



**DİSMENORE YAŞAYAN KADINLARDA FARKLI
EGZERSİZ TÜRLERİNİN MENSTRÜEL AĞRIYA
ETKİSİNİN BEYİN HEMODİNAMİKLERİ
AÇISINDAN İNCELENMESİ**

Buket ŞERAN

Doktora Tezi

Beden Eğitimi ve Spor Ana Bilim Dalı

2024

(Her hakkı saklıdır.)

T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
KİŞİ SPORLARI VE SPOR BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR ANA BİLİM DALI
BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR BİLİM DALI

**DİSMENORE YAŞAYAN KADINLARDA FARKLI EGZERSİZ TÜRLERİNİN
MENSTRÜEL AĞRIYA ETKİSİNİN BEYİN HEMODİNAMİKLERİ AÇISINDAN
İNCELENMESİ**

(Investigation of the Effect of Different Exercise Types on Menstrual Pain in Women with
Dysmenorrhea in Terms of Cerebral Hemodynamics)

DOKTORA TEZİ

Buket ŞERAN

Danışman: Prof. Dr. Necip Fazıl KİSHALI
İkinci Tez Danışmanı: Doç. Dr. Gamze Nur CİMİLLİ ŞENOCAK

Erzurum
Aralık, 2024

KABUL VE ONAY TUTANAĞI

Buket ŞERAN tarafından hazırlanan “Dismenore Yaşayan Kadınlarda Farklı Egzersiz Türlerinin Menstrüel Ağrıya Etkisinin Beyin Hemodinamikleri Açısından İncelenmesi” başlıklı çalışması 06 / 12 / 2024 tarihinde yapılan tez savunma sınavı sonucunda başarılı bulunarak jürimiz tarafından Beden Eğitimi ve Spor Ana Bilim Dalı, Beden Eğitimi ve Spor Bilim Dalında doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı:	Prof. Dr. Fatih KIYICI <i>Atatürk Üniversitesi</i>	Aslı ıslak imzalıdır
Danışman:	Prof. Dr. Necip Fazıl KİSHALI <i>Atatürk Üniversitesi</i>	Aslı ıslak imzalıdır
Jüri Üyesi:	Prof. Dr. Hacı Ahmet PEKEL <i>Gazi Üniversitesi</i>	Aslı ıslak imzalıdır
Jüri Üyesi:	Doç. Dr. Deniz BEDİR <i>Erzurum Teknik Üniversitesi</i>	Aslı ıslak imzalıdır
Jüri Üyesi:	Doç. Dr. Fatih AĞDUMAN <i>Atatürk Üniversitesi</i>	Aslı ıslak imzalıdır
İkinci Tez Danışmanı	Doç. Dr. Gamze Nur CİMİLLİ ŞENOCAK <i>Atatürk Üniversitesi</i>	Enstitü Yönetim Kurulunun 28/12/2023 tarih ve 2023/40-5 sayılı kararı.

Bu tezin Atatürk Üniversitesi Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili maddelerinde belirtilen şartları yerine getirdiğini onaylarım.

06 / 12 / 2024

Aslı ıslak imzalıdır

Prof. Dr. Fatih KIYICI

Enstitü Müdürü

ETİK VE BİLDİRİM SAYFASI

Doktora Tezi olarak sunduğum “Dismenore Yaşayan Kadınlarda Farklı Egzersiz Türlerinin Menstrüel Ağrıya Etkisinin Beyin Hemodinamikleri Açısından İncelenmesi” başlıklı çalışmanın tarafımdan bilimsel etik ilkelere uyularak yazıldığını ve yararlandığım eserleri kaynakçada gösterdiğimi beyan ederim.

06 /12 / 2024

Aslı ıslak imzalıdır

Buket ŞERAN

☐ Tezle ilgili patent başvurusu yapılması / patent alma sürecinin devam etmesi sebebiyle Enstitü Yönetim Kurulunun/....../.... tarih ve sayılı kararı ile teze erişim 2 (iki) yıl süreyle engellenmiştir.

☐ Enstitü Yönetim Kurulunun/....../.... tarih ve sayılı kararı ile teze erişim 6 (altı) ay süreyle engellenmiştir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma süresince ve hayatımın her aşamasında yanımda olan, bana rehberlik eden, bilgisi ve deneyimiyle yol gösteren, anlayışı ve sabrı ile her zaman destek olan değerli danışman hocalarım Prof. Dr. Necip Fazıl Kışhalı ve Doç. Dr. Gamze Cimilli Şenocak’a özverili katkılarından dolayı çok teşekkür ederim.

Bu çalışma süresince ve hayatımın her aşamasında yanımda olan, bilgi alışverişinde bulunduğum, beni araştırmacılığa ve yenilikleri takip etmeye yönlendiren, çalışma süresince bilgi birikimi, deneyimleri ve desteklerini esirgemeyen kıymetli hocalarım Prof. Dr. Hacı Ahmet Pekel’e, Prof. Dr. Fatih Kıyıcı’ya, Doç. Dr. Deniz Bedir’e, Doç. Dr. Fatih Ağduman’a, Dr. Öğr. Üyesi Didem Özkal Eminoglu’na ve Dr. Öğr. Üyesi Kamber Kaşali hocalarıma katkılarından ve desteklerinden dolayı çok teşekkür ederim.

Tez çalışma sürecimde yanımda olan ve değerli katkılar sunan Doç. Dr. Hasan Hüseyin Yılmaz, Dr. Öğr. Üyesi Gökhan Aydın’a, Dr. Öğr. Üyesi Onur Erdem Korkmaz hocalarıma katkılarından ve desteklerinden dolayı çok teşekkür ederim. Tez sürecimde yardımlarını esirgemeyen çok kıymetli arkadaşlarım Dr. Öğr. Üyesi Onur Akman, Dr. Arş. Gör. Sonay Serpil Daşkesen ve Arş. Gör. Metin Kılıçlıoğlu’na katkılarından dolayı çok teşekkür ederim.

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesinde maddi destek ve katkılarından dolayı Atatürk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi’ne (BAP) ve tez verilerinin alınmasında sağlamış olduğu her türlü destekten dolayı Atatürk Üniversitesi Spor Bilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi’ne çok teşekkür ederim.

Doktora eğitimim ve tez çalışma sürecimde değerli desteklerinden dolayı Kış Sporları ve Spor Bilimleri Enstitüsü personeline çok teşekkür ederim.

Bugünlere ulaşmamda emekleri, fedakarlıkları ve sevgileriyle her zaman yanımda olan, maddi ve manevi destekleriyle beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan, bana güvenen ve inanan canım aileme en içten teşekkürlerimi sunarım.

Buket ŞERAN

ÖZ

DOKTORA TEZİ

DİSMENORE YAŞAYAN KADINLARDA FARKLI EGZERSİZ TÜRLERİNİN MENSTRÜEL AĞRIYA ETKİSİNİN BEYİN HEMODİNAMİKLERİ AÇISINDAN İNCELENMESİ

Buket ŞERAN

Aralık 2024, 159 Sayfa

Amaç: Dismenore, kadınların yaşam kalitesini olumsuz etkileyen yaygın bir sağlık sorunudur. Geleneksel tedavi yöntemleri farmakolojik yaklaşımlara dayansa da yan etki riskleri nedeniyle alternatif çözümler önem kazanmaktadır. Egzersiz, doğal ve yan etkisiz bir yöntem olarak dismenore semptomlarının yönetiminde etkili bir alternatif sunmaktadır. Bu çalışmada, dismenore yaşayan kadınlarda farklı egzersiz türlerinin menstrüel ağrı üzerindeki etkileri beyin hemodinamikleri açısından değerlendirilmiştir.

Yöntem: Katılımcılar 12 hafta boyunca düzenli olarak gruplarında bulunan egzersizleri yapmışlardır. Egzersiz programlarının başlangıcında ve tamamlanmasının ardından, katılımcıların menstrüel ağrı düzeyleri Görsel Analog Skala (VAS) ve Menstrüasyon Semptom Ölçeği (MSÖ) kullanılarak değerlendirilmiştir. Pilot çalışma sonuçlarına dayanarak, kadınların en ağrılı menstrüasyon günlerinde beyin hemodinamik yanıtlarını incelemek amacıyla fonksiyonel yakın kızılötesi spektroskopi (fNIRS) ölçümleri gerçekleştirilmiştir.

Bulgular: Ön test ve son test sonuçları, her iki grupta da VAS ve MSÖ açısından anlamlı iyileşmeler olduğunu göstermiştir ($p<0,05$). Ayrıca, egzersiz programının ardından her iki grupta da prefrontal korteksin işlevsel aktivitesinde anlamlı bir düşüş kaydedilmiştir ($p<0,05$). Özellikle kuvvet egzersizleri uygulayan grupta ağrı düzeylerinde belirgin bir azalma gözlenmiştir. Bu da egzersizlerin beyin hemodinamikleri üzerinde ağrıyı iyileştirici bir etki sağladığını göstermektedir.

Sonuç: Bu çalışma, germe ve kuvvet egzersizlerinin dismenore yaşayan kadınlardaki menstrüel ağrı ve semptomlar üzerinde anlamlı iyileşmeler sağladığını ortaya koymuştur. Hem VAS hem de menstrüasyon semptom ölçeği sonuçları, her iki grupta da belirgin bir iyileşme gösterirken, egzersizlerin ağrı şiddetini azaltırken prefrontal korteksin işlevsel aktivitesini olumlu yönde etkilediği gözlemlenmiştir. Bu bulgular, egzersizlerin dismenore tedavisinde farmakolojik olmayan etkili bir müdahale olarak değerlendirilebileceğini ve bu tür egzersizlerin, farmakolojik tedavilere alternatif veya destekleyici bir seçenek olarak dismenore yaşayan kadınlara önerilebileceğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: primer dismenore, egzersiz, ağrı, fNIRS

ABSTRACT

DOCTORAL DISSERTATION

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF DIFFERENT EXERCISE TYPES ON MENSTRUAL PAIN IN WOMEN WITH DYSMENORRHEA IN TERMS OF CEREBRAL HEMODYNAMICS

Buket ŞERAN

December 2024, 159 Pages

Purpose: Dysmenorrhoea is a common health problem that negatively affects the quality of life of women. Although traditional treatment methods are based on pharmacological approaches, alternative solutions are gaining importance due to the risks of side effects. As a natural and side-effect-free method, exercise offers an adequate alternative to managing dysmenorrhoea symptoms. In this study, the effects of different exercise types on menstrual pain in women with dysmenorrhoea were evaluated in terms of cerebral haemodynamics.

Method: Participants performed the exercises in their groups regularly for 12 weeks. At the beginning and after the completion of the exercise programmes, participants' menstrual pain levels were assessed using the Visual Analogue Scale (VAS) and the Menstrual Symptom Scale (MSS). Based on the results of the pilot study, functional near-infrared spectroscopy (fNIRS) measurements were performed to examine the brain haemodynamic responses of women during the most painful menstrual days.

Findings: The pre-test and post-test results showed that both groups showed significant improvements in VAS and MSI ($p < 0.05$). In addition, a substantial decrease in the functional activity of the prefrontal cortex was recorded in both groups after the exercise programme ($p < 0.05$), and a significant reduction in pain levels was observed mainly in the group that performed strength exercises. This suggests that the exercises have a pain-amicating effect on cerebral haemodynamics.

Result: This study demonstrated that stretching and strength exercises significantly improved menstrual pain and symptoms in women with dysmenorrhoea. While both VAS and menstrual symptom scale results showed a significant improvement in both groups, the exercises positively affected the functional activity of the prefrontal cortex while reducing pain intensity. These findings suggest that exercise can be an effective non-pharmacological intervention in treating dysmenorrhoea. Such exercises can be recommended to women with dysmenorrhoea as an alternative or supportive option to pharmacological treatments.

