oluşan gri seviye görüntüsüne dönüştürülür. Gri seviye görüntüde 0 siyah rengi, 255 ise beyaz rengi ifade eder. Görüntü işleme sırasında renkli görüntü gri seviye dönüşümü sayesinde 3'te birine düşürülerek işlemlerin daha hızlı yapılması amaçlanır. Çok çeşitli gri seviye dönüşüm algoritmaları vardır. Ey yaygın kullanılanları ise doğrusal gri seviye dönüşümleri, logaritmik gri seviye dönüşümleri ve güç yasası gri seviye dönüşümleri olarak gruplandırılabilir.

3.2.2 Bölütleme

Görüntü bölütleme temel olarak nesnelere ya da parlaklık gibi aynı özellikleri içeren bölgelerin resmin kalanından ayrılması olarak tanımlanabilir. Gri seviye görüntüler için geliştirilen algoritmalar genel olarak benzerlik ve gri değerindeki süreksizlik üzerinde yoğunlaşarak geliştirilmiştir. Gri seviye değerindeki süreksizlik kenar tespiti çalışmalarında temel alınır. Görüntüdeki benzerlik ise görüntüyü bölgelere ayırma çalışmalarında kullanılır.

3.2.2.1 Eşikleme

En temel bölütleme yönteminden bir tanesi olan eşikleme görüntü içerisinde bulunan nesnelerin görüntünün arka plandan ayrılması işlemidir. Gri seviye olarak verilen görüntü girdisi ikili(binary) görüntü olarak çıkar. Temel olarak gri seviye görüntülerde belirlenen eşik değerinin altında olan piksellerin siyah piksel yani 0 olarak değiştirilmesi ve eşik değerinden yüksek olarak piksellerin beyaz yani 255 olarak değiştirilmesini hedeflenir. Eşikleme görüntüde bulunan gürültüleri temizleme için de kullanılır. Burada eşiklemenin başarısı belirlenen eşik değerine bağlıdır. Eşik değerini belirlemede genel olarak görüntünün histogramı ve entropi gibi verilerden faydalanılmaktadır. Literatürde Bersen eşikleme metodu, Chow ve Kaneko eşikleme metodu, Otsu eşikleme metodu, Niblack eşikleme metodu ve Trier ve Taxt eşikleme metodu gibi bir çok yöntem bulunmaktadır(Bettemir, 2020).

Otsu eşikleme metodu

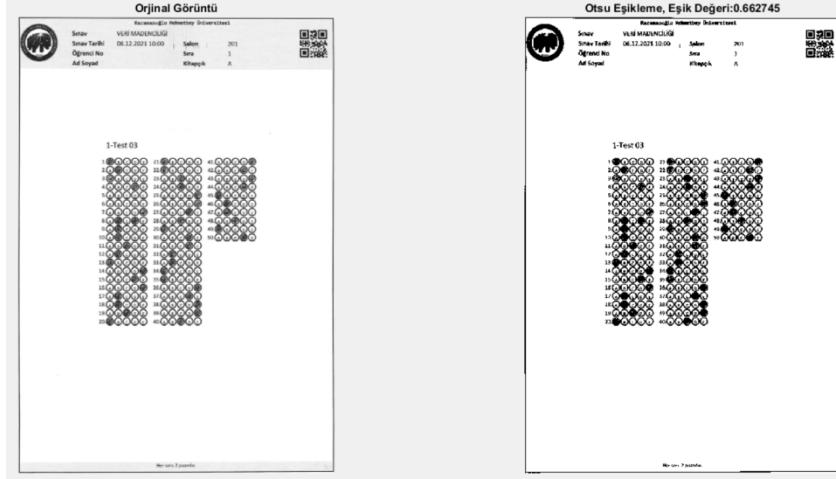
Algoritma tarafından eşik değerinin belirlendiği en önemli yöntemlerden bir tanesidir. Gri seviye resmi ön plan ve arka plan olarak ikiye ayırmayı hedefleyen metot Nobuyuki Otsu tarafından oluşturulmuştur. Temel olarak metot sınıf içi varyansı minimuma indirip sınıflar arası varyansı maksimize etmek için tek bir eşik değeri döndürür. Denklem 3.1'de sınıflar arası varyans fonksiyonu, Şekil 3.1'de ise Otsu eşikleme yönteminin uygulandığı görüntü gösterilmektedir(Otsu, 1979).

$$\sigma_w^2(t) = \omega_0(t)\sigma_0^2(t) + \omega_1(t)\sigma_1^2(t) \quad (3.1)$$

Denklem 3.1'de,

- σ_w : Sınıf içi varyans
- t : Eşik değeri
- ω_0 ve ω_1 ağırlıkları: t eşiği ile ayrılan iki sınıfın olasılıkları
- σ_0 ve σ_1 : t eşiği ile ayrılan iki sınıfın varyansını ifade eder.

Otsu eşikleme metodu eşik değerini kendi hesaplaması ve basit hesaplamalar içermesi nedeniyle hızlı sonuç vereceği düşünülerek tercih edilmiştir.



Şekil 3.1: Otsu eşikleme değeri kullanarak eşiklenmiş görüntü.

3.2.2.2 Kenar tespiti

Kenar tespiti yada algılama bir görüntüdeki nesnelere sınırları bulma işlemidir. Kenar tespiti genel olarak yüksek geçişli filtreleme olarak tanımlanabilir. Diğer bir deyişle yöntemdeki temel fikir yüksek frekansa sahip içeriğin geçmesine düşük frekansa sahip içeriğin atılması işlemine dayanır. Genel olarak görüntüde bulunan keskin parlaklık değişiklikleri üzerinde odaklanılarak sınır yani nesne kenarları elde edilmeye çalışılır. Kenar tespiti üzerinde birçok akademik çalışma yapılmış ve birçok algoritma ortaya çıkarılmıştır. Canny, Sobel, Prewitt, Marr ve Hildreth yaygın olarak kullanılan kenar tespit algoritmalarındandır(Aybar, 2008).

Canny kenar tespiti (edge detection)

John F. Canny tarafından 1986 yılında geliştirilen Canny kenar tespit metodu; bir görüntüde yer alan nesne ve şekillerin kenarlarını bulmak için kullanılan en yaygın metotlardan biridir. Bu metotta iki eşik değeri parametre olarak verilir. Metot genel olarak 5 adımdan oluşmaktadır. Çizelge 3.1’de Canny kenar algılama algoritmasının sözde kodları gösterilmektedir.

Çizelge 3.1: Canny kenar algılama algoritması sözde kodu(Tarafli, 2021).

Başlat:

Gaussian bulanıklığı(Gaussian Blur) ile gürültü azaltma işlemi uygula

Görüntünün gradyan büyüklüğü ve yönünün hesaplanması için Sobel, Prewit veya Robert işlemleri kullanarak gradyan hesaplaması yap

Çizelge 3.1 (devam): Canny kenar algılama algoritması sözde kodu

Maksimum olmayan bastırma ile kenar incelt

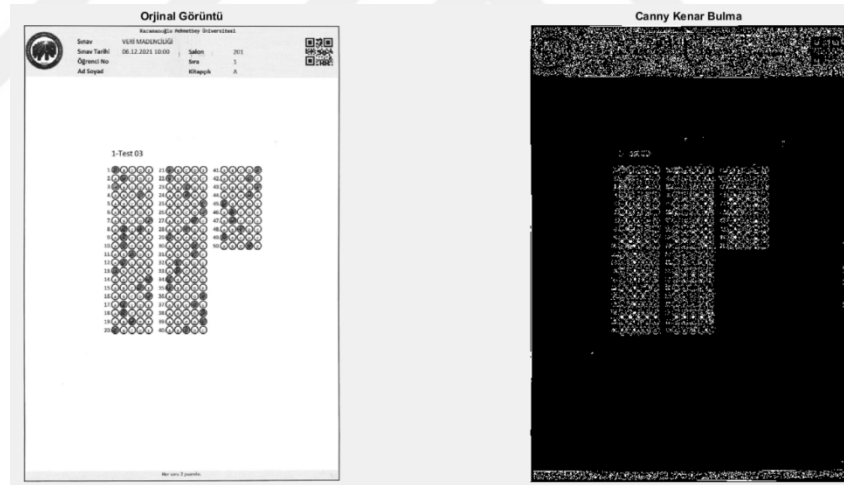
Çift eşik değeri kullanarak piksel süreklilik testini uygula ve güçlü, zayıf ve alakasız pikselleri tespit et

Histerezis ile kenar izleme yaparak komşu piksellerin incelenmesiyle zayıf pikselleri güçlü piksellere dönüştür.

Bitir:

Canny kenar tespit algoritması hata oranının düşüklüğü, gerçek kenar noktasına en yakın noktaları bulabilmesi ve her bir gerçek kenar noktası için bir tane kenar noktası bulması nedeniyle tercih edilmektedir(Tekin ve Çetin, 2019).

Şekil 3.2’de Canny kenar bulma algoritmasına girdi olarak verilen görüntü ile bulunan kenarları gösteren çıktı görüntüsü gösterilmektedir.



Şekil 3.2: Canny kenar bulma.

3.2.3 Morfolojik işlemler

Temel küme işlemleri tabanlı morfolojik işlemler resimde bulunan nesnelerin biçimsel yapılarıyla ilgilenerken resimde bulunan sınırları bulmak ve çıkartmak, gürültüyü gidermek ve bölütleme gibi işlemler için uygulanır. Morfolojik işlemler gri seviye görüntülerde ve ikili görüntülerde kullanılabilir. Temel olarak aşındırma ve genişletme olarak 2 tane morfolojik işlem bulunmaktadır. Diğer morfolojik işlemler bu iki işlem kullanılarak elde edilmiştir (Sonugür, 2021).

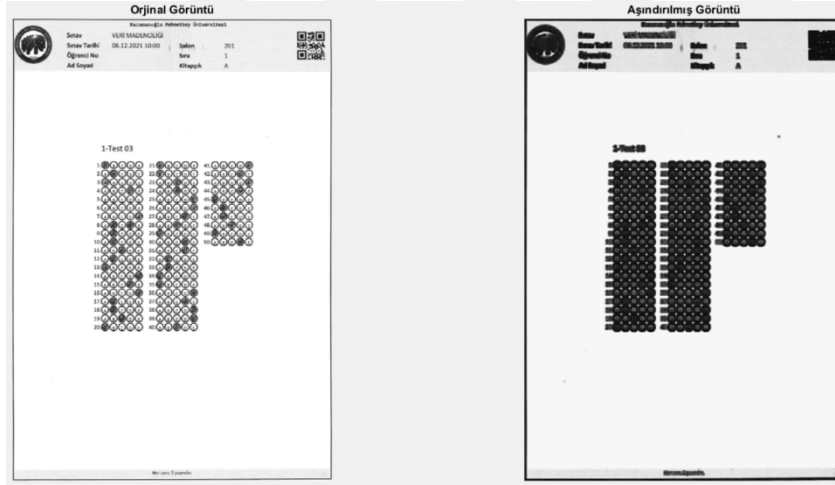
3.2.3.1 Aşındırma(erosion)

Resimdeki nesnelere küçültmeye ya da inceltmeye yarayan morfolojik işlemdir. Bu sayede resimde bulunan gürültüler giderilir, görüntüde bulunan siyah pikseller çoğalır ve bağlı nesnelere beyaz olan bağları inceler ya da kopar. Denklem 3.2’de aşındırma işleminin fonksiyonu, Şekil 3.3’de ise morfolojik aşındırma uygulanmış görüntü gösterilmektedir.

$$A \ominus B = \{z | (B)_z \subseteq A\} \quad (3.2)$$

Denklem 3.2’de,

- A : Aşındırılacak görüntü
- B : Aşındırma işleminin şeklini belirleyen yapı elemanı
- z : Vektör
- $(B)_z$: B ’nin z vektörü ile olan yansıması



Şekil 3.3: Orijinal görüntü ve aşındırılmış görüntü.

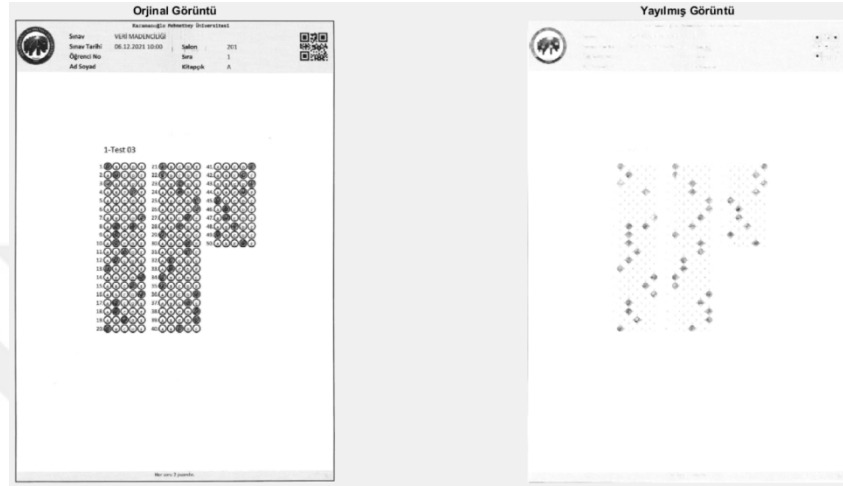
3.2.3.2 Yayma(dilation)

Yayma işlemi resimde bulunan gürültülerin sonucunda bölünmüş iki nesne gibi duran nesnelere birleştirmek için kullanılan temel morfolojik işlemlerdendir. Denklem 3.3’de yayma işleminin fonksiyonu, Şekil 3.4’te ise morfolojik yayma işlemi uygulanmış görüntü gösterilmektedir.

$$A \oplus B = \{z | (\hat{B})_z \cap A \neq \emptyset\} \quad (3.3)$$

Denklem 3.3’de,

- A :Yayılacak görüntü
- B :Yayma işleminin şeklini belirleyen yapı elamanı
- z :Vektör
- $(B)_z$: B ’nin z vektörü ile olan yansıması



Şekil 3.4: Orijinal ve yayılmış görüntü.

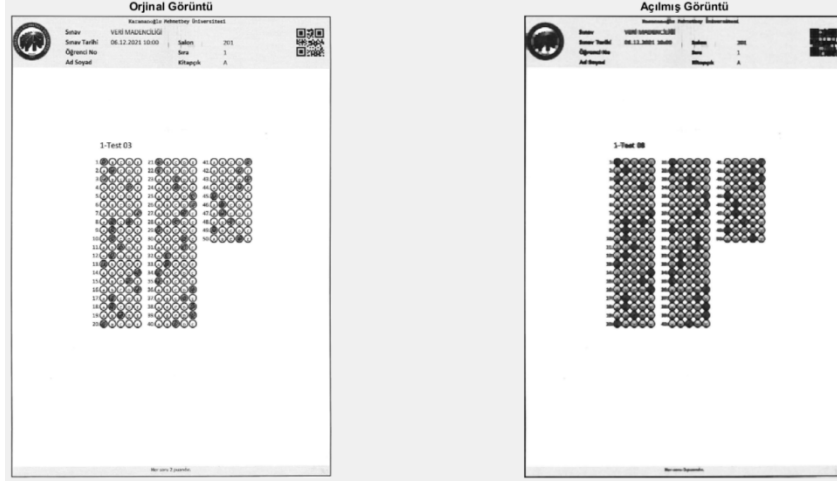
3.2.3.3 Açma(openning)

Bir aşındırma işleminin arkasından yayma işleminin uygulanmasıyla elde edilir. Büyük şekillerin özelliklerini koruyarak gürültülerden kurtulmak için kullanılır. Denklem 3.4’te morfolojik açma işleminin fonksiyonu, Şekil 3.5’de ise morfolojik açma işlemi uygulanmış görüntü gösterilmektedir.

$$A \circ B = (A \ominus B) \oplus B \quad (3.4)$$

Denklem 3.4’de,

- A :Açılacak görüntü
- B :Açma işleminin şeklini belirleyen yapı elamanı



Şekil 3.5: Orijinal ve açılmış görüntü.

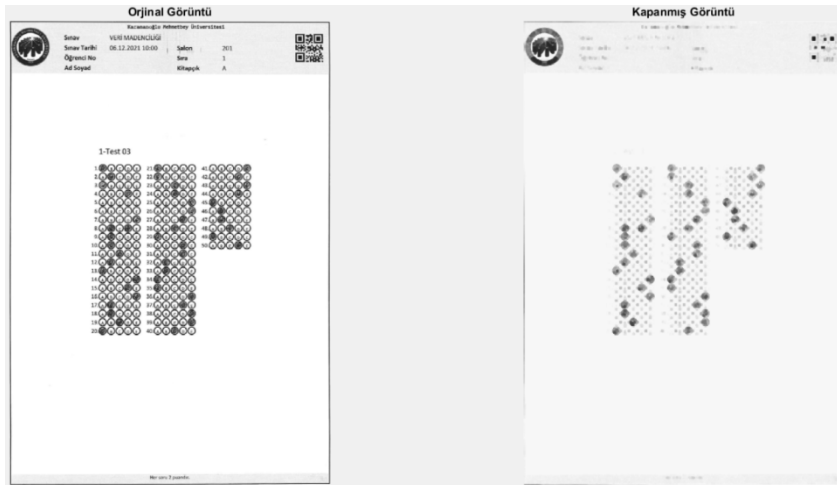
3.2.3.4 Kapama(closing)

Bir yayma işleminin arkasından aşındırma işleminin uygulanmasıyla elde edilir. Açma işlemini tersidir. Daha çok ayırık nesnelere birbirine yaklaştırmak için kullanılır. Denklem 3.5’de kapama işleminin fonksiyonu, Şekil 3.6’da ise morfolojik kapama uygulanmış görüntü gösterilmektedir.

$$A \bullet B = (A \oplus B) \ominus B \quad (3.5)$$

Denklem 3.5’de,

- A :Kapanacak görüntü
- B :Kapama işleminin şeklini belirleyen yapı elmanı



Şekil 3.6: Orijinal ve kapanmış görüntü.

3.2.4 Hough dönüşümü

Hough dönüşümü matematiksel olarak ifade edilebilen şekillerin resim üzerinde var olup olmadığını, var ise yerini ve açısını tespit etmeye yönelik olarak 1962 yılında Paul Hough tarafından bulunmuştur. Metot basit bit oylama mantığı ile çalışmaktadır. Paul Hough tarafından geliştirilen metot daha çok dairesel ve doğrusal şekiller üzerinde çalışmak için tasarlanmıştır. Bu yüzden daha genel nesnelere tespiti için Dana H. Ballard 1981 yılında Peter Hough'ın algoritmasına geliştirmeler yapmıştır(Ballard, 1981).

Hough dönüşümü daire tespiti sırasında denklem 3.6, 3.7 ve 3.8'de gösterilen fonksiyonlardan yararlanır.

$$r^2 = (x - a)^2 + (y - b)^2 \quad (3.6)$$

$$a = x - r \times \cos(\theta) \quad (3.7)$$

$$b = y - r \times \sin(\theta) \quad (3.8)$$

Denklem 3.6, 3.7 ve 3.8'de,

- r: Dairenin yarıçapı
- a: Dairenin merkezinin x eksenindeki koordinatı
- b: Dairenin merkezinin y eksenindeki koordinatı
- θ : $(0,2\pi)$ arasında açı
- x: Görüntü noktasının x eksenindeki koordinatı
- y: Görüntü noktasının y eksenindeki koordinatı

Daire tespit algoritmasının sözde kodları Çizelge 3.2'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.2: Hough daire tespit algoritması sözde kodu(Doğan, 2010).

