ANKARA YILDIRIM BEYAZIT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SANAL GERÇEKLİĞİN İNSAN SAĞLIĞI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİNDE YENİ BİR METODOLOJİ

Doktora Tezi

Azize SUDAN ARAN

Ocak,2025

ANKARA

SANAL GERÇEKLİĞİN İNSAN SAĞLIĞI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİNDE YENİ BİR METODOLOJİ

Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
İş Sağlığı ve Güvenliği Doktora Tezi

Azize SUDAN ARAN

Ocak,2025

ANKARA

DOKTORA TEZİ SONUÇ FORMU

Azize SUDAN ARAN tarafından Prof. Dr. Ergün ERASLAN yönetiminde hazırlanan "Sanal Gerçekliğin İnsan Sağlığı Üzerindeki Etkilerinin Değerlendirilmesinde Yeni Bir Metodoloji" başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Ergün ERASLAN

Danışman

Prof. Dr. Saliha ÇETİNYOKUŞ

Jüri Üyesi

Prof. Dr. Babek ERDEBİLLİ

Jüri Üyesi

Prof. Dr. Mustafa KURT

Jüri Üyesi

Doç. Dr. İbrahim YILMAZ

Jüri Üyesi

ETİK BEYAN

Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kılavuzuna göre hazırlanan bu tez çalışmasında,

• Tüm veriler, bilgiler ve belgelerin akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde edildiğini,

• Tüm bilgiler, belgeler ve değerlendirmelerin bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunulduğunu,

• Kullanılan tüm materyallerin tamamen belirtildiğini ve referans gösterildiğini,

• Kullanılan materyaller üzerinde herhangi bir değişiklik yapılmadığını,

• Sunulan tüm çalışmanın orijinal olduğunu, beyan eder ve yukarıdaki ifadelerin aksine herhangi bir durum olduğunda, tüm yasal haklarımdan vazgeçmeyi kabul edeceğimi bildiririm.

Tarih: 14.01.2025 İmza:

İsim & Soyisim Azize SUDAN ARAN

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın yürütülmesi sırasında bilgisi ve tecrübesiyle yol gösteren değerli danışmanım Prof. Dr. Ergün ERASLAN ’a,

Fikirleriyle ufkumu genişleten sayın hocalarım Prof. Dr. Saliha ÇETİNYOKUŞ’a ve Prof. Dr. Babek ERDEBİLLİ’ ye,

Çalışmam süresince desteğini esirgemeyen kıymetli eşim Osman ARAN’a,

Son olarak, bugüne kadar benim için her türlü maddi manevi fedakarlığı yapan kıymetli aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Ocak 2025 Azize SUDAN ARAN

A NEW METHODOLOGY IN EVALUATING THE EFFECTS OF VIRTUAL REALITY ON HUMAN HEALTH

ABSTRACT

Virtual reality (VR) technology consists of multi-sensory simulations such as vision, hearing, touch and kinesthetic sense, created in computer environments, where users can experience real-time interaction. Due to the unlimited development opportunities provided by SG, its use for various purposes across different sectors is becoming increasingly common. While virtual reality technologies offer innovation and convenience in various fields, the use of these technologies is also accompanied by certain obstacles.

In this study, the effects of virtual reality (VR) environments on human health were evaluated with respect to various factors. These included physical characteristics such as 'gender, age, body mass index, galvanic skin response, blood pressure, heart rate, body temperature, saturation, and visual impairment'; behavioral characteristics such as 'exercise history, screen time, and physical activity level'; symptomatic characteristics such as 'motion sickness history and previous VR experience'; and psychological characteristics such as 'sense of presence in the environment'. Scores from the presence and physical activity scales were evaluated using a fuzzy approach.

The main findings of our study indicate that the individual characteristics identified are good predictors for assessing the effects of virtual reality (VR) environments on human health ($p<0.05$). Statistical analyses and fuzzy solutions overlap. Based on the results of our study, it was found that fuzzy solutions are an effective approach for evaluating the effects of VR environments on users. Repeating similar studies with different predictors and a larger number of participants would contribute to the literature by enhancing the accuracy of the results.

Keywords: Virtual Reality Disease, Cyber Disease, Fuzzy Logic

SANAL GERÇEKLİĞİN İNSAN SAĞLIĞI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİNDE YENİ BİR METODOLOJİ

ÖZET

Sanal gerçeklik (SG) teknolojisi, kullanıcıların gerçek zamanlı etkileşim yaşayabildiği, bilgisayar ortamlarında oluşturulmuş, görme, işitme, dokunma ve kinestetik duyu gibi çoklu duyusal simülasyonlardan oluşmaktadır. SG sunmuş olduğu sınırsız geliştirme imkânları sayesinde birçok sektörde farklı amaçlar için kullanılması giderek yaygınlaşmaktadır. SG teknolojileri, birçok alanda yenilik ve kolaylık sunarken, bu teknolojilerin kullanımında birtakım engellerle de karşılaşılmaktadır.

Yapılan bu çalışmada; SG ortamlarının insan sağlığı üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesinde; **'**cinsiyet, yaş, vücut kitle endeksi, galvanik cilt tepkisi, tansiyon, nabız, vücut sıcaklığı, satürasyon, göz kusuru' bedensel özellikleri; 'egzersiz öyküsü, ekran kullanım süresi, fiziksel aktivite düzeyi' davranış özellikleri; 'taşıt tutma öyküsü, önceki SG deneyimi' semptomatik özellikleri, 'ortamda bulunma, mevcudiyet hissi' psikolojik özelliklerinin etkisi araştırılmıştır. Mevcudiyet ve fiziksel aktivite ölçeklerinden gelen skorlar, bulanık yaklaşımla değerlendirilmiştir.

Çalışmamızın başlıca sonuçları tanımlanan bu bireysel özelliklerin SG ortamlarının insan sağlığı üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesinde iyi birer yordayıcı olduğunu göstermiştir ($p<0,05$). Bulanık çözümler ile istatistiksel analizler örtüşmektedir. Çalışmamızın sonucuna göre SG ortamlarının kullanıcılar üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesinde bulanık çözümün etkili bir yaklaşım olduğu bulunmuştur. Benzer çalışmaların, farklı tahmin edicilerle ve daha fazla katılımcı üzerinde uygulanarak tekrarlanması sonuçların doğruluğunu arttırmada literatüre katkı sunacaktır.

Anahtar Kelimeler: Sanal Gerçeklik Hastalığı, Siber Hastalık, Bulanık Mantık

İÇİNDEKİLER TABLOSU

DOKTORA TEZİ SONUÇ FORMU iii
ETİK BEYAN iv
TEŞEKKÜR v
ABSTRACT vi
ÖZET vii
SİMGELER VE KISALTMALAR xi
TABLOLAR LİSTESİ xiii
ŞEKİLLER LİSTESİ xvi
BÖLÜM 1- GİRİŞ 1
1.1 Çalışmanın Amacı ve Önemi 3
BÖLÜM 2- SANAL GERÇEKLİĞİN İNSAN SAĞLIĞI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ VE BU ETKİLERİN DEĞERLENDİRİLMESİNDE KULLANILAN METODOJİLER 5
2.1 Sanal Gerçeklik Teknolojisi ve Sektörel Çerçevede İncelenmesi 5
2.2 Sanal Gerçeklik Hastalığı 8
2.3 Sanal Gerçekliğin İnsan Sağlığı Üzerindeki Etkilerinin Değerlendirilmesinde Kullanılan Araçlar 14
2.3.1 Öznel Değerlendirme Araçları 14
BÖLÜM 3- GEREÇ VE YÖNTEM 19
3.1 Araştırma Evreni ve Örneklem-Örneklem Seçme Yöntemi 19
3.2 Deneysel Prosedür 20
3.3 Değerlendirmede Kullanılan Parametreler 22
3.3.1 Demografik Bilgiler 23
3.3.2 Fiziksel Aktivite Seviyesi Değerlendirmesi 23
3.3.3 Simülatör Hastalık Seviyesi Değerlendirmesi 24
3.3.4 Ortamda Bulunma Değerlendirmesi 25
3.3.5 Galvanik Cilt Tepkisi, Tansiyon, Nabız Vücut Sıcaklığı gibi Fizyolojik Veriler 25
3.4 Sanal Gerçeklik Simülasyonları 26
3.4.1 Sanal Gerçeklik Cihazı 26
3.4.2 Sanal Ortam Materyali 26
3.5. İstatistiksel Analiz 28
3.6 Bulanık Mantık Yöntemi 29
3.6.1 Klasik ve Bulanık Küme Kavramı 30
BÖLÜM 4- UYGULAMA VE BULGULAR 34
4.1 Tanımlayıcı İstatistikler 35

4.2 Büyük Tansiyon Ölçümlerinin SG-1 ve SG-2 Ortamlarına Göre Karşılaştırılması 38
4.3 Küçük Tansiyon Ölçümlerinin SG-1 ve SG-2 Ortamlarına Göre Karşılaştırılması 39
4.4 Nabız Ölçümlerinin SG-1 ve SG-2 Ortamlarına Göre Karşılaştırılması 40
4.5 Satürasyon Ölçümlerinin SG-1 ve SG-2 Ortamlarına Göre Karşılaştırılması . 41
4.6 Vücut sıcaklığı Ölçümlerinin SG-1 ve SG-2 Ortamlarına Göre Karşılaştırılması 42
4.7. Galvanik Cilt Tepkisi verilerinin SG-1 ve SG-2 Ortamlarına Göre Karşılaştırılması 44
4.7.1 Galvanik Cilt Tepkisi ve SG hastalığı bulgusuna ilişkin analizler 44
4.7.2 GSR ile sağlık verileri arasındaki ilişkiler 47
4.8 Simülatör Hastalık Anketi Skorlarının SG-1 ve SG-2 Ortamlarına Göre Karşılaştırılması 48
4.9 Mevcudiyet düzeyi ile Sanal Gerçeklik Hastalığı ilişkisinin SG-1 ve SG-2 ortamlarına göre karşılaştırılması 50
4.9.1 Mevcudiyet Düzeyi ve SG hastalığı bulgusuna ilişkin analizler 50
4.9.2 Mevcudiyet düzeyi ve sağlık verileri arasındaki ilişkiler 52
4.10 Fiziksel Aktivite düzeyi ve Sanal Gerçeklik Hastalığı ilişkisinin SG-1 ve SG-2 ortamlarına göre karşılaştırılması 56
4.10.1 Fiziksel Aktivite düzeyi ve sağlık verileri arasındaki ilişkiler 56
4.10.2 Fiziksel aktivite düzeyi ve SG hastalığı bulgusuna ilişkin analizler 60
4.11 Bireysel özelliklere göre Simülatör Hastalık Anketi skorlarının karşılaştırılması 61
4.12 Regresyon Analizleri 68
4.12.1 Regresyon Analizi- 1 69
4.12.2 Regresyon Analizi- 2 72
4.12.3 Regresyon Analizi- 3 76
4.13 Regresyon için Güç Analizleri 82
4.14 Sanal Gerçeklik Hastalığı Bulgularının Bulanık Yöntemle Analizi 83
4.14.1 SG-1 ortamında Fiziksel Aktivite Düzeyinin SG hastalığı ile ilişkisi 83
4.14.2 SG-2 ortamında Fiziksel Aktivite Düzeyinin SG hastalığı ile ilişkisi 84
4.14.3 Fiziksel Aktivite Düzeyi ve Mevcudiyet duygusunun SG hastalığı ile ilişkisi 85
4.14.4 SG-1 ve SG-2 ortamlarında Sağlık Verilerinin SG hastalığı ile ilişkisinin bulanık modellemesi 86
4.14.5 Fiziksel Aktivite Düzeyi (FA1) ve Mevcudiyet duygusunun (FA2) SG hastalığı ile ilişkisinin bulanık modellemesi 90
BÖLÜM 5-TARTIŞMA 95
BÖLÜM 6- SONUÇ VE ÖNERİLER 106
KAYNAKÇA 108

EKLER.....**118**
ÖZGEÇMİŞ.....**127**

SİMGELER VE KISALTMALAR

Kısaltmalar

VR	Virtual Reality
SG	Sanal Gerçeklik
BMI	Vücut Kitle Endeksi
GSR	Galvanik Cilt Tepkisi
DOT	Duyusal Oryantasyon Testi
BARF	Baxter Bulantı Yüz İfadeleri
SSQ	Simülatör Hastalık Anketi
EEG	Elektroensefalografi
EKG	Elektrokardiyografi
EGG	Elektrogastrografi
HRV	Kalp Hızı Değişkenliği
UFAA	Uluslararası Fiziksel Aktivite Anketi
MET	Metabolic Equivalent of Task
ANOVA	Varyans Analizi
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences
SSQ Skor	Simülatör Hastalık Anketi Skoru
SG-1	1. Sanal Gerçeklik Uygulaması
SG-2	2. Sanal Gerçeklik Uygulaması
SS	Standart Sapma

Terimler/Simgeler

hz	Hertz
δ	Delta
θ	Teta
α	Alfa
β	Beta
mm	Milimetre

η^2	Eta Kare
r	Etki Büyüklüğü Değerleri
W	Kendall's katsayısı
ε	Epsilon
P	İstatistiksel Anlamlılık
n	Sayı
Min	Minimum
Max	Maksimum

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 2.1 SG ortamlarının insan sağlığı üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesinde kullanılan yöntemler..... 18
Tablo 3.1 Sanal Gerçeklik Hastalığı Semptomlarının Sınıflandırılması……25
Tablo 3.2 SG-1 ve SG-2 ortamlarının özellikleri 28
Tablo 4.1 Tanımlayıcı veriler……36
Tablo 4.2 Katılımcıların deney öncesi (başlangıç) sağlık verilerine ait ortalama, standart sapma, medyan, minimum ve maksimum değerler 37
Tablo 4.3 Başlangıç sağlık verileri (Göz kusuru, taşıt tutması*)* 37
Tablo 4.4 Büyük tansiyon ölçümlerinin farklı ortamlara göre karşılaştırılması 38
Tablo 4.5 Büyük tansiyon ölçümleri için yapılan ikili karşılaştırmalar 39
Tablo 4.6 Küçük tansiyon ölçümlerinin farklı ortamlara göre karşılaştırılması 39
Tablo 4.7 Küçük tansiyon ölçümleri için yapılan ikili karşılaştırmalar (Bonferroni)40
Tablo 4.8 Nabız ölçümlerinin farklı ortamlara göre karşılaştırılması 41
Tablo 4.9 Satürasyon ölçümlerinin farklı ortamlara göre karşılaştırılması..... 42
Tablo 4.10 Vücut sıcaklığı ölçümlerinin farklı ortamlara göre karşılaştırılması 43
Tablo 4.11 Vücut sıcaklığı ölçümleri için yapılan ikili karşılaştırmalar 43
Tablo 4.12 GSR verilerinin farklı ortamlara göre karşılaştırılması..... 44
Tablo 4.13 GSR verilerinin farklı ortamlara göre karşılaştırılması..... 46
Tablo 4.14 GSR skorlarının farklı ortamlara göre karşılaştırılması (Wilcoxon işaretli sıra sayıları)..... 46
Tablo 4.15 SG-1 uygulaması sırasında GSR verileri ile sağlık verileri arasındaki ilişkiler (n = 73)..... 47
Tablo 4.16 SG-2 uygulaması sırasında GSR verileri ile sağlık verileri arasındaki ilişkiler (n = 73)..... 48
Tablo 4.17 SSQ skorlarının farklı ortamlara göre karşılaştırılması 49
Tablo 4.18 SSQ skorları için yapılan ikili karşılaştırmalar 49
Tablo 4.19 Katılımcıların SG-1 ve SG-2 uygulaması sonrası Mevcudiyet Ölçeğinden elde ettikleri toplam puanların ortalamaları, standart sapmaları, medyan, minimum ve maksimum değerleri..... 50

Tablo 4.20 Mevcudiyet Ölçeği ile Simülatör Hastalık Anketi skorları arasındaki ilişkiler 51
Tablo 4.21 SSQ Skor farkları ile Mevcudiyet ölçeği toplam skorları arasındaki ilişkiler 51
Tablo 4.22 SSQ Skor farkları ile Mevcudiyet ölçeği toplam skorları arasındaki lişkiler 52
Tablo 4.23 Mevcudiyet ölçeği skorları ile büyük tansiyon (Ort.) arasındaki ilişkiler 52
Tablo 4.24 Mevcudiyet Ölçeği skorları ile küçük tansiyon (Ort.) arasındaki ilişkiler 53
Tablo 4.25 Mevcudiyet Ölçeği skorları ile nabız ölçümleri arasındaki ilişkiler 53
Tablo 4.26 Mevcudiyet Ölçeği skorları ile satürasyon ölçümleri arasındaki ilişkiler 54
Tablo 4.27 Satürasyon ölçümleri ile Mevcudiyet ölçeği toplam skorları arasındaki ilişkiler..... 55
Tablo 4.28 Mevcudiyet Ölçeği skorları ile GSR verileri arasındaki ilişkiler 55
Tablo 4.29 Katılımcıların Fiziksel Aktivite Ölçeğinden elde ettikleri skorların ortalama, standart sapma, medyan, minimum ve maksimum değerleri..... 56
Tablo 4.30 Fiziksel Aktivite Ölçeği ile başlangıçtaki sağlık verileri arasındaki ilişkiler 57
Tablo 4.31 Fiziksel Aktivite Ölçeği ile SG-1 sağlık verileri arasındaki ilişkiler 58
Tablo 4.32 Fiziksel Aktivite Ölçeği ile SG-2 sağlık verileri arasındaki ilişkiler 59
Tablo 4.33 SSQ Skor farkları ile MET puanları arasındaki ilişkiler 60
Tablo 4.34 SSQ Skor farkları ile MET puanları arasındaki ilişkiler 61
Tablo 4.35 Cinsiyete göre Simülatör Hastalık Anketi skorlarının karşılaştırılması.. 62
Tablo 4.36 Düzenli egzersiz yapma durumuna göre Simülatör Hastalık Anketi skorlarının karşılaştırılması..... 62
Tablo 4.37 Daha önce sanal ortam deneyimi olma durumuna göre Simülatör Hastalık Anketi skorlarının karşılaştırılması..... 63
Tablo 4.38 Taşıt tutması bulunma durumuna göre Simülatör Hastalık Anketi skorlarının karşılaştırılması..... 64

Tablo 4.39 Göz kusuru bulunma durumuna göre Simülatör Hastalık Anketi skorlarının karşılaştırılması 64
Tablo 4.40 Fiziksel aktivite şiddetine göre Simülatör Hastalık Anketi skorlarının karşılaştırılması 65
Tablo 4.41 Yaş, ekran kullanım süresi ve BMI ile Simülatör Hastalık Anketi skorları arasındaki ilişkiler 66
Tablo 4.42 Simülatör Hastalık Anketi skorları ile sağlık verileri arasındaki ilişkiler66
Tablo 4.43 Bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişkiler..... 69
Tablo 4.44 Model b özeti..... 69
Tablo 4.45 ANOVA a sonucu 70
Tablo 4.46 SSQ (SG-2) skorlarının yordanmasına ilişkin çoklu doğrusal regresyon analizi sonucu..... 70
Tablo 4.47 Model özeti..... 72
Tablo 4.48 ANOVA sonucu 72
Tablo 4.49 SSQ (SG-2) skorlarının yordanmasına ilişkin çoklu doğrusal regresyon analizi sonucu..... 73
Tablo 4.50 Model özeti..... 75
Tablo 4.51 SSQ (SG-2) skorlarının yordanmasına ilişkin çoklu doğrusal regresyon analizi sonucu..... 76
Tablo 4.52 Model özeti..... 77
Tablo 4.53 ANOVA sonucu 77
Tablo 4.54 SSQ (SG-2) skorlarının yordanmasına ilişkin çoklu doğrusal regresyon analizi sonucu..... 78
Tablo 4.55 Model özeti..... 80
Tablo 4.56 SSQ (SG-2) skorlarının yordanmasına ilişkin çoklu doğrusal regresyon analizi sonucu..... 81

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1 Hareket Hastalığına Katılan Sinir Yapıları 9
Şekil 2.2 Duyusal Çatışma Kuramına Dayalı Buluşsal Motor Kontrol, Hareket Algılama ve Hareket Hastalığı Modeli 10
Şekil 3.1 Deneysel Prosedür……..22
Şekil 3.2 Birinci uygulama için Kullanılan Sanal Ortam: Maldive Paradise 27
Şekil 3.3 İkinci uygulama için Kullanılan Sanal Ortam: Roller Coaster 27
Şekil 3.4 Üyelik Fonksiyonu..... 31
Şekil 3.5 Bulanık Mantık Çıkarım Sistemi 32
Şekil 3.6 Çalışmanın Bulanık Mantık Sistem Tasarımı..... 33
Şekil 4.1 GSR (SG-1) Histogram grafiği……...45
Şekil 4.2 GSR (SG-2) Histogram grafiği..... 45
Şekil 4.3 Regresyon Analizi-1 Histogram grafiği..... 71
Şekil 4.4 Regresyon Analizi-1 Standartlaştırılmış Beklenen Değer..... 71
Şekil 4.5 Regresyon Analizi-2 Histogram grafiği..... 74
Şekil 4.6 Regresyon Analizi-2 Standartlaştırılmış Beklenen Değer..... 74
Şekil 4.7 Regresyon Analizi-3 Histogram grafiği..... 79
Şekil 4.8 Regresyon Analizi-3 P-P grafiği..... 79
Şekil 4.9 Regresyon Analizi-3 Standartlaştırılmış Beklenen Değer..... 80
Şekil 4.10 SG-1 Ortamında Fiziksel Aktivite Düzeyi- SG hastalığı ilişkisi..... 83
Şekil 4.11 SG-2 Ortamında Fiziksel Aktivite Düzeyi- SG hastalığı ilişkisi..... 84
Şekil 4.12 Fiziksel Aktivite Düzeyi ve Mevcudiyet Düzeyi- SG hastalığı ilişkisi.... 85
Şekil 4.13 SG-1 ortamında Sağlık verileri ile SG hastalık ilişkisi bulanık mantık diyagram (İnput1: Vücut kitle endeksi, input2: Büyük tansiyon, input3: Küçük tansiyon ve input4: Nabız) 87
Şekil 4.14 SG-1 ortamında sağlık verileri ile SG hastalık ilişkisi kural gösterim ve bulanık çözüm 88
Şekil 4.15 SG-2 ortamında sağlık verileri ile SG hastalık ilişkisi bulanık mantık diyagram (İnput1: Vücut kitle endeksi, input2: Büyük tansiyon, input3: Küçük tansiyon ve input4: Nabız) 89

Şekil 4.16 SG-2 ortamında sağlık verileri ile SG hastalık ilişkisi kural gösterim ve bulanık çözüm 90
Şekil 4.17 SG-2 ortamında fiziksel aktivite düzeyi ve mevcudiyet duygusu- SG hastalığı ilişkisi bulanık diyagram 91
Şekil 4.18 SG-2 ortamında fiziksel aktivite düzeyi ve mevcudiyet duygusu- SG hastalığı ilişkisi kural tabanı 91
Şekil 4.19 SG-2 ortamında fiziksel aktivite düzeyi ve mevcudiyet duygusu- SG hastalığı ilişkisi kural gösterim ve bulanık çözüm 93
Şekil 4.20 SG-2 ortamında fiziksel aktivite düzeyi ve mevcudiyet duygusu- SG hastalığı ilişkisi bulanık çözüm matrisi 94

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Sanal Gerçeklik (SG), bilgisayar ortamında oluşturulmuş, kullanıcılara gerçek zamanlı etkileşim sunan çoklu duyusal simülasyonlardır. SG görme, işitme, dokunma ve kinestetik duyu algıları gibi çoklu duyusal ortamlar sunmaktadır [1]. Kullanıcılar, 3 boyutlu gözlükler ve kafaya monte ekranlar sayesinde SG ortamlarını deneyimleyebilmektedir. Sanal gerçekliğin sunmuş olduğu sınırsız geliştirme imkânları sayesinde birçok sektörde farklı amaçlar için kullanılması yaygınlaşmaktadır. Yüksek kaliteli, düşük maliyetli donanımların geliştirilmesi ve yaygınlaşması ile birlikte, SG laboratuvar tabanlı bir teknoloji olmaktan çıkmış, birçok alanda yaygın olarak kullanılmaya başlanan bir teknolojiye dönüşmüştür [2]. Günümüzde, eğitim, sağlık, havacılık, lojistik, turizm ve eğlence sektörleri başta olmak üzere birçok alanda kullanılmaktadır [3,4].

SG, günümüzde iş, eğlence, iletişim, eğitim gibi alanlarda kullanılmaya başlanan ve yakın gelecekte yaşam biçimini değiştirmeyi vaat eden bir teknolojidir. SG simülatörleri, 19. Yüzyılın başlarında, ilk olarak savunma ve havacılık gibi alanlarda kullanılmaya başlanmıştır. SG, gelişimi ile endüstri 4,0'ın bir parçası olup, eğitim sektörü için iyi bir araçtır. SG teknolojisinin günümüzdeki uygulamalarına bakıldığında, sıklıkla personel eğitim süreçlerinde kullanıldığı görülmektedir. SG teknolojisi sayesinde; farklı koşullara sahip eğitim ortamları kolaylıkla simüle edilebilmektedir. Bu sayede ciddi bir kaynak tasarrufu sağlanarak, eğitim maliyetleri düşürülmektedir [5]. SG teknolojileri kaynak tasarrufu sağlamanın yanında, eğitim süreçlerini daha ilgi çekici bir hale getirmektedir. Bu sayede öğrenme daha kolay ve kalıcı olmaktadır. Tıp, havacılık ve savunma sanayi başta olmak üzere; farklı branşlardaki eğitimlerde SG teknolojisinin kullanımı yaygınlaşmaktadır. Tıbbi ve bilgisayar teknolojilerinin gelişmesi ile sağlık sektörü açısından da önem kazanmıştır. SG teknolojisi uygulamaları sayesinde zor, karmaşık ve soyut konular görsel olarak desteklenip, deneyimlenmesi sağlanarak öğrenimi kolaylaştırılmaktadır. Tıp,

havacılık, savunma sanayi ve bunun gibi alanların öğrenme süreçlerinde hata toleransı oldukça düşüktür. SG teknolojisi; bu alan profesyonellerine ve öğrenme sürecinde olan bireylere fazla sayıda deneme yapma, doğru ve hatalı durumları anlık olarak takip edebilme, hata yapma baskısı olmadan özgür eğitim ortamı sağlama olanakları sunmaktadır [7,8].

SG teknolojilerinin sıkça kullanıldığı bir diğer alan pazarlama sektörüdür. SG pazarlama sektöründe duyusal uyarıcılar aracılığıyla insanların ürünlere ilişkin algılarını da etkilemektedir. İşletmeler ürün ve hizmetlere yönelik görsel ve işitsel içerikler yoluyla tüketicinin bilinçaltını etkilemekte ve farklılaştırılmış bir pazarlama faaliyeti gerçekleştirilmesini sağlamaktadır. Bu yönü ile turizm sektöründe de benzer uygulamalar kullanılmaktadır. Bu teknolojiler ile kullanıcılara sağlanan bilgiler, kullanıcının özelliklerine ve ihtiyaçlarına göre kişiselleştirilebilmektedir. Ayrıca sektörün ihtiyaç duyduğu dinamik, etkileşimli ve eğlenceli hizmet sunumunun gerçekleştirilmesi noktasında ciddi yenilikler sağlamaktadır. Sanal gerçekliğin ticari olarak en yoğun şekilde kullanıldığı sektör oyun ve eğlence sektörüdür. Özellikle son yıllarda büyük teknoloji şirketlerinin ve oyun geliştiricilerinin sanal gerçekliğe yaptıkları yatırımlar ile birlikte SG teknolojisine sahip uygulamalar daha fazla kullanıcı kitlesine ulaşmıştır [8-10].

SG teknolojileri, birçok alanda yenilik ve kolaylığa imkân tanırken, bu teknolojilerin kullanımında birtakım engellerle karşılaşılmaktadır. Sürükleyici sanal ortamlar başta olmak üzere; sanal ortam deneyimi yaşayan bireyler, terleme, esneme, baş dönmesi, uzamsal uyum bozukluğu, göz yorgunluğu, dengesizlik, yorgunluk, mide bulantısı ve kusma gibi belirtiler geliştirebilmektedir. Bu durum literatürde ‘Sanal Gerçeklik Hastalığı’ olarak ifade edilmektedir. SG simülatörlerini deneyimlerken, semptom gelişen kullanıcılar olduğu gibi hiç etkilenmeyen kullanıcılarda mevcuttur. SG teknolojisinin gelişiminin sürekliliği için bu semptomları ortadan kaldırmak veya azaltmak için çalışılması gereklidir. SG Hastalığı ile ilgili yapılan çalışmalarda, daha çok hastalığa neden olan mekanizma üzerinde durulmuştur. Birçok araştırmacı, bu durumu duyusal çatışma, hareket-foton gecikmesi, optik akış hızı, arka plan karmaşıklığı, aslına uygunluk ve diğer teoriler dâhil olmak üzere çeşitli şekillerde

açıklamaya çalışmıştır [11,12]. Çeşitli teoriler olmasına karşılık, hastalığın görülmesinin altında yatan mekanizma henüz kesin olarak ortaya konulamamıştır. Bu çalışmalarda örneklem büyüklüğünün az olması, metodolojik eksikliklerden dolayı daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

1.1 Çalışmanın Amacı ve Önemi

SG Ortamlarının insan sağlığı üzerindeki etkileri araştırılması gereken güncel bir konudur. İlgili literatür incelendiğinde, kullanıcıların bireysel özellikleri, SG ortam türü özellikleri ve SG cihaz türleri ile SG hastalığı ilişkisini araştıran çalışmalar olduğu görülmektedir [12,13]. Ancak; bu çalışmalar içerisinde konuyu bütünsel olarak ele alan bir çalışma bulunmamaktadır. İlgili literatürde, cinsiyet, yaş, taşıt tutması öyküsü gibi bireysel özelliklerin semptomların görülme sıklığı üzerindeki etkisini inceleyen araştırmalar varken; sağlık verileri (tansiyon, nabız satürasyon, cilt tepkisi), BMI, fiziksel aktivite düzeyi, göz kusuru, taşıt tutma öyküsü, SG deneyimi öyküsü ve SG mevcudiyet duygusu gibi geniş bir çerçevede ele alan başka bir çalışma bulunmamaktadır. Ayrıca, fiziksel aktivite düzeyinin SG hastalığı görülmesi üzerindeki etkisine bakan başka hiçbir çalışma yoktur.

Bu çalışmada; SG hastalığının insan sağlığı üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesinde yeni bir yöntem olarak ‘Bulanık Çok Kriterli Yöntem’ ve istatistiksel analiz birlikte kullanılacaktır. Bulanık Yaklaşım; belirsizliklerden kaynaklanan sorunlarla başa çıkmanın doğal bir yolunu sağlamaktadır. ‘Bulanık Mantık Yaklaşımı’nın en büyük yararı, insana özgü deneyimleri öğrenmesidir. Modellemesi kolaydır ve belirsiz kavramları matematiksel olarak ifade etme imkânı sağlamaktadır. Bulanık küme teorisine dayalı modelleme sistemlerinde problemlerin çözümünde birden fazla değer ile değerlendirmeler yapılarak daha gerçeğe yakın sonuçlar çıkartılabilmektedir [14].

SG Hastalığı belirtilerinin varlığı, öznel bildirimlerle veya fizyolojik ölçümler gibi nesnel yöntemlerle değerlendirilebilir. Literatürde bu alanda çalışmalar bulunmasına rağmen, SG hastalığının saptanmasında kullanılan öznel ve nesnel yöntemlerin yetkinliği henüz kesinleştirilememiştir. SG ortamlarının insan sağlığı üzerindeki

etkilerini bulanık tabanlı yaklaşımla değerlendirme çalışmanın bir diğer özgün noktasıdır. Bulanık tabanlı yaklaşımla bireysel özellikler, sağlık verileri, mevcudiyet duygusu, fiziksel aktivite düzeyi ve SG ortam farklılıkları ile SG hastalığı arasındaki ilişkinin bütünsel bir şekilde ortaya konulması literatürde ilktir. Bu alanda araştırma ve uygulamaların arttırılması ile literatürdeki bu boşluğa katkı sağlanması hedeflenmektedir.

Bu araştırmanın amacı, bireysel farklılıkların, mevcudiyet duygusunun ve fiziksel aktivite düzeyinin, iki farklı özellikteki sürükleyici SG ortamını deneyimleyen kullanıcılar üzerindeki etkisinin bulanık mantık çerçevesinde incelenmesidir.

Bu araştırmanın literatüre katkısı aşağıda verilmiştir.

- Yaş, cinsiyet, vücut kitle endeksi (BMI), göz kusuru öyküsü, taşıt tutması öyküsü, SG ortamı deneyimleme öyküsü gibi bireysel özelliklerin SG hastalığı etkilenimi üzerindeki etkisini belirlemektir.
- Tansiyon, vücut sıcaklığı, nabız, satürasyon, galvanik cilt tepkisi (GSR) gibi sağlık verilerinin SG hastalığı etkilenimi üzerindeki etkisini belirlemektir.
- Farklı fiziksel aktivite geçmişine sahip kullanıcılar üzerindeki SG hastalığı etkileniminin araştırılarak, hastalığın fiziksel aktivite düzeyi ile ilişkisini belirlemektir.
- Kullanıcıların SG ortamlarındaki mevcudiyet hissi düzeyinin SG hastalığı etkilenimi üzerindeki etkisini belirlemektir.

Araştırmanın bundan sonraki bölümleri şu şekilde yapılandırılmıştır: SG Hastalığı ve ilgili literatür verilmiştir. Üçüncü bölümde araştırmanın gereç ve yöntemi açıklanmıştır. Dördüncü bölümde analizlere ilişkin bulgulara yer verilmiştir. Beşinci bölümde ulaşılan bulgular tartışılarak, altıncı bölümde sonuçlar ve önerilere yer verilmiştir.

BÖLÜM 2

SANAL GERÇEKLİĞİN İNSAN SAĞLIĞI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ VE BU ETKİLERİN DEĞERLENDİRİLMESİNDE KULLANILAN METODOJİLER

2.1 Sanal Gerçeklik Teknolojisi ve Sektörel Çerçevede İncelenmesi

SG teknolojisi, bilgisayar teknolojisi kullanarak, başa takılabilen ekranlar, gözlükler ve diğer dokunsal cihazlar kullanılarak görselleştirilebilen, değişen manzaralarla karakterize edilen sanal ortamlar oluşturur. Tıp, eğitim, eğlence, turizm ve oyun gibi farklı alanlarda gelecek vaat eden uygulamalara sahip, büyüyen bir teknolojidir [13]. Günümüzde eğitim, havacılık, sağlık, savunma sanayi, oyun ve eğlence alanlarında farklı amaçları karşılayabilmek amacıyla kullanılmaya ve geliştirilmeye devam etmektedir. Sanal gerçekliğin sunmuş olduğu sınırsız geliştirme imkânları sayesinde farklı alanlarda birçok amaç için kullanılabilmektedir [13].

Teknolojinin gelişim süreci incelendiğinde birçok teknolojik gelişme ilk olarak askeri amaçlı savunma endüstrisinde kullanılmak amacıyla tasarlanmıştır. Diğer teknolojilerde olduğu gibi sanal gerçekliğin de geliştirilme amacı savunma endüstrisinde kullanılmak için olmuştur. Zamanla diğer sektörlerde de SG kullanılmaya başlanmıştır. Savunma endüstrisinde; insansız hava aracı sistemlerinin test ve eğitimi için SG ve simülatör teknolojileri, simülasyon ile muharebe modelleme ve harp oyunu teknolojileri SG tabanlı kolluk atış eğitim sistemleri gibi çeşitli uygulamalar bulunmaktadır [5]. SG savunma sanayisinde, personel eğitim süreçlerinde yoğun olarak kullanılmaktadır. Özellikle askeri personel yetiştirmek amacıyla askeri ekipman ve araçların kullanımı, tatbikat ve operasyon eğitimleri için SG simülasyonları tercih edilmektedir. Geliştirilen simülasyonlar askeri personele

farklı koşullar altında birçok kez deneme ve eğitim şansı sunmaktadır. Böylece daha donanımlı askeri personel yetiştirmek mümkün olmaktadır [5].

Sanal gerçekliğin sıklıkla kullanıldığı bir diğer sektör havacılıktır. Havacılık sektöründeki uygulamalar incelendiğinde özellikle pilotluk eğitimi için SG simülasyonları geliştirmeye yönelik araştırmalar gün geçtikçe artmaktadır. Pilotluk eğitiminde kullanılan SG simülasyonları eğitim maliyetlerini düşürmekle birlikte farklı koşullara ve zorluk seviyelerine göre kolayca simüle edilebildiği için yetiştirilen bireylerin daha donanımlı olmasını sağlamaktadır [6].

SG ile birlikte eğitim süreçleri interaktif ve ilgi çekici olmaya başlamıştır. Bununla birlikte öğrenme daha kolay ve kalıcı olmaktadır. SG uygulamaları farklı branştaki eğitimler için kullanılmaktadır. SG sayesinde zor, karmaşık ve soyut konular görsel olarak desteklenip, deneyimlenmesi sağlanarak öğrenimi kolaylaştırılmakta ve bilgilerin daha kalıcı olması sağlanmaktadır. SG görsel deneyimleme ile birlikte öğrenimde kalıcılığı sağladığı için yabancı dil eğitimlerinde, özel eğitim ihtiyacı bulunan bireylerin eğitim süreçlerinde sıklıkla kullanılmaktadır [15-17].

Sanal gerçekliğin kullanıldığı bir diğer alan depolama lojistik süreçleridir. Lojistik sektöründe rekabet yüksek olduğu için değişim kaçınılmaz olmuştur. Depo sistemlerde ve eğitim süreçlerinde SG teknolojisinin kullanılması büyük önem teşkil etmektedir. Birçok kargo firması SG gözlüklerini kullanarak yoldaki olası tehlikeleri tespit etmek amacıyla çalışanlarına eğitim vermeyi planlamakta ve hayata geçirmektedir [18].

SG pazarlama sektöründe duyusal uyarıcılar aracılığıyla insanların ürünlere ilişkin algılarını etkilemektedir. İşletmeler ürünlere yönelik görsel ve işitsel içerikler yoluyla tüketicinin bilinçaltını etkilemekte ve farklılaştırılmış bir pazarlama faaliyeti gerçekleştirilmesini sağlamaktadır. Günümüzde birçok firma pazarladığı ürünü simüle ortam ile tüketicinin ayağına götürmektedir. Tüketici alacağı ürünü evinde deneyimleyerek daha kolay ve hızlı karar verebilmektedir [8].

SG turizm sektöründe de yaygın olarak kullanılmaktadır. Turizm sektöründe işletmeler sanal deneyim sırasında insanlara gerçek ortamın havasını yaşatarak, konaklama ortamını tanıtabilecek kadar ilerlemişlerdir. SG turist deneyimini iyileştirme ve turistlerin gerekli bilgilere ulaşmalarına yardımcı olma potansiyeline sahiptir. Bu teknolojiler ile kullanıcılara sağlanan bilgiler, kullanıcının özelliklerine ve ihtiyaçlarına göre kişiselleştirilebilmektedir. Ayrıca sektörün ihtiyaç duyduğu dinamik, etkileşimli ve eğlenceli hizmet sunumunun gerçekleştirilmesi noktasında ciddi kolaylıklar sağlamaktadır [9,10]. Sanal gerçekliğin ticari olarak en yoğun şekilde kullanıldığı sektör oyun ve eğlence sektörüdür. Özellikle son yıllarda büyük teknoloji şirketlerinin ve oyun geliştiricilerinin sanal gerçekliğe yaptıkları yatırımlar ile birlikte SG teknolojisine sahip uygulamalar daha fazla kullanıcı kitlesine ulaşmıştır [13].

Sağlık alanında da sanal gerçekliğe olan ilgi gün geçtikçe artmaktadır. SG sağlık alanında eğitim, tedavi, rehabilitasyon, analiz ve test amaçları için kullanılabilmektedir. Sağlık personeli, tıp, diş hekimliği, hemşirelik öğrencilerinin eğitim süreçlerinde ve cerrahi operasyon eğitim simülasyonlarında SG kullanılabilmektedir. Eğitim amacıyla kullanılan SG uygulamaları ile birlikte bireylere fazla sayıda deneme yapma, doğru ve hatalı durumları anlık olarak takip edebilme imkânları sağlanabilmektedir [4,7].

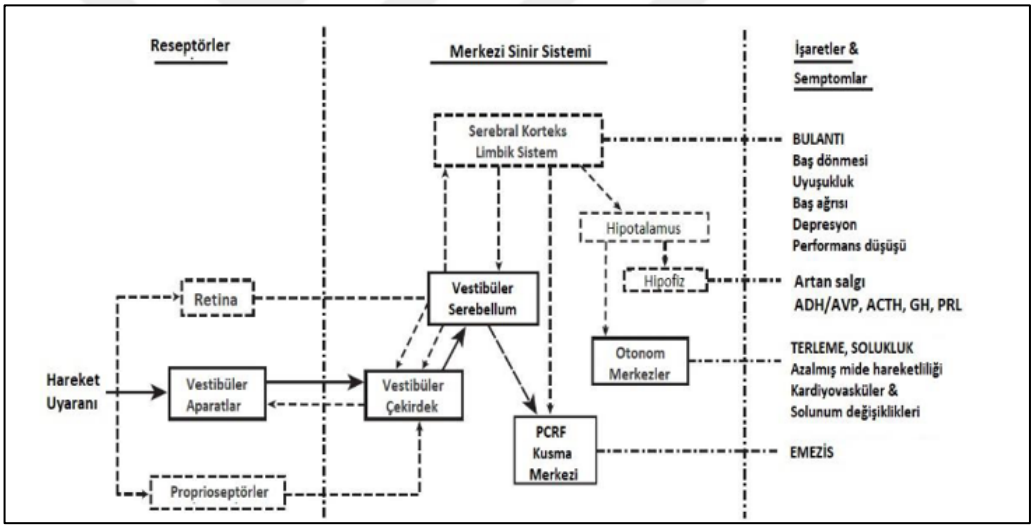
SG, terapi ve rehabilitasyon süreçlerinde yoğun olarak kullanılmaktadır. SG ilk kez savaş gazilerinde travma sonrası stres bozukluğunun tedavisinde kullanılmış, Irak Savaşı gazilerinin tedavisinde kullanımı ile devam etmiştir. Zamanla anksiyete bozukluklarının tedavisi, obsesif kompulsif bozukluk, dikkat eksikliği ve hiperaktivite bozukluğu ile otizm tedavisi gibi çeşitli alanlarda da kullanılır olmuştur. Öncelikli olarak yetişkinlere yönelik olarak tasarlanan SG terapisi programları, zamanla çocuklara yönelik olarak da tasarlanmaya başlamıştır. Okul fobisi, sosyal fobi, asperger ve otizm tedavilerine yönelik olduğu kadar, sosyal becerilerde eksiklik yaşayan çocukların beceri gelişimine yönelik olarak da çeşitli SG programları hazırlanmıştır [11].

