



**T.C.
DÜZCE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**JEL KART GÖRÜNTÜLERİNDEN GÖRÜNTÜ İŞLEME TEKNİKLERİ
KULLANILARAK KAN GRUBU TESPİTİ İÇİN ARAYÜZ TASARIMI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

GÜLİZ TOZ

OCAK 2014

DÜZCE

KABUL VE ONAY BELGESİ

Güliz TOZ tarafından hazırlanan Jel Kart Görüntülerinden Görüntü İşleme Teknikleri Kullanılarak Kan Grubu Tespiti İçin Arayüz Tasarımı isimli lisansüstü tez çalışması, Düzce Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 23.12.2013 tarih ve 2013/667 sayılı kararı ile oluşturulan jüri tarafından Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Üye
(Tez Danışmanı)
Doç. Dr. Pakize ERDOĞMUŞ
Düzce Üniversitesi

Üye
Doç. Dr. Resul KARA
Düzce Üniversitesi

Üye
Yrd. Doç. Dr. Selman KULAÇ
Düzce Üniversitesi

Tezin Savunulduğu Tarih : 02.01.2014

ONAY

Bu tez ile Düzce Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Güliz TOZ'un Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans derecesini almasını onamıştır.

Prof. Dr. Haldun MÜDERRİSOĞLU
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün aşamalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, yine bu tezin çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını beyan ederim.

16 Aralık 2013

Güliz TOZ

Sevgili Aileme

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans öğrenimim ve bu tezin hazırlanmasında süresince gösterdiği her türlü destek ve yardımdan dolayı çok değerli hocam Doç. Dr. Pakize Erdoğan' a en içten dileklerle teşekkür ederim.

Tez çalışmam boyunca değerli katkılarını esirgemeyen Dr. Metin Toz'a da şükranlarımı sunarım. Ayrıca jel kart okuyucu cihazın mekanik kısmını gerçekleştiren Biomekatronik Sağlık Hizmetleri Ltd Şti'ye katkılarından dolayı teşekkürü bir borç bilirim.

Ayrıca, bu süreçte vermiş olduğu destek ve göstermiş olduğu sabır ve anlayış için sevgili eşim Metin'e anne ve babama teşekkürlerimi, biricik kızım Berra'ya ve sevgili oğlum Muhammed Kayra'ya sevgilerimi sunarım.

16 Aralık 2013

Güliz TOZ

İÇİNDEKİLER

Sayfa

TEŞEKKÜR SAYFASI	I
İÇİNDEKİLER	II
ŞEKİL LİSTESİ	IV
ÇİZELGE LİSTESİ	VI
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ	VII
ÖZET	1
ABSTRACT	2
EXTENDED ABSTRACT	3
1. GİRİŞ	5
1.1. AMAÇ VE KAPSAM	7
1.2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	8
2. MATERYAL VE YÖNTEM	10
2.1. YAŞAMSAL SIVIMIZ: KAN.....	10
2.2. ABO KAN GRUBU SİSTEMİ	13
2.3. KAN GRUBU BELİRLEME YÖNTEMLERİ	16
2.3.1. Slide (Lam) Yöntemi	17
2.3.2. Tüp Yöntemi	18
2.3.3. Jel Kart Test Yöntemi	19
2.4. SAYISAL GÖRÜNTÜ İŞLEME	21
2.4.1. Görüntü	23
2.4.2. Görüntü Türleri	24
2.4.2. Görüntü Karakteristikleri.....	27
3. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	33
3.1. JEL KART OKUYUCU MEKANİK KISIM.....	33
3.2. JEL KART OKUYUCU ARAYÜZ YAZILIMI	35

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	45
5. KAYNAKLAR	46
ÖZGEÇMİŞ	51

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 2.1. Örnek bir aglünitasyon gösterimi	14
Şekil 2.2. Örnek kan grubu Anti-serumları	17
Şekil 2.3. Slide yöntemi ile yapılmış örnek bir kan grubu testi	17
Şekil 2.4. Tüp yöntemi için örnek bir aglünitasyon	19
Şekil 2.5. Örnek bir jel kart	19
Şekil 2.6. Jel kart tüplerinde aglütinasyon değerlendirme	20
Şekil 2.7. Jel kart ile yapılmış örnek bir test sonucu	20
Şekil 2.8. Görülebilen elektromanyetik dalga boyu aralığı	22
Şekil 2.9. Sayısal görüntü işlemenin temel adımları	23
Şekil 2.10. Sayısal görüntünün temsili modeli	24
Şekil 2.11. (a) Renkli Görüntü (b) Renkli görüntüye ait ikili görüntü	25
Şekil 2.12. (a) Gri seviyeli örnek görüntü	25
Şekil 2.12. (b) ve gri seviyelerin sayısal temsili	26
Şekil 2.13. (a) Bir görüntüye ait düşük kontrast (b) bu görüntünün yüksek kontrastlı şekli	28
Şekil 2.14. (a) Gri seviyeli görüntü (b) ve histogram grafiği	29
Şekil 2.15. (a) Gri seviyeli bir görüntü (b) görüntüye ait çıkartılmış kenar görüntüsü	30
Şekil 3.1. (a) Jel kart okuyucu mekanik kısım üstten görünüm (b) Jel kart okuyucu mekanik kısım arkadan görünüm	34
Şekil 3.2. Jel kart okuyucu arayüz yazılımı açılış ekranı	35
Şekil 3.3. Çekilen jel kart görüntüsü	36
Şekil 3.4. (a) Kameradan alınan renkli jel kart görüntüsü (b) Renkli görüntünün gri seviyeye dönüştürülmüş hali	36
Şekil 3.5. Sobel kenar algılama algoritması uygulaması	38
Şekil 3.6. İkilik hale dönüştürülmüş resim	37
Şekil 3.7. AB Rh (-) kan grubu için elde edilen test sonucu	39
Şekil 3.8. AB Rh (+) kan grubu için elde edilen test sonucu	40

Şekil 3.9.	0 Rh (-) kan grubu için elde edilen test sonucu	40
Şekil 3.10.	0 Rh (+) kan grubu için elde edilen test sonucu	41
Şekil 3.11.	A Rh (-) kan grubu için elde edilen test sonucu	41
Şekil 3.12.	A Rh (+) kan grubu için elde edilen test sonucu	42
Şekil 3.13.	B Rh (-) kan grubu için elde edilen test sonucu	42
Şekil 3.14.	B Rh (+) kan grubu için elde edilen test sonucu	43
Şekil 3.15.	Kayıtlı hasta test sonucunun görüntülenmesi	44
Şekil 3.16.	Örnek bir hata durumu ve iletilen mesaj	44

ÇİZELGE LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Çizelge 2.1. Kan grubu sistemleri	12
Çizelge 2.2. Kan grupları ve bu gruplarda yer alan antijen-antikör çiftleri	14
Çizelge 2.3. Kan grupları ve bu gruplar arasında genel olarak yapılabilecek transfüzyonu eşleştirmeleri	16
Çizelge 3.1. Yatay sobel kernel	37
Çizelge 3.2. Dikey sobel kernel	37
Çizelge 3.3. Sol köşegen sobel kernel	37
Çizelge 3.4. Sağ köşegen sobel kernel	38

SİMGELER VE KISALTMALAR

USB	Evrensel Seri Yolu (Universal Serial Bus)
WHO	Dünya Sağlık Örgütü (World Health Organization)
ISBT	Uluslararası Kan Transfüzyonu Derneği (International Society of Blood Transfusion)
LISS	Düşük iyonik güç çözümü (Low Ionic Strength Solution)
RGB	Kırmızı, Yeşil, Mavi (Red, Green, Blue)
CMYK	Camgöbeği, Galibarda, Sarı, Siyah (Cyan, Magenda, Yellow, Key)
⊗	Konvolüsyon operatörü
µm	Mikrometre
mL	Mililitre
mm ³	Milimetreküp
nm	Nanometre

ÖZET

JEL KART GÖRÜNTÜLERİNDEN GÖRÜNTÜ İŞLEME TEKNİKLERİ KULLANILARAK KAN GRUBU TESPİTİ İÇİN ARAYÜZ TASARIMI

Güliz TOZ

Düzce Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Doç. Dr. Pakize ERDOĞMUŞ

Ocak 2014 51 sayfa

Jel kan gruplama sistemi günümüzde en çok kullanılan kan gruplama yöntemlerinden biridir. Ülkemizde de oldukça yaygın bir şekilde kullanılan bu sistemin cihaz ve kitleri hâlihazırda ithal edilmektedir. Bu tez çalışmasında jel kan gruplama sisteminin ülkemizde üretilebilmesi amacıyla bu sistemin bir parçası olan jel kart okuyucu cihaz ve bu cihazın kullanılabilmesini sağlayan arayüz yazılımı geliştirilmiştir. Cihazın mekanik kısmı Biomekatronik Sağlık Hizmetleri Ltd. Şti. firması tarafından kendi atölyelerinde üretilmiştir. Arayüz yazılımı C# dili kullanılarak geliştirilmiştir. Bu yazılım kan grubu tespiti için üzerinde 6 tüp bulunan jel test numunelerini kullanmaktadır. Yazılım ile ilk olarak numunelerin çekilen resimleri programa aktarılmakta ve devamında sayısal görüntü işlemleri teknikleri ile numunenin kan grubu tespiti yapılmaktadır. Geliştirilen cihaz ve yazılım her biri 8 farklı kan grubundan (A Rh(+), A Rh(-), B Rh(+), B Rh(-), AB Rh(+), AB Rh(-) ve O Rh(+), O Rh(-)) birini içeren örnek jel test numuneleri kullanılarak test edilmiştir. Elde edilen sonuçlar geliştirilen yazılımın kan grubu tespitini yüksek doğruluk oranı ile gerçekleştirebildiğini göstermiştir.

Anahtar sözcükler: Arayüz tasarımı, Jel test yöntemi, Kan grubu.

ABSTRACT

AN INTERFACE DESIGN FOR BLOOD GROUP DETECTION FROM GEL CARD IMAGES USING IMAGE PROCESSING TECHNIQUES

Güliz TOZ

Duzce University

Graduate School of Natural and Applied Sciences,

Department of Electrical-Electronics Engineering

Master of Science Thesis

Supervisor: Associated Prof. Dr. Pakize ERDOĞMUŞ

January 2014, 51 pages

Gel blood grouping system is one of the most widely used methods of blood grouping systems. The devices and kits of this system which has also been widely used in our country are imported. In this thesis the gel card reader device and the user interface software has been developed for the gel test reader device which is a part of the gel blood grouping system in order to manufacture the blood group system in our country. Mechanical part of the device is manufactured by Biomekatronik Sağlık Hizmetleri Ltd. Şti. company in their workshops. The interface software developed using C # language. The developed software uses gel test samples which have 6 tubes for the detection of the blood groups. With this software, firstly the captured images of the samples are imported in the program and then the detection of blood group is achieved by using digital image processing techniques. The developed software has been tested by eight different gel test samples. Each of these samples includes one of the eight different blood groups (A Rh (+), A Rh (-), B Rh (+), B Rh (-), AB Rh (+), AB Rh (-) and O Rh (+), OR Rh (-)). The obtained results shown that the developed software can detect the blood groups with a high accuracy rate.

Keywords: Blood groups, Gel test method, User interface design

EXTENDED ABSTRACT

AN INTERFACE DESIGN FOR BLOOD GROUP DETECTION FROM GEL CARD IMAGES USING IMAGE PROCESSING TECHNIQUES

Güliz TOZ

Duzce University

Graduate School of Natural and Applied Sciences,

Department of Electrical-Electronics Engineering

Master of Science Thesis

Supervisor: Associated Prof. Dr. Pakize ERDOĞMUŞ

January 2014, 51 pages

1. INTRODUCTION:

Blood is the most unassailable of vital fluids from the beginning of human history up to the present. The human life and being healthy is tightly associated with the continued existence of this miraculous liquid. The only source of blood is again a human from the perspective of human health . Therefore, in case of the needs of the human's blood the only resource that can give the blood is still human. In the medical literature, the giving of blood from one person to another is called "blood transfusion". In this thesis it is focused on the determination of the blood groups. For this purpose, gel card reader device is realized and an user interface software has been developed for this device which is a part of the gel blood grouping system in order to manufacture the blood group system in our country. The realized gel card reading device and the software tested by eight different gel test samples and the obtained results shown that the realized system can detect the blood groups with a high accuracy rate.

2. MATERIAL AND METHODS:

Blood is the most important part of the circulatory system of human body because of its important functions such as transporting of the oxygen between the lung and several organs. A human may need blood because of several reasons such as illness or

accidents. The only source of the human blood for a patient is again a human. Because of existence of the different antigens and antibodies in the human blood. It is important to detect the blood groups of the donor and the blood recipient. ABO and RH blood group system is one of the most known blood group system and in this study blood group detection is performed by using gel test method. Group detection is realized by using image processing techniques.

3. RESULTS AND DISCUSSIONS:

Blood group detection with gel card method can be accomplished by a system which consists of three different components. These devices gel card centrifugation device, incubator and gel card reader. Mechanical part of the gel card reader device is manufactured by Biomekatronik Sağlık Hizmetleri Ltd. Şti. company in their workshops. The interface software developed using C # language. The developed software uses gel test samples which have 6 tubes for the detection of the blood groups. With this software, firstly the captured images of the samples are imported in the program and then the detection of blood group is achieved by using digital image processing techniques. The developed software has been tested by eight different gel test samples. Each of these samples includes one of the eight different blood groups (A Rh (+), A Rh (-), B Rh (+), B Rh (-), AB Rh (+), AB Rh (-) and O Rh (+), O Rh (-)). The obtained results shown that the developed software can detect the blood groups with a high accuracy rate.

4. CONCLUSION AND OUTLOOK:

In our country, the gel card method is used in almost all institutions for blood grouping. In this study the gel card reader and the interface software for this device was realized. The mechanical portion of the gel card reader was produced by Biomekatronik Sağlık Hizmetleri Ltd Şti company in its workshops . The interface software was developed in the department of Electrical-Electronics Engineering of the Graduate School of Natural and Applied Sciences of Düzce University. The both of the developed device and the software tested and was found that they work with high accuracy. With this thesis work a part of the gel card test system is realized. However there is need to realize the other parts of the system.

1. GİRİŞ

Kan insanlık tarihinin başlangıcından günümüze kadar bilinen en temel yaşamsal sıvıdır. İnsan yaşamının devamı bu mucizevi sıvının varlığı ve sağlıklı olması ile birebir ilişkilidir. İnsan sağlığı açısından bakıldığında kanın tek kaynağı yine insandır. Dolayısıyla bir insanın kan ihtiyacı durumunda ona kan verebilecek olan yegâne varlık yine insandır. Bir insandan diğerine kan verilmesi işlemi tıp literatüründe “kan transfüzyonu” olarak isimlendirilmektedir.

Kan transfüzyonunun tarihte ilk olarak 1492 yılında Papa VIII Innocente için yapılmıştır [1]. Üç gençten alınan kan Papa’ya verilmiş ve sonuçta hem Papa VIII Innocente hem de gençler hayatlarını kaybetmişlerdir. Tıp literatürüne bakıldığında kan transfüzyon çalışmalarının sadece insanlar için değil hayvanlar için de gerçekleştirildiği görülmektedir. Örneğin 1665 yılında Richard Lower köpekler arasında kan transfüzyonu yapmış ve bu çalışma başarılı olmuştur [2]. Yine 1667 yılında Fransa’dan Jean-Baptiste Denis ve İngiltere’den Richard Lower ile Edmund King, bu kez kuzulardan insana kan naklini başardıklarını belirtmişlerdir [2]. Ancak yapılan bu tür çalışmaların önemli bir kısmının ölümlerle sonuçlanması neticesinde bu tür uygulamalar İngiltere ve Fransa’da yasaklanmıştır [1].

İnsandan insana yapılan ilk başarılı kan transfüzyonu 1818 yılında İngiliz James Blundell tarafından gerçekleştirilmiştir [2]. Ancak kan transfüzyonunun en önemli aşaması 1901 yılında Karl Landsteiner tarafından insan kan gruplarının keşfidir. Bu keşifle birlikte insanlar arasında genel bir kan transfüzyonu işleminin doğru olmadığı kan transfüzyonunun sadece eş kan grubuna sahip olan insanlar arasında yapılabileceği ortaya çıkmıştır. Karl Landsteiner’in bu keşfi O’na 1930 Fizyoloji veya Tıp dalında verilen Nobel ödülünü kazandırmıştır. 1901 yılında keşfedilen kan grubu sistemi 1907 yılında Dr. Ludwik Hirsfeld ve Dr. Emil Von Dungern tarafından A, B, AB ve O kan grubu sistemi olarak adlandırılmıştır [4]. Kan gruplarının tespiti konusunda gerçekleştirilen çalışmalardan en önemlilerinden biri de 1940 yılında Landsteiner ve

Wiener tarafından yapılan çalışmadır [6]. Bu çalışmada araştırmacılar Maccaca Rhesus maymunundan alınan kan örneklerinin tavşanlara enjekte edilmesi ile oluşan anti-serumun, beyaz Amerikalıların % 85'inin kanlarında kümelenmeye sebep olduğunu görmüşlerdir [6]. Yeni bulunan bu etmen yazarlar tarafından Rhesus maymununun isminden esinlenilerek Rh olarak adlandırılmıştır. Alyuvarlarında Rh etmenini taşıyan bireyler bu etmen yönünden pozitif (+), taşımayanlar ise Rh negatif (-) olarak tanımlanmışlardır [7]. Kan grubunu belirleme işlemi temel olarak kırmızı kan hücrelerinde hangi antijenlerin ve kan plazmasında hangi antikorların var olduğunun tespit edilmesi olarak tanımlanabilir [5]. Bu tanıma göre kan grubu sistemi, insan kanındaki antijen ve antikorların varlığı veya yokluğu esasına dayalı bir sınıflandırma sistemidir. Kan grubu tespit edilirken yapılan standart işlemlerde A, B ve D(Rh) antijenleri için testler gerçekleştirilir. Bunların dışında kalan antijenler için testler ancak özel durumlarda gerçekleştirilmektedir [5]. Bu üç antijeninin kombinasyonu ile 8'li kan grubu tablosu oluşturulmaktadır. Türkiye'de kan grubu ile ilgili isimlendirme yapılırken kişinin kan grubu için ABO sistemine ve Rh sistemine göre elde edilen sonuçlar yan yana yazılmaktadır. Örneğin; A türü kanda Rh değeri negatif ise, o kan için A Rh (-) grubu denir.

