

JEL TEST YÖNTEMİ İLE KAN GRUBU TESPİTİ İÇİN BİR YAZILIM TASARIMI

Güliz TOZ¹ Pakize ERDOĞMUŞ^{2*} Kadri DÖNMEZ³

¹ Düzce Üniversitesi, FBE, Elektrik Elektronik Müh. A.B.D., 81620, Düzce, TÜRKİYE

² Düzce Üniversitesi, Mühendislik Fak., Bilgisayar Müh. Bölümü, 81620, Düzce, TÜRKİYE

³ İstanbul Biyoteknoloji ve Medikal Kümelenme Derneği, Kadıköy/İstanbul, TÜRKİYE

Özet- 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 çalışmada jel kan gruplama sisteminin ülkemizde üretilebilmesi amacıyla bu sistemin bir parçası olan jel test okuyucu cihazının arayüz yazılımı geliştirilmiştir. 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 işleme teknikleri ile numunenin kan grubu tespiti yapılmaktadır. Geliştirilen 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 Kelimeler- Kan grubu, jel test yöntemi, arayüz tasarımı.

A SOFTWARE DESIGN FOR BLOOD GROUPING BY USING GEL TEST METHOD

Abstract- 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 study a 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. 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.

Key Words- Blood groups, gel test method, user interface design.

* pakizeerdogmus@duzce.edu.tr

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Kan grubunu belirleme işlemi temel olarak kırmızı kan hücrelerinde hangi antijenlerin var olduğunun tespit edilmesi olarak tanımlanabilir [1]. Bu tanıma göre kan grubu sistemi, insan kanındaki antijenlerin varlığı veya yokluğu esasına dayalı bir sınıflandırma sistemidir. Karl Landsteiner'in 1900 yılında keşfettiği ABO kan grubu sistemi 1907 yılında Dr. Ludwik Hirsfeld ve Dr. Emil Von Dungern tarafından A, B, AB ve O kan grubu sistemi olarak yeniden adlandırılmıştır [2]. Kan gruplarının tespiti konusunda gerçekleştirilen çalışmalardan en önemlilerinden biri de 1940 yılında Landsteiner ve Wiener tarafından yapılan çalışmadır [3]. 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 [3]. 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 [4].

Kan gurubu belirleme işleminde standart olarak A, B ve D(Rh) antijenleri için testler gerçekleştirilir. Bunların dışında kalan antijenler için testler ancak özel durumlarda gerçekleştirilmektedir [1]. 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. Tablo 1'de 8'li 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.

Tablo 1. Kan grupları ve bu gruplar arasında genel olarak yapılabilecek transfüzyon eşleştirmeleri (Blood groups and transfusion mappings which can be generally done between these groups)

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

1900'lü yıllardan günümüze kan gruplarının tespiti konusunda birçok farklı yöntem geliştirilmiştir. Geliştirilen yöntemlerin önemli bir çoğunluğu antijen ve antikor arasındaki etkileşimi temel alır. Buna göre bu etkileşimin sonucunda kırmızı kan hücrelerinde aglütinasyon gerçekleşmişse pozitif sonuç, gerçekleşmemişse de negatif sonuç şeklinde bir değerlendirme yapılır. Literatürde kan grubu tayini için kullanılan ilk yöntem slayt yöntemidir. Bu yöntemde hastanın kanı bir lam üzerinde özel antiserumlarla ayrı ayrı karıştırılır ve elde edilen sonuçlar yorumlanarak kan grubu tespiti yapılmış olur [1]. Diğer bir yöntem ise tüp metodudur. Bu yöntemin birden fazla alt versiyonu vardır ama temel olarak hasta veya donör kanının bir tüp içerisinde antikorlar ile etkileşimine dayanır [1]. Kan grubu tespiti için kullanılan yöntemlerin en önemlilerinden biri de bu çalışmanın da esasını teşkil eden jel test yöntemidir. Bu yöntem Lapierre ve diğ. [5] 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 plastik bir kart üzerine sabitlenmiştir. Mikrotüplerin bir ucu konik diğer kısmı ise bu uca nazaran daha geniştir

[6]. Tüplerin içinde test amaçlı kullanılacak maddeyi içeren bir jel vardır. Bu jel sadece aglütine olmayan kırmızı kan hücrelerinin geçişine izin verir ve bu hücreler santrifüj işlemi sırasında jel tabakasını geçerek konik kısımda çöker. Aglütine olmuş kırmızı kan hücreleri ise üst kısımda kümeler oluşturur [6].