2.2 Sanal Gerçeklik Hastalığı

SG teknolojisi kişinin bir dizi gerçekçi sahne ve nesneyle etkileşime girmesine ve eğitim almasına, çoklu duyusal dinamik bir deneyim yaşamasına, sanal bir dünyanın içinde gerçek bir dünyanın içinde olma hissini uyandırmasına olanak tanır. Ancak bu teknolojinin insan üzerindeki etkilerine ilişkin bilgiler hala sınırlıdır [13]. SG sistemleri, birçok alanda yenilik ve kolaylığa imkân tanırken, bu teknolojinin kullanımında birtakım engellerle de karşılaşılmaktadır. SG uygulamalarını kullanılırken karşılaşılan engelleyici faktörlerden biri SG Hastalığı olgusudur. Kullanıcılar, SG deneyimi yaşarken, SG Hastalığı (Siber Hastalık) adı verilen bir hastalık olan taşıt tutmasına benzer belirtiler geliştirebilmektedir. Kullanıcılar, terleme, esneme, baş dönmesi, uzamsal oryantasyon bozukluğu, göz yorgunluğu, dengesizlik, yorgunluk, mide bulantısı ve kusma gibi şikayetler yaşamaktadır [19-21]. Birçok araştırmacı, SG hastalığının ortaya çıkma mekanizmasını, duyusal çatışma, hareket-foton gecikmesi, optik akış hızı, arka plan karmaşıklığı, aslına uygunluk ve diğer teoriler dâhil olmak üzere çeşitli şekillerde açıklamaya çalışmıştır. Ancak, bu hoş olmayan duygunun (ve aslında tüm taşıt tutma biçimlerinin) oluşmasında baskın olarak rol oynayan sinirsel mekanizma henüz açıklanamamıştır [12,19-22].

SG hastalığı SG teknolojisinin gelişmesinin ve yaygınlaşmasının önündeki en büyük engellerden biridir. Kullanıcılar, SG deneyimi yaşarken, ‘SG Hastalığı (Siber Hastalık)’ adı verilen bir hastalık olan taşıt tutmasına benzer belirtiler geliştirebilmektedir. Semptomları taşıt tutması/hareket hastalığı semptomları ile benzerlik gösterir. SG Hastalığı; hareket hastalığı, simülatör hastalığı ve siber hastalık gibi farklı şekillerde adlandırılmaktadır. Bu ifadeler temelde benzer olsalar da tamamıyla aynı değildir. Hareket hastalığı olgusu, fiziksel veya görsel harekete maruz kalma ile ilişkili, kolaylıkla gözlemlenebilir rahatsızlık belirtileri olarak ifade edilir (Şekil 2,1) [25]. Diğer bir ifadeyle hareket hastalığı; görsel olarak algılanan durum ile vestibüler sistem tarafından algılanan durumun uyumsuz olduğu anlarda ortaya çıkan fizyolojik bir tepkidir. Etkilenen bireylerde baş dönmesi, oryantasyon bozukluğu, bulantı, kusma, baş ağrısı, terleme, yorgunluk, uyuşukluk gibi semptomlar görülür [19].

Simülatör hastalığı, özellikle uçuş simülatörleri, sabit tabanlı veya tam hareketli olmak üzere farklı türdeki simülatörlerde sıklıkla gözlemlenen benzer bir sendromu tanımlar. Görsel ve vestibüler sistemlerdeki uyumsuz ipuçları arasındaki duyusal bir çatışma ile açıklanır [20]. Siber hastalık, başa takılan ekranlar ile kişiyi bir sanal dünyaya daldırma sonucu ortaya çıkan ve görsel olarak tetiklenen hastalık olarak tanımlanmaktadır. Hareket ve simülatör hastalığından farklı olarak kullanıcılar genellikle hareketsizdir ve hareketli görsel imgeler yoluyla zorlayıcı bir kendi kendine hareket duygusuna maruz kalırlar [12,20,22]. Siber hastalık, hareket ve simülatör hastalığı ile birçok özelliği paylaşmasına rağmen, çalışmalar bu üç sendromun belirtiler ve şiddeti yönünden farklılaştığını göstermektedir [20]. Hareket hastalığı ve simülatör hastalığı ile karşılaştırıldığında, siber hastalık nispeten daha fazla yönelim bozukluğu semptomu ve daha az okülomotor sistemde semptom oluşturur [20].

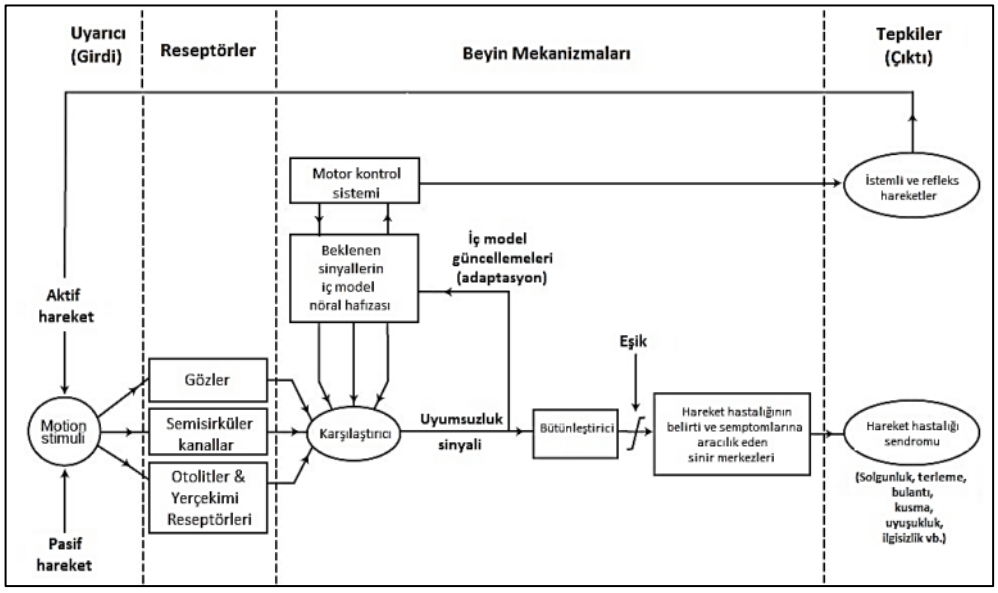


Şekil 2.1 Hareket Hastalığına Katılan Sinir Yapıları [25,26]

SG hastalığı; kişiyi bir sanal dünyaya daldırma sonucu ortaya çıkan ve görsel olarak tetiklenen hastalık olarak tanımlanmaktadır. Hareket hastalığından farklı olarak kullanıcılar genellikle hareketsizdir ve hareketli görsel imgeler yoluyla zorlayıcı bir kendi kendine hareket duygusuna maruz kalırlar. SG hastalığı ise simüle edilen ortamın, eksikliklerinden veya özelliklerinden dolayı ortaya çıktığı düşünülmektedir. [27]. SG hastalığı farklı türlerde simüle ortamlarda, özellikle dönme hareketinin tekrarlandığı simülasyonlarda gözlenmektedir. Temel olarak; SG hastalığının görsel

ve vestibüler sistem arasındaki duyusal çatışmadan kaynaklandığı düşünülmektedir [19-21]. SG hastalığının (ve aslında tüm hareket hastalığı biçimlerinin) kesin nedeni henüz tam olarak anlaşılamamıştır.

SG hastalığını açıklamaya çalışan ve en çok kabul gören teori 'duyusal çatışma teorisi' dir. Bu teori, SG Hastalığının semptomlarının, vücudun yönelimi ve hareketi hakkında bilgi sağlayan görsel, vestibüler ve propriyoseptif duyusal sinyaller arasındaki tutarsızlık nedeniyle ortaya çıktığını öngörmektedir. Diğer bir ifade ile SG hastalığını, insan otonom sinir sistemi ve vücudun yönü arasındaki bilgi akışında yaşanan bir duyusal çatışmadan kaynaklandığını savunmaktadır (Şekil 2.2) [21,22, 28,29]. İkinci yaygın kabul gören teori 'postüral instabilite' teorisidir. Bu teori postüral stabiliteyi korurken SG hastalığını önlemeye odaklanmaktadır. Bununla birlikte, hastalığın kesin bir nedeni olmadığını ve birçok nedenden ortaya çıkabilecek bir durum olduğunu tanımlamaktadır [23]. Son olarak, 'poison teorisi' hastalığın evrimsel bir durumdan dolayı ortaya çıktığını savunur. İnsan vücudunun sanal ortamı bir çeşit tehlike ve zararlı durum olarak algıladığını; insan vücudunun bu zararlı, (zehirli) durumu gidermek için terleme ve kusma ile yanıt verdiğini ifade etmektedir [24].



Şekil 2.2 Duyusal Çatışma Kuramına Dayalı Buluşsal Motor Kontrol, Hareket Algılama ve Hareket Hastalığı Modeli [25,30].

Duyusal çatışma teorisinde açıklandığı üzere gözler kendi kendine hareketi iletirken, vestibüler ve propriyoseptif sistem durağanlığı belirtir. Önceki deneyimlere dayalı olarak beklenen ile sonuç uyumlu olmadığı için, SG hastalığı ortaya çıkabilmektedir. Birçok eğitim ve rehabilitasyon uygulamasında kullanılan sürüş simülatörlerinde, SG hastalığı daha sık görülmektedir [31]. Genel olarak insanlar kendilerini hasta hissettiklerinde SG ortamlarını deneyimlemekten ve SG cihazlarını kullanmaktan kaçınırlar. SG ortamlarının ve SG cihazlarının kullanımının iyileştirilmesi için SG hastalığı sorununun ele alınması gerekmektedir. Bu nedenle, SG hastalığına duyarlı kişilerin SG cihazlarını kullanabilmesi için SG hastalığını ortadan kaldıracak veya en azından hafifletecek bir yol sağlamak önemlidir. SG hastalığını azaltmanın çeşitli yolları hareket platformları, dinlenme çerçeveleri, adaptasyon ve yeterli iyileşme süreleridir [32]. Duyusal çatışma teorisi, SG hastalığını öngörürken, hareket platformları, dinlenme çerçeveleri, adaptasyon ve yeterli iyileşme süreleri gibi yöntemler hastalığın etkileriyle baş edebilmektedir. Örnek olarak; dinlenme çerçevesi hipotezi, seçilen dinlenme çerçevesi ile öznenin hareketi arasındaki eşleşmeye bağlı olarak SG hastalığını tahmin etmektedir. Katılımcıların kendi kendine hareket etmemesi durumunda, seçilen sabit bir dinlenme çerçevesi SG hastalığını azaltırken, hareketli bir dinlenme çerçevesi ise onu arttırmaktadır [33].

Sanal gerçeklikte hareket araçları konusu kritiktir. Çünkü sanal alanın kapsamı küçük laboratuvar odaları veya sunum ekranlarına bağlı kablolar gibi sınırlamalar nedeniyle sanal alanın boyutuyla eşleşmez. Bu nedenle birçok çalışma pasif hareket kullanır. Çoğunlukla bir sandalyede otururken sanal bir roller coaster yolculuğu, baş kontrollü navigasyonlar, kumandayla kontrol edilen video oyunları kullanılır [1,12,13,20].

Literatürde SG hastalığı üzerine yapılan çalışmalar incelendiğinde, bu çalışmaların SG sistemlerinin insan fizyolojisi üzerindeki karakteristik etkilerine değindikleri görülmektedir. Ayrıca birçok araştırmacı SG hastalığını tetikleyen sinirsel mekanizmayı açıklamaya çalışmıştır. Ancak SG hastalığının oluşmasında etkili olan sinirsel mekanizma henüz tam olarak açıklanamamıştır. SG hastalığı çalışmalarının yoğunlaştığı bir diğer alan, bu hastalığın şiddeti ve ölçülebilmesi durumudur. Çoğu araştırmada; SG hastalığının ölçülebilmesinde açıklayıcı bir model oluşturmak için

Simülatör Hastalık Anketi (SSQ) kullanılmıştır [34-37]. Simülatör Hastalık Anketi, Kennedy ve ark (1993) tarafından geliştirilen ve SG hastalığı alanında sıklıkla kullanılan genel geçerliliği bulunan bir ölçektir [39]. Ancak ölçeğin sübjektif bildirimlere dayanması, zaman içerisinde nicel yöntemlerin gerekliliğinin fark edilmesini sağlamıştır. Bu nedenle 'Simülatör Hastalık Anketi' ve 'Öznel Rahatsızlık Düzeyi' gibi nitel veri sunan ölçeklere ek olarak, fizyolojik ölçümlerle hastalığın şiddetinin değerlendirilmesi üzerine de çalışmalar yapılmaya başlanmıştır. Bu çalışmalar; SG hastalığı ölçüm yöntemleri, hastalığın ortaya çıkmasında etkili olan faktörler ve SG hastalığının etkilerinin azaltılması için ihtiyaç duyulan iyileştirmeler konusunda kapsamlı bir inceleme sunmaktadır [37-40]. SG hastalığının ortaya çıkmasında etkisi olduğu düşünülen faktörler çok çeşitlidir. Ortam durumu, görüntü kalitesi, görüntü çeşidi, video içerik türü gibi faktörler SG hastalığının ortaya çıkmasında etkili olabilmektedir [27,29]. Literatürde; SG hastalığı üzerine yapılan bir diğer araştırma alanı, hastalığın ölçülebilmesi için etkili ve yetkin bir ölçüm aracı geliştirme hususudur. Bu alanda yapılan araştırmalar nispeten daha kısıtlıdır [27,29,40,41]. Bazı çalışmalarda mevcut SG hastalığı indeksleri kullanılarak hastalığın şiddetinin ölçülmesi amaçlanmıştır. Aynı zamanda geliştirilen bu ölçeklerin karşılaştırıldığı çalışmalar da mevcuttur [41]. SG hastalığının ölçülmesinde kullanılan yöntemler zaman içerisinde çeşitlenmiştir. Kullanılan ölçek ve indekslere ek olarak, kalp ritmi, sıcaklık, galvaniz cilt yanıtı, delta (δ), teta (θ), alfa (α) ve beta (β) gibi elektroensefalografi ritim enerji oranları gibi nicel veriler de çalışmalarda kullanılmaya başlanmıştır. Bu yöntemlerin sonuçları önceki araştırmaların karşılaştırılmasında ve yeni çalışmaların ortaya çıkmasında oldukça değerlidir [42].

Literatürde SG hastalığı olgusunun bireyler arasında nasıl farklılıklar gösterdiğine ilişkin çalışmalar bulunmaktadır. Yaş ve cinsiyet faktörlerinin hastalık üzerindeki etkisine ilişkin araştırmalar yapılmıştır. Bu araştırmalarda yaşlı, çocuk gibi dezavantajlı gruplarda rahatsızlık görülme oranlarının daha yüksek olduğu bulunmuştur [43-45]. Öte yandan hastalık etkilerinin sektörel çerçevede nasıl değiştiğine ilişkin yapılan çalışmalar kısıtlıdır. SG teknolojisi; hemşirelik, ebelik, tıp gibi uygulamalı sağlık eğitimlerinde, havacılık eğitimlerinde, arama kurtarma eğitimlerinde sıkça kullanılmaktadır. Ancak mevcut çalışmalar incelendiğinde; sanal

gerçekliğin insan sağlığı üzerindeki etkilerinin sektörel çerçevede değiştiğine ilişkin somut bir bulgu yoktur [46,47]

Literatürde yer alan çalışmalar ışığında; SG hastalığı üzerine yapılan çalışmaların öznel ve nesnel değerlendirme araçlarının etkinliği, SG ortamlarındaki farklılıkların hastalık üzerine etkisi, nicel yöntemlerle ölçüm gibi konularda yoğunlaştığı sonucuna varılmaktadır. Yürütülecek araştırma kapsamında, kullanılacak bulanık mantık yaklaşımı SG hastalığı alanında yeni bir yöntemdir. SG teknolojilerinde bulanık mantık yaklaşımı kullanılan çalışmalar bulunmaktadır. Ancak yöntem daha çok ürün tasarımı, ortam geliştirme gibi süreçlerde karar verme / değerlendirme yöntemi olarak kullanılmaktadır [48-51]. SG hastalığı ve bulanık mantık yaklaşımının birlikte olduğu çalışma sayısı çok kısıtlıdır. Literatürde bulanık mantık yaklaşımını kullanarak SG hastalığı olgusunu inceleyen araştırmalara bakıldığında bu çalışmaların; bireysel özelliklerin SG hastalığı üzerindeki etkisinin tahmini ve SG ortamlarının SG hastalığı üzerindeki etkisinin tahmini konularına yoğunlaştığı görülmektedir [52,53].

Literatürde SG Bulanık Mantık ilişkili çalışmalar; SG teknolojileri kullanılarak ortam/ürün simülasyonu ve değerlendirilmesi/ seçimi, SG araçlarının çok kriterli yöntemlerle değerlendirilmesi, SG ortamlarının çok kriterli yöntemlerle değerlendirilmesi ve SG teknolojisinin insan üzerindeki etkileri konularında yoğunlaşmaktadır [52,53]. SG teknolojilerinin insan üzerindeki etkilerinin karşılaştırılması ile ilgili çalışmalar diğer alanlardaki çalışmalara kıyasla daha kısıtlıdır. Sanal Gerçekliğin yeni bir teknoloji olması ve yakın geçmişte yaygınlaşmaya başlaması nedeniyle insan üzerindeki etkileri henüz tam anlamı ile bilinmemektedir. Sanal Gerçekliğin insan üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesi ve bu değerlendirme yapılırken çok ölçütlü yöntemlerden faydalanılması literatürde geliştirilmesi gereken alanlardan biri olarak tanımlanabilir. Sanal Gerçekliğin insan üzerindeki etkilerine yönelik bulanık mantık yaklaşımı kullanan çalışmalar oldukça kısıtlıdır. Bu alandaki deneysel çalışmaların arttırılması literatürdeki boşluğa katkı sunacaktır.

2.3 Sanal Gerçekliğin İnsan Sağlığı Üzerindeki Etkilerinin Değerlendirilmesinde Kullanılan Araçlar

2.3.1 Öznel Değerlendirme Araçları

2.3.1.1 Simülatör Hastalık Anketi

Öznel ölçüm yöntemleri SG hastalığını ölçmek için yaygın olarak kullanılmaktadır [54,55]. Bu yöntemlerden en sık kullanılanı Kennedy ve arkadaşlarının (1993) geliştirdiği Simülatör hastalık anketi (SSQ)'dir [39]. Simülatör Hastalığı Anketi, simülatör/ taşıt tutmasının etkilerini ölçmek için standart bir yöntem sunar. SSQ kullanılarak yürütülen araştırmaların çoğunluğu sadece Toplam Skor (TS) puanını bildirmiştir [54].

Kim ve ark. (2018), Simülatör hastalık anketinin bir versiyonunu yaparak, SG hastalık anketini (SGSQ) geliştirmişlerdir [56]. Simülatör hastalık anketi 16 sorudan oluşmaktadır. Bu sorular mide bulantısı (N), okülomotor (O), oryantasyon bozukluğu (D) ve ağırlıklı toplam (T) olmak üzere 4 bileşen altında yer almaktadır.

2.3.1.2 Sanal gerçeklik hastalığı anketi

Kim ve ark [41] tarafından geliştirilen '***Sanal Gerçeklik hastalığı anketi***', Simülatör hastalık anketinin bir versiyonu olup, 9 sorudan oluşmaktadır. Simülatör hastalık anketindeki bulantı sorularının çıkarılması ile oluşturulmuştur.

2.3.1.3 Öznel Rahatsızlık Düzeyi Ölçeği

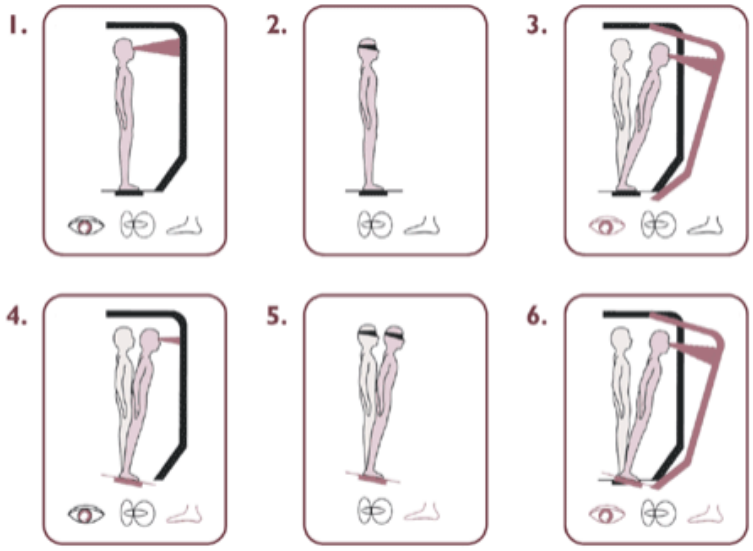
Kişisel rahatsızlık veya sıkıntının ölçümünde kullanılabilen çok daha basit ama aynı zamanda etkili bir başka yöntem, 'Öznel Rahatsızlık Düzeyi Ölçeği' dir. Öznel rahatsızlık düzeyi ölçeği hem duygusal hem de fiziksel rahatsızlığın bir ölçüsü olarak kullanılabilir. Anlaşılması kolaydır, travma sonrası stres bozukluğu araştırmalarında sıklıkla kullanılır. Öznel Rahatsızlık Düzeyi Ölçeği 0 ile 10 aralığında (0 sıkıntı olmadığını ve 10 maksimum sıkıntıyı gösterir) puanlanan tek maddelik anketten

oluşur. Kolay bir değerlendirme sunması yönüyle SG uygulamalarında başarıyla uygulanabilmektedir [27,29].

2.3.1.4 Duyusal Oryantasyon Testi

Duyusal Oryantasyon Testi (DOT), görsel ve proprioseptif veriler bozulduğunda bireyin yerçekimi merkezinin konumunu kontrol etme yeteneğini değerlendiren, statik ve dinamik denge hakkında bilgi sağlayan bir testtir. Bu test, postural kontrolü sağlayan somatosensöriyel, görsel ve vestibüler sistemlerdeki anormallikleri objektif olarak belirleyen altı bölümden oluşur. Test sırasında, bireyin dengede kalabilmesi için görsel ve proprioseptif sistemlerden gelen bilgilere ihtiyaç vardır. DOT puanlarının yorumlanması yapılırken, bireyden elde edilen veriler, maksimum teorik sınırla karşılaştırılır. Sonuç, 0-100 arasında bir oranda çıkar ve "100" kusursuz kararlılık anlamını taşır. Tüm skorların ağırlıklı ortalaması alınarak birleşik skor elde edilir [57,58].

1- Testin ilk aşamasında bireyden gözleri açık olarak ayakta dik durması istenir ve sadece statik denge değerlendirilir.
2- Aynı test gözler kapalı olarak yapılır.
3- Platform (kişinin üzerinde durduğu zemin) tamamen sabitken paravan (görsel çevre) hareket eder. Gözler açıktır.
4- Sadece platform hareketli, gözler açıktır.
5- Dördüncü bölümle aynıdır, sadece kişinin gözleri kapalıdır.
6- Gözler açık hem platform hem paravan hareketlidir [58] Şekil 2.3).



Şekil 2.3 Duyu Organizasyon Testi [57,58].

2.3.1.5 Beck Anksiyete Ölçeği

Bireylerin yaşadığı anksiyete belirtilerinin sıklığının belirlenmesi ve anksiyete düzeyini ölçmek için kullanılan bu ölçek Beck ve ark [59] tarafından geliştirilmiştir. Yirmi bir maddeden oluşan, 0-3 arası puanlanan Likert tipi olan ölçeğin puan aralığı 0-63'tür. Bu ölçekten alınan toplam puanların yüksekliği, bireyin yaşadığı anksiyetenin şiddetini göstermektedir.

2.3.1.6 Barf Bulantı Ölçeği

Bulantı genellikle kusma ile seyreden bir semptom olup, insanı rahatsız eden, hoş olmayan bir duygu durumu oluşturur. Bulantı ve kusma, SG ortamında yaşanan görsel-vestibüler uyumsuzluk nedeni ile en çok karşılaşılan semptomlardan biridir. SG hastalığı ile ilgili yapılan araştırmalarda Baxter Bulantı Yüz İfadeleri (BARF) bulantı ölçeği sıkça kullanılmaktadır [60]. BARF Bulantı Ölçeği, bulantıyı nötr (bulantı yok) ile kusma (maksimum bulantı) arasında derecelendiren altı madde ve bu maddelerin her birini tanımlayan altı yüz ifadesi içeren resimli bir bulantı ölçeğidir [61].

2.3.2 Nicel ve Nesnel Ölçüm Araçları

SG Hastalığı için güvenilir nicel ve nesnel ölçüm yöntemi bugüne kadar kesin olarak oluşturulmamıştır. Elektroensefalografi (EEG), elektrokardiyografi (EKG), elektrogastrografi (EGG), kalp hızı değişkenliği (HRV) ve galvanik cilt yanıtı (GSR), vücut ısısı, insan vücudundan gelen SG hastalığının nicel ve nesnel değerlendirmesi için kullanılabilecek sinyallerdir [1,12]. EEG; beyindeki sinirsel iletimi ve hareketleri analiz etme yöntemidir. EKG; kalpteki kasların kasılması yoluyla analiz etme yöntemidir. EGG; mide ve bağırsak kaslarını kas kasılması yoluyla analiz etme yöntemidir. GSR; duygusal durumlar, bilişsel yük ve fizyolojik stres ile ilişkili ter bezi aktivitesindeki varyasyonları yansıtan, cildin elektriksel iletkenliğindeki değişiklikleri ölçme yöntemidir [62]. Bu nicel ölçümler SG çalışmalarında nesnel değerlendirme araçları olarak kullanılmaktadır [1,12,42,63]. Bunlar arasında EEG, gerçek ve sanal dünyalar arasındaki karşılaştırmalar, bilişsel eğitim görevleri, 2B ve 3B ekran karşılaştırmaları ve SG simülasyonları için sanal gerçeklikte en sık kullanılanıdır [12].

Literatürdeki çalışmalar bu fizyolojik değerlendirmelerin SG hastalığı hakkında bilgi verdiğini göstermektedir [64,65]. Ancak mevcut çalışmalar bu verilerin güvenilirliğinin artması için daha çok veriye ihtiyaç duyulduğunu belirtmektedir [12]. Mevcut literatürde yer alan başlıca çalışmalar ve bu kullanılan yöntemlere ilişkin özet Tablo 2.1'de verilmiştir.

Tablo 2.1 SG ortamlarının insan sağlığı üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesinde kullanılan yöntemler

Değerlendirme Aracı	**Kaynak**	**Türü**	**Sonuçlar**
Simülatör Hastalık Anketi (SSQ)	[1],[12],[13],[19], [20],[21],[23],[27], [29],[31],[33],[34], [35],[36],[41][43], [44],[45],[52],[53], [54],[55],[56],[63], [66],[69],[70],[86], [87],[89],[92]	Öznel	semptoma özgü şiddetin değerlendirilmesine olanak tanır. Bireysel semptomları ayrıntılı analiz eder
SG Hastalık Anketi (VRSQ)	[1],12],[13],[41], [43],[56],[64]	Öznel	Semptoma özgü şiddetin değerlendirilmesine olanak tanır. Bireysel semptomları ayrıntılı analiz eder
Hızlı Hareket Hastalığı Anketi (FMS)	[1],[44]	Öznel	Genel puanlama yapar
Duyusal Oryantasyon Testi, Postural Stabilite	[43],[44],[45], [84],[85],[89],[90]	Öznel	SG hastalığı semptomları ile kolerasyonlar bulunmuştur
Beck Anksiyete Anketi	[36]	Öznel	Genel puanlama yapar
Barf Bulantı Ölçeği	[40],[64],[92]	Öznel	Bulantı şiddetini değerlendirir
Öznel Rahatsızlık Düzeyi Ölçeği	[27],[29]	Öznel	Semptoma özgü şiddetin değerlendirilmesine olanak tanır
Elektrogastrografi (EGG),	[34],62	Nesnel	SG hastalığı semptomları ile kolerasyonlar bulunmuştur
Elektroensefalografi (EEG)	[12],[34],[42], [63],[92]	Nesnel	SG hastalığı semptomları ile kolerasyonlar bulunmuştur
Elektrodermal Aktivite (EDA/GSR)	[1], [27], [64], [65]	Nesnel	SG hastalığı semptomları ile kolerasyonlar bulunmuştur
Vücut Sıcaklığı	[27],[40]	Nesnel	SG hastalığı semptomları ile kolerasyonlar bulunmuştur
Solunum Frekansı	[27],[36],[64]	Nesnel	SG hastalığı semptomları ile kolerasyonlar bulunmuştur
Kalp atış Hızı (HRV)	[27], [64], [34], [35],[36], [40],[65]	Nesnel	SG hastalığı semptomları ile kolerasyonlar bulunmuştur
Elektrokardiyografi (EKG),	[35]	Nesnel	SG hastalığı semptomları ile kolerasyonlar bulunmuştur

BÖLÜM 3

GEREÇ VE YÖNTEM

3.1 Araştırma Evreni ve Örneklem-Örneklem Seçme Yöntemi

Bu çalışma, sanal bir ortamın kullanıcı üzerinde neden olduğu, terleme, esneme, baş dönmesi, uzamsal uyum bozukluğu gibi etkilerinin araştırılması amacıyla yapılan prospektif bir çalışmadır. Araştırmanın evrenini; Bingöl Üniversitesi personeli ve öğrencilerinden gönüllü katılımcılar oluşturmaktadır. 18 Yaşından küçük olmak, 65 Yaşından büyük olmak, işitsel veya sistemik rahatsızlığı bulunmamak, denge sorunu yaşamamak araştırmanın değerlendirmeye alınmama unsurlarındandır. Araştırma için gereken minimum katılımcı sayısının hesaplanmasında güç analizi kullanılmıştır. Analiz için G-Power 3.1 yazılımı kullanılmıştır. Jasper vd. [66] yürüttükleri çalışma referans alınarak, çoklu regresyon çalışmalarında, %85 güç, α: 0,05 hata düzeyinde örneklem toplam 63 kişi bulunmuştur. Literatürde SG hastalığı alanında yürütülen çalışmalardaki örneklem sayıları da bu sonucu destekler niteliktedir. Bu doğrultuda veri kayıpları da düşünülerek 73 kişiye uygulama yapılmıştır. Çalışmaya katılan kullanıcılar gönüllü olarak belirlenmiştir. Çalışma başlamadan önce Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Sağlık Bilimleri Girişimsel Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'na başvurularak izin alınmıştır. (Tarih: 16.03.2023, Karar No:03-105) (EK-1).

Çalışmaya Dahil Edilme Kriterleri

- 18-65 yaş arası olan,
- Okuryazar olan,
- Çalışmaya katılmayı kabul eden,

Çalışma Dahil Edilmeme Kriterleri

- Görsel, işitsel veya sistemik rahatsızlığı olan,
- Denge sorunu yaşayan,

- Hipertansiyon ve hipotansiyon tanısı olan,
- Hamile olan

Çalışmadan Çıkarılma Kriterleri

- Kendi isteğiyle çalışmadan ayrılmak isteyen

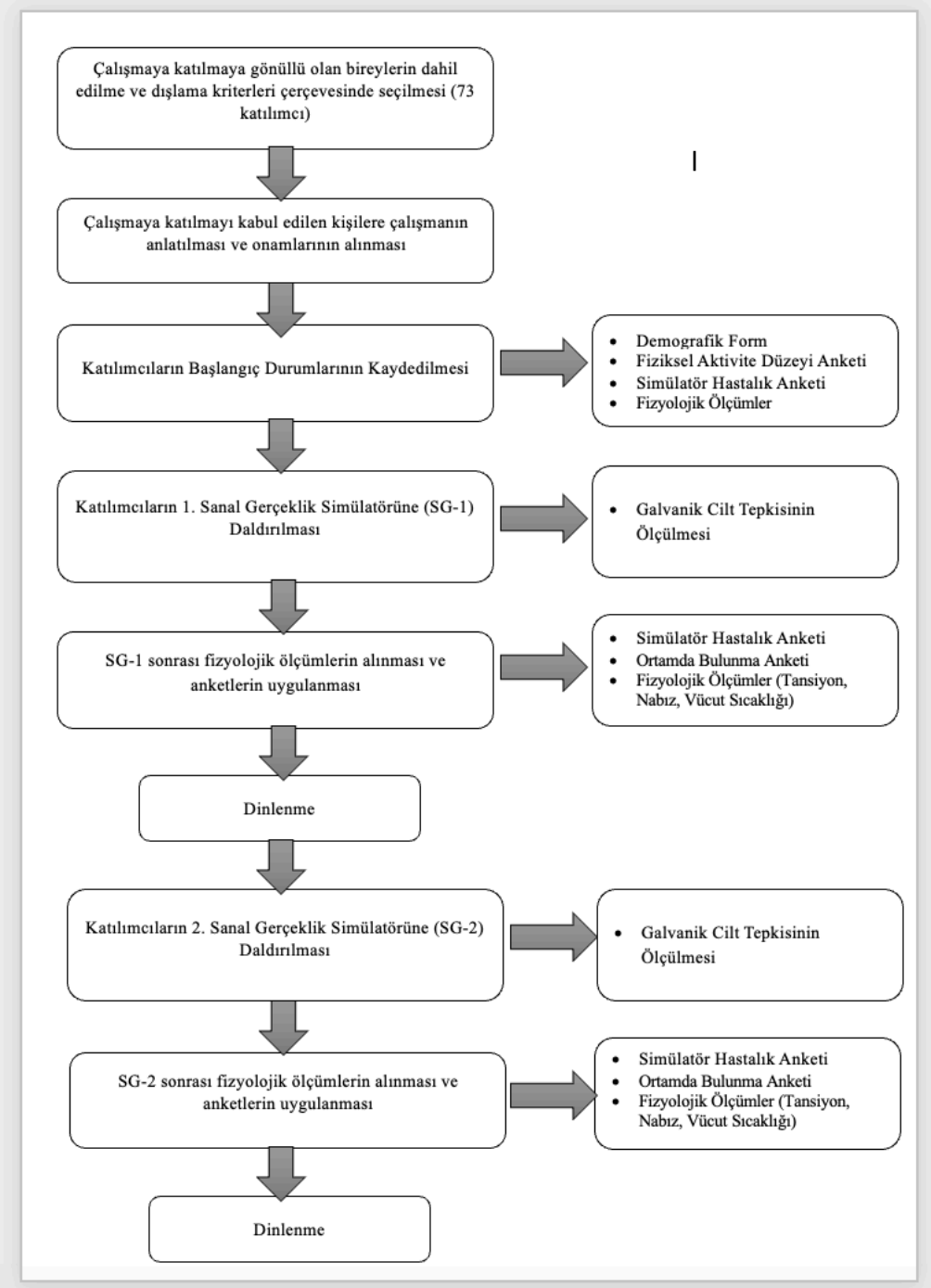
3.2 Deneysel Prosedür

Araştırmaya katılan bireyler, Bingöl Üniversitesi bünyesinde çalışan personel ve öğrenim gören öğrenciler arasından dahil edilme kriterlerine uyularak seçilmiştir. Analiz için G-Power 3.1 yazılımı kullanılmıştır. Jasper vd. [66] yürüttükleri çalışma referans alınarak, çoklu regresyon çalışmalarında, %85 güç, α: 0,05 hata düzeyinde örneklem toplam 63 kişi bulunmuştur. Çalışmaya katılmayı kabul eden 77 gönüllüden, 1 gönüllü vertigo rahatsızlığı, bir gönüllü hipertansiyon rahatsızlığı, 1 gönüllü denge testini geçemediği için değerlendirmeye alınmamıştır. Çalışmaya 74 gönüllü ile başlanmış, 1 gönüllü çalışmaya devam etmek istemediği için ayrılmıştır. Çalışma 73 gönüllü ile yürütülmüştür.

Çalışmaya katılmayı kabul eden bireylere çalışmanın amacı ve uygulama prosedürü anlatılarak, aydınlatılmış onam formu imzalatılmıştır (EK-2). Katılımcıların demografik bilgileri ve fiziksel aktivite durumları demografik bilgi formu ve fiziksel aktivite ölçeği ile kaydedilmiştir. Katılımcılar birinci sanal ortama daldırılmadan önce tansiyon, nabız, vücut ısısı gibi fizyolojik ölçümleri alınmıştır. Katılımcılara Berg denge testi yapılarak çalışmaya uygunlukları kontrol edilmiştir. Bilgilendirme ve fizyolojik ölçüm sonrasında literatürde SG hastalığı alanında kullanılan Simülatör Hastalık Anketi uygulanarak uygulama öncesi fizyolojik durumları belirlenmiştir. Başlangıç verileri alındıktan sonra katılımcılar 1. Uygulama için belirlenen sanal ortama daldırılmıştır. Uygulama bitiminde katılımcıların tansiyon, nabız, vücut ısısı gibi fizyolojik ölçümleri ve Simülatör Hastalık Anketi tekrarlanmıştır. Katılımcılara birinci ortamın mevcudiyetini değerlendirecekleri Ortamda Bulunma Anketi (mevcudiyet) uygulanmıştır. Katılımcılar 2. Uygulama öncesi dinlendirilmiştir. Katılımcıların fizyolojik verileri ve Simülatör Hastalık Anketi skorları başlangıç durumuna gelene kadar beklenmiştir. Katılımcılar 2. Uygulama için hazır

olduklarında, 2. Uygulama için belirlenen sanal ortama daldırılmıştır. Uygulama bitiminde katılımcıların tansiyon, nabız, vücut ısısı gibi fizyolojik ölçümleri ve Simülatör Hastalık Anketi tekrarlanmıştır. Katılımcılara ikinci ortamın mevcudiyetini değerlendirecekleri Ortamda Bulunma Anketi uygulanmıştır. Ölçüm aletlerinin dijital olması nedeni ile yapılacak ölçümlerde ek bir sağlık görevlisine ihtiyaç duyulmamıştır. Araştırma sırasında, katılımcılarda sanal ortam deneyimi kaynaklı klasik taşıt tutmasına benzer semptomlar hafif düzeyde ortaya çıkmıştır. Önemli bir etkilenim yaşayan katılımcı olmamıştır. Uygulama sırasında katılımcının sağlığını olumsuz etkileyecek, zorlayıcı bir etki unsuru olmayıp, katılımcı rahatsız hissettiği anda uygulama sonlandırılmıştır.

Deneysel prosedür Şekil 3.1'de verilen diyagramda gösterildiği gibidir.



Şekil 3.1 Deneysel Prosedür

3.3 Değerlendirmede Kullanılan Parametreler

Veri toplamada kullanılan demografik form ve ölçekler EK-3'te sunulmuştur.

3.3.1 Demografik Bilgiler

Katılımcıların, yaş, cinsiyet, boy ve kilo, beden kitle endeksi, günlük ekranlı araç kullanım süresi, SG ortam deneyim durumu, taşıt tutması hastalığı mevcudiyet durumu, göz kusuru mevcudiyet durumu, egzersiz alışkanlığı, demografik form aracılığıyla kaydedilmiştir.

3.3.2 Fiziksel Aktivite Seviyesi Değerlendirmesi

Fiziksel aktivite seviyesi, Türkçe uyarlaması Sağlam ve arkadaşları tarafından yapılan, Uluslararası Fiziksel Aktivite anketi (UFAA) ile değerlendirilmiştir [67]. 7 sorudan oluşan anket; hafif, orta-şiddetli ve şiddetli aktivitelerde harcanan süre hakkında bilgi vermektedir. Oturmada harcanan süre ayrı bir soru olarak değerlendirilir. Toplam puan hafif, orta şiddetli aktivite ve şiddetli aktivitenin süresi hesaplanır ve MET (Metabolic Equivalent of Task)-dakika olarak bir puan elde edilir [68].

Bir MET-dakika = yapılan aktivitenin dakikası × MET skorunun çarpımı
UFAA verilerinin değerlendirilmesi aşağıdaki şekilde yapılır:

- Hafif şiddetli fiziksel aktivite (yürüme) ═ 3,3 MET
- Orta şiddetli fiziksel aktivite ═ 4,0 MET
- Şiddetli fiziksel aktivite ═ 8,0 MET.

Toplumda fiziksel aktivite seviyesi üç gruba ayrılır. Bu gruplar için kriterler yukarıda elde edilen puanlama sistemi kullanılarak hesaplanır [68]. UFAA anketinin sınıflandırılması:

İnaktif (1. Kategori): En düşük fiziksel aktivite seviyesidir. 2. veya 3. Kategori kriterlerini karşılamayan durumlarda birey fiziksel aktivite seviyesi olarak ‘inaktif’ düşünülmektedir.

Minimal Aktif (2. Kategori): Aşağıda verilen 3 kriterden herhangi birine dahil olanlar ‘minimal aktif’ olarak sınıflandırılabilmektedir:

- 3 veya daha fazla gün en az 20 dakika şiddetli aktivite, yapılması veya

- 5 veya daha fazla gün sadece orta şiddetli aktivite veya günde minimum 30 dk yürüyüş
- Minimum 600 MET-dk/hafta olacak şekilde 5 veya daha fazla gün yürüme, orta şiddetli veya şiddetli aktivitenin toplamı.

Yukarıdaki belirtilen kriterlerden herhangi birini sağlayan kişinin fiziksel aktivite düzeyinin minimal seviyesine ulaştığı söylenebilir. Bu seviye, günlük yaşam aktivitelerinde ortalama bir saat yürüyüşe eşittir

Çok Aktif (3. Kategori): Günde ortalama en az bir saat veya daha fazla orta şiddetli bir aktiviteye denktir. Fiziksel inaktivitenin neden olacağı komplikasyonların önlenmesi için gerekli aktivite düzeyidir. Aşağıda verilen 2 kriterden herhangi birine dahil olanlar 'çok aktif' olarak sınıflandırılabilmektedir:

- Minimum 1500 MET-dk/hafta olacak şekilde en az 3 gün şiddetli aktivite veya
- Minimum 3000 MET-dk/hafta olacak şekilde 7 veya daha fazla gün yürüme, orta şiddetli veya şiddetli aktivitenin toplamı.

UFAA Oturma Sorusu: UFAA oturma süresi sorusu ek bir değerlendirmedir. Fiziksel aktivitenin puanlamasında yer almaz [68].

3.3.3 Simülatör Hastalık Seviyesi Değerlendirmesi

Simülatör hastalık seviyesi değerlendirilmesinde Kennedy'in geliştirdiği Simülatör hastalık anketi kullanılmıştır [39]. Çalışmada, Türkçe uyarlaması Kurter ve ark [69] tarafından yapılan Simülatör hastalık anketi kullanılmıştır. Anket fiziksel semptomları ölçen 16 sorudan oluşmaktadır. Simülatör hastalık anketi katılımcılardan 16 semptomu şiddet dereceleri kadar (0: semptom yok, 3: şiddetli semptom) öznel olarak değerlendirmelerini istemektedir. Her bir kategorinin puanı semptom puanlarının toplamı olarak tanımlanır ve sabit bir ölçekleme puanı ile çarpılır. Üç alt ölçek birleştirilerek toplam hastalık puanı hesaplanır. Toplam skorun derecelendirilmesi Tablo 3.1'deki gibidir.

Tablo 3.1 Sanal Gerçeklik Hastalığı Semptomlarının Sınıflandırılması [70].

Simülatör Hastalık Anketi Skoru	Kategori
0	Semptom yok
<5	İhmal Edilebilir Semptom
5-10	Minimum Semptom
10-15	Önemli Semptom
15-20	Endişe Edilir Semptom
20>	Problemli Simülatör

3.3.4 Ortamda Bulunma Değerlendirmesi

Sanal ortamda bulunma hissi Witmer ve ark (2005) tarafından geliştirilen mekânsal varlık anketi ile değerlendirilmiştir [71]. Sanal ortamların daldırma ve etkileşim düzeyine bağlı olarak, bu öznel deneyim değişebilmektedir. Mekânsal Mevcudiyet anketi 32 sorudan oluşmaktadır. Katılımcılar bu sorulara 7'li Likert (0: Hiç Katılmıyorum, 7: Kesinlikle Katılıyorum) şeklinde cevap verdiler.

