



T.C.
ÜSKÜDAR ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

NÖROBİLİM ANABİLİM DALI
NÖROBİLİM YÜKSEK LİSANS PROGRAMI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

**SU KAYDIRAĞI DENEYİMİNİN BİYOMETRİK
PARAMETRELER AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ:
BİR NÖROREKREASYON ÇALIŞMASI**

Şöhret PAKİŞ

**Tez Danışmanı
Prof. Dr. Sinan CANAN**

İSTANBUL-2022

T.C.
ÜSKÜDAR ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

NÖROBİLİM ANABİLİM DALI
NÖROBİLİM YÜKSEK LİSANS PROGRAMI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

**SU KAYDIRAĞI DENEYİMİNİN BİYOMETRİK
PARAMETRELER AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ:
BİR NÖROREKREASYON ÇALIŞMASI**

Şöhret PAKİŞ

Tez Danışmanı
Prof. Dr. Sinan CANAN

İSTANBUL-2022

T.C.
ÜSKÜDAR ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Anabilim Dalı : Nörobilim
Program : Nörobilim Tezli Yüksek Lisans Programı
Öğrenci No : 194202054
Öğrenci Adı Soyadı : Şöhret Pakiş

“Su Kaydıracağı Deneyiminin Biyometrik Parametreler açısından Değerlendirilmesi: Bir Nörorekreasyon Çalışması” isimli çalışma aşağıdaki jüri tarafından tarihinde yapılan sınavda Yüksek Lisans Tezi olarak oybirliğiyle kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı : İmza (..... Üniversitesi)

Danışman : Prof. Dr. Sinan Canan İmza
(Üsküdar Üniversitesi)

Üye : İmza (..... Üniversitesi)

ONAY

Bu tez, yukarıdaki jüri üyeleri tarafından uygun görölmüş ve Enstitü Yönetim Kurulu’nun tarih ve.....sayılı kararıyla kabul edilmiştir.

Doç.Dr. Türker Tekin ERGÜZEL
Enstitü Müdür V.

ÖZET

SU KAYDIRAĞI DENEYİMİNİN BİYOMETRİK PARAMETRELER AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ: BİR NÖROREKREASYON ÇALIŞMASI

Bu çalışmanın amacı; bir rekreasyonel aktivite olan su kaydıracağı deneyiminin sanal gerçeklik ortamında biyometrik parametreler açısından nörobilimsel açıdan değerlendirilerek nörorekreasyon alanında farklı bir metodoloji geliştirmektir. Bu metodoloji sayesinde rekreasyon ürün ve deneyim tasarımcılarına, park yatırımcılarına ve yerel yönetimlere geri bildirim sağlayabilmek, bu alanda yapılacak tasarımlara, ürünlere, ve hizmetlere ve rekreasyonel şehir planlamalarına yön verebilmek, nörobilimin rekreasyon alanında kullanılmasının potansiyelini ve faydalarını ortaya koymak hedeflenmiştir. Bu çalışma nörobilimsel ölçümlerin rekreasyonel bağlamda sunulan deneyimlerini ölçmek, anlamak, tasarlamak ve optimize etmek açısından alternatif bir yöntem sağlayabilme olasılığıyla önem taşımaktadır. Su kaydıraklarında kullanıcının deneyimini biyometrik ve nöral parametrelerle ölçen bir çalışma daha önce yapılmadığından, bu çalışma alan için değerli bir kaynak rolü taşımaktadır.

Bu amaç doğrultusunda ön test/son test kontrol gruplu deney desenli çalışma yöntemi kullanılarak su kaydıraklarında simülatör destekli sanal gerçeklik ortamında bir su kaydıracağı deneyimi yaşatılarak biyometrik ölçümler yapılmış, etik kurul ve gerekli izinler alındıktan sonra araştırmanın detayları duyurulmuştur. Araştırma kendi istekleriyle çalışmaya dahil olan toplam 56 gönüllünün katılımı ile gerçekleştirilmiştir. Bu uygulamada EEG, HRV ve GSR sensörleri kullanarak ölçüm yapılmıştır. Elde edilen veriler Labchart V8 ve NCSS programlarında analiz edilmiştir.

Veriler analiz edildiğinde; sanal gerçeklik ve simülatör şartlarında Kalp Atım Hızı, Delta, Beta ve Alfa beyin dalgaları değerlerinde anlamlı değişiklikler belirlenmiştir. Diğer dalga boyları ve GSR ölçümlerinde anlamlı bir farklılık görülmemiştir.

Sonuçta; bu tür bir rekreasyonel deneyim, gerçek deneyime ne kadar yakın simüle edilirse, biyometrik ve nöral parametrelerce o kadar olumlu etkisi olduğu tespit edilmiştir.

Böylece rekreasyon alanında beyin aktivitelerini ölçümleyebilecek bir metot geliştirilmesinde fayda olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Nörobilim, Nörorekreasyon, Rekreasyon, Sanal Gerçeklik ve Simülatör, Mutluluk



ABSTRACT

EVALUATION OF WATER SLIDE EXPERIENCE IN TERMS OF BIOMETRIC PARAMETERS: NEURORECREATION STUDY

The aim of this study; The aim is to develop a different methodology in the field of neurorecreation by evaluating the water slide experience, which is a recreational activity, from a neuroscientific point of view in terms of biometric parameters in the virtual reality environment. With this methodology, it is aimed to provide feedback to recreational product and experience designers, park investors and local governments, to guide the designs, products and services to be made in this field, and recreational city planning, and to reveal the potential and benefits of using neuroscience in the field of recreation. This study is important because of the possibility of providing an alternative method for measuring, understanding, designing and optimizing the experiences of neuroscientific measures presented in a recreational context. In this respect, this study has the role of a valuable resource for the field. A study measuring the user's experience in water slides with biometric and neural parameters has not been done before.

For this purpose, biometric measurements were made by using the pre-test/post-test control group experimental design study method in a simulator-supported virtual reality environment on water slides, biometric measurements were made, and the details of the research were announced after obtaining the ethics committee and necessary permissions. The study was carried out with a total of 56 volunteers who wanted to participate in the research voluntarily. In this application, measurements were made using EEG, HRV and GSR sensors. The obtained data were analyzed in Labchart V8 and NCSS program.

When the data is analyzed; Significant changes were determined in Heart Rate, Delta, Beta and Alpha brain waves values under virtual reality and simulator conditions. No significant difference was observed in other wavelengths and GSR measurements. As a result, it has been determined that the closer such a recreational experience is simulated to the real experience, the more positive the effect on biometric and neural parameters. Thus, it has been seen that it might be beneficial to develop a method that can measure brain activities in the field of recreation.

Keywords: Neuroscience, Neurorecreation, Recreation, Virtual Reality & Simulator, Happiness

TEŞEKKÜR

Daha bu yolculuğa başladığım ilk toplantıda; Davud ve Golyat hikayesini anlatarak bana daima cesaret veren; bilgi ve deneyimleri ile bana yol gösteren, kalbimi daima umutla daha iyi şeyler yapmaya yöneltten, motivasyonumu hep arttıran çok kıymetli danışman hocam Prof. Dr. Sinan CANAN'a; nörorekreasyon alanında yolculuk yapma fikrini ilk kalbime koyan, bu yolu açan, yol gösteren, her zaman desteğini hissettiren hocam çok kıymetli Prof. Dr. Metin ARGAN'a; tecrübelerini ve fikirlerini paylaştan, ne zaman ihtiyaç duysam desteğini esirgemeyen Sayın Prof. Dr. Elif KARAGÜN'e,

Çalışmanın en kritik kısmı olan ölçümlerin yapılması için bize alan açan, bir nörolaboratuvar kurmamıza olanak veren, bu çalışmayı mümkün kılan, her daim araştırma geliştirmeye değer veren, yeni fikirleri destekleyen, yol açan bir dünya markası Polin Waterparks ve kurumun tüm yönetim ekibine ve takımına,

Bu tezin olmazsa olmazı; en başından beri sonsuz özverisi, çalışkanlığı ve gülyüzüyle herşeyi güzelleştiren çok kıymetli dostum ve iş arkadaşım Gülcan Aksoy AKTİMUR'a; destekleriyle, bilgileriyle, varlıklarıyla süreci keyifli hale getiren, araştırmayı fikirleriyle zengin kılan kıymetli iş arkadaşlarım Ali CANSUN, Utku Onursal GÜLİSTANOĞLU, Serçin BASUT, Şefik ÇETİN, Ayten ÇİÇEK, Safa MAZI, Şenay ŞAKAR; Filiz BOZDAĞ'a, Sibel YILDIZ'a, istatistiki analizlerde desteklerini esirgemeyen kıymetli Dr. Taner KARAMAN'a; çok kıymetli yönlendirmeleriyle Prof. Dr. Ani AGOPYAN'a; Sn. Emira BOR'a,

Bu ölçümlere büyük bir heyecanla katılan, güzel anılar biriktirdiğimiz tüm gönüllü katılımcılara,

Canım anneme, babama, aileme,

Varlıklarının anlamını ve varlıklarının kalbimde uyandırdığı hisleri hiçbir kelimeyle ifade edemeyeceğim,

Berkun ve Emir'e...

Teşekkür ederim.

BEYAN FORMU

Bu çalışmadaki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, kullandığım verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı, yararlandığım kaynaklara bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu, tezimin kaynak gösterilen durumlar dışında zgn olduğunu, tarafımdan üretildiğini ve Üsküdar Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kılavuzuna göre yazıldığını beyan ederim.

15.06.2022

şöhret PAKİş

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT.....	iii
TEŞEKKÜR	iv
BEYAN FORMU	v
İÇİNDEKİLER	vi
TABLOLAR DİZİNİ.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	x
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xi
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	4
2.1. Rekreasyon/ Serbest Zaman Kavramı.....	4
2.2. Nörobilim Kavramı.....	5
2.3. Sanal Gerçeklik Kavramı ve Simülatör Ortamında Sanal Gerçeklik.....	6
2.4. Deneyim Kavramı	7
2.5. Nörorekreasyon Kavramı.....	9
2.6. Rekreasyon ve Mutluluk İlişkisi	10
2.7. Beyin Dalga Frekans Bantları	13
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	16
3.1. Araştırmanın Tipi.....	16
3.2. Araştırmanın Modeli.....	16
3.3. Araştırmanın Yeri ve Zamanı	16
3.4. Araştırmanın Evren ve Örneklemi	16
3.5. Veri Toplama Araçları	19
3.5.1. Sosyodemografik özellikler formu	19
3.5.2. Elelctroencephalography - Elektroensefalografi (EEG)	19

3.5.3. Galvanic skin response - Galvanik cilt tepkisi (GSR)	20
3.5.4. Heart rate variability - Kalp atım hızı (KAH).....	20
3.6. Ölçüm Programı.....	21
3.7. Araştırma Kullanılan İşlemler ve Değişkenler	22
3.7.1. Araştırma değişkenleri	22
3.7.2 Araştırmada kullanılan teknikler	22
3.8. Verilerin Analizi	24
4. BULGULAR.....	26
4.1. Kalp Atım Hızı (KAH) Ölçümlerinin Değerlendirilmesi	27
4.2. Sol ve Sağ Delta Aralığındaki % Değişimin Değerlendirilmesi.....	29
4.3. Sol ve Sağ Teta Aralığındaki % Değişimin Değerlendirilmesi	33
4.4. Sol ve Sağ Alfa Aralığındaki % Değişiminin Değerlendirilmesi	37
4.5. Sol ve Sağ Beta Aralığının % Değişiminin Değerlendirilmesi.....	42
4.6. Sol ve Sağ Gama Aralığındaki % Değişimin Değerlendirilmesi	46
4.7. RMS μ S Ölçümlerinin Değerlendirilmesi	51
4.8. RMS μ S Ölçümlerinin Değerlendirilmesi	53
5. TARTIŞMA.....	56
5.1. Kalp Atım Hızı (KAH)	56
5.2. Delta Dalga Dağılımı	57
5.2.1. Gruplarda takiplere göre sol taraf %delta dağılımı.....	57
5.2.2. Gruplarda takiplere göre sağ taraf %delta dağılımı	58
5.3. Alfa Dalga Dağılımı.....	59
5.3.1. Gruplarda takiplere göre sağ taraf %alfa dağılımı	59
5.4. Beta Dalga Dağılımı	61
5.4.1. Gruplarda takiplere göre sağ taraf %beta dağılımı	61
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	63
KAYNAKLAR	65

EKLER	72
Ek 1. Şirket İzin Yazısı	72
Ek 2. Bilgilendirilmiş Gönüllü Onam Formu	73
Ek 3. Özgeçmiş	76



TABLÖLAR DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Tablo 1: Bant dalgasının frekansına göre beyin dalgası dağılımı.....	15
Tablo 2: Deney grubu demografik tablosu.....	17
Tablo 3: Kontrol grubu demografik tablosu	18
Tablo 4: Demografik özelliklerin dağılımı	26
Tablo 5: Gruplara göre demografik özelliklerin değerlendirilmesi.....	26
Tablo 6: Gruplar arası kalp atım hızı (KAH) etkilerinin incelenmesi.....	27
Tablo 7: Gruplara göre kalp atım hızı (KAH) ölçümlerinin değerlendirilmesi.....	27
Tablo 8: Gruplar arası %delta etkilerinin incelenmesi.....	29
Tablo 9: Gruplara göre sol ve sağ % delta ölçümlerinin değerlendirilmesi.....	30
Tablo 10: Gruplar arası %teta etkilerinin incelenmesi.....	34
Tablo 11: Gruplara göre sol ve sağ %teta ölçümlerinin değerlendirilmesi.....	35
Tablo 12: Gruplar arası %alfa etkilerinin incelenmesi	38
Tablo 13: Gruplara göre sol ve sağ % alfa ölçümlerinin değerlendirilmesi	38
Tablo 14: Gruplar arası %beta etkilerinin incelenmesi.....	42
Tablo 15: Gruplara göre sol ve sağ % beta ölçümlerinin değerlendirilmesi.....	43
Tablo 16: Gruplar arası %gama etkilerinin incelenmesi.....	46
Tablo 17: Gruplara göre sol ve sağ % gama ölçümlerinin değerlendirilmesi	47
Tablo 18: Gruplar arası rms μ s etkilerinin incelenmesi	51
Tablo 19: Gruplara göre rms μ s ölçümlerinin değerlendirilmesi	51
Tablo 20: Gruplar arası INT μ S etkilerinin incelenmesi.....	54
Tablo 21: Gruplara göre INT μ S ölçümlerinin değerlendirilmesi.....	54

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 1: Gama, beta, alfa, teta ve delta bantlarına ait beyin dalgası örnekleri.....	13
Şekil 2: 3DOF hareket platformunun mekanik tasarımı	24
Şekil 3: Matematiksel modelle birleştirilmiş 3b modeli kullanarak tasarım doğrulama	24
Şekil 4: Gruplarda takiplere göre kalp atım hızı (KAH) dağılımı	29
Şekil 5: Gruplarda takiplere göre sol taraf %delta dağılımı	32
Şekil 6: Gruplarda takiplere göre sağ taraf %delta dağılımı	33
Şekil 7: Gruplarda takiplere göre sol taraf %teta dağılımı	36
Şekil 8: Gruplarda takiplere göre sağ taraf %teta dağılımı	37
Şekil 9: Gruplarda takiplere göre sol taraf %alfa dağılımı	40
Şekil 10: Gruplarda takiplere göre sağ taraf %alfa dağılımı	41
Şekil 11: Gruplarda takiplere göre sol taraf %beta dağılımı	44
Şekil 12: Gruplarda takiplere göre sağ taraf %beta dağılımı	46
Şekil 13: Gruplarda takiplere göre sol taraf %gama dağılımı	49
Şekil 14: Gruplarda takiplere göre sağ taraf %gama dağılımı	50
Şekil 15: Gruplarda takiplere göre RMS μ s dağılımı	53
Şekil 16: Gruplarda takiplere göre INT μ S dağılımı	55
Şekil 17: Gruplarda takiplere göre kalp atım hızı (KAH) dağılımı	57
Şekil 18: Gruplarda takiplere göre sol taraf %delta dağılımı	58
Şekil 19: Gruplarda takiplere göre sağ taraf %delta dağılımı	59
Şekil 20: Gruplarda takiplere göre sağ taraf %alfa dağılımı	60
Şekil 21: Gruplarda takiplere göre sağ taraf %beta dağılımı	61

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

VR	: Virtual Reality – Sanal Gerçeklik
EEG	: Elelctroencephalography – Elektroensefalografi (EEG)
GSR	: Galvanic Skin Response – Galvanik Cilt Tepkisi (GSR)
HRV	: Heart Rate Variability – Kalp Atım Hızı (KAH)
NCSS	: Number Cruncher Statistical System



1. GİRİŞ

Bu çalışma nörorekreasyon isimli yeni bir araştırma alanının açılmasını sağlayarak rekreasyon ve nörobilim alanının ortak olarak değerlendirilmesine sebep olmaktadır. Bu araştırmada, rekreasyon alanında nörobilimsel yöntemler kullanma olanağı ve bunun sağlayacağı potansiyeli ve faydaları tanımlamak için bir su kaydırağı deneyimi örneğinden gerçekleştirilmesi hedeflenmiştir. Böylece rekreasyon ürün ve deneyimlerini ölçmek için kullanılabilecek alternatif yöntemler uygulamalı olarak gösterilmiş ve nörorekreasyonun hem akademik, hem de serbest zaman/rekreasyon alanındaki potansiyeli ortaya konmuştur.

Günümüzde giderek ilgi görmeye başlayan nörobilim en basit tanımıyla sinirbilimi olarak tanımlanabilir. Nörobilim işlevsel açıdan beyni inceleyen bir bilim dalıdır. Beynin işlevsel yönü olarak; algılama, dikkat, düşünme, öğrenme, hafıza gibi bilişsel göstergeleri olan beyin dalgalarını çözme, anlama, anlamlandırma ve yorumlama alanlarının gelecekte daha da önem kazanacağı düşünülmektedir (Duman, 2007). Özellikle nöro görüntüleme yöntemlerinin gelişmesiyle; zihinsel süreçlerin ve buna karşılık gelen duygu, düşünce ve davranışların nörofizyolojik alt katmanlarını keşfetmek için yeni fırsatlar doğmuştur (Lahti ve ark., 2019; Shane ve ark., 2020; Yarkoni ve ark., 2010).

Bilişsel davranışçı psikologlara göre düşünceler duyguları, duygular da davranışları etkilemektedir (Koroğlu, 2005; Özdel, 2015). Duygu durumunun olumlu yönde iyileştirilmesini sağlamada etkili yöntemlerden biride kullanılan rekreatif aktivitelerdir (Karagün ve ark., 2010). Duygu durum değişiminin biyolojik açıdan göstergeleri kan parametreleri iken, nörolojik açıdan da beyin dalgalarının ortaya koyduğu verilerdir. Beyin dalgaları frekans bantlarına dayalı temelde; alfa, beta, delta, teta ve gama dalgaları olarak sınıflandırılır.

Literatüre bakıldığında nörobilim ve başka alanlar (pazarlama, spor, hukuk, teknoloji vb.) arasındaki bağlantıya odaklanan birçok disiplinler arası çalışma yapılmıştır (Çanakçı, 2017; Şenay, 2011; Torgutalp, 2018). Bununla birlikte, rekreasyon ve nörobilim arasındaki ilişkiyi ortaya koyan kavramsal çalışmalar oldukça azdır (Nann ve ark., 2019). Literatürde yapılan çalışmalar arasında rekreatif özellikli bir su kaydırağı deneyiminin, simülatör destekli sanal gerçeklik ortamında biyometrik ve nöral

parametrelerle, nörorekreasyonel açıdan değerlendirilmesi ile ilgili bir araştırma bulunmamaktadır. Bu araştırma nörorekreasyon alanında yapılan ilk nicel araştırmadır. Bu çalışmada; nörobilimsel yöntemlerin rekreasyonel bir bağlamda kullanılmasının potansiyelinin ve faydalarının gösterilmesi ile nörorekreasyon adlı yeni bir araştırma alanının açılması, rekreasyon ve nörobilim alanının ortak değerlendirmeleri ile de mevcut literatürdeki açığın kapatılması, akademik çalışmalar arasında fark yaratılması hedeflenmektedir (Pakiş, 2020). Bireylerin duygusal, fiziksel, zihinsel ve sosyal iyilik haline güçlü bir katkı sağlayan rekreasyonun, öncelikle etkili bir deneyim biçimi olduğunu öne sürmek mümkündür. Nörobilimsel ölçümlerin rekreasyonel bir bağlamda sunulan deneyimleri ölçmek, anlamak, tasarlamak ve optimize etmek açısından alternatif bir yöntem sağlayabileceğini kuramını ileri sürmek de mümkündür. İnsanların beyinlerinin nasıl çalıştığını, duygularının nasıl şekillendiğini, deneyimlerin nasıl hatırlandığını anlayabilirsek, o zaman bu ürün ve deneyimleri insan ve toplum sağlığına en iyi şekilde katkı vermek üzere optimize edebilir; buna uygun rekreatif ürün ve deneyimler sunabiliriz. Bu anlamda rekreasyon ürün, park ve deneyim tasarımcılarına ve sağlayıcılarına alternatif, önemli ve insan odaklı bir geri bildirim sağlanabileceği düşünülmektedir. Bu durum araştırmanın ilk odak noktasıdır.

Çalışmanın diğer odak noktası ise; bu tür bir çalışma ile bireysel mutluluk ve neticesinde toplum sağlığına katkı verme üzerine kuruludur. Daha az stres, daha fazla mutluluk, daha fazla esenlik hali (hem duygusal, hem zihinsel, hem de fiziksel olarak), daha iyi sosyal ilişkiler; bunlar, bulgular ile rekreasyon ve serbest zaman bağlamında sunulan deneyimlerin olumlu etkilerini kanıtlayacak nörobilimsel araştırmalar aracılığıyla bulabileceğimiz türden sonuçlar olabilir (Kuykendall ve ark., 2015). Bu tür araştırmaların sonucu, insanların mutluluğunu ve öznel iyi oluş halini artırabilir ve ayrıca hem kamu sektörünün hem de özel sektörün rekreasyon alanına daha fazla yatırım yapmasına neden olabilir. Rekreasyonel deneyimler ve parklar şehirlerin içinde çoğaldıkça, sosyal varlık olan insanlarda daha mutlu bir yaşama kavuşabileceklerdir. Sonuç olarak, bu çalışma rekreasyon alanına ve sektörüne, daha da önemlisi mutlu insan, mutlu toplum yolculuğuna katkı sunabilir.

Nörobilim alanındaki gelişmelere bakıldığında ve rekreasyonun duygu durumu üzerindeki olumlu etkileri içeren literatür bilgileri göz önüne alındığında, bir rekreasyonel aktivite olan su kaydırağı deneyiminin simülatör destekli sanal gerçeklik ortamında

kullanıldığı zaman biyometrik ve nöral parametrelerde ne gibi değişiklikler yarattığı merak edilmiştir.

Bu tez çalışması iki bölümden oluşmaktadır. İlk bölüm alan yazına ilişkin bilgileri kapsarken, ikinci bölümde ise yapmış olduğumuz ölçümler ve bulgulara ayrılmıştır.



2. GENEL BİLGİLER

Çalışmanın bu bölümünde araştırmanın kavramsal altyapısını oluşturan nörobilim, serbest zaman/rekreasyon, deneyim ve rekreasyonel deneyim, nörorekreasyon, sanal gerçeklik ve mutluluk kavramlarının literatürdeki yansımaları incelenmiştir.

2.1. Rekreasyon/ Serbest Zaman Kavramı

Rekreasyon, bir bireyin serbest zamanlarında seçtiği ve sürdürdüğü deneyimleri ve aktiviteleri ifade eder. Serbest zaman kavramı ise hayatımızdaki önemli bir zaman dilimidir (Newman ve ark., 2014). Kesim'e (2016) göre rekreasyon, bireylerin kendilerini geliştirmek ve yenilemek için gönüllü olarak katıldığı serbest zaman aktivitelerinden oluşur. Rekreasyon sadece spor ve fiziksel aktiviteleri değil, aynı zamanda sosyal, zihinsel ve ruhsal motivasyonları için katıldıkları tüm aktiviteleri içerir. Bireyin serbest zamanında gerçekleştirdiği deneyimler ve sürdürülen aktiviteler, bireyi "yeniden yapılandırır", böylece birey tazelenabilir ve günlük yükümlülükleri her ne ise, onları yerine getirebilir (Veal, 2004). Özgür ve gönüllü olarak katılabileceğimiz serbest zaman aktivitelerini verimli bir şekilde değerlendirmek, bireyin gelişiminde önemli bir role sahiptir (Gao ve ark. 2018; Gürbüz ve Henderson, 2014; Koçak, 2017; Yağar ve Yerlisu Lapa, 2015).

Bu bağlamda, rekreasyon insan ve toplum esenliği ile ilişkilidir. Birey serbest zaman diliminde bir rekreasyon aktivitesine katılarak fizyolojik, psikolojik, sosyal rahatlama sağlar. Serbest zaman aktivitelerinin hem psikolojik, hem de sosyolojik pozitif etkileri bir çok araştırmada ortaya konulmuştur (Arslan ve ark., 2018; Gürbüz ve Henderson, 2013; Heesch ve ark., 2015). Birçok düşünür ve yazar da serbest zaman ve rekreasyonun insan ve toplum esenliğindeki rolünü destekleyen sözler yazılar paylaşmışlardır. Amerikalı yazar ve natüralist Henry David Thoreau (1840) “Ruhunun mülkünü geliştirmek için zamanı olan, gerçek serbest zamandan keyif alır.” sözüyle bu konunun önemine dikkat çekmiştir (akt. MacIver, 2006). Aristoteles ise serbest zamanın önemine değinerek; serbest zamanın işten daha önemli olduğunu öne sürmüş bunu da serbest zamanın hayatta keyif ve mutluluk sağladığı görüşüne dayandırmıştır. (Aristotle 1998, Politics, VIII, III). Bu keyif ve mutluluk halini “nihai ve kendi kendine yeterli olan

ve eylemin sonu olan bir şey” olarak nitelendirmiştir (Aristotle 1980, Nichomachean Ethics, I, VII).

Bu sebeple, toplumların serbest zamanlarında ve/veya ciddi serbest zamanlarında bireylerin rekreasyonel aktivitelere katılımını desteklemesi önemlidir. Bu tür bir desteğin nedeni, bu aktivitelerin insanların varoluşuna katkıda bulunması, onları daha yaratıcı hale getirmesi ve sonuçta toplumlara fayda sağlayacak şekilde refah ve gelişimlerine yardımcı olmasıdır (Özkan, 2018).

2.2. Nörobilim Kavramı

Nörobilim sinirbilimidir. Beyni işlevsel olarak inceleyen bir bilim dalıdır. Nörobilim günümüzde bilimin en hızlı büyüyen alanlarından biridir. Gelecekte beynin gücünü; düşünceye, düşünmeye; düşünmeyi, öğrenmeye ve beyin dalgalarını çözmeye, anlamaya, anlamlandırmaya ve yorumlamaya vereceği düşünülmektedir (Duman, 2007). Beynin yapısı ve nasıl çalıştığı halen karmaşık olmasına rağmen, biyolojinin beyin ve sinir sistemi ile ilgilenen dalı olan nörobilim sayesinde aşama kaydedilmeye başlanmıştır (Demirel, 2003).

Nörobilim ve özellikle nöro görüntüleme yöntemlerinin gelişmesiyle; zihinsel süreçlerin ve buna karşılık gelen davranışların nörofizyolojik alt katmanlarını keşfetmek için yeni fırsatlar doğmuştur (Lahti ve ark., 2019; Shane ve ark., 2020; Yarkoni ve ark., 2010).

Nörogörüntüleme yöntemleri beyin yapısını ve işlevini invazif ve non-invazif olarak görüntülememizi sağlayan tekniklerin tümüdür. Bu yöntemlerin hem yapısal, hem de işlevsel görüntüleme nitelikleri bakımından teşhis ve tespit imkânı sunabilmesi, birçok araştırma ve tedavi alanında kullanımını arttıracaktır (Kaya, 2017). Turgut’a (2021) göre; nörogörüntüleme teknikleri sadece araştırma alanlarındaki sorulara cevap bulan bir araçlar bütünü olmaktan öte, tıpta ve belirli psikoterapi biçimlerinde insanın fiziksel ve ruhsal sağlığının iyileştirilmesinde önemli bir yerde durmaktadırlar. Tarihsel perspektiften beyin görüntüleme teknik ve yöntemleri incelendiğinde ilk dönemlerde beyin araştırmalarının nörogörüntüleme tekniklerinin gelişmesinde öncü rol oynadığı görünürken, günümüzde ise rol değişimiyle bu tekniklerin ve teknolojilerin beyin araştırmalarına öncülük yaptığına dikkat çekilmiştir (Turgut, 2021).