Jel test yöntemi ilk olarak DiaMed (Cressier, İsviçre) tarafından ticarileştirilmiştir [1]. Bu testlerin kullanılışı şu şekildedir. İlk olarak jel testlerdeki renkli antikorların üzerine numune ilave edilmektedir. Devamında 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 çizgi jelin dibinde ise antikor dipte toplanmıştır ve mikrotüp içinde antijen yoktur. Renkli çizgi üstte toplanmış ise antikor ve antijen birleşerek kompleks oluşturmuştur ve numune içinde antijen vardır. Bu test metodunun kullanılabilmesi için üç adet temel cihaza ihtiyaç vardır. Bu cihazlar jel test santrifüj, jel test inkübatör ve jel test okuyucudur. Bu çalışmada 6 mikrotüplü jel testlerin çalışmasına uygun jel test okuyucu cihaz için bir arayüz yazılımı geliştirilmiştir. Bu yazılım test sonuçlarının jel testler üzerinden okunması ve yorumlanması işlemlerini gerçekleştirmektedir. Yazılım test sonuçlarının çekilen fotoğrafların üzerinde görüntü işleme tekniğini kullanarak kan grubu tespitini sağlayacaktır. Görüntü işleme özellikle bilgisayar teknolojisindeki hızlı gelişime paralel olarak kullanım alanı hızla artan bir bilim alanıdır. Öyle ki günümüzde inşaat mühendisliğinden [7] ziraat mühendisliğine [8], robotikten [9] uzay araştırmalarına [10] kadar oldukça yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Görüntü işleme teknikleri tıp alanında da oldukça önemli çalışmaların gerçekleştirilmesinde kullanılmaktadır. Bu çalışmalara örnek olarak onkoloji [11], göz hastalıkları [12], cerrahi işlemler ve kardiyovasküler sistem [13-14] 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 [15] çalışmalarında görüntü işleme tekniğini retina hastalıklarının bilgisayar yoluyla tespit edilmesi için retina görüntülerinin sınıflandırması amacıyla kullanmışlardır. Lin ve diğerleri [16] çalışmalarında, mesane kanserlerinin tespiti için kullanılan MR çekimlerinde görüntülerin iyileştirilmesi için görüntü işleme tekniğini kullanmışlardır. Şirikçi ve arkadaşları [17], 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 [18] çalışmalarında bacağa 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 [19] 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 [20] 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 [21] lazer ışığı radyasyonunu ve görüntü işleme tekniğini birlikte kullanarak kan grubunun tespitinin mümkün olabileceğini göstermişlerdir. Swarup ve diğerleri [22] bu projenin de konusu olan jel test yöntemi ile geleneksel tüp yöntemini karşılaştırmak amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Yazarlar jel test yöntemi olarak DiaMed firmasının “micro typing gel method” isimli yöntemini kullanmışlar ve bu yöntemin geleneksel tüp yönteminden daha hızlı ve kabul edilebilir olduğunu ifade etmişlerdir. Bu çalışmada da literatüre paralel olarak kan grubu tespiti için jel testlerinin sonuçlarının yorumlanması için görüntü işleme teknikleri kullanılmıştır.

Çalışmanın ikinci bölümde jel test yöntemi, üçüncü bölümde ise bu yöntem ile kan grubu tespiti için geliştirilen yazılım tanıtılmıştır. Bu bölümde ayrıca yazılımın çalışması bir uygulama ile

örneklendirilmiştir. Çalışmanın son bölümde ise çalışmadan elde edilen sonuçlar ve yazarların konu ile ilgili araştırmacılara önerilerine yer verilmiştir.

