

Yüzey Renk Bilgisinin Belirlenerek Bilgisayar Destekli İşitsel olarak Üretilmesi

Detection and Computer Aided Auditory Production of Surface Color Content

Eşref Erdoğan^{1*} and Ömer Galip Saraçoğlu²

¹Mülkiyet Koruma ve Güvenlik Bölümü, Niğde Teknik Bilimler MYO, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Niğde, Türkiye

²Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, Erciyes Üniversitesi, Kayseri, Türkiye

*(esref.erdogan@ohu.edu.tr)

Özet – Görme engellilerin yaşamlarını kolaylaştıran teknolojik gelişmeler her geçen gün artmaktadır. Cisimlerin renklerini algılama onların sesle bildirimde bulunulması ile olabilmektedir. Bu çalışmada optik tabanlı renk sensörü tasarlanarak bu renkler, renk kelimeleri ile sesli olarak ifade eden renk-ses üretici prototipi geliştirilmiştir. Özellikle, görme engellilerin renkleri işitsel duyularla algılamasını hedefleyen bu tasarımın ilk aşamasında bir RGB LED ile aydınlatılan yüzeyin fotodirenç yardımı ile RGB (Kırmızı, Yeşil, Mavi) içeriği uygun gerilim değerlerine dönüştürülmektedir. Daha sonra bu gerilim değerlerine karşılık gelen ve ses veri tabanına önceden tanımladığımız ses ifadeleri ile rengin hangi renk olduğu bir ses yükselteci yardımıyla kullanıcıya söylenmektedir. Renkler algılanmadan önce cihaz kalibre edilmektedir. Toplamda 22 renk algılanmıştır. Mikrodenetleyici olarak Arduino Mega 2560 kullanılmıştır. Bu işlemleri yaparken elektronik kablolama tabanlı Arduino programlama dili ve Arduino yazılımını (IDE) kullanılmıştır. Yardımcı modül olarak ta SD kart modülü kullanılmıştır. Ayrıca Processing adlı program kullanılarak, seri port haberleşmesi sayesinde renkleri bilgisayar ekranında simüle edilmiştir. Bu sayede Renk-ses dosyası karşılaştırmaları için gereken RGB değerlerini ekranda görülebilmektedir.

Anahtar kelimeler - Renk algılayıcı, renk ses dönüştürücü, Arduino mikrodenetleyici – LDR- RGB

Abstract - Technological developments, which make life easier for visually impaired people, are increasing. In this study, a prototype of a color-sound generator which is able to express colour driven words as a sound, has been designed using optic based sensors. During the initial phase of this design specially targeting the visually impaired to perceive colours by auditory senses, RGB (Red, Green, Blue) content of a surface lit with a RGB LED is converted to appropriate voltage values using photoresistances. In the following stages, sound expresses being correspondent to the values and predefined in the sound databases tells the user the colour in question with the help of a voice amplifier. The device calibrates before colors are detected. A total of 22 colors were detected. Arduino Mega 2560 is used as a microcontroller. Arduino programming language and Arduino software (IDE) are used for these operations. The SD card module is used as an auxiliary module. Also using the program called Processing, the colors were simulated on the computer screen by serial port communication. Thus it could be seen on the screen RGB values required for color-audio file comparisons.

Keywords – Color sensor, color to sound converter, Arduino microcontroller, LDR, RGB

I. GİRİŞ

Geliştirilen her teknoloji günlük yaşamı daha konforlu hale getirirken, engellilerin hayatını neden daha rahat bir hale getirmesin? Engelliler için sürekli bilimsel çalışmalar yapıyor, yeni teknolojik icatlar bulunuyor. İnsanların Günlük hayatlarında etraflarındaki nesnelere göre bilme yetileri olmayan insanlar için hayat, birçok teknolojik buluşla daha yaşanabilir kılınabilmektedir. Bu teknolojilere kabartma yazılar, sesli kitaplar, sesle komut verilebilen cihazlar, sesli bilgisayarlar örnek verilebilir.