Bu tez çalışmasında kan grubu tespiti yöntemleri üzerinde durulmuştur. Bu amaçla ülkemizde yaygın olarak kullanılan ancak bütün test kitleri ve cihazları ithal edilen jel kart yöntemi ile kan grubu belirleme sistemi incelenmiştir. Tez çalışmasında bu sistemin kan grubunu jel kart üzerinden okuyan ve sonucu belirleyen kısmının hem mekanik uygulaması hem de yazılım kısmı gerçekleştirilmiştir. Cihazın mekanik kısmının gerçekleştirilmesi için Biomekatronik Sağlık Hizmetleri Limited Şirketi ile birlikte çalışılmış, cihaz bu firma tarafından üretilmiştir. Geliştirilen sistem örnek numuneler üzerinde test edilmiş ve tüm kan grupları için doğru sonucu ürettiği gösterilmiştir.

Tezin birinci bölümünde yapılan çalışma ile ilgili genel bilgiler verilmiş, tezin amacı, tez konusu ile ilgili önceden yapılmış çalışmalar, tezin kapsamı ve yöntemden bahsedilmiştir. İkinci bölümde, tez kapsamında gerçekleştirilen sistemin anlaşılabilirliği amacıyla ABO kan grubu sistemi ve kan transfüzyonu ile ilgili temel bilgiler sunulmuştur. Ayrıca bu bölümde kan grubu belirleme yöntemleri ile ilgili bilgiler

verilmiş ve bu tez çalışmasına konu edilen jel kart yöntemi ve bu yöntemin avantajları detaylı olarak anlatılmıştır. Üçüncü bölümde tez kapsamında gerçekleştirilen sistem detayları ile tanıtılmış ve örnek uygulamalar sunulmuştur. Dördüncü bölümde tez çalışmasından elde edilen sonuçlar açıklanmış ve çalışma yorumlanmıştır. Konu ile ilgili çalışacak araştırmacılara öneriler ve ileride bu çalışmaya eklenebilecek ve geliştirilebilecek kısımlar da bu bölümde sunulmuştur.

1.1. AMAÇ VE KAPSAM

Bu tez çalışması ile ülkemizde hemen her hastane, kan bankası vb. kuruluştta kan grubu tespiti amacıyla kullanılan jel kart sisteminin kart okuma ve kan grubu belirleme bölümünün hem mekanik hem de yazılım kısımlarının geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bunun nedeni geliştirilecek kan grubu belirleme sisteminin hâlihazırda ülkemizde üretilmiyor olmasıdır. Tüm cihaz ve kitleri ithal edilen bu sistem ülkemiz sağlık harcamaları için de önemli bir yere sahiptir. Bu tez çalışması sonucunda geliştirilecek olan sistemin ticarileştirilmesi durumunda ülkemize sağlık harcamaları konusunda önemli bir katkı sağlanmış olacaktır.

Bu çalışmada ilk olarak görüntü işleme için kullanılacak olan numunelerin görüntülerinin elde edilmesini sağlayacak olan mekanik tasarım gerçekleştirilmiştir. Bu tasarım Biomekatronik Sağlık Hizmetleri Limited Şirketi ile birlikte bu şirketin kendi atölyelerinde gerçekleştirilmiştir. Numune görüntülerinden kan grubu tespitini sağlayan yazılım ve bu yazılımın geliştirilen cihaz ile entegrasyonu ise Düzce Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü'nde gerçekleştirilmiştir. Geliştirilen yazılım USB kameradan elde edilen görüntülerin hasta bilgileri ile birlikte kaydedilmesini, görüntünün işlenerek hastanın kan grubu test sonucunun tespit edilmesini ve elde edilen sonuçların jel kart fotoğrafı ile birlikte raporlanmasını işlemlerini yapmaktadır. Geliştirilen yazılım jel kartlar üzerinden kan grubu belirleme işlemleri için sayısal görüntü işleme tekniklerini kullanmaktadır.

Bir sonraki bölümde tez çalışması ve bu çalışma kapsamında değerlendirilen konular ile ilgili literatür taramasına yer verilmiştir.

1.2 ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Son yıllarda hemen her bilim dalındaki baş döndürücü gelişmeler aslında bütün bilim alanlarından birbirleri ile yakından ilişki içerisinde olduklarını ortaya koymaktadır. Örneğin son yılların popüler bilim dallarından olan robotik, makine, elektrik, elektronik ve bilgisayar gibi bilim dallarının birbirleri ile sıkı ilişki içerisinde olmasını gerektirmektedir. Bu teze konu edilen çalışma da benzer şekilde tıp ile bilgisayar biliminin bir alanı olan sayısal görüntü işlemenin birlikte çalışmasını gerektirmektedir. Görüntü işleme ile ilgili literatüre bakıldığında özellikle bilgisayar teknolojisindeki hızlı gelişime paralel olarak bu tekniklerin hemen her alanda kullanıldığı görülmektedir. Öyle ki günümüzde inşaat mühendisliğinden [8] ziraat mühendisliğine [9], robotikten [10] uzay araştırmalarına [11] kadar oldukça yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Görüntü işleme teknikleri tıp alanında da oldukça önemli çalışmaların gerçekleştirilmesinde kullanılmaktadır. Bu çalışmalara örnek olarak onkoloji [12], göz hastalıkları [13], cerrahi işlemler ve kardiyovasküler sistem [14, 15] ile ilgili çalışmalar verilebilir. Görüntü işleme ile ilgili tıp literatüründe yer alan çalışmalara bakıldığında bu çalışmaların önemli bir kısmının tanı ve teşhis amaçlı yapılan çalışmalar olduğu görülmektedir. Bu çalışmaların bazıları şu şekilde özetlenebilir. Sharma ve diğerleri [16] çalışmalarında görüntü işleme tekniğini retina hastalıklarının bilgisayar yoluyla tespit edilmesi için retina görüntülerinin sınıflandırması amacıyla kullanmışlardır. Lin ve diğerleri [17] çalışmalarında, mesane kanserlerinin tespiti için kullanılan MR çekimlerinde görüntülerin iyileştirilmesi için görüntü işleme tekniğini kullanmışlardır. Şirikçi ve arkadaşları [18], kronik ortakulak iltihabı hastalığını konu edindikleri çalışmalarında görüntü işleme tekniğini mastoid hava hücrelerinin boyutunu ve sigmoid sinüs değişkenlerini tespit etmek amacıyla kullanmışlardır. Yazarlar çalışmalarında sayısal görüntü işleme yapabilen bir bilgisayarlı tomografi programı kullanmışlardır. Benetazzo ve diğerleri [19] çalışmalarında bacağı ve torakolomber bölgeye ait iki boyutlu fasya görüntülerinden aynı bölgelerin üç boyutlu görüntülerini elde etmişlerdir. Görüntü işleme teknikleri bu çalışmalara benzer şekilde kan grubu tespitinde de kullanılmıştır. Nazia Fathima çalışmasında [20] slayt yöntemi ile yapılan testlerin mikroskop görüntülerini çeşitli görüntü işleme teknikleri ile işleyerek kan grubu tespitini bilgisayar aracılığı ile gerçekleştirmiştir. Benzer bir çalışma Ferraza ve

arkadaşları [21] tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada yazarlar kan grubu tespiti için santrifüj gerektirmeyen “plate” test yöntemini, görüntü işleme için ise National Instruments firmasının IMAQ Vision isimli yazılımını kullanmışlardır. Dolmashkin ve arkadaşları [22] lazer işığı radyasyonunu ve görüntü işleme tekniğini birlikte kullanarak kan grubunun tespitinin mümkün olabileceğini göstermişlerdir. Swarup ve diğerleri [23] bu tez çalışmasının da konusu olan jel test yöntemi ile geleneksel tp yöntemini karşılaştırmak amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Yazarlar jel test yöntemi olarak DiaMed firmasının “micro typing gel method” isimli yöntemini kullanmışlar ve bu yöntemin geleneksel tp yönteminden daha hızlı ve kabul edilebilir olduğunu ifade etmişlerdir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1 YAŞAMSAL SIVİMİZ: KAN

Kan insan sağlığının ve yaşamının en temel varlığıdır. Modern tıpta kan “tek kaynağı insan olan yaşamsal bir ilaç” olarak kabul görmektedir [24]. Kan insan vücudunda bütün hücrelerin yaşamını ve fonksiyonlarını devam ettirebilmesi için gerekli besin ve oksijenin taşınması ve bu hücrelerde üretilen atıkların vücuttan atılması için ilgili organlara taşınmasını sağlayan dolaşım sisteminin en önemli parçasıdır. Kan sadece besin ve atık taşıma ile ilgili değil aynı zamanda vücudun kendi kendine ürettiği hormonların da taşınmasında görevlidir. Kanın fonksiyonlarını yeterince yerine getirememesi durumunda vücut sağlığı ile ilgili önemli problemler ortaya çıkabilir [24]. Normal bir insanda 5000-6000 mL (5-6 litre) kadar kan bulunmaktadır. Buna göre kan ortalama vücut ağırlığının % 8’ini oluşturur [24]. Kanın % 40-50’si şekilli elementler olan hücrelerden, % 50-60’ı ise sıvı kısım olan plazmadan oluşmaktadır [24]. Kan hücreleri temel olarak üç ana gruba ayrılırlar bunlar kırmızı kan hücreleri olarak da isimlendirilen eritrositler, beyaz kan hücreleri lökositler ve kanın pıhtılaşmasında görev alan trombositlerdir.

Kırmızı kan hücrelerinin en önemli görevi kanın oksijen taşıma işlevini yerine getirmeleridir. Yapılarından yer alan hemoglobinin isimli molekül sayesinde bu hücreler akciğerlerden yüklendikleri oksijen moleküllerini dokulara taşıırken dokulardan aldıkları karbondioksit moleküllerini ise akciğerlere bırakırlar. Kana kırmızı rengin verilmesini de sağlayan bu hücreler ortalama 120 gün yaşarlar ve 1 mm^3 kanda ortalama 5 milyon alyuvar bulunur [24].

Akyuvarlar kanın beyaz veya renksiz hücreleridir. Bu hücreler üyeleri granülositler, lenfositler ve monositler olan bir çekirdekli hücre ailesidir [25]. Birçok çeşidi bulunan akyuvarların temel görevi vücudu hastalık etkenlerine karşı korumaktır. Bu hücreler herhangi bir yabancı madde veya hastalık etkeni ile karşılaştıklarında vücudu savunmak için antikor üretirler. 1 mm^3 kanda ortalama 6 –10 bin kadar akyuvar bulunur [24].

Trombositler, akyuvarlar ve alyuvarlardan daha küçük yapıda kan hücreleridir. 1 mm³ kanda ortalama 150 bin-500 bin kadar trombosit bulunur [25]. Bu hücrelerin en önemli görevi herhangi bir kanama durumunda plazmada bulunan diğer pıhtılaşma faktörleri ile birleşerek pıhtılaşmayı gerçekleştirmek ve bu sayede kanamanın durmasına yardımcı olmaktır [25].

Kanın plazma kısmı ise kanın görevlerini gerçekleştirmesine yardım eden farklı bileşenlerden oluşur. Birçok farklı protein çeşidi, kimyasal maddeler ve pıhtılaşma faktörleri plazmada yer alan bu bileşenlere örnek olarak verilebilirler [25].

Sağlığımızın devam etmesinde çok önemli bir rolü olan kanın yapısı birçok farklı nedenden dolayı bozulabilmektedir (örneğin kan hastalıkları). Dahası insanoğlunun geçirdiği hemen her türlü kazada kaybettiği ilk varlığı genellikle sahip olduğu bu yaşamsal sıvıdır. Birçok kazada herhangi hayati bir travması olmayan kazazede sadece kan kaybına bağlı olarak hayatını kaybedebilmektedir. Bu durumun nedeni kan kaybı olduğunda veya kanın yapısı bozulduğunda insan vücudunun kaybettiği kanı aynı hızla kendi kendine üretememesidir. Bu tür durumlarda modern tıpta çoğunlukla kaybedilen kanın yerine diğer sağlıklı insanlardan alınan kanın hastaya/kazazedeye damar yoluyla verilmesi yoluna gidilmektedir. Bu şekilde gerçekleştirilen tedavi tıp literatüründe kan transfüzyonu olarak isimlendirilmektedir.

Başta Dünya Sağlık Örgütü (**World Health Organization, WHO**) olmak üzere tüm ülkeler kan transfüzyonu ve kan bağıışı ile ilgili çalışmalar yürütmekte ve kan bağıışının önemi konusunda toplumda bir bilinç oluşturmaya çalışmaktadırlar. Ülkemizde de bu konuda çalışan en önemli kurum Türk Kızılayı'dır. Kızılay yaptığı birçok çalışma ile ülkemizde var olan kan ihtiyacının karşılanması ve kan bağıışının arttırılmasını sağlamaya çalışmaktadır.

Kan transfüzyonu 1492 yılından günümüze birçok farklı aşamadan geçmiş ve günümüzde artık güvenli bir şekilde yapılabilmektedir. Kan transfüzyonunun güvenli bir şekilde yapılabilmesinin temelinde hem kan verecek kişinin hem de kan transfüzyonu yapılacak olan kişinin kan özelliklerinin tespit edilmesi ve bu özelliklerin birbiri ile uyumlu olması yer almaktadır. Tıp literatüründe bu amaçla yapılmış ve kanın özelliklerinin araştırılmasını konu edinen birçok çalışma yer almaktadır. Bir önceki

bölümde bir kısmı verilen bu çalışmaların sonucunda insan kanının aslında birçok farklı şekilde gruplandırılacağı ortaya çıkmıştır. Uluslararası Kan Transfüzyonu Derneği (International Society of Blood Transfusion , ISBT)’ne göre 2012 yılı itibarı ile insan kan grupları ile ilgili yapılan çalışmalarda 33 farklı kan grubu sistemi ortaya konmuştur. Bu sistemler isimleri ve kısaltmaları ile birlikte Çizelge 2.1’de verilmiştir [26].

Çizelge 2.1. Kan grubu sistemleri [26].

Sıra No	Kan Grubu Sistemi	Kısaltma
001	ABO	ABO
002	MNS	MNS
003	P1PK	P1PK
004	Rh	RH
005	Lutheran	LU
006	Kell	KEL
007	Lewis	LE
008	Duffy	FY
009	Kidd	JK
010	Diego	DI
011	Yt	YT
012	Xg	XG
013	Scianna	SC
014	Dombrock	DO
015	Colton	CO
016	Landsteiner-Wiener	LW
017	Chido/Rodgers	CH/RG
018	H	H
019	Kx	XK
020	Gerbich	GE
021	Cromer	CROM
022	Knops	KN
023	Indian	IN
024	Ok	OK
025	Raph	RAPH
026	John Milton Hagen	JMH
027	I	I
028	Globoside	GLOB
029	Gill	GIL
030	Rh-associated glycoprotein	RHAG
031	FORS	FORS
032	JR	JR
033	LAN	LAN

Çizelge 2.1 ile verildiği gibi 33 farklı kan grubu sistemi bulunmasına rağmen kan transfüzyonu söz konusu olduğundan ABO ve RH kan grubu sistemleri öne çıkmaktadır [27]. Günümüzde kan transfüzyonu yapılırken hastanın/kişinin hem ABO grubunun tespiti için gerekli testler hem de RH grubunun tespiti için gereken testler yapılmakta ve sonuçlar birlikte değerlendirilerek hastanın/kişinin kan grubu belirlenmektedir. Bu tez çalışmasına konu edilen jel kart yöntemi de hem ABO kan grubu hem de RH grubu için gereken testleri içeren jel kartlar sayesinde bu her iki grup için testleri aynı anda yapabilmektedir. Bir sonraki bölümde bu tez çalışmasının da esasını teşkil eden ABO ve RH kan grupları ile ilgili bilgiler verilmiştir.