Keywords: primary dysmenorrhoea, exercise, pain, fNIRS

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY TUTANAĞI.....	i
ETİK VE BİLDİRİM SAYFASI.....	ii
TEŞEKKÜR	iii
ÖZ.....	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
TABLolar DİZİNİ.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
KISALTMALAR VE SİMGELER DİZİNİ.....	xvi
BİRİNCİ BÖLÜM.....	1
Giriş	1
Araştırmanın Amacı	3
Araştırmanın Önemi ve Gerekçesi	3
Araştırmanın Sınırlılıkları (Yöntemsel Sınırlılıklar).....	4
Varsayımlar	4
İKİNCİ BÖLÜM	6
Kuramsal Çerçeve ve İlgili Araştırmalar	6
Menstrüasyon	6
Menstrüel Siklus Bozuklukları.....	7
Anormal uterus kanamaları.	7
Amenore.	8
Premenstrüel Sendrom (PMS).....	9
Dismenore.	10
Dismenore: Belirtileri ve Risk Faktörleri.....	14
Primer Dismenore	17
Patofizyoloji.	19
Sekonder Dismenore	21
Endometriozis.....	22
Dismenore Tedavisinde Egzersizin Rolü	23
Ağrı ve Beyin	25

Fonksiyonel Yakın Kızılötesi Spektroskopi (fNIRS)	29
fNIRS ve hemodinamik yanıt	33
fNIRS ve Ağrı	34
ÜÇÜNCÜ BÖLÜM	37
Yöntem	37
Araştırma Yöntemi	37
Çalışma Grubu	37
Katılımcıların dahil etme kriterleri	37
Katılımcıların hariç bırakma kriterleri.	38
Körleme	38
Randomizasyon.	38
Veri Toplama Araçları	40
Kişisel bilgi formu	40
Edinburgh el tercihi anketi.	40
Görsel analog kala (VAS).	40
Menstrüasyon semptom ölçeği	41
fNIRS ölçümü.	41
Ölçüm öncesi hazırlık	43
Deney akış süreci.	45
Egzersiz programları.	46
İstatistiksel Değerlendirme ve Veri Analizi	47
DÖRDÜNCÜ BÖLÜM	50
Bulgular	50
BEŞİNCİ BÖLÜM	88
Tartışma ve Sonuç	88
Genç Kadınların Tanıtıcı Özelliklerine İlişkin Bulguların Tartışılması	88
Germe ve Kuvvet Egzersizlerinin Ağrı Düzeyine Etkisine İlişkin Bulguların Tartışılması	89
Germe ve Kuvvet Egzersizlerinin Menstrüel Ağrıya Etkisinin Beyin Hemodinamiklerine Etkisine İlişkin Bulguların Tartışılması	97
Öneriler	109
KAYNAKÇA	110
EKLER	136
EK-1. Tanıtıcı Özellikler Formu	136
EK-2. Menstrüasyon Semptom Ölçeği	137

EK-3. Görsel Ağrı Skalası	138
EK-4. Etik Kurul Kararı	139
EK-5. Bap Onay Yazısı.....	140
ÖZ GEÇMİŞ.....	141



TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1. <i>Dismenore Belirtileri (Gutman vd., 2022; Harel, 2008a)</i>	15
Tablo 2. <i>Primer Dismenorenin Klasik Semptomları (E. Ferries-Rowe vd., 2020)</i>	18
Tablo 3. <i>Deney Grubu 1 (Germe Grubu)</i>	46
Tablo 4. <i>Deney Grubu 2 (Kuvvet Egzersizleri)</i>	47
Tablo 5. <i>Egzersiz Uygulamaları Öncesinde Grupların Demografik ve Menstrüel Özelliklerinin Karşılaştırılması</i>	50
Tablo 6. <i>Egzersiz Gruplarının Görsel Analog Skala (VAS) 'dan Aldıkları Puanların Karşılaştırılması</i>	51
Tablo 7. <i>Egzersiz Gruplarının MSÖ Alt Boyutlarından Aldıkları Puanların Karşılaştırılması</i>	53

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. <i>Adet Döngüsünde Yer Alan Anahtar Faktörlere Genel Bir Bakış (Hawkins & Matzuk, 2008).....</i>	7
Şekil 2. <i>Anormal Uterin Kanamanın Çeşitli Yönlerden Sonuçları (Benetti-Pinto vd., 2017). ..</i>	8
Şekil 3. <i>Tekrarlayan Dismenoreik Ağrının Önerilen (Noktalı Çizgiler) ve Bilinen (Düz Çizgiler) Etkilerinin Yanı Sıra Bu Etkilerin Birbirleriyle İlişkilerinin Şematik Bir Gösterimi (Iacovides vd., 2015)</i>	11
Şekil 4. <i>Primer ve Sekonder Dismenorenin Ayırımı (Iacovides vd., 2015).....</i>	14
Şekil 5. <i>Dismenorenin Fizyolojisi (Kanchibhotla vd., 2023)</i>	20
Şekil 6. <i>Farklı Nörogörüntüleme Yöntemleri Kullanılarak Ağrıyla İlişkili ve İlişkili Olmayan Beyin Tepkileri (Archibald vd., 2018)</i>	26
Şekil 7. <i>Fonksiyonel Yakın Kızılötesi Spektroskopisinin Doku Yoluyla Işık Yayılımı (Pinti vd., 2020).....</i>	31
Şekil 8. <i>Tipik fNIRS Sinyal Kaydı (Ferrari & Quaresima, 2012).</i>	33
Şekil 9. <i>Hemodinamik Yanıt Görseli</i>	34
Şekil 10. <i>Çalışmanın Grafıksel Özeti</i>	39
Şekil 11. <i>fNIRS Ölçümü Montaj Planı ve Kanalların Kayıt Aldığı İlgili Beyin Bölgeleri (Xu vd., 2017)</i>	42
Şekil 12. <i>NIRSport 2 Cihazı</i>	43
Şekil 13. <i>Atatürk Üniversitesi Spor Bilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi Nöropsikoloji Laboratuvarı Test Esnasına Ait Ölçümlerden Görüntüler</i>	45
Şekil 14. <i>Primer Dismenore Olan Kadınlarda Kuvvet ve Germe Egzersizlerinin VAS Ağrı Skoru Üzerindeki Etkisi</i>	52
Şekil 15. <i>Germe Egzersizleri Uygulanan Grubun Ön Test ve Son Test Ölçümleri Sırasında Oksihemoglobin (HbO₂) Seviyesi Kanal 1 Değerleri.....</i>	54
Şekil 16. <i>Germe Egzersizleri Uygulanan Grubun Ön Test ve Son Test Ölçümleri Sırasında Oksihemoglobin (HbO₂) Seviyesi Kanal 2 Değerleri.....</i>	54
Şekil 17. <i>Germe Egzersizleri Uygulanan Grubun Ön Test ve Son Test Ölçümleri Sırasında Oksihemoglobin (HbO₂) Seviyesi Kanal 3 Değerleri.....</i>	55
Şekil 18. <i>Germe Egzersizleri Uygulanan Grubun Ön Test ve Son Test Ölçümleri Sırasında Oksihemoglobin (HbO₂) Seviyesi Kanal 4 Değerleri.....</i>	55

Şekil 19. Germe Egzersizleri Uygulanan Grubun Ön Test ve Son Test Ölçümleri Sırasında Oksihemoglobin (HbO_2) Seviyesi Kanal 5 Değerleri.....	55
Şekil 20. Germe Egzersizleri Uygulanan Grubun Ön Test ve Son Test Ölçümleri Sırasında Oksihemoglobin (HbO_2) Seviyesi Kanal 6 Değerleri.....	56
Şekil 21. Germe Egzersizleri Uygulanan Grubun Ön Test ve Son Test Ölçümleri Sırasında Oksihemoglobin (HbO_2) Seviyesi Kanal 7 Değerleri.....	56
Şekil 22. Germe Egzersizleri Uygulanan Grubun Ön Test ve Son Test Ölçümleri Sırasında Oksihemoglobin (HbO_2) Seviyesi Kanal 8 Değerleri.....	57
Şekil 23. Germe Egzersizleri Uygulanan Grubun Ön Test ve Son Test Ölçümleri Sırasında Oksihemoglobin (HbO_2) Seviyesi Kanal 9 Değerleri.....	57
Şekil 24. Germe Egzersizleri Uygulanan Grubun Ön Test ve Son Test Ölçümleri Sırasında Oksihemoglobin (HbO_2) Seviyesi Kanal 10 Değerleri	57
Şekil 25. Germe Egzersizleri Uygulanan Grubun Ön Test ve Son Test Ölçümleri Sırasında Oksihemoglobin (HbO_2) Seviyesi Kanal 11 Değerleri.....	58
Şekil 26. Germe Egzersizleri Uygulanan Grubun Ön Test ve Son Test Ölçümleri Sırasında Oksihemoglobin (HbO_2) Seviyesi Kanal 12 Değerleri.....	58
Şekil 27. Germe Egzersizleri Uygulanan Grubun Ön Test ve Son Test Ölçümleri Sırasında Oksihemoglobin (HbO_2) Seviyesi Kanal 13 Değerleri.....	59
Şekil 28. Germe Egzersizleri Uygulanan Grubun Ön Test ve Son Test Ölçümleri Sırasında Oksihemoglobin (HbO_2) Seviyesi Kanal 14 Değerleri	59
Şekil 29. Germe Egzersizleri Uygulanan Grubun Ön Test ve Son Test Ölçümleri Sırasında Oksihemoglobin (HbO_2) Seviyesi Kanal 15 Değerleri.....	59
Şekil 30. Germe Egzersizleri Uygulanan Grubun Ön Test ve Son Test Ölçümleri Sırasında Oksihemoglobin (HbO_2) Seviyesi Kanal 16 Değerleri.....	60
Şekil 31. Germe Egzersizleri Uygulanan Grubun Ön Test ve Son Test Ölçümleri Sırasında Oksihemoglobin (HbO_2) Seviyesi Kanal 17 Değerleri.....	60
Şekil 32. Germe Egzersizleri Uygulanan Grubun Ön Test ve Son Test Ölçümleri Sırasında Oksihemoglobin (HbO_2) Seviyesi Kanal 18 Değerleri.....	61
Şekil 33. Germe Egzersizleri Uygulanan Grubun Ön Test ve Son Test Ölçümleri Sırasında Oksihemoglobin (HbO_2) Seviyesi Kanal 19 Değerleri.....	61
Şekil 34. Germe Egzersizleri Uygulanan Grubun Ön Test ve Son Test Ölçümleri Sırasında Oksihemoglobin (HbO_2) Seviyesi Kanal 20 Değerleri.....	61
Şekil 35. Germe Egzersizleri Uygulanan Grubun Ön Test ve Son Test Ölçümleri Sırasında Oksihemoglobin (HbO_2) Seviyesi Kanal 21 Değerleri.....	62

Şekil 36. Germe Egzersizleri Uygulanan Grubun Ön Test ve Son Test Ölçümleri Sırasında Oksihemoglobin (HbO_2) Seviyesi Kanal 22 Değerleri.....	62
Şekil 37. Kuvvet Egzersizleri Uygulanan Grubun Ön Test ve Son Test Ölçümleri Sırasında Oksihemoglobin (HbO_2) Seviyesi Kanal 1 Değerleri.....	63
Şekil 38. Kuvvet Egzersizleri Uygulanan Grubun Ön Test ve Son Test Ölçümleri Sırasında Oksihemoglobin (HbO_2) Seviyesi Kanal 2 Değerleri.....	63
Şekil 39. Kuvvet Egzersizleri Uygulanan Grubun Ön Test ve Son Test Ölçümleri Sırasında Oksihemoglobin (HbO_2) Seviyesi Kanal 3 Değerleri.....	63
Şekil 40. Kuvvet Egzersizleri Uygulanan Grubun Ön Test ve Son Test Ölçümleri Sırasında Oksihemoglobin (HbO_2) Seviyesi Kanal 4 Değerleri.....	64
Şekil 41. Kuvvet Egzersizleri Uygulanan Grubun Ön Test ve Son Test Ölçümleri Sırasında Oksihemoglobin (HbO_2) Seviyesi Kanal 5 Değerleri.....	64
Şekil 42. Kuvvet Egzersizleri Uygulanan Grubun Ön Test ve Son Test Ölçümleri Sırasında Oksihemoglobin (HbO_2) Seviyesi Kanal 6 Değerleri.....	65
Şekil 43. Kuvvet Egzersizleri Uygulanan Grubun Ön Test ve Son Test Ölçümleri Sırasında Oksihemoglobin (HbO_2) Seviyesi Kanal 7 Değerleri.....	65
Şekil 44. Kuvvet Egzersizleri Uygulanan Grubun Ön Test ve Son Test Ölçümleri Sırasında Oksihemoglobin (HbO_2) Seviyesi Kanal 8 Değerleri.....	66
Şekil 45. Kuvvet Egzersizleri Uygulanan Grubun Ön Test ve Son Test Ölçümleri Sırasında Oksihemoglobin (HbO_2) Seviyesi Kanal 9 Değerleri.....	66
Şekil 46. Kuvvet Egzersizleri Uygulanan Grubun Ön Test ve Son Test Ölçümleri Sırasında Oksihemoglobin (HbO_2) Seviyesi Kanal 10 Değerleri.....	66
Şekil 47. Kuvvet Egzersizleri Uygulanan Grubun Ön Test ve Son Test Ölçümleri Sırasında Oksihemoglobin (HbO_2) Seviyesi Kanal 11 Değerleri.....	67
Şekil 48. Kuvvet Egzersizleri Uygulanan Grubun Ön Test ve Son Test Ölçümleri Sırasında Oksihemoglobin (HbO_2) Seviyesi Kanal 12 Değerleri.....	67
Şekil 49. Kuvvet Egzersizleri Uygulanan Grubun Ön Test ve Son Test Ölçümleri Sırasında Oksihemoglobin (HbO_2) Seviyesi Kanal 13 Değerleri.....	68
Şekil 50. Kuvvet Egzersizleri Uygulanan Grubun Ön Test ve Son Test Ölçümleri Sırasında Oksihemoglobin (HbO_2) Seviyesi Kanal 14 Değerleri.....	68
Şekil 51. Kuvvet Egzersizleri Uygulanan Grubun Ön Test ve Son Test Ölçümleri Sırasında Oksihemoglobin (HbO_2) Seviyesi Kanal 15 Değerleri.....	68
Şekil 52. Kuvvet Egzersizleri Uygulanan Grubun Ön Test ve Son Test Ölçümleri Sırasında Oksihemoglobin (HbO_2) Seviyesi Kanal 16 Değerleri.....	69

