



T.C.
EGE ÜNİVERSİTESİ
Sağlık Bilimleri Enstitüsü



**FARKLI RENKLERDEKİ IŞIKLARIN BİLİŞSEL
PERFORMANSLAR VE OTONOM SİNİR SİSTEMİ
ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

Doktora Tezi

Barış NARİN

Biyofizik Anabilim Dalı

İzmir
2023

T.C.
EGE ÜNİVERSİTESİ
Sağlık Bilimleri Enstitüsü

**FARKLI RENKLERDEKİ IŞIKLARIN BİLİŞSEL
PERFORMANSLAR VE OTONOM SİNİR SİSTEMİ
ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

Doktora Tezi

Bariş NARİN

Danışman
Doç. Dr. Erdal BİNBOĞA

Biyofizik Anabilim Dalı Doktora Programı

İzmir
2023

Tez Değerlendirme Kurulu Üyeleri

(Adı Soyadı)

(İmza)

Başkan : Doç. Dr. Erdal BİNBOĞA

(Danışman)

Üye : Prof. Dr. Murat PEHLİVAN

Üye : Prof. Dr. Serdar TOK

Üye : Doç. Dr. Ayşegül KESER

Üye : Doç. Dr. Şule ÖNCÜL

Üye : Doç. Dr. Özkan DOĞANAY

Doktora Tezinin kabul edildiği tarih: 06/12/2023

Önsöz

Biyofizik, “canlı sistem fiziği” anlamına geldiği için biyofiziğin tanımını bünyesinde barındıran bir araştırma olduğunu düşündüğüm bu doktora tezi benim için bir fırsat olmuştur. Doktora öğrenimimden sonrası için planladığım daha geniş araştırma alanlarına beni hazırladığına inandığım tezimin, okuyan araştırmacılara katkıda bulunacağını umut etmekteyim.

Covid-19 salgını nedeniyle oluşan zorunlu kapanmalar, tezimin deney aşamasını bir süre geciktirdi. Ancak bu süre içinde tezimin alt yapısına yönelik yeni araştırma yapma fırsatı yakalayıp konuya olan hakimiyetim daha da artmıştır. Nihayet kapanmaların ardından deneysel aşamalar tamamlanmış ve tezim bugünkü halini almıştır.

Bilimsel bilgi birikimine katkısı olması dileğimle.

İzmir, 27.12.2023

Barış NARİN

Özet

Farklı Renklerdeki Işıkların Bilişsel Performanslar ve Otonom Sinir Sistemi Üzerindeki Etkilerinin Araştırılması

Günlük yaşantının pek çok alanında renkli ışıklara maruziyet giderek artmakta olup, bilişsel faaliyetlerin önemli bir kısmı bu renkli ışıklar altında gerçekleştirilmektedir. Ancak, renkli ışıkların bilişsel işlevler üzerindeki etkisi ve bu etkinin otonom sinir sistemi (OSS) ile ilişkisi yeterince aydınlatılmamıştır. Bu çalışmada beyaz, mavi ve kırmızı renkli ışıklara maruziyetin sağlıklı yetişkinlerin bilişsel test performanslarını etkileyip etkilemediği ve bu testler sırasında otonom sinir sisteminin ne şekilde değiştiğinin araştırılması amaçlanmıştır.

Bu amaçla, çalışmaya 10 kadın ve 13 erkek (yaş ortalamaları $18,74 \pm 1,096$) olmak üzere toplamda 23 sağlıklı gönüllü katılmıştır. Testler, bir aydınlatma kabini içinde gerçekleştirilmiş olup, kalp atım hızı (KH) ve kalp atım hızı değişkenliği (KHD) gönüllülerin sol el işaret parmaklarına takılan bir fotopletismografi (PPG) sensörü aracılığı ile alınmıştır. Gönüllüler beyaz, mavi ve kırmızı ışıklara rastgele sıralamada maruz bırakılmış ve bu ışıklar altında önce 2 dakika dinlendirilmiş ve hemen ardından gönüllülerden aynı renk ışık altında Sürekli Performans Testi (CPT) olarak adlandırılan bilgisayar temelli bir bilişsel testin AX türünü uygulamaları istenmiştir.

Araştırma sonuçlarında CPT-AX bilişsel performans göstergelerinden doğru yanıt oranı, reaksiyon zamanı, dürtüsellik ve ıskalama değerlerinin renkli ışıklara göre anlamlı olarak değişmediği görülmüştür ($p>0,05$). Diğer taraftan, her bir ışık rengi için dinlenme periyodu ile aynı renkli ışık maruziyeti sırasındaki bilişsel test periyodu arasında KHD frekans düzlemi değişkenleri olan düşük frekans ("Low Frequency") (LF), yüksek frekans ("High Frequency") (HF) ve LF/HF değerleri bakımından anlamlı bir fark bulunmuştur ($p<0,05$). Ancak, farklı renkteki ışıklar altında yapılan bilişsel testler sırasındaki KH ve KHD değişkenleri arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$).

Araştırma bulguları, bilişsel testler sırasında uygulanan renkli ışıkların bilişsel test başarısını etkilemediğini göstermektedir. Ancak, bilişsel testler sırasındaki zihinsel faaliyetler başta sempatik sinir sisteminde (SSS) bir artışa ve bunu dengelemek üzere parasempatik sinir sisteminde (PSS) bir tepkisel aktiviteye (vagal atak) neden olmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Renkli ışıklar; Otonom sinir sistemi; Bilişsel performans; Kalp atım hızı değişkenliği.



Abstract

Investigation of Effects of Different Colored Lights on Cognitive Performances and Autonomic Nervous System

Exposure to colored lights is increasing in many areas of daily life, and a significant part of cognitive activities are carried out under these colored lights. However, the effect of colored lights on cognitive functions and the relationship of this effect with the autonomic nervous system (ANS) have not been sufficiently elucidated. This study aimed to investigate whether exposure to white, blue and red lights affects the cognitive test performance of healthy adults and how ANS changes during these tests.

For this purpose, a total of 23 healthy volunteers, 10 women and 13 men (mean age 18.74 ± 1.096), participated in the study. The tests were carried out in a lighting cabinet, and heart rate (HR) and heart rate variability (HRV) were recorded via a photoplethysmography (PPG) sensor attached to the volunteers' left index fingers. Volunteers were exposed to white, blue and red lights in a random order and first rested under these lights for 2 minutes and then were asked to perform the AX type of a computer-based cognitive test called Continuous Performance Test (CPT) under the same color light.

The research results showed that correct response rate, reaction time, impulsivity and miss values, which are CPT-AX cognitive performance indicators, did not change significantly according to colored lights ($p > 0.05$). On the other hand, for each light color, a significant difference was found between the rest period and the cognitive test period during the same color light exposure in terms of the HRV frequency plane variables LF (low frequency), HF (high frequency) and LF/HF ($p < 0.05$). However, no significant difference was found between HR and HRV variables during cognitive tests performed under different colored lights ($p > 0.05$).

Research findings show that colored lights applied during cognitive tests do not affect cognitive test success. However, mental activities during cognitive tests cause an increase in the sympathetic nervous system and an intense reactive activity in paravagal sympathetic nervous system, vagal rebound, to balance this.

Keywords: Colored lights; Autonomic nervous system; Cognitive performance; Heart rate variability.

İçindekiler

Önsöz	II
Özet.....	III
Abstract.....	V
İçindekiler	VI
Tablolar Dizini.....	VIII
Şekiller Dizini	IX
Kısaltma Listesi	X
1. Giriş	1
1.1. Araştırmanın Problemi.....	4
1.2. Araştırmanın Sorusu	4
1.3. Araştırmanın Hipotezleri	5
1.4. Araştırmanın Varsayımları.....	5
1.5. Araştırmanın Sınırlılıkları	5
1.6. Araştırmanın Amacı	5
2. Genel Bilgiler	6
2.1. Bilişsellik	6
2.1.1. Bilişsel İşlevlerin Ölçümü	6
2.2. Işık ve Renk	7
2.2.1. Elektromanyetik Dalgalar	7
2.2.2. Elektromanyetik Spektrum.....	8
2.2.3. Işık ve Görünür Işık Bölgesi	8
2.3. Görme Fizyolojisi	9
2.3.1. Mercek, Pupilla ve Retina	9
2.3.2. Görme Yolları.....	9
2.4. Otonom Sinir Sistemi.....	9
2.4.1. Kalp Atım Hızı	10
2.4.2. Kalp Atım Hızı Değişkenliği.....	10
3. Gereç ve Yöntem	12
3.1. Araştırmanın Tipi	12
3.2. Araştırmanın Yeri ve Zamanı.....	12
3.3. Araştırmanın Evreni ve Örneklemi.....	12

3.4. Araştırmanın Değişkenleri	12
3.5. Aydınlatma Kabini Özellikleri.....	12
3.6. Sürekli Performans Testi (CPT)-AX.....	13
3.7. Kalp Atım Hızı ve Kalp Atım Hızı Değişkenliği Kayıt Sistemi.....	14
3.8. Araştırma Protokolü.....	14
3.9. Veri Analizi	16
3.9.1. Kalp Atım Hızı Değişkenliği Analizi	16
3.9.2. CPT-AX Analizi	17
3.10. İstatistiksel Analiz	17
4. Bulgular.....	18
4.1. Bilişsel Test Başarı Nicelikleri.....	18
4.1.1. Doğru Yanıt Oranı, Reaksiyon Zamanı, Dürtüsellik ve Iskalama Değerleri	18
4.2. Kalp Atım Hızı ve Kalp Atım Hızı Değişkenliği Nicelikleri.....	21
4.2.1. Kalp Atım Hızı Değerleri	23
4.2.2. Kalp Atım Hızı Değişkenliği Zaman ve Frekans Düzlemi Nicelikleri.....	24
5. Tartışma	29
6. Sonuç ve Öneriler	34
7. Kaynaklar	35
8. Ekler	44
Teşekkür	51
Özgeçmiş	52

Tablolar Dizini

Tablo 1. Sık kullanılan KHD zaman düzlemi ve frekans düzlemi değişkenleri.	11
Tablo 2. Bilişsel performans çıktılarının ortalama değerleri ve renkli ışıklara göre ortalamalar arasındaki farklılıklar.....	18
Tablo 3. Renkli ışık maruziyeti altındaki bilişsel testler sırasındaki KH ve KHD parametrelerinin ortalama değerleri ve istatistiksel analizleri.....	22



Şekiller Dizini

Şekil 1. Aydınlatma kabini ve deney ortamı. Soldan sağa sırasıyla beyaz ışık, mavi ışık ve kırmızı ışık altındaki deney ortamı görülmektedir.	13
Şekil 2. CPT-AX testine ait bir ekran görüntüsü.....	14
Şekil 3. Araştırma Protokolünün Akış Şeması.....	16
Şekil 4. Doğru yanıt oranının renkli ışık maruziyetine göre değişimi.....	19
Şekil 5. Reaksiyon zamanının renkli ışık maruziyetine göre değişimi.	19
Şekil 6. Dürtüsellik yüzde değerinin renkli ışık maruziyetine göre değişimi.	20
Şekil 7. Iskalama yüzde değerinin renkli ışık maruziyetine göre değişimi.....	20
Şekil 8. Renkli ışık altında dinlenme ve bilişsel test sırasındaki KH ortalama değerleri.	23
Şekil 9. Renkli ışık altında dinlenme ve bilişsel test sırasındaki NNmean ortalama değerleri.....	24
Şekil 10. Renkli ışık altında dinlenme ve bilişsel test sırasındaki RMSSD ortalama değerleri.....	25
Şekil 11. Renkli ışık altında dinlenme ve bilişsel test sırasındaki SDNN ortalama değerleri.	25
Şekil 12. Renkli ışık altında dinlenme ve bilişsel test sırasındaki LF ortalama değerleri.....	26
Şekil 13. Renkli ışık altında dinlenme ve bilişsel test sırasındaki HF ortalama değerleri.	27
Şekil 14. Renkli ışık altında dinlenme ve bilişsel test sırasındaki LF/HF ortalama değerleri.....	28

Kısaltma Listesi

EDA	: Elektrodermal Aktivite
KH	: Kalp Atım Hızı
KHD	: Kalp Atım Hızı Değişkenliği
OSS	: Otonom Sinir Sistemi
HF	: Yüksek Frekans (“High Frequency”)
LF	: Düşük Frekans (“Low Frequency”)
NNmean	: Normal-Normal zaman ortalaması
RMSSD	: Ardışık Farkların Ortalamasının Kare Kökü (“Root Mean Square of Successive Differences”)
SDNN	: NN aralıklarının Standart Sapması (“Standard Deviation of NN intervals”)
SSS	: Sempatik Sinir Sistemi
PSS	: Parasempatik Sinir Sistemi
PEBL	: Psychology Experiment Building Language
CPT	: Sürekli Performans Testi (“Continuous Performance Test”)
CPT-AX	: Sürekli Performans Testi – AX türü
EMD	: Elektromanyetik Dalga
EKG	: Elektrokardiyografi
LED	: Işık Yayan Diyot (“Light Emitting Diode”)
PPG	: Fotopletismografi

1. Giriş

Günlük yaşamda renkli (kromatik) ışıklara maruziyet giderek artmaktadır. Özellikle konutlar, iş yerleri, spor salonları ve eğitim-öğretim merkezleri gibi çeşitli alanlarda bulunan bireyler pek çok görevi bu ışıkların etkisi altında gerçekleştirmektedir. Dolayısıyla monokromatik (tek renkli) ışık ya da kromatik (renkli) ışığın ortamda varlığı psikolojik ve fizyolojik açıdan önem arz etmekte olup, konu ile ilgili olarak da giderek artan sayıda araştırma yapılmaktadır (Binboğa, Tok, Munzuroğlu, Canüzmez ve Dal, 2019; Brainard ve Hanifin, 2005; Vandewalle, Maquet ve Dijk, 2009; Berson, 2003).

Bu araştırmalar; monokromatik veya kromatik ışıkların insanlarda elektrodermal aktivite (EDA) (Tofle, Schwarz, Yoon ve Max-Royale, 2004; Jacobs ve Hustmyer, 1974), vücut sıcaklığı (Cajochen, Zeitzer, Czeisler ve Dijk, 2000; Litscher, Wang, Gaischek ve Litscher, 2013), kan basıncı (Pierman ve Brian, 1976; Tofle, Schwarz, Yoon ve Max-Royale, 2004; Visweswaraiah ve Telles, 2006), kalp atım hızı (KH) (Cajochen, Zeitzer, Czeisler ve Dijk, 2000; Küller, Mikellides ve Janssens, 2009; Abbas, Kumar ve Mclachan, 2005), kalp atım hızı değişkenliği (KHD) (Schafer ve Kratky, 2006; Tokushige ve Yamamoto, 2013; Ross, Guthrie ve Dumant, 2013) gibi otonom sinir sistemi tarafından yönetilen ve kontrol edilen pek çok fizyolojik değişikliğe neden olduğunu bildirmektedir. Örneğin beyaz, sarı, turuncu, yeşil, mavi, pembe ve kırmızı ışıkla ışıklandırılmış bir ortamda gönüllülerin otonom sinir sistemi aktivasyonunun bir göstergesi olan KHD indekslerinden HF (yüksek frekans-high frequency) değerlerinin sarı ve yeşil renkler için mavi, kırmızı ve pembeye ait HF değerlerinden daha yüksek değerlerde olduğu gözlenmiştir (Nomoto ve diğerleri, 2014). Dijital bir monitörden 1 metre uzakta kırmızı, sarı, yeşil ve mavi renkli ışıklara 5 dakika boyunca bakıldığında, sarı ve yeşil renkli ışıkların KHD parametrelerinin bir diğeri olan LF (düşük frekans-low frequency) değerlerinde bir düşüşe, kırmızı ve yeşil renkli ışıkların ise HF değerlerinde bir artışa neden olduğu ileri sürülmüştür (Moharreri, Rezaei, Dabanloo ve Parvaneh, 2014). Bir pencereden yaklaşık 1,5 metre uzaklıkta yüzleri pencereye dönük halde oturur vaziyette bulunan gönüllüler gün ışığı, mavi ve kırmızı renkli ışıklara maruz bırakıldıklarında, kırmızı ışığın LF değerlerinde bir artışa, HF değerlerinde ise bir düşüşe neden olduğu bildirilmiştir (Edelhäuser ve diğerleri, 2013). Mavi ve kırmızı ışığa 10 dakika

boyunca maruz bırakılan gönüllülerde, mavi ışığın vücut sıcaklığı, KH ve KHD'de anlamlı bir düşüşe neden olduğu, ayrıca gönüllülerin stres seviyelerinde de bir azalmanın izlendiği ancak kırmızı ışık maruziyetinde ise anlamlı bir değişimin olmadığı bildirilmiştir (Litscher, Wang, Gaischek ve Litscher, 2013). Gönüllüler kırmızı, sarı, yeşil gibi kromatik renklere ve siyah, beyaz gibi akromatik renklere maruz bırakıldığında, siyah rengin HF değerlerinde bir düşüşe, beyaz rengin ise LF/HF oranında bir artışa yol açtığı ve kırmızı dışındaki renklerin ise gönüllülerin subjektif uyarılmışlık düzeylerini düşürdüğü bildirilmiştir (Tokushige ve Yamamoto, 2013). Yukardaki çalışmalardan anlaşıldığı üzere, mavi ve kırmızı renkli ışıkların otonom sinir sistemi üzerinde birbirine zıt yönde etki edebileceğine dair veriler bulunmaktadır.

Öte yandan, kromatik ışıkların uyarılmışlık (Chellappa ve diğerleri, 2011; Jalil, Yunus ve Said, 2012; Hau, Zhang ve Miao, 2008) ve baskınlık hissi (Hill ve Barton, 2005; Krenn, 2014), ortam genişliği (Edelhäuser ve diğerleri, 2013; Choi, Kim, Kim, Kim ve Choi, 2011), hoşnutluk (Valdez ve Mehrabian, 1994; Kaya ve Epps, 2004), algılanan zaman değişimi (Tofle, Schwarz, Yoon ve Max-Royale, 2004; Sakuragi ve Sugiyama, 2011) vb. kişisel algı ve biliş düzeylerini de etkileyebileceği bildirilmektedir. Bu çerçeveden bakıldığında, sokakların mavi ışıkla aydınlatılmasının kapkaç ve başka suç oranlarında azalmaya neden olabileceği ve bu nedenle sokak aydınlatmalarında mavi ışık kullanılmasının suç işlemeyi önlemede faydalı olabileceği yönünde ilginç bir sonuca ulaşılmıştır (Nomoto ve diğerleri, 2014). Ayrıca, bilişsel performanslar ve renkler arasında birtakım önemli etkileşimler bulunduğu yönünde de bulgular vardır (Hau, Zhang ve Miao, 2008). Ancak, bilişsel yetenekler ile monokromatik ışıklar arasındaki ilişkiye yönelik anlamlı ve kapsamlı çalışmaya rastlanmamıştır.