Görme engelli insanların etrafındaki nesnelere rengi hakkında bilgi sahibi olmaları genelde mümkün olamıyor. Örneğin sabah kalktığına üzerine kahve rengi ayakkabısına uygun renkte bir gömlek seçebilmesi hakkında fikir sahibi olmaları tek başlarına mümkün değil. Yanında gören birinin olması ve renkleri hafızasında ezberlemesi için bir alışma

süreci geçirmesi gerekiyor. Çalışmamızda bu engeli ortadan kaldırmak için renklerin de sesinin engellilere işittirilmesini sağlayan bir prototip tasarlandı.

Renk -ses dönüşümünde göze çarpan bazı literatür örneklerinde Abboud ve ark. duyuşal değişim cihazları geliştirerek görsel bilgilerin işitsel bilgilere dönüşmesini sağlamışlardır [1]. Bunu renk ve şekil bilgilerini bir kamera yardımıyla ses notalarına dönüştürerek başarmışlardır. Cavaco ve ark. gerçek zamanlı olarak renk ve ışık bilgilerini ses haline dönüştüren basit ve sağlam bir dijital araç sunmaktadır. SonarX olarak adlandırdıkları bu aracın temel amacı, görme engelli insanlara ışığı ve çevreyi oluşturan renkleri hakkında sinüzoidal ses tonlarıyla bilgi vermektir [2]. Bizim çalışmamızda renklerin isimleri söylenmektedir. Mengucci ve ark. Dijital resim görüntülerini piksel piksel işleyerek renklerini ses tonlarına dönüştürmüşlerdir [3]. Bunu bir bilgisayar yardımıyla yapmaktadırlar. Bu üç çalışmada da

kullanıcı çeşitli öğrenme işlemlerine tabi tutulmaktadır. Bizim çalışmamızda renk isimleri direk söylendiği için herhangi bir eğitime gerek kalmamıştır.

Kamerasız sadece optik elemanlarla yapılan renk algılama uygulamalarına da literatürde rastlamaktayız. A. Polzer. ve ark. beyaz dengeleme, renk ölçümü ve TFT monitör arka plan ışığı kontrolü gibi uygulamalarda kullanılabilir için beyaz ışığı üreten üç tane belli açı ile konumlandırılmış RGB LED ile cisim aydınlatmışlardır. Ayrıca renk seçiciliği eklemek için en az üç fotodiyot dizisi (tristimulus) bir renk filtresi mozaığıyla kaplanmıştır [4]. Bir başka renk algılama çalışmasında kırmızı, yeşil ve mavi rengi art arda yakarak tek bir fotodedyektörden algılama yapılmış ve nesne aydınlatması için RGB LED ve renk ayrıştırması için ise fotodiyot kullanmışlardır [5].

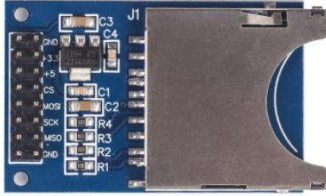
II. MATERYAL VE YÖNTEM

A. Mikrodenetleyici kart: Arduino

Arduino platformu, mikro denetleyiciler hakkında konuşurken fiili bir standart haline geldi. Farklı geniş bord model çeşitleri ile geniş bir yelpazedeki projeleri kapsamakta ve kullanım kolaylığı sayesinde mikro denetleyici dünyasına yeni başlayanlar için tercih edilen platform haline gelmiştir [6]

Projemizde Arduino Mega 2560 kartı kullandık. Bu kart, ATmega2560'a dayalı bir mikrodenetleyici kartıdır. 16 analog giriş, 4 UART (donanım seri portu), 16 MHz kristal osilatör, USB bağlantısı, güç jakı, bir ICSP başlığı gibi 54 dijital giriş / çıkış pini (bunların 15'i PWM çıkışı olarak kullanılabilir) ve bir sıfırlama düğmesi gibi mikrodenetleyiciyi desteklemek için gereken her şeyi içerir [7].

Renklerin isimlerinin söylenmesi için SD kart modülü kullanmıştır.