3.3.5 Galvanik Cilt Tepkisi, Tansiyon, Nabız Vücut Sıcaklığı gibi Fizyolojik Veriler

Galvanik Cilt Tepkisi: GSR derinin elektrik geçirgenliğine göre verdiği tepkiye denir. Katılımcıların GSR tepkileri GSR sensörü kullanılarak ölçülmüştür. Katılımcılar sanal ortamı deneyimlerken, GSR sensörleri takılarak, kişinin vücut tepkisi izlenmiş ve kaydedilmiştir.

Tansiyon: Katılımcıların sistolik ve diastolik tansiyonları, Omron M3 Tam otomatik kalibrasyonlu bilek tipi tansiyon ölçer cihazı ile ölçülmüştür. Katılımcıların uygulama öncesi sistolik ve diastolik tansiyonları ölçülerek başlangıç durumu kaydedilmiştir. 1. ve 2. Sanal deneyim sonrası bu ölçümler tekrarlanarak kaydedilmiştir.

Vücut Sıcaklığı: Katılımcıların vücut sıcaklığı Nexus temassız kızılötesi ateş ölçer ile ölçülmüştür. Katılımcıların uygulama öncesi vücut sıcaklıkları ölçülerek başlangıç durumu kaydedilmiştir. 1. ve 2. Sanal deneyim sonrası bu ölçümler tekrarlanarak kaydedilmiştir.

Nabız: Katılımcıların nabızları, oksimetre ile ölçülmüştür. Katılımcıların uygulama öncesi nabızları ölçülerek başlangıç durumu kaydedilmiştir. 1. ve 2. Sanal deneyim sonrası bu ölçümler tekrarlanarak kaydedilmiştir.

Saturasyon: Katılımcıların satürasyonları, oksimetre ile ölçülmüştür. Katılımcıların uygulama öncesi satürasyonları ölçülerek başlangıç durumu kaydedilmiştir. 1. ve 2. Sanal deneyim sonrası bu ölçümler tekrarlanarak kaydedilmiştir.

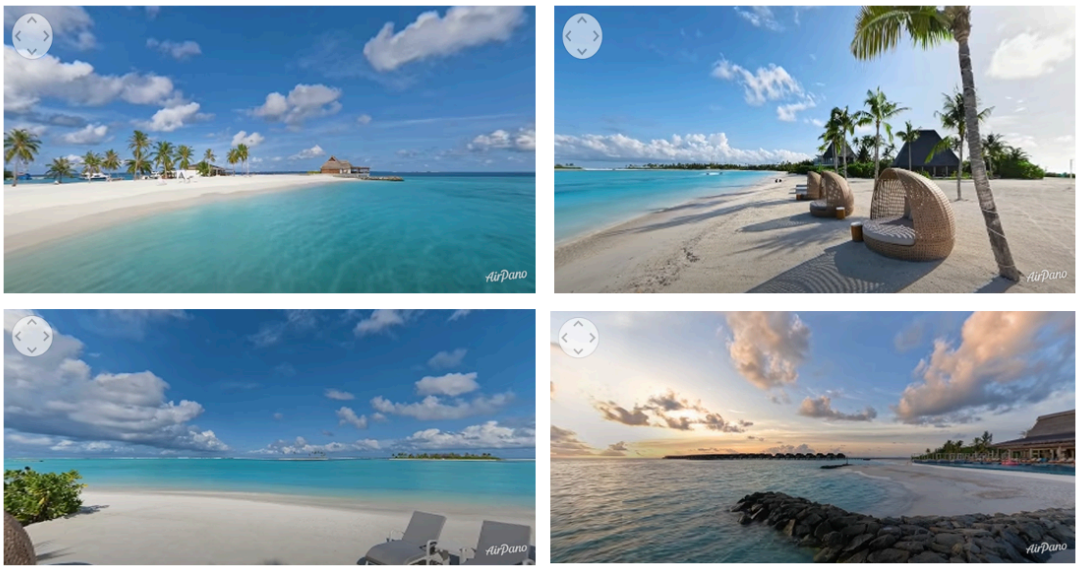
3.4 Sanal Gerçeklik Simülasyonları

3.4.1 Sanal Gerçeklik Cihazı

Uygulamada, Oculus Quest 2 kullanılmıştır. Oculus Quest 2, her göz için 90 Hertz (Hz) yenileme hızıyla göz başına 1832×1920, toplamda 3664x3840 piksel ekran çözünürlüğüne sahip iki ayrı şekilde oluşturulmuş ekrana sahiptir. Ekran boyutu 6 inç, ekran kalitesi 4K'dır. Her iki merceğin göz bebekleri arası mesafesi 58 milimetre (mm) ile 68 mm arasında ayarlanabilmektedir. Katılımcılara, kendi göz bebekleri arası mesafelerine uyana kadar mercekler arasındaki mesafeyi ayarlamaları talimatı verilmiştir.

3.4.2 Sanal Ortam Materyali

Literatürde sürükleyici sanal ortamların SG hastalığını tetiklediğine ilişkin ortak bir görüş bulunmaktadır. Bu doğrultuda farklı özelliklere sahip sürükleyici sanal ortamların kullanıcı üzerindeki etkisinin bilinmesine yönelik 2 farklı sanal ortam kullanılmıştır. Uygulamada kullanılan sanal ortamlar Şekil 3.2 ve Şekil 3.3'te gösterilmiştir.



Şekil 3.2 Birinci uygulama için Kullanılan Sanal Ortam: Maldive Paradise [72]

Şekil 3.2'de gösterilen SG-1 ortamında, kullanıcının hareketi kısıtlı olup, baş hareketlerine imkân tanımaktadır. Bu SG ortamında kullanıcı baş döndürme hareketleri ile ortamı keşfetmektedir.



Şekil 3.3 İkinci uygulama için Kullanılan Sanal Ortam: Roller Coaster [73].

Şekil 3.3'te gösterilen SG-2 ortamında görsel olarak daha zorlayıcı ve harekeli bir sanal ortam kullanılmıştır. Kullanıcılar mağara içerisinde bir roller coaster yolculuğuna çıkarak ortamı deneyimlemektedir. Bu sanal ortamda kullanıcılar SG cihazına ait kumandalar ile ortamdaki titreşim vb. duyu uyaranlarına maruz bırakılmışlardır. Yine bu kumandalar ile ortamı keşfetmelerine olanak tanınmıştır.

SG-1 ve SG-2 ortamlarının özellikleri Tablo 3.2' de belirtilmiştir.

Tablo 3.2 SG-1 ve SG-2 ortamlarının özellikleri

Özellik	**SG-1**	**SG-2**
Ortam Türü	Sürükleyici	Sürükleyici
Video Türü	Dinlendirici, Sakin	Aksiyon, Korku
Görüntü Türü	3D Görüntü	3D Görüntü
Çözüünürlük	2560 x 1440 Piksel	3840 x 2160 Piksel
Dönüş Hızı	0-20 m/s	60-80 m/s
Döndürme	Hayır	Evet

3.5. İstatistiksel Analiz

Analizler Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) 25.0 programı ile yapılmıştır. Analizlerde anlamlılık düzeyi %5 olarak belirlenmiştir. Tanımlayıcı istatistikler olarak sayı, yüzde, ortalama, standart sapma, medyan, minimum ve maksimum değerler kullanılmıştır. Kolmogorov-Smirnov ve Shapiro-Wilk testleri ile normal dağılım kontrol edilmiştir. Veri sayısı 29'dan fazla olduğu için Kolmogorov-Smirnov normallik testi yapılmıştır. Verilerin normal dağılım gösterip göstermediğinin analizinde betimsel ve grafiksel yöntemlere başvurulmuştur. Verilerin dağılımlarının, aritmetik ortalama, medyan, çarpıklık ve basıklık katsayıları gibi istatistikler üzerinden incelenmesi, betimsel yöntemler olarak belirtilmektedir. Sonuçlar betimsel yöntemlerle incelendiğinde; aritmetik ortalama, mod ve medyan değerlerinin birbirine eşit veya yakın olması, basıklık ve çarpıklık değerlerinin ±1 sınırları içinde 0'a yakın olması ve çarpıklık ve basıklık değerlerinin kendi standart hatalarına bölünmesi ile hesaplanan çarpıklık ve basıklık indekslerinin ±2 sınırları

içinde 0'a yakın olması, standart sapma ile ortalamanın oranını yüzde olarak ifade eden bağıl değişim katsayısının 25 ile 30 aralığında olması normal dağılımın varlığına kanıt olarak değerlendirilmektedir [103-107].

Tekrar eden 3 ölçümün karşılaştırılmasında, normal dağılım varsayımı sağlandığı takdirde, tekrarlı ölçümler için varyans analizi (ANOVA) yapılmış; normal dağılım sağlanamadığında Friedman testi kullanılmıştır. Normal dağılımın sağlanamadığı ve 2 tekrarlı ölçümün karşılaştırıldığı durumlarda Wilcoxon işaretli sıra sayıları testi kullanılmıştır. Tekrarlı ölçümler ANOVA için kısmi eta kare (η^2), Friedman testi için Kendall's W katsayısı, Wilcoxon testi için r etki büyüklüğü değerleri hesaplanmıştır. 2 bağımsız grubun puanlarının karşılaştırılmasında, normal dağılım sağlanamadığı için Mann Whitney U testi kullanılmıştır. Nicel değişkenler arasındaki ilişkiler korelasyon analizleri ile incelenmiştir. Normal dağılan veriler için Pearson korelasyon; normal dağılmayan veriler için Spearman korelasyon analizi yapılmıştır. Korelasyon analizlerinin ardından çoklu doğrusal regresyon analizlerine geçilmiştir. Hata terimlerinin normal dağılımı, otokorelasyon sorunu (Durbin-Watson ~ 2,00), çoklu bağlantılılık (VIF <5), eş varyanslılık ve uç değerler gibi varsayımlar kontrol edilerek hazırlanmıştır.

3.6 Bulanık Mantık Yöntemi

Bulanık Karar verme süreçlerinde matrix laboratory (MATLAB) Fuzzy Logic Toolbox bulanık ortam geliştirme ara yüzü kullanılacaktır. Bulanık Mantık karar verme sürecinde; giriş verileri, bulanıklaştırma işlemi ile 0-1 arasında sayısal değerlere dönüştürülecektir. Çıkarım işlemi için kural tabanı oluşturulacaktır. Kural tabanı oluşturmak ve kullanabilmek için mantıksal operatörlerden (ve, veya, değil) yararlanılacaktır. Kural tabanına kayıtlı veriler ve giriş, değerleri çıkarım birimi vasıtasıyla işlenecek ve sonuç, elde edilecektir. Probleme uygun çıkarım yöntemi, bulanık mantık tasarımcısı tarafından belirlenecektir. Elde edilen sonuçları anlamlandırmak ve gerçek dünya değerlerine dönüştürmek için durulama işlemi yapılacaktır [74,75].

3.6.1 Klasik ve Bulanık Küme Kavramı

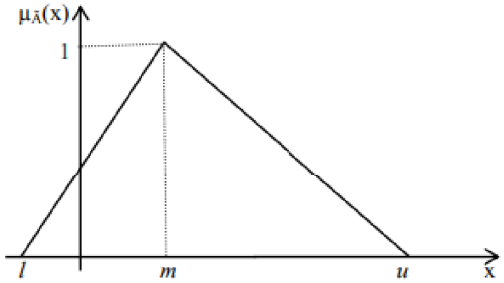
Lotfi A. Zadeh'in 1965 [74] yılında yayınladığı bulanık mantık teorisi; 0 ve 1 gibi kesin ifadelerle temsil edilen boolean mantığı yerine ara değerlerinde var olduğunu savunmaktadır. Bulanık Yöntem; sayısal net ifadeleri, insan düşüncelerine daha yakınlaştırmayı hedefleyerek küme teoremine dayanmaktadır. Normal yaklaşımda varlık bir kümenin ya üyesidir ya da değildir fakat bulanık mantık yaklaşımına göre varlık birden fazla kümenin üyesi olabilmektedir [75].

Bulanık mantık sistemleri aslında klasik mantığın tersine bir modelleme sistemine ihtiyaç duyulmasından ötürü ortaya çıkmıştır. Klasik mantıktaki gibi var-yok, doğru-yanlış, siyah-beyazdan ibaret gibi iki değerli sistemin yetersiz hatta yanlış bir sınırlama barındırdığını, dış dünyada ise her zaman böyle kesinlikler olmadığını düşünen kişiler tarafından bu yöntem geliştirilmiştir. Temel olarak bulanık mantık, kesin olmayan ve yaklaşık akıl yürütmenin kesin bir mantığıdır. Bulanık mantığın başlıca güçlü yönlerinden biri yüksek kesinlik gücüdür [75-78].

Bulanık mantığın temeli bulanık küme ve alt kümelere dayanır. Bulanık kümede her bir nesnenin bir üyelik derecesi vardır Bulanık küme teorisine göre; evrensel küme içerisinde bulunan elemanlar herhangi bir kümeye dâhil edilecekse o kümeye dâhil olma derecesi olmalıdır [79].

A bulanık kümesinin üyelik fonksiyonu μA(x) ile gösterilmektedir (Şekil 3.4). Bir x faktörü A kümesine kesinlikle ait ise μA(x)=1, kesinlikle ait değil ise μA(x)=0 değeri atanmaktadır. Üçgensel bir bulanık sayı ($\tilde{A}$) (l ≤ m ≤ u) ile ifade edilmektedir [80,81].

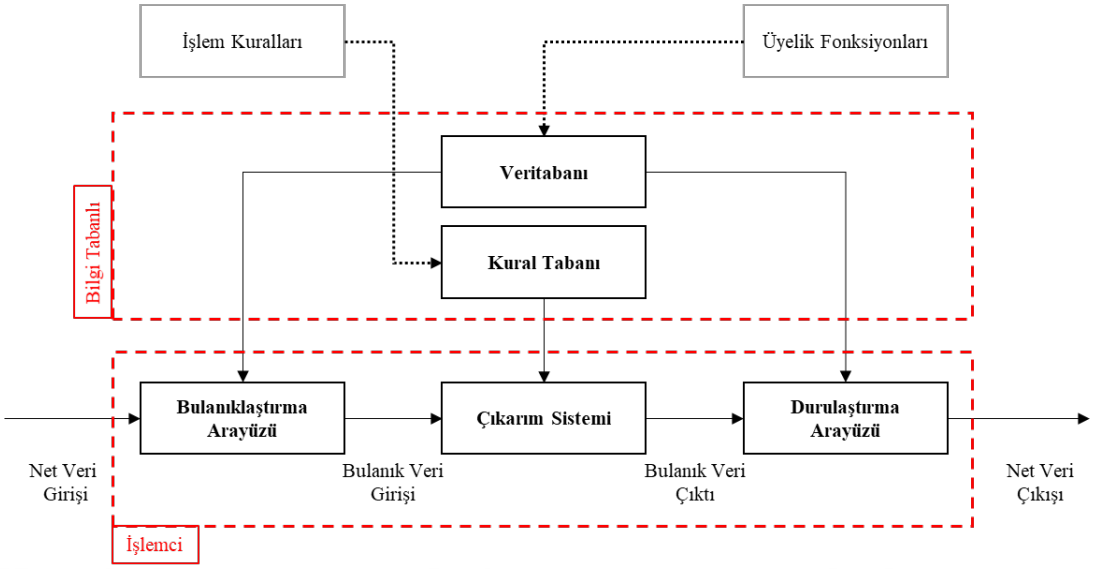
$$\mu(x) = \begin{cases} x - l \ / \ m - l \ , \ l \le x \le m \\ u - x \ / \ u - m \ , \ m \le x \le u \\ 0, \ x > u \text{ veya } x < l \end{cases} \qquad (2.1)$$



Şekil 3.4 Üyelik fonksiyonu

Şekil 3.4'te gösterildiği üzere; l ve u değerleri alt ve üst sınırları, m değeri en mümkün değerini ifade etmektedir.

Bulanık mantık yöntemleri, insanların verilerini makinelere işleyebilmelerine olanak sağlar aynı zamanda onların deneyim, sezgi ve tecrübelerine dayanarak çıkarımlar yapar. İnsanların gereksinimlerine uygun çözümler sağlayabilmek adına matematiksel modeller geliştirilmiştir. Aslında bulanık mantık için, matematiğin gerçek dünyaya yani insanın doğal yaşamına uygulanmış hali denebilir. Bulanık mantık insan düşüncelerini taklit ederek belirsizliklerde işlem yapabilmeyi sağlamaktadır. İnsan düşüncelerini bir kural ile modelleyebilmek için uzman kişilerin deneyimlerine dayanarak kabul edilecek bazı kurallar oluşturulmalıdır. Bu kurallar ile bulanıklaştırma işlemi daha sonra durulaştırma işlemi gerçekleştirilmektedir. İşlemlerin sonucuna göre bir değerlendirme yapılmaktadır [79,80]. Bulanık mantık yöntemi, belirsizliklerden kaynaklanan sorunlarla başa çıkmanın doğal bir yolunu sağlar. Bulanık mantık yönteminin en büyük yararı, insana özgü deneyimleri öğrenmesidir. Modellemesi kolaydır ve belirsiz kavramları matematiksel olarak bile ifade edebilir. Bu nedenle, bulanık mantık yöntemi doğrusal değildir, yani matematikseldir. Formüllerle ifade edilemeyen uygulamalar için çok uygundur. Bulanık mantık mekanik sistemlerin ötesinde bilgiyi de yönetebilmektedir. Bulanık Sistemler bireylerin sağlık durumlarının öğrenilmesi ve hastalıklardan korunmaları gibi konularda kişiye özgü planlar çizerek yardımcı olmaktadır [79,80]. Şekil 3.5'te genel bir bulanık mantık çıkarım sistemi verilmiştir.



Şekil 3.5 Bulanık Mantık Çıkarım Sistemi [82].

Şekil 3.5'te gösterildiği üzere; bulanık mantık süreci giriş, veri tabanı, bulanıklaştırma birimi, bulanık çıkarım mekanizması, kural tabanı, durulaştırma birimi ve çıkış birimlerini içermektedir.

Giriş/Veri Tabanı: Giriş değişkenlerini barındıran, nicel ve/veya nitel verilerden oluşan sistemdeki bilgilerdir.

Bulanıklaştırma Birimi: Veri tabanından gönderilen verilerin bulanık sistemde işlenmesi için gereken dönüşümün yapıldığı birimdir.

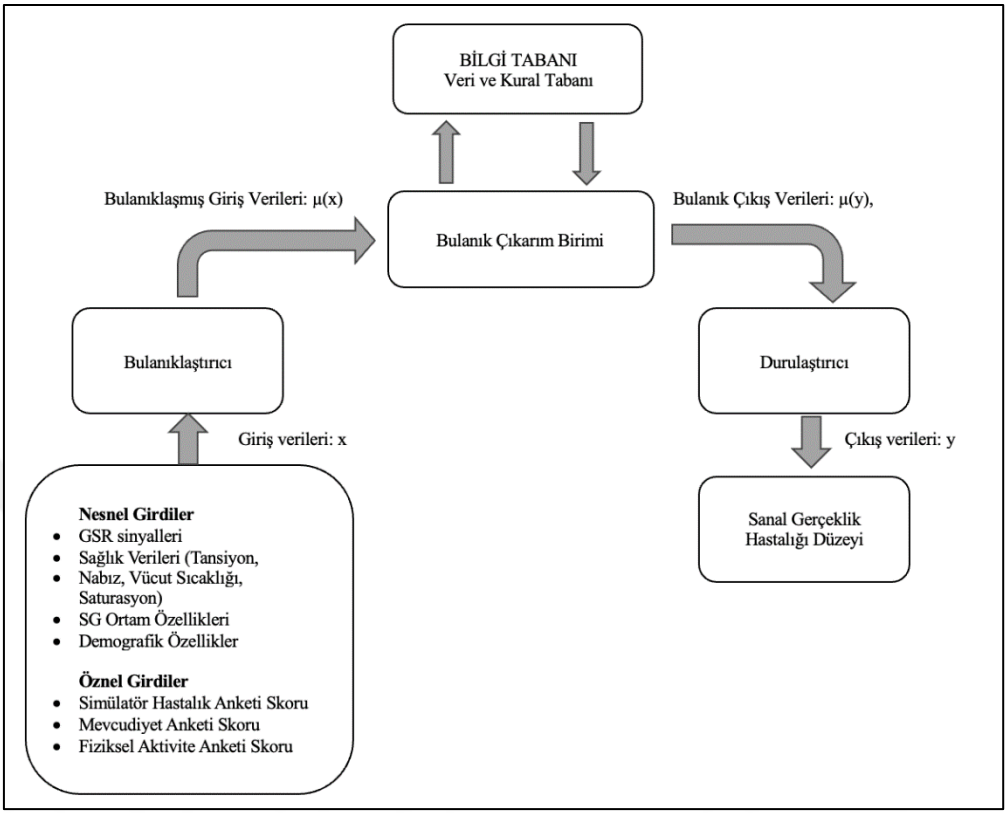
Bulanık Kural Tabanı: "Eğer" ya da "O halde" şeklinde kural tabanı oluşturulmaktadır. Her bir kural bir giriş bir de çıkış verisiyle yapılandırılmaktadır.

Bulanık Çıkarım Mekanizması: Sistemde yer alan bağlantılı kurallar dizisinin çıkarım işleminin yapılmasını sağlamakta ve sonuçta uygun çıkışın kural tabanından çıkarak sonuçlandırılmasını sağlamaktadır.

Durulaştırma Birimi: Çıkış değişkenlerinin mevcut probleme göre bulanık sayılarla yeni ölçeğe dönüştürüldüğü birimdir.

Çıkış: Problemin sonuçlarını içermektedir [83].

Çalışmada oluşturulan ‘bulanık mantık çıkarım sistemi Şekil 3.6’da verilmiştir.



Şekil 3.6 Çalışmanın Bulanık Mantık Sistem Tasarımı

BÖLÜM 4

UYGULAMA VE BULGULAR

Bu tez çalışmasında SG ortamlarının insan sağlığı üzerindeki etkileri araştırılmış ve bu etkilerin değerlendirilmesinde yeni bir metodoloji uygulanmıştır. Çalışmada literatürde yer alan çeşitli değerlendirme araçları bütünsel bir yaklaşımla ele alınmıştır. SG ortamlarının insan sağlığı üzerindeki etkilerini araştıran mevcut çalışmalar; kullanıcı deneyimi, cinsiyet, yaş ve harekete yatkınlık gibi faktörleri, SG hastalığına yatkın olmakla farklı şekillerde ilişkilendirmiştir. Bu çalışmalar, görsel etkileşimin ürettiği çatışmanın SG hastalığının ana nedeni olduğunu göstermekle birlikte bu konuda kesin bir yargı yoktur. Çalışmada; bulanık mantık ve MATLAB-R2022b programından yararlanarak sanal gerçekliğin insan sağlığı üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesinde kullanılan yöntemlerin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Katılımcıların yaş, cinsiyet, fiziksel aktivite düzeyi, ekranlı araç kullanımı gibi özellikleri esas alınarak, SG hastalığına neden olduğu düşünülen sahne eğim hızı, sahne döndürme hızı, video görüntü hızı, video görüntü kalitesi, sanal ortama maruz kalma süresi, ortamda olma (mevcudiyet) duygusu faktörlerinin etkisi bulanık karar verme süreci ile değerlendirilmiştir. Bu doğrultuda aşağıda belirtilen hipotezler ışığında analizler gerçekleştirilmiştir.

Çalışma Hipotezleri;

Hipotez-1: SG kullanıcılarının sağlık verilerinin (tansiyon, nabız, vücut ısısı, satürasyon) SG ortamlarından etkilenimi (SG Hastalığı görülmesi) üzerinde etkisinin araştırılması

H_0: SG kullanıcılarının sağlık verilerinin (tansiyon, nabız, vücut ısısı, satürasyon) SG ortamlarından etkilenimi (SG Hastalığı görülmesi) üzerinde etkisi yoktur.

H_1: SG kullanıcılarının sağlık verilerinin (tansiyon, nabız, vücut ısısı, satürasyon) SG ortamlarından etkilenimi (SG Hastalığı görülmesi) üzerinde etkisi vardır.

Hipotez-2: SG kullanıcılarının bireysel farklılıklarının (yaş, cinsiyet, BMI) SG ortamlarından etkilenimi (SG Hastalığı görülmesi) üzerinde etkisinin araştırılması

H_0: SG kullanıcılarının bireysel farklılıklarının (yaş, cinsiyet, BMI) SG ortamlarından etkilenimi (SG Hastalığı görülmesi) üzerinde etkisi yoktur.

H_1: SG kullanıcılarının bireysel farklılıklarının (yaş, cinsiyet, BMI) SG ortamlarından etkilenimi (SG Hastalığı görülmesi) üzerinde etkisi vardır.

Hipotez-3: SG kullanıcılarının SG ortamındaki mevcudiyet duygusunun SG ortamlarından etkilenimi (SG Hastalığı görülmesi) üzerinde etkisinin araştırılması

H_0: SG kullanıcılarının SG ortamındaki mevcudiyet duygusunun SG ortamlarından etkilenimi (SG Hastalığı görülmesi) üzerinde etkisi yoktur.

H_1: SG kullanıcılarının SG ortamındaki mevcudiyet duygusunun SG ortamlarından etkilenimi (SG Hastalığı görülmesi) üzerinde etkisi vardır.

Hipotez-4: SG kullanıcılarının Fiziksel Aktivite düzeyinin SG ortamlarından etkilenimi (SG Hastalığı görülmesi) üzerinde etkisinin araştırılması

H_0: SG kullanıcılarının Fiziksel Aktivite düzeyinin SG ortamlarından etkilenimi (SG Hastalığı görülmesi) üzerinde etkisi yoktur.

H_1: SG kullanıcılarının Fiziksel Aktivite düzeyinin SG ortamlarından etkilenimi (SG Hastalığı görülmesi) üzerinde etkisi vardır.

4.1 Tanımlayıcı İstatistikler

Bu bölümde tanımlayıcı istatistiklere yer verilmiştir.
Tablo 4.1'de katılımcılara (n = 73) ilişkin tanımlayıcı istatistikler gösterilmektedir.

Tablo 4.1 Tanımlayıcı veriler

		n	%
Cinsiyet	Kadın	43	58,9
	Erkek	30	41,1
	Toplam	73	100
Düzenli Egzersiz	Evet	20	27,4
	Hayır	53	72,6
	Toplam	73	100
Fiziksel Aktivite Şiddeti	Hafif	45	61,6
	Orta	27	37,0
	Yüksek	1	1,4
	Toplam	73	100
Daha Önce Sanal Ortam Deneyimi	Evet	22	30,1
	Hayır	51	69,9
	Toplam	73	100
Yaş	Ort. ± SS	26,33 ± 7,08	
	Medyan (Min. – Maksi.)	23 (18 - 47)	
Ekran Kullanım Süresi Gün (Saat)	Ort. ± SS	5,35 ± 3,28	
	Medyan (Min. – Maksi.)	5 (1 - 14)	

Tablo 4.1'de belirtildiği üzere katılımcıların %58,9'u (n = 43) kadındır. Katılımcıların %41,1'i (n = 30) erkektir. Katılımcıların %27,4'ü (n = 20) düzenli olarak egzersiz yapmaktadır. Katılımcıların %61,6'sı (n = 45) hafif şiddette fiziksel aktivite yapmaktadır. Katılımcıların %37'si (n = 27) orta şiddette fiziksel aktivite yapmaktadır. Katılımcıların %30,1'i (n = 22) daha önce sanal ortamı deneyimlediklerini belirtmişlerdir. Katılımcıların %69,9'u (n = 51) daha önce sanal ortamı deneyimlemediklerini belirtmişlerdir. Tablo 4.1'de belirtildiği üzere katılımcıların yaş ortalaması 26,33 ± 7,08'dir. Yaş medyanı 23'tür. Katılımcıların yaşları 18 ile 47 arasında değişmektedir. Tablo 4.1'de belirtildiği üzere katılımcıların günlük ekran kullanım sürelerinin ortalaması 5,35 ± 3,28'dir. Ekran kullanım süresinin medyanı 5 saattir. Minimum ekran kullanım süresi 1 saattir. Maksimum ekran kullanım süresi 14 saattir.

Tablo 4.2'de katılımcıların (n = 73) deney öncesi sağlık verilerine ilişkin ortalama, standart sapma, medyan, minimum ve maksimum değerler gösterilmektedir.

Tablo 4.2 Katılımcıların deney öncesi (başlangıç) sağlık verilerine ait ortalama, standart sapma, medyan, minimum ve maksimum değerler

	n	Ort. ± SS	Medyan (Min. – Maksi.)
BMI	73	22,83 ± 3,53	22,49 (15,02 - 33,20)
Tansiyon Büyük (Ort.)	73	104,18 ± 12,79	103,00 (78 – 144)
Tansiyon Küçük (Ort.)	73	71,88 ± 9,44	73,00 (48 – 95)
Başlangıç Nabız	73	82,75 ± 11,50	83,00 (56 – 107)
Başlangıç Satürasyon	73	96,22 ± 1,36	96,00 (94 – 99)
Başlangıç Vücut Sıcaklığı	73	36,53 ± 0,07	36,50 (36,4 – 36,8)

Tablo 4.2'de gösterildiği üzere başlangıçta katılımcıların BMI ortalaması 22,83 ± 3,53'tür. Tansiyon (büyük) ortalaması 104,18 ± 12,79'dur. Tansiyon (küçük) ortalaması 71,88 ± 9,44'tür. Nabız ortalaması 82,75 ± 11,50'dir. Satürasyon ortalaması 96,22 ± 1,36'dır. Vücut sıcaklığı ortalaması 36,53 ± 0,07'dir.

Tablo 4.3'te katılımcılarda göz kusuru ve taşıt tutması olup olmadığına dair soruya verilen cevapların dağılımı gösterilmektedir.

Tablo 4.3 Başlangıç sağlık verileri (Göz kusuru, taşıt tutması*)*

		n	%
Göz Kusuru	Var	8	11,0
	Yok	65	89,0
	Toplam	73	100
Taşıt Tutması	Var	24	32,9
	Yok	49	67,1
	Toplam	73	100

Tablo 4.3'te belirtildiği üzere katılımcıların %11'inde (n = 8) göz kusuru bulunmaktadır. Katılımcıların %89'unda (n = 65) göz kusuru bulunmamaktadır. Katılımcıların %32,9'unda (n = 24) taşıt tutması vardır. Katılımcıların %67,1'inde (n = 49) taşıt tutması yoktur.

4.2 Büyük Tansiyon Ölçümlerinin SG-1 ve SG-2 Ortamlarına Göre Karşılaştırılması

Katılımcıların tansiyon ölçümlerinin SG hastalığı ile ilişkisinin bulunması amacıyla yapılan analizlerde; büyük (sistolik) tansiyon (Ort.) ölçümleri başlangıç, SG-1 ve SG-2 ortamlarına göre karşılaştırılmıştır. Verilerin normallik durumu incelendiğinde; başlangıç büyük tansiyon ölçümleri ve SG-1 uygulaması sonrası büyük tansiyon ölçümlerinin normal dağılmaması nedeniyle Friedman testi kullanılmıştır. Tablo 4.4'te Friedman testi sonucu gösterilmektedir.

Tablo 4.4 Büyük tansiyon ölçümlerinin farklı ortamlara göre karşılaştırılması

	n	Ort. ± SS	Sıra Ort.	Anlamlılık
Başlangıç Büyük Tansiyon (Ort.)	73	104,18 ± 12,79	2,19	χ_2^2 = 10,744
SG-1 Büyük Tansiyon (Ort.)	73	101,10 ± 12,92	1,70	p = 0,005*
SG-2 Büyük Tansiyon (Ort.)	73	103,49 ± 12,65	2,11	W = 0,074

*$p<0,05$ düzeyinde anlamlı farklılık bulunmaktadır. Friedman testi

Tablo 4.4'te gösterildiği üzere başlangıçta katılımcıların büyük tansiyon ortalaması 104,18±12,79'dur. SG-1 uygulama sonrası büyük tansiyon ortalaması 101,10±12,92'ye düşmüştür. SG-2 uygulama sonrası büyük tansiyon ortalaması 103,49±12,65'tir. Başlangıç, SG-1 ve SG-2 ortamlarında büyük tansiyon ölçümlerinin sıra ortalamaları sırasıyla 2,19, 1,70 ve 2,11'dir. Friedman testi sonucuna göre büyük tansiyon ölçümlerinin sıra ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmaktadır (χ_2^2=10,744, $p<0,05$). Tespit edilen farkın etki büyüklüğü W=0,074'tür. Farkın çok zayıf bir etkiye sahip olduğu söylenebilir. Bulunan farklılığın hangi ortamlar arasından kaynaklandığını tespit etmek amacıyla ikili karşılaştırmalar yapılmıştır. İkili karşılaştırmalarda Bonferroni düzeltmesi yapılmıştır. Tablo 4.5'te ikili karşılaştırma sonuçları verilmektedir.

Tablo 4.5 Büyük tansiyon ölçümleri için yapılan ikili karşılaştırmalar

	Test istatistiği	St. Hata	St. Test istatistiği	p	Bonferroni p
SG1 – SG2	-0,411	0,166	-2,483	0,013	**0,039***
SG1 – Başlangıç	0,493	0,166	2,979	0,003	0,**009***
SG2 - Başlangıç	0,082	0,166	0,497	0,619	1,000

**p<0,05* düzeyinde anlamlı farklılık bulunmaktadır.

Tablo 4.5'teki ikili karşılaştırma sonuçlarına göre SG-1 ile SG-2 ortamındaki büyük tansiyon ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmaktadır (*p<0,05*). SG-1 ile başlangıçtaki büyük tansiyon ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmaktadır (*p<0,05*)._Bu bulgular SG-1 uygulaması sonrası büyük tansiyonun düştüğünü göstermektedir. SG-2 uygulama sonrası ise büyük tansiyon başlangıca göre önemli bir farklılık göstermemiştir.

4.3 Küçük Tansiyon Ölçümlerinin SG-1 ve SG-2 Ortamlarına Göre Karşılaştırılması

Katılımcıların tansiyon ölçümlerinin SG hastalığı ile ilişkisinin bulunması amacıyla yapılan analizlerde; küçük (diyastolik) tansiyon (Ort.) ölçümleri başlangıç, SG-1 ve SG-2 ortamlarına göre karşılaştırılmıştır. Verilerin normallik durumu incelendiğinde; tüm ölçümlerde normal dağılım varsayımının sağlanması nedeniyle tekrarlı ölçümler için varyans analizi (ANOVA) yapılmıştır. Küresellik varsayımı kontrol edilmiştir. Mauchly Testi sonucuna göre küresellik varsayımı sağlanmıştır (W= 0,986, p=0,606, p >0,05). Tablo 4. 6'da tekrarlı ölçümler için ANOVA sonucu gösterilmektedir.

Tablo 4.6 Küçük tansiyon ölçümlerinin farklı ortamlara göre karşılaştırılması

	n	Ort. ± SS	Anlamlılık
Başlangıç Küçük Tansiyon (Ort.)	73	71,88 ± 9,44	F (2,144) = 3,836
SG-1 Küçük Tansiyon (Ort.)	73	71,26 ± 9,17	p = 0,024*
SG-2 Küçük Tansiyon (Ort.)	73	73,34 ± 8,96	η^2 = 0,051

**p<0,05* düzeyinde anlamlı farklılık bulunmaktadır. Tekrarlı ölçümler ANOVA

Tablo 4.6'da gösterildiği üzere sürecin başında katılımcıların küçük tansiyon ortalaması 71,88±9,44'tür. SG-1 uygulaması sonrası küçük tansiyon ortalaması 71,26±9,17'dir. SG-2 uygulama sonrası küçük tansiyon ortalaması 73,34±8,96'dır. Varyans analizi sonucuna göre farklı ortamlarda elde edilen küçük tansiyon ölçüm ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık vardır (F (2,144)=3,836, $p<0,05$). Tespit edilen farkın etki büyüklüğü η^2=0,051'dir. Farkın küçük bir etkiye sahip olduğu ve toplam varyansın %5,1'inin faktör (ortam) tarafından açıklandığı söylenebilir. Bulunan farklılığın hangi ölçümlerden kaynaklandığını tespit etmek için ikili karşılaştırmalar yapılmıştır. İkili karşılaştırmalarda Bonferroni düzeltmesi yapılmıştır. Tablo 4.7'de ikili karşılaştırma sonuçları verilmektedir.

Tablo 4.7 Küçük tansiyon ölçümleri için yapılan ikili karşılaştırmalar (Bonferroni)

(I)	(J)	Fark (I-J)	St. Hata	p	Fark için 95% güven aralığı	
					Alt	Üst
Başlangıç	SG-1	0,616	0,732	1,000	-1,178	2,411
	SG-2	-1,466	0,771	0,184	-3,357	0,425
SG-1	Başlangıç	-0,616	0,732	1,000	-2,411	1,178
	SG-2	-2,082*	0,811	0,037	-4,071	-0,094
SG-2	Başlangıç	1,466	0,771	0,184	-0,425	3,357
	SG-1	2,082*	0,811	0,037	0,094	4,071

*$p<0,05$ düzeyinde anlamlı farklılık bulunmaktadır.

Tablo 4.7'deki ikili karşılaştırma sonuçlarına göre sadece SG-1 ile SG-2 uygulamaları sonrası küçük tansiyon ölçüm ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmaktadır ($p<0,05$). Küçük tansiyon ortalaması SG-2 uygulama sonrası, SG-1'e göre daha yüksektir.

4.4 Nabız Ölçümlerinin SG-1 ve SG-2 Ortamlarına Göre Karşılaştırılması

Katılımcıların nabız ölçümlerinin SG hastalığı ile ilişkisinin bulunması amacıyla yapılan analizlerde; nabız ölçümleri başlangıç, SG-1 ve SG-2 ortamlarına göre

karşılaştırılmıştır. Verilerin normallik durumu incelendiğinde; tüm ölçümlerde normal dağılım varsayımının sağlanması nedeniyle tekrarlı ölçümler için varyans analizi (ANOVA) yapılmıştır. Mauchly Testi sonucuna göre küresellik varsayımı sağlanamamıştır (W=0,798, p<0,001). Küresellik varsayımının sağlanamaması ve epsilon değerinin 0,75'ten büyük olması (ε = 0,849) nedeniyle Huynh-Feldt düzeltmesi uygulanmıştır. Tablo 4.8'de tekrarlı ölçümler için ANOVA sonucu gösterilmektedir.

Tablo 4.8 Nabız ölçümlerinin farklı ortamlara göre karşılaştırılması

	n	**Ort. ± SS**	**Anlamlılık**
Başlangıç Nabız	73	82,75 ± 11,50	F(1,698, 122,285) = 1,348 p = 0,262
SG-1 Nabız	73	81,90 ± 9,22	
SG-2 Nabız	73	81,53 ± 8,30	

Tekrarlı ölçümler ANOVA

Tablo 4.8'de gösterildiği üzere katılımcıların başlangıçtaki nabız ortalaması 82,75±11,50'dir. SG-1 ortamındaki nabız ortalaması 81,90 ± 9,22'dir. SG-2 ortamında nabız ortalaması 81,53±8,30'dur. Varyans analizi sonucuna göre farklı ortamlarda elde edilen nabız ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır (p> 0,05).

4.5 Satürasyon Ölçümlerinin SG-1 ve SG-2 Ortamlarına Göre Karşılaştırılması

Katılımcıların satürasyon ölçümlerinin SG hastalığı ile ilişkisinin bulunması amacıyla yapılan analizlerde; satürasyon ölçümleri başlangıç, SG-1 ve SG-2 uygulama sonrası değerlerine göre karşılaştırılmıştır. Verilerin normallik durumu incelendiğinde; başlangıç, SG-1 ve SG-2 satürasyon ölçümlerinin normal dağılmaması nedeniyle Friedman testi kullanılmıştır. Tablo 4.9'da Friedman testi sonucu gösterilmektedir.

Tablo 4.9 Satürasyon ölçümlerinin farklı ortamlara göre karşılaştırılması

	n	Ort. ± SS	Sıra Ort.	Anlamlılık
Başlangıç Satürasyon	73	96,22 ± 1,36	2,08	χ_2^2 = 0,937
SG-1 Satürasyon	73	96,07 ± 1,27	1,97	p = 0,626
SG-2 Satürasyon	73	95,74 ± 1,92	1,95	

Friedman testi

Tablo 4.9'da gösterildiği üzere katılımcıların başlangıçtaki satürasyon ortalaması 96,22 ± 1,36'dır. SG-1 ortamındaki satürasyon ortalaması 96,07±1,27'dir. SG-2 ortamındaki satürasyon ortalaması 95,74±1,92'dir. Başlangıç, SG-1 ve SG-2 ortamlarındaki satürasyon ölçümlerinin sıra ortalamaları sırasıyla 2,08, 1,97 ve 1,95'tir. Friedman testi sonucuna göre, satürasyon ölçümlerinin sıra ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır (χ_2^2=0,937, p> 0,05).

4.6 Vücut sıcaklığı Ölçümlerinin SG-1 ve SG-2 Ortamlarına Göre Karşılaştırılması

Katılımcıların vücut sıcaklığı ölçümlerinin SG hastalığı ile ilişkisinin bulunması amacıyla yapılan analizlerde; vücut sıcaklığı ölçümleri, başlangıç, SG-1 ve SG-2 uygulama sonrası değerlerine göre karşılaştırılmıştır. Verilerin normallik durumu incelendiğinde; başlangıç, SG-1 ve SG-2 vücut sıcaklığı ölçümlerinin normal dağılmaması nedeniyle Friedman testi kullanılmıştır. Tablo 4.10'da Friedman testi sonucu gösterilmektedir.

Tablo 4.10 Vücut sıcaklığı ölçümlerinin farklı ortamlara göre karşılaştırılması

	n	Ort. ± SS (Min. – Maksi.)	Sıra Ort.	Anlamlılık
Başlangıç vücut sıcaklığı	73	36,53 ± 0,07 (36,4 – 36,8)	1,53	χ_2^2 = 43,380 p = 0,000* (p < 0,001) W = 0,297
SG-1 vücut sıcaklığı	73	36,60 ± 0,13 (36,4 – 37,2)	2,10	
SG-2 vücut sıcaklığı	73	36,62 ± 0,13 (36,4 – 37,0)	2,38	

*$p<0,05$ düzeyinde anlamlı farklılık bulunmaktadır. Friedman testi

Tablo 4.10'da gösterildiği üzere başlangıçta katılımcıların vücut sıcaklığı ortalaması 36,53'tür. Vücut sıcaklıkları 36,4 ile 36,8 arasında değişmektedir. SG-1 uygulama sonrası vücut sıcaklığı ortalaması 36,60'tır. SG-1 uygulama sonrası katılımcıların vücut sıcaklıkları 36,4 ile 37,2 arasındadır. SG-2 uygulama sonrası vücut sıcaklığı ortalaması 36,62'dir. SG-2 uygulama sonrası katılımcıların vücut sıcaklıkları 36,4 ile 37,0 arasındadır. Başlangıç, SG-1 ve SG-2 ortamlarındaki vücut sıcaklığı ölçümlerinin sıra ortalamaları sırasıyla 1,53, 2,10 ve 2,38'dir. Friedman testi sonucuna göre vücut sıcaklığı ölçümlerinin sıra ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmaktadır (χ_2^2=43,380, $p<0,05$). Farkın etki büyüklüğü W =0,297'dir. Farkın zayıf bir etkiye sahip olduğu söylenebilir. Bulunan farklılığın hangi ortamlar arasından kaynaklandığını tespit etmek amacıyla ikili karşılaştırmalar yapılmıştır. İkili karşılaştırmalarda Bonferroni düzeltmesi kullanılmıştır. Tablo 4.11'de ikili karşılaştırma sonuçları verilmektedir.