Bilişsel işlevlerin günlük yaşantıdaki öneminin oldukça yüksek olduğu bilinen bir gerçektir. Bilişsel işlevler, çevreden gelen bilginin doğru yorumlanmasını ve doğru tepki verilmesini sağlayan zihinsel yeteneklerdir (Forte, Favieri ve Casagrande, 2019). Bireylerin bilinçli zihinsel çaba gerektiren amaca yönelik görevlerdeki performansını ifade eder (Lamport, Saunders, Butler ve Spencer, 2014; Taylor, Watkins, Marshall, Dascombe ve Foster, 2016). Günlük yaşamda sıklıkla kullanılan

bu işlevler öğrenme, hatırlama, problem çözme, dikkat, karar verme gibi özellikleri içerir (Fisher, Cahcon ve Chaffee, 2019).

Bilişsel işlevler birçok içsel ve dışsal faktörden etkilenir (Kim ve Park, 2017). Örneğin; yaş, eğitim durumu, cinsiyet (Li, Wang ve Xiao, 2016; Kim, 2010; Park ve Song, 2016; Lin ve diğerleri, 2017; Park, Lee ve Kim, 2015), duygu durumu (Barnes ve Yaffe, 2011), çeşitli beyin hastalıkları, kafein tüketimi (Swift ve Tiplady, 1988; Rees, Allen ve Lader, 1999), uyku-uyanıklık durumu (Alhola ve Polo-Kantola, 2007), ortam sıcaklığı (Hocking, Silberstein, Lau, Stough ve Roberts, 2001) ve tüketilen oksijen miktarı (Kourtidou-PapadeLi, Wang ve Xiao, 2008) gibi pek çok durum, bilişsel işlevleri etkiler. Ancak, monokromatik ışıkların insanların bilişsel işlevleri ve karar verme süreçlerinde nasıl bir etkiye sahip olduğu yeterince açık değildir. Özellikle beyaz, mavi ve kırmızı ışığın bilişsel test performanslarını etkileyip etkilemediği bilinmemektedir. Spektrumun zıt bölgelerinde bulunan mavi ve kırmızı renkli ışık altında gerçekleştirilen bilişsel testler sırasında sempatik sinir sistemi ve parasempatik sinir sistemi arasındaki dengenin değişip değişmediğine yönelik çalışmalara rastlanmamıştır.

Otonom sinir sistemi değişimlerinin incelenmesi, otonom sinir sisteminin sağlıklı ve kararlı bir iç dengenin sağlanmasındaki görevini yerine getirip gerdirmediğini ortaya koyması bakımından önemlidir. Otonom sinir sistemi değişimleri genellikle KHD analizleri ile incelenip, KHD parametreleri bireylerin sempatik sinir sistemi ve parasempatik sinir sistemi aktivitelerinin durumunu ve sempatik-parasempatik dengenin anlık olarak yönünü gösterir. Ayrıca, KHD parametrelerine bakılarak bireylerin yaptıkları görevlerde fizyolojik ve psikolojik uyarılmışlık seviyeleri, stres düzeyleri ya da sakinlik durumları veya iyilik halleri tespit edilebilir (Catai ve diğerleri, 2020).

Yukarıda özetlenen çalışmalardan anlaşılacağı üzere, mavi ve kırmızı ışığın otonom sinir sistemi üzerindeki birbirine zıt olan etkisinin, bilişsel testler sırasında da gözlenip gözlenmeyeceği ve mavi ve kırmızı ışıklara maruziyet esnasındaki bilişsel testlerde otonom sinir sisteminin tepkisinin nasıl değişeceği bilinmemektedir. Bu nedenle beyaz, mavi ve kırmızı renkli ışık altında yapılan bilişsel testler sırasında, bu renklerden herhangi birinin bilişsel testlerdeki başarıya olumlu bir katkısının olup olmadığı bu araştırma ile ortaya çıkarılacaktır. Ayrıca, söz konusu renkli ışıklar

altında gerçekleştirilen bilişsel işlevler sırasında gözlenen KHD parametreleri ile bireylerin renge bağlı olarak sempatik sinir sistemi ve parasempatik sinir sistemi aktivitelerinin durumu, sempatik-parasempatik dengenin yönü, bireylerin test sırasındaki anlık stres durumları bu araştırma ile gösterilecektir. Böylece, karmaşık bilişsel görevlerin zorunlu olduğu özel durumlarda, test ortamları belirlenen renkli ışıkla aydınlatılarak bireylerin test başarısı, psikolojik uyarılmışlık seviyeleri, stres düzeyleri, sakinlik ve iyilik halleri kontrol altına alınabilecektir.

1.1. Araştırmanın Problemi

Öğrenme, karar verme, dikkat ve dürtüsellik düzeyi gibi özellikleri içeren bilişsel işlevler (Fisher, Cahcon ve Chaffee, 2019), birçok içsel ve dışsal faktörden etkilenmektedir. Dikkat kapasitesinin yükselmesi, dürtüsel davranışın belirli sınırlar altında tutulması veya bir problem ile karşılaşıldığında bu problemi çözme kapasitesinin yükseltilmesi modern hayatta arzu edilir yeteneklerdir. Bu gibi yetenekleri artıran dış etkenlerin keşfedilmesi bireylerin entelektüel yaşamlarına olumlu katkılar sunabilir. Bu araştırmanın problemi, mavi ve kırmızı ışığın otonom sinir sistemi üzerindeki birbirine zıt yönde olduğu belirtilen etkisinden yararlanarak, bilişsel testler sırasında beyaz, mavi ve kırmızı ışığın test başarısına ve otonom sinir sistemi değişimlerine neden olan etkili bir dış faktör olup olmadığının belirlenmesidir.

1.2. Araştırmanın Sorusu

Mavi ve kırmızı renkler elektromanyetik spektrumun görünür bölgesinin iki zıt ucunda olup, organizmayı farklı şekillerde etkilemektedir. Bu noktadan yola çıkarak araştırma soruları; 1- “Gönüllülerin beyaz, mavi ve kırmızı ışıklara maruz bırakılmasının bilişsel test başarısında anlamlı etkileri olur mu?” 2- “Beyaz, mavi ve kırmızı ışık altında gerçekleştirilen bilişsel testler sırasında, bireylerin sempatik sinir sistemi ve parasempatik sinir sistemi aktivitelerinde bir değişim görülür mü?” şeklindedir.

1.3. Araştırmanın Hipotezleri

Bu araştırmanın hipotezleri mavi ve kırmızı renkli ışıkların farklı psikolojik ve fizyolojik etkileri olduğu göz önüne alındığında şöyledir:

- 1- Kırmızı renkli ışık altında gerçekleştirilen bilişsel test sonuçlarındaki başarı, mavi renkli ışık altında elde edilen başarı değerlerinden anlamlı derecede düşüktür.
- 2- Kırmızı renkli ışık altındaki bilişsel testler sırasındaki sempatik sinir sistemi aktivitesi mavi renkli ışığa göre anlamlı derecede yüksektir.

1.4. Araştırmanın Varsayımları

Yukarıda özetlenen çalışmalardan görüldüğü üzere, mavi ve kırmızı renkli ışıkların otonom sinir sistemi üzerinde birbirine zıt yönde etki edebileceğine dair veriler bulunmaktadır. Bu verilere dayanarak beyaz, mavi ve kırmızı ışık altında gerçekleştirilen bilişsel test başarısının birbirinden anlamlı derecede farklı olacağı varsayılmaktadır.

1.5. Araştırmanın Sınırlılıkları

Araştırmanın en önemli sınırlılığı, araştırmaya katılan gönüllü grubunun eğitim seviyesi ve akademik başarı düzeyleri yüksek olduğu düşünülen tıp fakültesi 2. sınıf öğrencileri ile sınırlı olmasıdır. Bu durumda araştırmanın sonuçları farklı yaş, zihinsel kapasite ve akademik düzeylerde olan bireylerin durumunu yansıtmayabilir. Ayrıca, daha yüksek veya daha düşük yaşlardaki ve farklı eğitim düzeylerine sahip bireylerin söz konusu renkli ışıklar altındaki bilişsel yanıtları ve otonom sinir sistemi değişimlerinin bu araştırma sonuçları ile öngörülmesi çok olası değildir.

1.6. Araştırmanın Amacı

Bu araştırmanın amaçları; beyaz, mavi ve kırmızı renkli ışığa maruziyetin sağlıklı insanların bilişsel performanslarını etkileyip etkilemediğini araştırmak ve renkli ışık maruziyeti altında gerçekleştirilen bilişsel görevler sırasında, katılımcıların otonom sinir sistemi yanıtlarının KH ve KHD üzerinden nasıl değiştiğini incelemektir.

2. Genel Bilgiler

2.1. Bilişsellik

Beynin akıl yürütme düzeyini belirten “bilişsel yetenek” kavramı; “algı, öğrenme, bellek, anlama, dikkat, karar verme, sezgi ve dil ile ilgili görevleri yerine getirme ile ilişkili yetenekler” biçiminde tanımlanabilir (Posner, DiGirolamo ve Fernandez-Duque, 1997). Günlük yaşamda bireyler, karşılaştığı birçok problemde, bu bilişsel yetenekleri sıklıkla ve değişik oranlarda kullanırlar. Bilişsel işlevler çeşitli etmenlerden etkilenmekte olup (Kim ve Park, 2017), bilişsel işlevlerin psikometrik ölçümü için bilişsel testler kullanılmaktadır (Howieson, 2019).

2.1.1. Bilişsel İşlevlerin Ölçümü

Beynin farklı bilişsel işlevlerini ölçmek için pek çok bilişsel test geliştirilmiştir. Son zamanlarda bilgisayar-yazılım teknolojilerinin gelişmesiyle birlikte bu testler bilgisayar ortamlarına taşınmaktadır. Bu yönde kullanılan platformlardan biri “Psychology Experiment Building Language” (PEBL) adlı bir programlama dili ve bu dille oluşturulmuş 80 civarında bilişsel testin bir paket olarak sunulduğu PEBL yazılımıdır. Bir açık kaynak yazılım sistemi olan PEBL; nöropsikolojik testlerin tasarımını, yürütülmesini ve paylaşımını olanaklı kılmaktadır. Bilgisayar aracılığıyla görsel ve işitsel uyarıların hazırlanıp sunulmasına, gönüllülerin yanıtlarının toplanmasına ve veri kaydı yapılmasına uygundur (Mueller ve Piper, 2014). PEBL’da uyarı olarak çeşitli görüntüler, metinler, şekiller, ses ve görüntü kayıtları veya üretilmiş sesler kullanılabilir. Bu uyarıların istenildiği sırayla, istenilen kurallar çerçevesinde sunulması sağlanarak sayısız çeşitlilikte bilişsel testin oluşturulması mümkündür (Mueller ve Piper, 2014). PEBL’in açık kaynaklı olması, müdahale edilemeyen sistemlere karşı avantajlı olmasını da sağlamaktadır. Araştırmacılar, kaynak kodunu inceleyebilir veya değiştirebilirler. Böylece bilişsel testlerin özellikleri de güncel ihtiyaçlara göre değiştirilebilir.

PEBL bataryasında da yer alan bir bilişsel test olan Sürekli Performans Testi (Continuous Performance Test, CPT), geçerliliği ve güvenilirliği Piper ve arkadaşları (2016) tarafından ortaya koyulmuş olan bir uygulamadır. Klinik ve araştırma alanlarında en sık kullanılan bilişsel testlerden olan CPT, dikkat eksikliği ve

hiperaktivite bozukluğu başta olmak üzere klinik takipte oldukça kullanışlı bir test olup, günlük yaşantıda veya birtakım görevlerde seçici ve sürdürülen dikkat ve dürtü kontrolünü ölçen bir bilişsel testtir (Roebuck, Freigang ve Barry, 2016). Bu test 8 yaş ve üstündeki bireylerde uzun süreli bir bilişsel görev sırasındaki dikkat ve dürtüsellik düzeyi gibi bazı parametreleri ölçmek için kullanılmaktadır. CPT testinde, bilgisayar ekranının ortasında ansızın beliren harflerden sadece hedef olanının seçilip işlenerek bilgisayar klavyesindeki bir tuşa olabildiğince hızlı basılması biçiminde yanıt verilmesi ve diğer harflerde ise yanıt verilmemesi istenir. Bu test isteğe bağlı olarak 5-15 dakika arasında sürmekte olup istenildiğinde diğer özellikleri de değiştirilebilmektedir. Test sonucunda, hedef yakalama veya kaçırma sıklığı, hedef olmayan uyarılara yanlış yanıt verme sayısı, her bir yanıt türü için reaksiyon zamanı, uyarılar arasındaki zaman aralığına bağlı değişen yanıt verme biçimleri, zamanla değişen dikkat ve dürtüsellik değişimleri gibi birçok parametre incelenebilir (Piper, Mueller ve Talebzadeh, 2016). Bu testin bir diğer türü de CPT-AX türüdür.

2.2. Işık ve Renk

Işık ve renk kavramını anlayabilmek için Elektromanyetik Dalgalar (EMD) kavramını ve spektrumu bilmek gereklidir.

2.2.1. Elektromanyetik Dalgalar

Elektriksel açıdan yüklü bir parçacığın belirli bir uzaklıktaki başka bir elektrik yüklü parçacık üzerinde oluşturduğu itme veya çekme kuvvetine “elektrik alan” denir. Hareketli elektrik yüküne etki eden Lorentz Kuvveti’ne “manyetik alan” denir. Elektrik ve manyetik alanlar birbirleri ile etkileşirler. Elektrik alan zamanla değiştikçe manyetik alan indükler. Benzer biçimde manyetik alan da zamanla değiştikçe elektrik alan indükler. Zamana bağlı değişen elektrik ve manyetik alanların etkileşiminin sonucu olarak elektromanyetik dalgalar (EMD) oluşur (Burton ve Noble, 2014). Elektromanyetik dalgaların boşluktaki ilerleme hızı ışık hızıdır. Elektromanyetik alanlar birbirleriyle etkileşirken dalga özelliklerini korurlar; maddeyle etkileşimde enerji ve momentum aktarırlar (Angelo ve Ribeiro, 2015).

2.2.2. Elektromanyetik Spektrum

İvmeli elektrik yüklerinin hareketi elektromanyetik ışımaya oluşturur. Elektromanyetik ışımının dalga boyuna göre bütünsel dağılımına “elektromanyetik spektrum” denir. Elektromanyetik spektrum bölgeleri; radyo dalgaları, mikro dalgalar, kızılötesi, görünür bölge, morötesi, X ışınları ve Gamma ışınları biçimindedir (Herter, 1985).

2.2.3. Işık ve Görünür Işık Bölgesi

Elektromanyetik ışımının görülebilir bölümüne “ışık” denir (Herter, 1985). Elektromanyetik radyasyon, enerjinin dalgalar biçiminde yayılmasıdır. Işık, “foton” adı verilen kütsüz parçacıklardan oluşan bir enerji türüdür. Fotonlar madde ile etkileşirken momentum aktarırlar ve diğer parçacık etkileşimi yasalarına uyarlar. Fakat ışık, kendi özdeşiyle etkileşirken, fotonların dalga özelliği ön plana çıkar (Angelo ve Ribeiro, 2015). Elektromanyetik spektrumun yaklaşık 380-780 nm dalga boyu aralığı, insan gözü tarafından görülebilirdir ve bu bölgeye “görünür bölge” denir. Görünür ışık da kendi içinde dalga boyuna bağlı olarak farklı renklere ayrılır. Bu renkler temelde kırmızı, turuncu, sarı, yeşil, mavi, mor renklerdir. Görünür bölge spektrumunun bütün dalga boylarının yer almasıyla, ışık beyaz olur (Herter, 1985).

2.2.4. Işığın Şiddet ve Parlaklığı

Işıkla ilgili çeşitli yoğunluk-parlaklık-aydınlık parametreleri tanımlıdır. Işık kaynağı tarafından birim zamanda yayılan ışık miktarına “ışık akısı” (Φ) denir. Işık akısı birimi lümen’dir. Işığın belirli bir yayılım yönünde birim zamandaki yoğunluğu, ışık şiddetidir (I). Işık şiddetinin birimi candela’dır (cd). İllüminans (aydınlık şiddeti), birim zamanda birim alana düşen ışık akısı miktarıdır. Birimi olan lux (lüks) aynı zamanda lm/m^2 eşitidir (Toivanen, Kärhä, Manoochehri ve Ikonen, 2000). İllüminans formülü $E = \Phi / A$ biçimindedir. Bu formüldeki “ Φ ” ışık akısı, “A” yüzey alanıdır. Lüminans (parlılık), ışığın birim alandan belirli bir doğrultuda çıkan şiddetiyle ilgilidir. Lüminans, ışığın görünür kısmının soğurulan miktarının ölçüsünü yansıtır.

2.3. Görme Fizyolojisi

İnsan gözünün optik sisteminin üç alt sistemi mercek, pupilla ve retinadır (Guyton ve Hall, 2007).

2.3.1. Mercek, Pupilla ve Retina

Işık, belli bir optik yoğunluktaki ortamdan bir diğer optik yoğunluklu ortama geçerken kırılmaya uğrar. Bu kırılmanın açısal değerini belirleyen faktörler gelme açısı ile kırılma indisleri oranıdır. Işığın göz boyunca hareketi sırasında geçtiği dört farklı optik yoğunluktaki ortam; kornea, aköz humör, göz merceği ve vitröz humördür. Dolayısıyla ışık; korneaya girişi, kornea-aköz humör ara yüzü, aköz humör-mercek ara yüzü, mercek-vitröz humör ara yüzü sınır bölgelerinde kırılmaya uğrar. İnsanın görme olayı için ışığın retinaya düşmesi ve buradaki fotoreseptörlerin bu ışıkla uyarılarak elektrik sinyallerini beyne iletmesi şarttır. Gözün retina tabakasındaki fotoreseptörler koni hücreleri ve çubuk hücreleridir. Işık şiddeti düşük olduğunda koni hücrelerinin etkinliği azalır, çubuk hücrelerinin etkinliği artar. Yüksek ışık şiddetlerinde ise çubuk hücreleri etkinliği azalırken koni hücreleri etkinliği artar. Koniler renkli görme için özelleşmiş iken çubuklar siyah-beyaz görmede özelleşmiştir. Koni ve çubuk hücrelerinde oluşan elektriksel sinyaller retinanın ardışık nöronlarına ve sonra optik sinir yoluyla beyne gider.

2.3.2. Görme Yolları

Retina nöronları dört çeşittir. Bunlar; bipolar hücreler, gangliyon hücreleri, horizontal hücreler ve amakrin hücrelerdir. Optik sinir, uyarıyı optik kiazmaya getirir. Daha sonra yine belli yolları izleyen sinyal, oksipital bölgede algılanır.

2.4. Otonom Sinir Sistemi

Merkezi sinir sisteminin, vücudun iç organlarıyla ilgili işlevlerini yöneten ve genellikle istemsiz olarak çalışan bölümüne “otonom sinir sistemi” denir (Biaggioni ve Kaufmann, 2014). Solunum hızı, arteriyel basınç kontrolü, dolaşım dinamikleri, vücut sıcaklığı düzenlenmesi gibi birçok fizyolojik mekanizma, otonom sinir sistemi aracılığı ile kontrol edilmektedir. Otonom sinir sistemi; sempatik sinir sistemi ve

parasempatik sinir sistemi olmak üzere iki alt bölüme ayrılır (Biaggioni ve Kaufmann, 2014).