Başla:

Resimde bulunan kenarları belirle

Eşikleme metodu kullanılarak görüntüyü ikili hale dönüştür

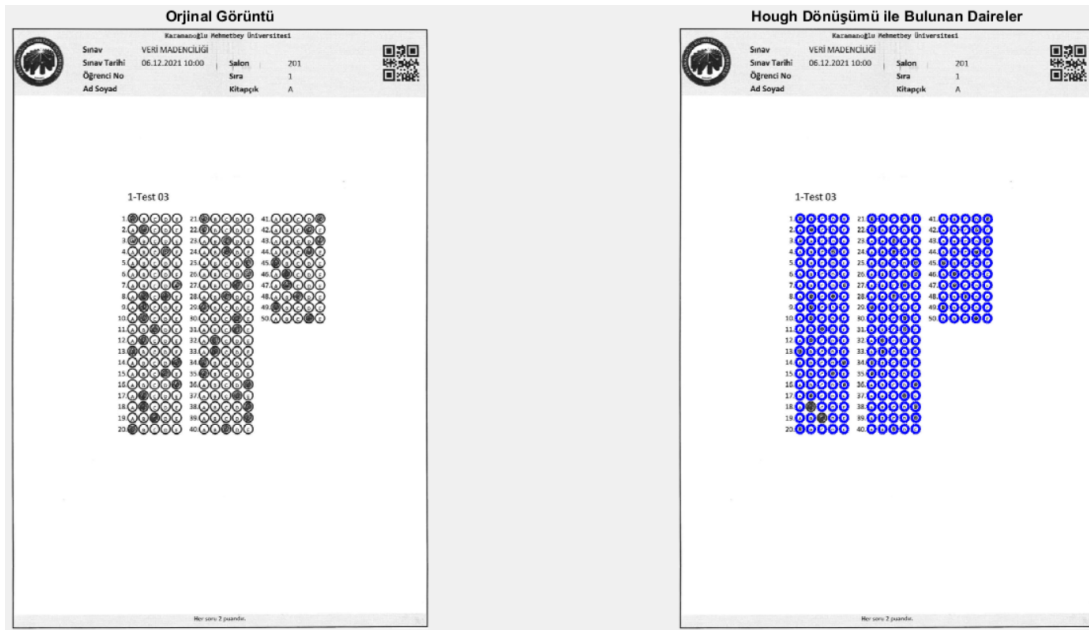
Çizelge 3.2 (devam): Hough daire tespit algoritması sözde kodu

Her kenar pikseli için noktanın üzerinde olabileceği olası dairelerin polar koordinattaki değerleri bir akümülatör matrisi üzerinde birer arttır ve her kenar pikselin olası şekilleri oylamasını sağla

Akümülatör değeri en yüksek olan daireleri seç

Bitir:

Hough daire tespit algoritması kullanılarak bulunan daireler Şekil 3.7’de gösterilmiştir.



Şekil 3.7: Hough dönüşümü ile daire tespiti.

3.2.5 Görüntü filtreleri

Görüntü işlemede filtreleme işlemi bir pikselin değerinin komşu piksellerin değerlerini bir fonksiyona parametre olarak vererek hesaplama işlemidir. Filtreleme işleminin temel amacı gürültüyü azaltırken görüntünün içerdiği önemli bilgileri korumak ya da daha belirgin hale getirmektir. Filtreleme işlemleri genel olarak keskinleştirme filtreleri, bulanıklaştırma filtreleri, kabartma filtreleri ve iki taraflı filtreleme gibi başlıklar altında gruplanabilir(İleri, 2018).

3.2.5.1 Keskinleştirme filtresi

Görüntü keskinleştirme işlemi farklı renklerin bulunduğu noktalarda kontrastı arttırmaktır. Keskinleştirme işlemi sonucunda görüntüde bulunan kenar ve küçük

detaylar daha belirgin bir hal alır. Keskinleştirme filtresi olarak Laplas işleci, keskin olmayan filtreleme, yüksek vurgulu filtreleme ve gradyan gibi metotlar kullanılır.

Roberts çapraz gradyan işleci

Birinci dereceden türevlere dayanan bir yöntem olan Roberts çapraz gradyan işleci hesaplaması kolay bir yöntemdir. Roberts çapraz gradyan işleci bir görüntü üzerinde 2 boyutlu uzaysal gradyan ölçümü olarak tanımlanabilir. Gradyan bazlı işleçler aşağıdaki 2 varsayıma göre hareket ederler.

- Görüntüde kenarları oluşturan piksellerin gradyan değeri etrafından bulunan gürültülü piksellerden daha büyüktür
- Kenar pikselleri boyunca gradyanın oryantasyonu ve değeri yavaş değişir.

Denklem 3.9'da gradyan işlecinin fonksiyonu gösterilmiştir.

$$\nabla f \equiv grad(f) \equiv \begin{bmatrix} g_x \\ g_y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\partial f}{\partial x} \\ \frac{\partial f}{\partial y} \end{bmatrix} \quad (3.9)$$

Denklem 3.9'da,

- ∇f : Yön türevi(gradyan)
- g_x : $f(x,y)$ fonksiyonunun x 'e göre türevi
- g_y : $f(x,y)$ fonksiyonunun y 'e göre türevi

∇f vektörünün $M(x,y)$ olarak gösterilen büyüklüğü görüntüdeki kenarların gücünü ifade eder. Denklem 3.10'da görüntüdeki kenarların gücünü tespit edecek fonksiyon gösterilmektedir.

$$M(x, y) = mag(\nabla f) = \sqrt{g_x^2 + g_y^2} \approx |g_x| + |g_y| \quad (3.10)$$

Denklem 3.10'da,

- $M(x,y)$ gradyan vektörü büyüklüğü
- ∇f : Yön türevi(gradyan)
- g_x : $f(x,y)$ fonksiyonunun x 'e göre türevi

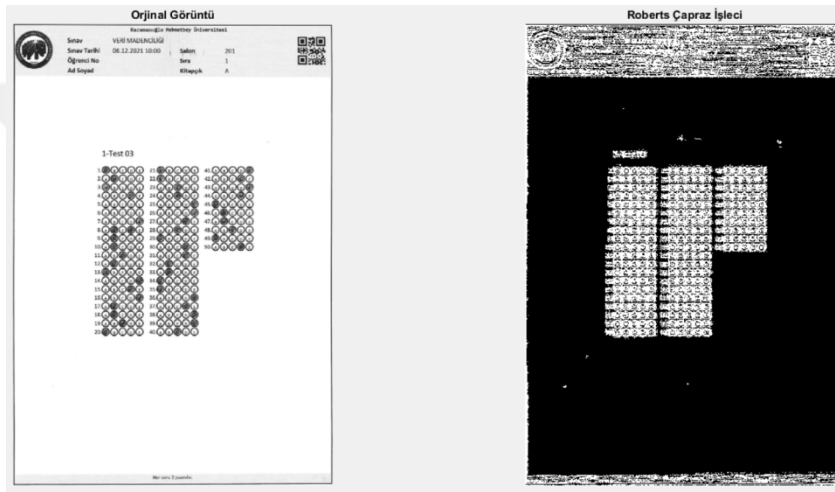
- g_y : $f(x,y)$ fonksiyonunun y 'e göre türevi

Çizelge 3.3'de Roberts çapraz işleci ile kullanılan çekirdek şablonları gösterilmektedir.

Çizelge 3.3: Roberts çapraz işleci kullanılan çekirdek şablonu.

| Gx | | Gy | |
|-----------|----|-----------|---|
| 1 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | -1 | -1 | 0 |

Şekil 3.8'de Roberst çapraz işleci girdi olarak verilen görüntü ve işlem sonucunda çıkan görüntü gösterilmektedir.



Şekil 3.8: Orijinal görüntü ve Roberts çapraz işleci.

Laplas işleci

İkinci dereceden türevlere dayanan bir yöntem olan laplas işleci görüntüde keskinleştirmeye sebep olarak kenar belirleme işlemlerinde sıklıkla kullanılır. Denklem 3.11'de laplas işlecinin genel fonksiyonu gösterilmektedir.

$$\nabla^2 f = \frac{\partial^2 f}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 f}{\partial y^2} \quad (3.11)$$

Denklem 3.11'de,

- $\nabla^2 f$: Laplas işleci
- $\frac{\partial^2 f}{\partial x^2}$: $f(x,y)$ 'nin ikinci dereceden x 'e göre türevi
- $\frac{\partial^2 f}{\partial y^2}$: $f(x,y)$ 'nin ikinci dereceden y 'e göre türevi

İkinci dereceden türev alma işlemleri yerine konvülyasyon filtresi kullanılarak yakın değerler hesaplanabilir. Bu işlem için farklı boyutlarda çekirdek şablonları kullanılır. Sıklıkla kullanılan küçük iki çekirdek şablonu Çizelge 3.4’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.4: Laplas işleci ile sıklıkla kullanılan çekirdek şablonları.

| | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|
| 0 | -1 | 0 | -1 | -1 | -1 |
| -1 | 4 | -1 | -1 | 8 | -1 |
| 0 | -1 | 0 | -1 | -1 | -1 |

Denklem 3.12’de genel laplas işleci fonksiyonunda parametreler yerine konduğunda oluşan fonksiyon gösterilmektedir.

$$\nabla^2 f = f(x + 1, y) + f(x - 1, y) + f(x, y + 1) + f(x, y - 1) - 4f(x, y) \quad (3.12)$$

Denklem 3.12’de,

- $\nabla^2 f$: Laplas işleci
- $f(x,y)$: Orijinal görüntüde (x,y) noktasındaki gri seviye değeri

Laplas işleci görüntüye denklem 3.13’de gösterilen fonksiyon kullanılarak uygulanabilir.

$$g(x, y) = f(x, y) + c[\nabla^2 f(x, y)] \quad (3.13)$$

Denklem 3.13’de,

- $f(x,y)$ orijinal görüntü pikseli
- c seçilen çekirdek şablonuna göre 1 veya -1 olabilen değişken
- $g(x,y)$ keskinleştirilmiş görüntü pikseli

Şekil 3.9’da Laplas işleci kullanılarak yapılan keskinleştirme işlemi gösterilmiştir.



Şekil 3.9: Orijinal ve keskinleştirilmiş görüntü.

3.2.5.2 Bulanıklaştırma filtresi

Bulanıklaştırma filtreleri kaynak görüntüde bulunan küçük detayların yok edilmesi, doğru veya eğri gibi geometrik şekillerde küçük boşlukların yok edilerek birbirine bağlanması için kullanılır.

Ortalama filtre (mean)

Ortalama filtre; görüntüde bulunan her pikselin değerinin kendisi ve komşularının değerlerinin ortalaması ile değiştirilmesi işlemidir. Böylelikle komşu piksellerde yer almayan yani temsil edilmeyen piksellerden kurtulunmuş olunur. Böylelikle piksel ile komşu pikseller arasındaki değişim farkı azaltılmış olur. Gürültü azaltma amaçlı kullanılan görüntü işleme yöntemlerden en basitidir. Sıklıkla 3x3 kare çekirdek şablonu kullanılır. Kullanılan çekirdek şablonunun (kernel) boyutu arttırılırsa, yumuşatma efekti daha fazla gerçekleşecektir (Çayıroğlu, 2021). Ortalama filtresi komşu piksellerle beraber M adet piksel ve N komşular matrisi olmak üzere denklem 3.14'de gösterilen gibi bir fonksiyonla ifade edilebilir.

$$h[i, j] = \frac{1}{M} \sum_{(k, l) \in N} f[k, l] \quad (3.14)$$

Denklem 3.14'de,

- $h[i, j]$: Ortalama filtre uygulanmış görüntünün $[i, j]$ pikseli,
- (k, l) : Kullanılan çekirdek şablon matrisinin boyutu
- $f[k, l]$: Orijinal görüntünün $[k, l]$ pikseli,

Orta değer filtresi (median)

Orta değer filtresi; bir pikselin değerini komşu ve kendi piksel değerinin yer aldığı bir diziyeye koyup küçükten büyüğe doğru sıralama işlemi gerçekleştirdikten sonra ortada yer alan değer ile değiştirir. Ortalama filtresinde olduğu gibi kullanılan çekirdek şablonunun boyutu arttırılırsa daha fazla yumuşatma elde edilmiş olur. Ortalama filtreye göre görüntüde yer alan piksel değerlerinin yeni piksel değeri olarak atanmasından dolayı temsil yeteneği daha fazladır denebilir(Çayiroğlu, 2021). Şekil 3.12’de bir piksel için örnek orta değer filtresi uygulama adımları gösterilmektedir.

| | | | | | | Piksel Değerleri | Sıralanmış Piksel Değerleri | | | | | | |
|-----|-----|----|----|----|----|------------------|-----------------------------|-----|-----|----|----|----|----|
| 190 | 126 | 64 | 25 | 15 | 33 | 125 | 25 | 190 | 126 | 64 | 25 | 15 | 33 |
| 189 | 125 | 63 | 25 | 14 | 31 | 63 | 26 | 189 | 125 | 63 | 25 | 14 | 31 |
| 189 | 125 | 64 | 26 | 15 | 31 | 25 | 28 | 189 | 125 | 64 | 26 | 15 | 31 |
| 189 | 125 | 65 | 28 | 16 | 31 | 125 | 63 | 189 | 125 | 65 | 28 | 16 | 31 |
| 186 | 125 | 65 | 27 | 14 | 31 | 64 | 64 | 186 | 125 | 65 | 27 | 14 | 31 |
| 187 | 125 | 65 | 26 | 13 | 29 | 26 | 65 | 187 | 125 | 65 | 26 | 13 | 29 |
| | | | | | | 125 | 125 | | | | | | |
| | | | | | | 65 | 125 | | | | | | |
| | | | | | | 28 | 125 | | | | | | |

Çekirdek Şablonu 3x3

Değeri Değişecek Piksel

Ortanca Piksel Değeri

Şekil 3.12: Orta değer filtresi.

Şekil 3.13’de tuz biber gürültüsü bulunan görüntüye farklı boyutlarda orta değer filtresi uygulanması sonucu ortaya çıkan görüntüler gösterilmektedir.



Şekil 3.13: Orta değer filtresi kullanılmış görüntüler.

Gauss filtresi(smoothing filtresi, gaussian blur)

Gaus fonksiyonu kullanarak görüntüyü bulanıklaştırmaya, ayrıntı ve gürültüyü azaltmaya Gaus filtresi(Gaussian Smoothing, Gaussian Blur) denilmektedir. Gaus

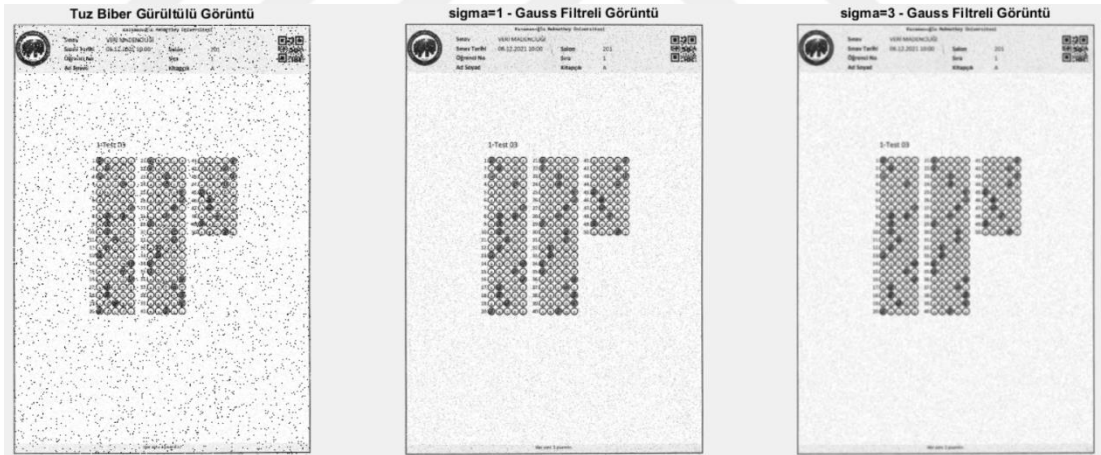
filtresi genel olarak iki boyutlu konvülyasyon olarak tanımlanabilir. Gaus filtresi denklem 3.16’da gösterilen fonksiyon ile ifade edilebilir (Çayıroğlu, 2021).

$$G(x) = \frac{1}{(2\pi\sigma^2)^{N/2}} e^{-(x-\mu)^2/(2\sigma^2)} \quad (3.16)$$

Denklem 3.16’da,

- G:Gaus olasılık yoğunluk fonksiyonunu
- σ :Gaus gürültüsünün standart sapması
- e:Doğal logaritma tabanını
- N:Görüntünün boyutunu
- x: Gri seviye değerini
- μ : Gaus gürültüsünün ortalama değerini ifade eder.

Şekil 3.14’de tuz ve biber gürültüsü bulunan bir görüntüye farklı sigma değerleri kullanılarak uygulanan Gaus filtresi sonuçları gösterilmektedir.



Şekil 3.14: Gauss filtresi kullanılmış görüntüler.

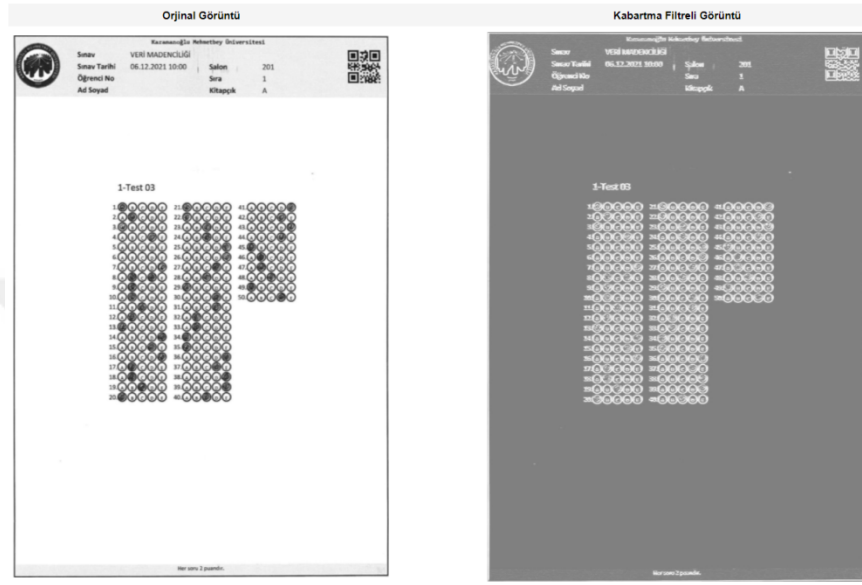
3.2.5.3 Kabartma filtresi

Kabartma filtresi yön farkı filtresi olarak da isimlendirilir. Kabartma filtreleri görüntünün piksellerinin açık koyu sınırlarına bağlı kalınarak vurgu ya da gölge ile değiştirilmesi için kullanılır. Çizelge 3.5’de kabartma filtresi olarak kullanılan temel çekirdek şablonları gösterilmiştir.

Çizelge 3.5: Kullanılan temel kabartma çekirdek şablonları.

| Güneyden Kuzeye | | | Güneydoğudan Kuzeybatıya | | | Doğudan Batıya | | | Güneybatıdan Kuzeydoğuya | | |
|--------------------|----|---|-----------------------------|---|----|-------------------|---|----|-----------------------------|---|---|
| 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | -1 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | -1 | 0 | 0 | 0 | -1 | 0 | 0 | 0 | -1 | 0 | 0 |

Şekil 3.15’de kabartma filtresinin örnek uygulaması gösterilmektedir.



Şekil 3.15: Orijinal ve kabartma filtresi uygulanmış görüntü.

3.2.6 Gürültü ve çeşitleri

Gürültü bir görüntünün elde edilmiş ya da aktarım sırasında sensörlerin sıcaklığı ve ışık seviyesi çevresel bazı etmenlerin etkisinde kalarak bazı piksellerin değişmesi ya da kaybolması sonucu istenmeyen piksellerin oluşmasından kaynaklanmaktadır. Gürültülü bir resim denklem 3.17’de gösterilen fonksiyon ile ifade edilir(Çetin, 2020).

$$g(x, y) = f(x, y) + \eta(x, y) \quad (3.17)$$

Denklem 3.17’de;

- $f(x, y)$ görüntünün orijinal piksel değerini,
- $\eta(x, y)$ gürültü değerini,
- $g(x, y)$ ise gürültü sonucunda bozulmuş olan piksel değerinin ifade eder.