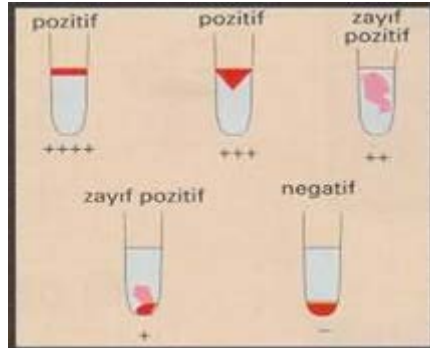
2. JEL TEST YÖNTEMİ (JEL TEST METHOD)

Jel test yöntemi kan grubu belirleme amacıyla son zamanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu yöntemle kan grubu tespiti yapılırken üzerinde 6 tane tüp bulunan plastik kartlar kullanılmaktadır. Bu kartlar 5x7 cm ölçüsündedirler ve kart üzerinde yer alan tüplerin ağız kısımları geniş uç kısımları konik yapıdadır [6]. Şekil 1 de örnek bir kart görüntüsü verilmiştir.



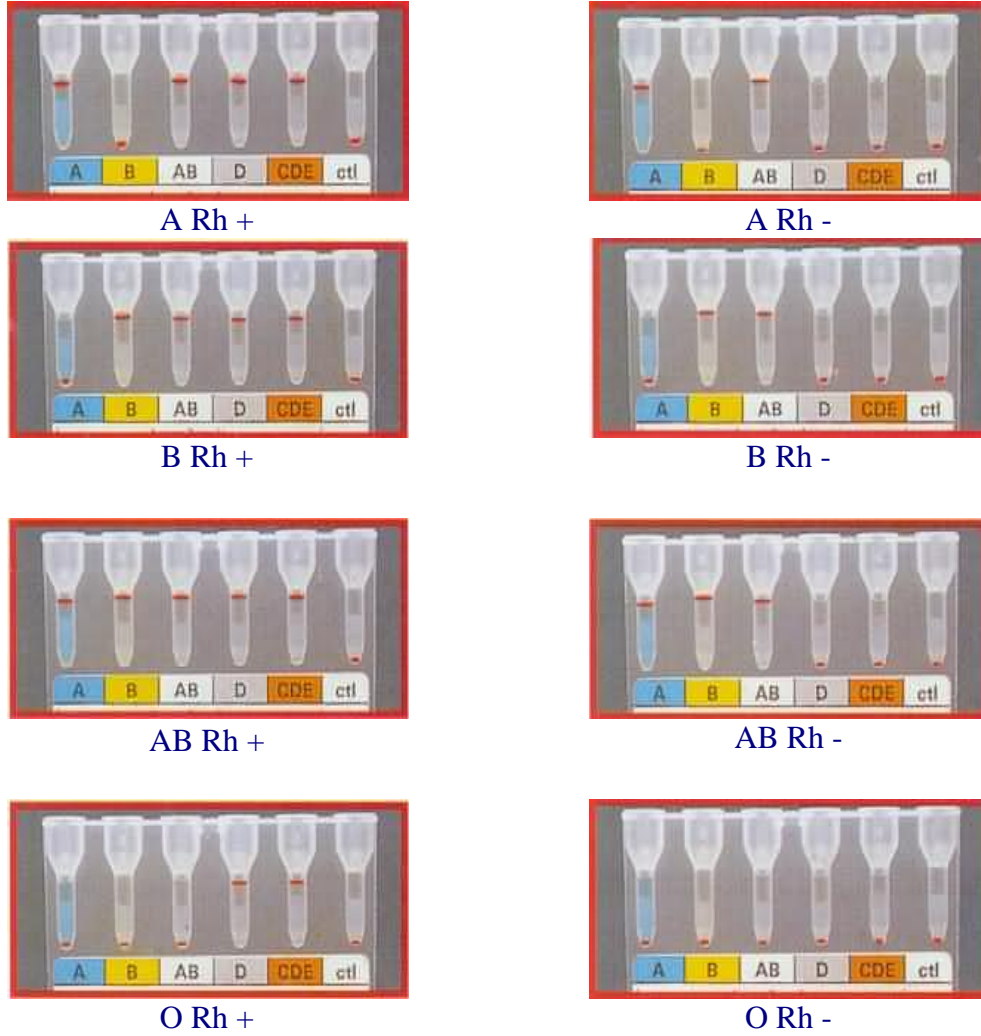
Şekil 1. Örnek Jel Kart [23,24] (A sample Gel Card)