Son 50 yıldır, nörobilim alanındaki araştırmalar artış göstermektedir (yılda % 5 ile % 15 arasında; "Nörobilim Araştırması: Yıllara Göre Sonuçlar." PubMed.gov. ABD Ulusal Tıp Kütüphanesi. Web. 10 Temmuz 2015). Bununla birlikte, 2012 ile 2014 arasında, nörobilimi ele alan yayınların sayısında yüzde 105'lik bir artış görülmüştür (PubMed'in verilerine dayanan istatistikler). Bu çalışmalardan elde edilen sonuçlar nöroteknoloji yeniliklerinde bir patlama yaratmıştır; patentlerin sayısı 2010'dan beri ikiye katlanmış ve milenyumun başından bu yana dört katına çıkmıştır (Begley, 2015; Erhardt ve Zagorac, 2019).

Nörobilim, birden fazla alanın beraber çalışmasını gerektiren interdisipliner bir alandır (Nordqvist, 2017, <https://goo.gl/xz6MQ3>). Biyoloji, psikoloji, matematik, linguistik, mühendislik, bilgisayar bilimi, kimya, felsefe ve tıp gibi alanlarla bir arada çalışmaktadır (Zel, 2018). Bugün nörobilim nörohukuk, nörosiyaset, nöroetik, nöropazarlama, nörofelsefe, nöroteknoloji gibi birçok farklı alanı açmaktadır.

2.3. Sanal Gerçeklik Kavramı ve Simülatör Ortamında Sanal Gerçeklik

Sanal gerçeklik (Virtual Reality - VR) deneyimi, kullanıcının bilgisayarlarla reel zamanlı etkileşime girmesine ve kendisini yaratılan sanal bir ortamda bulmasına ve bir deneyim yaşanmasına olanak tanıyan bir tür gelişmiş insan-bilgisayar ara yüzüdür (Yeh ve ark., 2018).

“Sanal” ve “Gerçek” kelimelerinin bir araya getirilmesiyle oluşturulan sanal gerçeklik terimi, yazılımla sanal olarak oluşturulan ve bu ortamın gerçeklik olarak kabul edilmesine neden olacak şekilde sunulan bir ortamı tanımlar. Sanal gerçeklik ortamında kişinin fiziksel dünyada belki de mümkün olamayacak deneyimleri deneyimleme olasılığı bu alanın ilgi çekmesindeki sebeplerden biridir. Günümüzde kolay erişilebilen bir teknoloji olduğu söylenebilir. Kuantum fizikçisi Danimarkalı Niels Bohr; “Gerçek olarak isimlendirdiğimiz her şey, gerçek olarak niteleyemeyeceğimiz şeylerden oluşur.” sözüyle bu konuya dikkat çekmiştir (akt. Heisenberg, 1971).

Sanal gerçeklik, kullanıcının sanal bir ortamla gerçek dünyaymış gibi etkileşime girmesine ve deneyimlemesine olanak tanıyan özel giriş ve çıkış cihazlarını içeren bilgisayar tabanlı bir teknolojidir. Bir masaüstü bilgisayarda sunulan basit ortamlardan, karmaşık başlıklar ve tek parça giysiler aracılığıyla deneyimlenen tamamen sürükleyici

çoklu duyuşsal ortamlara kadar değişebilir. Sanal gerçeklik; temelde bir ortamı simüle etmenin veya kopyalamanın ve kullanıcıya orada olma, kontrolü ele alma, o ortam ile kendi bedeniyle kişisel olarak etkileşimde bulunma hissi vermenin bir yoludur (Pakiş, 2020). Sanal gerçeklik deneyimi ile gerçeklik kavramı da çeşitlenmeye başlanmıştır.

Simölasyon teknikleri ve cihazları da (simölatorler), kullanıcıların kendilerini tamamen deneyime teslim ettikleri sanal dölunyaları daha gerçeğe yakın deneyimletmek ve beyne ulaşan algısal ipuçlarının alternatif bir gerçeklikle hizalanması için insan duyularını aktive etmek için kullanılır. Simölatorler sanal gerçeklik deneyimini göllendirir. Bu algısal ipuçları; akustik, gölrsel, dokunsal, koku ve hareket uyaranları dahil olmak üzere farklı nitelikte olabilir (Casas ve ark., 2017).

Sanal gerçeklik, sağladığı birçok durumda (ölrneğin sürüş simölatorleri) konsolide ve eğitici bir özömdür: güvenliğin sağlanması ve riskin azaltılması; maliyetlerin dölşürölmesi; daha fazla deneme yapılabilmesi; çeşitli durumları yeniden yaratma olasılığı ve aynı koşullar altında aynı durumların tekrarlanma olasılığı gibi bir çok önemli avantaj sunar (Casas ve ark., 2017).

2.4. Deneyim Kavramı

Bu araştırmada nörobilimin rekreasyonel bağlamdaki potansiyelini vurgulamak için temel faktör olarak “deneyim” kavramı kullanılmıştır (yine bu araştırmaya özel sanal gerçeklik deneyimleri söz konusudur).

Deneyim; rekreasyon ve eğlence bağlamında sunulan şeydir. Deneyime dayalı faktörler, beyindeki duyguların altında yatan sinir ağlarını ve dolayısıyla davranışları etkiler. Beyin sürekli ve dinamik olarak deneyimle şekillenir.

Oliver Wendell Holmes, Jr bu konuda “Yeni bir deneyimle zorlanan zihin bir daha asla eski boyutlarına dölنemez” sözüyle önemli bir tespitte bulunmuştur (akt. Canan, 2016).

Deneyimin beynimiz üzerinde dölüştürücü bir etkisi vardır. Bunun nedeni, beynin nöroplastisite adı verilen yapısıdır. Deneyimsel faktörler; doğum öncesi dönemden, yaşamın sonuna kadar sosyal ve duygusal davranışların altında yatan nöral devreleri şekillendirir (Davidson ve McEwen, 2012). Beynimiz deneyimlerle yapısal olarak

değişir. Plastisite değişimi tetiklemede en güçlü etkenlerden biri sosyal etkileşimlerdir (Davidson ve MCEwen, 2012). Rekreatif deneyimlerin büyük bir çoğunluğu da sosyal etkileşim içinde gerçekleşir. Rekreatif aktivite, nöroplastisiteye hizmet eder ve olumlu duyguları artırır. Artan kanıtlar, olumlu duyguların kümülatif deneyimlerinin; mutluluğu, gelişmeyi ve yaşam tatminini destekleyen kritik yapı taşları olduğunu göstermektedir (Cohn ve ark., 2009).

Duyguların deneyimleri nasıl ve hangi koşullar altında şekillendirdiğini ölçebilirsek, o zaman deneyimi insana en uygun şekilde buna göre tasarlayabilir, optimize edebilir, refahı ve mutluluğu artırarak kullanıcıların elde ettiği faydayı daha üst düzeye çıkarabiliriz.

Geçmişten bu yana deneysel psikoloji ve bilişsel nörobilimde deneyimler hakkında düşünülmektedir (Jantzen, 2013). Bastiaansen ve ark. (2019) bu iç görüleri bir çıkış noktası olarak alır ve duyguların deneyimin temel bileşenini oluşturduğunu öne sürer. Daha doğrusu, bir deneyimin nasıl değerlendirildiğini ve hatırlandığını belirleyen şeyin, o anda verilen ve birbirini izleyen duygusal tepkiler olduğunu belirtir (Kahneman, 2011).

Rekreatif alanında çalışan çoğu araştırmacı, deneyimleri soru formları kullanarak ve mülakatlar yaparak, özellikle de öz raporlamaya odaklanarak ölçer. Kimi araştırmacılar deneyim sonrası öz raporlamayı kullanırken (temelde mülakatlar ve soru formlarıyla aynıdır), kimileri de gerçek zamanlı öz raporlamayı kullanır (Bastiaansen ve ark., 2019). Bu yöntemlerin her ikisi de, uygulanması kolay ve çok sayıda katılımcının yer aldığı çalışmalarda dahi bireylerin duygusal reaksiyonlarını etkili bir şekilde özetlemeye uygun yöntemlerdir (Poels ve Dewitte, 2006). Ayrıca araştırmacılar bu yöntemleri hemen hemen her zamandaki; geçmişte, gerçek zamanda, gelecekte ya da sadece genelde var olan duyguları ölçmek için kullanabilirler (Jacobs ve ark., 2012).

Öz raporlamayla ilgili bir kısıtlılık olarak, deneyimlerin en önemli duygusal dinamikleri tam olarak özetlememesidir denilebilir (Larsen ve Fredrickson, 1999). Daha spesifik olarak, bir deneyimden ne kadar kısa bir süre sonra bir öz raporlama yapılırsa yapılsın, deneyimin kendisinden ziyade hatırası ölçülmektedir (Zajchowski ve ark., 2017). İnsanlar bir süre geçtikten sonra deneyimlerini farklı şekilde hatırlayabilirler (Tonetto ve Desmet, 2016). Ayrıca, bireylerin duygusal başa çıkma stratejileri (örneğin, olumsuz duyguları bastırma çabaları) öz raporlamayı etkileyebileceğinden, dikkate alınması gereken bir önyargı unsuru da vardır (Larsen ve Fredrickson, 1999).

Duygularımızın büyük bir kısmının bilinçsiz olduğu gerçeğini de dikkate almalıyız (Clore ve Ketelaar, 1997; LeDoux, 2000; Morris ve ark., 1999; Winkielman ve Kent, 2004). Öz raporlama ile bir kişinin deneyimsel bir olay sırasında hissettiği duyguların yalnızca bir kısmının sınırlı bir bilişsel değerlendirmesinin sağlanabileceği sonucuna varılabilir. Bu nedenle, deneyimleri ölçmek için temel olarak soru formlarını ve mülakatları kullanan araştırmacılar, kısıtlamalarla karşılaşabilirler. Bu nedenle, alternatif araştırma yöntemlerinin kullanılması da düşünülebilir. Bu noktada nörobilim rekreasyonel deneyimlerin ölçümü için alternatif ve tamamlayıcı bir yöntem olabilir.

2.5. Nörorekreasyon Kavramı

Rekreasyon ve nörobilim alanlarını birleştiren yeni bir kavram olan Nörorekreasyon, rekreasyon ürün ve deneyimlerinin nöral ve biyometrik parametreler açısından ölçülmesi ve değerlendirilmesi olarak tanımlanabilir. (Pakiş, 2019a; 2019b). Nörobilimsel ölçümlerin rekreasyonel bir bağlamda sunulan deneyimleri ölçmek, anlamak, tasarlamak ve optimize etmek açısından alternatif bir yöntem sağlayabileceği düşünülmektedir. Yine nörorekreasyon; rekreasyon alanında karar verme süreçlerini, satın alma davranışlarını, deneyim optimizasyonunu, ürün geliştirme ve tasarımını, deneyim tasarımını ve bireyler ile birlikte toplumun mutluluğunu arttırmak için duygularla sonuçlanan rekreatif deneyimi ölçmek ve optimize etmek amaçlı katkı sağlayabilir. Bununla birlikte, rekreasyon ve nörobilim arasındaki ilişkiyi, örneğin rekreasyon parkları, tema parkları, su parkları ve serbest zaman etkinlikleri gibi alanları inceleyen çalışmaların sayısı sınırlıdır.

Nörobilimdeki son gelişmeler, rekreasyonel olaylarda reaksiyon ve deneyimin anlaşılmasını sağlayan bilişsel ve duygusal işlevler arasındaki ilişkileri açığa çıkarma potansiyeline sahiptir. Bu noktada cevap bulunması gereken soru, rekreasyon deneyimlerinin beynin işleyişini nasıl etkilediğidir. Bir deneyimden sonra ortaya çıkan hisler, temelde beyin sinyalleri ve duygusal tepkiler arasındaki bağlantıyla ilgilidir. Bu noktada, rekreasyonel deneyimlere sadece tepki odaklı raporlama ve araştırma yoluyla değil, aynı zamanda aktivite sırasındaki gerçek zamanlı nöral ve biyometrik değişikliklerine yaklaşılarak incelemeyi mümkün kılan nörobilim araçlarını da entegre edebiliriz. Nörorekreasyon alanı, bu kapsamda olanaklar sunabilir.

2.6. Rekreasyon ve Mutluluk İlişkisi

Rekreasyon ve mutluluk ilişkisini anlamak için, literatürde geniş olarak ele alınmış mutluluk kavramına konumuz bağlamında ele alınacaktır. Birçok farklı alanda olduğu gibi, bilhassa psikoloji alanında da 21. yüzyıldan itibaren mutluluk; doğrudan veya dolaylı olarak birçok araştırmaya temel konu olmuş ve özellikle bireysel iyi oluş ile mutluluk kavramlarına olan toplumsal talep nedeniyle oldukça popüler bir araştırma alanı haline gelmiştir. Mutluluk için birçok tanım yapılmıştır. Diener'e göre (1997) mutluluk bireylerde bir iyi oluş durumu, diğer bir ifade ile öznel iyi oluş ile ilişkilendirilmekte ve bireylerin hayatlarının öznel bir çerçeveden değerlendirilmesi olarak nitelemektedir. Diğer bir tanım olan ödomonik yaklaşıma göre mutluluk uzun süre süren, bireyin hayatını pozitif yönde etkileyen ve bireyin hayattan duyduğu doyumunu, memnuniyeti doğrudan etkileyen ve arttıran bir olgu olarak karşımıza çıkmaktadır (Power ve Dangleish, 2008).

Pozitif psikologlar; sık olumlu duygulanımı, yüksek yaşam doyumunu ve seyrek olumsuz duyguyu mutluluğun üç ana bileşeni olarak tanımlar (Lyubomirsky ve ark., 2005). Lyubomirsky ve ark. (2005) göre mutluluğun genetik olarak belirlenmiş belli bir seviyesi, bireyler arasındaki mutluluk miktarlarındaki farklılığın yaklaşık yüzde 50'sini açıklamaktadır. Bu seviye zamanla değişmez ve dış etkenlerden etkilenmez ya da kontrol edilemez. Bir bireyin yaşam koşulları (örneğin yaşadığı yer, yaşı, bireyin kişisel geçmişinden gelen faktörler) bir bireyin mutluluğunun yaklaşık yüzde 10'unu açıklar. Bir kişinin mutluluğunu belirleyen geri kalan yüzde 40'ı ise gönüllü olarak seçtiği aktivitelerle ve yaptıklarıyla bağlantılıdır. Lyubomirsky ve ark., (2005), olumlu duyguların bireysel uyarıcılarına uyan aktivitelere ve davranışlara dayalı olumlu günlük deneyimlerin birikmesi yoluyla uzun vadeli mutluluğun arttığını bulmuştur. Diener ve Seligman(2004), istisnai mutluluk için sık etkileşimin yer aldığı sosyal ilişkilerin gerekli bir koşul olduğunu görmüşlerdir. Bu nedenle, Lyubomirsky ve ark.'nın(2005) mutluluğun önemli bir kısmının bireysel olarak seçilen aktivitelerle açıklanabileceği yönündeki ufuk açıcı bulgusu akılda tutulursa, yüksek sosyal etkileşimli aktiviteler özellikle umut verici görünmektedir. Bu sonuçlar; su parkları, tema parklar ve rekreasyonel parklar gibi rekreatif aktivitelere katılımın stresin azalması, mutluluğun artışı ve daha güçlü sosyal ilişkiler ile ilgili olduğunu göstermektedir.

Serbest zaman ve mutluluk arasındaki ilişkiye olan ilgi her geçen gün artmaktadır. Pandemi bu sürecin önemini daha da vurgulamıştır. Sanayileşme, teknolojik ilerlemeler

ve küresel konjunktürdeki dalgalanmalar sebebiyle; serbest zaman, modern toplumda toplum sağlığı açısından giderek daha da önemli bir olgu haline gelmiştir (Edginton ve ark., 2005; Russell 2013). Bu nedenle, serbest zaman ve mutluluk arasındaki ilişkiyi anlamak; ekonomi, tıp, toplum sağlığı, rekreasyon bilimi, psikoloji, sosyoloji ve turizm dahil olmak üzere çok çeşitli disiplinlerde ortaya çıkan önemli bilimsel araştırmalardan olmuştur (Kuykendall ve ark., 2015; Newman ve ark., 2014). Bu alan, yalnızca toplumsal ilerlemenin önemli bir göstergesi olarak görülmekle kalmıyor (Diener ve Seligman, 2004); daha iyi sosyal ilişkiler, toplum sağlığı ve iş başarısı dahil olmak üzere çok çeşitli olumlu sonuçla da ilişkilendirilmektedir (Diener ve Chan, 2011; Lyubomirsky ve ark., 2005).

Aristoteles'in serbest zamanın yaşamda zevk ve mutluluk sağladığını öne sürmesi dikkate değerdir ve serbest zamanın öznel iyi oluşu artırma yeteneğine sahip olduğu şeklindeki bu düşünce, günümüzde yapılan araştırmalar sonucunda, bilimsel destek de kazanmıştır (Argyle, 2001; Newman ve ark., 2014). Özellikle fiziksel olarak yapılan serbest zaman aktiviteleri, ruh halini iyileştiren fizyolojik etkilerin yanı sıra sosyal etkileşimler için de fırsatlar sunmasıyla iyilik halindeki uzun vadeli artışlarla ilişkilendirilmiştir (Uysal ve ark., 2016).

Şimdilerde, yüzyıllarca süren sosyokültürel değişimlere rağmen; psikoloji, sosyoloji, gerontoloji, rekreasyon, toplum sağlığı ve turizm alanında çeşitli disiplinlerdeki akademisyenler, serbest zamanın esenlik için kilit rol oynadığına olduğuna inanıyorlar (Csikszentmihalyi ve LeFevre, 1989; Kelly ve Godbey, 1992; Mannell ve Kleiber, 1997; Pressman ve ark., 2009). Ayrıca, bu alanda yapılan son kavramsal ilerlemeler, serbest zaman ve mutlulukla ifade edilen öznel iyi oluş arasındaki ilişkinin olası doğası hakkında daha fazla netlik sağlamışlardır (Neal ve ark., 1999; Newman ve ark., 2014).

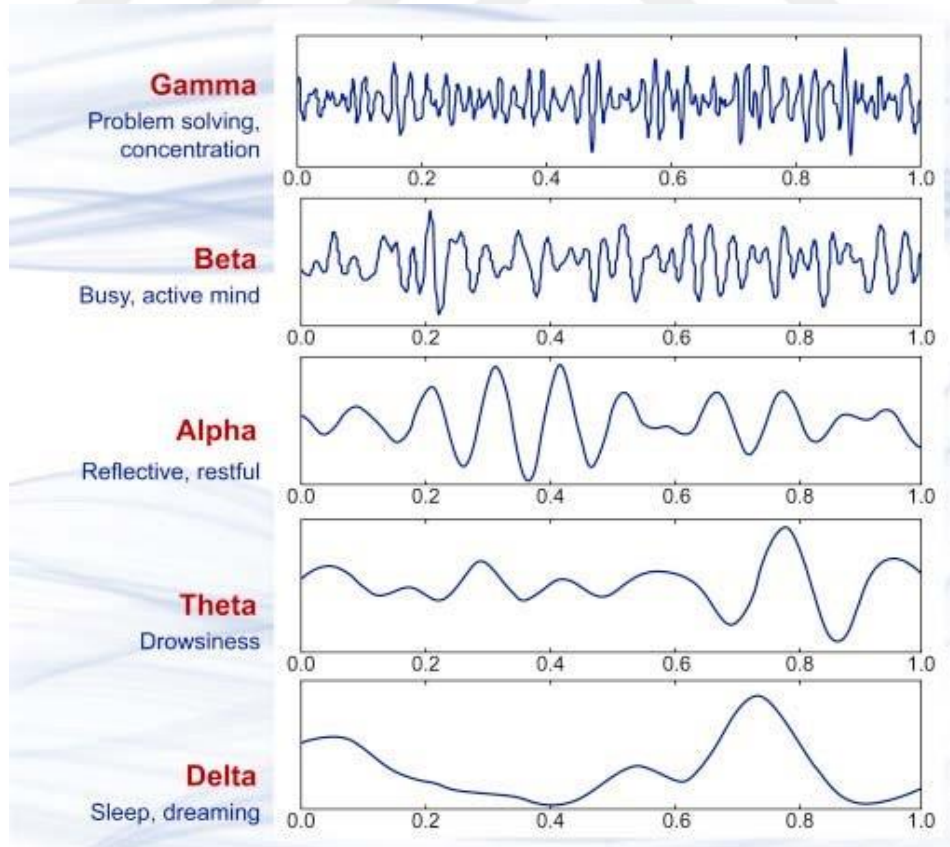
Bu noktada, nörobilim ve rekreasyon arasındaki ilişkiyi anlamak için, insanları sosyal varlıklar olarak daha iyi anlamamız gerektiğini öneriyorum. İnsanları, beyinlerinin nasıl çalıştığını, duygularını, bu duyguların nasıl şekillendiğini, nasıl hatırlandığını anlayabilirsek; o zaman bunları optimize edebilir ve rekreasyon alanında mutluluğu artırmak için buna göre deneyimler oluşturabilir ve sunabiliriz. İnsanlar çok sosyal canlılardır; son derece esnek yollarla işbirliği yapabilirler. İnsanları doğadaki diğer canlılarla karşılaştırdığımızda, bunu fiziksel olarak zayıf ve savunmasız olmamızla

açıklayabiliriz. Pençelerimiz, kürklerimiz, keskin dişlerimiz veya kanatlarımız; bizi çevreden koruyacak hiçbir şeyimiz yoktur. Kelimenin tam anlamıyla çıplagız (Canan, 2019). Sahip olduğumuz şey, üstün bir zeka ve sosyal becerilerdir. Beynin temel devrelerinin büyük bir kısmı bu amaç için ayrılmıştır. Bu devreler birçok kullanıma hizmet eder, bunlardan biri bizi sosyal olarak birbirimize bağımlı kılmaktır. İnsanların birbirlerine o kadar derin bir ihtiyaçları vardır ki, zihinsel ve duygusal sağlığımız üzerinde olumsuz etkiler olmadan uzun süre başkalarından uzakta yaşamamız mümkün değildir. Bu nedenle, hem teknik hem de duygusal düzeyde, sosyalleşme ihtiyacımız bir şekilde karşılanmalıdır. Çok sosyal canlılar olduğumuz için beynimizdeki belirli hormonlar ve sinir sistemleri bizimle karmaşık bir şekilde bağlantılıdır (Tolomeo ve ark., 2020). Bu hormonlardan biri oksitosin nörotransmitteridir (Levy ve ark., 2016). Bu hormon beyindeki hipotalamus tarafından salgınmaktadır. Çoğu kişi, oksitosinin bebeğin doğumu sırasında rahmin kasılması üzerindeki etkisinden ve emzirme üzerindeki etkisinden haberdardır. Bununla birlikte, son zamanlarda yapılan çalışmalar, oksitosinin bu tür tanıdık işlevlerine ek olarak, başka bir önemli işlevi daha yerine getirdiğini göstermiştir. İnsanların olumlu, sosyal ilişkiler içinde olduğu ve başkalarıyla etkileşime girdiği her seferinde oksitosin salgılanır. Her sarıldığımızda, birbirimizle konuştuğumuzda, el sıkıştığımızda, selamlaştığımızda, birlikte şarkı söyledığımızda, takım sporlarında oynadığımızda, oyun oynadığımızda, eğlence aktivitelerine katıldığımızda ve temelde başkalarıyla eğlenirken oksitosin uyarılır. Bu nedenle, rasyonel olarak oksitosine biyolojik ve duygusal bağlanma hormonu diyebiliriz. Oksitosin düzeylerinin artması, beynin stres alarmı merkezi olan amigdalanın aktivitesini azalttığı için önemlidir. Oksitosin bizi rahatlatır, başkalarına olan güvenimizi artırır ve temel duygu olarak bizi mutlu ve sosyal kılar. Oksitosin beynimizde böylesine olumlu bir etkiye sahip olan tek kimyasal değildir; dopamin, endorfin, serotonin ve adrenalin gibi birçok kimyasal, sosyal ilişkileri ve başkalarıyla işbirliğine girmeyi kolaylaştırmaya yardımcı olur. Genel olarak, bu hormonlar birbirimize yaklaştığımızda, bir şeyler paylaştığımızda, yeni deneyimler kazandığımızda, güldüğümüzde ve eğlendiğimizde muazzam bir rahatlama ve mutluluk yaratır. Kısacası, özlem duymaya ve birlikte vakit geçirmeye programlanmış canlılarız. Bu bizim temel ihtiyacımızdır. Sosyalleşme ihtiyacımızı karşılamaya yönelik diğer sistem; empati ve güven inşa etmemize yardımcı olan ve 90'ların sonlarında keşfedilen ayna nöron sistemidir (Altınbaş ve ark., 2010). Goleman'a göre (2006), ayna nöronlar; insanların, başkalarının duygularını anlamalarına ve duygularını paylaşmalarına yardımcı olur.

Yaşam boyunca, ayna nöronların belki de süper ayna nöronların arasındaki aktivitenin örüntüsü (empati duymaya programlanmış) insanların deneyim dünyasında yer almanın varoluşsal anlamını anlamalarına olanak tanır. Başkalarıyla ilgilenme konusunda uzmanlaşmış bu hücreler, "yalnız olmadığımızı, biyolojik programımızın ve evrimsel tasarımımızın birbirimizle yakın bir bağlantıda bulunmamızı sağlayacak şekilde olduğunu göstermektedir" (Iacoboni, 2008, s. 267). Bu noktada rekreasyon, insanların hayatta kalmak ve hem duygusal, hem de teknik olarak mutlu bir yaşam sürmek için temel sosyalleşme ihtiyacının karşılanmasında hayati önem taşır.

2.7. Beyin Dalga Frekans Bantları

Beyin dalgaları; nöronlardaki iyonik akışa bağlı olarak ortaya çıkan voltaj değişikliklerini gösteren, nöronların elektriksel aktivitesidir. Beyin dalgaları temel olarak; gama, beta, alfa, teta ve delta dalgaları olarak sınıflandırılır (Şekil 1).



Şekil 1: Gama, beta, alfa, teta ve delta bantlarına ait beyin dalgası örnekleri

Gama dalgaları 25-50 Hz frekans aralığına sahip sinir salınımlarıdır. Gama dalgaları dış dünyanın sinirsel yapıya nasıl etkisi olduğunu tespit etmede rol oynar. Bu ritim depresyon halinin yayılmasında hatta erişkin birinin olası nöbetler geçirmesi anında belirginleşmektedir (Neuro-Programmer, 2017). Bu beyin dalgaları bilinçli dikkat sırasında ortaya çıkmaktadır. Bu dalgaların kaybıyla oluşan beyin hasarında bilinçli farkındalığın kaybolup, bazı bireylerde koma hali gözlemlenmiştir.

Beta dalgaları, beyindeki 12-25 Hz frekans aralığına sahip sinir salınımlarıdır. Kişinin uyanık ve zinde olduğu anlarda beyin beta salınımı gerçekleştirmektedir. Genliği genellikle 30µV'nin altındadır. Aktif konsantrasyonun sağlandığı zihin halidir (Vialatte ve ark., 2009). Aktif günlük problemlerin çözülmeye çalışıldığı zihin durumunda yine beta dalgası devrededir. Odaklanma anında, heyecanlanma durumunda da yine beta dalgasının frekansı yükselmektedir. Beta dalgasının; aritmeti çözme beceresi, akademik performans ve bilişsel beceriler ile ilişkisi bulunmuştur (Fernández ve ark., 1995). Süregelen ve normalin üstünde dozda beta dalgaları salınımı olduğunda; bir takım davranış bozuklukları, bağımlılıklar, sinir, nevroz durumları raporlanmıştır (Cheng ve ark., 2014).

Alfa dalgaları, öğrenme, odaklanma hallerinde aktif olan; Hans Berger tarafından ilk olarak gözlenen 8-12 Hz frekans aralığındaki dalgalarıdır (Christine ve ark., 2007; Klimesch ve ark., 1993). Tipik olarak büyük amplitüdlere sahiptir. Alfa frekans bandını aktif hali için kişinin gözleri kapalı, uyanık ve hareketsiz olmalıdır (Yu ve ark., 2012; Palva ve Palva, 2007). Berger; alfa frekans aralığında sabit dalgaların belirlediğini ve bu dalgaların gözlerin açılması ile kaybolduğunu belirtmiştir. Alfa ritminin oluşumu incelendiğinde ise oksipital lobdan alınan kayıtlarda belirgin bir şekilde gözlemlendiği ispatlanmıştır. Alfa dalgaları, azalmış kortikal aktivasyon durumu, yorgunluk, gevşeme ve azalan kaygı durumları ile ilişkilidir (Petrusello ve ark., 1991). Alfa dalgası; ağrı seviyesinde düşme, hızlı ve doğru bellek ve bilişsel performans ile ilişkilendirilmiştir (Palva ve Palva, 2007). Ayrıca bu dalgaların Duygu durumu ile de ilişkisi vardır. Yapılan çalışmalar sonucunda; alfa stimülasyonu sonrası tükenmişlik, kaygı ve yorgunluk duygularında düşüklük ve azalma görülmüştür (Ossebaard, 2000; Vialatte ve ark., 2009). Klimesch (1996, 1999) dikkat gereken süreçleri düşük alfa bandıyla ilişkilendirirken, uzun dönemli hafızayı yüksek alfa bandıyla ilişkilendirmiştir. Gözler kapalı halde soluk alma sırasında alfa dalgasının gücünün fazla olduğu, düşünme ve problem çözme sürecinde ise azaldığı belirtilir (Kayalar Kurşunet ve Sazak, 2018).