3.2.6.1 Gaus gürültüsü

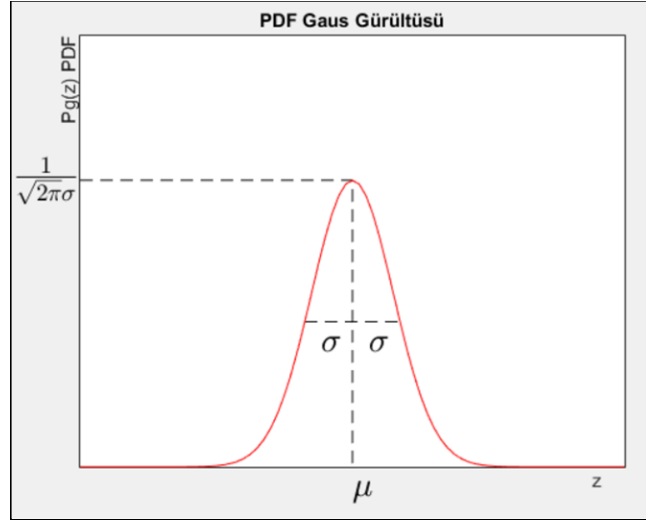
En yaygın istatistiksel gürültü çeşididir. Bu gürültü genellikle görüntü elde edilirken sinyalleri etkileyen dış etmenler sonucunda ortaya çıkar. Bir görüntü ya da ses Gaus gürültüsüne sahip olabilmesi için gürültü pikselin orijinal piksel değerine Gaus fonksiyonu cinsinden bir hata payıyla ulaşılabilmesi anlamını taşımaktadır. Başka bir deyişle gürültü değerleri Gaus dağılımına sahip olmalıdır. Denklem 3.18'de Gaus olasılık yoğunluk fonksiyonu gösterilmektedir.

$$p_G(z) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(z-\mu)^2}{2\sigma^2}} \quad (3.18)$$

Denklem 3.18'de;

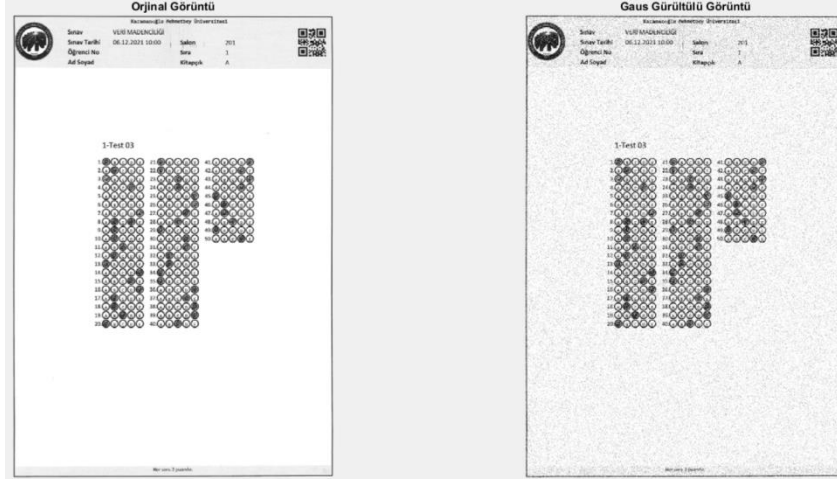
- p_G : Olasılık yoğunluk fonksiyonu (PDF(Probability Density Function))
- z : Gri ton seviyesini ifade eden Gaus dağılımından rastgele bir sayıyı
- μ : Ortalama gri ton seviyesini
- σ : Gri ton seviyesinin standart sapması

Şekil 3.16'da Gaus gürültüsünün olasılık yoğunluk fonksiyonunun grafiği gösterilmiştir.



Şekil 3.16: Gaus gürültüsü olasılık yoğunluk fonksiyonu.

Gaus gürültüsü genellikle zayıf ışık, yüksek veya düşük sıcaklık gibi dış etmenlerden etkilenen sensörlerden kaynaklanmaktadır. Şekil 3.17'de görüntüye Gaus gürültüsü eklendiğinde oluşan gürültülü görüntü gösterilmektedir.



Şekil 3.17: Orijinal ve Gaus gürültülü görüntü.

3.2.6.2 Rayleigh gürültüsü

Gürültüye neden olan gürültü fonksiyonu değerleri Rayleigh dağılımı ile ifade edilebilirse bu gürültüye Rayleigh gürültüsü denir. Daha çok eğik histogramlarda kullanılır. Denklem 3.19'da Rayleigh gürültüsü olasılık yoğunluk fonksiyonu, denklem 3.20'de gri ton seviyesinin ortalaması ve denklem 3.21'de gri ton seviyesinin standart sapması gösterilmektedir.

$$p_R(z) = \begin{cases} \frac{2}{b}(z - \alpha)e^{-\frac{(z-\alpha)^2}{b}}, & z \geq \alpha \\ 0, & z < \alpha \end{cases} \quad (3.19)$$

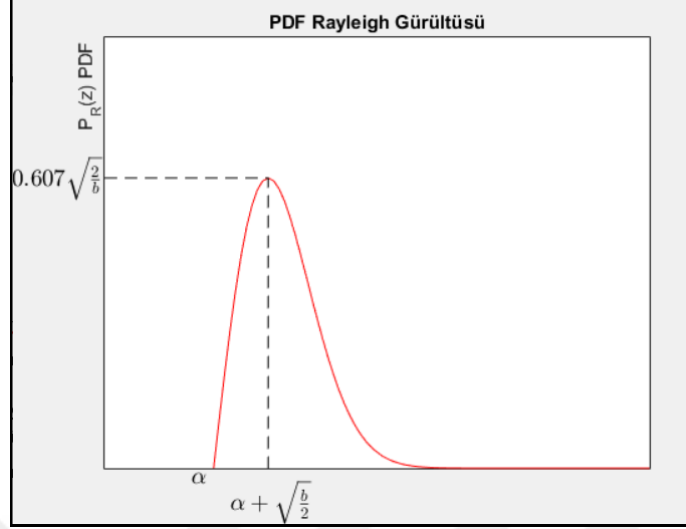
$$\mu = \alpha + \sqrt{\frac{\pi b}{4}} \quad (3.20)$$

$$\sigma^2 = \frac{b(4 - \pi)}{4} \quad (3.21)$$

Denklem 3.19, 3.20 ve 3.21'de,

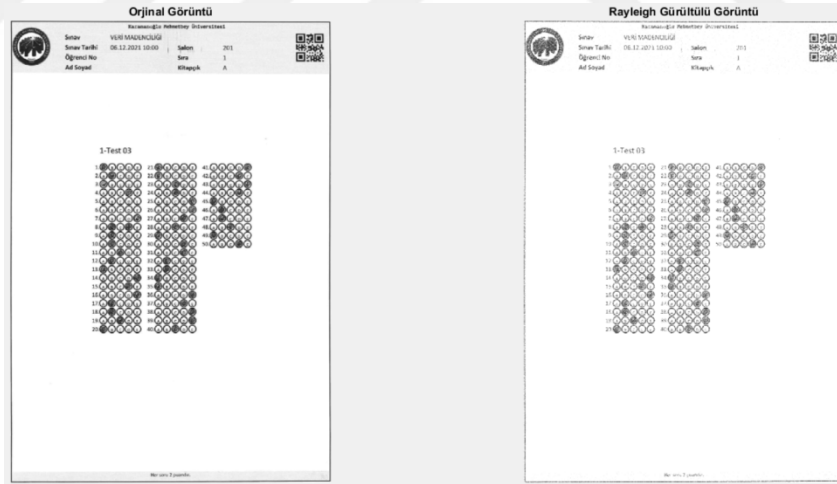
- p_R : Olasılık yoğunluk fonksiyonu PDF(Probability Density Function)
- z : Gri ton seviyesini ifade eden Rayleigh dağılımından rastgele bir sayıyı
- μ : Ortalama gri ton seviyesini
- σ : Gri ton seviyesinin standart sapması
- a ve b : sabit sayıları ifade eder.

Şekil 3.18’de Rayleigh gürültüsüne ait olasılık yoğunluk fonksiyonunun grafiği gösterilmektedir.



Şekil 3.18: Rayleigh gürültüsü olasılık yoğunluk fonksiyonu.

Rayleigh gürültüsü genel olarak radar ve LIDAR gibi menzil bazlı sistemlerde karşılaşılan gürültüleri ifade etmede kullanılır. Şekil 3.19’da Rayleigh gürültüsü eklenmiş örnek bir görüntü gösterilmektedir.



Şekil 3.19: Orijinal ve Rayleigh gürültülü görüntü.

3.2.6.3 Erlang gürültüsü

Gürültüye neden olan gürültü fonksiyonu değerleri Erlang dağılımı ile ifade edilebilirse bu gürültüye Erlang gürültüsü denir. Denklem 3.22’de Erlang gürültüsü olasılık yoğunluk fonksiyonu, denklem 3.23’de ortalama gri ton seviyesi ve denklem 3.24’de gri ton seviyesinin standart sapması gösterilmektedir.

$$p_E(z) = \begin{cases} \frac{\alpha^b z^{b-1}}{(b-1)!} e^{-\alpha z}, & z \geq 0 \\ 0, & z < 0 \end{cases} \quad (3.22)$$

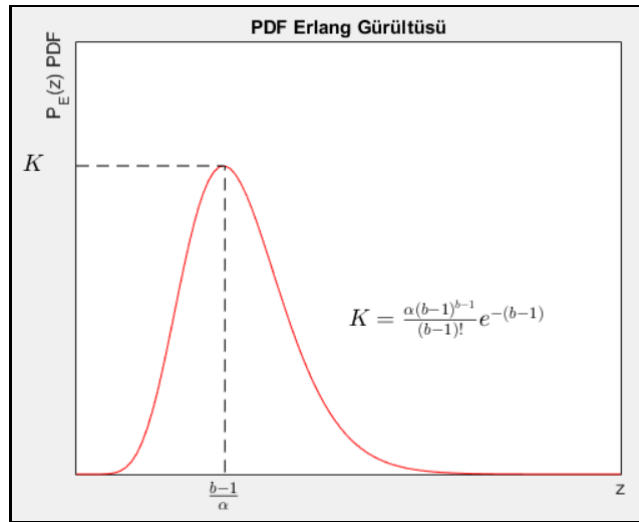
$$\mu = \frac{b}{\alpha} \quad (3.23)$$

$$\sigma^2 = \frac{b}{\alpha^2} \quad (3.24)$$

Denklem 3.22, 3.23 ve 3.24'de,

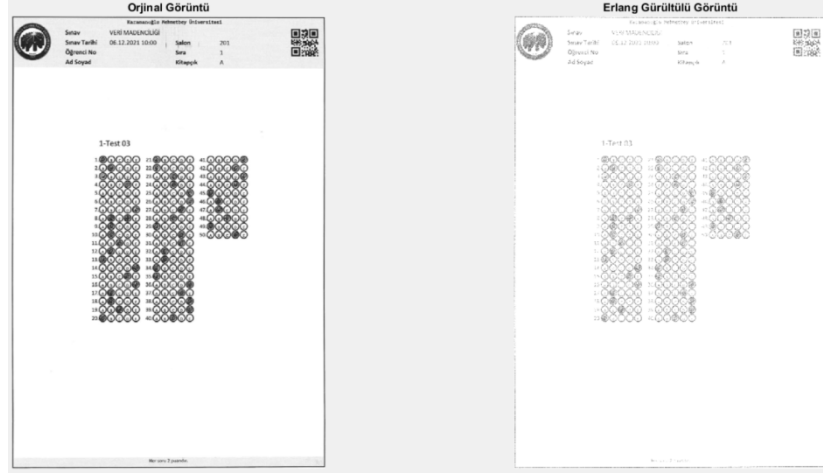
- p_E :Olasılık yoğunluk fonksiyonu PDF(Probability Density Function)
- z :Gri ton seviyesini ifade eden Erlang dağılımından rastgele bir sayıyı
- μ : Ortalama gri ton seviyesini
- σ : Gri ton seviyesinin standart sapması
- a ve b : sabit sayıları ifade eder.

Şekil 3.20'de Erlang gürültüsü olasılık yoğunluk fonksiyonunun grafiği gösterilmektedir.



Şekil 3.20: Erlang gürültüsü olasılık yoğunluk fonksiyonu.

Erlang gürültüsü lazer görüntüleme sistemlerinde karşılaşılan gürültülerde kullanılmaktadır. Şekil 3.21'de Erlang gürültüsü eklenmiş görüntü gösterilmektedir.



Şekil 3.21: Orijinal ve Erlang gürültülü görüntü.

3.2.6.4 Üstel(exponential) gürültü

Gürültüye neden olan gürültü fonksiyonu değerleri üstel dağılım ile ifade edilebilirse bu gürültüye üstel gürültü denir. Denklem 3.25’de üstel gürültü olasılık yoğunluk fonksiyonu, denklem 3.26’da ortalama gri ton seviyesi ve denklem 3.27’de gri ton seviyesinin standart sapması gösterilmektedir.

$$\rho(z) = \begin{cases} \alpha e^{-\alpha z}, & z \geq 0 \\ 0, & z < 0 \end{cases} \quad (3.25)$$

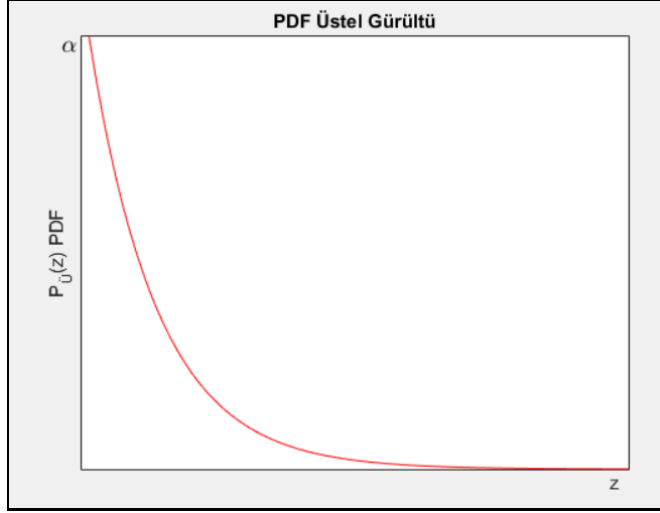
$$\mu = \frac{1}{\alpha} \quad (3.26)$$

$$\sigma^2 = \frac{1}{\alpha^2} \quad (3.27)$$

Denklem 3.25, 3.26 ve 3.27’de,

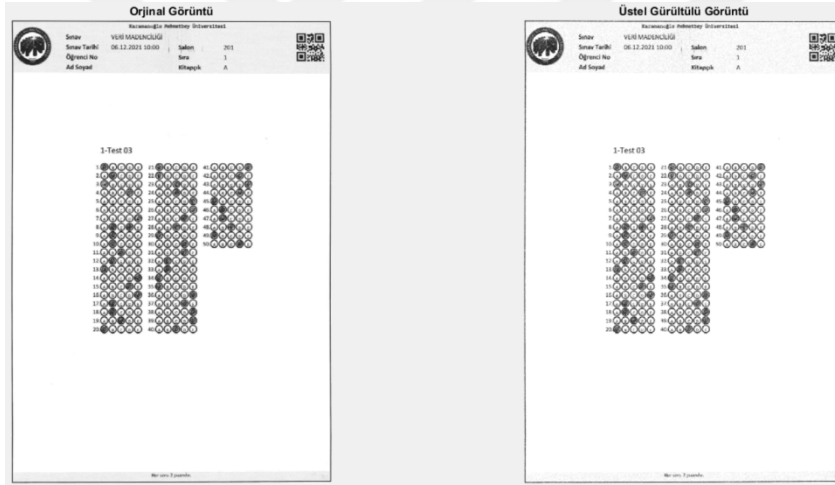
- $\rho(z)$:Olasılık yoğunluk fonksiyonu PDF(Probability Density Function)
- z :Gri ton seviyesini ifade eden üstel dağılmış rastgele bir sayıyı
- μ : Ortalama gri ton seviyesini
- σ : Gri ton seviyesinin standart sapması
- α : sabit sayıyı ifade eder.

Şekil 3.22’de üstel gürültü olasılık yoğunluk fonksiyonunun grafiği gösterilmektedir.



Şekil 3.22: Üstel gürültü olasılık yoğunluk fonksiyonu.

Üstel gürültü lazer görüntüleme sistemlerinde karşılaşılan gürültülerde kullanılmaktadır. Şekil 3.23’de üstel gürültü eklenmiş görüntü gösterilmektedir.



Şekil 3.23: Orijinal ve üstel gürültülü görüntüsü.

3.2.6.5 Düzenli(uniform) gürültü

Gürültüye neden olan gürültü fonksiyonu değerleri düzenli dağılım ile ifade edilebilirse bu gürültüye düzenli gürültü denir. Denklem 3.28’de düzenli gürültü olasılık yoğunluk fonksiyonu, denklem 3.29’da ortalama gri ton seviyesi ve denklem 3.30’da gri ton seviyesinin standart sapması gösterilmektedir.

$$\rho(z) = \begin{cases} \frac{1}{b - \alpha}, & \alpha \leq z \leq b \\ 0, & z < \alpha \text{ veya } z > b \end{cases} \quad (3.28)$$

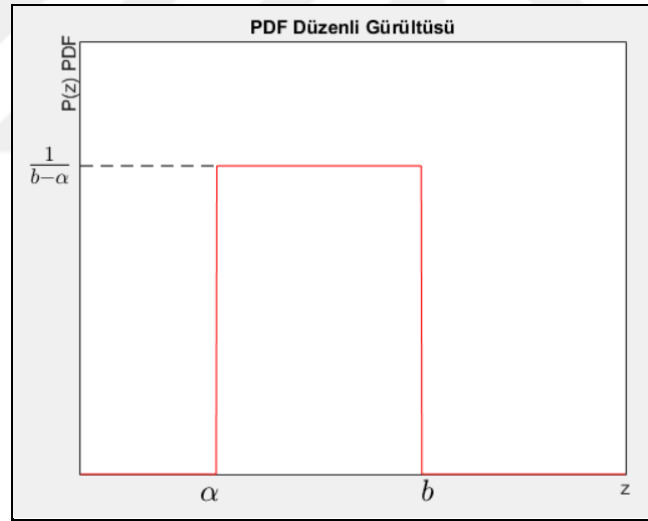
$$\mu = \frac{\alpha + b}{2} \quad (3.29)$$

$$\sigma^2 = \frac{(b - \alpha)^2}{12} \quad (3.30)$$

Denklem 3.28, 3.29 ve 3.30'da,

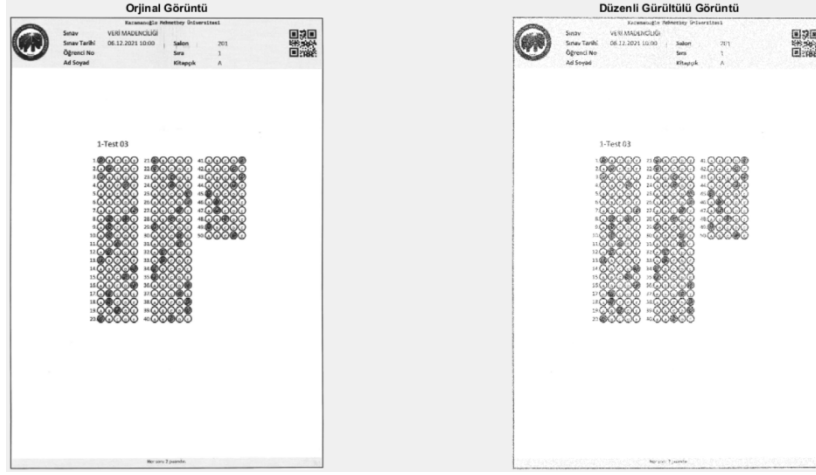
- $p(z)$:Olasılık yoğunluk fonksiyonu PDF(Probability Density Function)
- z :Gri ton seviyesini ifade eden düğün dağılmış rastgele sayı
- μ : Ortalama gri ton seviyesini
- σ : Gri ton seviyesinin standart sapması
- a ve b : sabit sayıları ifade eder.

Şekil 3.24'de düzenli gürültü olasılık yoğunluk fonksiyonunun grafiği gösterilmektedir.



Şekil 3.24: Düzenli gürültü olasılık yoğunluk fonksiyonu.

Şekil 3.25'de düzenli gürültü eklenmiş görüntü gösterilmektedir.



Şekil 3.25: Orijinal ve düzenli gürültülü görüntü.

3.2.6.6 Dürtü(impulse) gürültüsü

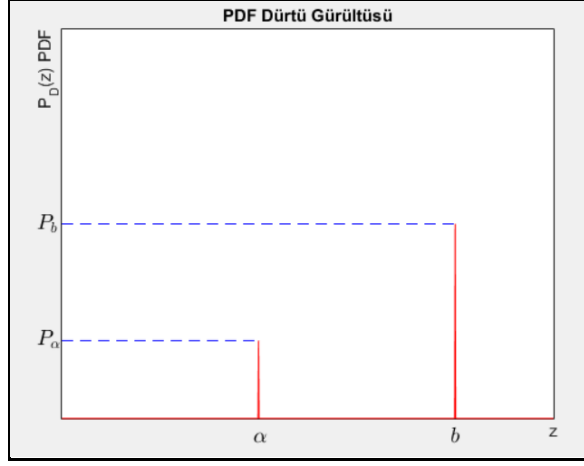
Dürtü gürültüsü genel olarak tuz ve biber gürültüsü olarak bilinir. Genelde veri iletimi sırasındaki veri kaybı ve mutasyonundan kaynaklanır. Gürültülü piksellerin komşu pikseller ile pek bağlantısı ya da ilişkisi bulunmaz. Denklem 3.31’de dürtü gürültüsü olasılık yoğunluk fonksiyonu gösterilmektedir.

$$\rho(z) = \begin{cases} P_a, & z = a \\ P_b, & z = b \\ 0, & z \neq a \text{ ve } z \neq b \end{cases} \quad (3.31)$$

Denklem 3.31’de,

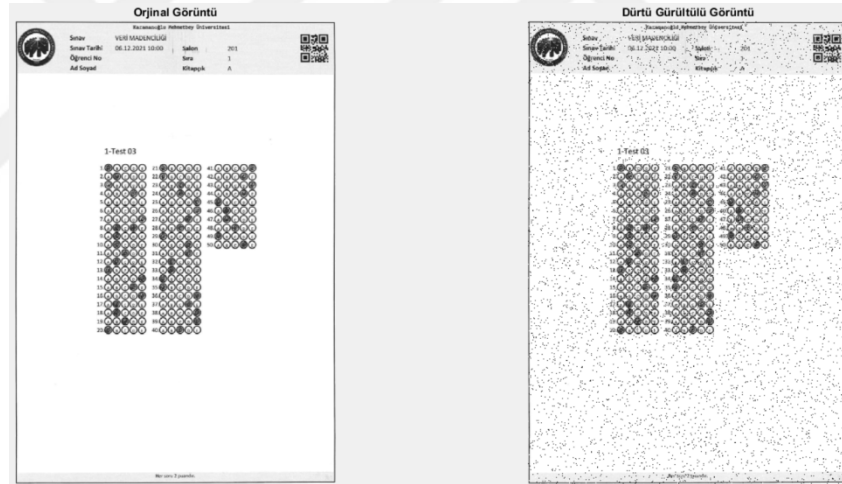
- $p(z)$:Olasılık yoğunluk fonksiyonu PDF(Probability Density Function),
- z :Gri ton seviyesini ifade eden rastgele bir sayıyı,
- a ve b : sabit sayıları ifade eder.