Sempatik sinir sistemi, genel olarak duygulanım yoluyla uyarılmaktadır. Korku, üzüntü, sevinç, panik, kaygı gibi duygu durumları vücudun alarma geçmesine neden olurlar. Bu durum, vücudun “savaş veya kaç” yanıtı oluşturmasını sağlar. Sempatik sinir sistemi aktivasyonu sırasında kan, yaşamsal olmayan bölgelerden kalbe, beyne ve kaslara doğru yöneltilir, kalp atım hızı ve solunum sıklığı arttırılır (Biaggioni ve Kaufmann, 2014). Parasempatik sinir sistemi ise merkezi ve çevresel olmak üzere iki bölümden oluşur. Parasempatik sinir sistemi genel olarak kronik ve sürekli biçimde çalışarak, vücudun “dinlen ve sindir” durumunda olmasını sağlamaktadır. Parasempatik sinir sistemi tükürük bezi ve sindirim sistemi sekresyonunda artışa, kalp atım hızında ve solunum sıklığında ise azalmaya neden olur (Biaggioni ve Kaufmann, 2014).

2.4.1. Kalp Atım Hızı

Otonom sinir sistemi incelenmeleri sırasında sıklıkla kullanılan yöntemlerden biri de KH'dir. KH, ardışık iki kalp atımı arasında gerçekleşen kalp döngüsü ile belirlenip, dakika başına kalp döngüsü sayısı olarak hesaplanır. KH, insanın içsel ve dışsal etkilerden ne düzeyde etkilendiğine dair fikir veren hayati bir bulgudur. Sağlıklı bir yetişkinin KH aralığı 60 ile 100 atım/dakika arasındadır. Alt sınırın altı bradikardi, üst sınırın üstü taşikardi anlamına gelmektedir. Sempatik sinir sistemi aktivasyonu KH değerinde artışa, parasempatik sinir sistemi aktivasyonu ise KH değerinde bir düşüşe neden olmaktadır (Cook, Togni, Schaub, Wenaweser ve Hess, 2006).

2.4.2. Kalp Atım Hızı Değişkenliği

Kalp kası içinde oluşan elektrik potansiyellerin indüklediği elektriksel akımlar komşu dokulara aktarılırken, aynı zamanda hacim iletkenliği prensibine göre kalbin yüzeyine kadar yayılan elektriksel akımlar oluştururlar. Bu elektriksel potansiyellerin kalbin yüzeyinden kaydedilmesi yöntemine elektrokardiyografi (EKG) denir. Normal bir EKG üzerinde bir P dalgası, bir QRS kompleksi ve bir T dalgası bulunur (Guyton ve Hall, 2007). Sağlıklı bir insanda kalp atımları sanıldığı gibi aksine düzenli olmayıp, zaman içinde değişkenlikler göstermektedir (Shaffer ve Ginsberg, 2017). Art arda

gelen kalp atımları arasındaki zaman değişkenliğinin ölçümü, “kalp atım hızı değişkenliği (KHD)” olarak adlandırılır. KHD’nin hesaplanması kalp atım hızı (KH) üzerinden gerçekleştirilir (Karim ve Ali, 2011). KHD, otonom sinir sisteminin noninvaziv objektif bir göstergesidir (Gohara ve diğerleri, 1996). Bu nedenle gerek sağlıklı bireylerde gerekse de birçok hastalıkta, otonom sinir sistemi değişimlerini ölçmek üzere sıklıkla kullanılmaktadır (Catai ve diğerleri, 2020). Otonom sinir sistemi etkinliğini pratik, noninvaziv, güvenilir ve tekrar edilebilir bir şekilde sayısal olarak ölçebilen ve değerlendirebilen bir yöntemdir. KHD’nin hesaplanmasında basit istatistiksel yöntemlerden kompleks, non-lineer matematiksel yöntemlere kadar değişen algoritmalar kullanılır (Task Force of The European Society of Cardiology and The North American Society of Pacing and Electrophysiology, 1996; Laborde, Mosley ve Thayer, 2017).

KHD parametreleri “zaman düzlemi parametreleri” ve “frekans düzlemi parametreleri” olmak üzere iki çeşittir (Shaffer ve Ginsberg, 2017; Appel, Berger, Saul, Smith ve Cohen, 1989; Kleiger, Stein ve Bigger, 2005). KHD zaman ve frekans düzlemi değişkenlerinin sık kullanılanları Tablo 1’de verilmiştir (Shaffer ve Ginsberg, 2017).

Tablo 1. Sık kullanılan KHD zaman düzlemi ve frekans düzlemi değişkenleri.

KHD Parametreleri	Tanım
NNmean (ms)	Her kalp atımı sırasında ardışık N-N (normal-normal zaman aralıkları) kalp atımları arasındaki zaman ortalaması.
RMSSD (ms)	Ardışık kalp atımları arasındaki N-N farkların karesinin ortalamasının karekökü.
SDNN (ms)	Ardışık kalp atımları arasındaki N-N aralıklarının standart sapması. Düşük SDNN değeri düşük KHD anlamına gelir. Sağlıklı bireyler daha fazla düzensiz ve kompleks KHD değerine sahiptir.
LF (ms ²)	Düşük frekans bandının (0,04 Hz-0,15 Hz) mutlak gücü. Sempatik ve parasempatik aktivitenin net etkisini temsil eder.
HF (ms ²)	Yüksek frekans bandının (0,15 Hz-0,4 Hz) mutlak gücü. Parasempatik aktivitenin belirteçidir.
LF/HF oranı	Düşük frekans bandının gücünün yüksek frekans bandının gücüne oranıdır. Sempatik ve parasempatik aktivitenin birbirlerine göre değişimlerini temsil eder. Sempatovagal dengeyi gösterir.

3. Gereç ve Yöntem

3.1. Araştırmanın Tipi

Bu tez; açık kontrolsüz, deneysel nitelikte olan bir araştırmadır.

3.2. Araştırmanın Yeri ve Zamanı

Araştırmaya, etik kurul onayı alındıktan sonra Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyofizik Anabilim Dalı Laboratuvarlarında Mart 2021 tarihinde başlanmış ve deneysel bölümleri Şubat 2023 tarihinde tamamlanmıştır (Ek-1).

3.3. Araştırmanın Evreni ve Örneklemi

Araştırmaya, herhangi bir nörolojik, psikiyatrik, kardiyovasküler veya kronik tıbbi hastalık tanısı almamış ve İshihara Testi sonucunda renk körlüğü olmadığı tespit edilmiş 10 kadın ve 13 erkek (yaş ortalamaları $18,74 \pm 1,096$) olmak üzere toplamda 23 sağlıklı gönüllü katılmıştır. Gönüllülerden deney öncesi 24 saatlik dilimde alkol almamaları, deneyden önce tok olmaları ve deney öncesi en az 1 saat kafein içeren herhangi bir içecek almamaları istenmiştir.

3.4. Araştırmanın Değişkenleri

Bu araştırmada elde edilen verilerin bağımlı değişkenleri, bilişsel testler sonucunda ölçülen doğru yanıt oranları, yanıt gerektiren uyaranlara reaksiyon zamanları, dürtüsellik yüzdeleri, ıskalama yüzdeleri; KH, KHD'nin zaman düzlemi parametrelerinden NN ortalaması (NNmean), RMSSD ve SDNN parametreleri; KHD'nin frekans düzlemi parametrelerinden LF, HF ve LF/HF parametreleridir. Araştırmanın bağımsız değişkenleri ise gönüllülere uygulanan beyaz, mavi ve kırmızı renkli ışıklardır.

3.5. Aydınlatma Kabini Özellikleri

Bu çalışmanın veri kayıtları, 210 cm × 135 cm × 135 cm boyutlarında ve ışık geçirmeyen bir oda içerisinde gerçekleştirilmiştir. Söz konusu kabin içerisinde gönüllülerin rahat bir şekilde oturabileceği bir koltuk ve üzerinde bilişsel test uygulaması için gerekli bilgisayarın bulunduğu bir masa bulunmaktadır. Gönüllülerin istenen renkteki ışıklara maruz bırakılması için biri kabin duvarına asılı olan ve diğeri üstten tüm kabini aydınlatabilen (üst aydınlatma sistemi) iki LED (Light

Emitting Diode – Işık Yayan Diyot) ışık kaynağı sistemi bulunmaktadır. Kabinin tüm iç kısımları, ışık kaynakları haricinde beyaz bir örtüyle kaplanarak, kabin içinin hedeflenen renkli ışıkları yansıtması sağlanmıştır. Şekil 1’de gönüllülerin aydınlatma kabini içinde farklı renkli ışıklar altında ve fotopletismografi sensörü ile KH ve KHD kayıtları alınırken bilişsel test bilgisayarı karşısında test sırasındaki konumları gösterilmiştir.

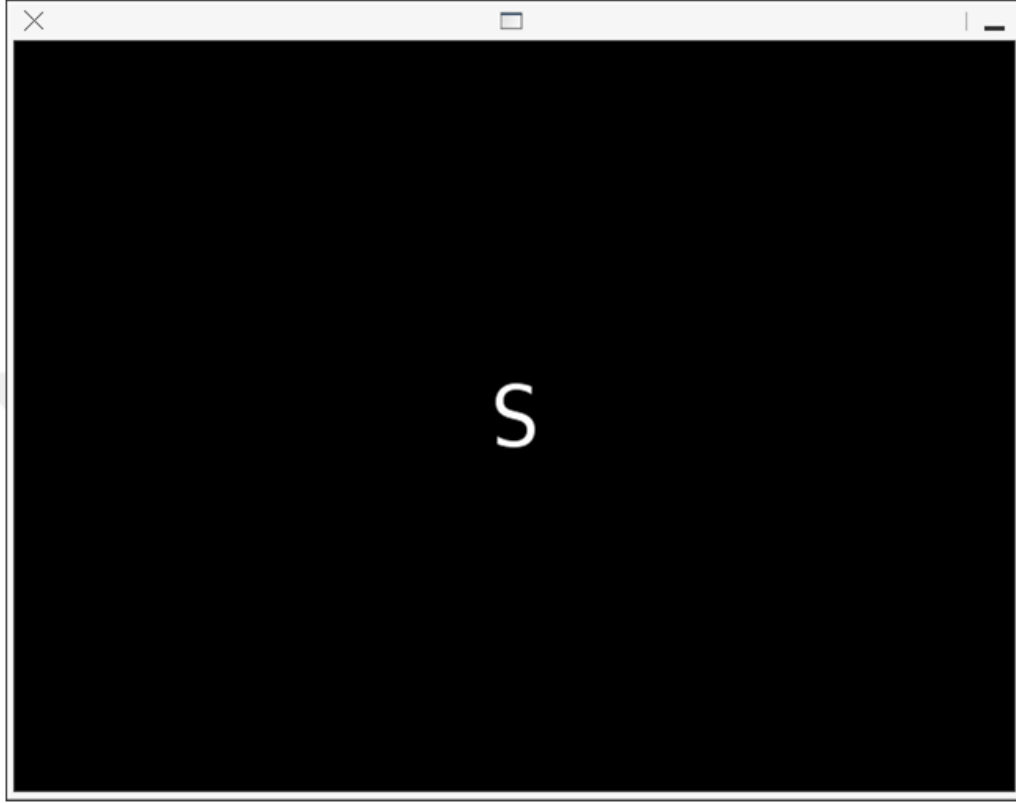


Şekil 1. Aydınlatma kabini ve deney ortamı. Soldan sağa sırasıyla beyaz ışık, mavi ışık ve kırmızı ışık altındaki deney ortamı görülmektedir.

3.6. Sürekli Performans Testi (CPT)-AX

Araştırmada, çeşitli zihinsel işlevlerin düzeyini ölçmede kullanılabilen ve çok sayıda farklı test türlerini içeren PEBL bataryası kullanılmıştır. Mevcut çalışmada kullanılan bilişsel test ise, PEBL bataryasında yer alan Sürekli Performans Testi'nin (Continuous Performance Test – CPT) AX türünün kısa versiyonudur. CPT-AX testi, ekranda her defasında 1 adet olmak üzere çeşitli harf uyaranların ekranın tam ortasında bir saniye süreyle görünüp hemen akabinde kaybolduğu bir testtir. Uyaranlar, siyah arka planda beliren beyaz harf olup, her biri 54 punto büyüklüğündedir. Olası farklı uyaranlar A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, L, M, O, P, Q, R, S, U ve X harfleridir. Her bir oturum sırasında toplamda gönderilen harf sayısı değişebilmekle beraber bu araştırmada her bir oturum için toplam 300 uyaran gönderilmiştir. Bu testin yapılışında, gönüllülerden ekranda beliren “A” harfini gördüklerinde onun ardından gelen uyaran olarak “X” harfini beklemeleri ve bu “X”

harfini gördüklerinde de klavyedeki “space-boşluk” tuşuna hızlıca basmaları, bunun dışındaki diğer bütün uyaran seçeneklerinde tepkisiz kalmaları beklenmektedir. Test yapısında, tuşa basma yanıtı gerektiren AX verilme oranı %30 olarak belirlenmiştir. Uygulanan CPT-AX testine ait bir ekran görüntüsü Şekil 2’de görülmektedir.



Şekil 2. CPT-AX testine ait bir ekran görüntüsü.

3.7. Kalp Atım Hızı ve Kalp Atım Hızı Değişkenliği Kayıt Sistemi

KH ve KHD verileri Nexus 10 mobil kayıt cihazı (Mark II, Mind Media) ile kaydedilmiştir. Bu cihaz, insanlarda birçok fizyolojik sinyali aynı anda kaydedebilir ve aynı zamanda bir biyogeribildirim (biofeedback) cihazı olarak da kullanılabilir özelliktedir. Söz konusu cihaz 24 bit’lik bir çözünürlüğe sahip olup elde edilen veriler 1024 Hz örnekleme hızıyla bilgisayara kaydedilmiştir. KH ve KHD ölçümü için gönüllülerin sol el işaret parmaklarına bu cihazın mandallı bir fotopletismografi (PPG) sensörü takılmıştır.

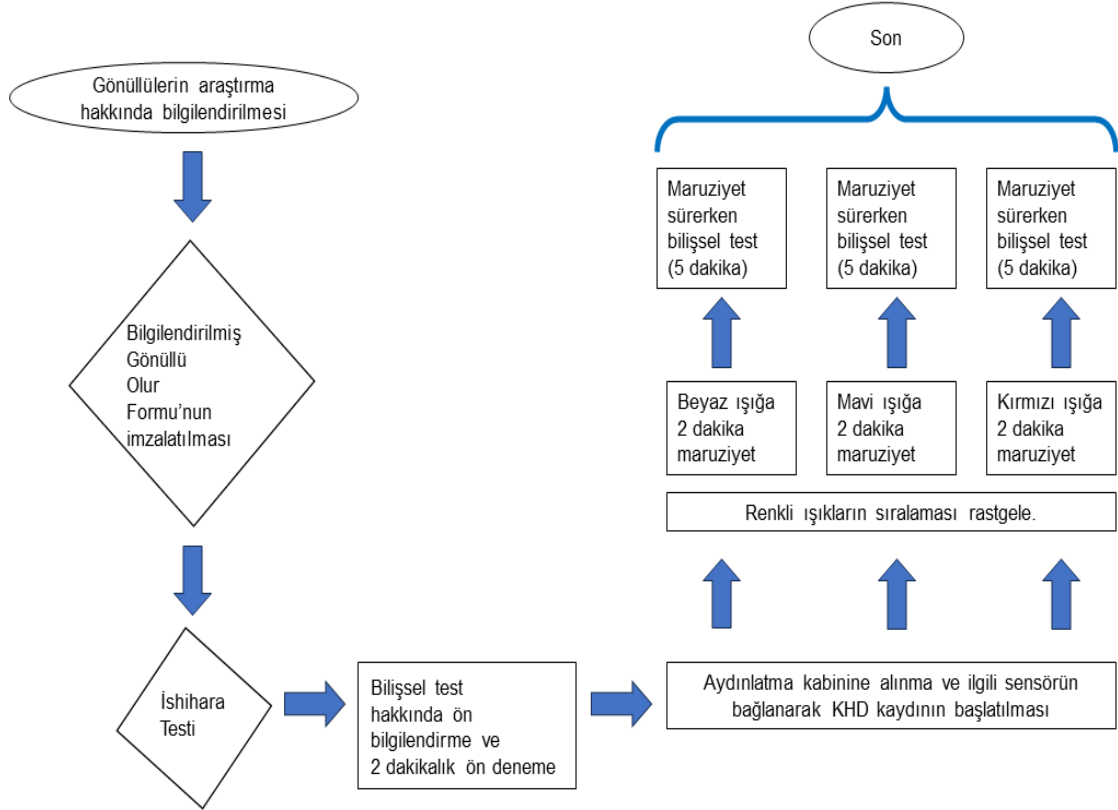
3.8. Araştırma Protokolü

Araştırmanın uygulama aşamasına geçmeden önce gönüllülere araştırmanın amacı ve deney aşamaları anlatılmış, araştırmaya katılmak isteyen gönüllülere Bilgilendirilmiş

Gönüllü Olur Formu okutulmuş ve formu imzalamaları istenmiştir (Ek-2). Bu aşamadan sonra gönüllülere İshihara Testi'nin (Ishihara, 1972) 6 plakalı geniş boyutlu formu uygulanarak gönüllülerin renk körü olup olmadıkları tespit edilmiştir (Ek-3). Ayrıca gönüllülerin, el kullanım tercihleri kendi beyanlarına dayalı olarak sorgulanmış ve gönüllülerin tamamının sağ el baskınlığına sahip oldukları gözlenmiştir (Ek-4). İshihara Testi sonucunda renk körlüğü bulunmayan gönüllülere araştırmanın detayları anlatılmış, süreç içinde kendilerinden beklenenler açıklanmış ve uygulama aşaması için randevuları oluşturulmuştur. Deneyler, sirkadiyen ritimlerin KHD üzerindeki değişken etkisini en aza indirmek amacıyla, sabah saat 09.00 ile 12.00 arasında yapılmıştır. Gönüllülerin bulunduğu ortam, işitsel ve görsel etkilerden en az etkilenecek şekilde izole edilmiş ve ortam sıcaklığı 18-25°C arasında tutulmuştur.