Şekil 53. Kuvvet Egzersizleri Uygulanan Grubun Ön Test ve Son Test Ölçümleri Sırasında Oksihemoglobin (HbO_2) Seviyesi Kanal 17 Değerleri.....	69
Şekil 54. Kuvvet Egzersizleri Uygulanan Grubun Ön Test ve Son Test Ölçümleri Sırasında Oksihemoglobin (HbO_2) Seviyesi Kanal 18 Değerleri.....	70
Şekil 55. Kuvvet Egzersizleri Uygulanan Grubun Ön Test ve Son Test Ölçümleri Sırasında Oksihemoglobin (HbO_2) Seviyesi Kanal 19 Değerleri.....	70
Şekil 56. Kuvvet Egzersizleri Uygulanan Grubun Ön Test ve Son Test Ölçümleri Sırasında Oksihemoglobin (HbO_2) Seviyesi Kanal 20 Değerleri.....	70
Şekil 57. Kuvvet Egzersizleri Uygulanan Grubun Ön Test ve Son Test Ölçümleri Sırasında Oksihemoglobin (HbO_2) Seviyesi Kanal 21 Değerleri.....	71
Şekil 58. Kuvvet Egzersizleri Uygulanan Grubun Ön Test ve Son Test Ölçümleri Sırasında Oksihemoglobin (HbO_2) Seviyesi Kanal 22 Değerleri.....	71
Şekil 59. Germe ve Kuvvet Egzersizleri Yapan Grupların Son Testler Esnasındaki Oksihemoglobin (HbO_2) Seviyeleri Kanal 1 Grafik Değerlerinin Karşılaştırılması.....	72
Şekil 60. Germe ve Kuvvet Egzersizleri Yapan Grupların Son Testler Esnasındaki Oksihemoglobin (HbO_2) Seviyeleri Kanal 2 Grafik Değerlerinin Karşılaştırılması.....	72
Şekil 61. Germe ve Kuvvet Egzersizleri Yapan Grupların Son Testler Esnasındaki Oksihemoglobin (HbO_2) Seviyeleri Kanal 3 Grafik Değerlerinin Karşılaştırılması.....	73
Şekil 62. Germe ve Kuvvet Egzersizleri Yapan Grupların Son Testler Esnasındaki Oksihemoglobin (HbO_2) Seviyeleri Kanal 4 Grafik Değerlerinin Karşılaştırılması.....	73
Şekil 63. Germe ve Kuvvet Egzersizleri Yapan Grupların Son Testler Esnasındaki Oksihemoglobin (HbO_2) Seviyeleri Kanal 5 Grafik Değerlerinin Karşılaştırılması.....	74
Şekil 64. Germe ve Kuvvet Egzersizleri Yapan Grupların Son Testler Esnasındaki Oksihemoglobin (HbO_2) Seviyeleri Kanal 6 Grafik Değerlerinin Karşılaştırılması.....	74
Şekil 65. Germe ve Kuvvet Egzersizleri Yapan Grupların Son Testler Esnasındaki Oksihemoglobin (HbO_2) Seviyeleri Kanal 7 Grafik Değerlerinin Karşılaştırılması.....	75
Şekil 66. Germe ve Kuvvet Egzersizleri Yapan Grupların Son Testler Esnasındaki Oksihemoglobin (HbO_2) Seviyeleri Kanal 8 Grafik Değerlerinin Karşılaştırılması.....	75
Şekil 67. Germe ve Kuvvet Egzersizleri Yapan Grupların Son Testler Esnasındaki Oksihemoglobin (HbO_2) Seviyeleri Kanal 9 Grafik Değerlerinin Karşılaştırılması.....	76
Şekil 68. Germe ve Kuvvet Egzersizleri Yapan Grupların Son Testler Esnasındaki Oksihemoglobin (HbO_2) Seviyeleri Kanal 10 Grafik Değerlerinin Karşılaştırılması.....	77

Şekil 69. Germe ve Kuvvet Egzersizleri Yapan Grupların Son Testler Esnasındaki Oksihemoglobin (HbO_2) Seviyeleri Kanal 11 Grafik Değerlerinin Karşılaştırılması	78
Şekil 70. Germe ve Kuvvet Egzersizleri Yapan Grupların Son Testler Esnasındaki Oksihemoglobin (HbO_2) Seviyeleri Kanal 12 Grafik Değerlerinin Karşılaştırılması	78
Şekil 71. Germe ve Kuvvet Egzersizleri Yapan Grupların Son Testler Esnasındaki Oksihemoglobin (HbO_2) Seviyeleri Kanal 13 Grafik Değerlerinin Karşılaştırılması	79
Şekil 72. Germe ve Kuvvet Egzersizleri Yapan Grupların Son Testler Esnasındaki Oksihemoglobin (HbO_2) Seviyeleri Kanal 14 Grafik Değerlerinin Karşılaştırılması	79
Şekil 73. Germe ve Kuvvet Egzersizleri Yapan Grupların Son Testler Esnasındaki Oksihemoglobin (HbO_2) Seviyeleri Kanal 15 Grafik Değerlerinin Karşılaştırılması	80
Şekil 74. Germe ve Kuvvet Egzersizleri Yapan Grupların Son Testler Esnasındaki Oksihemoglobin (HbO_2) Seviyeleri Kanal 16 Grafik Değerlerinin Karşılaştırılması	80
Şekil 75. Germe ve Kuvvet Egzersizleri Yapan Grupların Son Testler Esnasındaki Oksihemoglobin (HbO_2) Seviyeleri Kanal 17 Grafik Değerlerinin Karşılaştırılması	81
Şekil 76. Germe ve Kuvvet Egzersizleri Yapan Grupların Son Testler Esnasındaki Oksihemoglobin (HbO_2) Seviyeleri Kanal 18 Grafik Değerlerinin Karşılaştırılması	81
Şekil 77. Germe ve Kuvvet Egzersizleri Yapan Grupların Son Testler Esnasındaki Oksihemoglobin (HbO_2) Seviyeleri Kanal 19 Grafik Değerlerinin Karşılaştırılması	82
Şekil 78. Germe ve Kuvvet Egzersizleri Yapan Grupların Son Testler Esnasındaki Oksihemoglobin (HbO_2) Seviyeleri Kanal 20 Grafik Değerlerinin Karşılaştırılması	82
Şekil 79. Germe ve Kuvvet Egzersizleri Yapan Grupların Son Testler Esnasındaki Oksihemoglobin (HbO_2) Seviyeleri Kanal 21 Grafik Değerlerinin Karşılaştırılması	83

Şekil 80. <i>Germe ve Kuvvet Egzersizleri Yapan Grupların Son Testler Esnasındaki Oksihemoglobin (HbO₂) Seviyeleri Kanal 22 Grafik Değerlerinin Karşılaştırılması</i>	83
Şekil 81. <i>COHD1 Yöntemi ile Germe Egzersizleri Yapan Grubun Menstrüel Ağrılı Günü Esnasında Oluşan Aktivasyon Düzeyindeki Değişikliklerden Türetilen Prefrontal Korteks (PFC) Topografik Görüntüsü</i>	84
Şekil 82. <i>CNR5 Yöntemi ile Kuvvet Egzersizleri Yapan Grubun Menstrüel Ağrılı Günü Esnasında Oluşan Aktivasyon Düzeyindeki Değişikliklerden Türetilen Prefrontal Korteks (PFC) Topografik Görüntüsü</i>	85
Şekil 83. <i>COHD2 Yöntemi ile Germe ve Kuvvet Egzersizleri Yapan Grubun Menstrüel Ağrılı Günü (Ön Test) Esnasında Oluşan Aktivasyon Düzeyindeki Değişikliklerden Türetilen Prefrontal Korteks (PFC) Topografik Görüntüsü</i>	86
Şekil 84. <i>COHD2 Yöntemi ile Germe ve Kuvvet Egzersizleri Yapan Grubun Son Test Menstrüel Ağrılı Günü (Son Test) Esnasında Oluşan Aktivasyon Düzeyindeki Değişikliklerden Türetilen Prefrontal Korteks (PFC) Topografik Görüntüsü</i>	87

KISALTMALAR VE SİMGELER DİZİNİ

DLPFK	: Dorsalateral Prefrontal Korteks
fNIRS	: Fonksiyonel Yakın Kızılötesi Spektroskopi
FSH	: Folikül Uyarıcı Hormon
LH	: Luteinize Edici Hormon
max	: Maksimum
min	: Minimum
MSÖ	: Menstrual Semptom Ölçeği
Ort	: Ortalama
PD	: Primer dismenore
PG	: Prostaglandin
PGF2a	: Prostaglandin Alt Tipi
PFK	: Prefrontal Korteks
mPFK	: Medial Prefrontal Korteks
SD	: Sekonder dismenore
Ss	: Standart Sapma
VAS	: Görsel Analog Skala
VKİ	: Vücut Kitle İndeksi
$\bar{X}$	: Ortalama

BİRİNCİ BÖLÜM

Giriş

Menstrüel ağrının patogenezi, endometriyumda meydana gelen miyometriyal hiperaktivite, uterin doku iskemi ve vazoaktif prostaglandinlerin anormal düzeyde artan üretimi ile ilişkilidir (Kim, 2019; Zahradnik vd., 2010). Menstrüel sancılar, genellikle adetın birinci ve ikinci günlerinde alt karın bölgesinde yoğunlaşan şiddetli kramplar şeklinde ortaya çıkmakta olup, bu duruma dismenore adı verilmektedir (Kishali vd., 2006). Dismenoreye bağlı ağrı ve rahatsızlık, bireylerin genel sağlık, duygusal dayanıklılık ve sosyal etkileşimler gibi fiziksel, duygusal ve sosyal refah üzerinde zayıflatıcı etkiler yaratabilmektedir (Gutman vd., 2022; Harel, 2002). Dismenore prevalansına dair yapılan araştırmalar, bu durumun insidansının %50 ile %90 arasında değiştiğini göstermektedir (Al-Jefout & Nawaiseh, 2016; Ishikura vd., 2024; Kazama vd., 2015; Tataj-Puzyna vd., 2021).

Dismenore, genellikle yaşamı tehdit etmeyen bir durum olmasına rağmen, kadınların yaşam kalitesini önemli ölçüde etkileyebilir. Uzun vadede, dismenore, fiziksel ve psikolojik sakatlıklarla sonuçlanarak, kadınların genel sağlık durumunu olumsuz etkileyebilir (Cho & Hwang, 2010). Dismenore yaşayan kadınlar, menstrüel dönemlerinde yalnızca alt karın bölgesinde yoğunlaşan ağrılarla değil, aynı zamanda mide bulantısı, kusma, iştah kaybı, baş ağrıları, sırt ağrıları, halsizlik, baş dönmesi, titreme, ishal, cilt lekeleri, karın ağrısı, kızarma, uykusuzluk, genel vücut ağrıları, depresyon, sinirlilik ve terleme gibi bir dizi fiziksel ve psikolojik semptomla da baş etmek zorunda kalmaktadırlar (Gagnon vd., 2022; Gutman vd., 2022; Harel, 2008a; Iacovides vd., 2015).

Şiddetli regl ağrıları (dismenore), kadınların günlük yaşamlarını olumsuz yönde etkileyen bir durumdur ve bu nedenle birçok ülke, regl dönemlerinde kadın çalışanlara özel izinler sağlamaktadır. Örneğin, İspanya hükümeti, kadın çalışanlara regl dönemlerinde ayda üç gün izin verilmesini öngören bir yasa tasarısını kabul etmiştir. Tasarının yasalaşması durumunda, İspanya, regl izni uygulamasını hayata geçiren ilk Avrupa ülkesi olacaktır; bu izin süresinin, şiddetli regl ağrıları durumunda beş güne kadar uzatılması da planlanmaktadır. Dünyada regl izni uygulaması olan ülkeler genellikle Asya'da yoğunlaşmıştır; Japonya, Tayvan, Endonezya, Güney Kore ve Zambiya bu ülkeler arasında yer almaktadır. Regl izninin tarihçesi, 1922 yılında Sovyetler Birliği'ne kadar uzanmakta olup, Japonya'da ise 70 yılı aşkın bir süredir uygulanmaktadır. Güney Kore de 1953 yılında regl iznini yasal bir hak olarak tanımıştır (BBC,

2023). Ancak, regl izni birçok ülkede hala resmi olarak tanınmamaktadır ve bu durum, kadınların yaşam kalitesini olumsuz etkileyen önemli bir konu olarak gündeme gelmektedir. Dismenore, doğrudan yaşamı tehdit etmeyen bir durum olmasına rağmen, kadınların yaşam kalitesini ciddi şekilde düşürmekte ve ruh sağlığı üzerinde olumsuz etkiler yaratmaktadır (Ghandour vd., 2024; Gutman vd., 2022; Harel, 2008a). Şiddetli ağrı, sosyal hayattan uzaklaşmaya, iş verimliliğinde düşüşe, okul ve sosyal etkileşimlerde zorluklara yol açabilmektedir (Singh & Nagulapally, 2016). Bu durum, izolasyon, kaygı, depresif belirtiler ve genel yaşam kalitesinin azalması gibi psikososyal sorunları beraberinde getirebilir (Cho & Hwang, 2010; Ghandour vd., 2024; Pakpour vd., 2020). Ayrıca, adet görme ile ilgili sosyal damgalama, utanç ve mahcubiyet duygularını artırarak, bireylerin yardım arama istekliliklerini olumsuz yönde etkileyebilir (Ghandour vd., 2024; Gutman vd., 2022). Bu tür sosyal baskılar, adet ağrısının hafife alınmasına ve dolayısıyla tedaviye yönelik gecikmelere yol açabilmektedir (Ciolek vd., 2024; Schoep vd., 2019).