Şekil 3.26’da dürtü gürültüsü olasılık yoğunluk fonksiyonunun grafiği gösterilmektedir.



Şekil 3.26: Dürtü gürültü olasılık yoğunluk fonksiyonu.

$b > a$ olduğunda b görüntü de açık renkli bir noktayı yani tuzu, a ise koyu renkli bir noktayı yani biberi temsil eder. P_a veya P_b sıfır olursa tuz ve biber gürültüsü tek kutuplu olarak ifade edilir. Şekil 3.27’de tuz ve biber gürültüsü eklenmiş görüntü gösterilmektedir.

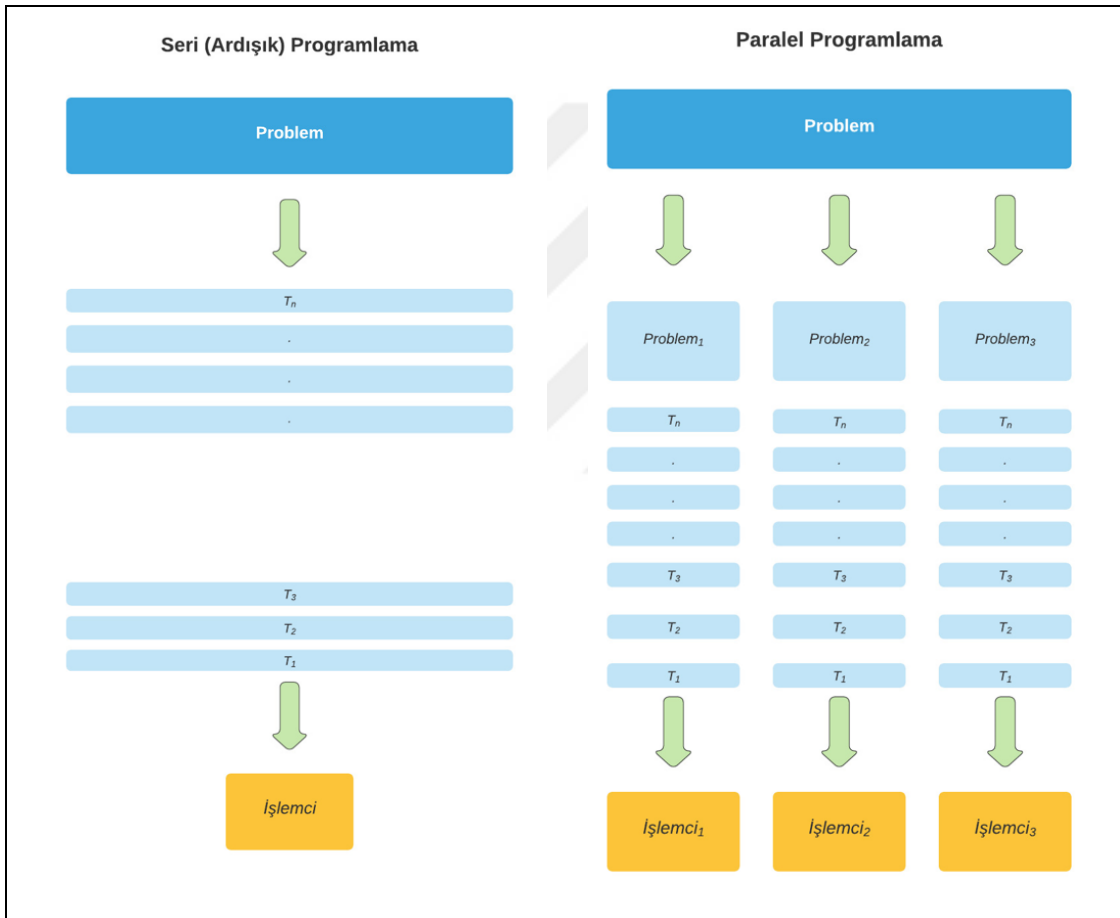


Şekil 3.27: Orijinal ve dürtü gürültülü görüntü.

3.3 Paralel Programlama

John Cocke ve Daniel Slotnick tarafından temeli 1958 yılında SOLOMON adında bir bilgisayar tasarımı ile atılan paralel programlama; büyük ve zaman alan bir hesaplamaların parçalara ayrılarak çoklu işlemcilerde eş zamanlı olarak daha kısa sürede tamamlanmasını ifade eder(Şaan, 2017). Son yıllarda teknolojinin gelişmesi sonucunda veriler eskiye göre çok daha büyük boyutlarda işlenmeye başlanmıştır. Örneğin cep telefonlarında yaşanan kamera geliştirmeleri sonucunda çok daha yüksek çözünürlükte fotoğraflar çekilebilmektedir. Fakat yüksek çözünürlükte

çekilen fotoğrafın dosya boyutu da artmaktadır. Bunun sonucunda yüksek boyutlu verilerle çalışmak için daha fazla bellek ve işlemciye ihtiyaç duyulmaktadır. Bu yüzden paralel programlama üzerine çalışmalar artarak devam etmektedir. Temel felsefe seri programlamada kullanılmayan işlemci ve bellekleri kullanarak daha fazla performans elde etmektir. Günümüzde bilgisayar sistemleri birden fazla işlemcili ve birden fazla çekirdekli işlemcilerden oluşabilmektedir. Bu yüzden kullanılmayan diğer işlemci veya işlemci çekirdeklerinin de hesaplama dahil edilmesi performans kazancı olarak geri dönmektedir. Şekil 3.28’de seri programlama ile paralel programlamanın temel farklılığı gösterilmektedir.



Şekil 3.28 Seri programlama ve paralel programlama.

Çoklu işlemci kaynağını sağlayabilmek için farklı paralel programlama alt yapıları geliştirilmiştir. Bazı mimarilerde aynı veya farklı lokasyonlarda bulunan bilgisayarlar ağ ile bir araya getirilerek tek bir süper bilgisayar gibi kullanılırken bazı mimarilerde aynı bilgisayarda birden fazla işlemciyi bir araya getirilerek hesaplamalar paralel olarak yapılabilmektedir. Paralel programlamada en önemli olay iş parçacıklarının birbiri ile MPI gibi haberleşme için geliştirilen protokollerden birini kullanarak

çalışmasıdır. Bu geliştirilen paralel programlama alt yapıları 3 grup olacak şekilde sınıflandırılabilir.

- Saf paralel programlama modelleri: POSIX Threads, OpenMP ve MPI
- Heterojen paralel programlama modelleri: CUDA, OPENCL, DirectCompute, Array Building Blocks
- Hibrit paralel programlama modelleri: Pthreads + MPI, MPI + OpenMP, CUDA + Pthreads(Serttaş, 2019).

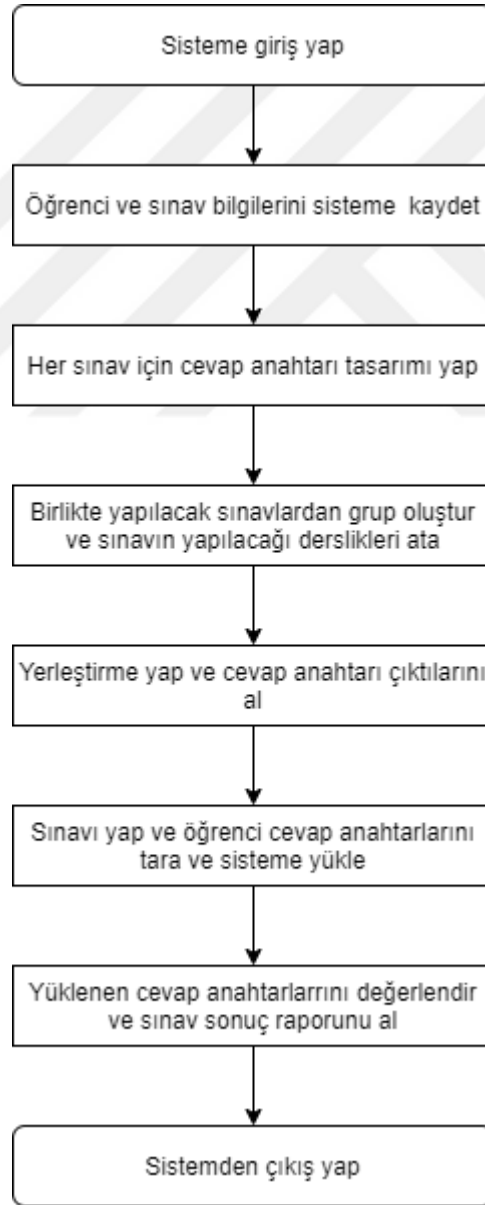
Günümüzde paralel programlama bir çok alanda sıklıkla kullanılmaktadır. Aşağıda kullanılan alanlar maddeler halinde verilmiştir.

- Veri madenciliği uygulamalarında
- Arama motoru uygulamalarında
- Tıp alanında hastalık teşhis ve genetik uygulamalarında
- Finansal modelleme uygulamalarında
- Sanal gerçeklik uygulamalarında
- Fizik alanında parçacık fiziği ile alakalı uygulamalarda
- Matematiksel modelleme uygulamalarında
- Kimya alanındaki uygulamalarda
- Savunma ve siber güvenlik uygulamalarında



4. WEB TABANLI OPTİK FORM OKUMA UYGULAMASI

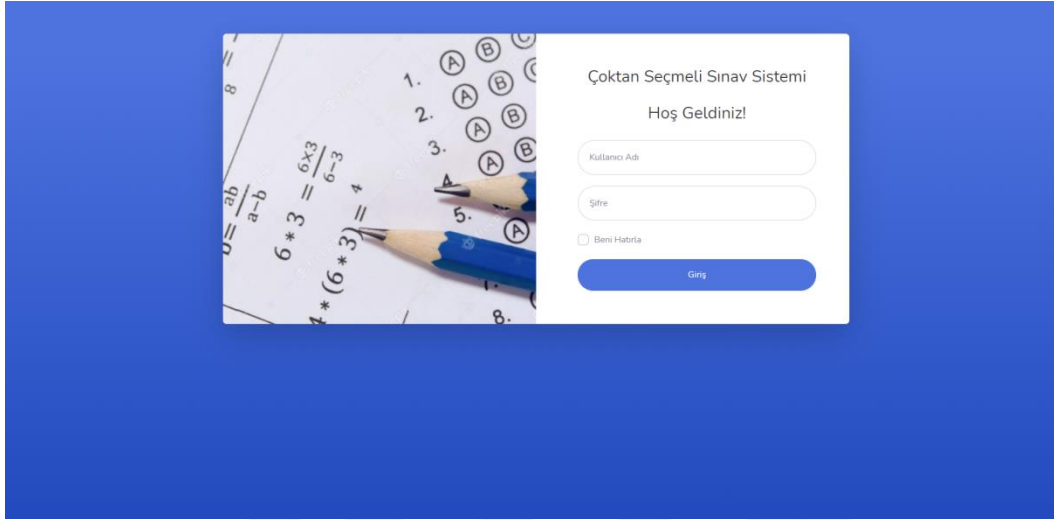
Optik form tasarlama ve değerlendirme uygulamasını daha erişilebilir bir sistem olarak kullanmak için web tabanlı bir ASP.NET Web Form projesi geliştirilmiştir. Bootstrap 5.0 versiyonu kullanılarak açık kaynak kodlu bir önyüz çatısı tercih edilmiştir. Şekil 4.1’de tasarlanan sistemin genel iş akışının basit bir versiyonu gösterilmiştir.



Şekil 4.1: Sistem genel iş akışı.

4.1 Sisteme Giriş

Çoktan seçmeli sınav sisteminde işlemler yapabilmek için sistem yöneticisi tarafından tanımlanan kullanıcı bilgileri Şekil 4.2’de tasarımı gösterilen giriş sayfasına girmeniz gerekmektedir.



Şekil 4.2: Giriş sayfası.

4.2 Birim İşlemleri

Çoktan seçmeli sınav sistemi kullanıcıları birimler bazında gruplamaktadır. Böylelikle “Yönetici” rolü bulunmayan kullanıcılara sadece kendi biriminin sınavlarına, optik form tasarımlarına ve sonuç raporlarına erişim yetkisi verilmektedir. Birim işlemlerinin yapıldığı sayfaya ise sadece “Yönetici” rolünde olan kullanıcılar erişebilmektedir. Birimler veri tabanında ağaç yapısında tutulduğundan tasarlanan sayfa ağaç yapısında olacak şekilde geliştirilmiştir. Şekil 4.3’de birim işlemlerinin gerçekleştirildiği birim sayfasının tasarımı gösterilmiştir.

| İşlem | Ad | Kod | Durum |
|-------|--------------------------------------|-----|-------|
| +Yeni | Fakülte | 1 | Aktif |
| +Yeni | İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi | 45 | Aktif |
| +Yeni | Kamil Özdag Fen Fakültesi | 11 | Aktif |
| +Yeni | Edebiyat Fakültesi | 12 | Aktif |
| +Yeni | Sağlık Bilimleri Fakültesi | 16 | Aktif |
| +Yeni | Mühendislik Fakültesi | 13 | Aktif |
| +Yeni | Eğitim Fakültesi | 14 | Aktif |

Şekil 4.3: Birim sayfası.

4.3 Kullanıcı İşlemleri

Çoktan seçmeli sınav sisteminde kimlerin sisteme giriş yaparak işlemler gerçekleştirebileceğini ve hangi yetkilere sahip olacağını belirlemek için sadece “Yönetici” rolünde olan kullanıcıların erişebileceği Şekil 4.4’de gösterilen kullanıcılar sayfası tasarlanmıştır.

| İşlem | Birim | Kullanıcı Tipi | Ad Soyad | E-Posta | Durum |
|-------|--------------------------------------|----------------|------------------|-------------------|-------|
| +Yeni | İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi | Yönetici | Fatih Taha Özcan | fozcan@kmu.edu.tr | Aktif |

1 Kayıttan 1 - 1 Arası Kayıtlar (18 Kayıt İçerisinden Bulunan)

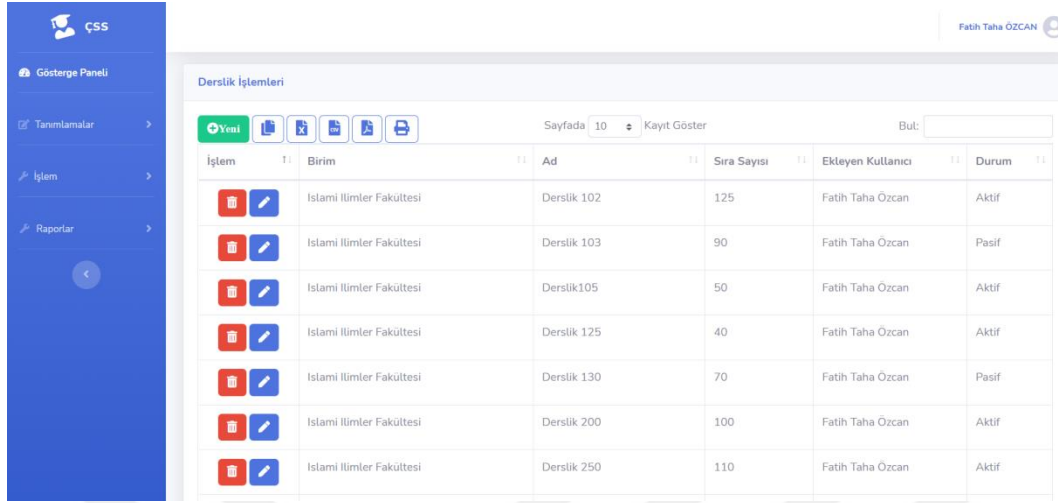
İlk Önceki 1 Sonraki Son















Şekil 4.4: Kullanıcılar sayfası.

4.4 Derslik İşlemleri

Derslik işlemleri çoktan seçmeli sınav sisteminde öğrencilerin hangi derslikte hangi sırada sınava gireceğini belirleyen yerleştirme aşamasında kullanılmak için

yapılmaktadır. Amaç hangi derslik de kaç adet sıra var bunu sisteme tanımlamaktır. Derslik işlemleri Şekil 4.5’de tasarımı gösterilen sayfadan yürütülmektedir.

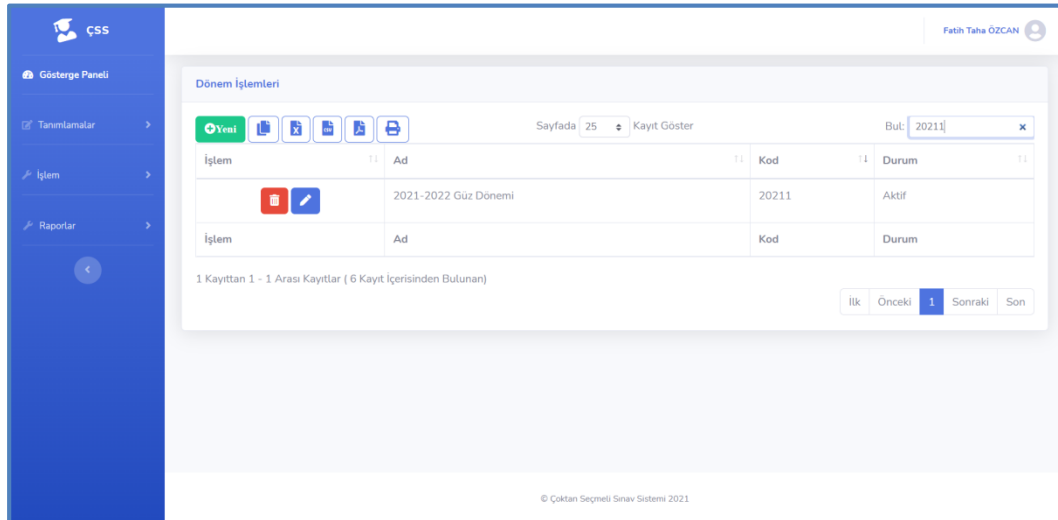




| İşlem | Birim | Ad | Sıra Sayısı | Ekleyen Kullanıcı | Durum |
|---|--------------------------|-------------|-------------|-------------------|-------|
|   | İslami İlimler Fakültesi | Derslik 102 | 125 | Fatih Taha Özcan | Aktif |
|   | İslami İlimler Fakültesi | Derslik 103 | 90 | Fatih Taha Özcan | Pasif |
|   | İslami İlimler Fakültesi | Derslik105 | 50 | Fatih Taha Özcan | Aktif |
|   | İslami İlimler Fakültesi | Derslik 125 | 40 | Fatih Taha Özcan | Aktif |
|   | İslami İlimler Fakültesi | Derslik 130 | 70 | Fatih Taha Özcan | Pasif |
|   | İslami İlimler Fakültesi | Derslik 200 | 100 | Fatih Taha Özcan | Aktif |
|   | İslami İlimler Fakültesi | Derslik 250 | 110 | Fatih Taha Özcan | Aktif |

Şekil 4.5: Derslik işlemleri sayfası.