Jel kart tüplerinin içerisinde aglutine olmayan kan hücrelerinin geçişine izin verecek özellikte bir jel bulunur. Bu jel aglutine olan kırmızı kan hücrelerinin geçişini engelleyerek numune içerisinde yer alan antikor tiplerinin tespit edilmesini sağlar. Tüplerin içerisinde yer alan jel Sephadex-G 100 maddesini içerir ve bu madde başlangıçta toz halinde olduğu için kullanılmadan önce buffer olarak adlandırılan bir madde ile karıştırılarak jel halini alması sağlanır [6]. Kullanılacağı testin özelliğine göre serum fizyolojik veya LISS (Low Ionic Strength Solution), buffer olarak kullanılır [6]. Kan grubu testinde kullanılan jel kartlar buffer ile yıkama ve kan grubu tespiti yapılacak olan numunenin eklenmesi işlemlerinden sonra standart bir santrifüj işlemine tabii tutulur. Santrifüj işlemi standart olarak 70xg'de 10 dakika yapılır [24]. 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.



Şekil 2. Jel kart tüplerinde aglütinasyon değerlendirme [24] (Agglutination ratings in gel card tubes)

Kan grubu tespiti yapılırken hasta kanında yer alan 3 farklı antijenin A, B ve D(Rh) varlığı araştırılır. Bu çalışmada kullanılan Diamed firmasına ait Jel kart kiti üzerinde yer alan tüpler sırasıyla A, B, AB, D, CDE ve ctl tüpleri olarak isimlendirilmişlerdir. Bu tüplerden ilk 4 tüpün her biri A, B, AB kan grupları ile Rh faktörünün tespiti için kullanılmaktadır. Diğer iki tüpten biri olan CDE; Rh faktörünün detaylı değerlendirilmesinde kullanılırken ikincisi ctl kontrol tüpüdür. Aşağıda Diamed firmasına ait jel kart kitleri ile elde edilmiş 8 farklı kan grubu için örnek test sonuçları sunulmuştur [24].

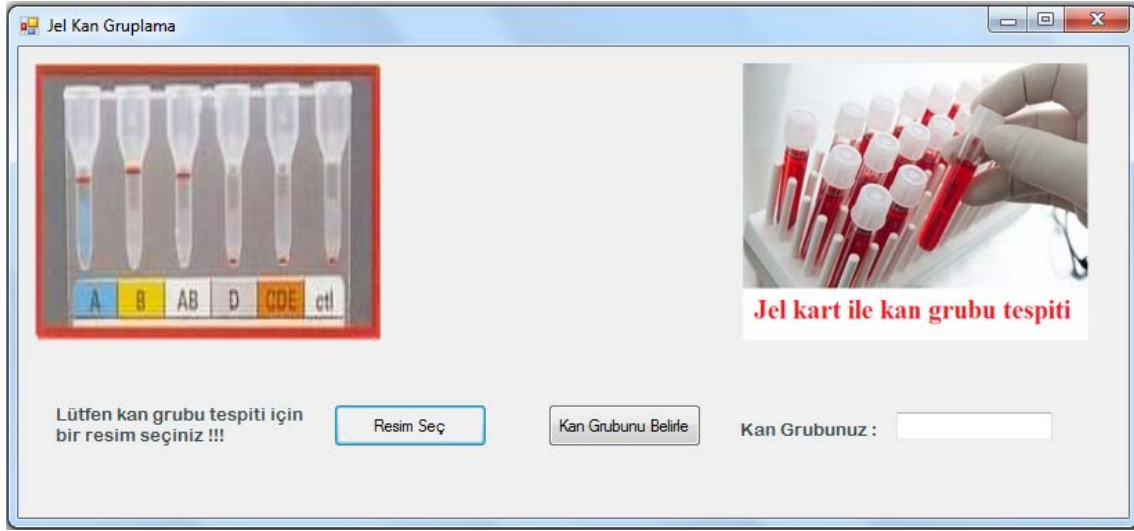


Şekil 3. Diamed firmasına ait kitler ile elde edilmiş 8 farklı kan grubu için örnek test sonuçları [24] (Sample blood grouping test results obtained by Diamed gel cards)