Dismenore tedavisinin temel amacı, bu durumun olumsuz etkilerini en aza indirmektir. Özellikle ağrı şiddetinin azaltılması (Kim, 2019), somatik semptomların hafifletilmesi ve yaşam kalitesinin iyileştirilmesi, tedavinin önemli hedeflerindendir (Li vd., 2024). Primer dismenore yaşayan kadınlarda fiziksel aktivitenin ağrıyı azaltabileceğine dair çeşitli mekanizmalar öne sürülmektedir (Armour vd., 2019; Baviş vd., 2018; Tsai vd., 2024). Menstrüasyon sırasındaki ağrının, miyometriyal kasılmaları uyaran uterus prostaglandinleri tarafından tetiklendiği düşünülmektedir (Ning vd., 2020). Fiziksel aktivite, stresi azaltarak antinositif özellikler göstermekte ve primer dismenore ile en yakından ilişkili olan prostaglandinF2 α düzeylerini düşürmektedir (Matthewman vd., 2018).

Dismenore yaşayan kadınlar üzerine yapılan çalışmalarda, ağrı ve menstrüel semptomların tespitinde anket yöntemlerine sıkça başvurulmuştur. Bu tür çalışmalarda ağrı genellikle sübjektif bir deneyim olarak değerlendirilmiştir. Ancak, bu alanda objektif kanıtların elde edilmesine yönelik ihtiyaç bulunmaktadır. Öznel olarak bildirilen ağrı, genellikle değerli klinik bilgiler sunmakta ve çoğu durumda etkili bir değerlendirme yöntemi olarak kabul edilmektedir. Bununla birlikte, bazı hassas popülasyonlarda bu yaklaşım yeterli olmayabilir. Beyin temelli biyobelirteçler, ağrı durumlarının tanısını ve tedavisini iyileştirme potansiyeline sahiptir. Fonksiyonel yakın kızılötesi spektroskopi (fNIRS), ağrı tespitine yönelik non-invaziv ve taşınabilir bir yöntem olarak bu alandaki objektif ölçüm imkanlarını genişletebilir (Doherty vd., 2023; Liu vd., 2021; Pinti vd., 2020). fNIRS tekniği, ağrı tedavisi için ilaçların ve müdahalelerin analjezik etkilerini araştırmak için kullanılabilir (Karunakaran vd., 2021). Ağrı biyobelirteçlerinin keşfi için çeşitli yaklaşımlar geliştirilmiş olsa da fonksiyonel

yakın kızılötesi spektroskopisi (fNIRS), kortikal hemodinamiği invaziv olmayan bir şekilde ölçmeye olanak tanıyan bir teknoloji olarak öne çıkmaktadır. Dismenore yaşayan kadınlarda menstrüel ağrının beyin hemodinamikleri açısından incelenmesinde fNIRS ölçümünün kullanılması, bu alanda bir ilki temsil edecektir.

Araştırmanın Amacı

Bu araştırmanın amacı, dismenore yaşayan kadınlarda farklı egzersiz türlerinin menstrüel ağrı üzerindeki etkilerini, beyin hemodinamikleri açısından incelemektir. Özellikle, egzersizlerin beyin fonksiyonları üzerindeki etkilerini değerlendirerek, menstrüel ağrı ile ilişkili nörolojik süreçlerin nasıl değişebileceğini anlamayı hedeflemektedir. Araştırma, egzersiz türlerine bağlı olarak ağrının algılanmasındaki farklılıkları ve beyindeki kan akışı ile ilişkili değişimleri inceleyerek, dismenore tedavisinde potansiyel bir müdahale stratejisi geliştirmeyi amaçlamaktadır.

Araştırmanın Önemi ve Gerekçesi

Dismenore, kadınların menstrüasyon döneminde deneyimlediği yaygın bir ağrı durumu olup, yaşam kalitesini olumsuz etkileyen önemli bir sağlık sorunu olarak öne çıkmaktadır. Menstrüel ağrı, genellikle pelvik bölgedeki kasılmalar, inflamasyon ve hormonal değişikliklerin bir sonucu olarak ortaya çıkar ve bireylerin işlevselliğini, sosyal yaşamını ve psikolojik durumunu önemli ölçüde bozar. Geleneksel tedavi yöntemlerinin yanı sıra, fiziksel egzersiz, dismenore semptomlarını hafifletmeye yönelik potansiyel bir alternatif olarak dikkat çekmektedir. Aerobik egzersiz, kuvvet antrenmanı ve esneme gibi farklı egzersiz türlerinin menstrüel ağrı üzerindeki etkileri üzerine yapılan çalışmalar, egzersizin ağrı eşiğini artırmabileceğini ve genel ağrı algısını azaltabileceğini göstermektedir. Ancak, bu etkilerin altında yatan nörofizyolojik mekanizmalar, özellikle beyin hemodinamikleri açısından hâlâ net bir şekilde ortaya konmamıştır. Bu bağlamda, dismenore yaşayan kadınlarda farklı egzersiz türlerinin menstrüel ağrıya etkisinin beyindeki hemodinamik değişikliklerle ilişkili olarak incelenmesi, konuya dair derinlemesine bir anlayış geliştirilmesi açısından büyük önem taşımaktadır.

Hipotezler:

H1: Kuvvet egzersizleri, dismenore yaşayan kadınlarda menstrüel ağrı şiddetini azaltır ve beyin hemodinamiklerinde iyileşmeye yol açar.

H0: Kuvvet egzersizlerinin dismenore yaşayan kadınlarda menstrüel ağrı şiddeti üzerinde bir etkisi yoktur ve beyin hemodinamiklerinde anlamlı bir değişiklik gözlemlenmez.

H1a: Germe egzersizleri, dismenore yaşıyan kadınlarda menstrüel ağrı şiddetini azaltır ve beyin hemodinamiklerinde iyileşmeye yol açar.

H0a: Germe egzersizlerinin dismenore yaşıyan kadınlarda menstrüel ağrı şiddeti üzerinde bir etkisi yoktur ve beyin hemodinamiklerinde anlamlı bir değişiklik gözlemlenmez.

H1b: Kuvvet egzersizleri, dismenore yaşıyan kadınlarda menstrüel ağrı şiddetini, VAS ağrı düzeyinde anlamlı bir azalmaya yol açacak şekilde azaltır.

H0b: Kuvvet egzersizlerinin dismenore yaşıyan kadınlarda menstrüel ağrı şiddeti üzerinde, VAS ağrı düzeyinde istatistiksel olarak herhangi bir değişiklik gözlemlenmez.

H1c: Germe egzersizleri, dismenore yaşıyan kadınlarda menstrüel ağrı şiddetini, VAS ağrı düzeyinde anlamlı bir azalmaya yol açacak şekilde azaltır.

H0c: Germe egzersizlerinin dismenore yaşıyan kadınlarda menstrüel ağrı şiddeti üzerinde, VAS ağrı düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı herhangi bir değişiklik gözlemlenmez.

Araştırmanın Sınırlılıkları (Yöntemsel Sınırlılıklar)

Bu çalışmanın sınırlılığı, yalnızca tek bir beyin bölgesinin incelenmiş olmasıdır. Bu bölgenin seçilmesinin nedeni, kullanılan ölçüm cihazının sadece tek bir bölgeye uygun olması ve bu bölgedeki ölçümlerin gerçekleştirilmesinin pratik olarak daha kolay olmasıdır. Ancak, ağrı deneyimi beyindeki belirli bölgelerle sınırlı olmayıp, farklı beyin ağları ve çoklu süreçlerin etkileşimiyle şekillenen dinamik bir olgudur. Dolayısıyla, yalnızca tek bir beyin bölgesine odaklanmak, ağrının nörolojik temellerine dair daha geniş bir anlayış geliştirmek açısından sınırlı kalabilir. Gelecek araştırmalar, ağrı deneyiminin daha kapsamlı bir nörolojik değerlendirmesini yapmak amacıyla, beyin ağlarının etkileşimlerini ve ağrı modülasyonunun farklı beyin bölgelerindeki dinamiklerini incelemelidir.

Menstrüel siklusların her kadında farklılık göstermesi, ölçümlerin en ağırlı günlerde alınması, ölçüm cihazının tüm kanallar için fazla veri toplaması ve çalışmada iki egzersiz grubunun bulunması nedeniyle, bir kontrol grubu kullanılmamıştır.

Varsayımlar

Çalışmanın, egzersiz protokollerinin belirlenen standartlara uygun olarak titizlikle uygulandığı ve ölçüm protokollerinin geçerliliği ile güvenilirliğinin sağlandığı varsayılmıştır. Ayrıca, her bir protokolün katılımcılar arasında tutarlı bir şekilde uygulanarak, sonuçların geçerliliğini etkileyebilecek herhangi bir sistematik hatanın minimize edildiği kabul edilmiştir.

Katılımcıların, ölçüm öncesinde alkol ve kafein tüketmemeleri ve 8 ile 10 saat arasında düzenli bir uyku uyumaları gerektiği bildirilmiş ve bu yönergeleri yerine getirdikleri varsayılmıştır.

Katılımcılara her ay düzenli olarak VAS uygulanmış ve doğru yanıtları verdikleri varsayılmıştır.

Dinlenme durumunda alınan fNIRS ölçümlerinde, katılımcılardan herhangi bir düşünceye dalmamaları istenmiş ve bu yönergeye uyulduğu varsayılmıştır.

Çalışma süresince katılımcılara ağrı kesici kullanmamaları gerektiği bildirilmiş ve bu kuralın katılımcılar tarafından titizlikle uyulduğu varsayılmıştır.



İKİNCİ BÖLÜM

Kuramsal Çerçeve ve İlgili Araştırmalar

Menstrüasyon

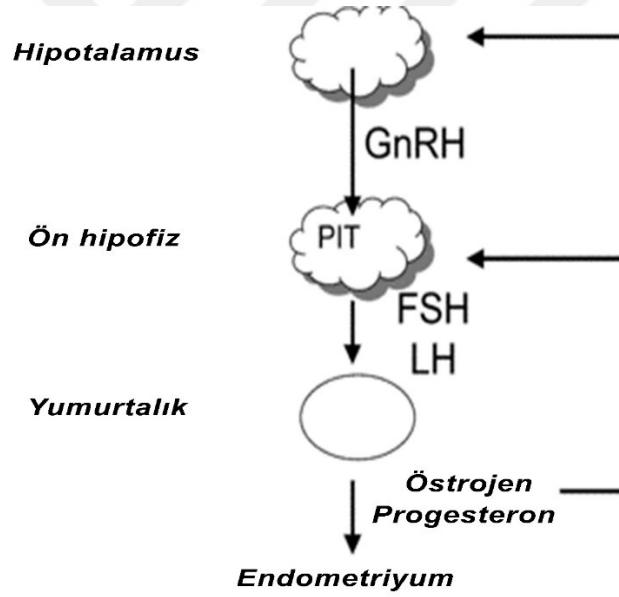
Menstrüasyon, kadınların menarş döneminden menopoza kadar yaklaşık her 28 ± 7 günde bir deneyimlediği biyolojik bir ritimdir (Panda vd., 2024; Thiagarajan vd., 2022). Adet döngüsünün temel biyolojisi, hipotalamus, ön hipofiz, yumurtalık ve endometriyumu içeren karmaşık, koordineli bir olaylar dizisidir (Hawkins & Matzuk, 2008). Bu süreç, endometrial tabakanın dökülmesi ile meydana gelmektedir. Menstrüel döngü boyunca, hormon seviyelerinde belirgin dalgalanmalar meydana gelmektedir. Yumurtalık folikülleri ve korpus luteum tarafından salgılanan östrojen ve progesteron hormonları, endometriumda döngüsel değişikliklere yol açmaktadır. Bu hormonal etkileşimler, rahim duvarında meydana gelen ve menstrüel döngü veya menstrüel periyot olarak adlandırılan endometrial süreci oluşturmaktadır (Agul vd., 2022).

Menstrüel siklus, hipotalamus-hipofiz-gonadal ekseninde karmaşık bir geri bildirim sistemi tarafından düzenlenen siklik hormonal değişikliklerle meydana gelmektedir (Messinis vd., 2014). Menstrüasyon, gonadotropin salgılatıcı hormon (GnRH), foliküler uyarıcı hormon (FSH) ve lüteinizan hormon (LH) aracılığıyla Hipotalamik-Hipofiz-Gonadal (HPG) ekseninin aracılık ettiği hormonal modülasyonla düzenlenmektedir. GnRH hipotalamustan hipofiz bezine salınır ve gonadotropinler (FSH ve LH) öncelikle yumurtalıkların granüloza ve teka hücrelerine etki ederek adet döngüsü sırasında pozitif ve negatif geri bildirim sinyalleri ile düzenlenen androjen, östrojen ve inhibin gibi steroid hormon üretimini başlatmaktadır (Howard, 2021). Bu adet dönemi, ortalama 29,3 gün, foliküler fazda ortalama 16,9 gün ve luteal fazda ortalama 12,4 gün olmak üzere bireyler arasında farklılık gösterebilmektedir (Huang vd., 2022).

