

**T.C.**  
**EGE ÜNİVERSİTESİ**  
**SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ÇEŞİTLİ RENKTEKİ IŞIKLARIN İNSANDA OTONOM SİNİR SİSTEMİNE  
ETKİSİ VE KİŞİLİK TİPLERİ İLE OLAN İLİŞKİSİNİN ARAŞTIRILMASI**

**Biyofizik Anabilim Dalı Biyofizik Programı**

**Yüksek Lisans Tezi**

**Mustafa MUNZUROĞLU**

**DANIŞMANLAR**

**Doç. Dr. Erdal BİNBOĞA**

**İZMİR**

**2017**



**T.C.**  
**EGE ÜNİVERSİTESİ**  
**SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ÇEŞİTLİ RENKTEKİ IŞIKLARIN İNSANDA OTONOM SİNİR SİSTEMİNE  
ETKİSİ VE KİŞİLİK TİPLERİ İLE OLAN İLİŞKİSİNİN ARAŞTIRILMASI**

**Biyofizik Anabilim Dalı Biyofizik Programı**

**Yüksek Lisans Tezi**

**Mustafa MUNZUROĞLU**

**DANIŞMANLAR**

**Doç. Dr. Erdal BİNBOĞA**

**İZMİR**

**2017**

**DEĞERLENDİRME KURULU ÜYELERİ**

**(Adı Soyadı)**

**(İmza)**

<b>Başkan (Danışman)</b>	: Doç. Dr. Erdal BİNBOĞA	.....
<b>Üye</b>	: Prof. Dr. Murat PEHLİVAN	.....
<b>Üye</b>	: Doç. Dr. Serdar TOK	.....

Yüksek Lisans Tezinin kabul edildiği tarih:.....

## ÖNSÖZ

Bu araştırmada, renkli ışıkların insanlarda otonom sinir sistemi, duygu durum, zaman akışı ve ortam genişliği algısı üzerindeki etkileri ve bu etkilerin kişilik tipleriyle olan ilişkisi araştırılmıştır. Araştırmanın uygulama sürecinde, her araştırmada olduğu gibi bazı zorluklarla karşılasıldı fakat söz konusu zorlukların giderilmesi sürecinde yapılan incelemeler ve alınan yardımlar bana bilgi ve tecrübe olarak geri döndü.

Araştırmanın planlanmasında, yürütülmesinde ve oluşumunda ilgi ve desteğini esirgemeyen, engin bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım, yönlendirme ve bilgilendirmeleriyle araştırmamı bilimsel temeller ışığında Őekillendiren sayın hocam Doç. Dr. Erdal BİNBOğA'YA teşekkürlerimi sunarım.

Anabilim dalındaki tüm ęalıřma arkadaşlarıma ve yardımcı personele bana verdikleri her türlü destek ve yardımları için ayrıca teşekkür ediyorum.

## Özet

### Çeşitli Renkteki Işıkların İnsanda Otonom Sinir Sistemine Etkisi ve Kişilik Tipleri ile Olan İlişkisinin Araştırılması

LED ışık kaynaklarının, geleneksel ışık kaynaklarına göre pek çok avantajı olması nedeniyle, günlük yaşamda gerek aydınlatma gerek dekoratif amaçlı olarak kullanımları giderek artmaktadır. Bu nedenle, tek renkli ışıklara maruziyetin insanlarda ne gibi psikolojik ve fizyolojik tepkiler doğurduğu merak uyandırmakta ve artan sayıda araştırmaya da konu olmaktadır. Mevcut araştırmaların bir kısmı özellikle kırmızı ve mavi renkli ışığın insan otonom sinir sistemi üzerinde önemli bazı etkilerinin olduğunu belirtirken, diğerleri ise anlamlı bir etkinin olmadığını ileri sürmektedirler. Bu çelişkili sonuçlar, renk algısı ve renk tercihinin insanların kişilik özellikleri ile çok yakından ilgili olduğunun göz ardı edilmesine dayandırılabilir. Bu nedenle, bu tezde LED kaynaklı beyaz, kırmızı ve mavi renkteki ışıkların farklı kişilik özelliklerine sahip insanlarda kalp atım hızı, kalp atım hızı değişkenliği ve elektrodermal aktivite gibi otonomik yanıtlar üzerindeki etkisi ile ışık maruziyeti altındaki duygu durum, zaman akışı ve ortam genişliği gibi algı değişimlerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

Bu amaçlar doğrultusunda, yaşları 19 ile 43 ( $28 \pm 6$ ) arasında değişen toplam 48 denek (15 Kadın, 33 erkek) araştırmaya alınmıştır. Deneklerin kişilik özellikleri Beş Faktör Kişilik Envateri ile belirlenmiştir. Denekler, beyaz, kırmızı ve mavi olmak üzere 3 farklı renkteki ışığa maruz bırakılmıştır. Her bir renkli ışık 300 lüks aydınlatma şiddetinde olacak şekilde ve 8 dakika boyunca deneklere rastgele biçimde uygulanmıştır. Maruziyet sırasında deneklerin elektrodermal aktivite, kalp atım hızı verileri kayıtlanmış ve kalp atım hızı verileri üzerinden kalp atım hızı değişkenliği değerleri hesaplanmıştır. Her ışık maruziyeti sonrasında deneklerin söz konusu renkli ışık altındaki anlık duygu durumlarını belirlemek amacıyla, denekler Self Assessment Manikin Testi'ne tabi tutulmuş ve ardından zaman ve ortam genişliği algısının belirlenmesine yönelik kişisel algı sorularını yanıtlamaları istenmiştir. Verilerin analizleri için Tekrarlayan Ölçümler Varyans Analizi, Spearman Sıra Farkları Korelasyon Testi ve Çoklu Regresyon Analizi (stepwise) uygulanmıştır.

Elde edilen bulgular incelendiğinde, kırmızı ve mavi ışık maruziyetinde ölçülen elektrodermal aktivite ortalamasının, beyaz ışık altında ölçülenlere göre anlamlı derecede yüksek olduğu belirlenmiştir ( $p<0,01$ ). Kırmızı ve mavi ışığın kalp atım hızı ve kalp atım hızı değişkenliği değerleri üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir ( $p>0,05$ ). Ancak kalp atım hızı değişkenliği değerleri ile kişilik özellikleri karşılaştırıldığında, yumuşak başlılık skorlarının kırmızı ( $p<0,01$ ) ve beyaz ışık ( $p<0,05$ ) altındaki LF/HF değerleriyle ters yönde ilişkili olduğu, gelişime açıklık faktörlerinin ise sadece beyaz ışık altındaki LF değerleriyle ters yönde ilişkili olduğu bulunmuştur ( $p<0,01$ ). Diğer taraftan, her 3 ışığın hoşnutluk, uyarılmışlık ve baskınlık hisleri üzerindeki etkilerine bakıldığında, mavi ve beyaz ışık altında hoşnutluk düzeylerinin, kırmızı ışık altında ise hem uyarılmışlık hem de baskınlık düzeylerinin anlamlı derecede yüksek olduğu belirlenmiştir ( $p<0,05$ ). Bunlara ek olarak, zaman akışının kırmızı ışık altında en yavaş ilerlediği, aydınlatılan ortamın genişliğinin ise yine kırmızı ışık altında daha dar olarak algılandığı tespit edilmiştir ( $p<0,01$ ). Yumuşak başlılık skorlarının, kırmızı ışık altında hoşnutluk skorları ile pozitif yönde ilişkili olduğu, gelişime açıklık skorlarının beyaz ışık altında ortam genişliği skorları ile ters yönde ilişkili olduğu bulunmuştur ( $p<0,05$ ).

Sonuç olarak, kırmızı ışık insanlarda sempatik sinir sistemi aktivitesine bağlı olarak değişen uyarılmışlık düzeyini yükseltmekte, geçen zaman ve ortam genişliği algısını bozmaktadır. Gelişime açıklık ve yumuşak başlılık kişilik özellikleri kırmızı ve beyaz renkli ışık altında sempatovagal dengeyi parasempatik sinir sistemi lehine değiştirmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Kırmızı ışık; otonom sinir sistemi; kalp atım hızı değişkenliği; elektrodermal aktivite; uyarılmışlık; kişilik

## **Abstract**

### **The Investigation of the Effect of Various Colored Light on Human Autonomic Nervous System and Its Relationship with Personality Traits**

LED light sources are becoming more and more common for everyday use both as lighting and decorative purposes taking a number of advantages compared to traditional light sources. For this reason, the psychological and physiological reactions taking place in people exposed to colored lights has been aroused curiosity and become subject to an increasing number of researches. Some of the current researches indicate that red and blue light have a number of effects on human autonomic nervous system, while others suggest that no significant effect is seen. These contradictory results can be attributed to not taking into consideration the fact that color preference and perception are closely in association with people's personality traits. In this context, in this thesis, it is aimed to investigate that the effects of white, red and blue LED lights on the autonomic responses such as heart rate, heart rate variability, electrodermal activity; and alterations of perception such as emotional state, time, and spaciousness perceptions in humans with different personality traits.

In accordance with this purpose, a total of 48 subjects (15 female, 33 male) aged between 19 and 43 ( $28 \pm 6$ ) were included in the study. The personality traits of the subjects were determined by the Big Five Personality Traits. The subjects were exposed to 3 different colors of light (white, red and blue). All subjects were exposed to each colored light for 8 minutes at an intensity of 300 lux illumination. During exposure, electrodermal activity and heart rate values of the subjects were recorded and in this manner heart rate variability values were calculated using heart rate values. After each light exposure, the subjects were asked to fill Self Assessment Manikin Test in order to determine their instant emotional state and to answer the personal perception questions to determine the instant time and spaciousness perception. With the aim of analyzing data, One-way ANOVA, Spearman Row Differences Correlation Test and Multiple Regression Analysis (stepwise) were used.

As to our results, it was determined that the mean values of electrodermal activity measured in red and blue light exposure was significantly higher than those measured under white light ( $p < 0,01$ ). It was found that red and blue light had no significant effect on heart rate and heart rate variability values ( $p > 0,05$ ). However,



investigating the predictiveness between personality traits and heart rate variability parameters, agreeableness scores were found to be negatively predictive of LF/HF ratio during exposure to red ( $p < 0,01$ ) and white light ( $p < 0,05$ ). On the other hand, investigating the pleasure, arousal and dominance levels under each light exposure, it was concluded that pleasure level during blue and white light exposure and the arousal and dominance levels during red light were significantly higher ( $p < 0,05$ ). In addition, it has been found that the time flow during red light exposure was found to be significantly slower ( $p < 0,01$ ) and spaciousness perception during red light exposure was found to be significantly narrower ( $p < 0,01$ ) compared to white and blue light. Agreeableness scores were found to be positively predictive of pleasure level during red light and openness to experience scored were found to be negatively predictive of spaciousness perception during red light exposure.

Consequently, red light disturbs the perception of time flow and spaciousness; and increases the level of arousal that changes due to sympathetic nervous system activity. Agreeableness and openness to experience traits change the sympathovagal balance during red and white light exposure in favor of the parasympathetic system.

**Keywords:** Red light; autonomic nervous system; heart rate variability; electrodermal activity; arousal; personality traits

## Teşekkür

Tez konumun belirlenmesinden tamamlanmasına kadar her konuda bana yardımcı olan, yol gösteren, her türlü desteğini ve yardımlarını esirgemeyen danışman hocam Doç. Dr. Erdal BİNBOĞA'ya teşekkürlerimi sunmayı bir borç bilirim.

Tez yazımım boyunca ilgi ve desteğini esirgemeyen sayın hocam Doç. Dr. Serdar TOK'a teşekkürlerimi sunmayı bir borç bilirim.

Tez yazımım boyunca ilgi ve desteğini esirgemeyen anabilim dalı başkanımız sayın hocam Prof. Dr. Murat PEHLİVAN'a teşekkürlerimi sunmayı bir borç bilirim.

Tez yazımım boyunca bana her türlü yardımı dokunan, Ehsan JAFARIBARANI, Somayyeh ABDİJODAGHİEH, Murat SARSAR, Elfide YILMAZ, Atiye SAVAŞ, Nimet İNCİ ve Barış NARİN'e teşekkürlerimi sunmayı bir borç bilirim.

## İçindekiler

Özet.....	i
Abstract.....	iii
Teşekkür .....	v
İçindekiler .....	vi
Tablolar Dizini.....	x
Şekiller Dizini .....	xiii
Resimler Dizini .....	xiv
Kısaltmalar Listesi .....	xv
Simgeler Listesi.....	xvii
1. GİRİŞ VE AMAÇ .....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	4
2.1. Elektromanyetik Dalgalar .....	4
2.2. Elektromanyetik Spektrum .....	5
2.3. Görünür Işık .....	8
2.3.1. Işık Akısı .....	8
2.3.2. Işık Şiddeti.....	9
2.3.3. İllüminans .....	9
2.3.4. Lüminans .....	10
2.4. Renkler .....	10
2.4.1. Renk Özellikleri .....	111
2.4.2. Kromatik ve Akromatik Renkler .....	12
2.4.3. Renk Sıcaklığı.....	12
2.5. Aydınlatma .....	13
2.5.1. Aydınlatmanın Niceliği.....	13
2.5.2. Aydınlatmanın Niteliği .....	13

2.5.2.1. Renksel Geriverim .....	13
2.5.2.1. Aydınlık Düzeyi Dağılımı .....	13
2.5.3. Aydınlatma Teknikleri .....	14
2.6. Işık Kaynakları .....	14
2.6.1. Güneş Işığı .....	15
2.6.2. Yapay Işık Kaynakları .....	15
2.6.2.1. Işık Yayan Diyotlar (Light Emitting Diode ‘LED’ .....	15
2.6.2.1.1. LED’lerin Yapısı .....	15
2.7. Görme Fizyolojisi .....	17
2.7.1. Mercek Sistemi .....	17
2.7.2. Pupilla .....	17
2.7.3. Retina .....	17
2.7.4. Görme Yolları .....	20
2.8. Renk Körlüğü .....	21
2.8.1. İshihara Testi .....	22
2.9. Işığın Görsel Olmayan Etkisi .....	22
2.10. Otonom Sinir Sistemi .....	25
2.11. Renkli Işıkların Otonom Sinir Sistemi Üzerindeki Görsel Olmayan Etkisi .....	27
2.12. Kalp Atım Hızı ve Kalp Atım Hızı Değişkenliği .....	28
2.12.1. Kalp .....	28
2.12.1. Kalp Atım Hızı .....	28
2.12.3. Kan Hacmi Pulsu .....	28
2.12.4. Fotopletismografi .....	28
2.12.5. Kalp Atım Hızı Değişkenliği .....	30
2.12.5.1. Kalp Atım Hızı Değişkenliği Analiz Yöntemleri .....	32
2.12.5.1.1. Zaman Düzlem Metodu .....	32

2.12.5.1.2. Frekans Düzlem Metodu .....	33
2.13. Otonom Sinir Sistemi ile Kalp Atım Hızı Değişkenliği Arasındaki İlişki .....	34
2.14. Deri Tabakası ve Elektrodermal Aktivite .....	35
2.14.1. Deri Tabakası .....	35
2.14.1.1. Epidermis.....	35
2.14.1.2. Dermis .....	36
2.14.1.3. Hipodermis .....	36
2.14.2. Elektrodermal Aktivite.....	36
2.14.3. Elektrodermal Aktivite Kayıt Bölgeleri.....	37
2.14.4. Elektrodermal Aktivite Kayıt Yöntemleri.....	38
2.15. Otonom Sinir Sistemi ile Elektrodermal Aktivite Arasındaki İlişki ....	38
2.16. Duygu Durum .....	39
2.16.1. Self Assessment Manikin Testi .....	39
2.17. Kişilik Kavramı .....	40
2.17.1. Beş Faktör Kişilik Envanteri Ölçeği .....	41
2.17.1.1. Dışa dönüklük – İçe dönüklük.....	41
2.17.1.2. Yumuşak başlılık - Geçimlilik .....	42
2.17.1.3. Öz denetim - Sorumluluk.....	43
2.17.1.4. Duygusal Tutarsızlık .....	43
2.17.1.5. Gelişime Açıklık .....	44
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	45
3.1. Denekler .....	45
3.2. Kayıt Sistemi ve Deney Düzenegi.....	45
3.3. Deney Prosedürü .....	51
3.4. Veri Analizi .....	53
3.5. İstatistiksel Analiz .....	55

<b>4. BULGULAR.....</b>	<b>57</b>
<b>4.1. Elektrodermal Aktivite, Kalp Atım Hızı ve Kalp Atım Hızı Değişkenliği Verilerinin Analizleri .....</b>	<b>57</b>
<b>4.1.2. Elektrodermal Aktivite, Kalp Atım Hızı ve Kalp Atım Hızı Değişkenliği Değerleri ile Kişilik Tipleri Arasındaki Korelasyon Analizi .....</b>	<b>59</b>
<b>4.1.3. Elektrodermal Aktivite, Kalp Atım Hızı ve Kalp Atım Hızı Değişkenliği Değerleri ile Kişilik Tipleri Arasındaki Regresyon Analizi .....</b>	<b>62</b>
<b>4.2. Renkli Işık Altındaki Hoşnutluk, Uyarılmışlık ve Baskınlık Skorlarının Analizi.....</b>	<b>62</b>
<b>4.2.1. Hoşnutluk, Uyarılmışlık ve Baskınlık Skorları ile Kişilik Tipleri Arasındaki Korelasyon Analizi .....</b>	<b>65</b>
<b>4.2.2. Hoşnutluk, Uyarılmışlık ve Baskınlık Skorları ile Kişilik Tipleri Arasında Regresyon Analizi .....</b>	<b>66</b>
<b>4.3. Renkli Işık Altındaki Zaman Akışı ve Ortam Genişliği Skorlarının Analizi.....</b>	<b>67</b>
<b>4.3.1. Zaman Akışı ve Ortam Genişliği Skorları ile Kişilik Tipleri Arasında Korelasyon Analizi.....</b>	<b>69</b>
<b>4.3.2. Zaman Akışı ve Ortam Genişliği Skorları ile Kişilik Tipleri Arasında Regresyon Analizi .....</b>	<b>70</b>
<b>5. TARTIŞMA.....</b>	<b>71</b>
<b>Renkli Işıklar ile Elektrodermal Aktivite, Kalp Atım Hızı ve Kalp Atım Hızı Değişkenliği Değerleri Arasındaki İlişki .....</b>	<b>73</b>
<b>Renkli Işıklar Altındaki Elektrodermal Aktivite, Kalp Atım Hızı ve Kalp Atım Hızı Değişkenliği Değerleri ile Kişilik Tipleri Arasındaki ilişki.....</b>	<b>80</b>
<b>6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....</b>	<b>83</b>
<b>7. KAYNAKLAR .....</b>	<b>85</b>
<b>6. Ekler .....</b>	<b>.....</b>
<b>7. Özgeçmiş .....</b>	<b>.....</b>

## Tablolar Dizini

1. Maxwell Denklemleri.....	5
2. Elektromanyetik spektrum bölümleri ve bu bölümlerin genel özellikleri.....	7
3. Bazı ışık kaynakları ve bu kaynakların ışık akıları.....	8
4. Bazı mekanlar ve bu mekanların aydınlatma şiddeti değerleri.....	9
5. Beş Faktör Kişilik Envanteri'nde temel kişilik boyutlarının alt ölçekler.....	41
6. Dışa dönüklük ve içe dönüklük faktörüyle ilgili alt faktörler.....	42
7. Yumuşak başlılık ve dikbaşlılık faktörüyle ilgili alt faktörler.....	43
8. Öz denetim faktörüyle ilgili alt faktörler.....	43
9. Duygusal tutarsızlık faktörüyle ilgili alt faktörler.....	44
10. Gelişime açıklık faktörüyle ilgili alt faktörler.....	44
11. Renkli ışık maruziyetleri sırasında elde edilen elektrodermal aktivite, kalp atım hızı ve kalp atım hızı değişkenliği değerlerinin istatistiksel analizi.....	58
12. Deneklerin kişilik özelliklerinin minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri.....	59
13. Renkli ışık maruziyetleri sırasında elde edilen elektrodermal aktivite, kalp atım hızı, kalp atım hızı değişkenliği zaman düzlem değerleri ile kişilik tipleri arasındaki korelasyon.....	60
14. Renkli ışık maruziyetleri sırasında elde edilen kalp atım hızı değişkenliği frekans düzlem parametreleri ile kişilik tipleri arasındaki korelasyon.....	61
15. Gelişime açıklık ve yumuşak başlılık faktörünün beyaz ve kırmızı ışık maruziyeti sırasında LF değerleri ve LF/HF oranı üzerindeki öngörücülüğü.....	62
16. Renkli ışık maruziyetleri sırasında elde edilen hoşnutluk, uyarılmışlık ve baskınlık skorlarının istatistiksel analizi.....	64

17. Renkli ışık maruziyetleri sırasında elde edilen hoşnutluk, uyarılmışlık ve baskınlık skorları ile kişilik tipleri arasındaki korelasyon.....	66
18. Yumuşak başlılık faktörünün kırmızı ışık maruziyeti sırasında hoşnutluk skorları üzerindeki öngörücülüğü.....	66
19. Renkli ışık maruziyetleri sırasında elde edilen geçen zaman ve ortam genişliği skorlarının istatistiksel analizi.....	68
20. Renkli ışık maruziyetleri sırasında elde edilen zaman ve ortam genişliği algısı skorları ile kişilik tipleri arasındaki korelasyon analizi sonuçları.....	70
21. Gelişime açıklık faktörünün beyaz ışık altında ortam genişliği skorları üzerindeki öngörücülüğü.....	70



## Şekiller Dizini

1. Elektromanyetik dalgaların ve bileşenlerinin şematik gösterimi.....	4
2. Elektromanyetik spektrum bölümlerinin şematik gösterimi.....	6
3. Görünür ışık spektrumu ve renkler .....	8
4. Işık şiddeti hesaplamasında kullanılan parametrelerin gösterimi.....	9
5. Lüminans hesaplanmasında kullanılan, parametrelerin (a) ve bir masa üzerinden yansıyan ışığın parıltısının gösterimi (b).....	10
6. Renklerde ton, doygunluk ve parlaklık ilişkisi.....	11
7. Akromatik renkler.....	12
8. Işık kaynakları ve renk sıcaklık düzeyleri.....	12
9. Üç farklı ışık altında renksel geriverim gösterimi.....	13
10. LED'ler ve yapısal bileşenleri.....	16
11. Retinanın yapısı.....	18
12. Işığın dalga boyuna bağlı olarak insan gözü tarafından soğurulma oranı.....	20
13. Retinadan görme korteksine kadar nöral görme yolları.....	21
14. Retina pigmentleri ve melatoninin dalga boyuna bağlı olarak ışığa hassasiyeti.....	23
15. Sirkadiyen ritmin insan vücudunda etkilediği mekanizmalar.....	24
16. Fotopletismografi tekniğiyle kan hacmi pulsu ölçümünün temsili gösterimi.....	29
17. Sistol ve diyastol fazları sırasında fotopletismografi tekniğiyle kan hacmi ölçümü.....	30
18. Bir elektrokardiyogram ve bileşenleri.....	30
19. Ardışık kalp atım dizileri.....	32

20. El üzerinden alınan elektrodermal aktivite kayıtlarında elektrotların yerleştirilebileceği yüzeyler.....	37
21. Aydınlatma kabini, kayıt sistemi ve kayıt sırasında bir deneğin ışığa maruziyetinin temsili şeması.....	46
22. Üst aydınlatma plakası devresinin şeması.....	48
23. Kalp atım hızı ve elektrodermal aktivite verilerinin kaydı ve analizi için kullanılan BioTrace+ yazılımı ile oluşturulmuş kayıt ekranı.....	53
24. Kalp atım hızı ve elektrodermal aktivite ortalamalarının Biotrace+ yazılımı kullanılarak hesaplanması.....	54
25. BioTrace+ yazılımı ile kalp atım hızı verileri üzerinden kalp atım hızı değişkenliği zaman ve frekans düzlemi değerlerinin hesaplanması.....	55
26. Renkli ışık maruziyetleri sırasındaki hoşnutluk (a), uyarılmışlık (b) ve baskınlık (c) skorları.....	63
27. Renkli ışık maruziyetleri sırasında zaman ve ortam genişliği skorları.....	67

## Resimler Dizini

1. Aydınlatma kabini içerisinde bir deneğin beyaz, kırmızı ve mavi ışıklara maruziyeti sırasında elektrodermal aktivite ve kalp atım hızı verilerinin kaydı.....47
2. Nexus 10 Mark II Mobil Kayıt Cihazı.....49
3. Kalp atım hızı verilerinin kayıtlanması sırasında kullanılan bir mandallı fotopletismograf.....50
4. Işığın aydınlatma şiddetinin ölçülmesi için kullanılan lüksmetre.....51



## Kısaltmalar Listesi

- LED** : Işık Yayan Diyot
- KH** : Kalp Atım Hızı
- KHD** : Kalp Atım Hızı Değişkenliği
- EDA** : Elektrodermal Aktivite
- vb.** : ve benzeri



## Simgeler Listesi

<b>N</b>	:	Newton
<b>C</b>	:	Coulomb
<b>T</b>	:	Tesla
<b>E</b>	:	Elektrik alan
<b>B</b>	:	Manyetik alan
<b>c</b>	:	Işık hızı ( $3 \times 10^8$ m/s)
<b>m</b>	:	metre
<b>cm</b>	:	santimetre ( $10^{-2}$ m)
<b>nm</b>	:	nm ( $10^{-9}$ m)
<b>m<sup>2</sup></b>	:	metrekare
<b>s</b>	:	saniye
<b>ms</b>	:	milisaniye
<b>Φ</b>	:	Işık akısı (lümen 'lm')
<b>F</b>	:	Enerji akısı
<b>I</b>	:	Işık şiddeti (kandela 'cd')
<b>Ω</b>	:	Katı açısı
<b>A<sub>maks</sub></b>	:	Maksimum aydınlatma şiddeti değeri
<b>A<sub>min</sub></b>	:	Minimum aydınlatma şiddeti değeri
<b>V</b>	:	Volt
<b>mV</b>	:	milivolt ( $10^{-3}$ V)
<b>W</b>	:	Watt

- °K** : Kelvin
- GaAsp:** Galyum arsenit fosfat
- mA** : miliamper
- AC** : Alternatif akım
- DC** : Doğru akım
- μS** : mikrosiemens



## 1. GİRİŞ VE AMAÇ

Aydınlatma teknolojilerindeki gelişmelere paralel olarak yapay aydınlatma araçları giderek çeşitlilik kazanmaktadır. Günümüzde ampüller, halojen lambalar, ballastlar, floresan lambalar, yüksek basınçlı sodyum lambaları ve ışık yayan diyotlar (Light Emitting Diode 'LED') başlıca aydınlatma araçlarıdır (1). Bu aydınlatma araçları arasında LED'ler, diğer aydınlatma araçlarına göre uzun ömürlülük, düşük güç tüketimi, etkin kontrol edilebilirlik ve az ısınma gibi avantajları nedeni ile dikkat çekmektedir (2). LED aydınlatma araçlarının en ilgi çekici özellikleri ise mavi, kırmızı, yeşil vb. gibi tek renkli ışıklar üretebilmeleridir. Bu nedenle LED aydınlatma araçlarının, gerek aydınlatma gerekse dekoratif amaçlı olarak günlük yaşamdaki kullanımını her geçen gün hızla artmaktadır. Öyle ki dünyada LED kullanım oranının diğer aydınlatma araçları ile karşılaştırıldığında 2020 yılında % 60'a ulaşacağı (3) ve böylece insanların renkli ışıklara maruziyetinin de giderek artacağı öngörülmektedir. Tek renkli ışıklara maruziyetteki bu artışın insanlarda ne gibi fizyolojik değişiklikler oluşturduğu merak uyandırmakta ve artan sayıda araştırmaya konu olmaktadır. Yapılan güncel araştırmalar incelendiğinde, renkli ışıkların insanlarda kan basıncı (4-6), vücut sıcaklığı (7, 8), kalp atım hızı (7, 9, 10), kalp atım hızı değişkenliği (11-13) ve elektrodermal aktivite (5, 14) gibi otonom sinir sistemi tarafından kontrol edilen fizyolojik değişkenler üzerindeki etkilere yoğunlaştığı görülmektedir. Bunların yanı sıra, renkli ışıkların hoşnutsuzluk (15, 16), uyarılmışlık (17-19) ve baskınlık hissi (20, 21), geçen zaman (5, 22), ortam genişliği (23, 24) vb. kişisel algı düzeylerini nasıl etkilediği de araştırılan diğer konular arasındadır.

Söz konusu araştırmalardan elde edilen bulgular, özellikle kırmızı ve mavi renkli ışıkların insan otonom sinir sistemi üzerindeki etkilerinin birbirinden farklı olduğunu bildirmektedir (8, 11, 25-29). Bu konuda yapılan araştırmalar incelendiğinde, kırmızı renkli ışığın otonom sinir sisteminin sempatik bölümünü aktive edici bir etkisinin olduğunu bildirilirken (26, 29), diğer araştırmalar ise aynı renkli ışığın sempatik bölüm üzerinde önemli bir etkisinin söz konusu olmadığı ileri sürülmektedirler (8, 14, 25). Mavi, sarı, yeşil ve kırmızı renkli ışıkların karşılaştırıldığı öteki araştırmalarda ise kırmızı renkli ışığın mavi ışığa göre, otonom sinir sisteminin parasempatik bölüm üzerinde daha etkin olduğu rapor edilmektedir (28).

Öte yandan renklerin insanların duygu durumları üzerindeki etkilerini bir takım psikometrik ölçeklerle belirlemeye çalışan araştırmalardan bazıları, mavi rengin kırmızı renge göre, uyarılmışlığı daha da yükselttiğini bildirirken (30-32), diğerleri aksi yönde sonuçlar rapor ederek, kırmızı rengin uyarılmışlığı arttırmadaki etkisinin maviye göre daha fazla olduğunu (33-35) ileri sürmektedirler. Bunlara ek olarak, kırmızı ve mavi renkli ışık maruziyeti sırasında bulunulan fiziki ortamın dar ya da geniş olarak algılanıp algılanmadığı (5, 36, 37) ve maruziyet boyunca zaman akışı algısında (38-40) bir değişiklik olup olmadığı hakkında da farklı sonuçlar bildiren araştırmalar bulunmaktadır (5).

Ancak yukarıda bahsedilen araştırma sonuçlarında kırmızı ve mavi renkli ışığın insanlar üzerindeki etkilerinde bir takım tutarsızlıkların olduğu görölmektedir. Bu ve benzeri tutarsızlıkların uygulanan metotların, deneysel tasarımın, veri analiz yöntemlerinin ve örneklem büyüklüklerinin yetersizliği gibi faktörlere bağlı olması ile birlikte, deneklerin genel olarak cinsiyet, yaş, kültür vb. şekilde sınıflandırılmış olmasına da bağlanabilir. Oysa ki, kişilik farklılıklarının da renk algısı ve tercihi üzerinde önemli bir etken olduğu belirtilmektedir (41-43). Örneğin, içe dönük kişilerin mavi gibi heyecanı baskılayıcı özellik taşıyan renkleri, dışa dönük kişilerin ise kırmızı gibi heyecanı arttırıcı renkleri tercih ettikleri bildirilmektedir (44). Benzer şekilde koyu renkleri (kahverengi, gri ve siyah) tercih eden kişilerde ie dönüklüğün ve nevroklikliğin baskın olduğu da belirtilmektedir (43). Öyleyse, renk algısında ve tercihinde kişiliklere göre farklılık görölüyorsa benzer şekilde tek renkli ışıklara maruziyet sırasında da farklı kişiliklere sahip deneklerin otonomik yanıtlarında ve uyarılmışlık, hoşnutluk ve baskınlık gibi duygu durumlarında farklılıklar görölmesi beklenmelidir. Literatür incelendiğinde farklı kişilik tiplerine sahip insanların (gelişime açık, öz denetimli, dışa dönük, yumuşak başlı ve duygusal dengeli) tek renkli ışıklardan nasıl etkilendiğine dair kapsamlı bir araştırmaya da rastlanılmamıştır.

Bu araştırmada, 300 lüks aydınlatma şiddetinde beyaz, kırmızı ve mavi renkli ışıkların insanlarda elektrodermal aktivite, kalp atım hızı ve kalp atım hızı değişkenliği gibi otonomik yanıtlar üzerinde herhangi bir etkisinin bulunup bulunmadığı araştırılmıştır. Ayrıca deneklerin kişilik özelliklerinin renkli ışıklar altındaki otonomik yanıtlarında oluşan değişiklikleri açıklayıp açıklayamadığı araştırılmıştır. Son olarak mevcut araştırmada, aynı renkli ışıklara maruziyetin uyarılmışlık, hoşnutluk ve



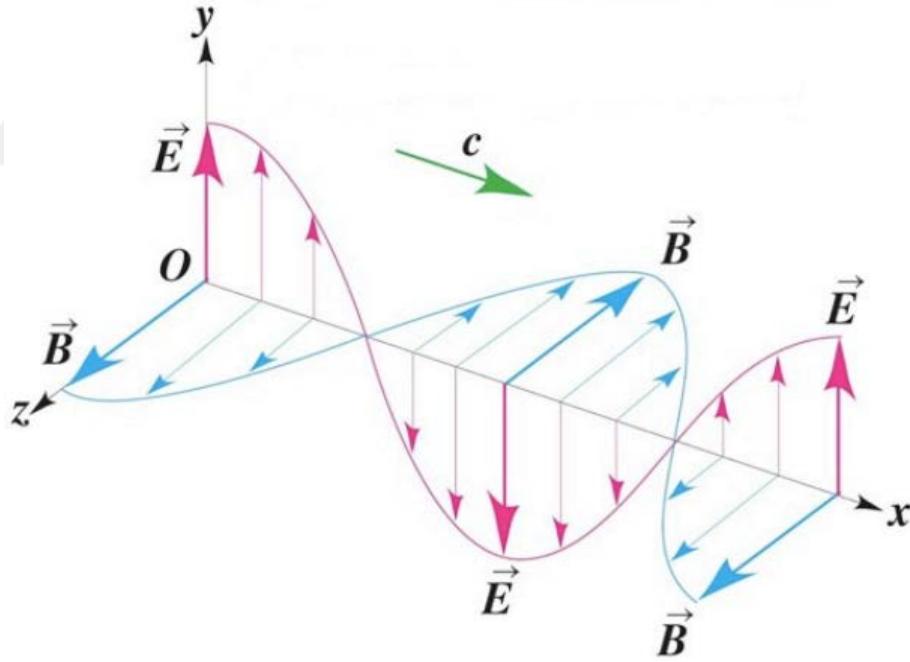
baskınlık gibi duygu durumları ve maruziyet boyunca geçen zaman ve ortam genişliği algısı üzerinde bir etkisinin olup olmadığı tespit edilmeye çalışılmıştır.



## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. Elektromanyetik Dalgalar

Elektromanyetik dalgalar, elektrik yüklerinin ivmeli hareketi sonucu oluşan enine dalgalardır. Bu dalgalar, elektrik ve manyetik alan gibi iki bileşenden oluşurlar. Elektrik alan, uzayda bir noktaya etkiyen elektrik kuvvetin o noktada bulunan yükün büyüklüğüne bölümüne eşittir (45). Manyetik alan ise temel parçacıklar, hareketli elektrik yükleri veya zamanla değişen elektrik alanlar tarafından üretilen vektörel bir büyüklüktür. Başka bir ifadeyle, hareketli bir elektrik yüküne etki eden Lorentz Kuvveti'dir (B). Elektrik ve manyetik alanlar birbirleri ile etkileşim halinde olup, zamanla değişen bir elektrik alanı bir manyetik alan indüklerken, zamanla değişen bir manyetik alanı da bir elektrik alanı indükler. Zamana bağlı olarak ardışık bir şekilde değişen bu alanların etkileşimi sonucu elektromanyetik dalgalar oluşur. Şekil 1'de elektromanyetik dalga ve bileşenlerinin şematik gösterimi verilmiştir (46).



Şekil 1. Elektromanyetik dalgaların ve bileşenlerinin şematik gösterimi. Elektrik alanı (E), manyetik alan (B) ve elektromanyetik dalganın ilerleme yönü (x) ([http://ww2.odu.edu/~jdudek/Phys112N\\_materials/6-em\\_waves.pdf](http://ww2.odu.edu/~jdudek/Phys112N_materials/6-em_waves.pdf))

Elektrik alan ile manyetik alan arasındaki ilişki aşağıdaki bağıntıda gösterildiği şekilde formülize edilmiştir.

$$E = c \times B$$

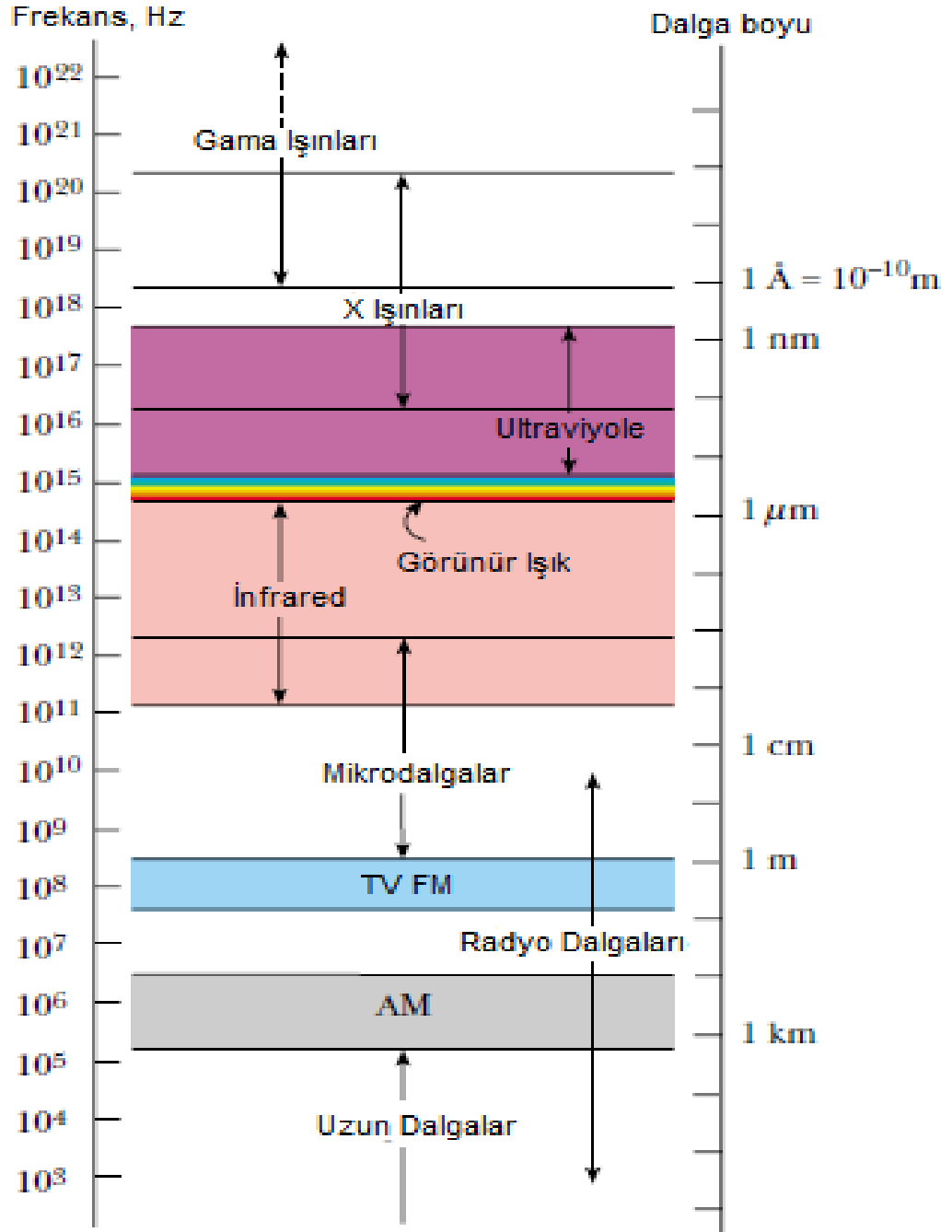
Bu bağıntıda ‘ $E$ ’ elektrik alanı, ‘ $c$ ’ ışık hızını ( $3 \times 10^8$  m/s), ‘ $B$ ’ ise manyetik alanı temsil etmektedir. Elektromanyetik dalgalar üstüste binme ilkesine uyarlar, yayılmaları için bir ortam gerekmez, boşlukta ışık hızıyla ( $c$ ) ilerler, enerji ve momentum taşırlar (45). James Clark Maxwell, elektromanyetik dalgaların “Maxwell Denklemleri” olarak bilinen dört etkileşim denkleminin doğal bir sonucu olduğunu göstermiştir (45). Maxwell Denklemleri, Fen ve Mühendislikler İçin Fizik 2 Kitabı’ndan derlenmiş haliyle Tablo 1’de gösterilmektedir (45).

**Tablo 1. Maxwell Denklemleri.**

Gauss Kanunu (Elektrik Alan)	$\oint E \cdot dS = \frac{q}{\Sigma_0}$
Gauss Kanunu (Manyetik Alan)	$\oint B \cdot dS = 0$
Faraday Kanunu	$\oint E \cdot dl = -\frac{d\phi_B}{dt}$
Amper Kanunu	$\oint B \cdot dl = \mu_0 \epsilon_0 \frac{d\phi_E}{dt} + \mu_0 i$

## 2.2. Elektromanyetik Spektrum

Elektromanyetik dalgaların dalgaboyu, frekansı ve enerjisi göz önüne alınarak sınıflandırılması ile oluşan sıralamaya elektromanyetik spektrum denir. Bir elektromanyetik spektrum radyo dalgaları, mikrodalgalar, kızılötesi dalgalar, görünür ışık, morötesi dalgalar, x ışınları ve gama ışınları olmak üzere 7 sınıfa ayrılır. Elektromanyetik spektrum, uzun dalga boyu ve düşük enerji özelliklerini taşıyan radyo dalgalarıyla başlayıp kısa dalga boyu ve yüksek enerjiye sahip gama ışınlarıyla sonlanır. Elektromanyetik spektrum bölümlerinin şematik gösterimi Şekil 2’de (45), bu bölümlerin genel özellikleri ise Tablo 2’de verilmiştir (47).



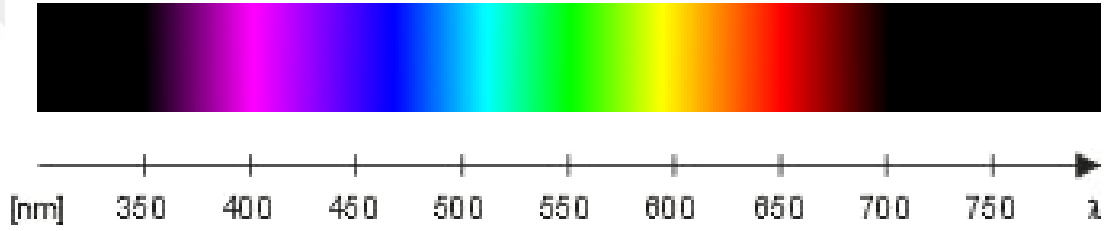
Şekil 2. Elektromanyetik spektrum bölümlerinin şematik gösterim (Serway 2011'den değiştirilerek alınmıştır).