Teta dalgaları, dinlenme halindeki, odaklanma gerektirmeyen, rutin otonom hareketler esnasında ortaya çıkan, tekrarlı ve uykuya dalmadan hemen önceki hal ile tanımlanabilecek 4-8 Hz frekansına sahip düşük salınımlı dalgalarlardır. Bu frekansın uzun süre önce unutulmuş bilgileri anımsada etkili olduğuyla ilgili çalışmalar vardır (Liwluck, 2017). Lisman ve Idiart'a göre (1995) teta dalgalarının uyarılması ile kaygı seviyesi düşer ve bu dalgaların kısa süreli hafıza ve anı oluşturma ile ilgili etkisi vardır.

Buzsaki (2005) ve Giocomo ve Hasselmo (2007); teta dalga bandı sırasında, hipokampusun, plastisiteyi kolaylaştırdığı düşünülen artan bir asetilkolin konsantrasyonu ile yıkandığını bulmuşlardır. Teta dalga bandının, sinaptik plastisiteyi desteklemesine dair bulgular vardır. (Pastalkova ve ark., 2008; Pfeiffer ve Foster, 2015).

Delta dalgaları, derin uyku durumunda orta çıkan, yüksek amplitüdlü, 0.4- 4 Hz frekansındaki sinir salınımlarıdır. Delta aktivitesi beynin salgıladığı en yavaş frekans aralığına sahip elektriksel aktivitedir. Delta dalgası derin meditasyon ya da rüya görmeden uyku hali olarak da ifade edilmiştir (Molae-Ardekani ve ark., 2007).

Tablo 1'de bant dalgalarının frekansına göre beyin dalgası dağılımı bulunabilir (Koudelková ve Strmiska, 2018).

Tablo 1: Bant dalgasının frekansına göre beyin dalgası dağılımı

Frekans İsimleri	Bant Dalga Frekansları
Delta	0,4-4 Hz
Teta	4-8 Hz
Alfa	8-12 Hz
Beta	12-25 Hz
Gama	25-50 Hz

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Araştırmanın Tipi

Araştırmada ön-test son-test kontrol gruplu deneysel model kullanılmıştır. Deneme modeli bir deney ve bir kontrol grubunu içermektedir.

3.2. Araştırmanın Modeli

Çalışmanın modeli nicel araştırma yöntemlerine göre oluşturulmuştur. Araştırmada biyometrik ölçümler amacıyla HRV ve GSR ile nörogörüntüleme yöntemlerinden en yaygını EEG kullanılmıştır.

3.3. Araştırmanın Yeri ve Zamanı

Çalışma 30.03.2021 – 14.07.2021 tarihleri arasında Polin Waterparks'ın merkez fabrikasından izinler alınarak AR-GE merkezinde gerçekleştirilmiştir (Ek 1). Polin Waterparks Merkez Fabrikası Türkiye'nin Kocaeli şehri Dilovası bölgesinde yer alan GEBKİM Organize Sanayi bölgesinde yer almaktadır.

3.4. Araştırmanın Evren ve Örneklemi

Çalışmanın örneklem grubu 18-27 yaş arası lisans/lisansüstü mezun bireylerden ve/veya öğrencilerden oluşmaktadır. Çalışmanın örneklem grubu 56 bireyden oluşmaktadır. Çalışmada 27 deney ve 29 kontrol grubu olmak üzere iki grup yer almaktadır. Bu iki grup birbirinden bağımsızdır. Tablo 2 ve 3'de görüldüğü üzere kontrol grubunun özelliklerinin deney grubunun özellikleri ile benzer olmasına dikkat edilmiştir. Yapılan istatistiksel analizlerde de her iki grubun demografik özelliklerinin homojen olduğu tablo 5'te gösterilmiştir.

Dahil olma kriterleri:

1. Araştırmaya 18-27 yaş arası kadın ve erkek gönüllüler dahil edilmiştir.
Gönüllüler lisans/lisansüstü mezun ve/veya öğrencilerden oluşmaktadır.

Dışlama kriterleri:

1. Hamileler.
2. Yüksek tansiyon hastaları.
3. Şeker hastaları.
4. Kalp hastaları.
5. Epilepsi ve vertigo hastalığı olan kişiler.
6. Kronik ilaç kullanan kişiler.

Bilgilendirilmiş gönüllü onam formu (BGOF) Ek 2'dedir.

Tablo 2: Deney grubu demografik tablosu

No.	İsim	Soyisim	Cinsiyet	Eğitim Durumu	Yaş	Ölçüm Yapılan Tarih	
1	Muhammed Numan	Özmen	E	Lisans	Öğrenci	22	30.03.2021
2	Kadir	Yerlikaya	E	Lisans	Öğrenci	23	30.03.2021
3	Damla	Büyük	K	Lisans	Öğrenci	22	30.03.2021
4	Ali Osman	Kocakaya	E	Lisans	Öğrenci	22	30.03.2021
5	Yaşar	Şen	E	Lisans	Öğrenci	27	30.03.2021
6	Doruk	Demir	E	Lisans	Öğrenci	23	01.04.2021
7	Burak	Bakırtaş	E	Lisans	Öğrenci	26	01.04.2021
8	Halis Berk	Kara	E	Lisans	Öğrenci	26	01.04.2021
9	Furkan Emre	Güral	E	Lisans	Öğrenci	21	01.04.2021
10	Yunus Emre	Bolat	E	Lisans	Öğrenci	22	01.04.2021
11	Şeyda Elif	Şener	K	Yüksek Lisans	Öğrenci	26	06.04.2021
12	Batuhan	Akbelen	E	Lisans	Mezun	23	06.04.2021
13	Yalçın	Genceroğlu	E	Lisans	Mezun	23	06.04.2021
14	Asena	Akgül	K	Lisans	Mezun	24	06.04.2021
15	Tugay	Yelce	E	Lisans	Öğrenci	23	06.04.2021
16	Asena	Demirkol	K	Lisans	Mezun	23	14.04.2021
17	Özlem	Bozkurt	K	Lisans	Mezun	24	14.04.2021
18	Furkan	Akçay	E	Lisans	Mezun	23	14.04.2021
19	Hatice	Canbakan	K	Lisans	Mezun	23	14.04.2021
20	İlayda	Koç	K	Lisans	Öğrenci	20	08.07.2021

Tablo 2: Deney grubu demografik tablosu (devam)

No.	İsim	Soyisim	Cinsiyet	Eğitim Durumu	Yaş	Ölçüm Yapılan Tarih	
21	Işıl	Demirkan	K	Lisans	Öğrenci	21	08.07.2021
22	Ezgi	Bozkurt	K	Lisans	Öğrenci	23	08.07.2021
23	Rabia	Beyaztaş	K	Önlisans	Öğrenci	18	14.07.2021
24	Gamze	Bayrak	K	Lisans	Öğrenci	26	14.07.2021
25	Rümeysa	Beyaztaş	K	Önlisans	Öğrenci	18	14.07.2021
26	Elif	Sülün	K	Önlisans	Öğrenci	23	14.07.2021
27	Dilan	Beyaztaş	K	Lisans	Öğrenci	18	14.07.2021

Not. E=Erkek; K= Kadın

Tablo 3: Kontrol grubu demografik tablosu

No.	İsim	Soyisim	Cinsiyet	Eğitim Durumu		Yaş	Ölçüm Yapılan Tarih
1	Asude	Zararsız	K	Lisans	Mezun	23	08.04.2021
2	Rüzgar	Işıldar	E	Lisans	Mezun	25	08.04.2021
3	Simge	Yılmaz	K	Yüksek Lisans	Mezun	26	08.04.2021
4	Burcu	Kaya	K	Lisans	Öğrenci	24	08.04.2021
5	Canan	Recepoğlu	K	Lisans	Mezun	23	08.04.2021
6	Oğuz	Albayrak	E	Lisans	Mezun	26	08.04.2021
7	Ceren	Can	K	Lisans	Mezun	25	15.04.2021
8	Sibel	Ay	K	Lisans	Öğrenci	25	20.05.2021
9	Hacer	Altıntaş	K	Lisans	Öğrenci	22	20.04.2021
10	Sevda	Lepter	K	Ön Lisans	Mezun	23	20.04.2021
11	Furkan	Yıldız	E	Lisans	Öğrenci	23	20.04.2021
12	Hakan	Akça	E	Lisans	Öğrenci	23	27.04.2021
13	Seda	Işık	K	Lisans	Öğrenci	21	27.04.2021
14	Gökçer	Öksüz	E	Lisans	Mezun	24	27.04.2021
15	Neslihan	Ağyar	K	Lisans	Öğrenci	24	27.04.2021
16	Rabia Nur	Bulduk	K	Lisans	Öğrenci	21	30.06.2021
17	Doğan Can	Çebi	E	Lisans	Mezun	25	30.06.2021
18	Emre	Bektaş	E	Lisans	Öğrenci	20	30.06.2021
19	Ela Nur	Ceryan	K	Lisans	Öğrenci	21	06.07.2021
20	Sinem	Şener	K	Lisans	Öğrenci	20	06.07.2021
21	Furkan	Korkmaz	E	Lisans	Öğrenci	24	06.07.2021
22	Furkan	Paçacı	E	Lisans	Öğrenci	23	06.07.2021
23	Esra	Çırak	K	Lisans	Öğrenci	21	06.07.2021
24	Murat Eren	İşler	E	Lisans	Öğrenci	21	08.07.2021
25	Muzaffer Emirhan	Yerkozlu	E	Önlisans	Öğrenci	19	08.07.2021
26	Erhan	Şamlı	E	Önlisans	Öğrenci	18	08.07.2021
27	Eren Ersel	Dikici	E	Lisans	Öğrenci	18	09.07.2021
28	Orhan	Altıntaş	E	Lisans	Mezun	21	09.07.2021
29	Talha	Öner	E	Önlisans	Mezun	23	14.07.2021

3.5. Veri Toplama Araçları

Ölçümler, 2012 yılından beri 10 yıldır üst üste “Avrupa’nın En İyi Su Kaydıracağı” ödülünü ve daha birçok uluslararası ödül alan, dünyada 30’dan fazla ülkede kurulu, ikonik ve dünyanın kendinden temalı ilk su kaydıracağı olan “King Cobra” su kaydıracağı simülatöründe sanal gerçeklik gözlüğüyle yapılmıştır. Ölçümler sırasında Elelctroencephalography - Elektroensefalografi (EEG), Heart Rate Variability – Kalp Atım Hızı (KAH) ve Galvanic Skin Response - Galvanik Cilt Tepkisi (GSR) sensörleri kullanılmıştır. Bu esnada katılımcıların başındaki saçlı deriye 4 elektrot ve 1 elektrot da kulak arkasına takılmıştır. Katılımcıların elinde ise -Pulse sensör ve GSR sensörü takılıdır.

3.5.1. Sosyodemografik özellikler formu

Katılımcıların adı, soyadı, yaşı, cinsiyeti, ölçüm yapılan tarih ve saat gibi verileri içeren 7 soruluk bir form ile toplanmıştır.

3.5.2. Elelctroencephalography - Elektroensefalografi (EEG)

Nörogörüntüleme yöntemlerinden biri olan EEG, noninvazif olması ve yüksek zamansal çözünürlüğü sayesinde bilişsel işlevlerin nöral temellerini araştırmada sıklıkla kullanılan bir yöntemdir (Hajcak ve ark., 2012; Olofsson ve ark.; 2008). Elektroensefalografi (EEG), öncelikle önceden tanımlanmış uluslararası standartlara (10-20 Uluslararası Sistem) uygun olarak, kafa derisine yerleştirilen birkaç elektrot aracılığıyla beyin elektriksel aktivitesini kaydederek beynin işleyişini haritalamak için en eski ve en yaygın kullanılan tekniklerden biridir (Balart-Sánchez ve ark., 2019).

Beynin işleyiş mekanizmasını araştırmada başvuru beyin sinyallerinden birini oluşturan Elektroensefalografik (EEG) salınımlar, farklı özellikleri ile kognitif süreçlerle ilişkilendirilmiştir (Kaya, 2014). Bu elektriksel potansiyellerdeki salınımlar “beyin dalgaları” olarak adlandırılır ve elde edilen kaydın tümüne ise Elektroensefalogram (EEG) adı verilir (Guyton, 1996).

EEG'ler, kafa derisine yerleştirilerek beyin aktivitesini kaydeden elektrotlar ile duygusal tepkilerin bedensel ifadesini ölçmek, insanın bilişsel aktivitelerini incelemek için kullanılır. (Chia ve ark., 2015). Bu yöntem ile beynin belli bölümlerinden alınan elektriksel sinyaller, matematiksel değerler aracılığıyla çeşitli formülasyonlardan geçirilerek bize; dikkat, motivasyon, duygusal ilgi, bilişsel iş yükü, meditasyon gibi durumlara yönelik seviyeler verebilmektedir. EEG; beyindeki nöronların iyonik akışlarındaki gerilim dalgalanmalarını ölçer. Beyindeki elektriksel aktiviteler EEG'de dalgalar veya salınımlar olarak görülür. Beyin dalgaları, vücut hem aktif, hem de dinlenme halindeyken meydana gelmektedir.

Bu araştırmada katılımcıların beyin sağ-sol hemisferlerine 4 elektrod yerleştirilmiş ve ölçümler alınmıştır. Ölçümde kullanılan EEG, 50 x 55 mm ebatlarında köpük, çıtçıtli, lateks içermeyen, AgCI sensörlü, elektriği çabuk ileten hidrojel ile kaplıdır.

3.5.3. Galvanic skin response - Galvanik cilt tepkisi (GSR)

Cildin ter bezlerinin açılmasının neden olduğu elektriği iletme yeteneğindeki değişikliklerin (artışların) bir kaydı olan elektro dermal aktivite olarak da adlandırılır. Bu ter bezleri, duygusal uyarılma ile harekete geçen sempatik sinir sistemi tarafından kontrol edilir. Bu nedenle, GSR'ların güvenilir bir duygusal uyarılma indeksi olduğu düşünülmektedir (Bradley ve ark., 2008). Bu araştırmada parmağa yerleştirilen GSR sensör kullanılmıştır. Ölçümde kullanılan GSR, parlatılmış paslanmaz çelik, parmak plakalarından yapılmış ve velcro bant ile donatılmış bir çift bipolar parmak elektrotudur. Parmak elektrotları, birlikte verilen adaptör kablosuna geçmeli bağlantı yoluyla bağlanır. Bu GSR sensörler GSR amplifikatör ile birlikte kullanılmaktadır.

3.5.4. Heart rate variability - Kalp atım hızı (KAH)

Vagus sinirinin aktivitesine karşılık gelen ve bireylerin duygusal bir uyarandan (Appelhans ve Luecken, 2006) sonra vücudu düşük uyarılma durumuna geri döndürme kabiliyetiyle ilgili olan yüksek frekanslı kalp hızı değişkenliğinin bir ölçüsüdür. Bu yöntem de duygusal uyarılmayı ölçmek için kullanılabilir. Herhangi bir duygusal uyarılma sırasında kaygının oluşmasına neden olacak bir durum ile karşılaşıldığında akut stres

tepkileri (kardio vasküler, endokrin ve immun sistem yanıtları) belirir (Benschop ve ark., 1996; Kırılı, 2000).

Çakır ve ark., (2010) yaptıkları çalışmada deneyimsiz paraşütçülerin kuvvetli stresörlerle karşılaştıkları durumda KAH ve kaygı düzeylerindeki değişimleri incelenmişlerdir. Çalışma sonucunda tekrarlayan paraşüt atlayışları sonucunda kalp hızı atımlarında düşüş gözlenirken, sürekli kaygı düzeylerinde anlamlı bir değişiklik görülmemiştir. Bir durumun stresli olarak algılama eğiliminin KAH ile ilişkili olabileceği söylenmiştir.

Bu araştırmada parmağa yerleştirilen HRV pulse sensör kullanılmıştır. Ölçümde kullanılan HRV parmak darbesi ölçümü için tipik 100 mV çıkış (kişiye bağlı olarak 20 mV ile 500 mV arasında değişebilir) ve 22 mm çap ve 11 mm kalınlığa sahiptir.

3.6. Ölçüm Programı

Çalışmaya dahil edilen katılımcılar deney ve kontrol grubu olarak 2 gruba randomize (geliş sırasına göre) olarak ayrılmıştır.

Deney grubuna hazırlık süresi de dahil toplam 20 dakika süren 3 ölçüm yapılmıştır;

- Sadece simülatörde oturarak (3 dakika)
- Simülatörde; simülatörün çalışır haldeki konumunda oturarak ve gözüne bir sanal gerçeklik gözlüğünün takılmasıyla ve filmi izleyerek (3 dakika)
- Sadece simülatörde oturarak (3 dakika)

Kontrol grubuna hazırlık süresi de dahil toplam 20 dakika süren 3 ölçüm yapıldı;

- Sadece simülatörde oturarak (3 dakika)
- Simülatörde cihazın kapalı haldeki konumunda oturarak, sanal gerçeklik gözlüğü takılmadan, sadece karşısındaki led ekranda filmi izleyerek (3 dakika)
- Sadece simülatörde oturarak (3 dakika)

3.7. Araştırma Kullanılan İşlemler ve Değişkenler

3.7.1. Araştırma değişkenleri

Araştırmada izlenen tüm prosedürler, veri toplama yöntemleri, bağımlı ve bağımsız değişkenler belirtilmiştir.

Örneklem 18-27 yaş arası lisans/lisansüstü mezun bireyler ve/veya öğrencilerden oluşmaktadır. Çalışmanın deney ve kontrol grubu aynı özelliklere sahip kişilerden oluşacak şekilde ayarlanmıştır. Değerlendirmeler, belirtilen çalışma süresince Şöhret Pakişi tarafından yapılmıştır.

Örneklem gruplarının atanması randomize çalışmalarla oluşturulmuş ve örnekleme temsil eden her gönüllü katılımcıya yöntem kısmında belirtilen uygulamalar sırasıyla uygulanmıştır. Yapılan değerlendirmeler ön test ve son test olarak yöntem kısmında belirtilen dönemlerde Şöhret Pakişi tarafından yapılmıştır.

Çalışma içerisinde ele alınan bağımsız değişkenler simülörde uyguladığımız kuvvet ve ivmeler ve izlenen görsel etkilerdir (katılımcıların sanal gerçeklik gözlüğüyle izledikleri su kaydıracağı filmi); bağımlı değişkenler ise EEG verileri ve biyometrik verilerdir (EEG verileri, HRV & GSR pulse verileri).

3.7.2 Araştırmada kullanılan teknikler

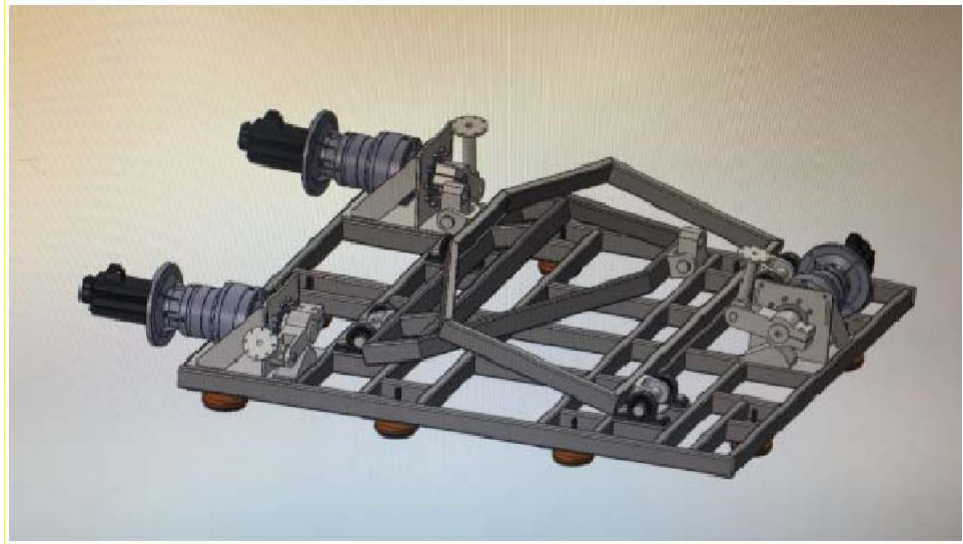
Sanal Gerçeklik (Virtual Reality - VR): Sanal Gerçeklik (Virtual Reality), kullanıcının bilgisayarlarla gerçek zamanlı etkileşime girmesine ve kendisini bilgisayarların yarattığı bir ortama sokmasına olanak tanıyan bir tür gelişmiş insan-bilgisayar ara yüzüdür (Yeh ve ark., 2018). Kullanıcının yapay bir ortamla gerçek dünyaymış gibi etkileşime girmesine ve deneyimlemesine olanak tanıyan özel giriş ve çıkış cihazlarını içeren bilgisayar tabanlı bir teknolojidir. Milgram ve ark. (1994) sanal gerçekliği, görüntülere dayalı bir gerçekliği veya durumu arttıran (genellikle gerçek yaşam ortamını yeniden yaratan) yapay simülasyonlar olarak (örneğin, bir Minecraft oyun macerasında bir karakteri taklit etmek) tanımlamıştır. Burdea ve Coiffet (2003) ise sanal gerçekliği “gerçekçi görünen bir dünya yaratmak için bilgisayar grafiklerinin kullanıldığı bir simülasyon” olarak tanımlamaktadır (Burdea ve Coiffet, 2003, s. 2; Tham

ve ark., 2018). Bu araştırmada deneyim kullanıcılar sanal gerçeklik ortamında sunulacaktır. Araştırmada sanal gerçeklik gözlüğü olarak 4 adet Samsung Gear VR gzlük ve Samsung S7 telefon kullanılmıştır. Test sırasında bu gözlüklerin sadece 1 adedi kullanılmıştır.

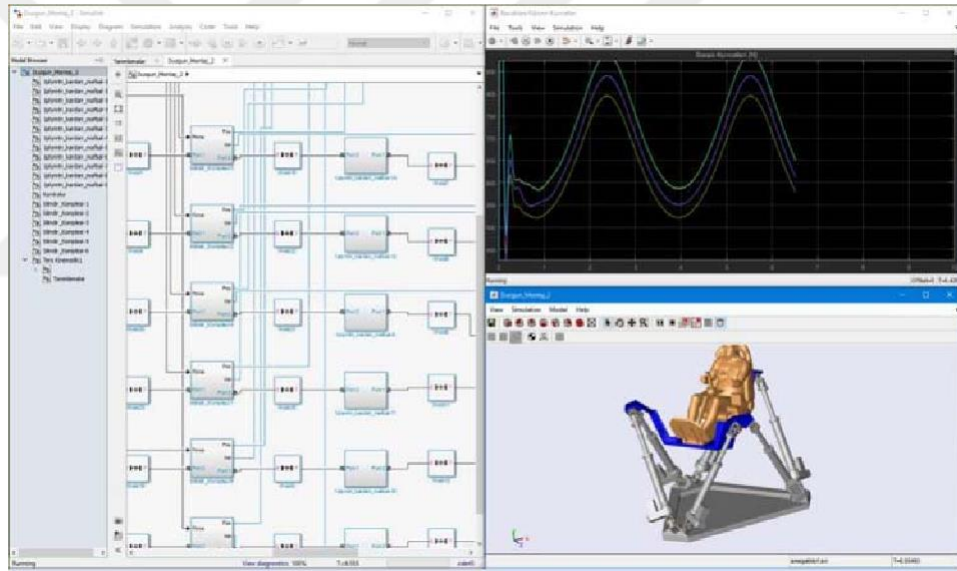
Su Kaydırağı Simülatörü: Bu araştırma için kullanılan sinematik simülatör 2 + 2 kişilik kapasiteli; servomotor ve sürücü kontrollü VR içerikli ve 3 eksen hareket kabiliyetine (3 serbestlik dereceli hareket platformu) sahip bir simülatördür. Her bir hareket eksenini 4m/sn²'dir. Y0.5 g. ivme uygular. Amega Entertainments tarafından üretilen ve kullanılan simülatör ölçümü yapılmakta olan King Cobra Su Kaydırağı'nın temasıyla tasarlanmıştır.

Sinematik hareket simülatörleri, eğlence endüstrisinde oldukça popülerdir. Diğerk hareket simülatör türlerine göre sağladıkları birçok avantaj nedeniyle en sık kullanılan hareket simülatörlerinden biridir. Hareketin senkronizasyonunun VR ieriğıyle sorunsuz olmasını sağlamak çok önemlidir. Kullanıcı deneyimini iyileştirmede kilit faktördür ve daha da önemlisi, hareket senkronizasyonu VR ieriğıyle doğru orantılı değıl ise, kullanıcılar için hareket tutmasına ve rahatsızlığına neden olur.

Bu araştırmada kullanılan King Cobra simülatörü, planet dişli kutularına bağı bir servo motor kullanır. şekil 2'de görüldüğü gibi bu mekanik sistem, mekanik bileşenlerden dolayı pozisyon kontrolünde kayma ve hataların minimum olmasını sağlamak için tasarlanmıştır. Hareket platformunun serbest hareketini sağlamak için her motor kolu bir Kardan mafsalına bağlanmıştır. şekil 3'te görüldüğü gibi simülatörün mekanik tasarımı ve modellemesinin ardından tasarım doğrulaması için 3 boyutlu model kullanılmıştır.



Şekil 2: 3DOF hareket platformunun mekanik tasarımı



Şekil 3: Matematiksel modelle birleştirilmiş 3b modeli kullanarak tasarım doğrulama

3.8. Verilerin Analizi

EEG (Elektroencephalography – Elektroensefalografi) verileri temel sinyal karakteristikleri ve hemisferik asimetri açısından kantitatif olarak incelenmiştir ve gruplar arasındaki parametre farkları istatistiksel olarak karşılaştırılmıştır.

Sensör ölçümlerinin kayıt edilip raporlanmasında Powerlab26T cihazı kullanılmıştır. PowerLab, hassas, tutarlı ve güvenilir veri toplama için tasarlanmış bir veri

toplama (DAQ) cihazıdır. Saniyede 400.000 örneğe kadar hızlarda sürekli olarak kayıt yapabilmektedir. En küçük sinyallerde bile yüksek çözünürlük için tüm kazanç aralıklarında 16 bit çözünürlük sağlamaktadır. Her kanal, minimum kanal karışma ve sinyal gürültüsü için ayrı filtreler ve gürültü azaltma devresine sahiptir. Deneyler sırasında toplanan verilerin analiz edilmesi için LabChart V8 yazılımı kullanılmıştır. LabChart fizyolojik veri analizi yazılımı, tüm kayıt cihazlarınızın birlikte çalışması için bir platform oluşturarak, aynı anda birden fazla kaynaktan biyolojik sinyaller almanıza ve deneyiniz ilerledikçe gelişmiş hesaplamalar ve grafikler uygulamanıza olanak tanır. Manuel veya olaya dayalı örnekleme, sinyale özgü analiz araçları, özelleştirilebilir simülatör kontrolü, tam düzen kontrolü, sinyal algılama algoritmalarının kolayca değiştirilmesi, özel sinyal analizi için komut dosyası oluşturma ortamı gibi özelliklere sahiptir.

Çalışmada elde edilen bulgular değerlendirilirken, istatistiksel analizler için NCSS (Number Cruncher Statistical System) 2007 Statistical Software (NCSS LLC, Kaysville, Utah, USA) programı kullanıldı. Çalışma verileri değerlendirilirken, nicel değişkenler ortalama, standart sapma, medyan, min ve max değerleriyle; nitel değişkenler frekans ve yüzde gibi tanımlayıcı istatistiksel metodlar ile gösterildi. Verilerin normal dağılıma uygunluklarının değerlendirilmesinde Shapiro Wilks test ve Box Plot grafiklerden yararlanıldı. Normal dağılım gösteren niceliksel verilerin gruplar arası karşılaştırmalarında iki yönlü ve üç yönlü Tekrarlı Ölçümlerde Varyans analizi kullanıldı. Anlamlılıkların nereden kaynaklandığını incelemek için ise iki gruba göre değerlendirmelerde Student t test ve Tek yönlü tekrarlı ölçümlerde ise Varyans analizi kullanıldı. Niteliksel verilerin karşılaştırılmasında ise Fisher's Exact test ve Fisher-Freman-Halton test kullanıldı. Sonuçlar % 95'lik güven aralığında, anlamlılık $p < 0.05$ düzeyinde değerlendirildi.