Sistem, hipotalamustan gelen gonadotropin salgılayan hormona yanıt olarak hipofizden luteinize edici hormon ve folikül uyarıcı hormonun düzenli ve sıralı salınmasını içermektedir. Bu, yumurtalıktaki foliküllerin büyümesine ve olgunlaşmasına, oosit olgunlaşmasına ve östrojen ve progesteron salgılanmasına neden olmaktadır. Östrojen ve progesteron yumurtalıklar tarafından salgılanan iki ana hormondur. Adet döngüsü birkaç aşamaya ayrılabilir. Adet döngüsünün ilk yarısı menstrüasyon ve östrojen konsantrasyonunun arttığı foliküler fazdan oluşur. Döngünün ikinci yarısında, luteal fazda, progesteron salgısının zirvesi meydana gelir ve daha sonra, eğer döllenme gerçekleşmediyse adet kanamasının

başlangıcından yaklaşık 3 gün önce, progesteron seviyesi düşmektedir (Barcikowska vd., 2020; Draper vd., 2018). Adet kanaması ergenlerin %80-90'ında tipik olarak 2-7 gün sürmektedir (Dars vd., 2014; Flug vd., 1984; Hillard, 2008). Adetin başlangıcı, steroid hormonları, progesteron ve estradiol seviyesindeki azalma ile ilişkilidir. Yumurta hücresi döllemediğinde progesteron üretiminden sorumlu olan korpus luteum kaybolur ve hormon seviyesi azalmaktadır. Daha düşük bir progesteron seviyesi, lizozomlarda bulunan asit fosfataz ve litik enzimlerin sitoplazmaya salınmasına neden olmaktadır. Bu enzimler hücreleri sindirerek prostaglandinlerin salınmasına neden olmaktadır Progesterondaki bir azalma aynı zamanda endometriyumun pul pul dökülmesine ve adet kanamasına yol açan inflamatuvar yanıtı da katkıda bulunur. Progesteron konsantrasyonundaki azalmayı takip eden mekanizmalar endokrin, vasküler ve bağışıklık sistemleri arasındaki karmaşık reaksiyonlardır (Barcikowska vd., 2020).

Şekil 1. Adet Döngüsünde Yer Alan Anahtar Faktörlere Genel Bir Bakış (Hawkins & Matzuk, 2008)



Adet döngüsünün düzenlenmesi hipotalamus seviyesindeki etkilerle başlamaktadır. Hipotalamus, ön hipofizi uyarır, bu da yumurtalıkları uyarmaktadır. Yumurtalık seks hormonları için son organlardan biri endometriyumdur. Adet döngüsü, bu farklı bileşenler arasındaki geri bildirim ile düzenlenmektedir (Hawkins & Matzuk, 2008).

Menstrüel Siklus Bozuklukları

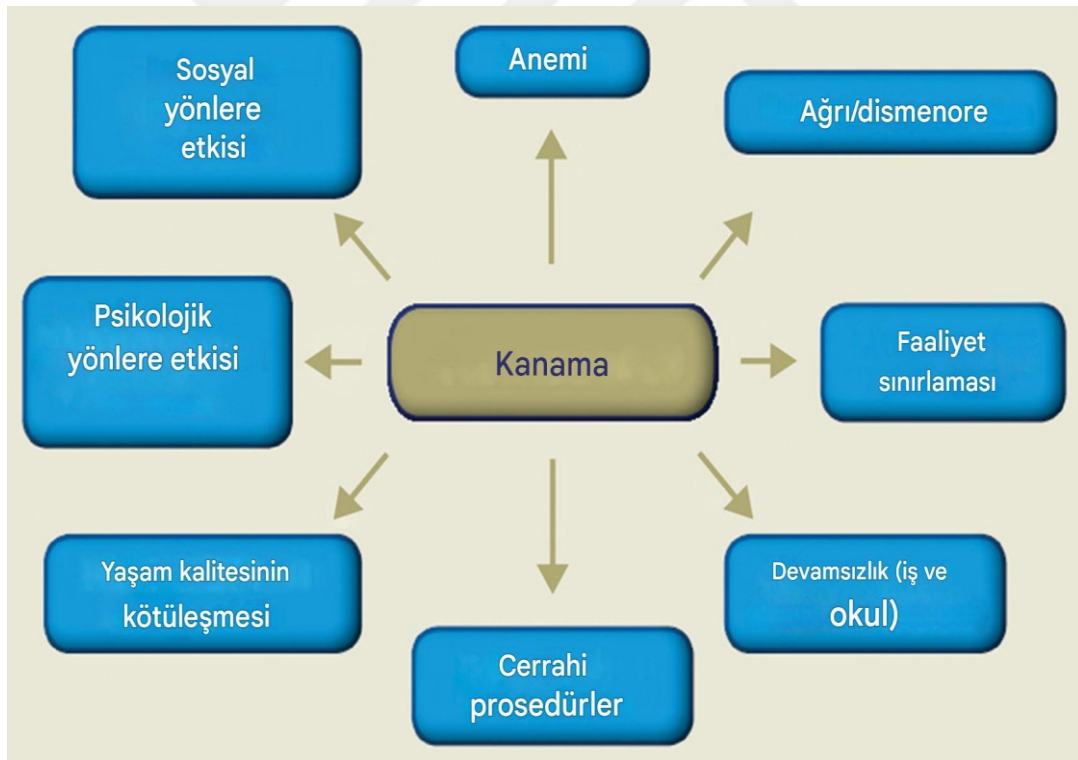
Anormal uterus kanamaları.

Anormal uterin kanama, adet kanamasının miktar, süre veya zamanlamasında norm dışı değişikliklerin gözlemlendiği bir durum olarak tanımlanmaktadır (Benetti-Pinto vd., 2017; Jewson

vd., 2020). Bu durum, tüm yaş gruplarındaki kadınlarda yaşam kalitesini olumsuz yönde etkileyen ve ciddi fiziksel ile psikolojik morbiditeye yol açabilen önemli bir sağlık sorunu olarak öne çıkmaktadır (Akman & Taş, 2020). Anormal uterin kanama, gebe olmayan ve üreme çağındaki kadınlarda, menarştan sonra en az 6 ay süresince normal adet düzeninden herhangi bir sapma olarak tanımlanmaktadır (Marnach & Laughlin-Tommaso, 2019). En sık karşılaşılan neden, hipotalamus-hipofiz ekseninin olgunlaşmamışlığından kaynaklanan anovülasyondur (Minjarez & Bradshaw, 2000).

Anormal uterin kanama, jinekolojik pratiğin sık karşılaşılan bir durumu olup (Chodankar & Critchley, 2019), kadınların fiziksel, duygusal, cinsel ve profesyonel yaşamlarını etkileyerek genel yaşam kalitelerinde ciddi bozulmalara yol açabilmektedir (Benetti-Pinto vd., 2017; Ramalho vd., 2021). Bazı kadınlar yalnızca hafif semptomlar yaşarken, diğerleri yaşam kalitesi üzerinde belirgin olumsuz etkiler, iş verimliliğinde azalma ve bu duruma bağlı mali kayıplar ile birlikte sağlık hizmeti kullanımında önemli artışlar yaşanmaktadır (Lebduska vd., 2023).

Şekil 2. Anormal Uterin Kanamanın Çeşitli Yönlerden Sonuçları (Benetti-Pinto vd., 2017).



Amenore.

Amenore, üreme çağındaki bir kadında kendiliğinden adet görmeme durumu olarak tanımlanmaktadır (Golden & Carlson, 2008). Yaygın ve sıklıkla klinik açıdan endişe verici bir semptom olan amenore, çok çeşitli fizyolojik ve patolojik süreçlerden kaynaklanabilmektedir (McIver vd., 1997). Ergenlerde amenore, geleneksel olarak primer amenore (menarş öncesi) ve

sekonder amenore (menarş sonrası) olarak ikiye ayrılmaktadır (Wilson vd., 2005). Primer amenore, klasik olarak 16 yaşına kadar adet görmeme olarak tanımlanmaktadır (Evliyaoğlu vd., 2010; Hillard, 2014). Sekonder amenore ise, daha önce düzenli olan adetlerin üç ay süreyle kesilmesi (Golden & Carlson, 2008) veya daha önce düzensiz olan adetlerin altı ay süreyle kesilmesi ile karakterize edilir ve bu durum, daha fazla değerlendirme gerektirmektedir (Klein vd., 2019). Sekonder amenore, daha önce düzenli adet döngüleri olan bir kadında gelişen adet kesilmesidir. Birincil amenoreye yol açan tüm patolojiler, sekonder amenoreye de neden olabilmektedir (Evliyaoğlu vd., 2010). Bu durumda, kızların uygun şekilde değerlendirilmemesi, yeme bozuklukları, polikistik over sendromu gibi ergenlik veya yetişkinlikte önemli morbidite riski taşıyan durumların yanı sıra, birincil over yetmezliği gibi gelecekteki üreme potansiyelini etkileyebilecek durumların erken teşhisini geciktirebilmektedir (Hillard, 2014).

Premenstrüel Sendrom (PMS).

Premenstrüel sendrom (PMS), adet döngüsünün luteal evresinde tekrarlayan ve genellikle adet dönemi sırasında veya adetten sonraki birkaç gün içinde düzelen somatik, psikolojik ve davranışsal semptomların bir kombinasyonu olarak tanımlanmaktadır (de Wit vd., 2021; Kawabe vd., 2022; Park vd., 2023; Ryu & Kim, 2015). PMS'nin kesin nedeni hakkında hâlâ sınırlı bilgi bulunmakla birlikte (Dueñas vd., 2011), mevcut araştırmalar, adet döngüsüyle ilişkili hormon seviyelerine karşı artan hassasiyetin bu sendromla bağlantılı olduğunu göstermektedir (Park vd., 2023; Ryu & Kim, 2015). PMS'nin duygusal semptomları arasında sinirlilik (ana semptom olarak öne çıkar), ruh hali değişiklikleri, anksiyete ve depresyon yer alırken; baskın fiziksel şikayetler arasında şişkinlik, mastalji, yorgunluk ve yemek istekleri sayılabilir. Bilişsel değişiklikler arasında, bireylerin kendilerini kontrolden çıkmış hissetmeleri ve konsantrasyon eksiklikleri ön plana çıkmaktadır. Davranışsal olarak, sosyal geri çekilme ve artan tartışmalar da sıklıkla gözlemlenen durumlardır (Chen vd., 2023; Halbreich vd., 2006; Rapkin & Mikacich, 2008; Yonkers & Simoni, 2018). Bu semptomlar genellikle adet başlamadan bir hafta önce zirveye ulaşır ve adet dönemi başladıktan sonra hafifleyerek birkaç gün içinde kaybolmaktadır (Dehghan vd., 2020; Dueñas vd., 2011; Shi vd., 2023; Yilmaz-Akyuz & Aydın-Kartal, 2019). Semptomlar, luteal fazda önemli bir bozulma ile ilişkilidir (Yonkers & Simoni, 2018). Üreme çağındaki kadınların %90'ından fazlası her ay tekrarlayan hafif adet öncesi semptomlar yaşamaktadır. Bununla birlikte, bu kadınların %2 ila %10'u, semptomların şiddeti nedeniyle aile hayatı, sosyal aktiviteler ve iş performansı gibi önemli yaşam alanlarında belirgin zorluklar yaşamaktadır (Dehghan vd., 2020).

Dismenore.

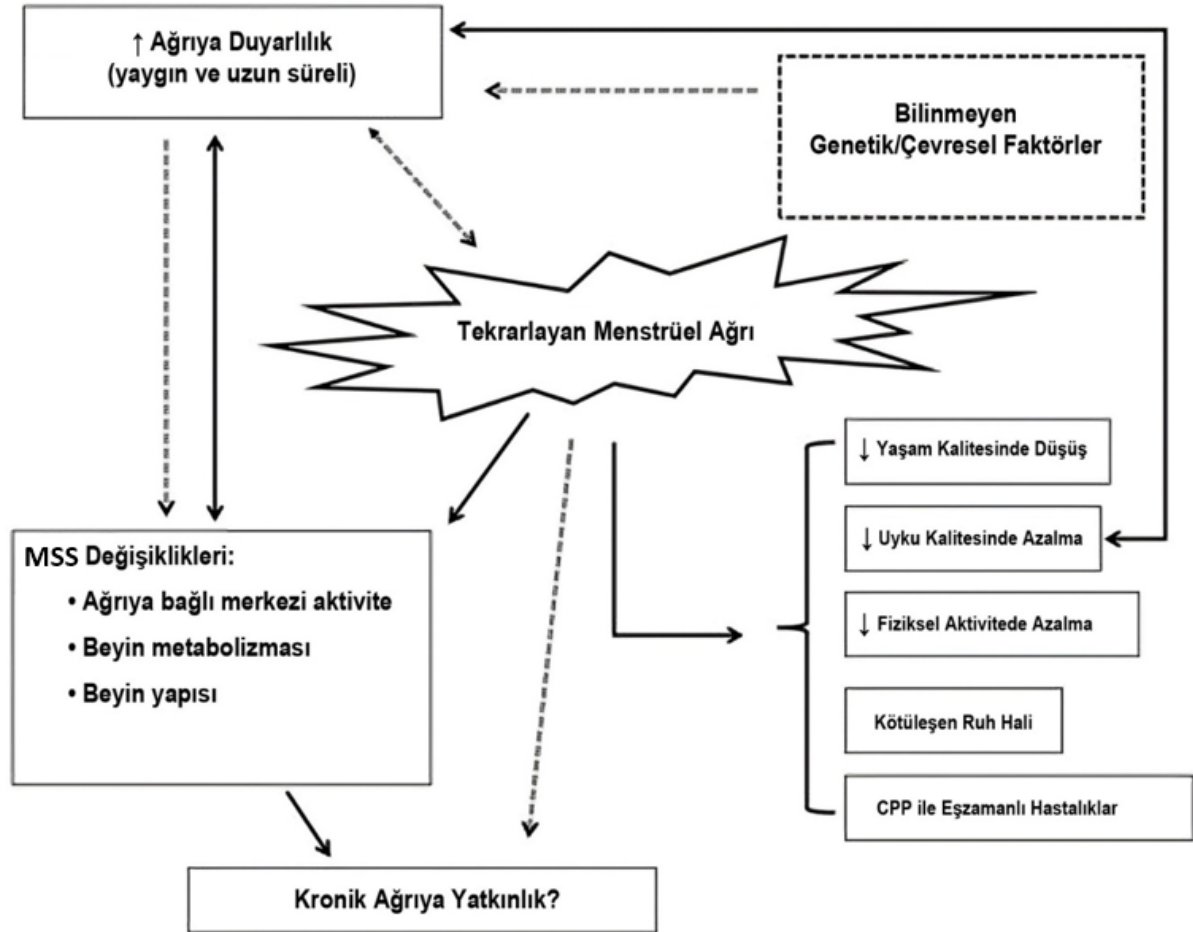
Yunanca dys (zor), mens (ay) ve rhoia (akış) terimlerinden türetilen dismenore terimi, zor adet kanaması anlamına gelmektedir (Carroquino-Garcia vd., 2019). Dismenore, Yunanca kökenli bir terim olup, adet dönemiyle ilişkili ağrı veya rahatsızlık anlamına gelmektedir. Bu durum, pelvik hastalıkla bağlantılı olan (sekonder dismenore) veya herhangi bir pelvik patolojiye bağlı olmayan (primer dismenore) adet döngüsü süresince hissedilen ağrı olarak tanımlanmaktadır (Bernardi vd., 2017; Dogan vd., 2020). Şiddetli dismenore, bireylerin günlük aktivitelerini, eğitimini veya iş yaşamını olumsuz yönde etkileyebilecek düzeyde olabilmektedir (Lestariningsih vd., 2024). Dismenore ya da diğer adıyla adet ağrısı, adet döneminde ya da öncesinde ortaya çıkan ve rahim kaynaklı ağrılı kasılmalarla karakterize bir durumdur (Dayican vd., 2024; Fernández-Martínez vd., 2019; Kannan & Claydon, 2014; Liu vd., 2017; Rogers vd., 2024; Sharma vd., 2023). Menstrüasyon akışının başlamasından hemen önce veya başladığı esnada ortaya çıkan adet ağrısının, endometriyumda artan prostaglandin konsantrasyonlarına bağlı olarak geliştiği düşünülmektedir. Bu artış, daha güçlü ve sık uterus kasılmalarına ve buna bağlı olarak iskemiye neden olmaktadır (Yonglitthipagon vd., 2017).