**Tablo 2. Elektromanyetik spektrum bölümleri ve bu bölümlerin genel özellikleri.**

<b>Radio Dalgaları</b>	Elektromanyetik spektrumda en uzun dalga boyuna, en düşük enerji ve frekansa sahip olan dalgalar, radyo dalgalarıdır. Yağmur kar bulut gibi engelleri kolaylıkla geçerler. Televizyon, radyo ve cep telefonları gibi iletişim aygıtları radyo dalgalarını kullanır.
<b>Mikrodalgalar</b>	Mikrodalgalar, elektromanyetik spektrumda radyo dalgalarının yüksek frekanslı bölgesinde bulunmaktadır. Ancak teknolojik kullanım açısından ayrı önem taşıdıkları için radyo dalgalarından farklı bir şekilde sınıflandırılmışlardır.
<b>Kızılötesi Dalgalar</b>	Kızılötesi dalgalar, elektromanyetik spektrumun 0.7 $\mu\text{m}$ ile 1 mm dalgaboyları arasındaki bölgesidir. Kızılötesi ışıkların sahip oldukları enerji, çarptıkları yüzeydeki atom ve moleküllerin enerji düzeylerini değiştirmek için yeterli değildir. Bunun yerine atom ve moleküllerin titreşim enerjilerini değiştirir ve sıcaklıklarında artışa neden olur.
<b>Görünür Işık</b>	Elektromanyetik spektrumun 380 nm ile 780 nm dalgaboyu arasındaki bölgedir. İnsan gözündeki ilgili fotoresptörler, bu dalga boyu aralığındaki ışıklara duyarlıdır.
<b>Morötesi Işık</b>	1801 yılında Johann Ritter tarafından keşfedilen morötesi ışıklar, görünür ışıktan daha kısa dalga boyuna ve daha yüksek enerjiye sahiptir. İnsan gözü morötesi ışıkları göremez. Morötesi ışıklar UV-A, UV-B ve UV-C olmak üzere üç bölgeye ayrılır.
<b>X Işınları</b>	Morötesi ışıklara kıyasla daha kısa dalga boyu, daha yüksek frekans ve daha yüksek enerjiye sahiptirler. Genellikle birim olarak eV cinsinden ifade edilirler. X ışınları elektromanyetik spektrumun 100 eV ile 200 keV enerjiye sahip bölgeleri arasından bulunur.
<b>Gama Işınları</b>	Elektromanyetik spektrum boyunca en kısa dalga boyu, en yüksek frekans ve en yüksek enerjiye sahip olan ışık, gama ışınlarıdır. Bu ışınlar, 200 keV ile 200 MeV enerjiye sahip bölgeler arasında bulunur.

### 2.3. Görünür Işık

Görünür ışık, insan gözünün ışık veya renk olarak algıladığı aralığa denk gelen bir elektromanyetik dalga türüdür. Dalga boyu 380 nm - 780 nm, frekansı  $4,3 \times 10^{14}$  Hz -  $7,5 \times 10^{14}$  Hz aralığında olup, enerjisi ise 1,8 eV ve 3,1 eV aralığında değişen foton karakterindeki enerjidir. Görünür ışık, sahip olduğu farklı dalga boylu bileşenleri nedeniyle çeşitli renklere ayrılır. Bu renkler temel olarak en uzun dalga boylu ışıklardan en kısa dalga boylu ışıklara doğru sırasıyla kırmızı, turuncu, sarı, yeşil, mavi ve mor olarak sınıflandırılır. Beyaz ışık, görünür ışık spektrumundaki tüm dalga boylu ışıkların bir arada bulunmasıyla meydana gelir. Görünür ışık spektrumundaki renklerin sıralanışı ve dalga boyu aralığı Şekil 3'te verilmiştir (48).



Şekil 3. Görünür ışık spektrumu ve renkleri.  
(<http://www.giangrandi.ch/optics/spectrum/spectrum.shtml>)

#### 2.3.1. Işık Akısı

Işık akısı, bir ışık kaynağı tarafından birim zamanda yayılan ışık miktarına denir. Diğer bir deyişle, bir ışık kaynağından yayılan ve sağlıklı bir insan gözünün gündüz görmesine ait spektral duyarlılık eğrisine göre hesaplanan enerji akısıdır. Birimi lümen (lm.) olup,  $\Phi$  sembolü ile gösterilir. Bazı ışık kaynakları ve bu kaynakların ışık akıları Tablo 3'te verilmiştir (49).

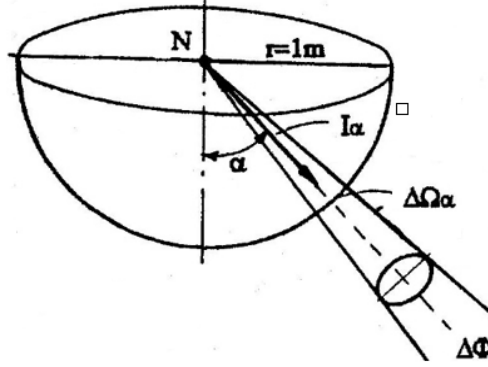
Tablo 3. Bazı ışık kaynakları ve bu kaynakların ışık akıları.

Bisiklet farı	30 lm
Akkor telli lamba	900 lm
Kompakt floresan	900 lm
Tüp floresan	5400 lm
Yüksek basınçlı sodyum buharlı	10000 lm
Alçak basınçlı sodyum buharlı	26000 lm
Yüksek basınçlı civa buharlı	58000 lm
Metal halojen	190000 lm

### 2.3.2. Işık Şiddeti

Noktasal bir ışık kaynağının ışık şiddeti, o noktadan yayılan ışık akısının katı açı ( $\Delta\Omega$ ) uzay açısına bölümünün türevine eşittir. Birimi “candela” (cd) olup “I” sembolü ile gösterilir. Bu bağıntı, aşağıda gösterildiği şekilde formülize edilmiştir. Işık şiddeti hesaplamasında kullanılan parametreler Şekil 4’te gösterilmiştir (49).

$$I_{\alpha} = \lim_{\Delta\Omega \rightarrow 0} \Delta\Phi / \Delta\Omega = d\Phi / d\Omega$$



Şekil 4. Işık şiddeti hesaplamasında kullanılan parametrelerin gösterimi (Onaygil 2010’dan alınmıştır).

### 2.3.3. İllüminans

İllüminans (aydınlık şiddeti), birim zamanda birim alana düşen ışık akısı miktarıdır. Birimi lüks ( $\text{lm}/\text{m}^2$ ) olan illüminans,  $E = \Phi / A$  bağıntısıyla hesaplanır. Tablo 4’te bazı mekanlar ve bu mekanların aydınlık şiddeti ölçüm değerleri verilmiştir (50).

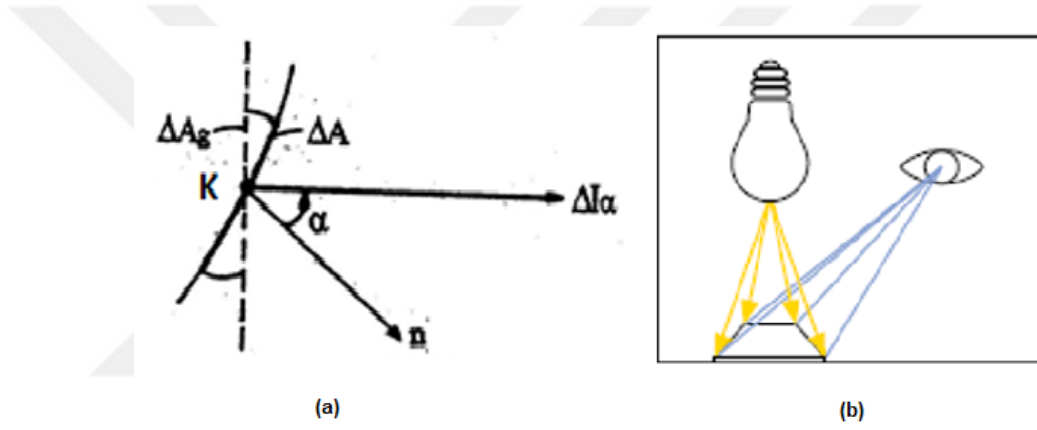
Tablo 4. Bazı mekanlar ve bu mekanların aydınlık şiddeti değerleri.

Mekan	Aydınlık Şiddeti(Lux)
Bekleme Salonları	300 lux
Açık Ofisler	750 lux
Toplantı Odaları	500 lux
Ofisler	500 lux
Rutin ofis işleri	400 lux
Kötü kontrastta çalışma	600 lux
Genel arka ışık	160-240 lux
İşyerindeki açık alanlar, dış yollar, geçitler	20 lux
Yol ve merdivenler	50 lux

### 2.3.4. Lüminans

Işığın yayıldığı bir yüzey üzerinde bulunan bir K noktasının bu yüzeyin normaliyle  $\alpha$  açısı yapan bir doğrultu üzerinde parıltısı (lüminans) bulunmaktadır (Şekil 5(b)). Lüminans ( $L_\alpha$ ), bu yüzeyin söz konusu doğrultuda yaydığı ışık şiddetinin ( $\Delta I_\alpha$ ), yüzeye ( $\Delta A$ ) dik düzlemdeki alana ( $\Delta A_g$ ) bölümünün limitidir ve aşağıda gösterildiği gibi formülize edilmiştir. Lüminans birimi  $\text{cd/m}^2$ 'dir. Şekil 5'te lüminans hesaplanmasında kullanılan parametreler (a) (49) ve bir masa üzerinden yansıyan ışığın parıltısı (b) (51) gösterilmiştir.

$$L_\alpha = \lim_{\Delta A_g \rightarrow 0} \Delta I_\alpha / \Delta A_g = dI_\alpha / dA_g$$



Şekil 5. Lüminans hesaplanmasında kullanılan, parametrelerin (a) ve bir masa üzerinden yansıyan ışığın parıltısının gösterimi (b) (Onaygil 2010'dan (a), Zumbotel 2013'ten (b) alınmıştır).

### 2.4. Renkler

Renk, gelen ışığın, gözün retina tabasında bulunan fotoreseptörler tarafından algılanması sonucu, sinir sisteminde oluşan görüntü olarak tanımlanır. Fiziksel anlamda ise bir nesnenin rengi o nesnenin üzerine gelen ışığın farklı dalga boylu (renkli) ışık bileşenleri absorbe edilirken, kendi rengine karşılık gelen dalga boylu ışığın yansıtılması sonucu oluşur (47). İnsan gözü tarafından algılanabilen görünür ışık bölgesi elektromanyetik spektrumun 380 nm ila 780 nm dalga boyları arasında bulunur. Görünür ışık bölgesinde bulunan ışığın her dalga boyu aralığı, farklı renk veya aynı rengin farklı tonları şeklinde algılanır. Görünür ışık bölgesi renklere göre; kırmızı (630nm-780nm), turuncu (590nm-630nm), sarı (560nm-590nm), yeşil (490nm-560nm), mavi (445nm-520nm) ve mor (380nm-450nm) olarak sınıflandırılır (52, 53). Görünür

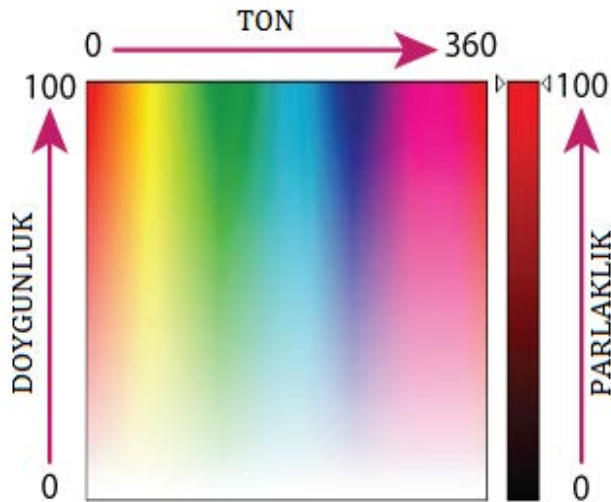


spektrumdaki renk yelpazesi o kadar çeşitlidir ki normal insan gözünün ayırt edebileceği 7.5 milyon ila 10 milyon arasında renk bulunmaktadır (5). Maerz ve Paul tarafından yazılan bir renk sözlüğünde 3000'den fazla isimlendirilmiş renk bulunmaktadır (5).

İnsan gözü temel olarak kırmızı, yeşil ve mavi olmak üzere üç rengi algılar. Diğer renkler bu üç temel rengin çeşitli miktarlarda katılımları sonucu ortaya çıkar. Oluşan yeni renkler, yapısında bulunan temel renklerin miktarına göre farklılık gösterir. Dolayısıyla, renkli ışıkların girişim yapması sonucu farklı renkte ışıklar oluşabilir. Örneğin, sarı ışık (570 nm), yeşil (540 nm) ve kırmızı (635 nm) ışığın girişim yapması sonucu meydana gelmektedir.

#### 2.4.1. Renk Özellikleri

Renkler, insan gözü tarafından ton, doygunluk ve parlaklık olmak üzere üç özellik üzerinden karakterize edilir. Her renk ton, doygunluk ve parlaklık derecesi bakımından farklılık gösterir. Şekil 6'da renklerinin ton, doygunluk ve parlaklık değişimleri görülmektedir (54). Üzerine ışık düşen bir nesne tarafından veya ışık kaynağının kendisi tarafından ilgili reseptöre iletilen renk karakteristiği, ton olarak adlandırılır. Rengin gücü ve saflığını temsil eden doygunluk, ton ile orantılı olarak rengin grilik miktarını temsil eder. Rengin açıklık ve koyuluk düzeylerinin 0'dan (siyah) 100'e (beyaz) kadar derecelendirilmesiyle ortaya çıkan kavrama ise parlaklık denir.



Şekil 6. Renklerde ton, doygunluk ve parlaklık ilişkisi.  
(<https://helpx.adobe.com/tr/photoshop-elements/using/color.html>)

## 2.4.2. Kromatik ve Akromatik Renkler

Görünür ışık bölgesinde bulunan kırmızı, turuncu, sarı, yeşil, mavi ve mor gibi renkler veya bu renklerin kombinasyonlarından oluşan renklere kromatik renkler denir. Siyah, beyaz ve bu iki rengin kendi aralarında oluşturdukları renk kombinasyonlarına (gri) ise akromatik renkler denir. Şekil 7’de akromatik renkler gösterilmiştir (55).

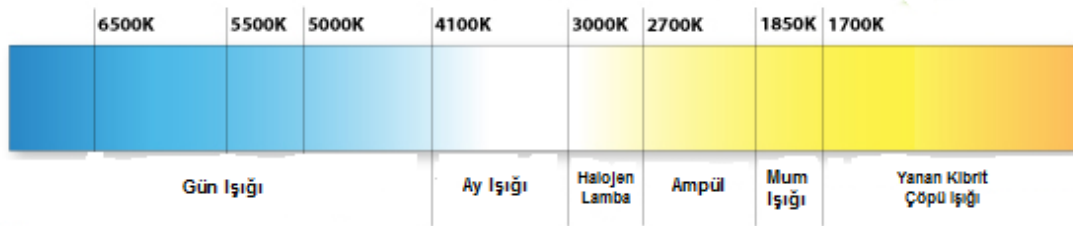


Şekil 7. Akromatik renkler.

(<https://color.adobe.com/tr/achromatic-color-theme-9240865/>)

## 2.4.3. Renk Sıcaklığı

Çevresine ışık yayan bir cismin renk sıcaklığı, aynı renkte ışımaya yapan bir siyah cismin sıcaklığı olarak ifade edilir (56). Cisimler ısındıkça yaydıkları enerji, kısa dalga boylu formda olur. Yanan bir kibrit çöpünün sıcaklığı arttıkça kırmızıdan maviye dönmesi bu duruma örnek olarak verilebilir. Güneşin sarı renkte görünmesinin nedeni yüzey sıcaklığının 5,500 °K olmasıdır. Güneşin sıcaklığı bu değerden daha düşük olsaydı kırmızı, daha yüksek olsaydı mavi renkte görünenecekti. Şekil 8’de çeşitli ışık kaynakları ve bu kaynakların renk sıcaklıkları gösterilmiştir (57).



Şekil 8. Işık kaynakları ve renk sıcaklık düzeyleri.

(<http://www.illuminairegroup.com/2011/12/05/led-lamp-color-temperatures/>)

Elektromanyetik spektrumun görünür ışık bölgesinde uzun dalga boyuna sahip kırmızı ve kırmızıya yakın olan turuncu ve sarı gibi renkler, sıcak renkler olarak adlandırılır. Kısa dalga boyuna sahip mavi ve maviye yakın olan renkler ise soğuk renkler olarak adlandırılır.

## 2.5. Aydınlatma

Bir ortam ve bu ortam içerisindeki nesnelerin görsel olarak algılanmasının mümkün kılınması amacıyla ışık kaynaklarından yararlanılmasına aydınlatma denir. Aydınlatma, genel ve bölgesel aydınlatma olmak üzere ikiye ayrılır. Ortam içerisinde olağan aktivitelerin sağlanması amacıyla yapılan aydınlatmaya genel aydınlatma denir. Genel aydınlatmanın yetersiz kaldığı durumlarda veya bir bölgeye dikkat çekmek istenildiğinde ilgili bölgenin aydınlatılmasına bölgesel aydınlatma denilir. Bölgesel aydınlatmaya, bina koridorlarının sonlarındaki çıkış levhaları örnek olarak gösterilebilir.

### 2.5.1. Aydınlatmanın Niceliği

İçerisinde gerçekleştirilen aktivitelere bağlı olarak, bir ortamın yeterli şekilde aydınlatılması için gerekli olan aydınlık düzeyine aydınlatmanın niceliği denir.

### 2.5.2. Aydınlatmanın Niteliği

Kullanılan ışığın rengi, ortamın renksel geriverimi ve aydınlık düzeyi dağılımı etkili bir aydınlatma için belirleyici faktörlerdir. Tüm bu faktörler aydınlatmanın niteliği kavramı çerçevesinde ele alınır.

#### 2.5.2.1. Renksel Geriverim

Renksel geriverim, bir ışık kaynağı tarafından yayılan ışığın spektral dağılımına bağlı olarak değişen bir kavramdır. Söz konusu ışık kaynağının spektral dağılımı güneş ışığının spektral dağılımına ne kadar yakınsa, o ışık kaynağı altında bulunan nesnelerin renklerinin algılanması o kadar gerçeğe yakın olur. Şekil 9'da üç farklı ışık altında renksel geriverimin nasıl değiştiği gösterilmiştir (58).



Renksel Geriverim = 90



Renksel Geriverim = 70



Renksel Geriverim = 50

Şekil 9. Üç farklı ışık altında renksel geriverim gösterimi.  
([http://www.emo.org.tr/ekler/11a405701da4a51\\_ek.pdf?tipi=2](http://www.emo.org.tr/ekler/11a405701da4a51_ek.pdf?tipi=2))

### 2.5.2.2. Aydınlık Düzeyi Dağılımı

Aydınlatılan bir ortamın ayrı noktalarında yapılan ölçümlerde, farklı aydınlatma şiddeti değerlerinin görülmesi olağan bir durumdur. Bu farklılığın belirli sınırlar içerisinde olması, uygun bir aydınlatma için önemlidir. Uygun bir aydınlık düzeyi dağılımının elde edilmesi için, ortamda ölçülen maksimum aydınlatma şiddeti değeri ( $A_{maks}$ ) ile minimum aydınlatma şiddeti değeri ( $A_{min}$ ) arasındaki oranın ( $A_{min}/A_{maks}$ ) 0.4 ile 0.6 arasında olması gerekmektedir. Bu durum, uygun ışık kaynaklarının doğru konumlandırılmasıyla sağlanabilir. Aksi takdirde aydınlatılan ortamda karanlık, loş veya çok parlak gibi istenmeyen şekilde aydınlatılmış bölgeler ortaya çıkabilir.

### 2.5.3. Aydınlatma Teknikleri

Işık kaynağından çıkan ışığın ortama yayılma şekli baz alınarak direk, yayınlık ve indirekt olmak üzere üç farklı aydınlatma tekniği bulunmaktadır. Işığın ortama doğrudan yayılmasıyla gerçekleştirilen aydınlatmaya, direk aydınlatma denir. Bu aydınlatma şekli yüksek tavanlı ve koyu renkli yüzeylerin bulunduğu alanlarda kullanılır ve verimi oldukça yüksektir. Ancak, direkt aydınlatma yöntemiyle aydınlatılan ortamlarda ışık kaynağının iyi konumlandırılmadığı durumlarda, aydınlık düzeyi dağılımında düzensizlikler meydana gelir.

Işığın aydınlatılan ortama dolaylı olarak ulaşması yoluyla gerçekleştirilen aydınlatmaya ise indirekt aydınlatma denir. Gölgeleme olayının en az meydana geldiği aydınlatma türüdür. Işığın, aydınlatılan ortama bir çok noktadan yansıyarak ulaşması, bu aydınlatma yöntemini konfor açısından analımlı kılmaktadır.

Direkt ve indirekt aydınlatma tekniklerinin birlikte kullanımıyla gerçekleştirilen aydınlatma tekniğine ise yayınlık aydınlatma denir.

## 2.6. Işık Kaynakları

Güneş ışığı ve yapay ışık kaynakları olmak üzere iki çeşit ışık kaynağı bulunmaktadır. Güneş, hidrojen çekirdeklerinin birleşerek helyuma dönüşmesiyle meydana gelen füzyon reaksiyonları sonucu uzaya yüksek miktarda radyasyon yayar. Bu radyasyonun bir kısmı dünyaya güneş ışığı olarak ulaşır. Yapay ışık kaynakları ise insanların teknolojik yenilikler sonucu geliştirdikleri birtakım aydınlatma araçlarıdır.

### 2.6.1. Güneş Işığı

Işık kaynakları arasında en önemli olanı güneş ışığıdır (59). Güneş, yaklaşık olarak 4.5 milyar yıldır her saniye 4 milyon ton maddeyi enerjiye çevirerek uzaya  $4 \times 10^{27}$  joule büyüklüğünde enerji yaymaktadır (60). Ancak, bu enerjinin çok küçük bir kısmı güneş ışığı olarak dünyanın atmosferine ulaşır. Güneş ışığının yeryüzüne ulaşan miktarı atmosfer koşullarına, bulunulan enleme, yüksekliğe, mevsime, güne hatta günün saatine bağlı olarak değişmektedir (59). Atmosfer güneş ışığını, spektral özelliklerini baz alarak filtreler. Atmosfer tarafından filtrelenerek dünyaya ulaşan güneş ışığının dünyanın en önemli enerji kaynağı olmanın yanı sıra, insanların fizyolojik ve psikolojik yapıları üzerinde önemli etkileri bulunmaktadır (7).

### 2.6.2. Yapay Işık Kaynakları

Yapay ışık kaynakları, ışık üretimi prensibine dayalı olarak bulunulan ortamın aydınlatılması amacıyla insanlar tarafından tasarlanan ve geliştirilen araçlardır. Günümüzde ampüller, halojen lambalar, floresan lambalar, yüksek basınçlı sodyum lambaları, ballastlar ve LED'ler başlıca aydınlatma araçlarıdır (1).

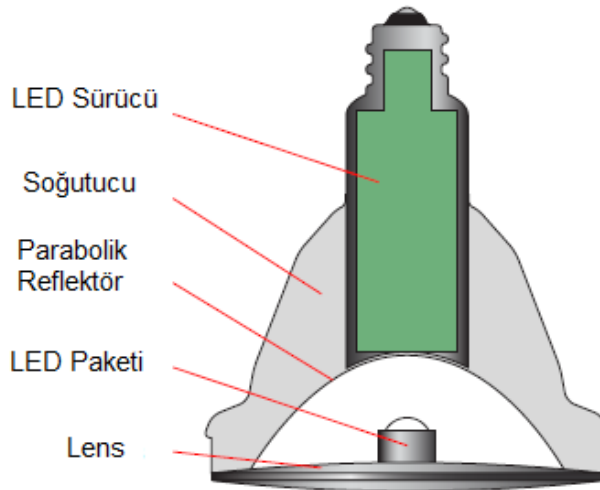
#### 2.6.2.1. Işık Yayan Diyotlar (Light Emitting Diode 'LED')

Son yıllarda, teknolojik gelişmelerle birlikte yapay ışık kaynaklarından biri olan LED'ler keşfedilmiştir. LED'ler basitce diyot temelli, ışık yayan yarı iletken devre elemanlarıdır (61). Temel olarak, gerilime belli bir yönde maruz kaldıkları zaman elektrik enerjisini ışık enerjisine dönüştüren diyotlardır. Floresan lambalar ve ampüllere göre uzun ömürlülük (50,000-100,000 saat), nemli ortamlarda çalışabilirlik, düşük güç tüketimi (%50 ile %70 arasında) ve az ısınma gibi avantajlara sahiptirler (2, 3). Bunların yanı sıra, çok sayıda renk seçeneği ve etkin kontrol edilebilirlik avantajları da sunmaktadırlar. Kırılgan yapıda malzeme içermedikleri için diğer aydınlatma araçlarına göre şok ve titreşimlere daha dayanıklıdır. Genel olarak doğru akım ile beslenirler, bu nedenle tamamen sessiz çalışırlar. Ayrıca halojen lambalardaki gibi yapısında gaz ve civa gibi metaller bulunmadığı için çevreye daha az zarar verirler. LED teknolojisi yakın zamanda diğer aydınlatma araçlarını geride bırakacak ölçüde geniş bir kullanım alanına sahiptir. Günümüzde bir otomobilde yaklaşık olarak 300'den fazla LED kullanılmaktadır. Bununla birlikte, cep telefonlarında kullanılan tuş aydınlatmalarında ve göstergelerde 12 adet LED kullanılmaktadır. Dış mekanlarda kullanılan görüntü

cihazları, çeşitli bilgilendirme göstergeleri, futbol sahaları, medikal uygulamalar, reklam panoları, dekoratif uygulamalar ve yaşam alanları LED'lerin kullanıldığı alanlarından birkaçıdır.

#### 2.6.2.1.1. LED'lerin Yapısı

LED'ler çeşitli boyutlarda üretilebilirler. Beslendikleri akım değerlerinin 2 mA (miliamper) ile 20 mA arasında olması ve kırılma olmamaları nedeniyle kullanım alanları geniştir. LED'lerde ışık üretimi, kristal yapıda madde içerisinde bir elektronun oyukla birleşmesi sonucu gerçekleşir. Işığın üretilmesinde temel ilke bu birleşim sonucunda yaşanan enerji kaybının ışığa olarak ortaya çıkmasıdır. LED'ler üzerlerinden elektrik akımı geçtiğinde ışık (foton) üreten yarı iletkenleri kullanarak çalışır. Şekil 10'da bir LED ve yapısal bileşenleri gösterilmiştir (62).



Şekil 10. LED ve yapısal bileşenleri (Littelfuse 2016'dan değiştirilerek alınmıştır).

LED'ler monokromatik (tek renkli) ışık üretir. Üretilen ışığın rengi LED'in aktif katmanında bulunan materyale bağlıdır. GaAs, GaP, GaN, AlInGaP ve InGaN gibi materyaller aktif katmanda bulunan materyallere örnektir. Söz konusu materyaller yüksek şiddetli ışık yayan LED'lerde kullanılır. Yeşil renkli ışık üreten LED'lerin içinde nitrojen, kırmızı renkli üretenlerde çinko ve oksijen kullanılmaktadır. Yeşil renkli ışık üreten LED'lerin içerisinde bulunan nitrojen miktarı yükseltildikçe üretilen ışığın rengi sarıya dönmektedir. LED ışık kaynakları ile beyaz ışık üretmenin iki yolu vardır. İlk yöntem mavi, yeşil ve kırmızı renkli üç adet LED'in bir kılıf içerisinde kullanılması,

ikincisi ise mavi renkli LED tarafından üretilen ışığın bir fosfor tabakasını uyarmasıyla gerçekleşir. LED'lerin kullanım ömürleri 100.000 saate çıkabilmektedir.

LED'lerin ışık yayım gücü zaman içerisinde azalır. Işık yayım gücü yarıya düşen LED'ler, ekonomik olarak kullanım ömürlerini tamamlamıştır. LED'lerin ışık şiddeti, üzerinden geçen akım ile doğru orantılıdır. Ancak, bu durum akım belli değerleri aştığı zaman değişmektedir. Bu akım değerlerine eşik değer denir ve akımın eşik değeri aştığı durumda aşırı ısınma nedeniyle LED'ler kullanılamaz hale gelir.

## **2.7. Görme Fizyolojisi**

İnsan gözünün optik mekanizması, bir fotoğraf makinesinin mekanizmasına benzer. Bu mekanizma mercekle sistemi, pupilla ve retina olmak üzere üç bölüme oluşur.

### **2.7.1. Mercek Sistemi**

Işık göz içerisinde dört farklı yoğunluğa sahip ortamdaki kornea, aköz humör, göz merceği ve vitröz humörden geçer. Tüm bu bölgeler farklı kırılma indislerine sahiptir. Böylelikle gelen ışık dört farklı noktada kırılır. Işığın kırıldığı bu noktalar; hava ile korneanın ön yüzeyi arasındaki sınır, korneanın arka yüzeyi ile aköz humör arasındaki sınır, aköz humör ile göz merceğinin arasındaki sınır ve göz merceğinin arka yüzü ile vitröz humör arasındaki sınırdır.

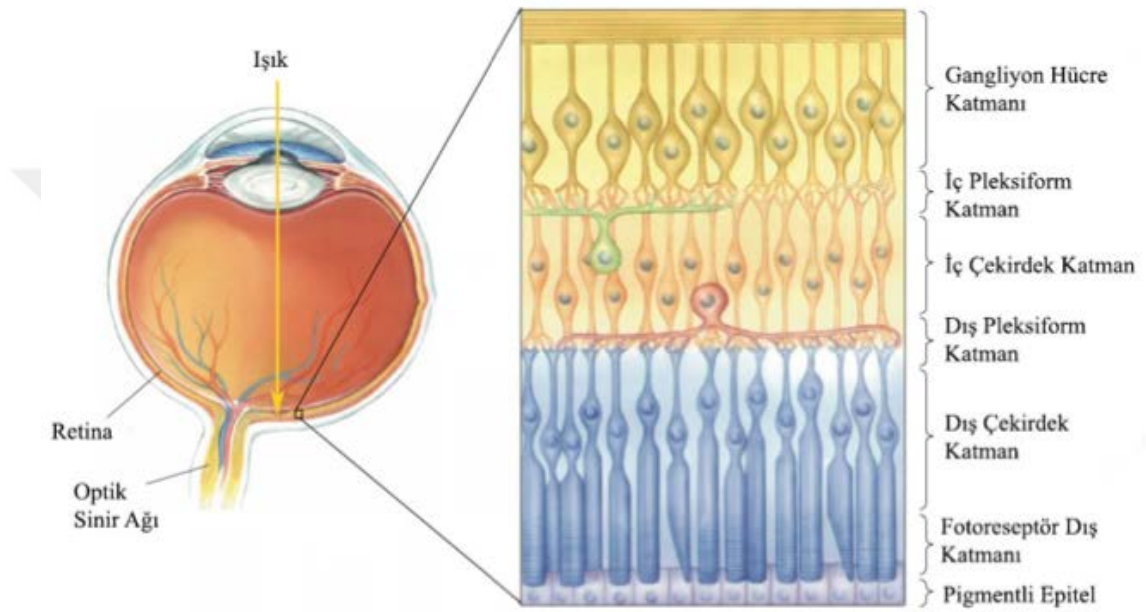
### **2.7.2. Pupilla**

Kornea ile göz merceği arasında bulunan aköz humör içerisinde iris bulunur. İnsan gözü, rengini iris içerisindeki koroid tabakada bulunan pigmentlerden alır. İris içerisinde pupilla bulunmaktadır. Pupilla, göze gelen ışık miktarına bağlı olarak küçülüp büyüyebilir. Çapı 1.5 mm ile 8 mm arasında değişebilen pupilla tabakası, retinaya ulaşan ışık miktarını 30 kat arttırabilir veya azaltabilir. Bu şekilde, daha net bir görüş için göze giren ışık miktarını ayarlar.

### **2.7.3. Retina**

İnsanlarda görme eylemi, ışığın gözün retina tabakasında bulunan koni (renkli görmeden sorumlu) ve basıl hücreleri (karanlıkta siyah-beyaz görmeden sorumlu)

tarafından algılanmasıyla meydana gelir (53). Gelen ışığın göze girmesiyle koni ve basil hücrelerinde oluşan sinyaller sırasıyla retinanın ardışık nöronları, optik sinir ve serebral korteks yolunu takip eder. Retina iç kısımdan dış kısma doğru; iç sınırlayıcı zar, optik sinir lifleri, gangliyon tabakası, iç pleksiform tabaka, iç nükleer tabaka, dış pleksiform tabaka, dış nükleer tabaka (basil ve koni hücre gövdelerinin bulunduğu), basil ve koni hücreleri tabakası ve pigment tabakası olmak üzere dokuz farklı bölgeden oluşur. İç kısımdan dış kısma doğru retinanın yapısal katmanları Şekil 11’de gösterilmiştir (63).



Şekil 11. Retinanın yapısı (Birinci 2009’dan alınmıştır).

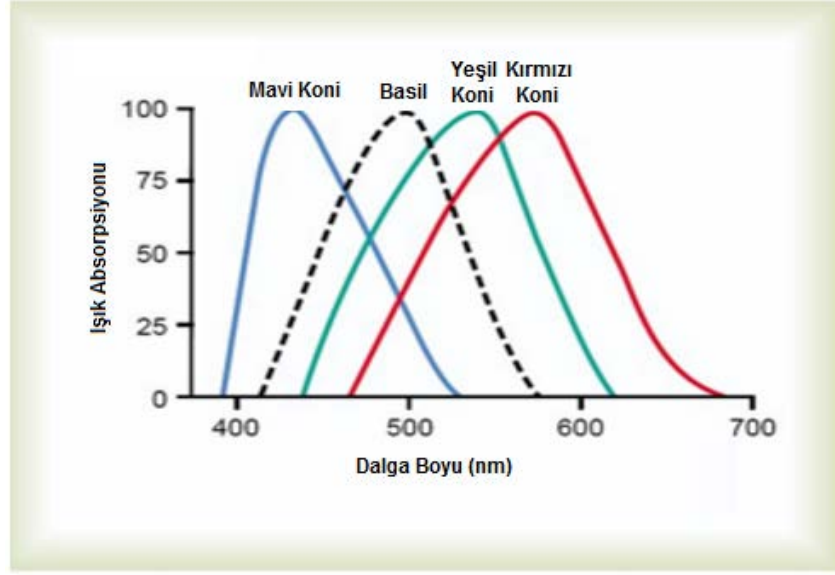
Koni ve basil hücreleri dış segment, iç segment, nükleus ve sinaptik gövde olmak üzere dört farklı kısımdan oluşur. Koni hücreleri basillere göre daha kalın ve kısadır. Bu hücrelerde ışığın algılanmasını sağlayan fotokimyasal maddeler dış segment kısmında bulunur. Koniler içerisinde fotokimyasal madde olarak kırmızı, yeşil ve mavi renk pigmentleri bulunur. Basiller içerisinde ise rodopsin adı verilen ışığa duyarlı fotokimyasal madde bulunur. Basil ve konilerin dış segmentlerinde hücre zarlarının katlanması sonucu oluşan diskler bulunur. Konjuge proteinlerinden oluşan basil ve koniler bu disklerle kaynaşmış halde bulunur ve bu diskler dış segmentin yaklaşık %40’lık bir kısmını oluştururlar. Ayrıca, iç segment kısmında sitoplazma ve sitoplazmik organeller; sinaptik kısımda ise ilgili nöron hücrelerle yaptıkları sinirsel bağlantılar bulunur. Bununla birlikte, retina içerisinde siyah renkli melanin pigmenti bulunur. Bu



pigment ışığın göz küresi içinde yansımalarını engelleyerek net görüşün sağlanmasına yardımcı olur.

Renk pigmenti ve rodopsin fotokimyasalları ışık ile karşılaştıkları zaman farklılaşan kimyasal maddeler içerirler. Bu fotokimyasallardan mora yakın rengiyle görme moru olarak bilinen rodopsin, skotopsin proteini ve retanilin pigmentinden oluşur. Rodopsin ışığa maruz kaldığında ışığın enerjisini absorbe eder. Bunu takiben, rodopsinin retinal bölgesinde bulunan elektronlar ışık enerjisiyle aktif hale gelir ve rodopsin çok hızlı bir şekilde parçalanmaya başlar. Bu şekilde rodopsinin parçalanması ve birtakım kimyasal olaylar sonucu yeniden oluşmasıyla gerçekleşen rodopsin retinal döngüsü başlar. Tek bir fotonun etkisi sonucu basil hücrelerinde 1 mV'luk (milivolt) bir reseptör potansiyeli oluşur. Bu durumda 30 ışık fotonunun neden olduğu reseptör potansiyeli basil hücrelerinde yarı yarıya doygunluğa neden olur (53). Bu kadar düşük miktardaki ışığın bu kadar etkili olabilmesinin nedeni, gözümüzde bulunan fotoreseptörlerin uyarılma hassasiyetlerinin bir milyon kata kadar çıkarılabilmesidir.

Renkli görmeden sorumlu koni hücrelerinde bulunan renk pigmentlerinin yapısı basil hücrelerinde bulunan rodopsine benzerdir. Kırmızı, yeşil ve mavi renkli olmak üzere üç tip renk pigmenti bulunur. Farklı koni hücrelerinde bu üç tip pigmentten sadece bir tanesi bulunabilir. Renk pigmentlerinin ışığı absorbe edebilme özelliklerinin en yüksek olduğu dalgaboyları; kırmızıya duyarlı pigment için 570 nm, yeşile duyarlı pigment için 535 ve maviye duyarlı pigment için ise 445 nm'dir (53). Bunun yanı sıra, basillerde bulunan rodopsinin ışık absorpsiyonu 505 nm dalga boyunda maksimum değer alır. Işığın dalga boyuna bağlı olarak insan gözü tarafından absorpsiyon oranı Şekil 12'de gösterilmiştir (53).



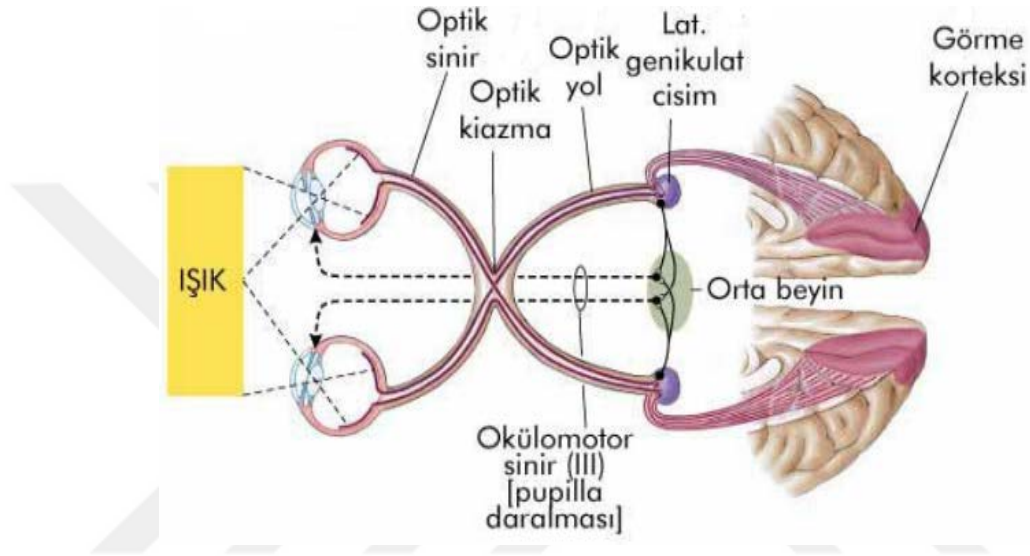
Şekil 12. Işığın dalga boyuna bağlı olarak insan gözü tarafından soğurulma oranı (Guyton 2007'den alınmıştır).

Mavi fotopigmentler 445 nm - 520 nm dalga boyu aralığındaki ışığa duyarlıdır, yeşil ve kırmızı fotopigmentler ise sırasıyla en az 535 nm ve 575 nm dalga boyundaki ışıklara duyarlı olup görünür ışık spektrumunun geri kalanında etkindirler (64). Örneğin 580 nm dalga boyuna sahip ışık, insan gözüne girdiğinde kırmızı konileri %99, yeşil konileri %42 uyarırken mavi konileri uyarmaz. Bu şekilde 580 nm dalga boyuna sahip ışık insan beyninde turuncu renk olarak algılanır. Aksine, 450 nm dalgaboyundaki bir ışık mavi fotopigmentte güçlü sinyal oluştururken kırmızı ve yeşilde zayıf sinyal oluşturur (64). Beyaz renk ise kırmızı, mavi ve yeşil renk pigmentlerinin yaklaşık olarak eşit miktarda uyarılmaları sonucu meydana gelir .

#### 2.7.4. Görme Yolları

Işık maruziyeti sonucu, fotoreseptörlerde oluşan sinyaller ilk olarak retinanın nöronlarına, ardından optik sinir ve serebral kortekse iletilir (53). Retina nöronları; bipolar hücreler, gangliyon hücreleri, horizontal hücreler ve amakrin hücreler olmak üzere dörde ayrılır. Sinir uyarılarının beyine ulaştırılması çeşitli yollar üzerinden gerçekleştirilir: Oluşturulan sinir uyarıları optik sinirler vasıtasıyla retinaları terkederler (53). Optik kiazma içerisinde retinaların nazal yarısından gelen lifler karşı tarafa geçerek burada temporal retinalara bağlı liflere katılırlar, böylelikle optik traktüs oluşur. Optik traktüs lifleri talamusta bulunan dorsal lateral genikülat çekirdeğinde sinaps oluşturur. Bu noktadan ayrılan genikülokalkarin lifler optik radyasyon yoluyla medyal

okspital lobun kalkarin bölgesinde bulunan primer görme korteksine ulaşırlar. Buna ek olarak, görme lifleri; optik traktustan hipotalamusun süperkiazmatik çekirdeğine (sirkadiyen ritm), orta beyindeki pretektal çekirdeklere (odaklanma, pupilla ışık refleksi), süperiyor kollikulusa (iki gözün hızlı hareket koordinasyonu), talamusun ventral lateral genikülat çekirdeği ve çevredeki bazal beyin bölgelerine (bazı davranışsal işlemlerine kontrolüne yardım) ulaşır. Retinadan görme korteksine kadar nöral görme yolları Şekil 13'te verilmiştir (65).