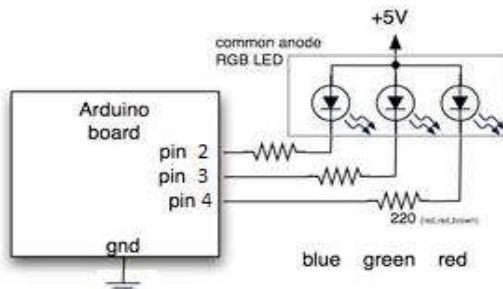


Şekil 1. SD kart Modülü [8].

SD kartlar uzun vadede verileri depolamak için mükemmel bir araç. Arduino'nun özellikle SD kartlarla iletişime geçmesi için tasarlanmış bir kütüphanesi var. Bu kütüphaneyle, dosyaları oluşturabilir, yazabilir, okuyabilir ve imha edebiliriz. Bu, özellikle verileri günlüğe kaydetme uygulamalarında çok kullanışlıdır [9].

B. Sensör : RGB led ve LDR

1. RGB Led : Yüzey renginin algılanması için kırmızı, yeşil, mavi ışık üreten ortak anotlu RGB led kullanıldı.



Şekil 2. Ortak Anotlu RGB led ve Arduino Bağlantısı[10]

RGB led hangi renk yanacaksa o pin dijital olarak LOW yapıldı. Diğer iki renk HIGH da tutuldu.

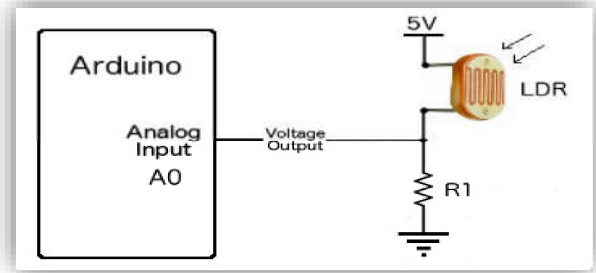
```
// RGB LED pinlerini çıkış olarak ayarlar
pinMode(led_r, OUTPUT);
pinMode(led_g, OUTPUT);
pinMode(led_b, OUTPUT);

digitalWrite(led_r, LOW); // Kırmızı LED'i aç
digitalWrite(led_g, HIGH);
digitalWrite(led_b, HIGH);
```

Şekil 3. RGB ledi kırmızı yakmak için Arduino kodu

2. LDR devresi:

Fotodirenç devresinde 5V DC giriş sinyalini seri bağlı LDR ve 10KΩ luk bir dirence tatbik ettik. Fotodirenç fazla ışıkta az direnç gösteren az ışıkta çok direnç gösteren devre elemanıdır. Fotodirenç ve 10KΩ'un birleştiği noktadan analog sinyalini Arduino'nun analog A0 pinine bağladık. Aşağıdaki şekilde LDR devresi görülmektedir.



Şekil 4. LDR devresi ve Arduino bağlantısı [11]

LDR devresinden alınan analog sinyaller Arduino'da bulunan ADC ile dijital sinyallere dönüştürülür. Okumalar iki evrede gerçekleşir. Birincisi sensörün kalibrasyonu zamanında, diğeri ise RGB değerlerini okunur olanıdır.

Hem kalibre edilirken hem de RGB değerleri okunurken nesneye art arda kırmızı, yeşil ve mavi renk RGB led aracılığı ile yansıtılır.

C. Kalibrasyonun Yapılması ve Renk Okuma

1. Kalibrasyonun Yapılması:

Kalibre edilmeye başlandığında öncelikle ortam parlaklığı analiz edilir. On defa LDR ortam parlaklığını okur ve ortalamasını alır.

```
//Çevrenin parlaklığını analiz edin
ortam_deg = ortamOkuma(Ortalama);
ortam_deg -= ortam_deg/tolerans;
```