2.2 ABO KAN GRUBU SİSTEMİ

Karl Landsteiner 20. Yüzyılın başlarında kendisine Nobel ödülü kazandıran buluşunu yaptığı bir test ile ortaya koymuştur [25]. Bu testte Landsteiner, bir kan örneği ile başka kan örneklerini çapraz teste tabii tutmuştur. Bazı kan örnekleri birbirleri ile karıştırıldıklarında gözle görülebilir herhangi bir reaksiyon göstermezken bazı kan örnekleri karıştırıldıklarında aglünitasyon (kümelenme)'a sebep olmuşlardır. Bu aglünitasyon kırmızı kan hücreleri arasında gerçekleşmiştir [25]. Aglünitasyon kırmızı kan hücrelerinde bir antijenin, kan plazma kısmında ise bir antikörün varlığı şeklinde yorumlanmıştır. Bu kabul ile birlikte kırmızı kan hücrelerinde iki farklı antijenin varlığı gösterilmiştir. Bu antijenler A antijeni ve B antijeni olarak isimlendirilmişlerdir[25]. Bazı kan örneklerinde bu antijenlerden sadece biri bulunurken bazılarında her ikisi birden bulunabilmekte veya tam tersi her ikisi de bulunmamaktadır. Yapısında sadece A antijeni taşıyan grup A kan grubu olarak isimlendirilirken benzer şekilde sadece B antijeni taşıyan grup ise B kan grubu olarak isimlendirilmiştir. Yapısında hem A hem de B antijeni taşıyan gruba ise AB kan grubu ismi verilmiştir. Son olarak her iki antijenden yoksun olan grup ise O kan grubu olarak isimlendirilmiştir [25].

Antijenlerden farklı olarak insan kanı serumu içinde iki farklı antikör olabileceği de gösterilmiştir. Bunlar A kan grubunda yer alan ve B grup kan ile etkileşip aglünitasyona sebep olan antikördür ve bu antikora anti-B ismi verilmiştir. Diğeri ise A kan grubu hücreleri ile etkileşime giren ve aglünitasyona sebep olan anti-A isimli antikördür [25]. Kanda hangi tip antikörün bulunduğu aynı kanda var olan antijen tipi ile ilgilidir.

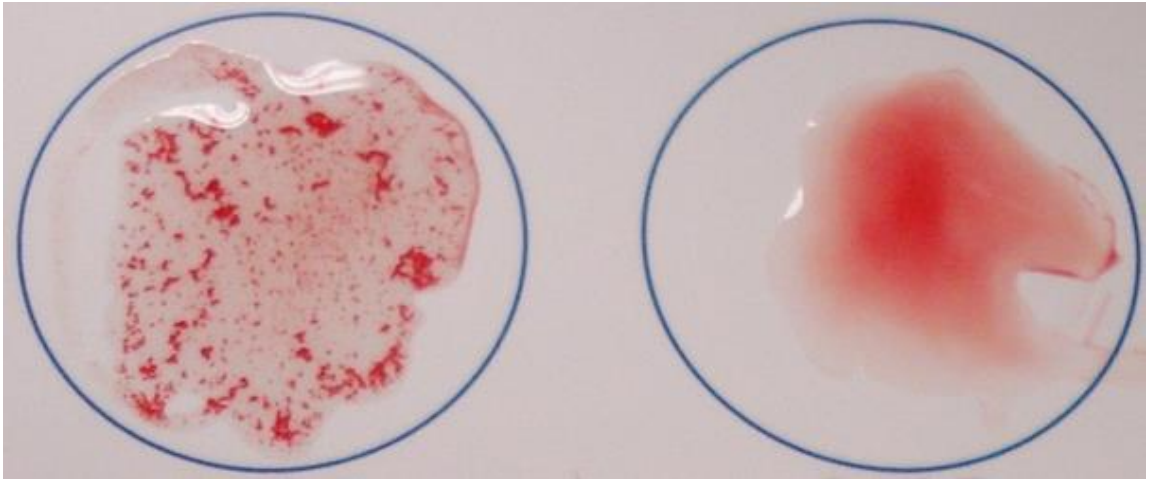
Buna göre;

- A antijeni içeren kan grubunda anti-B antikorudur.
- B antijeni içeren kan grubunda anti-A antikorudur.
- A ve B antijenlerinin her ikisini içeren kan grubunda herhangi bir antikor yoktur
- A ve B antijenlerinin her ikisini de içermeyen kan grubunda anti-AB antikorudur [25].

ABO kan grubu sistemine göre tanımlanmış kan grupları ve bu gruplarda yer alan antikor-antijen çiftleri Çizelge 2.2' de örnek bir aglünitasyon gösterimi Şekil 2.1'de verilmiştir.

Çizelge 2.2. Kan grupları ve bu gruplarda yer alan antijen-antikor çiftleri[25].

Kan Grubu	Alyuvarlarda Bulunan Antijen Tipi	Plazmada Bulunan Antikor Tipi
A	A	Anti-B
B	B	Anti-A
AB	AB	Antikor Yok
O	Antijen Yok	Anti-AB



Aglünitasyon var

Aglünitasyon yok

Şekil 2.1. Örnek bir aglünitasyon gösterimi [28].

ABO kan grubu sisteminde hem antijen hem de antikor tipine göre sınıflandırma yapılmaktadır. Dolayısıyla, bir kan grubu tespiti yapılırken aynı şekilde hem kandaki antijen hem de kan plazmasındaki antikor tipine bakılmalıdır. Sadece antijen tipine veya

sadece antikor tipine bakılarak yapılacak bir sınıflandırma yeterli olmayacaktır. Örneğin anti-A antikorlu bir kan örneği sadece A antijenine benzer şekilde anti-B antikorlu bir kan örneği de sadece B antijenine karşı reaksiyon gösterecektir. Ancak A ve B antijenlerinin her ikisini de içeren bir kan örneğinde hem anti-A hem de anti-B antikorlarına karşı reaksiyon oluşacaktır. Bu durumun tam olarak tespit edilebilmesi için sadece kan örneğindeki antijen tipi değil aynı zamanda antikor tipi de tespit edilmelidir. Bu durum ters grup testi olarak isimlendirilmektedir [25]. Sonuç olarak ABO grup sisteminde antijen ve antikor tipine göre yapılan sınıflandırmalar birbirinin tamamlayıcısı ve aynı zamanda doğrulayıcısıdır. Örneğin bir kan grubunda A antijeni tespit edildiğinde aynı kan örneğinin plazmasında anti-B antikorunun da tespit edilmesi gerekir. Bu tür bir tespit tamamlandığında kan grubu ABO sistemine göre kesin olarak belirlenmiş olur. Karşıt bir durumda örneğin A antijeni içeren bir kan örneğinin plazmasında anti-A antikoruna rastlanırsa bu durum yapılan testte bir hata olduğunun işaretidir ve test tekrarlanmalıdır. ABO kan grubunun keşfi ile birlikte kan transfüzyonu konusunda çok önemli bir aşama kaydedilmiş olmasına karşın yirminci yüzyılın ilk yarısında ABO kan grubuna göre uyumlu olarak yapılan kan transfüzyonları sonucunda oldukça sıklıkla istenmeyen reaksiyonlar meydana geliyordu [25]. Dahası ABO kan grubu açısından bir uyumsuzluk olmamasına karşın bazı anne adayları anemi problemi olan bebekler dünyaya getirmekteydiler. Bu durumun kanda bulunan farklı bir antikordan kaynaklandığı 1939 yılında Levine and Stetson'un çalışmaları ile ortaya konmuştur [25]. Nihayetinde insan kanı için ayrı bir kan grubu sistemi olan RH kan grubu sistemi 1940 yılında Landsteiner ve Wiener tarafından keşfedilmiştir [6]. Bu çalışmada araştırmacılar Maccaca Rhesus maymunundan alınan kan örneklerinin tavşanlara enjekte edilmesi ile oluşan anti-serumun, beyaz Amerikalıların % 85'inin kanlarında kümelenmeye sebep olduğunu görmüşlerdir [6]. Bu grup sistemine göre alyuvarlarında Rh etmenini taşıyan bireyler bu etmen yönünden pozitif (+), taşımayanlar ise Rh negatif (-) olarak tanımlanmaktadırlar. Günümüzde yapılan kan grubu tespiti işlemlerinde hem ABO kan grubu sistemi hem de RH kan grubu sistemi için testler birlikte yapılmaktadır. ABO kan grubu için kandaki A ve B antijen tipleri ile anti-A ve anti-B antikorları dikkate alınırken RH tipi kan grubu belirlenirken D tipi antijen dikkate alınmaktadır. Ülkemizde yapılan kan grubu tespitlerinde her iki kan grubu sonuçları birlikte değerlendirilmekte ve bu şekilde yapılan isimlendirmede 8'li

kan grubu tablosu oluşmaktadır. Bu tablo Çizelge 2.3’de verilmiştir. Bu çizelgede kan grupları ve bu kan grupları arasında en genel anlamıyla yapılabilecek transfüzyon çiftleri belirtilmiştir. Her ne kadar Tablo 1’de yer alan eşleştirmeler genel olarak doğru ise de uzun dönem kan transfüzyonu gerektiren kişilere kendi kan gruplarının aynısının verilmesi zorunludur. Çizelgede aralarında kan transfüzyonu yapılabilecek kan gruplarının kesişim hücreleri “X” işareti ile belirtilmiştir.

Çizelge 2.3 Kan grupları ve bu gruplar arasında genel olarak yapılabilecek transfüzyonu eşleştirmeleri.

Gruplar	0 Rh (+)	0 Rh (-)	A Rh (+)	A Rh (-)	B Rh (+)	B Rh (-)	AB Rh (+)	AB Rh (-)
0 Rh (+)	X	X						
0 Rh (-)		X						
A Rh (+)	X	X	X	X				
A Rh (-)		X		X				
B Rh (+)	X	X			X	X		
B Rh (-)		X				X		
AB Rh (+)	X	X	X	X	X	X	X	X
AB Rh (-)		X		X		X		X

Bu tez çalışmasına konu edilen jel kart sistemi hem ABO hem de RH kan grubu sistemlerimim her ikisi için de kan grubu testlerini gerçekleştirmektedir. Jel kartlar üzerinde yer alan 6’lı tüpler kullanılarak hem A ve B antijenleri ile anti-A ve anti-B antikorları hem de D antijeni için kan grubu testi aynı zamanda yapılmaktadır. Elde edilen sonuçlar birlikte yorumlanmakta ve kişinin kan grubu her iki sistemin sonuçlarının birleştirilmesi ile ortaya çıkmaktadır.

Bir sonraki bölümde kan grubu belirlemek amacıyla kullanılan yöntemlerle ilgili kısa bilgiler verildikten sonra bu tez çalışmasının konusu olan jel kart yöntemi ile kan grubu belirleme yöntemi detaylı olarak sunulacaktır.

2.3. KAN GRUBU BELİRLEME YÖNTEMLERİ

Kan grubunu belirleme işlemi temel olarak alyuvarlardaki antijenler ile kan plazmasında yer alan antikor tiplerinin tespit edilmesi olarak tanımlanabilir [5]. Literatürde kan grubunun tespiti amacıyla farklı yöntem geliştirilmiştir. Bu yöntemlerden en çok kullanılan slide (lam), tüp ve bu tez çalışmasına konu edilen Jel kart test yöntemleri temel özellikleri ile aşağıda tanıtılmıştır.

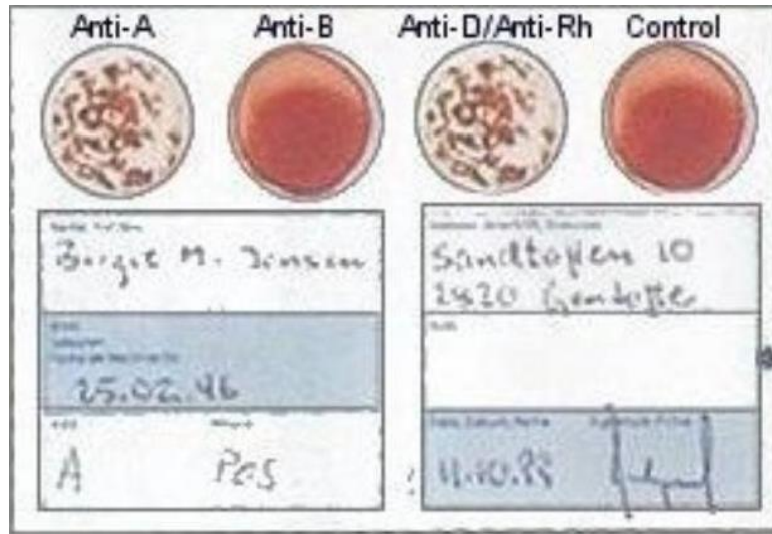
2.3.1 Slide (Lam) Yöntemi

Slide yöntemi ile kan grubu tespiti yapılırken kan örneği ile Anti-A, Anti-B ve Anti-D serumları ile ayrı ayrı karıştırılır ve elde edilen sonuçlar aglünitasyon açısından değerlendirilir ve kan grubu tespiti yapılır. Slide yöntemi ile kan grubu tespiti için kullanılan her bir anti-serum birbirlerinden ayırt edilebilmelerini sağlamak için ayırt edici boyalar eklenerek hazırlanmışlardır [30]. Anti-serum örnekleri Şekil 2.2’de verilmiştir.



Şekil 2.2. Örnek kan grubu Anti-serumları [29].

Slide yönteminde ilk olarak temiz bir lam üzerine ilk olarak anti-serumlar ayrı ayrı damlatılır. Her bir anti-serum üzerine hastadan alınan kan numuneleri damlatılır ve yine her biri ayrı ayrı temiz çubuklarla karıştırılır [29]. Her bir anti-serum-kan karışımı aglünitasyon açısından izlenir ve sonuçlar değerlendirilir. Şekil 2.3’de slide yöntemi ile yapılmış bir örnek bir kan grubu testi sonucu görülmektedir.



Şekil 2.3. Slide yöntemi ile yapılmış örnek bir kan grubu testi [30].

Şekil 2.3'te yapılan kan grubu testinde Anti-A ve Anti-D serumları ile hastanın kanı reaksiyona girmiş ve aglünitasyon oluşturmuştur. Diğer taraftan Anti-B serumu ile herhangi bir reaksiyon meydana gelmemiştir. Bu sonuçlar Çizelge 2.2 de verilen bilgilere göre şu şekilde değerlendirilebilir. Hastanın kanı ile Anti-A serumu arasında reaksiyon oluşmuştur. Bu reaksiyon ancak kanda A tipi antijen varlığında gerçekleşebilir. Diğer taraftan hastanın kanı ile Anti-B serumu arasında herhangi bir reaksiyon oluşmamıştır. Bu durum ancak her iki numunenin (kan ve Anti-serum)'de aynı olması durumunda geçerlidir. Bu durumda hastanın kanında Anti-B antikoru vardır. Bu her iki sonuca göre hasta A grubu kana sahiptir. Rh faktörü için de hasta kanı ile Anti-D serumu arasındaki reaksiyona bakılır. Örneğe göre aglünitasyon oluşmuştur; dolayısıyla hastanın kanında D tipi antijen vardır ve hasta Rh (+)'tir. Sonuç olarak hastanın kan grubu A Rh (+)'dir.

Slide yöntemi her ne kadar da ABO ve Rh kan grubu tespitini gerçekleştirebiliyor olsa da bir çok açıdan önemli dezavantajlara sahiptir. Örneğin bu yöntemde anti-serum ve kan örnekleri bir lam üzerine damlatılmaktadır ve bu araçların temizliği tamamen testi yapan kişiye bağlıdır. Ayrıca elde edilen sonuçlar gözle değerlendirildiği için zayıf aglünitasyonların yanlış değerlendirilmesi ihtimali vardır. Kan transfüzyonunun önemi dikkate alındığında slide yöntemi özellikle transfüzyon öncesi yapılacak kan grubu tayini işlemlerinde tek başına kullanılmamalıdır.

2.3.2 Tüp Yöntemi

Bu yöntemde slide yönteminden farklı olarak Anti-Serumlar ile hastanın eritrositleri analiz tüpleri içerisinde karıştırılarak kan grubu tayini yapılır ve slayt yöntemine göre daha hassas bir yöntemdir [29]. Bu yöntemde ilk olarak temiz tüpler içerisine anti-serumlar damlatılır. Adından test edilecek olan hasta eritrosit süspansiyonundan her bir tüpe birer damla konur ve tüpler 1000 devirde 15-30 saniye santrifüj edilir veya oda sıcaklığında 1 saat süreyle bekletilir [29]. Her bir tüpteki aglünitasyon değerlendirilerek kan grubu tespiti yapılır. Gerekliğinde tüplerdeki aglünitasyon mikroskopik olarak da incelenir [29]. Şekil 2.4'te tüp'te oluşmuş örnek bir aglünitasyon verilmiştir.



Şekil 2.4. Tüp yöntemi için örnek bir aglütinasyon [31].