Randevu saatinde deney ortamına gelen gönüllülere, kendilerinden veri kaydı alınmadan önce kullanacakları CPT-AX bataryası tanıtılmış ve bu teste aşinalık kazanmaları amacıyla ortam ışığı altında 2 dakikalık deneme testleri yapmaları sağlanmıştır. Teste aşinalığı ve testi öğrenmeleri gerçekleştirildikten sonra, gönüllüler kendilerini hazır hissettiklerinde deneyin yapıldığı aydınlatma kabine alınmıştır. Gönüllülerin maruz bırakıldığı renkli ışıkların kabin içerisindeki aydınlatma şiddetleri bir lüksmetre (DT-3808, Geratech) kullanılarak 300 lüks düzeyinde olacak şekilde belirlenmiştir. Aydınlatma şiddeti ölçümü, gönüllülerin alınları hizasında ve gözlerinin bakış yönünde gerçekleştirilmiştir. Gönüllüler kabin içinde bulunan rahat bir koltuğa oturtulduktan sonra sol el işaret parmaklarına KH değerlerini ölçecek bir PPG sensörü takılmıştır. Bu noktadan sonra deneyin iki aşamadan oluşan uygulama bölümlerine geçilmiştir. İlk aşamada, gönüllüler kabin içindeki sandalyede oturur vaziyette iken, üst aydınlatma plakasından ve asılı plakadan gelen renkli ışıklara 2 dakika boyunca maruz bırakılmış ve bu maruziyet sırasındaki dinlenme KH ve KHD verileri kaydedilmiştir. İstirahat verileri alınır alınmaz araştırmanın ikinci aşaması olan bilişsel test uygulaması aşamasına geçilmiştir. Bu aşamada gönüllülerin karşısında kapağı kapalı olarak duran bilişsel test bilgisayarının kapağı kaldırılmış, klavyedeki herhangi bir tuşa basıldığında başlamaya hazır olarak ayarlanmış olan CPT-AX bilişsel testi başlatılmış ve gönüllüler aynı renkli ışık altında bulunurken bilgisayar ekranı üzerinden 5 dakika süren CPT-AX bilişsel testini bilgisayar klavyesi kullanarak tamamlamışlardır. Bu

işlemler boyunca da gönüllülerden KH ve KHD ölçümleri alınmaya devam edilmiştir. Bu işlemler, her bir renkli ışık için tekrar etmiş ve ışıkların uygulanma sırası rastgele olacak biçimde belirlenmiştir. Tüm bu işlemler bitirildikten sonra gönüllüler dinlendirilmiş ve kendilerini iyi hissettikleri anda deney ortamından ayrılmalarına izin verilmiştir. Şekil 3'te araştırmanın deney akış şeması gösterilmiştir.



Şekil 3. Araştırma Protokolünün Akış Şeması.

3.9. Veri Analizi

3.9.1. Kalp Atım Hızı Değişkenliği Analizi

Elde edilen KHD verilerinin analizleri Nexus BioTrace (Mind Media) yazılımı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Yazılım içinde KHD analiz modülü seçildiğinde verilerin analizleri belirlenen aralıklarda otomatik olarak yapılmaktadır. KHD analiz sonuçlarında zaman düzlemi parametreleri olan NN ortalaması, RMSSD ve SDNN parametreleri ve frekans düzlemi parametreleri olan LF, HF ve LF/HF değerleri belirlenerek daha ileri analizler gerçekleştirilmiştir.

3.9.2. CPT-AX Analizi

Gönüllülerin her bir renkli ışık altında gerçekleştirdikleri CPT-AX testi verileri olan doğru yanıt oranı, reaksiyon zamanı, dürtüsellik yüzdeleri ve ıskalama yüzdeleri PEBL bataryası tarafından otomatik olarak hesaplanmıştır. Elde edilen bu sonuçlar daha sonra istatistiksel analizler için kullanılmıştır. Bu araştırmada gönüllünün; uyararı yanıtı bırakması gereken durumlarda yanıt vermesi “dürtüsellik”; uyarana yanıt vermesi gereken durumlarda yanıtı bırakması “ıskalama” olarak adlandırılmıştır. Uyarının yanıtı bırakılması gereken durumlarda tuşa basılarak verilen yanıtların sayısının, yanıtı bırakılması gereken durumların toplam sayısına oranının 100 ile çarpılması ile dürtüsellik yüzdesi hesaplanmıştır. Uyarana yanıt verilmesi gereken durumların yanıtı bırakılanlarının sayısının, uyarana yanıt verilmesi gereken durumların toplam sayısına oranının 100 ile çarpılması ile ıskalama yüzdesi hesaplanmıştır.

3.10. İstatistiksel Analiz

Verilerin istatistiksel analizi için SPSS (Versiyon 23, IBM) yazılımı kullanılmıştır. Veri dağılımının normalliği Shapiro-Wilk testi kullanılarak belirlenmiş, Mauchly's Sphericity testinde varyans-kovaryans varsayımı karşılandığı için küresellik varsayımı testi kullanılmıştır. Bilişsel performans değişkenlerinden doğru yanıt oranı, reaksiyon zamanı, dürtüsellik yüzdesi ve ıskalama yüzdesinin renkli ışıklardan etkilenip etkilenmediğini test etmek amacıyla Tekrarlı Ölçümler için ANOVA (Repeated Measures Analysis of Variance) analiz yöntemi kullanılmıştır. Bilişsel testler yapıldığı sırada renkli ışıkların KH ve KHD parametrelerini etkileyip etkilemediğinin belirlenmesi amacıyla da Tekrarlı Ölçümler için ANOVA analiz yöntemi kullanılmıştır. ANOVA ile anlamlı farklılıklar bulunan veriler arasında belirlenen istatistiksel farklılıklar için ise Bonferroni düzeltmesi yapılarak bir dizi eşleştirilmiş t-testleri gerçekleştirilmiştir. Anlamlılık düzeyleri sınırı için $p=0,05$ ve $p=0,0167$ değerleri belirlenmiştir. $0,0167$ değeri, $0,05$ değerinin ikili karşılaştırma sayısı olan 3'e bölünerek Bonferroni düzeltmesi uygulanmasıyla elde edilmiştir.

4. Bulgular

Bu tezin amacı doğrultusunda gerçekleştirilen ölçümler ve elde edilen verilere uygulanan istatistiksel analizler aşağıda sıralanmıştır. Grafiklerdeki sütunların üzerinde yer alan çubuklar, hata çubuklarıdır.

4.1. Bilişsel Test Başarı Nicelikleri

4.1.1. Doğru Yanıt Oranı, Reaksiyon Zamanı, Dürtüsellik ve Iskalama Değerleri

Beyaz, mavi ve kırmızı ışıklara maruziyet sırasında gönüllülerin CPT-AX bilişsel performans göstergelerinden doğru yanıt oranı, reaksiyon zamanı, dürtüsellik yüzdesi ve ıskalama yüzdesi değerlerinin renkli ışıklara göre değişimleri ölçülmüştür. Ölçülen değişkenlerin ortalama değerleri ve ortalamalar arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını gösteren tekrarlı ölçümler için ANOVA analizi sonuçları Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Bilişsel performans çıktılarının ortalama değerleri ve renkli ışıklara göre ortalamalar

Bilişsel Test Parametreleri	Beyaz Ort±SS	Mavi Ort±SS	Kırmızı Ort±SS	p	F	p _a	p _b	p _c
Doğru Yanıt Oranı	0,99±0,01	0,99±0,01	0,99±0,01	0,82	0,12	1,00	1,00	1,00
Reaksiyon Zamanı (ms)	413,06±38,15	408,81±35,42	397,86±34,82	0,047*	3,87	1,00	0,15	0,09
Dürtüsellik (%)	0,60±1,25	0,49±1,36	0,47±1,07	0,40	0,93	0,77	0,48	1,00
Iskalama (%)	0,93±1,55	1,16±1,90	1,11±2,27	0,84	0,18	1,00	1,00	1,00

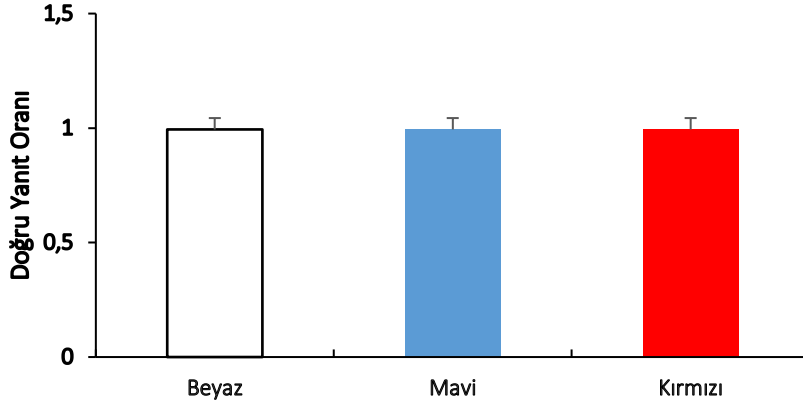
arasındaki farklılıklar.

(Ort: Ortalama, SS: Standart sapma. ANOVA test sonuçları için p_a: Beyaz-Mavi ikili karşılaştırması, p_b: Beyaz-Kırmızı ikili karşılaştırması, p_c: Mavi-Kırmızı ikili karşılaştırması.

*: p<0,05)

Doğru Yanıt Oranı

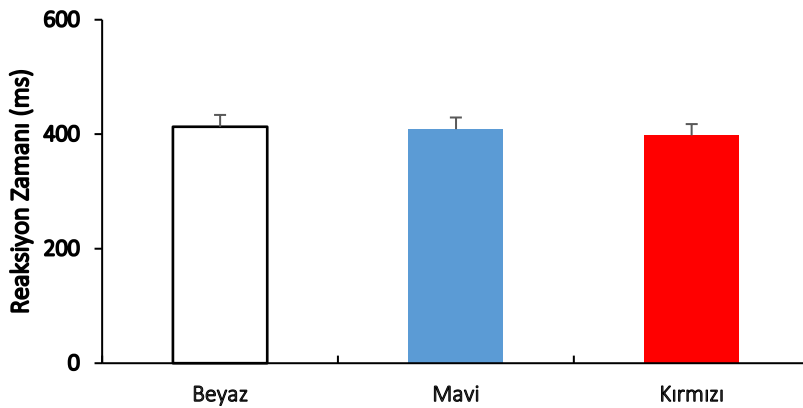
Her bir renkli ışığa maruziyet sırasındaki bilişsel test sonuçlarında doğru yanıt oranı ortalamaları arasında renge bağlı olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$) (Tablo 2). Şekil 4'te renkli ışık maruziyeti sırasında oluşan doğru yanıt oranı ortalamaları görülmektedir.



Şekil 4. Doğru yanıt oranının renkli ışık maruziyetine göre değişimi.

Reaksiyon Zamanı

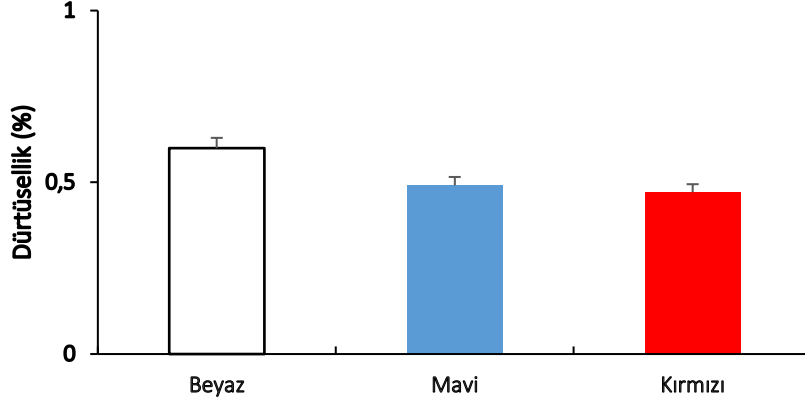
Tablo 2 incelendiğinde; ışık renginin, reaksiyon zamanı üzerinde genel bir etkisinin olduğu görülse de ($p<0,05$) ikili karşılaştırmalarda bu farkın anlamlı olmadığı görülmüştür ($p>0,0167$). Şekil 5'te renkli ışık maruziyeti altında ölçülen reaksiyon zamanı ortalamalarının renkli ışıklara göre nasıl değiştiği görülmektedir.



Şekil 5. Reaksiyon zamanının renkli ışık maruziyetine göre değişimi.

Dürtüsellik Yüzdesi

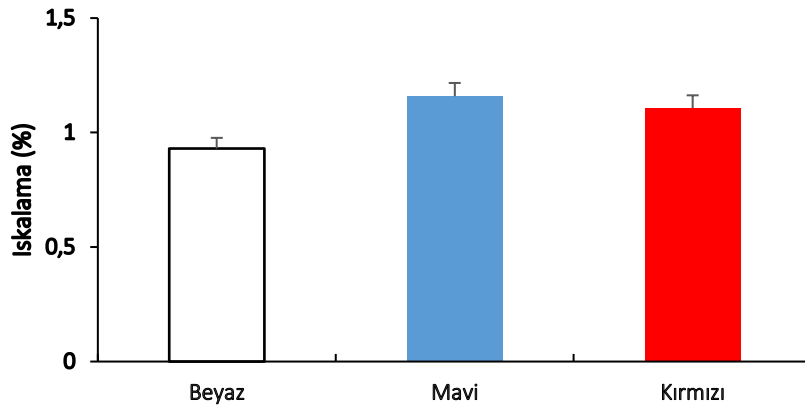
Her bir renkli ışığa maruziyet sırasındaki bilişsel test sonuçlarında dürtüsellik yüzde ortalamaları arasında renge bağlı olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$) (Tablo 2). Şekil 6'da renkli ışık maruziyeti sırasında oluşan dürtüsellik yüzde ortalamaları görülmektedir.



Şekil 6. Dürtüsellik yüzde değerinin renkli ışık maruziyetine göre değişimi.

Iskalama Yüzdesi

Her bir renkli ışığa maruziyet sırasındaki bilişsel test sonuçlarında ıskalama yüzde ortalamaları arasında renge bağlı olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$) (Tablo 2). Şekil 7'de renkli ışık maruziyeti sırasında oluşan ıskalama yüzde ortalamaları görülmektedir.



Şekil 7. Iskalama yüzde değerinin renkli ışık maruziyetine göre değişimi.

4.2. Kalp Atım Hızı ve Kalp Atım Hızı Değişkenliği Nicelikleri

KH ve KHD zaman ve frekans düzlemi parametrelerinin renkli ışıklar altında gerçekleştirilen bilişsel testler sırasında elde edilen ortalama değerler ve ortalamalar arasındaki farkların istatistiksel analizleri Tablo 3'te verilmiştir. Renkli ışıklar altında gerçekleştirilen bilişsel testler sırasındaki KH, NNmean, RMSSD, SDNN, LF, HF ve LF/HF parametrelerinin ortalama değerlerinin renkli ışıklara göre değişimlerinin grafikleri ise Şekil 8 – Şekil 14 arasında verilmiştir.



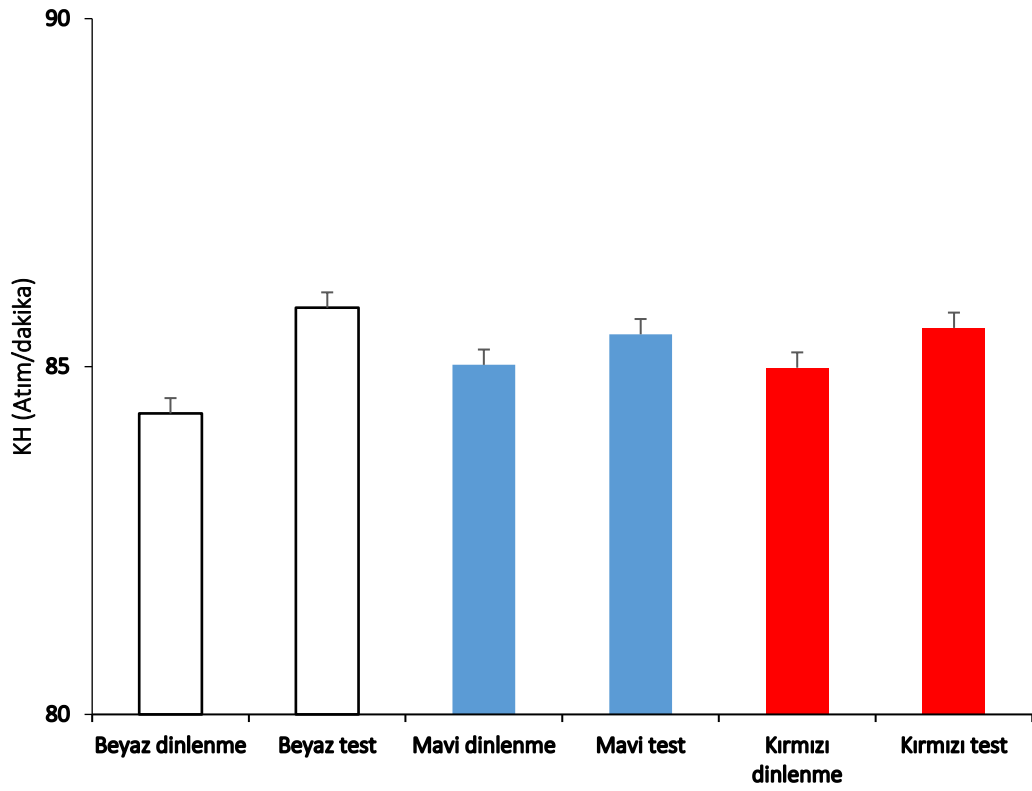
Tablo 3. Renkli ışık maruziyeti altındaki bilişsel testler sırasındaki KH ve KHD parametrelerinin ortalama değerleri ve istatistiksel analizleri.