Şekil.5 Ortam Parlaklığı

Ortalama alma fonksiyonu, kalibre ve RGB okuma işlemlerinde kullanılmaktadır. Bunu aşağıdaki Arduino kodlarıyla yaptırıyoruz.

```
// Ortalama sensör okumalarını gerçekleştirmek için
int ortamOkuma(int defa) {
int okuma;
int toplama = 0;
// ortalaması için toplam yapıyor
for(int i = 0; i < defa; i++){
okuma = analogRead(ldr);
toplama += okuma;
delay(10);
}
// ortalamayı hesaplar
return((toplama)/defa);
}
```

Şekil.6 Çevre Parlaklığı ve ortalama alma Arduino kodları

Ortam parlaklığı analiz edildikten sonra “sensörü herhangi bir nesneye tutun” sesli uyarısı verilmekte ve nesne parlaklığı analiz edilmektedir.

```
//Nesne parlaklığı analizi
nesne_deg = ortamOkuma(Ortalama);
nesne_deg += nesne_deg/tolerans;
```

Şekil 7. Nesne parlaklığı analiz Arduino kodları.

Ortam parlaklığı ve nesne analizlerini yapmamızın nedeni sensörü nesneye tutmadığımızda veya nesneye tuttuğumuzda kalibre ve okuma işlemlerinin başlayıp bitmesini ayarlamaktır.

```
while(analogRead(ldr) < ortam_deg);
while(analogRead(ldr) > nesne_deg);
```

Şekil 8. Okuma, başlatma ve durdurma Arduino kodları.

Kalibre işleminin bir safhası da maksimum ve minimum okuma bilgilerini elde etmektir. Önce sensörün beyaz renkli nesneye tutulması sesli olarak kullanıcıdan istenmektedir. Ve maksimum okuma değeri kaydedilmektedir. Daha sonra sensörü Siyah renkli nesneye tutulması ve minimum okuma değerlerinin kaydedilmesi işlemi yapılmaktadır.

Ortam parlaklığı, nesne parlaklığı ve Beyaz nesne ve siyah nesne okumaları alınırken Üç renk (Kırmızı , Yeşil, Mavi) içinde aynı işlemler 10 defa tekrarlanıp ortalaması alınarak gerçekleştirilir. Bütün bu işlemleri yaparken her yeni bir işlemde;

“Sensörü herhangi bir nesneye tutun.”

“Sensörü kaldırın”

“Sensörü beyaz nesneye tutun”

“kalibre ediliyor.”

“Sensörü kaldırın”

“Sensörü siyah nesneye tutun”

“Sensörü kaldırın”

“Kalibre edildi”

gibi cümleler sesli olarak kullanıcıya işittirilmektedir.

2. Renk okuma :

Nesnelerden yansıyan ışığın rengi, nesnenin renginin bir fonksiyonudur. Örneğin, Kırmızı bir nesne üzerine odaklanan beyaz ışık, Kırmızı olarak yansır. Yansıyan Kırmızı ışık,

R-G-B çıkış voltajları üreten renk sensörüne çarpar. Üç voltaj yorumlanarak renk belirlenebilir [12].

Çalışmamızda nesnelerin renk içerikleri okunurken önce kırmızı ışık nesneye tutulur ve on defa okuma yapılır her okumadaki sensör değeri toplanır ve ortalaması alınır ve kaydedilir. Daha sonra bu işlem yeşil ve mavi renkler içinde tekrarlanır. Aşağıda bu işlemlerin Arduino kodları verilmiştir.

```
digitalWrite(led_r, LOW); // Kırmızı LED'i aç
delay(100); //LDR'nin dengelenmesi için 100 ms bekleyin
// Sensör okumayı gerçekleştir
okuma_ldr[0] = ortamOkuma(Ortalama);
```

Şekil 9. Kırmızı led yakma ve okuma Arduino kodları.

Yukarıdaki koddaki kırmızı led LOW yapılmış diğer Yeşil ve Mavi HIGH yapılmıştır. Bu ortak anotlu RGB led kullanmamızdan dolayıdır.

“ortamOkuma(Ortalama)” fonksiyonu kodları kalibrasyon bölümünde verilmiştir.