Tablo 4.11 Vücut sıcaklığı ölçümleri için yapılan ikili karşılaştırmalar

	Test istatistiği	St. Hata	St. Test istatistiği	p	Bonferroni p
Başlangıç – SG1	-0,568	0,166	-3,435	0,001	0,002*
Başlangıç – SG2	-0,849	0,166	-5,131	0,000	0,000*
SG1 – SG2	-0,281	0,166	-1,697	0,090	0,269

*$p<0,05$ düzeyinde anlamlı farklılık bulunmaktadır.

Tablo 4.11'deki ikili karşılaştırma sonuçlarına göre başlangıç vücut sıcaklığı ölçümleri ile SG-1 uygulama sonrası vücut sıcaklığı ölçümleri arasındaki istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık vardır ($p<0,05$). Tablo 4.11'deki ikili karşılaştırma sonuçlarına göre başlangıç vücut sıcaklığı ölçümleri ile SG-2 uygulama sonrası vücut sıcaklığı ölçümleri arasındaki istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık vardır ($p<0,05$). SG-1 ve SG-2 uygulama sonrası vücut sıcaklıklarının başlangıçtaki vücut sıcaklığı ölçümlerine göre daha yüksek olduğu söylenebilir.

4.7. Galvanik Cilt Tepkisi verilerinin SG-1 ve SG-2 Ortamlarına Göre Karşılaştırılması

4.7.1 Galvanik Cilt Tepkisi ve SG hastalığı bulgusuna ilişkin analizler

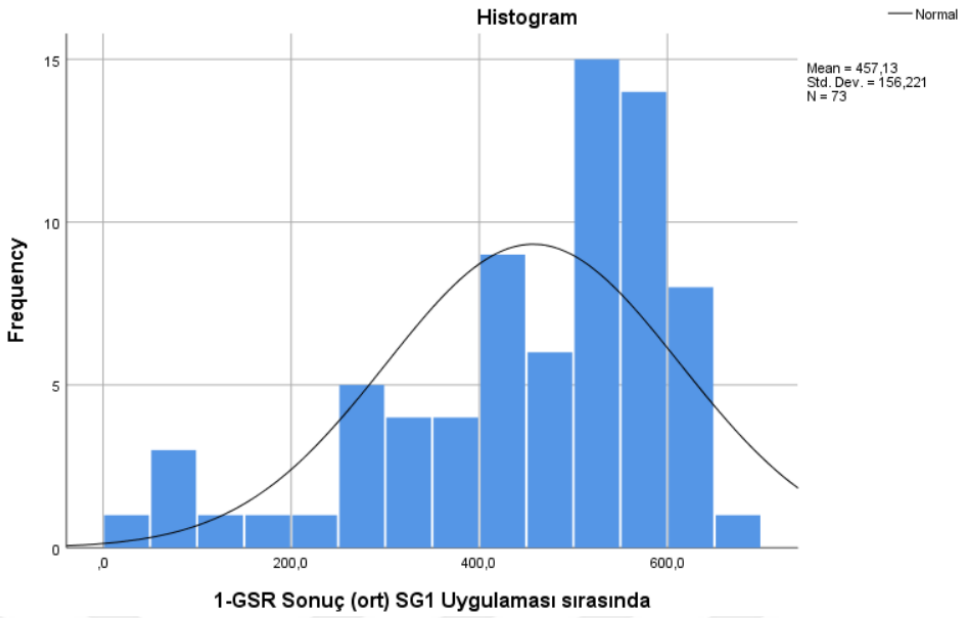
Katılımcıların Galvanik Cilt Tepkisi verilerinin (GSR) SG hastalığı ile ilişkisinin bulunması amacıyla yapılan analizlerde; GSR verileri SG-1 ve SG-2 ortamlarına göre karşılaştırılmıştır. Tablo 4.12'deki SG-1 ve SG-2 ortamlarındaki GSR verilerine ilişkin ortalama, standart sapma, medyan, minimum ve maksimum değerler gösterilmektedir.

Tablo 4.12 GSR verilerinin farklı ortamlara göre karşılaştırılması

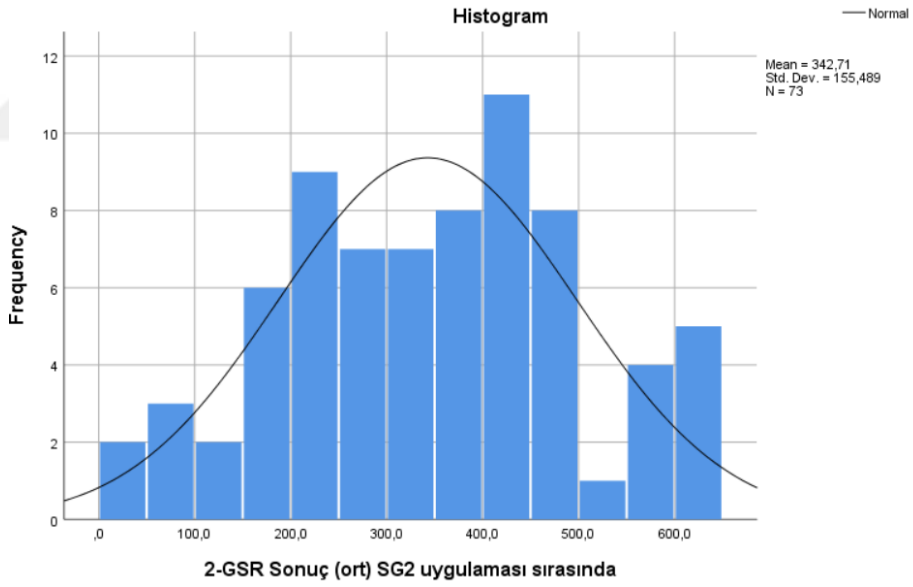
	n	**Ort. ± SS**	**Medyan**	**Min. - Maksi.**
SG-1 GSR Sonuç	73	457,13 ± 156,22	500,93	0,80 - 673,73
SG-2 GSR Sonuç	73	342,71 ± 155,49	354,13	0,47 - 649,13

Tablo 4.12 de gösterildiği üzere SG-1 uygulamasındaki GSR ortalaması 457,129±156,221'dir. SG-2 uygulamasındaki GSR ortalaması 342,707±155,489'dur. SG-1 uygulamasındaki GSR medyanı 500,93'tür. SG-2 uygulamasındaki GSR medyanı 354,13'tür.

Şekil 4.1 ve Şekil 4.2'de GSR (SG-1) ve GSR (SG-2) verilerine ait histogram grafikleri gösterilmektedir.



Şekil 4.1 GSR (SG-1) Histogram grafiği



Şekil 4.2 GSR (SG-2) Histogram grafiği

Şekil 4.1'de gösterildiği üzere SG-1 uygulaması sırasındaki GSR verileri sola çarpık (sağa yığılmalı) bir dağılım özelliği göstermektedir. SG-1 ortamındaki GSR verilerinin normal dağılmaması nedeniyle Wilcoxon işaretli sıra sayıları testi kullanılmıştır. Tablo 4.13'te Wilcoxon işaretli sıra sayıları testi sonucu gösterilmektedir.

Tablo 4.13 GSR verilerinin farklı ortamlara göre karşılaştırılması

	n	Ort. ± SS	Anlamlılık
SG-1 GSR Sonuç	73	457,129 ± 156,221	Z =-5,698 p = 0,000* (p < 0,001)
SG-2 GSR Sonuç	73	342,707 ± 155,489	r = 0,67 r^2 = 0,45

Wilcoxon işaretli sıra sayıları testi *$p<0,05$ düzeyinde anlamlı farklılık bulunmaktadır.
r: Etki büyüklüğü ($r = \frac{Z}{\sqrt{n}}$)

Tablo 4.13'te gösterildiği üzere SG-1 uygulamasındaki GSR ortalaması 457,129±156,221'dir. SG-2 uygulamasındaki GSR ortalaması 342,707±155,489'dur. Wilcoxon işaretli sıra sayıları testi sonucuna göre SG-1 ve SG-2 uygulamalarındaki GSR verileri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmaktadır (Z=5,698, $p<0,05$). Tespit edilen farkın etki büyülüğü r = 0,67 olarak hesaplanmıştır. Etki toplam varyansın %45'ini açıklamaktadır (r^2=0,45).

Tablo 4.14'te Wilcoxon işaretli sıra sayıları testine ilişkin detaylı sonuçlar gösterilmektedir.

Tablo 4.14 GSR skorlarının farklı ortamlara göre karşılaştırılması (Wilcoxon işaretli sıra sayıları)

		n	Sıra ortalaması	Sıralar toplamı
SG2 - SG1	Negatif sıra	59[a]	40,46	2387,00
	Pozitif sıra	14[b]	22,43	314,00
	Eşit	0[c]		
	Toplam	73		

a. SG2 < SG1
b. SG2 > SG1
c. SG2 = SG1

Tablo 4.14'te gösterildiği üzere 59 katılımcının GSR değerleri SG-2 ortamında SG-1'e göre azalmıştır. 14 katılımcının GSR değerleri SG-2 ortamında SG-1'e göre

yükselmiştir. GSR verileri ile SG hastalığı düzeyi incelendiğinde, semptom gösteren katılımcıların GSR değerlerinin düştüğü görülmüştür. Bu doğrultuda, SG hastalığı ile GSR düzeyi anasında negatif yönlü bir ilişki olduğu söylenebilmektedir.

4.7.2 GSR ile sağlık verileri arasındaki ilişkiler

GSR ile sağlık verileri arasındaki ilişkiler Spearman korelasyon analizi ile incelenmiştir. Tablo 4.15'te SG-1 uygulaması sırasında elde edilen GSR verileri ile sağlık verileri arasındaki ilişkiler gösterilmektedir.

Tablo 4.15 SG-1 uygulaması sırasında GSR verileri ile sağlık verileri arasındaki ilişkiler (n = 73)

		GSR (SG-1)
SSQ (SG-1)	*r*	0,016
	p	0,896
Büyük Tansiyon (SG-1)	*r*	-0,176
	p	0,137
Küçük Tansiyon (SG-1)	*r*	-0,227
	p	0,054
Nabız (SG-1)	*r*	**-0,235***
	p	**0,045**
Satürasyon (SG-1)	*r*	-0,171
	p	0,148
Vücut Sıcaklığı (SG-1)	*r*	0,173
	p	0,142

*Korelasyon ,05 düzeyinde anlamlıdır

Tablo 4.15'te gösterildiği üzere GSR ile nabız ölçümleri arasında negatif yönlü, zayıf ve anlamlı bir ilişki bulunmaktadır (r =-0,235, $p<0,05$).

Tablo 4.16'da SG-2 uygulaması sırasında elde edilen GSR verileri ile sağlık verileri arasındaki ilişkiler gösterilmektedir. GSR (SG-2), büyük tansiyon, küçük tansiyon ve nabız verileri normal dağıldıkları için bu değişkenlerle Pearson korelasyon analizi yapılmıştır. Satürasyon ve vücut sıcaklığı verileri normal dağılmadığı için bu değişkenlerle Spearman korelasyon analizi yapılmıştır.

Tablo 4.16 SG-2 uygulaması sırasında GSR verileri ile sağlık verileri arasındaki ilişkiler (n = 73)

		GSR (SG-2)
SSQ (SG-2)	*r*	0,071
	p	0,550
Büyük Tansiyon (SG-2)	*r*	-0,201
	p	0,088
Küçük Tansiyon (SG-2)	*r*	**-0,238***
	p	**0,043**
Nabız (SG-2)	*r*	-0,158
	p	0,181
Satürasyon (SG-2)	*r*	0,166
	p	0,160
Vücut Sıcaklığı (SG-2)	*r*	-0,007
	p	0,954

*Korelasyon ,05 düzeyinde anlamlıdır

Tablo 4.16' daki Pearson korelasyon analizi sonucuna göre GSR ile küçük tansiyon ölçümleri arasında negatif yönlü, zayıf ve anlamlı bir ilişki bulunmaktadır (r =-0,238, $p<0,05$).

4.8 Simülatör Hastalık Anketi Skorlarının SG-1 ve SG-2 Ortamlarına Göre Karşılaştırılması

Katılımcıların Simülatör Hastalık Anketi skorlarının (SSQ Skor) SG hastalığı ile ilişkisinin bulunması amacıyla yapılan analizlerde; SSQ skorları başlangıç, SG-1 ve SG-2 uygulama sonrası sonuçlara göre karşılaştırılmıştır. Başlangıç, SG-1 ve SG-2 SSQ skorlarının normal dağılmaması nedeniyle Friedman testi kullanılmıştır. Tablo 4.17'de Friedman testi sonucu gösterilmektedir.

Tablo 4.17 SSQ skorlarının farklı ortamlara göre karşılaştırılması

	n	Ort. ± SS	Sıra Ort.	Anlamlılık
Başlangıç SSQ Skor	73	3,55 ± 3,28	1,57	χ_2^2 = 93,157
SG-1 SSQ Skor	73	4,04 ± 3,95	1,55	p = ,000*
SG-2 SSQ Skor	73	14,19 ± 9,69	2,88	(p < 0,001)
				W = 0,638

**p<0,05* düzeyinde anlamlı farklılık bulunmaktadır. Friedman testi

Tablo 4.17'de gösterildiği üzere katılımcıların başlangıç SSQ skor ortalaması 3,55 ± 3,28'dir. SG-1 ortamındaki SSQ skor ortalaması 4,04±3,95'tir. SG-2 ortamı SSQ skor ortalaması 14,19±9,69'dur. Başlangıç, SG-1 ve SG-2 ortamlarındaki SSQ skorlarının sıra ortalamaları sırasıyla 1,57, 1,55 ve 2,88'dir. Friedman testi sonucuna göre SSQ skoru sıra ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmaktadır (χ_2^2=93,157, *p<0,05*). Farkın etki büyüklüğü *W*=0,638'dir. Farkın güçlü bir etkiye sahip olduğu söylenebilir. Bulunan farklılığın hangi ortamlar arasından kaynaklandığını tespit etmek amacıyla ikili karşılaştırmalar yapılmıştır. İkili karşılaştırmalarda Bonferroni düzeltmesi kullanılmıştır. Tablo 4.18'de ikili karşılaştırma sonuçları verilmektedir.

Tablo 4.18 SSQ skorları için yapılan ikili karşılaştırmalar

	Test istatistiği	St. Hata	St. Test istatistiği	p	Bonferroni p
SG1 – Başlangıç	0,021	0,166	0,124	0,901	1,000
SG1 – SG2	-1,336	0,166	-8,069	0,000	0,000*
Başlangıç – SG2	-1,315	0,166	-7,945	0,000	0,000*

**p<0,05* düzeyinde anlamlı farklılık bulunmaktadır.

Tablo 4.18'deki ikili karşılaştırma sonuçlarına göre SG-1 ile SG-2 ortamı SSQ skorları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmaktadır (*p<0,05*). Tablo 4.18'deki ikili karşılaştırma sonuçlarına göre başlangıç ile SG-2 ortamı SSQ skorları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmaktadır (*p<0,05*).

4.9 Mevcudiyet düzeyi ile Sanal Gerçeklik Hastalığı ilişkisinin SG-1 ve SG-2 ortamlarına göre karşılaştırılması

4.9.1 Mevcudiyet Düzeyi ve SG hastalığı bulgusuna ilişkin analizler

Tablo 4.19'da katılımcıların SG-1 ve SG-2 uygulaması sonrası Mevcudiyet Ölçeğinden elde ettikleri toplam puanların ortalamaları, standart sapmaları, medyan, minimum ve maksimum değerleri gösterilmektedir. Bu analizde farklı özelliklere sahip SG ortamlarında kullanıcıların bulunma hissinin diğer bir ifade ile varlık duygusunun düzeyinin bilinmesi amaçlanmıştır.

Tablo 4.19 Katılımcıların SG-1 ve SG-2 uygulaması sonrası Mevcudiyet Ölçeğinden elde ettikleri toplam puanların ortalamaları, standart sapmaları, medyan, minimum ve maksimum değerleri

Mevcudiyet Ölçek Toplam skor	n	Ort.	SS	Medyan	Min. - Maksi.
SG-1 Uygulaması sonrası	73	152,34	24,36	160	91 - 203
SG-2 Uygulaması sonrası	73	153,48	29,28	161	71 - 198

Tablo 4.19'de gösterildiği üzere SG-1 uygulaması sonrası katılımcıların (n = 73) Mevcudiyet Ölçeğinden elde ettikleri toplam puanların ortalaması 152,34±24,36'dır. SG-2 uygulaması sonrasındaki toplam puanların ortalaması 153,48±29,28'dir. Mevcudiyet Ölçeği skorları ile Simülatör Hastalık Anketi skorları arasındaki ilişkiler Spearman korelasyon analizi ile incelenmiştir. Bu analizde, SG ortamlarında bulunma hissinin SG hastalığı şiddeti ile bir ilişkisi olup olmadığının bilinmesi amaçlanmıştır. Elde edilen verilerin normal dağılım varsayımının sağlanamaması nedeniyle Spearman korelasyon tercih edilmiştir. Tablo 4.20'de Spearman korelasyon analizi sonucu verilmektedir.

Tablo 4.20 Mevcudiyet Ölçeği ile Simülatör Hastalık Anketi skorları arasındaki ilişkiler (n = 73)

		SSQ Skor-1 (Başlangıç)	SSQ Skor-2 (SG-1)	SSQ Skor-3 (SG-2)
Mevcudiyet Ölçek Toplam skor (SG-1)	*r*	-0,027	-0,145	0,146
	p	0,819	0,221	0,217
Mevcudiyet Ölçek Toplam skor (SG-2)	*r*	-0,108	-0,096	0,020
	p	0,364	0,419	0,867

Tablo 4.20'de gösterildiği üzere Simülatör Hastalık Anketi skorları ile Mevcudiyet Ölçeği skorları arasında anlamlı bir ilişki bulunmamaktadır ($p > 0,05$).

Tablo 4.21'de SSQ skor farkları ile Mevcudiyet ölçeği toplam skorları arasındaki ilişkiler Spearman korelasyon analizi ile incelenmiştir. Normal dağılım sağlanamadığı için Spearman korelasyon analizi yapılmıştır.

Tablo 4.21 SSQ Skor farkları ile Mevcudiyet ölçeği toplam skorları arasındaki ilişkiler (n = 73) (Çift kuyruklu / two-tailed)

		SG-1 Uygulaması sonrası Mevcudiyet Ölçek Toplam skor	SG-2 Uygulaması sonrası Mevcudiyet Ölçek Toplam skor
SSQ (Başlangıç-SG1 Fark)	*r*	0,197	-0,065
	p	0,095	0,583
SSQ (SG1-SG2 Fark)	*r*	-0,199	-0,027
	p	0,091	0,820
SSQ (Başlangıç-SG2 Fark)	*r*	-0,135	-0,026
	p	0,254	0,824

Tablo 4.21'deki Spearman korelasyon katsayılarının 0,197 ve -0,199 olduğu görülmektedir ancak çift kuyruklu (two—tailed) korelasyonda bu zayıf ilişkiyi anlamlı gösterebilmek için daha fazla örnekleme ihtiyaç vardır. Çift kuyruklu hipotez testinde anlamlı ilişki bulunamadığı için tek kuyruklu olarak Tablo 4.22'de (one-tailed) Spearman korelasyon yapılmıştır.

Tablo 4.22 SSQ Skor farkları ile Mevcudiyet ölçeği toplam skorları arasındaki ilişkiler (n = 73) (Tek kuyruklu / one-tailed)

		SG-1 Uygulaması sonrası Mevcudiyet Ölçek Toplam skor	SG-2 Uygulaması sonrası Mevcudiyet Ölçek Toplam skor
SSQ (Başlangıç-SG1 Fark)	*r*	**0,197***	-0,065
	p	**0,048**	0,292
SSQ (SG1-SG2 Fark)	*r*	**-0,199***	-0,027
	p	**0,045**	0,410
SSQ (Başlangıç-SG2 Fark)	*r*	-0,135	-0,026
	p	0,127	0,412

Tablo 4.22'deki sonuçlara göre SG-1 Mevcudiyet ölçeği toplam skoru ile SSQ (Başlangıç – SG1 Farkı) arasında pozitif yönlü, zayıf ve anlamlı bir ilişki bulunmaktadır (r=0,197, $p<0,05$). Tablo 4.22'teki sonuçlara göre SG-1 Mevcudiyet ölçeği toplam skoru ile SSQ (SG1 – SG2 Farkı) arasında negatif yönlü, zayıf ve anlamlı bir ilişki bulunmaktadır (r =-0,199, $p<0,05$).

4.9.2 Mevcudiyet düzeyi ve sağlık verileri arasındaki ilişkiler

Mevcudiyet Ölçeği skorları ile büyük tansiyon ölçümleri arasındaki ilişkiler Spearman korelasyon analizi ile incelenmiştir. Tablo 4.23'te Spearman korelasyon analizi sonucu verilmektedir.

Tablo 4.23 Mevcudiyet ölçeği skorları ile büyük tansiyon (Ort.) arasındaki ilişkiler (n = 73)

		Büyük tansiyon (Başlangıç)	Büyük tansiyon (SG-1)	Büyük tansiyon (SG-2)
Mevcudiyet Ölçek Toplam skor (SG-1)	*r*	0,052	0,037	0,057
	p	0,665	0,755	0,632
Mevcudiyet Ölçek Toplam skor (SG-2)	*r*	-0,071	-0,005	0,032
	p	0,551	0,965	0,790

Tablo 4.23'te gösterildiği üzere büyük tansiyon ölçümleri ile Mevcudiyet Ölçeği skorları arasında anlamlı bir ilişki bulunmamaktadır (p>0,05). Mevcudiyet Ölçeği skorları ile küçük tansiyon ölçümleri arasındaki ilişkiler Spearman korelasyon analizi ile incelenmiştir. Tablo 4.24'te Spearman korelasyon analizi sonucu verilmektedir.

Tablo 4.24 Mevcudiyet Ölçeği skorları ile küçük tansiyon (Ort.) arasındaki ilişkiler (n = 73)

		Küçük tansiyon (Başlangıç)	**Küçük tansiyon (SG-1)**	**Küçük tansiyon (SG-2)**
Mevcudiyet Ölçek Toplam skor (SG-1)	*r*	0,073	0,112	0,052
	p	0,538	0,345	0,660
Mevcudiyet Ölçek Toplam skor (SG-2)	*r*	0,078	0,074	0,074
	p	0,511	0,534	0,535

Tablo 4.24'de gösterildiği üzere küçük tansiyon ölçümleri ile Mevcudiyet Ölçeği skorları arasında anlamlı bir ilişki bulunmamaktadır (p>0,05).

Mevcudiyet Ölçeği skorları ile nabız ölçümleri arasındaki ilişkiler Spearman korelasyon analizi ile incelenmiştir. Tablo 4.25'de Spearman korelasyon analizi sonucu verilmektedir.

Tablo 4.25 Mevcudiyet Ölçeği skorları ile nabız ölçümleri arasındaki ilişkiler (n = 73)

		Nabız (Başlangıç)	**Nabız (SG-1)**	**Nabız (SG-2)**
Mevcudiyet Ölçek Toplam skor (SG-1)	*r*	-0,086	-0,144	-0,138
	p	0,468	0,224	0,245
Mevcudiyet Ölçek Toplam skor (SG-2)	*r*	-0,119	-0,143	-0,074
	p	0,316	0,229	0,534

Tablo 4.25'te gösterildiği üzere nabız ölçümleri ile Mevcudiyet Ölçeği skorları arasında anlamlı bir ilişki bulunmamaktadır (p>0,05).

Mevcudiyet Ölçeği skorları ile satürasyon ölçümleri arasındaki ilişkiler Spearman korelasyon analizi ile incelenmiştir. Tablo 4.26'da Spearman korelasyon analizi sonucu verilmektedir.

Tablo 4.26 Mevcudiyet Ölçeği skorları ile satürasyon ölçümleri arasındaki ilişkiler (n = 73)

		Satürasyon (Başlangıç)	**Satürasyon (SG-1)**	**Satürasyon (SG-2)**
Mevcudiyet Ölçek Toplam skor (SG-1)	*r*	-0,201	0,081	0,195
	p	0,087	0,493	0,098
Mevcudiyet Ölçek Toplam skor (SG-2)	*r*	0,070	-0,034	0,009
	p	0,556	0,776	0,939

Tablo 4.26'da gösterildiği üzere satürasyon ölçümleri ile Mevcudiyet Ölçeği skorları arasında anlamlı bir ilişki bulunmamaktadır (p>0,05).

Spearman koreasyon analizleri çift kuyruklu analizlerdir. Bu analizler tek kuyruklu Spearman analizi olarak yapıldığı zaman sadece satürasyon ölçümleri ile bir ilişki tespit edilmektedir. Bu nedenden dolayı Tablo 4.27'de satürasyon ölçümleri ile mevcudiyet ölçeği toplam skorları arasındaki ilişkiler tek kuyruk (tek yönlü) hipoteze karşılık gelecek şekilde yapılmıştır. Tek yöne örnek: "Satürasyon ölçümleri azaldıkça mevcudiyet toplam skoru artmaktadır."

Tablo 4.27 Satürasyon ölçümleri ile Mevcudiyet ölçeği toplam skorları arasındaki ilişkiler (n = 73) (Tek kuyruklu / one-tailed)

		Satürasyon (Başlangıç)	Satürasyon (SG-1)	Satürasyon (SG-2)
Mevcudiyet Ölçek	*r*	-0,201*	0,081	0,195*
Toplam skor (SG-1)	*p*	0,044	0,247	0,049
Mevcudiyet Ölçek	*r*	0,070	-0,034	0,009
Toplam skor (SG-2)	*p*	0,278	0,388	0,470

Tablo 4.27'deki Spearman korelasyon analizi sonucuna göre başlangıç satürasyon ölçümleri ile SG-1 sonrası mevcudiyet ölçeği toplam skorları arasında negatif yönlü, zayıf ve anlamlı bir ilişki bulunmaktadır (r=-0,201, $p<0,05$). Tablo 4.27'deki Spearman korelasyon analizi sonucuna göre SG-2 sonrası satürasyon ölçümleri ile SG-1 sonrası mevcudiyet ölçeği toplam skorları arasında pozitif yönlü, zayıf ve anlamlı bir ilişki bulunmaktadır (r=195, $p<0,05$).

Mevcudiyet Ölçeği skorları ile GSR verileri arasındaki ilişkiler Spearman korelasyon analizi ile incelenmiştir. Tablo 4.28'de Spearman korelasyon analizi sonucu verilmektedir.

Tablo 4.28 Mevcudiyet Ölçeği skorları ile GSR verileri arasındaki ilişkiler (n = 73)

		GSR (SG-1)	GSR (SG-2)
Mevcudiyet Ölçek Toplam skor (SG-1)	*r*	0,150	-0,016
	p	0,204	0,895
Mevcudiyet Ölçek Toplam skor (SG-2)	*r*	0,163	0,057
	p	0,168	0,632

Tablo 4.28'de gösterildiği üzere GSR verileri ile Mevcudiyet Ölçeği skorları arasında anlamlı bir ilişki bulunmamaktadır (p>0,05).

4.10 Fiziksel Aktivite düzeyi ve Sanal Gerçeklik Hastalığı ilişkisinin SG-1 ve SG-2 ortamlarına göre karşılaştırılması

4.10.1 Fiziksel Aktivite düzeyi ve sağlık verileri arasındaki ilişkiler

Tablo-29'da katılımcıların Fiziksel Aktivite Ölçeğinden elde ettikleri skorların ortalama, standart sapma, medyan, minimum ve maksimum değerleri gösterilmektedir.

Tablo 4.29 Katılımcıların Fiziksel Aktivite Ölçeğinden elde ettikleri skorların ortalama, standart sapma, medyan, minimum ve maksimum değerleri

Fiziksel Aktivite Ölçeği	n	Ort.	SS	Medyan	Min. - Maksi.
1. MET puanı (Yüksek Şiddetli Aktivite)	73	148,49	459,54	0,00	0 - 2440
2. MET Puanı (Orta Şiddetli Aktivite)	73	223,56	531,79	0,00	0 - 3000
3. MET Puanı (Hafif Şiddetli Aktivite)	73	1092,92	880,76	693,00	0 - 4752,0
Toplam MET puanı	73	1464,98	1033,33	1386,00	66,0 - 4752,0

Tablo 4.29'da gösterildiği üzere katılımcıların (n = 73) 1. MET puan (yüksek şiddetli aktivite) ortalaması 148,49±459,54'tür. Katılımcıların 2. MET puan (orta şiddetli aktivite) ortalaması 223,56±531,79'dur. Katılımcıların 3. MET puan (hafif şiddetli aktivite) ortalaması 1092,92±880,76'dır.

Tablo 4.29'da gösterildiği üzere katılımcıların (n = 73) toplam MET puan ortalaması 1464,98 ± 1033,33'tür. Toplam MET puanı medyanı ise 1386'dır.

Tablo 4.30'da Fiziksel Aktivite Ölçeği ile başlangıçtaki sağlık verileri arasındaki ilişkiler gösterilmektedir.

Tablo 4.30 Fiziksel Aktivite Ölçeği ile başlangıçtaki sağlık verileri arasındaki ilişkiler (n = 73)

		Fiziksel Aktivite Ölçek Skor 1.MET puanı (Yüksek Şiddetli Aktivite)	Fiziksel Aktivite Ölçek Skor 2. MET Puanı (Orta Şiddetli Aktivite)	Fiziksel Aktivite Ölçek Skor 3. MET Puanı (Hafif Şiddetli Aktivite)	Fiziksel Aktivite Ölçek Skor Toplam MET puanı
SSQ Skor (Başlangıç)	*r*	-0,178	0,139	0,105	0,047
	p	0,131	0,241	0,379	0,692
Tansiyon Büyük-Ort. (Başlangıç)	*r*	0,091	-0,058	0,059	-0,029
	p	0,443	0,628	0,621	0,805
Tansiyon Küçük-Ort. (Başlangıç)	*r*	0,070	**-0,314****	-0,029	-0,223
	p	0,559	**0,007**	0,807	0,058
Nabız (Başlangıç)	*r*	-0,112	0,011	0,012	-0,088
	p	0,344	0,929	0,921	0,461
Satürasyon (Başlangıç)	*r*	-0,215	-0,042	0,056	-0,037
	p	0,068	0,723	0,636	0,758
Vücut Sıcaklığı (Başlangıç)	*r*	-0,072	-0,081	-0,016	-0,127
	p	0,544	0,497	0,895	0,283

**Korelasyon ,01 düzeyinde anlamlıdır

Tablo 4.30'da gösterildiği üzere başlangıçtaki küçük tansiyon ölçümleri ile orta şiddetli aktivite MET puanları arasında negatif yönlü, zayıf ve anlamlı bir ilişki bulunmaktadır (r =-0,314, p <0,01).

Tablo 4.31'de Fiziksel Aktivite Ölçeği ile SG-1 sağlık verileri arasındaki ilişkiler gösterilmektedir.

Tablo 4.31 Fiziksel Aktivite Ölçeği ile SG-1 sağlık verileri arasındaki ilişkiler (n = 73)

		Fiziksel Aktivite Ölçek Skor 1.MET puanı (Yüksek Şiddetli Aktivite)	Fiziksel Aktivite Ölçek Skor 2. MET Puanı (Orta Şiddetli Aktivite)	Fiziksel Aktivite Ölçek Skor 3. MET Puanı (Hafif Şiddetli Aktivite)	Fiziksel Aktivite Ölçek Skor Toplam MET puanı
SSQ Skor (SG-1)	*r*	-0,032	0,124	-0,034	0,007
	p	0,785	0,295	0,774	0,951
Tansiyon Büyük (SG-1)	*r*	0,109	0,045	0,086	0,019
	p	0,360	0,706	0,469	0,871
Tansiyon Küçük (SG-1)	*r*	0,061	-0,166	0,036	-0,122
	p	0,609	0,161	0,760	0,305
Nabız (SG-1)	*r*	-0,221	0,030	0,035	-0,101
	p	0,060	0,800	0,766	0,397
Satürasyon (SG-1)	*r*	0,042	-0,101	**0,240***	0,151
	p	0,723	0,395	**0,041**	0,202
Vücut Sıcaklığı (SG-1)	*r*	-0,004	0,010	-0,035	0,026
	p	0,973	0,931	0,767	0,830
GSR (SG-1)	*r*	0,194	-0,017	-0,038	0,062
	p	0,100	0,886	0,747	0,605

*Korelasyon ,05 düzeyinde anlamlıdır

Tablo 4.31'deki korelasyon analizi sonucuna göre SG-1 satürasyon ölçümleri ile hafif şiddetli aktivite MET skorları arasında pozitif yönlü, zayıf ve anlamlı bir ilişki bulunmaktadır (r=0,240, $p<0,05$).

Tablo 4.32'de Fiziksel Aktivite Ölçeği ile SG-2 sağlık verileri arasındaki ilişkiler gösterilmektedir.

Tablo 4.32 Fiziksel Aktivite Ölçeği ile SG-2 sağlık verileri arasındaki ilişkiler (n = 73)

		Fiziksel Aktivite Ölçek Skor 1.MET puanı (Yüksek Şiddetli Aktivite)	Fiziksel Aktivite Ölçek Skor 2. MET Puanı (Orta Şiddetli Aktivite)	Fiziksel Aktivite Ölçek Skor 3. MET Puanı (Hafif Şiddetli Aktivite)	Fiziksel Aktivite Ölçek Skor Toplam MET puanı
SSQ Skor (SG-2)	*r*	0,076	0,049	-0,156	-0,046
	p	0,520	0,678	0,186	0,700
Tansiyon Büyük (SG-2)	*r*	-0,046	-0,017	-0,058	-0,150
	p	0,700	0,884	0,626	0,206
Tansiyon Küçük (SG-2)	*r*	0,019	-0,164	-0,055	-0,174
	p	0,874	0,166	0,646	0,141
Nabız (SG-2)	*r*	-0,180	-0,094	-0,011	-0,185
	p	0,127	0,427	0,929	0,117
Satürasyon (SG-2)	*r*	-0,013	-0,151	-0,027	-0,107
	p	0,914	0,203	0,822	0,365
Vücut Sıcaklığı (SG-2)	*r*	-0,008	-0,102	0,120	0,052
	p	0,944	0,389	0,310	0,659
GSR (SG-2)	*r*	0,113	0,132	0,027	0,122
	p	0,339	0,266	0,821	0,302

Tablo 4.32'deki korelasyon analizi sonuçlarına göre Fiziksel Aktivite Ölçeği ile SG-2 sağlık verileri arasında anlamlı bir ilişki bulunmamaktadır ($p > 0,05$).

4.10.2 Fiziksel aktivite düzeyi ve SG hastalığı bulgusuna ilişkin analizler

Tablo 4.33'te SSQ skor farkları ile MET puanları arasındaki ilişkiler Spearman korelasyon analizi ile incelenmiştir. Normal dağılım sağlanamadığı için Spearman korelasyon analizi yapılmıştır.

Tablo 4.33 SSQ Skor farkları ile MET puanları arasındaki ilişkiler (n = 73)
(Çift kuyruklu / two-tailed)

		Fiziksel Aktivite Ölçek Skor 1.MET puanı (Yüksek Şiddetli Aktivite)	Fiziksel Aktivite Ölçek Skor 2. MET Puanı (Orta Şiddetli Aktivite)	Fiziksel Aktivite Ölçek Skor 3. MET Puanı (Hafif Şiddetli Aktivite)	Fiziksel Aktivite Ölçek Skor Toplam MET puanı
SSQ (Başlangıç - SG1 Fark)	*r*	-0,122	-0,005	0,140	0,046
	p	0,304	0,969	0,236	0,702
SSQ (SG1 - SG2 Fark)	*r*	-0,053	0,031	0,183	0,101
	p	0,656	0,797	0,121	0,397
SSQ (Başlangıç - SG2 Fark)	*r*	-0,119	-0,003	0,221	0,102
	p	0,316	0,980	0,061	0,390

Sarı ile işaretlenen hücrede korelasyon katsayısı 0,221 bulunmuştur. Ancak çift kuyruklu (two-tailed) korelasyonda bu zayıf ilişkiyi anlamlı gösterebilmek için daha fazla örnekleme ihtiyaç duyulmaktadır.

Çift kuyruklu hipotez testinde anlamlı ilişki bulunamadığı için tek kuyruklu olarak Tablo 4.34'te (one-tailed) Spearman korelasyon yapılmıştır.

Tablo 4.34 SSQ Skor farkları ile MET puanları arasındaki ilişkiler (n = 73)
(Tek kuyruklu / one-tailed)

		Fiziksel Aktivite Ölçek Skor 1.MET puanı (Yüksek Şiddetli Aktivite)	Fiziksel Aktivite Ölçek Skor 2. MET Puanı (Orta Şiddetli Aktivite)	Fiziksel Aktivite Ölçek Skor 3. MET Puanı (Hafif Şiddetli Aktivite)	Fiziksel Aktivite Ölçek Skor Toplam MET puanı
SSQ (Başlangıç-SG1 Fark)	*r*	-0,122	-0,005	0,140	0,046
	p	0,152	0,484	0,118	0,351
SSQ (SG1-SG2 Fark)	*r*	-0,053	0,031	0,183	0,101
	p	0,328	0,399	0,060	0,199
SSQ (Başlangıç-SG2 Fark)	*r*	-0,119	-0,003	**0,221***	0,102
	p	0,158	0,490	**0,030**	0,195

Tablo 4.34'teki sonuçlara göre MET puanı (hafif şiddetli aktivite) ile SSQ (Başlangıç ile SG2 farkı) arasında pozitif yönlü, zayıf ve anlamlı bir ilişki bulunmaktadır (r=0,221, $p<0,05$).

4.11 Bireysel özelliklere göre Simülatör Hastalık Anketi skorlarının karşılaştırılması

Bu bölümde Simülatör Hastalık Anketi skorları bireysel özelliklere (cinsiyet, yaş, düzenli egzersiz, sanal ortam deneyimi, taşıt tutması, göz kusuru, fiziksel aktivite şiddeti) göre karşılaştırılmıştır. Ayrıca, skorların yaş, ekran kullanım süresi ve BMI değerleri ile ilişkisi incelenmiştir. Tablo 4.35'te Simülatör Hastalık Anketi skorları cinsiyete göre karşılaştırılmıştır. Normal dağılım sağlanamadığı için Mann Whitney U testi kullanılmıştır.

Tablo 4.35 Cinsiyete göre Simülatör Hastalık Anketi skorlarının karşılaştırılması

	Cinsiyet	n	Ort. ± SS	Sıra Ort.	Anlamlılık
SSQ (Başlangıç)	Kadın	43	3,51 ± 3,22	36,83	*Z* =-0,085
	Erkek	30	3,60 ± 3,42	37,25	*p* = 0,932
SSQ (SG-1)	Kadın	43	4,16 ± 3,82	38,22	*Z* =-0,593
	Erkek	30	3,87 ± 4,19	35,25	*p* = 0,553
SSQ (SG-2)	Kadın	43	14,79 ± 8,88	39,01	*Z* =-0,972
	Erkek	30	13,33 ± 10,84	34,12	*p* = 0,331

Z: Mann Whitney U testi

Tablo 4.35'teki Mann Whitney U testi sonuçlarına göre SSQ skorları cinsiyet göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermemektedir ($p > 0,05$).

Tablo 4.36'da Simülatör Hastalık Anketi skorları düzenli egzersiz yapma durumuna göre karşılaştırılmıştır. Normal dağılım sağlanamadığı için Mann Whitney U testi kullanılmıştır.

Tablo 4.36 Düzenli egzersiz yapma durumuna göre Simülatör Hastalık Anketi skorlarının karşılaştırılması

	Düzenli egzersiz	n	Ort. ± SS	Sıra Ort.	Anlamlılık
SSQ (Başlangıç)	Evet	20	2,70 ± 2,83	31,83	*Z* =-1,291
	Hayır	53	3,87 ± 3,40	38,95	*p* = 0,197
SSQ (SG-1)	Evet	20	4,10 ± 4,24	36,80	*Z* =-0,050
	Hayır	53	4,02 ± 3,88	37,08	*p* = 0,960
SSQ (SG-2)	Evet	20	16,15 ± 10,32	41,03	*Z* =-0,997
	Hayır	53	13,45 ± 9,44	35,48	*p* = 0,319

Z: Mann Whitney U testi

Tablo 4.36'da ki Mann Whitney U testi sonuçlarına göre SSQ skorları düzenli egzersiz yapma durumuna göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermemektedir ($p > 0,05$).

Tablo 4.37'de Simülatör Hastalık Anketi skorları daha önce sanal ortamı deneyimlemiş olma durumuna göre karşılaştırılmıştır. Normal dağılım sağlanamadığı için Mann Whitney U testi kullanılmıştır.

Tablo 4.37 Daha önce sanal ortam deneyimi olma durumuna göre Simülatör Hastalık Anketi skorlarının karşılaştırılması

	Sanal ortam deneyimi	**n**	**Ort. ± SS**	**Sıra Ort.**	**Anlamlılık**
SSQ (Başlangıç)	Evet	22	2,91 ± 2,58	34,23	Z =-0,740
	Hayır	51	3,82 ± 3,53	38,20	p = 0,459
SSQ (SG-1)	Evet	22	3,23 ± 3,45	32,95	Z =-1,078
	Hayır	51	4,39 ± 4,13	38,75	p = 0,281
SSQ (SG-2)	Evet	22	11,00 ± 9,93	28,70	***Z* =-2,198**
	Hayır	51	15,57 ± 9,35	40,58	***p* =0,028***

**p<0,05* düzeyinde anlamlı farklılık bulunmaktadır. Z: Mann Whitney U testi

Tablo 4.37'deki Mann Whitney U testi sonucuna göre SG-2 sonrası SSQ skorları daha önce sanal ortam deneyimlemiş olma durumuna göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermektedir (Z =-2,198, $p<0,05$). Daha önce sanal ortam deneyimlemiş katılımcıların SSQ (SG-2) skoru sıra ortalaması 28,70'tir. Daha önce sanal ortam deneyimlememiş katılımcıların SSQ (SG-2) skoru sıra ortalaması 40,58'dir. Daha önce sanal ortam deneyimlememiş katılımcıların SG-2 ortamındaki SSQ skorları anlamlı düzeyde daha yüksektir.

Tablo 4.38'de Simülatör Hastalık Anketi skorları taşıt tutması bulunma durumuna göre karşılaştırılmıştır. Normal dağılım sağlanamadığı için Mann Whitney U testi kullanılmıştır.

Tablo 4.38 Taşıt tutması bulunma durumuna göre Simülatör Hastalık Anketi skorlarının karşılaştırılması

	Taşıt tutması	**n**	**Ort. ± SS**	**Sıra Ort.**	**Anlamlılık**
SSQ (Başlangıç)	Var	24	4,29 ± 3,98	39,98	*Z* =-0,847
	Yok	49	3,18 ± 2,85	35,54	*p* = 0,397
SSQ (SG-1)	Var	24	5,50 ± 5,15	42,38	*Z* =-1,525
	Yok	49	3,33 ± 3,02	34,37	*p* = 0,127
SSQ (SG-2)	Var	24	17,33 ± 8,89	44,71	***Z* =-2,176**
	Yok	49	12,65 ± 9,78	33,22	***p* = 0,030***

**p<0,05* düzeyinde anlamlı farklılık bulunmaktadır. Z: Mann Whitney U testi

Tablo 4.38' deki Mann Whitney U testi sonucuna göre SG-2 sonrası SSQ skorları taşıt tutması bulunma durumuna göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermektedir (*Z* =-2,176, *p<0,05*). Taşıt tutması bulunan katılımcıların SSQ (SG-2) skoru sıra ortalaması 44,71'dir. Taşıt tutması bulunmayan katılımcıların SSQ (SG-2) skoru sıra ortalaması 33,22'dir. Taşıt tutması bulunan katılımcıların SG-2 ortamındaki SSQ skorları anlamlı düzeyde daha yüksektir.