Şekil 13. Retinadan görme korteksine kadar nöral görme yolları.  
(<http://www.dicle.edu.tr/Contents/c1f85c00-cddf-4490-a4f4-72adb9f619bc.pdf>)

Dolayısıyla görsel sinyaller, orta beyin ve ön beynin tabanına ulaşan eski sistem (basiller aracılığıyla), oksipital lobda bulunan görme korteksine ulaşan yeni sistem (koniler aracılığıyla) olmak üzere iki yol üzerinden beyne ulaşır. İnsanlarda şekillerin, renklerin algılanması ve bunların koordinasyonu yeni sistem aracılığıyla gerçekleştirilir (53). Yeni sistemde bulunan sinir lifleri ve nöronlar eski sistemde bulunanlara göre daha geniş ve daha hızlıdır.

## 2.8. Renk Körlüğü

Çeşitli renkleri algılayabilme ve bazı renkler arasında ayırım yapabilme kabiliyetinde tamamen veya kısmen kayıp olması durumuna renk körlüğü denir. Toplum içerisinde görülme sıklığı erkeklerde %8, bayanlarda ise %2 oranındadır (66). Renk körlüğü gözümüzün retina tabakasında koni hücrelerinde bulunan üç renk pigmentinde eksiklik veya fonksiyon bozukluğu olması durumlarında ortaya çıkar (67). Bu eksiklik

veya fonksiyon bozukluğunun yeşil renk pigmentlerinde görüldüğü durumlara “deuteranopia” (yeşil renk körlüğü), kırmızı renk pigmentlerinde görüldüğü durumlara “protanopia” (kırmızı renk körlüğü), mavi renk pigmentlerinde görüldüğü durumlara ise “tritanopia” (mavi renk körlüğü) adı verilir. Söz konusu kalıtsal görme bozuklukları arasında en çok rastlanılanı kırmızı ve yeşil renklerin birbirine karıştırıldığı görme bozukluğudur (68).

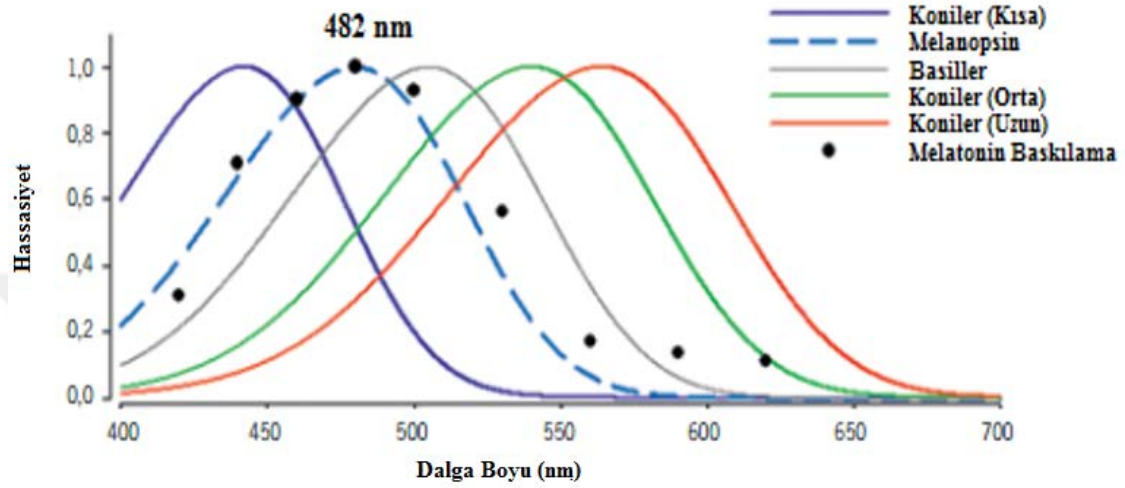
### **2.8.1. İshihara Testi**

Kırmızı ve yeşil renklerin birbirine karıştırıldığı görme bozukluğunun belirlenmesi için en çok kullanılan testlerden biri İshihara Testi'dir (69). İshihara tarafından 1972 yılında geliştirilmiş olan bu test, bir kişinin normal renk algısına veya renk körlüğüne sahip olup olmadığının belirlenmesi için kullanılan kolay bir yöntemdir (68). İshihara Testi, hem gün ışığıyla aydınlanan hem de yapay ışık kullanılarak aydınlatılmış ortamlarda gerçekleştirilebilir. Yapay ışık kullanılan ortamlarda İshihara Plakaları, teste tabi tutulan kişiye en az 75 cm mesafeden okutulur. Toplamda 24 plakadan oluşan testin ilk 17 plakasının üzerinde çeşitli renk kombinasyonları ile yazılmış rakamlar vardır. İshihara Testi uygulamalarının hepsinde tüm plakalar kullanılmamaktadır. Örneğin üzerinde şekiller bulunan 18.-24. plakalar, teste tabi tutulan kişinin numaralı plakaları okuyamadığı durumlarda kullanılır. Geniş çaplı uygulamalarda genel olarak 1 ile 15 arasındaki plakalar kullanılmaktadır. Bu uygulamalarda ilk 15 plaka arasından 1. plaka; 2. ve 3. plakalardan biri; 4,5,6 ve 7. plakalardan biri; 8. ve 9. plakalardan biri; 10,11,12 ve 13. plakalardan biri ve son olarak da 14. ve 15. plakalardan biri, testi uygulayan kişinin tercihine bağlı olarak kullanılır. Cevaplar, teste tabi tutulan kişi tarafından sözlü olarak ifade edilir. Teste tabi tutulan kişi, kendisine plaka gösterildikten sonra en geç 3 saniye içinde cevap verilmelidir. Analiz aşamasında, toplamda 15 plakadan 13 ve daha fazlasını doğru şekilde okuyan kişilerin renkli görme algısının normal olduğu kabul edilmektedir.

### **2.9. Işığın Görsel Olmayan Etkisi**

Yakın zamana kadar, gözün retina tabakasında ışığı algılamakla görevli yalnızca iki çeşit fotoreseptör olduğu düşünülüyordu. Koni ve basil olarak adlandırılan bu retinal gangliyon hücreler, ışığın göze girmesiyle oluşan sinyalleri görsel kortekse iletmekle görevlilerdir. Ancak 2002 yılında fareler (70), 2005 yılında ise primat ve insanlar (71)

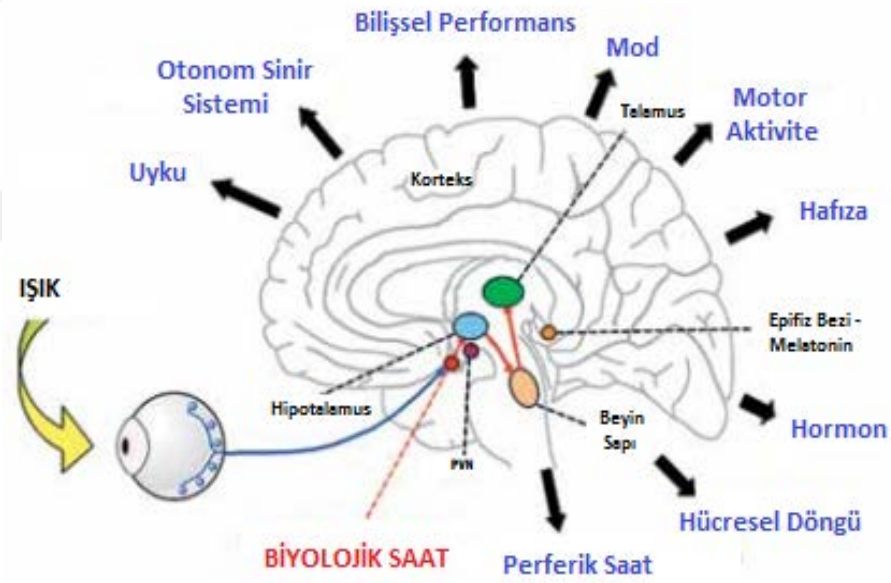
üzerinde yapılan yeni araştırmalar sonucu yeni bir tür retinal fotoreseptör keşfedilmiştir. İçsel fotosensitif retinal gangliyon hücreler olarak adlandırılan bu fotoreseptörlerin yapısında melanopsin adı verilen protein yapılı bir fotopigment bulunmaktadır (72). Melanopsin fotopigmenti 460 – 482 nm dalga boylu ışıklara oldukça hassastır (73). Bu hassasiyet 482 nm dalga boylu ışıklara karşı maksimum düzeye çıkmaktadır (74).



Şekil 14. Retina pigmentleri ve melatoninin dalga boyuna bağlı olarak ışığa hassasiyeti (Gronfier 2013'ten değiştirilerek alınmıştır).

Bilindiği üzere, bu dalgaboyu aralığı insan gözü tarafından mavi renk (445 - 520 nm) olarak algılanmaktadır (53). Bu durum, içsel fotosensitif retinal gangliyon hücrelerin en hassas olduğu rengin mavi olduğunu ortaya koymaktadır. Bu bağlamda, farklı renklerin içsel fotosensitif retinal gangliyon hücreler üzerinde farklı etkileri vardır. İçsel fotosensitif retinal gangliyon hücreler koni ve basil hücrelerinden de bilgi almakta (76), lateal genikülat nükleus ve görsel kortekse giden talamik yola bilgi akışı sağlamaktadırlar. Bu durum, içsel fotosensitif retinal gangliyon hücreler görsel yol üzerinde de etkili olmalarına neden olmaktadır (71). Ancak insanlarda retinal gangliyon hücrelerinin yalnızca ~%0.2'sini oluşturan içsel fotosensitif retinal gangliyon hücrelerin görsel yol üzerindeki etkisi düşük seviyelerdedir (76). Bu hücrelerin asıl görevi ışığın görsel olmayan etkilerinin gerçekleşmesine aracılık etmektedir. İçsel fotosensitif retinal gangliyon hücreler sikadiyen ritm, pupilla kontrolü, uyku-uyanıklık ritmi, vücut sıcaklığı, lokomotor davranışların düzenlenmesi ve melatonin sekresyonu gibi ışığın görsel olmayan etkilerinin gerçekleşmesinde rol oynamaktadırlar (75).

Latince ‘circa’ yakın ve ‘dies’ gün kelimelerinden oluşan sirkadiyen ritm, insan vücudunda birçok fizyolojik ve davranışsal fonksiyonu düzenlemektedir (77). Sirkadiyen ritm, memelilerde hipotalamusta bulunan süperkiazmatik nükleus içerisinde bulunmaktadır. Bu ritm, gün içerisindeki düzenlemelerini yapmak için belirli bir günlük periyota (biyolojik saat) sahiptir. Söz konusu periyot dış uyarılardan bağımsız halde yaklaşık olarak 24 saattir. Ancak, sirkadiyen ritmin saatinin gün içerisindeki düzenlemelerin zamanında yapılabilmesi için belirli aralıklarla senkronize edilmesi gerekmektedir. Bu senkronizasyonun gerçekleşmesi sırasında kullanılan en önemli uyarıcı ışıktır (75). Uyku, otonom sinir sistemi aktivitesi, bilişsel performans, mod, motor aktivite, hafıza, hormonal aktivite vb. birçok durum sirkadiyen ritmin düzenlemelerinden etkilenir (75). Şekil 15’te sirkadiyen ritmin insan vücudunda etkilediği mekanizmaların şematik gösterimi verilmiştir (75).



Şekil 15. Sirkadiyen ritmin insan vücudunda etkilediği mekanizmalar (Gronfier 2013’ten değiştirilerek alınmıştır).

Başka bir ifadeyle, biyolojik saat fizyolojik aktivitelerin doğru zamanda yapılmasını sağlayan bir orkestra şefine benzetilebilir. Biyolojik saat etkisiyle uyanıklık, bilinç, hafıza, vücut sıcaklığı, kan basıncı vb. durumlar gün içerisinde en yüksek aktivite düzeylerinde olur. Melatonin sekresyonu, kas dinlenimi ve uyku vb. durumlar ise geceleri en yüksek aktivite düzeylerine ulaşır. Bunların yanı sıra, sirkadiyen ritm kanserde apoptoz evresinde hücre bölünmesi kontrolünü (75) ve DNA tamirini (78)

etkilemektedir. Vardiyalı işlerde sirkadiyen ritm kaymalarının kansere yol açtığı bulgusunun (79) temelinde bu durumun yattığı öne sürülmektedir (80).

## 2.10. Otonom Sinir Sistemi

Vücüdümüzde bulunan iç organlarla ilgili fonksiyonları otonomik bir şekilde denetleyen ve merkezi sinir sistemimizin bir parçası olan mekanizmaya otonom sinir sistemi denir (81). Otonom sinir sistemi; fonksiyonel olarak kalp dokusunu, salgı bezlerini, yağ dokusunu ve düz kasları innerve eder ve iç ortamın kararlılığını (homeostazis) korur. Örneğin kandaki oksijen miktarı düştüğünde, bu durum ilgili reseptörler tarafından tespit edilir ve solunum merkezlerine bildirilir. Bunun üzerine, solunum merkezleri solunum frekansı ve derinliğini arttırarak kandaki oksijen miktarını optimal seviyeye çıkarır. Aynı şekilde kan basıncı düştüğü zaman damarların çeperlerinde bulunan ilgili basınç reseptörleri uyarılır ve durumu bulbusta bulunan vazomotor merkeze bildirir. Bu merkez kalp atım hızını arttırıp damar çapını daraltarak kan basıncını olması gereken seviyeye çeker. otonom sinir sisteminin kontrol ettiği bazı kaslara örnek olarak kan damarlarındaki düz kaslar, bağırsak, mide ve idrar kesesindeki düz kaslar, iris ve kalp kası gösterilebilir. Otonom kelimesinden de anlaşılacağı gibi bu sistem görevlerini istem dışı bir şekilde gerçekleştirmektedir ve merkezi sinir sistemiyle koordineli bir şekilde çalışmaktadır. Nefes alıp verilmesi, arteriyel basınç, dolaşım sistemi fonksiyonları, terleme ve vücut sıcaklığı gibi birçok durum otonom sinir sistemi tarafından sürekli olarak kontrol edilir. Beyin ve medulla spinalis otonom sinir sisteminin başlangıcını aldığı yerlerdir. Otonom sinir sisteminin düzenlenmesi genelde beyin sapı, hipotalamus ve medulla spinalis tarafından gerçekleştirilir. Bunun yanında serebral korteks merkezlerinin de otonom sinir sistemi denetimi üzerinde etkisi bulunmaktadır. Hipotalamus (su dengesi, sıcaklık, açlık), pons (solunum, kalp, damar çapı) ve medulla (solunum merkezleri) insan vücudundaki başlıca otonom kontrol merkezleridir. Otonom sinir sistemi tarafından kontrol edilen refleksler viseral refleksler olarak adlandırılır. Otonom sinir sisteminin motor sinirleri, etki edecekleri hücrelerle bir gangliyon aracılığıyla bağlantı kurarlar. Bu gangliyonun sinaps öncesi kısmına pregangliyoner nöron, sinaps sonrası kısmına ise postgangliyoner nöron adı verilir. Pregangliyoner nöronların (B tipi lifler) hücre gövdeleri merkezi sinir sistemindedir. Aksonları miyelinlidir ve bu aksonlar otonom sinir sistemi gangliyonlarına gider. Postgangliyonik nöronların (C tipi lifler) hücre gövdeleri otonom sinir sistemi gangliyonlarındadır, aksonları miyelinsizdir ve bu aksonlar efektör organlara gider.

Otonom sinir sistemi sinirleri, beyin korteksine sinyal getiren afferent ve beyinden hedef organa sinyal götüren efferent sinirler olmak üzere ikiye ayrılır. Otonom sinir sistemi sempatik ve parasempatik sinir sistemi olmak üzere ikiye ayrılır (82). Otonom sinir sistemi düzenlemelerinin çoğu retiküler aktive edici sistem ve limbik sistemden gelen verilerle hipotalamus üzerinden gelir (81). İmpuls frekansı düşük olan otonom sinir sistemi genel olarak bir fonksiyonu ya uyarır ya da baskılar.

Sempatik sinir sistemi, ana hücreleri VIII. boyun segmenti ile III. bel segmenti arasında kalan boz maddenin yan boynuzlarında yer almaktadır. Genel olarak duygulanım sonucunda uyarılmaktadır. Üzüntü, korku, sevinç, şaşkınlık gibi durumlarda vücut alarm durumuna geçer. Böylelikle sempatik aktivasyon sonucu kalp atımında hızlanma, sindirim faaliyetlerinde yavaşlama görülür. Vücudu; tehlike, tehdit, mutluluk gibi sıradışı durumlara hazırlar ve “savaş veya kaç” etkisi yapar. Sempatik sinir sistemi aktivasyonu ile kan hayati olmayan bölgelerden kalp, beyin ve kaslara doğru yönlendirilir. Alarm durumundaki vücudun artan kan ve oksijen ihtiyacını karşılamak için kalp atım hızı ve solunum frekansı artırılır. Sempatik sinir sisteminin çoğu fonksiyonu parasempatik sinir sistemi fonksiyonlarının tersine çalışır. Ancak tüm organlar her iki sistem tarafından eşit oranda innerve edilmezler. Söz gelimi, kalın damarlar çoğunlukla sempatik sinir sistemi tarafından innerve edilirken parasempatik sinir sistemi tarafından nadiren innerve edilirler. Böbreküstü bezleri, sempatik sinir sistemi tarafından innerve edilir. Adrenal medulla kendi transmitter maddesini (adrenalin, noradrenalin) doğrudan kan dolaşımına veren özelleşmiş bir sinaps olarak da düşünülebilir. Dolayısıyla sempatik sinir sistemi etkisini hem sinirsel hem de hormonal yollarla gerçekleştirilebilir. Sempatik sinir sistemi nöronları adrenerjik nöronlardır. Bu nöronların nörotransmitter maddesi noradrenalinidir. Sempatik sinir sistemi aktivasyonu sonucu göz bebeklerinin genişlemesi, kalp atım hızının artması, dolaşımdaki kanın hayati olmayan bölgelerden önemli organlara aktarılması, terleme, solunum frekansında artış, kandaki glikoz seviyesinde artış ve sindirimsel faaliyetlerde azalma gibi etkiler ortaya çıkar.

Parasempatik sinir sisteminin merkezi ve çevresel olmak üzere iki bölümü vardır. Mesencephalon, medulla oblongata, pons ve omuriliğin sakrum bölgesindeki parasempatik sinir merkezleri, merkezi kısmı oluşturur. Bu sinir merkezlerinden mesencephalon, medulla oblongata ve ponsdan çıkan parasempatik sinir lifleri III., VII., IX. ve X. kafa sinirleri üzerinden hedef noktalarına ulaşır. Parasempatik sinir sisteminin



çevresel bölgesinin bir kısmı böyle oluşur. Diğer kısmı ise parasempatik merkezlerden çıkan sinirlerin hedef organlara ulaşırken aldığı yoldur. Genel çerçevede, parasempatik sinir sisteminin fizyolojik etkisi “dinlen ve sindir” olarak ifade edilebilir. Parasempatik sinir sistemi aktivasyonu tükrük sıvısı salgılama, sindirim sıvılarının salgılanması, bağırsak hareketlerinde artış, kalp atım hızının yavaşlaması ve benzeri sonuçların ortaya çıkmasına neden olur. Nörotransmitter maddesi asetilkolindir. Atropin gibi ilaçlar, asetilkolin nörotransmitterini engelleyerek parasempatik sinir sisteminin aktivitelerini önleyebilir. Genel olarak sempatik sinir sistemini dengeleme eğiliminde fonksiyon gösterir. sempatik sinir sisteminin aksine, organ ve sistemlerin faaliyetlerini yavaşlatıcı etkide bulunur.

### **2.11. Renkli Işıkların Otonom Sinir Sistemi Üzerindeki Görsel Olmayan Etkisi**

Renkli ışıkların insanlar üzerindeki fizyolojik etkilerinin araştırıldığı araştırmalarda vücut sıcaklığı, otonom sinir sistemi aktivitesi, solunum ritmi, hormonal aktivite sirkadiyen ritm vb. mekanizmalar incelenmiştir. Söz konusu mekanizmalar arasında, renkli ışıklara duyarlılığı çok yüksek olduğu bilinen sistemlerden biri otonom sinir sistemidir. Otonom sinir sistemi ile renkli ışıklar arasındaki etkileşimde içsel fotosensitif retinal gangliyon hücrelerin önemli rolü bulunmaktadır. Bu fotoreseptörler, ışık ile uyarıldıklarında rod ve koni hücrelerinden gelen inputlarla başlayan sinaptik kaynaklı bir tepki oluştururlar. Böylelikle, fotopigment melanopsin kaynaklı otonomik cevaplar verilmesini sağlarlar (83). İçsel fotosensitif retinal gangliyon hücreler, ışığın etkisiyle oluşan sinirsel sinyalleri beyin içerisinde otonom sinir sisteminin kontrol edildiği bölgelere yönlendirirler (27). Ayrıca, bu hücrelerin süperkiazmatik nükleus hücreleri üzerinde birtakım etkilerinin olduğu bilinmektedir (72). Memelilerde hipotalamusta bulunan süperkiazmatik nükleus içerisinde sirkadiyen ritm merkezi bulunmaktadır. İçsel fotosensitif retinal gangliyon hücreler, sirkadiyen ritm merkezine; beyin sapı, limbik sistem, serebral korteks, retino-hipotalamik sistem ve hipofiz bezi üzerinden bilgi akışı sağlamaktadır (84). Gün içerisindeki düzenlemelerini ışığa göre yapan (75) ve farklı renkli ışıklara farklı düzeyde hassasiyet gösteren (74) sirkadiyen ritmin, otonom sinir sistemi üzerinde birtakım etkilere sahip olduğu bilinmektedir (75). Öte yandan, içsel fotosensitif retinal gangliyon hücreler, görünür ışığın kısa dalga boylu bileşenlerine karşı oldukça hassastır (85). Bu durum, farklı renkli ışıkların otonom sinir sistemi üzerindeki etkilerinin farklı düzeyde olduğunun açık bir göstergesidir.

## **2.12. Kalp Atım Hızı ve Kalp Atım Hızı Değişkenliği**

### **2.12.1. Kalp**

Kalp, yaşam için gerekli olan oksijen, besin ve diğer materyalleri taşıyan kanın dolaşım kanalları aracılığıyla vücutta akışını sağlayan çok önemli bir organdır (86). Anatomik olarak, göğüs içerisinde diyaframın üstünde mediastinum adı verilen bölgenin ortasında bulunur. Şekli asimetrik koniye benzer. Fizyolojik olarak temel görevleri; gaz ve besin maddeleri taşıyan kanın akışını sağlamak ve canlının içerisinde bulunduğu koşullara bağlı olarak kalp atım hızını, kan hacmini ve debisini düzenleyerek dolaşımın yeterliliğini sağlamaktır.

### **2.12.2. Kalp Atım Hızı**

Bir kalp atımının başlangıcı ile bir sonraki kalp atımının başlangıcı arasında meydana gelen olaylara kalp döngüsü denir (53). Kalp atım hızı, dakika başına kalp döngüsü sayısıdır ve çevresel koşulların insanlar üzerindeki etkisini gösteren önemli bir parametredir (10). Dinlenme sırasında elde edilen kalp atım hızı değerleri yetişkin erkeklerde ortalama dakikada 70 atım iken yetişkin bayanlarda 75 atımdır. Sağlıklı bir kişinin kalp atım hızı 60 atım/dk ila 100 atım/dk arasında olmalıdır. Kalp atım hızı değerinde görülen artış sempatik sinir sistemi aktivasyonu, düşüş ise parasempatik sinir sistemi aktivasyonu ile ilişkilendirilmektedir (13).

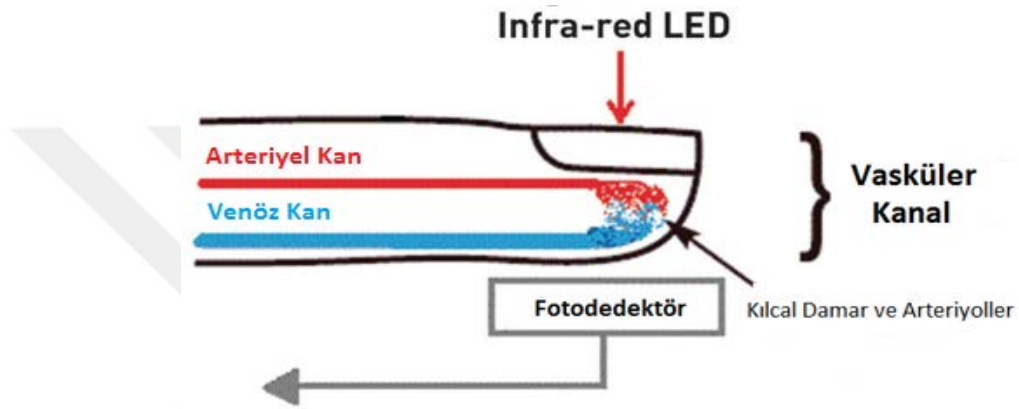
### **2.12.3. Kan Hacmi Pulsu**

Kardiyak döngünün fazına, kan damarının yerine ve görevine bağlı olarak damar içinde akan kanın hacminde değişiklikler görülür. Bu değişiklikler arasında en göze çarpanları arter ve arteriyollerde tespit edilmiştir. Örneğin, kardiyak döngünün sistol fazında arterler içerisinde bulunan kanın hacmi, diyastol fazında bulunandan çok fazladır. Bu durum, damar içerisinde değişen kan hacmi pulsunun ölçülmesiyle kalp ritminin belirlenmesini mümkün kılmaktadır. Kan hacmi pulsunu ölçümü için kullanılan yöntemlerden biri fotopletismografi'dir.

### **2.12.4. Fotopletismografi**

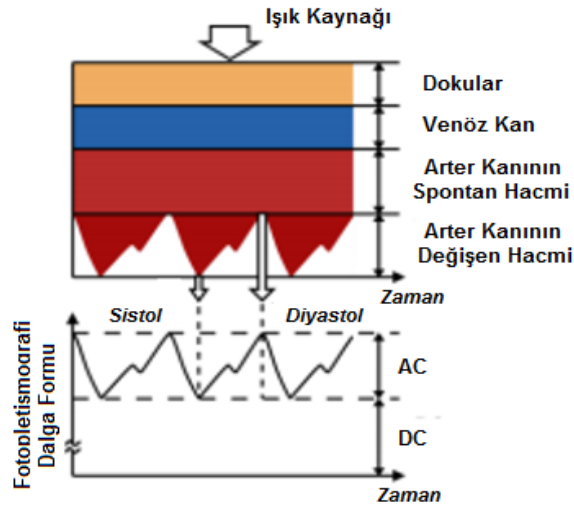
Fotopletismografi teknolojisi, nabız ritmini ölçmek amacıyla geliştirilen giyilebilir, küçük mobil sensörler tasarlamak için kullanılmaktadır. İnfrared ışık yayan diyotlar (LED) ve fotodedektörlerden oluşan fotopletismograflar; nabız atımının basit,

güvenilir ve düşük maliyetli bir şekilde noninvaziv ölçümü imkanını sağlamaktadırlar. Fotopletismografların çalışma prensibi dokuların mikrovasküler yatağında bulunan kan hacmindeki değişikliklerin optik tespitine dayalıdır. Fotopletismograflarda bulunan infrared ışık yayan diyotlar, doku üzerine infrared ışıklar gönderir. Gönderilen ışığın yansıyan miktarı yine fotopletismograf yapısında bulunan fotodedektör ile tespit edilir ve yansıyan ışık miktarında değişimler doku içerisinde akan kan miktarıyla ilişkilendirilir. Şekil 16’da fotopletismografi tekniğiyle kan hacmi pulsü ölçümünün şematik gösterimi verilmiştir (87).



Şekil 16. Fotopletismografi tekniğiyle kan hacmi pulsü ölçümünün temsili gösterimi (Wilkes 2015’ten değiştirilerek alınmıştır).

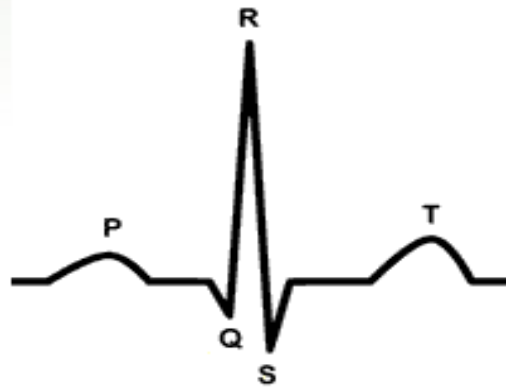
Fotopletismografi ile elde edilen dalgaformları, AC (alternatif akım) ve DC (doğru akım) bileşenlerden oluşur. Fotopletismografi dalga formunun DC bileşeni, damarda bulunan ortalama kan hacmi ve doku kaynaklı infrared yansıma ile oluşur. DC bileşeni solunum ile çok az bir miktar değişebilir. AC bileşeni ise kardiyak döngünün sistolik ve diyastolik fazları nedeniyle ortaya çıkan kan hacmi farklarını gösterir ve bu yolla kalp atım hızı ölçülür. Şekil 17’de sistol ve diyastol fazlarında fotopletismografi tekniğiyle kan hacmi ölçümünün şematik gösterimi verilmiştir (88).



Şekil 17. Sistol ve diyastol fazları sırasında fotopleletizmografi tekniğiyle kan hacmi ölçümü (Tamura 2014'ten değiştirilerek alınmıştır).

#### 2.12.5. Kalp Atım Hızı Değişkenliği

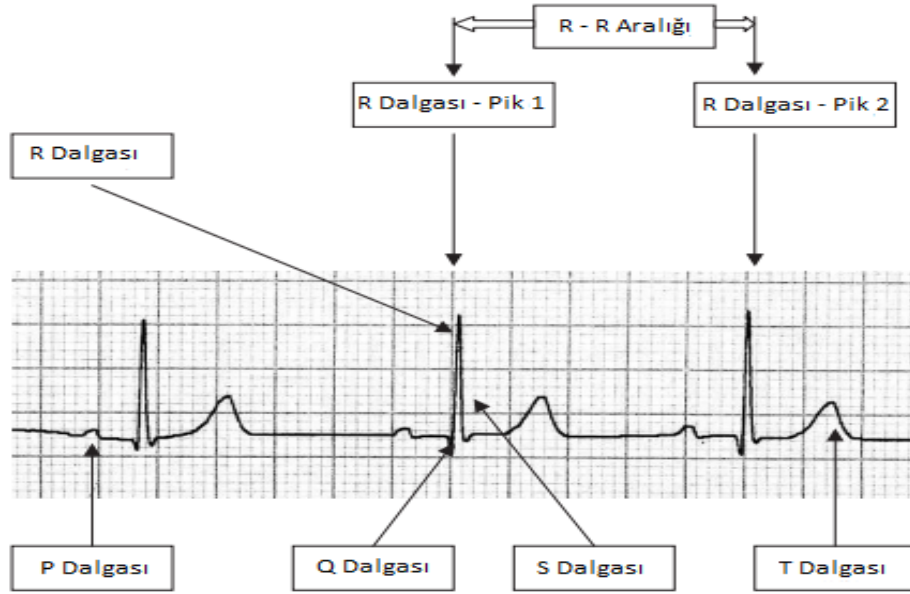
Kalp içerisindeki elektriksel sinyallerin ilerlemesiyle oluşan elektrik akımı, ortaya çıktığı dokuyla birlikte komşu dokulara da yayılır. Bu yayılım sonucu, elektrik akımının bir kısmı kalbin yüzeyine kadar ulaşır. Söz konusu akımın oluşturduğu elektriksel potansiyellerin kaydedilmesi sonucu elde edilen dalga formları, elektrokardiyogram olarak bilinir. Bir elektrokardiyogram ve bu elektrokardiyogramın bileşenleri Şekil 18'de gösterilmiştir (89).



Şekil 18. Bir elektrokardiyogram ve bileşenleri.  
(<https://www.healthcare4home.com/electrocardiogram/p.html>)

Sağlıklı bir kişiden elde edilen elektrokardiyogram, bir P dalgası, bir QRS kompleksi ve bir T dalgasından oluşur. İstisnai durumlar dışında, QRS kompleksi Q, R ve S dalgaları olmak üzere üç dalgadan oluşur. Kardiyak döngü esnasında, atriyumlar kasılmaya başlamadan önce depolarize olurlar. Bu depolarizasyon sırasında meydana gelen elektriksel potansiyeller P dalgasını oluşturur. QRS kompleksi, kasılma öncesi depolarizasyon dalgasının ventriküller üzerinde yayılması esnasında ventriküllerin depolarize olmalarına neden olan potansiyeller tarafından oluşturulur. T dalgası ise ventriküllerin depolarizasyon halinin sona ermesiyle (0,25-0,35s) meydana gelen potansiyeller ile oluşturulur. P dalgası ve QRS kompleksi depolarizasyon dalgaları iken T dalgası repolarizasyon dalgasıdır. Şekil 19’da ardışık kalp atım dizileri sırasında P, Q, R, S, T dalgası ve R-R aralığı gösterilmiştir (90).

Sağlıklı bir insanın kalbi sanılanın aksine bir metronom gibi düzenli atmamaktadır. Kalp atımı zaman içerisinde birçok fizyolojik ve psikolojik faktörden etkilenmekte ve değişim göstermektedir. Örneğin dinlenme halinde dakikada 60 kez atan bir kalp, tempolu yürüyüş halinde atım hızını dakikada 90’a çıkarabilmektedir. Benzer şekilde, sonucu açıklanan önemli bir sınavdan düşük not almak veya bir uçurumun kenarında durmak da insanlarda kalp ritmi dalgalanmalarına neden olabilmektedir. Kalp ritminde zamana bağlı olarak görülen bu değişiklikler kalp atım hızı değişkenliği olarak adlandırılır. Kalp atım hızı değişkenliği, ardışık kalp atım dizileri arasındaki zaman değişkenliğinin ölçümüdür ve kalp atım hızı üzerinden hesaplanır (91). Kalp atım hızı değişkenliği, otonom sinir sisteminin noninvaziv bir göstergesi olarak kabul edilir (92).



Şekil 19. Ardışık kalp atım dizileri, P, Q, R, S, T dalgası ve R-R aralığının gösterimi (Reed 2005'ten değiştirilerek alınmıştır).

### 2.12.5.1. Kalp Atım Hızı Değişkenliği Analiz Yöntemleri

Kalp atım hızı değişkenliği analiz yöntemleri temel olarak, “Zaman düzlem Metodu” ve “Frekans düzlem Metodu” olmak üzere ikiye ayrılır. Zaman düzlem ve frekans düzlem yöntemleri ile elde edilen kalp atım hızı değişkenliği değerlerinin ilişkili olduğu mekanizmalar günümüzde tam olarak bilinmemektedir (93). Ancak konuyla ilgili bilgiler gün geçtikçe artmakta ve revize edilmektedir (93).

#### 2.12.5.1.1. Zaman Düzlemi Metodu

Kalp atım hızı değişkenliği analiz metotları arasında en basit olanı zaman düzlem (Time Domain) metodudur. Zaman düzlem metodunda ardışık normal R dalgaları arasındaki süre ölçülür. Bu ölçümler ile bir dizi istatistiksel değişken doğrudan veya dolaylı olarak hesaplanır. SDNN, SDANN, ASDNN, RMSSD, NN50 ve pNN50 bu değişkenler arasında bulunmaktadır.

SDNN: 24 saatlik ölçüm boyunca tüm normal R-R (N-N) aralıklarının standart sapması olarak tanımlanır (94). SDNN değerinin yüksek olması, sağlıklı bir kalp ve iyi bir çevresel adaptasyon göstergesi olarak kabul edilmektedir (13).

SDANN: N-N aralıklarının 5 dakikalık ölçüm ortalamalarının standart sapmaları olarak tanımlanır (95).

ASDNN: Diğer ismi SDNN İndeks olan ASDNN, 5 dakikalık N-N aralıkları standart sapmalarının ortalamasıdır.

RMSSD: Ardışık N-N aralıkları arasındaki farkın karesinin ortalamasının kareköküdür.

NN50: 50 ms'den uzun olan ardışık N-N aralıklarının sayısıdır.

pNN50: 50 ms'den uzun olan ardışık N-N aralıklarının sayısının tüm N-N aralıkları sayısına oranıdır.

### **2.12.5.1.2. Frekans Düzlem Metodu**

Frekans düzlem metodu genel olarak 5 dakikalık elektrokardiyogram kayıtlarının analiz edildiği kısa süreli laboratuvar araştırmalarında kullanılır (94). Frekans düzlem metodu değerleri Ultra Düşük Frekans (Ultra Low Frequency 'ULF'), Çok Düşük Frekans (Very Low Frequency 'VLF'), Düşük Frekans (Low Frequency 'LF'), Yüksek Frekans'tan (High Frequency 'HF') oluşmaktadır.

ULF: 0,0001 Hz ile 0,001 Hz frekansları arasındaki bölgedir.

VLF: 0,001 Hz ile 0,05 Hz frekansları arasındaki bölgedir. VLF güç bölgesi, barorefleks sisteminin vasküler ton döngüsü, termal regülasyon ve renin-anjiyotensin etkinliği göstergesi olarak kabul edilir (13). VLF güç bölgesinde artış görülmesinin, sempatik sinir sistemi aktivitesinde artışın göstergesi olduğu ileri sürülmektedir (13).

LF: 0,05 Hz ile 0,15 Hz frekansları arasındaki bölgedir. LF güç bölgesi, sempatik ve parasempatik efferent sinirlerinin aktivasyonunun sinoatriyal düğüme olan kompleks etkisi sonucu barorefleksler tarafından düzenlenir (96). Bu bölgenin, kan basıncı düzenlenmesinden (regülasyon) etkilendiği bilinmektedir (13, 97). LF güç bölgesindeki artış, hem sempatik hem de parasempatik sistem aktivitelerinde artışı yansıtır (94). Ancak, genel çerçevede, LF güç bölgesinin sempatik aktivite göstergesi olarak kabul edildiği ileri sürülmektedir (98).

HF: 0,15 Hz ile 0,4 Hz frekansları arasındaki bölgedir. HF bölgesi, kardiyak vagus sinirleri üzerindeki efferent impulslar aracılığıyla düzenlenen R-R aralıklarının solunumsal modülasyonlarını yansıtır (94). Bu bölgede artış görülmesi, parasempatik sinir sistemi aktivitelerinde artış olduğunun göstergesidir (97, 99).

LF/HF: Kalp atım hızı değişkenliği frekans analizinin önemli parametrelerden biri de LF ve HF güç bölgelerinin oranıdır. Bu oranın sempatik ve parasempatik sistem arasındaki dengeyi (sempatovagal denge) yansıttığı kabul edilir (13). LF/HF'nin artması sempatik sinir sistemi aktivitesinin arttığı, azalması ise parasempatik sinir sisteminin aktivitesinin arttığı anlamına gelmektedir (94).

### **2.13. Otonom Sinir Sistemi ile Kalp Atım Hızı Değişkenliği Arasındaki İlişki**

Kalp, uyarılması için dışarıdan sinirsel impuls alma gereksinimi olmayan, atımı için gerekli olan uyarıları kendi üretebilen bir organdır. Fakat vücudumuzda kalbin çalışmasına düzenleyici etkide bulunan çeşitli merkez ve mekanizmalar bulunmaktadır. Hipotalamus, medulla oblongata, serebrum ve otonom sinir sistemi bu merkez ve mekanizmalar arasındadır. Bunlar arasından otonom sinir sisteminin kalp üzerindeki etkisi, kalp atımlarını hızlandırma veya yavaşlatma (kalp atım hızını düzenleme) yönündedir. Otonom sinir sistemi içerisinde zıt yönde etkili olan sempatik sinir sistemi ve parasempatik sinir sisteminin kalp atımı üzerindeki etkisi birbirinden farklıdır.

Sempatik sinirler başta ventrikül kası olmak üzere kalbin tüm bölümlerinde dağılım gösterir. Sempatik sinir sistemi, kalp atım hızını ve kan atım hacmini arttırarak kalbin çalışmasını hızlandırıcı etkide bulunur (100). Sempatik sinir sistemi aktivasyonu sonucu; kalbin tüm bölümlerinde uyarılabilirlik düzeyi, ileti hızı ve sinüs düğümünün aktivasyon hızında artış meydana gelir. Buna ek olarak, ventrikül ve atriyum kaslarının kasılma kuvvetlerinde sempatik aktivasyona bağlı olarak artış gerçekleşir. Sempatik sinir sistemi kaynaklı azami düzeydeki uyarılar kalp kasılma kuvvetini iki, kalp atım hızını ise üç katına çıkarabilir.

Sempatik sinir sistemi aktif hale gelince, sempatik sinir uçlarından norepinefrin salgılanır. Norepinefrinin kalp kası üzerine meydana getirdiği etki tam olarak açıklanamamaktadır (53). Söz konusu etkinin genel anlamda lif zarının kalsiyum ve sodyum iyonlarına olan geçirgenliğinde artış meydana getirerek daha pozitif bir dinlenme potansiyelinin oluşmasına neden olduğu düşünülür (53). Bu durum, aksiyon potansiyelini aşmak için gerekli olan eşik değerinin düşmesine ve aksiyon potansiyeline ulaşmak için gereken sürenin kısalmasına neden olur. Ayrıca atriyoventriküler düğüm sodyum geçirgenliğinin artması sonucu aksiyon potansiyelinin ileti demetlerinin kendinden sonraki bölümleri uyarması kolaylaşır (53). Böylelikle, atriyumdan ventriküle geçiş süresi azalır. Öte yandan sempatik sinir sistemi, kalsiyum iyonu



geçirgenliğini artırarak kalp kasının kasılma kuvvetinde artışa neden olur. Dolayısıyla, kalp atım hızı ve kan atım hacminde artış meydana gelir.

Kalbe gelen sempatik ve parasempatik sinirler aort kemerinde bulunan kardiyak sinir ağını oluşturur. Parasempatik sinirler çoğunlukla A-V düğümleri ve sinüste, kısmen her iki atriyum kasında, az olarak da ventrikül kasında dağılım gösterir. Parasempatik aktivasyon sonucu parasempatik sinirlerin (vaguslar) uçlarından asetilkolin hormonu salgılanır. Asetilkolin hormonu kalp üzerinde sinüs düğümünün ritminin hızını azaltma ve A-V düğüm ile atriyum kası arasındaki A-V bağlantı liflerini uyarılabilirlik açısından zayıflatma etkisinde bulunur. A-V bağlantı liflerinin uyarılabilirliğinin azaltılması, kalpte meydana gelen uyarıların ventrikülleri geçiş hızını azaltır. Parasempatik aktivasyon baskılayıcı etkide bulunarak kalp atım hızı ve kalp atım hacmini düşürücü etkide bulunur (100, 101).