2.3.2 Jel Kart Test Yöntemi

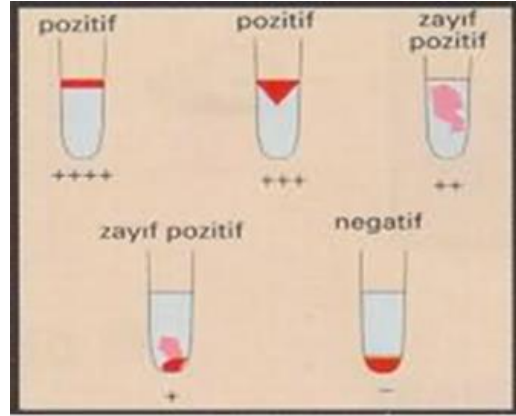
Kan grubu tespiti için kullanılan yöntemlerin en önemlilerinden biri de bu çalışmamın da esasını teşkil eden jel test yöntemidir. Bu yöntem Lapierre ve diğ. [32] tarafından 1990 yılında geliştirilmiştir. Birçok yönden tüp yöntemine benzeyen bu yöntemde tüp yönteminden farklı olarak reaksiyonlar 15 mm boyunda ve 4 mm çapındaki küçük mikro tüplerde gerçekleşmektedir. Bu tüplerden 6 veya 8 tanesi 5x 7 cm boyutlarındaki plastik bir kart üzerine sabitlenmiştir. Mikrotüplerin bir ucu konik diğer kısmı ise bu uca nazaran daha geniştir [29]. Tüplerin içinde test amaçlı kullanılacak maddeyi içeren bir jel vardır. Bu jel sadece aglütine olmayan kırmızı kan hücrelerinin geçişine izin verir. Örnek bir jel kart resmi Şekil 2.5’de sunulmuştur.



Şekil 2.5. Örnek bir jel kart [33,34].

Jel kart yönteminde slide ve tüp yöntemlerinden farklı olarak anti-serumlar halihazırda jel içine eklenmiş durumdadır. Bu şekilde anti-serumlar ile ilgili kullanıcı hatalarının önüne geçilmiş olmaktadır. Jel kart üzerinde yer alan tüplerde Sephadex-G 100 maddesini içeren bir jel vardır. İlk başta toz halinde olan bu maddenin test öncesi hazır

duruma gelmesini sağlamak için buffer olarak tanımlanan bir sıvı eklenmelidir [29]. Bu sıvı kullanılacağı testin özelliğine göre serum fizyolojik veya LISS, (Low ionic strength solution) olabilir [29]. Hazır hale gelen hasta tüplere hasta numunesi eklenir ve ardından santrifüj işlemi yapılır. Santrifüj işlemi sırasında aglutine olan kırmızı kan hücreleri jelin üst kısmında kümeler oluştururken aglutine olmayanlar jel tabakasını geçerek, konik kısımda çökerler. Meydana gelen aglütinasyon kart üzerinden okunarak alınan numunenin kan grubu tespiti yapılır. Kan grubu tespiti yapılırken jel kart üzerinde oluşan aglütinasyon pozitif, zayıf pozitif ve negatif olarak isimlendirilir. Bu isimlendirmeyi gösteren örnek bir çizim aşağıda gösterilmiştir. Santrifüj işlemi sırasında numune içerisindeki antijenin antikorlar ile birleşmesi veya numune içerisinde antijen olmaması durumlarına göre jel testteki renkli çizgi jel test içindeki jelin üstünde veya dibinde oluşur. Renkli çizginin dolayısıyla aglütinasyonun tüp içerisindeki tüpler içerisindeki konumu hastanın kan grubu testinin belirlenmesi için kullanılır. Örnek bir test Şekil 2.7’de sunulmuştur.



Şekil 2.6. Jel kart tüplerinde aglütinasyon değerlendirme [34].



Şekil 2.7. Jel kart ile yapılmış örnek bir test sonucu [35].

Şekilde de örüldüğü gibi bazı jel kart tiplerinde tek jel kart ile aynı anda iki farklı hastanın kan grubu testi de yapılabilmektedir. Bu durum özellikle kan transfüzyonu yapılacak donör ve hasta için eş zamanlı kan grubu testi yapılması durumlarında zaman kazandırıcıdır. Şekil 2.7'nin sol tarafında yer alan test sonucunda A ve B tüplerinde aglünitasyon tütün dibinde meydana gelmiştir. Buna göre kanda ne A antijeni ne de B antijeni vardır. Yani kan O grubudur. D tüpünde ise aglünitasyon tütün üst kısmında gerçekleşmiştir. Yani kanda D antijeni vardır ve kan Rh (+)'dir. Benzer bir yorum sağ taraftaki test için de yapıldığında görülmektedir ki hastanın kan grubu A Rh(-)'dir.

Diğer yöntemlerle karşılaştırıldığında jel kart yöntemi ile kan grubu tespitinin birçok avantajı vardır. Bu avantajlardan bazıları şu şekilde sıralanabilir[34]. Laboratuvar tekniklerinde standart bir uygulama, kolay ve çabuk prosedür, sonuçların ertesi gün bile kontrol edilebilirliği, laboratuvar güvenilirliği, azaltılmış atık ve otomasyon.

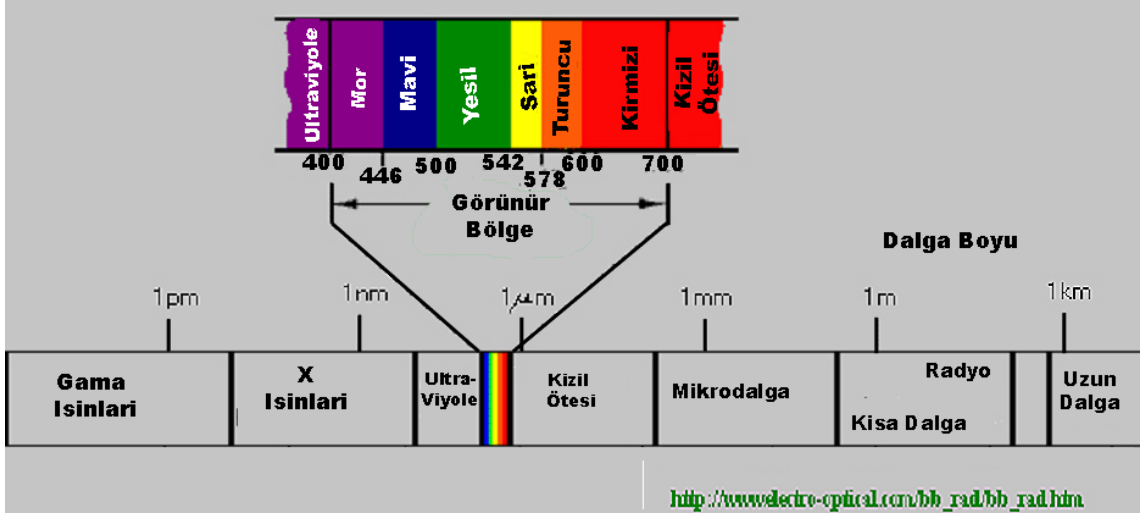
Jel kart yönteminin önemli bir üstünlüğü olan kan grubunun otomasyon sistemi yapılması test sonucunun insan gözü yerine bilgisayar tarafından yapılmasını sağlamaktadır. Jel kart sistemi ilk olarak DiaMed (Cressier, İsviçre) tarafından ticarileştirilmiştir[5]. Ülkemizde de oldukça yaygın olarak kullanılan jel kart sisteminin tüm cihaz ve kitleri ithal edilmektedir. Ülkemiz için önemli bir dışa bağımlılık kaynağı olan bu sistemin ülkemizde üretilebilir hale gelmesi bu tez çalışmasının temel amacı olmuştur. Bu amaç doğrultusunda jel kartlar üzerinden test sonuçlarının okunması için sayısal görüntü işleme teknikleri kullanılmıştır.

Bir sonraki bölümde, tez çalışmasında kullanılan sayısal görüntü işleme teknikleri ile ilgili bilgiler verilmiştir.

2.4. SAYISAL GÖRÜNTÜ İŞLEME

İnsanın bir görüntüyü algılaması birçok karmaşık yapının birlikte çalışması ile mümkün olmaktadır. Gözler ile başlayan görme süreci birçok ara işlemde sonra beyinde tamamlanmaktadır. İnsan gözü belirli bir elektro manyetik dalga boyu aralığını görebilmektedir buna görülebilen spektrum denir [39]. Elektromanyetik dalga boyu aralığı Şekil 2.8'de gösterilmiştir. Şekilde de görüldüğü gibi insan gözü 400 nm ile 700 nm arasında dalga boyuna sahip ışığı görebilmektedir.

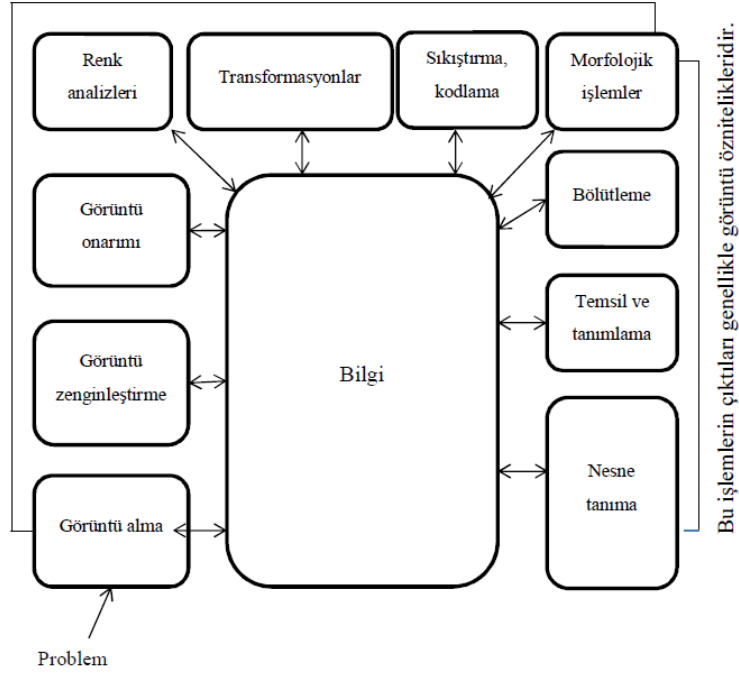
Görüntü, üç boyutlu nesnelere oluşan bir sahnenin basit iki değişkenli bir fonksiyon olarak tanımlanmasıdır. Ayrıca, üç boyutlu görüntünün iki boyutlu haritası olarak da tanımlanabilir [36]. Görüntü işleme ise sayısal bir resim hâline getirilmiş olan gerçek yaşamdaki görüntülerin bir giriş resmi olarak işlenerek o resmin özelliklerinin ve görüntüsünün değiştirilmesi sonucunda yeni bir resim veya resme ait çıkış elemanlarının oluşturulmasıdır [36].



Şekil 2.8. Görülebilir elektromanyetik dalga boyu aralığı [38].

Görüntü işleme farklı aşamalardan oluşur. Ön hazırlık aşamasında görüntü üzerindeki gürültüyü (görüntü bulanıklığı, netlik, kötü görüntü) azaltmak amaçlanır[40]. Bu hedefe ulaşmak için ilk olarak düşük seviye işlemler olarak tanımlanabilecek giriş ve çıkış görüntülerinin gerçekliğini ortaya çıkaran filtreleme işlemleri yapılır. Orta ve yüksek seviye içeren işlemlerde ise elde edilen görüntülerdeki nesnelere için tanımlama, sınıflandırma ve bölme gibi işlemler uygulanmaktadır.[40] Uygulanan tekniklerin neden ve nasıl uygulanacağı çoğu zaman farklılıklar gösterebilmektedir. Genellikle karmaşık problemlerde bu tekniklerin birlikte kullanımı söz konusu olmaktadır. Sayısal görüntü işlemenin temel adımları Şekil 2.9'da görülebilmektedir [41,42].

Bu işlemlerin çıktıları genellikle görüntülerdir.

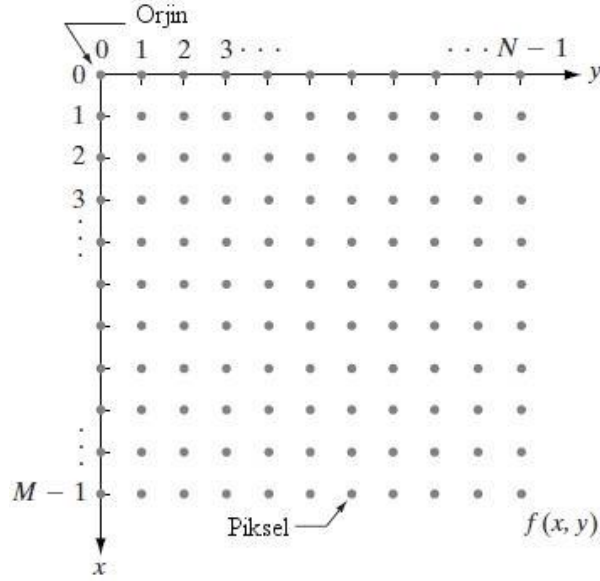


Şekil 2.9 Sayısal görüntü işlemenin temel adımları [42].

2.4.1. Görüntü

Sayısal görüntüleri iki boyutlu sayısal bir fonksiyon $f(x, y)$ olarak tanımlarsak x ve y uzaysal düzlem koordinatlarını gösterir. f 'nin herhangi bir (x, y) koordinatındaki şiddeti sayısal görüntünün o noktadaki yoğunluğu (intensity) ya da gri seviyesini (gray level) göstermektedir. Şekil 2.4.1'deki görüntü modeli iki boyutlu bir vektör dizisi olan matris şeklinde ele alınmakta ve bu şekilde işlemler gerçekleştirilmektedir. Bu sonlu sayıda elementten oluşan sayısal görüntünün en küçük yapı taşı da piksel olarak adlandırılmaktadır. Şekil 2.10'da sayısal görüntünün gösterim modeli görülmektedir. Bu gösterimin matris olarak ifadesi de eşitlik 1' de verilmiştir [41,42].

$$f(x, y) = \begin{bmatrix} f(0,0) & f(0,1) & \dots & f(0, N-1) \\ f(1,0) & f(1,1) & \dots & f(1, N-1) \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ f(M-1,0) & f(M-1,1) & \dots & f(M-1, N-1) \end{bmatrix} \quad (2.1)$$



Şekil 2.10. Sayısal görüntünün temsil modeli [41].

Bir pikselde iki temel özellik vardır. Bunlar:

1. Radyometrik özellik: Pikselin algılandığı elektromanyetik spektrumdaki gri değeridir[38].
2. Geometrik özellik: Görüntü matrisinde sahip olduğu matris koordinatlarıdır[38].

2.4.2 Görüntü Türleri

Bir görüntü bir çok farklı format ile ifade edilebilir. Aşağıda bu amaçla kullanılan temel görüntü çeşitleri sunulmuştur.

İkili Görüntü: Sadece siyah ve beyaz piksellerden oluşan görüntü türüdür. Bir piksel, 1 bit yer kaplar. İkili görüntüler aynı özelliklere sahip bölgeleri temsil eden piksel ve piksel gruplarını temsil etmek için kullanılmaktadır [43]. İkili görüntüler görüntü işleme uygulamalarında sıklıkla kullanılmaktadır. Görüntünün şiddetindeki değişimin belirli eşik seviyesine göre(thresholding) 1 veya 0 değeri almasıyla oluşturulmaktadır. Bu şekilde ikilileştirme (binarization) yoluyla ikili görüntüler elde edilebilmektedir. Şekil 2.11' de örnek bir renkli görüntü ve ikili görüntü temsili verilmiştir.

Gri Tonlamalı Görüntü: Görüntü farklı gri seviye değerlerinden oluşur. Gri değer aralığı: $G = \{0,1,2,\dots,255\}$ şeklindedir. Bilgisayarda bir karakter 8 bitle temsil edilir (1 byte = 8 Bit ve $2^8 = 256$). Bir gri seviyeli görüntüde 256 tane farklı gri ton

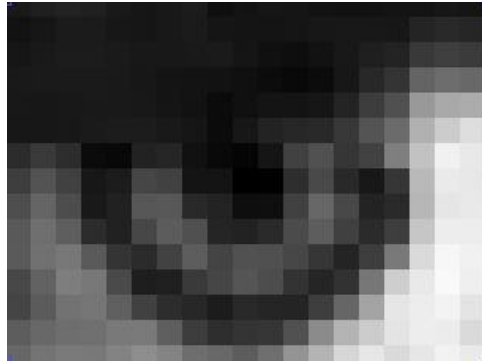
değeri, daha doğrusu gri değer bulunabilir. Bu gösterimde 0 gri değeri kural olarak siyah renge, 255 gri değeri ise beyaza karşılık gelir. Bu değerler arasında ise gri seviyeler oluşmaktadır [42]. Şekil 2.12' de gri seviyeli örnek bir görüntü görülmektedir. Şekilde (6, 8) pikseline karşılık gelen gri seviye değeri 70'dir.