4. BULGULAR

Çalışma 30.03.2021 – 14.07.2021 tarihleri arasında Polin Waterparks'ın merkez fabrikası (Kocaeli, Türkiye) AR-GE merkezinde %48,2'si (n=27) kadın, %51,8'i (n=29) erkek toplam 56 gönüllü ile yapılmıştır. Tablo 3'te görüldüğü gibi çalışmaya katılanların yaşları 18 ile 27 arasında değişmekte olup, ortalama $22,68 \pm 2,20$ yaş olarak saptanmıştır.

Tablo 4: Demografik özelliklerin dağılımı

Yaş	<i>Ort±Ss</i>	22,68±2,20 (yıl)
	<i>Medyan (Min-Maks)</i>	23 (18-27) (yıl)
Cinsiyet	Kadın	n=27 (% 48,2)
	Erkek	n=29 (%51,8)
Eğitim Durumu	Ön Lisans	n=8 (%14,3)
	Lisans	n=46 (%82,1)
	Yüksek Lisans	n=2 (%3,6)

Tablo 5'te görüldüğü gibi çalışmaya katılanların %14,3'ünün (n=8) eğitim durumunun ön lisans, %82,1'sinin (n=46) lisans ve %3,6'sının (n=2) yüksek lisans olduğu gözlenmiştir.

Tablo 5: Gruplara göre demografik özelliklerin değerlendirilmesi

		Grup		p
		Deney	Kontrol	
Yaş	<i>Ort±Ss</i>	22,70±2,38	22,66±2,06	^d 0,973
	<i>Medyan (Min-Maks)</i>	23 (18-27)	23 (18-26)	
Cinsiyet	Kadın	n=13 (%48,1)	n=14 (%48,3)	^b 0,992
	Erkek	n=14 (%51,9)	n=15 (%51,7)	
Eğitim Durumu	Ön Lisans	n=4 (%14,8)	n=4 (%13,8)	^c 1,000
	Lisans	n=22 (%81,5)	n=24 (%82,8)	
	Yüksek Lisans	n=1 (%3,7)	n=1 (%3,4)	

^dStudent t test

^bPearson Chi-Square Test

^cFisher Freeman Halton Test

Gruplara göre olguların yaş, cinsiyet ve eğitim durumu dağılımları, istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemektedir ($p>0,05$).

4.1. Kalp Atım Hızı (KAH) Ölçümlerinin Değerlendirilmesi

Tablo 6’te görüldüğü üzere, grup ve zamanın Kalp Atım Hızı (KAH) değeri üzerine etkilerini incelemek amacıyla iki faktörlü tekrarlı ölçümler varyans analizi gerçekleştirilmiştir. Analize grup bağımsız bir faktör, zaman ise grup içi faktör olarak dahil edilmiştir. Kalp Atım Hızı (KAH) değeri ise analize bağımlı değişken olarak dahil edilmiştir.

Tablo 6: Gruplar arası kalp atım hızı (KAH) etkilerinin incelenmesi

	F	p
Grup	0,042	0,838
Takip	0,344	0,710
Grup*Takip	2,687	0,073

F: İki yönlü Tekrarlı Ölçümlerde Varyans analizi (Two way Repeated Measures test)

Tablo 6’ya göre, grubun ana etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmektedir (F=0,042; p>0,05). Takibin tek başına etkisi de yine istatistiksel olarak anlamlı değildir (F=0,344; p>0,05). Grup ile takip etkileşiminin etkisi de istatistiksel olarak anlamlı değildir (F=2,687; p>0,05).

Tablo 7: Gruplara göre kalp atım hızı (KAH) ölçümlerinin değerlendirilmesi

Kalp Atım Hızı (KAH)		Grup			p
		Deney (n=27)	Kontrol (n=29)	Toplam(n=56)	
Simülasyon Öncesinde	<i>Ort±Ss</i>	76,65±8,46	77,77±9,25	77,23±8,82	^d0,637
	<i>Medyan (Min-Maks)</i>	77,1 (61,4-94)	77,2 (52,5-94,5)	77,2 (52,5-94,5)	
Simülasyon Sırasında	<i>Ort±Ss</i>	78,09±8,38	76,50±9,01	77,27±8,67	^d0,498
	<i>Medyan (Min-Maks)</i>	77,3 (63-97,6)	75,6 (53,8-95,8)	76,2 (53,8-97,6)	
Simülasyon Sonrasında	<i>Ort±Ss</i>	76,92±7,98	78,69±8,36*	77,83±8,15	^d0,422
	<i>Medyan (Min-Maks)</i>	77,1 (60,9-90,7)	77,7 (61,2-99,4)	77,6 (60,9-99,4)	
p		^e0,532	^e0,024*	^e0,689	
S. Sırasında - S. Sonrasında	Fark p	-1,18±7,56	2,18±3,62	0,56±6,05	^d0,043*
		1,000	0,009**	1,000	

^dStudent-t Test

^eRepeated Measure Test

*p<0,05

**p<0,01

‡: p<0,05 Simülasyon Ö- Sırası

‡: p<0,05 Similasyon Ö.- Sonrası anlamlı

*: p<0,05 Simülasyon Sırasında - Sonrası

Tablo 7’de görüldüğü gibi gruplara göre boşta otururken ölçülen Kalp Atım Hızı (KAH) değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p>0,05$).

Gruplara göre simülasyonda ölçülen Kalp Atım Hızı (KAH) değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p>0,05$).

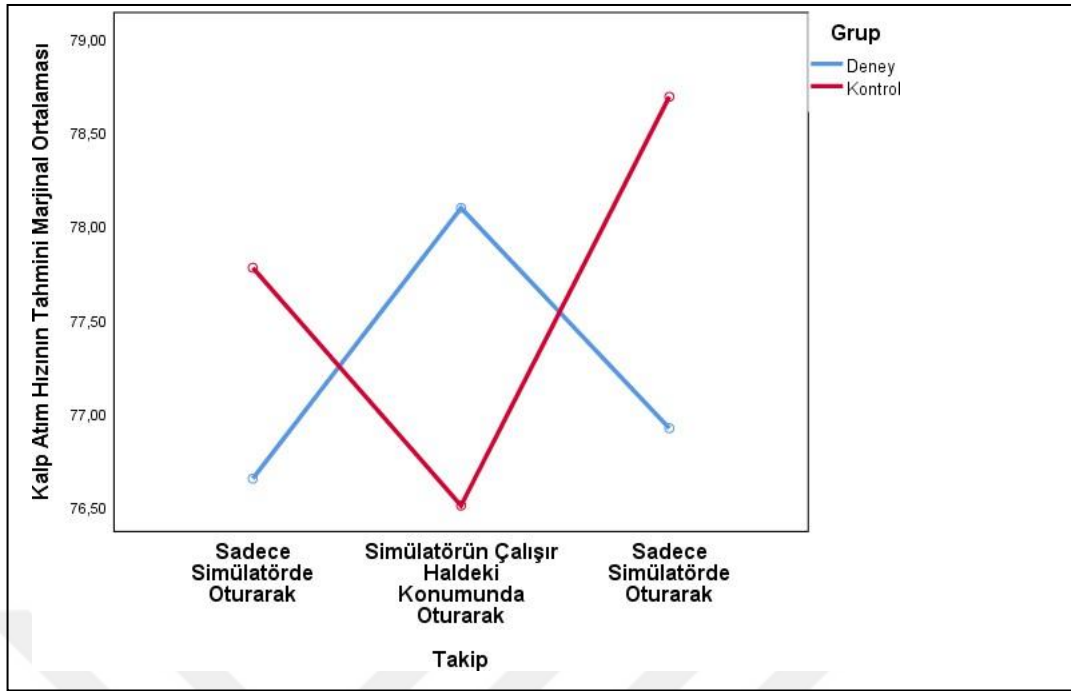
Gruplara göre son otururken ölçülen Kalp Atım Hızı (KAH) değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p>0,05$).

Tüm olguların Kalp Atım Hızı (KAH) ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p>0,05$).

Deney grubu olguların Kalp Atım Hızı (KAH) ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p>0,05$).

Kontrol grubu olguların Kalp Atım Hızı (KAH) ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmıştır ($p=0,024$; $p<0,05$). Simülasyonda ölçülen değere göre sonda oturarak ölçülen değerdeki ortalama $2,18\pm 3,62$ birimlik artış anlamlı bulunmuştur ($p=0,009$; $p<0,01$).

Sekil 4’de görüldüğü gibi, deney grubu olguların simülasyon sırasında ölçülen Kalp Atım Hızı (KAH) değerine göre simülasyon sonrası ölçülen Kalp Atım Hızı (KAH) değerindeki değişim, kontrol grubu olgulara göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük saptanmıştır ($p=0,043$; $p<0,05$).



Şekil 4: Gruplarda takiplere göre kalp atım hızı (KAH) dağılımı

4.2. Sol ve Sağ Delta Aralığındaki % Değişimin Değerlendirilmesi

Grup ve zamanın sol ve sağ % Delta değeri üzerine etkilerini incelemek amacıyla iki faktörlü tekrarlı ölçümler varyans analizi gerçekleştirilmiştir. Analize grup bağımsız bir faktör, zaman ise grup içi faktör olarak dahil edilmiştir. % Delta değeri ise analize bağımlı değişken olarak dahil edilmiştir.

Tablo 8: Gruplar arası %delta etkilerinin incelenmesi

	Sol		Sağ		Sağ*Sol	
	F	P	F	p	⁺ F	p
Grup	1,608	0,210	0,336	0,565	1,749	0,189
Takip	0,015	0,976	0,111	0,886	0,070	0,920
Grup*Takip	7,487	0,002**	8,350	0,001**	15,777	0,001**
Taraf	-	-	-	-	3,001	0,086
Takip*Taraf	-	-	-	-	17,117	0,064
Takip*Grup*Taraf	-	-	-	-	0,139	0,854

F: İki yönlü Tekrarlı Ölçümlerde Varyans analizi (Twoway Repeated Measures test)

⁺F: Üç yönlü Tekrarlı Ölçümlerde Varyans analizi (Threeway Repeated Measures test)

**p<0,01

Sol taraf ölçümleri için; tablo 8’de grubun ana etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmektedir ($F=1,608$; $p>0,05$). Takibin tek başına etkisi de yine istatistiksel olarak anlamlı değildir ($F=0,015$; $p>0,05$). Grup ile takip etkileşiminin etkisi ise istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir ($F:7,487$; $p:0,002$; $p<0,01$).

Sağ taraf ölçümleri için; tablo 8’de grubun ana etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmektedir ($F=0,336$; $p>0,05$). Takibin tek başına etkisi de yine istatistiksel olarak anlamlı değildir ($F=0,111$; $p>0,05$). Grup ile takip etkileşiminin etkisi ise istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir ($F:8,350$; $p:0,001$; $p<0,01$).

Sağ ve sol tarafın birlikteliği için; tablo 8’de grubun ana etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmektedir ($F=1,749$; $p>0,05$). Takibin tek başına etkisi de yine istatistiksel olarak anlamlı değildir ($F=0,070$; $p>0,05$). Grup ile takip etkileşiminin etkisi ise istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir ($F:15,777$; $p:0,001$; $p<0,01$). Ayrıca taraf, taraf-takip ve takip-grup-taraf etkileşimlerinin etkisi de istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($F:3,001$; $F:17,117$; $F:0,139$; $p>0,05$). Ayrıca taraf ($F:3,001$; $p>0,05$), taraf-takip ($F:17,117$; $p>0,05$), ve takip-grup-taraf ($F:0,139$; $p>0,05$) etkileşimlerinin etkisi de istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

Tablo 9: Gruplara göre sol ve sağ % delta ölçümlerinin değerlendirilmesi

% (0,4-4 Hz)			Grup			<i>p</i>
			Deney (n=27)	Kontrol (n=29)	Toplam (n=56)	
Sol Taraf	Simülasyon Öncesinde	<i>Ort±Ss</i>	47,13±21,83	35,86±21,68	41,29±22,29	<i>^d0,058</i>
		<i>Medyan (Min-Maks)</i>	48,4 (5-81,1)	32,2 (2,3-76,3)	43,7 (2,3-81,1)	
	Simülasyon Sırasında	<i>Ort±Ss</i>	47,35±20,02	34,95±16,2	40,93±19,03	<i>^d0,013*</i>
		<i>Medyan (Min-Maks)</i>	53,7 (0,5-69,8)	33,4 (5,5-75,8)	38,9 (0,5-75,8)	
	Simülasyon Sonrasında	<i>Ort±Ss</i>	38,07±19,84* _‡	45,17±21,98* _‡	41,75±21,09	<i>^d0,211</i>
		<i>Medyan (Min-Maks)</i>	41,7 (3,7-72,8)	45,2 (3-79,4)	44,1 (3-79,4)	
	<i>p</i>	<i>^e0,045*</i>	<i>^e0,014*</i>	<i>^e0,946</i>		
	Simülasyonda - Sonda	Fark <i>p</i>	-9,28±18,27 <i>0,041*</i>	10,22±18,62 <i>0,019*</i>	0,82±20,76 <i>1,000</i>	<i>^d0,001**</i>
Sağ Taraf	Simülasyon Öncesinde	<i>Ort±Ss</i>	51,03±17,87	40,53±21,53	45,6±20,37	<i>^d0,053</i>
		<i>Medyan (Min-Maks)</i>	58,9 (10,7-81,2)	39,1 (5-79,4)	46,7 (5-81,2)	
	Simülasyon Sırasında	<i>Ort±Ss</i>	51,14±21,01	42,34±16,81	46,58±19,3	<i>^d0,088</i>
		<i>Medyan (Min-Maks)</i>	59,7 (1,1-80,8)	42 (9,9-72,6)	48,9 (1,1-80,8)	
	Simülasyon Sonrasında	<i>Ort±Ss</i>	41,10±25,06	53,33±18,34* _‡	47,43±22,5	<i>^d0,044*</i>
		<i>Medyan (Min-Maks)</i>	44,4 (1,8-83,4)	57,1 (11,6-78,9)	49,8 (1,8-83,4)	

Tablo 9: Gruplara göre sol ve sağ % delta ölçümlerinin değerlendirilmesi (devam)

	<i>p</i>	^e 0,066	^e 0,004**	^e 0,835	
S. Öncesinde	Fark	-9,93±26,71	12,80±24,22	1,84±27,70	^d 0,002**
- S. Sonrasında	<i>p</i>	0,193	0,025*	1,000	
S. Sırasında - S. Sonrasında	Fark	-10,03±25,82	10,99±20,28	0,86±25,24	^d 0,001**
	<i>p</i>	0,161	0,021*	1,000	

^dStudent-t Test ^eRepeated Measure Test **p*<0,05 ***p*<0,01
‡:*p*<0,05 Simülasyon Ö- Sırası †: *p*<0,05 Similasyon Ö.- Sonrası anlamlı
‡: *p*<0,05 Simülasyon Sırasında – Sonrası

Tablo 9’da görüldüğü üzere, deney grubu olguların boştta otururken ölçülen sol taraf %Delta değeri, kontrol grubu olgulara göre istatistiksel olarak anlamlı olmamakla birlikte dikkat çekici düzeyde yüksek saptanmıştır (*p*=0,058; *p*>0,05).

Tablo 9’da görüldüğü üzere, deney grubu olguların simülasyonda ölçülen sol taraf %Delta değeri, kontrol grubu olgulara göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek saptanmıştır (*p*=0,013; *p*<0,05).

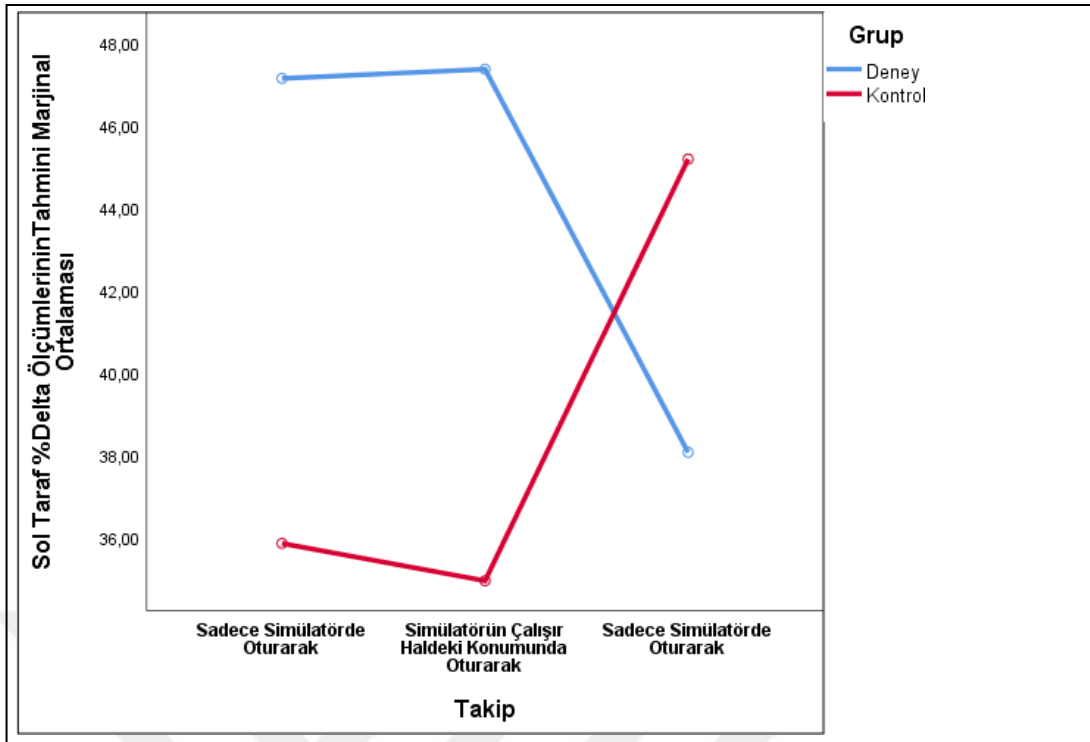
Gruplara göre son otururken ölçülen sol taraf %Delta değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır (*p*>0,05).

Tüm olguların sol taraf %Delta ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır (*p*>0,05).

Deney grubu olguların sol taraf %Delta ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmıştır (*p*=0,045; *p*<0,05).

Kontrol grubu olguların sol taraf %Delta ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmıştır (*p*=0,014; *p*<0,05). Simülasyonda ölçülen değere göre sonda oturarak ölçülen değerdeki ortalama 10,22±18,62 birimlik artış anlamlı bulunmuştur (*p*=0,019; *p*<0,05).

Şekil 5’de görüldüğü gibi, deney grubu olguların simülasyon sırasındaki ölçüme göre simülasyon sonrası ölçülen sol %Delta değerindeki değişim, kontrol grubu olgulara göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük saptanmıştır (*p*=0,001; *p*<0,01).



Şekil 5: Gruplarda takiplere göre sol taraf %delta dağılımı

Tablo 9'a göre, deney grubu olguların boşa otururken ölçülen sağ taraf %Delta değeri, kontrol grubu olgulara göre istatistiksel olarak anlamlı olmamakla birlikte dikkat çekici düzeyde yüksek saptanmıştır ($p=0,053$; $p>0,05$).

Gruplara göre simülasyonda ölçülen sağ taraf %Delta değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p>0,05$).

Deney grubu olguların son otururken ölçülen sağ taraf %Delta değeri, kontrol grubu olgulara göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük saptanmıştır ($p=0,044$; $p<0,05$).

Tüm olguların sağ taraf %Delta ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p>0,05$).

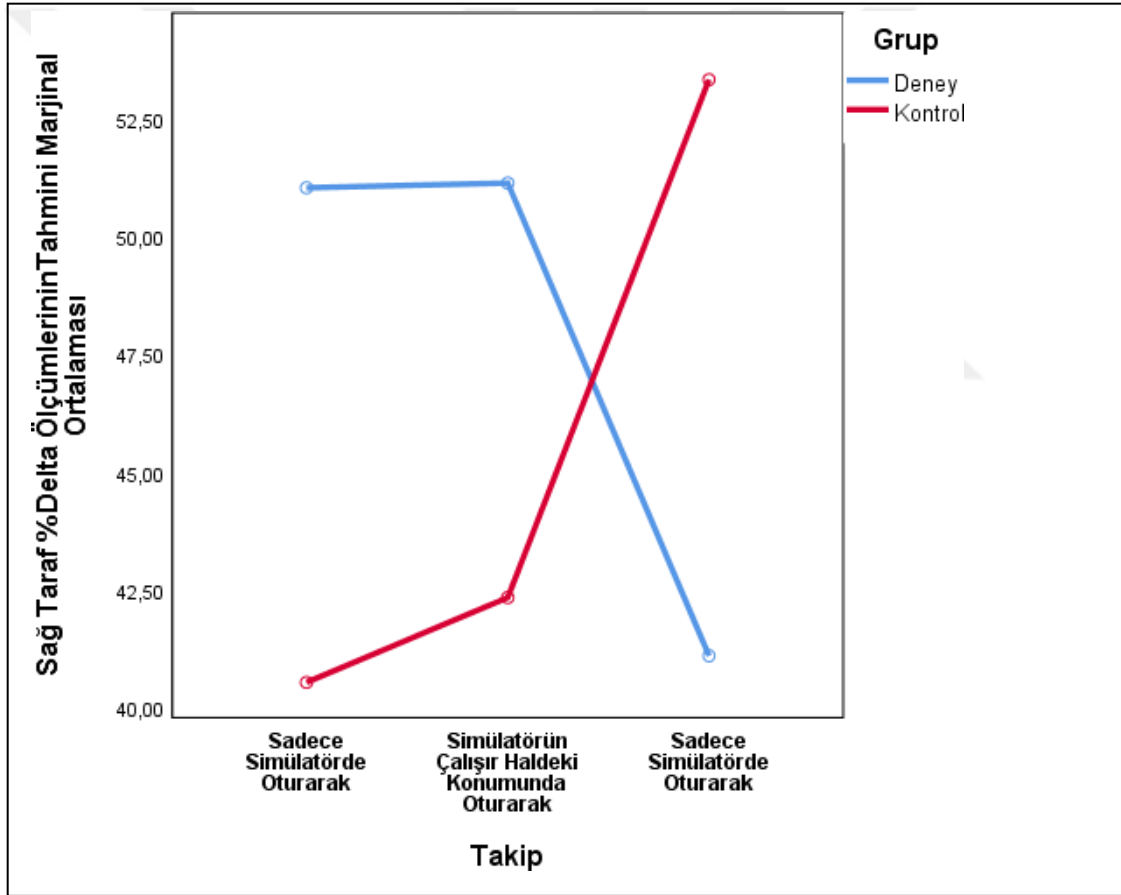
Deney grubu olguların sağ taraf %Delta ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p>0,05$).

Kontrol grubu olguların sağ taraf %Delta ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmıştır ($p=0,004$; $p<0,01$). Boşa otururken ölçülen değere göre sonda oturarak ölçülen değerdeki ortalama $12,80 \pm 24,22$ birimlik artış ve Simülasyonda

ölçülen değere göre sonda oturarak ölçülen değerdeki ortalama $10,99 \pm 20,28$ birimlik artış anlamlı bulunmuştur ($p=0,025$; $p=0,021$; $p<0,05$).

Şekil 6’da görüldüğü gibi, deney grubu olguların simülasyon öncesine göre simülasyon sonrası ölçülen sağ %Delta değerindeki değişim, kontrol grubu olgulara göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük saptanmıştır ($p=0,002$; $p<0,01$).

Şekil 6’da görüldüğü gibi, deney grubu olguların simülasyon sırasındaki ölçüme göre simülasyon sonrası ölçülen sağ %Delta değerindeki değişim, kontrol grubu olgulara göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük saptanmıştır ($p=0,001$; $p<0,01$).



Şekil 6: Gruplarda takiplere göre sağ taraf %delta dağılımı

4.3. Sol ve Sağ Teta Aralığındaki % Değişimin Değerlendirilmesi

Grup ve zamanın sol ve sağ %Teta değeri üzerine etkilerini incelemek amacıyla iki faktörlü tekrarlı ölçümler varyans analizi gerçekleştirilmiştir. Analize grup bağımsız

bir faktör, zaman ise grup içi faktör olarak dahil edilmiştir. Sol ve sağ %Teta değeri ise analize bağımlı değişken olarak dahil edilmiştir.

Tablo 10: Gruplar arası %teta etkilerinin incelenmesi

	Sol		Sağ		Sol*Sağ	
	F	p	F	P	⁺ F	p
Grup	0,006	0,940	1,778	0,188	1,058	0,306
Takip	0,363	0,697	0,592	0,555	0,408	0,666
Grup*Takip	0,415	0,492	2,151	0,125	2,489	0,085
Taraf	-	-	-	-	0,172	0,680
Takip*Taraf	-	-	-	-	0,509	0,602
Takip*Grup*Taraf	-	-	-	-	0,141	0,869

F: İki yönlü Tekrarlı Ölçümlerde Varyans analizi (Twoway Repeated Measures test)

⁺F: Üç yönlü Tekrarlı Ölçümlerde Varyans analizi (Treeway Repeated Measures test)

Sol taraf ölçümleri için; tablo 10'da grubun ana etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmektedir (F=0,006; p>0,05). Takibin tek başına etkisi de yine istatistiksel olarak anlamlı değildir (F=0,363; p>0,05). Grup ile takip etkileşiminin etkisi de istatistiksel olarak anlamlı değildir (F:0,415; p>0,05).

Sağ taraf ölçümleri için; tablo 10'da grubun ana etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmektedir (F=1,778; p>0,05). Takibin tek başına etkisi de yine istatistiksel olarak anlamlı değildir (F=0,592; p>0,05). Grup ile takip etkileşiminin etkisi de istatistiksel olarak anlamlı değildir (F:2,151; p>0,05).

Sağ ve sol tarafın birlikteliği için; tablo 10'da grubun ana etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmektedir (F=1,058; p>0,05). Takibin tek başına etkisi de yine istatistiksel olarak anlamlı değildir (F=0,408; p>0,05). Grup ile takip etkileşiminin etkisi de istatistiksel olarak anlamlı değildir (F:2,489; p>0,05). Ayrıca taraf, taraf-takip ve takip-grup-taraf etkileşimlerinin etkisi de istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (F:0,172; F:0,509; F:0,141; p>0,05).

Tablo 11: Gruplara göre sol ve sağ %teta ölçümlerinin değerlendirilmesi

% (4-8 Hz)			Grup			<i>p</i>
			Deney (n=27)	Kontrol (n=29)	Toplam (n=56)	
Sol Taraf	Simülasyon Öncesinde	<i>Ort±Ss</i>	6,62±3,01	6,17±3,36	6,39±3,17	^d 0,604
		<i>Medyan (Min-Maks)</i>	6,9 (1,2-13,1)	5,7 (0,8-15,9)	6,5 (0,8-15,9)	
	Simülasyon Sırasında	<i>Ort±Ss</i>	6,46±4,68	7,23±3,78	6,86±4,22	^d 0,497
		<i>Medyan (Min-Maks)</i>	5,1 (0,2-15,9)	8,1 (0,6-15)	7 (0,2-15,9)	
	Simülasyon Sonrasında	<i>Ort±Ss</i>	6,63±4,22	6,49±3,76	6,56±3,96	^d 0,895
		<i>Medyan (Min-Maks)</i>	6,4 (0,7-17,6)	6,8 (0,3-16,7)	6,5 (0,3-17,6)	
	<i>p</i>	^e0,978	^e0,173	^e0,670		
Sağ Taraf	Simülasyon Öncesinde	<i>Ort±Ss</i>	6,71±3,67	7,39±3,72	7,06±3,68	^d 0,496
		<i>Medyan (Min-Maks)</i>	7,2 (0,6-13,4)	6,5 (2,1-17,5)	7,1 (0,6-17,5)	
	Simülasyon Sırasında	<i>Ort±Ss</i>	5,79±4,1	8,05±3,77	6,96±4,06	^d 0,036*
		<i>Medyan (Min-Maks)</i>	5,6 (0,4-13,9)	8,6 (1,2-16,3)	7,1 (0,4-16,3)	
	Simülasyon Sonrasında	<i>Ort±Ss</i>	6,28±3,96	6,88±3,78	6,59±3,84	^d 0,563
		<i>Medyan (Min-Maks)</i>	5,5 (0,4-14,8)	7,2 (0,3-17,4)	6,5 (0,3-17,4)	
	<i>p</i>	^e0,459	^e0,104	^e0,547		

^dStudent-t Test

^eRepeated Measure Test

*p<0,05

**p<0,01

Şekil 7’de görüldüğü gibi, gruplara göre boşa otururken ölçülen sol taraf %Teta değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır (p>0,05).