Okumalar sağlandıktan sonra renklerin Sensördeki değer karşılıklı RGB değerleri ile uyuşmadığı için bu değerlerin 0-255 RGB değerleri arasında oturabilmesi için “constrain” ve “map” komutları kullanıldı.

map Komutu bir dizi tamsayı değerini başka bir aralık veya tamsayı değerlerine ölçeklendirir. Aşağıdaki gibi...

“map(okuma_ldr[0], black_cal[0], white_cal[0], 0, 255);”

Burada white_cal maksimum okunan değerdir. Beyaz nesneye tutularak elde edildi. Black_cal ise minimum okunan değerdir. Siyah nesneye tutularak elde edildi.

“constrain” komutu sınırlama fonksiyonunun parametreleri olarak verilen değer aralığını bitiş noktalarına sınırlar.

“constrain(map(okuma_ldr[0], black_cal[0], color_cal[0], 0, 255),0,255); “

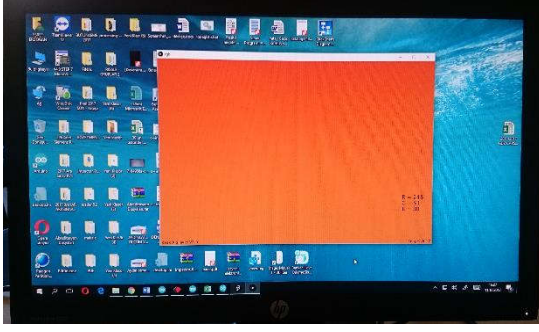
komutu gibi. Bu komutta map komutu ile ölçeklendirilen okuma_ldr[0] değeri 0-255 değer aralıkları ile sınırlandırılmıştır .

Sensör Artık 0-255 değerleri arasında değer veren kırmızı, yeşil, mavi okumaları rengin RGB içeriği hakkında bilgiler vermektedir. Aşağıdaki tabloda bazı renkler için RGB değerleri ve RGB ye dönüştürülmeden önceki LDR değerleri görülmektedir.

Tablo 1. LDR direnç değerleri ve Sensör voltaj değerleri

RENKLER	LDR değerleri			RGB değerleri		
	Red	Green	Blue	Red	Green	Blue
Beyaz	902	778	737	255	254	255
Siyah	561	339	309	0	0	0
Turkuaz	803	719	659	171	217	201
Turuncu	899	529	425	252	98	41
Kırmızı	870	436	386	227	40	15

RGB değerleri ve renkleri ayrıca Processing programıyla bilgisayar ekranından da gözlemleyebiliyoruz [13]. Processing programıyla gözlemediğimiz RGB değerlerini ses eşleştirmede referans değerler olarak kullanılmaktadır. RGB değerlerinde artı-eksi 10 toleranslı okuma yapıldı. Bu da okumadaki hataları gidermektedir.