4.5 Dönem İşlemleri

Kullanıcıların önceki dönemde yaptıkları sınavları ve sınav sonuçlarını kalabalık etmemesi adına gizlemek için kullanılır. Sisteme aktif dönemi tanımlamak ya da daha önceki dönemlerin sonuçlarına erişmek için aktif hale getirilmesi için sadece “Yönetici” rolündeki kullanıcılara açık Şekil 4.6’da tasarımı gösterilen dönem sayfası geliştirilmiştir.



| İşlem | Ad | Kod | Durum |
|---|----------------------|-------|-------|
|   | 2021-2022 Güz Dönemi | 20211 | Aktif |
| İşlem | Ad | Kod | Durum |

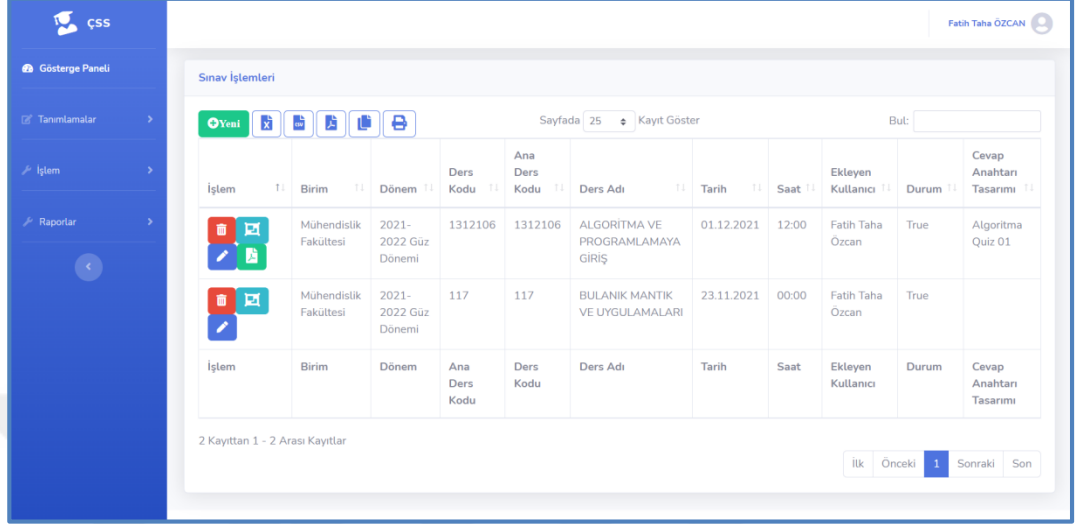
1 Kayıttan 1 - 1 Arası Kayıtlar (6 Kayıt İçerisinden Bulunan)

İlk Önceki 1 Sonraki Son









Şekil 4.6: Dönem sayfası.

4.6 Sınav ve Sınav Grubu İşlemleri

Yapılacak olan sınavların sisteme kaydedilmesi için Şekil 4.7’de tasarımı gösterilen sınav sayfası geliştirilmiştir.



The screenshot shows a web application interface for exam management. On the left is a blue sidebar with navigation options: 'Gösterge Paneli', 'Tanımlamalar', 'İşlem', and 'Raporlar'. The main content area is titled 'Sınav İşlemleri' and contains a table with columns: İşlem, Birim, Dönem, Ders Kodu, Ana Ders Kodu, Ders Adı, Tarih, Saat, Ekleyen Kullanıcı, Durum, and Cevap Anahtar Tasarımı. Two exam records are visible. The first record is for 'Mühendislik Fakültesi' in the '2021-2022 Güz Dönemi' with 'Ders Kodu' 1312106 and 'Ana Ders Kodu' 1312106. The exam name is 'ALGORİTMA VE PROGRAMLAMAYA GİRİŞ' on '01.12.2021' at '12:00'. The user 'Fatih Taha Özcan' added it, and the status is 'True'. The answer key is 'Algoritma Quiz 01'. The second record is for 'Mühendislik Fakültesi' in the '2021-2022 Güz Dönemi' with 'Ders Kodu' 117 and 'Ana Ders Kodu' 117. The exam name is 'BULANIK MANTIK VE UYGULAMALARI' on '23.11.2021' at '00:00'. The user 'Fatih Taha Özcan' added it, and the status is 'True'. The answer key is empty. Below the table, it says '2 Kayıttan 1 - 2 Arası Kayıtlar' and there are navigation buttons: 'İlk', 'Önceki', '1', 'Sonraki', 'Son'.



| İşlem | Birim | Dönem | Ders Kodu | Ana Ders Kodu | Ders Adı | Tarih | Saat | Ekleyen Kullanıcı | Durum | Cevap Anahtar Tasarımı |
|---|-----------------------|----------------------|---------------|---------------|----------------------------------|------------|-------|-------------------|-------|------------------------|
|     | Mühendislik Fakültesi | 2021-2022 Güz Dönemi | 1312106 | 1312106 | ALGORİTMA VE PROGRAMLAMAYA GİRİŞ | 01.12.2021 | 12:00 | Fatih Taha Özcan | True | Algoritma Quiz 01 |
|     | Mühendislik Fakültesi | 2021-2022 Güz Dönemi | 117 | 117 | BULANIK MANTIK VE UYGULAMALARI | 23.11.2021 | 00:00 | Fatih Taha Özcan | True | |
| İşlem | Birim | Dönem | Ana Ders Kodu | Ders Kodu | Ders Adı | Tarih | Saat | Ekleyen Kullanıcı | Durum | Cevap Anahtar Tasarımı |

Şekil 4.7: Sınav sayfası.

Tanımlanan sınav verileri yerleştirme işlemi sırasında kullanılacaktır. Sınavlar sayfasında ayrıca yerleştirilmesi tamamlanan sınavlar için öğrenci bazında özelleştirilmiş cevap anahtarlarını içeren pdf uzantılı dosyayı indirebileceğimiz düğme bulunmaktadır. Bu düğme yerleştirme işleminin yapılıp yapılmaması durumuna göre gösterilir ya da gizlenir. Ayrıca çoktan seçmeli sınavlarda kopya ihtimalini düşürmek için yüksek olasılıkla arka arkaya oturan öğrencilerin farklı sınavlara girmesi için birkaç sınavın bir araya gelerek bir sınav grubunu oluşturması ve yerleştirmelerin sınav grupları bazında yapılabilmesi için “Sınav Grubu” ve “Grup-Sınav İlişki Yönetimi” sayfaları geliştirilmiştir. Şekil 4.8’de sınav grubu sayfasının ve Şekil 4.9’da sınav grubu-sınav ilişkilerinin tanımlandığı sayfanın tasarımları gösterilmiştir.

Sınav Grup İşlemleri

Sayfada 25 Kayıt Göster Bul: taha

| İşlem | Birim | Grup | Tarih Saat | Yerleşim Yapılma Durumu | Oluşturan Kullanıcı | Oluşturma Zamanı | Durum |
|---|----------------------------------|--------------------------------------|------------------|-------------------------|---------------------|---------------------|-------|
|   | GEÇİŞ EKONOMİLERİ - İSTATİSTİK I | İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi | 06.01.2020 11:00 | Yerleşim Yapıldı | Fatih Taha Özcan | 21.09.2021 12:56:54 | Aktif |

1 Kayıttan 1 - 1 Arası Kayıtlar (3 Kayıt İçerisinden Bulunan)




İlk Önceki 1 Sonraki Son

© Çıktarı Seçmeli Sınav Sistemi 2021

Şekil 4.8: Sınav grubu sayfası.

Sınav Grup - Sınav İlişkileştirme

Sayfada 25 Kayıt Göster Bul: taha

| İşlem | Birim | Grup | Tarih Saat | Yerleşim Yapılma Durumu | Oluşturan Kullanıcı | Oluşturma Zamanı | Durum | Dersler | Çakışma Yaşayan Öğrenci Sayısı |
|---|----------------------------------|--------------------------------------|------------------|-------------------------|---------------------|---------------------|-------|---|--------------------------------|
|    | GEÇİŞ EKONOMİLERİ - İSTATİSTİK I | İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi | 06.01.2020 11:00 | Yerleşim Yapıldı | Fatih Taha Özcan | 21.09.2021 12:56:54 | Aktif | 1001322- İSTATİSTİK I 1001749- GEÇİŞ EKONOMİLERİ | 1 |

1 Kayıttan 1 - 1 Arası Kayıtlar (3 Kayıt İçerisinden Bulunan)

İlk Önceki 1 Sonraki Son

Şekil 4.9: Grup-sınav ilişkisi yönetimi sayfası.

Değerlendirme aşamasında kullanılmak üzere sınavların doğru cevaplarının sisteme tanımlanabilmesi için Şekil 4.10'da tasarımı gösterilen "Sınav Doğru Cevap Yönetimi" sayfası geliştirilmiştir.

| İşlem | Sınav | Kitapçık Kodu | Cevap Dizisi |
|-------|---------------------------|---------------|---|
| | 1001322-İSTATİSTİK I | | A,B,C,D,C,B,A,C,D,A,A,B,C,D,C,B,A,C,D,A,B,A,C,D,A |
| | 1002749-GEÇİŞ EKONOMİLERİ | | A,B,C,D,C,B,A,C,D,A,A,B,C,D,C,B,A,C,D,A,B,A,C,D,A,A,B,C,D,C,B,A,C,D,A,B,A,C,D,A |
| | 1001749-GEÇİŞ EKONOMİLERİ | | A,B,C,D,C,B,A,C,D,A,A,B,C,D,C,B,A,C,D,A,B,A,C,D,A,A,B,C,D,C,B,A,C,D,A,B,A,C,D,A |

Şekil 4.10: Sınav doğru cevap yönetimi sayfası.

4.7 Yerleştirme İşlemi

Hangi öğrencinin hangi sınava hangi sırada gireceğini belirlemek için sistemde yerleştirme işleminin yapılması gerekmektedir. Yerleştirme işlemi hem sınav grupları bazında hem de sınav bazında farklı kitapçık kodlarıyla yapılabilmektedir. Şekil 4.11'de yerleştirme işlemini yapabilmek için tasarlanan yerleştirme sayfası gösterilmektedir.

| İşlem | Birim | Dönem | Sınav | Sınav Grubu | Kitapçık Türleri | Durum | Derstikler | Öğrenci Sayısı | Derstik Kapasitesi |
|-------|--------------------------------------|----------------------|----------------------------------|----------------------------------|------------------|-------|------------|----------------|--------------------|
| | İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi | 2019-2020 Güz Dönemi | | GEÇİŞ EKONOMİLERİ - İSTATİSTİK I | | Aktif | 201,105 | 126 | 162 |
| | Mühendislik Fakültesi | 2021-2022 Güz Dönemi | ALGORİTMA VE PROGRAMLAMAYA GİRİŞ | | a,b | Aktif | 201,202 | 98 | 156 |

Şekil 4.11: Yerleştirme sayfası.

Yerleştirme işlemi sınav grubu bazında ise bir sınava girecek öğrencilerin o dersliğe düşen yoğunluk sayısına rastgele seçimler yapılarak sıralara yerleştirilmesini ifade eder. Yerleştirme işlemi sınav bazında yapılıyor ise öğrenciler sırasıyla her bir kitapçık için rastgele seçilerek sıralara yerleştirilmesini ifade eder. Yapılan

yerleştirme işlemi sonucunda oluşan yerleşimi ve varsa grupta yer alan iki veya daha fazla sınava aynı anda girmesi gereken öğrencilerden kaynaklanan çakışmaları Şekil 4.12 ve Şekil 4.13’de tasarımları gösterilen “Yerleşim Raporu” ve “Yerleşim Çakışma Raporu” sayfalarından takip edebilmektedir.

| # | T1 | Sıra | T1 | Derstik | T1 | Öğrenci No | T1 | Adı Soyadı | T1 | Bölüm | T1 | Ders | T1 | Ders Kodu | T1 |
|---|----|------|----|---------|----|------------|----|------------|----|---------|----|-------------------|----|-----------|----|
| 1 | | 1 | | 105 | | | | | | İKTİSAT | | İSTATİSTİK I | | 1001322 | |
| 2 | | 2 | | 105 | | | | | | İKTİSAT | | GEÇİŞ EKONOMİLERİ | | 1001749 | |
| 3 | | 3 | | 105 | | | | | | İKTİSAT | | GEÇİŞ EKONOMİLERİ | | 1001749 | |
| 4 | | 4 | | 105 | | | | | | İŞLETME | | İSTATİSTİK I | | 1001322 | |
| 5 | | 5 | | 105 | | | | | | İKTİSAT | | GEÇİŞ EKONOMİLERİ | | 1001749 | |
| 6 | | 6 | | 105 | | | | | | İKTİSAT | | GEÇİŞ EKONOMİLERİ | | 1001749 | |
| 7 | | 7 | | 105 | | | | | | İKTİSAT | | İSTATİSTİK I | | 1001322 | |
| 8 | | 8 | | 105 | | | | | | İKTİSAT | | GEÇİŞ EKONOMİLERİ | | 1001749 | |

Şekil 4.12: Yerleştirme raporu sayfası.

| # | T1 | Öğrenci No | T1 | Adı Soyadı | T1 | Bölüm | T1 | Çakışan Sınavlar | T1 |
|---|----|------------|----|------------|----|---------|----|--|----|
| 1 | | | | | | İŞLETME | | 1001749-GEÇİŞ EKONOMİLERİ,1001322-İSTATİSTİK I | |

Şekil 4.13: Yerleştirme çakışma raporu.

4.8 Cevap Kağıdının Tasarımının Yapılması

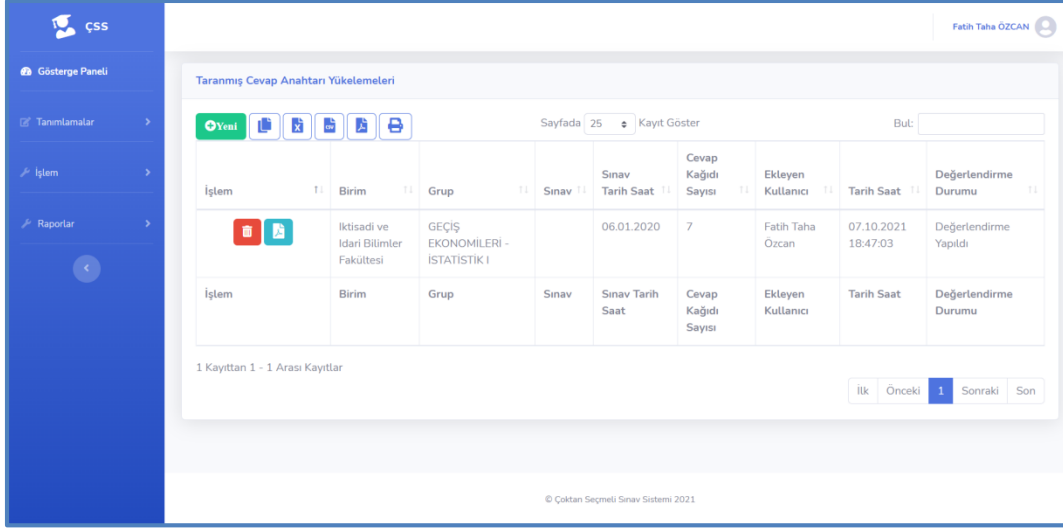
Optik form tasarımı çoktan seçmeli sınav sistemi açısından en önemli adımlardan bir tanesidir. Optik form tasarımı sınav bazında yapılabilir ve daha önceden yapılan tasarımlar yeni yapılacak sınav içinde aynen uygulanır. Optik form tasarımında kullanıcı optik formun başlığını, logoyu, gösterilen öğrenci ve sınav bilgilerini, kaç

tane soru bölümü olduğunu bir kolonda kaç tane soru yer alacağını, alt bilgi alanını, boşluklar, karakter büyüklükleri gibi alanları özelleştirerek kendilerine özgü optik form tasarımları yapabilirler. Optik form tasarımının uygulama içinde yapılması hem işaretlenen cevapların mevcut koordinatlarını bilerek görüntü işleme adımlarını daha hızlı ve isabetli yapabilmeyi ve cevap anahtarlarını öğrenci bazında özelleştirerek ÖSYM gibi sınav oturum düzeni oluşturmayı hedeflemiştir. Şekil 4.14’de optik form tasarımının yapıldığı sayfa tasarımı gösterilmiştir.

Şekil 4.14: Optik form tasarımı sayfası.

4.9 Optik Formun Taranması ve Sunucuya Yüklenmesi

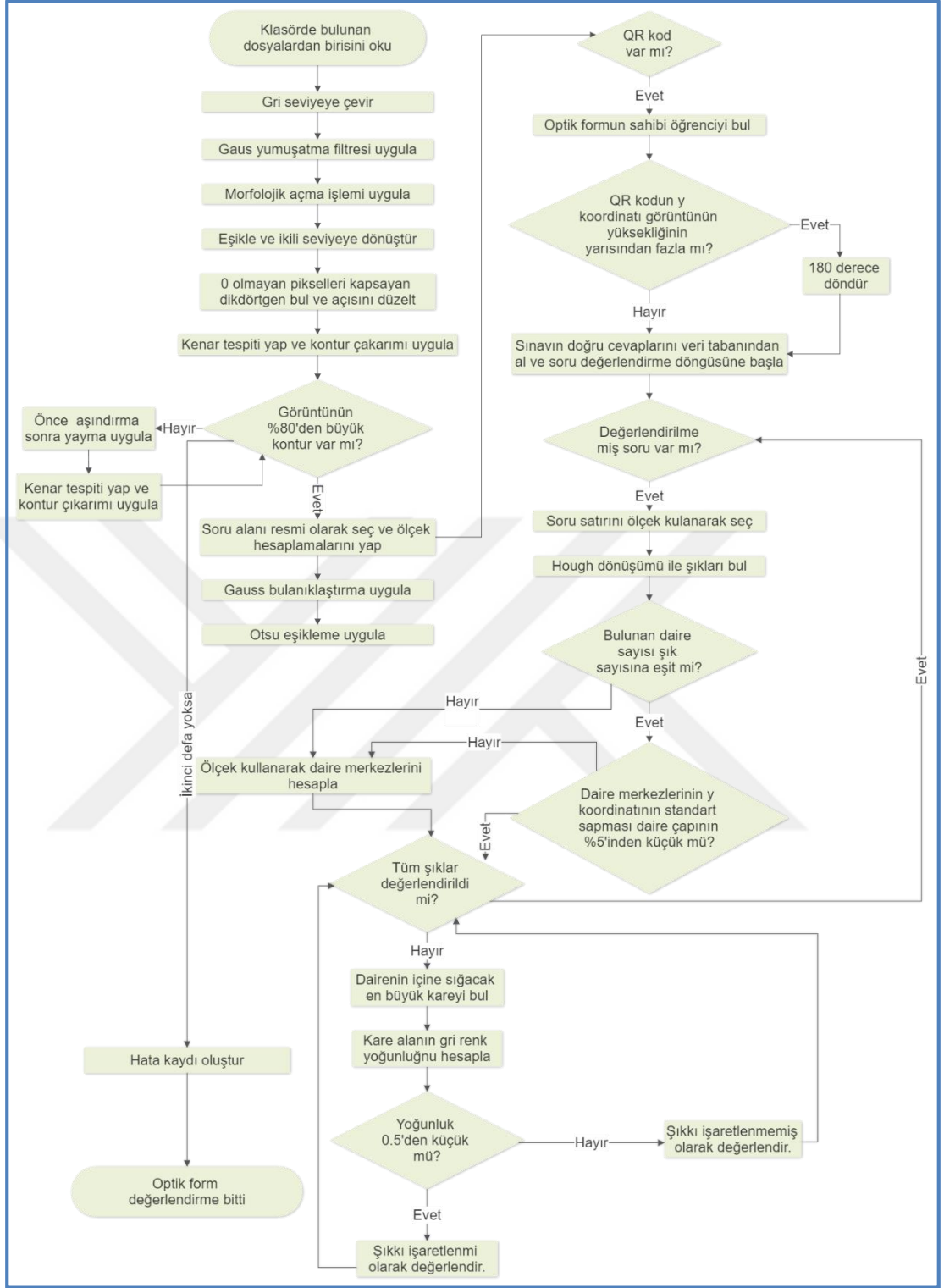
Sınav yapıldıktan sonra cevap kâğıtlarının bir tarayıcı vasıtasıyla taranarak çoktan seçmeli sınav sitemine yüklenmesi yani sistemin de kurulu bulunduğu web uygulama sunucusuna aktarılması gerekmektedir. Optik form görüntüleri web sunucusunda eğer yerleştirme işlemi tek sınav için yapılmışsa “/SınavCevapAnahtarları/Sınav/{Sınav Numarası}/Dolu” klasöründe; eğer sınav grubu için yapılmışsa “SınavCevapAnahtarları/Grup/{Grup Numarası}/Dolu” klasörüne yüklenir. Parantez için deki veriler sınav ya da sınav grubu bazında özelleştirme yapmak için ilgili nesnelere bulunarak değiştirilmektedir. Bu işlem için geliştirilen “Taranmış Cevap Anahtarı Yükleme” sayfası Şekil 4.15’te gösterilmiştir.