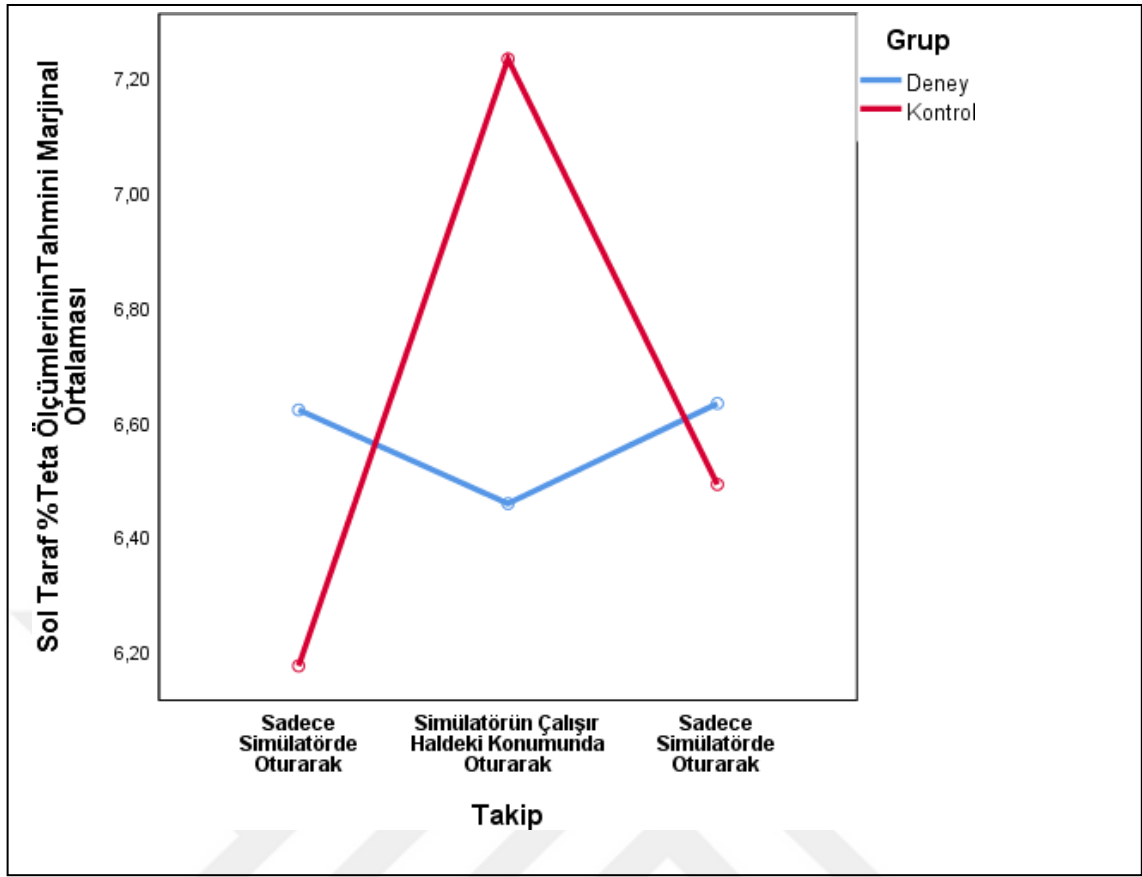
Gruplara göre simülasyonda ölçülen sol taraf %Teta değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır (p>0,05).

Gruplara göre sonda otururken ölçülen sol taraf %Teta değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır (p>0,05).

Tüm olguların sol taraf %Teta ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır (p>0,05).

Deney grubu olguların sol taraf %Teta ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır (p>0,05).

Kontrol grubu olguların sol taraf %Teta ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır (p>0,05).



Şekil 7: Gruplarda takiplere göre sol taraf %teta dağılımı

Gruplara göre boşta otururken ölçülen sağ taraf %Teta değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p>0,05$).

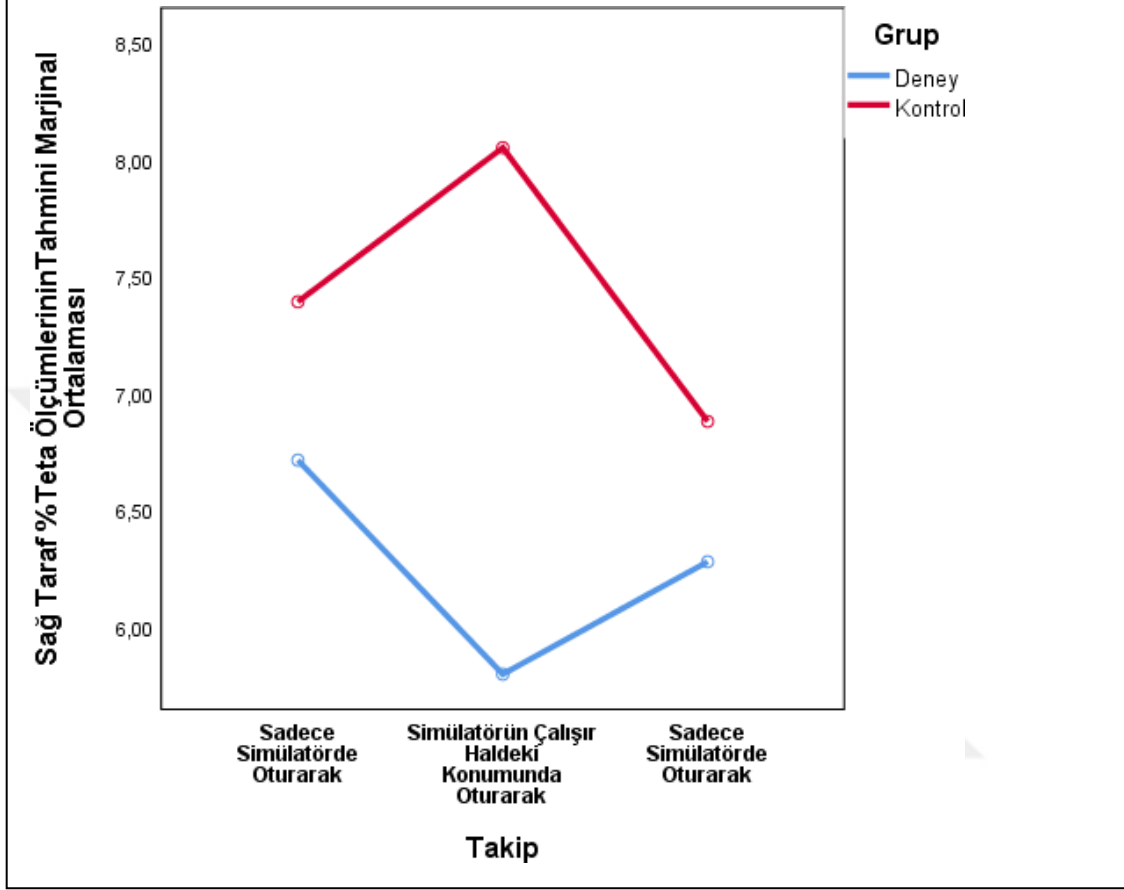
Tablo 11’de görüldüğü gibi, deney grubu olguların simülasyonda ölçülen sol taraf %Teta değeri, kontrol grubu olgulara göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük saptanmıştır ($p=0,036$; $p<0,05$).

Şekil 8’de görüldüğü gibi, gruplara göre sonda otururken ölçülen sağ taraf %Teta Hz değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p>0,05$).

Tüm olguların sağ taraf %Teta Hz ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p>0,05$).

Deney grubu olguların sağ taraf %Teta ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p>0,05$).

Kontrol grubu olguların sağ taraf %Teta ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p>0,05$).



Şekil 8: Gruplarda takiplere göre sağ taraf %teta dağılımı

4.4. Sol ve Sağ Alfa Aralığındaki % Değişiminin Değerlendirilmesi

Grup ve zamanın sol ve sağ %Alfa değeri üzerine etkilerini incelemek amacıyla iki faktörlü tekrarlı ölçümler varyans analizi gerçekleştirilmiştir. Analize grup bağımsız bir faktör, zaman ise grup içi faktör olarak dahil edilmiştir. Sol ve sağ %Alfa değeri ise analize bağımlı değişken olarak dahil edilmiştir.

Tablo 12: Gruplar arası %alfa etkilerinin incelenmesi

	Sol		Sağ		Sol*Sağ	
	F	p	F	P	*F	p
Grup	3,339	0,073	6,406	0,014*	9,210	0,003**
Takip	1,903	0,165	6,579	0,002**	7,295	0,001**
Grup*Takip	2,121	0,138	3,004	0,062	4,902	0,008**
Taraf	-	-	-	-	0,041	0,839
Takip*Taraf	-	-	-	-	0,432	0,650
Takip*Grup*Taraf	-	-	-	-	0,082	0,922

F: İki yönlü Tekrarlı Ölçümlerde Varyans analizi (Twoway Repeated Measures test)

*F: Üç yönlü Tekrarlı Ölçümlerde Varyans analizi (Treeway Repeated Measures test)

*p<0,05

**p<0,01

Sol taraf ölçümleri için; tablo 12’de grubun ana etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmektedir (F=3,339; p>0,05). Takibin tek başına etkisi de yine istatistiksel olarak anlamlı değildir (F=1,903; p>0,05). Grup ile takip etkileşiminin etkisi de istatistiksel olarak anlamlı değildir (F:2,121; p>0,05).

Sağ taraf ölçümleri için; tablo 12’de grubun ana etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir (F=6,406; p=0,014; p<0,05). Takibin tek başına etkisi de yine istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (F=6,579; p=0,002; p<0,01). Grup ile takip etkileşiminin etkisi ise istatistiksel olarak anlamlı değildir (F:3,004; p>0,05).

Sağ ve sol tarafın birlikteliği için; tablo 12’de grubun ana etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir (F=9,210; p=0,003; p<0,01). Takibin tek başına etkisi de yine istatistiksel olarak anlamlıdır (F=7,295; p=0,001; p<0,01). Grup ile takip etkileşiminin etkisi de istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (F:4,902; p=0,008; p<0,01). Taraf, taraf-takip ve takip-grup-taraf etkileşimlerinin etkisi ise istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (F:0,041; F:0,432; F:0,082; p>0,05).

Tablo 13: Gruplara göre sol ve sağ % alfa ölçümlerinin değerlendirilmesi

% (8-12 Hz)			Grup			p
			Deney (n=27)	Kontrol (n=29)	Toplam (n=56)	
Sol Taraf	Simülasyon Öncesinde	Ort±Ss	2,91±3,15	5,26±7,34	4,12±5,79	0,507
		Medyan (Min-Maks)	2,1 (0,4-15)	2,2 (0,5-32)	2,2 (0,4-32)	
	Simülasyon Sırasında	Ort±Ss	1,9±2,01	4,47±5,41	3,23±4,3	0,004**
		Medyan (Min-Maks)	1,1 (0,1-8,7)	3 (0,2-25,1)	2,1 (0,1-25,1)	

Tablo 13: Gruplara göre sol ve sağ % alfa ölçümlerinin değerlendirilmesi (devam)

Sağ Tar f	Simülasyon Sonrasında	Ort±Ss Medyan (Min-Maks)	2,78±3,66 1,2 (0,4-17)	2,94±2,5 2,4 (0,3-11,6)	2,87±3,09 1,8 (0,3-17)	^a 0,198
		<i>p</i>	^f 0,163	^f 0,394	^f 0,257	
	Simülasyon Öncesinde	Ort±Ss Medyan (Min-Maks)	3,14±3,5 2 (0,2-17,5)	6,16±6,65 3,6 (0,5-29,7)	4,7±5,53 2,5 (0,2-29,7)	^a 0,034*
	Simülasyon Sırasında	Ort±Ss Medyan (Min-Maks)	1,72±1,5‡ 1,3 (0,1-6,3)	4,27±3,48 3 (0,6-14,6)	3,04±2,98 2,3 (0,1-14,6)	^a 0,001**
	Simülasyon Sonrasında	Ort±Ss Medyan (Min-Maks)	2,62±2,89 1,8 (0,2-14)	3,1±2,49‡ 2,6 (0,3-10,8)	2,87±2,68‡ 2,1 (0,2-14)	^a 0,156
		<i>p</i>	^f 0,045*	^f 0,018*	^f 0,006**	
	S. Öncesi - S. Sırasında	Fark <i>p</i>	-1,42±2,90 0,043*	-1,89±5,23 1,000	-1,66±4,24 0,070	^a 0,676
	S. Öncesi - S. Sonrası	Fark <i>p</i>	-0,53±2,08 0,307	-3,06±6,21 0,017*	-1,84±4,83 0,005**	^a 0,192
	^a Mann Whitney U Test		^f Friedman Test	*p<0,05	**p<0,01	
	‡:p<0,05 Simülasyon Ö- Sırası		‡: p<0,05 Similasyon Ö.- Sonrası anlamlı			
	*: p<0,05 Simülasyon Sırasında - Sonrası					

Tabo 13'e göre gruplara göre simülasyon öncesinde boşta otururken ölçülen sol taraf %Alfa değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır (*p*>0,05).

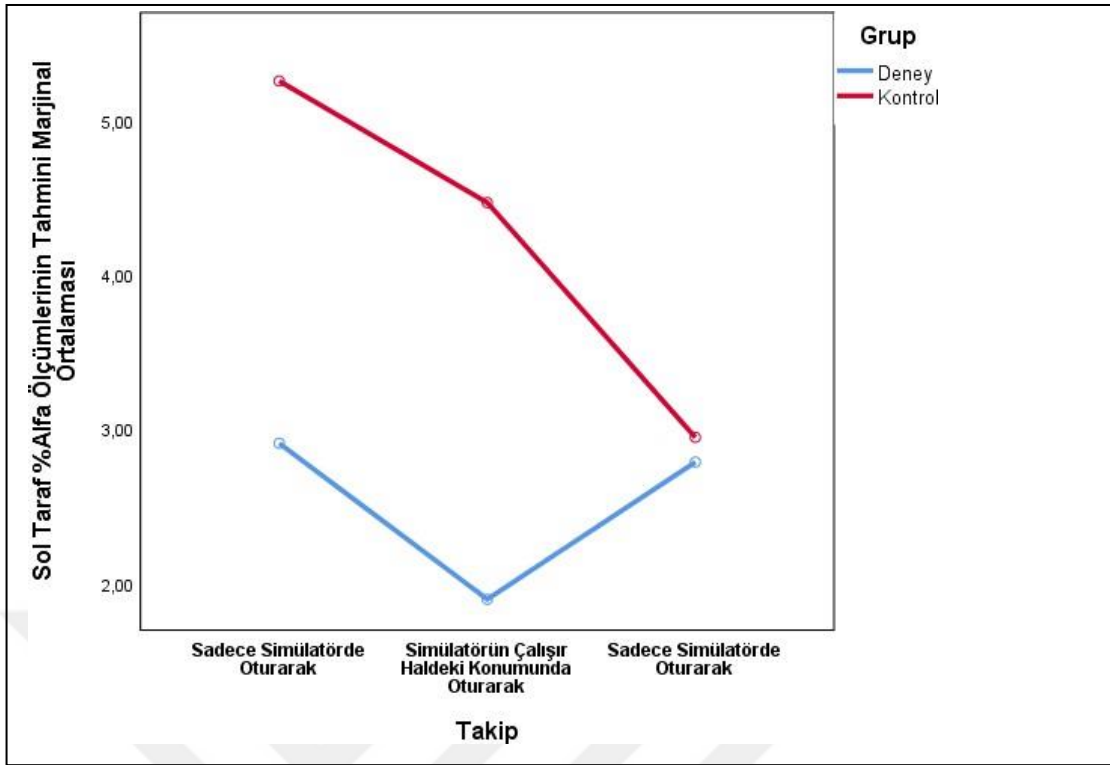
Deney grubu olguların simülasyonda ölçülen sağ taraf %Alfa değeri, kontrol grubu olgulara göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük saptanmıştır (*p*=0,004; *p*<0,01).

Şekil 9'da görüldüğü gibi, gruplara göre simülasyondan sonrasında otururken ölçülen sol taraf %Alfa değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır (*p*>0,05).

Tüm olguların sol taraf %Alfa ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır (*p*>0,05).

Deney grubu olguların sol taraf %Alfa ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır (*p*>0,05).

Kontrol grubu olguların sol taraf %Alfa ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır (*p*>0,05).



Şekil 9: Gruplarda takiplere göre sol taraf %alfa dağılımı

Deney grubu olguların simülasyon öncesinde boşa otururken ölçülen sağ taraf %Alfa değeri, kontrol grubu olgulara göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük saptanmıştır ($p=0,034$; $p<0,05$).

Deney grubu olguların simülasyon sırasında ölçülen sağ taraf %Alfa değeri, kontrol grubu olgulara göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük saptanmıştır ($p=0,001$; $p<0,05$).

Şekil 10'da görüldüğü üzere, gruplara göre olguların simülasyon sonrasında otururken ölçülen sağ taraf %Alfa ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p>0,05$).

Tüm olguların sağ taraf %Alfa ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmıştır ($p=0,006$; $p<0,01$). Simülasyon öncesi boşa otururken ölçülen değere göre simülasyon sonrası otururken ölçülen değerdeki ortalama $1,84\pm 4,83$ birimlik düşüş anlamlı bulunmuştur ($p=0,005$; $p<0,01$).

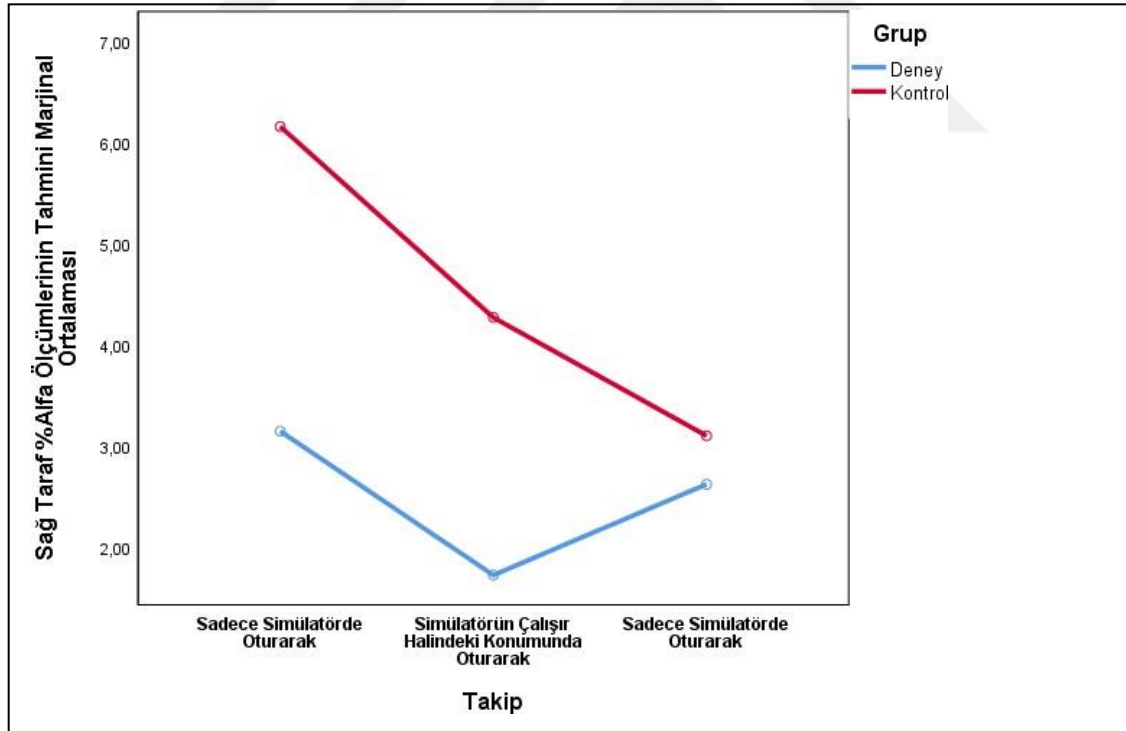
Deney grubu olguların sağ taraf %Alfa ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmıştır ($p=0,045$; $p<0,01$). Simülasyon öncesi boşa otururken

ölçülen değere göre simülasyon sırasında ölçülen değerdeki ortalama $1,42 \pm 2,90$ birimlik düşüş anlamlı bulunmuştur ($p=0,043$; $p<0,05$).

Kontrol grubu olguların sağ taraf %Alfa ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmıştır ($p=0,018$; $p<0,01$). Simülasyon öncesi boşta otururken ölçülen değere göre simülasyon sonrası boşta otururken ölçülen değerdeki ortalama $3,06 \pm 6,21$ birimlik düşüş anlamlı bulunmuştur ($p=0,017$; $p<0,05$).

Gruplara göre olguların simülasyon öncesine göre simülasyon sırasında %Alfa değerindeki değişimler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p>0,05$).

Gruplara göre olguların simülasyon öncesine göre simülasyon sonrasında %Alfa değerindeki değişimler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p>0,05$).



Şekil 10: Gruplarda takiplere göre sağ taraf %alfa dağılımı

4.5. Sol ve Sağ Beta Aralığının % Değişiminin Değerlendirilmesi

Grup ve zamanın sol ve sağ %Beta değeri üzerine etkilerini incelemek amacıyla iki faktörlü tekrarlı ölçümler varyans analizi gerçekleştirilmiştir. Analize grup bağımsız bir faktör, zaman ise grup içi faktör olarak dahil edilmiştir. Sol ve sağ %Beta değeri ise analize bağımlı değişken olarak dahil edilmiştir.

Tablo 14: Gruplar arası %beta etkilerinin incelenmesi

	Sol		Sağ		Sol*Sağ	
	F	p	F	P	⁺ F	p
Grup	2,307	0,135	5,860	0,019*	7,579	0,007**
Takip	3,226	0,044*	3,060	0,051	6,078	0,003**
Grup*Takip	5,496	0,005**	8,032	0,001**	13,153	0,001**
Taraf	-	-	-	-	0,172	0,679
Takip*Taraf	-	-	-	-	0,205	0,815
Takip*Grup*Taraf	-	-	-	-	0,426	0,654

F: İki yönlü Tekrarlı Ölçümlerde Varyans analizi (Twoway Repeated Measures test)

⁺F: Üç yönlü Tekrarlı Ölçümlerde Varyans analizi (Treeway Repeated Measures test)

*p<0,05

**p<0,01

Sol taraf ölçümleri için; tablo 14’de grubun ana etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmektedir (F=2,307; p>0,05). Takibin tek başına etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (F=3,226; p=0,044; p<0,05). Grup ile takip etkileşiminin etkisi de istatistiksel olarak anlamlıdır (F:5,496; p=0,005; p<0,01).

Sağ taraf ölçümleri için; tablo 14’de grubun ana etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir (F=5,860; p=0,019; p<0,05). Takibin tek başına etkisi istatistiksel olarak anlamlı olmamakla birlikte anlamlılığa yakın bulunmuştur (F=3,060; p=0,051; p>0,05). Grup ile takip etkileşiminin etkisi ise istatistiksel olarak anlamlıdır (F:8,032; p=0,001; p<0,01).

Sağ ve sol tarafın birlikteliği için; tablo 14’de grubun ana etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir (F=7,579; p=0,007; p<0,01). Takibin tek başına etkisi de yine istatistiksel olarak anlamlıdır (F=6,078; p=0,003; p<0,01). Grup ile takip etkileşiminin etkisi de istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (F:13,153; p=0,001; p<0,01). Taraf, taraf-takip ve takip-grup-taraf etkileşimlerinin etkisi ise istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (F:0,172; F:0,205; F:0,426; p>0,05).

Tablo 15: Gruplara göre sol ve sağ % beta ölçümlerinin değerlendirilmesi

% (12-25 Hz)			Grup			<i>p</i>
			Deney (n=27)	Kontrol (n=29)	Toplam (n=56)	
Sol Taraf	Simülasyon Öncesinde	<i>Ort±Ss</i> <i>Medyan (Min-Maks)</i>	3,02±4,49 1,6 (0,3-23,5)	3,84±3,48 2,4 (0,3-13,5)	3,44±3,98 2,1 (0,3-23,5)	^a 0,261
	Simülasyon Sırasında	<i>Ort±Ss</i> <i>Medyan (Min-Maks)</i>	1,56±1,22 1,3 (0,1-4,5)	4,09±3,65 2,6 (0,2-12,6)	2,87±3,02 1,8 (0,1-12,6)	^a 0,004**
	Simülasyon Sonrasında	<i>Ort±Ss</i> <i>Medyan (Min-Maks)</i>	2,48±2,7 1,5 (0,3-10,5)	2,24±2,08* 1,6 (0,2-8,8)	2,36±2,38 1,5 (0,2-10,5)	^a 0,799
		<i>p</i>	^f 0,317	^f 0,006**	^f 0,143	
	S. Sırasında - S. Sonrası	Fark <i>p</i>	0,92±2,42 1,000	-1,85±3,19 0,005**	-0,51±3,15 0,325	^a 0,001**
Sağ Taraf	Simülasyon Öncesinde	<i>Ort±Ss</i> <i>Medyan (Min-Maks)</i>	2,77±3,31 2 (0,1-17,5)	4,58±3,44 4,2 (0,4-12,8)	3,71±3,47 2,5 (0,1-17,5)	^a 0,019*
	Simülasyon Sırasında	<i>Ort±Ss</i> <i>Medyan (Min-Maks)</i>	1,27±0,90‡ 1,2 (0,1-3,6)	4,33±3,26 3,9 (0,6-13,1)	2,85±2,86 2 (0,1-13,1)	^a 0,001**
	Simülasyon Sonrasında	<i>Ort±Ss</i> <i>Medyan (Min-Maks)</i>	2,89±3,5 1,9 (0,2-12,2)	2,53±2,51‡ 1,7 (0,2-11)	2,7±3,00 1,7 (0,2-12,2)	^a 0,774
		<i>p</i>	^f 0,034*	^f 0,021*	^f 0,072	
	S. Öncesi - S. Sırasında	Fark <i>p</i>	-1,50±3,15 0,021*	-0,25±2,43 1,000	-0,85±2,85 0,142	^a 0,073
	S. Öncesi - S. Sonrası	Fark <i>p</i>	0,12±3,21 1,000	-2,05±3,61 0,026*	-1,00±3,56 0,142	^a 0,029*
^a Mann Whitney U Test			^f Friedman Test			
‡: <i>p</i> <0,05 Simülasyon Ö- Sırası			‡: <i>p</i> <0,05 Similasyon Ö.- Sonrası anlamlı			
*: <i>p</i> <0,05 Simülasyon Sırasında - Sonrası						

Tablo 15'e göre gruplara göre simülasyon öncesinde boшта otururken ölçülen sol taraf %Beta değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır (*p*>0,05).

Deney grubu olguların simülasyonda ölçülen sağ taraf %Beta değeri, kontrol grubu olgulara göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük saptanmıştır (*p*=0,004; *p*<0,01).

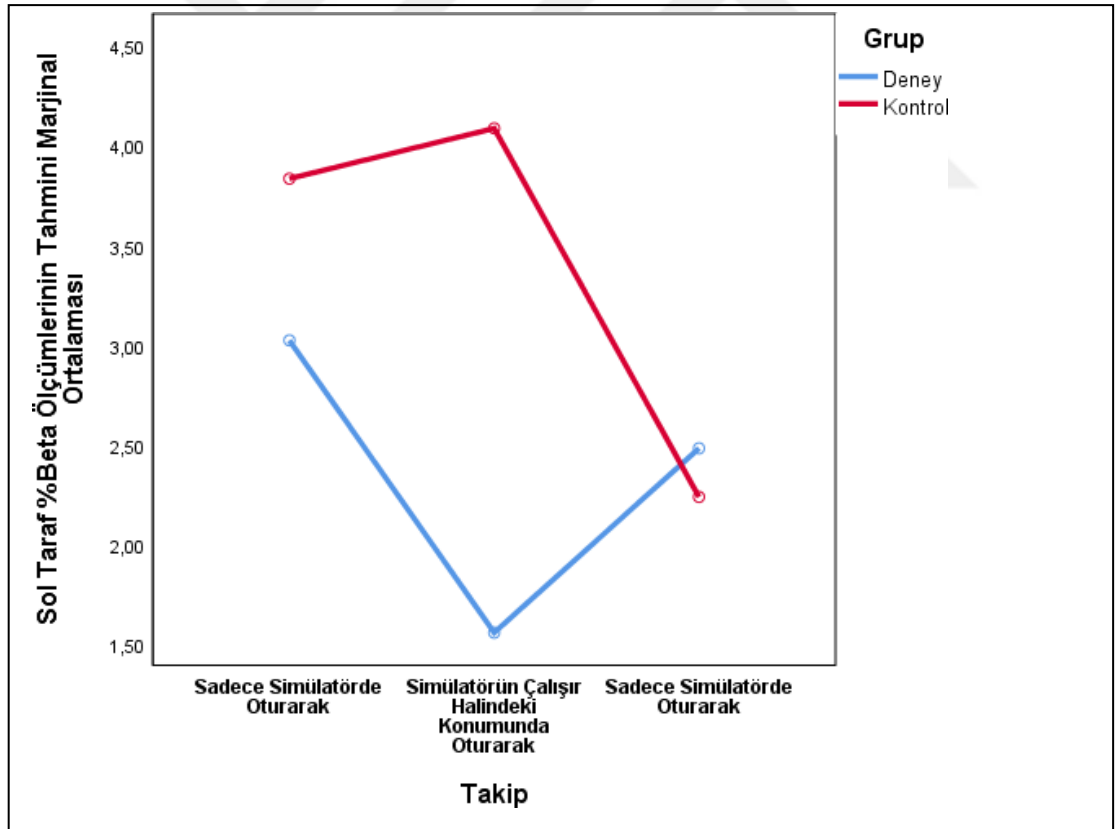
Şekil 11'de görüldüğü gibi, gruplara göre simülasyondan sonrasında otururken ölçülen sol taraf %Beta değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır (*p*>0,05).