3. JEL TEST YÖNTEMİ İÇİN JEL KART OKUYUCU YAZILIMI (JEL CARD READER SOFTWARE FOR JEL TEST METHOD)

Bu çalışmada jel test yöntemi ile kan grubu tespiti yapılabilmesi için gereken üç temel cihazdan biri olan jel test okuyucu cihaz için bir arayüz yazılımı geliştirilmiştir. Geliştirilen yazılımın temel görevi kan grubu tespiti için hazır hale gelmiş 6 tüplü jel kartların görüntülerinin, görüntü işleme teknikleri ile işlenmesi ve kan grubu sonucunun tespit edilmesidir. Burada şunu belirtmek gerekir ki bu yazılım bir son kullanıcı arayüz programı değil ancak bir kan grubu tespiti için görüntü işleme arayüzüdür. Bu nedenle bu yazılımda kan grubu tespiti yapılan hasta ile ilgili verilerin alınması, kaydedilmesi ve hastane otomasyonları ile entegrasyon işlemleri yer almamaktadır. Bu tür işlemlere bir diğer çalışma kapsamında

geliştirilecek olan son kullanıcı arayüz programında yer verilecektir. Jel kart okuyucu cihaz arayüz programının açılış ekranı Şekil 4’te verilmiştir.



Şekil 4. Jel kart okuyucu cihaz arayüz programının açılış ekranı (Start screen of Gel card reader device interface software)

Kan grubu tespiti için arayüz üzerinde iki temel işlem için iki buton yer almaktadır. Bunlardan “Resim Seç” isimli buton programın kurulu olduğu cihaza bağlı kamera veya kameralardan numune fotoğrafının çekilmesini ve bu resmin arayüz ortamına aktarılmasını sağlamak için kullanılmaktadır. “Kan Grubu Belirle” isimli diğer buton ise çekilen resim üzerinden görüntü işleme teknikleri kullanılarak kan grubu tespitinin yapılmasını sağlamaktadır. Kan grubu tespiti için gerçekleştirilen görüntü işleme teknikleri şu şekilde ifade edilebilir.

İlk olarak kameradan elde edilen renkli görüntü gri tonlamalı seviyeye dönüştürülmektedir (Şekil 5).



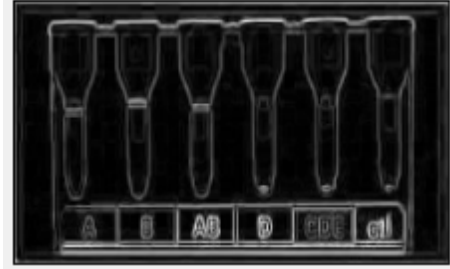
Şekil 5. a) Kameradan alınan renkli jel kart görüntüsü b) Renkli görüntünün gri seviyeye dönüştürülmüş hali (a) The colored image of the gel card getting from the camera b) Gray form of the colored image)

Gri tonlama, 256 renk içinde her rengin tonu kadar gri tonları alması ile oluşan bir ölçektir [25]. Gri resimde her pikseldeki renk değeri belirli katsayılarla çarpılarak bir gri ölçek elde edilir.

$$G = (P(i,j)b + P(i,j)r + P(i,j)g) \quad (1)$$

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 seçilmiştir. Elde edilen gri tonlamalı resim üzerinden kan grubu tespiti için aglütinasyon olan bölgelerin seçilmesi gerekmektedir. Bu amaçla gri tonlamalı resme Sobel kenar algılama algoritması [25] uygulanmıştır. Bu uygulama sonucunda Şekil 5 (b)' de yer alan resim aşağıdaki gibi elde edilmiştir.