Değişkenler	Beyaz	Beyaz	Mavi	Mavi	Kırmızı	Kırmızı	Renkli Işıklar İlişkisi					Dinlenme-Bilişsel	
	Dinlenme	Test	Dinlenme	Test	Dinlenme	Test	p	F	p _a	p _b	p _c	p	F
	Ort±SS	Ort±SS	Ort±SS	Ort±SS	Ort±SS	Ort±SS							
KH (atım/dakika)	84,33±6,87	85,85±9,09	85,02±7,75	85,46±8,13	84,98±7,21	85,56±8,11	0,97	0,03	1	1	1	0,34	0,96
NNmean (ms)	720 ±62,97	708±74	715±70,04	709±69	715±65	708±70	0,94	0,07	1	1	1	0,23	1,50
RMSSD (ms)	42,02±14,69	44,23±16,56	42,48±20,00	44,25±14,64	49,03±21,23	44,46±19,56	0,31	1,22	1	0,75	0,50	0,86	0,03
SDNN (ms)	60,08±17,85	56,16±16,50	57,02±18,62	57,07±18,62	62,47±19,21	56,70±19,26	0,59	0,54	1	1,00	0,90	0,21	1,63
LF (ms ²)	1826±1411	2729±1674	1527±938	2856±2046	2019±1483	3233±3873	0,42	0,79	1	1,00	0,63	0,01*	9,49
HF (ms ²)	1014 ±718	2350±2320	905±683	2184±1571	1348±1063	2784±3159	0,20	1,70	1	0,72	0,35	0,00*	15,86
LF/HF	2,49±1,84	1,71±1,28	2,48±2,30	1,52±1,08	2,52±3,18	1,51±1,15	0,92	0,09	1	1	1	0,00*	11,12

(Ort: Ortalama, SS: Standart Sapma, p_a: Beyaz-Mavi ikili karşılaştırması, p_b: Beyaz-Kırmızı ikili karşılaştırması, p_c: Mavi-Kırmızı ikili karşılaştırması. Renkli Işıklar ilişkisi: Beyaz, mavi ve kırmızı renkli ışıklar altındaki bilişsel testler sırasında ışık rengine göre genel farklılıklar, Dinlenme-Bilişsel Test İlişkisi: Her bir ışık rengine ait dinlenme ile o ışık rengine ait bilişsel test sırasındaki farklılığı göstermektedir. *: p ≤ 0,01)

4.2.1. Kalp Atım Hızı Değerleri

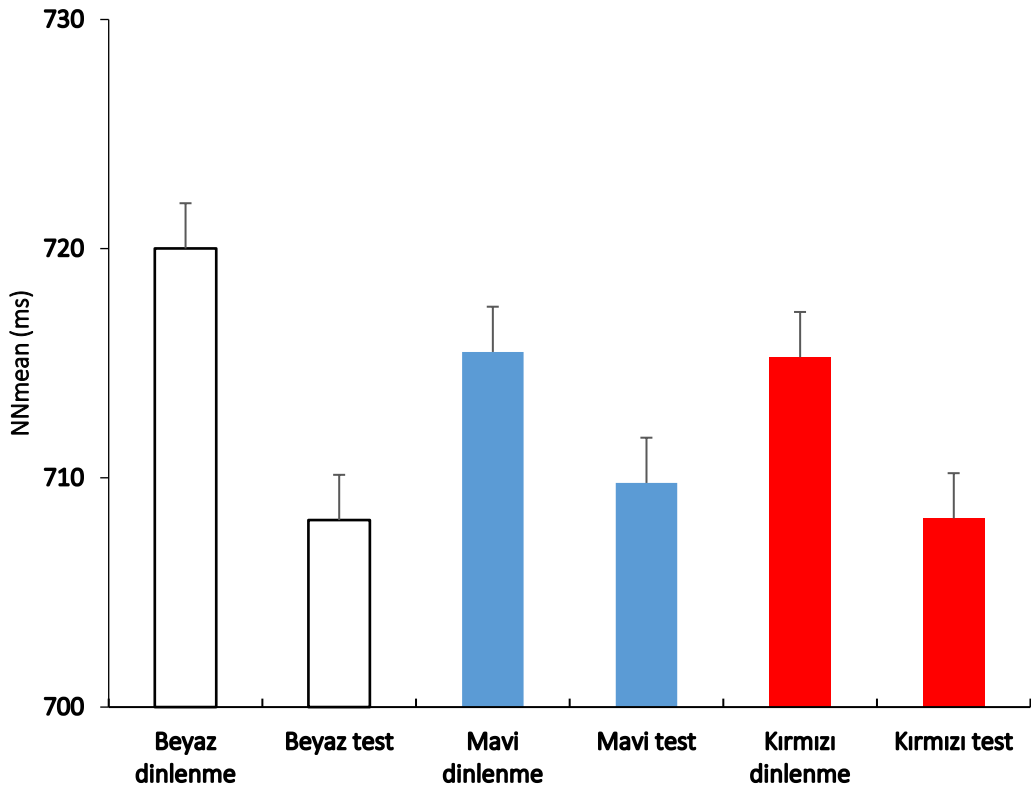
Tablo 3'te de görüleceği üzere, her  renkli ışık altında gerçekleştirilen bilişsel testler sırasındaki KH ortalamaları arasındaki farklar anlamlı değildir ($p>0,05$). Ayrıca renkli ışıkların her birinde, ışığa maruziyet sırasındaki dinlenme durumu için KH değeri ortalaması ile ışığa maruziyet sırasındaki bilişsel test durumu için KH değeri ortalaması arasında da anlamlı fark bulunmamıştır ($p>0,05$). Şekil 8'de renkli ışık altında istirahat durumu ve bilişsel test uygulamaları sırasındaki KH ortalama değerlerindeki değişimler görülmektedir.



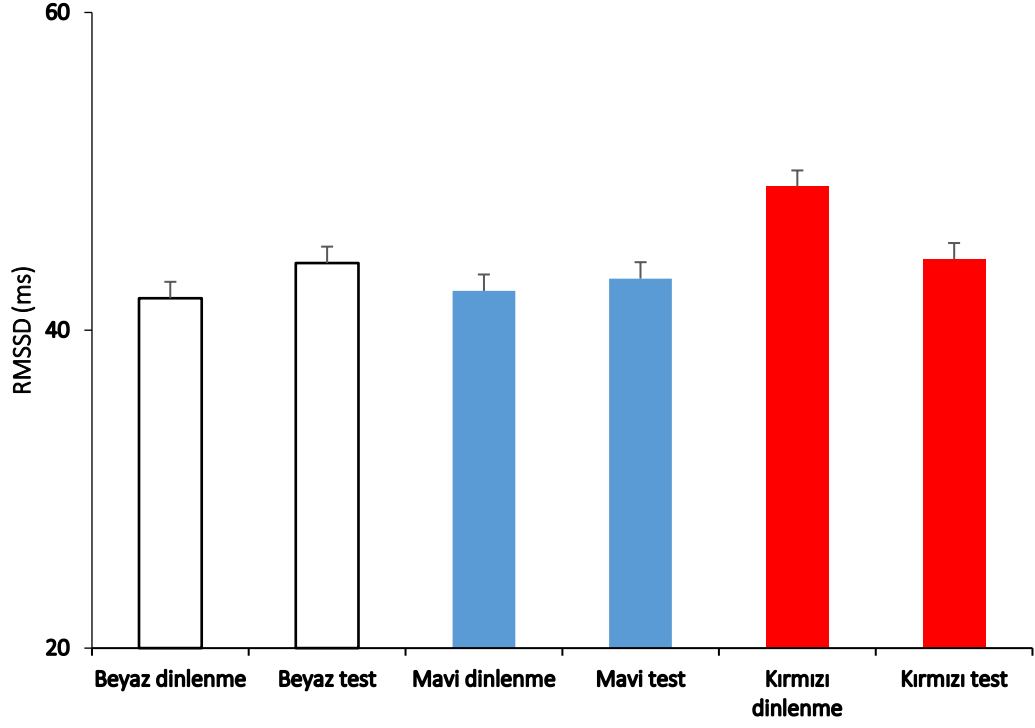
Şekil 8. Renkli ışık altında dinlenme ve bilişsel test sırasındaki KH ortalama değerleri.

4.2.2. Kalp Atım Hızı Değişkenliği Zaman ve Frekans Düzlemi Nicelikleri

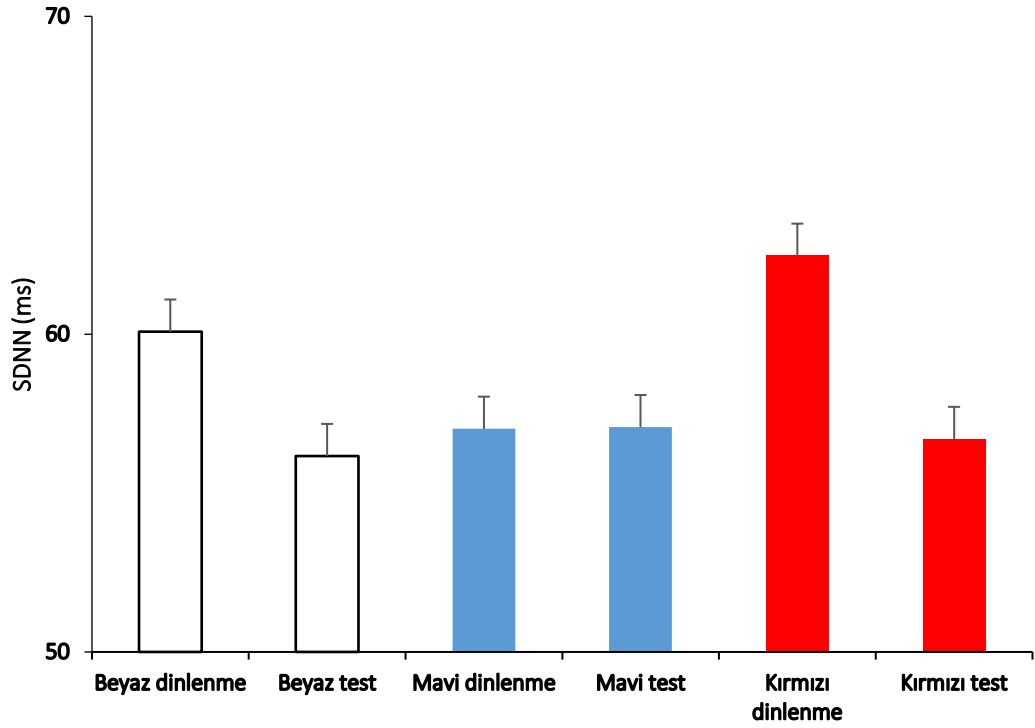
KHD zaman ve frekans düzlemi parametrelerinin ortalama değerleri ve ortalamaları arasındaki farklar Tablo 3'te görülmektedir. NNmean, RMSSD, SDNN, LF, HF ve LF/HF parametrelerinin ortalama değerlerinin renkli ışıklara göre değişim grafikleri Şekil 9 – Şekil 14 arasında verilmiştir. Tablo 3'ten de görüleceği üzere NNmean, RMSSD ve SDNN parametrelerinin gerek dinlenme gerekse de bilişsel testler arasındaki ortalama değerleri arasında renkli ışıklara bağlı olarak anlamlı bir değişim görülmemiştir ($p>0,05$). Ancak renkli ışıklar altında dinlenme ve bilişsel testler sırasındaki LF, HF ve LF/HF parametrelerinin ortalama değerleri arasında anlamlı bir değişim bulunmuştur ($p<0,05$). Buna karşın, bu parametrelerin beyaz, mavi ve kırmızı renkli ışık altındaki bilişsel test değişimleri, istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$).



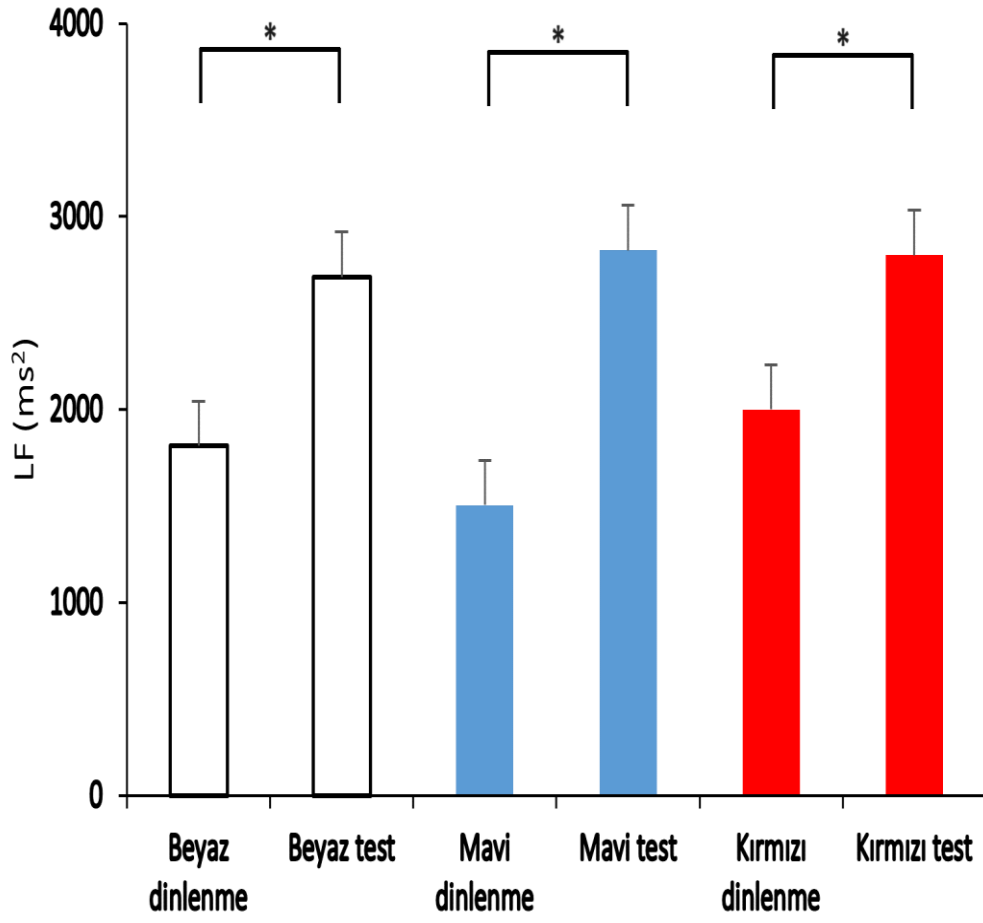
Şekil 9. Renkli ışık altında dinlenme ve bilişsel test sırasındaki NNmean ortalama değerleri.



Şekil 10. Renkli ışık altında dinlenme ve bilişsel test sırasındaki RMSSD ortalama değerleri.

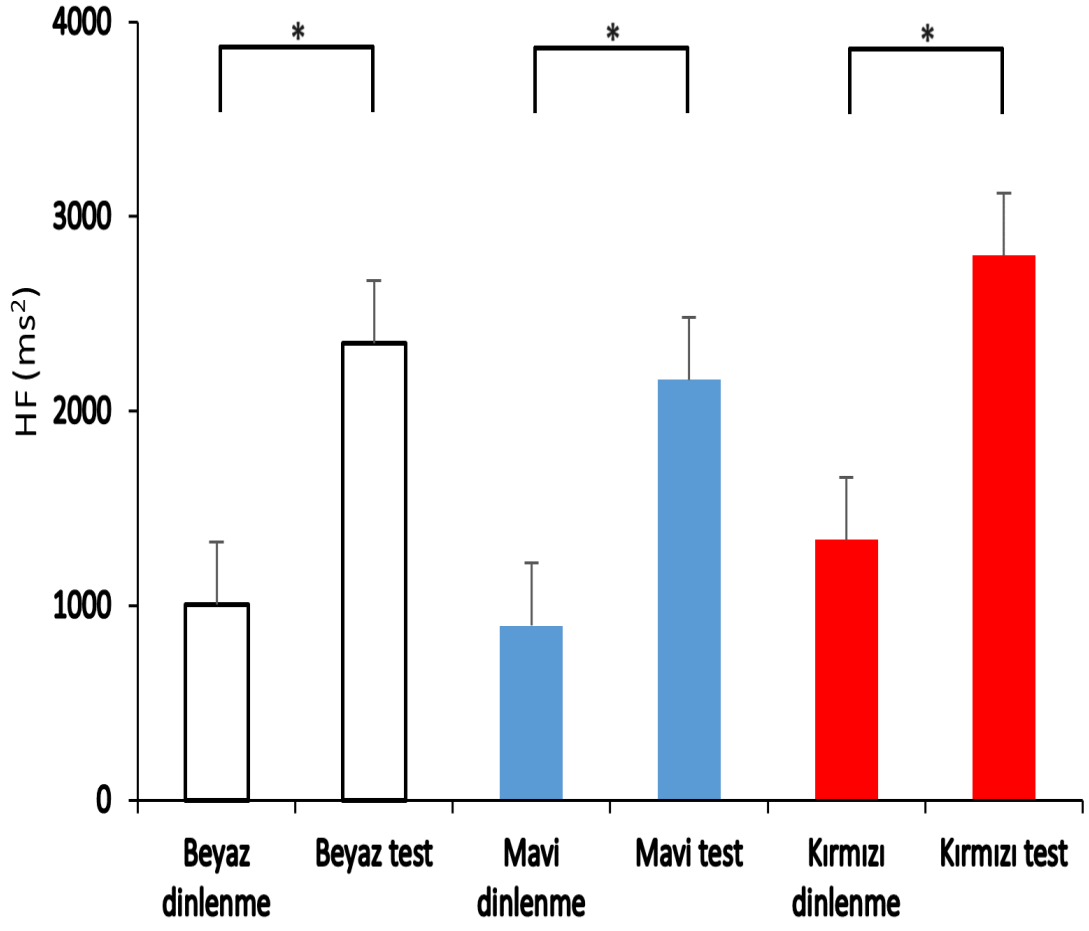


Şekil 11. Renkli ışık altında dinlenme ve bilişsel test sırasındaki SDNN ortalama değerleri.



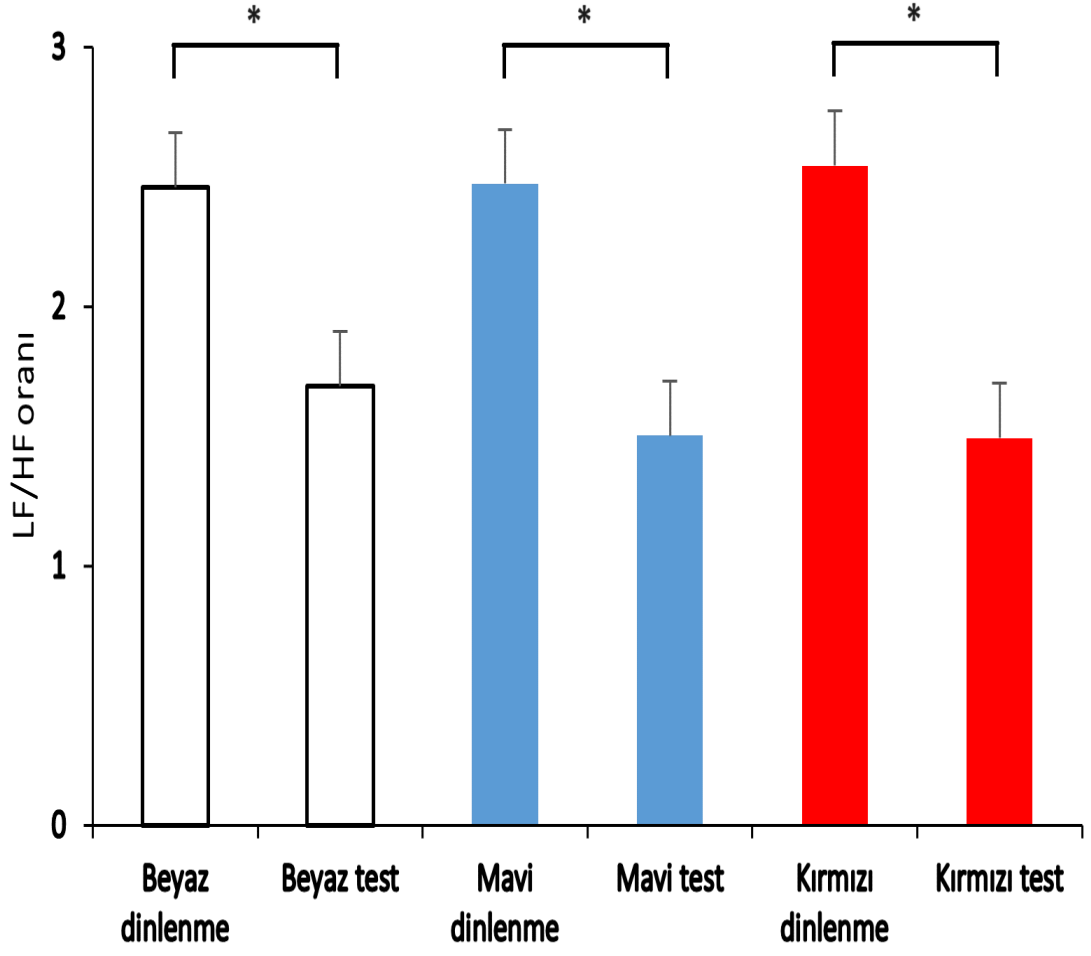
Şekil 12. Renkli ışık altında dinlenme ve bilişsel test sırasındaki LF ortalama değerleri.