Tablo 4.39'da Simülatör Hastalık Anketi skorları göz kusuru bulunma durumuna göre karşılaştırılmıştır. Normal dağılım sağlanamadığı için Mann Whitney U testi kullanılmıştır.

Tablo 4.39 Göz kusuru bulunma durumuna göre Simülatör Hastalık Anketi skorlarının karşılaştırılması

	Göz kusuru	**n**	**Ort. ± SS**	**Sıra Ort.**	**Anlamlılık**
SSQ (Başlangıç)	Var	8	4,00 ± 2,67	42,63	*Z* =-0,802
	Yok	65	3,49 ± 3,36	36,31	*p* = 0,423
SSQ (SG-1)	Var	8	3,63 ± 3,25	36,00	*Z* =-0,142
	Yok	65	4,09 ± 4,05	37,12	*p* = 0,887
SSQ (SG-2)	Var	8	14,38 ± 13,46	34,13	*Z* =-0,407
	Yok	65	14,17 ± 9,26	37,35	*p* = 0,684

Z: Mann Whitney U testi

Tablo 4.39'daki Mann Whitney U testi sonuçlarına göre SSQ skorları göz kusuru bulunma durumuna göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermemektedir (p> 0,05).

Tablo 4.40'ta Simülatör Hastalık Anketi skorları fiziksel aktivite şiddetlerine göre karşılaştırılmıştır. Normal dağılım sağlanamadığı için Mann Whitney U testi kullanılmıştır. Fiziksel aktivite şiddeti yüksek olan sadece 1 katılımcı bulunmaktadır. Bu katılımcı analize dahil edilmemiştir. Bu nedenle, Tablo 34'te toplam 72 katılımcı bulunmaktadır.

Tablo 4.40 Fiziksel aktivite şiddetine göre Simülatör Hastalık Anketi skorlarının karşılaştırılması

	Fiz. Aktivite Şiddeti	**n**	**Ort. ± SS**	**Sıra Ort.**	**Anlamlılık**
SSQ (Başlangıç)	Hafif	45	3,49 ± 3,49	35,12	Z =-0,727
	Orta	27	3,74 ± 2,98	38,80	p = 0,467
SSQ (SG-1)	Hafif	45	3,91 ± 4,00	34,97	Z =-0,808
	Orta	27	4,41 ± 3,92	39,06	p = 0,419
SSQ (SG-2)	Hafif	45	13,62 ± 9,69	34,63	Z =-0,979
	Orta	27	15,63 ± 9,58	39,61	p = 0,328

Z: Mann Whitney U testi

Tablo 4.40'daki Mann Whitney U testi sonuçlarına göre SSQ skorları fiziksel aktivite şiddetlerine göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermemektedir (p> 0,05).

Tablo 4.41'de SSQ skorlarının yaş, ekran kullanım süresi ve BMI değerleri ile ilişkisi incelenmiştir. SSQ skorlarının normal dağılmaması nedeniyle Spearman korelasyon analizi yapılmıştır.

Tablo 4.41 Yaş, ekran kullanım süresi ve BMI ile Simülatör Hastalık Anketi skorları arasındaki ilişkiler (n = 73)

		SSQ Skor-1 (Başlangıç)	SSQ Skor-2 (SG-1 Sonrası)	SSQ Skor-3 (SG-2 Sonrası)
Yaş	*r*	-0,179	-0,191	-0,050
	p	0,131	0,105	0,674
Ekran Kullanım Süresi Gün (Saat)	*r*	-0,004	-0,115	-0,197
	p	0,976	0,331	0,095
BMI	*r*	-0,058	-0,180	-0,099
	p	0,627	0,127	0,406

Spearman korelasyon

Tablo 4.41'deki Spearman korelasyon analizi sonucuna göre SSQ skorları ile katılımcıların yaşları arasında anlamlı bir ilişki yoktur (p> 0,05). SSQ skorları ekran kullanım süreleri arasında anlamlı bir ilişki yoktur ($p>0,05$). SSQ skorları ile BMI değerleri arasında anlamlı bir ilişki yoktur ($p>0,05$).

Tablo 4.42'de Simülatör Hastalık Anketi skorları ile sağlık verileri arasındaki ilişkiler gösterilmektedir.

Tablo 4.42 Simülatör Hastalık Anketi skorları ile sağlık verileri arasındaki ilişkiler (n = 73)

		SSQ Skor (Başlangıç)	SSQ Skor (SG-1 Sonrası)	SSQ Skor (SG-2 Sonrası)
Tansiyon Büyük (Başlangıç)	*r*	-0,179	-0,176	-0,140
	p	0,129	0,137	0,236
Tansiyon Küçük (Başlangıç)	*r*	-0,143	-0,078	-0,070
	p	0,228	0,511	0,558
Nabız (Başlangıç)	*r*	0,109	0,292*	0,145
	p	0,360	0,012	0,221

Tablo 4.42: Simülatör Hastalık Anketi skorları ile sağlık verileri arasındaki ilişkiler (n = 73) (devam)

Satürasyon (Başlangıç)	*r*	-0,081	0,014	-0,038
	p	0,494	0,908	0,752
Vücut Sıcaklığı (Başlangıç)	*r*	-0,061	0,034	-0,049
	p	0,611	0,776	0,681
Büyük Tansiyon (SG-1)	*r*	-0,096	-0,220	-0,276*
	p	0,417	0,062	0,018
Küçük Tansiyon (SG-1)	*r*	-0,102	-0,050	-0,099
	p	0,392	0,673	0,405
Nabız (SG-1)	*r*	0,117	**0,284***	0,078
	p	0,326	**0,015**	0,512
Satürasyon (SG-1)	*r*	-0,051	-0,051	-0,089
	p	0,666	0,671	0,456
Vücut Sıcaklığı (SG-1)	*r*	-0,270*	-0,180	-0,182
	p	0,021	0,127	0,123
Büyük Tansiyon (SG-2)	*r*	-0,190	-0,269*	**-0,271***
	p	0,108	0,021	**0,020**
Küçük Tansiyon (SG-2)	*r*	-0,323**	-0,250*	**-0,238***
	p	0,005	0,033	**0,042**
Nabız (SG-2)	*r*	-0,046	0,248*	-0,027
	p	0,698	0,035	0,823
Satürasyon (SG-2)	*r*	0,085	0,065	0,024
	p	0,475	0,584	0,843
Vücut Sıcaklığı (SG-2)	*r*	-0,282*	-0,161	**-0,237***
	p	0,016	0,172	**0,043**
1.MET puanı (Yüksek Şiddetli Aktivite)	*r*	-0,178	-0,032	0,076
	p	0,131	0,785	0,520
2. MET Puanı (Orta Şiddetli Aktivite)	*r*	0,139	0,124	0,049
	p	0,241	0,295	0,678
3. MET Puanı (Hafif Şiddetli Aktivite)	*r*	0,105	-0,034	-0,156
	p	0,379	0,774	0,186
Toplam MET puanı	*r*	0,047	0,007	-0,046
	p	0,692	0,951	0,700
GSR (SG-1)	*r*	-0,124	0,016	0,077
	p	0,296	0,896	0,519
GSR (SG-2)	*r*	0,028	0,079	0,071
	p	0,812	0,505	0,550

*Korelasyon 0,05 düzeyinde anlamlıdır. **Korelasyon 0,01 düzeyinde anlamlıdır. Spearman korelasyon

Tablo 4.42'deki korelasyon analizi sonucuna göre SG-2 ortamı büyük tansiyon ölçümleri ile SG-2 ortamı SSQ skorları arasında negatif yönlü, zayıf ve anlamlı bir ilişki bulunmaktadır (r =-0,271, $p<0,05$). Tablo 4.42'deki korelasyon analizi sonucuna göre SG-2 ortamı küçük tansiyon ölçümleri ile SG-2 ortamı SSQ skorları arasında negatif yönlü, zayıf ve anlamlı bir ilişki bulunmaktadır (r =-0,238, $p<0,05$). Tablo 4.42'deki korelasyon analizi sonucuna göre SG-2 ortamı vücut sıcaklığı ölçümleri ile SG-2 ortamı SSQ skorları arasında negatif yönlü, zayıf ve anlamlı bir ilişki bulunmaktadır (r =-0,237, p <0,05). Tablo 4.42'deki korelasyon analizi sonucuna göre başlangıçtaki nabız ölçümleri ile SG-1 sonrası SSQ skorları arasında pozitif yönlü, zayıf ve anlamlı bir ilişki bulunmaktadır (r=0,292, p<0,05). Tablo 4.42'deki korelasyon analizi sonucuna göre SG-1 nabız ölçümleri ile SG-1 sonrası SSQ skorları arasında pozitif yönlü, zayıf ve anlamlı bir ilişki bulunmaktadır (r = 0,284, p <0,05).

4.12 Regresyon Analizleri

Önceki bölümde yapılan analizlerde belirtildiği üzere SG-2 ortamı SSQ skorları daha önce sanal ortam deneyimleme ve taşıt tutması bulunma durumuna göre anlamlı bir farklılık göstermektedir. Ayrıca, SG-2 ortamı SSQ skorları ile büyük tansiyon, küçük tansiyon ve vücut sıcaklığı arasında negatif bir korelasyon bulunmaktadır.

Regresyon modeline dâhil edilecek olan ve SSQ (SG-2) skorları ile ilişki değişkenler şunlardır:

- Daha önce sanal ortam deneyimlemiş olma
- Taşıt tutması
- Büyük tansiyon (SG-2)
- Küçük tansiyon (SG-2)
- Vücut sıcaklığı (SG-2)

Bağımlı değişken: SG-2 sonrası SSQ skorları

Bağımsız değişkenler: Sanal ortam deneyimi, taşıt tutması, büyük tansiyon, küçük tansiyon, vücut sıcaklığı

Tablo 4.43 Bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişkiler

		1	2	3	4	5	6
1- SSQ Skor (SG-2)	*r*	1,000	-0,259*	0,256*	-0,271*	-0,238*	-0,237*
	p	.	0,027	0,029	0,020	0,042	0,043
2- Sanal ortam deneyimi	*r*		1,000	-0,142	0,108	0,121	-0,042
	p		.	0,231	0,361	0,307	0,727
3- Taşıt tutması	*r*			1,000	0,042	0,071	-0,083
	p			.	0,723	0,552	0,488
4- Büyük Tansiyon (SG-2)	*r*				1,000	0,710**	-0,066
	p				.	0,000	0,579
5- Küçük Tansiyon (SG-2)	*r*					1,000	-0,158
	p					.	0,183
6- Vücut Sıcaklığı (SG-2)	*r*						1,000
	p						.

*Korelasyon 0,05 düzeyinde anlamlıdır.

4.12.1 Regresyon Analizi- 1

İlk aşamada 73 katılımcı ile herhangi bir düzenleme olmaksızın çoklu doğrusal regresyon analizi yapılmıştır.

Tablo 4.44 Model b özeti

Model	R	R^2	Düzeltilmiş R^2	Tahmin St. hatası	Durbin-Watson
1	0,466	0,217	0,159	8,888	1,892

a. Tahminciler: (Sabit), Vücut Sıcaklığı, Sanal ortam deneyimi, Büyük Tansiyon, taşıt tutması, Küçük Tansiyon

b. Bağımlı değişken: SSQ Skor (SG-2 Sonrası)

Tablo 4.44'te gösterildiği üzere bağımsız değişkenler bağımlı değişkendeki değişimin %21,7'sini açıklamaktadır (R^2=0,217). Düzeltilmiş R^2 değerine göre bağımsız değişkenler bağımlı değişkendeki değişimin %15,9'unu açıklamaktadır (Düzeltilmiş R^2=0,159).

Tablo 4.45 ANOVA a sonucu

Model		Kareler toplamı	sd	Ortalama kareler	F	p
1	Regresyon	1468,018	5	293,604	3,716	0,005
	Artık	5293,297	67	79,004		
	Toplam	6761,315	72			

a. Bağımlı değişken: SSQ Skor (SG-2 Sonrası)

b. Tahminciler: (Sabit), Vücut Sıcaklığı, Sanal ortam deneyimi, Büyük Tansiyon, Taşıt tutması, Küçük Tansiyon

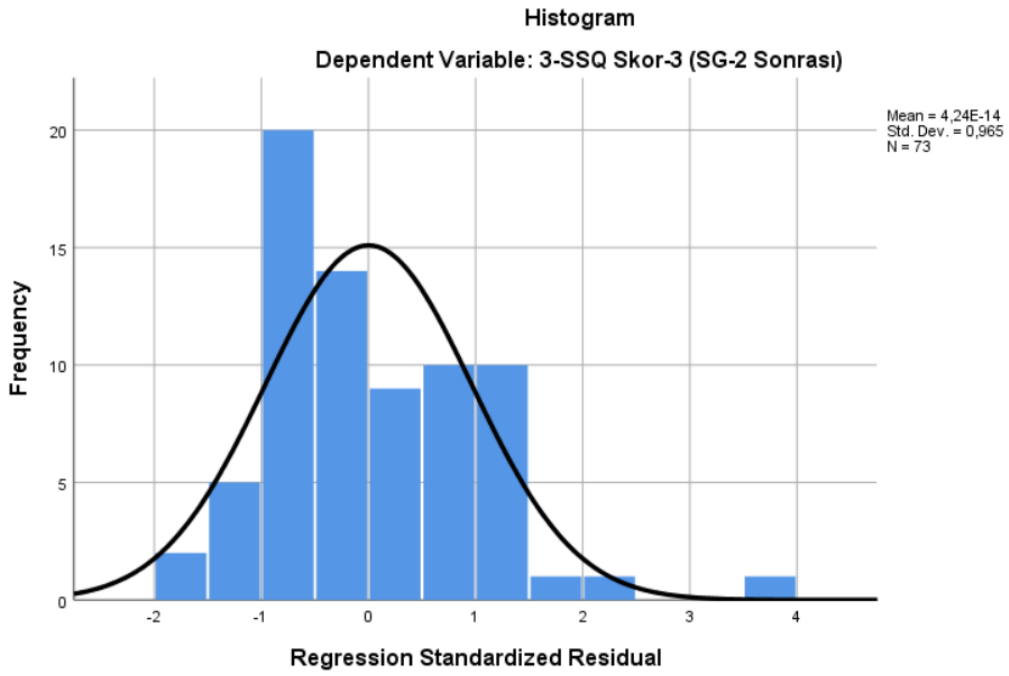
Tablo 4.45'teki ANOVA sonucuna göre model istatistiksel olarak anlamlıdır ve en az bir bağımsız değişkenin bağımlı değişken üzerinde etkisi bulunmaktadır (F (5, 67) = 3,716, $p<0,05$).

Tablo 4.46 SSQ (SG-2) skorlarının yordanmasına ilişkin çoklu doğrusal regresyon analizi sonucu

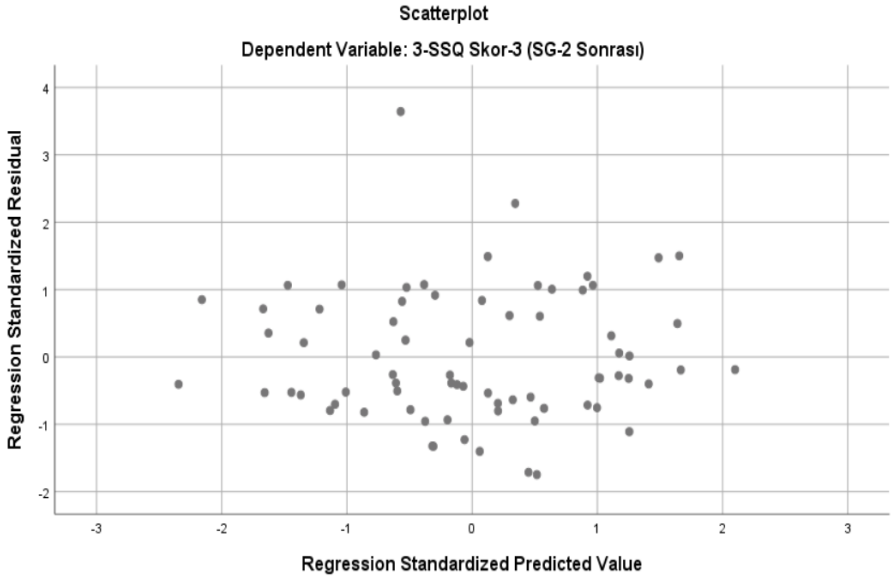
	B	St. Hata	Beta	t	p	VIF
(Sabit)	753,548	294,514		2,559	0,013	
Sanal ortam deneyimi	-3,588	2,316	-0,171	-1,549	0,126	1,043
Taşıt tutması	3,789	2,257	0,185	1,678	0,098	1,039
Büyük Tansiyon (SG-2)	-0,190	0,123	-0,248	-1,548	0,126	2,191
Küçük Tansiyon (SG-2)	-0,041	0,176	-0,038	-0,233	0,817	2,256
Vücut Sıcaklığı (SG-2)	-19,578	7,998	-0,270	-2,448	**0,017***	1,042

*$p<0,05$

Tablo 4.46'daki regresyon katsayılarının anlamlılığına ilişkin t testi sonuçlarında vücut sıcaklığının SSQ üzerinde anlamlı bir yordayıcı olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$).



Şekil 4.3 Regresyon Analizi-1 Histogram grafiği



Şekil 4.4 Regresyon Analizi-1 Standartlaştırılmış Beklenen Değer

4.12.2 Regresyon Analizi- 2

K68 numaralı kişinin SSQ (SG-2) skoru uç değer olarak değerlendirilmiş ve bu kişi veri setinden çıkarılarak regresyon analizi 72 katılımcı ile tekrarlanmıştır. K68 numaralı katılımcının SSQ (SG-2) puanı için Z skoru 3,076 olarak hesaplanmıştır. Bu değer, 2'den büyük olması nedeniyle uç değer olarak değerlendirilmiştir.

Tablo 4.47 Model özeti

Model [b]	R	R^2	Düzeltilmiş R^2	Tahmin St. hatası	Durbin-Watson
1	0,535[a]	0,286	0,232	7,961	1,909

a. Tahminciler: (Sabit), Vücut Sıcaklığı, Sanal ortam deneyimi, Büyük Tansiyon, taşıt tutması, Küçük Tansiyon
b. Bağımlı değişken: SSQ Skor (SG-2 Sonrası)

Tablo 4.47'de gösterildiği üzere bağımsız değişkenler bağımlı değişkendeki değişimin %28,6'sını açıklamaktadır (R^2=0,286). Düzeltilmiş R^2 değerine göre bağımsız değişkenler bağımlı değişkendeki değişimin %23,2'sini açıklamaktadır (Düzeltilmiş R^2=0,232).

Tablo 4.48 ANOVA sonucu

Model [a]		Kareler toplamı	sd	Ortalama kareler	F	p
1	Regresyon	1677,113	5	335,423	5,292	0,000[b]
	Artık	4183,331	66	63,384		
	Toplam	5860,444	71			

a. Bağımlı değişken: SSQ Skor (SG-2 Sonrası)
b. Tahminciler: (Sabit), Vücut Sıcaklığı, Sanal ortam deneyimi, Büyük Tansiyon, Taşıt tutması, Küçük Tansiyon

Tablo 4.48'deki ANOVA sonucuna göre model istatistiksel olarak anlamlıdır ve en az bir bağımsız değişkenin bağımlı değişken üzerinde etkisi bulunmaktadır (F (5, 66) = 5,292, p <0,001)

Tablo 4.49 SSQ (SG-2) skorlarının yordanmasına ilişkin çoklu doğrusal regresyon analizi sonucu

	B	**St. Hata**	**Beta**	**t**	**p**	**VIF**
(Sabit)	736,063	263,830		2,790	0,007	
Sanal ortam deneyimi	-5,090	2,105	-0,256	-2,418	**0,018***	1,040
Taşıt tutması	4,319	2,026	0,226	2,132	**0,037***	1,036
Büyük Tansiyon (SG-2)	-0,153	0,110	-0,215	-1,392	0,169	2,201
Küçük Tansiyon (SG-2)	-0,073	0,157	-0,073	-0,465	0,644	2,262
Vücut Sıcaklığı (SG-2)	-19,144	7,165	-0,284	-2,672	**0,009***	1,042

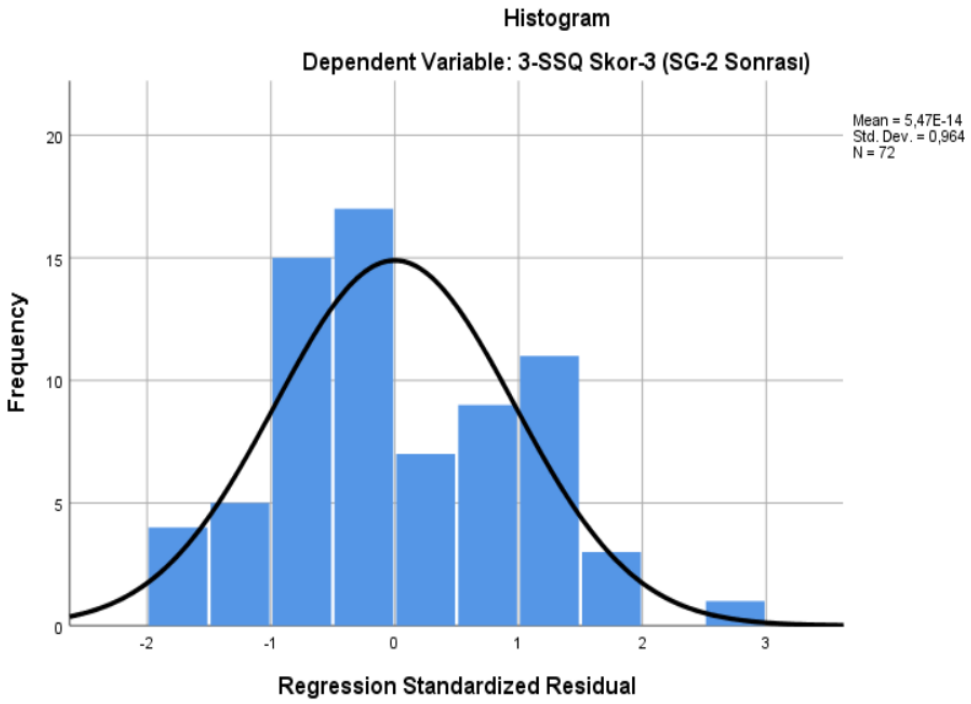
**p<0,05*

Tablo 4.49'daki regresyon katsayılarının anlamlılığına ilişkin t testi sonuçlarında sanal ortam deneyiminin SSQ üzerinde anlamlı bir yordayıcı olduğu tespit edilmiştir (*p<0,05*).

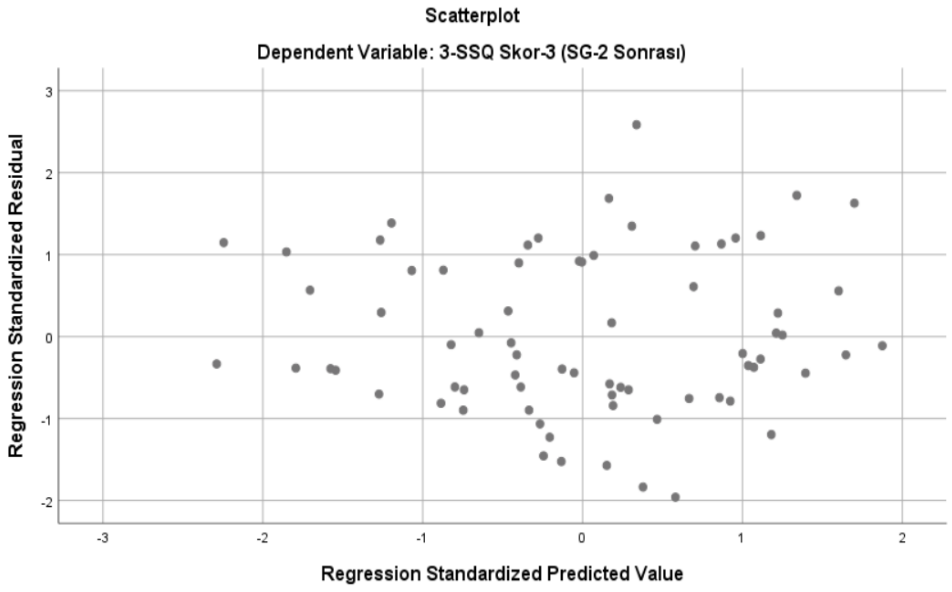
Regresyon katsayılarının anlamlılığına ilişkin t testi sonuçlarında taşıt tutmasının SSQ üzerinde anlamlı bir yordayıcı olduğu tespit edilmiştir (*p<0,05*).

Regresyon katsayılarının anlamlılığına ilişkin t testi sonuçlarında vücut sıcaklığının SSQ üzerinde anlamlı bir yordayıcı olduğu tespit edilmiştir (*p<0,05*).

Büyük ve küçük tansiyon SSQ üzerinde anlamlı bir yordayıcı değildir (*p*> 0,05).



Şekil 4.5 Regresyon Analizi-2 Histogram grafiği



Şekil 4.6 Regresyon Analizi-2 Standartlaştırılmış Beklenen Değer

Tablo 4.49'da gösterilen regresyon analizinde bağımsız değişkenler modele aşamalı olarak eklenmiştir. Model özeti Tablo 4.50'de gösterilmiştir.

Tablo 4.50 Model özeti

Model	R	R^2	Düzeltilmiş R^2	Tahmin St. hatası	R^2 değişimi	F değişimi	sd1	sd2	F değişimi (p)	Durbin-Watson
1	0,309[a]	0,096	0,083	8,701	0,096	7,407	1	70	0,008	
2	0,392[b]	0,154	0,129	8,479	0,058	4,719	1	69	0,033	
3	0,457[c]	0,209	0,174	8,258	0,055	4,747	1	68	0,033	
4	0,457[d]	0,209	0,162	8,318	0,000	0,013	1	67	0,910	
5	0,535[e]	0,286	0,232	7,961	0,077	7,139	1	66	0,009	1,909

a. Tahminciler: (Sabit), Sanal ortam deneyimi

b. Tahminciler: (Sabit), Sanal ortam deneyimi, Taşıt tutması

c. Tahminciler: (Sabit), Sanal ortam deneyimi, Taşıt tutması, Büyük Tansiyon

d. Tahminciler: (Sabit), Sanal ortam deneyimi, Taşıt tutması, Büyük Tansiyon, Küçük Tansiyon

e. Tahminciler: (Sabit), Sanal ortam deneyimi, Taşıt tutması, Büyük Tansiyon, Küçük Tansiyon, Vücut Sıcaklığı

Bağımlı değişken: SSQ Skor (SG-2 Sonrası)

Tablo 4.50'de gösterildiği üzere 1. aşamada bağımsız değişken olarak sadece sanal ortam deneyimi bulunmaktadır. Sanal ortam deneyimi değişkeni tek başına bağımlı değişkendeki değişimin %9,6'sını açıklamaktadır. 2. aşamada modele taşıt tutma değişkeni eklenmiştir. Taşıt tutma değişkeni R^2'de %5,8'lik bir artışa neden olmuştur. 3. aşamada modele büyük tansiyon değişkeni eklenmiştir. Büyük tansiyon değişkeni R^2'de %5,5'lik bir değişime neden olmuştur. 4. aşamada modele küçük tansiyon değişkeni eklenmiştir ve R^2'de anlamlı bir değişim olmamıştır. Son aşamada ise modele vücut sıcaklığı değişkeni eklenmiştir. Vücut sıcaklığı değişkeni R^2'de %7,7'lik bir değişime neden olmuştur.

Tablo 4.51 SSQ (SG-2) skorlarının yordanmasına ilişkin çoklu doğrusal regresyon analizi sonucu

Model		B	St. Hata	Beta	t	p	VIF
1	(Sabit)	15,569	1,218		12,778	0,000	
	Sanal ortam deneyimi	-6,140	2,256	-0,309	-2,722	**0,008***	1,000
2	(Sabit)	13,839	1,430		9,680	0,000	
	Sanal ortam deneyimi	-5,516	2,217	-0,278	-2,488	**0,015***	1,017
	Taşıt tutması	4,644	2,138	0,243	2,172	**0,033***	1,017
3	(Sabit)	31,127	8,056		3,864	0,000	
	Sanal ortam deneyimi	-4,939	2,175	-0,249	-2,270	**0,026***	1,032
	Taşıt tutması	4,765	2,083	0,249	2,288	**0,025***	1,018
	Büyük Tansiyon	-0,169	0,078	-0,237	-2,179	**0,033***	1,015
4	(Sabit)	31,478	8,688		3,623	0,001	
	Sanal ortam deneyimi	-4,919	2,198	-0,248	-2,237	**0,029***	1,039
	Taşıt tutması	4,789	2,109	0,250	2,271	**0,026***	1,028
	Büyük Tansiyon	-0,159	0,115	-0,223	-1,386	0,170	2,200
	Küçük Tansiyon	-0,018	0,163	-0,018	-0,113	0,910	2,223
5	(Sabit)	736,063	263,830		2,790	0,007	
	Sanal ortam deneyimi	-5,090	2,105	-0,256	-2,418	**0,018***	1,040
	Taşıt tutması	4,319	2,026	0,226	2,132	**0,037***	1,036
	Büyük Tansiyon	-0,153	0,110	-0,215	-1,392	0,169	2,201
	Küçük Tansiyon	-0,073	0,157	-0,073	-0,465	0,644	2,262
	Vücut Sıcaklığı	-19,144	7,165	-0,284	-2,672	**0,009***	1,042

*$p<0,05$

4.12.3 Regresyon Analizi- 3

K68 numaralı kişinin veri setinden çıkartılmasının yanı sıra SSQ (SG-2) skorlarına karekök dönüşüm yapılmıştır. Böylece normallik testleri sonuçlarına göre SSQ (SG-2) skorlarının normal dağılımı sağlanmıştır. Bu düzenleme sonrasında regresyon analizi tekrarlanmıştır.

Tablo 4.52 Model özeti

Model[b]	R	R^2	Düzeltilmiş R^2	Tahmin St. hatası	Durbin-Watson
1	0,529 [a]	0,279	0,225	1,20173	1,887

a. Tahminciler: (Sabit), Vücut Sıcaklığı, Sanal ortam deneyimi, Büyük Tansiyon, taşıt tutması, Küçük Tansiyon
b. Bağımlı değişken: SSQ Skor (SG-2 Sonrası)

Tablo 4.52'de gösterildiği üzere bağımsız değişkenler bağımlı değişkendeki değişimin %27,9'unu açıklamaktadır (R^2=0,279). Düzeltilmiş R^2 değerine göre bağımsız değişkenler bağımlı değişkendeki değişimin %22,5'ini açıklamaktadır (Düzeltilmiş R^2=0,225).

Tablo 4.53 ANOVA sonucu

Model [a]		Kareler toplamı	sd	Ortalama kareler	F	p
1	Regresyon	36,944	5	7,389	5,116	0,001 [b]
	Artık	95,315	66	1,444		
	Toplam	132,259	71			

a. Bağımlı değişken: SSQ Skor (SG-2 Sonrası)
b. Tahminciler: (Sabit), Vücut Sıcaklığı, Sanal ortam deneyimi, Büyük Tansiyon, Taşıt tutması, Küçük Tansiyon

Tablo 4.53'teki ANOVA sonucuna göre model istatistiksel olarak anlamlıdır ve en az bir bağımsız değişkenin bağımlı değişken üzerinde etkisi bulunmaktadır (F (5, 66) = 5,116, $p<0,05$)

Tablo 4.54 SSQ (SG-2) skorlarının yordanmasına ilişkin çoklu doğrusal regresyon analizi sonucu

	B	St. Hata	Beta	t	p	VIF
(Sabit)	103,270	39,824		2,593	0,012	
Sanal ortam deneyimi	-0,720	0,318	-0,242	-2,266	**0,027***	1,040
Taşıt tutması	0,650	0,306	0,226	2,125	**0,037***	1,036
Büyük Tansiyon (SG-2)	-0,028	0,017	-0,264	-1,704	0,093	2,201
Küçük Tansiyon (SG-2)	-0,006	0,024	-0,039	-0,246	0,806	2,262
Vücut Sıcaklığı (SG-2)	-2,634	1,081	-0,260	-2,436	**0,018***	1,042

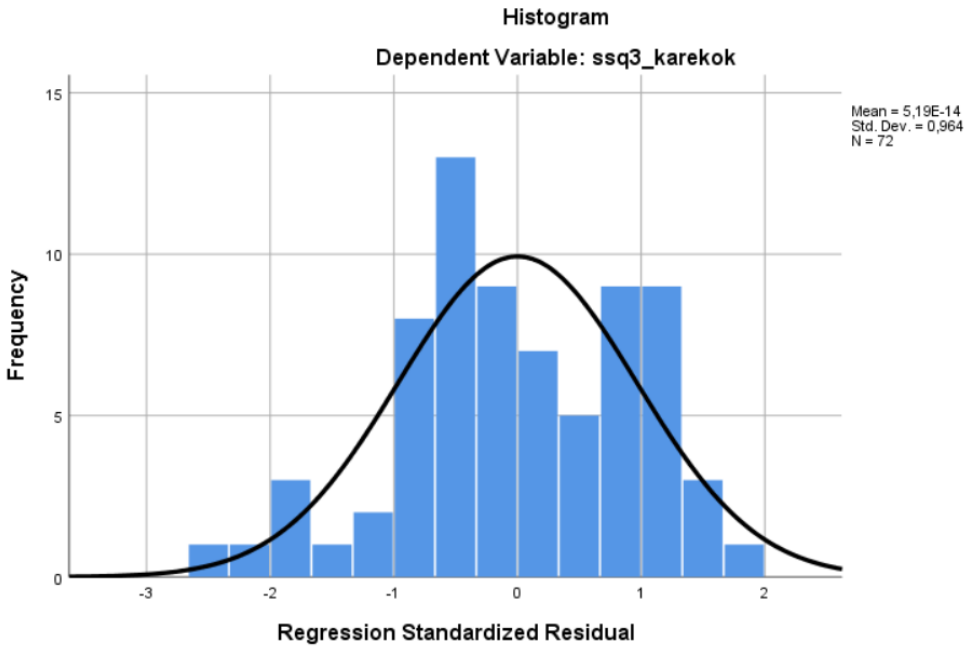
*$p<0,05$

Tablo 4.54'teki regresyon katsayılarının anlamlılığına ilişkin t testi sonuçlarında sanal ortam deneyiminin SSQ üzerinde anlamlı bir yordayıcı olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$).

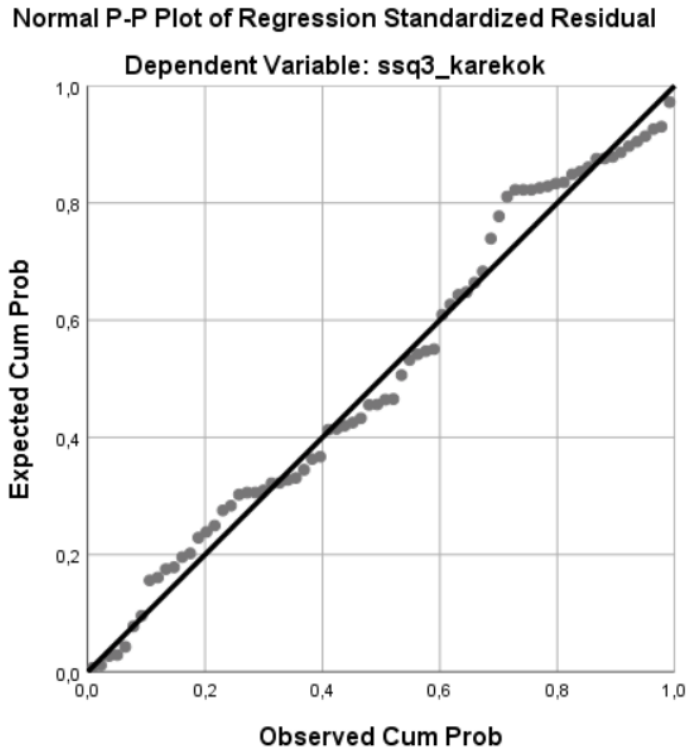
Regresyon katsayılarının anlamlılığına ilişkin t testi sonuçlarında taşıt tutmasının SSQ üzerinde anlamlı bir yordayıcı olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$).

Regresyon katsayılarının anlamlılığına ilişkin t testi sonuçlarında vücut sıcaklığının SSQ üzerinde anlamlı bir yordayıcı olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$).

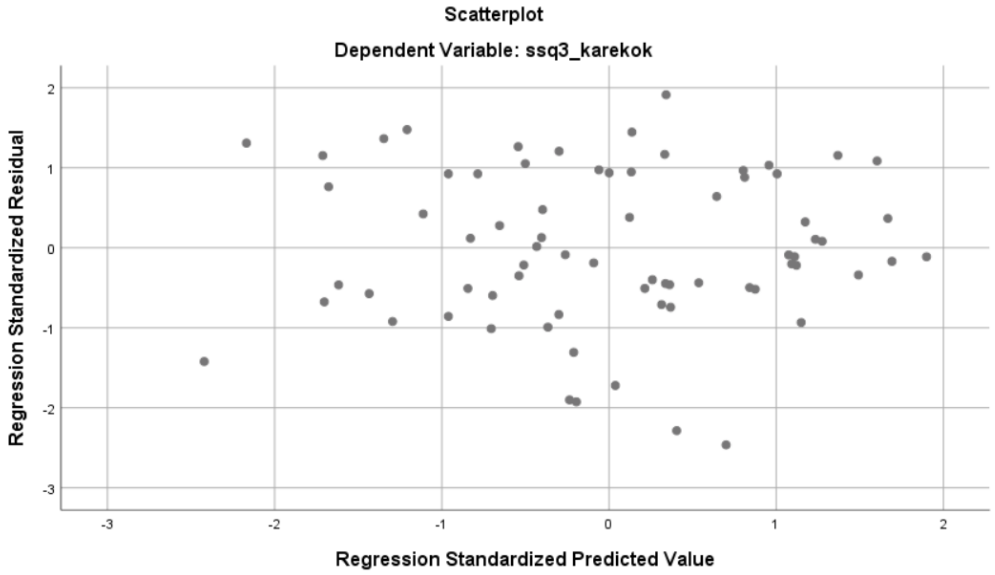
Hataların normal dağılımı 3. regresyonda daha iyi bir duruma gelmiştir. Aşağıda SPSS çıktıları gösterilmektedir.



Şekil 4.7 Regresyon Analizi-3 Histogram grafiği



Şekil 4.8 Regresyon Analizi-3 P-P grafiği



Şekil 4.9 Regresyon Analizi-3 Standartlaştırılmış Beklenen Değer

Tablo 4.55'te gösterilen regresyon analizinde bağımsız değişkenler modele aşamalı olarak eklenmiştir. Model özeti Tablo 4.55'de gösterilmiştir.

Tablo 4.55 Model özeti

Model	R	R^2	Düzeltilmiş R^2	Tahmin St. hatası	R^2 değişimi	F değişimi	sd1	sd2	F değişimi (p)	Durbin-Watson
1	0,297[a]	0,088	0,075	1,31261	0,088	6,763	1	70	**0,011**	
2	0,382[b]	0,146	0,121	1,27959	0,058	4,660	1	69	**0,034**	
3	0,463[c]	0,214	0,180	1,23604	0,069	5,948	1	68	**0,017**	
4	0,463[d]	0,215	0,168	1,24518	0,000	0,005	1	67	0,946	
5	0,529[e]	0,279	0,225	1,20173	0,065	5,933	1	66	**0,018**	1,887

a. Tahminciler: (Sabit), Sanal ortam deneyimi

b. Tahminciler: (Sabit), Sanal ortam deneyimi, Taşıt tutması

c. Tahminciler: (Sabit), Sanal ortam deneyimi, Taşıt tutması, Büyük Tansiyon

d. Tahminciler: (Sabit), Sanal ortam deneyimi, Taşıt tutması, Büyük Tansiyon, Küçük Tansiyon

e. Tahminciler: (Sabit), Sanal ortam deneyimi, Taşıt tutması, Büyük Tansiyon, Küçük Tansiyon, Vücut Sıcaklığı

Bağımlı değişken: SSQ Skor (SG-2 Sonrası)

Tablo 4.55'te gösterildiği üzere 1. aşamada bağımsız değişken olarak sadece sanal ortam deneyimi bulunmaktadır. Sanal ortam deneyimi değişkeni tek başına bağımlı değişkendeki değişimin %8,8'ini açıklamaktadır. 2. aşamada modele taşıt tutma değişkeni eklenmiştir. Taşıt tutma değişkeni R^2'de %5,8'lik bir artışa neden olmuştur. 3. aşamada modele büyük tansiyon değişkeni eklenmiştir. Büyük tansiyon değişkeni R^2'de %6,9'luk bir değişime neden olmuştur. 4. aşamada modele küçük tansiyon değişkeni eklenmiştir ve R^2'de anlamlı bir değişim olmamıştır. Son aşamada ise modele vücut sıcaklığı değişkeni eklenmiştir. Vücut sıcaklığı değişkeni R^2'de %6,5'lik bir değişime neden olmuştur.

Tablo 4.56 SSQ (SG-2) skorlarının yordanmasına ilişkin çoklu doğrusal regresyon analizi sonucu

Model		**B**	**St. Hata**	**Beta**	**t**	**p**	**VIF**
1	(Sabit)	3,714	0,184		20,205	0,000	
	Sanal ortam deneyimi	-0,885	0,340	-0,297	-2,601	**0,011***	1,000
2	(Sabit)	3,454	0,216		16,010	0,000	
	Sanal ortam deneyimi	-0,791	0,335	-0,265	-2,365	**0,021***	1,017
	Taşıt tutması	0,696	0,323	0,242	2,159	**0,034***	1,017
3	(Sabit)	6,351	1,206		5,267	0,000	
	Sanal ortam deneyimi	-0,695	0,326	-0,233	-2,134	**0,036***	1,032
	Taşıt tutması	0,717	0,312	0,249	2,299	**0,025***	1,018
	Büyük Tansiyon	-0,028	0,012	-0,264	-2,439	**0,017***	1,015
4	(Sabit)	6,319	1,301		4,859	0,000	
	Sanal ortam deneyimi	-0,697	0,329	-0,234	-2,117	**0,038***	1,039
	Taşıt tutması	0,715	0,316	0,249	2,264	**0,027***	1,028
	Büyük Tansiyon	-0,029	0,017	-0,272	-1,695	0,095	2,200
	Küçük Tansiyon	0,002	0,024	0,011	0,068	0,946	2,223
5	(Sabit)	103,270	39,824		2,593	0,012	
	Sanal ortam deneyimi	-0,720	0,318	-0,242	-2,266	**0,027***	1,040
	Taşıt tutması	0,650	0,306	0,226	2,125	**0,037***	1,036
	Büyük Tansiyon	-0,028	0,017	-0,264	-1,704	0,093	2,201
	Küçük Tansiyon	-0,006	0,024	-0,039	-0,246	0,806	2,262
	Vücut Sıcaklığı	-2,634	1,081	-0,260	-2,436	**0,018***	1,042

*$p<0,05$

Tablo 4.56'da aşamalı olarak değişkenler modele eklenmiştir.

4.13 Regresyon için Güç Analizleri

R studio ile yapılan güç analizlerinde regresyon analizlerinin güç açısından uygun olduğu bulunmuştur.