Dismenore, genellikle alt karın bölgesinde hissedilen, ancak bazen sırt ve uyluklara da yayılabilen kramp tarzında ağrılarla kendini göstermektedir (Ghandour vd., 2024; Yonglitthipagon vd., 2017). Bu duruma sıklıkla bulantı, kusma, baş ağrısı ve anksiyete gibi sistemik semptomlar eşlik eder ve bu semptomlar genellikle 1 ila 3 gün sürebilir (Azima vd., 2015; Barcikowska vd., 2020; Gagnon vd., 2022). Ağrı, tipik olarak alt karın ve pelvik bölgelerde yoğunlaşır ve genellikle adetten hemen önce veya adet sırasında ortaya çıkmaktadır (Eby, 2007; Nguyen vd., 2017; Sharma vd., 2023; Urganlawar vd., 2023). Menstrüel kanaması olan kadınların %50'den fazlası ağrılı menstrüasyon yaşamakta olup, bu kadınların %10'unda ağrı o kadar şiddetlidir ki her ay yaşamlarının 1-3 gününü aksatacak düzeyde etkilenmektedir (Dehnavi vd., 2018). Dismenore yaşayan kadınlar, tıpkı diğer kronik ağrı rahatsızlıklarına sahip bireylerde olduğu gibi, artan düzeyde psikolojik sıkıntılar bildirmektedirler (Itani vd., 2022; Unsal vd., 2010). Bu durum, dismenorenin sadece fiziksel değil, aynı zamanda önemli psikososyal etkileri de olduğunu göstermektedir (Rogers vd., 2023).

Dismenore, adet ağrısına neden olan çeşitli durumları tanımlayan bir terimdir (Boharupi & Deogade, 2020; Lindeque, 2017) ve ağrı krampları olarak bilinmektedir (Çaltekin vd., 2021; Jenabi vd., 2019; Kannan & Claydon, 2014; Proctor & Farquhar, 2006; Urganlawar vd., 2023). Karın alt bölgesinde yoğunlaşan ağrı doğum sancısına benzer şekilde şiddetli bir ağrı olarak tanımlanmaktadır (Yonglitthipagon vd., 2017). Ayrıca, pelvik bölgede kramp benzeri bir şiddetli ağrı olarak da deneyimlenebilmektedir (Cetin, 2020). Dismenore, ergenlik çağındaki ve

yetişkin kadınlarda en sık görülen jinekolojik sorunlardan biri olarak kabul edilmektedir (Bezuidenhout vd., 2018; Gopal vd., 2024; Lee vd., 2018). Dismenore ergen kızların ve üreme çağındaki kadınların %50 ila %90'ında görülmektedir (Al-Jefout & Nawaiseh, 2016; Ishikura vd., 2024; Kazama vd., 2015; Tataj-Puzyna vd., 2021). Primer dismenore esas olarak gebelik veya doğum öyküsü olmayan genç kadınları etkilemektedir (Tataj-Puzyna vd., 2021).

Şekil 3. Tekrarlayan Dismenoreik Ağrının Önerilen (Noktalı Çizgiler) ve Bilinen (Düz Çizgiler) Etkilerinin Yanı Sıra Bu Etkilerin Birbirleriyle İlişkilerinin Şematik Bir Gösterimi (Iacovides vd., 2015)



Dismenore olan kadınların uyku kalitesi, yaşam kalitesi, fiziksel aktiviteleri ve ruh halleri, ağrı sırasında belirgin bir şekilde azalmakta, ayrıca kronik pelvik ağrı ve bu duruma bağlı komorbiditeler artmaktadır. Menstrüel döngü boyunca dismenoreli kadınlarda ağrılı uyarılara karşı duyarlılığın arttığı gözlemlenmiştir. Ancak, bu artan duyarlılığın tekrarlayan menstrüel ağrının nedeni mi yoksa sonucu mu olduğu henüz net olarak belirlenmemiştir. Ayrıca, bilinmeyen genetik veya çevresel faktörler ve merkezi sinir sisteminin ağrıyı işlemedeki altta yatan farklılıklar, bu kadınların daha fazla ağrı duyarlılığına sahip olmalarında ve dolayısıyla tekrarlayan adet ağrısına yatkınlıklarında önemli bir rol oynamaktadır (Iacovides vd., 2015).

Genetik faktörlerin (Habibi vd., 2015) ve kişisel risk etmenlerinin (Iacovides vd., 2015) dismenore üzerindeki rolü önemini korumakla birlikte, son araştırmalar, dismenorenin ana

nedenlerinden birinin aşırı prostaglandin üretimi olduğunu ortaya koymuştur (Kim, 2019). Bu durum, uterus kasılmalarına ve iskemiye yol açarak ağrının başlamasına neden olmaktadır. Bunun yanı sıra, dismenorenin diğer olası nedenleri arasında anormal kanama, lizozom üretimi, progesteronlar, araşidonik asit, arginin vazopressin, proinflatuar sitokinler, beta büyüme faktörü üretimi ve yumurtalık steroidleri sayılabilir (Ortiz, 2010). Ek olarak, bazı çalışmalar, beyin bölgelerinde, özellikle glikoz metabolizması veya ağrı işleme ile ilgili alanlarda, gri madde dağılımında meydana gelen değişikliklerin yanı sıra, merkezi sinir sisteminde ağrının modülasyonunda rol oynayan Val66Met faktöründeki farklılıkların, adet dönemindeki yüksek ağrı düzeyi ile ilişkili olabileceğini göstermiştir (Carroquino-Garcia vd., 2019).

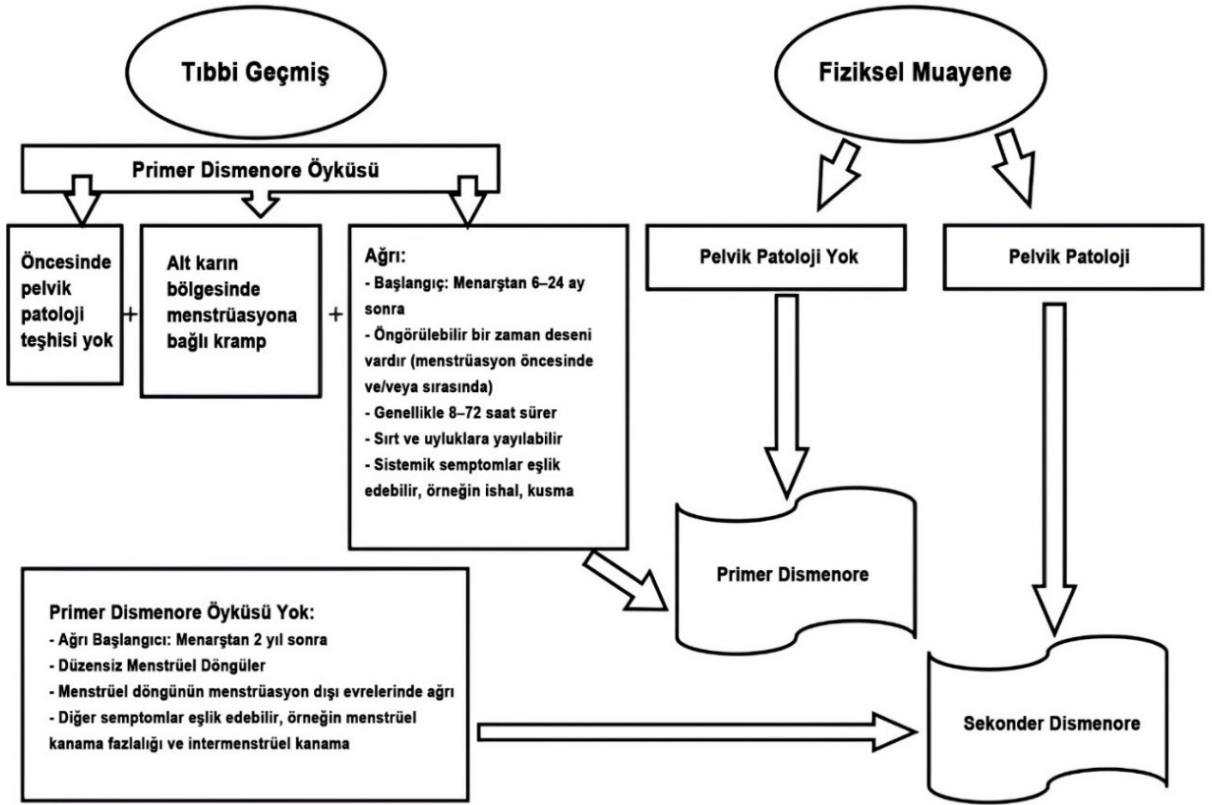
Dismenore, sıklıkla alt karın bölgesinde kramp şeklinde ağrı ile karakterize olup, bu ağrı sırtın alt kısmına ve üst baldırlara yayılabilir. Ayrıca, genellikle mide bulantısı, baş ağrısı, yorgunluk ve ishal gibi semptomlarla ilişkilidir (Brown & Brown, 2017; Yonglithipagon vd., 2017). Çoğu kadın, alt karın ağrısı, mide bulantısı, kusma, baş ağrısı, ishal, yorgunluk, sinirlilik, baş dönmesi, mastalji ve dismenore ile birlikte senkop gibi orta ila şiddetli semptomlar yaşadığını bildirmektedir (Carroquino-Garcia vd., 2019; Cetin, 2020; Cho & Hwang, 2010; Harel, 2008a). Ayrıca, dismenoresi olan kadınların, diğer kronik ağrı durumlarını (kronik pelvik ağrı, migren, fibromiyalji, artrit) yaşama olasılıkları, sağlıklı bireylere kıyasla üç kat daha fazladır (Iacovides vd., 2015; Rogers vd., 2023).

Dismenore, üreme çağındaki kadınlarda yaşam kalitesini önemli ölçüde olumsuz etkileyen ve okula ve işe devamsızlığın önde gelen nedenlerinden biri olan yaygın bir durumdur (Armour vd., 2019b). Dismenoresi olan kadınların, semptomları olmayanlara kıyasla artan ağrı duyarlılığı sergiledikleri ve bu durumun yaşamlarının ilerleyen dönemlerinde diğer kronik ağrı rahatsızlıklarına yatkınlıklarını artırabileceği bildirilmiştir (Iacovides vd., 2014). Dismenore, migren, fibromiyalji ve irritabl bağırsak sendromu gibi diğer kronik ağrı durumlarıyla da yakından ilişkilidir (Iacovides vd., 2015). Bazı bilim insanları, dismenorenin kadınlarda daha yaygın olan diğer ağrılı durumlara katkıda bulunan temel bir faktör olabileceğini öne sürmektedir (Chen vd., 2018). Dismenore, kadınlar arasında en yaygın jinekolojik ağrı kaynağı olup, yaşam kalitesi ve psikososyal iyilik hali üzerinde önemli olumsuz etkilere yol açmaktadır (Mardon vd., 2024). Primer dismenore, pelvik bir hastalık olmaksızın, adet döngüsü sırasında ortaya çıkan ağrılı adet krampları olarak tanımlanmakta ve günümüzde birçok kadının deneyimlediği yaygın bir şikayet olarak dikkat çekmektedir (Wal vd., 2024). Ayrıca dismenore, ilişki sorunları, fiziksel aktivite ve uyku verimliliğinde azalma gibi sorunlarla ilişkilendirilmiştir (Tu vd., 2024) ve üreme çağındaki kadınlar arasında iş ve okul devamsızlığının başlıca nedenlerinden biridir (Iacovides vd., 2015; Rogers vd., 2023). Her ne

kadar hayatı tehdit etmeyen bir durum olsa da dismenore, birçok kadının yaşam kalitesini düşürmekte (Koshy vd., 2020) ve ruh sağlığını olumsuz yönde etkilemektedir (Itani vd., 2022; Unsal vd., 2010). Birçok araştırma, dismenoresi olan kadınların akademik performansları ve sosyal aktivitelerinin de olumsuz etkilendiğini göstermektedir (Singh & Nagulapally, 2016). Ayrıca, adet kanaması nedeniyle yaşanan iş veya okul devamsızlığı, önemli bir ekonomik, sosyal ve sağlık yükü oluşturmaktadır. Bu durum, adet semptomlarının bireylerin günlük yaşamı üzerindeki etkisini daha da belirgin hale getirirken, bu tür semptomların uygun bir şekilde yönetilmesinin önemini vurgulamaktadır (Bauman vd., 2022; Ciolek vd., 2024).