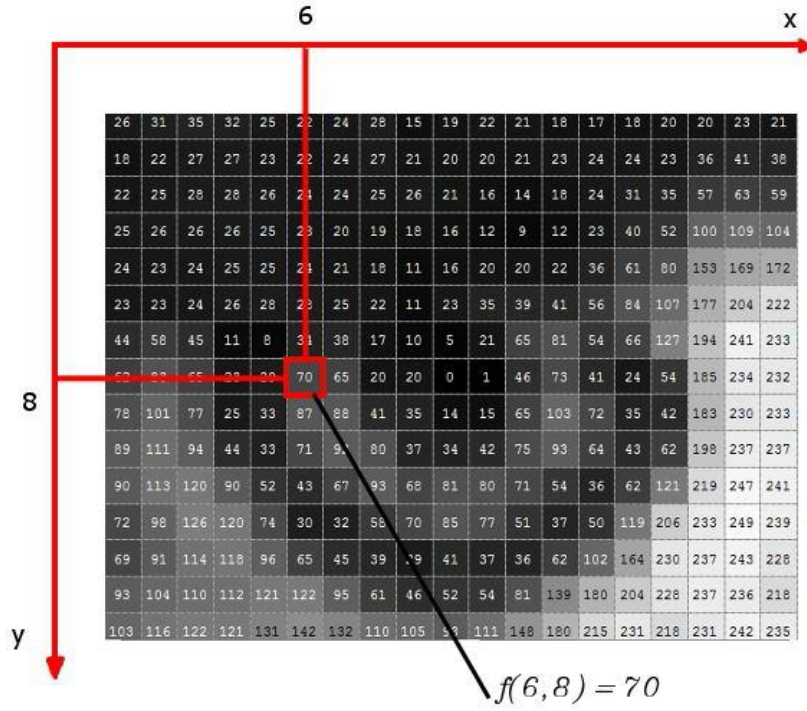
Şekil 2.11 a) Renkli Görüntü [42].



Şekil 2.11 b) Renkli görüntüye ait ikili görüntü [42].



Şekil 2.12 (a) Gri seviyeli örnek görüntü [42].



Şekil 2.12 (b) ve gri seviyelerin sayısal temsili [42].

Renkli Görüntü: Renkli görüntüler, piksel yoğunluklarını göstermede gri seviyeli görüntülerle benzerlikler göstermektedir. Ancak gri seviyede görüntü tek bir düzlem şeklinde ifade edilirken renkli görüntülerde üç adet yoğunluk elemanı kullanılmaktadır. Farklı kombinasyonlar olmasıyla birlikte yoğunluk elemanları genellikle kırmızı, yeşil ve mavidir(RGB). Örnek olarak CMYK renk modeli (Cyan, Magenta, Yellow, Key (black)) Cam göbeği, Galibarda, Sarı ve Siyah renklerden oluşan bir kombinasyondur.

Renkli görüntüler 24-bit gerçek renkli (true color) olarak bilinmekte ve 16 777 216 kadar farklı renkleri eşzamanlı olarak bulundurabilmektedirler. Görüntüleme esnasında R(Kırmızı), G(Yeşil), B(Mavi) ile kodlanmış görüntüye ait üç adet gri seviyeli görüntü üst üste getirilerek ekrana iletilir. Elektro-manyetik spektrumda 0.4-0.5 µm dalga boyu mavi renge; 0.5-0.6 µm dalga boyu yeşil renge; 0.6-0.7 µm dalga boyu kırmızı renge karşılık gelmektedir. Bu dalga boylarında elde edilmiş üç gri seviyeli görüntü bilgisayar ekranında sırası ile kırmızı-yeşil-mavi 24 kombinasyonunda üst üste düşürülecek olursa renkli görüntü sağlanır. Eşitlik 2’de de görüldüğü gibi renkli görüntülerin $f(x, y)$ fonksiyonu gri seviyeli görüntüde olduğu gibi 0-255 arasında sayısal bir büyüklük değil, ancak yine elemanları bu değer aralığında olan 3 elemanlı bir vektördür.[42]

$$f(x, y) = \left[\begin{array}{ccc} f(0,0) = \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} & f(0,1) = \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} & \dots & f(0, N-1) = \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} \\ f(1,0) = \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} & f(1,1) = \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} & \dots & f(1, N-1) = \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ f(M-1,0) = \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} & f(M-1,1) = \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} & \dots & f(M-1, N-1) = \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} \end{array} \right] \quad (2.2)$$

2.4.3 Görüntü Karakteristikleri

Görüntü çözünürlüğü

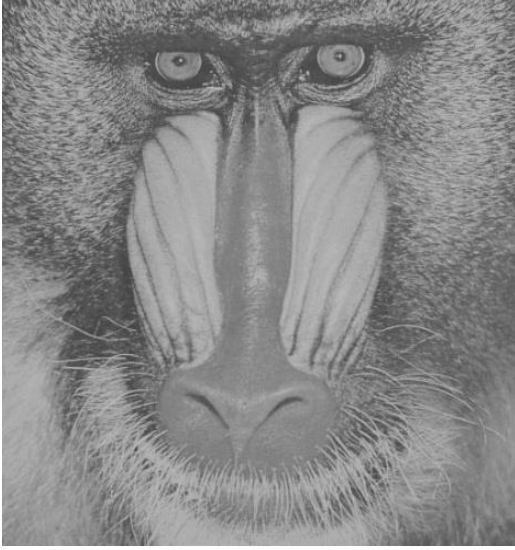
Görüntü çözünürlüğü, bir görüntünün temsil edildiği detayların bir ölçüsüdür. Sayısal görüntüdeki piksel sayısı çözünürlüğü ifade etmektedir. m piksel yüksekliğinde ve n piksel genişliğindeki bir görüntünün çözünürlüğü $m \times n$ şeklinde tanımlanır. Çözünürlüğün yüksek olması görüntü işleme açısından ele alındığında ayrıntılı görüntü olarak avantaj sağlarken donanım kaynaklarının daha fazla kullanılması ve hesaplama zamanlarının artması yönünde olumsuz bir etki oluşturmaktadır.

Uygulama yapılırken görüntünün yapılacak olan işleme ve donanımın elverdiği en ideal özelliklere uygun çözünürlükte seçilmesi optimum kazanç sağlama açısından önemlidir.

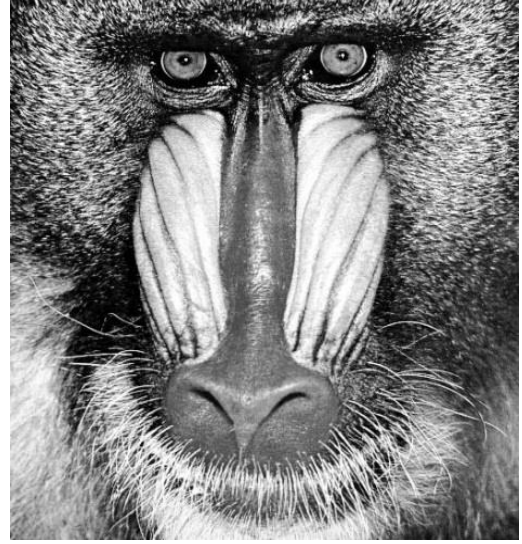
Görüntü kontrastı

Kontrast sayısal bir görüntüdeki gri seviye ya da başka bir renk bileşeninin bir nesneyi ayırt etmedeki farklılık derecesidir. Kontrast bir görüntüdeki en parlak kısım ile en karanlık kısım arasındaki farkı ifade eder.

Kontrastı yüksek görüntülerde nesnelere ve renklere daha kolay ayırt edilebilirken, düşük kontrastta renk tonları ya da gri seviyeleri birbirine daha yakındır. Şekil 2.13'de bir görüntünün yüksek ve düşük kontrastlı durumları verilmiştir.



(a)



(b)

Şekil 2.13 a) Bir görüntüye ait düşük kontrast b) bu görüntünün yüksek kontrastlı şekli [42].

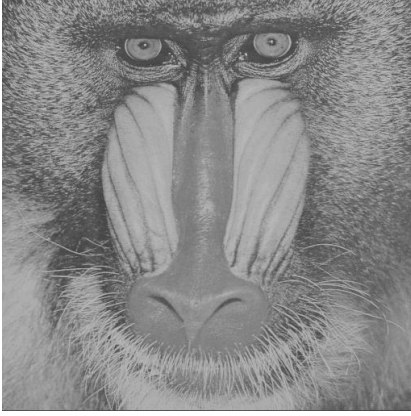
Görüntü Histogramı

Histogram, sayısal görüntü içerisinde bulunan her gri seviye veya renk değerinden kaç adet olduğunu gösteren bir grafikdir. Bu grafik, değerlerin sayıca dağılımını gösteren bir fonksiyon olarak ifade edilmektedir. Bu grafiğe bakılarak görüntüye ait parlaklık durumu, kontrastı ya da tonları hakkında bilgi edinmek mümkündür[44]. Histogramlar, gri seviye düzlemleri ve farklı renk seviyeleri için elde edilebilirler.

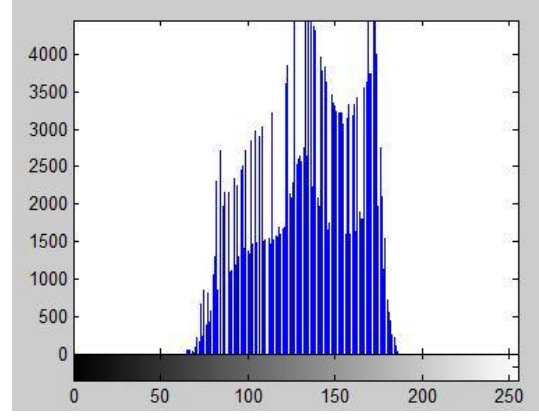
Bileşenin piksel değerleri dağılımları kullanılarak nesnelere için incelendiğinde eşikleme yöntemi için uygun eşik değerleri elde edilebilmektedir. Eşitlik 3'de histogram fonksiyonu görülmektedir.

$$h(k) = \sum_{k=0}^{255} p(k) \quad (2.3)$$

Burada verilen $h(k)$, k 'nci gri seviye veya renk değerinin görüntü içinde sayıca dağılımıdır[45]. Şekil 2.14 örnek bir gri seviyeli görüntü ve buna ait histogram grafiğini göstermektedir.



(a)



(b)

Şekil 2.14 (a) Gri seviyeli görüntü (b) ve histogram grafiği [42].

Eşikleme

Eşikleme, bir görüntüdeki farklı yoğunluktaki veya renkteki ön ve arka plan bölgelerini bölütlemeye kullanılan en temel yöntemdir. Gri seviyeli ya da renkli görüntülere uygulanabilir. Belirlenen eşik seviyesinin altında kalan değerler 0, üstünde olan değerler 1 olarak kabul edilir ve görüntü ikili görüntüye dönüştürülür [42]. Eşik değeri belirlemek için farklı yöntemler vardır. Bunlardan bazıları;

- histogram esaslı eşik belirleme,
- kümeleşme esaslı eşik belirleme,
- histogram entropisi esaslı eşik belirleme,
- nesne özelliklerine dayanan eşik belirleme,
- uzamsal esaslı eşik belirleme,
- yerel uyarılma esaslı eşik belirleme yöntemleridir [42].

Histogram esaslı eşik bulma yöntemiyle görüntü histogramı incelenerek histogram eğrisinin oluşturduğu maksimum ve minimum noktalar saptanır. Ayrımı yapılacak bölge veya nesnenin piksellerinin en çok dağılım gösterdiği piksel sınır değerleri eşik değeri olarak belirlenir.

Kenar saptama

Görüntüde şiddetleri birbirinden farklı gri seviye ya da renk değerlerine sahip bölgeler arasındaki sınırlar kenar olarak tanımlanabilmektedir. Kenar bilgisi görüntüdeki nesnelere konumlandırma açısından önem taşımaktadır. Kenar tanıma, gri seviyeli ya da

renkli görüntüdeki anlamlı değişikliklerin bulunması için en yaygın yaklaşımdır. Kenar saptama yöntemleri üzerinde sıklıkla çalışılan bir konudur. Genellikle bu yöntemler, kenar bulma operatörleri şeklinde adlandırılır. Canny, Sobel, Roberts, Gradyan, Prewitt gibi operatörler görüntü işleme alanında kenar bulmada sıklıkla kullanılmaktadır. Şekil 2.15'te örnek görüntü ve kenar görüntüleri verilmiştir.



Şekil 2.15 a) Gri seviyeli bir görüntü b) görüntüye ait çıkartılmış kenar görüntüsü [42].

Görüntü öznitelik çıkarımı

Görüntü özniteliği, sayısal bir görüntüde bulunan herhangi bir bölgeyi veya nesneyi ya da görüntünün tamamını ayırt edici karakteristikler ve özelliklerdir. Öznitelikler bir görüntünün nesne, bölge gibi alt kısımlarını karakterize edebileceği gibi yalnızca belli bir bölgesini de karakterize edebilir. Bazı öznitelikler görüntünün görsel tanımlamasından doğan doğal öznitelikler olmasına karşın, yapay öznitelikler görüntü üzerinde yapılan özel işlemlerin sonucudur. Doğal öznitelikler arasında piksel bölgelerinin yoğunluk değerleri ve gri seviye dokusal (textural) bölge özellikleri örnek verilebilir. Görüntü genlik histogramları ve uzamsal (spatial) tayfları yapay özniteliklere birer örnektir [42]. Görüntü öznitelikleri, görüntü üzerindeki ortak özellikli bölgelerin bölütlenmesinde veya bu bölgelerin sınıflandırılarak etiketlenmesinde oldukça önemlidir. Özniteliklerin bir görüntü ya da görüntüde bulunan bir nesne-bölge için hesaplanması öznitelik çıkarımı (feature extraction) olarak tanımlanır.[42] Uygulamanın tipine ve hedef nesnenin karakteristiğine göre görüntü öznitelikleri, doku, şekil ve renk

bilgisi taşıyabilir. Sayısız öznitelik ve bunların çıkarma yöntemleri bulunmasına karşın, genel olarak öznitelikler şu şekilde sınıflandırılır:

- Genel öznitelikler; renk, doku, şekil gibi uygulama ve saha bağımsız özniteliklerdir. Bunları da alt dallara ayırmak mümkündür.
 - Piksel düzeyindeki öznitelikler, her piksel için hesaplanırlar.
 - Yerel öznitelikler, görüntü bölütlemesi ya da kenar saptama sonrası görüntü alt kısımları üzerinde hesaplanırlar.
 - Global öznitelikler, görüntünün tamamı ya da görüntünün sürekli alt bölgeleri için hesaplanmaktadır.
- Sahaya özgü öznitelikler; insan yüzü, parmak izi, yazı karakteri tanıma gibi uygulamaya bağımlı özniteliklerdir [46].

Sayısal görüntülerde frekans analizi ve bazı dönüşümler

Dönüşümler aracılığıyla görüntüye ait gri seviye ya da renk bilgileri, dönüştürülerek görüntüye ait frekans bilgileri elde edilir. Dönüşümden sonra görüntü üzerinde filtreleme işlemleri yapılabilmektedir. Yüksek frekanslı bilgiler alçak geçiren filtre yardımıyla elenebilir. Alçak frekanslı bilgiler ise yüksek geçiren filtre ile elenerek görüntü keskinleştirilmesi yapılabilmektedir. Bant geçiren filtre (band-pass filter) yardımıyla spektrumun istenilen bölgesine ait frekans bilgileri elde edilebilir [42].

Konvolüsyon ve filtreleme

Konvolüsyon orjinal görüntü piksellerinin boyutu 2x2, 3x3 veya 5x5 gibi boyutlardaki çekirdek (kernel) maske matrisleri kullanılarak elimine yapılması işlemidir. Birçok dönüşüm ve doğrusal filtreleme konvolüsyon esaslıdır ve frekans sahası (frequency domain) yöntemlerinin temelinde konvolüsyon teoremi vardır. Konvolüsyon ile iki matris üst üste katlanarak birleştirir ve aralarındaki ilişki aranır [42,45].