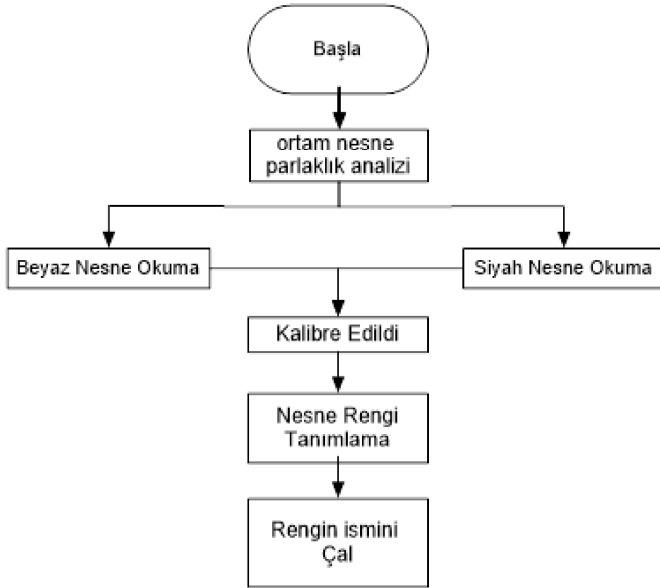


Şekil 10. Processing programında gerçek zamanlı görüntü

D. Akış Şeması ve LDR Direnç-Gerilim değerleri

1. Akış Şeması:

Prototipimize yani Arduino'ya enerji verdiğimizde sistem ortamın ışık miktarını sensör vasıtasıyla algılayıp kaydeder. Daha sonra sensörün herhangi bir nesneye yaklaştırılması uyarısıyla sensör nesneye tutulur ve nesneye tutulma anındaki ışık miktarını kaydedilir. Sonrasında sensör sırayla beyaz ve siyah nesneye tutularak kırmızı, yeşil, mavi ışıktaki en yüksek ve en düşük değerleri kaydedilir. Böylece cihaz kalibre edilmiş olur.



Şekil 11. Akış Şeması.

Nesnenin renklerinin algılanması, nesne üzerine kalibrasyonda olduğu gibi 10 defa kırmızı, yeşil ve mavi ışıkları RGB led aracılığıyla yansıtarak LDR devresinden voltaj değerlerinin okunmasıyla gerçekleşmektedir. Daha sonra önceden belirlenmiş değerlerle karşılaştırılıp eşleşme sağlandığında SD kartta kayıtlı ses dosyaları çalınmaya başlanmaktadır.

2. LDR Direnç-Gerilim Değerleri

LDR devresine 5V tatbik ettiğimizde okunan direnç değerleri aşağıdaki tabloda verilmiştir. Tablodan da görüldüğü gibi ışık miktarı arttıkça direnç değeri düşmektedir. Bununla ters orantılı olarak 10KΩ luk direnç üzerinden okunan analog sinyaldeki voltaj değeri parlak renklerde artmaktadır.

Tablo 2. LDR direnç değerleri ve Sensör voltaj değerleri

RENKLER	LDR DİRENÇ DEĞERİ OHM			SENSÖR VOLTAJ DEĞERİ (VOLT)		
	Red	Green	Blue	Red	Green	Blue
Beyaz	1340	3247	4105	4,409	3,774	3,545
Siyah	7385	16877	18764	2,876	1,860	1,738
Turkuaz	2752	4525	5778	3,921	3,442	3,169
Turuncu	1353	9768	14381	4,404	2,529	2,051
Kırmızı	1730	14094	16324	4,263	2,075	1,899
K. Pembe	1797	7686	7625	4,238	2,827	2,837
Gri Mavi	2962	6126	6650	3,857	3,101	3,003
Limon Yeş	1811	4027	10941	4,233	3,564	2,388
Krem	1353	3894	5657	4,404	3,599	3,193
Koyu Gri	4670	12213	13704	3,408	2,251	2,109
Bitir	5329	14208	18132	3,262	2,065	1,777
Çimen Yeş	2220	3819	10521	4,092	3,618	2,437
Zeytin Yeş	2752	7933	13220	3,921	2,788	2,153
Koyu Larvc	5925	12069	9357	3,140	2,266	2,583
Mor	3763	14323	11157	3,633	2,056	2,363
Koyu Lila	4670	11468	9692	3,408	2,329	2,539
Sarı	1365	4163	10118	4,399	3,530	2,485
Gri	2162	5876	7686	4,111	3,149	2,827
Kapuçino	2047	6126	8253	4,150	3,101	2,739
Kahve	5059	14976	16528	3,320	2,002	1,885

III. SONUÇLAR

Bu çalışmada görme engelli insanların renkleri algılamasına yardımcı olması açısından Renk-Ses dönüştürücü prototipi geliştirilmiştir. Cihazda 22 farklı renk ismi ile seslendirilen renk içerikleri, Arduino Mega 2560 kartı ile algılanıp SD kart modülü sayesinde kullanıcıya işittirilmiştir. Doğru renk sonuçları elde edebilmek için cihaz kalibre edilmiştir.

Processing programıyla gerçek zamanlı gördüğümüz görüntüler ölçülen gerçek değerlerle çok büyük bir yakınlık göstermektedir.