Tüm olguların sol taraf %Beta ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p>0,05$).

Deney grubu olguların sol taraf %Beta ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p>0,05$).

Kontrol grubu olguların sol taraf %Beta ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmıştır ($p=0,006$; $p<0,01$). Simülasyon sırasında ölçülen değere göre simülasyon sonrası otururken ölçülen değerdeki ortalama $1,85\pm3,19$ birimlik düşüş anlamlı bulunmuştur ($p=0,005$; $p<0,01$).

Deney grubu olguların simülasyon sırasındaki değerine göre simülasyon sonrasında %Beta değerindeki değişim, kontrol grubu olgulara göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük saptanmıştır ($p=0,001$; $p<0,01$).



Şekil 11: Gruplarda takiplere göre sol taraf %beta dağılımı

Şekil 12’de görüldüğü gibi, deney grubu olguların simülasyon öncesinde boşta otururken ölçülen sağ taraf %Beta değeri, kontrol grubu olgulara göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük saptanmıştır ($p=0,019$; $p<0,05$).

Deney grubu olguların simülasyon sırasında ölçülen sağ taraf %Beta değeri, kontrol grubu olgulara göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük saptanmıştır ($p=0,001$; $p<0,05$).

Gruplara göre olguların simülasyon sonrasında otururken ölçülen sağ taraf %Beta ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p>0,05$).

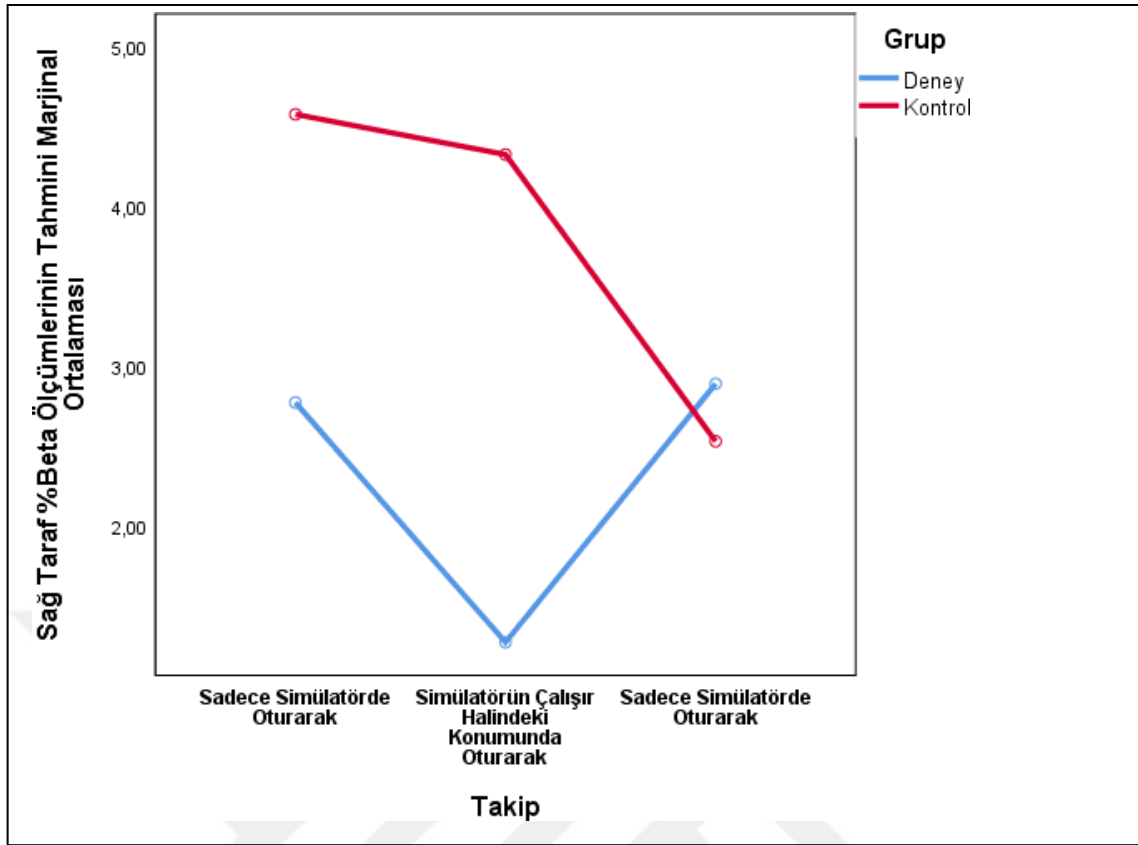
Tüm olguların sağ taraf %Beta ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p>0,05$).

Deney grubu olguların sağ taraf %Beta ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmıştır ($p=0,034$; $p<0,05$). Simülasyon öncesi boşta otururken ölçülen değere göre simülasyon sırasında ölçülen değerdeki ortalama $1,50\pm 3,15$ birimlik düşüş anlamlı bulunmuştur ($p=0,021$; $p<0,05$).

Kontrol grubu olguların sağ taraf %Beta ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmıştır ($p=0,021$; $p<0,01$). Simülasyon öncesi boşta otururken ölçülen değere göre simülasyon sonrası otururken ölçülen değerdeki ortalama $2,05\pm 3,61$ birimlik düşüş anlamlı bulunmuştur ($p=0,026$; $p<0,05$).

Gruplara göre olguların simülasyon öncesine göre simülasyon sırasında %Beta değerindeki değişimler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p>0,05$).

Deney grubu olguların simülasyon öncesine göre simülasyon sonrasında %Beta değerindeki değişim, kontrol grubu olgulara göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük saptanmıştır ($p=0,029$; $p<0,05$).



Şekil 12: Gruplarda takiplere göre sağ taraf %beta dağılımı

4.6. Sol ve Sağ Gama Aralığındaki % Değişimin Değerlendirilmesi

Grup ve zamanın sol ve sağ %Gama değeri üzerine etkilerini incelemek amacıyla iki faktörlü tekrarlı ölçümler varyans analizi gerçekleştirilmiştir. Analize grup bağımsız bir faktör, zaman ise grup içi faktör olarak dahil edilmiştir. Sol ve sağ %Gama değeri ise analize bağımlı değişken olarak dahil edilmiştir.

Tablo 16: Gruplar arası %gama etkilerinin incelenmesi

	Sol		Sağ		Sol*Sağ	
	F	p	F	P	*F	p
Grup	10,144	0,002**	0,732	0,396	8,182	0,005**
Takip	4,551	0,018*	0,543	0,557	0,624	0,527
Grup*Takip	6,915	0,003**	2,698	0,081	5,477	0,006**
Taraf	-	-	-	-	0,005	0,946
Takip*Taraf	-	-	-	-	3,238	0,044*
Takip*Grup*Taraf	-	-	-	-	2,839	0,064

F: İki yönlü Tekrarlı Ölçümlerde Varyans analizi (Twoway Repeated Measures test)

*F: Üç yönlü Tekrarlı Ölçümlerde Varyans analizi (Treeway Repeated Measures test)

*p<0,05

**p<0,01

Sol taraf ölçümleri için; tablo 16’da grubun ana etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir ($F=10,144$; $p=0,002$; $p<0,01$). Takibin tek başına etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($F=4,551$; $p=0,018$; $p<0,05$). Grup ile takip etkileşiminin etkisi de istatistiksel olarak anlamlıdır ($F:6,915$; $p=0,003$; $p<0,01$).

Sağ taraf ölçümleri için; tablo 16’da grubun ana etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmektedir ($F=0,732$; $p>0,05$). Takibin tek başına etkisi istatistiksel olarak anlamlı değildir ($F=0,543$; $p>0,05$). Grup ile takip etkileşiminin etkisi de istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($F:2,698$; $p>0,05$).

Sağ ve sol tarafın birlikteliği için; tablo 116’da grubun ana etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir ($F=8,182$; $p=0,005$; $p<0,01$). Takibin tek başına etkisi istatistiksel olarak anlamlı değildir ($F=0,624$; $p>0,05$). Grup ile takip etkileşiminin etkisi de istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($F:5,447$; $p=0,006$; $p<0,01$). Takip-taraf etkileşiminin etkisi de istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($F:3,238$; $p=0,044$; $p<0,05$). Taraf ve takip-grup-taraf etkileşimlerinin etkisi ise istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($F:0,005$; $F:2,839$; $p>0,05$).

Tablo 17: Gruplara göre sol ve sağ % gama ölçümlerinin değerlendirilmesi

% (25-50 Hz)			Grup			<i>p</i>
			Deney (n=27)	Kontrol (n=29)	Toplam (n=56)	
Sol Taraf	Simülasyon Öncesinde	<i>Ort±Ss</i>	4,30±2,64	7,19±4,91	5,8±4,21	^a 0,017*
		<i>Medyan (Min-Maks)</i>	3,9 (0,9-10,3)	6,2 (0,5-21,1)	5,1 (0,5-21,1)	
	Simülasyon Sırasında	<i>Ort±Ss</i>	1,73±1,35#	6,84±4,82	4,37±4,4#	^a 0,001**
		<i>Medyan (Min-Maks)</i>	1,5 (0,1-4,9)	5,2 (1,6-21,4)	2,9 (0,1-21,4)	
	Simülasyon Sonrasında	<i>Ort±Ss</i>	5,29±5,03*	4,51±4,02	4,89±4,51	^a 0,863
		<i>Medyan (Min-Maks)</i>	3,1 (0,4-19,7)	2,9 (0,2-13,2)	3 (0,2-19,7)	
		<i>p</i>	^f 0,001**	^f 0,114	^f 0,012*	
	S. Öncesi - S. Sırasında	Fark <i>p</i>	-2,57±2,76 0,001**	-0,35±3,39 1,000	-1,42±3,27 0,010*	^a 0,002**
S. Sırasında - S. Sonrası	Fark <i>p</i>	3,42±4,61 0,001**	-0,64±4,22 0,345	1,32±4,83 0,176	^a 0,001**	

Tablo 17: Gruplara göre sol ve sağ % gama ölçümlerinin değerlendirilmesi (devam)

Sağ Taraf	Simülasyon Öncesinde	Ort±Ss Medyan (Min-Maks)	3,91±3,67 2,7 (0,9-19,6)	6,59±4,24 6,7 (0,6-21,7)	5,3±4,16 4,2 (0,6-21,7)	^a 0,002**
	Simülasyon Sırasında	Ort±Ss Medyan (Min-Maks)	5,42±7,17 3,9 (0,6-37,2)	5,94±3,89 4,9 (1,2-18)	5,69±5,66 4,1 (0,6-37,2)	^a 0,117
	Simülasyon Sonrasında	Ort±Ss Medyan (Min-Maks)	5,29±5,03 3,1 (0,4-19,7)	4,51±4,02 2,9 (0,2-13,2)	4,89±4,51 3 (0,2-19,7)	^a 0,446
		p	^f 0,495	^f 0,279	^f 0,607	
		^a Mann Whitney U Test	^f Friedman Test	*p<0,05	**p<0,01	
		‡: p<0,05 Simülasyon Ö- Sırası	‡: p<0,05 Simülasyon Ö.- Sonrası anlamlı			

*: p<0,05 Simülasyon Sırasında - Sonrası

Tablo 17’de görüldüğü üzere, deney grubu olguların simülasyon öncesinde boştta otururken ölçülen sol taraf %Gama değeri, kontrol grubu olgulara göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük saptanmıştır (p=0,017; p<0,05).

Deney grubu olguların simülasyonda ölçülen sağ taraf %Gama değeri, kontrol grubu olgulara göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük saptanmıştır (p=0,001; p<0,01).

Şekil 13’de görüldüğü gibi, gruplara göre simülasyondan sonrasında otururken ölçülen sol taraf %Gama değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır (p>0,05).

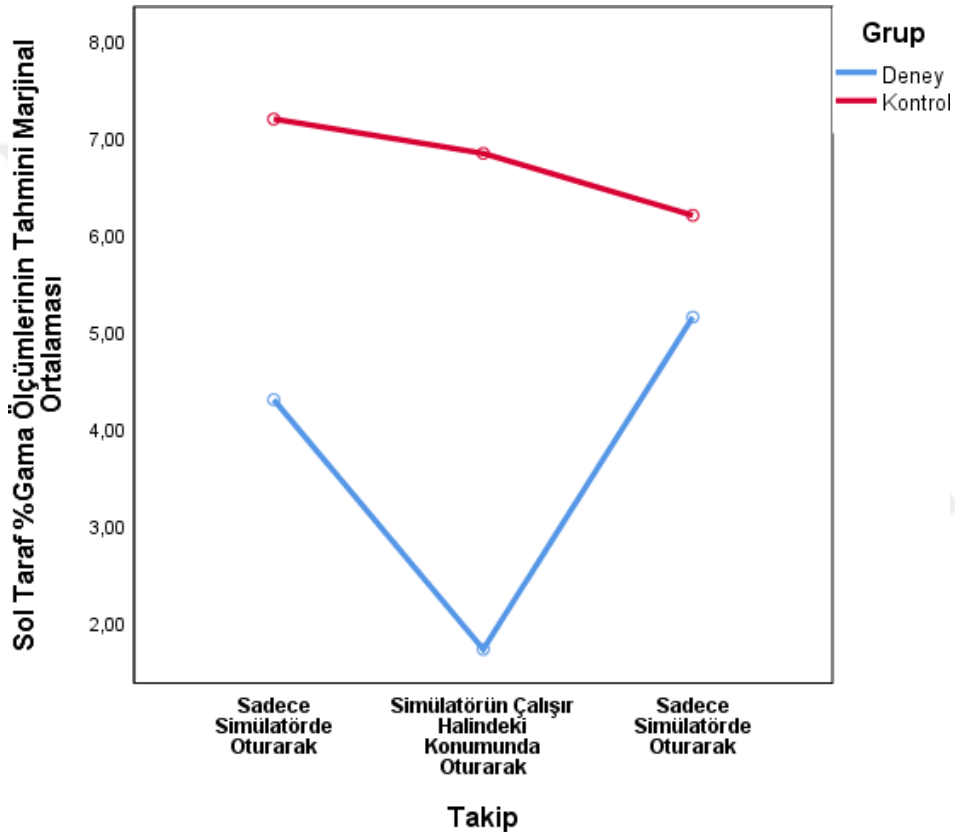
Tüm olguların sol taraf %Gama ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmıştır (p=0,012; p<0,05). Simülasyon öncesi otururken ölçülen değere göre simülasyon sırasında ölçülen değerdeki ortalama 1,42±3,27 birimlik düşüş anlamlı bulunmuştur (p=0,010; p<0,05).

Deney grubu olguların sol taraf %Gama ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmıştır (p=0,001; p<0,01). Simülasyon öncesi otururken ölçülen değere göre simülasyon sırasında ölçülen değerdeki ortalama 2,57±2,76 birimlik düşüş anlamlı bulunmuştur (p=0,001; p<0,01). Aynı şekilde simülasyon sırasında ölçülen değere göre simülasyon sonrasında otururken ölçülen değerdeki ortalama 3,42±4,61 birimlik artış anlamlı bulunmuştur (p=0,001; p<0,01).

Kontrol grubu olguların sol taraf %Gama ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır (p>0,05).

Deney grubu olguların simülasyon öncesine göre simülasyon sırasında %Beta değerindeki değişim, kontrol grubu olgulara göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek saptanmıştır ($p=0,002$; $p<0,01$).

Deney grubu olguların simülasyon sırasındaki ölçüme göre simülasyon sonrası %Beta değerindeki değişim, kontrol grubu olgulara göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek saptanmıştır ($p=0,001$; $p<0,01$).



Şekil 13: Gruplarda takiplere göre sol taraf %gama dağılımı

Şekil 14’de görüldüğü üzere, deney grubu olguların simülasyon öncesi boşta otururken ölçülen sağ taraf %Gama değeri, kontrol grubu olgulara göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük saptanmıştır ($p=0,002$; $p<0,01$).

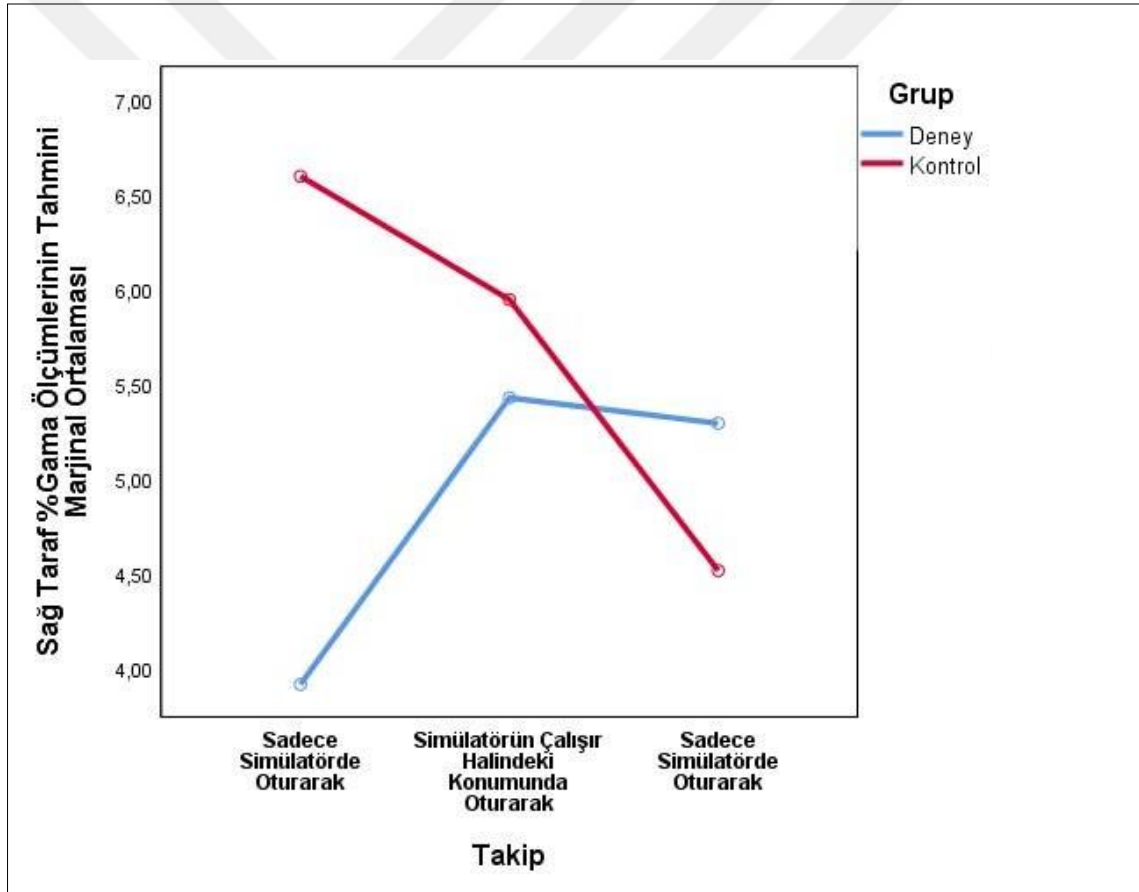
Gruplara göre olguların simülasyon sırasında ölçülen sağ taraf %Gama değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p>0,05$).

Gruplara göre olguların simülasyon sonrasında otururken ölçülen sağ taraf %Gama ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p>0,05$).

Tüm olguların sağ taraf %Gama ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p>0,05$).

Deney grubu olguların sağ taraf %Gama ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p>0,05$).

Kontrol grubu olguların sağ taraf %Gama ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p>0,05$).



Şekil 14: Gruplarda takiplere göre sağ taraf %gama dağılımı

4.7. RMS μ S Ölçümlerinin Değerlendirilmesi

Grup ve zamanın RMS μ S üzerine etkilerini incelemek amacıyla iki faktörlü tekrarlı ölçümler varyans analizi gerçekleştirilmiştir. Analize grup bağımsız bir faktör, zaman ise grup içi faktör olarak dahil edilmiştir. RMS μ S değeri ise analize bağımlı değişken olarak dahil edilmiştir.

Tablo 18: Gruplar arası rms μ s etkilerinin incelenmesi

	Sol	
	F	p
Grup	1,329	0,254
Takip	10,424	0,001**
Grup*Takip	6,900	0,002**

F: İki yönlü Tekrarlı Ölçümlerde Varyans analizi (Twoway Repeated Measures test)

**p<0,01

Tablo 18’de görüldüğü gibi, grubun ana etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmektedir (F=1,329; p>0,05). Takibin tek başına etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (F=10,424; p=0,001; p<0,01). Grup ile takip etkileşiminin etkisi de istatistiksel olarak anlamlıdır (F:6,900; p=0,002; p<0,01).

Tablo 19: Gruplara göre rms μ s ölçümlerinin değerlendirilmesi

RMS μ S		Grup			p
		Deney (n=27)	Kontrol (n=29)	Toplam (n=56)	
Simülasyon Öncesinde	Ort±Ss	2,36±2,4	2,29±2,78	2,32±2,58	^a 0,993
	Medyan (Min-Maks)	1,6 (0,2-10,2)	1,5 (0,3-11,8)	1,5 (0,2-11,8)	
Simülasyon Sırasında	Ort±Ss	5,27±3,58‡	2,87±2,93	4,02±3,45‡	^a 0,003**
	Medyan (Min-Maks)	5,3 (0,2-14)	1,7 (0,3-11)	2,8 (0,2-14)	
Simülasyon Sonrasında	Ort±Ss	3,25±2,83*	3,43±3,18‡	3,34±2,99	^a 0,889
	Medyan (Min-Maks)	2,6 (0,3-11,5)	2,2 (0,1-13,5)	2,3 (0,1-13,5)	
	p	^f 0,002**	^f 0,040*	^f 0,019*	
S. Öncesi - S. Sırasında	Fark	2,91±4,17	0,58±2,09	1,70±3,44	^a 0,027*
	p	0,002**	1,000	0,024*	
S. Öncesi - S. Sonrasında	Fark	0,89±3,86	1,15±1,73	1,02±2,93	^a 0,762
	p	1,000	0,018*	0,089	
S. Sırasında - S. Sonrasında	Fark	-2,02±2,65	-0,57±1,96	-0,68±2,64	^a 0,001**
	p	0,019*	0,147	1,000	

^aMann Whitney U Test

^fFriedman Test

*p<0,05

**p<0,01

‡: p<0,05 Simülasyon Ö- Sırası

‡: p<0,05 Similasyon Ö.- Sonrası anlamlı

*: p<0,05 Simülasyon Sırasında - Sonrası

Tablo 19’da görüldüğü gibi gruplara göre olguların simülasyon öncesi otururken ölçülen RMS μ S değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p>0,05$).

Deney grubu olguların simülasyon sırasında ölçülen RMS μ S değeri, kontrol grubu olgulara göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek saptanmıştır ($p=0,003$; $p<0,01$).

Şekil 12’de görüldüğü üzere, gruplara göre olguların simülasyon sonrası otururken ölçülen RMS μ S değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p>0,05$).

Tüm olguların RMS μ S ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmıştır ($p=0,019$; $p<0,05$). Simülasyon öncesi otururken ölçülen değere göre simülasyon sırasında ölçülen değerdeki ortalama $1,70\pm 3,44$ birimlik artış anlamlı bulunmuştur ($p=0,024$; $p<0,05$).

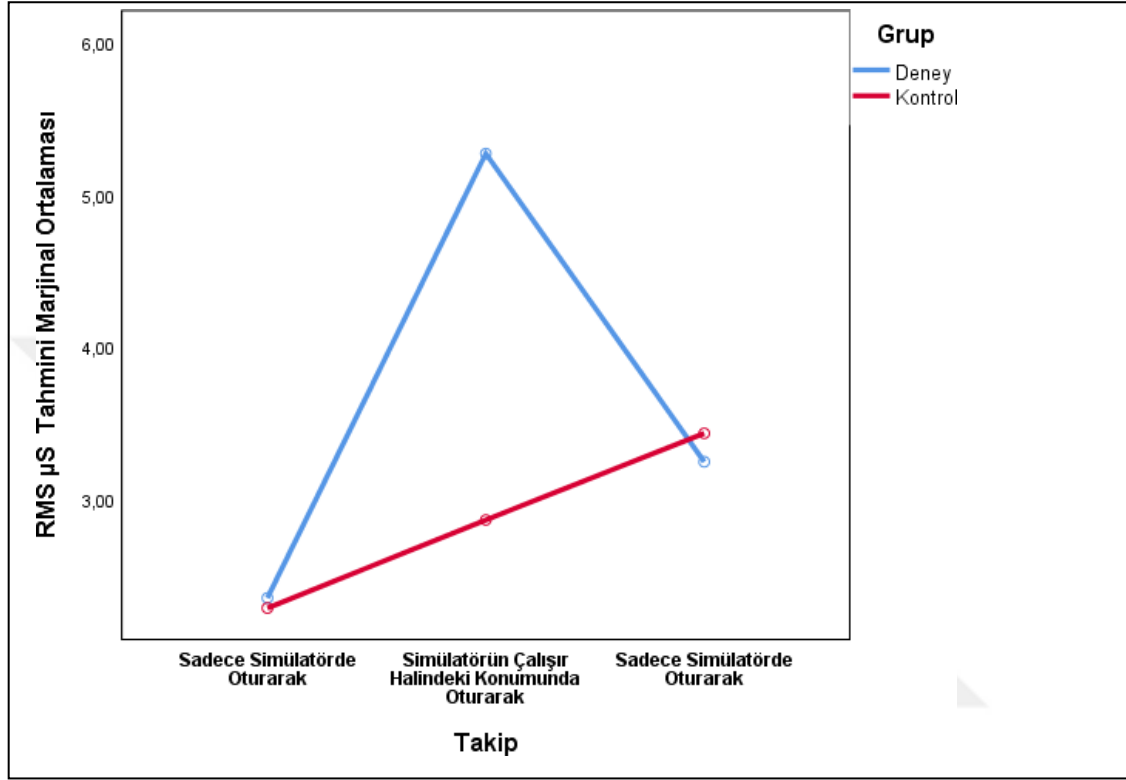
Deney grubu olguların RMS μ S ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmıştır ($p=0,002$; $p<0,01$). Simülasyon öncesi otururken ölçülen değere göre simülasyon sırasında ölçülen değerdeki ortalama $2,91\pm 4,17$ birimlik artış anlamlı bulunmuştur ($p=0,002$; $p<0,01$). Aynı şekilde simülasyon sırasında ölçülen değere göre simülasyon sonrasında otururken ölçülen değerdeki ortalama $2,02\pm 2,65$ birimlik düşüş anlamlı bulunmuştur ($p=0,019$; $p<0,05$).

Kontrol grubu olguların RMS μ S ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmıştır ($p=0,040$; $p<0,05$). Simülasyon öncesi otururken ölçülen değere göre simülasyon sonrasında otururken ölçülen değerdeki ortalama $1,15\pm 1,73$ birimlik artış anlamlı bulunmuştur ($p=0,018$; $p<0,05$).

Deney grubu olguların simülasyon öncesine göre simülasyon sırasında RMS μ S değerindeki değişim, kontrol grubu olgulara göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek saptanmıştır ($p=0,027$; $p<0,05$).

Şekil 15’te görüldüğü gibi, gruplara göre olguların simülasyon öncesine göre simülasyon sonrasında RMS μ S değerindeki değişimler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p>0,05$).

Deney grubu olguların simülasyon sırasındaki ölçüme göre simülasyon sonrası %Beta değerindeki değişim, kontrol grubu olgulara göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek saptanmıştır ($p=0,001$; $p<0,01$).



Şekil 15: Gruplarda takiplere göre RMS µs dağılımı

4.8. RMS µS Ölçümlerinin Değerlendirilmesi

Grup ve zamanın INT µS üzerine etkilerini incelemek amacıyla iki faktörlü tekrarlı ölçümler varyans analizi gerçekleştirilmiştir. Analize grup bağımsız bir faktör, zaman ise grup içi faktör olarak dahil edilmiştir. INT µS değeri ise analize bağımlı değişken olarak dahil edilmiştir.

Tablo 20: Gruplar arası INT μ S etkilerinin incelenmesi

	Sol	
	F	p
Grup	0,011	0,917
Takip	0,252	0,691
Grup*Takip	0,293	0,661

F: İki yönlü Tekrarlı Ölçümlerde Varyans analizi (Twoway Repeated Measures test)

Tablo 20’de grubun ana etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmektedir ($F=0,011$; $p>0,05$). Takibin tek başına etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($F=0,252$; $p>0,05$). Grup ile takip etkileşiminin etkisi de istatistiksel olarak anlamlı değildir ($F:0,293$; $p>0,05$).