Hücresele düzeyde ise, asetilkolin vagus sinirinin uçlarından salındıktan sonra lif zarının potasyum iyonlarına olan geçirgenliğinde artışa neden olur. Böylelikle ileti liflerinden dışarıya sızan çok miktarda potasyum liflerin içindeki negatifliği artırarak hiperpolarizasyon olayının meydana gelmesine neden olur. Hiperpolarizasyon olayı uyarılabilir dokuların daha az uyarılabilir hale gelmesine neden olur. Hiperpolarizasyon sonucu sinüs düğümünde bulunan liflerin dinlenme zar potansiyeli -55 ila -60 mV seviyesinden -65 ila -75 mV seviyesine düşer. Bu düşüş, dinlenme zar potansiyelinde olan hücrelerin uyarılması için gerekli olan eşik değerine ulaşılmasını zorlaştırır. Böylelikle liflerin ritmik hızında düşüş meydana gelir.

## **2.14. Deri Tabakası ve Elektrodermal Aktivite**

### **2.14.1. Deri Tabakası**

Deri tabakası 1.5-2.5 m<sup>2</sup> arasında değişen alan ile insanlarda en büyük organdır. Deri tabakasının içinde dokunma, ısı, ağrı vb. etkilerin sinirsel olarak algılanabilmesini sağlayan duyu cisimcikleri bulunmaktadır. Deri tabakası epidermis, dermis ve hipodermis olmak üzere üç farklı tabakadan oluşmaktadır.

#### **2.14.1.1. Epidermis**

Dış dünya ile insan vücudu arasındaki etkileşim ilk olarak epidermis tabakasında meydana gelmektedir. Bu nedenle, epidermis tabakası mekanik, kimyasal etkilere ve

mikroorganizmalara karşı dayanıklı bir yapıdadır. Epidermis ve dermis tabakalarında bulunan duyu reseptörleri, dış dünya ile deri tabakasında arasında meydana gelen etkileşimleri sinirsel yollar ile sinir sistemine iletmektedir.

#### **2.14.1.2. Dermis**

Epidermis tabakasının hemen altında bulunan dermis tabakası sinir ve damarlar bakımından zengin bir yapıdadır. Deri içerisindeki en kalın tabakadır. Dermis tabakasındaki reseptörler mekanoreseptörler, nosiresertörler ve termoreseptörler olmak üzere üçe ayrılır. Dermiste bulunun efferent sinir sonlanmaları deride sekresyon, kan damarlarının çapları ve kıl dikleşmesi gibi olayları ekzokrin bezler aracılığıyla kontrol etmektedir.

#### **2.14.1.3. Hipodermis**

Derinin en alt tabakası olan hipodermis içerisinde damar, deri altı kasları, yağ dokusu ve sinir bulunan gevşek bir dokudur. Hipodermis tabakasının deri içerisindeki yoğunluğu, bulunduğu bölgeye göre farklılık gösterir. Sahip olduğu gevşek yapı nedeniyle üzerindeki derinin serbest şekilde hareket edebilmesini mümkün kılar. Ayrıca deri altındaki kas tabakaları ile deri arasında bağ olarak da işlev görür.

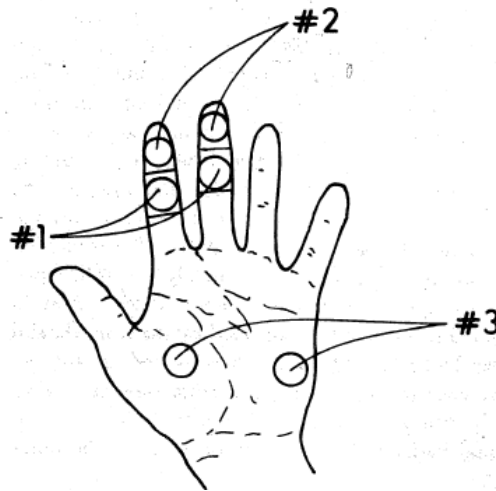
#### **2.14.2. Elektrodermal Aktivite**

Elektrodermal aktivite, psikofizyolojik ölçümlerin kullanım potansiyelinin keşfedildiği günden beri yaygın bir şekilde kullanılan yöntemlerden biri olmuştur (102). Basitçe sempatik sinir sistemi tarafından kontrol edilen ekrin ter bezlerinin fonksiyonu sonucu dermal ve epidermal dokuların değişen elektriksel aktivitesidir. Başka bir ifadeyle, ekrin ter bezlerinin aktivitesi sonucu deri iletkenliğinde meydana gelen değişimdir (102). Dolayısıyla elektrodermal aktivite ile deri üzerinde yapılan ölçümler, otonom sinir sisteminin aktivitesinin belirlenmesinde kullanılmaktadır. Ter ile iletkenliği değişen epidermal deri tabakasının iletkenliğindeki değişim miktarı, terleme miktarıyla ilişkilidir. Epidermis tabakasının alt kısmında bulunan dermis ve hipodermis tabakaları iyi bir iletkenliğe sahiptir. Ancak bu katmanlar, elektrodermal aktivite kaydı sırasında ölçülen iletkenlik değerine bir katkıda bulunmazlar. Epidermis tabakası içerisinde deri direncinden sorumlu olan bölge çözültü ve suya karşı geçirgenliği daha az olan stratum corneum tabakasıdır. Ter salgısı ile deride gerçekleşen korneal

hidrasyon yüksek seviyelerde ise deriden alınan elektrodermal yanıt minimal düzeyde, orta seviyelerde ise maksimal düzeyde olmaktadır. elektrodermal aktivitenin terleme miktarındaki değişimleri esas alması nedeniyle, ölçüm sırasında ortam sıcaklığı olabildiğince sabit tutulmalıdır. Diğer taraftan, ortamdaki nem miktarından etkilenen deri iletkenliği, gün ortasında maksimum değerlere ulaşmaktadır. Bu durum, elektrodermal aktivite ölçümünün yapıldığı zamanı önemli kılmaktadır. Elektrodermal aktivite fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme ve elektroensefalografi yöntemleri ile kıyaslandığında maliyet açısından oldukça uygundur (102).

### 2.14.3. Elektrodermal Aktivite Kayıt Bölgeleri

Elektrodermal aktivite kayıtları, avuç içi ve parmak volar yüzeyinde bulunan deri üzerinden yapılmaktadır. Elektrotlar genel olarak işaret ve orta parmakların distal falanks bölgesine yerleştirilir. Ag/AgCl yapısında olan elektrotlar, deri üzerine yerleştirilmeden önce deri tabakasına uygun bir elektrot jeli sürülür. Elektrot jelleri deri üzerindeki elektriksel aktivitelerin elektrotlar tarafından belirlenme hassasiyetini artırıcı etkiye sahiptir. Bununla birlikte, belirli bir bölgeye elektrik akımı uygulandığında bu bölgede akıma ters yönde gelişen elektromotor kuvvet olarak bilinen polarizasyon oluşur. Bu polarizasyon, Ag/AgCl elektrotları ile minimize edilebilmektedir. Bu durum, Ag/AgCl elektrotların tercih edilmesine neden olmaktadır. Şekil 20'de el üzerinden alınan elektrodermal aktivite kayıtlarında elektrotların yerleştirilebileceği yüzeyler gösterilmiştir (103).



**Şekil 20. El üzerinden alınan elektrodermal aktivite kayıtlarında elektrotların yerleştirilebileceği yüzeyler; medial falanksın volar yüzeyi (1), distal falankların volar yüzeyi (2) ve avuç içinin tenar ve hipotenar bölgelerinin (3) gösterimi (Dawson 2000'den alınmıştır).**

#### **2.14.4. Elektrodermal Aktivite Kayıt Yöntemleri**

Elektrodermal aktivite kayıt yöntemleri, ekzosomatik ve endosomatik olmak üzere ikiye ayrılır. Endosomatik yöntem deride spontan şekilde gelişen biyoelektriksel olayların neden olduğu elektriksel potansiyelin ölçülmesi ile gerçekleştirilir. Ekzosomatik yöntem ise sabit akım yöntemi ve sabit voltaj yöntemi olmak üzere ikiye ayrılır. Sabit akım yönteminde deri üzerindeki iki elektrot arasına sabit akım uygulanır ve uygulanan akım sonucu ortaya çıkan elektriksel potansiyelde meydana gelen değişimler deri iletkenliğinde meydana gelen değişimleri verir. Elde edilen deri iletkenliği değerleri mikro siemens ( $\mu\text{S}$ ) birimiyle ifade edilir. Sabit voltaj yönteminde kullanılan elektrodermal aktivite elektrotları deri üzerinde iki farklı nokta arasında bir elektriksel gerilim meydana getirir ve bu gerilim sonucu ortaya çıkan elektrik akımını ölçer. Bu şekilde ölçülen akımdaki değişiklikler üzerinden, deri iletkenliğinde meydana gelen değişiklikler hesaplanır.

#### **2.15. Otonom Sinir Sistemi ile Elektrodermal Aktivite Arasındaki İlişki**

İnsanlarda terleme, sempatik sinir sistemi tarafından kontrol edilen ekrin ter bezleri fonksiyonu sonucu gerçekleştirilir. Bu nedenle terleme miktarının ölçümü prensibine dayalı olarak uygulanan elektrodermal aktivite yöntemi, sempatik sinir sistemi aktivitesiyle ilgili bilgi vermektedir. Sempatik sinir sistemi ile ter bezleri arasındaki nöral yolların net bir şekilde belirlenmesi zordur. Ancak insan anatomisi ve hayvan araştırmaları ile elde edilen bulgulara dayalı olarak, sempatik sinir sistemi ile ter bezleri arasındaki nöral yolların birkaç adımdan oluştuğu düşünülmektedir (104). Ter bezleri kolinerjik liflerin boşalması sonucu aktif hale gelir. Kolinerjik lifler, hipotalamus içerisinde bulunan termoregülatör merkez tarafından kontrol edilmektedir. Hipotalamusun preoptik bölgesinde bulunan efferent sinirler, beyin sapı ve medullaya doğru ilerleyerek omuriliğin intermediyolateral hücreleriyle sinaptik bağ kurarlar (104). Omuriliğin intermediyolateral bölgesinden çıkan miyelinli aksonlar (pregangliyonik lifler), sempatik zincir gangliyonunda bulunan postgangliyonik liflerle sinaptik bağ kurarlar. Sempatik gangliyonunda bulunan bu postgangliyonik lifler ter bezlerini harekete geçiren liflerdir (104). Bu durum, sempatik sinir sisteminin ter bezleri üzerinde etkisi olduğunu göstermektedir. Ekrin ter bezlerinin aktivitesini kontrol eden efferent sinirleri ifade etmek için “Sudomotor” terimi kullanılır.

## 2.16. Duygu Durum

Duygu sosyal bağlanma, intrapisişik dinamikler, algı, sağlık ve hafıza gibi birçok süreçte merkezi rol oynayan kompleks psikofizyolojik değişimler olarak adlandırılır (105). Duygu durum ise dış uyaranlar ile insanların içsel ihtiyaçları arasındaki etkileşim sonucu ortaya çıkan çok yönlü karmaşık bir hal olarak tanımlanır (106). Renkli ışıkların insanların duygu durumları üzerinde birtakım etkilerinin olduğu bilinmektedir (107). Bu etkileşim, ilk olarak Goethe'nin 1810 tarihli "Goethe's Theory Of Colours" adlı kitabında ele alınmıştır (108). Goethe, bu kitabında sarı ve kırmızı renklerin duygular üzerinde olumlu etkilerinin olduğunu belirtmiştir (108). Sonraki yıllarda, Goldstein, Goethe'nin iddialarını zenginleştirerek renklerin insanların eylemleri, bilişsel yönelimleri ve duygu durumları üzerinde birtakım etkilerinin olduğu iddiasını güçlendirmiştir (109). Günümüzde, IQ testleri öncesi belirli renkleri görmenin bilişsel performans üzerinde (110) ve bir spor müsabakası sırasında rakibin formasının renginin sporcuların fiziksel performansı üzerindeki etkilerinin (20) araştırıldığı bir noktaya gelinmiştir. Son zamanlarda, renklerin insanların duygu durumları üzerindeki etkileriyle ilgili araştırmalar artarak devam etmekte ve bu araştırmaların sonuçları insanların sağlık ve performansları üzerinde iyileştirme amacıyla kullanılmaktadır.

### 2.16.1. Self Assessment Manikin Testi

Self Assessment Manikin Testi, duygu durum çalışmalarında kullanılan ölçeklerden biridir (28). Lang tarafından insanların duygu durumlarının hoşnutluk, uyarılmışlık ve baskınlık açısından ölçeklendirilmesi amacıyla geliştirilmiştir (111, 112). Bu test kullanılarak insanlarda hoşnutluk, uyarılmışlık ve baskınlık faktörleri görsel olarak üç boyutlu bir şekilde değerlendirilebilmektedir.

Self Assessment Manikin Testi'nde hoşnutluk, uyarılmışlık ve baskınlık durumlarının her biri, farklı bir satır içerisinde bulundurulmuş görsel ifadelerle ölçeklendirilmiştir. Testin uygulandığı kişi, gösterilen temsili ifadeler arasından o anki ruh haline en yakın olan ifadeyi seçmektedir. Self Assessment Manikin Testi'nin ilk satırında deneklerin hoşnutluk derecesi ölçülmektedir. Bu satırda üzgün mutsuz bir karakterden gülümseyen mutlu bir karaktere kadar beş adet görsel ifade bulunmaktadır. Denek o anki hoşnutluk duygu durumuna en yakın ifadeyi seçmekte ve bunu test üzerinde işaretleyerek bildirmektedir. İkinci satırda deneklerin uyarılmışlık derecesi ölçülmektedir. Bu satırda gözü kapalı uykulu bir karakterden gözleri fal taşı gibi açılmış

heyecanlı bir karaktere kadar deneğin uyarılmışlığını temsil eden beş adet görsel ifade bulunmaktadır. Denek o anki uyarılmışlık duygu durumuna göre kendine en yakın olan ifadeyi seçmekte ve bunu test üzerinde işaretleyerek bildirmektedir. Testin son satırında ise deneğin baskınlık duygu durumu ölçeklendirilmektedir. Bu satırda kontrol edilebilir güçsüz bir karakterden kontrol edilemeyen baskın ve güçlü bir karaktere kadar beş adet görsel ifade bulunmaktadır. Bu satır deneğin baskınlık açısından o anki ruh haline en yakın ifadeyi seçip test üzerine işaretlemesiyle cevaplandırılmış olur. Self Assessment Manikin Testi herkes tarafından kolayca anlaşılabilir ve hızlı bir şekilde cevaplandırılabilir şekilde tasarlanmıştır (113).

## 2.17. Kişilik Kavramı

İnsan davranışları arasındaki bireysel farklılıklar ve bu farklılıkların kaynağı çok uzun zamandır bilimin araştırma konularından biri olmuştur. Söz konusu farklılıklar, genel olarak psikoloji biliminin kişilik alanı çerçevesinde ele alınmaktadır. Bir kişinin hangi koşullarda ne tepkiler verdiğinin, verilen bu tepkilerin kaynağının ne olduğunun ve hangi koşullarda nasıl değiştiğinin cevabı kişilik kavramı üzerinden araştırılmaktadır. Rhodewalt, Pervin'in "The Science of Personality" isimli kitabında yaptığı kişilik tanımına yer vermiştir (114). Pervin'e göre kişilik kavramı; bireylerin hayatına biçim ve yön veren davranış, etki ve idrak organizasyonudur (114). Kişilik hem yapısal hem de süreçsel bir kavramdır, kişinin hem doğasında (gen) bulunur hem de sonradan edinilir (114). Kişilik alanı temel olarak, bireyler arasındaki zihinsel farklılıklarla ilgili verileri toplar ve yorumlar. Kişilik kavramı, ortaya çıktığı zamandan beri süregelen tartışmalara konu olmuş ve birtakım kişilik tanımları yapılmıştır. Kimi zaman bu tanımlar üzerinde uzlaşma olmuş kimi zaman da anlaşmazlıklar yaşanmıştır. Günümüzde hala bu konuda bir uzlaşmanın sağlandığı söylenemez.

Bazı araştırmacılar kişilik farklılıklarının kaynağında en önemli rolü bireylerin kişisel özelliklerinin oynadığını iddia ederken, bazıları bu farklılıklarda en etkili faktörün bireyin içerisinde bulunduğu durum olduğunu iddia etmektedirler. Kişilik konusunda ortaya çıkan tartışmaların temelinde bu iki farklılık yatmaktadır. Bununla birlikte, davranışlar kaynağını tek bir kişilik özelliğinden ziyade bir çok kişilik özelliğinin kompleks etkisinden almaktadır. Bu noktada, Eysenck bir davranışın kaynağının kişisel veya durumsal özelliklerden hangisi olduğunun tartışılmasının gerçekçi olmayacağını belirtmiştir (115). Davranışın ortaya çıkmasında hem kişisel hem

de durumsal özelliklerin etkili olduğunu, bu özelliklerden hangisinin baskın olduğunu da kişinin durumuna ve kişisel yapısına bağlı olduğunu ifade etmiştir (115). Günümüzde çoğu araştırmacı Eysenck'in düşüncesini desteklemekte ve kişiliğin durumsal ve kişisel özelliklerin ortak etkisi sonucunda ortaya çıktığı iddiasını desteklemektedir (115).

Kişilik özellikleriyle ilgili araştırma yapan bilim adamları dil üzerine yoğunlaşmışlardır. Dil, insanların tarih boyunca ayırt etmeye değer bulduğu nesne, durum ve özellikleri sözcüklerle etiketlemeleri sonucu şekillenmiştir (115). Buradan yola çıkarak, araştırmacılar insanların kişisel özelliklerini analiz etmek için dil kaynağına yönelmişlerdir.

### 2.17.1. Beş Faktör Kişilik Envanteri Ölçeği

İnsanların kişilik özelliklerinin sınıflandırılması amacıyla dilin kaynak olarak kullanıldığı ölçekler tasarlanmıştır. Bu ölçekler arasında, yaygın olarak kullanılanlardan biri Beş Faktör Kişilik Envanteridir (115). Beş Faktör Kişilik Envanteri, insanların kişilik özelliklerinin ölçülmesi amacıyla kullanılan güvenilir bir ölçektir. Bu ölçek kişilik özelliklerini; gelişime açıklık, yumuşak başlılık, öz denetim, dışa dönüklük ve duygusal tutarsızlık olmak üzere beş temel kişilik boyutu altında toplamıştır (116). Ayrıca, söz konusu beş temel kişilik boyutunu farklı yönleriyle 17 alt ölçekte sınıflandırmıştır. Bu alt ölçekler aşağıdaki Tablo 5'te gösterilmiştir (117).

**Tablo 5. Beş Faktör Kişilik Envanteri'nde temel kişilik boyutlarının alt ölçekleri.**

girişkenlik	canlılık	insanlarla etkileşim
hoşgörü	uzlaşma	düzenlilik
sakinlik	yumuşak kalplilik	kurallara bağlılık
sorumluluk	duygusal değişkenlik	heyecan arama
endişeye yatkınlık	analitik düşünme	duyarlılık
yeniliğe açıklık	kendine güvensizlik	

#### 2.17.1.1. Dışa dönüklük – İçe dönüklük

Beş Faktör Kişilik Envanterinin dışa dönüklük faktöründen yüksek puan alanlar genel olarak sıcak kanlı, kalabalıktan ve insanlar ile iç içe olmaktan hoşlanan, sosyal ve girişken bir yapıya sahiptir (115). Dışa dönük olarak sınıflandırılan bu kişiler,

buldukları ortamda çok sayıda uyaran olmasından hoşlanmakta ve çevrelerindeki kişilerle neşeli, iyimser nitelikte ilişkiler kurmaktadır. İçe dönük yapıdaki kişiler ise dışa dönük kişilere zıt yapıda bir karakterde olmaktan ziyade dışa dönük kişilerin sahip oldukları özellikleri barındırmayan kişiler olarak tanımlanır (115). Sözelimi, dışa dönüklerin fırsatları değerlendiren girişken bir yapıda olmaları, içe dönüklerin fırsatları yok etmeye çalışan bir yapıya sahip oldukları anlamına gelmemektedir. Bu kişileri içe dönük yapan, fırsatları değerlendiremeyen çekingen yapıda olmalarıdır.

McFatter 1994 yılında Gray tarafından kişilik üzerine yapılan bazı araştırmaları aktarmıştır (118). Gray, araştırmalarında Davranış Etkinleştirici Sistem ve Davranış Ketleyici Sistem olmak üzere insanlarda nörolojik temelli iki çeşit güdüsel sistemin varlığından bahsetmiştir (118). Davranış etkinleştirici sistemi etkin olan kişiler, karşılaşılan durum sonucunda elde edilecek ödüle ve ortadan kaldırılabilecekleri cezaya odaklanmaktadır (118). Davranış ketleyici sistemi etkin olan kişiler ise karşılaşılan durum sonucunda kaybedecekleri şeylere ve alabilecekleri cezaya odaklanma eğilimi göstermektedirler (118). İnsanların karşılaştıkları durumlar ile savaşmak veya kaçmak konusunda verecekleri karar davranış etkinleştirici sistem ve davranış ketleyici sistemin etkileşimi halinde ortaya çıkan “Genel Uyarılma Düzeyi” ile belirlenir (118). Dışa dönük kişilerin davranış etkinleştirici sistemi davranış ketleyici sisteme nazaran daha güçlü iken içe dönüklerde davranış ketleyici sistem daha güçlüdür.

Dışa dönüklük faktörüyle ilişkili alt faktörler canlılık, girişkenlik ve insanlarla etkileşimdir. Bu alt faktörlerde yüksek puan (pozitif) alan kişiler dışa dönük yapıda, düşük puan (negatif) kişiler içe dönük yapıdadır. Dışa dönüklük ve içe dönüklük faktörüyle ilgili alt faktörler Tablo 6’da gösterilmiştir (117).

**Tablo 6. Dışa dönüklük ve içe dönüklük faktörüyle ilgili alt faktörler.**

İçe dönük	(-) canlılık (+)	Dışa dönük
	(-) girişkenlik (+)	
	(-) İnsanlarla etkileşim (+)	

### **2.17.1.2. Yumuşak başlılık - Geçimlilik**

Yumuşak başlılık faktörünün temelinde uyum, güven, dürüstlük, alçakgönüllük ve alturizm eğilimleri yatar. Beş Faktör Kişilik Envanteri ölçeğinde bu faktörden yüksek puan alan kişiler uyumlu, çatışmalardan uzak duran, işbirliğine meyilli, ilgili,



yardımsever ve merhametli kişilerdir (115). Düşük puan alan kişiler ise menfaat çatışmasına kolayca girebilen, kolayca hayır diyebilen, şüpheli, kısmen bencil ve kavgacı kişiler olarak tanımlanır (115). Yumuşak başlılık faktörü hoşgörü, sakinlik, uzlaşma ve yumuşak kalplilik olmak üzere dört alt kategoriyle ilişkilidir. Yumuşak başlılık ve dikbaşlılık faktörüyle ilgili alt faktörler Tablo 7’de verilmiştir (117).

**Tablo 7. Yumuşak başlılık ve dikbaşlılık faktörüyle ilgili alt faktörler.**

Dikbaşlı	(-) hoşgörü (+)	Yumuşak başlı
	(-) sakinlik (+)	
	(-) yumuşak kalplilik (+)	
	(-) uzlaşma (+)	

### 2.17.1.3. Öz denetim - Sorumluluk

Öz denetim faktörü kurallara uyma, kontrol, sorumluluk ve kararlılık gibi eğilimler ile ilişkilidir. Öz denetim ‘aktif edici’ (hareket etmek) ve ‘odaklayıcı’ (ketlemek) olmak üzere iki yönlü bir faktör olarak değerlendirilir. Bu faktörde yüksek puan alan kişiler çalışma hayatlarında başarılı, sorumluluk sahibi, kararlı ve kendilerini kontrol edebilen kişilerdir (115). Bu kişiler aynı zamanda rahatsız edici düzeyde, ayrıntıcı, kuralcı ve düzenlilik ihtiyacı kompulsif düzeyde olan kişilerdir. Düşük puan alanlar ise ahlaki ve etik prensipler yönünden esnek, amaçlarına ulaşmak için çok çalışmayan, kontrolsüz ve plansız kişilerdir (115). Öz denetim faktörü düzenlilik, kurallara bağlılık, sorumluluk ve heyecan arama alt faktörleriyle ilişkilidir. Öz denetim faktörüyle ilgili alt faktörler Tablo 8’de verilmiştir (117).

**Tablo 8. Öz denetim faktörüyle ilgili alt faktörler.**

Öz Denetimi Düşük	(-) düzenlilik (+)	Öz Denetimi Yüksek
	(-) sorumluluk (+)	
	(-) kurallara bağlılık (+)	
	(+) heyecan arama (-)	

### 2.17.1.4. Duygusal Tutarsızlık

Duygusal tutarsızlık faktöründen yüksek puan alan kişiler tedirginlik, duygusallık, gerginlik ve hassaslık gibi duygu durumlara meyililerdir (115). Bu kişiler, zorluklarla karşılaştıklarında kolayca pes eden, stresle baş etme kabiliyeti düşük olan ve duygusal

dengeleri sıklıkla değişen bir karaktere sahiptir. Bir kişinin duygusal tutarsızlık faktörü değerlendirilmesinde yüksek puan alması, onun duygusal sorunları olan psikopatolojiye yatkın biri olma riskinin açık bir göstergesi olarak değerlendirilir (115). Düşük puan alanlar ise uyumlu, sakin, kontrollü, özgüvenleri ve egoları yüksek kişilerdir (115). Duygusal tutarsızlık faktörü duygusal değişkenlik, endişeye yatkınlık ve kendine güvensizlik olmak üzere üç alt boyut ile ilişkilidir. Duygusal tutarsızlık faktörüyle ilgili alt faktörler Tablo 9’da verilmiştir (117).

**Tablo 9. Duygusal tutarsızlık faktörüyle ilgili alt faktörler.**

Duygusal Tutarsızlığı Düşük	(-) endişeye yatkınlık (+)	Duygusal Tutarsızlığı Yüksek
	(-) kendine güvensizlik (+)	
	(-) duygusal değişkenlik (+)	

#### 2.17.1.5. Gelişime Açıklık

Tüm temel faktörler arasında en tartışmalı faktör olan gelişime açıklık faktörü konusunda literatürde bir fikir birliği bulunmamaktadır (115). Gelişime açıklık faktörü bir yandan gelişmiş bilişsel özellikler, yüksek algı, duygusal derinlik ve yaratıcılık gibi özellikleri kapsarken; diğer yandan geleneksellikten uzaklık ve deneyime açıklık özelliklerini içermektedir (115). Bu faktörden yüksek puan alanlar geniş ilgi alanlarına sahip, duyarlı, okumayı seven, entelektüel, yeniliğe açık ve yaratıcı kişilerdir (115). Düşük puan alanlar ise yeniliğe kapalı, gelenekçi, muhafazakar, ince düşünmeyi sevmeyen ve pratik kişilerdir (115). Gelişime açıklık faktörü analitik düşünme, duyarlılık ve yeniliğe açıklık faktörleri ile ilişkilidir. Gelişime açıklık faktörüyle ilgili alt faktörler Tablo 10’da verilmiştir (117).

**Tablo 10. Gelişime açıklık faktörüyle ilgili alt faktörler.**

Gelişime Kapalı	(-) analitik düşünme (+)	Gelişime Açık
	(-) duyarlılık (+)	
	(-) yeniliğe açıklık (+)	

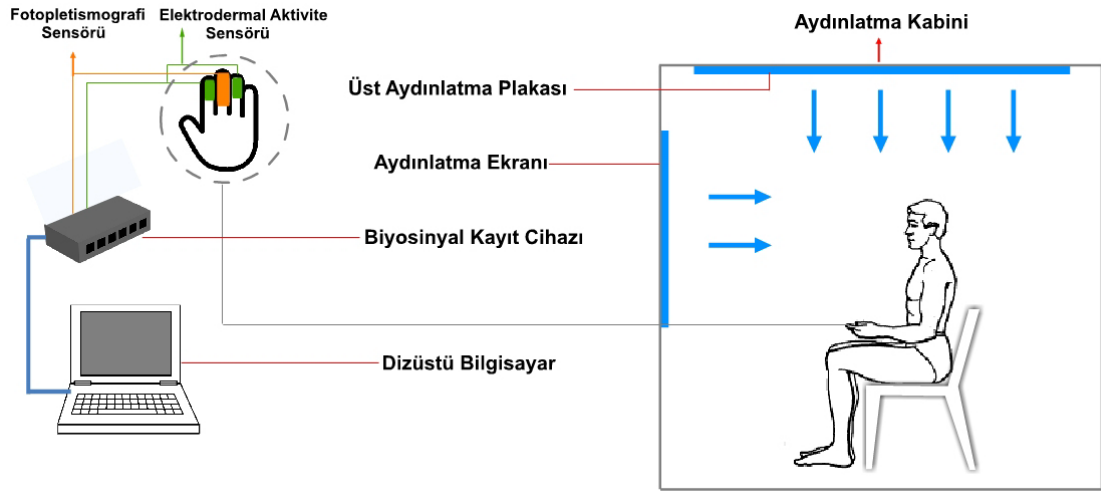
### 3. GEREÇ VE YÖNTEM

#### 3.1. Denekler

Bu araştırma, Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'nun 24.06.2016 tarihli ve 16-6/8 sayılı onayıyla, Dünya Tıp Birliği Helsinki Bildirgesi'nde yer alan 'İnsan Bireylerle İlgili Tıbbi Araştırmalar için Etik İlkeler'e uygun olarak gerçekleştirilmiştir (Ek 1). Araştırmaya yaşları 19 ile 43 ( $28 \pm 6$ ) arasında değişen 15'i kadın ve 33'ü erkek olmak üzere toplamda 48 denek katılmıştır. Deneklere duyuru yoluyla ulaşılmıştır. Araştırmaya katılma isteğini belirten deneklerden renk körü olmayanlar, herhangi bir sağlık problemi bulunmayanlar, gebe ve lohusalık hali olmayanlar ve akut ya da kronik herhangi bir ilaç kullanmayanlar araştırmaya dahil edilmiştir. Ayrıca deneklere kayıt gününde sigara, kahve ve içki gibi otonom sinir sistemi üzerinde uyarıcı etkisi olan herhangi bir madde almamaları önemle vurgulanmıştır. Araştırma, Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyofizik Anabilim Dalı'nda bulunan bir laboratuvarda, bu araştırma için özel olarak hazırlanan bir *aydınlatma kabini* içerisinde gerçekleştirilmiştir.

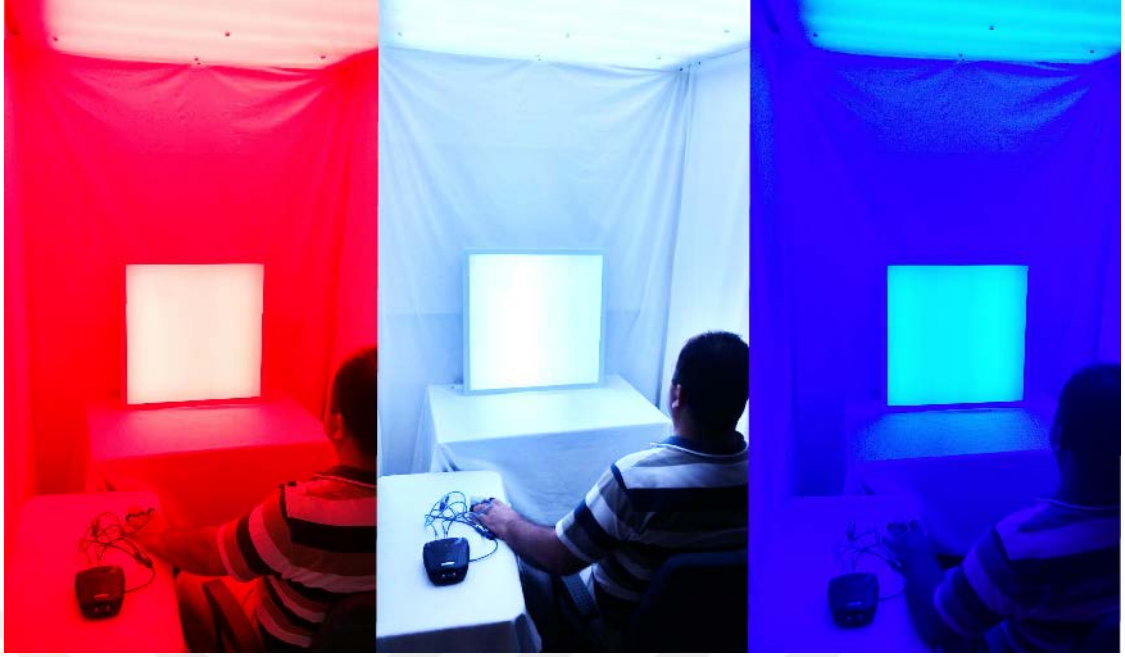
#### 3.2. Kayıt Sistemi ve Deney Düzenegi

Araştırma, içerisinde istenilen renkli ışıkların üretilebildiği LED aydınlatma düzeneklerinin bulunduğu bir aydınlatma kabini, üretilen ışığın aydınlatma şiddetini ölçebilecek bir lüksmetre, deneklerin elektrodermal aktivite ve kalp atım hızı verilerini kaydeden bir biyosinyal kayıt cihazı ve Windows İşletim Sistemi tabanlı bir kayıt ve kontrol bilgisayarından oluşmuştur. Aydınlatma kabini, kayıt sistemi ve kayıt sırasında bir deneğin ışığa maruziyetinin temsili şeması Şekil 21'de gösterilmiştir.



Şekil 21. Aydınlatma kabini, kayıt sistemi ve kayıt sırasında bir deneğin ışığa maruziyetinin temsili şeması.

Deneyler, 210 cm (yükseklik) × 135 cm (genişlik) × 135 cm (uzunluk) ebatlarında, ahşap malzemelerden yapılmış ve dışarıdan içeriye ya da içeriden dışarıya herhangi bir ışık geçişine izin vermeyecek şekilde hazırlanmış bir aydınlatma kabini içerisinde gerçekleştirilmiştir. Söz konusu kabin içerisinde deneklerin rahat bir şekilde oturabileceği kolçaklı bir koltuk bulunmaktadır. Deneklerin istenilen renkli ışıklara maruz bırakılması için kabin içine iki farklı LED ışık kaynağı yerleştirilmiştir. Bu LED ışık kaynaklarından biri 'Aydınlatma Ekranı' diğeri ise 'Üst Aydınlatma Plakası' olarak isimlendirilmiştir. Aydınlatma ekranı, deneklerin göz hizasında olacak şekilde ön duvara monte edilmiş, üst aydınlatma plakası ise aydınlatma kabinin tavanına yerleştirilmiştir. Işık kaynakları haricinde, kabinin tüm iç kısımları beyaz bir örtüyle kapatılarak, kabin içinin istenilen renkli ışıkları yansıtması sağlanmıştır. Resim 1'de bir deneğin aydınlatma kabini içerisinde beyaz, kırmızı ve mavi ışığa maruziyeti sırasında elektrodermal aktivite ve kalp atım hızı verilerinin kaydı sırasındaki resmi verilmiştir.

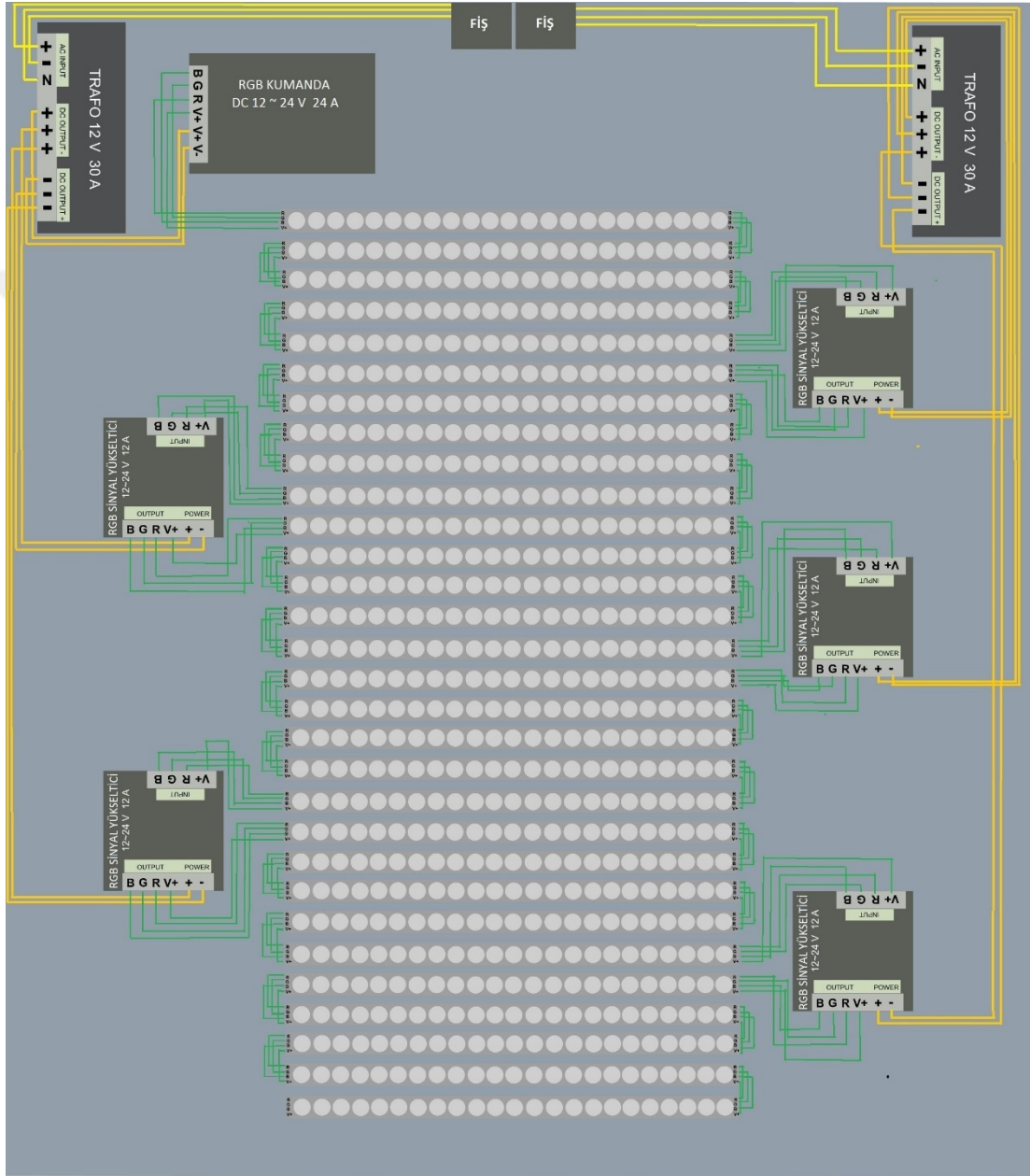


**Resim 1. Aydınlatma kabini içerisinde bir denegin beyaz, kırmızı ve mavi ışıklara maruziyeti sırasında elektrodermal aktivite ve kalp atım hızı verilerinin kaydı.**

Üst aydınlatma plakası, aydınlatma kabininin üstten aydınlatılmasını sağlamak için LED ışık şeritlerinden özel olarak tasarlanmış ve söz konusu kabinin tavanına yerleştirilmiştir. Yaklaşık olarak 135 cm ×135 cm ebatlarında olan tavanın kabin içerisine bakan yüzünün 120 cm ×100 cm boyutlarında olan orta kısmına, LED şeritlerin döşenmesiyle gerçekleştirilmiştir. Bu işlem için her biri bir metre uzunluğunda olan 30 adet LED şerit kullanılmış ve her bir şerit arasında yaklaşık olarak 4 cm mesafe bırakılarak tüm şeritler bir birine paralel olacak şekilde enlemesine yerleştirilmiştir. Işık dağılımının homojenliğini sağlamak amacıyla da LED şeritlerden 10 cm aşağıda olacak şekilde kabin içine bakan tarafa bir pleksiglas kaplama yerleştirilmiştir. Üst aydınlatma plakası uzaktan kumanda edilebilir özellikte olup beyaz, kırmızı, turuncu, sarı, yeşil, mavi ve mor renkli her türlü ışığın istenilen şiddette üretilmesine ve ışıkların ayrı ayrı ya da modülasyonlu bir şekilde ortamı aydınlatmasına olanak sağlamaktadır. Üst aydınlatma plakasının şeması Şekil 22’de verilmiştir.

Deney kabininin iç ortamının aydınlatılması amacıyla kullanılan diğer bir ışık kaynağı da aydınlatma ekranıdır. Aydınlatma ekranı, yaklaşık olarak 55 cm × 55 cm ebatlarında olup, üst aydınlatma plakasında kullanılan LED’lerle aynı fiziksel karakteristiğe sahip 0.5 metre uzunluğunda 17 LED şeritlerden üretilmiştir. Işığın ortamı homojen olarak aydınlatması için, LED şeritlerin 10 cm önüne pleksiglas kaplama yerleştirilmiştir. Aydınlatma ekranı, deneklerin göz hizasında ve deneklerden

yaklaşık 70 cm uzaktaki duvara asılı vaziyette bulunmaktadır. Aydınlatma ekranı da tıpkı üst aydınlatma plakasında olduğu gibi uzaktan kumanda edilebilir özellikte olup beyaz, kırmızı, turuncu, sarı, yeşil, mavi ve mor renkli her türlü ışığın istenilen şiddette üretilmesine ve ışıkların ayrı ayrı ya da modülasyonlu bir şekilde ortamı aydınlatmasına olanak sağlamaktadır. Aydınlatma ekranının şeması Ek 2’de verilmiştir.



Şekil 22. Üst aydınlatma plakası devresinin şeması.

Ölçülmek istenen biyosinyallerin hassas bir şekilde kaydedilmesi amacıyla Nexus 10 (Mark II, Mind Media) mobil kayıt cihazı kullanılmıştır. Bu cihaz, 8 analog ve 2 dijital girişe sahip olup, insanlarda elektrodermal aktivite, elektroensefalografi,

elektromiyografi, elektrokardiyografi, kalp atım hızı, solunum sıklığı ve sıcaklık değişimi gibi birçok fizyolojik sinyalin eş zamanlı olarak kaydını gerçekleştirmeye olanak sağlamakta ve aynı zamanda bir geri bildirim cihazı olarak da kullanılmaktadır (119). Söz konusu cihaz 24 bit'lik bir çözünürlüğe sahip olup, elde edilen verileri gerek masaüstü gerekse dizüstü bilgisayara evrensel seri veriyolu portu ve kablosuz olarak aktarabilecek donanım ve yazılıma sahiptir. Resim 2'de Nexus 10 Mark II mobil kayıt cihazı gösterilmiştir (119).



**Resim 2. Nexus 10 Mark II mobil kayıt cihazı.**

Kalp atım hızı verileri deneklerin sol el orta parmağında (3. parmak) mandallı bir fotopletismografi ile kayıtlanmıştır. Kalp atım hızı verilerinin kaydı, Nexus 10 mobil biyosinyal kayıt cihazı ile 1024 Hz örnekleme hızında gerçekleştirilmiştir. Resim 3'te bir denegin kalp atım hızı verilerinin fotopletismografi yöntemiyle kayıtlanması sırasındaki görüntüleri gösterilmiştir.