(*: $p \leq 0,01$)



Şekil 13. Renkli ışık altında dinlenme ve bilişsel test sırasındaki HF ortalama değerleri.

(*: $p < 0,01$)



Şekil 14. Renkli ışık altında dinlenme ve bilişsel test sırasındaki LF/HF ortalama değerleri.
(*: $p < 0,01$)

5. Tartışma

Bu araştırmada, mavi ve kırmızı renkli ışıklara maruz kalmanın sağlıklı yetişkinlerin bilişsel fonksiyonlarını etkileyip etkilemediğinin ve aynı renkli ışıklar altında gerçekleştirilen bilişsel testler sırasında otonom sinir sistemi aktivitesinde bir değişiklik olup olmadığının belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu doğrultuda, bu araştırmada iki hipotez ileri sürülmüş ve bu hipotezlerin doğruluğu test edilmiştir. Araştırmada, CPT-AX bilişsel testindeki reaksiyon zamanı üzerinde ışığın genel bir etkisi olduğu belirlenmiş ancak renklere göre ikili karşılaştırma yapıldığında anlamlı bir değişim görülmemiştir. Aynı zamanda doğru yanıt oranının, dürtüsellik ve ıskalama yüzdelerinin de renkli ışıklara göre anlamlı olarak değişmediği gözlenmiştir. Diğer taraftan, otonom sinir sistemi belirteçleri olan KH, NNmean, RMSSD ve SDNN değerleri, farklı ışık renklerindeki dinlenme ve bilişsel testler sırasında anlamlı olarak değişmemiştir. Bu otonom sinir sistemi belirteçlerinin beyaz, mavi ve kırmızı ışık renklerindeki bilişsel test periyotlarındaki değerleri ışık rengine göre kıyaslandığında anlamlı bir fark bulunmamıştır. Ancak, her bir renkli ışığın dinlenme periyodu ve bilişsel testler sırasındaki LF, HF ve LF/HF değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar görülmüştür.

Bilgisayar tabanlı CPT-AX bilişsel testi gönüllülerin seçici ve sürdürülebilir dikkat ve dürtü kontrolü gibi bilişsel performanslarının göstermektedir (Roebuck, Freigang ve Barry, 2016). Bu tezde, test göstergelerinden doğru yanıt oranı, reaksiyon zamanı, dürtüsellik yüzdesi ve ıskalama yüzdesi değerlerinin renkli ışıklara göre anlamlı olarak değişmediği görülmüştür. Bu sonuçların birçok olası nedeni sıralanabilir. Literatürde CPT-X, CPT-AX ve daha farklı zorluk seviyelerinde testler bulunmaktadır (Riccio, Reynolds, Lowe ve Moore, 2002; Xia, Song, Wang, Tan ve Mo, 2016; Jalil, Yunus ve Said, 2012). Bu araştırmada uygulanan testin nispeten orta düzeyde zorlayıcı bir test olduğu düşünülebilir (Riccio, Reynolds, Lowe ve Moore, 2002). Bazı araştırmalar, bilişsel test başarısında bilişsel testin karmaşık olması gerektiği yönünde görüş bildirilmektedir (Elliot, Maier, Moller, Friedman ve Meinhardt, 2007). Bu çerçeveden bakıldığında sonuçlarımızın olası nedenlerinden birinin test zorluğunun görece olarak daha düşük seviyede algılanmış olmasına bağlanabilir. Bu durumun netliğe kavuşabilmesi için, zorluk düzeyi yüksek olan CPT testleri ile yeni araştırmaların yapılması önem arz etmektedir.

Literatürde renklerin bilişsel performanslara olan etkilerini inceleyen az sayıda araştırma bulunmaktadır. Bu araştırmaların metotlarına bakıldığında, uygulanan yöntemlerin birbirilerinden farklı olduğu ve araştırmaların sonuçlarının da birbiriyle çelişkiler içermekte olduğu görülmektedir (Mehta ve Zhu, 2009). Örneğin, Kwallek ve Lewis (1990), kırmızı renkli bir oda yapılan bilişsel test çıktılarının (algısal hız ve doğruluk) beyaz bir odada yapılanlara göre daha az hataya neden olduğunu ileri sürmektedir. Ancak Kwallek ve Lewis'in (1990) araştırmasında, gönüllülerin renge maruziyeti ışığa maruziyet şeklinde olmayıp, sadece bulunulan odanın duvar rengi ile sınırlıdır. Öte yandan, Kamaruzzaman ve Zawawi'nin (2010) yaptığı bir araştırmada, mavi rengin uyarıcı özelliğinin daha yüksek olduğu ve bilişsel performanslarda daha az hataya neden olduğu ileri sürülmektedir. Ancak bu araştırma anket sonuçlarına dayanmakta olup, gönüllüler renkli ışıklara maruz bırakılmamışlardır. Diğer taraftan, bilgisayar kullanmayı gerektiren bir araştırma da Hatta ve Yoshida (2002) tarafından yapılmıştır. Anılan araştırmada bej, mavi ve kırmızı olmak üzere 3 tür bilgisayar ekranı kullanılmıştır. Araştırma sonuçları hem kırmızı hem de mavi bilgisayar ekranının bilişsel performansları düşürdüğünü bildirmiştir. Bu çerçeveden bakıldığında, diğer araştırmalardaki metodolojik farklılıklar nedeniyle bu tezin sonuçlarının doğrudan karşılaştırılması çok olası değildir. Ancak, bu tezin sonuçlarındaki farklılıkların deney desenindeki farklılıklar ile ilişkili olduğu ileri sürülebilir.

Bilişsel fonksiyonlar bireylerin yaşına, sosyoekonomik durumuna ve eğitim-öğretim düzeyine göre değişmektedir (Hsieh, Chu, Yang, Yang, Yeh, Lee ve Chen, 2005; Ballard, 2001). Bu tezde gönüllüler 18 - 19 yaş aralığında, yüksek bir akademik başarıya (Tıp Fakültesi öğrencileri) sahip sağlıklı kadın ve erkeklerden oluşmaktadır. Üstelik gönüllülerin bilgisayar oyunlarına yatkınlığı yüksektir. Bu anlamda bu araştırmaya katılan gönüllü grubu oldukça homojen olup, yüksek nitelikte bireylerden oluşmaktadır. Ölçülen bilişsel çıktılardan doğru yanıt oranı, reaksiyon zamanı, dürtüsellik yüzdesi ve ıskalama yüzdesi değerlerinin yüksek performans arz etmesi için yüksek dikkat ve dikkati sürdürme yeteneği gerekmektedir. Gönüllülerin üst düzey bir akademik başarıya sahip olmaları dikkat seviyelerinin yüksek olduğuna işaret etmektedir. Dolayısıyla bilişsel parametrelerde değişim bulunmaması renkli ışığın etkisinin olmamasından ziyade, gönüllülerin yüksek akademik başarıya sahip olmaları, bilgisayar oyunlarına aşina olmaları ve genç olmalarına bağlanabilir. Bu

yüksek bilişsel kapasite ışıkların olası etkisini maskeleymiş olabilir. Ancak aşağıda da tartışılacağı üzere bu durumun bir diğer nedeni de otonom sinir sistemi dinamikleri olabilir.

Diğer taraftan bu tezin diğer önemli araştırma konusu, renkli ışıklar altında gerçekleştirilen bilişsel testler sırasındaki otonom sinir sistemi aktivitesindeki değişikliklerin incelenmesiydi. Tez sonuçları bilişsel testler sırasındaki KH'nin renklere bağlı olarak değişmediği yönündedir. KH hem sempatik hem de parasempatik aktivitenin kombine etkisini göstermektedir (Shaffer ve Ginsberg, 2017). Sempatik aktivitedeki bir artış KH'de bir yükselişe, parasempatik aktivitedeki artış ise KH'de bir düşüşe neden olabilir (Task Force of The European Society of Cardiology and The North American Society of Pacing and Electrophysiology, 1996; Laborde, Mosley ve Thayer, 2017). Ayrıca herhangi bir stres durumunda, sempatik aktivitede bir artış görülebilir ve bu da KH'nin yükselmesine neden olabilir. Bu araştırmanın bilişsel test aşamasının gönüllülerde bir stres oluşturması ve bunun da KH'na yansımaları beklenirken, sonuçlarda bu yönde bir bulguya ulaşılamamıştır. Literatüre bakıldığında mavi ve kırmızı ışığın KH değerleri üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığı bildirilmektedir (Munzuroğlu, 2017). Bu anlamda bakıldığında, bu araştırmanın KH sonuçlarının literatürle uyumlu olduğu düşünülmektedir. Ancak ileriki bölümlerde de tartışılacağı üzere otonom sinir sistemi üzerindeki etkilerin her durumda KH ya da KHD'ye birebir yansımayaacağı da bildirilmektedir (Borell, Langbein, Despres, Hansen, Leterrier, Marchant, ... Veissier, 2007). KHD'nin zaman düzlemi parametrelerinden NNmean, RMSSD ve SDNN değerleri gerek dinlenme gerekse de renkli ışıklar altındaki test koşullarında değişmemiştir. Literatürde de benzer şekilde, mavi ve kırmızı ışığın KHD'nin zaman düzlemi parametrelerini değiştirmediği gösterilmiştir (Munzuroğlu, 2017). Bu araştırmanın sonuçları, literatür ile bu anlamda benzerlik ve uyum içindedir.

KHD'nin zaman düzlemi parametrelerinden olan RMSSD değişkenliği, parasempatik sinir sisteminin bir temsilcisidir. RMSSD'de görülen artış, parasempatik sistemin aktivitesinin arttığını gösterir (Shaffer ve Ginsberg, 2017; Borell ve diğerleri, 2007). Parasempatik sistem, dinlenme durumunda sürekli ve baskın bir aktivite gösterip sempatik sistem ile birlikte dinamik bir denge içindedir (Kim, Cheon, Bai, Lee ve Koo, 2018; Shaffer ve Ginsberg, 2017). Bu teorik bilgilere bakıldığında bu tezin RMSSD sonuçlarının deney koşulları altında değişmemiş olması parasempatik

aktivitenin stabil kaldığı şeklinde yorumlanabilir. Ancak farklı aktiviteler sırasında sempatik ve parasempatik aktivite arasındaki ilişki hem lineer hem de nonlineer bir örüntü gösterebilir (Borell ve diğerleri, 2007). Bu nedenle, yalnızca KHD zaman düzlemi sonuçlarını dikkate almak yanıltıcı olabilir (Laborde ve diğerleri, 2017; Shaffer ve Ginsberg, 2017; Borell ve diğerleri, 2007). Net sonuçlara ulaşmak için KHD'nin frekans düzlemi parametrelerinin de değerlendirilmesi önem arz etmektedir.

KHD'nin zaman düzlemi parametrelerinden bir diğeri olan SDNN özel bir öneme sahiptir. SDNN yüksekliği ile organizmanın dış faktörlere karşı adaptasyon yeteneği arasında doğrusal bir ilişki olduğu bildirilmektedir (Shaffer ve Ginsberg, 2017; Borell ve diğerleri, 2007). Tablo 3'e bakıldığında SDNN değerlerinin her koşulda 55 ms'nin üstünde olduğu görülmektedir. Bu değerlerin hem istirahat koşullarında hem de zihinsel aktivite gerektiren bilişsel test koşullarında değişmemiş ve yüksek seviyelerde seyretmiş olması, gönüllülerin değişen deney koşullarına adaptasyon yeteneklerinin yüksek düzeyde olduğuna işaret etmektedir (Shaffer ve Ginsberg, 2017).

KHD'nin frekans düzlemi parametrelerinden LF ve HF parametrelerinin her bir renkli ışık altındaki bilişsel test koşullarındaki değerlerinde, aynı renkli ışık altındaki dinlenme koşulları değerlerine göre artış izlenmiştir. Diğer taraftan, LF/HF değerlerinde ise bir azalma görülmüştür (Tablo 3, Şekil 12 – Şekil 14). LF parametresi, sempatik ve parasempatik aktivitenin organizma üzerindeki net çıktısını gösterir (Laborde ve diğerleri, 2017; Shaffer ve Ginsberg, 2017). Bu çerçeveden bakıldığında, bilişsel testler sırasında LF değerlerindeki yükseliş, gönüllülerin testler sırasındaki yoğun zihinsel aktivitelerinin hem sempatik hem de parasempatik aktivitede bir artışa neden olduğuna işaret etmektedir. HF parametresi ise sadece parasempatik sinir sistemi aktivitesini göstermekte ve yüksek düzeylerde görülmesi parasempatik etkinin baskın olduğu anlamına gelmektedir (Grossman ve Taylor, 2007). Bilişsel testler sırasındaki HF değerlerindeki yükseliş parasempatik aktivitenin sempatik aktiviteyi azaltma ve organizmayı stabil, kararlı iç dengeye getirme yönündeki çabası olarak düşünülmektedir. Parasempatik aktivitenin bu şekilde yükselmesi “vagal rebound” olarak yorumlanabilir. “Vagal rebound” etkisi yoğun stres ya da yoğun sempatik aktivite artışları olan durumlarda görülebilir (Borell ve diğerleri, 2007).

Bu araştırmanın sonuçları, LF/HF değerlerinde bir azalma olduğunu göstermektedir. LF/HF sempatovagal denge olarak ifade edilip, otonom sinir sisteminin parasempatik ve sempatik bölümleri arasındaki ilişki hakkında bilgi vermektedir. Bu oranın yüksek olması sempatik sistem yönünde, düşük olması ise parasempatik sistem lehine bir kaymanın varlığını gösterir (Laborde ve diğerleri, 2017; Shaffer ve Ginsberg, 2017). Bu çerçeveden bakıldığında bilişsel testler sırasındaki LF/HF değerlerindeki azalma parasempatik sistem yönünde bir kaymanın varlığına işaret etmektedir. Bu araştırmanın sonuçları açısından bakıldığında, bilişsel testler gönüllüler üzerinde önemli bir sempatik uyarılmaya neden olmuş ve organizma otonomik regülasyon mekanizması gereği parasempatik aktivite artışıyla kararlı bir iç dengeyi sağlama çabası içine girmiş olabilir.

Bu araştırmanın bazı sınırlılıkları bulunmaktadır. Bunlardan biri, araştırmaya katılan gönüllü grubunun sadece tıp fakültesi öğrencileri ile sınırlı olmasıdır. Farklı eğitim durumlarına ve farklı meslek gruplarına sahip gönüllülere ulaşamadığı için gönüllü grubu tıp fakültesi öğrencilerinden oluşmuştur. Ayrıca bu araştırmada gönüllüler kendi kontrol grubu olarak belirlenmiş, farklı bireylerden oluşan bir kontrol grubu üzerinde deney metodu uygulanamamıştır. Diğer bir sınırlılık ise gönüllülerin 18-19 yaş aralığında olmasıdır. Araştırmada gönüllüler 18 ile 30 yaş aralığında olacak şekilde gruplara ayrılarak deney deseninin planlanmasına rağmen gönüllü popülasyonunda yaş etkisi incelenememiştir. Bu sınırlılıkların yeni araştırmalarla giderilmesi önem arz etmektedir.

Bu araştırmada yukarıda önerilen yeni araştırmalara ek olarak, zorluk düzeyi daha yüksek olan, örneğin CPT-AX testinde verilen AX biçimindeki uyarıların renkli olduğu bilişsel testlerin yeni çalışmalarla tekrar etmesi renklerin bilişsel performanslara olan net etkisini ortaya koyabilir.

6. Sonuç ve Öneriler

Bu araştırma sonunda, beyaz, mavi ve kırmızı renkli ışık altında gerçekleştirilen bilişsel testi sırasında test başarı değişkenlerinden doğru yanıt oranı, reaksiyon zamanı, dürtüsellik yüzdesi ve ıskalama yüzdesi değerleri üzerinde renkli ışıkların herhangi bir etkisi bulunmamıştır. Bu durumun en önemli nedenlerinden biri olarak CPT-AX bilişsel testinin zorluk düzeyinin orta seviyede olması gösterilebilir. Bir diğer neden de gönüllülerin yüksek zihinsel kapasiteli, algı düzeyleri gelişmiş ve bilgisayar oyunlarına aşinalığı yüksek genç bireylerden oluşmuş olması olabilir.

KHD'nin zaman düzlemi parametrelerinden RMSSD ve SDNN değerleri renkli ışıklar altındaki bilişsel testler sırasında değişmemiştir. Bu durum, bilişsel testlere renkli ışıkların görünür bir etkisinin olmasından kaynaklanmış olabileceği gibi organizmanın içsel ve dışsal etkilere karşı adaptasyon kapasitesinin yüksek seviyede olmasına da bağlanabilir.

Renkli ışıklar altındaki bilişsel testler sırasında KHD'nin frekans düzlemi parametrelerinden LF ve HF değerleri dinlenme durumuna göre yükselmiş ve LF/HF değeri ise düşmüştür. Bu durum, sempatik ve parasempatik aktivitenin birlikte artmış olduğunu ancak parasempatik aktivitenin bu değişimi normalize etmek için daha yüksek bir aktivite içine girdiğini göstermektedir. Bu etki "vagal rebound" etkisidir.

Bilişsel testler sırasındaki yoğun zihinsel faaliyetler veya stres, kaygı ve heyecan gibi duygusal uyarılmışlıklar başta sempatik sinir sistemi aktivitesi olmak üzere otonom sinir sistemi üzerinde yoğun bir faaliyet artışına neden olmuş olabilir.

Otonom sinir sistemi değişimlerini inceleyen araştırmalarda, KHD'nin hem zaman düzlemi hem de frekans düzlemi parametreleri birlikte değerlendirilmelidir. Ayrıca sadece KH değişkenliğine bakarak sempatik ve parasempatik aktivite hakkında kesin yargılara ulaşılamayabilir.

Bu araştırma sonuçları dar bir gönüllü grubu için geçerlidir. Farklı nitelik ve nicelikteki gönüllü grupları üzerinde yeniden gerçekleştirildiğinde bulguların değişme ihtimali yüksektir. Bu nedenle daha karmaşık bilişsel testlerle, farklı sosyoekonomik düzeyde ve yaşlardaki gönüllülerle renkli ışıkların bilişsel performanslar üzerindeki etkisinin ortaya koyulması için yeni çalışmalar yapılması gereklidir.