Bir görüntü fonksiyonuyla $f(x,y)$ doğrusal ve konumdan bağımsız çekirdek matrisi $h(x, y)$ 'nin konvolüsyonu sonucunda elde edilen $g(x, y)$ görüntüsü eşitlik 4 ile tanımlanır [42]. Konvolüsyon işleminde çekirdek matrisinin değerleri ile her piksel ve komşuları küçük bir bölgede çarpılarak, bu çarpımların toplamları orijinal piksel konumuna

yerleştirilir. Bu işlemler orijinal görüntünün tüm piksel değerleri için tekrarlanarak yeni görüntü elde edilir [43].

$$g(x, y) = h(x, y) \otimes f(x, y) \quad (2.4)$$

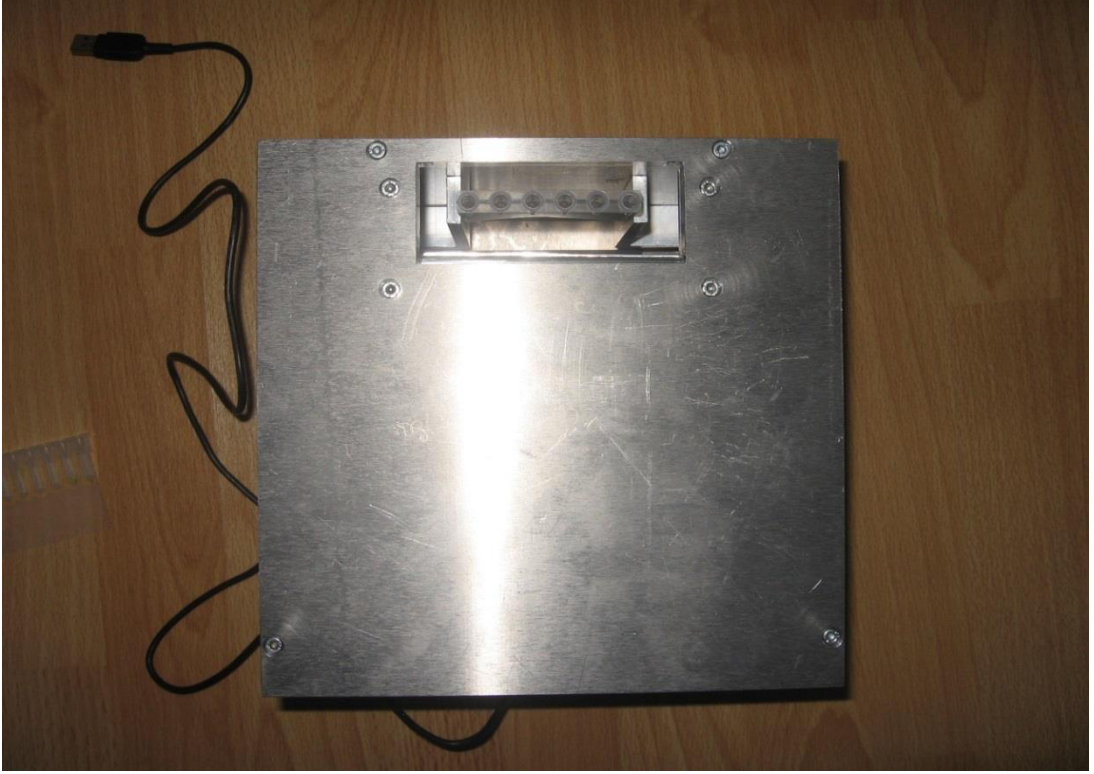
3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Jel kart yöntemi ile kan grubu tespiti üç farklı bileşenden oluşan bir sistem ile mümkün olabilmektedir. Bu cihazlar jel kart santrüfuj, jel kart inkübatör ve jel kart okuyucudur. Hâlihazırda ticarileştirilmiş olan bu sistemin ülkemizde üretimi yapılamamaktadır. Ülkemizde oldukça yaygın olarak kullanılan jel kan gruplama sistemi aynı zamanda sağlık alanında dışa bağımlılığımızın da önemli bir göstergesidir. Bu sistemin ülkemiz kaynakları ile üretilebilmesi ve bu sayede sağlık alanında olan dışa bağımlılığımızın azaltılması bu tez çalışmasında en temel amaç olarak belirlenmiştir. Bu nedenle jel kartlar ile kan grubu belirleme sisteminin bir parçası olan jel kart okuyucu cihaz bu çalışma için tez konusu olarak seçilmiştir. Çalışma kapsamında Biomekatronik Sağlık Hizmetleri Limited Şirketi Firması ile birlikte çalışılmış ve jel kart okuyucu cihazın mekanik ve elektronik kısmı bu firma tarafından firmanın kendi atölyelerinde gerçekleştirilmiştir. 84921 nolu Tübitak projesi başvurusu kapsamında da yer alan bu çalışmalar sonucunda hedeflenen jel kart okuyucu cihaz ve bu cihaz için gerekli arayüz programı gerçekleştirilmiştir. Bu bölümde tez çalışması kapsamında gerçekleştirilen jel kart okuma sistemi hem mekanik kısım hem de yazılım kısmı ile tanıtılmıştır.

3.1. JEL KART OKUYUCU MEKANİK KISIM

Jel kart okuyucunun mekanik kısmının görevi santrifuj işlemi tamamlanmış jel kartların görüntülerinin çekilmesi ve jel kart okuyucu arayüz yazılımına aktarılmasını sağlamaktır. Bu amaçla gerçekleştirilen mekanik-elektronik tasarım Şekil 3.1 (a) ve (b) de verilmiştir.

Şekilde de görüldüğü gibi mekanik kısım jel kartların yerleştirilebilmesini ve tam karanlık bir ortamda yeterli aydınlatma ile görüntülerinin çekilebilmesini sağlayacak şekilde tasarlanmıştır. Cihazın üst kısmında bir jel kart yuvası yer almaktadır. Bu yuvaya yerleştirilen jel kart resmi çekilmeye hazır demektir. Mekanizmanın içerisinde yer alan USB kamera ile çekilen görüntü yine mekanizma üzerinde yer alan USB kablosu ile bilgisayar ortamına aktarılmaktadır



Şekil 3.1. (a) Jel kart okuyucu mekanik kısım üstten görünüm.



Şekil 3.1. (b) Jel kart okuyucu mekanik kısım arkadan görünüm.

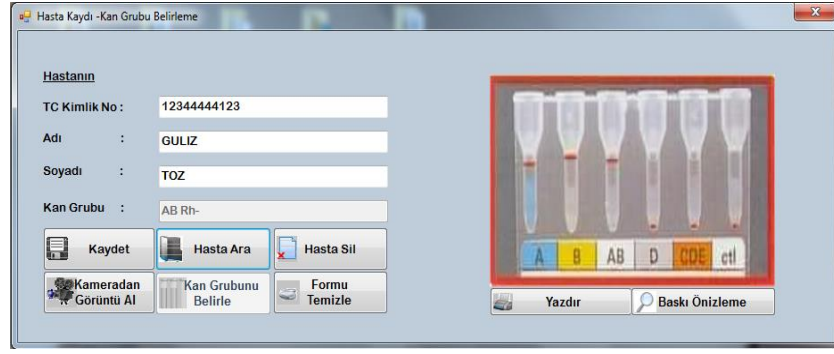
3.2. JEL KART OKUYUCU ARAYÜZ YAZILIMI

Jel kart okuyucu cihazdan gelen jel kart resimleri jel kart okuyucu yazılımı aracılığıyla işlenmekte ve hastanın kan grubu tespiti yapılmaktadır. Jel kart okuyucu arayüz yazılımının açılış ekranı aşağıdaki gibidir.



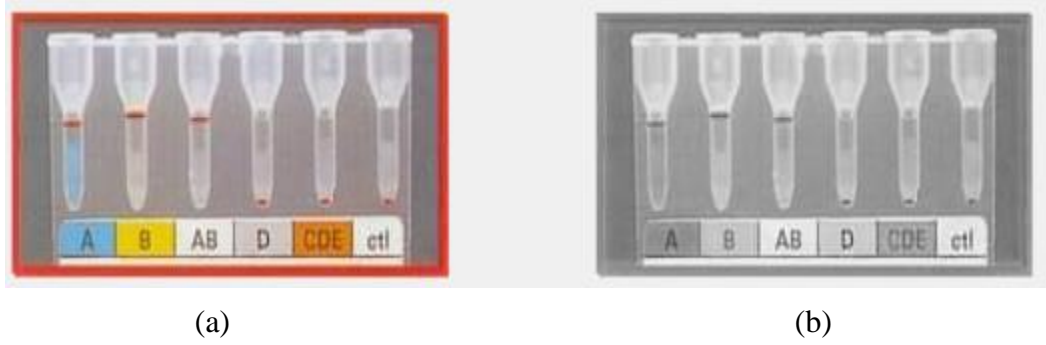
Şekil 3.2. Jel kart okuyucu arayüz yazılımı açılış ekranı.

Şekilde görüldüğü gibi jel kart okuyucu arayüz yazılımı hem işlevsel hem de mümkün olduğunca sade olarak tasarlanmıştır. Programın temel iki amacı vardır. Bunlardan biri hastanın jel kart resminden hastanın kan grubunun belirlenmesi diğeri ise hastaya ait bilgilerin kaydedilmesi ve gerektiğinde bu bilgilere ulaşılabilmesidir. Açılış ekranı üzerinde yer alan “Kameradan görüntü al” isimli buton jel kart okuyucu cihaz kamerasından görüntü alma işleminin yapılmasını sağlamaktadır. Cihazdan gelen jel kart görüntüsü yine aynı form üzerinde yer alan “Kan grubunu belirle” isimli buton yardımı ile kan grubu tespiti yapmakta ve istenirse bu bilgiler “Kaydet” butonu ile veritabanına kaydedilebilmektedir. Form üzerinde bulunan “Hasta Ara” butonu yardımıyla hastanın TC Kimlik numarası kullanılarak önceden kayıtlı hasta bilgilerine ulaşılabilmekte ve istenirse bu kayıtlar “Hasta Sil” butonu kullanılarak veri tabanından silinebilmektedir. “Formu Temizle” butonu gerekli olduğu durumlarda bütün alanları ilk kullanıma hazır hale getirmek için kullanılmaktadır. Form üzerinde bulunan “Baskı Önizleme” ve “Yazdır” butonları hastaya ait bilgilerin yazıcıdan çıktısının alınmasında kullanılmaktadır.



Şekil 3.3. Kaydedilmiş hasta bilgileri ve jel kart görüntüsü.

Çekilen jel kart üzerinde kan grubu tespiti görüntü işleme teknikleri kullanılarak yapılmaktadır. Bu görüntü işleme teknikleri şu sıra ile gerçekleştirilmektedir. İlk olarak kameradan elde edilen renkli görüntü gri tonlamalı seviyeye dönüştürülmektedir



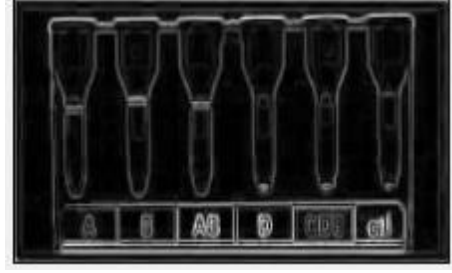
Şekil 3.4. a) Kameradan alınan renkli jel kart görüntüsü b) Renkli görüntünün gri seviyeye dönüştürülmüş hali.

Gri tonlamalı görüntü, 256 renk içinde her rengin tonu kadar gri tonları alması ile oluşan bir ölçektir [41]. Gri resimde her pikseldeki renk değeri belirli katsayılarla çarpılarak bir gri ölçek elde edilir.

$$G = (P(i,j)b + P(i,j)r + P(i,j)g) \quad (3.1)$$

Denklemden, P bir görüntüyü, i ve j bu görüntünün herhangi bir pikselini göstermek üzere; görüntünün $P(i,j)$ 'inci pikseli için gri ton değeri olan G , pikselin mavi, kırmızı ve yeşil katmanlarında yer alan renk değerlerinin sırasıyla b , r ve g katsayıları ile çarpılması ve bulunan değerlerin toplanması ile elde edilir. Bu çalışmada kullanılan gri tonlama parametreleri $b = 0.11$, $r = 0.3$ ve $g = 0.59$ olarak kullanılmıştır.

Elde edilen gri tonlamalı resim üzerinden kan grubu tespiti için aglütinasyon olan bölgelerin seçilmesi gerekmektedir. Resimdeki gürültüleri temizlemek ve daha net bir görüntü elde etmek amacıyla görüntüye medyan filtre uygulanmıştır. Daha sonra resimdeki bölgeleri seçmek amacıyla medyan filtre uygulanmış resme Sobel kenar algılama algoritması [41] uygulanmıştır. Bu uygulama sonucunda Şekil 3.5’ de yer alan resim aşağıdaki gibi elde edilmiştir.



Şekil 3.5. Sobel kenar algılama algoritması uygulaması.

Sobel algoritmasını hesaplariken 3 adet konvolusyon kerneli kullanılmıştır [41]. Bunlardan Çizelge 3.1’de verilen kernel yatay kenarları bulmaya yarar. Çizelge 3.2’de verilen kernel dikey kenarları bulmaya yarar. Çizelge 3.3 ve 3.4’de verilenler ise köşegen üzerinde bulunan kenarlar için kullanılmıştır.

Çizelge 3.1. Yatay Sobel Kernel.

1	0	-1
2	0	-2
1	0	-1

Çizelge 3.2. Dikey Sobel Kernel.

1	2	1
0	0	0
-1	-2	-1

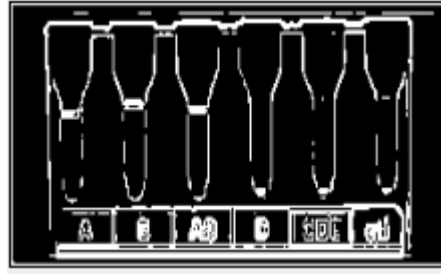
Çizelge 3.3. Sol Köşegen Sobel Kernel.

-2	-2	0
-2	0	2
0	2	2

Çizelge 3.4. Sağ Köşegen Sobel Kernel.

0	-2	-2
-2	0	2
2	2	0

Sonraki aşamada Sobel filtresinden geçirilmiş resim aglünitasyon bölgelerinin tespit edilebilmesi amacıyla otsu algoritması kullanılarak elde edilen eşik değeri kullanılarak ikilik resme dönüştürülmüştür (Şekil 7).



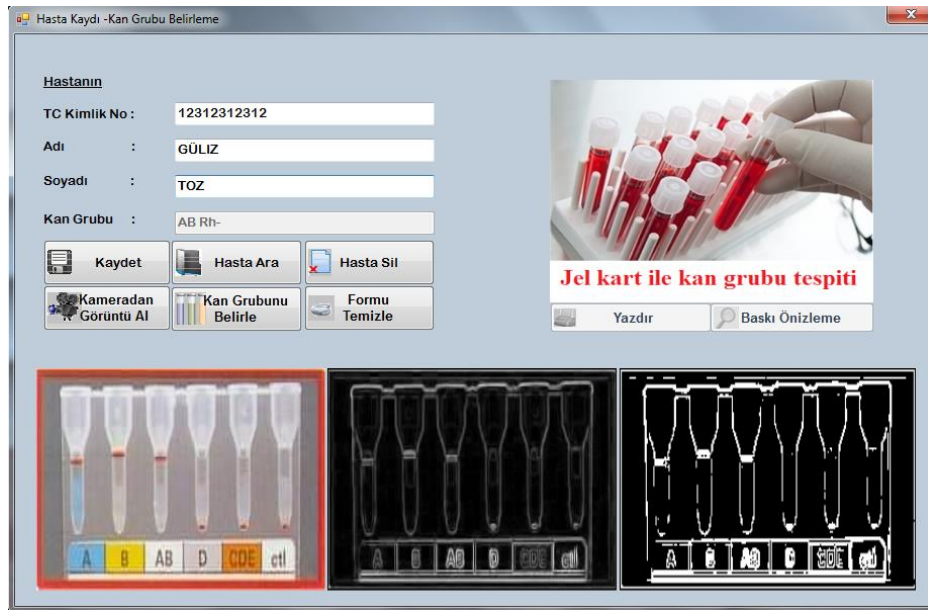
Şekil 3.6. İkilik hale dönüştürülmüş resim.

Şekil 3.6' da verilen resim üzerinden aglünitasyon bölgeleri beyaz renkli olarak net bir şekilde seçilebilmektedir. Bu çalışmada resim üzerinde aglünitasyonun varlığı araştırılırken Şekil 2.6'da (++++) ve (+++) ile ifade edilen pozitif aglünitasyon ile (-) ile verilen negatif aglünitasyon değerleri dikkate alınmıştır. Zayıf pozitif olarak tanımlanan aglünitasyon varlıkları ise değerlendirme dışında bırakılmıştır. Bu tür aglünitasyon içeren numuneler program tarafından hatalı numune olarak değerlendirilmekte ve testin tekrarı istenmektedir. Kan grubu tespitinin son aşaması ikilik resim üzerinden her bir tüpün ve bu tüpe ait aglunitasyon olması ihtimali olan üst ve alt uçlarının seçilmesi ve elde edilen sonuçların yorumlanarak kan grubu sonucunun bulunmasıdır. Test amaçlı kullanılan jel kartların ölçüleri standart (5x7 cm) olduğu için resim üzerinden tüpler ve bu tüplerin uç bölgelerine ait piksel sınır değerleri deneysel olarak tespit edilmiş ve program tarafından bilinmektedir. Program, her bir tüp için elde ettiği uç bölge görüntüleri üzerinden kan grubunu tespit etmek için ilk olarak bu alanlarda yer alan beyaz renkli piksel sayısını bulmakta ve bulunduğu bu değerleri önceden deneysel olarak tespit edilmiş ve ilgili bölgede aglünitasyonun varlığına kesin kanıt olacak bir eşik değeri ile karşılaştırmaktadır. Elde ettiği karşılaştırma sonucunu Denklem 2'de verilen kan grubu karar verme fonksiyonundan geçiren program nihai sonucu ekrana yansıtmaktadır.