**Resim 3. Kalp atım hızı verilerinin kayıtlanması sırasında kullanılan bir mandallı fotopletizmograf.**

Elektrodermal aktivite verileri, 2 adet gümüş veya gümüş klorür (Ag/AgCl) elektrot kullanılarak, deneklerin sol elinin 2. ve 4. parmaklarının distal falanks bölgelerinden sabit akım yöntemi ile kayıtlanmıştır. Elektrodermal aktivite verilerinin kaydı, yine aynı biyosinyal kayıt cihazı ile 32 Hz örnekleme hızında gerçekleştirilmiştir.

Kayıtlanan kalp atım hızı ve elektrodermal aktivite verileri bir dizüstü bilgisayara aktararak depolanmıştır. Kullanılan bilgisayar, Intel® Core™ i7-4712MQ 2.30 GHz işlemcili, 8 GB yüklü bellekli (RAM), disk çevirme hızı 7200 rpm olan x64 bit tabanlı MSI CX61 marka ve modelli bir dizüstü bilgisayardır.

Deneklerin maruz bırakılacağı renkli ışıkların aydınlatma şiddetlerinin ölçümü için Geratech (DT-3808, Geratech) marka ve modelli bir lüksmetre kullanılmıştır. Bu lüksmetre, 1.5 Hz ölçüm hızına, 0.1 lüks maksimum çözünürlüğe sahip bir cihazdır. Söz konusu cihaz, insan gözüne benzer yarım küre şeklinde bir sensöre sahip olup, aydınlatma şiddeti ölçümü sırasında deneğin alnı üzerinde ve aydınlatma ekranına doğru tutularak ortamın şiddeti ölçülmüştür. Resim 4'te araştırmada kullanılan Geratech DT-3808 lüksmetre gösterilmiştir (120).





**Resim 4. Işığın aydınlatma şiddetinin ölçülmesi için kullanılan lüksmetre (120).**  
(<http://www.egerate-news.com/pdf/geratech-tm/DT-3808.pdf>)

### 3.3. Deney Prosedürü

Tüm deneyler sirkadyen ritmin kalp atım hızı ve kalp atım hızı değişkenliği üzerindeki etkisinin minimize edilmesi amacıyla sabah 10:00 ile 13:00 saatleri arasında gerçekleştirilmiştir. Deneyin yapıldığı ortam, 18-25°C sıcaklık aralığında tutulmuş ve olabildiğince çevre gürültüsünden izole edilmiştir.

Deneklerin renk körü olup olmadıklarının belirlenmesi amacıyla İshihara Testi'nin (İshihara, 1972) geniş çaplı uygulamalarında kullanılan 6 plakalı formu deney öncesinde deneklere uygulanmıştır (Ek 3). Renkli görme kusuru olmadığı belirlenen deneklere, araştırmanın içeriğini yazılı olarak özetleyen ve deneklerin araştırmaya kendi istekleri doğrultusunda katıldığını belgeleyen “Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu” okutulup imzalı onamları alınmıştır (Ek 4). Bu aşamadan sonra, deneklerin kişilik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla, deneklerden Beş Faktör Kişilik Envanteri'nin 85 soruluk kısa formunu (Korkmaz, 2002) doldurmaları istenmiştir (Ek 5).

Beş Faktör Kişilik Envanteri ölçeğinin doldurulmasının ardından kalp atım hızı ve elektrodermal aktivitenin kaydedilmesi aşamasına geçilmiştir. Bu amaçla, denekler aydınlatma kabine alınmış ve kabin ortasında bulunan rahat ve konforlu bir koltuğa oturmaları istenmiştir. Deneklerden, karşı duvarada asılı bulunan ve kendilerinden yaklaşık 70 cm uzakta bulunan aydınlatma ekranına yüzlerini çevirmeleri istenmiştir. Denekler bu pozisyonda otururken, uygulanacak renkli ışıkların şiddetleri kalibre edilmiştir. Işık şiddeti kalibrasyonu sırasında kullanılan lüksmetrenin sensörü deneklerin alın hizasında aydınlatma ekranını görecektir şekilde konumlandırılmıştır.

Böylelikle, doğrudan deneklerin gözlerine gelen ışık dalgalarının şiddeti ölçülmüştür. Bu işlem yapılırken, deneklerin ışık şiddeti değişimlerinden etkilenmemesi amacıyla, deneklerin gözleri bir göz maskesi ile kapatılmıştır. Ardından, üst aydınlatma plakası ve aydınlatma ekranı bir uzaktan kumanda yardımıyla kontrol edilerek, uygulanacak her renkli ışığın şiddeti 300 lüks olacak şekilde ayarlanmıştır. Bu aydınlatma şiddetlerinin 200 lüks'ü üst aydınlatma plakasından ve 100 lüks'ü de aydınlatma ekranından gelmektedir.

Bu işlemlerden sonra deneklerin gözlerindeki bantlar çıkartılmış ve kayıt elektrotların yerleştirilmesi aşamasına geçilmiştir. Kalp atım hızı kaydının yapılması için deneklerin sol elinin 2. ve 4. parmaklarının distal falanks bölgelerine birer adet Ag/AgCl elektrodu yerleştirilmiştir. Elektrodermal aktivite kaydı için aynı elin orta parmağına mandallı bir fotopletismografi sensörü takılmıştır. Elektrotlar yerleştirilmeden önce ilgili el bölgeleri alkol ile temizlenerek gürültüsüz bir kayıt için uygun hale getirilmiştir. Elektrotların yerleştirilmesi tamamlanıp gürültüsüz bir veri akışının sağlandığının görülmesinden sonra, 3 farklı aşamadan oluşan uygulama kısmına geçilmiştir.

Uygulama kısmının başlangıç aşamasında, denekler kabin içerisinde karanlık ortamda 3 dakika boyunca dinlendirilmiştir. Deneklerin kendilerini deneye hazır hissetmeleri sonrasında, deney ortamı ilgili renkteki ışıkla aydınlatılarak kalp atım hızı ve elektrodermal aktivite veri alımı başlatılmıştır. Bu aşamada deneklere uygulanacak olan kırmızı, mavi ve beyaz renkli ışıklar, aktarma etkisinin olmaması için rastgele bir sırayla verilmiştir. Bu sıralama araştırmanın planlama aşamasında tüm renkli ışıkların sıralama dağılımlarının eşit olacağı şekilde belirlenmiştir. Deneklerin maruz bırakıldığı her renkli ışık maruziyeti 8'er dakika sürmüştür. Her bir renkli ışık uygulanıp kalp atım hızı ve elektrodermal aktivite veri kayıtları tamamlandıktan sonra, deneklerin anlık duygu durumlarının belirlenmesi aşamasına geçilmiş ve deneklerin Self Assement Manikin Testi'ni (Lang, 1980) doldurmaları istenmiştir (Ek 6). Self Assement Manikin Testi'nin tamamlanmasının ardından, deneklerin söz konusu ışık altında iken zaman akışı ve ortam genişliği algı düzeylerinin belirlenmesi için iki sorudan oluşan kişisel algı anketini doldurmaları istenmiştir (Ek 7). Bu sorulardan ilki zaman, ikincisi ise ortam genişliği algısıyla ilgilidir. Kişisel algı sorularının cevaplandırılmasıyla uygulanan ilk renkli ışık maruziyeti tamamlanmış ve denekler 3 dakika boyunca yeniden dinlendirilmiştir.

İlk renkli ışık uygulamasının tamamlanmasından sonra, ikinci renkli ışık maruziyetine geçilmiştir. İlk renkli ışık uygulamasında yapılan işlemler ikincisinde de aynı şekilde gerçekleştirilmiş ardından üçüncü renkli ışık uygulamasına geçilmiştir. Üçüncü renkli ışık uygulamasında önceki uygulamalardaki aynı prosedürler uygulanarak deney aşaması tamamlanmıştır.

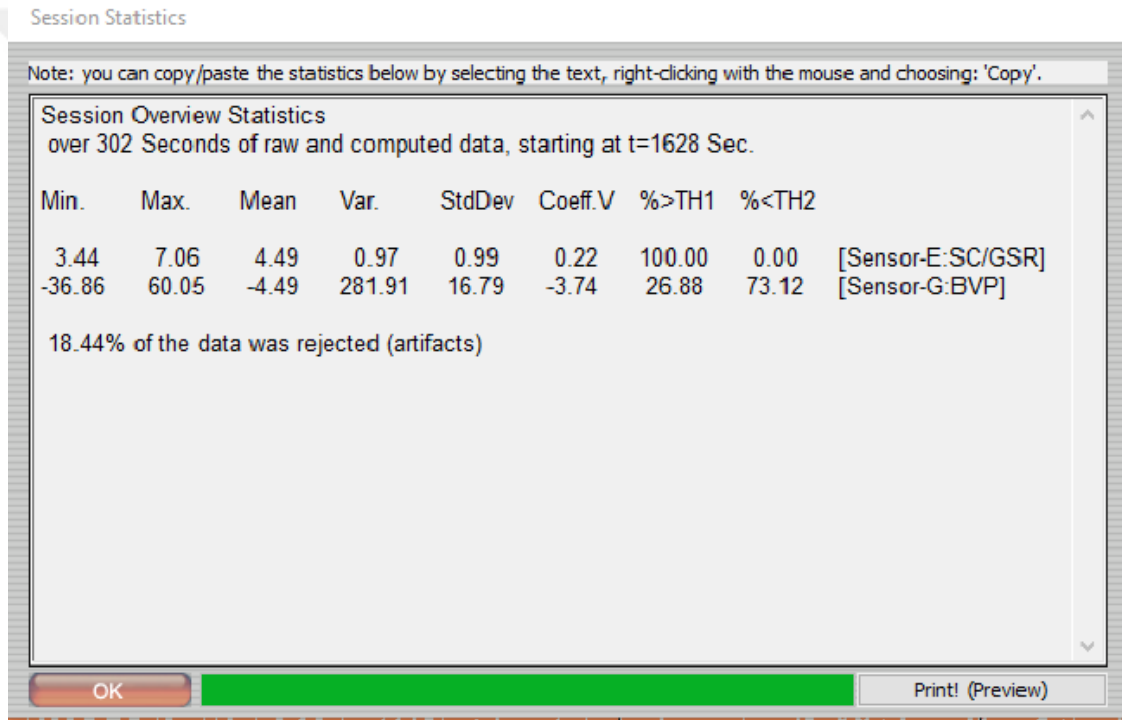
### 3.4. Veri Analizi

DeneySEL süreç tamandıktan sonra, elde dilen psikometrik veriler dosyalararak saklanmıştır. Kalp atım hızı ve elektrodermal aktivite verileri ise biyosinyal kayıt cihazı tarafından veri kaydı ile eş zamanlı ve sürekli olarak bir dizüstü bilgisayarın sabit diskine aktarılmış ve daha sonra analiz edilmek üzere saklanmıştır. Kalp atım hızı ve elektrodermal aktivite verilerinin gerek kaydı gerekse analizi için BioTrace+ (NX10, Mind Media) yazılımı kullanılmıştır. Şekil 23'te kalp atım hızı ve elektrodermal aktivite verilerinin kaydı ve analizi için kullanılan BioTrace+ yazılımı ile oluşturulmuş kayıt ekranı gösterilmiştir.



Şekil 23. Kalp atım hızı ve elektrodermal aktivite verilerinin kaydı ve analizi için kullanılan BioTrace+ yazılımı ile oluşturulmuş kayıt ekranı.

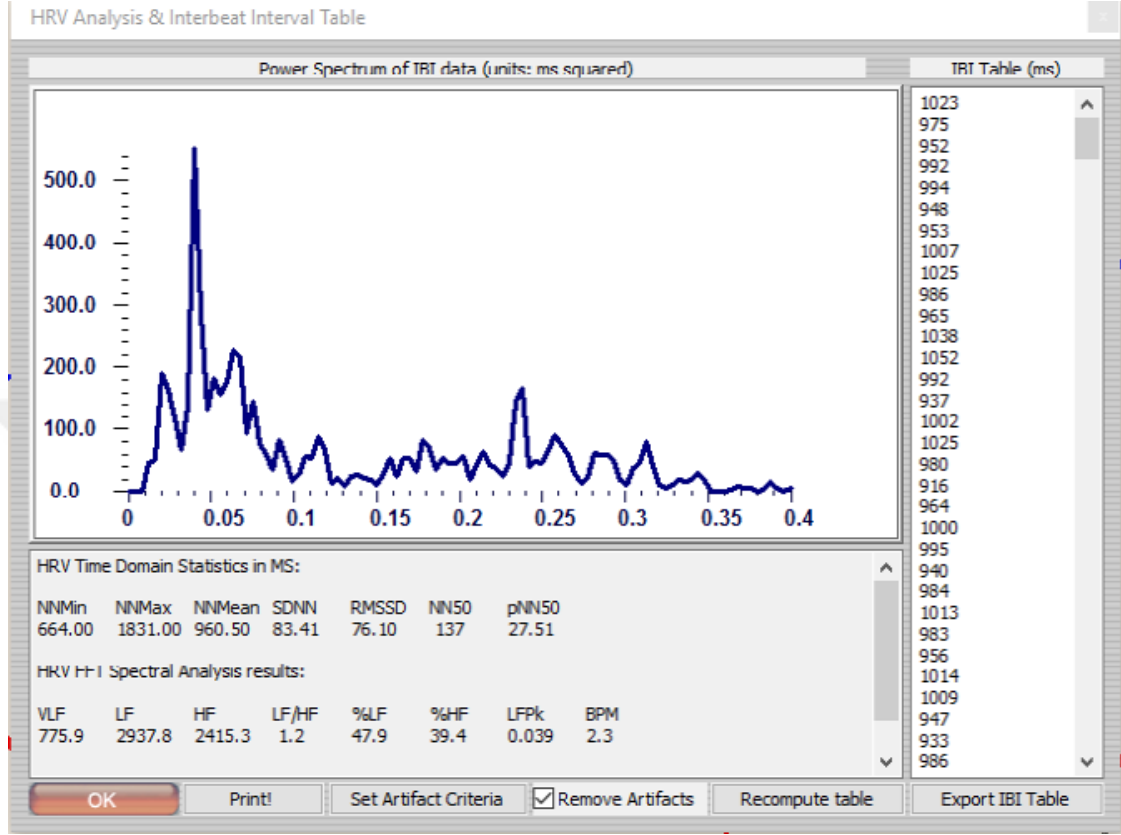
Verilerinin analizi sırasında, her renk için önceden kaydedilen 8 dakikalık veri setinin ilk ve son 75 saniyelik dilimi analiz dışı tutulmuş geri kalan kısımlardaki artefaktlar da çıkarıldığında, verilerinin 5 dakikalık dilimi analiz amacıyla kullanılmıştır. Veri analizlerinde, ilk önce kalp atım hızı ve elektrodermal aktivite verilerinin ortalamalarının hesaplanmasına geçilmiştir. Bu hesaplamalar için aynı yazılımın ortalama alma modülü kullanılmış ve tüm maruziyet koşullarındaki kalp atım hızı ve elektrodermal aktivite verilerinin ortalamaları, minimal, maksimal değerleri ve standart sapmaları ayrı ayrı hesaplanmıştır. Şekil 24'te kalp atım hızı ve elektrodermal aktivite ortalamalarının Biotrace+ yazılımı kullanılarak hesaplanması sırasında alınan bir ekran görüntüsü verilmiştir.



**Şekil 24. Kalp atım hızı ve elektrodermal aktivite ortalamalarının Biotrace+ yazılımı kullanılarak hesaplanması.**

Renkli ışıkların kalp atım hızı değişkenliği üzerindeki etkilerinin hesaplanması için aynı yazılımın kalp atım hızı değişkenliği modülü kullanılmış ve analizler kalp atım hızı verileri üzerinden otomatik olarak hesaplanmış ve grafik ve tablolar şeklinde listelenmiştir. Kalp atım hızı değişkenliği analiz tablosundaki sonuçlar kalp atım hızı değişkenliği zaman düzlemi parametreleri (SDNN, RMSSD, NN50, pNN50) ve kalp atım hızı değişkenliği frekans düzlemi parametreleri (VLF, LF, HF, LF/HF) olarak iki farklı grupta sunulmuş ve verilerin tamamı her denek ve her renkli ışık için ayrı ayrı

hesaplanmıştır. Şekil 25'te BioTrace+ yazılımı ile kalp atım hızı verileri üzerinden kalp atım hızı değişkenliği zaman ve frekans düzlemi değerlerinin hesaplanması sırasında alınan bir ekran görüntüsü verilmiştir.



Şekil 25. BioTrace+ yazılımı ile kalp atım hızı verileri üzerinden kalp atım hızı değişkenliği zaman ve frekans düzlemi değerlerinin hesaplanması.

Renkli ışık maruziyetleri sırasındaki elektrodermal aktivite, kalp atım hızı ve kalp atım hızı değişkenliği parametrelerinin ortalamalarının hesaplanmasından sonra, deneklerin bu ışıklar altındaki hoşnutluk, uyarılmışlık, baskınlık hisselerini gösteren Self Assesment Manikin Testi skorlarının ortalamaları ve aynı ışıklar altındaki zaman akışı ve ortam genişliği skorlarının ortalamaları hesaplanmıştır. Bu hesaplamaların ardından deneklerin cevapladıkları Beş Faktör Kişilik Envanteri'ndeki skorları söz konusu ölçeğin değerlendirme tablosu kullanılarak (Korkmaz, 2002) (115) deneklerin kişilik alt boyut skorları hesaplanmıştır.

### 3.5. İstatistiksel Analiz

Mavi, kırmızı ve beyaz ışık maruziyetleri sırasında elde edilen elektrodermal aktivite, kalp atım hızı, kalp atım hızı değişkenliği ortalamalarının ve bu ışıklar

altındaki, hoşnutluk, uyarılmışlık, baskınlık, zaman akışı ve ortam genişliği değerlendirme skorlarının ortalamaları arasındaki farklılıklarının istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığının araştırılması amacıyla SPSS (Versiyon 23, IBM) paket programı kullanılarak *Tek Yönlü Varyans Analizi* testi uygulanmıştır. Söz konusu ortalamalarının kendi aralarındaki ikili karşılaştırmaları arasındaki farklılıkların istatistiksel anlamlılık düzeylerinin belirlenmesi için ise *Bonferroni* düzeltmesini de içeren *İkili Karşılaştırmalar Yönteminin* uygulandığı *Tekrarlayan Ölçümler Varyans Analizi* uygulanmıştır. Elektrodermal aktivite, kalp atım hızı ve kalp atım hızı değişkenliği ortalamalarının kişilik tipleri ile anlamlı bir ilişkisinin olup olmadığının belirlenmesi amacıyla *Spearman Sıra Farkları Korelasyon Testi* uygulanmıştır. Aynı test kullanılarak, hoşnutluk, uyarılmışlık, baskınlık, zaman ve ortam genişliği değerlendirme skorlarının kişilik tipleriyle anlamlı bir ilişkisinin olup olmadığı belirlenmiştir. Spearman Testi sonucu, kişilik tipleri ile aralarında anlamlı ilişki olduğu belirlenen parametrelerin kişilik tipleri tarafından ne şekilde açıklandığının belirlenmesi amacıyla da *Çoklu Regresyon Analizi (stepwise)* yapılmıştır.

## 4. BULGULAR

Bu araştırmanın amacı doğrultusunda belirlenen istatistiksel analizler kullanılarak elde edilen bulgular aşağıda sıralanmıştır.

### 4.1. Elektrodermal Aktivite, Kalp Atım Hızı ve Kalp Atım Hızı Değişkenliği Verilerinin Analizleri

Her 3 renkli ışık altındaki elektrodermal aktivite ve kalp atım hızı verilerinin ortalamaları, standart sapmaları ve Tekrarlayan Ölçümler Varyans Analizi sonuçları Tablo 11’de verilmiştir. Tekrarlayan Ölçümler Varyans Analizi sonuçlarına göre, kırmızı ve mavi ışık altında elde edilen elektrodermal aktivite ortalamalarının, beyaz ışık altında ölçülen elektrodermal aktivite ortalamalarından anlamlı derecede yüksek olduğu ( $p<0.01$ ), ancak mavi ve kırmızı ışık altındaki elektrodermal aktivite ortalamaları arasında anlamlı düzeyde bir farklılığın olmadığı ( $p>0.05$ ) bulunmuştur (Tablo 11).

Öte yandan renkli ışık maruziyetinin kalp atım hızı ortalamaları arasında farklılıklar oluşturup oluşturmadığı benzer şekilde Tekrarlayan Ölçümler Varyans Analizi kullanılarak incelenmiştir. Analiz sonuçlarına göre beyaz, kırmızı ve mavi ışık maruziyeti sırasında elde edilen kalp atım hızı ortalamalarının birbirine çok yakın olduğu ve kalp atım hızı ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın bulunmadığı belirlenmiştir ( $p>0.05$ ) (Tablo 11).

Kalp atım hızı değişkenliği değerlerinin SDNN, RMSSD, NN50, pNN50, VLF, LF, HF ve LF/HF parametrelerinin ortalama ve standart sapmaları Tablo 11’de görülmektedir. Tekrarlayan Ölçümler Varyans Analizi sonucuna göre, kalp atım hızı değişkenliğinin zaman ve frekans düzlemindeki parametrelerinin, beyaz, kırmızı ve mavi ışık altındaki ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ( $p>0.05$ ) (Tablo 11).

**Tablo 11. Renkli ışık maruziyetleri sırasında elde edilen elektrodermal aktivite, kalp atım hızı ve kalp atım hızı değışkenliği verilerinin istatistiksel analizi.**

	Birim	BEYAZ	KIRMIZI	MAVİ	F	p	η2	Kırmızı - Beyaz	Beyaz - Mavi	Mavi - Kırmızı
		Ort. ± Std. Spm.	Ort. ± Std. Spm.	Ort. ± Std. Spm.						
EDA	μS	3.21 ± 2.57	4.68 ± 3.31	4.76 ± 3.31	$F_{(1.79 - 84.10)} = 37.11$	<b>p=0.00</b> **	0.44	<b>p=0.00</b> **	<b>p=0.00</b> **	p=1.00
KH	bpm	80.08 ± 8.31	79.75 ± 8.14	79.22 ± 8.11	$F_{(1.82 - 85.70)} = 2.14$	p=0.13	0.08	p=1.00	p=0.23	p=0.37
SDNN	ms	52.00 ± 28.12	49.32 ± 15.33	54.10 ± 19.17	$F_{(1.81 - 85.00)} = 1.04$	p=0.35	0.04	p=1.00	p=1.00	p=0.28
RMSSD	ms	38.03 ± 33.69	33.30 ± 12.40	35.48 ± 19.16	$F_{(1.54 - 72.52)} = 0.64$	p=0.49	0.01	p=0.74	p=1.00	p=1.00
NN50		42.66 ± 37.09	41.95 ± 29.63	37.77 ± 23.77	$F_{(1.80 - 84.57)} = 0.84$	p=0.42	0.02	p=1.00	p=0.66	p=0.68
pNN50		9.85 ± 9.30	9.91 ± 7.68	9.09 ± 6.58	$F_{(2 - 94)} = 0.35$	p=0.70	0.01	p=1.00	p=1.00	p=1.00
VLF	ms <sup>2</sup>	1561 ± 2660	1274 ± 1291	1840 ± 4452	$F_{(1.32 - 62.22)} = 0.46$	p=0.55	0.01	p=1.00	p=1.00	p=1.00
LF	ms <sup>2</sup>	3965 ± 5574	3386 ± 3175	2985 ± 3193	$F_{(1.81 - 85.13)} = 1.04$	p=0.35	0.02	p=1.00	p=0.61	p=1.00
HF	ms <sup>2</sup>	1665 ± 2891	1055 ± 730	914 ± 717	$F_{(1.14 - 53.46)} = 2,91$	p=0,09	0,06	p=0,36	p=0,21	p=0,75
LF/HF		3,24 ± 1,84	3,39 ± 1,86	3,46 ± 1,71	$F_{(2-94)} = 0,27$	p=0,76	0,01	p=1,00	p=1,00	p=1,00

**Kalp atım hızı (KH), elektrodermal aktivite (EDA) (\*: p<0.05, \*\* : p<0.01)**



#### 4.1.2. Elektrodermal Aktivite, Kalp Atım Hızı ve Kalp Atım Hızı Değişkenliği Değerleri ile Kişilik Tipleri Arasındaki Korelasyon Analizi

Araştırmaya katılan tüm deneklerin kişilik tiplerine göre skorlarının minimum, maksimum değerleri, ortalamaları ve standart sapmaları Tablo 12’de gösterilmiştir. Deneklere ait kişilik özellikleri tablosu incelendiğinde, dışa dönüklük alt boyutunun ortalama değerinin 3,19 olduğu bulunmuştur. Yumuşak başlılık alt boyutu ortalama değerinin 3,55 olduğu, öz denetim at boyutu ortalama değerinin 3,29 olduğu, duygusal tutarsızlık alt boyutu ortalama değerinin 2,87 olduğu ve gelişime açıklık alt boyutu ortalama değerinin 3,94 olduğu belirlenmiştir.

**Tablo 12. Deneklerin kişilik özelliklerinin minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri.**

	<b>Ortalama ± Std. Spm.</b>	<b>Minimum</b>	<b>Maksimum</b>
<b>Dışa dönüklük</b>	3,19 ± 0,83	1,50	5,00
<b>Yumuşak başlılık</b>	3,55 ± 0,62	2,06	4,69
<b>Öz Denetim</b>	3,29 ± 0,56	2,41	4,47
<b>Duygusal Tutarsızlık</b>	2,87 ± 0,74	1,40	4,67
<b>Gelişime Açıklık</b>	3,94 ± 0,45	2,79	4,86

Elektrodermal aktivite, kalp atım hızı ve kalp atım hızı değişkenliğinin zaman ve frekans düzlemlerindeki parametreleri ile kişilik tipleri arasında bir ilişkinin olup olmadığının belirlenmesi amacıyla uygulanan Spearman Sıra Farkları Korelasyon Testi sonuçları, Tablo 13 ve Tablo 14’te verilmektedir. Bu sonuçlara göre elektrodermal aktivite ve kalp atım hızı değerleri ile kişilik tipleri arasında anlamlı ilişki bulunmamıştır ( $p>0.05$ ) (Tablo 13).

Öte yandan, kalp atım hızı değişkenliği verilerinden SDNN, RMSSD, NN50, pNN50 ve VLF parametreleri ile kişilik tipleri arasında anlamlı düzeyde ilişki görülmezken ( $p>0.05$ ), LF, HF ve LF/HF parametreleri ile kişilik tipleri arasında anlamlı ilişkilerin olduğu görülmektedir ( $p<0.05$ ) (Tablo 14). Kişilik özelliklerinden yumuşak başlılık ile kırmızı ışık ( $p<0.05$ ), beyaz ışık ( $p<0.05$ ) ve mavi ışık ( $p<0.05$ ) maruziyeti sırasında elde edilen LF/HF oranları arasında negatif yönde anlamlı bir ilişki görülmektedir (Tablo 14). Benzer şekilde, yumuşak başlılık ile kırmızı ışık maruziyeti sırasında elde edilen LF değerleri arasında da negatif yönde anlamlı bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir ( $p<0.05$ ) (Tablo 14). Öz denetim ile kırmızı ışık maruziyeti sırasında elde edilen LF/HF oranı arasında negatif yönde anlamlı bir ilişki bulunmuştur ( $p<0.05$ ) (Tablo 14). Gelişime açıklık ile beyaz ( $p<0.05$ ) ve kırmızı ışık

( $p < 0.05$ ) maruziyeti sırasında elde edilen LF değerleri ve kırmızı ışık maruziyeti sırasında elde edilen HF değerleri ( $p < 0.05$ ) arasında negatif yönde anlamlı bir ilişki söz konusudur (Tablo 14).

**Tablo 13. Renkli ışık maruziyetleri sırasında elde edilen elektrodermal aktivite, kalp atım hızı, kalp atım hızı değişkenliği zaman düzlem değerleri ile kişilik tipleri arasındaki korelasyon analizi sonuçları.**

			Dışa dönüklük	Yumuşak başlılık	Öz Denetim/ Sorumluluk	Duygusal Tutarsızlık	Gelişime Açıklık
<b>EDA</b>	<b>Beyaz</b>	r	-0.21	-0.01	-0.02	0.03	-0.01
		p	0.15	0.93	0.88	0.84	0.96
	<b>Kırmızı</b>	r	-0.13	0.02	0.02	0.04	0.14
		p	0.37	0.88	0.88	0.79	0.35
	<b>Mavi</b>	r	-0.12	0.05	0.05	0.04	0.09
		p	0.43	0.73	0.73	0.78	0.55
<b>KH</b>	<b>Beyaz</b>	r	-0.08	0.02	-0.04	-0.04	0.11
		p	0.58	0.86	0.80	0.79	0.44
	<b>Kırmızı</b>	r	-0.15	-0.02	-0.06	-0.05	0.07
		p	0.32	0.87	0.67	0.72	0.61
	<b>Mavi</b>	r	-0.21	-0.03	-0.12	-0.03	-0.04
		p	0.16	0.84	0.42	0.86	0.78
<b>SDNN</b>	<b>Beyaz</b>	r	-0.07	-0.07	-0.06	-0.07	-0.19
		p	0.65	0.64	0.68	0.62	0.19
	<b>Kırmızı</b>	r	-0.09	-0.23	-0.03	0.05	-0.22
		p	0.52	0.11	0.86	0.72	0.13
	<b>Mavi</b>	r	-0.01	-0.03	-0.04	0.14	-0.03
		p	0.96	0.85	0.79	0.35	0.85
<b>RMSSD</b>	<b>Beyaz</b>	r	0.06	0.02	-0.04	-0.09	-0.14
		p	0.66	0.88	0.80	0.52	0.33
	<b>Kırmızı</b>	r	-0.02	-0.15	-0.02	0.02	-0.26
		p	0.88	0.32	0.91	0.87	0.07
	<b>Mavi</b>	r	-0.00	-0.06	-0.16	0.01	-0.18
		p	0.98	0.68	0.29	0.97	0.23
<b>NN50</b>	<b>Beyaz</b>	r	-0.03	-0.07	-0.04	-0.05	-0.21
		p	0.83	0.61	0.77	0.71	0.15
	<b>Kırmızı</b>	r	0.02	-0.12	0.01	0.12	-0.17
		p	0.89	0.43	0.95	0.43	0.26
	<b>Mavi</b>	r	0.05	-0.07	-0.04	-0.04	-0.16
		p	0.73	0.65	0.79	0.80	0.29
<b>pNN50</b>	<b>Beyaz</b>	r	-0.05	-0.07	-0.08	0.00	-0.21
		p	0.72	0.63	0.59	1.00	0.15
	<b>Kırmızı</b>	r	0.02	-0.13	-0.08	0.13	-0.17
		p	0.92	0.39	0.57	0.37	0.24
	<b>Mavi</b>	r	0.04	-0.04	-0.10	0.00	-0.14
		p	0.78	0.79	0.50	0.98	0.35

Korelasyon katsayısı (r) (\* :  $p < 0.05$ , \*\*  $p < 0.01$ ).

**Tablo 14. Renkli ışık maruziyetleri sırasında elde edilen kalp atım hızı değişkenliği frekans düzlem parametreleri ile kişilik tipleri arasındaki korelasyon analizi sonuçları.**

			Dışa dönüklük	Yumuşak başlılık	Öz Denetim/ Sorumluluk	Duygusal Tutarsızlık	Gelişime Açıklık
VLF	Beyaz	r	-0.15	-0.14	-0.09	-0.07	-0.20
		p	0.32	0.36	0.54	0.63	0.17
	Kırmızı	r	-0.21	-0.28	-0.15	0.15	-0.21
		p	0.15	0.05	0.32	0.30	0.15
	Mavi	r	0.03	0.03	0.04	0.11	0.07
		p	0.85	0.85	0.81	0.45	0.64
LF	Beyaz	r	-0.11	-0.12	-0.19	-0.02	<b>-0.29</b>
		p	0.44	0.43	0.20	0.87	<b>0.05*</b>
	Kırmızı	r	-0.24	<b>-0.33</b>	-0.18	0.08	<b>-0.30</b>
		p	0.10	<b>0.02*</b>	0.21	0.61	<b>0.03*</b>
	Mavi	r	-0.13	-0.19	-0.11	0.11	-0.18
		p	0.39	0.18	0.47	0.46	0.21
HF	Beyaz	r	0.07	0.08	0.03	0.01	-0.06
		p	0.62	0.59	0.86	0.94	0.68
	Kırmızı	r	-0.09	-0.09	0.02	0.12	<b>-0.31</b>
		p	0.52	0.53	0.90	0.42	<b>0.03*</b>
	Mavi	r	0.01	0.03	-0.01	0.18	-0.04
		p	0.93	0.83	0.93	0.21	0.78
LF/HF	Beyaz	r	-0.19	<b>-0.37</b>	-0.26	-0.01	-0.27
		p	0.18	<b>0.01*</b>	0.07	0.92	0.06
	Kırmızı	r	-0.26	<b>-0.36</b>	<b>-0.31</b>	-0.07	-0.11
		p	0.07	<b>0.01*</b>	<b>0.03*</b>	0.62	0.45
	Mavi	r	-0.26	<b>-0.29</b>	-0.24	0.09	-0.18
		p	0.07	<b>0.04*</b>	0.10	0.56	0.21

Korelasyon katsayısı (r) (\* : p<0.05, \*\* p<0.01).

Söz konusu kişilik tiplerinden gelişime açıklığın, beyaz ışık maruziyeti sırasında elde edilen LF güç bölgesindeki değişimi negatif yönde anlamlı derecede açıkladığı belirlenmiştir ( $F_{(1-46)}= 8.33$ ,  $p<0.01$ ) (Tablo 15). Yumuşak başlılık özelliğinin beyaz ışık maruziyeti sırasında elde edilen LF/HF oranındaki değişimi negatif yönde anlamlı derecede açıkladığı görülmüştür ( $F_{(1-46)}= 4.73$ ,  $p<0.05$ ) (Tablo 15). Yine yumuşak başlılığın, kırmızı ışık maruziyeti sırasında elde edilen LF/HF oranındaki değişimi negatif yönde anlamlı derecede açıkladığı belirlenmiştir ( $F_{(1-46)}= 8.51$ ,  $p<0.01$ ) (Tablo 15).

<b>Tablo 15. Gelişime açıklık ve yumuşak başlılık faktörü ile beyaz ve kırmızı ışık maruziyeti sırasında LF değerleri ve LF/HF oranı arasındaki regresyon analizi sonuçları.</b>						
	<b>Değişken</b>	<b>B</b>	<b>Standart Hata</b>	<b><math>\beta</math></b>	<b>t</b>	<b>p</b>
<b>Gelişime açıklık - Beyaz_LF</b>	Sabit	23142.29	6686.86		3.46	0.00
	G. Açıklık	-4872.11	1688.22	-0.39	-2.89	<b>0.01</b>
	R=0.39 F <sub>(1-46)</sub> =8.33	R <sub>adj</sub> =0.13 <b>p=0.01**</b>				
<b>Yumuşak başlılık - Beyaz_LF/HF</b>	Sabit	6.45	1.50		4.31	0.00
	Yumuşak başlılık	-0.90	0.41	-0.30	-2.17	<b>0.03</b>
	R=0.30 F <sub>(1-46)</sub> =4.73	R <sub>adj</sub> =0.07 <b>p=0.03*</b>				
<b>Yumuşak başlılık - Kırmızı_LF/HF</b>	Sabit	7.60	1.46		5.19	0.00
	Yumuşak başlılık	-1.18	0.41	-0.39	-2.92	<b>0.00</b>
	R=0.39 F <sub>(1-46)</sub> =8.51	R <sub>adj</sub> =0.14 <b>p=0.00**</b>				
(* : p<0.05, ** p<0.01).						

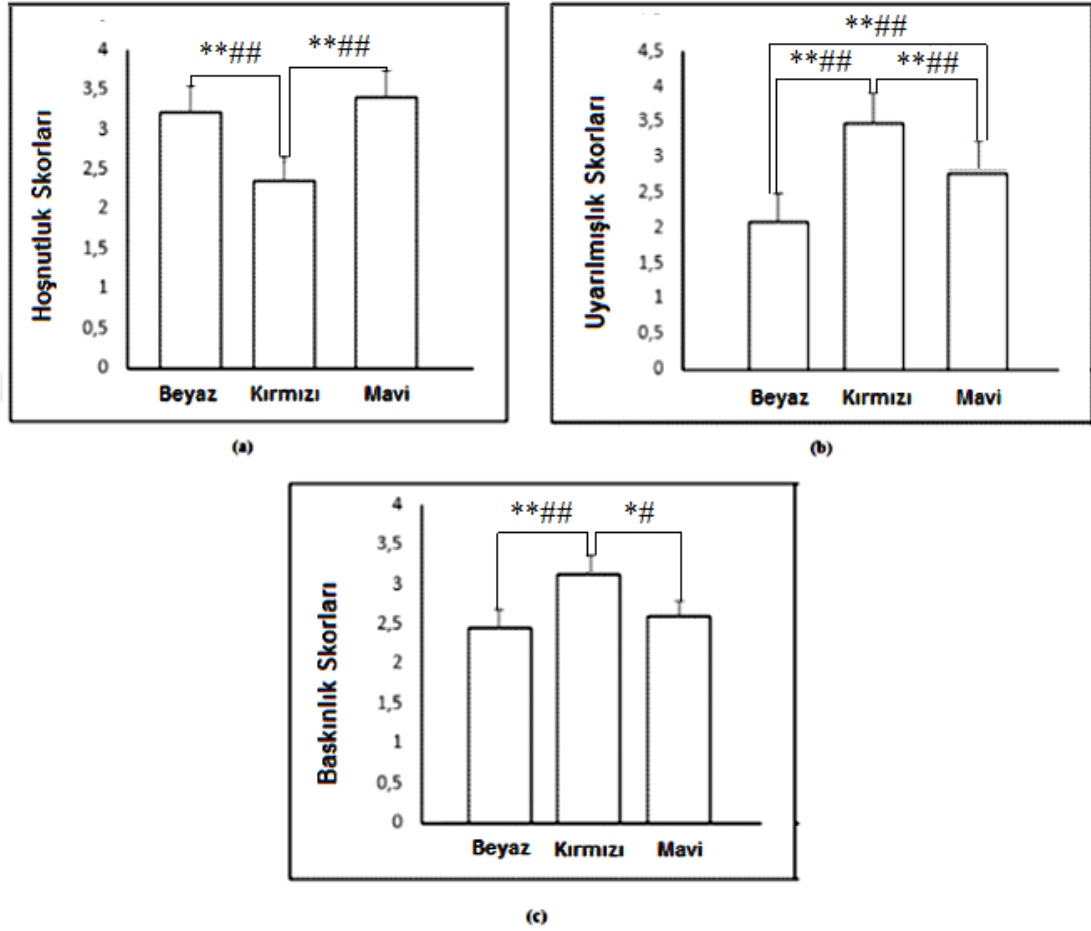
#### **4.1.3. Elektrodermal Aktivite, Kalp Atım Hızı ve Kalp Atım Hızı Değişkenliği Değerleri ile Kişilik Tipleri Arasındaki Regresyon Analizi**

Spearman Testi sonucu, beyaz ve kırmızı ışık maruziyeti sırasında elde edilen LF değerleri, kırmızı ışık maruziyeti sırasında elde edilen HF değerleri ve her üç renkli ışık maruziyetinde elde edilen LF/HF oranı ile kişilik tipleri arasında bir ilişki bulunmuş ve kişilik tiplerinin söz konusu parametreleri ne şekilde açıkladığının belirlenmesi amacıyla Çoklu Regresyon Analizi (stepwise) yapılmıştır. Analiz sonucunda, bazı kişilik tiplerinin beyaz ve kırmızı ışık maruziyeti sırasında ölçülen bazı kalp atım hızı değişkenliği değerleri üzerinde öngörücü olduğu belirlenmiştir.

#### **4.2. Renkli Işık Altındaki Hoşnutluk, Uyarılmışlık ve Baskınlık Skorlarının Analizi**

Renkli ışık maruziyetleri sırasında ölçülen hoşnutluk, uyarılmışlık ve baskınlık skorlarının ortalamaları, standart sapmaları ve Tekrarlayan Ölçümler Varyans Analizi sonuçları Tablo 16'da verilmiştir. Hoşnutluk skorlarının ortalamaları incelendiğinde, en yüksek skorların mavi ışık maruziyetinde elde edildiği, kırmızı ışık maruziyetinde elde edilen skorların ise beyaz ve mavi ışık maruziyetinde elde edilen skora göre oldukça düşük olduğu görülmektedir (Şekil 26 (a)). Tekrarlayan Ölçümler Varyans Analizi sonucuna göre renkli ışık maruziyetleri sırasında elde edilen hoşnutluk skorları ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olduğu bulunmuştur [ $F_{(1.80- 84.80)} = 19.11, p < 0.01$ ] (Tablo 16). İkili Karşılaştırmalar Yöntemi ile yapılan

analiz sonucuna göre kırmızı ışık maruziyeti sırasında elde edilen hoşnutluk skorları ortalamasının, beyaz ve mavi ışık maruziyeti sırasında elde edilen değerlerden anlamlı derecede düşük olduğu belirlenmiştir ( $p<0.01$ ) (Tablo 16).



Şekil 26. Renkli ışık maruziyetleri sırasındaki hoşnutluk (a), uyarılmışlık (b) ve baskınlık (c) skorları (\*# :  $p<0.05$ , \*\*## :  $p<0.01$ ).

Tablo 16. Renkli ışık maruziyetleri sırasında elde edilen hoşnutluk, uyarılmışlık ve baskınlık skorlarının istatistiksel analizi.

	BEYAZ	KIRMIZI	MAVİ	F	p	$\eta^2$	Kırmızı - Beyaz	Beyaz - Mavi	Mavi - Kırmızı
	Ort. $\pm$ Std. Spm.	Ort. $\pm$ Std. Spm.	Ort. $\pm$ Std. Spm.						
<b>Hoşnutluk</b>	3.22 $\pm$ 0.66	2.33 $\pm$ 1.05	3.41 $\pm$ 0.87	$F_{(1.80-84.80)} = 19.11$	<b>p=0.00</b> **	0.29	<b>p=0.00</b> **	p=0.66	<b>p=0.00</b> **
<b>Uyarılmışlık</b>	2.08 $\pm$ 0.82	3.50 $\pm$ 1.05	2.81 $\pm$ 1.10	$F_{(2-94)} = 25.98$	<b>p=0.00</b> **	0.36	<b>p=0.00</b> **	<b>p=0.00</b> **	<b>p=0.01</b> **
<b>Baskınlık</b>	2.50 $\pm$ 0.77	3.18 $\pm$ 1.04	2.62 $\pm$ 0.81	$F_{(1.76-82.78)} = 8.20$	<b>p=0.00</b> **	0.15	<b>p=0.00</b> **	p=1.00	<b>p=0.02</b> *

(\*p<0.05 , \*\* : p<0.01)

Uyarılmışlık değerlendirme skorlarının ortalamaları incelendiğinde, kırmızı ışık maruziyeti sırasında elde edilen uyarılmışlığın en yüksek düzeyde olduğu, beyaz ışık altındaki uyarılmışlığın ise en düşük olduğu görülmektedir (Şekil 26 (b)). Tekrarlayan Ölçümler Varyans Analizi sonucu, uyarılmışlık skorları ortalamaları arasında anlamlı farklılıklar olduğu bulunmuştur [ $F_{(2-94)} = 25.98, p < 0.01$ ] (Tablo 16). İkili karşılaştırmalar yöntemi ile yapılan analiz sonuçlarına göre kırmızı ve mavi ışık maruziyeti sırasında elde edilen uyarılmışlık skorları ortalamalarının, beyaz ışık maruziyeti sırasında elde edilenlerden anlamlı derecede yüksek olduğu görülmektedir ( $p < 0.01$ ) (Tablo 16). Ayrıca, kırmızı ışık maruziyetinde elde edilen ortalama mavi ışık maruziyetinde elde edilenden anlamlı derecede yüksektir ( $p < 0.01$ ) (Tablo 16).