Regresyon-1 için güç analizi:

```
> pwr::pwr.f2.test(u=5, v=67, f2 = 0,217/(1-0,217), sig.level=0,05)

     Multiple regression power calculation

              u = 5
              v = 67
             f2 = 0,2771392
      sig.level = 0,05
          power = 0,9360258
```

Regresyon-2 için güç analizi:

```
> pwr::pwr.f2.test(u=5, v=66, f2 = 0,286/(1-0,286), sig.level=0,05)

     Multiple regression power calculation

              u = 5
              v = 66
             f2 = 0,4005602
      sig.level = 0,05
          power = 0,9894673
```

Regresyon-3 için güç analizi:

```
> pwr::pwr.f2.test(u=5, v=66, f2 = 0,279/(1-0,279), sig.level=0,05)
     Multiple regression power calculation
              u = 5
```

v = 66

f2 = 0,3869626

sig.level = 0,05

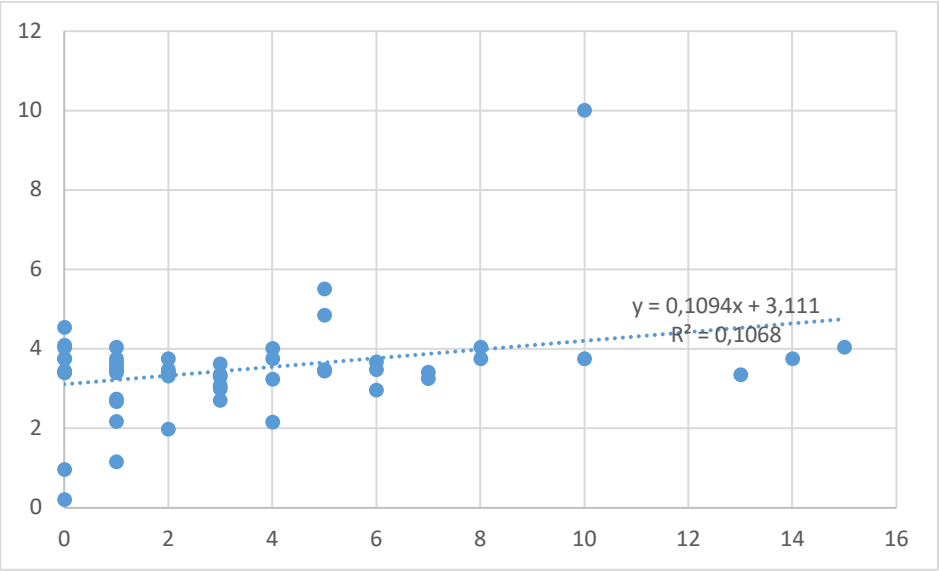
power = 0,9869043

4.14 Sanal Gerçeklik Hastalığı Bulgularının Bulanık Yöntemle Analizi

Önceki bölümde yapılan analizlerde belirtildiği üzere SG-2 ortamı SSQ skorları daha önce sanal ortam deneyimleme ve taşıt tutması bulunma durumuna göre anlamlı bir farklılık göstermektedir. Bu nedenle Fiziksel aktivite ölçeği, mevcudiyet ölçeği, SG SSQ_{SG2} elde edilen veriler ile karşılaştırılmıştır. Veriler MATLAB R2022b ile analiz edilmiştir.

4.14.1 SG-1 ortamında Fiziksel Aktivite Düzeyinin SG hastalığı ile ilişkisi

Bulanık çıkarım sistemi ile Fiziksel aktivite düzeyi ölçeğinden gelen verilerin SG-1 ortamında SG hastalığı ile ilişkisi analiz edilmiştir. Analizler Şekil 4.10'da gösterilmiştir.

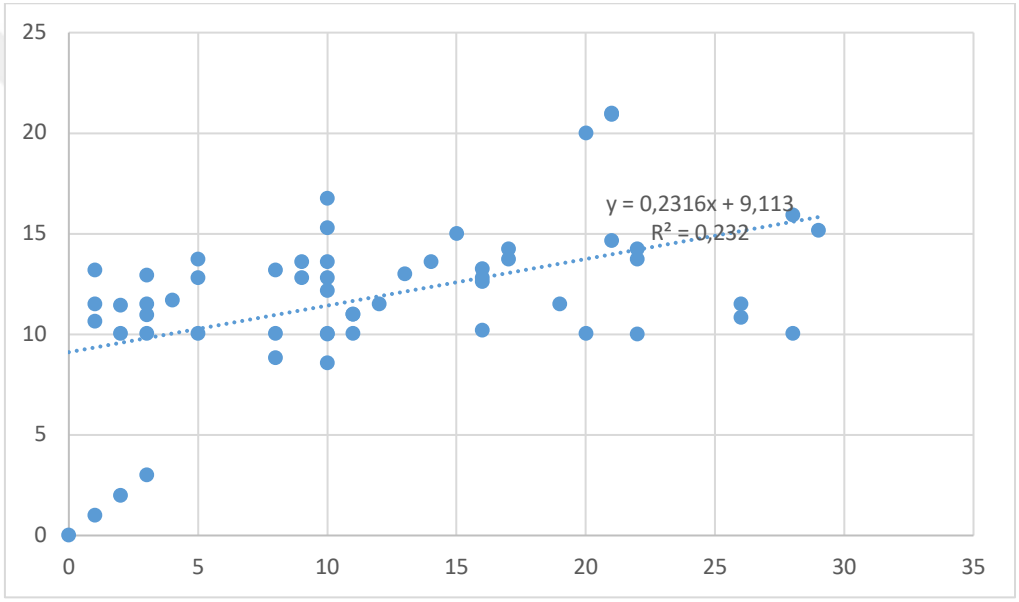


Şekil 4.10 SG-1 Ortamında Fiziksel Aktivite Düzeyi- SG hastalığı ilişkisi

Şekil 4.10'da görüldüğü üzere SG-1 ortamında fiziksel aktivite düzeyi SG hastalık ilişkisini bulmak için gerçekleştirilen analizde bağımsız değişkenlerin bağımlı değişkendeki değişimin %10,6'sını açıkladığı bulunmuştur (Düzeltilmiş R^2=0,106).

4.14.2 SG-2 ortamında Fiziksel Aktivite Düzeyinin SG hastalığı ile ilişkisi

Bulanık çıkarım sistemi ile Fiziksel aktivite düzeyi ölçeğinden gelen verilerin SG-2 ortamında SG hastalığı ile ilişkisi analiz edilmiştir. Analizler Şekil 4.11'da gösterilmiştir.

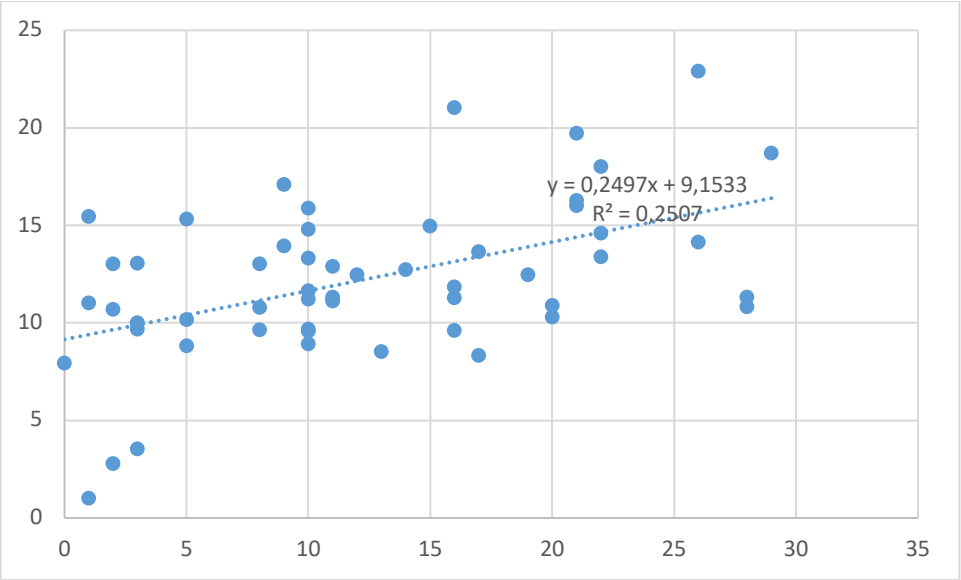


Şekil 4.11 SG-2 Ortamında Fiziksel Aktivite Düzeyi- SG hastalığı ilişkisi

Şekil 4.11'de görüldüğü üzere SG-2 ortamında fiziksel aktivite düzeyi SG hastalık ilişkisini bulmak gerçekleştirilen analizde bağımsız değişkenlerin bağımlı değişkendeki değişimin %23,2'sını açıkladığı bulunmuştur (Düzeltilmiş R^2=0,232).

4.14.3 Fiziksel Aktivite Düzeyi ve Mevcudiyet duygusunun SG hastalığı ile ilişkisi

Bulanık çıkarım sistemi ile Fiziksel aktivite düzeyi ölçeğinden ve mevcudiyet ölçeğinden gelen verilerin SG hastalığı ile ilişkisi analiz edilmiştir. Analizler Şekil 4.12'de gösterilmiştir.



Şekil 4.12 Fiziksel Aktivite Düzeyi ve Mevcudiyet Düzeyi- SG hastalığı ilişkisi

Şekil 4.12'de görüldüğü üzere SG ortamında fiziksel aktivite düzeyi ve mevcudiyet düzeyinin SG hastalığı ile ilişkisini bulmak gerçekleştirilen analizde bağımsız değişkenlerin bağımlı değişkendeki değişimin %25,02'sını açıkladığı bulunmuştur (Düzeltilmiş R^2=0,250). Şekil 4.11'de Fiziksel Aktivite düzeyinin modelin %23,2'sını açıkladığı bulunmuştu. Mevcudiyet anketi modelde %1,8'lik bir değişim oluşturmuştur.

4.14.4 SG-1 ve SG-2 ortamlarında Sağlık Verilerinin SG hastalığı ile ilişkisinin bulanık modellemesi

Bu bölümde, SG hastalığı düzeyi ile sağlık verileri arasındaki ilişki sugeno çıkarım yöntemi ile bir bulanık mantık denetleyici tasarlanarak araştırılmıştır.

- İnput1: Vücut kitle endeksi,
- İnput2: Büyük tansiyon,
- İnput3: Küçük tansiyon
- İnput4: Nabız

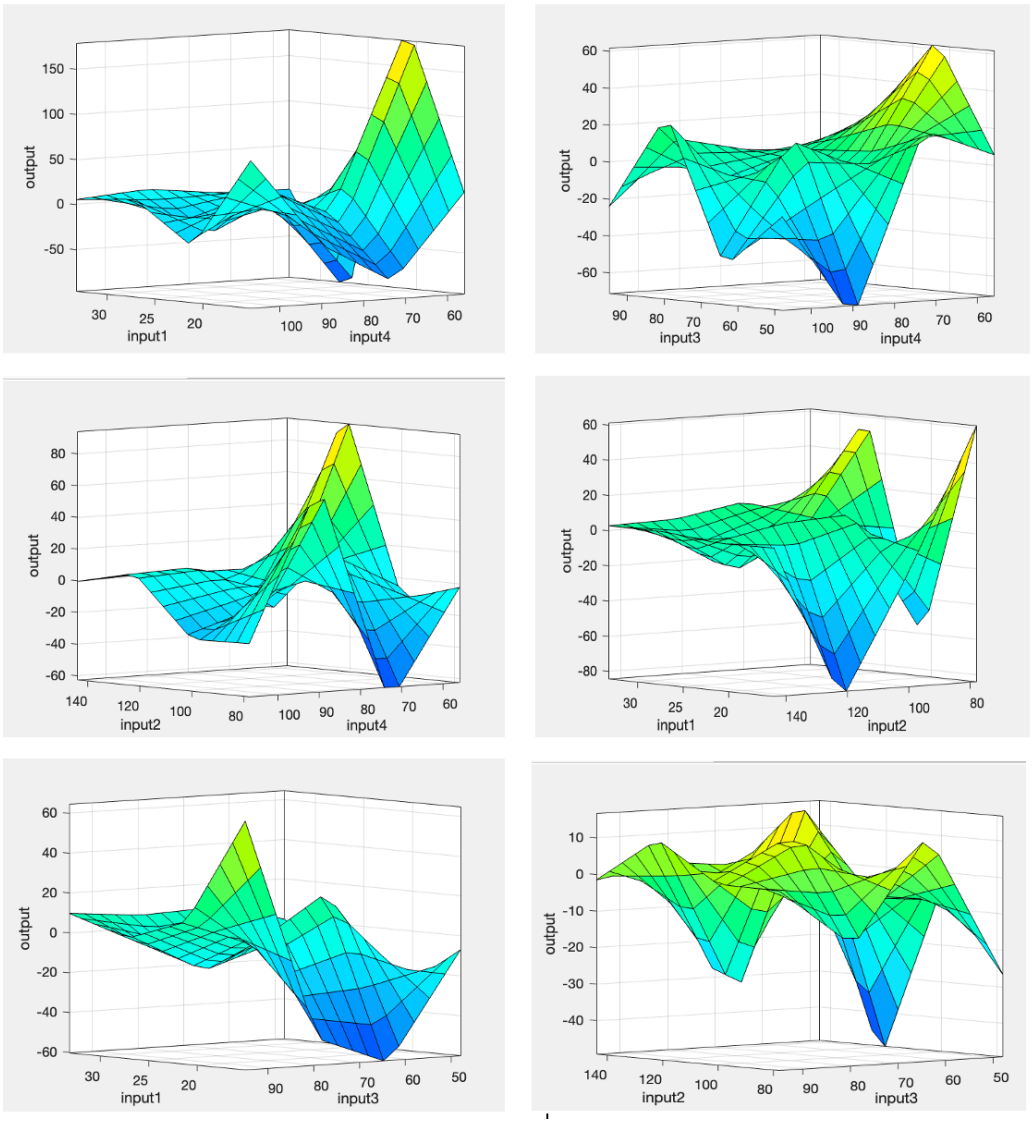
Verileri olarak toplamda dört giriş ve

- Output: SG hastalığı

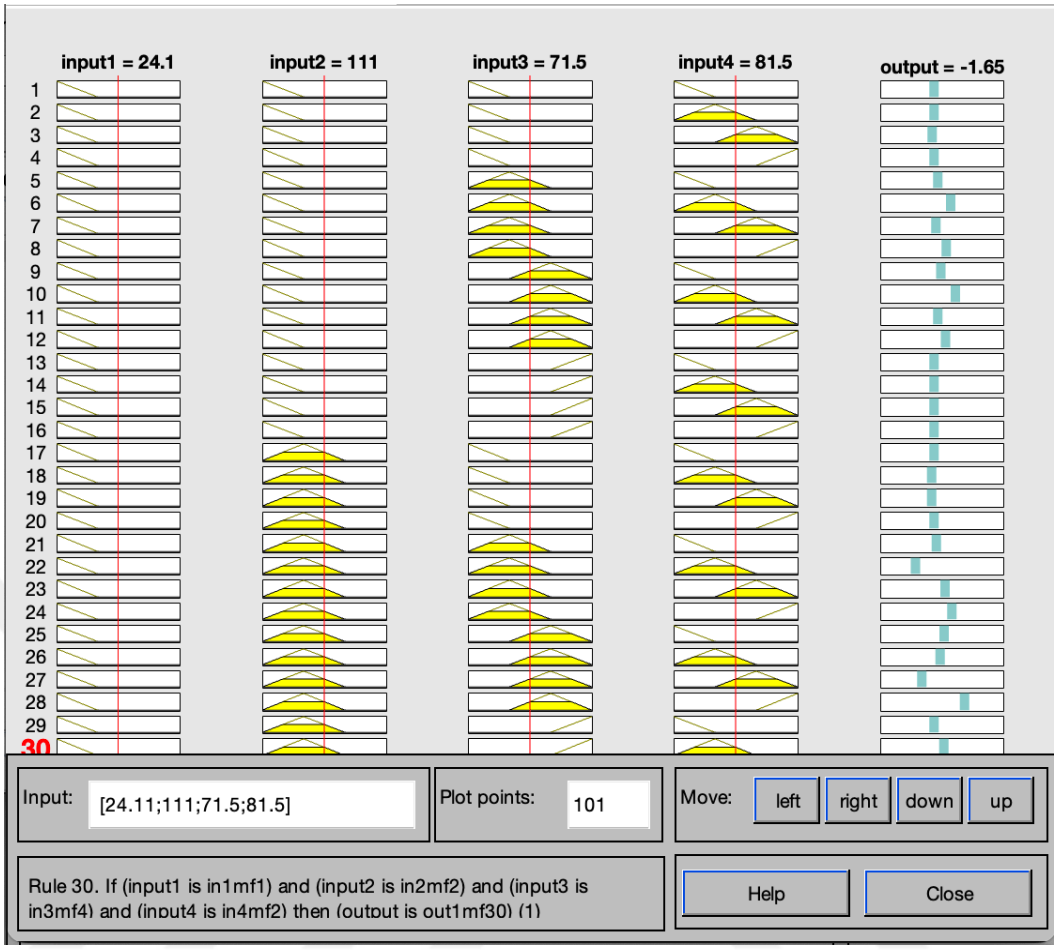
Olarak tek çıkışlı bir model Matlab Fuzzy Logic Toolbox kullanılarak tasarlanmıştır.

Her bir giriş birimi kendi içinde üç tane kümeye (yüksek, orta ve düşük), çıkış birimi (SG hastalığı skoru) ise üç tane kümeye yüksek, orta ve düşük şeklinde bölünmüştür. Giriş verilerinin kümelere ayrılması uç değerlerin belirlenip, eşit aralıklara ayrılması yoluyla yapılmıştır. Çıkış verisisin kümelere ayrılmasında; Sanal Gerçeklik Hastalığı Semptomlarının Sınıflandırılması [70] tablosu üç eşit aralığa ayrılarak yapılmıştır.

SG-1 ortamı için tasarlanan bulanık model sonuçları Şekil 4.13 ve Şekil 14'te gösterilmiştir.

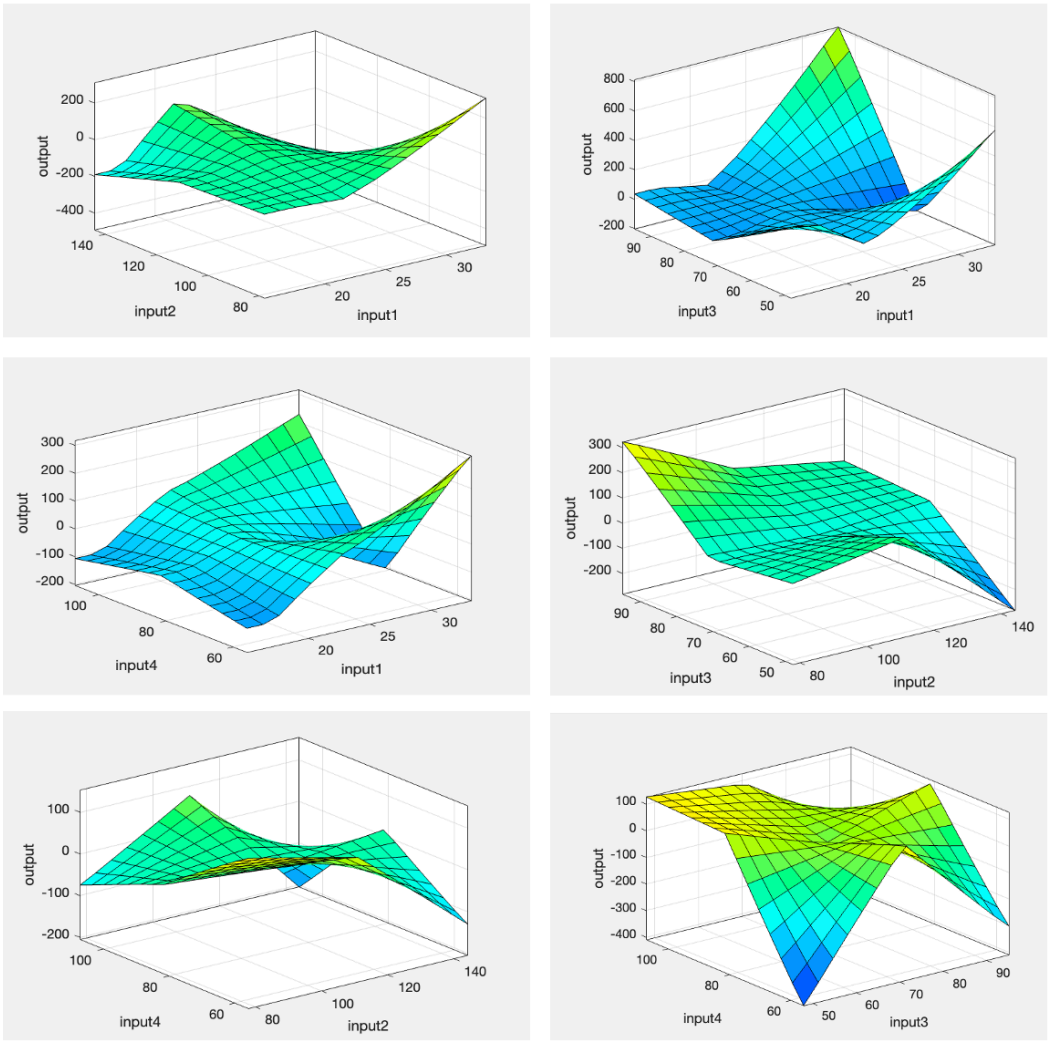


Şekil 4.13 SG-1 ortamında Sağlık verileri ile SG hastalık ilişkisi bulanık mantık diyagram (İnput1: Vücut kitle endeksi, input2: Büyük tansiyon, input3: Küçük tansiyon ve input4: Nabız)

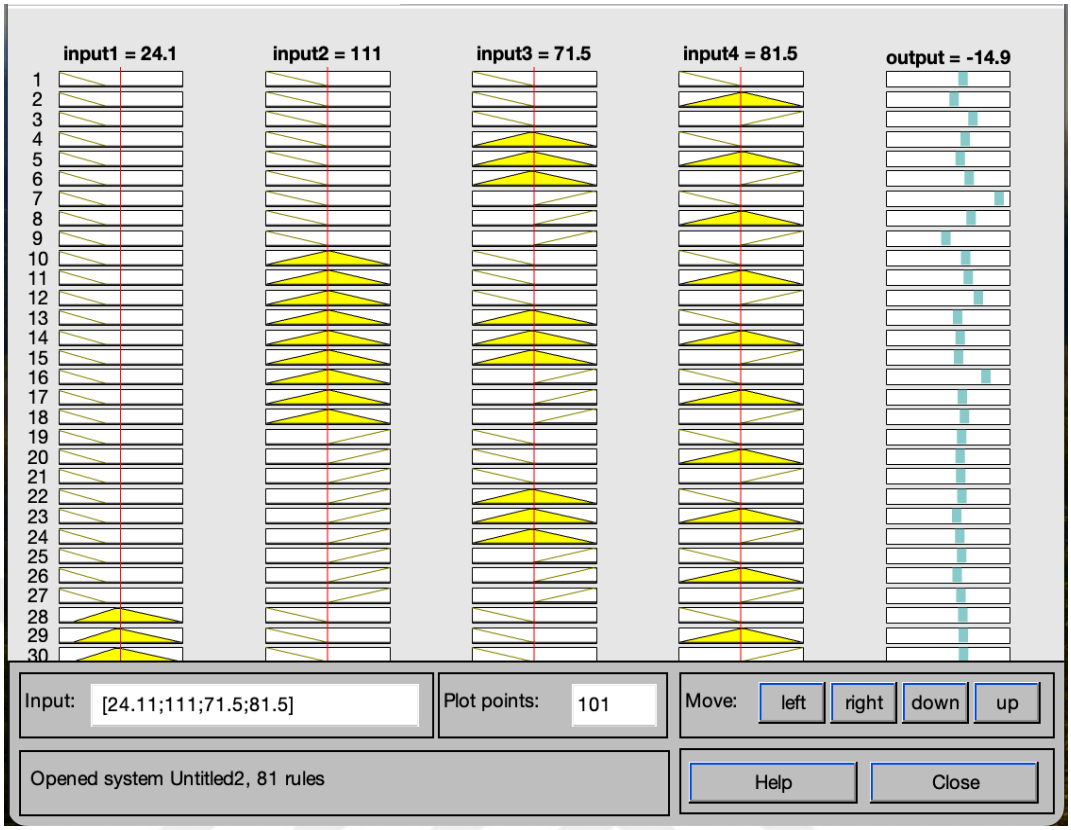


Şekil 4.14 SG-1 ortamında sağlık verileri ile SG hastalık ilişkisi kural gösterim ve bulanık çözüm

SG-2 ortamı için tasarlanan bulanık model sonuçları Şekil 4.15 ve Şekil 16'da gösterilmiştir.



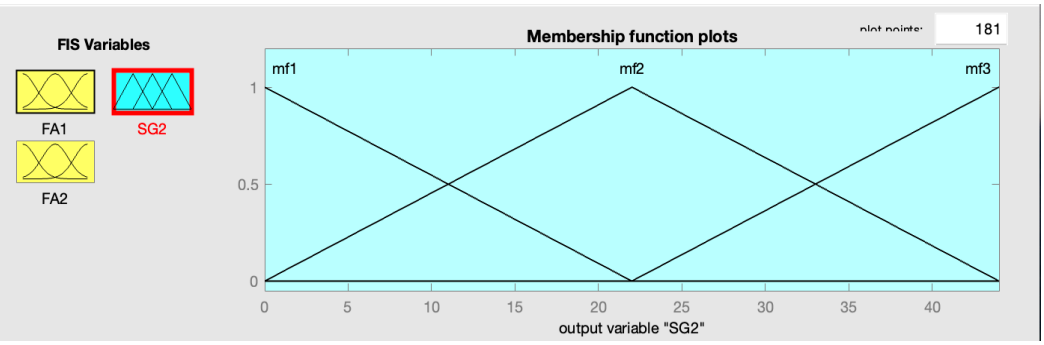
Şekil 4.15 SG-2 ortamında sağlık verileri ile SG hastalık ilişkisi bulanık mantık diyagram (İnput1: Vücut kitle endeksi, input2: Büyük tansiyon, input3: Küçük tansiyon ve input4: Nabız)



Şekil 4.16 SG-2 ortamında sağlık verileri ile SG hastalık ilişkisi kural gösterim ve bulanık çözüm

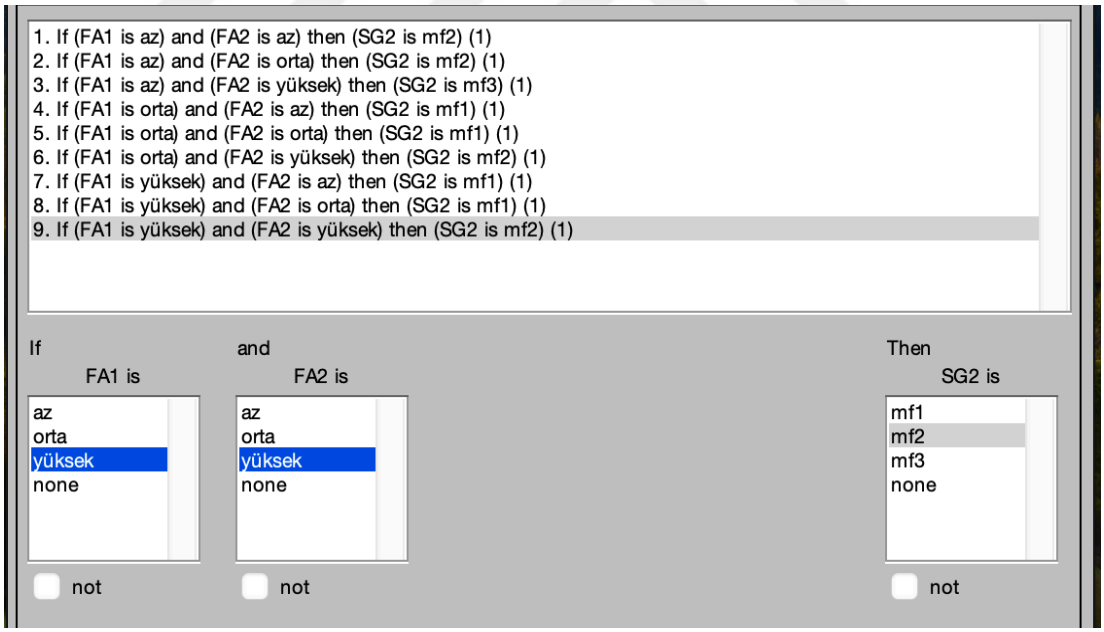
4.14.5 Fiziksel Aktivite Düzeyi (FA1) ve Mevcudiyet duygusunun (FA2) SG hastalığı ile ilişkisinin bulanık modellemesi

MATLAB Yazılımı Üyelik Fonksiyonu Penceresi olan "Membership Function Editor" ekranı aracılığı ile toplam fiziksel aktivite düzeyi ve mevcudiyet duygusu giriş verileri, SG hastalığı çıkış üyelik fonksiyonu bulanık çözümü, üçgen üyelik fonksiyonu ile tanımlanmıştır (Şekil 4.17).



Şekil 4.17 SG-2 ortamında fiziksel aktivite düzeyi ve mevcudiyet duygusu- SG hastalığı ilişkisi bulanık diyagram

Giriş verilerinin her birinin tek tek gerçekleşmesi durumunda oluşacak SG hastalığı skoru çıktısına bağlı olarak 9 kural tanımlanmıştır. Kural editörü yazılım penceresinde oluşturulan kurallar, olası tüm ihtimalleri kapsamaktadır. Kural tabanının oluşturulduğu "Rule Editör" yazılım penceresi Şekil 4.18'de gösterilmiştir.



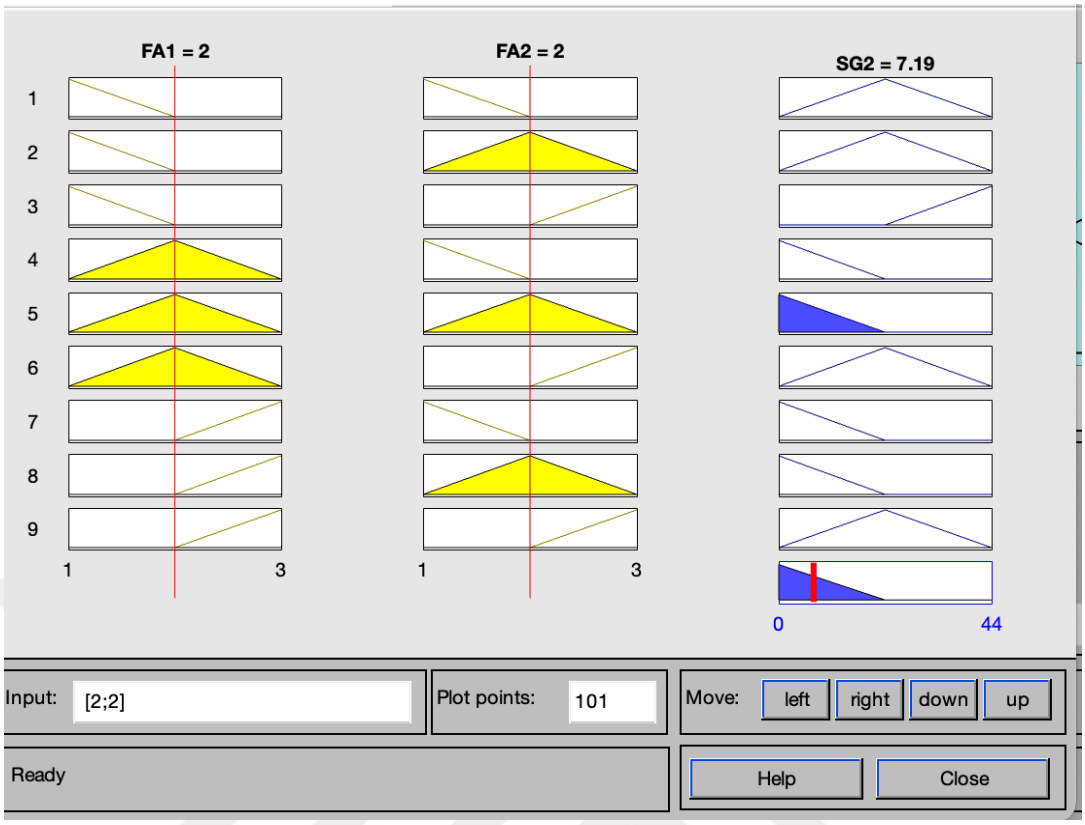
Şekil 4.18 SG-2 ortamında fiziksel aktivite düzeyi ve mevcudiyet duygusu- SG hastalığı ilişkisi kural tabanı

Şekil 4.18 de görüldüğü üzere 9 kural oluşturulmuştur. Bunlar;

1. Fiziksel aktivite düzeyi düşük, mevcudiyet düzeyi düşükse, SG hastalığı skoru orta düzeydedir.
2. Fiziksel aktivite düzeyi düşük, mevcudiyet düzeyi orta düzeydeyse, SG hastalığı skoru orta düzeydedir.
3. Fiziksel aktivite düzeyi düşük, mevcudiyet düzeyi yüksekse, SG hastalığı skoru yüksektir.
4. Fiziksel aktivite düzeyi orta düzey, mevcudiyet düzeyi düşükse SG hastalığı skoru düşüktür.
5. Fiziksel aktivite düzeyi orta düzey, mevcudiyet düzeyi orta düzeydeyse SG hastalığı skoru düşüktür.
6. Fiziksel aktivite düzeyi orta düzey, mevcudiyet düzeyi yüksekse SG hastalığı skoru orta düzeydedir.
7. Fiziksel aktivite düzeyi yüksekse, mevcudiyet düzeyi düşükse SG hastalığı skoru düşüktür.
8. Fiziksel aktivite düzeyi yüksekse, mevcudiyet düzeyi orta düzeyseyse SG hastalığı skoru düşüktür.
9. Fiziksel aktivite düzeyi yüksekse, mevcudiyet düzeyi yüksekse SG hastalığı skoru orta düzeydedir.

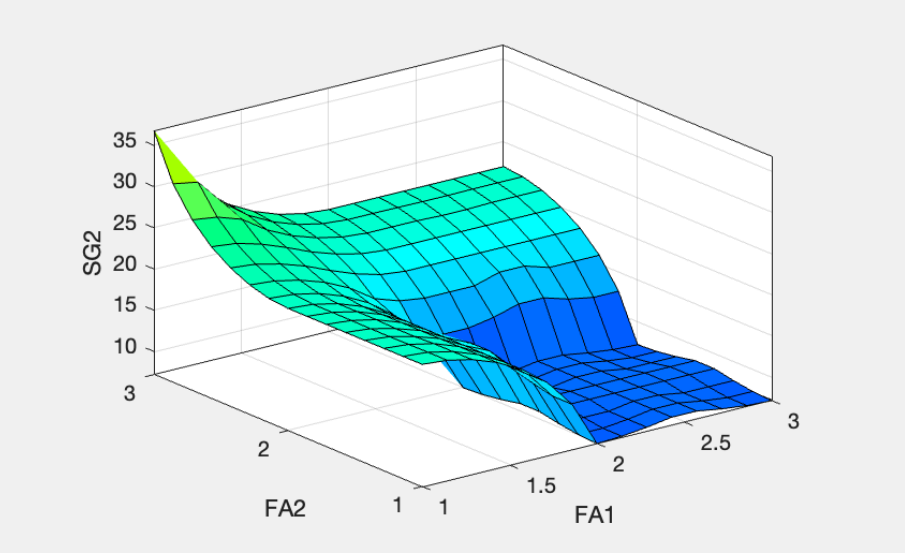
Fiziksel aktivite ve mevcudiyet ölçeği toplam puanları girildiğinde; Mandami yöntemi gereğince yöntemlerin üyelik fonksiyonlarına göre bulanıklaştırılması, kural tabanına uygun olarak analiz edilmesi ve centroid yöntemi ile her bir katılımcı için bulanık çıkarım yapılabilmektedir.

Durulama işlemi, Fuzzy Logic ana ekranında “Defuzzification” ssekmesindeki Centroid yöntemi ile yapılmıştır. Durulama işlemi aşamasında üyelik fonksiyonları tanımlanırken belirlenen aralıklarda girilen SG hastalığı skoru değerlerine bağlı olarak durulama işlemi sonucunda SG hastalığı düzeyi (hafif, orta, şiddetli) elde edilmektedir. Şekil 4.19’da verilen kural gösterimi ve bulanık çözüm verilmiştir.



Şekil 4.19 SG-2 ortamında fiziksel aktivite düzeyi ve mevcudiyet duygusu- SG hastalığı ilişkisi kural gösterim ve bulanık çözüm

MATLAB ile geliştirilen bulanık mantık modeliyle elde edilen bulgular, SPSS analizi ile elde edilen sonuçlarla uyumludur. Şekil 4.20'de bulanık çözüme ilişkin matris diyagramı gösterilmiştir.



Şekil 4.20 SG-2 ortamında fiziksel aktivite düzeyi ve mevcudiyet duygusu- SG hastalığı ilişkisi bulanık çözüm matrisi

Analiz sonuçları; düşük fiziksel aktivite düzeyi, düşük mevcudiyet düzeyi girdilerinde düşük SG hastalığı skoru oluştuğunu göstermektedir. Fiziksel aktivite düzeyi düşük iken SG hastalığı skoru mevcudiyet hissi skoru ile pozitif yönlü korelasyon göstermektedir. Fiziksel aktivite düzeyi arttıkça, SG hastalığı skoru düşmektedir.

SG hastalığının tahmininde fiziksel aktivite düzeyi ve mevcudiyet duygusu tahmin edici olarak kullanılabilir. Yine Bulanık yöntem bu semptomların tahmininde başarılı bir yöntem olduğu söylenebilir.

BÖLÜM 5

TARTIŞMA

SG hastalığının ortaya çıkmasında; bireysel özellikler, SG ortam özellikleri, SG cihazlarının özellikleri, sanal ortamdaki mevcudiyet duygusu gibi çeşitli durumlar etkili olmaktadır [12]. Literatürde bu etkenlerin SG hastalığı üzerindeki etkisini ve değerlendirme araçlarını araştıran çalışmalar mevcuttur [1,12,20,27]. SG hastalığının ortaya çıkma nedeninin bulunmasında ve SG hastalığının etkilerinin değerlendirilmesinde çeşitli nitel ve nicel yöntemler kullanılmaktadır [1,12,20]. Ancak SG hastalığının etkilerini değerlendiren kapsamlı bir çalışma bulunmamaktadır. Ayrıca SG hastalığının kesin nedeni henüz tam olarak anlaşılamamıştır. Bu araştırmalardaki küçük çalışma popülasyonları, metodolojik eksiklikler ve çalışmaların kapsamının dar tutulması nedeniyle standart bir yöntem belirlenememiştir.

Çalışmamız sürükleyici SG ortamlarının insan sağlığı üzerindeki etkilerini kapsamlı bir modelle değerlendiren ilk çalışmadır. SG ortamlarının insan sağlığı üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesinde; **'**cinsiyet, yaş, BMI, GSR, tansiyon, nabız, vücut sıcaklığı, satürasyon, göz kusuru' bedensel özellikleri; 'egzersiz öyküsü, ekran kullanım süresi, fiziksel aktivite düzeyi' davranış özellikleri; 'taşıt tutma öyküsü, önceki SG deneyimi' semptomatik özellikleri, 'ortamda bulunma, mevcudiyet hissi' psikolojik özelliklerinin etkisi araştırılmıştır. Bu özelliklerden gelen puanlar, SSQ skorları ile karşılaştırılmıştır. Mevcudiyet ve fiziksel aktivite ölçeklerinden gelen skorlar bulanık yaklaşımla SSQ skorları ile karşılaştırılmıştır. Bulanık mantık çözümü ve regresyon sonuçları karşılaştırılmıştır. Çalışmamızın başlıca sonuçları tanımlanan bu bireysel özelliklerin SG ortamlarının insan sağlığı üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesinde iyi birer yordayıcı olduğunu göstermiştir ($p<0,05$). Aynı zamanda; ölçüm sonuçlarına göre hesaplanan çalışmanın gücü çok yüksek olarak belirlenmiştir (Güç: 0,98). Bulanık çözümler ile istatistiksel analizler örtüşmektedir. Çalışmamızın sonucuna göre SG ortamlarının kullanıcılar üzerindeki etkilerinin

değerlendirilmesinde bulanık çözümün etkili bir yaklaşım olduğu bulunmuştur. Aynı zamanda değerlendirmede kullanılan kriterlerin SG hastalığının tahmininde iyi birer yordayıcı olduğunu sonucuna varılmıştır.

Golding [93], hareket hastalığıyla ilgili iki farklı ilişki türü tanımlamıştır: ‘’(i) uyarana bağlı olanlar (hareket türü ve uyarının tahrik edici özelliği); ve (ii) birey ile ilgili olanlar (alışma veya hassasiyet, bireysel farklılıklar, koruyucu davranışlar (hareket hastalığına karşı ilaç kullanımı). Ayrıca, hareket hastalığı ve bunun potansiyel önlenmesi üzerine yapılan araştırmalara genetik gibi diğer araştırma alanlarının da dahil edilmesi gerektiğini öne sürmektedir.

Mousavi, Jen ve Musa], siber hastalığın olası nedenleri hakkında bir araştırma yapmışlardır. Çalışmalarında siber hastalık üzerinde etkisi olabilecek üç teori ve olası nedenlerini incelemişlerdir. Siber hastalık nedenlerini açıklayan üç teori vardır; (1) duyusal çatışma teorisi, (2) postural dengesizlik teorisi ve (3) zehir teorisi. Ayrıca, bu teorilerle doğrudan ilgili olmayan bazı nedenler olduğunu söylemişlerdir. Bunlar arasında ekran ve teknoloji sorunları, gecikme ve titreme sorunları bulunmaktadır. Bireysel açıdan bakıldığında ise yaş, cinsiyet, hareket hastalık öyküsü ve simülatördeki duruşun siber hastalığın şiddetini etkileyen faktörler olduğunu söylemişlerdir [94].

Bockelman ve Lingum [86] çalışmalarında, bireysel özellikleri; cinsiyet, yaş, BMI, sağlık durumu, migren eğilimi gibi bedensel özellikler, uyku düzeni, açlık durumu gibi davranış özellikleri, taşıt tutması öyküsü, önceki SG deneyimi gibi semptomatik özellikler ve risk alma, motivasyon gibi psikolojik özellikler olarak tanımlamıştır. [86]. Jasper ve ark [66] çalışmalarında, bireysel özelliklerin ve görev özelliklerinin siber hastalığı tahmin etmede önemli olduğunu ve siber hastalık deneyimlerindeki varyansın %43,6 ila %47,7'sini açıkladığını ortaya koymuşlardır. Bu çalışmanın sonuçları, görev ve bireysel özellikleri içermeyen siber hastalık modellerinin, bu önemli faktörleri dikkate almayarak eksik olduğunu göstermektedir. Bireysel özellikler, SG hastalığını araştıran çalışmalarda önemli bir konudur.