Dismenore, tipik olarak altta yatan organik patolojilerin varlığına veya yokluğuna bağlı olarak primer ve sekonder olmak üzere iki ana kategoride sınıflandırılmaktadır (Knox vd., 2019). Primer dismenore, küçük pelviste klinik muayene sırasında belirgin bir lezyon saptanmaksızın, aşırı ve patolojik uterus kasılmalarına bağlı olarak ortaya çıkan ağrı ile tanımlanmaktadır (Burnett & Lemyre, 2017). Bu durum, pelvik patolojisi olmayan, normal ovulatuvar sikluslarla ilişkili menstrüel ağrıyı ifade eder (Lopez-Liria vd., 2021; Rogers vd., 2023) ve genellikle ergenlerde ve genç erişkinlerde daha yaygın olarak görülür (Tataj-Puzyna vd., 2021). Sekonder dismenore ise, endometriozis, fibroidler, adenomiyoz, pelvik adezyonlar, endometriyumda polipler, pelvik inflamatuvar hastalık gibi tanımlanabilir patolojik durumlar veya intrauterin kontraseptif araç kullanımı ile ilişkilidir (Lopez-Liria vd., 2021; Rogers vd., 2023). Patofizyolojik temellere dayanarak, dismenore bu iki ana sınıfa ek olarak daha spesifik alt kategorilere ayrılabilir (Şekil 4) (Armour vd., 2019; Iacovides vd., 2015).

Şekil 4. Primer ve Sekonder Dismenorenin Ayrımı (Iacovides vd., 2015)



Dismenore: Belirtileri ve Risk Faktörleri

Primer dismenore gelişimindeki en önemli fizyolojik faktör menstrüel kandaki prostaglandin seviyesinin artmasıdır (Bernardi vd., 2017; Kim, 2019; Zahradnik vd., 2010). Özellikle PGF2α'nın uterus kasılmalarını uyardığı, böylece uterus dolaşımını azalttığı ve lokal hipoksiye neden olduğu bilinmektedir. Prostaglandinlere (esas olarak PGE2 ve PGF2α) ek olarak, TNFα gibi pro-enflamatuar sitokinler de dismenore gelişiminde rol oynamaktadır. Son zamanlarda Hong Kong'dan yapılan bir çalışmada, progesteron seviyesinin artırılmasının prostaglandinlerin ve pro-inflamatuar sitokinlerin üretiminde azalmaya neden olarak, ağrı algısında da belirgin bir azalma sağladığı gösterilmiştir (Santos & Galdino, 2018).

Uterus kaynaklı ağrılı adet krampları olarak tanımlanan dismenore, üreme çağındaki kadınlarda en sık görülen jinekolojik durumdur (Bezuidenhout vd., 2018; Gopal vd., 2024; Lee vd., 2018; Yonglitthipagon vd., 2017). Dismenore yaşayan bireyler genellikle orta ila şiddetli seviyelerde ağrı bildirmektedir (Chen vd., 2018; Rogers vd., 2024). Alt karın krampları, dismenorenin en yaygın semptomu olmakla birlikte, birçok kadın baş ağrısı, mide bulantısı ve kusma gibi diğer menstrüasyonla ilişkili semptomlardan da muzdarip olabilmektedir (Gutman vd., 2022; Harel, 2008a). Semptomlar genellikle adet kanamasının başlangıcına yakın bir zamanda, bazen birkaç saat öncesinde ya da sonrasında ortaya çıkmakta ve çoğunlukla ilk 24-

48 saat süresince devam etmektedir. Bu semptomların şiddeti, yumurtlama döngülerinin başlangıcıyla ve adet akışının süresi ile miktarındaki artışla pozitif bir ilişki göstermektedir (Balbi vd., 2000).

Dismenoreik ağrının şiddeti, genellikle doğum sonrası ve yaş ilerledikçe azalma eğilimindedir. Bu azalma, doğumun, uterus kasılmalarını ve prostaglandin üretimini etkileyerek, adet ağrılarının sıklığını ve şiddetini düşürmesiyle ilişkilendirilmektedir (Iacovides vd., 2015; Juang vd., 2006). Ancak her zaman böyle olamayabilir (Weissman vd., 2004). Dismenore için daha erken menarş yaşı (Harlow & Park, 1996), daha ağır menstrüel akış (Harlow & Park, 1996; Sundell vd., 1990), dismenore aile öyküsü (Ju vd., 2014; Parveen vd., 2009; Tavallae vd., 2011), sigara içme (Messing vd., 1993; Mishra vd., 2000; Nohara vd., 2011; Parazzini vd., 1994; Wong & Khoo, 2010), alkol tüketimi (Harlow & Park, 1996; Latthe vd., 2006; Nohara vd., 2011; Parazzini vd., 1994), daha yüksek vücut kitle indeksi (Harlow & Park, 1996; Ohde vd., 2008) ve diğer sosyal faktörler gibi çeşitli fiziksel ve çevresel risk faktörleri bildirilmiştir (Iacovides vd., 2015; Ju vd., 2014; Wang vd., 2022). Oral kontraseptif kullanan kadınlar genellikle daha az şiddetli dismenore bildirmektedir (Juang vd., 2006; Sundell vd., 1990). Depresyon ve stresin de dismenore riskini arttırdığı gösterilmiştir (Bajalan vd., 2019; Cetin, 2020; Titilayo vd., 2009). Depresyon, ağrının bireylerin sosyal ve mesleki işlevleri üzerindeki etkisini artırarak, ilaç tedavisine verilen yanıtı zayıflatabilir ve ağrı algısını daha da yoğunlaştırabilir. Bu nedenle, özellikle genç kadınlar ve kızlarda, psikolojik faktörlerin primer dismenore kaynaklı ağrı ve diğer sorunları daha da şiddetlendirebileceği belirtilmektedir (Bajalan vd., 2019).

Tablo 1. *Dismenore Belirtileri (Gutman vd., 2022; Harel, 2008a)*

• Kramplar	• İshal
• Mide Bulantısı	• Yüz Lekeleri
• Kusma	• Karın Ağrısı
• İştah Kaybı	• Kızarma
• Baş Ağrısı	• Uykusuzluk
• Sırt Ağrıları	• Genel Ağrı
• İyi Hissetmeme	• Depresyon
• Zayıflık	• Sinirlilik
• Baş Dönmesi	• Terleme
• Titreme	

Sigara içmenin, özellikle nikotinin neden olduğu vazokonstriksiyon nedeniyle, dismenore süresini uzatabileceği düşünülmektedir (Harel, 2008a; Hornsby vd., 1998). Ayrıca, maternal tütün tüketiminin fetal dönemde yumurtalık disgenezisi ile ilişkilendirildiği gösterilmiştir (Jenabi vd., 2019). Tütünün dismenore üzerindeki etkisi üzerine birçok araştırma yapılmış olup, sigara kullanımının, özellikle kan damarları üzerinde yarattığı daralma etkisiyle, rahim kasılmalarını ve buna bağlı ağrıları daha da şiddetlendirebileceği öne sürülmektedir (Wong & Khoo, 2010). Bunun yanı sıra, sağlıksız yaşam tarzı faktörleri, örneğin kötü beslenme alışkanlıkları, primer dismenorenin ortaya çıkmasında belirleyici bir rol oynayabilir (Li vd., 2024). Birçok çalışma, dismenoreik kadınların luteal fazda diğer fazlara kıyasla daha yüksek prolaktin seviyelerine sahip olduğunu ve bu durumun adet döngüsü boyunca ağrı şiddetiyle ilişkili olabileceğini göstermektedir. Ek olarak, primer dismenoresi olan kadınların, asemptomatik kadınlara kıyasla adet fazı dışında daha yüksek gece vücut sıcaklıkları ve sabahları daha yüksek östrojen konsantrasyonlarına sahip oldukları bildirilmiştir (Baker vd., 1999). Bu bulgular, dismenoresi olan kadınların, ağrı var olmasa dahi, adetle ilişkili bozuklukları olmayan kadınlara kıyasla bozulmuş hormonal ve sitokin profillerine sahip olabileceğini düşündürmektedir. Ancak, bu değişen profillerin primer dismenorenin patofizyolojisine nasıl katkı sağladığı hala net bir şekilde anlaşılamamıştır (Iacovides vd., 2015).

30 yaşın altındaki kadınlar arasında, dismenore nedeniyle okuldan veya işten kısa süreli devamsızlıklar yaygın bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu durum, bireylerin günlük aktivitelerini kısıtlamasının yanı sıra psikolojik stres ve yaşam kalitesinde genel bir azalma ile de ilişkilidir (Bajalan vd., 2019; Krithika vd., 2024; Weissman vd., 2004). Amerika Birleşik Devletleri'nde, dismenore nedeniyle kaybedilen çalışma saatlerinin yıllık yaklaşık 600 milyon saat olduğu tahmin edilmekte ve bu da yıllık yaklaşık 2 milyar ABD doları tutarında bir ekonomik kayba yol açmaktadır (Dawood, 1988; Tsai vd., 2024). Bir meta-analiz, dismenorenin akademik yaşam üzerindeki önemli etkilerini ortaya koymuştur. Çalışmaya katılanların %20,1'i dismenore nedeniyle okul veya üniversite devamsızlığı yaşadığını belirtirken, %40,9'u sınıf performanslarının ve konsantrasyonlarının olumsuz etkilenmiş olduğunu bildirmiştir (Armour vd., 2019a). Dismenore semptomlarını yönetmek için başvurulan stratejiler arasında farmakolojik olmayan yöntemler öne çıkmaktadır. Özellikle ısı uygulaması (%79), dinlenme (%60,4), sıcak duşlar veya banyolar (%40,9) ve egzersiz (%25,7) gibi yöntemler yaygın olarak kullanılmaktadır. Bunun yanı sıra, farmakolojik tedavi seçenekleri arasında parasetamol kullanımı da en sık tercih edilen tedavi yöntemlerinden biri olarak karşımıza çıkmaktadır (Durand vd., 2021; Howard, 2021; Huang vd., 2022).

Stres, rahim kasılmalarını ve adet ağrısını hızlandırmaktadır (Motahari-Tabari vd., 2017; Wang vd., 2004). Sonuç olarak, stresi ve psikolojik baskıları azaltarak ve ruh halini iyileştirerek egzersiz ağrısı azaltılabilir (Metheny & Smith, 1989). Egzersiz ağrısı hafifleten faktörler olan endorfinlerin salınmasına neden olabilir. Bir diğer olası mekanizma, egzersiz sırasında pelvik kan dolaşımının ve lokal metabolizmanın iyileşmesidir (Cheng & Lin, 2011). Sonuç olarak, egzersiz prostaglandin birikimini önleyebilir ve bu da rahim kasılmasına, iskemiye ve ağrıya neden olur. Bazıları germe egzersizlerinin sinir yollarını uyaran karın spazmlarını gidermede etkili olabileceğine inanmaktadır (Daley, 2009). Depresyon veya anksiyete gibi psikolojik faktörler birincil dismenorede risk faktörü olarak hareket edebilir. Tüm bu belirtiler bireyin sağlıkla ilgili yaşam kalitesi üzerinde olumsuz etkilere sahip olabilir. Egzersizin ruh hali üzerindeki olumlu etkileri göz önüne alındığında genç kadınlar sağlık çalışanları tarafından egzersiz yapmaya teşvik edilebilir (Ozturk vd., 2023). Menstrüel ağrının başlıca stres kaynağı olduğunu, stres ve ağrı arasında bir korelasyon bulunduğunu ve artan stresin ağrıyı daha da şiddetlendirdiğini ifade etmişlerdir (LaChapelle & Hadjistavropoulos, 2005). Dismenore şiddetinin daha fazla stres yaşayan kadınlarda daha yüksek olduğu gösterilmiş ve egzersiz yapmanın stresi azaltmada etkili olduğu bulunmuştur (Wang vd., 2004).