Baskınlık skorları ortalamaları incelendiğinde, beyaz ve mavi ışık maruziyeti sırasında elde edilen ortalamaların birbirine oldukça yakın olduğu, kırmızı ışık maruziyeti sırasında elde edilen ortalamasının ise beyaz ve maviye göre oldukça yüksek olduğu bulunmuştur (Şekil 26 (c)). Tekrarlayan Ölçümler Varyans Analizi sonucu, baskınlık değerlendirme ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar belirlenmiştir [ $F_{(1.76-82.78)} = 8.20, p < 0.01$ ] (Tablo 16). İkili Karşılaştırmalar Yöntemi ile yapılan analiz sonuçlarına göre, kırmızı ışık maruziyeti sırasında elde edilen ortalamasının beyaz ( $p < 0.01$ ) ve mavi ışık ( $p < 0.05$ ) maruziyeti sırasında elde edilen ortalamadan istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek olduğu tespit edilmiştir (Tablo 16).

#### **4.2.1. Hoşnutluk, Uyarılmışlık ve Baskınlık Skorları ile Kişilik Tipleri Arasındaki Korelasyon Analizi**

Hoşnutluk, uyarılmışlık ve baskınlık skorları ile kişilik tipleri arasındaki ilişkinin anlamlılık düzeyinin belirlenmesi amacıyla yapılan Spearman Sıra Farkları Korelasyon Testi sonucu, yumuşak başlılık faktörü ile kırmızı ışık maruziyeti sırasında elde edilen hoşnutluk skorları arasında pozitif yönde anlamlı düzeyde bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir ( $p < 0.05$ ) (Tablo 17).

**Tablo 17. Renkli ışık maruziyetleri sırasında elde edilen hoşnutluk, uyarılmışlık ve baskınlık skorları ile kişilik tipleri arasındaki korelasyon analizi sonuçları.**

			Dışa- dönüklük	Yumuşak başlılık	Öz-Denetim/ Sorumluluk	Duygusal Tutarsızlık	Gelişime Açıklık
<b>Hoşnutluk</b>	<b>Beyaz</b>	r	0.17	-0.13	-0.03	-0.27	0.17
		p	0.26	0.37	0.86	0.06	0.24
	<b>Kırmızı</b>	r	-0.11	<b>0.32</b>	0.02	0.07	-0.08
		p	0.45	<b>0.03*</b>	0.90	0.65	0.60
	<b>Mavi</b>	r	-0.17	-0.14	-0.25	-0.12	-0.09
		p	0.23	0.32	0.08	0.41	0.52
<b>Uyarılmışlık</b>	<b>Beyaz</b>	r	-0.13	0.11	0.11	0.08	-0.12
		p	0.38	0.46	0.46	0.60	0.43
	<b>Kırmızı</b>	r	0.01	-0.14	-0.12	-0.09	0.09
		p	0.93	0.36	0.40	0.52	0.53
	<b>Mavi</b>	r	-0.14	-0.00	-0.13	-0.25	-0.13
		p	0.35	0.99	0.37	0.09	0.39
<b>Baskınlık</b>	<b>Beyaz</b>	r	0.08	0.15	0.22	-0.25	0.09
		p	0.58	0.32	0.13	0.09	0.54
	<b>Kırmızı</b>	r	0.08	-0.10	-0.19	-0.04	-0.01
		p	0.60	0.51	0.20	0.80	0.96
	<b>Mavi</b>	r	-0.11	0.13	0.05	-0.15	-0.21
		p	0.44	0.38	0.75	0.32	0.15

Korelasyon katsayısı (r) (\* : p<0.05, \*\* p<0.01).

#### 4.2.2. Hoşnutluk, Uyarılmışlık ve Baskınlık Skorları ile Kişilik Tipleri Arasında Regresyon Analizi

Yumuşak başlılık faktörünün, kırmızı ışık maruziyeti sırasında elde edilen hoşnutluk düzeyini ne şekilde açıkladığını belirlemek için yapılan Çoklu Regresyon Analizi yapılmıştır. Bu analiz sonucuna göre, yumuşak başlılık faktörünün, kırmızı ışık maruziyeti sırasında elde edilen hoşnutluk skorlarındaki değişimi pozitif yönde anlamlı derecede açıkladığı belirlenmiştir ( $F_{(1-46)}= 4.62, p<0.05$ ) (Tablo 18).

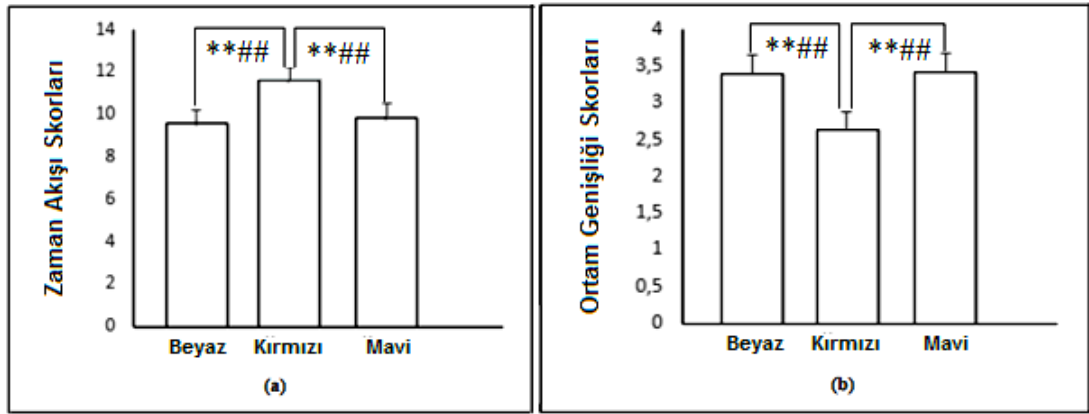
**Tablo 18. Yumuşak başlılık faktörü ile kırmızı ışık maruziyeti sırasında hoşnutluk skorları arasındaki regresyon analizi sonuçları.**

Değişken	B	Standart Hata	$\beta$	t	p
Sabit	0.51	0.86		0.60	0.55
Yumuşak başlılık	0.51	0.24	0.30	2.15	<b>0.04</b>
R=0.30      R <sub>adj</sub> =0.07 F <sub>(1-46)</sub> =4.62      p=0.04* (*: p<0.05, ** p<0.01).					



### 4.3. Renkli Işık Altındaki Zaman Akışı ve Ortam Genişliği Skorlarının Analizi

Renkli ışık maruziyetleri sırasında ölçülen zaman akışı ve ortam genişliği skorlarının ortalama değerleri, standart sapmaları ve Tekrarlayan Ölçümler Varyans Analizi sonuçları Tablo 19’da verilmiştir. Zaman akışı skorlarının ortalamalarına bakıldığında, mavi ışık maruziyeti sırasında elde edilen ortalamanın, beyaz ışık maruziyeti sırasında elde edilen ortalamaya yakın olduğu görülmektedir (Şekil 27 (a)). Kırmızı ışık maruziyeti sırasında elde edilen ortalamanın ise beyaz ve mavi ışık maruziyetinde elde edilen ortalamaya göre oldukça yüksek olduğu görülmektedir (Şekil 27 (a)). Tekrarlayan Ölçümler Varyans Analizi sonucunda, renkli ışık maruziyetleri sırasında elde edilen zaman akışı skorları arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur [ $F_{(2-94)} = 17.54, p < 0.01$ ] (Tablo 19). İkili Karşılaştırmalar Yöntemi ile yapılan analiz sonuçlarına göre, kırmızı ışık maruziyeti sırasında elde edilen zaman akışı skorları ortalaması, beyaz ve mavi ışık maruziyeti sırasında elde edilen ortalamadan istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksektir ( $p < 0.01$ ) (Tablo 19).



Şekil 27: Renkli ışık maruziyetleri sırasında zaman akışı (a) ve ortam genişliği (b) değerlendirme skorları (\*# :  $p < 0.05$ , \*\*## :  $p < 0.01$ ).

**Tablo 19. Renkli ışık maruziyetleri sırasında elde edilen geçen zaman ve ortam genişliği algısı skorlarının istatistiksel analizi.**

	<b>BEYAZ</b>	<b>KIRMIZI</b>	<b>MAVİ</b>	<b>F</b>	<b>p</b>	<b>η<sup>2</sup></b>	<b>Kırmızı - Beyaz</b>	<b>Beyaz - Mavi</b>	<b>Mavi - Kırmızı</b>
	<b>Ort. ± Std. Spm.</b>	<b>Ort. ± Std. Spm.</b>	<b>Ort. ± Std. Spm.</b>						
<b>Zaman Algısı</b>	9.60 ± 2.34	11.62 ± 3.49	9.85 ± 2.81	F <sub>(2-94)</sub> = 17.54	<b>p=0.00</b> <b>**</b>	0.27	<b>p=0.00</b> <b>**</b>	p=1.00	<b>p=0.00</b> <b>**</b>
<b>Ortam Genişliği Algısı</b>	3.39 ± 0.73	2.62 ± 0.73	3.42 ± 0.71	F <sub>(2-94)</sub> = 21.98	<b>p=0.00</b> <b>**</b>	0.32	<b>p=0.00</b> <b>**</b>	p=1.00	<b>p=0.00</b> <b>**</b>

(\* : p<0.05, \*\* : p<0.01)

Renkli ışık maruziyetleri sırasında ölçülen ortam genişliği skorlarının ortalama ve standart sapmaları Tablo 19’da gösterilmiştir. Ortam genişliği skorlarının ortalamaları incelendiğinde, mavi ışık maruziyeti sırasında elde edilen ortalama ile beyaz ışık maruziyeti sırasında elde edilen ortalamanın birbirine yakın olduğu görülmektedir (Şekil 27 (b)). Kırmızı ışık maruziyeti sırasında elde edilen ortalamanın ise beyaz ve mavi ışık maruziyetinde elde edilen ortalamalardan oldukça düşük olduğu görülmektedir (Şekil 27 (b)).

Tekrarlayan Ölçümler Varyans Analizi sonucu, renkli ışık maruziyetleri sırasında elde edilen ortam genişliği değerlendirme ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olduğu belirlenmiştir [ $F_{(2-94)}=21.98, p<0.01$ ] (Tablo 19). İkili Karşılaştırmalar Yöntemi ile yapılan analiz sonuçlarına göre; kırmızı ışık maruziyeti sırasında elde edilen ortam genişliği skorları ortalaması, beyaz ve mavi ışık maruziyeti sırasında elde edilen ortalamalardan istatistiksel olarak anlamlı derecede düşüktür ( $p<0.01$ ) (Tablo 19).

#### **4.3.1. Zaman Akışı ve Ortam Genişliği Skorları ile Kişilik Tipleri Arasında Korelasyon Analizi**

Zaman ve ortam genişliği algısı değerlendirme skorları ile kişilik tipleri arasındaki ilişkinin anlamlılık düzeyinin belirlenmesi amacıyla yapılan Spearman Sıra Farkları Korelasyon Testi sonucu, beyaz ışık maruziyeti sırasında elde edilen ortam genişliği değerlendirme skorları ile duygusal tutarsızlık ( $r=-0.34, p<0.05$ ) ve gelişime açıklık faktörleri ( $r=-0.32, p<0.05$ ) arasında negatif yönde anlamlı düzeyde bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir (Tablo 20).

**Tablo 20. Renkli ışık maruziyetleri sırasında elde edilen zaman ve ortam genişliği algısı skorları ile kişilik tipleri arasındaki korelasyon analizi sonuçları.**

			Dışa- dönüklük	Yumuşak başlılık	Öz-Denetim/ Sorumluluk	Duygusal Tutarsızlık	Gelişime Açıklık
Geçen Zaman Algısı	Beyaz	r	0.02	-0.04	-0.10	0.12	-0.07
		p	0.91	0.81	0.49	0.40	0.64
	Kırmızı	r	0.00	0.01	-0.05	-0.07	-0.04
		p	0.97	0.97	0.72	0.64	0.80
	Mavi	r	0.14	0.08	0.06	-0.23	0.07
		p	0.35	0.57	0.67	0.11	0.61
Ortam Genişliği Algısı	Beyaz	r	-0.19	-0.23	-0.20	<b>-0.34</b>	<b>-0.32</b>
		p	0.19	0.11	0.17	<b>0.02*</b>	<b>0.02*</b>
	Kırmızı	r	-0.01	0.16	0.00	-0.06	-0.07
		p	0.92	0.28	0.98	0.70	0.62
	Mavi	r	-0.11	-0.15	-0.26	-0.13	-0.13
		p	0.46	0.29	0.08	0.39	0.39
Korelasyon katsayısı (r)		(* : p<0.05, ** p<0.01).					

#### 4.3.2. Zaman Akışı ve Ortam Genişliği Skorları ile Kişilik Tipleri Arasında Regresyon Analizi

Spearman Testi sonucu, beyaz ışık maruziyeti sırasında elde edilen ortam genişliği skorları ile duygusal tutarsızlık ve gelişime açıklık faktörleri arasında ilişki olduğu belirlenmiştir. Bu noktada, söz konusu kişilik faktörlerinin beyaz ışık maruziyeti sırasında elde edilen ortam genişliği algısını ne şekilde açıkladığının belirlenmesi amacıyla yapılan Çoklu Regresyon Analizi sonucu: Gelişime açıklık faktörünün, beyaz ışık maruziyeti sırasında elde edilen ortam genişliği değerlendirme skorlarındaki değişimi negatif yönde anlamlı derecede açıkladığı belirlenmiştir ( $F_{(1-46)}=6.05$ ,  $p<0.05$ ) (Tablo 21).

**Tablo 21. Gelişime açıklık faktörü ile beyaz ışık altında ortam genişliği skorları arasındaki regresyon analizi sonuçları.**

Değişken	B	Standart Hata	$\beta$	t	p
Sabit	5.60	0.90		6.21	0.00
Gelişime açıklık	-0.56	0.23	-0.34	-2.46	<b>0.02</b>
R=0.34      R <sub>adj</sub> =0.10 F <sub>(1-46)</sub> =6.05      p=0.02*					
(* : p<0.05, ** p<0.01).					

## 5. TARTIŞMA

Bu tezde, LED kaynaklı beyaz, kırmızı ve mavi renkli ışıkların, insanların kalp atım hızı ve kalp atım hızı değişkenliği gibi fizyolojik değişimleri üzerindeki kısa süreli etkisine bakılmış ve bu parametreler üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığı bulunmuştur ( $p>0.05$ ). Ancak, renkli ışıkların elektrodermal aktivite verileri üzerindeki etkisine bakıldığında, kırmızı ve mavi renkli ışık maruziyetinin, beyaz ışığa göre elektrodermal aktiviteyi anlamlı derecede arttırdığı bulunmuştur ( $p<0.01$ ). Bununla birlikte, kırmızı ışık maruziyetinin deneklerin hoşnutluk düzeyini anlamlı derecede düşürdüğü, uyarılmışlık ve baskınlık düzeylerini ise anlamlı derecede arttırdığı tespit edilmiştir ( $p<0.05$ ). Öte yandan, kırmızı ışık etkisi altındaki zaman akışının, beyaz ve mavi ışığa göre anlamlı derecede yavaşladığı ve yine kırmızı ışık altındaki ortam genişliğinin anlamlı derecede dar olarak algılandığı belirlenmiştir ( $p<0.01$ ). Diğer taraftan tüm bu verilerin kişilik tipleri tarafından ne şekilde açıklandığı incelendiğinde, gelişime açıklık ve yumuşak başlılık alt boyutlarının kalp atım hızı değişkenliği değerlerini, hoşnutluk düzeyini ve ortam genişliği algısını anlamlı derecede açıkladığı belirlenmiştir ( $p<0.05$ ). Söz konusu kişilik alt boyutlarından gelişime açıklık, beyaz ışık maruziyeti sırasında ölçülen LF değerlerindeki değişimi anlamlı derecede açıklamaktadır ( $p<0.01$ ). Yumuşak başlılık faktörü, beyaz ışık maruziyeti sırasında ölçülen LF/HF oranındaki değişimi anlamlı derecede açıklamaktadır ( $p<0.05$ ). Bununla birlikte, yumuşak başlılık faktörü, kırmızı ışık maruziyeti sırasında ölçülen LF/HF oranındaki değişimi anlamlı derecede açıklamaktadır ( $p<0.01$ ). Tüm bunlara ek olarak, yumuşak başlılığın kırmızı ışık maruziyeti sırasında ölçülen hoşnutluk düzeyindeki değişimi, gelişime açıklığın ise beyaz ışık maruziyeti sırasında elde edilen ortam genişliği algısındaki değişimi anlamlı derecede açıkladığı bulunmuştur ( $p<0.05$ ).

Bu araştırmada deneklerin maruz bırakıldığı ışıklar LED kaynaklı beyaz, kırmızı ve mavi olmak üzere 3 farklı renkte olacak şekilde seçilmiştir. Kırmızı ve mavi renkli ışıklar, görünür spektrumun ilk ve son bölgelerine denk gelmektedir. Kullanılan renkli ışıkların görünür spektrumun iki ucundan seçilmesi dalga boyuna bağlı olarak ortaya çıkabilecek fizyolojik ve psikolojik yanıtların görülme ihtimalini yükseltebilir. Bu nedenle, renkli ışıkların etkilerini araştıran araştırmaların önemli bir kısmında kırmızı ve mavi renkli ışıkların tercih edildiği görülmektedir (11, 26, 27). Bu araştırmada da literatürle uyumlu olarak kırmızı ve mavi renkli ışıklar tercih edilmiştir. Öte yandan,

bu araştırmada beyaz renkli ışığın etkisi de araştırılmıştır. Beyaz ışık mavi, yeşil ve kırmızı renkli üç adet LED'in bir kılıf içerisinde kullanılmasıyla elde edilmiştir. Beyaz, kırmızı, yeşil ve mavi renklerin belli oranlarda etkileşimi ile oluşmakta ve tüm renklerin spektral bileşenlerini ihtiva etmektedir (121). Boylese, beyaz ışık ile aydınlatılan bir ortamda bulunan tüm cisimler oldukları renkte gornmektedirler. Bu durum gerek işyeri gerekse ev ortamında beyaz ışığın yaygın bir şekilde kullanılma nedeni olmaktadır (122). Bu nedenle, bu araştırmada kırmızı ve mavi renkli ışık yanında beyaz renkli ışığın da etkisi araştırılmıştır.

Bu araştırmada kullanılan renkli ışıkların aydınlatma şiddeti belirlenirken birtakım uluslararası kuruluşlar tarafından belirlenen aydınlatma şiddeti maruziyet limitleri dikkate alınmıştır. Örneğin, Avrupa Komisyonu tarafından hazırlanan "Kapalı Ortam Aydınlatma Teknik Raporu"nda ofisler için uygun aydınlatma şiddeti düzeyi 300-500 lüks olarak belirlenmiştir (123). Türkiye alışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı tarafından yayımlanan benzer nitelikte bir raporda ise kapalı alan aydınlatma şiddetinin 500 lüks dolaylarında olması gerektiği bildirilmiştir (50). Bu bağlamda, bu araştırmada kullanılan renkli ışıkların aydınlatma şiddeti uluslararası standartlarda belirtilen aralıklar içinde olup, elde dilen sonuçlar da bu limitlerdeki etkileri açısından değerlendirilmiştir. Kullanılan her 3 renkli ışığın aydınlatma şiddeti aynı şiddet düzeyinde ve 300 lüks olarak belirlenmiştir.

Öte yandan, literetre bakıldığında, araştırmalarda kullanılan ışıkların aydınlatma şiddeti düzeylerinin de renkli ışıkların insanlar üzerindeki etkilerini değiştiren önemli parametrelerden biri olarak ele alındığı görülmektedir (124, 125). Renkli ışıkların insanlar üzerindeki psikolojik ve fizyolojik etkileri, ışıkların spektral özellikleri yanında aydınlatma şiddetlerine de bağlıdır (124). Bu nedenle, renklerin etkilerinin belirlenmesine yönelik çalışmalarda kullanılan ışıkların aydınlatma şiddetinin standardize edilerek olası etkilerinin önlenmesi gerekmektedir. Ancak birtakım araştırmalarda ışıkların aydınlatma şiddeti standardize edilmeksizin kullanıldığı görülmektedir (26, 28, 127, 128). Bu araştırmalarda belirlenen etkilerin renk farklılıklarından mı yoksa aydınlatma şiddeti farklılıklarından mı kaynaklandığı açık değildir. Bu nedenle önceki araştırmalarda uygulanan renkli ışıkların aydınlatma şiddetlerindeki farklılıkların algılanan renklerde de farklılıklar doğurabileceği ve renklerin insanlarda oluşturacağı gerçek psikofizyolojik etkilerin belirlenmesini zorlaştıracağı göz önünde bulundurulmalıdır.

Ayrıca bir ortamı aydınlatan ışığın şiddetinin, ortamda bulunan bireylerin renk algısını da değiştirdiği ileri sürülmektedir (126). Bu durum, renkli ışıkların etkilerinin araştırıldığı çalışmalarda aydınlatma şiddetinin standardize edilmesi gerekliliğini gösteren bir bulgudur.

Yapılan araştırmalarda, ortam aydınlatılması ya deneklerin buldukları alanların üst kısmından (27, 127, 128) ya da karşısında bulunan bir ekrandan (13, 25, 26, 129) yapıldığı görülmektedir. Bu araştırmada ise deneklerin maruz bırakıldığı ışığın, 200 lüks'ü üst aydınlatma plakasından, 100 lüks'ü deneklerin karşısında bulunan aydınlatma ekranından olmak üzere iki yolla aynı anda yapılmaktadır. Deney ortamı aydınlatılmasının bu şekilde üstten ve karşı ekrandan aynı anda verilmesinin iki önemli nedeni vardır. Bunlardan ilki, renkli bir ışığa doğrudan bakılması, uygulanan renklerin net görülmesini ve algılanmasını sağlamaktadır. Bir diğer neden ise bir yandan tavandan yapay veya güneş ışığına maruz kalınırken diğer yandan bilgisayar, telefon veya televizyon gibi aletlerden gelen renkli ışıklara doğrudan maruz kalınılan günlük yaşam koşullarının simule edilmesiyle, gerçek yaşam şartlarındaki maruziyet koşullarının oluşturulmasıdır. Bu açıdan bakıldığında, bu araştırma diğer araştırmalardan farklı olarak, gerçeğe daha yakın bir deney ortamında gerçekleştiği ve bu anlamda da diğer araştırmalardan daha kapsamlı olduğu söylenebilir.

### **Renkli Işıklar ile Elektrodermal Aktivite, Kalp Atım Hızı ve Kalp Atım Hızı Değişkenliği Değerleri Arasındaki İlişki**

Bu tezde, beyaz, kırmızı ve mavi ışık maruziyeti sırasında kalp atım hızının anlamlı düzeyde değişmediği bulunmuştur ( $p>0.05$ ). Bu konuda yapılan araştırmaların bir kısmında elde edilen bulgular, bu araştırmada elde edilenlerle tutarlılık göstermektedir. Jacobs ve Hustmyer, 24 deneği kırmızı, mavi, yeşil ve sarı renkli ışığa maruz bırakmış, renkli ışıkların kalp atım hızı üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığını rapor etmişlerdir (14). Edelhäuser ve arkadaşları ise, 17 deneği 10 dakika süreyle gün ışığına, kırmızı ve mavi ışığa maruz bırakmış, benzer şekilde kalp atım hızı üzerinde bir etki bulamamışlardır (11). Bu araştırmada bulunan sonuçlar Jacobs ve Edelhäuser tarafından yapılan araştırmalarla doğrulanmaktadır. Ancak bu araştırmada elde edilen sonuçların aksini ifade eden bir takım sonuçlar da dikkat çekmektedir (7-9, 130). Berman, sıcak renklerin kalp atım hızını arttırdığını bildirmiştir (131). Küller ve arkadaşları ise Berman'ın araştırmasının aksine, kırmızı renk maruziyetinin kalp atım

hızında bir düşüşe neden olduğunu belirtmiştir (9). Bu bağlamda, renkli ışıkların kalp atım hızı üzerinde anlamlı etkileri olduğunu bildiren araştırmalarda da birbiriyle çelişen sonuçlar bildirilmektedir.

Genel olarak bakıldığında, yapılan araştırmaların önemli bir kısmında renkli ışıkların kalp atım hızı üzerinde herhangi bir etkisinin gözlenmediği rapor edilmektedir. Bu tezde elde edilen bulgular da bu yöndedir. Ancak kalp atım hızının otonom sinir sistemi tarafından yönetildiği düşünüldüğünde, renkli ışıkların kalp atım hızı üzerindeki etkilerinin olmadığı şeklinde yorumlamak çok doğru değildir. Bu çelişkili sonuçların olası nedeni otonom sinir sistemi regülasyonun devreye girmesi ve sonucunda kalp atım hızının yeniden olağan haline döndürülmesi olabilir (53).

Schafer ve arkadaşları, kırmızı, yeşil ve mavi renkli ışıklara maruziyetin kalp atım hızı değişkenliği üzerinde anlamlı bir etkisinin bulunmadığını bildirmiştir (11). Sakuragi ve arkadaşları da benzer bir sonuç bulmuş, renkli ışıkların kalp atım hızı değişkenliği üzerinde bir etki oluşturmadığını ileri sürmüşlerdir (25). Bu araştırmada da kırmızı, mavi ve beyaz renkli ışık altında elde edilen kalp atım hızı değişkenliği verileri arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ( $p>0.05$ ). Bu anlamda, bu araştırmanın sonuçları, yukarıda bahsedilen araştırmaları destekler niteliktedir. Öte yandan, bazı araştırma sonuçları, renkli ışıklara maruz kalmanın kalp atım hızı değişkenliğini anlamlı düzeyde etkilediği yönündedir (8, 23, 149). Ancak, renkli ışıklar ve kalp atım hızı değişkenliği arasındaki ilişki üzerine yapılan araştırmaların sayısı yeterli olmadığından, bu konuda genel bir kanıya varmak kolay değildir.

Bu tezde renkli ışıkların kalp atım hızı değişkenliği üzerindeki anlamlı bir etkisinin belirlenmemiş olmasının temelinde yatan en önemli nedenlerden biri, otonomik regülasyonun devreye girmesi olabilir. Bilindiği üzere, otonomik regülasyonun en dikkat çekici özelliklerinden biri, düzenlemelerini çok kısa bir süre içerisinde gerçekleştirebilmesidir (53). Otonomik regülasyon ile kalp atım hızının 3 ila 5 saniye içerisinde, artiyel basıncın ise 10 ila 15 saniye içerisinde iki katına çıkarılabildiği rapor edilmiştir (53).

Diğer taraftan, kalp atım hızı değişkenliği analizindeki zaman ve frekans düzlemi analizlerinin farklı yöntemlere dayanıyor oluşu, önceki araştırmalarda elde edilen sonuçların farklılığında etkili olabilir. Kalp atım hızı değişkenliği zaman



düzlemi değerleri, genel olarak kardiyovasküler sistemin değişen çevresel koşullara adaptasyonu ve genel durumu ile ilgili bilgi vermektedir (11). Frekans düzlemi değerleri ile kıyaslandığında, zaman düzlem değerlerinin güvenilir sonuçlar vermesi için en az 18 veya 24 saatin geçmesi önerilmektedir (94). Bu açıdan, zaman düzlemi değerlerinin, kısa süreli renkli ışık maruziyeti sonucu anlamlı derecede değişmemesi beklenebilir. Bu tezde uygulanan ışıkların maruziyet süresi 8 dakikadır ve kalp atım hızı değişkenliği zaman düzlemi sonuçlarının anlamlı düzeyde değişmemesi sürenin kısa olmasına bağlanabilir.

Öte yandan, solunum modülasyonlarının kalp atım hızı değişkenliği parametreleri üzerinde etkili olduğu ileri sürülmektedir. Öyle ki, solunum frekansı (132, 133), tidal hacim (133), end-tidal kısmi karbondioksit basıncı (PETCO<sub>2</sub>) (133, 134) vb. değişkenlerin kalp atım hızı değişkenliği değerlerini etkilediği gözlenmiştir (98). Önceki araştırmaların önemli bir kısmında ve bu araştırmada da solunum kontrolü yapılmamıştır. İleriki araştırmaların solunum kontrolü yapılarak yeniden gerçekleştirilmesi literatürdeki soru işaretlerinin giderilmesi bakımından faydalı olabilir.

Literatür incelendiğinde, renklerin ya da renkli ışıkların elektrodermal aktivite üzerindeki etkilerini inceleyen araştırmalarda tutarlı sonuçların bulunmadığı görülmektedir. Söz konusu araştırmalarının bazılarında elektrodermal aktivite düzeyinin renkli ışıklar maruziyetinden etkilendiği bildirilirken (14, 170) diğerlerinde ise herhangi bir etkinin olmadığı yönünde sonuçlar rapor edilmemektedir (168, 169). Bu durum, deneysel tasarım farklılıklarının yanı sıra renkli ışıklara maruziyet sırasında otonomik regülasyon mekanizmasının devreye girip girmemesinden kaynaklanmış olabilir.

Bu araştırma da kırmızı ve mavi renkli ışıkların elektrodermal aktiviteyi anlamlı düzeyde etkilediği tespit edilmiştir ( $p < 0.01$ ). Benzer bir araştırma Jacops ve arkadaşları tarafından yapılmış, kırmızı rengin elektrodermal aktiviteyi anlamlı derecede artırdığını bildirilmiştir (14). Abbas ve arkadaşları tarafından yapılan bir başka araştırmada da kırmızı ve mavi ışığın elektrodermal aktivite üzerinde anlamlı bir etkisinin olduğu belirtilmiştir (135). Elektrodermal aktivitenin psikolojik ve fizyolojik uyarılmışlık seviyesini ve duygu durum değişimlerini gösteren önemli bir parametre olduğu göz önünde tutulduğunda (14, 170), kırmızı ve mavi renkli ışıkların

insanlarda psikofizyolojik uyarılmışlığı artırdığı görülmektedir. Bu durumu doğrulayan bir diğer bulgu ise bu araştırmada elde edilen Self Assessment Manikin Testi sonuçlarıdır.

Bu araştırmada incelenen bir diğer husus da beyaz, kırmızı ve mavi ışık maruziyetinin, deneklerin duygu durumlarından uyarılmışlık, baskınlık ve hoşnutluk hisleri üzerindeki etkileridir. Sonuçlar incelendiğinde, kırmızı ışığın oluşturduğu uyarılmışlık ve baskınlık hissini diğer ışıkların oluşturduğu uyarılmışlık ve baskınlık hissinden anlamlı derecede yüksek olduğu, hoşnutluk hissini ise sadece mavi ışık altında en yüksek değere ulaştığı görülmektedir ( $p < 0.05$ ).

Araştırmada elde edilen bu sonuçlar, kırmızı ışığın insanlarda duygu durum üzerinde oldukça etkili bir renk olduğunu göstermektedir. Bu sonuçlar, konuyla ilgili olarak yapılan birtakım araştırmalarda elde edilen sonuçlarla da uyumludur. Zira kırmızı renk ya da ışığın insan psikolojisi üzerinde birtakım önemli etkilerinin olduğu ve birçok duyguyu etkilediği bildirilmektedir (136). Örneğin, tehlike ve agresiflik gibi insanlarda uyarılmışlık düzeyini artıran durumlar, kırmızı ile ilişkilendirilen durumlar arasındadır (136). Bunun nedeni, kırmızı rengin tarih boyunca ateşin, enerjinin, savaşların ve nefretin rengi olarak gösterilmesi olabilir (137). Ayrıca, insanlar sinirlendiklerinde yüz bölgelerindeki kan basıncı artmakta ve yüzleri kızarmaktadır (138). Bu durum, diğer insanlarda bir gerginlik meydana getirmekte ve sosyal ilişkileri etkilemektedir (138). Schmidt ve Schaefer, yaptıkları bir araştırmada, hayatlarını avcı-toplayıcı olarak sürdürmüş ilk insanlar için kırmızının, zehirli bitki ve böcekleri gösteren potansiyel tehlike çağrışımına neden olduğu sonucuna varmışlardır (139). Kwallak ve Lewis, genellikle dikkat dağıtıcı bir renk olarak bilinen kırmızının uyarıcı etkiye sahip olduğunu bildirmiştir (140). Kwallak'ın araştırması birçok araştırma tarafından (12, 28, 33-35) doğrulanmaktadır.

Bu tezdeki baskınlık hissi kırmızı renkli ışık altında iken en yüksek seviyede bulunmuştur. Ancak, literatürde kırmızı rengin insanlarda çekinik davranmaya neden olduğu (199) bildirilirken, tam tersi yönde baskınlık düzeyini arttırdığı (177) şeklinde de sonuç bildirilmektedir. Örneğin, Elliot ve arkadaşları spor müsabakalarında kırmızı renk görmenin sporcularda çekinik davranmaya neden olduğunu bildirmiştir (141). Bu araştırmanın aksine, uluslararası bir pazarlama şirketinin açık arttırmalarının konu edildiği bir incelemede, kırmızı rengin hakim olduğu alanlarda müşterilerin daha

yüksek fiyat arttırmaları yaptıkları belirlenmiştir (142). Aynı araştırmada, kırmızı renkli ortamlarda yapılan pazarlıklarda verilen fiyat tekliflerinin düşük olduğu belirlenmiştir (142). Bu iki durum, kırmızı rengin insanlarda baskınlığı arttırarak rakiplerini yenme güdüsü oluşturduğunu göstermektedir. Söz konusu araştırma, bu tezde elde edilen bulgular ile paralellik göstermektedir. Bir bireyin baskınlık durumu o bireyin kontrol edilebilirlik durumunun derecelendirilmesiyle belirlenir (113). Dolayısıyla, kontrol edilebilir bireylerin baskınlık derecesi düşük, kontrol edilemeyen bireylerin baskınlık derecesi ise yüksektir (113). Kırmızı rengin, insanlar tarafından tehlike işareti olarak algılandığı (137-139, 141) göz önünde bulundurulduğunda, insanların kırmızı renk maruziyetinde tehlikeli olduklarını düşündükleri durumun kontrolüne girmektense, söz konusu tehlikeyi bertaraf etmek amacıyla baskınlık ve agresiflik düzeylerini arttırmaları beklenen bir durumdur. Nitekim, bu tezde elde edilen sonuç da insanların kırmızı ışık altında baskınlık düzeyini arttırdıklarını göstermektedir.

Diğer taraftan, bu tezde mavi ve beyaz ışık maruziyetinde baskınlık skorlarının düşük olmasının nedeni mavi rengin sakinlik (16, 143) ve beyaz rengin hoşnutluk (144) etkisiyle ilgili olabilir. Bununla birlikte, bu tezde da mavinin beyaza göre anlamlı derecede uyarıcı olduğu belirlenmiştir. Mavi, fizyolojik açıdan uyarıcı bir renktir (17, 39, 145). Sözelimi, renkli ışıkların geceleri araba kullanan sürücülerin uyku-uyanıklık durumu üzerindeki etkisinin elektroensefalografi yöntemiyle incelendiği bir araştırmada, mavi ışığın frontal, parietal, premotor ve görsel kortekste beta dalgalarını etkilediği belirlenmiştir (146). Laufer tarafından yapılan bir araştırmada da mavi ışığın psikofizyolojik açıdan uyarıcı etkilerine değinilmiştir (30). Tüm bu araştırmalar, bu tezde de belirlendiği üzere mavi ışığın insanlar üzerinde uyarıcı etkisinin olduğunu bildirmektedir.

Bu tezde, kırmızı ışığın beyaz ve mavi ışığa nazaran, hoşnutluk hissini anlamlı derecede düşürdüğü belirlenmiştir. Yapılan araştırmalar incelendiğinde, pek çok araştırma sonucunun bu araştırmanın sonuçlarıyla uyumlu olduğu (21, 177, 189), diğerlerinin ise aksi yönde sonuç bildirdiği görülmektedir (9). Örneğin, Küller ve arkadaşları, kırmızı renkli odalarda insanların hoşnutluk düzeyinin diğer renklere nazaran daha yüksek olduğu sonucuna varmıştır (9). Jacops ve arkadaşları ise kırmızının endişe ve kaygı duygusuyla ilişkili olduğuna dair sonuçlar bildirmiştir (147). Genel olarak bakıldığında, bu araştırmada da olduğu gibi, kırmızının insanların

hoşnutluk duygu durumu üzerinde negatif etkilerinin olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. Hoşnutluk, rahatlatıcı ve olumlu çağrışımlar ile beslenen, insanların doğasında olan ve günlük yaşamdaki tercihlere güçlü bir şekilde etki eden bir duygu durumudur (148). Kırmızı gibi uyarıcılığının ve olumsuz etkilerinin birçok araştırma tarafından ortaya koyulduğu (110, 137, 139-141, 149, 150) bir rengin hoşnutluk düzeyini düşürücü yönde bir etki meydana getirmesi beklenen bir durumdur.

Öte yandan, mavi renkle hoşnutluk duygusu arasındaki ilişki üzerine yapılan araştırmalarda da çelişkili sonuçlar bildirildiği görülmektedir. Örneğin, Takahashi ve Kawabata yaptıkları bir araştırmada mavi rengin insanlarda üzüntü duygusunu tetiklediğini bildirmişlerdir (150). Ancak, birçok araştırmacı, Takashi ile aynı fikirde değildir. Sözelimi, Valdez ve Mehrebian renklerin duygular üzerindeki etkisi konulu araştırmalarında, mavinin hoşnutluk açısından insanlar üzerinde pozitif bir etkisinin olduğunu bildirmiştir (15). Valdez'in araştırmasının dışında birçok araştırmada benzer bulguların ortaya konulduğu görülmektedir (16, 25, 28). Bu tezde de mavinin hoşnutluk üzerinde pozitif bir etkisinin olduğu bulunmuştur. Bu durumun mavinin insanlar arasında en çok sevilen renklerden biri olması (151) veya okyanus ve gökyüzü gibi insanlar tarafından sonsuzluğunun simgesi olarak algılanan kavramların rengi olması ile ilgili olabileceği ileri sürülmüştür (16).

Diğer taraftan, bu tezde, beyazın hoşnutluk duygu durumu üzerindeki etkisinin de pozitif yönde olduğu bulunmuştur. Bu bulgu da birçok araştırma ile paralellik göstermektedir. Örneğin, Nomoto ve arkadaşları buz beyazının rahatlık hissi açısından mavi, turuncu, pembe ve kırmızı ışıklara nazaran daha pozitif yönde bir etki meydana getirdiğini bildirmişlerdir (128). Akromatik renklerin duygu durum üzerindeki etkilerinin araştırıldığı bir araştırmada ise en çok pozitif duygu uyandıran rengin yine beyaz olduğu belirtilmiştir (16).

Bu araştırmanın sonuçları, kırmızı ışık altındayken zaman akışı skorlarının, beyaz ve mavi ışık maruziyeti sırasında elde edilenlerden anlamlı derecede yüksek olduğunu göstermiştir ( $p<0.01$ ). Bu sonuç, kırmızı ışık maruziyetinin, zaman akışının yavaşladığı şeklinde bir algı oluşturduğu anlamına gelmektedir. Kırmızı ışık maruziyetinde zamanın daha yavaş aktığı, literatürdeki diğer araştırmalarda da ifade edilmektedir (5, 22). Bu araştırmanın bulguları literatürle bu yönüyle uyumlu bulunmuştur. Zaman algısı, deneyimlerin temelini oluşturur ve neredeyse tüm

faaliyetlerin merkezindedir (152). İnsanlar için zaman akışı tahmini, genellikle birden çok duyu organından gelen bilgilerin bilişsel, algısal ve nörolojik süreçler sonucunda yorumlanması ile gerçekleşir (152). Özellikle kırmızı ışık maruziyetinde zaman akışının yavaş algılanmasının nedeni, kırmızının psikolojik ve fizyolojik açıdan uyarıcı etkileriyle de ilgili olabilir (12, 25, 30-32, 186,197). Kırmızının endişe duygusu meydana getirerek algı ve dikkat açısından beyinde daha yüksek bir uyarılma meydana getirdiğini bildirilmektedir (153). Bu durum, zamanın kırmızı ışık maruziyetinde daha yavaş akıyormuş gibi algılanmasına neden olmuş olabilir.

Bu araştırmada, kırmızı ışık maruziyeti sırasında ölçülen ortam genişliği skorlarının beyaz ve mavi ışık maruziyeti sırasında ölçülenlerden istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük olduğu bulunmuştur ( $p < 0.01$ ). Bu durum, kırmızı ışık maruziyetinde insanların buldukları ortamı daha dar olarak algıladıklarını göstermektedir. Ancak bu konudaki araştırma sayısı çok yetersiz olup sonuçları da çelişkilidir (23, 24, 154, 155). Örneğin Pillsbury ve Schaefer tarafından yapılan bir araştırmada, deneklerden eşit mesafeye yerleştirilmiş renkli lambaların ne kadar uzakta olduğunu tahmin etmeleri istenmiş, mavi lambanın daha yakın olarak algılandığı bildirilmiştir (24). Bu durum, mavinin rengin bulunulan ortamın daha dar algılanmasına neden olabileceğini işaret etmektedir.

Diğer taraftan, Kleeman ve arkadaşları mavi rengin, bulunulan ortamın geniş, kırmızının ise dar olarak algılanmasına neden olduğunu bildirmektedir (23). Benzer şekilde Odabaşoğlu ve arkadaşları da kırmızı rengin bir ortamın dar algılanmasına neden olacağını ileri sürmektedir (155). Bu araştırmanın sonuçları Kleeman ve Odabaşoğlu'nun bulunduğu sonuçlarını doğrulamaktadır. Mavi ve kırmızının bu şekilde ortam genişliği algısını etkilemesinin nedenlerinden biri de insan gözünün fizyolojik yapısı olabilir. Uzun dalga boylu ışık (kırmızı vb.) insan gözünde doğrudan fovea üzerine odaklanırken kısa dalga boylu ışık (mavi vb.) foveanın önüne odaklanmaktadır (5). Bu nedenle, mavi nesnelere kırmızı nesnelere göre daha uzakta algılanmış olabilir (154). Bununla birlikte, kırmızının baskıcı (20), uyarıcı (140) ve endişe verici (147) etkiler oluşturması da bu algının ortaya çıkmasına katkı sağlamış olabilir.