Şekil 6. Sobel kenar algılama algoritması uygulaması (Application of Sobel edge detection algorithm)

Sobel algoritmasını hesaplariken 3 adet konvolusyon kerneli kullanılmıştır [25]. Bunlardan Tablo 2 de verilen kernel yatay kenarları bulmaya yararken Tablo 3 de verilen dikey kenarları bulmaya yarar. Tablo 4 ve 5 de verilenler ise köşegen üzerinde bulunan kenarlar için kullanılmıştır.

Tablo 2. Yatay Sobel Kernel (Horizontal Sobel Kernel)

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

Tablo 3. Dikey Sobel Kernel (Vertical Sobel Kernel)

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

Tablo 4. Sol Köşegen Sobel Kernel (Left diagonal Sobel Kernel)

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

Tablo 5. Sağ Köşegen Sobel Kernel (Right diagonal Sobel Kernel)

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

Sonraki aşamada Sobel filtresinden geçirilmiş resim aglütinasyon bölgelerinin tespit edilebilmesi amacıyla belirli bir eşik değeri kullanılarak ikilik resme dönüştürülmüştür (Şekil 7).

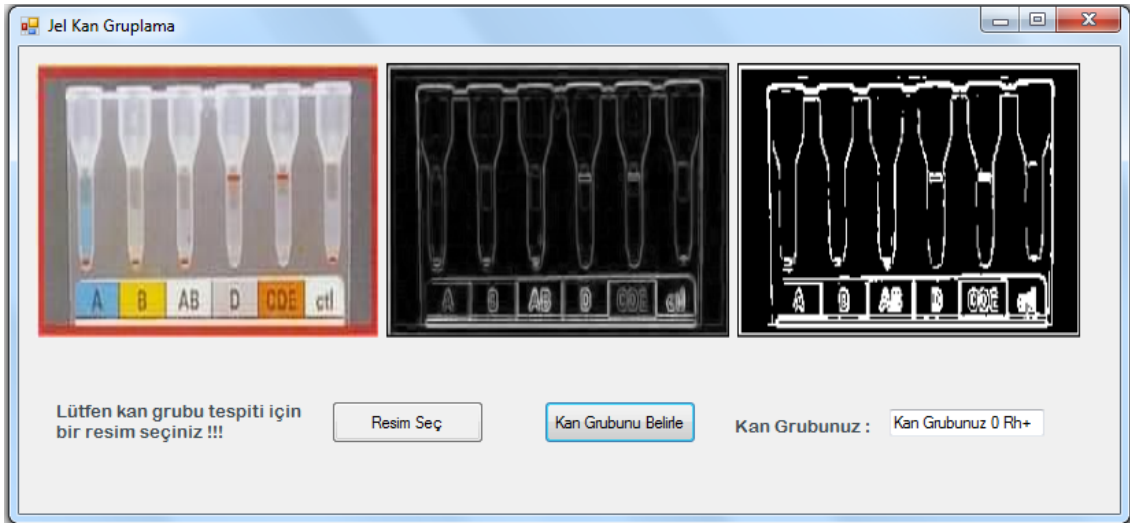


Şekil 7. İkilik hale dönüştürülmüş resim (Binary form of the image)

Şekil 7’ de verilen resim üzerinden aglütinasyon bölgeleri beyaz renkli olarak net bir şekilde seçilebilmektedir. Bu çalışmada resim üzerinde aglütinasyonun varlığı araştırılırken Şekil 2’de (++++) ve (+++) ile ifade edilen pozitif aglütinasyon ile (–) ile verilen negatif aglütinasyon değerleri dikkate alınmıştır. Zayıf pozitif olarak tanımlanan aglütinasyon varlıkları ise değerlendirme dışında bırakılmıştır. Bu tür aglütinasyon 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 aglütinasyon 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 aglütinasyonun 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.

$$Kg = F(t_{A1}, t_{A2}, t_{B1}, t_{B2}, t_{AB1}, t_{AB2}, t_{D1}, t_{D2}, e) \quad (2)$$

Denklemde 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. Kan grubu O Rh (+) olan bir bireyin test sonucunun programda incelenmesi ile elde edilen sonuç Şekil 8’de verilmiştir.