Çalışmamıza 73 gönüllü birey katılmış olup; bunların %58,9'u (n=43) kadın, %41,1'i (n = 30) erkektir. Literatürdeki araştırmalar yaygın olarak 20-40 arası katılımcıyla yürütülmüştür [1,12,27,29]. Çalışmamızdaki katılımcı sayısı değerlendirilen parametrelerin sonuçlarının doğruluğu için önemlidir. Çalışmamızda kadın sayısının erkek sayısından fazla olması literatürdeki diğer çalışmalar ile uyumludur [20,21]. Önceki çalışmalar; kadınların SG hastalığı yaşama insidansının daha yüksek olduğunu söylemektedir [12,20,21]. Erkeklerin SG hastalığı yaşama insidansının daha yüksek bulunduğu çalışmalarda mevcuttur [1]. Bunların yanında cinsiyet, yaş, etnik köken gibi bireysel özelliklerin SG hastalığı üzerinde anlamlı bir fark oluşturmadığını savunan çalışmalarda vardır [87]. Çalışmamızda kadınların SG-1 ortamındaki simülatör hastalık anketi skorları (4,16±3,82), erkeklerden (3,87±4,19) yüksektir. Kadınların SG-2 ortamındaki simülatör hastalık anketi skorları da (14,79±8,88) erkeklerden (13,33±10,84) yüksek bulunmuştur.

SG çalışmalarında genellikle katılımcılar genç bireylerden oluşmaktadır. Çalışmamızda yaş ortalaması 26,33 ± 7,08 olup, literatürle uyumludur. Lim ve ark [12], Mittelstaedt ve ark [20], SG hastalığı ve yaş arasında pozitif korelasyon olduğunu bulmuştur. Lawson ve ark [88] 12 yaşından küçük çocukların ve 55 yaşından büyük bireylerin SG etkileniminin daha fazla olduğunu söylemiştir. Ancak literatürde bu yaş gruplarında yapılmış yeterli çalışma yoktur. Genellikle 18-55 yaş arası katılımcılardan oluşan araştırmalar, SG hastalığı ve yaş arasında pozitif bir korelasyon olduğunu söylemektedir [12,13]. Literatürde özel olarak yaşlı bireyler ile yapılmış araştırmalar da vardır, ancak bu çalışmaların sayısı sınırlıdır [53,100]. Çalışmamızda; katılımcıların yaşı arttıkça (>38) daha fazla etkilenim yaşadıkları gözlenmiştir. Yine katılımcı yaşı düştükçe (<22) sanal ortamdan etkilenme daha azdır. Yaş ve cinsiyete ait verilerin istatistiksel anlamlılığı incelendiğinde; katılımcıların cinsiyet ve yaşları ile SG hastalığı skoru arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır (p>,05).

Bockelman ve ark [86], Graeber ve ark [87] çalışmalarında bireysel özelliklerin SG hastalığı ile ilişkisi üzerine kapsamlı bir inceleme sunmuştur. BMI, göz kusuru, etnik köken, davranış özellikleri, alışkanlıklar gibi çeşitli faktörlerin SG hastalığı üzerindeki etkisinin araştırılmasının önemli olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmamızda bireysel

özellikler açısından kapsamı genişletmek amacıyla BMI, göz kusuru, bilgisayarlı ekran kullanımı, egzersiz alışkanlığı gibi kriterler de araştırmaya dâhil edilmiştir. Çalışma bulguları; BMI, göz kusuru, bilgisayarlı ekran kullanım süresi ve egzersiz alışkanlığı ile SG hastalığı arasındaki ilişkinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığını göstermiştir ($p>0,05$).

Literatürdeki çalışmalar, yaygın siber hastalık sendromlarını hafifletmek amacıyla sanal ortamı iyileştirmek için bazı teknikler sunmaktadır. Lo ve So'nun [95] "Farklı eksenlerde sahne dönüş hareketleriyle birlikte siber hastalık" başlıklı çalışması, sahne hareketlerinin düzenlenmesiyle mide bulantısı belirtisinin azaltılabileceğini belirtmektedir. Lo ve So'nun bu çalışmaları, hareket hastalığıyla yapılan karşılaştırılabilir çalışmalarla yakından ilişkilidir. Hareket hastalığı, siber hastalıkla hemen hemen aynı olan daha genel hastalık belirtilerini tanımlar, ancak hareket hastalığı her türlü hareketten kaynaklanır. Her iki hastalık türündeki belirtilerin benzerliği, hareket ve siber hastalık arasındaki ilişki üzerine yapılan önceki araştırmalar, araştırmaların odağını harekete yönlendirmiştir.

Mittelstaedt ve ark [20] çalışmalarında iki farklı bisiklet simülasyonu ile katılımcıların hareket durumlarının SG ye etkisini araştırmışlardır. Harekete duyarlılık SG hastalığı üzerinde önemli bir etkendir. Dolayısıyla fiziksel olarak aktif kullanıcıların SG ortamlarındaki durumlarının incelenmesi önemlidir. Literatürde fiziksel etkinliğin SG hastalığı üzerindeki etkisini araştıran çalışmaya rastlanmamıştır. Çalışmamızda düzenli egzersiz yapma ve fiziksel aktivite şiddetinin SG hastalığı üzerindeki etkisi incelenmiştir. Çalışma bulguları, SG hastalığının bireysel özellikler ile ilişkisini anlamada literatüre katkı sunacaktır. Fiziksel aktivite düzeyi hafif, orta, şiddetli ve toplam aktivite düzeyi olarak 4 başlıkta incelenmiştir. Çalışma bulguları; düşük yoğunluklu ancak uzun süreli egzersiz yapan katılımcıların SG hastalığı düzeylerinin daha düşük olduğunu göstermiştir (r=0,221, p<0,05). Yüksek yoğunluklu egzersiz yapanların SG semptomları daha şiddetlidir. Ancak fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Benzer şekilde kullanıcıların düzenli egzersiz yapmalarının SG semptomları üzerinde bir etkisi bulunmamıştır.

SG çalışmaları katılımcılar üzerinde bir dizi uygulama yaparak, değerlendirme anketleri ile veri toplamaktadır. Davis, Nesbitt ve Nalivaiko [37] siber hastalık belirtilerini ölçmek için önce belirtilerin tanımlanmasının, kümelenmesinin ve ilgili ölçüm yöntemlerinin belirlenmesinin önemini vurgulamıştır. Ayrıca ön ve son anketler kullanarak deney ve gözlemlerin ölçülmesine duyulan ihtiyacı ifade etmişlerdir. Siber hastalık için objektif ölçüm yöntemlerinin geliştirilmesi, katılımcılar üzerinde oluşan etkileri anlamada önemli bir adımdır ve kullanılan teknolojilerin ve geliştirilen ortamların tasarımını iyileştirme çabalarına yardımcı olmaktadır. Tablo 2.1'de literatürdeki mevcut yöntemler verilmiştir. Bu yöntemlerden 'Simülatör Hastalık Anketi' birçok çalışmada sıklıkla kullanılmaktadır. SG hastalığının ölçülmesinde genel geçer bir metot haline gelmiştir. Çalışma bulgularımız literatürle uyumlu olup; simülatör anketinin SG hastalığının değerlendirilmesinde etkin bir nitel yöntem olduğunu doğrulamıştır. Literatürdeki nicel analizler henüz araştırma aşamasındadır. Yaygın kullanılan ve SG hastalığı ile ilişkisi kanıtlanmış nicel ölçüm yöntemleri tablo 2.1'de verilmiştir. Çalışmamızda nicel analizlere katkı sunmak ve mevcut yöntemleri doğrulamak için büyük ve küçük tansiyon, GSR, nabız, satürasyon, vücut sıcaklığı gibi sağlık verileri ile SG hastalığı ilişkisi incelenmiştir.

Guna ve ark. [27] fiziksel parametreler ve SG hastalığına ilişkin yaptıkları çalışmada nötr SG uygulamaların kullanıcılar üzerinde rahatlatıcı etki oluşturarak, fiziksel parametrelerde değişime neden olduğunu söylemişlerdir. Yine aksiyon içerikli SG uygulamaları da kullanıcılarda korku, stres, kaygı vb. durumlar oluşturarak fizyolojik parametrelerini etkilemektedir. Bu bulgu çalışmamızdaki bulgularla paralellik göstermektedir. SG-1 ortamında ortamın rahatlatıcı etkisi ile katılımcıların tansiyon verileri düşmüştür. Burada vücudun rahatlaması ile bu sonucun ortaya çıktığı düşünülmektedir. SG-2 ortamında ise ortamın içerdiği aksiyon unsurları katılımcılarda heyecan ve korku yaratarak tansiyonlarında yükselmeye neden olmuştur. Çalışma sonuçları incelenen sağlık verilerinin SG hastalığı etkilerinin değerlendirilmesinde iyi birer yordayıcı (Büyük tansiyon: r =-0,271, p <0,05), (Küçük tansiyon: r =-0,238, p <0,05) olduğunu göstermiştir.

Bruck ve Watters [96], nitel ve ve fizyolojik ölçümlerin bir kombinasyonu sunan bir çerçeve kullanmışlardır. Analizlerinde SSQ belirtileri, kalp atış hızı ölçümleri,

solunum hızı ölçümleri ve anksiyete skorlarını kullanan yazarlar, dört faktörü; siber hastalık, görme, uyarılma ve yorgunluk olarak tanımlamışlardır. Bu ölçekler de SSQ'ya dayanan varyantlar olmakla birlikte, ek değişkenler ve farklı ölçek puanları kullanmışlardır. Guna ve ark çalışmasında [27] aksiyon içerikli SG ortamının katılımcıların solunum ve nabız sayılarında yükselmeye neden olduğunu bulmuştur. Çalışmamızda korelasyon analizi sonucuna göre başlangıçtaki nabız ölçümleri ile SG-1 sonrası SSQ skorları arasında pozitif yönlü, zayıf ve anlamlı bir ilişki bulunmuştur (r =0,292, p <0,05). Gavgani ve ark [64] çalışmalarında SG hastalığının solunum sayısı üzerindeki etkisini belirtmişlerdir. Çalışmalarında SG hastalığı belirtileri yaşayan kullanıcıların solunum sayılarının düştüğünü bulmuşlardır. Çalışmamızdaki bulgular bu yönüyle Gavgani ve ark (2017) çalışmasıyla benzer sonuçlar içermektedir. SG-2 uygulamasında aksiyon sahnelerinde solunum sayısı düşen kullanıcıların, satürasyonlarında da düşüş meydana gelmiştir.

Guna ve ark [27] ’nın çalışmalarında baktıkları diğer parametre vücut sıcaklığıdır. Nalivaiko ve ark [40]’da vücut ısısının SG ortamlarında nasıl değiştiğini araştırmıştır. Çalışmalarında vücut sıcaklığının SG ortam deneyimi sonrasında arttığını bulmuşlardır. Çalışmamızda literatür sonuçları ile paralel olarak, vücut sıcaklığının SG deneyimi sırasında arttığı bulunmuştur. Yapılan regresyon analizinde vücut sıcaklığının SSQ üzerinde anlamlı bir yordayıcı olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$).

Guna ve ark [27] ve Gavgani ve ark [64] araştırdıkları bir diğer parametre galvanik cilt tepkisidir (GSR). GSR vücuttaki elektriksel yükün, elektriksel iletkenliğin değişimini ifade etmektedir. Guna ve ark [27]; fizyolojik ölçümler, özellikle GSR (galvanik deri tepkisi) ile Simülatör Hastalık Anketi ve Öznel Değerlendirme anketi puanları arasında anlamlı korelasyonlar bulmuştur ($p<0,01$). Mevcut araştırmalar SG hastalığını tetikleyen ortamlarda GSR verilerinin tepe ve dip noktalar oluşturarak ilerlediğini söylemektedir [27,64,65]. Seong ve Park (2024) çalışmalarında SG deneyimi boyunca GSR verilerinin sürekli arttığını bulmuşlardır [1]. Çalışmamızda ulaşılan GSR bulguları literatürdeki yaygın görüşle uyumludur. SG deneyimi süresince kullanıcıların GSR verileri tepe ve dip noktalar yaparak ilerlemiştir. SG hastalığı ile GSR düzeyi anasında negatif yönlü bir ilişki olduğu bulunmuştur. Bu

doğrultuda; GSR verileri SG hastalığının etkilerinin izlenmesinde iyi bir yordayıcı olduğu söylenebilir (Z=-5,698, p<0,05). SG hastalığının insan vücudu üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesinde fizyolojik parametrelerin birlikte ele alınmasının faydalı olacağı düşünülmektedir. Bu bağlamda; GSR verilerinin diğer sağlık parametreleri ile ilişkilerinin incelenmesi, SG hastalığının insan fizyolojisinin üzerindeki etkisinin anlaşılmasında ve fizyolojik parametrelerden gelen verilerin tutarlılığının anlaşılmasında önemli bir bulgudur. Çalışmamızda GSR ile nabız ve tansiyon verileri arasında korelasyonlar bulunmuştur (r =-0,235, p<0,05). GSR ve diğer fiziksel parametreler arasında bulunan ilişkiler, eldeki veriler ile tutarlıdır. GSR, Nabız, Tansiyon, vücut sıcaklığı gibi fiziksel parametreler SG hastalığının etkilerinin değerlendirilmesinde faydalı olacağı düşünülmektedir.

Mittelstaedt ve ark [20] geçmişteki hareket hastalığı geçmişinin, SG ortamında olası siber hastalığın en iyi tahmin edicilerinden biri olduğunu söylemiştir. Laessoe ve ark. [85]'da hareket hastalığı yaşayan bireylerin, SG hastalığına daha duyarlı olduğunu bulmuşlardır. Taşıt tutması, hareket hastalığı gibi rahatsızlığa sahip kullanıcıların SG hastalığı yaşaması daha olasıdır [12,20,27]. Çalışmamızda 24 katılımcı daha önce hareket hastalığı, taşıt tutması gibi semptomlar yaşadıklarını belirtmiştir. Çalışma bulgularında; bu katılımcıların SG-1 (5,50±5,15) ve SG-2 (17,33±8,89) ortamlarındaki SG hastalık skorları daha yüksektir. SG-1 ve SG-2 ortamların ait SG hastalık skorları ile taşıt tutması öyküsü arasındaki yapılan korelasyon analizleri, SG-2 ortamı için farkın anlamlı olduğunu göstermiştir (p:0,030: p<0,05). Taşıt tutması veya hareket hastalığı olarak ifade edilen rahatsızlığın SG hastalığının tahmininde başarılı bir parametre olduğu bulunmuştur. SG ortamlarını daha önce deneyimleme durumunun ise kullanıcılarda SG hastalığına karşı bir direnç oluşturduğu düşünülmektedir [12,20]. Çalışmamızda 22 katılımcı daha önce SG ortamını deneyimlemiştir. Bu katılımcıların SG-1 ortamı (3,23±3,45) ve SG-2 ortamı (11,00±9,93) SG hastalığı skorları, daha önce SG ortamı deneyimlememiş kullanıcıların SG-1 ortamı (4,39±4,13) ve SG-2 ortamı 15,57±9,35 skorlarından daha düşük bulunmuştur. Daha önce SG ortamı deneyimleme parametresi ileriki çalışmalarda SG tahmin edici olarak kullanılabilir.

SG ortamlarındaki navigasyon mekanizmaları kullanıcıya hareketli sahneler oluşturarak doğrusal ve dönüşsel eksenlerde hareket etme imkânı tanır. Mevcut tüketici SG başa takılan ekranlar, kullanıcının izleme ile algılanarak, sahneleri kullanıcının gerçek hareketine ters yönde oluşturarak dönüşsel navigasyon sağlar. Rebenitsch ve Owen [97] çalışmalarında siber hastalığın, daha derinlemesine bir daldırma ve zorunlu hareket ile artma eğiliminde olduğunu söylemişlerdir. Navigasyon ve sahne karmaşıklığı, dönüş, bağımsız görsel arka planlar, izleme ve pozisyon, sahne içeriği ve gerçekçilik gibi uygulama yönlerinin siber hastalık üzerinde etkili olduğunu savunmuşlardır. Rebenitsch ve Owen [97], baş hareketlerine dayalı dönüşsel navigasyonla bir sanal ortam el kontrollü dönüşsel navigasyona kıyasla daha yüksek siber hastalığa yol açtığı bulmuşlardır. Dorado ve Figueroa [98] çalışmalarında, rampaların, daha pürüzsüz hareket sağladığı için merdivenlere kıyasla daha düşük siber hastalığa neden olduğunu ortaya koymuşlardır. Lo ve Ho [95], sanal bir şehir sahnesi kullanarak, ön-arka doğrultudaki navigasyon hızı ve dönüşün etkisini incelemişlerdir. 10 erkek kullanıcı, ön-arka eksenindeki doğrusal hareket hızının 3 m/s'den 10 m/s'ye çıkarılmasıyla daha yüksek SSQ puanları bildirmişlerdir. Seong ve Park [1] çalışmalarında 10 dakikalık bir SG videosu hazırlamıştır. Video içeriği, eğim, sapma, yuvarlanma, yakınlaştırma ve uzaklaştırma gibi hareketlerden oluşmaktadır. Doğrusal hız 2-20 m/s ve dönüşün açısal hızı 15-60 °/s ‘dir. Çalışmamızda kullanılan iki farklı SG ortamında farklı hareket hızı ve dönüş durumuna yer verilerek, SG hastalığı ile ortam etkileri ilişkisi araştırılmıştır. Çalışmamızda kullanılan SG videosu ve video süresi Seong ve Park [1]’ın çalışmasındaki ile benzerdir. Bulgularımız literatürle uyumludur. Ortam hızı 0-20 m/s’ arasında değişen ve dönme olmayan SG-1 sürükleyici sanal ortamda daha düşük SSQ puanları elde edilirken, hızı 60-80 m/s arasında değişen ve dönüş hareketi bulunan SG-2 simülasyonunda yüksek SSQ skorları bildirilmiştir. Video içerik türünün SG semptomlarının ortaya çıkmasında önemli bir etken olduğu bulunmuştur. Dönüşsel eksenlerdeki hareketin siber hastalık açısından incelendiği çalışmalarda, X, Y, Z ekseni rotasyonları için SSQ puanlarının arttığı gözlemlenmiştir [95]. Ancak hiçbir eksen diğerine kıyasla anlamlı derecede daha yüksek puanlar elde etmemiştir.

Nesbitt, Davis, Blackmore ve Nalivaiko [92] çalışmalarında iki farklı roller coaster SG ortamı ile kullanıcıların SG ortamı semptomlarını incelemişlerdir. Bu iki SG ortamı çözünürlük, doğruluk ve gerçeklik açısından farklılıklar içermektedir. Daha gerçekçi sanal ortamın mide bulantısı semptomlarını arttırdığını bulmuşlardır. Çalışmalarında doğruluk ve gerçekçiliğin SG hastalığını arttıran bir etmen olduğunu vurgulamışlardır. Guna ve ark [27] nötr ve aksiyon içerikli iki video kullanarak, video içerik türü ve kullanılan cihazın SG hastalığına etkisini araştırmıştır. Çalışmalarında; katılımcıların SG hastalık düzeylerinin video içerik türü ve kullanılan cihaz (video durumu) ile belirgin olarak farklılaştığını bulunmuştur. Nötr video içerik türünde önemli ölçüde daha düşük SSQ puanları gözlemlenmiştir. Sonuçlar; katılımcıların aksiyon videosu klibini izlerken daha yüksek düzeyde psikolojik uyarılma yaşadığını gösterdiğini göstermektedir. Guna ve ark [27] tarafından SSQ puanları üzerinde farklı video koşullarının ve video içerik türlerinin etkisi istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar gösterdiği bulunmuştur ($P < 0,01$). Bu bulgular ışığında, daha yeni ve teknik olarak daha üstün SG cihazının (daha iyi çözünürlük ve ekran tepki oranı) SG hastalığı semptomlarını hafifletmede olumlu bir etkiye sahip olabileceği söylenebilir. Çalışmamızın sonuçları, Guna ve ark [27]'ın çalışması ile benzerdir. Sakin ve aksiyon içerikli iki SG ortamı ile yapılan uygulamada; katılımcılar aksiyon içerikli SG deneyimi sonrasında daha yüksek SSQ skorları bildirmiştir (SSQ_{SG2} :14,19> SSQ_{SG1}: 4,04). Çalışmamızda literatürler uyumlu olarak; SSQ puanları üzerinde farklı video koşullarının ve video içerik türlerinin etkisi istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar gösterdiği bulunmuştur ($P < 0,01$).

Dennison ve D'Zmura [99], katılımcıların oturduklarında veya ayakta olduklarında SSQ puanlarının anlamlı bir fark göstermediğini ancak rotasyon hızı arttıkça her iki pozisyonda da siber hastalığın arttığını gözlemlemişlerdir. Çalışmamızda SG-1 ve SG-2 ortamında katılımcılar oturduklarında ve ayakta olduklarında SG hastalığı semptomlarında bir fark oluşmamıştır.

Bessa ve ark. [55] çalışmalarında, iki farklı türde 360 video (2D 360 video ve 3D 360 video) deneyimlenirken varlık hissi ve SG Hastalığı rahatsızlık seviyelerinin ilişkisini araştırmıştır. Varlık hissi ve SG Hastalığı seviyelerini değerlendirmek için Varlık

Anketi ve Simülatör Hastalık Anketi kullanılmıştır. Çalışma bulguları 360 2D ve 360 3D videolar arasında varlık hissi ve VR Hastalığı rahatsızlık seviyelerinde önemli bir fark olmadığını ortaya koymuştur. Mevcudiyet hissi kullanıcının SG ortamında ne derece dahil olduğunu ifade etmektedir. Bir diğer ifade ile SG ortamının kullanıcıyı içine çekme yeteneğidir. İçeri çekme seviyesi, SG teknolojisinin bir özelliği, SG sisteminin ölçülebilir bir yönü ve ayrıca iyi bir kullanıcı deneyimi için önemlidir. İçeri çekme, bir katılımcının hangi duyularını ne ölçüde ne kadar kesin bir şekilde uyardığından etkilenir. Mevcut araştırmalar daha fazla duyunun uyarılmasıyla, katılımcının daha fazla seviyede içeri çekme deneyimi yaşadığını söylemektedir [66]. Slater [101], SG ortamında bulunmayı, daldırma sırasında "orada olma" hissi olarak ifade etmektedir. Daldırma ve bulunma kavramları birbirinin yerine kullanılsa da Slater [101], bulunmanın kullanıcının dalma tepkisi olduğunu ve siber bulantı hissini azaltmaya yardımcı olabileceğini söylemektedir. Araştırmalar, daha fazla bulunma hissinin daha düşük seviyelerde siber bulantı ile ilişkili olduğunu savunmaktadır [66,101]. Çalışmamızda iki farklı sanal deneyim sonrası Ortamda bulunma anketi uygulanarak katılımcıların mevcudiyet duygusu ile SG hastalığı arasındaki ilişki araştırılmıştır. Çalışma bulguları; mevcut literatürden farklıdır. SG-1 Mevcudiyet ölçeği toplam skoru ile SSQ_{SG1}arasında pozitif yönlü, zayıf ve anlamlı bir ilişki (r = ,197, $p<0,05$) olduğu bulunmuştur. SG ortamında daha yüksek mevcudiyet duygusu yaşayan kullanıcıların SG semptom düzeyleri daha yüksek bulunmuştur. SG-2 Mevcudiyet ölçeği toplam skoru SSQ_{SG2} arasında anlamlı bir ilişki bulunmamıştır (p>0,05). Yapılan tek ve çift kuyruk testlerinde daha fazla örnekleme ihtiyaç olduğu bulunmuştur.

Literatürde SG hastalığının anlaşılmasında güncel yaklaşımlardan biri bulanık mantık teorisidir. Wang ve ark [52] bireysel özelliklerin SG hastalığı ile ilişkisini anlamak için bulanık mantık kullanmıştır. Yine Liu [53] ve Liu [102] SG ortamlarının SG hastalığına etkisini nöro bulanık yaklaşımla incelemiştir. Liu [53] çalışmasında SG ortamına daldırılan yaşlı bireyler aracılığıyla SG hastalığına neden olan etkenleri nöro bulanık yaklaşımla açıklamaya çalışmıştır. Çalışmasında Nöro- bulanık tabanlı bir uyarı sistemi geliştirmiştir. Literatrüde bireysel özellikler, SG ortam özellikleri (navigasyon, dönüş hızı vb.) bulanık mantık yaklaşımı ile ele alınmıştır. Çalışmamızda, fiziksel aktivite düzeyi ve ortamda bulunma (mevcudiyet) düzeyinin

SG üzerindeki etkisini bulanık yaklaşımla değerlendirerek; bulanık mantık yönteminin tahmin edici parametrelerinin değerlendirilmesinde başarılı bir yöntem olduğu bulunmuştur.

BÖLÜM 6

SONUÇ VE ÖNERİLER

SG Hastalığı oldukça öznel bir deneyimdir ve SG ortamını deneyimleyen kullanıcıları arasında büyük ölçüde farklılık gösterebilmektedir. SG hastalığının şiddeti de kişiden kişiye farklılık gösterebilmektedir. Bu farklılığın anlaşılmasında kullanılan öznel ve nesnel yöntemler geliştirilmesi gerekmektedir. Bu nedenle; SG ortamlarının insan sağlığı üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesinde; **'**cinsiyet, yaş, BMI, GSR, tansiyon, nabız, vücut sıcaklığı, satürasyon, göz kusuru' bedensel özellikleri; 'egzersiz öyküsü, ekran kullanım süresi, fiziksel aktivite düzeyi' davranış özellikleri; 'taşıt tutma öyküsü, önceki SG deneyimi' semptomatik özellikleri, 'ortamda bulunma, mevcudiyet hissi' psikolojik özelliklerinin etkisi araştırılmıştır. Bu özelliklerden gelen puanlar, SSQ skorları ile karşılaştırılmıştır. Mevcudiyet ve fiziksel aktivite ölçeklerinden gelen skorlar bulanık yaklaşımla SSQ skorları ile karşılaştırılmıştır. Çalışmada; SG hastalığının insan sağlığı üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesinde yeni bir yöntem olarak 'Bulanık Çok Kriterli Yöntem' ve istatistiksel analiz birlikte kullanılmıştır. Çalışmamızdan elde edilen sonuçlar aşağıda maddeler halinde sıralanmıştır:

1-Hipotez-1: SG kullanıcılarının sağlık verilerinin (tansiyon, nabız, vücut ısısı, satürasyon) SG ortamlarından etkilenim (SG Hastalığı görülmesi) üzerinde etkisi vardır.' Hipotezinden hareketle katılımcıların sağlık verilerinin SG hastalığı ile ilişkisi araştırılmıştır. Sonuçlar bireysel özellikler ve sağlık verilerinin SG hastalığını tahmin etmede, iyi birer tahmin edici olduğunu göstermektedir.

2-Hipotez-2: SG kullanıcılarının bireysel farklılıklarının (yaş, cinsiyet, BMI) SG ortamlarından etkilenim (SG Hastalığı görülmesi) üzerinde etkisi vardır. Hipotezinden hareketle katılımcıların bireysel farklılıklarının SG hastalığı ile ilişkisi araştırılmıştır. Sonuçlar bireysel farklılıkların SG hastalığını tahmin etmede, iyi birer tahmin edici olduğunu göstermektedir.

3-Hipotez-3: SG kullanıcılarının SG ortamındaki mevcudiyet duygusunun, SG ortamlarından etkilenim (SG Hastalığı görülmesi) üzerinde etkisi vardır. Hipotezinden hareketle katılımcıların sanal ortamdaki mevcudiyet duygusunun SG hastalığı ile ilişkisi araştırılmıştır. Sonuçlar sanal ortamdaki mevcudiyet duygusunun SG hastalığını tahmin etmede, tahmin edici olarak kullanılabileceğini, ancak daha fazla örnekleme ihtiyaç olduğunu göstermektedir.

4-Hipotez-4: SG kullanıcılarının Fiziksel Aktivite düzeyinin SG ortamlarından etkilenim (SG Hastalığı görülmesi) üzerinde etkisi vardır. Hipotezinden hareketle katılımcıların fiziksel aktivite düzeylerinin SG hastalığı ile ilişkisi araştırılmıştır. Sonuçlar fiziksel aktivite düzeylerinin SG hastalığını tahmin etmede, tahmin edici olarak kullanılabileceğini, ancak daha fazla örnekleme ihtiyaç olduğunu göstermektedir. Ayrıca kullanıcıların fiziksel aktivite düzeylerinin belirlenmesinde öznel ölçüm araçlarıyla birlikte nesnel ölçüm araçlarının da kullanılması sonuçların doğruluğunu arttıracaktır.

Çalışma sonuçları mevcut literatürü desteklemektedir. Ayrıca ilk kez bu çalışmada kullanılan sağlık verileri, fiziksel aktivite düzeyi ve ortamda bulunma (mevcudiyet) duygusu SG hastalığını tahmin etmede literatüre katkı sunacaktır. Yine bulanık sistemler yeni tahmin edicilerin denenmesi literatüre nesnel yöntemlerin arttırılması yönüyle katkı sunacaktır.

Çalışmada kullanılan parametreler SG hastalığı düzeyi hakkında bilgi vermektedir. Bu parametreler kullanılarak tasarlanan ‘SG uygulaması Bilgi Formu ve SG hastalığı Değerlendirme Formunun (EK-4)’ yapılacak yeni çalışmalarda kullanılması faydalı olacaktır.

Benzer çalışmaların, farklı tahmin edicilerle ve daha fazla katılımcı üzerinde uygulanarak tekrarlanması sonuçların doğruluğunu arttırmada literatüre katkı sunacaktır.

KAYNAKÇA

[1] Seong, S. ve Park, J. ‘‘Tracking motion sickness in dynamic VR environments with EDA signals’, İnternational Journal of İndustrial Ergonomics, p. Doi:103543, 2024.

[2] Y. Wu, Y., Wang, Y ve Lou, X. ‘‘Q Large display-based approach supporting natural user interaction in virtual reality environment,’’ İnternational Journal of Industrial Ergonomics, cilt 101, p. Doi:103591, 2024.

[3] Ecem, İ.E., Selçuk, M., Budak, V.Ö., Bütün M ve Şimşek, İ. ‘‘Eğitim Amaçlı Sanal Gerçeklik Uygulamalarında Kullanılan Cihazların Daldırma Açısından İncelenmesi’’, Bilişim Teknolojileri Dergisi, cilt 12, no. 2, pp. 119-129, 2019.

[4] Öztürk, E.O ve Sondaş, A. ‘‘Sanal Sağlık: Sağlıkta Sanal Gerçekliğe Genel Bakış,’’ Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, cilt 3, no. 2, pp. 164-169, 2020.

[5] Erdal, H. ‘‘Genişletilmiş Gerçeklik Teknolojileri ve Güvenlik Uygulamaları’’, İstanbul: Kriter Yayınevi, 2022.

[6] Benthem, K. V., ve Herdman, C.M. ‘‘A virtual reality cognitive health screening tool for aviation: Managing accident risk for older pilots’’, International Journal of Industrial Ergonomics, cilt 85, p. 103169, 2021.

[7] Yamashita,Y., Shimohira, D., Aijima, R., Mori, K. ve Danjo, A. ‘‘Clinical Effect of Virtual Reality to Relieve Anxiety During Impacted Mandibular Third Molar Extraction Under Local Anesthesia,’’ Journal of Oral and Maxillofacial Surgery, cilt 78, no. 4, pp. 545 e1-545 e6, 2020.

[8] Gomez-Moralez, A., Coon, D., Glinka, A., Stirling, R., Pipe,T., Joseph, R ve Garcia-Segura, S. ‘‘Training alternatives for Alzheimer's disease and related dementia caregivers: Assessing economic and environmental benefits of internet of health things’’, Journal of Cleaner Production, cilt 418, p. 38206, 2023.

[9] Kečkeš, A. ve Tomičić, I. ‘‘Augmented Reality in Tourism - Research and Application Overview,’’ Interdisciplinary Description of Complex Systems, cilt 15, no. 2, pp. 157-167, 2017.

[10] M. Kabadayı, ‘‘Otel İşletmelerinde Sanal Gerçeklik ve Artırılmış Gerçeklik Uygulamaları’’, Seyahat ve Otel İşletmeciliği Dergisi, cilt 17, no. 3, pp. 464-479, 2020.

[11] Vardarlı, B. ‘‘Teknolojik Bir Yaklaşım: Sanal Gerçeklik Maruz Bırakma Terapisi’’. Ege Eğitim Dergisi, cilt 22, no. 1, pp. 40-56, 2021.

[12] Lim, H.K., Ji, K., Woo, Y.S., Han, D.U., Lee, D.U., Nam, S.G. ve Jang, K.M. ‘‘Test-retest reliability of the virtual reality sickness evaluation using electroencephalography (EEG)’’, Neouroscience Letter, cilt 743, p. 135589, 2 021.

[13] Simon-Vicente, L., Rodriguez-Cano, S., Delgado-Benito, V., Ausin-Villaverde, V. Ve Cubo Delgado, E. ‘‘Cybersickness. A systematic literature review of adverse effects related to virtual realityCiberenfermedad. Revisión sistemática de la literatura sobre efectos adversos asociados a la Realidad Virtual’’, Neurologia, p. 101016, 2022.

[14] Matia, F., Marichal N.G. ve Jimenez, E. ‘‘Fuzzy Modeling and Control: Theory and Applications’’, Atlantis Press, 2014.

[15] Albayrak M.Ş. ‘‘Kinect Kullanılan 3 Boyutlu (3D) Sanal Gerçeklik Uygulamalarının İlkokul Öğrencilerinin Yabancı Dilde Kelime Öğrenimine Etkisi’’, Yüksek Lisans Tezi, Fatih Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul, 2015.

[16] Komşul M.Z. ‘‘Zihinsel Engelli Çocukların Eğitiminde Sanal Gerçeklik Teknolojisinin Kullanılması ve Örnek Bir Uygulama Geliştirilmesi’’, Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne, 2007.

[17] Üstünel H. ‘‘Üstün Yetenekli Öğrencilerin Kullanımı için Sanal Gerçeklik Ortamında Kuvvet Geri beslemeli Haptik Uygulamaların Geliştirilmesi’’, Doktora Tezi, Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne, 2014.

[18] Öztemel, E. ve Gürsev, S. ‘‘Türkiye’de Lojistik Yönetiminde Endüstri 4,0 Etkileri ve Yatırım İmkanlarına Bakış Üzerine Anket Uygulaması’’, Marmara Fen Bilimleri Dergisi 2018, 2; 145-154, 2018.

[19] Palmisano, S., Mursic, R. ve Kim, J ‘‘Vection and cybersickness generated by head-and-display motion in the Oculus Rift‘‘, Displays, cilt 46, pp. 1-8, 2017.

[20] Mittelstaedt, J., Wacker, J. ve Stelling, D. ‘‘Effects of display type and motion control on cybersickness in a virtual bike simulator’’, Displays, cilt 51, pp. 43-50, 2018.

[21] Salgado, D., Rodrigues, T., Martins,F., Naves, E., Flynn, R. ve Murray, N. ‘‘The Effect of Cybersickness of an Immersive Wheelchair Simulator’’, Procedia Computer Science, cilt 160, pp. 665-670, 2019.

[22] Reason, J. T., & Brand, J. J. ‘‘*Motion sickness*’’, Academic press,1975.

[23] Riccio, G. E., & Stoffregen, T. A. ‘‘An ecological theory of motion sickness and postural instability. *Ecological psychology*, *3*(3), 195-240, 1991.

[24] Treisman, M. (1977). ‘‘Motion sickness: an evolutionary hypothesis’’, *Science*, *197* (4302), 493-495 ,1977.

[25] Kocaoğlu, Y., ‘‘Hareket Hastalığı ve Sanal Ortam’’, Niğde Ömer Halis Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi, cilt 16, no. 1, pp. 22-39, 2022.

[26] Benson A.J., ‘‘Operational Aviation medicine.,’’ Aviation medicine, Butterworths, London, p. 464, 1999.

[27] J. Guna, J., Gersak, G., Humar, I., Song, J., Drnovsek J. ve Pogacnik, M. ‘‘Influence of video content type on users’ virtual reality sickness perception and physiological response.,’’ Future Generation Computer Systems, cilt 91, no. 12, pp. 263-276, 2019.

[28] Oman, C. ‘‘Motion sickness: a synthesis and evaluation of the sensory conflict theory’’, Canadian Journal of Physiology and Pharmacology, cilt 62, no. 2, pp. 294-303, 1990.

[29] Somrak, A., Humar, İ., Hossain, S., Alhamid, M. ve A. Hossain, ‘‘Estimating VR Sickness and user experience using different HMD technologies: An evaluation study’’, Future Generation Computer Systems, cilt 94, pp. 302-316, 2019.

[30] Benson, A.J. ‘‘Motinon Sickness’’, John Wiley & Sons Ltd., 1984.

[31] İgoshina, E., Russo, F., Shewaga, R., Haycock, B., ve Keshavarz, B. ‘‘The relationship between simulator sickness and driving performance in a high-fidelity simulator’’, Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, cilt 89, pp. 478-487, 2022.

[32] Woo, Y. S., Jang, K. M., Nam, S. G., Kwon M. ve Lim, H. K. ‘‘Recovery time from VR sickness due to susceptibility: Objective and quantitative evaluation using electroencephalography’’, Heliyon, cilt 9, no. 3, p. e14792, 2023.

[33] Wienrich, C., Obremski D. ve İsrael, J. H. ‘‘Repeated experience or a virtual nose to reduce simulator sickness? – Investigating prediction of the sensorial conflict theory and the rest-frame hypothesis in two virtual games’’, Entertainment Computing, cilt 43, p. 100514, 2022.

[34] Kim, Y. Y., Kim, H. J., Kim, E. N., Ko H. D. ve Kim, H. T. ‘‘Characteristic changes in the physiological components of cybersickness’’, Psychophysiology, cilt 42, no. 5, pp. 616-625, 2005.

[35] Ohyama, S., Nishiike, S., Watanabe, H., Matsuoka, K., Akizuki, H., Takeda, N. ve Harada, T. ‘‘Autonomic responses during motion sickness induced by virtual reality’’, Auris Nasus Larynx, cilt 34, no. 3, pp. 303-306, 2007.

[36] Brucks, S. ve Watters, P.A. ‘‘The factor structure of cybersickness’’, Displays, cilt 32, no. 4, pp. 153-158, 2011.

[37] Davis, S. Nesbitt, K. ve Nalivaiko, E. ‘‘A Systematic Review of Cybersickness’’, Proceedings of the 2014 Conference on Interactive Entertainment, 2014.

[38] Terzic, K. ve Hansard, M. ‘‘Methods for reducing visual discomfort in stereoscopic 3D: A review’’, Signal Processing: Image Communication, cilt 47, pp. 402-416, 2016.

[39] Kennedy, R. S., Lane, N. E., Lilienthal, M. G., Berbaum, K. S., & Hettinger, L. J. ‘‘Profile analysis of simulator sickness symptoms: Application to virtual environment systems’’, Presence: Teleoperators & Virtual Environments, 1(3), 295-301, doi.org/10,1162/pres,1992,1,3,295, 1992.

[40] Nalivaiko, E., Davis, S. L., Blackmore, K. L., Vakulin, A., & Nesbitt, K. V. ‘‘Cybersickness provoked by head-mounted display affects cutaneous vascular tone, heart rate and reaction time’’ *Physiology & behavior*, *151*, 583-590, 2015.

[41] Kim, H., Park, J., Choi, Y. ve Choe, M. ‘‘Virtual reality sickness questionnaire (VRSQ): Motion sickness measurement index in a virtual reality environment’’, Applied Ergonomics, cilt 69, pp. 66-73, 2018.

[42] Li, X., Zhu, C., Xu, C., Zhu, J., Li, Y. ve Wu, S. ‘‘VR motion sickness recognition by using EEG rhythm energy ratio based on wavelet packet transform’’ Computer Methods and Programs in Biomedicine, cilt 188, p. 105266, 2020.

[43] Oh, H., ve Lee, G. ‘‘Feasibility of full immersive virtual reality video game on balance and cybersickness of healthy adolescents’’, Neuroscience Letters, 760, 136063. https://doi.org/10,1016/j.neulet,2021,136063, 2021.

[44] Risi, D. ve Palmisano, S. ‘‘Effects of postural stability, active control, exposure duration and repeated exposures on HMD induced cybersickness’’, *Displays*, *60*, 9-17. https://doi.org/10,1016/j.displa,2019,08,003, 2019

[45] Silva Marinho, A., Terton, U., ve Jones, C. M. ‘‘Cybersickness and postural stability of first time VR users playing VR videogames’’, Applied Ergonomics, 101, 103698. https://doi.org/10,1016/j.apergo,2022,103698, 2022.

[46] Bosso, L., Espejo, T., Taffé, P., Caillet-Bois, D., Christen, T., Berna, C., ve Hugli, O. ‘‘Analgesic and Anxiolytic Effects of Virtual Reality During Minor Procedures in an Emergency Department: A Randomized Controlled Study’’, *Annals of Emergency Medicine*, *81*(1), 84-94. https://doi.org/10,1016/j.annemergmed,2022,04,015, 2023.

[47] Wu, M., Chao, L., & Xiao, X. ‘‘A pediatric seizure management virtual reality simulator for nursing students: A quasi-experimental design’’, Nurse Education Today, 119, 105550, 2022.

[48] Shahrokhi M. ve Bernard, A. ‘‘A Fuzzy Accident Risk Analysis Approach for a Concurrent Engineering Platform,’’ IFIP International Conference on Advances in Production Management Systems, cilt 634, pp. 351-360, 2021.

[49] Shedlock K. ve Vos, M. ‘‘Modelling the Indigenous virtual self using fuzzy logic as a data filtering system,’’ AlterNative: An International Journal of Indigenous Peoples, cilt 17, no. 2, 2021.

[50] Sadehgi-Esfahlani, S., Sadehgi-Esfahlani K. ve Shirvani, H. ‘‘Video Game and Fuzzy Logic to Improve Amblyopia and Convergence Insufficiency,’’ %1 içinde IECON 2019 is the 45th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society (IES), 2019.

[51] Soussi, I., Mrabet, M., Fnaiech F. ve Gorce, P. ‘‘Expert system for the decision on the ability to drive power wheelchair based on fuzzy logic,’’ 2013 International Conference on Electrical Engineering and Software Applications, 2013.

[52] Y. Wang, Y., Chardonnet, J.R. Merienne, F. Ve Ovtcharova, J. ‘‘Using Fuzzy Logic to Involve Individual Differences for Predicting Cybersickness during VR Navigation’’, IEEE Virtual Reality and 3D User Interfaces , 2021.

[53] Liu, C.L ‘‘A neuro-fuzzy warning system for combating cybersickness in the elderly caused by the virtual environment on a TFT-LCD’’, Applied Ergonomics, cilt 40, no. 3, pp. 316-324, 2009.

[54] Sevinc, V., ve Berkman, M. I. ‘‘Psychometric evaluation of Simulator Sickness Questionnaire and its variants as a measure of cybersickness in consumer virtual environments’’, *Applied ergonomics*, *82*, 102958, 2020.

[55] Igoshina, E., Russo, F. A., Shewaga, R., Haycock, B., & Keshavarz, B. ‘‘The relationship between simulator sickness and driving performance in a high-fidelity simulator’’, *Transportation research part F: traffic psychology and behaviour*, *89*, 478-487,2022.

[56] Kim, H. K., Park, J., Choi, Y., & Choe, M. ‘‘Virtual reality sickness questionnaire (VRSQ): Motion sickness measurement index in a virtual reality environment’’, *Applied ergonomics*, *69*, 66-73, 2018.

[57] Müjdeci, B. ‘‘Düşme Hikâyesi Olan ve Olmayan 65 Yaş Ve Üzerindeki Bireylerin Bilgisayarlı Dinamik Posturografi ve Berg Denge Skalası Bulgularının Karşılaştırılması’’, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2009.

[58] Üneri, A. ‘‘Bilgisayarlı Dinamik Posturografi’’, F.N. Ardıç (Ed.). Vertigo. (s,97-108). İzmir: İzmir Güven Kitabevi, 2005.