## **Renkli Işıklar Altındaki Elektrodermal Aktivite, Kalp Atım Hızı ve Kalp Atım Hızı Değişkenliği Değerleri ile Kişilik Tipleri Arasındaki İlişki.**

Bu araştırmanın önemli kısımlarından bir diğeri mavi, kırmızı ve beyaz renkli ışık altında elde edilen verilerin, kişilik tiplerine bağlı olarak ne şekilde değiştiğini araştırmaktır. Bu araştırmada, deneklerin kişilik tiplerinin belirlenmesi için Beş Faktör Kişilik Envanteri kullanılmıştır. Bu ölçek, kişilik özelliklerini gelişime açıklık, yumuşak başlılık, öz denetim, dışa dönüklük ve duygusal tutarsızlık olmak üzere beş temel kişilik alt boyutu altında toplamıştır (116). Literatüre bakıldığında Beş Faktör Kişilik Envanteri'nin geçerliliği ve güvenilirliğinin yüksek olması ve kişilik araştırmalarında sıklıkla tercih edilen bir test olması nedeniyle (156-158), bu araştırmada da aynı ölçek kullanılmıştır.

Literatürde, renkli ışıkların kalp atım hızı ve kalp atım hızı değişkenliği üzerindeki etkilerinin kişilik tipleri ile ilişkisinin araştırıldığı herhangi bir araştırmaya rastlanmamıştır. Mevcut araştırmalar ise renk tercihleri ile kişilik tipleri arasındaki ilişkiyi konu almaktadır (43, 136, 159). Bu anlamda bu araştırma, bu yönüyle bir ilk olma özelliği taşımakta ve sonuçları bu anlamda önem arz etmektedir.

Bu araştırmanın sonuçlarından biri, renkli ışıkların kalp atım hızı ve kalp atım hızı değişkenliği verileri üzerinde anlamlı bir etkisinin bulunmadığı yönündedir. Ancak deneklerin kişilik tipleri göz önünde bulundurulduğunda, beyaz ve kırmızı ışık altındaki LF ve LF/HF değerlerindeki değişimlerin yumuşak başlılık ve gelişime açıklık kişilik özellikleri tarafından anlamlı derecede açıklandığı bulunmuştur. Renkli ışıkların kalp atım hızı ve kalp atım hızı değişkenliği üzerindeki etkisine dair birbiriyle çelişen sonuçlar elde edilmesinin temel nedeni, otonomik regülasyon mekanizmasının devreye girmesidir. Bu araştırmada elde edilen sonuçlar da bu sonuçları destekler niteliktedir. Ancak, kişilikler dikkate alındığında yumuşak başlılık ve gelişime açıklık özelliğinin LF ve LF/HF değerleriyle değişmesi, otonomik regülasyonun etkinliğinin sadece fizyolojik değil aynı zaman psikolojik özelliklerle de ilişkili olduğunu işaret etmektedir. Bu nedenle renkli ışıklar ya da renkler ile ilgili araştırmalarda kişilik faktörlerin dikkate alınması faydalı olacaktır.

Bu araştırmada, gelişime açıklık faktöründeki artışın, beyaz ışık maruziyeti sırasında elde edilen LF değerlerinde bir düşüşe neden olduğu belirlenmiştir. Kalp atım hızı değişkenliğinin LF parametresi, sempatik sinir sistemi aktivitesini göstermektedir

(98). Gelişime açıklık kişilik özelliği yüksek olan bireylerde görülen en bariz özellik, geleneksellikten ziyade yeniliğe eğilimli olmalarıdır (115). Beyaz ışık ise aydınlatma amacıyla sıklıkla tercih edilmekte olup, insanlar tarafından aşinalığı en fazla olan ışık veya renktir (69). Bu durumdan kaynaklanan rahatlık hissi, gelişime açık bireylerin parasempatik sinir sistemi aktivitelerinde artış ve sempatik aktivitelerinde bir düşüş meydana gelmesine neden olmuştur. Bu nedenle, beyaz ışığın gelişime açıklık özelliği yüksek olan bireyler üzerinde yeterince uyarıcı bir etki oluşturmamıştır ve gelişime açık bireyler üzerinde yeterince uyarıcı olamamıştır.

Bu araştırmada elde edilen sonuçlardan biri de, yumuşak başlılık faktöründe görülen artışın, gerek kırmızı ışık, gerekse de beyaz ışık maruziyeti sırasında elde edilen LF/HF oranında bir düşüşe neden olduğudur. LF/HF oranı sempatovagal dengenin bir göstergesi olup, bu orandaki düşme insalarda parasempatik etkinin ağır basması anlamına gelmektedir (94). Yumuşak başlı bireylerinin en belirgin özelliklerinden birisi, alturist (özgeci) davranış sergilemeleridir (115). Alturizm, bireylerin herhangi bir ödül beklentisi olmaksızın kasıtlı ve gönüllü olarak diğer insanların menfaatlerinin gerçekleşmesini birincil motivasyon olarak görmeleridir (160). Alturist bir yapıda olan yumuşak başlı bireylerin, parasempatik sinir sistemi aktivitelerinde kırmızı ışık maruziyetinde artış görülmesi, bu kişilerin kırmızı renk ya da ışık maruziyetinden hoşnut olmalarıyla ilişkilendirilebilir. Öte yandan beyaz, kırmızı rengin aksine, insanlar tarafından sevilen, uyarıcılık etkisi düşük ve rahatlatıcı bir etkisi olan renktir (16, 148, 161, 162). Beyaz rengin bu etkileri, yumuşak başlı insanların beyaz ışık maruziyetinde kendilerini rahat hissetmelerine ve parasempatik sinir sistemi aktivitesinde artış meydana gelmesine sebep olmuş olabilir.

Öte yandan, gelişime açıklık faktörünün, beyaz ışık maruziyeti sırasında elde edilen ortam genişliği skorlarındaki değişimi negatif yönde anlamlı derecede açıkladığı bulunmuştur. Bu durumun olası nedeni, gelişime açıklık özelliği yüksek olan bireylerin günlük yaşamda beyaz ışığa olan aşinalıkları sonucunda sıkılmış olmalarına bağlanabilir. Bu şekilde bir ruh haline sahip bireylerin, buldukları ortamı olduğundan daha dar olarak algılamaları olağan karşılanabilir. Bu bağlamda, bir bireyin gelişime açıklık özelliği ne kadar yüksekse, beyaz ışık maruziyetinde bulunduğu ortamı o kadar dar olarak algılamaktadır.

Bu araştırmada elde edilen bulgulara göre, yumuşak başlılık faktörü, kırmızı ışık maruziyeti sırasında elde edilen hoşnutluk düzeyini arasında pozitif yönde anlamlı derecede açıklamaktadır. Kırmızının, insanlar üzerinde baskı oluşturan bir renk olduğu bildirilmektedir (20, 136, 141). Ayrıca kırmızı regin insanlar tarafından tehlike işareti olarak algılandığı (136) ve insanların çekinik davranmasına neden olduğu da bilinmektedir (20). Yumuşak başlı bireyler, hoşgrl, sakin, yumuşak kalpli bir yapıya sahiptir (115). Karşılıklı menfaat çatışmalarında, uzlaşmacı bir tutum sergilerler (115). Hatta, yumuşak başlılığın temelinde yatan eğilimlerden biri alturizmdir (118). Bu bağlamda, kırmızı ışık maruziyetinde alturizm eğilimi olan yumuşak başlı bireylerin hoşnutluk derecelerinde artış olması beklenen bir durumdur





## 6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu araştırmada, 300 lüks aydınlatma şiddetinde LED kaynaklı beyaz, kırmızı ve mavi renkli ışıkların, insanların kalp atım hızı, kalp atım hızı değişkenliği ve elektrodermal aktivite gibi otonom sinir sistemi tarafından kontrol edilen elektrofizyolojik parametreleri üzerindeki etkisine bakılmıştır. Ayrıca deneklerin kişilik özelliklerinin renkli ışıklar altındaki otonomik yanıtlarında oluşan değişiklikleri açıklayıp açıklayamadığı araştırılarak, deneklerin uyarılmışlık, hoşnutluk ve baskınlık gibi duygu durumları ve maruziyet boyunca geçen zaman akışı ve ortam genişliği algısı üzerinde bir etkisinin olup olmadığı tespit edilmeye çalışılmıştır.

Elde edilen sonuçlara göre;

- LED kaynaklı beyaz, kırmızı ve mavi renkli ışık maruziyeti, insanlarda kalp atım hızı ve kalp atım hızı değişkenliği değerlerini etkilememektedir. Bu durum otonomik regülasyon mekanizmasının devreye girmiş olmasından kaynaklanabilir.
- Kırmızı ve mavi ışık, elektrodermal aktivite önemli derecede arttırmaktadır. Bu durum, kırmızı ve mavi ışığın psikolojik ve fizyolojik uyarılmışlığı yükseltmesine bağlı olabilir.
- Kırmızı ve mavi ışık maruziyeti, insanların duygu durumlarını etkilemektedir. Özellikle kırmızı ışık, uyarılmışlık ve baskınlık düzeyini en fazla arttıran renkli ışıktır. Ayrıca, kırmızı ışık, beyaz ve mavi ışığa göre hoşnutluk düzeyini en fazla düşüren ışık türüdür.
- Kırmızı ışık, beyaz ve mavi ışığa göre zaman akışını yavaşlatmakta ve bulunulan ortmamin geçek boyutlarından daha dar olarak algılanmasına neden olmaktadır. Bu durum, kırmızı ışığın diğer renkteki ışıklara göre psikolojik ve fizyolojik uyarılmışlığı artmasına bağlı olabilir.

Kişilik tipleri ile aralarında korelasyon olduğu belirlenen parametrelerin kişilik tipleri tarafından ne şekilde açıklandığına bakıldığında, yumuşak başlılık özelliğindeki artışın, beyaz ve kırmızı ışık altında parasempatik sinir sistemi aktivitesini yükselttiği belirlenmiştir. Gelişime açıklık özelliğindeki artış, beyaz ışık maruziyetinde sempatik sinir sistemi aktivitesini düşürmektedir. Yumuşak başlılık özelliğindeki artış, kırmızı ışık maruziyetinde hoşnutluk düzeyini yükseltmektedir. Gelişime açıklık özelliğindeki artış ise beyaz ışık maruziyetinde ortam genişliği algısını düşürmektedir.

Bu sonuçlar dikkate alındığında, renkli ışıkların otonom sinir sistemi üzerindeki etkisi kişilik tiplerine bağlı olarak değişmektedir. Ayrıca, yumuşak başlık ve gelişime açıklık özelliklerine sahip kişilerin beyaz ve kırmızı ışık altındaki psikofizyolojik tepkileri daha belirgindir.

### **Öneriler**

- Kişilik faktörleri ile ilgili yapılan araştırmalarda, denek sayısının yüksek olması istenmektedir. Bu nedenle daha net sonuçlar elde etmek için denek sayısının artırılarak yani araştırmaların yapılması faydalı olabilir.
- Bu çalışmada kalp atım hızı değişkenliği verilerinin kaydı sırasında solunum ritminin kalp atım hızı değişkenliği üzerindeki etkileri dikkate alınmamıştır. Yapılacak yeni araştırmalarda solunum ritminin göz önünde bulundurulması önerilir.

## 7. KAYNAKLAR

1. Halonen L. Lighting Technologies. In: Halonen L, Tetri E, Bhusal P, editors. Guidebook On Energy Efficient Electric Lighting For Buildings: Aalto University School of Science and Technology; 2010. 91-136.
2. Komine T, Nakagawa M. Fundamental Analysis for Visible-Light Communication System using LED Lights. IEEE Transactions on Consumer Electronics. 2004;50:100-107.
3. Kender M. Lighting The Clean Revolution. United Kingdom: The Climate Group, 2012.
4. Pierman, Brian C, editors. Color in the Health Care Environment. Proceedings of a Special Workshop Held at the National Bureau of Standards; 1976; Maryland: Washington: Department of Commerce.
5. Tofle RB, Schwarz B, Yoon S, Max-Royale A. Color In Healthcare Environments - A Research Report. San Francisco: 2004.
6. Visweswaraiyah NK, Telles S. Psychophysiological Effects of Colored Light Used in Healing. International Digital Organization for Scientific Information 2006;1(1):21-23.
7. Cajochen C, Münch M, Kriebel S, Krauchi K, Steiner R, Oelhafen P et al. High Sensitivity of Human Melatonin, Alertness, Thermoregulation, and Heart Rate to Short Wavelength Light. The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism 2005;90(3):1311-1316.
8. Litscher D, Wang L, Gaischek I, Litscher G. The influence of new colored light stimulation methods on heart rate variability, temperature, and well-being: results of a pilot study in humans. Evidence Based Complementary Alternative Medicine 2013;74(6):1-7.
9. Küller R, Mikellides B, Janssens J. Color, Arousal, and Performance—A Comparison of Three Experiments. Color Research & Application 2009;32:141-152.
10. Abbas N, Kumar D, Mclachlan N, editors. The Psychological and Physiological Effects of Light and Colour on Space Users. Engineering in Medicine and Biology 27th Annual Conference; 2005; Shanghai, China: Proceedings of the 2005 IEEE.
11. Schafer A, Kratky KW. The effect of colored illumination on heart rate variability. Forschende Komplementarmedizin 2006;13(3):167-173.

12. Tokushige A, Yamamoto M. The effects of color stimulus on autonomic nervous system activity and subjective arousal state. *International Journal of Japanese nursing care practice and study* 2013;1:13-17.
13. Ross MJ, Guthrie P, Dumant JC. The impact of modulated, colored light on the autonomic nervous system. *Adv Mind Body Med.* 2013;27(4):7-16.
14. Jacobs K, Hustmyer J. Effects of four psychological primary colors on GSR, heart rate and respiration rate. *Perceptual and motor skills* 1974;38:759-763.
15. Valdez P, Mehrabian A. Effects of Color on Emotions. *Journal of Experimental Psychology.* 1994;123:394-409.
16. Kaya N, Epps HH, editors. Color-emotion associations Past experience and personal preference. AIC 2004 Color and Paints, Interim Meeting of the International Color Association, Proceedings 2004 3–5 November; Porto Alegre, Brazil.
17. Chellappa SL, Steiner R, Blattner P, Oelhafen P, Götz T, Cajochen C. Non-Visual Effects of Light on Melatonin, Alertness and Cognitive Performance Can Blue-Enriched Light Keep Us Alert? *PLoS ONE* 2011;6(1):1-11.
18. Jalil NA, Yunus RM, Said NS. Environmental Colour Impact upon Human Behaviour: A Review. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 2012;35:54-62.
19. Hau Y, Zhang L, Miao D. The Relationship between Color vision and Arousal Level. *The Internet Journal of Ophthalmology and Visual Science* 2008;6:1-11.
20. Hill RA, Barton RA. Psychology: red enhances human performance in contests. *Nature* 2005;435(7040):292-293.
21. Krenn B. The impact of uniform color on judging tackles in association football. *Psychology of Sport and Exercise* 2014;15:222-5.
22. Corn GJ, Chattopadhyay A, Sengupta J, Tripathi S. Waiting for the Web: How Screen Color Affects Time Perception. *Journal of Marketing Research* 2004;12:215–225.
23. Kleeman W. *The Challenge of Interior Design.* Boston: CBI Publishing Company; 1981.
24. Pillsbury WB, Schaefer BR. A Note on 'Advancing and Retreating' Colors. *The American Journal of Psychology* 1937;49(1):126-130.
25. Sakuragi S, Sugiyama Y. Effect of Partition Board Color on Mood and Autonomic Nervous Function. *Perceptual and Motor Skills* 2011;113(3):941-956.

26. Edelhauser F, Hak F, Kleinrath U, Luhr B, Matthiessen PF, Weinzirl J et al. Impact of colored light on cardiorespiratory coordination. *Evidence-based complementary and alternative medicine* 2013;2013:1-7.
27. Choi CJ, Kim KS, Kim CM, Kim SH, Choi WS. Reactivity of heart rate variability after exposure to colored lights in healthy adults with symptoms of anxiety and depression. *International journal of psychophysiology: official journal of the International Organization of Psychophysiology* 2011;79(2):83-88.
28. Moharreri S, Rezaei S, Dabanloo N, Parvaneh S. Study of Induced Emotion by Color Stimuli: Power Spectrum Analysis of Heart Rate Variability. *Computing in Cardiology* 2014;41:977-980.
29. Yuda E, Ogasawara H, Yoshida Y, Hayano J. Suppression of vagal cardiac modulation by blue light in healthy subjects. *Journal of Physiological Anthropology* 2016;35(24):2-9.
30. Laufer L, Lang E, Izso L, Nemeth E. Psychophysiological effects of coloured lighting on older adults. *Lighting Res Technol.* 2009;41:371–378.
31. Phipps-Nelson J, Redman JR, Schlangen LJ, Rajaratnam SM. Blue light exposure reduces objective measures of sleepiness during prolonged nighttime performance testing. *Chronobiology international* 2009;26(5):891-912.
32. Kamaruzzaman SM. Influence of Employees' Perceptions of Colour Preferences on Productivity in Malaysian Office Buildings. *Journal of Sustainable Development* 2010;3:283-293.
33. Gonzalez LM. *The Impact of Ad Background Color on Brand Personality and Brand Preferences.* California: California State University; 2005.
34. Stone NJ. Environmental view and color for a simulated telemarketing task. *Journal of Environmental Psychology* 2003;23(1):63-78.
35. Jacobs KW, Hustmyer FE. Effects of four psychological Primary Colors on GSR, Heart Rate and Respiration Rate. *Perceptual and Motor Skills* 1974;38:763-766.
36. Oliva A, Schyns G. Diagnostic Colors Mediate Scene Recognition. *Cognitive Psychology.* 2000;41:176–210.
37. Koslow RE. Effects of Ball Color on Horizontal Perimetry Detection. *Percept Mot Skills.* 1985;60:351-354.
38. Smets G. Time Expression of Red and Blue. *Perceptual and Motor Skills.* 1969;29:511-514.

39. Huang JS. Effects of monochromatic light on time perception and muscular performance. Japan: Chiba University; 2013.
40. Huang JS, Shimomura Y, Katsuura T. Effects of Monochromatic Light on Different Time Perception. Journal of the Human-Environment System 2012;15(1):21-29.
41. Bakker I, Voordt T, Vink P, Boon J, Bazley C. Color Preferences for Different Topics in Connection to Personal Characteristics. COLOR research and application 2013;40:62-71.
42. He W, Zhang Y, Zhu J, Xu Y, Yu W, Chen W et al. Could sex difference in color preference and its personality correlates fit into social theories? Let Chinese university students tell you. Personality and Individual Differences 2011;51:154–159.
43. Cigić D, Bugarski V. Personality Traits and Colour Preferences. Curr Top Neurol Psychiatr Relat Discip. 2010;18:28-35.
44. Luscher M. The Luscher color test. New York: Pocket Books; 1971.
45. Serway RA, Beichner RJ. Fen ve Mühendislikler İçin Fizik 2. Ankara: Palme Yayıncılık; 2011.
46. Old Dominion University Website [<http://ww2.odu.edu>]. United Kingdom: Old Dominion University, 2011. Available from: [http://ww2.odu.edu/~jdudek/Phys112N\\_materials/6-em\\_waves.pdf](http://ww2.odu.edu/~jdudek/Phys112N_materials/6-em_waves.pdf).
47. NASA Website [<http://www.nasa.gov>]. Maryland: National Aeronautics and Space Administration, 2012. Available from: [http://missionscience.nasa.gov/ems/TourOfEMS\\_Booklet\\_Web.pdf](http://missionscience.nasa.gov/ems/TourOfEMS_Booklet_Web.pdf).
48. Giangrandi Website [<http://www.giangrandi.ch>]. Switzerland: 2014. Available from: <http://www.giangrandi.ch/optics/spectrum/spectrum.shtml>.
49. Onaygil S. Aydınlatma Aygıt Tasarımı Temel İlkeleri. İstanbul: İTÜ Mimarlık Fakültesi; 2010.
50. Ovacılı S, Pekiner T. İş Sağlığı ve Güvenliği Uygulama Rehberi. Ankara: Türkiye Cumhuriyeti Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı; 2014.
51. Zumbotel. The Lighting Handbook. Dornbirn: 2013.
52. University of Carolina School of Medicine Website [<http://dba.med.sc.edu/>]. University of South Carolina: University of Carolina School of Medicine; 2009. Available from: [http://dba.med.sc.edu/price/irf/Adobe\\_tg/color/light.html](http://dba.med.sc.edu/price/irf/Adobe_tg/color/light.html).
53. Guyton A, Hall J. Tıbbi Fizyoloji: Nobel Matbaacılık; 2007.

54. Adobe Website [<http://www.adobe.com>]. United States of America: Adobe Photoshop; 2004. Available from: <https://helpx.adobe.com/tr/photoshop-elements/using/color.html>.
55. Adobe Website [<http://www.adobe.com>]. United States of America: Adobe Photoshop; 2016. Available from: <https://color.adobe.com/tr/achromatic-color-theme-9240865/>.
56. Rhodes W, editor. Industrial Color Physics. London: Springer; 2010.
57. Illumicaregroup Website [<http://www.illumicaregroup.com>]. Available from: <http://www.illumicaregroup.com/2011/12/05/led-lamp-color-temperatures/>.
58. Elektrik Mühendisleri Odası Web site [<http://www.emo.org.tr/>]. Ankara: TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası; 2011. Available from: [http://www.emo.org.tr/ekler/11a405701da4a51\\_ek.pdf?tipi=2](http://www.emo.org.tr/ekler/11a405701da4a51_ek.pdf?tipi=2)
59. Koussoulou T. An Evaluation of Photodegradation Inhibitors in The Conversation of Naturally Dyed Historic Skills. London: Institute of Archaeology; 2008.
60. NASA Website [<http://www.nasa.gov>]. Maryland: National Aeronautics and Space Administration, 2007. Available from: [http://sunearthday.nasa.gov/2007/locations/ttt\\_solarenergy.php](http://sunearthday.nasa.gov/2007/locations/ttt_solarenergy.php).
61. The University of Rhode Island Website [<http://egr.uri.edu/ele/>]. United Kingdom: The University of Rhode Island; 2010. Available from: [http://www.ele.uri.edu/~vijay/ELE432\\_Report\\_LED.pdf](http://www.ele.uri.edu/~vijay/ELE432_Report_LED.pdf).
62. Littelfuse. LED Light-Emitting Diode (LED) Design Guide. United States of America: Littelfuse Company; 2016.
63. Birinci AU. Görsel Sistem I. Ankara: Sinirbilim; 2009.
64. Murch G. Physiological Principles for the Effective Use of Color. IEEE CG&A 1984;84:49-55.
65. Dicle Üniversitesi Web site [<http://www.dicle.edu.tr/>]. Diyarbakır: Dicle Üniversitesi; 2011. Available from: <http://www.dicle.edu.tr/Contents/c1f85c00-cddf-4490-a4f4-72adb9f619bc.pdf>.
66. Yüzügüllü B, Çınar D, Toprak S. Başkent Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Öğrencileri ile Restoratif Diş Hekimleri Arasında Renk Eşleştirme Yetilerinin Karşılaştırılması. Hacettepe Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi 2008;32(3):56-63.
67. Teberik K, Özer P. Prevalence of Congenital Colour Vision Defects Among Young Turkish Males-Results of a Survey and Review of the Literature

Dischromatopsia Among Young Turkish males. *Kocatepe Medical Journal* 2014;16:45-50.

68. Ishihara S. *Tests for Color Blindness* by S. Ishihara. Tokyo: Kanehara Shuppan Co. Ltd.; 1972.

69. Birch J. Efficiency of the ishihara test for identifying red-green colour deficiency. *Ophthal Physiol Opt.* 1997;17(5):403-408.

70. Berson DM, Dunn FA, Takao M. Phototransduction by Retinal Ganglion Cells That Set the Circadian Clock. *SCIENCE* 2002;29:1070-1073.

71. Dacey DM, Liao HW, Peterson BB, Robinson FR, Smith VC, Pokorny J et al. Melanopsin-expressing ganglion cells in primate retina signal colour and irradiance and project to the LGN. *Nature* 2005;433:749-754.

72. Hattar S, Liao HW, Takao M, Berson DM, Yau KW. Melanopsin-Containing Retinal Ganglion Cells Architecture, Projections, and Intrinsic Photosensitivity. *SCIENCE* 2002;295:1065-1070.

73. Brainard GC, Hanifin JP, Greeson JM, Byrne B, Glickman G, Gerner E et al. Action Spectrum for Melatonin Regulation in Humans: Evidence for a Novel Circadian Photoreceptor. *The Journal of Neuroscience* 2001;21(16):6405–6412.

74. Barrionuevo PA, Nicandro N, McAnany JJ, Zele AJ, Gamlin P, Cao D. Assessing Rod, Cone, and Melanopsin Contributions to Human Pupil Flicker Responses. *IOVS.* 2014;55(2):719-727.

75. Gronfier C. The Good Blue And Chronobiology: Light And Non-Visual Functions. *Points de Vue* 2013;68:19-22.

76. Cao D, Barrionuevo PA. The importance of intrinsically photosensitive retinal ganglion cells and implications for lighting design. *Cao and Barrionuevo Journal of Solid State Lighting* 2015:2-10.

77. Drouyer E, Rieux C, Hut RA, Cooper HM. Responses of suprachiasmatic nucleus neurons to light and dark adaptation: relative contributions of melanopsin and rod-cone inputs. *The Journal of neuroscience : the official journal of the Society for Neuroscience* 2007;27(36):9623-9631.

78. Collis SJ, Boulton SJ. Emerging links between the biological clock and the DNA damage response. *Chromosoma* 2007;116:331–339.

79. Moser M, Fruhwirth M, Penter R, Winker R. Why life oscillates--from a topographical towards a functional chronobiology. *Cancer causes & control : CCC* 2006;17(4):591-599.



80. WHO. Painting, firefighting, and shiftwork IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans Lyon: International Agency For Research on Cancer; 2010.
81. O'Donnell A, Glasgow B. The autonomic nervous system. *The New Zealand Medical Student Journal* 2011(3):11-13.
82. Kim KH, Bang SW, Kim SR. Emotion recognition system using short-term monitoring of physiological signals *Med Biol Eng Comput.* 2004;42:419-427
83. Wong KY, Dunn FA, Graham DM, Berson DM. Synaptic influences on rat ganglion-cell photoreceptors. *The Journal of physiology* 2007;582:279-296.
84. Vandewalle G, Maquet P, Dijk DJ. Light as a modulator of cognitive brain function. *Trends in Cognitive Sciences* 2009;13:429-438.
85. Lockley SW, Brainard GC, Czeisler CA. High sensitivity of the human circadian melatonin rhythm to resetting by short wavelength light. *The Journal of clinical endocrinology and metabolism* 2003;88(9):4502-4505.
86. ChuDuc H, NguyenPhan K, NguyenViet D. A Review of Heart Rate Variability and its Applications. *APCBEE Procedia* 2013;7:80-85.
87. Wilkes S, Stansby G, Sims A, Haining S, Allen J. Peripheral arterial disease: diagnostic challenges and how photoplethysmography may help. *British Journal of General Practice* 2015;65:323-324.
88. Tamura T, Maeda Y, Sekina M, Yoshida M. Wearable Photoplethysmographic Sensors—Past and Present. *Electronics* 2014;3:282-302.
89. Healthcare Website [<https://www.healthcare4home.com>]. Available from: <https://www.healthcare4home.com/electrocardiogram/p.html>.
90. Reed MJ, Robertson CE, Addison PS. Heart rate variability measurements and the prediction of ventricular arrhythmias. *Q J Med.* 2005;98:87-95.
91. Karim N, Ali S. Heart Rate Variability - A Review. *Journal of Basic and Applied Sciences* 2011;7(1):71-77.
92. Gohara T, Mizuta H, Takeuchi I, Tsuda O, Yana T, Yamamoto M et al. Heart Rate Variability Change Induced By The Mental Stress: The Effect of Accumulated Fatigue. Tokyo: D Hosei University; 1996.
93. Berntson GG, Bigger JT, Eckberg DL, Grossman P, Kaufmann PG, Malik M. Heart rate variability: Origins, methods, and interpretive caveats. *Psychophysiology* 1997;34:623-648.

94. Kleiger RE, Stein PK, Bigger JT. Heart Rate Variability Measurement and Clinical Utility. *Measurement and Clinical Utility* 2005;10(1):88-101.
95. Inc. AHA. Heart rate variability Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. European Society of Cardiology, 1996.
96. Appel LM, Berger RD, Saul JP, Smith JM, Cohen RJ. Beat to Beat Variability in Cardiovascular Variables Noise or Music. *JACC*. 1989;14(5):1139-1148.
97. McDuff D, Gontarek S, Picard R. Remote Measurement of Cognitive Stress via Heart Rate Variability. Cambridge: Massachusetts Institute of Technology.
98. Tripathi LCK. Respiration And Heart Rate Variability A Review With Special Reference To Its Application In Aerospace Medicine. *Ind J Aerospace Med* 2004;48(1):64-75.
99. Akselrod S, Gordon D, Ubel AF, Shannon DC, Cohen R.J. Power spectrum analysis of heart rate fluctuation A quantitative probe of beat-to-beat cardiovascular control. *Science* 2006;213(4504):219-222.
100. Triposkiadis F, Karayannis G, Giamouzis G, Skoularigis J, Louridas G, Butler J. The Sympathetic Nervous System in Heart Failure. *Journal of the American College of Cardiology* 2009;54:1747-1762.
101. Movahed A, Gnanasegaran G, Buscombe J, Hall M. *Integrating Cardiology for Nuclear Medicine Physicians*: Springer; 2009.
102. Leiner DJ, Fahr A. EDA Positive Change: A Simple Algorithm for Electrodermal Activity to Measure General Audience Arousal During Media Exposure. *Communication Methods and Measures* 2012;6(4):237-250.
103. Dawson ME, Schell AM, Fillion DL. The Electrodermal System. In: Cacioppo JT, Tassinary LG, Berntson GG, editors. *Handbook of Psychophysiology*. United States of America: Cambridge University Press; 2000.
104. Shibasaki M, Crandall CG. Mechanisms and controllers of eccrine sweating in humans. *Front Biosci (Schol Ed)* 2011;2:685–696.
105. Park S. Electro-Dermal Activity, Heart Rate, Respiration under Emotional Stimuli in Schizophrenia. *International Journal of Advanced Science and Technology* 2009;9:1-8.
106. Inderbitzin MP, Våljamäe A, Calvo JM, Verschure PF, Bernardet U, editors. Expression of Emotional States during Locomotion based on Canonical Parameters. *EmoSPACE 1st International Workshop on Emotion Synthesis, rePresentation, and Analysis in Continuous spaces (EmoSPACE)* In conjunction with the 9th IEEE FG

2011 (Automatic Face & Gesture Recognition Conference); 2011; Santa Barbara, California.

107. Elliot AJ. Color and psychological functioning a review of theoretical and empirical work. *Frontiers in Psychology* 2015;6:1-8.

108. Archive Organization Website [<https://archive.org>]. United States of America: Archive Organization; 1995. Available from: <https://archive.org/stream/goethetheoryco01goetgoog#page/n6/mode/2up>.

109. Goldstein K. Some experimental observations concerning the influence of colors on the function of the organism. *Occup Ther Rehab*. 1941;21: 147–151.

110. Elliot AJ, Maier MA, Moller AC, Friedman R, Meinhardt J. Color and psychological functioning: the effect of red on performance attainment. *Journal of experimental psychology general* 2007;136(1):154-168.

111. Bradley MM, Lang PJ. Measuring Emotion The Self-Assessment Manikin and Semantic Differential. *J Behav Ther & Exp Psychia*. 1994;25:49-59.

112. Morris JD, Bradley MM. Assessing Affective Reactions to Emotion Terms and Television Advertisements with (SAM) the Self-Assessment Manikin. University of Florida: College of Journalism and Communications; 1994.

113. Morris JD. SAM The Self-Assessment Manikin An Efficient Cross-Cultural Measurement Of Emotional Response. University of Florida: 1995.

114. Rhodewalt F. *Personality and Social Behavior*. New York: Taylor & Francis Group; 2008.

115. Somer O, Korkmaz M, Tatar A. Kuramdan Uygulamaya Beş Faktör Kişilik Modeli ve Beş Faktör Kişilik Envanteri. İzmir: Ege Üniversitesi Basımevi; 2011.

116. Gurven M, Rueden C, Massenkoff M. How Universal Is the Big Five? Testing the Five-Factor Model of Personality Variation Among Forager–Farmers in the Bolivian Amazon. *Journal of Personality and Social Psychology* 2013;104(2):354-370.

117. Korkmaz S, Arkun M. Beş Faktör Kişilik Envanteri'nin Geliştirilmesi - I: Ölçek ve Alt Ölçeklerin Oluşturulması. *Türk Psikoloji Dergisi* 2002;17(49):21-33.

118. McFatter RM. Interactions in predicting mood from extraversion and neurotisizm. *Journal of Personality and Social Psychology* 1994;66.

119. Mind Media. NeXus-10 Mark II Hardware & Software Installation Manua. Oldenzaal: Mind Media; 2011.

120. Egerate Web site [<http://www.egerate.com>]. İzmir:Egerate; 2014. Available from: <http://www.egerate-news.com/pdf/geratech-tm/DT-3808.pdf>.
121. Hugh D, Young RAF, Lewis, F. University Physics with Modern Physics, 13th Edition. Whilton N, editor. San Francisco: Addison-Wesley; 2012.
122. Veitch J, McColl S. A Critical Examination of Perceptual and Cognitive Effects Attributed to Full-spectrum Fluorescent Lighting. *Ergonomics* 2001;44:255-279.
123. European C, DG Environment-C1. Green Public Procurement Indoor Lighting Technical Background Report. In: Commission E, editor. Brussels: European Commission; 2011.
124. Cajochen C, Zeitzer JM, Czeisler CA, Dijk DJ. Dose-response relationship for light intensity and ocular and electroencephalographic correlates of human alertness. *Behavioural Brain Research* 2000;115:75–83.
125. Tsunoda M, Endo T, Hashimoto S, Honma S, Honma K-I. Effects of light and sleep stages on heart rate variability in humans. *Psychiatry and Clinical Neurosciences* 2001;55:285–286.
126. Beaulieu F, ASID K. Interior Design for Ambulatory Care Facilities: How To Reduce Stress and Anxiety in Patients and Family. *Journal of Ambulatory Care Management* 1999;22(1):67–73.
127. Grote V, Kelz C, Goswami N, Stossier H, Tafeit E, Moser M. Cardio-autonomic control and wellbeing due to oscillating color light exposure. *Physiology & behavior* 2013;114:55-64.
128. Nomoto Y, Ohmuta T, Ohya T, Sawai K, Koyama H, Kawasumi M. Fundamental Study of Physiological Evaluation by Paired Comparison Test and Heart Rate Variability: The Effect of Chromatic Lights on Living Organisms. *Electronics and Communications in Japan* 2014;97:42-48.
129. Elliot AJ, Payen V, Brisswalter J, Cury F, Thayer JF. A subtle threat cue, heart rate variability, and cognitive performance. *Psychophysiology* 2011;48:1340–1345.
130. Rider R. *Color Psychology and Graphic Design Applications*. Lynchburg: Liberty University; 2009.
131. Berman M. *Street smart advertising: How to win the battle of the buzz*. Lanham: Rowman & Littlefield; 2007.
132. Schipke JD, Arnold G, Pelzer M. Effect of respiration rate on short-term heart rate variability. *Journal of Clinical and Basic Cardiology*. 1999;2(1):92-95.

133. Pöyhönen M, Syväoja S, Hartikainen J, Ruokonen E, Takala J. The effect of carbon dioxide, respiratory rate and tidal volume on human heart rate variability. *Acta Anaesthesiologica Scandinavica* 2004;48(1):93-101.
134. Henry RA, Lu IL, Beightol LA, Eckberg DL. Interactions between CO<sub>2</sub> chemoreflexes and arterial baroreflexes. *American Journal of Physiology - Heart and Circulatory Physiology* 1998;274(6):H2177-H2187.
135. Abbas N. *Psychological and Physiological Effects of Light and Colour on Space Users*. Melbourne: RMIT University; 2006.
136. Fetterman AK, Liu T, Robinson MD. Extending color psychology to the personality realm: interpersonal hostility varies by red preferences and perceptual biases. *Journal of personality* 2015;83(1):106-116.
137. Sorokowski P, Wrembel M. Color studies in applied psychology and social sciences An overview. *Polish Journal of Applied Psychology* 2014;12(2):9–26.
138. Drummond PD, Quah SH. The effect of expressing anger on cardiovascular reactivity and facial blood flow in Chinese and Caucasians. *Psychophysiology* 2001;38:190-196.
139. Schmidt V, Schaefer M. Unlearned preference for red may facilitate recognition of palatable food in young omnivorous birds. *Evolutionary Ecology Research* 2004;6:919–925.
140. Kwallek M, Lewis CM. Effects of Environmental Colour on Males and Females: A Red or White or Green Office. *Applied Ergonomics* 1990;21:275-278.
141. Elliot AJ, Maier MA, Binser MJ, Friedman R, Pekrun R. The Effect of Red on Avoidance Behavior in Achievement Contexts. *Society for Personality and Social Psychology*. 2009;35(3):365-375.
142. Bagchi R, Cheema A. The Effect of Red Background Color on Willingness-to-Pay The Moderating Role of Selling Mechanism. *Journal of Consumer Research*. 2013;39:946-960.
143. Manav B. Color-Emotion Associations and Color Preferences A Case Study for Residences. *COLOR research and application* 2007;32:144-151.
144. Saito M. Comparative Studies on Color preference in Japan and Other Asian Regions, with Special Emphasis on the Preference for White. *Color Research and Application*. 1996;21(1):35-49.
145. Münch M, Kobińska S, Steiner R, Oelhafen P, Wirz-Justice A, Cajochen C. Wavelength-dependent effects of evening light exposure on sleep architecture and

sleep EEG power density in men. *American journal of physiology Regulatory, integrative and comparative physiology* 2006;290:R1421–R1428.

146. Purawijaya DA, Fitri LL, editors. Evaluation of blue light exposure to beta brainwaves on simulated night driving. *The 5th International Conference on Mathematics and Natural Sciences*; 2015.

147. Jacobs KW, Suess JF. Effects of four psychological primary colors on anxiety state. *Percept Mot Skills*. 1975;41(1):207-210.

148. Saito M. A cross-cultural study on color preference in three Asian cities Comparison between Tokyo, Taipei and Tianjin. *Japanese Psychological Research* 1994;36:219-232.

149. Rutchick AM, Slepian ML, Ferris BD. The pen is mightier than the word: Object priming of evaluative standards. *European Journal of Social Psychology* 2010;40:704-708.

150. Takahashi F, Kawabata Y. Association Between Colors and Emotions By Means of Words and Face Icons. *Hokkaido University: Department of Psychology*; 2010.

151. Hemphill M. A note on adults' color-emotion associations. *The Journal of Genetic Psychology* 1996;157:275-280.

152. Block RA, Gruber RP. Time perception, attention, and memory: A selective review. *Acta Psychologica* 2014;149:129-133.

153. Yoto A, Katsuura T, Iwanaga K, Shimomura Y. Effects of Object Color Stimuli on Human Brain Activities in Perception and Attention Referred to EEG Alpha Band Response. *Journal of Physiological Anthropology*. 2007;26(3):373-379.

154. Bailey RJ, Grimm CM. *The Real Effect of Warm-Cool Colors*. Washington University: Department of Computer Science and Engineering; 2006.

155. Odabaşoğlu S. *Effects of Colored Lights on The Perception of Interior Spaces*. Ankara: Bilkent University; 2009.

156. Rothmann S, Coetzer E. The Big Five Personality Dimensions and Job Performance. *Journal of Industrial Psychology* 2003;29(1):68-74.

157. Gallego A, Pardos-Prado S. The Big Five Personality Traits and Attitudes towards Immigrants. *Journal of Ethnic and Migration Studies* 2013;45:1-20.

158. Nye JVC, Orel E, Kochergina E. Big Five Personality Traits and Academic Performance In Russian Universities. *SSRN Electronic Journal* 2013;67:3-13.

159. Lange R, Rentfrow J. Color and personality: Strong's interest inventory and Cattell's 16PF. *North American Journal of Psychology* 2007;9:423-438.
160. Feigin S, Owens G, Goodyear F. Theories of human altruism: a systematic review. *Annals of Neuroscience and Psychology* 2014;89:1-9.
161. Kaya N, Epps HH. Relationship Between Color and Emotion A Study Of College Students. Georgia: The University of Georgia; 2004.
162. Sakamoto K. Cultural Influence to the Color Preference According to Product Category. *International Conference On Kansei Engineering and Emotion Research*; June 11-13; Linköping; 2014.



## Ekler

### Ek 1: Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'nun Onayı.



**EGE ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU**  
Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Dekanlığı 2.Kat. Erzene Ankara Cad. 35100 Bornova / İZMİR  
Tel: 0 232 390 4219 - 373 78 81 Fax: 0232 390 21 34  
e-mail: aetikk@mail.ege.edu.tr www.aek.med.ege.edu.tr



#### ARAŞTIRMA BAŞVURUSU ONAY BELGESİ

<b>BAŞVURU BİLGİLERİ</b>	ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Çeşitli Renkteki Işıkların İnsanda Otonom Sinir Sistemine Etkisi ve Kişilik Tipleri İle Olan İlişkisinin Araştırılması.				
	ARAŞTIRMA PROTOKOL KODU	-				
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACI UNVANI/ADI/SOYADI	Doç. Dr. Erdal BİNBOĞA				
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACI UZMANLIK ALANI	Biyofizik				
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ BULUNDUĞU MERKEZ	Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyofizik Anabilim Dalı				
	VARSA İDARİ SORUMLU UNVANI/ADI/SOYADI	-				
	DESTEKLEYİCİ	Öğretim üyesi Yetiştirme Programı				
	PROJE YÜRÜTÜCÜSÜ UNVANI/ADI/SOYADI (TÜBİTAK vb. kaynaklardan destek alanlar için)	-				
	DESTEKLEYİCİNİN YASAL TEMSİLCİSİ	-				
	ARAŞTIRMANIN FAZİ VE TÜRÜ	FAZ 1 <input type="checkbox"/>	FAZ 2 <input type="checkbox"/>	FAZ 3 <input type="checkbox"/>	FAZ 4 <input type="checkbox"/>	
	Gözetimsel İlaç Çalışması <input type="checkbox"/>	Tıbbi Cihaz klinik Araştırması <input type="checkbox"/>				
	In Vitro Tıbbi Tanı Cihazları İle Yapılan Performans Değerlendirme Çalışmaları <input type="checkbox"/>		İlaç Dışı Klinik Araştırma <input checked="" type="checkbox"/>			
	Diğer ise belirtiniz					
ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	TEK MERKEZ <input checked="" type="checkbox"/>	ÇOK MERKEZLİ <input type="checkbox"/>	ULUSAL <input checked="" type="checkbox"/>	ULUSLARARASI <input type="checkbox"/>		
<b>DEĞERLENDİRİLEN BELGELER</b>	<b>Belge Adı</b>	<b>Tarihi</b>	<b>Versiyon Numarası</b>	<b>Dili</b>		
	ARAŞTIRMA PROTOKOLÜ	03.05.2016	-	Türkçe <input checked="" type="checkbox"/>	İngilizce <input type="checkbox"/> Diğer <input type="checkbox"/>	
	BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU	03.05.2016	-	Türkçe <input checked="" type="checkbox"/>	İngilizce <input type="checkbox"/> Diğer <input type="checkbox"/>	
	OLGU RAPOR FORMU	-	-	Türkçe <input checked="" type="checkbox"/>	İngilizce <input type="checkbox"/> Diğer <input type="checkbox"/>	
	Diğer	<input checked="" type="checkbox"/> Duyuru Örneği				
	ARAŞTIRMA BÜTÇESİ	<input checked="" type="checkbox"/> 13.06.2016				
<b>KARAR BİLGİLERİ</b>	Karar Nu: 16-6/8	Tarih: 24.06.2016				
	Yukarıda başvuru bilgileri verilen klinik araştırma başvuru dosyası ve ilgili belgeler araştırmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak Kurulumuzca incelenmiş, araştırma giderlerinin gönüllüye ve/veya bağlı bulunduğu sosyal güvenlik kurumuna ödetilmediği koşullarda araştırmaya başlanmasının etik açıdan uygun bulunduğuna oy birliği ile karar verilmiştir.					