Şekil 8. Kan grubu O Rh (+) olan bir bireyin kan grubu tespitinin gerçekleştirilmesi (Blood group identification of an individual with blood group as O Rh (+))

Kan grubu O Rh (+) olan bir bireyin kanında A ve B antijenleri bulunmazken D antijeni bulunur. Dolayısıyla jel kart üzerinde yer alan A, B ve AB tüplerinde herhangi bir aglünitasyon olmaz ve kırmızı kan hücreleri tüpün alt ucunda birikir (negatif aglünitasyon), D tüpünde ise antijen varlığından dolayı tüpün üst ucunda aglünitasyon olur ve kırmızı kan hücreleri bu bölgeden aşağı inemez (pozitif aglünitasyon). Sonuç olarak kişinin kan grubu A ve B antijenlerinden herhangi birini içermediği için O Rh faktörü ise D antijenin dolayı (+) olarak bulunur.

Geliştirilen yazılım ABO kan grubu sisteminde mümkün olan tüm 8 farklı 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 sonuçlarda programın tüm numuneler için doğru sonucu ürettiği görülmüştür.

4. SONUÇ VE TARTIŞMA (CONCLUSION AND DISCUSSION)

Kan grubu tespiti ülkemizde tüm hastaneler, kan bankaları vb kurumlarda gerçekleştirilen temel ve hayati bir testtir. Bu testin yapılabilmesini sağlayan ve günümüzde yaygın olarak kullanılan jel kart test yöntemi ülkemizde de yaygın olarak kullanılmakta ancak bu yöntemin cihaz ve kitleri ithal edilmektedir. Bu çalışmada bu testin ülkemizde üretilecek cihazlar ile yapılabilmesini sağlamak amacıyla bu sistemin bir parçası olan jel test okuyucu cihazının arayüz yazılımı geliştirilmiştir. Geliştirilen yazılım kan grubu tespiti için üzerinde 6 tüp bulunan jel test numunelerini kullanarak kan grubu tespiti yapmaktadır. Kan grubu tespiti için sayısal görüntü işleme teknikleri kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar yazılımın tüm kan grubu numuneleri için doğru sonuçları ürettiğini göstermiştir.

Geliştirilen yazılım, jel test yöntemi ile kan grubu testi yapılmasını sağlayan sistemin bir parçasıdır. Sistemin diğer kısımlarının tasarımı ve gerçekleştirilmesi ileri ki çalışmalara konu edilecektir.

TEŞEKKÜR (ACKNOWLEDGMENT)

Bu çalışma 84921 numaralı TÜBİTAK 3001 proje başvurusu kapsamında gerçekleştirilmiştir.

5. KAYNAKLAR (REFERENCES)

- [1]. Malongre, W., and Neumeister, B., (2009). Recent and Future Trends in Blood Group Typing, *Anal Bioanal Chem*, 393, 1443-1451.
- [2]. Okroi, M., and McCarthy, L. J., (2010). The Original Blood Group Pioneers: The Hirszfelds, *Transfusion Medicine Reviews*, 24, 244-246.
- [3]. Landsteiner, K., and Wiener, A. S., (1940). An Agglutinable Factor in Human Blood Recognized by Immune Sera for Rhesus Blood, *Exp Biol Med (Maywood)*, 43, 223.
- [4]. Şentuna, C., (1982). Rh Gen Frekansları Yönünden Türkiye'nin Yeri, *Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi*, 30, 153-179.
- [5]. Lapierre, Y., Rigal, D., Adam, J., Josef, D., Meyer, F., Greber, S., and Drot, C., (1990). The Gel Test: A New Way To Detect Red Cell Antigen-Antibody Reactions, *Transfusion*, 30, 109-113.
- [6]. http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Uygunluk%20Testleri.pdf
- [7]. Kim, S. W., and Kim, N. S., (2013). Dynamic Characteristics of Suspension Bridge Hanger Cables Using Digital Image Processing, *NDT & E International*, 59, 25-33.
- [8]. Adelkhani, A., Beheshti, B., Minaei, S., Javadikia, P., and Ghasemi-Varnamkhashti, M., (2013). Taste Characterization of Orange Using Image Processing Combined with ANFIS, *Measurement*, 46, 3573-3580.