Çalışmada gerçekleştirilen devre, sadece görme engelliler değil, yetersiz ışık ve aydınlatma altındaki ortamlarda renk algılaması yapmak isteyen diğer insanların da kullanabileceği yetenektedir.

IV. TARTIŞMA

Çalışmamızda kullanılan cihaz düşük maliyetlidir. Arduino kart, SD modül ve sensör ile birlikte yaklaşık 60 TL'ye mal olabilmektedir. Kullandığımız fotodetektör LDR olması maliyeti arttıran üç filitreli photodiyot kullanmamızı sağlamıştır. Ayrıca literatürdeki camera ile çalışma, bilgisayara ihtiyaç duyma gibi gereksinimleri ortadan kaldırmıştır. Powerbanklar ile enerjilendirilerek herhangi bir kablolamaya ihtiyaç duymadan rahatlıkla taşınabilir yapıda bir cihazdır. Diğer çalışmalardaki gibi görme engelli kişi için herhangi bir öğrenme sürecine gerek kalmamıştır.

V. SONUÇ

Sonuç olarak görme engelli kişiler için, günümüzde popüler bir kullanım alanı olan Arduino kartıyla desteklenmiş optik yansıma esaslı renk- vokal ses dönüştürücü ucuz maliyetli devre tasarlanmıştır.

KAYNAKLAR

- [1] S. Abboud, S. Hanassy, S. Levy-Tzedek, S. Maidenbaum, and A. Amedi, "EyeMusic: Introducing a "visual" colorful experience for the blind using auditory sensory substitution", *Restorative neurology and neuroscience*, vol. 32, pp. 247-257, 2014.
- [2] Cavaco, Sofia, et al. "From pixels to pitches: unveiling the world of color for the blind." *Serious Games and Applications for Health (SeGAH)*, 2013 IEEE 2nd International Conference on. IEEE, 2013.
- [3] M.Mengucci, J. T. Henriques, S.Cavaco, N.Correia, and F. Medeiros, "From color to sound: Assessing the surrounding environment", In *Proceedings of the Conference on Digital Arts and New Media (ARTECH)* (pp. 345-348), 2012
- [4] Polzer, Andreas, Wolfgang Gaberl, and Horst Zimmermann. "Filterless vertical integrated RGB color sensor for light monitoring." *MIPRO, 2011 Proceedings of the 34th International Convention*. IEEE, 2011.
- [5] Ö. G. Saracoglu and H. Altural, "Color regeneration from reflective color sensor using an artificial intelligent technique". *Sensors*, vol. 10, pp. 8363-8374, 2010.
- [6] Perea, Francis. *Arduino Essentials*, Packt Publishing, 2015. ProQuest Ebook Central, <https://search.proquest.com/> (Erişim Tarihi: 07.10.2017).
- [7] *Arduino Mega Rev.3* <https://store.arduino.cc/usa/arduino-mega-2560-rev3> (Erişim Tarihi: 7.10.2017)
- [8] *SD Card Module* <https://www.sunfounder.com/sd-card-module-slot-socket-reader.html> (Erişim Tarihi: 7.10.2017)
- [9] Amariei, Cornel. *Arduino Development Cookbook*, Packt Publishing, 2015. ProQuest Ebook Central, <https://search.proquest.com/> (Erişim Tarihi: 07.10.2017).
- [10] *Common anode RGB led* <http://www.eng.utah.edu/~cs5789/links.html> (Erişim Tarihi: 12.10.2017)
- [11] *LDR Arduino Circuit Diagram* <http://cactus.io/hookups/sensors/light/ldr/hookup-arduino-to-ldr-sensor> (Erişim Tarihi: 12.10.2017)
- [12] *Reflective color sensing with Avago Technologies' RGB color sensor*, Technical Paper, AV02-0172EN, February 20, 2007, <http://www.avagotech.com/docs/AV02-0172EN> (Erişim Tarihi: 07.10.2017).
- [13] *Processing* <https://processing.org/> (Erişim tarihi: 7.10.2017)