Tablo 21: Gruplara göre INT μ S ölçümlerinin değerlendirilmesi

INT μ S		Grup			p
		Deney (n=27)	Kontrol (n=29)	Toplam (n=56)	
Simülasyon Öncesinde	<i>Ort$\pm$Ss</i>	-0,79 $\pm$ 10,29	-0,01 $\pm$ 6,38	-0,39 $\pm$ 8,42	^a 0,688
	<i>Medyan (Min-Maks)</i>	0,5 (-51,5-5,6)	0,6 (-25,9-11,5)	0,5 (-51,5-11,5)	
Simülasyon Sırasında	<i>Ort$\pm$Ss</i>	0,46 $\pm$ 3	0,16 $\pm$ 3,12	0,3 $\pm$ 3,04	^a 0,863
	<i>Medyan (Min-Maks)</i>	0,1 (-5-9,3)	0,1 (-9,7-8,1)	0,1 (-9,7-9,3)	
Simülasyon Sonrasında	<i>Ort$\pm$Ss</i>	0,51 $\pm$ 3,6	-0,26 $\pm$ 4,24	0,11 $\pm$ 3,93	^a 0,668
	<i>Medyan (Min-Maks)</i>	0,5 (-11-14)	0,3 (-18,9-5,3)	0,4 (-18,9-14)	
p		^f 0,459	^f 0,166	^f 0,104	

^aMann Whitney U Test

^fFriedman Test

* $p<0,05$

** $p<0,01$

Tablo 21’de görüldüğü üzere, gruplara göre olguların simülasyon öncesi otururken ölçülen INT μ S değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p>0,05$).

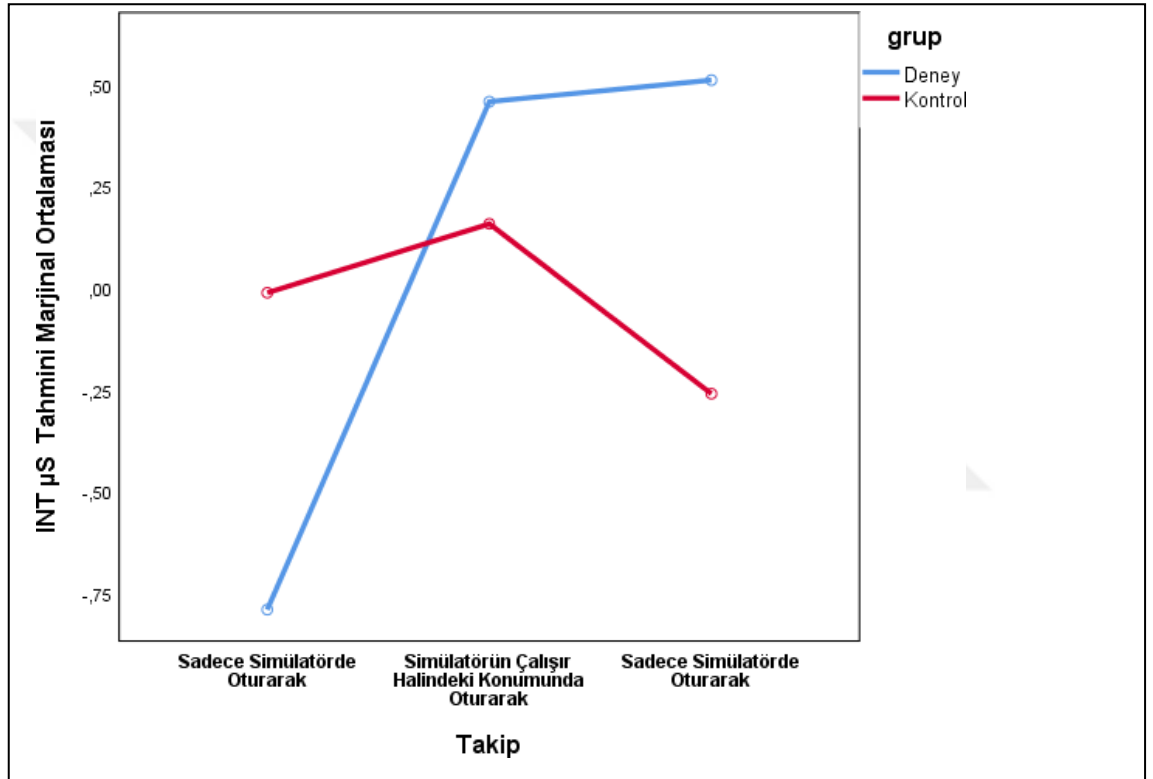
Şekil 16’de görüldüğü gibi, gruplara göre olguların simülasyon sırasında ölçülen INT μ S değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p>0,05$).

Gruplara göre olguların simülasyon sonrası otururken ölçülen INT μ S değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p>0,05$).

Tüm olguların INT μ S ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p>0,05$).

Deney grubu olguların INT μ S ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p>0,05$).

Kontrol grubu olguların INT μ S ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p>0,05$).



Şekil 16: Gruplarda takiplere göre INT μ S dağılımı

5. TARTIŞMA

Çalışmanın bu bölümünde araştırma bulgularının literatür çerçevesinde incelenmiş, elde edilen bulguların neden ve sonuç ilişkileri çerçevesinde yorumlanması yapılmıştır. Bu çerçevede “Su Kaydırağı Deneyiminin Biyometrik Parametreler açısından Değerlendirilmesi: Sanal Gerçeklik ve Simülatör Destekli Bir Nörorekreasyon Çalışması” isimli çalışma 56 gönüllü ile yapılmıştır. Çalışmada deney (27) ve kontrol grubu (29) olmak üzere iki grup yer almıştır. Örneklemen dağılımı genel çerçeveden incelendiğinde ise katılımcıların %48,2’sini (n=27) kadın, %51,8’i (n=29) erkek gönüllüler oluşturmuştur. Çalışmaya katılanların yaşları 18 ile 27 arasında değişmekte olup, ortalama $22,68 \pm 2,20$ yaş olarak saptanmıştır. Çalışmaya katılanların %14,3’ünün (n=8) eğitim durumunun ön lisans, %82,1’sinin (n=46) lisans ve %3,6’sının (n=2) yüksek lisans olduğu gözlenmiştir. Bu araştırma yapılma aşamasında pandeminin yoğun olması birer sınırlılık olarak kabul edilse de sanal gerçeklikle yapılmış olması ve bu yapılma şeklinin hijyen ve mesafe kurallarına uygun olması da sınırlılığın giderilmesinde önemli görülmüştür.

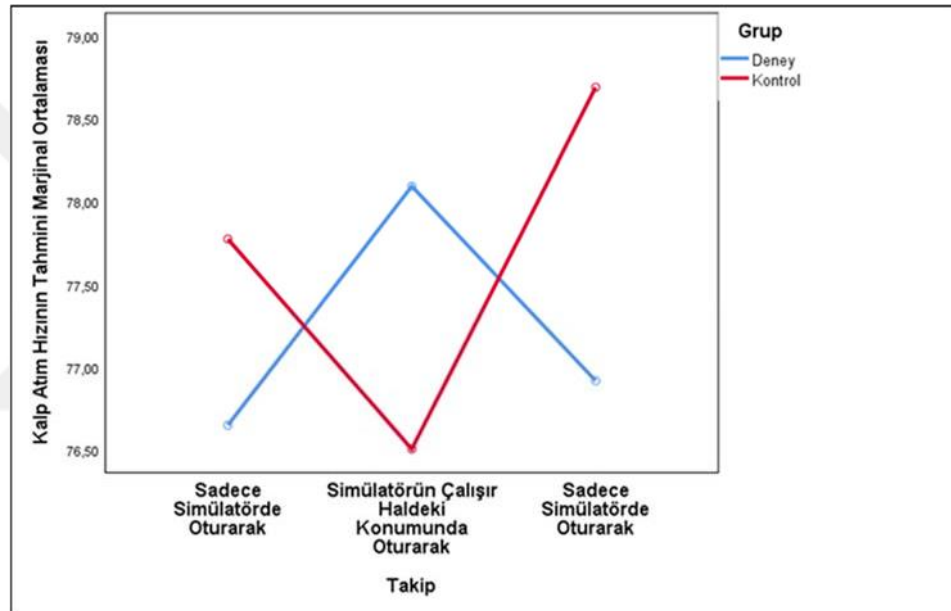
Örneklemen yapılan testler çerçevesinde kalp atım hızı, alfa, delta ve beta dalgalarında istatistiksel olarak anlamlı ilişkiler tespit edilmiştir ($p < 0,05$).

5.1. Kalp Atım Hızı (KAH)

Gruplarda Takiplere Göre Kalp Atım Hızı (KAH) Dağılımı bağlamında; deney grubu olguların simülasyon sırasında ölçülen Kalp Atım Hızı (KAH) değerine göre simülasyon sonrası ölçülen Kalp Atım Hızı (KAH) değerindeki değişim, kontrol grubu olgulara göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük saptanmıştır ($p=0,043$; $p < 0,05$). Literatüre bakıldığında benzer bir çalışma olmadığı görülse de stres gibi faktörlerin kalp atım hızını etkilediği görülmüştür (Çakır ve ark., 2010). Bu göz önüne alındığında ve gerçekçi bir şekilde simüle edilen su kaydırağı gibi araçların da adrenalini yükselterek stres yaratmasının bu durumu etkilemiş olduğunu düşündürmüştür. Nitekim kalp atım hızını stresin arttırdığına ilişkin bilgilerle bakıldığında bakıldığında, Michels ve ark., (2013) stres durumunda organizma otonom sinir sistemiyle adrenalin/nöradrenalin salgılanması neticesinde sistem “savaş veya kaç” sinyali oluşturduğu ve vücutta

kardiyovasküler tonus artışı, yüksek kan basıncı, solunum ve enerji tüketilmesi gibi durumlar meydana gelirken, beslenme, üreme, gelişme ve immünolojik yanıtlarda baskılanma meydana gelir. Bu sebeplede, Kalp Hızı Değişkenliği strese yanıtta başlıca biyolojik göstergelerden biri olduğu belirtilmiştirler (Özgöçer ve ark., 2020).

Bu durum, simülasyon cihazında hareket olmadığı durumlarda görsel uyarandaki hareketliliğin yarattığı stres olarak yorumlanabilir. Görsel uyarandaki hareketlilik sadece izleme etkisiyle var olduğunda ve cihaz hareketsiz kaldığında, bu durumun kalp atım hızını yükselttiği ve stres yaratmış olabileceği şeklinde yorumlanabilir.



Şekil 17: Gruplarda takiplere göre kalp atım hızı (KAH) dağılımı

5.2. Delta Dalga Dağılımı

5.2.1. Gruplarda takiplere göre sol taraf %delta dağılımı

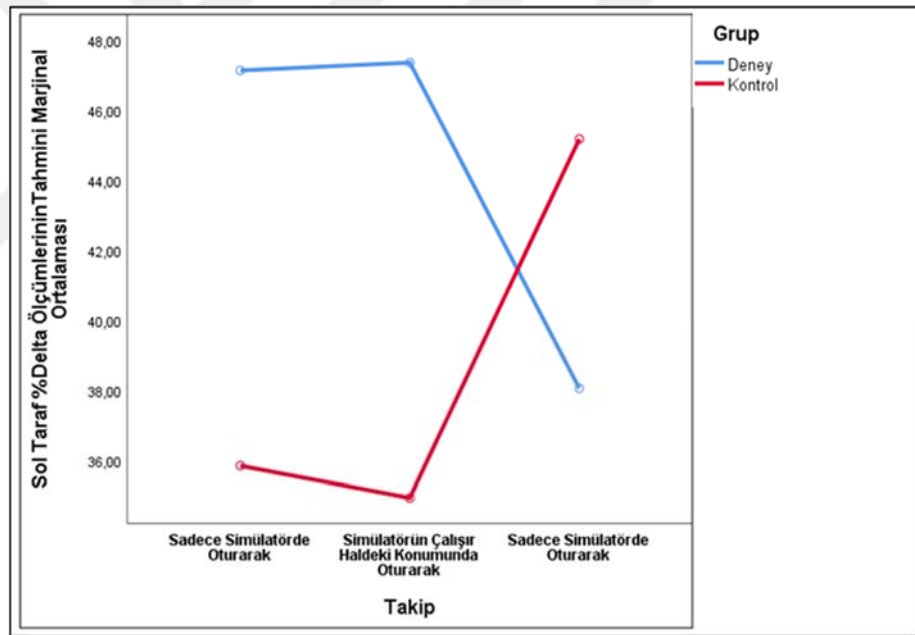
Gruplarda Takiplere Göre Sol Taraf %Delta Dağılımına baktığımızda; deney grubu olguların simülasyonda ölçülen sol taraf %Delta değeri, kontrol grubu olgulara göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek saptanmıştır ($p=0,013$; $p<0,05$).

Simülasyon cihazı çalışmadığında yaşanan çelişkili algı durumunun beyin dalgalarını genel olarak hızlı tarafa çekmesi nedeniyle kontrol grubunda Delta oranı anlamlı olarak düşük görünüyordur olabilir.

Bir diğerk anlamlı bulgu ise kontrol grubu olguların sol taraf % delta ölçümlelerinde gözlenmiştir.

Kontrol grubu olguların sol taraf %Delta ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmıştır. Simülasyonda ölçülen değere göre sonda oturarak ölçülen değerdeki ortalama anlamlı bulunmuştur.

Şöyle bir sonuca ulaşılabilir: Kontrolde hareketsiz simülasyon beyin dalgalarını hızlandırmış; simülasyon bitiminde Delta tekrar normal yüzdesine yükselmiş görünüyordur.



Şekil 18: Gruplarda takiplere göre sol taraf %delta dağılımı

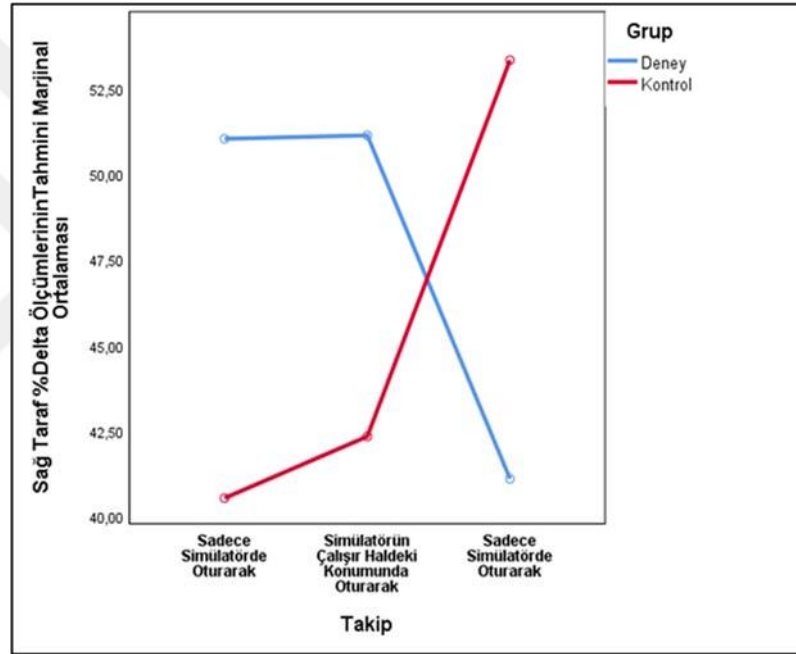
5.2.2. Gruplarda takiplere göre sağ taraf %delta dağılımı

Deney grubu olguların son otururken ölçülen sağ taraf %Delta değeri, kontrol grubu olgulara göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük saptanmıştır ($p=0,044$; $p<0,05$).

Kontrol grubu olguların sağ taraf %Delta ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmıştır ($p=0,004$; $p<0,01$). Boşta otururken ölçülen değere göre

sonda oturarak ölçülen değerdeki ortalama $12,80 \pm 24,22$ birimlik artış ve Simülasyonda ölçülen değere göre sonda oturarak ölçülen değerdeki ortalama $10,99 \pm 20,28$ birimlik artış anlamlı bulunmuştur ($p=0,025$; $p=0,021$; $p<0,05$).

Bu bulgu, hareketli simülasyon bitiminde beyin aktivitesinin genel olarak hızlanmasına bağlı olabilir. Her iki beyin yarım kürede simülasyon esnasında delta dalga bandının düşük olduğu görülmüştür. Simülasyon esnasında yapılan ölçümlerde; görsellik ve simülatör hareketi ile ilintili; rahatsızlıktan dolayı kişide uyanıklık artmış ve uyku halinde iken baskın olarak gözlemlediğimiz delta dalgaları düşmüş olabilir.



Şekil 19: Gruplarda takiplere göre sağ taraf %delta dağılımı

5.3. Alfa Dalga Dağılımı

5.3.1. Gruplarda takiplere göre sağ taraf %alfa dağılımı

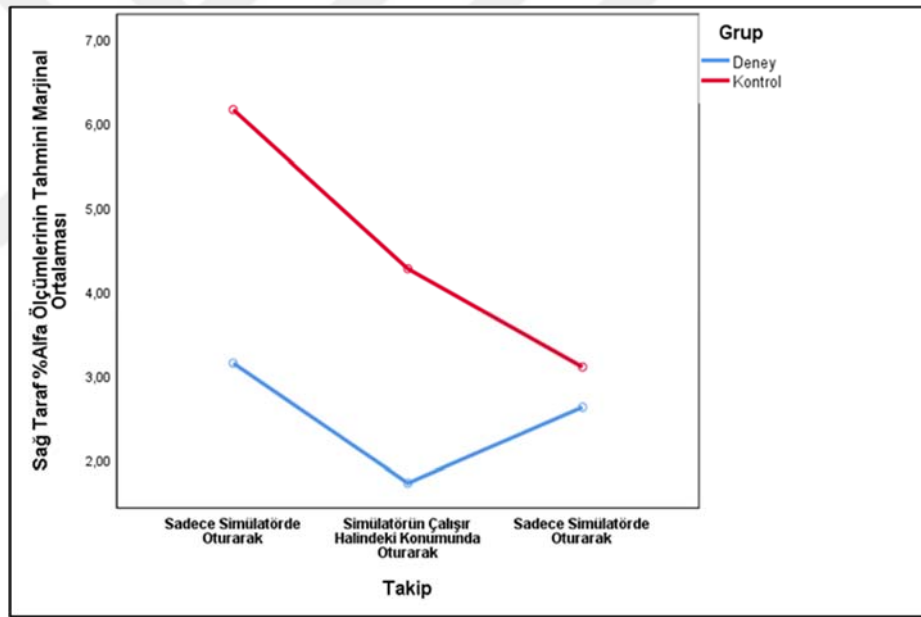
Deney grubu olguların simülasyon öncesinde boşta otururken ölçülen sağ taraf %Alfa değeri, kontrol grubu olgulara göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük saptanmıştır ($p=0,034$; $p<0,05$).

Deney grubu olguların simülasyon sırasında ölçülen sağ taraf %Alfa değeri, kontrol grubu olgulara göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük saptanmıştır ($p=0,001$; $p<0,05$).

Tüm olguların sağ taraf %Alfa ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmıştır ($p=0,006$; $p<0,01$).

Bu anlamlı farklılık; görsel ve hareket uyumsuzluğuna bağlı dalga hızlanması şeklinde açıklanabilir. Bunun da rahatsızlık yarattığı şeklinde bir yorum yapılabilir.

Nishifuji ve ark. (2010) yaptıkları araştırmada rahatsızlık uyandıran hoş olmayan akustik müzik kişilere dinletildiğinde diş gıcırdatma vb. gibi seslerde de alfa ritminin ciddi bir biçimde azaldığını gözlemlemişlerdir.



Şekil 20: Gruplarda takiplere göre sağ taraf %alfa dağılımı

Kontrol grubu olguların sağ taraf %Alfa ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmıştır ($p=0,018$; $p<0,01$). Simülasyon öncesi boşta otururken ölçülen değere göre simülasyon sonrası boşta otururken ölçülen değerdeki ortalama $3,06\pm 6,21$ birimlik düşüş anlamlı bulunmuştur ($p=0,017$; $p<0,05$).

Bu bulgu ise; uyanıklık düzeyinde artışa işaret ediyor olabilir. Alfa değerinin azalması ve beta değerinin artışı, uyanıklık durumunu gösteriyor olabilir. Alfa beyin

dalgası, dinlenme durumundaki dalgadır. Kontrol grubunda yapılan ölçüm esnasında, simülatör yani zemin sabit görüntü ise hareketlidir. Bu durumun yarattığı rahatsızlık alfa dalgasının düşüşüne sebebiyet vermiş olabilir. Bu noktada su kaydırağı filmini simülatör ve sanal gerçeklik unsurları olmadan izlemenin çok konforlu bir deneyim olmayacağı sonucuna ulaşılabilir.

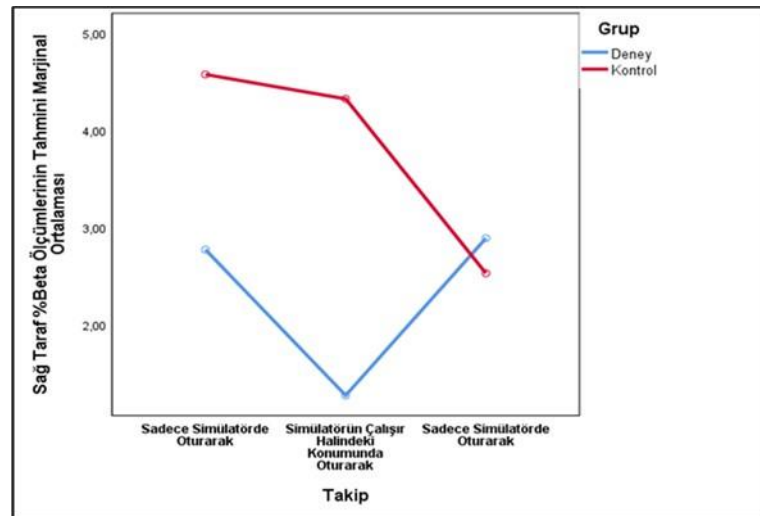
5.4. Beta Dalga Dağılımı

5.4.1. Gruplarda takiplere göre sağ taraf %beta dağılımı

Deney grubu olguların simülasyonda ölçülen sağ taraf %Beta değeri, kontrol grubu olgulara göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük saptanmıştır

Deney grubu olguların simülasyon sırasındaki değerine göre simülasyon sonrasında %Beta değerindeki değişim, kontrol grubu olgulara göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük saptanmıştır ($p=0,001$; $p<0,01$).

Beta değerinin düşük saptanması; beynin daha rahat ve daha dingin olmasına işaret edebilir. Bu bulgu, simülasyon esnasında deney grubunda daha rahat ve konforlu bir deneyim yaşandığı şeklinde yorumlanabilir. Bununla beraber, kontrol grubunda ise daha yüksek beta değerinin gözlemlenmiş olması; uyanıklık, dikkat artışı ve deneyimin yarattığı stres olarak yorumlanabilir.



Şekil 21: Gruplarda takiplere göre sağ taraf %beta dağılımı

Bütün bu çalışmada bu dalga bantlarında anlamlı farklılıklar tespit etmiş olunması ileriye dönük çalışmalar adına umut verici ve yol açıcı olabilir.



6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bir su kaydırağı deneyiminin biyometrik parametreler açısından değerlendirilmesinin nasıl yapılabileceğini anlamak, ölçümlemek, bir metodoloji geliştirmek için yapılan bu çalışmada ilgili literatüre öncü ampirik kanıtlar sağlamıştır. Elde edilen ampirik verilerin nörorekreasyon perspektfinin daha anlaşılır olmasına yardımcı olacağı düşünülmektedir. Bu verilerin gerek nörobilim gerek rekreasyon literatüründe simülatör destekli sanal gerçeklikle sunulan bir rekreatif deneyim ile bu deneyim esnasında ölçülen biyometrik ve nöral sonuçlar ve/veya değişkenleri arasındaki teorik bağlantılar hakkında araştırmacılara aydınlatıcı bilgiler sunacağı görülmektedir .

Analizler neticesinde ulaştığımız bulgular; bir rekreasyonel deneyimin ne kadar gerçeğe yakın yaşatılırsa kullanıcı için nöral ve biyometrik parametreler açısından o kadar konforlu bir alan sunduğunu göstermektedir.

Yaptığımız çalışmada; kalp atım hızı, alfa, beta ve teta dalga boylarında anlamlı farklılıklar bulunmuştur. Diğer dalga boyları ve GSR ölçümlerinde istatistiksel fark saptanmamıştır. Daha çok denekle daha çok sayıda çalışma yapılırsa anlamlı başka farklılıklar da tespit edilebilir.

Bu çalışmanın amacı, amaç bölümünde de tartışıldığı gibi bir metodoloji geliştirmektir. Alanda yapılacak yeni çalışmalara yol açabilecek olması, bu çalışmayı yaparken motivasyon kaynağı oluşturmıştır. Bu alanda yapılacak yeni çalışmalarda, daha sofistike daha gelişmiş araç gereçler kullanılarak çalışma önerilebilir.

Bu tez araştırması rekreasyon ve nörobilim arasındaki ilişkiyi belirleyen ilk çalışma olmasına rağmen, bu çalışmanın kendi kısıtlamaları vardır. Bu araştırma, pandeminin en yoğun yaşandığı zamanda pandemi ve hijyen gerekliliklerine maksimum derecede uyularak, simulator destekli bir sanal gerçeklik ortamında gerçekleştirilmiştir. Pandemi şartlarında 56 gönüllü ile bu çalışmanın yapılmış olmasının da önemli olduğu düşünülebilir.

Bu etkileşimlik teknolojik yapıda; araştırmaya katılanların simüle edilmiş su kaydırağı deneyimiyle mümkün olduğunca doğal bir şekilde etkileşime girmesi hedeflenmiştir. Yine de etkileşim belirli bir dereceye kadar sınırlıdır. Mevcut teknolojik

engeller ve/veya maliyet sorunları nedeniyle, birçok VR uygulaması tamamen kapsayıcı değildir, doğal arayüzler kullanmaz ve bu nedenle sorunsuz/güvenilir bir alternatif gerçeklik sağlamaz. Bu nedenle, bu alanda daha da geliştirilmiş araçlarla ve düşük maliyetli çözümler sunulması önerilebilir (Neira ve ark., 2018).

Farklı alanlarda yürütülen çalışmalardan ilham alan bu çalışma, nörorekreasyonun taşıdığı potansiyele ışık tutmaktadır. Her şeyden önce, bu iki önemli disiplin arasındaki ilişkiyi bilimsel olarak desteklemek için araştırmaya ve ölçüme dayalı çalışmalar yapmak gerekmektedir. Rekreasyon ile ilişkili olarak, geniş kapsamlı aktiviteler hakkında saha ölçümlerine ihtiyaç vardır.



KAYNAKLAR

- Argyle M. (2001). *The psychology of Happiness*. London: Routledge.
- Aristotle. (1998). *Politics*. (C. D. C. Reeve, Trans.). Indianapolis: Hackett.
- Aristotle. (1980). *Nichomachean Ethics*. (W. D. Ross, Trans.). Oxford: Oxford University Press.
- Arslan, E., Namli, A. Y., and Doğaner, S. (2018). Üniversite Öğrencileri Neden Aktif Değiller? Katilimsal Engeller. *Spormetre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 16(4), 140-150.
- Altınbaş, K., Gülöksüz, S., Özçetinkaya, S., Oral, E. T. (2010). Empatinin Biyolojik Yönleri. *Psikiyatride Güncel Yaklaşımlar, Current Approaches in Psychiatry*, 2, 1, 15-25.
- Appelhans, B. M., Luecken, L. J. (2006). Heart Rate Variability as an Index of Regulated Emotional Responding. *Review of General Psychology*.
- Balart-Sánchez, S. A., Vélez-Pérez, H., Rivera-Tello, S., Velázquez, F. R. G., González-Garrido, A. A., and Romo-Vázquez, R. (2019). A Step Forward in the Quest for a Mobile EEG-designed Epoch for Psychophysiological Studies. *Biomedical Engineering/Biomedizinische Technik*, 64(6), 655-667.
- Bradley, M. M., Miccoli, L., Escrig, M. A., and Lang, P. J. (2008). The Pupil as a Measure of Emotional Arousal and Autonomic Activation. *Psychophysiology*, 45, 602–607.
- Bastiaansen, M., Lub, X. D., Mitas, O., Jung, T. H., Ascensão, M. P., Han, D., Moilanen, T., Mit, B., and Strijbosch W. (2019). Emotions as Core Building Blocks of an Experience. *International Journal of Contemporary Hospitality Management*, 31(2), 651-668.
- Begley, S. (2015). Brain Technology Patents Soar as Companies Get Inside People's Heads. Reuters. <https://www.reuters.com/news/picture/brain-technology-patents-soar-as-compani-idUSKBN0NR28020150506>. Erişim tarihi: 8 Haziran 2022.
- Benschop RJ, Jacobs R, Sommer B, Schurmeyer TH, Raab JR, Schmidt RE, Schedlowski M. (1996). Modulation of the immunologic response to acute stress in humans by β -blockade or benzodiazepines. *The Faseb J*, 10, 517-524.
- Burdea, G. C., and Coiffet, P. (2003). *Virtual Reality Technology*. New York: John Wiley & Sons.
- Buzsaki, G. (2005). Theta Rhythm of Navigation: Link Between Path Integration and Landmark Navigation, Episodic and Semantic Memory. *Hippocampus*, 15(7), 827-840.
- Canan, S. (2019). İFA: İnsanın Fabrika Ayarları – 1, Beden. Tuti Kitap, 29-31.
- Canan, S. (2016). *Unutulacak Şeyler*. Türkiye: Tuti Kitap, ss. 195.
- Casas, S., Portalés, C., García-Pereira, I., and Fernández, M. (2017). On a First Evaluation of Romot—A Robotic 3D Movie Theatre—For Driving Safety Awareness. *Multimodal Technologies and Interaction*, 1(2), 6.
- Cheng, J., Mabasa, G., and Oppus, C. (2014). Prolonged Distraction Testing Game Implemented with Impact JS HTML5, Game pad and Neurosky. *International Conference on Environment and Management*, 1-6.
- Christine, L., Roy, S., and Roy, C. (2007). What are Brainwaves? <http://www.brainworksneurotherapy.com/what-are-brainwaves>. Erişim Tarihi: 8 Haziran 2022.