[59] Beck, A. T., Ward, C. H., Mendelson, M., Mock, J., & Erbaugh, J. ‘‘An inventory for measuring depression’’, *Archives of general psychiatry*, *4*(6), 561-571, 1961.

[60] Kucher, N., Larson, J. M., Fischer, G., Mertaugh, M., Peterson, L., & Gershan, L. A. ‘‘3-Dimensional nature-based therapeutics in pediatric patients with total pancreatectomy and islet auto-transplant’’. *Complementary Therapies in Medicine*, *48*, 102249,2020.

[61] Baxter, A. L., Watcha, M. F., Baxter, W. V., Leong, T., & Wyatt, M. M. ‘‘ Development and validation of a pictorial nausea rating scale for children’’, *Pediatrics*, *127*(6), e1542-e1549,2011.

[62] Stern, R. M., Koch, K. L., Leibowitz, H. W., Lindblad, I. M., Shupert, C. L., & Stewart, W. R. ‘‘Tachygastria and motion sickness’’, *Aviation, space, and environmental medicine*, *56*(11), 1074-1077, 1985.

[63] Krokos, E., ve Varshney, A. ‘‘Quantifying VR cybersickness using EEG’’, *Virtual Reality*, *26*(1), 77-89, 2022.

[64] Gavgani, A. M., Nesbitt, K. V., Blackmore, K. L., & Nalivaiko, E. ‘‘Profiling subjective symptoms and autonomic changes associated with cybersickness’’, *Autonomic Neuroscience*, *203*, 41-50, 2017.

[65] Golding, J. F., ve Stott, J. R. R. ‘‘Comparison of the effects of a selective muscarinic receptor antagonist and hyoscine (scopolamine) on motion sickness, skin conductance and heart rate’’, *British journal of clinical pharmacology*, *43*(6), 633-637,1997.

[66] Jasper, A., Sepich, N., Gilbert,S., Kelly, J. ve Dorneich, M. ‘‘Predicting cybersickness using individual and task characteristics’’ *Computers in Human Behavior,* cilt 146, p. 107800, 2023.

[67] Saglam, M., Arikan, H., Savci, S., Inal-Ince, D., Bosnak-Guclu, M., Karabulut, E., and Tokgozoglu, L. ‘‘International physical activity questionnaire: Reliability and validity of the Turkish version’’, Perceptual and Motor Skills, 111(1), 278-284, 2010.

[68] Craig, C. L., Marshall, A. L., Sjöström, M., Bauman, A. E., Booth, M. L., Ainsworth, B. E., and Oja, P. ‘‘International physical activity questionnaire: 12-country reliability and validity’’, Medicine and Science in Sports and Exercise, 35(8), 1381- 1395, 2003.

[69] Kurter, A., Ugur, E. M. E. L., & Konukseven, B. ‘‘Can the Simulator Sickness Questionnaire Measure in Cybersickness?" 8. Uluslararası Tıp ve Sağlık Bilimleri Araştırmaları Kongresi, no,382, Ankara, Turkey, pp,603-604, 2021

[70] Kennedy, R. S., Drexler, J. M., Compton, D. E., Stanney, K. M., Lanham, D. S., & Harm, D. L. ‘‘Configural scoring of simulator sickness, cybersickness, and space adaptation syndrome: Similarities and differences’’, In L. J. Hettinger & M. W. Haas (Eds.), *Virtual and adaptive environments: Applications, implications, and human performance issues* (pp. 247–278). Lawrence Erlbaum Associates Publishers. https://doi.org/10,1201/9781410608888.ch12, 2003.

[71] Witmer, B. G., Jerome, C., & Singer, M. J. ‘‘The factor structure of the presence questionnaire’’, Presence, 14(3), 298-312, 2005.

[72] https://www.youtube.com/watch?v=jqq_ZdD5Zwg

[73] https://www.youtube.com/watch?v=2h_BqIqBDwk

[74] Zadeh, L. A. ‘‘Fuzzy sets. *Information and Control*’’,1965

[75] Yılmaz, H., ve Şahin, M. E. ‘‘Bulanık Mantık Kavramına Genel Bir Bakış’’, *Takvim-i Vekayi*, *11*(1), 94-129, 2023.

[76] Zadeh, L. A. ‘‘Is there a need for fuzzy logic?’’, *Information sciences*, *178*(13), 2751-2779, 2008.

[77] Zadeh, L., ‘‘A. Fuzzy Logic. Granular, Fuzzy and Soft Computing. Springer’’, New York, U.S, 19-49, 2023,

[78] Zadeh, L. A., “From Computing With Numbers to Computing With Words-From Manipulation of Measurements to Manipulation of Perceptions”, IEEE Trans on Circuits and Systems-I: Fundamental Theory and Applications, vol,4, pp. 105-119,1999.

[79] Sanca, M., Artun, H., & Okur, M. ‘‘Fen Eğitiminde Bulanık Mantık Uygulamaları Neden Kullanılmalıdır?’’ *Ulusal Eğitim Akademisi Dergisi*, *6*(1), 130-144, 2022.

[80] Alcı, M., Karatepe, E ‘‘Bulanık Mantık ve MATLAB Uygulamaları’’, Ege Yayınları, Birinci Baskı, İzmir, 2022. https://egefuzzylogic.weebly.com/uploads/4/9/1/9/49194479/fuzzy_matlab_uygulamalari.pdf

[81] Zimmermann, H.J. ‘‘Problems and tools to model uncertainty in expert-and decision support systems’’, Mathematical and Computer Modelling, 14, 8-20. 1990.

[82] https://www.proscon.com.tr/proses-tehlike-analizlerindeki-belirsizliklerin-bulanik-mantik-ile-kantitatiflestirilmesi/

[83] Akbulut N., ‘‘Gıda Analiz Laboratuvarlarına Yönelik Biyolojik Risklerin Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleriyle Değerlendirilmesi’’. Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 2023.

[84] Altın, B., & Aksoy, S. ‘‘Investigation of the effects of cognitive tasks on balance performance in young adults’’, *American journal of otolaryngology*, *41*(6), 102663,2020.

[85] Laessoe, U., Abrahamsen, S., Zepernick, S., Raunsbaek, A., & Stensen, C. ‘‘Motion sickness and cybersickness–sensory mismatch’’. *Physiology & Behavior*, *258*, 114015, 2023.

[86] Bockelman, P., & Lingum, D. ‘‘Factors of cybersickness’’, In *HCI International 2017–Posters' Extended Abstracts: 19th International Conference, HCI International 2017, Vancouver, BC, Canada, July 9–14, 2017, Proceedings, Part II 19* (pp. 3-8). Springer International Publishing, 2017.

[87] Graeber, D.A., Stanney, K.M. ‘‘Gender differences in visually induced motion sickness’’, In: Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting, vol. 46, no. 26, pp. 2109–2113, September 2002

[88] Lawson, B. D., Proietti, P., Peder, S., Timothy, R., Ramy, K., & Marten, B. ‘‘Factors impacting cybersickness’’, 2021.

[89] Dennison, M. S., & D’Zmura, M. ‘‘Cybersickness without the wobble: Experimental results speak against postural instability theory’’, *Applied ergonomics*, *58*, 215-223, 2017.

[90] Bos, J. E. ‘‘Nuancing the relationship between motion sickness and postural stability’’. *Displays*, *32*(4), 189-193, 2011.

[91] Chang, E., Billinghurst, M., & Yoo, B. ‘‘Brain activity during cybersickness: A scoping review’’, *Virtual reality*, *27*(3), 2073-2097, 2023.

[92] Nesbitt, K., Davis, S., Blackmore, K. ve Nalivaiko, E. ‘‘Correlating reaction time and nausea measures with traditional measures of cybersickness,’’ Displays, cilt 48, pp. 1-8, 2017.

[93] Golding, J. ‘‘F. Motion sickness susceptibility. In Autonomic Neuroscience: Basic and Clinical’’, 129 (2006) 67–76, 2006. Elsevier, doi:10,1016/j.autneu,2006,07,019.

[94] Mousavi, M., Jen Y. H., Musa, S. N. B. ‘‘A Review on Cybersickness and Usability in Virtual Environments’’, In Advanced Engineering Forum Online: 2013-12-30 ISSN: 2234-991X, Vol. 10, pp 34-39., 2013. doi:10,4028/www.scientific.net/AEF,10,34.

[95] Lo, W. T., So, R. H. Y., ‘‘Cybersickness in the presence of scene rotational movements along different axes’’, In Applied Ergonomics 32 (2001) 1-14, Elsevier

[96] Bruck, S., ve Watters, P. A. ‘‘The factor structure of cybersickness. Displays, 32(4), 153-158, 2011. doi.org/10,1016/j.displa,2011,07,002.

[97] Rebenitsch, L., ve Owen, C. ‘‘Review on cybersickness in applications and visual displays’’, *Virtual Reality*, *20*, 101-125, 2016.

[98] Dorado, J. L., ve Figueroa, P. A. ‘‘Ramps are better than stairs to reduce cybersickness in applications based on a HMD and a gamepad’’i In *2014 IEEE symposium on 3D user interfaces (3DUI)* (pp. 47-50) ,2014, IEEE.

[99] Dennison, M. S., ve D’Zmura, M. ‘‘Cybersickness without the wobble: Experimental results speak against postural instability theory’’, *Applied ergonomics*, *58*, 215-223, 2017.

[100] Li, Y., Shiyanov, I., ve Muschalla, B. ‘‘Older Adults’ Acceptance of a Virtual Reality Group Intervention in Nursing Homes: Pre-Post Study Under Naturalistic Conditions’’, *JMIR Human Factors*, *11*, ,2024.

[101] Slater, M. ‘‘A note on presence terminology’’, *Presence connect*, *3*(3), 1-5, 2003.

[102] Liu, C. L. ‘‘A study of detecting and combating cybersickness with fuzzy control for the elderly within 3D virtual stores’’, *International journal of human-computer studies*, *72*(12), 796-804, 2014.

[103] Tabachnick B.G, Fidell L.S, Ullman J.B. ‘‘Using Multivariate Statistics': Pearson’’, *New International Edition* Vol. 5, Boston, p. 15-35,2007.

[104] McKillup S ‘‘Statistics Explained: An İntroductory Guide For Life Scientists’’, *Cambridge University Press 2 nd Edition*, Cambrdige, p. 5-48,2011.

[105] Wilcox R. ‘‘Modern Statistics For The Social And Behavioral Sciences: A Practical İntroduction’’, *CRC Press*, Florida, p. 60-75,2011.

[106] Howitt D, Cramer D. ‘‘Introduction to SPSS statistics in psychology: for version 19 and earlier’’, *Prentice Hall*, 5th ed, p. 455-568,2011.

[107] Lind D.A, Marchal W.G, Wathen S.A. ‘‘Basic Statistics For Business & Economics’’. *McGraw-Hill/Irwin*, Boston, p. 10-35,2006.

EKLER

EK-1 SAĞLIK BİLİMLERİ ETİK KURUL KARARI

ANKARA YILDIRIM BEYAZIT ÜNİVERSİTESİ (AYBÜ)
SAĞLIK BİLİMLERİ ETİK KURULU
PROJE ONAY BELGESİ

Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İş Sağlığı ve Güvenliği ABD bölümü öğrencilerinden Azize SUDAN ARAN'ın, **Sanal Gerçekliğin İnsan Sağlığı Üzerindeki Etkilerinin Değerlendirilmesinde Yeni Bir Metodolojinin Geliştirilmesi** adlı araştırması değerlendirilmiştir.

Proje etik açısından uygun bulunmuştur. [X]
Proje etik açısından geliştirilmesi gerekmektedir. [ ]
Proje etik açısından uygun bulunmamıştır. [ ]

AYBÜ SAĞLIK BİLİMLERİ ETİK KURULU KARARI (Etik Kurul tarafından doldurulacaktır)	
Araştırma kodu (Yıl – Araştırma sıra no)	2023 - 105
Başvuru formunun Etik Kurula ulaştığı tarih	10.03.2023
Etik Kurul Karar toplantı tarihi ve karar no	16.03.2023 / 03-105
Yer	Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Esenboğa Külliyesi
Katılımcılar	Formda imzası bulunan üyelerimiz toplantıya katılmıştır.

KURUL BAŞKANI VE ÜYELER:

	İMZA
Prof. Dr. Özden YALÇINKAYA ALKAR	Başkan
Prof. Dr. Tahir Kurtuluş YOLDAŞ	Üye
Doç. Dr. Oktay GÜRCAN	Üye
Doç. Dr. Sevil ŞAHİN	Üye
Doç. Dr. Bahar KÜLÜNKOĞLU	Üye
Doç. Dr. Metin DİNÇER	Üye
Doç. Dr. Gözde ALGÜN DOĞU	Üye
Doç. Dr. Üyesi Şule ÇEKİÇ	Üye
Doç. Dr. Nural ERZURUM ALİM	Üye
Doç. Dr. Nimetcan Mehmet YAĞMA	Üye
Dr. Öğr. Üyesi Günsel BİNGÖL	Üye
Dr. Öğr. Üyesi Bünyamin ÇILDIR	Üye
Dr. Öğr. Üyesi Esra Ceren TUĞUTLU	Üye

8

EK-2 AYDINLATILMIŞ ONAM

BİLGİLENDİRİLMİŞ ONAM FORMU

LÜTFEN BU DÖKÜMANI DİKKATLİCE OKUMAK İÇİN ZAMAN AYIRINIZ

Sizi Prof. Dr. Ergün ERASLAN Danışmanlığında Azize SUDAN ARAN tarafından yürütülen "**Sanal Gerçekliğin İnsan Sağlığı Üzerindeki Etkilerinin Değerlendirilmesinde Yeni Bir Metodolojinin Geliştirilmesi** " başlıklı **araştırmaya** davet ediyoruz. Bu araştırmaya katılıp katılmama kararını vermeden önce, araştırmanın neden ve nasıl yapılacağını bilmeniz gerekmektedir. Bu nedenle bu formun okunup anlaşılması büyük önem taşımaktadır. Eğer anlayamadığınız ve sizin için açık olmayan şeyler varsa, ya da daha fazla bilgi isterseniz bize sorunuz.

Bu çalışmaya katılmak tamamen **gönüllülük** esasına dayanmaktadır. Çalışmaya **katılmama** veya katıldıktan sonra herhangi bir anda çalışmadan **çıkma** hakkında sahipsiniz. **Çalışmayı yanıtlamanız, araştırmaya katılım için onam verdiğiniz** biçiminde yorumlanacaktır. Size verilen **formlardaki** soruları yanıtlarken kimsenin baskısı veya telkini altında olmayın. Bu formlardan elde edilecek bilgiler tamamen araştırma amacı ile kullanılacaktır.

1. **Araştırmayla İlgili Bilgiler:**
   a. Araştırmanın Amacı: **Sanal Gerçekliğin İnsan Sağlığı Üzerindeki Etkilerinin Değerlendirilmesinde Yeni Bir Metodolojinin Geliştirilmesi** Araştırmanın İçeriği: **Sanal Gerçeklik Uygulamalarının katılımcılar üzerindeki etkilerinin incelenmesi (Uygulama)**
   b. Araştırmanın Nedeni: ☐ Bilimsel araştırma ■ Tez çalışması
   c. Araştırmanın Öngörülen Süresi: **8 AY (15.04.2023-15.12.2023)**
   d. Araştırmaya Katılması Beklenen Katılımcı/Gönüllü Sayısı: **16-20 katılımcı**
   e. Araştırmanın Yapılacağı Yer(ler): **Bingöl Üniversitesi, Bingöl İl Sağlık Müdürlüğüne Bağlı Kurumlar, Bingöl İlindeki Kamu Kurum ve Kuruluşlar**
2. **Çalışmaya Katılım Onayı:**

Yukarıda yer alan ve araştırmadan önce katılımcıya/gönüllüye verilmesi gereken bilgileri okudum ve katılmam istenen çalışmanın kapsamını ve amacını, gönüllü olarak üzerime düşen sorumlulukları tamamen anladım. **Çalışma hakkında yazılı ve sözlü açıklama aşağıda adı belirtilen araştırmacı tarafından yapıldı, soru sorma ve tartışma imkânı buldum ve tatmin edici yanıtlar aldım. Bana, çalışmanın muhtemel riskleri ve faydaları sözlü olarak da anlatıldı.** Bu çalışmayı istediğim zaman ve herhangi bir neden belirtmek zorunda kalmadan bırakabileceğimi ve bıraktığım takdirde herhangi bir olumsuzluk ile karşılaşmayacağımı anladım.

Bu koşullarda söz konusu araştırmaya kendi isteğimle, hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın katılmayı kabul ediyorum.

Katılımcının (Kendi el yazısı ile)
Adı-Soyadı:.....
İmzası:

(Varsa) Velayet veya Vesayet Altında Bulunanlar İçin;
Veli veya Vasisinin (kendi el yazısı ile)
Adı-Soyadı:.....
İmzası:
Not: *Bu form, iki nüsha halinde düzenlenir. Bu nüshalardan biri imza karşılığında gönüllü kişiye verilir, diğeri araştırmacı tarafından saklanır.*

Araştırmacının
Adı-Soyadı: **Azize SUDAN ARAN**
İmzası:

EK-3 DEMOGRAFİK FORM VE ÖLÇEKLER

DEMOGRAFİK BİLGİ FORMU	
Cinsiyet	Kadın ( ) Erkek ( )
Yaş	
Düzenli Egzersiz yapıyor musunuz?	Evet ( ) Hayır ( )
Fiziksel Aktivite süresi	Günde …..… dakika, Haftalık ,..,,,,,,,,, dakika
Fiziksel Aktivite şiddeti	Hafif ( ) Orta ( ) Yüksek ( )
BMI	……..…. Boy …….. Kg
Bilgisayar/ Telefon/ Ekranlı araç kullanımı	Günde …..… dakika, Haftalık ,..,,.,,,,,,, dakika
Daha önce Sanal Ortam Deneyimi yaşadınız mı?	Evet ( ) Hayır ( )
BAŞLANGIÇ SAĞLIK VERİLERİ	
Tansiyon / Kan Basıncı	
Nabız / Satürasyon	
Vücut Sıcaklığı	
SANAL GERÇEKLİK UYGULAMASI -1 SONRASI	
Tansiyon / Kan Basıncı	
Nabız / Satürasyon	
Vücut Sıcaklığı	
Galvanik Cilt Tepkisi	
SANAL GERÇEKLİK UYGULAMASI – 2 SONRASI	
Tansiyon / Kan Basıncı	
Nabız / Satürasyon	
Vücut Sıcaklığı	
Galvanik Cilt Tepkisi	

(Presence Questionnaire - PQ)

Katılımcı Numarası: _____

Tarih:_ /__ / _____

İmza:

Tecrübeniz sırasındaki duygularınızı hatırlayarak, aşağıdaki soruları 1 (en az)-7 (en çok)olacak şekilde değerlendiriniz.

Sorular	1	2	3	4	5	6	7
1. Olayları (durumları) ne kadar kontrol edebildiniz?							
2. Çevre, başlattığınız (veya gerçekleştirdiğiniz) eylemlere ne kadar duyarlıydı?							
3. Çevre ile etkileşimleriniz ne kadar doğal görünüyordu?							
4. Çevrenin görsel yönleri sizi ne kadar içerisine çekti?							
5. Çevrenin işitsel yönleri sizi ne kadar içerisine çekti?							
6. Çevre içerisinde hareketi kontrol eden-sağlayan mekanizma ne kadar doğaldı?							
7. Hareket eden objeler ne kadar ikna ediciydi?							
8. Sanal ortamdaki deneyimleriniz, gerçek dünyadaki deneyimlerinizle ne kadar tutarlı görünüyordu?							
9. Gerçekleştirdiğiniz eylemlere cevap olarak daha sonra ne olacağını tahmin edebildiniz mi?							
10. Görüş yeteneğinizi kullanarak çevreyi ne kadar aktif olarak araştırmayı veya aramayı başardınız?							
11. Sesleri ne kadar iyi tanımlayabildiniz?							
12. Seslerin yerini ne kadar iyi belirleyebildiniz?							
13. Dokunarak sanal ortamı ne kadar aktif şekilde inceleyebildiniz veya arayabildiniz? (Sanal ortamda dokunma duyusu olmadığı için cevaplanmayacaktır)							
14. Sanal ortamda dolaşmak ne kadar ikna ediciydi?							
15. Nesneleri ne kadar yakından inceleyebildiniz?							
16. Nesneleri çoklu bakış açılarıyla ne kadar iyiinceleyebildiniz?							

17. Sanal ortamda nesneleri ne kadar iyi taşıyabildiniz veya hareket ettirebildiniz? (Çalışma kapsamında değerlendirilemediği için cevaplanmayacaktır)							
18. Sanal ortam deneyimi sizi ne kadar içerisine çekti?							
19. Eylemleriniz ve beklenen sonuçlar arasında nekadar gecikme yaşadınız?							
20. Sanal ortam deneyimine ne kadar çabuk uyumsağladınız?							
21. Sanal ortamla birlikte hareket etme ve etkileşimde bulunma konusunda ne kadar yetkin oldunuz?							
22. Görsel ekran kalitesi sizi, atanan görevleri veya gerekli etkinlikleri yerine getirme açısından ne kadar etkiledi veya rahatsız etti?							
23. Kontrol cihazları, görevlerin yerine getirilmesine veya diğer faaliyetlere ne kadar olumsuz yönde etki etti?							
24. Bu görevleri veya etkinlikleri gerçekleştirmek için kullanılan mekanizmalardan ziyade, verilen görevlereveya gerekli faaliyetlere ne kadar konsantre olabildiniz?							
25. Duygularınız (hisleriniz, algınız) bu deneye nekadar dâhil oldu?							
26. Sanal ortam dışında meydana gelen olaylar, sanalortam deneyiminiz sırasındaki dikkatinizi ne ölçüde dağıttı?							
27. Genel olarak, sanal deneyim ve deneysel görevleryerine, ekran ve kontrol aygıtlarını kullanmaya ne kadar odaklandınız?							
28. Zamanın akışını unutturacak düzeyde deneysel bir görevde bulundunuz mu?							
29. Nesneleri fiziksel bir etkileşim yoluyla tanımlamak (bir nesneye dokunmak, bir yüzey üzerinde yürümekveya bir duvara-nesneye çarpmak) kolay mıydı?							
30. Sanal ortam deneyiminiz sırasında, verilen göreve veya çevreye tamamen odaklandığınızı hissettiğiniz anlar oldu mu?							
31. Sanal ortamla etkileşimde kullanılan kontrol cihazlarına ne kadar kolay uyum sağladınız?							
32. Sanal ortamda (örneğin, görme, işitme, hissetme) farklı duyularla sağlanan bilgiler tutarlı mıydı?							

(Simulator Sickness Questionnaire - SSQ)

Katılımcı Numarası: _____

Tarih:_ /__ / _____

İmza:

Aşağıdaki durumların tecrübeniz sırasında üzerinizde oluşma derecesini belirtiniz.

	Yok	Hafif	Orta	Şiddetli
1. Genel rahatsızlık, huzursuzluk				
2. Yorgunluk, bitkinlik, tükenmişlik				
3. Baş Ağrısı				
4. Göz Yorgunluğu				
5. Odaklanma Zorluğu				
6. Artan Tükürük Salgısı				
7. Terleme				
8. Mide Bulantısı				
9. Konsantrasyon Zorluğu				
10. Kafa Dolgunluğu				
11. Bulanık Görme				
12. Sersemlemiş, Yönünü Şaşırmış(Gözler Açık)				
13. Sersemleme, Yönünü Şaşırmış(Gözler Kapalı)				
14. Baş Dönmesi				
15. Mide Farkındalığı				
16. Geğirme				

Berg Denge Ölçeği

Hastanın Adı Soyadı: _____ Tarih: ____/____/_____

1 Oturma Pozisyonundayken Ayağa Kalkmak

Yönerge: Lütfen ayağa kalkın. Ellerinizden destek almamaya çalışın.

- ❑4 Ellerini kullanmadan ayağa kalkabilir ve kendi kendine denge sağlayabilir.
- ❑3 Ellerini kullanarak ayağa kalkabilir.
- ❑2 Birkaç denemeden sonra ellerini kullanarak ayağa kalkabilir.
- ❑1 Ayağa kalkmak ve denge kurmak için çok az yardıma ihtiyacı vardır.
- ❑0 Ayağa kalkmak için orta düzeyde ya da çok yardıma ihtiyacı vardır.

2 Desteksiz Ayakta Durmak

Yönerge: Lütfen hiçbir yere tutunmadan iki dakika ayakta durun.

- ❑4 2 dakika emniyetli bir şekilde ayakta durabilir.
- ❑3 Gözetim altında 2 dakika ayakta durabilir.
- ❑2 Desteksiz 30 saniye ayakta durabilir.
- ❑1 Desteksiz 30 saniye ayakta durabilmek için birkaç denemeye ihtiyacı var.
- ❑0 Yardım almadan 30 saniye ayakta duramaz.

3 Desteksiz Oturmak (Arkaya Yaslanmadan Oturmak) (2. Soru 4 puan işaretlenmişse soruyu atlayınız)

Yönerge: Lütfen kollarınızı kavuşturarak iki dakika oturun.

- ❑4 Emniyetli bir şekilde 2 dakika oturabilir.
- ❑3 Gözetim altında 2 dakika oturabilir.
- ❑2 30 saniye oturabilir.
- ❑1 10 saniye oturabilir
- ❑0 Desteksiz 10 saniye oturamaz.

4 Ayaktayken Oturma Pozisyonuna Geçmek

Yönerge: Lütfen oturun.

- ❑4 Ellerinden asgari düzeyde yardım alarak emniyetli bir şekilde oturabilir.
- ❑3 Ellerinden yardım alarak kontrollü bir şekilde oturur.
- ❑2 Bacaklarıyla sandalyeden destek alarak kontrollü bir şekilde oturur.
- ❑1 Kendi başına oturabilir ama kontrollü değildir.
- ❑0 Oturmak için yardıma ihtiyacı vardır.

5 Transfer

Yönerge: Sandalyeleri transfer yapılacak şekilde göre yerleştirin. Hastaya bir kolluklu bir de kolluksuz koltuğa doğru yer değiştirmesini söyleyin. İki sandalye (biri kolluklu diğeri kolluksuz) ya da bir yatak ve bir koltuk kullanabilirsiniz.

- ❑4 Ellerini çok az kullanarak emniyetli bir şekilde transfer olabiliyor.
- ❑3 Emniyetli bir şekilde transfer olabiliyor, ellerini kesinlikle kullanıyor.
- ❑2 Sözlü kılavuzlukla ve gözetimle veya gözetimsiz transfer olabiliyor.
- ❑1 Yardım edecek bir kişiye gereksinimi var.
- ❑0 Güvende olabilmesi için yardım edecek veya gözetecek iki kişiye gereksinimi var.

Berg Denge Ölçeği Sayfa - 2

6 Gözler Kapalıyken Desteksiz Ayakta Durmak

Yönerge: Lütfen gözlerinizi kapayın ve ayakta 10 saniye hareketsiz durun.

- ❑4 10 saniye emniyetli bir şekilde ayakta durabilir.
- ❑3 Gözetim altında 10 saniye ayakta durabilir.
- ❑2 3 saniye ayakta durabilir.
- ❑1 Gözlerini üç saniyeden fazla kapalı tutamaz ama ayakta sabit durabilir.
- ❑0 Düşmemek için yardıma ihtiyacı vardır.

7 Ayaklar Bitişikken Desteksiz Ayakta Durmak

Yönerge: Ayaklarınızı birleştirin ve tutunmadan ayakta durun.

- ❑4 Kendi başına ayaklarını birleştirip 1 dakika emniyetli bir şekilde ayakta durabilir.
- ❑3 Kendi başına ayaklarını birleştirip 1 dakika gözetim altında ayakta durabilir
- ❑2 Kendi başına ayaklarını birleştirip 30 saniye ayakta durabilir.
- ❑1 Yardım ile istenilen pozisyona gelebilir, ama ayaklar bitişik vaziyette ancak 15 saniye ayakta durabilir.
- ❑0 Yardım ile istenilen pozisyona gelebilir, ama bu pozisyonu 15 saniye muhafaza edemez.

8 Ayaktayken Kollar Gergin Öne Doğru Uzanmak

Yönerge: Kollarınızı 90 derece kaldırın. Parmaklarınızı uzatın ve öne doğru uzanabildiğiniz kadar uzanın. [Gözetmen eller 90° iken hastanın parmak uçları hizasında bir cetvel tutar. Öne uzanırken hastanın parmakları cetvele değmemelidir. Hastanın en ileri uzanabildiği noktada parmak uçlarının kat ettiği mesafe kaydedilmelidir. Gövdenin dönmesini önlemek için, hastaya mümkünse iki kolunu da uzatmasını söyleyin].

- ❑4 Rahatça öne uzanabilir >25 cm.
- ❑3 Rahatça öne uzanabilir >12,5 cm.
- ❑2 Rahatça öne uzanabilir >5 cm.
- ❑1 Öne uzanabilir ama gözleme ihtiyacı vardır.
- ❑0 Öne uzanmaya çalışırken dengesini kaybeder/dışarıdan destek gerekir.

9 Ayaktayken Yerden Nesne Almak

Yönerge: Ayağınızın hemen önünde bulunan ayakkabıyı/terliği alın.

- ❑4 Terliği rahatça alabilir.
- ❑3 Terliği alabilir ama gözetim eşliğinde.
- ❑2 Terliği alamaz ama terliğe 2-5 cm kadar yaklaşabilir ve kendi kendine denge sağlayabilir.
- ❑1 Terliği alamaz, almaya çalışırken de gözetime ihtiyacı vardır.
- ❑0 Terliği almayı denemez/düşmemek ya da dengesini kaybetmemek için yardıma ihtiyacı vardır.

10 Ayaktayken Sağ Ya Da Sol Omuz Üzerinden Dönerek Geriye Bakmak

Yönerge: Sol omzunuzun üzerinden dönerek arkanıza bakın. Aynısını sağ tarafınızda tekrar edin. [Gözetmen deneğin daha iyi bir dönüş hareketi gerçekleştirmesini sağlamak için deneğin arkasında yer alan bir nesneyi bakış noktası olarak belirleyebilir.]

- ❑4 Her iki vücut yanından da arkaya bakabiliyor ve ağırlık aktarımı iyi.
- ❑3 Sadece bir yanından arkaya bakabiliyor, diğer yandan olan bakışta denge aktarımı çok iyi değil.
- ❑2 Yanlara dönebiliyor ama dengesini koruyor.
- ❑1 Dönerken gözetime gereksinimi var.
- ❑0 Dengesini kaybetmemek veya düşmemek için yardıma gereksinimi var.

Berg Denge Ölçeği Sayfa - 3

11 360° Dönmek

Yönerge: Tam daire çizecek şekilde kendi etrafınızda dönün. Durun. Sonra ters yönde tam daire çizin.

- ❑4 4 saniye ya da daha kısa sürede emniyetli bir şekilde 360 derece dönebilir.
- ❑3 4 saniye ya da daha kısa sürede sadece bir tarafa doğru emniyetli bir şekilde 360 derece dönebilir.
- ❑2 Emniyetli bir şekilde fakat yavaş bir şekilde 360 derece dönebilir.
- ❑1 Yakın gözetime ya da sözlü uyarıya ihtiyacı vardır.
- ❑0 Dönerken yardıma ihtiyacı vardır.

12 Desteksiz Ayakta Dururken Değişerek Bir Ayağı Yere Basamak Veya Tabureye Yerleştirmek

Yönerge: İki ayağı da sırasıyla taburenin üstüne koyun. Her iki ayak da tabureye 4 kere değene kadar harekete devam edin.

- ❑4 Kendi başına emniyetli bir şekilde ayakta durabilir ve 20 saniyede 8 adımı tamamlayabilir.
- ❑3 Kendi başına ayakta durabilir ve 8 adımı 20 saniyeden daha uzun bir sürede tamamlayabilir.
- ❑2 Gözetim altında yardım almadan 4 adım tamamlayabilir.
- ❑1 Az yardımla 2 adım tamamlayabilir.
- ❑0 Düşmemek için yardıma ihtiyacı vardır/çaba gösteremez.

13 Bir Ayak Önde Olarak Desteksiz Ayakta Durmak

Yönerge: Hastaya gösterin: Bir ayağınızı diğerinin tam önüne koyun. Bunu yapamıyorsanız, ayağınızı, topuk kısmı öteki ayağınızın başparmağı hizasına gelecek şekilde bir adım atın. (3 puan vermek için adımın mesafesi diğer ayağın uzunluğunu geçmeli ve duruşun genişliği deneğin normal yürüyüş adımındaki genişliğe yakın olmalı.)

- ❑4 Normal yürüyüş adımını bağımsız olarak atabiliyor ve 30 saniye tutabiliyor
- ❑3 Ayağını diğerinin önüne bağımsız olarak koyabiliyor ve 30 saniye tutabiliyor.
- ❑2 Bağımsız olarak küçük adım atabiliyor ve 30 saniye tutabiliyor.
- ❑1 Adım atmak için yardıma ihtiyacı var ama 15 saniye durabiliyor
- ❑0 Adım atarken veya ayakta dururken yardıma ihtiyacı var.

14 Tek Ayak Üstünde Durmak

Yönerge: Tek ayağın üzerinde durabildiğinizce fazla durun

- ❑4 Tek ayağı üzerinde 10 saniyeden daha fazla durabiliyor.
- ❑3 Tek ayağı üzerinde 5-10 saniye durabiliyor.
- ❑2 Tek ayağı üzerinde 3-5 saniye durabiliyor.
- ❑1 Tek ayağı üzerinde durabiliyor ancak bunu 3 devam ettiremiyor.
- ❑0 Tek ayağı üzerinde duramıyor.

Puanlama

0-20: Yüksek Düşme Riski! Tekerlekli sandalye - Walker gerekli **21-40**: Orta derecede düşme riski. Baston - Tripod gerekli **41-56**: Düşük risk. Yardımcı araç gerekmez.

Berg KI, Wood-Dauphinee S, (1995) Scand J Rehabil Med. 1995 Mar;27(1):27-36.

Toplam Skor (0-56): _____

ftronline
www.ftronline.com

Tasarım ve düzenleme: Dr. Ender Salbaş 2020

ULUSLARARASI FİZİKSEL AKTİVİTE ANKETİ (KISA FORM)

İnsanların günlük hayatlarının bir parçası olarak yaptıkları fiziksel aktivite tiplerini bulmaya çalışıyoruz. Sorular son 7 gün içerisinde fiziksel olarak harcanan zamanla ilgili olarak sorulacaktır. Lütfen yaptığınız aktiviteleri düşünün; işte, evde, bir yerden bir yere giderken, boş zamanlarınızda yaptığınız spor, egzersiz veya eğlence aktiviteleri.

Son 7 günde yaptığınız şiddetli aktiviteleri düşünün. Şiddetli fiziksel aktiviteler zor fiziksel efor yapıldığını ve nefes almanın normalden çok daha fazla olduğu aktiviteleri ifade eder. Sadece herhangi bir zamanda en az 10 dakika yaptığınız bu aktiviteleri düşünün.

1. Geçen 7 gün içerisinde kaç gün ağır kaldırma, kazma, aerobik, basketbol, futbol veya hızlı bisiklet çevirme gibi şiddetli fiziksel aktivitelerden yaptınız?

Haftada___gün ☐ Şiddetli fiziksel aktivite yapmadım. → (3.soruya geçiniz)

2. Bu günlerin birinde şiddetli fiziksel aktivite yaparak genellikle ne kadar zaman harcadınız?

Günde ___ saat Günde ___ dakika ☐ Bilmiyorum/Emin değilim

Geçen 7 günde yaptığınız orta dereceli fiziksel aktiviteleri düşünün. Orta dereceli aktivite orta derece fiziksel güç gerektiren ve normalden biraz sık nefes almaya neden olan aktivitelerdir. Yalnız bir seferde en az 10 dakika boyunca yaptığınız fiziksel aktiviteleri düşünün.

3. Geçen 7 gün içerisinde kaç gün hafif yük taşıma, normal hızda bisiklet sürme, halk oyunları, dans, bowling veya çiftler tenis oyunu gibi orta dereceli fiziksel aktivitelerden yaptınız? Yürüme hariç.

Haftada___gün ☐ Orta dereceli fiziksel aktivite yapmadım. → (5.soruya geçiniz)

4. Bu günlerin birinde orta dereceli fiziksel aktivite yaparak genellikle ne kadar zaman harcadınız?

Günde ___ saat Günde ___ dakika ☐ Bilmiyorum/Emin değilim

Geçen 7 günde yürüyerek geçirdiğiniz zamanı düşünün. Bu işyerinde, evde, bir yerden bir yere ulaşım amacıyla veya sadece dinlenme, spor, egzersiz veya hobi amacıyla yaptığınız yürüyüş olabilir.

5. Geçen 7 gün içerisinde, bir seferde en az 10 dakika yürüdüğünüz gün sayısı kaçtır?

Haftada ___ gün ☐ Yürümedim. → (7. soruya geçiniz)

6. Bu günlerden birinde yürüyerek genellikle ne kadar zaman geçirdiniz?

Günde ___ saat Günde ___ dakika ☐ Bilmiyorum/Emin değilim

Son soru, geçen 7 günde hafta içinde otururak geçirdiğiniz zamanlarla ilgilidir. İşte, evde, çalışırken ya da dinlenirken geçirdiğiniz zamanlar dahildir. Bu; masanızda, arkadaşınızı ziyaret ederken, okurken, otururken veya yatarak televizyon seyrettiğinizde otururak geçirdiğiniz zamanları kapsamaktadır.

7. Geçen 7 gün içerisinde, günde otururak ne kadar zaman harcadınız?

Günde ___ saat Günde ___ dakika ☐ Bilmiyorum/Emin değilim

EK-4 SANAL GERÇEKLİK UYGULAMASI BİLGİ FORMU VE SANAL GERÇEKLİK HASTALIĞI DEĞERLENDİRME FORMU

SANAL GERÇEKLİK UYGULAMASI BİLGİ FORMU

1.BİREYSEL ÖZELLİKLER

1.a. Bedensel Özellikler

Cinsiyet	: Kadın ( )	Erkek ( )
Yaş	:……	
Boy-Kilo	:……	
Bilinen Hastalık Durumu	: Yok ( )	Varsa ( )……(Açıklayınız)
Migren Eğilimi	: Evet ( )	Hayır ( )
Konsantrasyon Güçlüğü	: Var ( )	Yok ( )
Denge durumu (vertigo vb.)	: Var ( )	Yok ( )

1.b. Davranış Özellikleri

Açlık Durumu (En son öğünün üzerinden geçen zaman)	: ……Saat/Dakika
Uyku Düzeni (Ortalama Uyku Süresi)	: ……Saat/Dakika
Telefon kullanım süresi (Günlük)	: ……Saat/Dakika
Günlük Hareket/Aktivite Süresi	: ……Saat/Dakika

1.c. Semptomatik Özellikler

Taşıt tutması Öyküsü	: Evet ( )	Hayır ( )
Daha Önce SG Deneyimi	: Evet ( )	Hayır ( )
Daha Önce SG Deneyimi süresi	:……. Saat/Dakika	

1.d. Psikolojik Özellikler

Risk Almayı Sevme	: Evet ( )	Hayır ( )
Ekstrem durumlara İlgi	: Evet ( )	Hayır ( )
Yeniliklere Açık Olma	: Evet ( )	Hayır ( )

2. FİZİKSEL AKTİVİTE

2.a. Son 7 gün içerisinde yüksek yoğunluklu egzersiz düzeyi (Futbol, Basketbol, Ağırlık kaldırma):

( ) Haftada …… gün Günde…….saat/dakika

( ) Yüksek Yoğunluklu Egzersiz yapmadım.

2.b. Son 7 gün içerisinde orta yoğunluklu egzersiz düzeyi (Dans, Halk oyunları, hafif yük taşıma):

( ) Haftada …… gün Günde…….saat/dakika

( ) Orta Yoğunluklu Egzersiz yapmadım.

2.c. Son 7 gün içerisinde düşük yoğunluklu egzersiz düzeyi (yürüyüş):

( ) Haftada …… gün Günde…….saat/dakika

( ) Düşük Yoğunluklu Egzersiz yapmadım.

SANAL GERÇEKLİK HASTALIĞI DEĞERLENDİRME FORMU

Sanal Gerçeklik Ortamı- Sağlık Etkileri Değerlendirme						
Yaşadığınız Sanal Gerçeklik Deneyimini ve şimdiki fiziksel durumunuzu düşünerek size uygun seçeneği işaretleyiniz. (0: Hiçbir etki yok, 5: Çok şiddetli etki)						
	0	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
1- Yaşadığınız sanal gerçeklik deneyiminden ötürü **rahatsızlık, huzursuzluk** hissediyor musunuz?						
2- Yaşadığınız sanal gerçeklik deneyiminden ötürü **yorgunluk, bitkinlik** hissediyor musunuz?						
3- Yaşadığınız sanal gerçeklik deneyiminden ötürü **baş ağrısı** hissediyor musunuz?						
4- Yaşadığınız sanal gerçeklik deneyiminden ötürü **göz yorgunluğu** hissediyor musunuz?						
5- Yaşadığınız sanal gerçeklik deneyiminden ötürü **bulanık görme** yaşıyor musunuz?						
6- Yaşadığınız sanal gerçeklik deneyiminden ötürü **baş dönmesi** hissediyor musunuz?						
7- Yaşadığınız sanal gerçeklik deneyiminden ötürü **mide bulantısı** hissediyor musunuz?						
8- Yaşadığınız sanal gerçeklik deneyiminden ötürü **mide farkındalığı** hissediyor musunuz?						
9- Yaşadığınız sanal gerçeklik deneyiminden ötürü **sersemlemiş** hissediyor musunuz?						
10- Yaşadığınız sanal gerçeklik deneyiminden ötürü **odaklanma zorluğu/konsantrasyon güçlüğü** yaşıyor musunuz?						
11- Yaşadığınız sanal gerçeklik deneyiminden ötürü **kafa dolgunluğu** yaşıyor musunuz?						
12- Yaşadığınız sanal gerçeklik deneyiminden ötürü **tükürük salgınız** arttı mı?						
13- Yaşadığınız sanal gerçeklik deneyiminden ötürü **terleme** yaşadınız mı?						
Sanal Gerçeklik Ortamı- Ortam Etkileri Değerlendirme						
Yaşadığınız Sanal Gerçeklik Deneyimi esnasındaki hissettiklerinizi düşünerek size uygun seçeneği işaretleyiniz. (0: Hiç, 5: Çok)						
	0	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
1- Sanal Gerçeklik ortamındaki çevre ile etkileşiminiz ne kadar doğal görünüyordu?						
2- Sanal Gerçeklik ortamındaki hareket mekanizması ne kadar doğaldı?						
3- Sanal Gerçeklik ortamındaki görsel, işitsel, dokunsal bilgiler ne kadar tutarlıydı?						
4- Sanal Gerçeklik ortamındaki görsel unsurlar sizi ne kadar içerisine çekti?						
5- Sanal Gerçeklik ortamındaki işitsel unsurlar sizi ne kadar içerisine çekti?						
6- Sanal Gerçeklik ortamındaki deneyim sizi ne kadar içerisine çekti?						
7- Sanal Gerçeklik ortamında dolaşmak ne kadar ikna ediciydi?						
8- Duygularınız, Hisleriniz, Algınız; Sanal Gerçeklik ortamındaki deneyime ne kadar dahil oldu?						
9- Sanal Gerçeklik ortamındaki deneyimi esnasında dış dünyayı ne derece unuttunuz?						
10- Sanal Gerçeklik ortamındaki deneyimi esnasında, Sanal ortama tamamen odaklandığınızı hissettiğiniz anlar oldu mu?						