Şekil 4.15: Tarama yüklemeleri sayfası.

4.10 Sınav Sonucunun Değerlendirilmesi

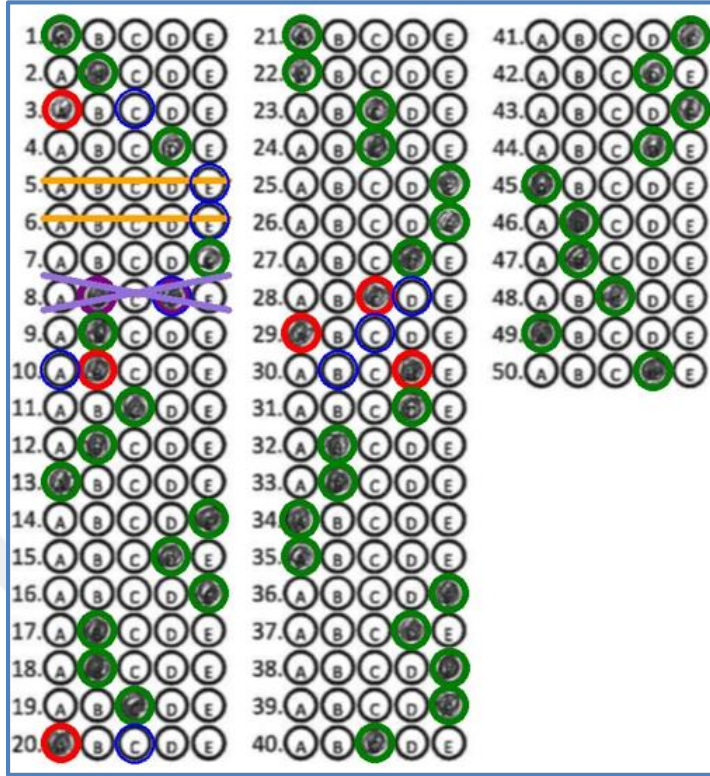
Öğrenci cevap kağıtları sisteme yüklendikten sonra yüklenen cevap kağıtlarının değerlendirilmesi ve öğrencilerin doğru, yanlış, geçersiz ve boş soru sayılarının tespit edilerek sınavdan aldığı puanın hesaplanabilmesi için “Taranmış Cevap Anahtarları Yükleme” sayfasında ilgili yüklemenin satırında “Değerlendirme Yap” düğmesi tıklanmalıdır. Bu düğme tıklandıktan sonra her bir resim dosyası Şekil 4.16’da gösterilen iş akışında görülen adımlardan geçirilerek değerlendirme işlemi yapılmaktadır. Optik form verilerini içeren görüntü dosyası sırasıyla gri seviye dönüşümü, gürültünün azaltılması için Gaus yumuşatma filtresinin uygulanması, siyah piksel deformasyonlarını gidermek için morfolojik açma işlemini uygulanması, eşikleme ve ikili seviye dönüşümü, açısal düzeltme, kontur çıkarımı, QR kod çıkarımı ve Hough daire dönüşümü gibi görüntü işleme işlemlerine tabi tutulur. Seçeneğin işaretlenip işaretlenmediğine karar vermek için dairenin içine sığacak en büyük kare bulunur ve karenin alanının en az %50’i işaretlenmiş ise seçenek işaretlenmiş olarak kabul edilir.



Şekil 4.16: Görüntü işleme iş akışı.

Her bir sayfanın değerlendirmesi tamamlandıktan sonra öğrencinin optik formu üzerinde doğru cevaplar(yeşil renkli daire), yanlış cevaplar(kırmızı renkli daire ve doğru cevap mavi renkli daire), boş bırakılan soruları(şıkların ortasından turuncu çizgi ve doğru cevap mavi daire) ve birden fazla şıkkın işaretlenmesi sonucu iptal

edilen soruları(işaretlenmiş kabul edilen şıklar mor daire ve mor çarpı işareti) belirtmek için Şekil 4.17’de gösterilen görüntü kaydedilir.



Şekil 4.17: Sonuç optik formu.

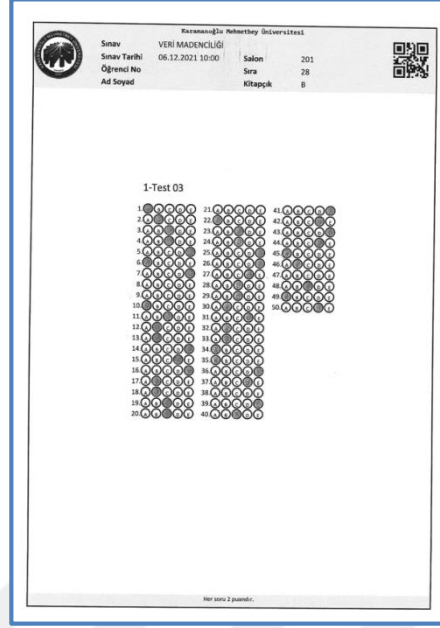
4.10.1 Görüntü ön işleme tekniklerinin uygulanması

Görüntü ön işleme teknikleri görüntüleri istenilen bilgileri daha başarılı bir şekilde çıkaracak duruma getirmek için yapılan adımları içermektedir. Görüntü ön işleme teknikleri bakımından birçok algoritma ve filtre geliştirilmiştir. Bu tekniklerin temel amacı gürültü varsa azaltmak ya da yok etmek, kaybolan piksel değerleri varsa komşu pikseller yardımıyla o pikselin değerini tahmin etmek ya da istenmeyen detayları görüntüden çıkarmaktır.

4.10.1.1 Gri seviyeye dönüştürme

Bilgisayar ekranında her piksel için 24 bitlik veri tutulan renkli görüntüler RGB(Kırmızı, Yeşil ve Mavi) renklerin gri seviye değerlerini içerir. Bu üç rengin aynı anda görüntü işleminde kullanılması bir avantaj sağlamadığından görüntüyü daha sade bir matris ile ifade edebilmek için renkli görüntüler gri seviyeli görüntülere dönüştürülür. Gri seviyeli görüntülerde gri tonu 0 ile 255 değer aralığında ifade edilirler. Gri seviyenin değeri 0 olduğunda o piksel siyah olur. Gri seviyenin değeri

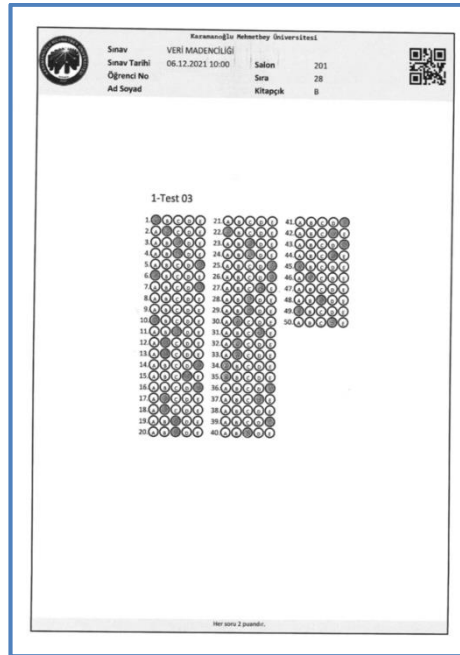
255 olursa o pikselin beyaz olduğu belirtilir. Şekil 4.18’de optik form görüntüsünün gri seviyeli görüntüye dönüştürülmüş hali yer almaktadır.



Şekil 4.18: Gri seviye optik form.

4.10.1.2 Gauss yumuşatma filtresi uygulama

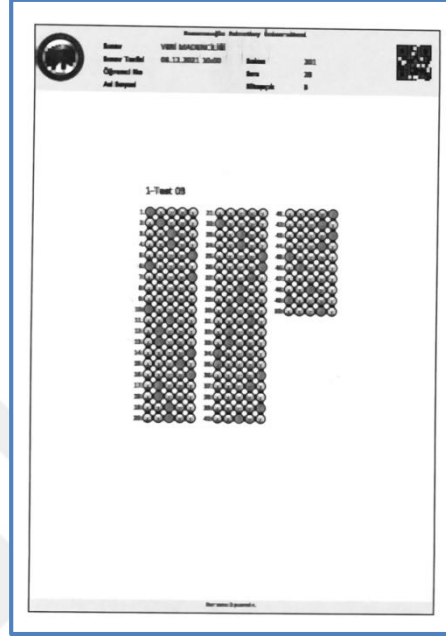
Gri seviye görüntü bulunan gürültüleri azaltmak için Gauss yumuşatma filtresi uygulanır. Şekil 4.19’da Gauss yumuşatma filtresi uygulanmış optik form görüntüsü bulunmaktadır.



Şekil 4.19: Gauss yumuşatma filtresi uygulanmış optik form görüntüsü.

4.10.1.3 Morfolojik açma işlemi

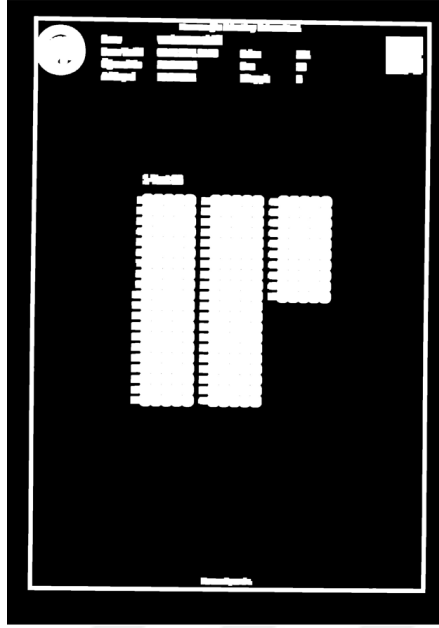
Gaus filtresi ile yumuşatılan görüntüde siyah piksellerde bulunan kopukları gidermek için morfolojik işlemlerden açma işlemi uygulanır. Şekil 4.20’de morfolojik açma işlemi uygulanmış optik form görüntüsü gösterilmektedir.



Şekil 4.20: Morfolojik açma uygulanmış optik form görüntüsü.

4.10.1.4 Eşikleme ve ikili görüntüye çevirme

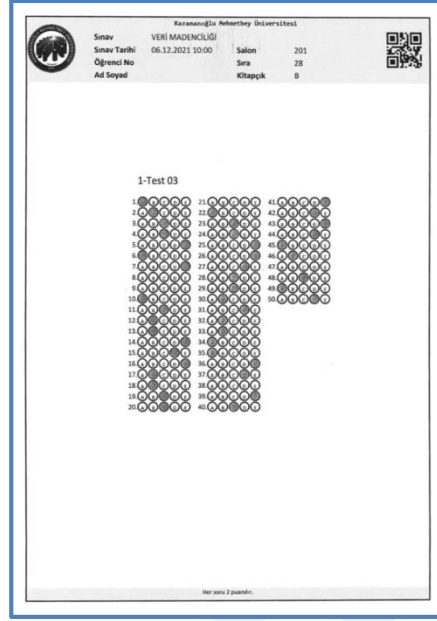
Görüntüde 0 ya da 255 değerine sahip pikselleri belirlemek için görüntü tekrardan eşikleme ve ikili görüntüye çevirme işlemine tabi tutulur. Şekil 4.21’de ikili görüntüye dönüştürülmüş ve eşikleme uygulanmış optik form görüntüsü yer almaktadır.



Şekil 4.21: İkili görüntüye dönüştürülmüş optik form.

4.10.2 Açısal düzeltme

Optik form görüntüleri bazen yazıcıdan kaynaklı bazen tarayıcıdan kaynaklı olarak değerlendirme işlemini olumsuz şekilde etkileyebilecek farklı açılarda eğri olabilirler. Optik form görüntüsünden bu açılardan öncelikle tespit sonrasında ise düzeltme işlemine tabi tutulması gerekmektedir. Açı tespiti için öncelikle ikili seviye görüntüde 0 hariç yani 255 değeri içeren pikseller elde edilir. Daha sonra 255 değeri içeren pikselleri içeren en küçük herhangi bir açıya sahip dikdörtgen bulunur ve optik formun ne kadar açıyla tarandığı hesaplanır. Daha sonra görüntüye uygulanacak döndürme matrisini bulunur. Döndürme matrisi de bulunduktan sonra morfolojik açma işlemine tabi tutulan optik form görüntüsü döndürülür. Döndürme işlemi sonucunda elde edilen optik form görüntüsü Şekil 4.22’de gösterilmiştir.



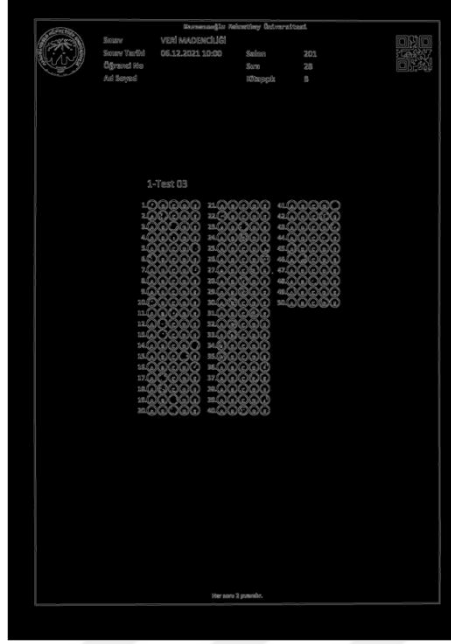
Şekil 4.22: Açısı düzeltilmiş optik form görüntüsü.

4.10.3 Bölütleme

Ön görüntü işleme tekniklerini uyguladıktan sonra optik form görüntümüzden gürültüleri atarak anlamlı bir şeyler elde etmeye hazır hale getirilmiş oldu. Bu noktadan sonra ilk hedef optik form tasarımında ön tanımlı olarak bulunan ve soru alanının yerini düzgün bir şekilde tayin etmemize yarayan dış çerçeveyi tespit etme işlemine gelmektedir.

4.10.3.1 Kenar tespiti

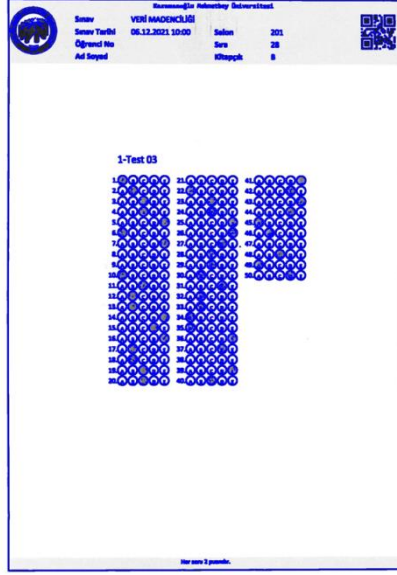
Kenar tespit işlemi için en sık kullanılan yöntemlerden Canny kenar tespit algoritması kullanılmıştır. En son açı düzeltme işlemiyle düzeltilen optik form görüntüsüne Canny kenar tespit yönteminin uygulanmış hali Şekil 4.23'de gösterilmiştir.



Şekil 4.23: Canny kenar tespiti.

4.10.3.2 Kontur çıkarımı

Kontur çıkarımı işlemi aynı renk ve yoğunluğa sahip pikselleri gruplayarak kesintisiz bir biçimde birleştiren kapalı bir eğri bulma olarak tanımlanabilir. Kontur bulma işlemi görüntü işleme biliminin en temel yapı taşlarından bir tanesidir. Konturlar genel olarak bir görüntüde bulunan nesnelere denir. Emgu CV kütüphanesi kullanarak kontur çıkarımı işlemi gerçekleştirecek ise resmin arka planının siyah piksellerden, nesnelere ise beyaz piksellerden oluşması gerektiğini unutmamız gerekir. Optik form görüntüsünde yer alan en dış dikdörtgen çerçeveyi bulmak için Canny kenar algılama yöntemi uygulanmış görüntüde kontur taraması yapılır. Kontur taraması uygulandıktan sonra bulunan konturlar Şekil 4.24’de gösterilmiştir.



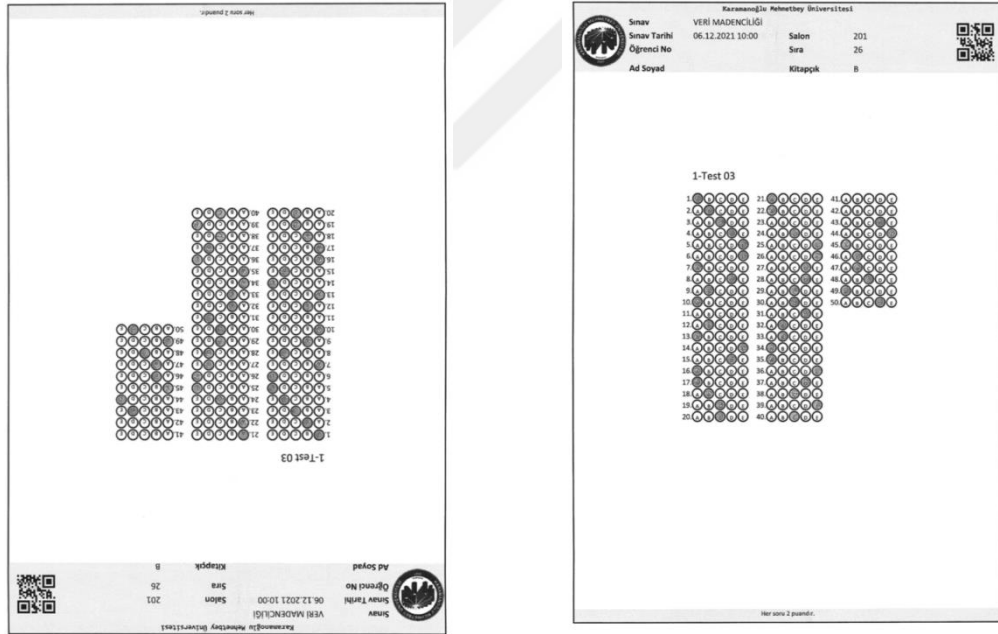
Şekil 4.24: Optik formda bulunan konturlar.

Bulunan konturlardan görüntünün alanının %80'ninden daha büyük olanlar seçilir ve en büyük olan kontur dış çerçeve olarak seçilir. Eğer görüntünün alanının %80'ninden büyük bir kontur bulunamazsa döndürülmüş optik form görüntüsüne 10 kere aşındırma, 10 kere yayma uygulandıktan sonra Canny kenar algılama yöntemi uygulanır ve tekrar kontur çıkarımı yapılır. Eğer hala dış çerçeve bulunamamışsa bu görüntünün hatalı bir görüntü(optik formun arka tarafı taranmış olabilir) olduğu ile ilgili kütük kaydı oluşturulur. Dış çerçeve olarak seçilen konturu çevreleyen dikdörtgeni bulunur ve bulunan optik formumuzda soru alanını içeren dikdörtgen alan açısı düzeltilmiş görüntüden alınır. Daha sonra kutucukların yerlerini hesaplamada kullanmak üzere soru alanının genişliği ve piksel olarak tutulan optik form tasarımında soru alanı genişlik değerine bölünerek ölçek değeri bulunur. Genişlik de olduğu gibi yükseklik ölçü değeri de bulunur ve soru satırının koordinatlarının hesaplamada ve kütüphane yardımıyla bulunamayan şık dairelerinin merkezlerini bulmada kullanılır.

4.10.4 QR kod çıkarımı

QR kod çıkarımı adımı çoktan seçmeli sınav sistemini en önemli adımını oluşturmaktadır. Çünkü taranmış optik form görüntüsü hangi öğrenciye ait QR kod verisinden çıkarılmaktadır. Bir görüntüde QR kod var mı, varsa koordinatları nerede bulmak için Emgu CV kütüphanesinde bulunan "QRCodeDetector" sınıfının "Detect" metodu kullanılmıştır."Detect" metodu "bool" tipinde QR kod bulunup

bulunmadığı verisini dönmektedir. Ayrıca eğer görüntüde QR kod varsa parametre olarak gönderilen “Mat” tipinde gönderilen değişkene QR kodun koordinatları yazılmaktadır. QR kod çıkarımı işlemi önemli olduğu için çoktan seçmeli sınav sisteminde son Gauss filtresi uygulanmış soru alanı görüntüsünden daha önceki adımlarda elde edilmiş soru alanı görüntüsü ve eşikleme uygulanmış görüntü gibi görüntülerde buluncaya kadar arama yapılmaktadır. Çünkü ön görüntü işleme adımları her ne kadar görüntü üzerinde bulunan gürültüleri azaltsa da bazen küçük de olsa bozulmalara neden olabilmektedir. Eğer bütün olası görüntüler tarandıktan sonra QR kod bulunamazsa ilgili görüntü için kütük kaydı oluşturularak sıradaki görüntüye geçilir. Eğer QR kod okunabilirse QR kodun y koordinatı kontrol edilerek optik formun ters taratılıp taratılmadığına karar verilir. Eğer ters taratılmışa soru alanı görüntüsü 180 derece döndürülür. Şekil 4.25’de tarayıcıya ters verilmesi sonucunda ters taranan optik form ve 180 derece döndürme işlemi sonucunda düzeltilmiş optik form gösterilmektedir.