- Chia, W.C., Alfred, L.C.K., and Chin, S. W. (2015). A Mobile Driver Safety System Analysis of Single Channel EEG on Drowsiness Detection, IEEE International Conference on Computational Science and Technology, 1-5.
- Clore, G. L., and Ketelaar, T. (1997). Emotion and Reason: The Proximate Effects and Ultimate Functions of Emotions. *Advances in Psychology*, 124, 355-396.
- Cohn, M. A., Fredrickson, B. L., Brown, S. L., Mikels, J. A., and Conway, A. M. (2009). Happiness Unpacked: Positive Emotions Increase Life Satisfaction by Building Resilience. *Emotion*, 9(3), 361.
- Csikszentmihalyi, M., and LeFevre, J. (1989). Optimal Experience in Work and Leisure. *Journal of Personality and Social Psychology*, 56(5), 815.
- Çakır, Z. Ş. (2010). Tekrarlayan Atlayışlarda Deneyimsiz Paraşütçülerin Sürekli-Durumluk Kaygı Düzeyleri ve Kalp Atım Hızı Değişimleri (Doctoral dissertation, DEÜ Sağlık Bilimleri Enstitüsü).
- Çanakçı, B. (2017). Voleybolda Müsabaka Simülasyonundaki Kalp Atım Hızı Değişimlerinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Kırıkkale Üniversitesi.
- Davidson, R. J., and McEwen, B. S. (2012). Social Influences on Neuroplasticity: Stress and Interventions to Promote Well-being. *Nature Neuroscience*, 15(5), 689-695.
- Demirel, Ö. (2003). Yabancı Dil Öğretimi. Ankara: Pegem A Yayıncılık.
- Diener, E., and Chan, M. Y. (2011). Happy People Live Longer: Subjective Well-being Contributes to Health and Longevity. *Applied Psychology: Health and Well-Being*, 3(1), 1-43.
- Diener, E., & Seligman, M. E. (2004). Beyond money: Toward an economy of well-being. *Psychological science in the public interest*, 5(1), 1-31.
- Diener, E. (1997). Recent Findings on Subjective Well-Being. *Indian Journal of Clinical Psychology*, 24(1), 25-41.
- Duman, B., (2007). Neden Beyin Temelli Öğrenme? Ankara: Pegem A Yayıncılık.
- Edginton, C. R., Jordan, D. J., DeGraaf, D. G., and Edginton, S. (2002). Leisure and Life Satisfaction: Foundational Perspectives. New York, NY: McGraw-Hill.
- Erhardt, J., and Zagorac, I. (2019). Neuroenhancement and Vulnerability in Adolescence. *JAH: European Journal of Bioethics*, 10(1), 149-170.
- Fernández, T., Harmony, T., Rodríguez, M., Bernal, J., Silva, J., Reyes, A., and Marosi, E. (1995). EEG Activation Patterns During the Performance of Tasks Involving Different Components of Mental Calculation. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 94(3), 175-182.
- Gao, M., Chen, C. C., Huang, Y. C., and Lin, Y. H. (2019). Work and Leisure in Taiwan: Examining the Antecedents and Consequences of Work-leisure Conflicts. *Leisure Studies*, 38(1), 128-143.
- Giocomo, L. M., and Hasselmo, M. E. (2007). Neuromodulation by Glutamate and Acetylcholine Can Change Circuit Dynamics by Regulating the Relative Influence of Afferent Input and Excitatory Feedback. *Molecular Neurobiology*, 36(2), 184-200.
- Goleman, D. (2006). Sosyal Zeka İnsan İlişkilerinin Yeni Bilimi. İstanbul: Varlık Yayınları.
- Gürbüz, B. and Henderson, K. (2014). Leisure Activity Preferences and Constraints to Leisure: Perspectives from Turkey. *World Leisure Journal*, 56(4), 300-316.
- Gürbüz, B., and Henderson, K. (2013). Exploring the Meanings of Leisure Among Turkish University Students. *Croatian Journal of Education*, 15(4), 927-957.

- Guyton, A. C., and J. E. Hall. (1996). Textbook of Medical Physiology. Ln: Cavusoglu H (eds). Beynin Etkinlik Durumları; Uyku; Beyin Dalgaları; Epilepsi; Psikozlar. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevi Basımı, 763-764.
- Hajcak, G., Weinberg, A., MacNamara, A., and Foti, D. (2012). ERPs and the Study of Emotion. Oxford Handbook of Event-Related Potential Components. New York: Oxford University Press.
- Heesch, K. C., van Gellecum, Y. R., Burton, N. W., van Uffelen, J. G., and Brown, W. J. (2015). Physical Activity, Walking, and Quality of Life in Women with Depressive Symptoms. American Journal of Preventive Medicine, 48(3), 281-291.
- Heisenberg, W. (1971). Physics and Beyond: Encounters and Conversations. United States: Harper & Row, p.206.
- Iacoboni, M. (2008). Mirroring People: The New Science of How We Connect with Others. New York: Farrar, Straus and Giroux.
- Jacobs, M. H., Fehres, P., and Campbell, M. (2012). Measuring Emotions Toward Wildlife: A Review of Generic Methods and Instruments. Human Dimensions of Wildlife, 17(4), 233– 247.
- Jantzen, C. (2013). Experiencing and Experiences: A Psychological Framework, Sundbo, J. and Sørensen, F. (Eds). Handbook on the Experience Economy, Edward Elgar Publishing, Cheltenham, 146-170.
- Kahneman, D. (2011). Thinking Fast and Slow. New York: Farrar, Straus, and Giroux.
- Karagün, E., Yıldız, M., Başaran, Z., Çağlayan, Ç. (2010). Sosyal Fobi Özellikleri Gösteren Üniversite Öğrencilerinde Rekreatif Aktivitelerin Fobik Tutumlar Üzerine Etkisinin Araştırılması. Anadolu Psikiyatri Dergisi, 11(2), 139-144.
- Kaya, B. S. (2014). Süregiden Elektroensefalografik Salınımların, Dikkat, Bellek ve Karar Verme Performansının Öngörülmesinde Kullanımı. Yüksek Lisans Tezi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Üniversitesi.
- Kayalar Kurşunet, D, D., Sazak, N. (2018). Theta, Alpha, SMR Beyin Dalgalarının Müzik Türleriyle Olan Etkileşimi: Bir nexus-10 EEG çalışması. Online Journal of Music Sciences, 3(1), 149-165.
- Kelly, J. R., and Godbey, G. (1992). The Sociology of Leisure. State College, PA: Venture.
- Kesim, Ü. (2016). “İşyeri rekreasyonu”. Rekreasyon Bilimi içinde (Ed. Karaküçük S.) Ankara: Gazi Kitabevi, 127-154.
- Kırlı S. (2000). Anksiyete Bozukluklarının Oluşumu ve Farmakolojik Tedavisi. (1.Baskı). Bursa: Psikiyatri ve Sanat Yayınevi, 1-25.
- Klimesch, W. (1999). EEG Alpha and Theta Oscillations Reflect Cognitive and Memory Performance: A Review and Analysis. Brain Research Reviews, 29(2-3), 169-195.
- Klimesch, W. (1996). Memory Processes, Brain Oscillations and EEG Synchronization. International Journal of Psychophysiology, 24(1-2), 61-100.
- Klimesch, W., Schimke, H., and Pfurtscheller, G. (1993). Alpha Frequency, Cognitive Load and Memory Performance. Brain Topography, 5(3), 241-251.
- Koudelková, Z., and Strmiska, M. (2018). Introduction to the Identification of Brain Waves Based on Their Frequency. In MATEC Web of Conferences. EDP Sciences.
- Kocak, F. (2017). The Relationship Between Leisure Constraints, Constraint Negotiation Strategies and Facilitators with Recreational Sport Activity Participation of College Students. College Student Journal, 51(4), 491-497.

- Köroğlu, E. (2005). *Düşünsel Duygulanımcı Davranış Terapisi*. Ankara: HYB Yayıncılık.
- Kuykendall, L., Tay, L., and Ng, V. (2015). Leisure Engagement and Subjective Well-being: A Meta-analysis. *Psychological Bulletin*, 141(2), 364.
- Lahti, T., Halko, M. L., Karagozoglu, N., and Wincent, J. (2019). Why and How Do Founding Entrepreneurs Bond with Their Ventures? Neural Correlates of Entrepreneurial and Parental Bonding. *Journal of Business Venturing*, 34(2), 368-388.
- Larsen, R. J., and Fredrickson, B. L. (1999). Measurement Issues in Emotion Research. Well-being: The Foundations of Hedonic Psychology (Eds. Kahneman, D., Diener, E. and Schwarz, N.), New York: Russell Sage Foundation, 40-60.
- LeDoux, J. E., (2000). Emotion Circuits in the Brain. *Annual Review of Neuroscience*, 23, 155–184.
- Levy, J., Goldstein, A., Sharon, O. Z., Weisman, O., Schneiderman, I., Rothman, M. E., and Feldman, R. (2016). Oxytocin Selectively Modulates Brain Response to Stimuli Probing Social Synchrony. *NeuroImage*, 124, 923-930.
- Lisman, J. E., and Idiart, M. A. (1995). Storage of 7 ± 2 Short-term Memories in Oscillatory Subcycles. *Science*, 267(5203), 1512-1515.
- Liwluck, P., and Sittirapaporn, P. (2017). Effect of Pulse Electromagnetic Field Therapy to Brainwave on the Quantum Resonance System. *International Conference on Digital Arts, Media and Technology*, 1–4.
- Lyubomirsky, S., Sheldon, K. M., and Schkade, D. (2005). Pursuing Happiness: The Architecture of Sustainable Change. *Rev Gen Psychol*, 9(2), 111–131.
- Lyubomirsky, S., King, L., and Diener, E. (2005). The Benefits of Frequent Positive Affect: Does Happiness Lead to Success?. *Psychological Bulletin*, 131(6), 803.
- MacIver, R. (2006). "Thoreau and the Art of Life: Precepts and Principles". United States: Heron Dance Press, p.83.
- Mannell, R. C., and Kleiber, D. A. (1997). *A Social Psychology of Leisure*. State College, PA: Venture.
- Michels, N., Sioen, I., Clays, E., De Buyzere, M., Ahrens, W., Huybrechts, I., et al. (2013). Children's Heart Rate Variability As Stress Indicator: Association with Reported Stress and Cortisol. *Biological Psychology*, 94(2), 433-440.
- Milgram, P., Takemura, H., Utsumi, A., and Kishino F. (1994). Augmented Reality: A Class of Displays on the Reality-Virtuality Continuum. *Tele manipulator and Telepresence Technologies*, 2351, 282-292.
- Molae-Ardekani, B., Senhadji, L., Shamsollahi, M.B., Wodey, E., and Vasoughi-Vahdat, B. (2007). Delta Waves Differently Modulate High Frequency Components of EEG Oscillations in Various Unconsciousness Levels, *Proceedings of the 29th Annual International Conference of Engineering in Medicine and Biology Society*, 1294–1297.
- Morris J. S., Öhman, A., and Dolan, R. J. (1999). A Subcortical Pathway to the Right Amygdala Mediating "Unseen" Fear. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 96(4), 1680–1685.
- Nann, M., Cohen, L. G., Deecke, L., and Soekadar, S. R. (2019). To Jump or not to Jump-The Bereitschaftspotential Required to Jump into 192-meter Abyss. *Scientific Reports*, 9(1), 1-9.
- Neal, J. D., Sirgy, M. J., and Uysal, M. (1999). The Role of Satisfaction with Leisure Travel/Tourism Services and Experience in Satisfaction with Leisure Life and Overall Life. *Journal of Business Research*, 44(3), 153-163.

- Neira, C. C., Fernadez, M., and Portales, C. (2018). Virtual Reality and Games. *Multimodal Technologies and Interaction*, 2(1), 1-5.
- Neuro-Programmer. Retrieved June 8, 2017 from <https://www.transparentcorp.com/products/np/>
- Neuro-science Research: Results by Year. Retrieved July 10, 2015 from <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>
- Newman, D. B., Tay, L., and Diener, E. (2014). Leisure and Subjective Well-Being: A Model of Psychological Mechanisms as Mediating Factors. *Journal of Happiness Studies*, 15(3), 555-578.
- Nishifuji, S., Sato, M., Maino, D., and Tanaka, S. (2010). Effect of Acoustic Stimuli and Mental Task on Alpha, Beta and Gamma Rhythms in Brain Wave. *SICE Annual Conference*, 1-4.
- Nordqvist, C. 2017. What is Neuroscience. *Medical News Today*. <https://goo.gl/xz6MQ3> Erişim tarihi: 8 Haziran 2022.
- Olofsson, J. K., Nordin, S., Sequeira, H., and Polich, J. (2008). Affective Picture Processing: An Integrative Review of ERP Findings. *Biological Psychology*, 77(3), 247-265.
- Ossebaard, H. C. (2000). Stress Reduction by Technology? An Experimental Study into the Effects of Brainmachines on Burnout and State Anxiety. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 25(2), 93-101.
- Özdel, K. (2015). Dünden Bugüne Bilişsel Davranışçı Terapiler: Teori ve Uygulama. *Türkiye Klinikleri J Psychiatry-Special Topics*, 8(2), 10-20.
- Özkan, R.T. (2018). Yöneticilerin İşyeri Rekreasyon Farkındalık Algılarının ve İşyeri Rekreasyon Farkındalık Algılarının ve Etkilere Katılımlarının İncelenmesi. *Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Marmara Üniversitesi*.
- Özgöçer, T., Uçar, C. & Yıldız, S. (2020). Otonom Sinir Sistemi Aktivitesinin Premenstrual Sendromla İlişkisi. *Harran Üniversitesi Tıp Fakóltesi Dergisi*, 17(2), 167-171.
- Pakiş, ř. (2020). Neurorecreation: A Conceptual Framework Building a Bridge Between Neuroscience and Recreation. *International Journal of Recreation and Sport Science*, 4(1), 37-54.
- Pakiş, ř. (2019a). Neuro-Recreation: Exploring the Relationship Between Neuroscience and Recreation. *SERR Conference, Athens, Georgia, USA, 25 March 2019*.
- Pakiş, ř. (2019b). The Bridge Between Neuroscience and Recreation: A Theoretical Study on Neuro-Recreation. *Rekçad, 2019 Conference, Bodrum, Turkey, 16 April 2019*.
- Palva, S., and Palva, J. M. (2007). New vistas for α -frequency band oscillations. *Trends in Neurosciences*, 30(4), 150-158.
- Pastalkova, E., Itskov, V., Amarasingham, A., and Buzsaki, G. (2008). Internally Generated Cell Assembly Sequences in the Rat Hippocampus. *Science*, 321(5894), 1322-1327.
- Petruzzello, S. J., Landers, D. M., Hatfield, B. D., Kubitz, K. A., and Salazar, W. (1991). A Meta-analysis on the Anxiety-Reducing Effects of Acute and Chronic Exercise. *Sports Medicine*, 11(3), 143-182.
- Pfeiffer, B. E., and Foster, D. J. (2015). Autoassociative Dynamics in the Generation of Sequences of Hippocampal Place Cells. *Science*, 349(6244), 180-183.
- Poels, K., and Dewitte, S. (2006). How to Capture the Heart? Reviewing 20 Years of Emotion Measurement in Advertising. *Journal of Advertising Research*, 46(1), 18-37.
- Power, M., and Dalgleish, T. (2008). *Cognition and Emotion: From Order to Disorder*. New York: Psychology Press.

- Pressman, S. D., Matthews, K. A., Cohen, S., Martire, L. M., Scheier, M., Baum, A., and Schulz, R. (2009). Association of Enjoyable Leisure Activities with Psychological and Physical Well-being. *Psychosomatic Medicine*, 71(7), 725.
- Russell, D. (2013). The Making of Modern Leisure: The British Experience c.1850–c.1960. In T. Blackshaw (Ed.), *Routledge Handbook of Leisure Studies* (pp. 15–25). New York: Routledge.
- Shane, S., Drover, W., Clingingsmith, D., and Cerf, M. (2020). Founder Passion, Neural Engagement and Informal Investor Interest in Startup Pitches: An fMRI Study. *Journal of Business Venturing*, 35(4), 105949.
- Şenay, Ş. (2011). Taekwondocularla Kalp Atım Hızı ve Kan Laktat Konsantrasyonundaki Değişimlerin Müsabaka Süresince İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü. Selçuk Üniversitesi.
- Tham, J., Duin, A. H., Gee, L., Ernst, N., Abdelqader, B., and McGrath M. (2018). Understanding Virtual Reality: Presence, Embodiment, and Professional Practice, *IEEE Transactions on Professional Communication*, 61 (2), 178-195.
- Tolomeo, S., Chiao, B., Lei, Z., Chew, S. H., and Ebstein, R.P. (2020). A Novel Role of CD38 and Oxytocin as Tandem Molecular Moderators of Human Social Behavior. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 115, 251-272.
- Tonetto, L. M., and Desmet, P. M. A. (2016). Why We Love or Hate Our Cars: A Qualitative Approach to the Development of a Quantitative User Experience Survey. *Applied Ergonomics*, 56, 68-74.
- Torgutalp, Ş. Ş. (2018). Effects of yoga principles (Asana, Pranayama and Meditation) on brain waves. *Spor Hekimliği Dergisi*, 53(2), 089-093.
- Turgut, V. (2021). Nörogörüntüleme Yöntemlerine Tarihsel Bir Bakış. Ege Üniversitesi, İzmir.
- Uysal, M., Sirgy, M. J., Woo, E., and Kim, H. L. (2016). Quality of Life (QOL) and Well-being Research in Tourism. *Tourism Management*, 53, 244-261.
- Veal, A. J. (2004). Definitions of Leisure and Recreation. *Australian Journal of Leisure and Recreation*, 2(4), 1-8.
- Vialatte, F. B., Bakardjian, H., Prasad, R., and Cichocki, A. (2009). EEG Paroxysmal Gamma Waves During Bhramari Pranayama: A Yoga Breathing Technique. *Consciousness and Cognition*, 18(4), 977-988.
- Winkielman, P., and Kent C. B. (2004). Unconscious Emotion. *Current Directions in Psychological Science*, 13 (3), 120-123.
- Yağar, G., and Yerlisu Lapa, T. Y. (2015). The Impact of Personality Traits on Leisure and Life Satisfaction in Women Who Participate in Exercise. *Pamukkale Journal of Sport Sciences*, 6(2), 65-76.
- Yarkoni, T., Poldrack, R. A., Van Essen, D. C., and Wager, T. D. (2010). Cognitive Neuroscience 2.0: Building a Cumulative Science of Human Brain Function. *Trends in Cognitive Sciences*, 14(11), 489-496.
- Yeh, S. C., Li, Y. Y., Zhou, C., Chiu, P. H., and Chen, J. W. (2018). Effects of Virtual Reality and Augmented Reality on Induced Anxiety. *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*, 26 (7), 1345-1352.
- Yu, I., Masami, T., and Joe, K. (2012). Constitution and Phase Analysis of Alpha Waves. *Biomedical Engineering International Conference*, 1–5.
- Zajchowski, C. A., Schwab, K. A., and Dustin, D. L. (2017). The Experiencing Self and The Remembering Self: Implications for Leisure Science. *Leisure Sciences*, 39(6), 561-568.

Zel, U. (2018). Davranış Geliştirmede Nörobilimin Önemi Ve Liderlik Gelişimine Katkısı. Harvard Business Review, 92-100.



EKLER

Ek 1. Şirket İzin Yazısı



Aralık 2020

Üsküdar Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Nörobilim Anabilim Başkanlığı'na;

Üsküdar Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Nörobilim yüksek lisans öğrencisi ve şirketimizin Marka İletişim Direktörü Şöhret Pakiş'in yüksek lisans tezi olarak çalışacağı

"Su Kaydıracağı Deneyiminin Biyometrik Parametreler Açısından Değerlendirilmesi :

Bir Nörorekreasyon Çalışması"

adlı araştırma ölçümlerinin kurumumuzun genel merkezinde bulunan King Cobra sanal gerçeklik simülöründe gerçekleşmesini onaylarız.

Bilginize sunarız.

Dr. Kubilay Alpdoğan

Genel Müdür

Ek 2. Bilgilendirilmiş Gönüllü Onam Formu



CALISMANIN ADI: Su Kaydıracağı Deneyiminin Biyometrik Parametreler Açısından Değerlendirilmesi: Bir Nörorekreasyon Çalışması

*Aşağıda bilgileri yer almakta olan bir araştırma çalışmasına katılmanız istenmektedir. Çalışmaya katılıp katılmama kararı tamamen size aittir. Katılmak isteyip istemediğinize karar vermeden önce araştırmanın neden yapıldığını, bilgilerinizin nasıl kullanılacağını, çalışmanın neleri içerdiğini, olası yararları ve risklerini ya da rahatsızlık verebilecek yönlerini anlamanız önemlidir. Lütfen aşağıdaki bilgileri dikkatlice okumak için zaman ayırınız. Eğer çalışmaya katılma kararı verirsiniz, **Çalışmaya Katılma Onayı Formu**'nu imzalayınız. Çalışmadan herhangi bir zamanda ayrılmakta özgürsünüz. Çalışmaya katıldığınız için size herhangi bir ödeme yapılmayacak ya da sizden herhangi bir maddi katkı/malzeme katkısı istenmeyecektir.*

CALISMANIN KONUSU VE AMACI:

Çalışmaya dahil edilmenizin nedeni su kaydıracağı deneyiminin biyometrik ve nöral ölçümlerle değerlendirerek su kaydırakları, eğlence ve rekreasyon tasarımcılarına önemli bir geri bildirim ve bu alanda gelecekteki tasarımlara yön verebilmektir. Su kaydıracağı deneyimlerinin sanal gerçeklik ortamında biyometrik ve nöral ölçümlerle nörorekreasyonel açıdan değerlendirilmesi ile ilgili bir araştırma henüz yapılmamıştır. Bu araştırma nörorekreasyon alanında yapılan ilk nicel araştırma olacaktır. Sizlerin bu çalışmada yer alarak katılım göstermeniz, çalışmaya katkı sağlamanız eğlence sektörü, rekreasyon ve nörobilim alanındaki yeni gelişmeler açısından önem taşımaktadır.

CALISMA İSLEMLERİ:

Çalışma boyunca yapılan ölçümlerin sonuçlarını analiz edebilmek adına değerlendirmeler yapılacaktır. Ölçümler süresince invazif, yani insan sağlığına zarar verecek hiçbir uygulama yapılmayacaktır. Yapılan ölçümde kullanılacak cihazlar sadece kayıt amaçlıdır.

Bu çalışma Polin Waterparks'ın merkez fabrikası AR-GE merkezinde gerçekleştirilecektir. Polin Waterparks, su kaydırakları tasarım, üretim ve montajında global pazar lideridir. 35.000 m2'lik dünyanın en büyük su kaydıracağı üretim tesisinde bir nörobilim laboratuvarı kurulmuştur. Bu ölçümler sırasında EEG (Elelctroencephalography - Elektroensefalografi), HRV (Heart Rate Variability - Kalp Hızı Değişkenliği) ve GSR (Galvanic Skin Response - Galvanik Cilt Tepkisi) sensörleri kullanılacaktır.

EEG (Elelctroencephalography - Elektroensefalografi), beyin dalgaları aktivitesinin elektriksel yöntemle izlenmesini ölçen yöntemdir.

HRV (Heart Rate Variability - Kalp Hızı Değişkenliği), kalp atım sinyallerinden her bir atım arasında meydana gelen zaman aralıkları bulunarak kalp hızı değişkenliği bilgisine ait zaman ve frekans domeni parametreleri hesaplanmaktadır.

GSR (Galvanic Skin Response - Galvanik Cilt Tepkisi), ellerdeki ter bezi aktivitesini ortaya koymamızı sağlar. İşaret ve orta parmağa sarılan elektrotlar yardımıyla ölçümler yapılır.

Ölçümler sırasında başınıza 4 elektrot takılacaktır. Bu elektrotlar tamamen kayıt amaçlıdır, vücuda herhangi bir elektrik akımı verilmeyecektir. Elde HRV Pulse sensör ve GSR sensörü takılı olacaktır. Sadece simülatörde oturarak gözünüze bir sanal gerçeklik gözlüğü takılacaktır ve yine sadece simülatörde oturarak toplam 3 ölçüm yapılacak ve hazırlık süresi de dahil olmak üzere ölçümler toplam 20 dakika sürecektir. Ölçümde ve ölçüm dışındaki zaman diliminde sizi fabrikamızda ağırlıyor olacağız.

Adres ve ulaşım bilgileri aşağıdaki gibidir:

Polin Waterparks Adres: Gebkim OSB, Refik Baydur Cad. No:6 Dilovası/Kocaeli

Ulaşım: Kadıköy merkezli olarak; uygun duraklardan gönüllü katılımcı öğrencilerin fabrika gidiş ve dönüşleri Polin Waterparks tarafından sağlanacaktır.

CALISMAYA KATILMAMIN OLASI YARARLARI NELERDİR?

Bu araştırmada EEG (Elektroencephalography - Elektroensefalografi), HRV (Heart Rate Variability - Kalp Hızı Değişkenliği) ve GSR (Galvanic Skin Response - Galvanik Cilt Tepkisi) sensörleri kullanarak simülatör ve sanal gerçeklik ortamında deneyim sırasında beyin aktivitelerini biyometrik ve nöral ölçümleyebilecek bir metod geliştirilmesi sağlanacaktır. Bu araştırma su kaydırakları eğlence ve rekreasyon tasarımcılarına önemli bir geri bildirim verecektir. Nörorekreasyon alanında yapılan ilk nicel araştırma olacaktır. Bu araştırmaya katılarak nörorekreasyon alanında yapılacak ilk nicel araştırmaya bilimsel katkı sağlamış olacaksınız.

KİŞİSEL BİLGİLERİM NASIL KULLANILACAK?

Kişisel verileriniz bu çalışmada kişisel haklarınız ihlal edilmeyecek şekilde korunarak kayıt altına alınacaktır. Elde edilen sonuçlar açıklanırken şahsi bilgileriniz ve verileriniz kimliğinizi açığa çıkarmayacak şekilde gizli olarak ortaya konacaktır.

SORU VE PROBLEMLER İÇİN BASYURULACAK KİŞİLER:

1. Şöhret PAKİŞ

Çalışmaya Katılma Onayı

Yukarıdaki bilgileri ilgili araştırmacı ile ayrıntılı olarak tartıştım ve kendisi bütün sorularımı cevapladı. Bu bilgilendirilmiş olur belgesini okudum ve anladım. Bu araştırmaya katılmayı kabul ediyorum ve bu onay belgesini kendi hür irademle imzalıyorum. Bu onay, ilgili hiçbir kanun ve yönetmeliği geçersiz kılmaz. Araştırmacı, saklamam için bu belgenin bir kopyasını çalışma sırasında dikkat edeceğim noktaları da içerecek şekilde bana teslim etmiştir.

Gönüllü Adı Soyadı:		Tarih ve İmza:
---------------------	--	----------------

Telefon:	
----------	--

Vasi (var ise) Adı Soyadı:		Tarih ve İmza:
Telefon:		

Araştırmacı ² Adı Soyadı:		Tarih ve İmza:
Adres ve Telefon:		

1: Gönüllünün bilgilendirilme işlemine başından sonuna dek tanıklık eden kişi

2:Gönüllüyü araştırma hakkında bilgilendiren kişi