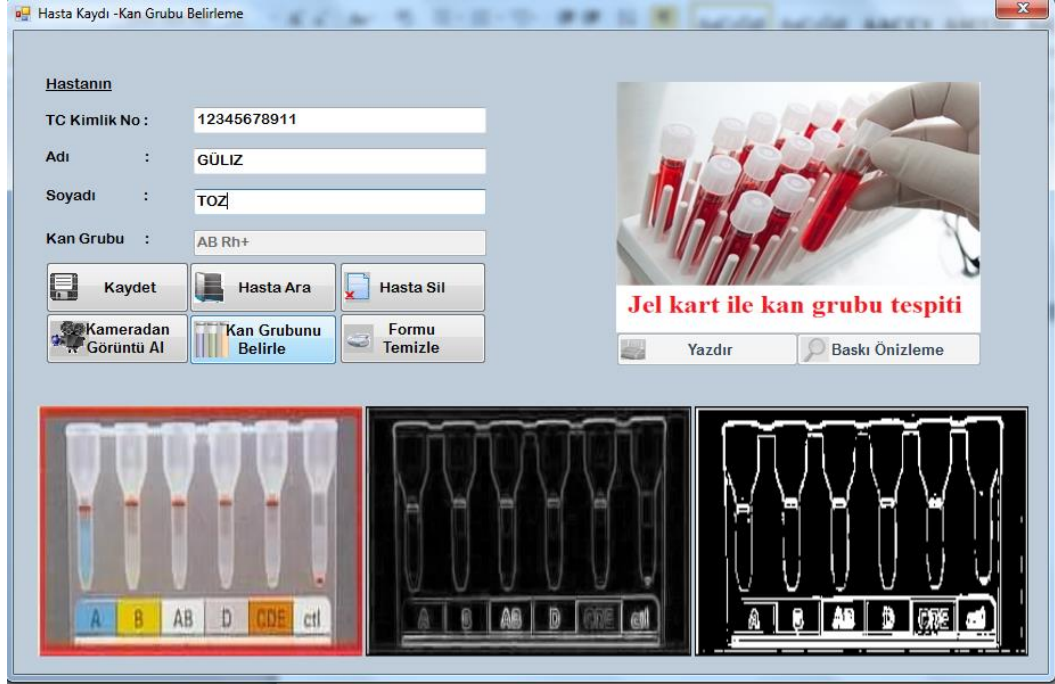
$$Kg = F(t_{A1}, t_{A2}, t_{B1}, t_{B2}, t_{AB1}, t_{AB2}, t_{D1}, t_{D2}, e) \quad (3.2)$$

Denklemden Kg , kan grubu sonucunu gösterirken $t_{A1}, t_{A2}, t_{B1}, t_{B2}, t_{AB1}, t_{AB2}, t_{D1}$ ve t_{D2} sırasıyla A, B, AB ve D tüpleri için alt ve üst uç noktalarında yer alan beyaz piksel sayısını, e ise eşik değeri olarak kullanılan beyaz piksel sayısını göstermektedir. Son olarak kullanılan F kan grubu tespiti yapmak amacıyla kullanılan karar verme fonksiyonudur.

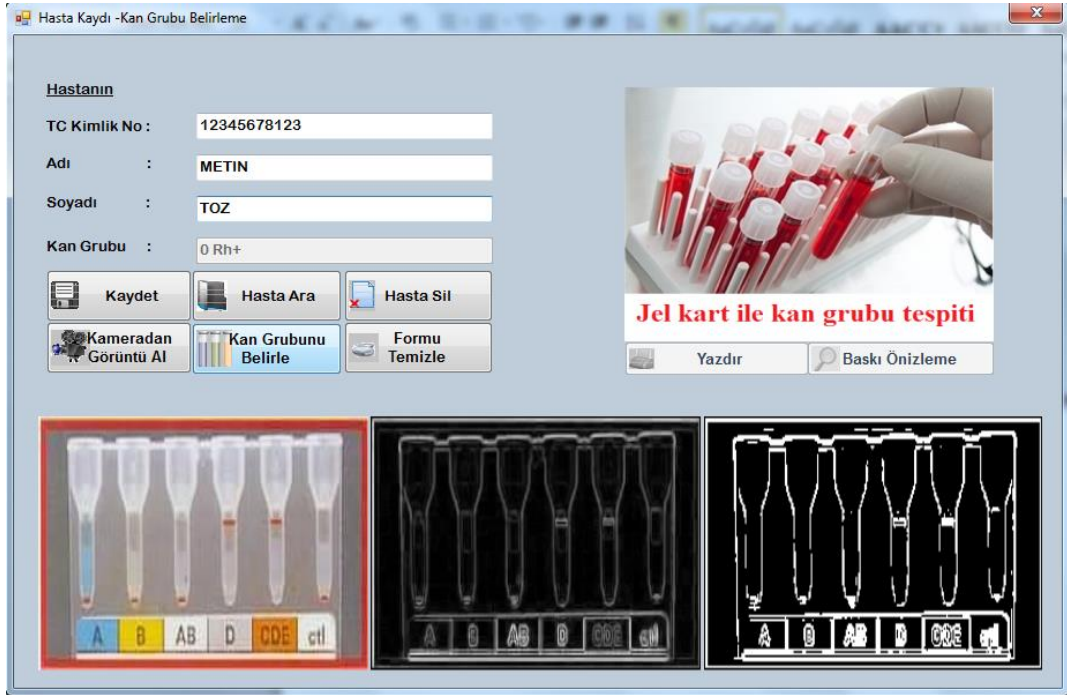
Bütün bu sayısal görüntü işleme teknikleri “Kan Grubunu Belirle” isimli butona basılması ile gerçekleştirilmekte ve hastanın kan grubu belirlenmektedir. Elde edilen sonuçlar jel kart resmi, sobel kenar algoritması uygulanmış hali ve ikilik resme dönüştürülmüş hali ile birlikte ana form üzerinde görüntülenmektedir. Programın test edilmesi amacıyla ABO ve RH kan grubu sistemlerinde yer alan tüm 8 kan grubu için her biri farklı bir kan grubu (A Rh(+), A Rh(-), B Rh(+), B Rh(-), AB Rh(+), AB Rh(-) ve O Rh(+), O Rh(-)) içeren 8 örnek jel test numuneleri kullanılmıştır. Hastanın Şekiller 3.7-3.14’de her bir kan grubu için programın elde ettiği sonuçlar gösterilmiştir.



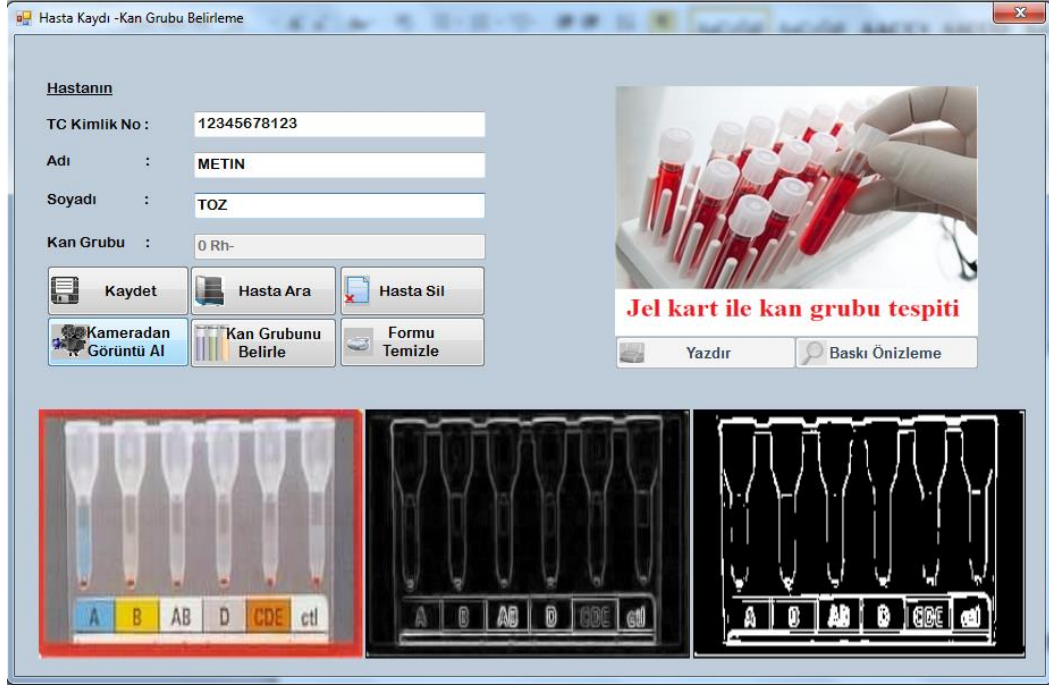
Şekil 3.7. AB Rh (-) kan grubu için elde edilen test sonucu.



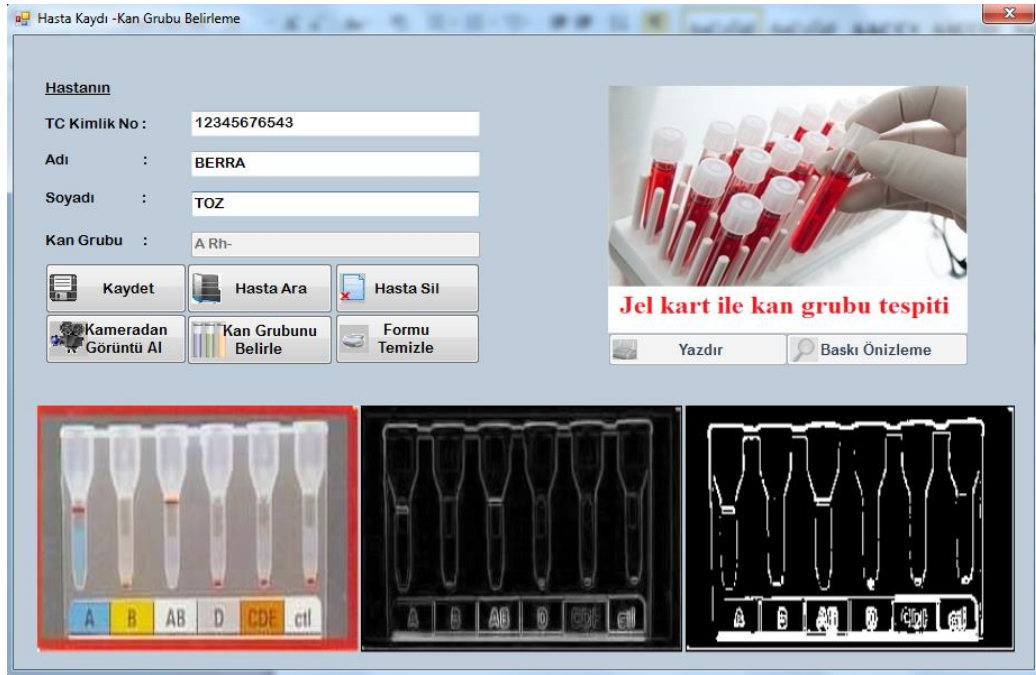
Şekil 3.8. AB Rh (+) kan grubu için elde edilen test sonucu.



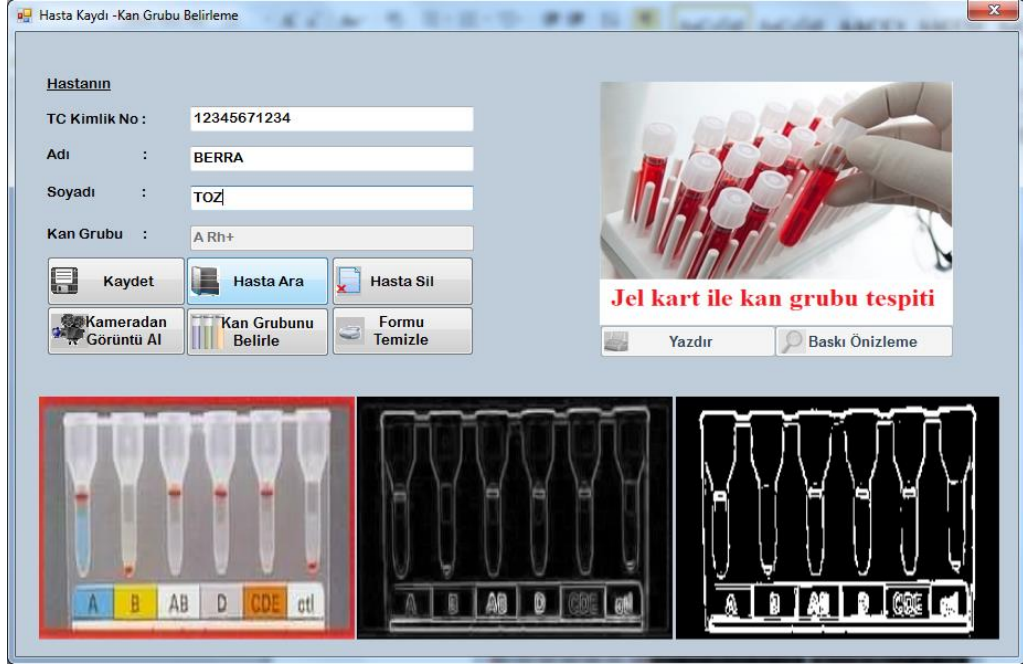
Şekil 3.9. O Rh (+) kan grubu için elde edilen test sonucu.



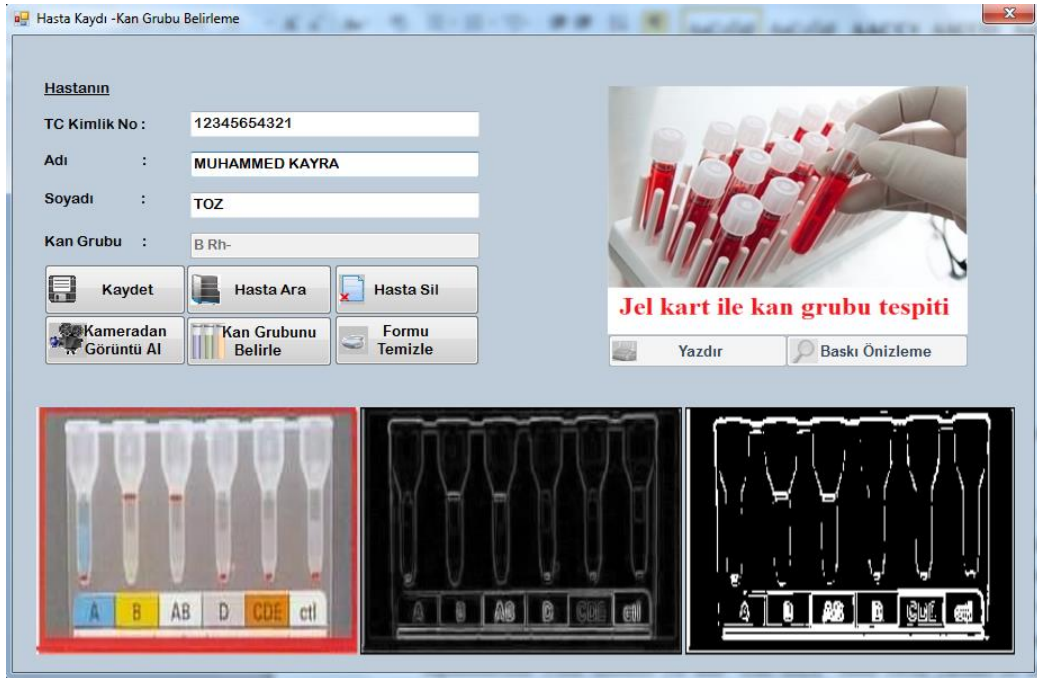
Şekil 3.10. O Rh (-) kan grubu için elde edilen test sonucu.



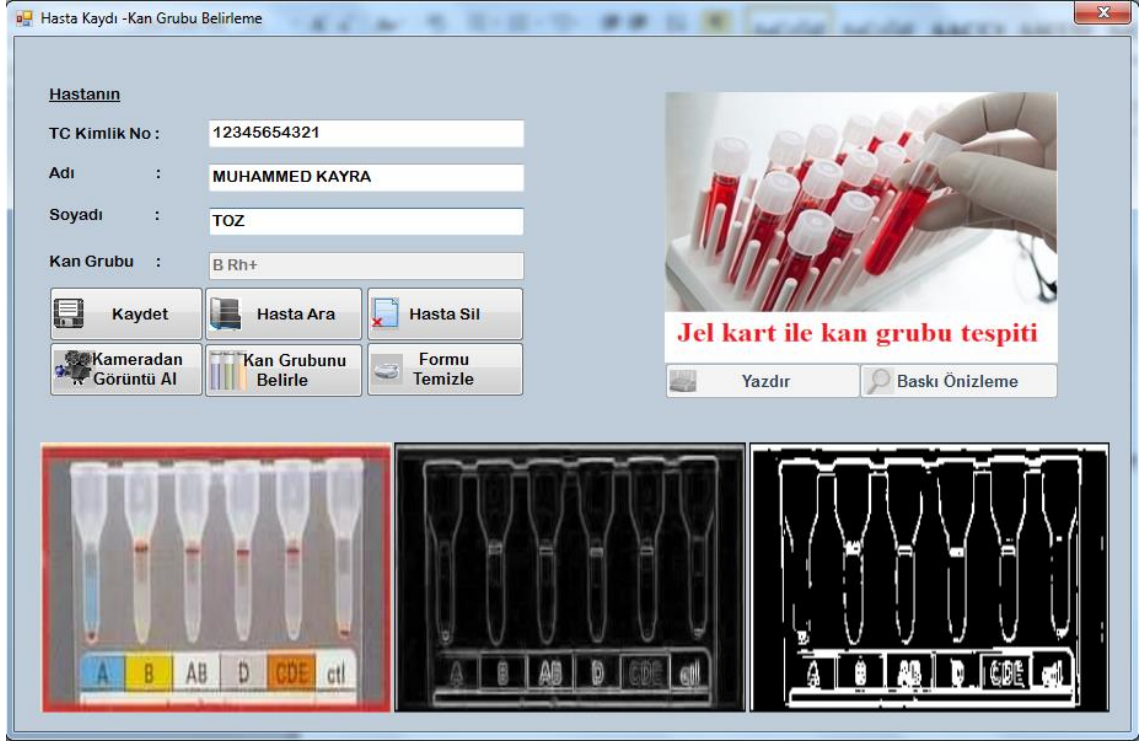
Şekil 3.11. A Rh (-) kan grubu için elde edilen test sonucu.