Şekil 4.25: Ters ve 180 derece döndürülmüş optik form görüntüsü.

4.10.5 Soru satırının bulunması

QR kod okunduktan sonra hangi öğrenciye ait olduğu saptanan optik formun soru bazında değerlendirilmesi işlemine başlanır. Soru satırları soru alanı seçimi sırasında bulunan ölçekler ve optik form tasarımında bulunan değerlerle çarpılarak bulunur. Bu hesaplamalarda soru şıklarının birden fazla kolonda bulunabileceği göz önünde

bulundurulur Şekil 4.26’da birinci soru için bulunan soru satırı görüntüsüne yer verilmiştir.



Şekil 4.26: Görüntüden seçilen birinci soru satırı görüntüsü.

4.10.6 Hough dönüşümünün uygulanması ve daire tespiti

Soru satırı bulunduktan sonraki adım şık dairelerinin merkezlerini bulmaktır. Bunun için öncelikle soru satırı görüntüsüne Hough dönüşümü uygulanır ve verilen görüntüdeki daireleri bulması beklenir. Hough dönüşümü metoduna verdiğiniz parametreler çok önem arz etmektedir. Farklı parametrelerde anlamsız daireler tespit edilebilir. Bu yüzden soru alanı çıkarımı sırasında bulunan ölçek kullanılarak yaklaşık olarak bulunması istenen dairelerin yarı çap ve daire merkezlerinin arasındaki minimum uzaklık gibi değerler hesaplanır. Hough daire tespiti metodu soru satırı görüntüsüne uygulandığında bulunan daireler Şekil 4.27’de gösterilmiştir.



Şekil 4.27: Hough daire tespiti kullanılarak bulunan daireler.

Eğer Hough daire tespiti optik formda belirtilen seçenek sayısı kadar daire bulmazsa daire merkezleri soru alanı çıkarımı sırasında bulunan ölçek yardımıyla hesaplanır. Eğer Hough daire tespiti sonucunda seçenek sayısına eşit sayıda daire bulunursa; bulunan dairelerin y koordinatlarının standart sapmasına bakılır. Buradaki amaç bulunan dairelerin aynı düzlemde bulunup bulunmadığını saptamaktır. Eğer standart sapma 2’nin altında ise bulunan dairelerin bizim şıklarımızı içeren daireler olduğu kabul edilir ve değerlendirme işlemi bu daireler üzerinden devam eder. Eğer standart sapma 2’nin üzerinde çıkarsa bu durumda dairelerden biri veya birden fazlası bizim şıklarımızı içermiyor demektir. Bu durumda ölçek kullanarak hesapladığımız y koordinatına hangi dairenin merkezi yakınsa o daire referans alınmakta ve diğer dairelerin merkezi bu daireye göre hesaplanmaktadır.

4.10.7 Şık çıkarımı ve işaretlenme durumu kararı

Şıkları içeren daireler tespit edildikten sonra değerlendirme için bu alanların soru alanı görüntüsünden seçilerek alınması gerekmektedir. Emgu CV kütüphanesinde görüntü içinden görüntü seçerken kullanılan yöntem dikdörtgen alanlar bazında olduğundan bulunan dairenin içine sığdırılabilecek en büyük kare alan soru satırı görüntüsünden seçilir. Şekil 4.28’de soru satırı için dairelerin içine sığabilen en büyük kareler gösterilmiştir.



Şekil 4.28: Soru satırı görüntüsünden değerlendirme yapılacak alan seçimi.

Bir şıkkın işaretlenmiş olarak kabul edilebilmesi için seçilen kare alanda gri renk yoğunluğunun 0,5’den küçük olması istenmektedir. Bu da seçilen alanın yarısının işaretlenmiş olması ya da silik olarak bütün alanın işaretlenmiş olması gerektiği anlamına gelir. Ayrıca yoğunluk ölçümü yapmadan önce seçilen kare alan Otsu eşik değeri kullanılarak eşiklenmiş görüntüden seçilir. Eğer aynı soruda birden fazla şık işaretlenmiş ise o soru geçersiz olarak sayılır. Bütün sorular değerlendirilinceye kadar bu işlemler tekrarlanmakta ve çıkarılan sonuçlar veri tabanına işlenmektedir.

4.11 Sınav Sonucunun Raporlanması

Değerlendirme işlemi tamamlandıktan sonra sınav sonucu raporlamak ve excel, pdf, csv gibi dosya tiplerine aktarabilmek için Şekil 4.29’da tasarımı gösterilen sayfa kullanılmaktadır.

| Sınav | Sınav Tarihi | Değerlendirme Tarihi | Öğrenci No | Ad Soyad | Doğru Soru Sayısı | Yanlış Soru Sayısı | Geçersiz Soru Sayısı | Boş Soru Sayısı | Puan |
|--------------|--------------------|----------------------|------------|----------|-------------------|--------------------|----------------------|-----------------|-------|
| İSTATİSTİK I | 9.11.2019 00:00:00 | 27.11.2021 17:42 | | | 9 | 16 | 0 | 0 | 36,00 |
| İSTATİSTİK I | 9.11.2019 00:00:00 | 27.11.2021 17:42 | | | 7 | 18 | 0 | 0 | 28,00 |
| İSTATİSTİK I | 9.11.2019 00:00:00 | 27.11.2021 17:42 | | | 11 | 14 | 0 | 0 | 44,00 |
| İSTATİSTİK I | 9.11.2019 00:00:00 | 27.11.2021 17:42 | | | 3 | 13 | 1 | 8 | 12,00 |

Şekil 4.29: Sınav sonuç raporu.

4.12 Kullanılan Donanım ve Yazılımlar

4.12.1 Emgu CV kütüphanesi

Open CV görüntü işleme alanında bulunan açık kaynak kodlu en önemli kütüphanelerden bir tanesidir. Fakat Open CV kütüphanesi C ve Python gibi dillerde yazılmıştır. Bu yüzden C# dilinde yazılan bir projede C kütüphanesinde bulunan metotları kullanmak için ara bir kütüphane olan Emgu CV kütüphanesi geliştirilmiştir. Emgu CV kütüphanesi Windows, Linux, Mac OS, IOS ve Android gibi işletim sistemlerinde çalışabilecek şekilde geliştirildiğinden çapraz platform olarak nitelendirilir. Emgu CV kütüphanesi sadece C# ile geliştirilen projelerde değil aynı zamanda VB.NET, C++ ve IronPython gibi dillerde geliştirilen projelerde de kullanılabilir. Emgu CV kütüphanesi GPL yani genel kamu lisansına sahip açık kaynak kod lisansı ve ticari lisans gibi lisanslamalara sahip bir kütüphanedir.

4.12.2 Yazıcı ve tarayıcı

Hem yazıcı hem de tarayıcı olarak Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Mühendislik Fakültesi envanterinde bulunan Kyocera markasının TASKalfa 4002i modeli kullanılmıştır. Bu cihazın tercih edilme nedeni öncelikle mevcut envantere bulunması hem de sistemin başarı oranını etkileyecek önemli etkenlerden olan DPI değeri bakımından farklı değerlere sahip olmasıdır.

4.12.3 Web sunucu/bilgisayar

Yazılım geliştirme ve sonrasında testler sırasında bilgisayar olarak Casper markasının “Excalibur G770” modeli kullanılmıştır. Kullanılan bilgisayarda 16GB ram ve 6 çekirdek Intel dokuzuncu nesil Core i7 2,60 Ghz işlemci olması görüntü işleme işlemlerinin hızlı bir şekilde tamamlanmasına olanak sağlamıştır.

4.12.4 İşletim sistemi

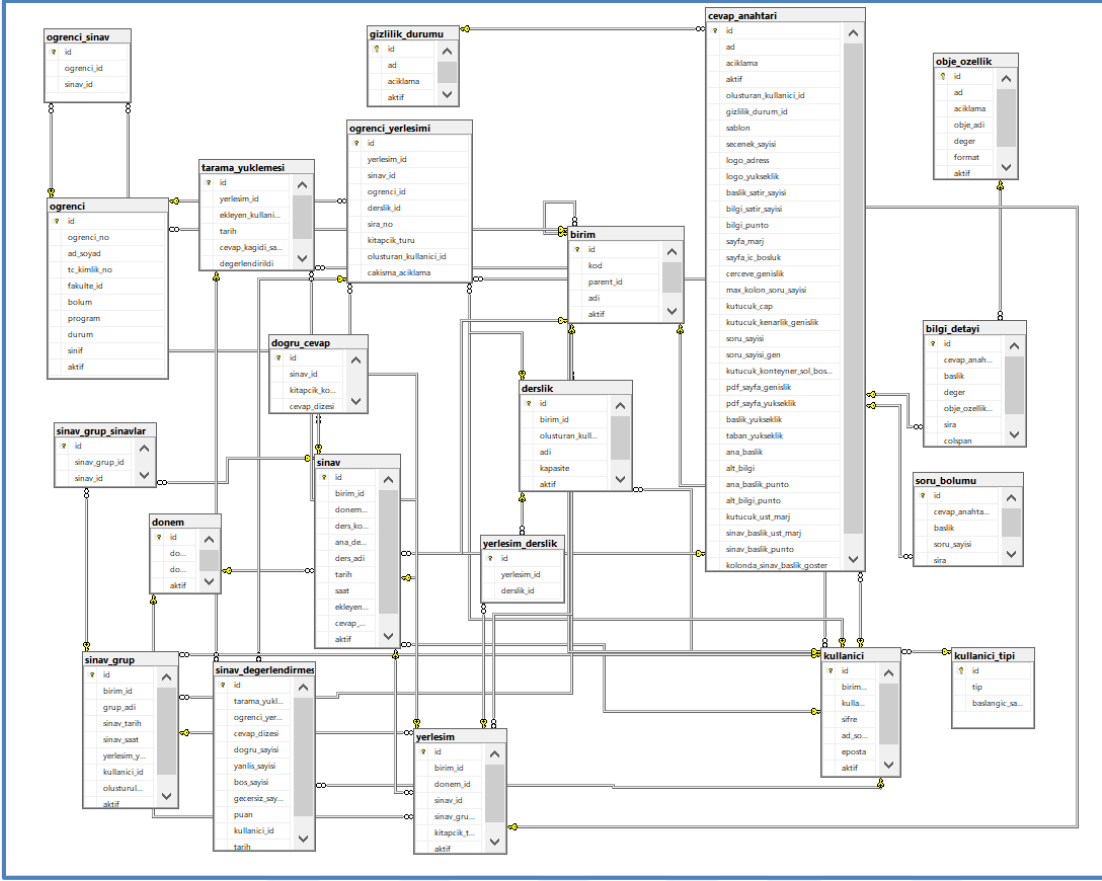
İşletim sistemi olarak Microsoft Windows 10 Professional 64 bit versiyonu kullanılmıştır.

4.12.5 Web sunucu yazılımı

Web sunucu yazılımı olarak IIS 8.0 versiyonu kullanılmıştır. Asp.Net ile geliştirilen web uygulamaları genel olarak IIS kullanılarak servis edilirler.

4.12.6 Veri tabanı

Veri tabanı olarak Microsoft SQL Server 2014 Express versiyonu kullanılmıştır. Şekil 4.30’da oluşturulan veri tabanının varlık ilişki diyagramı gösterilmektedir.



Şekil 4.30: Varlık ilişki diyagramı.

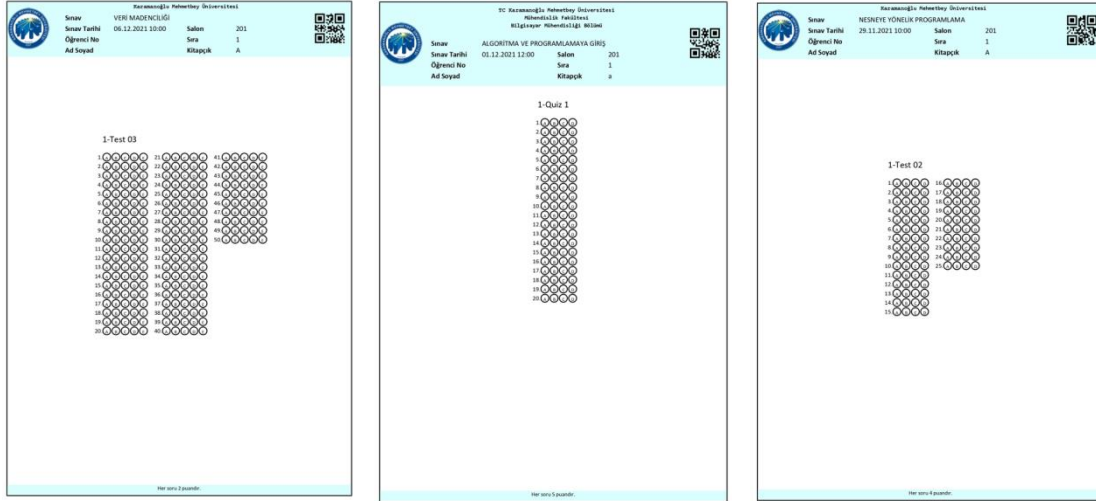
5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu tez çalışmasında optik form okuyucu sistemlere alternatif olarak kullanılabilen standart tarayıcı bazlı web tabanlı görüntü işleme tekniklerini kullanılan bir sistem önerilmiştir. Önerilen bu sistemin doğruluk oranı ve performansını ölçümleyebilmek amacıyla Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Bilgisayar Mühendisliği bölümünde okuyan öğrencilerin 3 tane sınavda 208 tane optik formda 5785 tane sorunun değerlendirilmesi 3 farklı tarayıcı çözünürlük seviyesinde yapılmıştır. Çizelge 5.1’de tasarlanan sistemi test etmek amacıyla yapılan sınavların detaylı bilgileri gösterilmektedir.

Çizelge 5.1 Yapılan sınavların detayları.

| Sınav | Öğrenci Sayısı | Soru Sayısı | Şık Sayısı |
|---|-----------------------|--------------------|-------------------|
| Veri Madenciliği | 40 | 2000 | 10000 |
| Algoritma ve Programlamaya Giriş | 83 | 1660 | 6640 |
| Nesneye Yönelik Programlama | 85 | 2125 | 8500 |

Şekil 5.1’de ise sınavlarda kullanılan 3 farklı optik form tasarımı gösterilmektedir. Yapılan çalışmada tasarlanan sistem 4 veya 5 seçenekli sorular, farklı kolon ve sayılarda sorular ile test edilmiştir.



Şekil 5.1: Sınavlarda kullanılan optik form tasarımları.

Yapılan bu testler sonucunda web tabanlı optik form okuma sisteminin doğruluk oranı %99,9 olarak ölçülmüştür. Doğruluk oranı tespit etmek için yapılmış olan testlerin detaylı sonuçları tarama çözünürlüğü bazında Çizelge 5.2’de gösterilmektedir.

Çizelge 5.2: Sistemin doğruluk performansı.

| | Yüklenen Optik Form Sayısı | Hatasız Okunan Optik Form Yüzdesi | Soru Sayısı | Doğru Okunan Soru Yüzdesi | Şık Sayısı | Doğru Değerlendirilen Şık Yüzdesi | |
|------------|-----------------------------------|--|--------------------|----------------------------------|-------------------|--|--------|
| DPI | 200 | 208 | 96,63% | 5785 | 99,88% | 25140 | 99,97% |
| | 300 | 208 | 93,75% | 5785 | 99,74% | 25140 | 99,94% |
| | 600 | 208 | 87,98% | 5785 | 99,46% | 25140 | 99,88% |

Asenkron çalışan bir sistemin senkron sistemlere göre performansını karşılaştırmak amacıyla yukarıda kullanılan optik formlar senkron, asenkron ve maksimum işlem parçacığı sayısı iki katına çıkarılmış asenkron çalışma prensibine göre düzenlenen aynı kod çalıştırılmış ve Çizelge 5.3, Çizelge 5.4 ve Çizelge 5.5’de tarama çözünürlüğü bazında değerlendirme süreleri saniye olarak gösterilmiştir.

Çizelge 5.3: Sistemin süre performansı – 200 DPI.

| | Değerlendirilen Optik Form Sayısı | Değerlendirme Süresi(Saniye) | 1 Optik Formu Değerlendirme Süresi(Saniye) |
|------------------------------|--|-------------------------------------|---|
| Senkron Çalışma | 208 | 585,600 | 2,815 |
| Asenkron Çalışma | 208 | 368,000 | 1,769 |
| Asenkron Çalışma 2*TC | 208 | 373,333 | 1,795 |

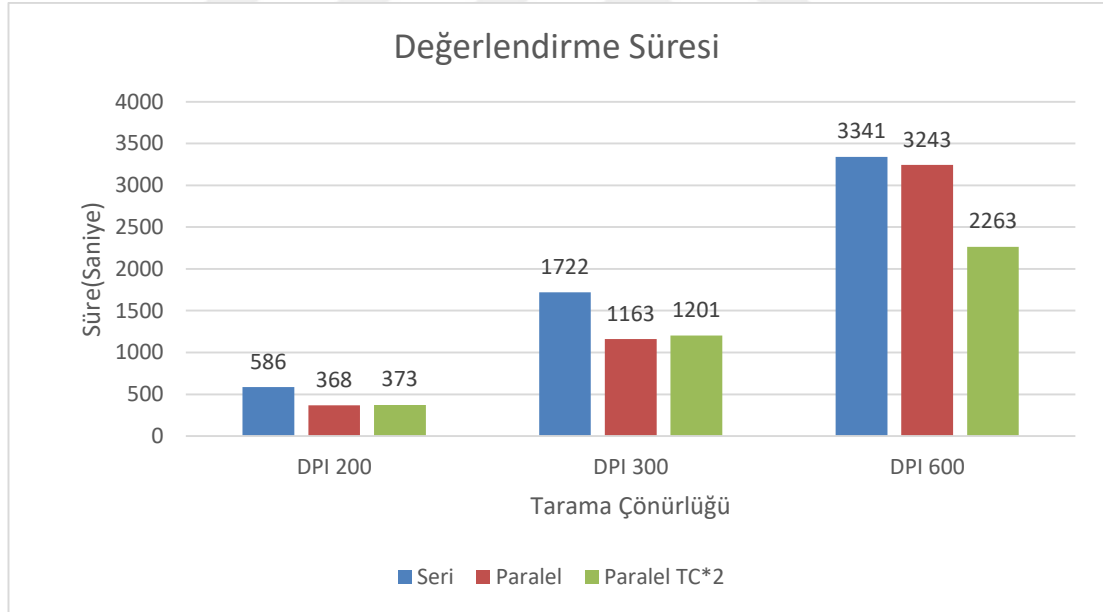
Çizelge 5.4: Sistemin süre performansı – 300 DPI.

| | <i>Değerlendirilen Optik Form Sayısı</i> | <i>Değerlendirme Süresi(Saniye)</i> | <i>1 Optik Formu Değerlendirme Süresi(Saniye)</i> |
|------------------------------|--|-------------------------------------|---|
| <i>Senkron Çalışma</i> | 208 | 1721,600 | 8,277 |
| <i>Asenkron Çalışma</i> | 208 | 1162,667 | 5,590 |
| <i>Asenkron Çalışma 2*TC</i> | 208 | 1201,067 | 5,774 |

Çizelge 5.5: Sistemin süre performansı – 600 DPI.

| | <i>Değerlendirilen Optik Form Sayısı</i> | <i>Değerlendirme Süresi(Saniye)</i> | <i>1 Optik Formu Değerlendirme Süresi(Saniye)</i> |
|------------------------------|--|-------------------------------------|---|
| <i>Senkron Çalışma</i> | 208 | 3340,800 | 16,062 |
| <i>Asenkron Çalışma</i> | 208 | 3242,667 | 15,590 |
| <i>Asenkron Çalışma 2*TC</i> | 208 | 2263,467 | 10,882 |

Şekil 5.2’de ise saniye olarak verilen süre performansı sonuçları gösterilmiştir.



Şekil 5.2: Süre performansı.