- [9]. Shi, Q., Ishii, H., Konno, S., Kinoshita, S., and Takanishi, A., (2012). Image Processing and Behavior Planning for Robot-Rat Interaction, *4th IEEE RAS & EMBS International Conference on Biomedical Robotics and Biomechanics (BioRob)*, 967-973.
- [10]. Statella, T., Pina, P., and Antônio Da Silva, E., (2012). Image Processing Algorithm for the Identification of Martian Dust Devil Tracks in MOC and HiRISE Images, *Planetary and Space Science*, 70, 46-58.
- [11]. Kouloulis, V. E., Dardoufas, C. E., Kouvaris, J. R., Antypas, C. E., Sandilos, P. H., Matsopoulos, G. K., and Vlahos, L. J., (2002). Use of Image Processing Techniques to Assess Effect of Disodium Pamidronate in Conjunction with Radiotherapy in Patients with Bone Metastases, *Acta Oncologica*, 41, 169-174.
- [12]. Moore, S. T., Haslwanter, T., Curthoys, I. S., and Smith, S. T., (1996). A Geometric Basis for Measurement of Three-dimensional Eye Position Using Image Processing, *Vision Research*, 36, 445-459.
- [13]. Van Der Vorst, J. R., Van Dam, R. M., Van Stiphout, R. S., Van Den Broek, M. A., Hollander, I. H., Kessels, A. G., and Dejong C. H., (2010). Virtual Liver Resection and Volumetric Analysis of the Future Liver Remnant using Open Source Image Processing Software, *World Journal of Surgery*, 34, 2426-2433.
- [14]. Weidenbach, M., Wick, C., Pieper, S., and Redel D. A., (2000). 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, 168-175.
- [15]. Sharma, P., Nirmala, S. R., and Sarma K. K., (2013). Classification of Retinal Images Using Image Processing Techniques, *Journal of Medical Imaging and Health Informatics*, 3, 341-346.
- [16]. Lin, Q., Liang, Z., Duan, C., Ma, J., Li, H., Roque, C., Yang, J., Zhang, G., Lu, H., and He, X., (2013). Motion Correction for MR Cystography by an Image Processing Approach, *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, 60, 2401-2410.
- [17]. Şirikçi, A., Bayazit, Y. A., Kervancıoğlu, S., Ozer, E., Kanlikama, M., and Bayram, M., (2004). 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, 145-148.
- [18]. Benetazzo, L., Bizzego, A., De Caro, R., Frigo, G., Guidolin, D., and Stecco, C., (2011). 3D Reconstruction of the Crural and Thoracolumbar Fasciae, *Surgical and Radiologic Anatomy*, 33, 855-862.
- [19]. Fathima, S. M. N., (2013). Classification of Blood Types by Microscope Color Images, *International Journal of Machine Learning and Computing*, 3, 376-379.
- [20]. Ferraza, A., Carvalho, V., and Soares, F., (2010). Development of a Human Blood Type Detection Automatic System, *Procedia Engineering*, 5, 496-499.
- [21]. Dolmashkin, A., Dubrovskii, V. A., and Zabenkov, I. V., (2012). Blood Group Typing Based on Recording the Elastic Scattering of Laser Radiation Using the Method of Digital Imaging, *Quantum Electronics*, 42, 409-416.
- [22]. Swarup, D., Dhot, P. S., Kotwal, J., and Verma A. K., (2008). Comparative Study of Blood Cross Matching Using Conventional Tube and Gel Method, *Medical Journal Armed Forces India*, 64, 129-130.
- [23]. <http://megadiagnostik.com.tr/page85a.html> ziyaret tarihi (10.12.2013)
- [24]. <http://www.gokselmedical.com/WEB/DIAMED.doc> ziyaret tarihi (10.12.2013)
- [25]. Gonzalez, R.C, Woods, R.E. , (2002), Digital Image Processing, Prentice-Hall, New Jersey.