**ASLI GİBİDİR**  
Nefize ÇAVUŞOĞULLARI  
EÜTF Klinik Araştırmaları  
Etik Kurulu Sekreteri

EGE ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU					
<b>ÇALIŞMA ESASI</b>	İlaç ve Biyolojik Ürünlerin Klinik Araştırmaları Hakkında Yönetmelik, İyi Klinik Uygulamaları Kılavuzu, Tıbbi Cihaz Klinik Araştırmaları Yönetmeliği				
<b>BAŞKANIN UNVANI / ADI / SOYADI:</b>	Prof. Dr. Ayşenur OKTAY				
Unvanı / Adı / Soyadı EK Üyeliği	Uzmanlık Dalı	Kurumu	Cinsiyeti	İlişki (*)	Katılım (**)
Prof. Dr. Ayşenur OKTAY Başkan	Radyodiagnostik	EÜ. Tıp Fakültesi Radyoloji AD	K	<input type="checkbox"/> E <input checked="" type="checkbox"/> H	<input type="checkbox"/> E <input checked="" type="checkbox"/> H
Prof. Dr. Aytül ÖNAL Başkan Yardımcısı	Tıbbi Farmakoloji	E.Ü. Tıp Fakültesi Tıbbi Farmakoloji AD.	K	<input type="checkbox"/> E <input checked="" type="checkbox"/> H	<input checked="" type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/> H
Prof. Dr. Suna TOKSAVUL Üye	Protetik Diş Tedavisi	E.Ü. Diş Hek. Fakültesi Protetik Diş Tedavisi AD.	K	<input type="checkbox"/> E <input checked="" type="checkbox"/> H	<input checked="" type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/> H
Prof. Dr. Sarenur GÖKBEN Üye	Çocuk Nörolojisi	EÜ. Tıp Fakültesi Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları AD	K	<input type="checkbox"/> E <input checked="" type="checkbox"/> H	<input checked="" type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/> H
Etik Kurul Başkanının Unvanı/Adı/Soyadı: Prof. Dr. Ayşenur OKTAY	İMZA	Araştırma-Başvurusu Onay Belgesi	Belge Kodu	Rev. Tarihi / No.su:	Sayfa
			22	28.09.2011/05	1/2





ARAŞTIRMA BAŞVURUSU ONAY BELGESİ

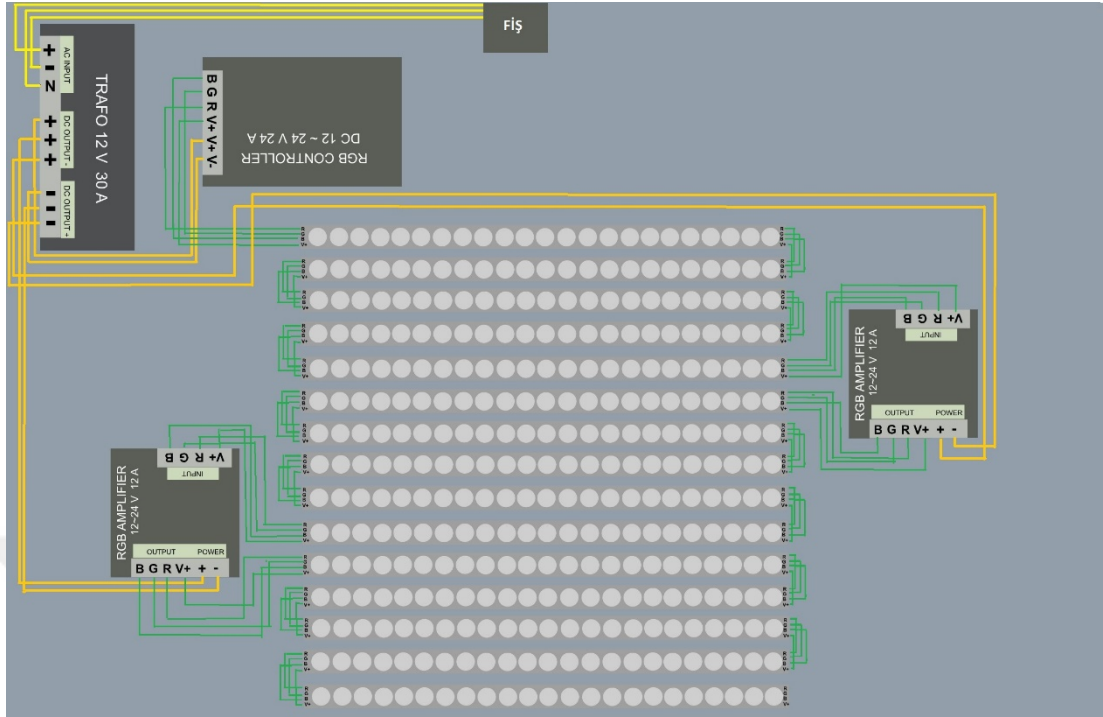
KARAR BİLGİLERİ		Karar Nu : 16- 6/8				
Unvanı / Adı / Soyadı EK Üyeliği	Uzmanlık Dali	Kurumu	Cnsiyeti	İlişki (* )	Katılım (**)	İmza
Prof. Dr. Abdullah SAYINER Üye	Göğüs Hastalıkları	EÜ. Tıp Fakültesi Göğüs Hastalıkları AD	E	<input type="checkbox"/> E <input checked="" type="checkbox"/> H	<input checked="" type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/> H	
Prof. Dr. Bülent SEMERCİ Üye	Üroloji	E.Ü. Tıp Fakültesi Üroloji AD.	E	<input type="checkbox"/> E <input checked="" type="checkbox"/> H	<input checked="" type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/> H	
Prof. Dr. Süheyla ALTUĞ ÖZSOY Üye	Halk Sağlığı Hemşireliği	EÜ. Hemşirelik Fakültesi Halk Sağlığı Hemşireliği AD.	K	<input type="checkbox"/> E <input checked="" type="checkbox"/> H	<input checked="" type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/> H	
Prof. Dr. Murat PEHLİVAN Üye	Biyofizik	E.Ü. Tıp Fakültesi Biyofizik AD.	E	<input type="checkbox"/> E <input checked="" type="checkbox"/> H	<input checked="" type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/> H	
Prof. Dr. Çağatay ÜSTÜN Üye	Tıp Tarihi ve Etik	E.Ü. Tıp Fakültesi Tıp Tarihi ve Etik AD.	E	<input type="checkbox"/> E <input checked="" type="checkbox"/> H	<input checked="" type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/> H	
Prof. Dr. Şafak TANER Üye	Halk Sağlığı	E. Ü. Tıp Fakültesi Halk Sağlığı AD.	K	<input type="checkbox"/> E <input checked="" type="checkbox"/> H	<input checked="" type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/> H	
Doç. Dr. Ayşe EROL Üye	Tıbbi Farmakoloji	E.Ü. Tıp Fakültesi Tıbbi Farmakoloji AD.	K	<input type="checkbox"/> E <input checked="" type="checkbox"/> H	<input checked="" type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/> H	
Yard. Doç. Dr. Gülsün AYGÖRMEZ UĞURLUBAY Üye	Ceza Hukuku	Gediz Üniversitesi Hukuk Fakültesi	K	<input type="checkbox"/> E <input checked="" type="checkbox"/> H	<input checked="" type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/> H	
Uzm. Ecz. Ebru BEDİR Üye	Eczacı	E.U. Tıp Fakültesi Tıbbi Farmakoloji AD.	K	<input type="checkbox"/> E <input checked="" type="checkbox"/> H	<input checked="" type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/> H	
Uzm. Dr. Özlem EKER Üye	Ruh Sağlığı ve Hastalıkları	Serbest	K	<input type="checkbox"/> E <input checked="" type="checkbox"/> H	<input type="checkbox"/> E <input checked="" type="checkbox"/> H	TOPLANTIYA KATILMADI
Fatma BÜYÜKAKKUŞ Üye	Ziraat Mühendisi	Emekli	K	<input type="checkbox"/> E <input checked="" type="checkbox"/> H	<input checked="" type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/> H	

\* Araştırma ile İlişki  
\*\* Toplantıda Bulunma

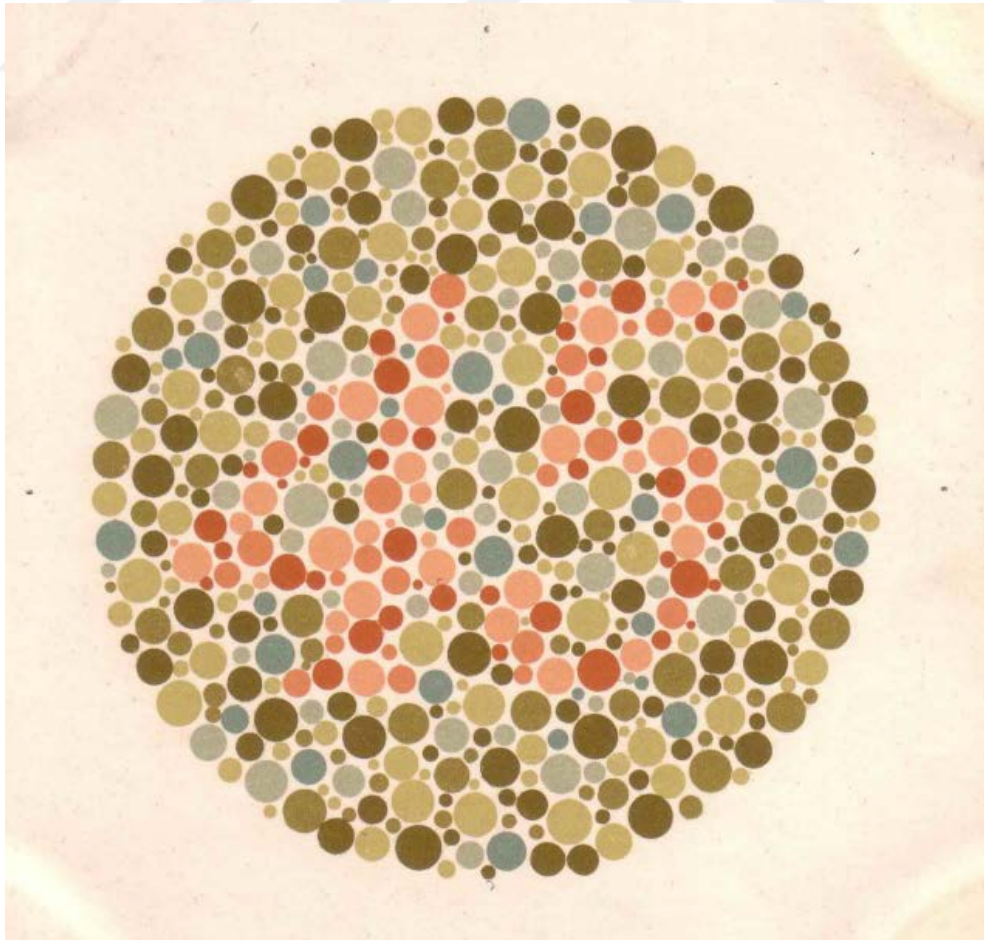
**ASLI GİBİDİR**  
Nefize ÇAVUŞOĞULLARI  
EÜTF Klinik Araştırmaları  
Etik Kurulu Sekreteri

Etik Kurul Başkanının Unvanı/Adı/Soyadı: Prof. Dr. Ayşenur OKTAY	İmza	Araştırma Başvurusu Onay Belgesi	Belge Kodu 22	Rev. Tarihi / No.su: 28.09.2011/05	Sayfa 2/2
--	------	----------------------------------	------------------	---------------------------------------	--------------

**Ek 2: Aydınlatma ekranı devresinin şeması.**



**Ek 3: İshihara Testi plakası örneği.**



## Ek 4: Bilgilendirilmiş gönüllü olur formu.

Araştırmanın Adı : **ÇEŞİTLİ RENKTEKİ IŞIKLARIN İNSANDA OTONOM SİNİR SİSTEMİNE ETKİSİ VE KİŞİLİK TİPLERİ İLE OLAN İLİŞKİSİNİN ARAŞTIRILMASI**

### BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU (FORM 17)

#### LÜTFEN DİKKATLİCE OKUYUNUZ !!!

Bu çalışmaya katılmak üzere davet edilmiş bulunmaktasınız. Bu çalışmada yer almayı kabul etmeden önce çalışmanın ne amaçla yapılmak istendiğini anlamanız ve kararınızı bu bilgilendirme sonrası özgürce vermeniz gerekmektedir. Size özel hazırlanmış bu bilgilendirmeyi lütfen dikkatlice okuyunuz, sorularınıza açık yanıtlar isteyiniz.

#### ÇALIŞMANIN AMACI NEDİR?

Bu çalışmada LED ışık kaynakları ile oluşturulmuş beyaz, kırmızı ve mavi renkli ışıkların beş ayrı kişilik özelliğine göre sınıflandırılmış katılımcılarda vücut sıcaklığı, kalp atım hızı, kalp atım hızı değişkenliği ve elektrodermal aktivite gibi otonomik yanıtlar üzerindeki etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır. Ayrıca beyaz, kırmızı ve mavi renkli ışıkların, beş ayrı kişilik özelliğine göre sınıflandırılmış katılımcıların iyilik/kötülük hissi gibi duyu durumları üzerine olan etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

#### KATILMA KOŞULLARI NEDİR?

Bu çalışmaya dahil edilebilmeniz için herhangi bir renk algılama kusurunuzun olmaması, 18-45 yaş aralığında olmanız, gebe veya lohusa olmamanız, akut ya da kronik bir sağlık problemi (diyabet, yüksek tansiyon vs.) geçirmemiş olmanız, herhangi bir psikopatoloji tanısı almamış olmanız, araştırmaya katıldığınız dönemde kısa ya da uzun süreli herhangi bir ilaç kullanmıyor olmanız ve testlerden önce 2 saat boyunca kafeinli içecek ve sigara kullanmamış olmanız gerekir.

#### NASIL BİR UYGULAMA YAPILACAKTIR?

Çalışma öncesinde kişilik özelliklerinizin belirlenebilmesi için "Beş Faktör Kişilik Envateri" testine tabi tutulacaksınız. Bunun ardından, yapılacak testler için özel olarak tasarlanmış bir kabine alınacaksınız. Bu kabinin ortasında bulunan rahat ve konforlu koltuğa oturacaksınız. Test esnasında vereceğiniz otonomik yanıtları elde etmek amacıyla ilgili elektrotlar uygun vücut bölümlerine yerleştirilecektir. Oturur vaziyette iken vücut sıcaklığınızı ölçmek için burnunuzun üst-sol yan bölgesine bir sıcaklık sensörü yapıştırılacak, baskın olmayan elinizden ise hem kalp atım hızı (KH) hem de elektrodermal aktivite (EDA) kayıtları non-invazif (girişimsel olmayan) yöntemle gerçekleştirilecektir. Bu amaçla bir sıcaklık sensörü, bir KH ölçüm sensörü ve bir de EDA sensörü kullanılacaktır. KH sensörü nabız atışlarınızı ölçecek ve aldığı verilerden uygun yazılımlarla kalp atım hızı değişkenliği (KHD) parametreleriniz hesaplanabilecektir. EDA sensörü ise deri iletkenliğini ölçen bir biyosensördür. KH ölçümü için sol el orta parmağınızda bir mandallı fotopletizmografi sensörü takılacaktır. EDA ölçümü ise yine aynı elinizin 2. ve 4. parmaklarının birinci boğumlarına birer gümüş-gümüş klorür (Ag/AgCl) elektrot yapıştırılarak gerçekleştirilecektir. Tüm biyosinyaller Nexus-10® adlı poligraf cihazı aracılığıyla elde edilecek ve üzerinizdeki elektrotların kablo bağlantıları bu cihazdaki uygun bağlantı girişlerine yerleştirilecektir. Elektrotların bağlanması, uygulanacak tüm ışıkların aydınlatma şiddetlerinin 300 lüks kalibre edilmesi ve veri akışının sağlandığının görülmesinden sonra, 3 aşmardan oluşan uygulama kısmına geçilecektir. Uygulama kısımlarında üç farklı renkli ışıklardan biriyle aydınlatılan ortamdaki otonomik yanıtlarınız ve duyu durumlarınız incelenecektir. Aşamalar şu şekilde gerçekleştirilecektir: Yaklaşık 300 lüks aydınlatma şiddetinde beyaz, kırmızı ve mavi renklerden biriyle aydınlatılan kabinde 5 dakika boyunca oturur halde zaman geçireceksiniz. Sonrasında, uygulanan renkteki ışığın duyu-durumunuz üzerinde meydana getirdiği etkilerin belirlenmesi için yaklaşık 15 saniye sürecek Kişisel Değerlendirme Manikini (Self Assessment Manikin, SAM) testine tabi tutulacaksınız. Bunu takiben farklı renkteki bir ışığın uygulanacağı bir sonraki aşamaya geçeceksiniz. Belirlenen üç aşama (beyaz, kırmızı, mavi) bu şekilde tamamlanınca deneyiniz sonlanmış olacaktır.

#### SORUMLULUKLARIM NEDİR?

Araştırma ile ilgili olarak akut ya da kronik bir sağlık problemi (çarpıntı, diyabet, yüksek tansiyon vs.) geçirmiyorsanız, herhangi bir psikopatolojiye sahipseniz, kısa ya da uzun süreli herhangi bir ilaç kullanıyorsanız, araştırma kapsamındaki uygulamalardan herhangi birine katılmayı uygun bulmuyorsanız ve gebe, lohusa, tam ya da kısmi renk körlüyseniz bu durumları bize bildirmek sizin sorumluluğunuzdur. Ayrıca size daha önceden bildirilmiş olan testten önce iki saat boyunca kafeinli

Tarih/ Versiyon: 3.5.2016

İlaç Dışı Çalışmalar İçin Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu	Belge Kodu	Rev. Tarihi / No.su:	Sayfa
	Form 17	03.11.2016/ED7P00	1/4

## **Araştırmanın Adı : ÇEŞİTLİ RENKTEKİ IŞIKLARIN İNSANDA OTONOM SİNİR SİSTEMİNE ETKİSİ VE KİŞİLİK TİPLERİ İLE OLAN İLİŞKİSİNİN ARAŞTIRILMASI**

içecek içme ve sigara kullanma kuralını yerine getirmek de sizin sorumluluğunuzdur. Yapılan testler esnasında fizyolojik verilerinizin alındığı biyosensörlerin takılı olduğu sol kolunuzu olabildiğince sabit tutmak ve psikometrik ölçekleri doldururken ruh halinizi ve duygu-durumunuzu dürüstçe açıklamak sizin sorumluluğunuzdur. Bu koşullara uymadığınız durumlarda araştırmacı sizi uygulama dışı bırakabilme yetkisine sahiptir.

### **KATILIMCI SAYISI NEDİR?**

Araştırmada yer alacak gönüllülerin sayısı 20'si erkek, 20'si bayan toplamda 40 kişidir.

### **KATILIMIM NE KADAR SÜRECEKTİR?**

Bu araştırmada yer almanız için öngörülen süre 35 dakikadır.

### **ÇALIŞMAYA KATILMA İLE BEKLENEN OLASI YARAR NEDİR?**

Bu araştırmada kişisel olarak doğrudan bir fayda görmeyeceksiniz. Ancak söz konusu araştırma bilimsel olarak yararlılık taşımaktadır. Öyle ki yapılan testler ile farklı renklere ışık dalgalarına maruz kaldığınız süre içerisinde otonom sinir sisteminizin ve duygu-durumunuzun bu maruziyetten ne ölçüde etkilendiğini belirlenebilecektir. Belirli bu etkilerle sizin kişisel yapınıza ilişkilendirilip analizler yapılacaktır. Yapılan analizler sonucu sahip olduğunuz kişisel özellikler esas alınarak bulunduğunuz ortamda kullanılan renkli ışıkların vücudunuz üzerinde meydana getirdiği psikolojik ve sinirsel etkiler daha bilinir olacaktır. Böylelikle hem çevrenizde bulunan aydınlatma araçlarının vücudunuz üzerinde belirli etkilerini biliyor olacaksınız hem de aydınlatma araçlarını tasarlayan mühendis ve bilim adamları elde edilen verileri baz alarak sizin fizyolojik ve psikolojik yapınıza daha uygun tasarımlar gerçekleştireceklerdir.

### **ÇALIŞMAYA KATILMA İLE BEKLENEN OLASI RİSKLER NEDİR?**

Bu araştırma sırasında gözlenebilecek tek istenmeyen etki kabin içerisinde oturduğunuz beş dakika süresince sıklıkla strese girmenizdir. Bunun dışında herhangi olası bir risk söz konusu değildir.

### **ARAŞTIRMA SÜRECİNDE BİRLİKTE KULLANILMASININ SAKINCALI OLDUĞU BİLİLEN İLAÇLAR/BEŞİNLER NELERDİR?**

Araştırmaya katıldığınız dönemde kısa ya da uzun süreli herhangi bir ilaç kullanmıyor olmanız ve araştırma öncesindeki iki saatlik süre boyunca kafeinli içecek ve sigara kullanmamış olmanız gerekmektedir.

### **HANGİ KOŞULLARDA ARAŞTIRMA DIŞI BIRAKILABİLİRİM?**

Beyan ettiğiniz sağlık kriterlerine sahip olmadığınız sonradan anlaşılması, deneyleri tamamlayamamanız, testten önceki iki saatlik süre içerisinde kafeinli içecek veya sigara kullandığınızın anlaşılması ve uygulama sırasında kaydırdığınız herhangi bir değişken açısından örneklemenin dağılımını bozacak kadar iyi-kötü skorlar elde edilmesi halinde izniniz olmadan araştırmadan çıkarılabilirsiniz.

### **DİĞER TEDAVİLER NELERDİR?**

Herhangi bir tedavi uygulanmayacaktır.

### **HERHANGİ BİR ZARARLANMA DURUMUNDA YÜKÜMLÜLÜK/SORUMLULUK KİMDEDİR VE NE YAPILACAKTIR?**

Araştırmaya bağlı bir zarar söz konusu değildir.

### **ARAŞTIRMA SÜRESİNCE ÇIKABİLECEK SORUNLAR İÇİN KİMİ ARAMALIYIM?**

Araştırmanın yapılacağı tarihin öncesinde veya sonrasında aklınızdaki soru işaretlerini gidemek, araştırmaya ilgili olduğunuzu düşündüğünüz herhangi bir sorunu karşılamak ve söylemeniz gereken ama söylememiş olduğunuz bir şeyi söylemek amacıyla 0 (541) 402 52 40 numaralı telefondan Arş. Gör. Mustafa Munzuroğlu'na ulaşabilirsiniz.

### **ÇALIŞMA KAPSAMINDAKİ GİDERLER KARŞILANACAK MIDIR?**

Yapılacak her tür tetkik, fizik muayene ve diğer araştırma masrafları size veya güvencesi altında bulunduğunuz resmi ya da özel hiçbir kurum veya kuruluşa ödetilmeyecektir.

Tarih/ Versiyon: 3.5.2016

İlaç Dışı Çalışmalar İçin Bilgilendirilmiş Gönüllü Ökür Formu	Belge Kodu	Rev. Tarihi / No.su:	Sayfa
	Form 17	03.11.2010/EU/TP00	2/4

**Araştırmanın Adı : ÇEŞİTLİ RENKTEKİ IŞIKLARIN İNSANDA OTONOM SİNİR SİSTEMİNE ETKİSİ VE KİŞİLİK TİPLERİ İLE OLAN İLİŞKİSİNİN ARAŞTIRILMASI**

**ÇALIŞMAYI DESTEKLEYEN KURUM VAR MIDIR?**

Çalışma "OYP" fonu tarafından desteklenmektedir.

**ÇALIŞMAYA KATILMAM NEDENİYLE HERHANGİ BİR ÖDEME YAPILACAK MIDIR?**

Bu araştırmada yer almanız nedeniyle size hiçbir ödeme yapılmayacaktır.

**ARAŞTIRMAYA KATILMAYI KABUL ETMEMEM VEYA ARAŞTIRMADAN AYRILMAM DURUMUNDA NE YAPMAM GEREKİR?**

Bu araştırmada yer almak tamamen sizin isteğinize bağlıdır. Araştırmada yer almayı reddedebilirsiniz ya da herhangi bir aşamada araştırmadan ayrılabilirsiniz. Araştırmanın sonuçları bilimsel amaçla kullanılacaktır; çalışmadan çekilmeniz ya da araştırmacı tarafından çıkarılmanız durumunda, sizle ilgili tıbbi veriler de gerekirse bilimsel amaçla kullanılabilir.

**KATILMAMA İLİŞKİN BİLGİLER KONUSUNDA GİZLİLİK SAĞLANABİLECEK MİDİR?**

Size ait tüm tıbbi ve kimlik bilgileriniz gizli tutulacaktır ve araştırma yayınlansa bile kimlik bilgileriniz verilmeyecektir, ancak araştırmanın izleyicileri, yoklama yapanlar, etik kurullar ve resmi makamlar gerektiğinde tıbbi bilgilerinize ulaşabilir. Siz de istediğinizde kendinize ait tıbbi bilgilere ulaşabilirsiniz.

**Çalışmaya Katılma Onayı:**

Yukarıda yer alan ve araştırmaya başlanmadan önce gönüllüye verilmesi gereken bilgileri gösteren 3 sayfalık metni okudum ve sözlü olarak dinledim. Aklıma gelen tüm soruları araştırmacıya sordum, yazılı ve sözlü olarak bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Çalışmaya katılmayı isteyip istemediğime karar vermem için bana yeterli zaman tanıdı. Bu koşullar altında, bana ait tıbbi bilgilerin gözden geçirilmesi, transfer edilmesi ve işlenmesi konusunda araştırma yürütücüsüne yetki veriyorum ve söz konusu araştırmaya ilişkin bana yapılan katılım davetini hiçbir zorlama ve baskı olmaksızın büyük bir gönüllülük içerisinde kabul ediyorum. Bu formu imzalamakla yerel yasaların bana sağladığı hakları kaybetmeyeceğimi biliyorum.

Bu formun imzalı ve tarihli bir kopyası bana verildi.

GÖNÜLLÜNÜN		İMZA SI
ADI & SOYADI		
ADRESİ		
TEL. & FAKS		
TARİH		

VELAYET VEYA VE BAYET ALTINDA BULUNANLAR İÇİN VELİ VEYA VA BİNİN		İMZA SI
ADI & SOYADI		
ADRESİ		
TEL. & FAKS		
TARİH		

Tarih/ Versiyon: 3.5.2016

İlaç Dışı Çalışmalar İçin Bilgilendirilmiş Gönüllü Dur Formu	Belge Kodu	Rev. Tarihi / No.su:	Sayfa
	Form 17	03.11.2010/EUTP00	3/4

Araştırmanın Adı : ÇEŞİTLİ RENKTEKİ IŞIKLARIN İNSANDA OTONOM SİNİR SİSTEMİNE ETKİSİ VE KİŞİLİK TİPLERİ İLE OLAN İLİŞKİSİNİN ARAŞTIRILMASI

ARAŞTIRMA EKİBİNDE YER ALAN VE YETKİN BİR ARAŞTIRMACININ		İMZA Sİ
ADI & SOYADI		
TARİH		

GEREKİĞİ DURUMLARDA TANIK		İMZA Sİ
ADI & SOYADI		
GÖREVİ		
TARİH		

Tarih/ Versiyon: 5.5.2016

İlaç Dışı Çalışmalar İçin Bilgilendirilmiş Görüş Ölü Formu	Belge Kodu	Rev. Tarihi / No.su:	Sayfa
		Form 17	03.11.2010/EU/TP00

## Ek 5: Beş Faktör Kişilik Envanteri.

### Kısa Form Beş Faktör Kişilik Envanteri

Aşağıda insanların bazı özelliklerini tanımlayan cümleler verilmiştir. Lütfen dikkatlice okuyarak her ifadenin sizi tanımlamakta ne derece uygun olduğunu belirten seçeneklerden bir tanesini işaretleyiniz.

Eğer cümle sizi tanımlamakta;

Tamamen Uygunsa	baş harfleri olan	"TU" yu	<input checked="" type="radio"/> TU	<input type="radio"/> BU	<input type="radio"/> ?	<input type="radio"/> PUD	<input type="radio"/> HUD
Biraz Uygunsa	baş harfleri olan	"BU" yu	<input type="radio"/> TU	<input checked="" type="radio"/> BU	<input type="radio"/> ?	<input type="radio"/> PUD	<input type="radio"/> HUD
Pek Uygun Değilse	baş harfleri olan	"PUD" yi	<input type="radio"/> TU	<input type="radio"/> BU	<input type="radio"/> ?	<input checked="" type="radio"/> PUD	<input type="radio"/> HUD
Hiç Uygun Değilse	baş harfleri olan	"HUD" yi	<input type="radio"/> TU	<input type="radio"/> BU	<input type="radio"/> ?	<input type="radio"/> PUD	<input checked="" type="radio"/> HUD

daire içine alın. Eğer hiç bir seçenek size uymuyorsa veya kararsızsanız " ? " ni daire içine alınız. Lütfen karar vermekte çok zorlanmadığınız sürece soru işaretini ( ? ) kullanmayınız.

Bu anketteki hiç bir sorunun doğru ya da yanlış cevabı yoktur. Bizim için önemli olan sizin samimi görüşünüzü almaktır. Lütfen cevaplarınızı **genel halinize göre, çoğunlukla nasıl olduğunuzu** düşünerek veriniz. Ayrıca olmak istediğinize göre değil, şu anda kendinizi nasıl görüyorsanız ona göre cevaplayınız.

Tamamen Uygun TU	Biraz Uygun BU	Kararsız ?	Pek Uygun Değil PUD	Hiç Uygun Değil HUD
1. Çekingen bir insanım.	TU BU ? PUD HUD			
2. Her şeyi son dakikada yaparım.	TU BU ? PUD HUD			
3. Etrafımdaki insanları eğlendiririm.	TU BU ? PUD HUD			
4. Farklı düşünen insanların anlarım.	TU BU ? PUD HUD			
5. Otoriteye saygı duyarım.	TU BU ? PUD HUD			
6. Düşüncelerimi hayata geçiremem.	TU BU ? PUD HUD			
7. Coşkulu bir grupta olmaktan hoşlanırım.	TU BU ? PUD HUD			
8. Başkalarını başışlamakta güçlük çekerim.	TU BU ? PUD HUD			
9. İnsanlara acı konuşurum.	TU BU ? PUD HUD			
10. Değişiklik fikrinden hoşlanmam.	TU BU ? PUD HUD			
11. Çalışırken sıklıkla canım sıkılır.	TU BU ? PUD HUD			
12. Derin umutsuzluklara kapılırım.	TU BU ? PUD HUD			
13. Her şeye endişelenirim.	TU BU ? PUD HUD			
14. Emirlere uyarım.	TU BU ? PUD HUD			
15. Başkalarının göremediği güzellikleri fark ederim.	TU BU ? PUD HUD			
16. Her şeyi sorun haline getiririm.	TU BU ? PUD HUD			
17. Yabancı ortamlarda rahatımdır.	TU BU ? PUD HUD			
18. Zamanımı boşa harcarım.	TU BU ? PUD HUD			
19. Başışlayıp unutmaya çalışırım.	TU BU ? PUD HUD			
20. Hayatımın bir yönü olmadımı hissediyorum.	TU BU ? PUD HUD			
21. Çılgın hayallere dalmaktan hoşlanırım.	TU BU ? PUD HUD			
22. Kolayca kızmam.	TU BU ? PUD HUD			
23. Kendimi olduğumdan daha aşağıda görürüm.	TU BU ? PUD HUD			
24. Şiddetli arzularımı kontrol edebilirim.	TU BU ? PUD HUD			
25. Benden beklenenden fazlasını yaparım.	TU BU ? PUD HUD			
26. Hiç okula gitmedim.	TU BU ? PUD HUD			

Tamamen Uygun TU	Biraz Uygun BU	Kararsız ?	Pek Uygun Değil PUD	Hiç Uygun Değil HUD
27. Yalnız olmaktan hoşlanırım.	TU BU ? PUD HUD		57. Kin tutarım.	TU BU ? PUD HUD
28. Başkalarına tepeden bakarım.	TU BU ? PUD HUD		58. Kurallara sıkı sıkıya bağlıyım.	TU BU ? PUD HUD
29. Geçmiş hatalarımı düşünerek zaman harcarım.	TU BU ? PUD HUD		59. Olayları analiz etmeye çalışırım.	TU BU ? PUD HUD
30. Disiplinli bir insanım.	TU BU ? PUD HUD		60. Ruh halim çok sık değişir.	TU BU ? PUD HUD
31. Rekabetten çok işbirliğine önem veririm.	TU BU ? PUD HUD		61. Kendi fikirlerimi oluşturmak isterim.	TU BU ? PUD HUD
32. Hayal kırıklıklarımın acısını başkalarından çıkarırım.	TU BU ? PUD HUD		62. Aynı anda birçok şeyi idare edebilirim.	TU BU ? PUD HUD
33. Macera ararım.	TU BU ? PUD HUD		63. Kahkahayla gülerim.	TU BU ? PUD HUD
34. Yapacağım işlerin listesini çıkarırım.	TU BU ? PUD HUD		64. Eleştirileri kızmadan kabul edebilirim.	TU BU ? PUD HUD
35. Fırsatım buldum mu gösteriş yaparım.	TU BU ? PUD HUD		65. Duygularımın altında ezilirim.	TU BU ? PUD HUD
36. Az konuşurum.	TU BU ? PUD HUD		66. Sivri dilliyim.	TU BU ? PUD HUD
37. Duygusal davranan insanları anlayamam.	TU BU ? PUD HUD		67. Vücut ağırlığım yüz elli kilonun altındadır.	TU BU ? PUD HUD
38. Düşünmeye iten filmleri severim.	TU BU ? PUD HUD		68. Göze girmek için insanlara varırım.	TU BU ? PUD HUD
39. Kalabalıktan hoşlanmam.	TU BU ? PUD HUD		69. Her zaman faalimdir.	TU BU ? PUD HUD
40. Başkalarını memnun etmek isterim.	TU BU ? PUD HUD		70. Amaçlarımın ulaşmak için sıkı çalışırım.	TU BU ? PUD HUD
41. Her zaman görüdüğüm gibi değilimdir.	TU BU ? PUD HUD		71. Her zaman söylediğimi yapmam.	TU BU ? PUD HUD
42. Hazır cevap biriyimdir.	TU BU ? PUD HUD		72. Yeni hiçbir şey söylemem.	TU BU ? PUD HUD
43. Özürleri kolayca kabul ederim.	TU BU ? PUD HUD		73. Kolayca etki altında kalırım.	TU BU ? PUD HUD
44. Arkadaşlarımı güldürürüm.	TU BU ? PUD HUD		74. Harekete bayılırım.	TU BU ? PUD HUD
45. Başkalarına çok fazla önem veririm.	TU BU ? PUD HUD		75. Genellikle eşyaları yerine koymayı unuturum.	TU BU ? PUD HUD
46. Hiç baş ağrısı yaşamadım.	TU BU ? PUD HUD		76. Okumaktan hoşlanırım.	TU BU ? PUD HUD
47. Olaylara yalnız tek bir açıdan bakarım.	TU BU ? PUD HUD		77. Kolayca kendimi baskı altında hissederim.	TU BU ? PUD HUD
48. Kendimi bir şeye veremem.	TU BU ? PUD HUD		78. Duygularımı yoğun yaşarım.	TU BU ? PUD HUD
49. Kendimi anlamaya çalışırım.	TU BU ? PUD HUD		79. Tehlikeli şeyler yaparım.	TU BU ? PUD HUD
50. İnsanları kolayca başışlayabilirim.	TU BU ? PUD HUD		80. Bazen yalan söylemek zorunda kalırım.	TU BU ? PUD HUD
51. İşleri planlayarak yaparım.	TU BU ? PUD HUD		81. Cesaretim çabuk kırılır.	TU BU ? PUD HUD
52. Yakalanmayacağımı bilsem dahi vergi kaçırırım.	TU BU ? PUD HUD		82. Sonradan pişman olacağım şeyler yaparım.	TU BU ? PUD HUD
53. Sanata ilgi duymam.	TU BU ? PUD HUD		83. Konuşkan bir insanım.	TU BU ? PUD HUD
54. Sürekli aynı şeyleri yapmaktan hoşlanmam.	TU BU ? PUD HUD		84. Başkaları için uğraşmaktan hoşlanmam.	TU BU ? PUD HUD
55. Kolayca huzursuz olurum.	TU BU ? PUD HUD		85. İnsanlara güvenirim.	TU BU ? PUD HUD
56. Düzensizlikten rahatsız olmam.	TU BU ? PUD HUD			





## Ek 6: Self Assessment Manikin Testi.

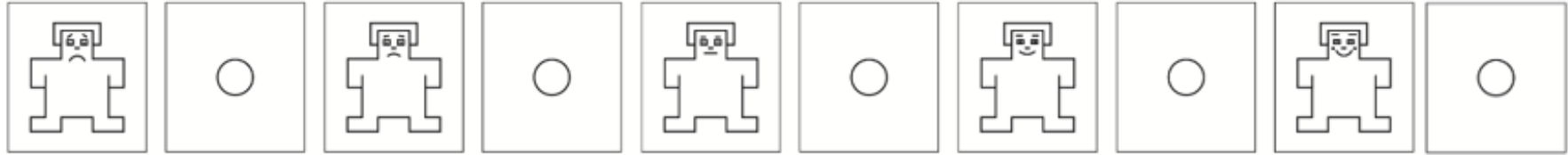
ADI : .....  
SOYADI : .....

TARİH : ...../...../2016  
RENK : .....

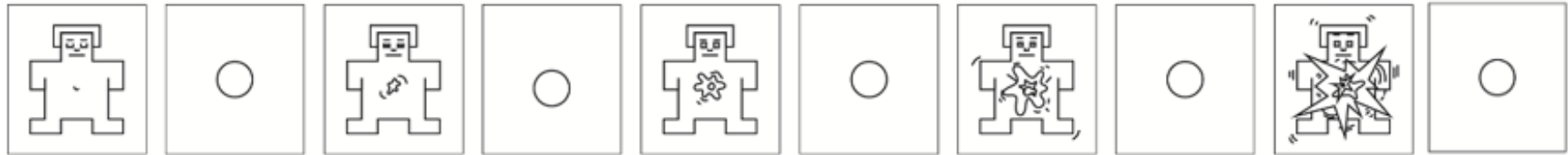
### SELF ASSESSMENT MANIKIN (SAM) TESTİ

..... renkli ışık maruziyeti esnasında hoşnutluk, uyarılmışlık ve baskınlık açısından aşağıdaki ifadeler arasından kişisel durumunuzu en iyi ifade edenini seçiniz.

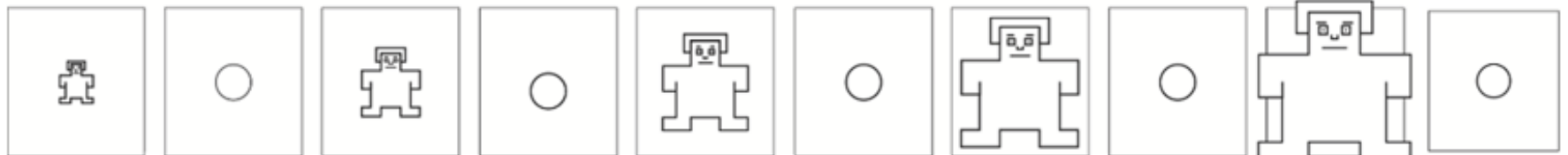
#### Hoşnutluk Derecesi



#### Uyarılmışlık Derecesi



#### Baskınlık Derecesi





## Ek 7: Kişisel Algı Soruları.

ADI : .....  
SOYADI : .....

TARİH : ...../...../2016  
RENK : .....

### SORULAR

Soru 1 : ..... renkli ışık uygulamasının başladığının bildirildiği zamandan bittiğinin bildirildiği zamana kadar yaklaşık olarak ne kadar süre kabin içerisinde kaldınız ?

Cevap 1 : ..... dakika

Soru 2 : ..... renkli ışık altında bulduğunuzun ortamın genişliği hakkında tahmini bir derecelendirme (1 ile 5 arasında) yapar mısınız ?

Cevap 2 :            1 ÇOK DAR            2 DAR            3 NORMAL            4 GENİŞ            5 ÇOK GENİŞ

## Özgeçmiş

2009 yılında Fırat Üniversitesi Fen Fakültesi Fizik Bölümü'ne yerleştim ve 2013 yılında mezun oldum. 2014 yılında Ege Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Biyofizik Anabilim Dalı'nda yüksek lisans eğitime başladım. Yüksek lisans eğitimim boyunca çok düşük frekanslı elektromanyetik alanların ve renkli ışıkların insanlarda otonom sinir sistemi üzerindeki etkilerine yönelik araştırmalar içerisinde bulundum. Çalışma hayatıma gelince, 2011-2014 yılları arasında Elazığ Gençlik Spor İl Müdürlüğünde memur olarak görev yaptım. 2014 yılından itibaren ise Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyofizik Anabilim Dalı'nda araştırma görevlisi olarak çalışmaktayım. İlgi alanlarım arasında bilgisayar oyunları, bilgisayar programlamacılığı, astronomi, tenis ve sinema yer almaktadır.

E-posta: [mustafa.munzuroglu@ege.edu.tr](mailto:mustafa.munzuroglu@ege.edu.tr).