Yapılan testler sırasında 200 DPI çözünürlükte taranmış ve ortalama olarak büyüklüğü 265KB olan 1 adet optik formun değerlendirip sonucunun veri tabanına yazılması ve sonuç optik form görüntüsünün ilgili klasöre kaydedilmesi için geçen sürenin 2,8 saniye ile 1,8 saniye arasında olduğu ölçülmüştür. 300 DPI çözünürlükte taranmış ve ortalama olarak büyüklüğü 845KB olan 1 adet optik formun

değerlendirip sonucunun veri tabanına yazılması ve sonuç optik form görüntüsünün ilgili klasöre kaydedilmesi için geçen sürenin 8,3 saniye ile 5,8 saniye arasında olduğu ölçülmüştür. 600 DPI çözünürlükte taranmış ve ortalama olarak büyüklüğü 1450KB olan 1 adet optik formun değerlendirip sonucunun veri tabanına yazılması ve sonuç optik form görüntüsünün ilgili klasöre kaydedilmesi için geçen sürenin 16 saniye ile 10,9 saniye arasında olduğu ölçülmüştür. Bir optik formu değerlendirme süresi arttıkça asenkron değerlendirme işleminin performans getirisinin arttığı gözlemlenmiştir. Bu performans artışı 600 DPI çözünürlükle taranmış optik formların değerlendirme sonuçlarının yer aldığı Çizelge 5.5’de açıkça görülmektedir.

Yapılan testler sırasında QR kod okunamayan optik form ile karşılaşılmamıştır. Fakat sistem geliştirme sırasında okunamayan QR kodlarla karşılaşmış ve bu problemi aşmak için farklı QR kod okuma kütüphanelerinden faydalanılmıştır. QR kodun tasarlanan sistem tarafından okunamamasının birincil nedeni optik formu dolduran kişi tarafından tahrip edilmesinden kaynaklanacağı tahmin edilmektedir. Çalışmalarında QR kod kullananlar QR kod okuyamama probleminin başlıca sebebi olarak QR kod tahribatı olduğunu tespit etmişlerdir(Küçükkara, 2019). Ayrıca yazdırma ve tarama işlemi sırasında da oluşan problemler nedeniyle QR kodun okunamayacağını gözden kaçırılmamalıdır. QR kod tasarlanan sistemde asıl olarak optik form kime ait bilgisini bulmak için kullanılmaktadır. QR kod kaynaklı optik form değerlendirememesi problemini aşabilmek için optik formu dolduran kişiden kimlik numarasını veya öğrenci numarasını kodlayacağı alanlar optik form tasarımına eklenebilir. Böylelikle iki ayaktan oluşan optik form sahibi belirleme işlemi yapılabilir. Bu eklentinin taranan görüntü dosyalarının boyutunu arttıracak ve sonuç olarak tarama süresinde ve değerlendirme sırasında ihtiyaç duyulan hafıza gereksiniminde ve değerlendirme işlemi süresinde artışa neden olacağı tahmin edilmektedir. Bu yüzden bu kadar az optik formu etkileyebilecek bir problem için sistemin performansını etkileyecek kodlama alanı eklenmemiştir. Optik formu tarayıcıya ters yerleştirilmesi sonucunda taranan görüntünün beyaz bir kağıt görüntüsü olması problemini aşabilmek için ise gözetmenlere detaylı bilgi vererek cevap anahtarlarını toplama esnasında daha dikkatli olmaları istenebilir. Böylelikle ters tarama problem minimize edilerek cevap anahtarları arısından ilgili kağıtların bulunması, tekrar taranması ve sisteme yüklenerek tekrar değerlendirmeye tabi tutulmasının önüne geçilmiş olur.

Bu tez çalışmasını daha önce yapılan çalışmalardan ayıran en önemli özelliklerden bir tanesi de basit bir iş akışına sahip olmamasıdır. Diğer çalışmalar göz önünde bulundurulduğunda iş akışları genel olarak gri seviye çevirme, gürültü temizleme, eşikleme, kenar tespiti ve kontur çıkarımı olmak üzere bir biri ardına devam eden aşamalardan oluşmaktadır. En son aşama da veri okunamazsa ilgili optik form okunamadı olarak işaretlenip sıradaki optik forma geçilmektedir. Bu çalışmada tasarlanan sistem ise bazı noktalarda elde edilen verilerin istenilen uygunlukta olup olmadığını kontrol eder ve uygun olmadığı durumlarda iki üç aşama geri gidip farklı parametreler ile görüntü işleme teknikleri uygulanmaktadır. En son çare olarak istenilen veri görüntüden çıkarılmazsa ilgili optik form görüntüsünü okunamadı olarak işaretlenmektedir. Diğer çalışmalardan ayıran diğer önemli bir özellik ise ÖSYM sınavları gibi sınav yapılmadan hangi öğrenci hangi sınıfta hangi kitapçıkla sınava gireceğini yerleştirme modülü sayesinde rastgele belirleyerek çoktan seçmeli sınavların en büyük problemlerinden olan kopya çekme olasılığını en aza indirmeye olanak sağlamasıdır.

Yapılan bu çalışma öncelikli olarak Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi akademik birimlerinde kullanılmak üzere tasarlanmıştır. Fakat sistemde ağaç yapısında bulunan birimler sayesinde farklı okullar veya üniversiteler sisteme dahil edilebilir ve çoktan seçmeli sınavlarını kolaylıkla web üzerinden değerlendirebilirler. Ayrıca tasarlanan sistemin her verisi excel, csv ve pdf gibi dosya tiplerine aktarılacak şekilde olduğundan sınav sonucunda oluşan rapor istenilen dosya tipine aktararak ilgili kurumun öğrenci bilgi sistemine işlenebilir. Böylelikle web alt yapısının ruhuna uygun bir şekilde farklı lokasyonlardaki bir çok eğitimciye kullanım imkanı sağlanmış olur.



6. ÖNERİLER

Bu tez çalışmasında ilk kurulumu maliyetli, küçük şehirlerde yedek parça servis hizmeti bakımından problem yaşanma olasılığı yüksek olan ve kullanılması için eğitime ihtiyaç duyulan optik form okuma sistemi yerine ulaştırılması ve yedekli çalışması daha az maliyetli olan standart tarayıcılar kullanarak yapmak üzere bir sistem tasarlanmıştır. Tasarlanan sistem ise optik form tasarımı yaparak yazıcı ile yazdırılması ve sınav tamamlandıktan sonra tarayıcı ile taranması üzerine kurgulanmıştır. Görüntü işleme kullanılarak yapılan optik form değerlendirme işlemi standart tarayıcı kullanılması nedeniyle ekstra bir ilk kurulum maliyeti getirmez. Ayrıca optik form tasarımı sistem üzerinden yapılarak yazıcı kullanılması nedeniyle her sınavda ekstra maliyet getiren optik form maliyeti de düşürülmüştür. Ayrıca optik okuma cihazları sadece kurşun kalem ile yapılan kodlamaları okuyabilmektedir. Fakat tasarlanan sistemde böyle bir kısıtlama bulunmamaktadır.

Bu tez çalışmasını daha önce yapılmış olan görüntü işleme bazlı optik form okuma sistemleriyle kıyasladığımızda en önemli fark web tabanlı olması nedeniyle kullanıcılar açısından erişim ve güncelleme kolaylığı sağlaması ve optik form tasarımının sistem içinde yapılması neticesinde değerlendirilecek olan optik form şablonunun bilinerek değerlendirme işlemi sırasında avantaj sağlamasıdır. Web tabanlı sistemlerin son kullanıcıya erişimi oldukça kolaydır. Çünkü ihtiyacınız olan şey bir tarayıcı ve internet olarak ortaya çıkmaktadır. Web tabanlı yazılımlara göre masaüstü yazılımlara son kullanıcı erişimi bakımından problematik olabilmektedir. Masaüstü yazılımlarda güncelleme yapmak ayrıca çok sıkıntılı süreçleri barındırmaktadır. Çünkü masaüstü yazılımı kullanan bütün son kullanıcılara erişip mevcut kurulumu güncellemesini sağlamak zorunluluğu bulunmaktadır. Web tabanlı bir yazılımı güncellemek ise web sunucusunu güncellemekten ibaret olması nedeniyle çok daha kolay ve zahmetsiz bir iş olarak değerlendirilmektedir. Optik form tasarımının tasarlanan sistem kullanılarak yapılması ise görüntü işleme sırasında işlerin yolunda gidip gitmediğine karar verecek doneleri elinizde buldurmanıza olanak sağlamaktadır. Bu avantajı elinizde buldurarak görüntü işleme esnasından

işler yolunda gitmediğine karar verdiğinizde birkaç adım geri giderek farklı görüntü işleme teknikleri uygulayabilir ve sonuç olarak daha doğru sonuçlara ulaşabilirsiniz. Ayrıca optik formu dolduran kişinin kutucuk olmayan yerlere de kutucuk varmış gibi işaretleme yapması durumunda tasarım hakkında bilgi olmadan yapılan değerlendirme yazılımlarında problem yaşanabilmektedir.

Bu tez çalışmasında tasarlanan sistemin değerlendirme işlemindeki doğruluk oranı genel olarak tarayıcı olarak kullanılacak cihazın kalitesine bağlı olarak değişmektedir. Bu yüzden tarayıcı seçimi doğruluk performansını etkileyen en önemli faktörlerin başında gelmektedir. Ayrıca sistem hem doğruluk oranı yüksek hem de hızlı bir şekilde değerlendirme işlemini tamamlayabilmesi için tarama işleminin optimal DPI değeri kullanılarak yapılması büyük önem arz etmektedir. Yüksek DPI ile tarama yapılması sonucunda oluşan resim dosyalarının boyutları daha fazla olacak ve görüntü işleme sırasında kullanılan web sunucuda daha fazla RAM ihtiyacı olacaktır. Aksi takdirde değerlendirme işlemi sırasında yetersiz bellek hatalarıyla karşılaşılabilir. Ayrıca kullanılan yazıcının kalitesi de tarayıcı kadar olmasa da sistemin doğruluk oranı üzerinde etkisi olduğu tespit edilmiştir. Yazıcılar için de DPI değeri önemlidir. Düşük DPI ile yapılan bir yazdırma sonucunda görüntü işleme sırasında bazı çizgilerin doğrusallığında ya da sürekliliğinde bir de tarama işlemine tabi tutulacağı için bozulma ihtimalini ortaya çıkarabilmektedir. Yazıcının kâğıt tutucusunun kalitesi bile sistem açısından önemli olabilecek etkenlerdendir.

Ayrıca günümüzde akıllı cep telefonlarının yaygınlaşması sonucu neredeyse her öğrencinin Android, Windows Mobile ya da IOS işletim sistemine sahip akıllı bir cep telefonu bulunmaktadır. Bu yüzden birçok sistem mobil uygulamalara entegre olarak bilgisayara olan bağımlılığı ortadan kaldırmaya ve her yerden ulaşılabilir olmaya çalışmaktadır. Akıllı cep telefonlarının en önemli özelliklerinden bir tanesi de bir kameraya sahip olmasıdır. Bu tez çalışmasında tasarlanan sisteme entegre çalışacak bir mobil uygulama geliştirerek optik formu dolduran öğrencinin kendi optik formun fotoğrafını çekmesini ve çektiği fotoğrafı mobil uygulama kullanarak web sunucuya göndermesi istenebilir. Böylelikle tarayıcı kullanma zorunluluğu ortadan kalkacaktır. Fakat öğrenci tarafından çekilecek fotoğrafın değişik çözünürlüklerde olacak olması, öğrencilerin değerlendirme işlemini sekteye uğratmak maksadıyla yanlış, eksik veya çok büyük açılı fotoğraflar gönderebileceği ve fotoğrafın çekildiği ortamın ışık seviyesinin standart olamayacağı göz önünde bulundurulmuş faydaları ve zararları

irdelenerek entegre bir mobil uygulama geliştirme fikrinden vazgeçilmiştir. Özellikle ışık seviyesi sistemin doğruluk oranı üzerinde ciddi etkileri vardır(Çelik, 2019; Konuk, 2019).





KAYNAKLAR

- Afifi, M. ve Hussain, K. F. (2019). The achievement of higher flexibility in multiple-choice-based tests using image classification techniques. *International Journal on Document Analysis and Recognition (IJDAR)*, 22(2), 127–142. doi:10.1007/s10032-019-00322-3
- AL-Marakeby, A. (2013). Multi Core Processors for Camera based OMR. *International Journal of Computer Applications*, 68(13), 1–5. doi:10.5120/11636-7116
- Atasoy, H., Yildirim, E., Kutlu, Y. ve Tohma, K. (2015). Webcam based real-time robust optical mark recognition. *International Conference on Neural Information Processing* içinde (ss. 449–456). Springer.
- Aybar, E. (2008). Sobel İşleci Kullanılarak Renkli Görüntülerde Kenar Bulma. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 8(1), 205–217.
- Aydemir, F. (2012). *Standart Tarayıcılarla Web Tabanlı Bilgisayar Mühendisliği*. Karabük Üniversitesi.
- Ballard, D. H. (1981). Generalizing the Hough transform to detect arbitrary shapes. *Pattern Recognition*, 13(2), 111–122.
- Bayar, G. (2017). Development of an Automatic Grading System Based on Energy Circular Hough Transform and Causal Median Filter. *International Journal of Intelligent Systems and Applications in Engineering*, 5(3), 81–88.
- Baysal, Z. ve Ada, S. (2015). Düünden bugüne Türk eğitim sistemi ve yapısı.
- Bettemir, Ö. H. (2020). Bazı Yerel Benirizasyon Yöntemleri ile Binalarda Isı Kaybına Yol Açan Kısımların Belirlenmesi. *Computer Science*, 5(1), 22–30.
- Çakan, M. (2003). Geniş ölçekli başarı testlerinin eğitimindeki yeri ve önemi. *Eğitim ve Bilim*, 28(128).
- Çayıroğlu, İ. (2021). Resim Yumuşatma (Bulanıklaştırma-Blurring) Filtreleri. http://www.ibrahimcayiroglu.com/Dokumanlar/GoruntuIsleme/Goruntu_Isleme_Ders_Notlari-5.Hafta.pdf adresinden erişildi.
- Çelik, N. C. (2019). *Yapay Görme Tabanlı Optik Form Değerlendirme Yöntemi*. Eskişehir Teknik Üniversitesi.
- Çetin, Ö. (2020). Görüntü İşleme. <http://omercetin.com.tr/DERS/IP/Sunumlar/h8.pdf> adresinden erişildi.
- Doğan, I. (2010). Hough Dönüşümü İle Dairesel Şekil Tespiti. <https://www.isikdogan.com/turkce-blog/hough-donusumu-ile-dairesel-sekil-tespiti.html> adresinden erişildi.
- Espitia, O., Paez, A., Mejia, Y., Carrasco, M. ve Gonzalez, N. (2019). Optical Mark Recognition Based on Image Processing Techniques for the Answer Sheets of the Colombian High-Stakes Tests. *Workshop on Engineering Applications* içinde (ss. 167–176). Springer.
- Fisteus, J. A., Pardo, A. ve García, N. F. (2013). Grading multiple choice exams with low-cost and portable computer-vision techniques. *Journal of Science Education and Technology*, 22(4), 560–571.

- Gaikwad, S. B. (2015). Image processing based OMR sheet scanning. *International Journal of Advanced Research in Electronics and Communication Engineering (IJARECE)*, 4.
- Gyamfi, E. O. ve Missah, Y. M. (2017). Pixel-Based Unsupervised Classification Approach for Information Detection on Optical Markup Recognition Sheet. *Advances in Science, Technology and Engineering Systems Journal*, 2(4), 121–132.
- Ha, T. ve Thu, N. (2020). An Application of Image Processing in Optical Mark Recognition. *Vietnam Journal of Agricultural Sciences*, 3(4 SE-ENGINEERING AND TECHNOLOGY). doi:10.31817/vjas.2020.3.4.09
- Hasan, R. H. ve Kareem, E. I. A. (2015). An Image Processing Oriented Optical Mark Reader Based on Modify Multi-Connect Architecture MMCA. *International Journal of Modern Trends in Engineering and Research (IJMTER)*, 2(7).
- İleri, A. (2018). Görüntü Filtrelerini Uygulama ve Kenarları Algılama. <https://abdulsamet-ileri.medium.com/görüntü-filtrelerini-uygulama-ve-kenarları-algılama-21d42f194db4> adresinden erişildi.
- İlkin, S. (2015). *Mobil Optik Okuyucu Uygulaması*. Kocaeli Üniversitesi.
- Kalaycı, A. (2021). Görüntü İşleme Teknolojisi Nedir? <https://www.muhsendisegitim.com/goruntu-isleme-teknolojisi-nedir/> adresinden erişildi.
- Karakoç, M. (2011). *Görüntü İşleme Teknikleri ve Yapay Zeka Yöntemleri Kullanarak Görüntü İçinde Görüntü Arama*. Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ.
- Karakul, H. ve Ulusay, R. (2012). Kayaların Dayanım Özelliklerinin Farklı Doygunluk Koşullarında P-dalga Hızından Kestirimi ve P-Dalga Hızının Fiziksel Özelliklere Olan Duyarlılığı Prediction of Strength Properties of Rocks at Different Saturation Physical Properties. *Yerbilimleri (Hacettepe Üniversitesi Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi Bülteni)*.
- Konuk, M. S. (2019). *Android Tabanlı Mobil Optik Okuma Test Okuma Sisteminin Geliştirilmesi ve Uygulaması*. Marmara Üniversitesi (Turkey).
- Küçükpara, Z. (2019). *Görüntü işleme yöntemi ile optik işaret tanıma ve değerlendirme sistemi*. Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Küçükpara, Z. ve Tümer, A. E. (2018). An Image Processing Oriented Optical Mark Recognition and Evaluation System. *International Journal of Applied Mathematics Electronics and Computers*, 6(4), 59–64.
- Kurt, Ö. (2020). Python ile OpenCV'ye Giriş. <https://ozengineer.com/?p=1163> adresinden erişildi.
- Loke, S. C., Kasmiran, K. A. ve Haron, S. A. (2018). A new method of mark detection for software-based optical mark recognition. *Plos One*, 13(11).
- Nguyen, T. D., Manh, Q. H., Minh, P. B., Thanh, L. N. ve Hoang, T. M. (2011). Efficient and reliable camera based multiple-choice test grading system. *The 2011 International Conference on Advanced Technologies for Communications (ATC 2011)* içinde (ss. 268–271). IEEE.

- Otsu, N. (1979). A threshold selection method from gray-level histograms. *IEEE transactions on systems, man, and cybernetics*, 9(1), 62–66.
- Patel, R., Sanghavi, S., Gupta, D. ve Raval, M. S. (2015). CheckIt-A low cost mobile OMR system. *TENCON 2015-2015 IEEE Region 10 Conference* içinde (ss. 1–5). IEEE.
- Patel, N. V ve Prajapati, G. I. (2015). Various techniques for assessment of OMR sheets through ordinary 2D scanner: a survey. *International Journal of Engineering Research and Technology (IJERT)*, 4.
- Şaan, T. G. (2017). *MPI İle Paralel Programlama*. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi.
- Sattayakawee, N. (2013). Test scoring for non-optical grid answer sheet based on projection profile method. *International Journal of Information and Education Technology*, 3(2), 273.
- Şenol, M. ve Fidan, U. (2014). C# ile Web Kameradan Optik Form Okuma. *Afyon Kocatepe University Journal of Science & Engineering*, 14(2).
- Serttaş, S. (2019). *Paralel Gerçek Zamanlı Kıyaslama Uygulama Takımı*. Sakarya Üniversitesi.
- Sonugür, G. K. Ü. (2021). Görüntü İşleme - Morfoloji. <https://guraysonugur.aku.edu.tr/wp-content/uploads/sites/11/2017/05/Görüntü-İşleme-Ders-9.1.pdf> adresinden erişildi.
- Tarafılı, M. (2021). canny.adoc. <https://gist.github.com/mervetafrali/69f55d66d168b61cce84fbb91157e43b> adresinden erişildi.
- Taylor, G. S. (2004, 25 Mayıs). Method of optical mark recognition. Google Patents.
- Tekin, M. ve Çetin, M. (2019). Uydu Görüntülerinden Zincir Kod ve En Uzun Ortak Alt Küme Yöntemleri ile Yarı Otomatik Yol Bulma. *Veri Bilimi*, 2(1), 61–72.
- Temizkan, M. ve Sallabaş, M. E. (2011). Okuduğunu Anlama Becerisinin Değerlendirilmesinde Çoktan Seçmeli Testlerle Açık Uçlu Yazılı Yoklamaların Karşılaştırılması. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (30), 207–220.
- Ware, V., Menon, N., Varute, P. ve Dhannawat, R. (2019). Cost effective optical mark recognition software for educational institutions. *International Journal of Advance Research, Ideas and Innovations in Technology*.
- Yüksel, A. S., Çankaya, İ. A., Yalcinkaya, M. A. ve Nurullah, A. (2016). Mobile based optical form evaluation system. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 22(2), 94–99.