7. Kaynaklar

- Abbas, N., Kumar, D., and Mclachlan, N. (Ed.) (2005). *The psychological and physiological effects of light and colour on space users*. Engineering in Medicine and Biology 27th Annual Conference, Shanghai, China
- Alhola, P., and Polo-Kantola, P. (2007, October). Sleep deprivation: impact on cognitive performance. *Neuropsychiatr Dis Treat*, 3(5), 553–567
- Angelo, R. M. and Ribeiro, A. D. (2015). Wave–particle duality: an information-based approach. *Found Phys*, 45, 1407–1420. doi:10.1007/s10701-015-9913-6
- Appel, L. M., Berger, R. D., Saul, J. P., Smith, J. M., and Cohen, R. J. (1989). Beat to beat variability in cardiovascular variables noise or music. *JACC*, 14(5)
- Ballard, J. C. (2001). Assessing attention: comparison of response-inhibition and traditional Continuous Performance Tests. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 23(3), 331-350. doi:10.1076/jcen.23.3.331.1188
- Barnes, D. E., and Yaffe, K. (2011). The projected effect of risk factor reduction on Alzheimer’s disease prevalence. *Lancet Neurol*, 10, 819-828
- Berson, D. M. (2003). Strange vision: ganglion cells as circadian photoreceptors. *Trends in Neurosciences*, 26(6), 314-320. doi:10.1016/S0166-2236(03)00130-9
- Biaggioni, I., and Kaufmann, H. (2014). Autonomic nervous system; overview. *Encyclopedia of the Neurological Sciences*, 1, 352-354. doi:10.1016/B978-0-12-385157-4.00497-8
- Binboğa, E., Tok, S., Munzuroğlu, M., Canüzmez, A. E., and Dal, N. (2019). The effects of red versus blue lights and neuroticism on voluntary biceps brachii muscle contraction. *Perceptual and Motor Skills*, 126(2), 253-266
- Borell, E., Langbein, J., Despres, G., Hansen, S., Leterrier, C., Marchant, J., Marchant-Forde, R., Minero, M., Mohr, E., Prunier, A., Valance, D., and Veissier, I. (2007). Heart rate variability as a measure of autonomic regulation of cardiac activity for assessing stress and welfare in farm animals — A review. *Physiology and Behavior*, 92(3), 293-316. doi:10.1016/j.physbeh.2007.01.007

- Brainard, G. C., and Hanifin, J. P. (2005). Photons, clocks, and consciousness. *Journal of Biological Rhythms*, 20(4), 314-325. doi:10.1177/0748730405278951
- Brainard, G. C., Hanifin, J. P., Greeson, J. M., Byrne, B., Glickman, G., Gerner, E., and Rollag, M. D. (2001). Action spectrum for melatonin regulation in humans: evidence for a novel circadian photoreceptor. *The Journal of Neuroscience*, 21(16), 6405–6412
- Burton, D. A., and Noble, A. (2014). Aspects of electromagnetic radiation reaction in strong fields. *Contemporary Physics*, 55(2), 110-121. doi:10.1080/00107514.2014.886840
- Cajochen, C., Zeitzer, J. M., Czeisler, C. A., and Dijk, D. J. (2000). Dose-response relationship for light intensity and ocular and electroencephalographic correlates of human alertness. *Behavioural Brain Research*, 115, 75–83. doi:10.1016/s0166-4328(00)00236-9
- Catai, A. M., Pastre, C. M., de Godoy, M. F., da Silva, E., de Medeiros Takahashi, A. C., and Vanderlei, L. C. M. (2020). Heart rate variability: are you using it properly? Standardisation checklist of procedures. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, 24(2), 91-102. doi:https://doi.org/10.1016/j.bjpt.2019.02.006
- Chellappa, S. L., Steiner, R., Blattner, P., Oelhafen, P., Götz, T., and Cajochen, C. (2011). Non-visual effects of light on melatonin, alertness and cognitive performance: can blue-enriched light keep us alert? *Plos One*, 6(1), 1-11
- Choi, C. J., Kim, K. S., Kim, C. M., Kim, S. H., and Choi, W. S. (2011). Reactivity of heart rate variability after exposure to colored lights in healthy adults with symptoms of anxiety and depression. *International Journal Of Psychophysiology*, 79(2), 83-88
- Cook, S., Togni, M., Schaub, M. C., Wenaweser, P., and Hess, O. M. (2006). High heart rate: a cardiovascular risk factor? *European Heart Journal*, 27, 2387–2393. doi:10.1093/eurheartj/ehl259
- Dacey, D. M., Liao, H. W., Peterson, B. B., Robinson, F. R., Smith, V. C., Pokorny, J., and Gamlin, P. D. (2005). Melanopsin-expressing ganglion cells in primate retina signal colour and irradiance and project to the LGN. *Nature*, 433, 749-754. doi:10.1038/nature03345

- Edelhäuser, F., Hak, F., Kleinrath, U., Luhr, B., Matthiessen, P. F., Weinzirl, J., and Cysarz, D. (2013). Impact of colored light on cardiorespiratory coordination. *Evid Based Complement Alternat Med*, Volume 2013, Article ID 810876, 1-7. doi:10.1155/2013/810876
- Elliot, A. J. (2015). Color and psychological functioning: a review of theoretical and empirical work. *Frontiers in Psychology*, 6, 1-8
- Elliot, A. J., Maier, M. A., Moller, A. C., Friedman, R., and Meinhardt, J. (2007). Color and psychological functioning: the effect of red on performance attainment. *Journal of Experimental Psychology General*, 136(1), 154-68
- Fisher, G. G., Chacon, M., and Chaffee, D. S. (2019). *Theories of cognitive aging and work in work across the lifespan*. Baltes, B. B., Rudolph, C. W., and Zacher, H. (Ed.), *Work across the lifespan* (pp. 17-45). Elsevier Inc. doi:10.1016/b978-0-12-812756-8.00002-5
- Forte, G., Favieri, F., and Casagrande, M. (2019). Heart rate variability and cognitive function: a systematic review. *Frontiers in Neuroscience*, 13(Jul), 1–11. doi:10.3389/fnins.2019.00710
- Gohara, T., Mizuta, H., Takeuchi, I., Tsuda, O., Yana, T., Yamamoto, M., ... Kishi, N. (1996). Heart rate variability change induced by the mental stress: the effect of accumulated fatigue. Tokyo: Department of Electronic Informatics, Hosei University. Print ISBN:0-7803-3131-1. doi:10.1109/SBEC.1996.493228
- Gronfier, C. (2013). The good blue and chronobiology: light and non-visual functions. *Points de Vue*, 68, 19-22
- Grossman, P., and Taylor, E. W. (2007). Toward understanding respiratory sinus arrhythmia: Relations to cardiac vagal tone, evolution and biobehavioral functions. *Biological Psychology*, 74, 263–285
- Guyton, A., and Hall, J. (2007). *Tibbi fizyoloji*. Nobel
- Hatta, T., and Yoshida, H. (2002). Color of computer display frame in work performance, mood, and physiological response. *Perceptual and Motor Skills*, 94, 39-46

- Hau, Y., Zhang, L., and Miao, D. (2008). The relationship between color vision and arousal level. *The Internet Journal of Ophthalmology and Visual Science*, 6(2), 1-11
- Herter, C. A., Jr. (1985). The electromagnetic spectrum: a critical natural resource. *Natural Resources Journal*, 25(3). Symposium on International Resources Law (Erişim adresi: <https://digitalrepository.unm.edu/nrj/vol25/iss3/6/>)
- Hill, R. A., and Barton, R. A. (2005). Psychology: red enhances human performance in contests. *Nature*, 435(7040), 293. doi:10.1038/435293a
- Hocking, C., Silberstein, R. B., Lau, W. M., Stough, C., and Roberts, W. (2001). Evaluation of cognitive performance in the heat by functional brain imaging and psychometric testing. *Comp. Biochem. Physiol. Part A Mol. Integr. Physiol.*, 128, 719–734. doi:10.1016/S1095-6433(01)00278-1
- Howieson, D. (2019). Current limitations of neuropsychological tests and assessment procedures, *The Clinical Neuropsychologist*, 33(2), 200-208. doi:10.1080/13854046.2018.1552762
- Hsieh, P-C., Chu, C. L., Yang, Y. K., Yang, Y. C., Yeh, T. L., Lee, I. H., and Chen, P. S. (2005). Norms of performance of sustained attention among a community sample: Continuous Performance Test study. *Psychiatry and Clinical Neurosciences*, 59, 170–176
- Ishihara, S. (1972). *Tests for color blindness by S. Ishihara*. Tokyo: Kanehara Shuppan Co. Ltd.
- Jacobs, K., and Hustmyer, J. (1974). Effects of four psychological primary colors on GSR, heart rate and respiration rate. *Perceptual and Motor Skills*, 38, 763
- Jalil, N. A., Yunus, R. M., and Said N. S. (2012). Environmental colour impact upon human behaviour: a review. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 35, 54-62
- Kamaruzzaman, S. N., and Zawawi, E. M. A. (2010). Influence of employees' perceptions of colour preferences on productivity in malaysia office buildings. *Journal of Sustainable Development*, 3(3), 283-293

- Karim, N., and Ali, S. (2011). Heart rate variability - a review. *Journal of Basic and Applied Sciences*, 7(1), 71-77
- Kaya, N., and Epps, H. H. (2004). Relationship between color and emotion: a study of college students. *College Student Journal*, 38(3), 396+
- Kim, E. J. (2010). Factors influencing cognitive impairment of the elderly residents. *J East West Nurs Res*, 16, 122-130 (Korean)
- Kim, H.-G., Cheon, E.-J., Bai, D.-S., Lee, Y. H., and Koo, B.-H. (2018). Stress and heart rate variability: a meta-analysis and review of the literature. *Psychiatry Investig*, 15(3), 235-245. doi:10.30773/pi.2017.08.17
- Kim, M., and Park, J. M. (2017). Factors affecting cognitive function according to gender in community-dwelling elderly individuals. *Epidemiology and Health*, 39, 1-10. <https://doi.org/10.4178/epih.e2017054>
- Kleiger, R. E., Stein, P. K., and Bigger, J. T. (2005). Heart rate variability measurement and clinical utility. *Measurement and Clinical Utility*, 10(1), 88-101
- Kourtidou-Papadeli, C., Papadelis, C., Koutsonikolas, D., Boutzioukas, S., Styliadis, C., and Guiba-Tziampiri, O. (2008). High altitude cognitive performance and COPD interaction. *Hippokratia*, 12, 84–90
- Krenn, B. (2014). The impact of uniform color on judging tackles in association football. *Psychology of Sport and Exercise*, 15, 222-225
- Küller, R., Mikellides, B., and Janssens, J. (2009). Color, arousal, and performance—a comparison of three experiments. *Color Research & Application*, 32, 141-152
- Kwallek, M., and Lewis, C. M. (1990). Effects of environmental colour on males and females: a red or white or green office. *Applied Ergonomics*, 21, 275-278
- Laborde, S., Mosley, E., and Thayer, J. F. (2017). Heart rate variability and cardiac vagal tone in psychophysiological research – recommendations for experiment planning, data analysis, and data reporting. *Front. Psychol.*, 8, Article 213. doi: 10.3389/fpsyg.2017.00213

- Lampert, D. J., Saunders, C., Butler, L. T., and Spencer, J. P. E. (2014). Fruits, vegetables, 100% juices, and cognitive function. *Nutrition Reviews*, 72(12), 774–789. doi:10.1111/nure.12149
- Li, W., Wang, T., and Xiao, S. (2016). Type 2 diabetes mellitus might be a risk factor for mild cognitive impairment progressing to Alzheimer's disease. *Neuropsychiatr Dis Treat*, 12, 2489-2495
- Lin, J. S., O'Connor, E., Rossom, R. C., Perdue, L. A., Burda, B. U., Thompson, M., and Eckstrom, E. (2017). Screening for cognitive impairment in older adults: an evidence update for the U.S. Preventive Services Task Force. Erişim adresi: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmedhealth/PMH0063382/>
- Litscher, D., Wang, L., Gaischek, I., and Litscher, G. (2013). 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 and Alternative Medicine*, 2013(2), Article ID 674183. doi:10.1155/2013/674183
- Lucas, R. J., Hattar, S., Takao, M., Berson, D. M., Foster, R. G., and Yau, K. W. (2003). Diminished pupillary light reflex at high irradiances in melanopsin-knockout mice. *Science*, 299, 245-247
- McCorry, L. K. (2007). Physiology of the autonomic nervous system. *American Journal of Pharmaceutical Education*, 71(4), Article 78, 1-11
- Mehta, R., and Zhu, R. J. (2009). Blue or red? Exploring the effect of color on cognitive task performances. *Science*, 323, 1226-1229
- Moharreri, S., Rezaei, S., Dabanloo, N., and Parvaneh, S. (2014). Study of induced emotion by color stimuli: power spectrum analysis of heart rate variability. *Computing in Cardiology*, 41, 977-980
- Mueller, S. T., and Piper, B. J. (2014). The Psychology Experiment Building Language (PEBL) and PEBL test battery. *J Neurosci Methods*, 29, 997–1003. doi:10.1016/j.jneumeth.2013.10.024

- Munzuroğlu, M. (2017). *Çeşitli renkteki ışıkların insanda otonom sinir sistemine etkisi ve kişilik tipleri ile olan ilişkisinin araştırılması* (Yüksek Lisans Tezi). YÖK veri tabanından erişildi. (Tez No: 494663)
- Nomoto, Y., Ohmura, T., Ohya, T., Sawai, K., Koyama, H., and Kawasumi, M. (2014). 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*, 97, 42-48. doi:10.1002/ecj.11611
- Park, H. K., and Song, H. J. (2016). Predictors of cognitive function decline of elderly: using living conditions and welfare needs of older Korean persons panel data. *Korean J Health Serv Manag*, 10, 147-158 (Korean)
- Park, J. S., Lee, Y. W., and Kim, H. S. (2015). Cognitive impairment risk factors in elders. *J Korean Gerontol Nurs*, 17, 121-130 (Korean)
- Pierman, B. C. (Ed.) (1976). *Color in the health care environment: proceedings of a special workshop held at the National Bureau of Standards*. Maryland: Washington: Department of Commerce
- Piper, B., Mueller, S. T., Talebzadeh, S., and Ki, M. J. (2016). Evaluation of the validity of the Psychology Experiment Building Language tests of vigilance, auditory memory, and decision making. *PeerJ*, 3. doi: <https://doi.org/10.7717/peerj.1772>
- Posner, M. I., DiGirolamo, G. J., and Fernandez-Duque, D. (1997). Brain mechanisms of cognitive skills. *Consciousness And Cognition*, 6, Article CC970301, 267–290
- Rees, K., Allen, D., and Lader, M. (1999). The influences of age and caffeine on psychomotor and cognitive function. *Psychopharmacology*, 145, 181-188
- Riccio, C. A., Reynolds, C. R., Lowe, P., and Moore, J. J. (2002). The continuous performance test: a window on the neural substrates for attention?. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 17, 235-272
- Roebuck, H., Freigang, C., and Barry, J. G. (2016, June 01). Continuous performance tasks: not just about sustaining attention. *J Speech Lang Hear Res*, 59(3), 501–510. doi:10.1044/2015_JSLHR-L-15-0068


- Ross, M. J., Guthrie, P., and Dumant, J. C. (2013). The impact of modulated, colored light on the autonomic nervous system. *Adv Mind Body Med*, 27(4), 7-16
- Sakuragi, S., and Sugiyama, Y. (2011). Effect of partition board color on mood and autonomic nervous function. *Perceptual and Motor Skills*, 113(3), 941-956
- Shaffer, F., and Ginsberg, J. P. (2017). An overview of heart rate variability metrics and norms. *Front. Public Health.*, 5, Article 258, 1-17. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2017.00258>
- Shaffer, F., McCraty, R. and Zerr, C. L. (2014). A healthy heart is not a metronome: an integrative review of the heart's anatomy and heart rate variability. *Frontiers in Psychology*, 5, Article 1040, 1-19. doi:10.3389/fpsyg.2014.01040
- Swift, C. G., and Tiplady, B. (1988). The effects of age on the response to caffeine. *Psychopharmacology*, 94, 29-31
- Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. (1996). Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. Erişim adresi: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8598068/>
- Taylor, L., Watkins, S. L., Marshall, H., Dascombe, B. J., and Foster, J. (2016, January). The impact of different environmental conditions on cognitive function: a focused review. *Front. Physiol.*, 6, Article 372. doi:10.3389/fphys.2015.00372
- Teberik, K., and Özer, P. (2014). 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*, 16, 45-50
- Thayer, J. F., Yamamoto, S. S., and Brosschot, J. F. (2010). The relationship of autonomic imbalance, heart rate variability and cardiovascular disease risk factors. *International Journal of Cardiology*, 141, 122–131. doi:10.1016/j.ijcard.2009.09.543
- Tofle, R. B., Schwarz, B., Yoon, S., and Max-Royale, A. (2004). Color in healthcare environments - a research report. *Coalition for Health Environments Research*.

https://www.brikbase.org/sites/default/files/chd_color_in_hc_environ.pdf

- Toivanen, P., Kärhä, P., Manoochehri, F., and Ikonen, E. (2000). Realization of the unit of luminous intensity at the HUT. *Metrologia*, 37, 131-140
- Tokushige, A., and Yamamoto, M. (2013). The effects of color stimulus on autonomic nervous system activity and subjective arousal state. *International Journal of Japanese Nursing Care Practice and Study*, 1, 13-17
- Valdez, P., and Mehrabian, A. (1994). Effects of color on emotions. *Journal of Experimental Psychology: General*, 123(4), 394-409
- Vandewalle, G., Maquet, P., and Dijk, D.-J. (2009). Light as a modulator of cognitive brain function. *Trends in Cognitive Sciences*, 13, 429-438
- Visweswaraiah, N. K., and Telles, S. (2006). Psychophysiological effects of colored light used in healing. *International Digital Organization for Scientific Information*, 1(1), 21-23
- Wecker, L. (2014). The autonomic nervous system. *Reference Module in Biomedical Research*, 1-3. doi:10.1016/B978-0-12-801238-3.05348-4
- Xia, T., Song, L., Wang, T. T., Tan, L., and Mo, L. (2016). Exploring the effect of red and blue on cognitive task performance. *Frontiers in Psychology*, 7, Article 784, 1-7. doi:10.3389/fpsyg.2016.00784

8. Ekler

Ek-1: Etik Kurul Onayı

**T.C.
EGE ÜNİVERSİTESİ
TIBBİ ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU**
Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Dekanlığı 2.Kat. Erzene Ankara Cad. 35100 Bornova / İZMİR
Tel : 0 232 390 2134 e-mail: tibbietik@yahoo.com.
ARAŞTIRMA BAŞVURUSU ONAY BELGESİ

Microsoft Teams Programı ile Teletoplantı gerçekleştirilmiştir.

BAŞVURU BİLGİLERİ	ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Farklı Renklerdeki Işıklann Bilgisel Performanslar ve Otonom Sinir Sistemi Üzerindeki Etkilerinin Araştırılması
	SORUMLU ARAŞTIRMACI UNVANI/ADI/SOYADI	Doç. Dr. Erdal Binboğa
	YARDIMCI ARAŞTIRMACILAR	Arş. Gör. Barış Narin
	KOORDİNATOR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ BULUNDUĞU MERKEZ	Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyofizik Anabilim Dalı
	DESTEKLEYİCİ	-

DEĞERLENDİRİLEN BELGELER	Belge Adı	Tarihi
	ARAŞTIRMA BAŞVURU FORMU	-
	BİLGİLENDİRME FORMU	-
	VERİ İZLEME FORMU/ ANKET	<input type="checkbox"/>
	ARAŞTIRMA BÜTÇESİ	<input checked="" type="checkbox"/>
DİĞER	<input type="checkbox"/>	

KARAR BİLGİLERİ	Karar Nu: 21-3.1T/55	Tarih: 18.03.2021
	Yukarıda başvuru bilgileri verilen 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 ödenmediği koşullarda araştırmaya başlanmasının etik açıdan uygun bulunduğuna toplantıya kabilen etik kurul üye tam sayısının salt çoğunluğu ile karar verilmiştir.	