Şekil 3.12. A Rh (+) kan grubu için elde edilen test sonucu.



Şekil 3.13. B Rh (-) kan grubu için elde edilen test sonucu.

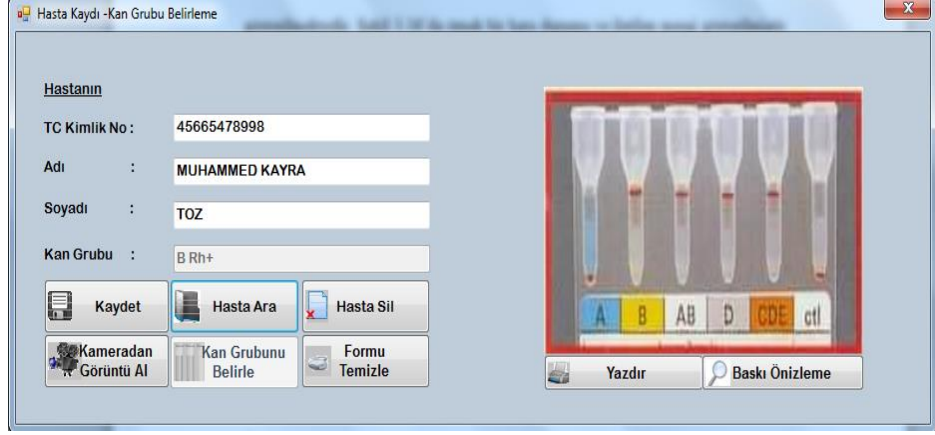


Şekil 3.14. B Rh (+) kan grubu için elde edilen test sonucu.

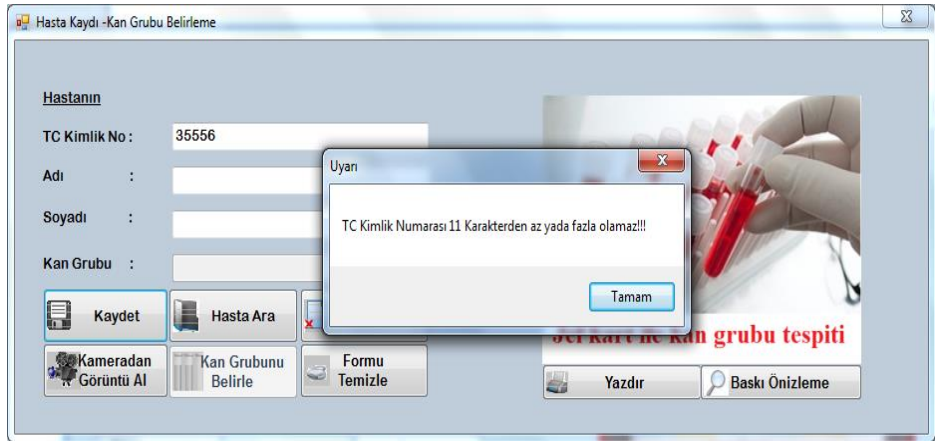
Elde edilen sonuçlar geliştirilen yazılımın tüm kan grupları için kan grubu tespitini yüksek doğruluk oranı ile gerçekleştirebildiğini göstermiştir.

Yazılımın ikinci kısmı hasta ve test sonucu ile ilgili kısımdır. Açılış ekranı üzerinde yer alan “Kaydet isimli buton” o an aktif olan hastanın tüm bilgileri ile birlikte kaydedilmesini sağlar. Hastanın kan grubu kaydedilirken sadece kan grubu bilgisi değil aynı zamanda jel kart resmi de kaydedilerek ileride herhangi bir ihtiyaç anında test yapılmasına gerek kalmadan jel karttaki aglünitasyonların görülmesi imkanını sağlanmaktadır. Form üzerinde yer alan “Eski Kayıt” isimli buton yardımı ile daha önceden kan grubu testi yapılmış bir hastanın tüm bilgilerine ulaşılabilir. Hastanın T.C. kimlik numarası bu kayda ulaşılabilmesi için yeterlidir. Hastanın bilgileri ana ekran üzerine jel kart fotoğrafı ile birlikte getirilmektedir. Şekil 3.15’de örnek bir uygulama gösterilmiştir. Form üzerinde yer alan “Sil” isimli buton o an aktif olan hastanın tüm kayıtlarının programdan silinmesi amacıyla kullanılmaktadır.

Son olarak jel kart okuyucu arayüz programı birçok kullanıcı kaynaklı hataya karşı kontroller içermektedir ve mümkün olduğunca kullanıcıya basit, sade ve hatasız bir kullanım ortamı sunmaktadır. Oluşan hatalar mesaj bilgi formları ile kullanıcıya gösterilmektedir. Şekil 3.16’da örnek bir hata durumu ve iletilen mesaj gösterilmiştir.



Şekil 3.15. Kayıtlı hasta test sonucunun görüntülenmesi.



Şekil 3.16. Örnek bir hata durumu ve iletilen mesaj.

Bu bölümde tez çalışması kapsamında geliştirilen jel kart okuyucu cihaz ve bu cihaz için hazırlanan arayüz programı tanıtılmıştır. Bir sonraki bölümde tez çalışmasından elde edilen sonuçlar ve önerilere yer verilmiştir.

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu tez çalışmasında ülkemizde kan grubu tespiti yapan hemen her kurumda kullanılan jel kart kan gruplama sisteminin bir parçası olan jel kart okuyucu cihaz ve jel kart okuyucu cihaz arayüz yazılımı gerçekleştirilmiştir. Jel kart okuyucu cihazın mekanik kısmı Biomekatronik Sağlık Hizmetleri Limited Şirketi firması tarafından kendi atölyelerinde gerçekleştirilmiştir. Arayüz yazılımı ise Düzce Üniversitesi FBE Elektrik Elektronik ABD'da gerçekleştirilmiştir. Hem geliştirilen cihaz hem de yazılım test edilmiş ve her ikisinin de yüksek doğruluk oranı ile çalıştığı görülmüştür. Geliştirilen yazılım kan grubu tespiti için üzerinde 6 tüp bulunan jel test numunelerini kullanmaktadır. Bu yazılım ile ilk olarak numunelerin çekilen resimleri programa aktarılmakta ve devamında sayısal görüntü işlemleri teknikleri ile numunenin kan grubu tespiti yapılmaktadır. Geliştirilen yazılım ayrıca hasta ve kan grubu ile ilgili bilgi ve jel kart resminin kaydedilmesi ve gerektiğinde ulaşılması işlemlerini de yapmaktadır.

Bu tez çalışması ile her ne kadar jel kart sisteminin üç bileşeninden biri olan jel kart okuyucu kısmı gerçekleştirilmiş olsa da jel kart kan grubu belirleme sisteminin ülkemizde bir bütün olarak üretilebilmesi için diğer iki kısmı, jel kart inkübatör ve jel kart santrifüj'ün de geliştirilmesi gerekmektedir. Konu ile ilgili araştırmacılara bu iki sistemin geliştirilmesi ile ilgili çalışmalar yapılması tez yazarının ve danışman hocasının önerisidir.

5. KAYNAKLAR

- [1] Gürkan A., İstanbul ili genel cerrahi kliniklerinde kan ve kan ürünlerinin kan bankasından alınması, saklanması, kullanılması ve yeniden değerlendirilmesiyle ilgili uygulamaların saptanması, *Yüksek Lisans Tezi*, Marmara Üniversitesi, (1998).
- [2] Anonim, <http://www.redcrossblood.org/learn-about-blood/history-blood-transfusion> (Erişim Tarihi: 4 Aralık 2013).
- [3] Anonim, http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/medicine/laureates/1930/ (Erişim Tarihi: 12 Kasım 2013).
- [4] Okroi, M., and Mccarthy, L. J., The Original Blood Group Pioneers: *The Hirszfelds, Transfusion Medicine Reviews*, 24, (2010) 244-246.
- [5] Malomgre, W., and Neumeister, B. Recent and Future Trends in Blood Group Typing, *Anal Bioanal Chem*, 393, (2009) 1443-1451.
- [6] Landsteiner, K., and Wiener, A. S., An Agglutinable Factor in Human Blood Recognized by Immune Sera for Rhesus Blood, *Exp Biol Med (Maywood)*, 43, (1940) 223.
- [7] Şentuna, C., Rh Gen frekansları yönünden Türkiye'nin yeri, *Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi*, 30, (1982) 153-179.
- [8] Kim S. W., Kim N. S., Dynamic Characteristics of Suspension Bridge Hanger Cables Using Digital Image Processing, *NDT & E International*, 59, (2013) 25-33.
- [9] Adelkhani A., Beheshti B., Minaei S., Javadikia P., Ghasemi-Varnamkhasti M., Taste characterization of orange using image processing combined with ANFIS, *Measurement*, 46, (2013) 3573-3580.
- [10] Shi Q., Ishii H., Konno S., Kinoshita S., Takanishi A., Image processing and behavior planning for robot-rat interaction, *4th IEEE RAS & EMBS International Conference on Biomedical Robotics and Biomechatronics (BioRob)*, (2012) 967-973.

- [11] Statella T., Pina P., Antônio Da Silva E., Image processing algorithm for the identification of martian dust devil tracks in moc and hirise images, *Planetary and Space Science*, 70, (2012) 46-58.
- [12] Kouloulis V. E., Dardoufas C. E., Kouvaris J. R., Antypas C. E., Sandilos P. H., Matsopoulos G. K., Vlahos L. J., Use of image processing techniques to assess effect of disodium pamidronate in conjunction with radiotherapy in patients with bone metastases, *Acta Oncologica*, 41, (2002) 169–174.
- [13] Moore S. T., Haslwanter T., Curthoys I. S., Smith S. T., A Geometric basis for measurement of three-dimensional eye position using image processing, *Vision Research*, 36, (1996) 445-459.
- [14] Van Der Vorst J. R., Van Dam R. M., Van Stiphout R. S., Van Den Broek M. A., Hollander I. H., Kessels A. G., Dejong C. H., Virtual liver resection and volumetric analysis of the future liver remnant using open source image processing software, *World Journal of Surgery*, 34, (2010) 2426-2433.
- [15] Weidenbach M., Wick C., Pieper S., Redel D. A., Augmented reality in echocardiography. A new method of computer-assisted training and image processing using virtual and real three-dimensional data sets, *Zeitschrift für Kardiologie*, 89, (2000) 168-175.
- [16] Sharma P., Nirmala S. R., Sarma K. K., Classification of retinal images using image processing techniques, *Journal of Medical Imaging and Health Informatics*, 3, (2013) 341-346.
- [17] Lin Q., Liang Z., Duan C., Ma J., Li H., Roque C., Yang J., Zhang G., Lu H., He X., Motion correction for mr cystography by an image processing approach, *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, 60, (2013) 2401-2410.
- [18] Şirikçi A., Bayazit Y. A., Kervancioğlu S., Ozer E., Kanlıkama M., Bayram M., Assessment of mastoid air cell size versus sigmoid sinus variables with a tomography-assisted digital image processing program and morphometry, *Surgical and Radiologic Anatomy*, 26, (2004) 145–148.

- [19] Benetazzo L., Bizzego A., De Caro R., Frigo G., Guidolin D., Stecco C., 3D reconstruction of the crural and thoracolumbar fasciae, *Surgical and Radiologic Anatomy*, 33, (2011) 855-862.
- [20] Fathima S. M. N., classification of blood types by microscope color images, *International Journal of Machine Learning and Computing*, 3, (2013) 376-379.
- [21] Ferraza A., Carvalho V., Soares F., Development of a human blood type detection automatic system, *Procedia Engineering*, 5, (2010) 496-499.
- [22] Dolmashkin A., Dubrovskii V. A., Zabenkov I. V., Blood group typing based on recording the elastic scattering of laser radiation using the method of digital imaging, *Quantum Electronics*, 42, (2012) 409-416.
- [23] Swarup D., Dhot P. S., Kotwal J., Verma A. K., comparative study of blood cross matching using conventional tube and gel method, *Medical Journal Armed Forces India*, 64, (2008) 129-130.
- [24] Anonim <http://www.kanver.org/Detay.aspx?id=4> (Erişim Tarihi: 12 Kasım 2013).
- [25] Blood group serology: Modül 3, *WHO Press, World Health Organization*, 20 Avenue Appia, 1211 Geneva 27, Switzerland, 2009
- [26] Table of blood group systems v3.0. *International Society of Blood Transfusion*. October 28, 2012.
- [27] Kath Hearnshaw, Understanding the blood group system and blood transfusions, *Nursing Times*, 100(45), 38-41, 2004
- [28] Anonim <http://anatomycorner.com/main/image-gallery/blood-type-analysis/>, (Erişim Tarihi: 18 Kasım 2013).
- [29] Anonim, http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Uygunluk%20Test.pdf, (Erişim Tarihi: 3 Aralık 2013)
- [30] Anonim, http://www.kmtd.org.tr/pdf/kan_gruplarinin_saptanmasi.pdf, (Erişim Tarihi: 10 Kasım 2013)
- [31] Theodore R., Comparison of the gel (diamed-id micro typing system) and tube agglutination cross-match in transfusion medicine, *Tshwane University Of Technology*, 2007.

- [32] Lapiere, Y., Rigal, D., Adam, J., Josef, D., Meyer, F., Greber, S., and Drot, C. The gel test: a new way to detect red cell antigen-antibody reactions, *Transfusion*, 30, (1990) 109-113.
- [33] Anonim, <http://megadiagnostik.com.tr/page85a.html> (Erişim Tarihi:10 Aralık 2013)
- [34] Anonim, <http://www.gokselmedical.com/WEB/DIAMED.doc> (Erişim Tarihi: 7 Aralık 2013)
- [35] Anonim, <http://www.palms.com.au/education/transfus/grouping.shtml> (Erişim Tarihi: 17 Kasım 2013)
- [36] Karakoç M., Görüntü işleme, teknolojiler ve uygulamaları, *Akademik Bilişim Konferansı 2012*, Uşak Üniversitesi, 1-3 Şubat 2012, Uşak.
- [37] Karakoç M, İnternet üzerinde görüntü işleme, *XVI. Türkiye'de İnternet Konferansı*, Ege Üniversitesi, 30 Kasım-2 Aralık 2011, İzmir.
- [38] Bayram, B., Sayısal Görüntü İşleme, Ders Notları, İstanbul.
- [39] Bernd J., *Practical Handbook on Image Processing for Scientific Applications*,CRC Press, (1997).
- [40] Samtaş G.,Gülesin M., Sayısal görüntü işleme ve farklı alanlardaki uygulamaları, *Electronic Journal of Vocational Colleges*, (2012) 85-97.
- [41] Gonzalez, R.C., Woods, R., *Digital Image Processing*, Prentice-Hall, (2008).
- [42] Kurtulmuş F., olgunlaşmamış şeftali meyvesini doğal bahçe koşullarında alınmış görüntülerde görüntü işleme teknikleri ve yapay sınıflandırıcılarla saptayarak sayan algoritmaların geliştirilmesi, *Doktora Tezi*, Uludağ Üniversitesi,(2012).
- [43] Russ, J.C.. *The image processing handbook*. CRC Press, (2011).
- [44] Akar, F.. Şablon eşleme yöntemi ile plaka tanıma ve değerlendirme sistemi. *Doktora Tezi*, Atatürk Üniversitesi, 2009.
- [45] Karakuş, D.. Görüntü analiz yöntemleri ile kayaçların yapısal özelliklerinin Tanımlanması, *Doktora Tezi*, Dokuz Eylül Üniversitesi, 2006.

[46] Lei, B.J., Hendriks, E.A., Reinders, M.J.T. *On feature extraction from images. Technical Report*, MCCWS Project, Information and Communication Theory Group, Tudeft, (2006).

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Soyadı, adı : Toz, Güliz
Uyruğu : T.C.
Doğum tarihi ve yeri : 25.12.1978 -Balıkesir
Telefon :
Faks :
E-posta : glz.toz@gmail.com

EĞİTİM

<i>DERECE</i>	<i>EĞİTİM BİRİMİ</i>	<i>MEZUNİYET</i>
<i>TARİHİ</i>		
Lisans	KOÜ TEF Bilgisayar Öğretmenliği	2006
Lise	Ankara Fatih Lisesi	1995

Yabancı Dil

İngilizce (YDS : 60)

Yayınlar

1. Toz G.,Erdoğan P.,Donmez K.,Jel Test Yöntemi ile Kan Grubu Tespiti için Bir Yazılım Tasarımı, *İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi*,(2013) 100-109.