EGE ÜNİVERSİTESİ TIBBİ ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU

ÇALIŞMA ESASI	Ege Üniversitesi Tıbbi Araştırmalar Etik Kurul Yönergesi, İyi Klinik Uygulamaları Kılavuzu
BAŞKANIN UNVANI / ADI / SOYADI:	Prof. Dr. Güzide AKSU

Unvanı / Adı / Soyadı EK Üyeliği	Uzmanlık Dalı	Kurumu	Cinsiyeti	İlişki (*)	Katılım (**)	İmza
Prof. Dr. Güzide AKSU Başkan	Çocuk Sağlığı Ve Hastalıkları	Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları A.D.	K	<input type="checkbox"/> E <input checked="" type="checkbox"/> H	<input checked="" type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/> H	ONLINE KATILDI
Doç. Dr. Tolga AKŞİT (Başkan Yardımcısı)	Antrenörlük Eğitimi - Hareket ve Antrenman Bilimleri	Ege Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi Hareket ve Antrenman Bilimleri AD	E	<input type="checkbox"/> E <input checked="" type="checkbox"/> H	<input checked="" type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/> H	ONLINE KATILDI
Dr. Öğr. Üyesi Aysun EKŞİOĞLU Üye (Raportör)	Ebelik AD.	Sağlık Bilimleri Fakültesi Ebelik Anabilim Dalı	K	<input type="checkbox"/> E <input checked="" type="checkbox"/> H	<input checked="" type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/> H	ONLINE KATILDI
Prof. Dr. Zeliha KERRY Üye	Farmakoloji	Ege Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Farmakoloji AD	K	<input type="checkbox"/> E <input checked="" type="checkbox"/> H	<input checked="" type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/> H	ONLINE KATILDI
Prof. Dr. Aliye MANDIRACIOĞLU Üye	Halk Sağlığı AD	Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Halk Sağlığı AD	K	<input type="checkbox"/> E <input checked="" type="checkbox"/> H	<input checked="" type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/> H	ONLINE KATILDI

Etik Kurul Başkanının Unvanı/Adı/Soyadı: Prof. Dr. Güzide AKSU	Araştırma Başvurusu Onay Belgesi	Sayfa 1/2
--	----------------------------------	--------------

Ek-1 Sayfa-1



ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI: Farklı Renklerdeki İşiklanın Bilişsel Performanslar ve Otonom Sinir Sistemi Üzerindeki Etkilerinin Araştırılması

KARAR BİLGİLERİ		Karar Nu: 21-3.17/55					İmza
Unvanı / Adı / Soyadı EK Üyeliği	Uzmanlık Dalı	Kurumu	Cinsiyeti	İlişki (*)	Katılım (**)		
Prof. Dr. Eyüp Sabri ERCAN Üye	Çocuk Ruh Sağlığı	Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları A.D.	E	<input type="checkbox"/> E <input checked="" type="checkbox"/> H	<input type="checkbox"/> E <input checked="" type="checkbox"/> H	ONLINE KATILMADI	
Prof. Dr. Ceyda KABAROĞLU Üye	Klinik Biyokimya	Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Tıbbi Biyokimya A.D. Klinik Biyokimya B.D.		<input type="checkbox"/> E <input checked="" type="checkbox"/> H	<input checked="" type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/> H	ONLINE KATILDI	
Prof. Dr. Çağdaş EKER Üye	Ruh Sağlığı ve Hastalıkları	Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Ruh Sağlığı ve Hastalıkları A.D.	E	<input type="checkbox"/> E <input checked="" type="checkbox"/> H	<input checked="" type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/> H	ONLINE KATILDI	
Prof. Dr. H. Oya TÜRKOĞLU Üye	Periodontoloji	Ege Üniversitesi Diş Hek. Fakültesi Periodontoloji A.D.	K	<input type="checkbox"/> E <input checked="" type="checkbox"/> H	<input checked="" type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/> H	ONLINE KATILDI	
Prof. Dr. Meltem SEZİŞ DEMİRCİ Üye	İç Hastalıkları	Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi İç Hastalıkları A.D.	K	<input type="checkbox"/> E <input checked="" type="checkbox"/> H	<input type="checkbox"/> E <input checked="" type="checkbox"/> H	ONLINE KATILMADI	
Prof. Dr. Şafak DAĞHAN Üye	Halk Sağlığı Hemşireliği AD.	Ege Üniversitesi 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	ONLINE KATILDI	
Doç. Dr. Ahmet ÖZGÜRYENİEL Üye	Kadın Hastalıkları ve Doğum	Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Kadın Hastalıkları ve Doğum A.D.	E	<input type="checkbox"/> E <input checked="" type="checkbox"/> H	<input type="checkbox"/> E <input checked="" type="checkbox"/> H	ONLINE KATILMADI	
Doç. Dr. Banu Sarsık Kumbaracı	Patoloji	Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Tıbbi Patoloji Anabilim Dalı	K	<input type="checkbox"/> E <input checked="" type="checkbox"/> H	<input checked="" type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/> H	ONLINE KATILDI	
Doç. Dr. Mustafa Nuri Deniz	Anestezi	Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı	E	<input type="checkbox"/> E <input checked="" type="checkbox"/> H	<input checked="" type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/> H	ONLINE KATILDI	
Doç. Dr. Tahir ATİK Üye	Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları	Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları A.D. Çocuk	E	<input type="checkbox"/> E <input checked="" type="checkbox"/> H	<input checked="" type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/> H	ONLINE KATILDI	

* Araştırma ile İlişki
** Toplantıda Bulunma

Etik Kurul Başkanı'nın
Unvanı/Adı/Soyadı:
Prof. Dr. Güzide AKSU

Araştırma Başvurusu Onay Belgesi

Belge Kodu	Revizyon Tarihi / No.su	Sayı
22	28.09.2011/05	2/2

Ek-2: Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu

BİLGİLENDİRİLMİŞ OLUR FORMU
<p>LÜTFEN DİKKATLİCE OKUYUNUZ !!!</p> <p>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.</p>
<p>Bu çalışmanın adı ne?</p> <p>Bu çalışmanın adı "Farklı Renklerdeki Işıkların Bilişsel Performanslar ve Otonom Sinir Sistemi Üzerindeki Etkilerinin Araştırılması"dır.</p>
<p>Bu çalışmanın amacı ne?</p> <p>Amaç beyaz, kırmızı ve mavi renkli ışıklara maruziyetin sağlıklı insanlardaki bilişsel işlevleri nasıl değiştirdiğini ve renkli ışıklara maruziyet altında gerçekleştirilen bilişsel görevler sırasında otonom sinir sisteminin bu durumdan nasıl etkilendiğini araştırmaktır.</p>
<p>Size nasıl bir uygulama yapılacaktır?</p> <p>Çalışmanın uygulama kısmı 25° oda sıcaklığında, özel olarak hazırlanmış bir laboratuvarında gerçekleştirilecektir. Deneylere başlamadan önce katılımcıların renk körü olup olmadıklarının tespiti için "İshihara testi" uygulanacaktır. Bu test ardından renk körü olmayan katılımcılara Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu okutulup imzalatılacaktır. Bu aşamalardan sonra size, uygulanacak bilişsel görevler ve testler hakkında ön bilgi verilir, testlere aşinalığınızı sağlamak amacıyla söz konusu bilişsel testlerin çok kısa bir ön denemesi yaptırılacaktır. Bu aşamadan sonra etrafı siyah perde ile çevrilmiş, tavanında LED ışık kaynaklarının bulunduğu, dış ortam ışığından izole, sakın, sessiz ve özel olarak tasarlanmış bir bölmede bulunan rahat bir koltuğa oturtulacak ve ardından KH verilerini kaydedecek mandallı bir fotopleitismografi sensörü sol işaret parmağınıza takılacaktır. Hazır olduğunuzda uygulama aşamasına geçilecek ve KH verilerinizin kaydı başlatılacaktır. Uygulama kısmında 300 lüks aydınlatma şiddetinde rastgele bir sırada beyaz, kırmızı ve mavi renkli ışıklara 10'ar dakika boyunca maruz bırakılacaksınız. Her ışık maruziyetinin son 5 dakikasında, önünüzde bulunan bilgisayardaki PEBL (The Psychology Experiment Building Language) programı altında yer alan "Continuous Performance (CPT)" veya "Balloon Analogue Risk Task (BART)" adlı bilişsel testlerden birini yapmanız istenecektir. Tüm renkli ışıklar altındaki bilişsel testler tamamlanıp ve KH verileri de alındıktan sonra deneyin uygulama kısmı tamamlanmış olacaktır. Deneyin toplam süresinin 45 dk. olacağı tahmin edilmektedir. Kendinizi iyi hissettiğinizde deney ortamından ayrılmanıza izin verilecektir. Araştırmaya katılmayı kabul etmeniz durumunda size de uygulanacak olan adımlar sırasıyla bunlardır.</p>
<p>Farklı tedaviler için araştırma gruplarına rastgele atanma olasılığı nedir?</p> <p>Bütün katılımcılara aynı işlem adımları uygulanacaktır.</p>
<p>Ne kadar zamanınızı alacaktır?</p> <p>Uygulama yaklaşık 45 dakika sürecektir.</p>
<p>Araştırmaya katılması beklenen tahmini gönüllü sayısı kaçtır?</p> <p>30 gönüllünün katılımı beklenmektedir.</p>
<p>Sizden alınacak biyolojik materyallere ne olacak ve analizler nerede yapılacaktır? (analizlerin yurtdışında yapılması durumunda biyolojik materyallerin nereye gönderileceğinin açıklanması),</p> <p>Biyolojik materyal alınmayacaktır.</p>

Sizden beklenen nedir? Sizin sorumluluklarınız nelerdir? Deney sırasında talimatlara uymak; elektrofizyolojik ölçümlerin iyi yapılabilmesi için gerekli duruş, hareket gibi yönergeye uymak; bilişsel testi dikkatli biçimde yapmak.
Çalışmaya katılmak size ne yarar sağlayacak? Çalışmanın, katılımcılarında doğrudan bir yarar çıktısı yoktur. Ancak uzun vadede topluma temel genel anlamda yararlı bilgi sağlayacağı umulmaktadır.
Araştırmaya katılımının sona erdirilmesini gerektirecek durumlar nelerdir? Herhangi bir yönden ve nedenle kendinizi kötü hissetmeniz durumunda, kendinizi kötü hissettiğiniz yönünde bildirimde bulunursanız, uygulamayı tamamlayamayacağınız düşünülürse ve herhangi bir aşamasında uygulamadan ayrılmak istediğinizi bildirmezsiniz durumunda katılım sona erdirilecektir.
Çalışmaya katılmak size herhangi bir zarar verebilir mi? Bu çalışmada kullanılacak olan donanımın, uygulamanın, kısacası çalışmanın hiçbir parçasının herhangi bir zararı yoktur.
Eğer katılmak istemezseniz ne olur? Katılıp katılmamak tamamen gönüllülük esası üzeredir.
Size uygulanabilecek olan alternatif yöntemler nelerdir? Uygulamada alternatif bir yöntem yoktur.
Bu çalışmaya katıldığım için bana herhangi bir ücret ödenecek mi? Çalışmaya katılım için herhangi bir ücret ödenmemektedir.
Bu çalışmaya katıldığım için ben herhangi bir ücret ödeyecek miyim? Yapılacak her tür tetkik, fizik muayene ve diğer araştırma masrafları size veya güvencesi altında bulunduğunuz resmi ya da özel hiçbir kurum veya kuruluşa ödetilmeyecektir.
Bilgilerin gizliliği: Tüm kişisel ve tıbbi bilgileriniz gizli kalacak, sadece bilimsel amaçlarla kullanılacaktır. Araştırma sonuçlarının yayımlanması halinde dahi kimliğiniz gizli kalacaktır.
Bu çalışmanın sorumlusunun iletişim bilgileri 1- Adı, soyadı: Doç. Dr. Erdal BİNBOĞA 2- Ulaşılabilir telefon numarası: 3- Görev yeri: Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyofizik Anabilim Dalı
Çalışmaya Katılma Onayı: Yukarıda yer alan ve araştırmaya başlanmadan önce gönüllüye verilmesi gereken bilgileri gösteren 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 tanındı. Bu koşullar altında, bana ait tıbbi bilgilerin gözden geçirilmesi, transfer edilmesi ve işlenmesi konusunda araştırma yürütücüsüne yetki veriyor ve söz konusu araştırmaya ilişkin bana yapılan katılım davetini hiçbir zorlama ve baskı olmaksızın büyük bir gönüllülük içerisinde kabul ediyorum. Araştırmaya gönüllü olarak katıldığımı, istediğim zaman gerekçeli veya gerekçesiz olarak araştırmadan ayrılabileceğimi biliyorum. Bu formu imzalamakla yerel yasaların bana sağladığı hakları kaybetmeyeceğimi biliyorum. Bilgilendirilmiş gönüllü olurumun imzalı ve tarihli bir kopyasının bana verileceğini biliyorum.

Ek-2 Sayfa-2

GÖNÜLLÜNÜN		İMZASI
ADI & SOYADI		
ADRESİ		
TELEFONU		
TARİH		
Velayet veya vesayet altında bulunanlar için veli veya vasiinin		İMZASI
ADI & SOYADI		
ADRESİ		
TELEFONU		
TARİH		
Araştırma ekibinde yer alan ve araştırma hakkında bilgilendirmeyi yapan yetkin bir araştırmacının		İMZASI
ADI & SOYADI	Bariş NARİN	
ADRESİ		
TELEFONU		
TARİH		

Ek-2 Sayfa-3

Ek-3: İshihara Testi Plakaları



VERİ KAYIT FORMU

Tarih:

Saat:

▪ **Adı – Soyadı:**

Katılımcı Kodu:

Renk Sıralaması:

- **Doğum Tarihi:**
- **Cinsiyet:**
- **Eğitim Durumu (En son bitirdiği okul düzeyi):**
- **Sağ elli mi (Sağlak mı)?:**

- **Son gece hangi saat aralığında uyudu?:**
- **Son gece alkol içti mi?:**
- **Testten önceki son 1 saatte kahve veya sigara içti mi?:**

- **Sürekli olarak ilacını kullanmak zorunda olduğu nörolojik, psikiyatrik veya kâlp hastalığı var mı?:**
- **Sürekli kullandığı ilaç?:**

- **Telefon Numarası veya Eposta Adresi:**

Teşekkür

Danışman hocam olan Doç. Dr. Erdal BİNBOĞA'nın sağladığı kolaylıklar, yardımları, destekleri, özverisi ve yönlendirmeleri olmasaydı büyük olasılıkla başaramazdım.

Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyofizik Anabilim Dalı Başkanı hocam Prof. Dr. Murat PEHLİVAN bilgi ve deneyimlerini hiçbir zaman esirgemedi. Manisa Celal Bayar Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi'nden Prof. Dr. Serdar TOK hocam istatistiksel analizler için her zaman yardımcı oldu.

Ege Üniversitesi'ndeki anabilim dalımızdaki çalışanlar olan sekreterimiz Atiye SEZEN SAVAŞ ve Teknisyen Murat SARSAR, deneylerim sırasında her zaman işimi kolaylaştırdılar. Anabilim dalındaki arkadaşlarım Elfide ŞAHİN ve Mustafa MUNZUROĞLU'nun destekleri motivasyonuma katkıda bulundu.

Balıkesir Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyofizik Anabilim Dalı'ndaki hocalarım Doç. Dr. Şule ÖNCÜL ve Dr. Öğr. Üyesi Yonca YAHŞİ ÇELEN her konuda destek sağlamaktan bir an bile geri durmadılar.

Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyofizik Anabilim Dalı'ndan Serhat TAŞLICA işlerinin yoğunluğuna rağmen zaman ayırarak çok kez hesaplarda yardımcı oldu.

Annem Emine NARİN, babam Durmuş NARİN, anneannem Ayşeman AKKAYA, kardeşlerim Burcu NARİN ve Başak YILMAZER, abim Ali YILMAZER de her zaman destekçimdiler. Eşimin ailesi annem Dilek YAĞCI ve babam Mustafa Süleyman YAĞCI da hep benimlediler.

Yüksek lisans tezimin teşekkür bölümünde söz etmediğim dostum Banci'yi bu kez atlamayacağım.

Saydıklarımın hepsine hem kendim hem de bilimsel bilgiyi geliştirme çabasındaki herkes adına teşekkür ediyorum.

Araştırmamın katılımcısı olan gönüllüleri ayrıca anmak istiyorum. Onlara da teşekkür ediyorum.

Son olarak, en özel teşekkürü fazlasıyla hak ettiğine inandığım ve tez sürecimdeki bütün sıkıntılı anlarımı en yoğun desteğiyle paylaşan sevgili eşim Seçil Bahar YAĞCI NARİN'e ayrıca teşekkürlerimi sunuyorum.

İzmir, 27.12.2023

Bariş NARİN

Özgeçmiş

Görev yeri: Balıkesir Üniversitesi Tıp Fakültesi Temel Tıp Bilimleri Bölümü
Biyofizik Anabilim Dalı

Lisans: Balıkesir Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümü, 2011

Yüksek Lisans: Dokuz Eylül Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Biyofizik
Anabilim Dalı Yüksek Lisans Programı, 2017

Balıkesir Üniversitesi Tıp Fakültesi Temel Tıp Bilimleri Bölümü Biyofizik Anabilim
Dalı, 2014 (Araştırma Görevlisi)

Dokuz Eylül Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Biyofizik Anabilim Dalı, 2014-
2017 (Araştırma Görevlisi)

Ege Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Biyofizik Anabilim Dalı, 2017-2020
(Araştırma Görevlisi)

Balıkesir Üniversitesi Tıp Fakültesi Temel Tıp Bilimleri Bölümü Biyofizik Anabilim
Dalı, 2020-Devam Ediyor (Araştırma Görevlisi)

Bilimsel Yayınlar:

1) Go/No-go Testinde Farklı Bilişsel Görevler Sırasında Prefrontal Korteksteki
Hemodinamik Değişimler ile Yanıt Sürelerinin İlişkisi: Ön Bulgular (1. yazar). 20.
Biyomedikal Mühendisliği Ulusal Toplantısı (BİYOMUT), 3 - 5 Kasım 2016,
Seferihisar-İzmir-Türkiye

2) Dikotik dinleme testi sırasında prefrontal bölgedeki hemodinamik değişimler (4.
yazar). 1. Uluslararası Sağlık Bilimleri Kongresi, 29 Haziran – 1 Temmuz 2017,
Adnan Menderes Üniversitesi Atatürk Kongre Merkezi, Aydın

3) Brain asymmetry in directing attention during dichotic listening test: An fNIRS
study (3. yazar). Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition, 2018. DOI:
10.1080/1357650X.2018.1527847