Primer Dismenore

Primer dismenore, herhangi bir pelvik patolojik durumdan kaynaklanmayan (Bajalan vd., 2019; Burnett & Lemyre, 2017; Dawood, 2006) kramp tarzında karın ağrısı olarak ortaya çıkan ağrılı adet görmeyi ifade etmektedir (Ciolek vd., 2024; Durand vd., 2021; Gopal vd., 2024; Ozbay & Semiz, 2024; Tsai vd., 2024). Primer dismenore adet kanamasıyla birlikte aylık olarak ortaya çıkan ve altta yatan kesin bir patolojisi olmayan ağrılı bir kronik rahatsızlıktır (Jaleel vd., 2022; Jo & Lee, 2018; Kovács vd., 2024; Li vd., 2024). Menstrüasyonun hemen öncesinde veya sırasında ortaya çıkan, genellikle 1-3 gün süren ve fizik muayenede herhangi bir patolojik bulguya rastlanmayan, alt karın veya pelvik bölgede kramp tarzında hissedilen ağrı olarak tanımlanabilir (Gutman vd., 2022). Primer dismenore, kadınlarda en sık görülen jinekolojik durumdur (Jo & Lee, 2018). Primer dismenore, özellikle 15-30 yaş arasındaki kadınlar arasında yaygın olarak görülen, menstrüasyonla ilişkili ağrılı bir durumdur (De Sanctis vd., 2015; Krithika vd., 2024). Genellikle ergenlik döneminde, menarşın ardından 6-24 ay içinde başlamaktadır (Gagnon vd., 2022). Primer dismenore, genellikle adet kanamasının başlamasından birkaç saat önce ya da hemen ardından ortaya çıkmaktadır. Adetin birinci veya ikinci gününde en şiddetli seviyede hissedilmektedir (Barcikowska vd., 2020; Chantler vd., 2008; Guimaraes & Pova, 2020; Kannan vd., 2015; Kishali vd., 2006). Dismenoreik ağrının şiddeti genellikle adet akışının zirve yaptığı 24 ila 48 saatlik süre zarfında en yüksek düzeye

ulaşır ve bu dönemde maksimum kan akışı ile paralellik gösterir. Kan hacmindeki azalma ile birlikte, ağrı şiddeti genellikle ikinci veya üçüncü günün sonunda hafiflemeye başlamaktadır (Lopez-Liria vd., 2021).

Ağrı genellikle kolik tarzda olup alt karın bölgesinin orta hattında hissedilir, ancak donuk bir ağrı olarak da tanımlanabilir ve her iki alt kadrana, bel bölgesine veya uyluklara yayılabilir (Burnett vd., 2005; Durand vd., 2021; Jaleel vd., 2022; Krithika vd., 2024). Adet sırasında, duygu durum değişiklikleri, yorgunluk, baş ağrısı, bulantı, kusma, baş dönmesi ve ödem gibi semptomlar da dismenore ile birlikte sıkça bildirilmiştir (Allen & Lam, 2012; Doty & Attaran, 2006; Guimaraes & Pova, 2020; Gutman vd., 2022; Harel, 2008a; Iacovides vd., 2015; Osayande & Mehulic, 2014). Bu semptomlar prostaglandin salınımına bağlanmıştır (Bernardi vd., 2017; De Sanctis vd., 2015; Hillen vd., 1999; Kim, 2019; Krithika vd., 2024).

Primer dismenorenin altında yatan mekanizmaların, artmış prostaglandin üretimi ve salınımının neden olduğu vazokonstriksiyon ve hiperkontraktilite ya da vazopressin reseptörlerinin aktivasyonu ile ortaya çıkan yüksek intrauterin basınç sonucu gelişen iskemi ve ağrı olduğu bildirilmiştir (Ozbay & Semiz, 2024; Royo & Alcazar, 2008). Prostaglandinler, rahim astarında bulunan ve kramplara ile ağrıya neden olan kimyasal maddelerdir (Krithika vd., 2024; Omidvar vd., 2016). Aşırı prostaglandin üretimi kasılmalarının artmasına yol açtığı, bunun sonucunda rahime giden kan akışının azalmasına ve yetersiz oksijen teminine neden olduğu, uterus kas iskemisi, hipoksi ve ardından ağrı ile sonuçlanan uterus hiperkontraktilitesine yol açmaktadır (Abdelrahman vd., 2024; Bernardi vd., 2017; Guimaraes & Póvoa, 2020; Krithika vd., 2024; Omidvar vd., 2016; Zahradnik vd., 2010).

Tablo 2. *Primer Dismenorenin Klasik Semptomları (E. Ferries-Rowe vd., 2020).*

-
- Adet ağrısı, genellikle menarştan sonra birkaç ay içinde veya adet döngüsünün ilk 2 yılı içinde ortaya çıkar.
 - Ağrı, adet başlamasından hemen önce veya adet kanamasının başlangıcında başlar.
 - Ağrı alt karın bölgesindedir ve sırta, iç uyluklara veya her ikisine de yayılabilir.
 - Ağrı alt karın bölgesindedir ve sırta, iç uyluklara veya her ikisine de yayılabilir.
 - Ağrı epizodik ve kramp tarzındadır.
 - Ağrı, kramp tarzında olup adet döngüsünden bir diğerine benzer özellikler taşır.
 - Ek semptomlar: mide bulantısı ve kusma, yorgunluk, baş ağrısı, baş dönmesi ve uyku bozuklukları görülmektedir
-

Primer dismenorenin patogenezinin ilişkin en yaygın kabul gören teori, uterus prostaglandinlerinin aşırı üretimine dayanmaktadır (Abdelrahman vd., 2024; Bernardi vd.,

2017; Kim, 2019; Zahradnik vd., 2010). Prostaglandinlerin, ağrı, enflamasyon, vücut ısı ve uyku düzenlemesi gibi çeşitli fizyolojik ve patolojik süreçler üzerinde geniş bir biyolojik etkiye sahip olduğu gösterilmiştir (Iacovides vd., 2015).

Patofizyoloji.

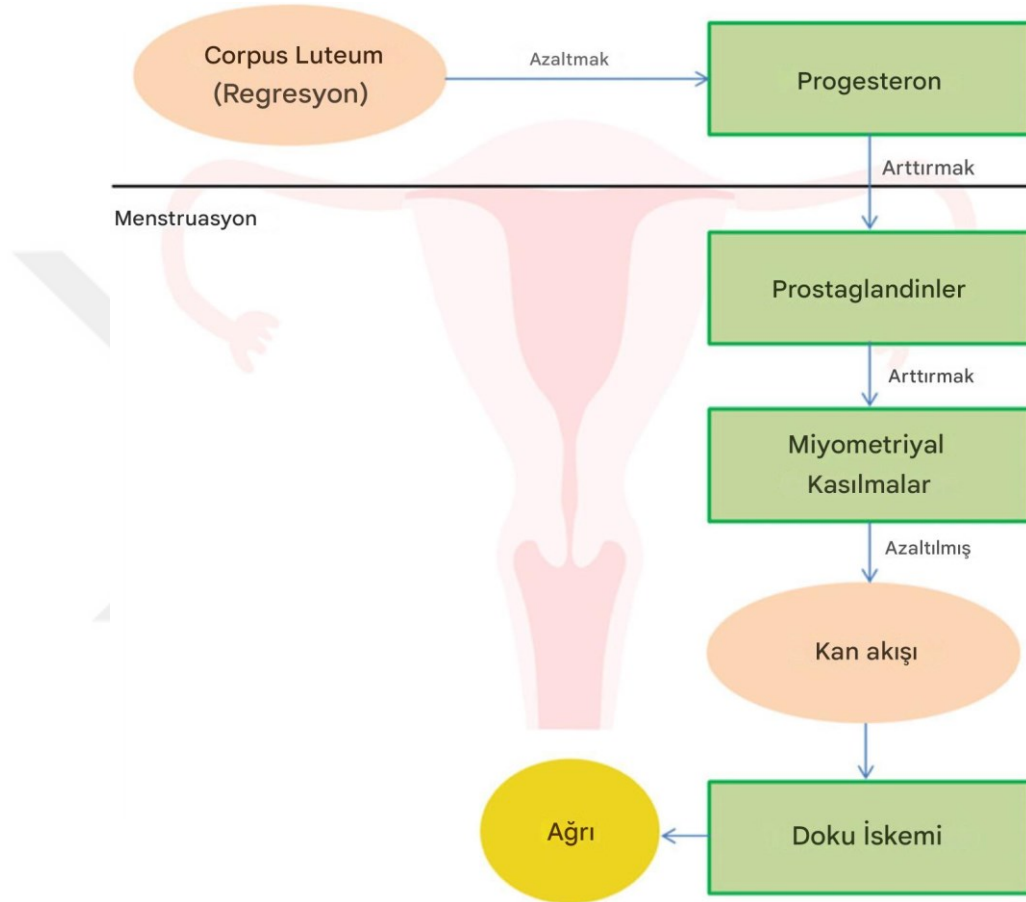
Adet döngüsü, hipotalamik-hipofiz-yumurtalık ekseninde işleyen bir negatif geri bildirim mekanizmasıyla düzenlenmektedir. Bu süreçte, östrojen ve progesteron hormonları uterin endometriyumun düzenlenmesinde kritik rol oynamaktadır. Östrojenin etkisiyle endometriyum önce kalınlaşır, ardından progesteronun etkisiyle bu kalınlaşma sürdürülür ve döngü sonunda hormonal değişikliklerin etkisiyle endometriyal deskuamasyon (dökülme) gerçekleşir (Huang vd., 2022). Yüksek östrojen seviyeleri, progesteron üretiminin tetiklenmesine yol açar ve östrojen seviyelerinin düşüşü, çekilme kanamasına neden olan süreçlerin başlamasına zemin hazırlar. Progesteron düzeyleri, yumurtlamanın ardından luteal fazın ortasında zirveye ulaşır ve ardından hızla düşüş gösterir. Bu progesteron düşüşü, lizozomal enzimlerin aktivasyonu ve prostaglandin üretiminin başlatılmasıyla ilişkilidir, bu da uterin kasılmalar ve adet başlmasına yol açmaktadır (Goss, 2023).

Prostaglandinler, siklooksijenaz (COX) yoluyla araşidonik asit kaskadı üzerinden sentezlenir. Araşidonik asit sentezi, progesteron düzeyleri tarafından düzenlenen lizozomal enzim fosfolipaz A2'nin aktivasyonu ile başlamaktadır. Progesteron seviyeleri, luteal fazın ortasında zirve yapar ancak gebelik oluşmazsa, korpus luteumun dejenerasyonu sonucu dolaşımdaki progesteron düzeylerinde belirgin bir düşüş gözlemlenir. Bu progesteron düşüşü, endometriyal deskuamasyon (dökülme), adet kanaması ve araşidonik asit oluşumu için gerekli olan lizozomal enzimlerin salınımını tetiklemektedir. Bu enzimlerin etkisiyle prostaglandin üretimi başlamaktadır (Barcikowska vd., 2020; Itani vd., 2022). Dismenorenin patofizyolojisi tam anlamıyla aydınlatılmamış olsa da mevcut literatür, endometriyal dökülme sırasında uterus içinde artan prostaglandin F2 α (PGF2 α) ve prostaglandin E2 (PGE2) salınımının bu durumun patogenezinde merkezi bir rol oynadığını göstermektedir (Pickles, 1979). Bu prostaglandinler, miyometriyal kasılmaları ve vazokonstriksiyonu artırarak uterin iskemiye tetiklemektedir. Uterin iskemiye takip eden anaerobik metabolit birikimi, ağrıya duyarlı liflerin aşırı uyarılmasına yol açar, bu da pelvik ağrı ve dismenore semptomlarının şiddetlenmesine neden olmaktadır (Itani vd., 2022; Kim, 2019).

Düzenli adet döngüsüne sahip kadınlarda, geç luteal fazda endometriyal prostaglandin seviyelerinin arttığı gözlemlenmiştir. Luteal fazda prostaglandin konsantrasyonlarını inceleyen endometriyal biyopsiler ve adet sıvısı analizlerine dayanan çalışmalar, dismenoreye sahip kadınların ömenoreik kadınlara kıyasla belirgin şekilde daha yüksek prostaglandin seviyelerine

sahip olduklarını göstermektedir. Bu bulgular, adet kramplarının, ağrı şiddetinin ve diğer ilişkili semptomların, endometriyumda daha yüksek prostaglandin F2 α (PGF2 α) ve prostaglandin E2 (PGE2) konsantrasyonları ile doğrudan bağlantılı olduğunu ortaya koymaktadır (Barcikowska vd., 2020; Dawood, 2006). Progesteron, endometriyumda prostaglandinlerin, özellikle 17- α etinilestradiol, prostaglandin E2 (PGE2) ve prostaglandin F2 α (PGF2 α) düzeylerinin artmasında önemli bir rol oynamaktadır (Goss, 2023).

Şekil 5. Dismenorenin Fizyolojisi (Kanchibhotla vd., 2023)



Miyometrial kasılmalar, vazokonstriksiyon, uterus iskemisi ve ağrı duyarlılığı, prostaglandin salınımının doğrudan sonuçlarıdır. Ayrıca, stresin sempatik sinir sistemi üzerindeki etkisiyle parasempatik yolların baskılanması, ağrı algısını daha da şiddetlendirir. Artan prostaglandin seviyeleri, baş ağrısı, bulantı, şişkinlik ve gastrointestinal semptomlar gibi sistemik etkilerin ortaya çıkmasına yol açabilir. Adet ağrısının bir diğer önemli etiyolojik faktörü, inflamasyonun varlığıdır. İnflamasyon, lökotrienler, araşidonik asit, omega-6 yağ asitleri ve vazopressin salınımı ile ilişkilidir (Goss, 2023; Itani vd., 2022). Son otuz yılda elde edilen bilimsel veriler, primer dismenorede anormal ve artmış prostanooidlerin, ve muhtemelen eikosanooidlerin salgılandığını, bunun da uterin kasılmaların anormalleşmesine neden olduğunu ortaya koymuştur. Bu anormal kasılmalar, uterin kan akışını azaltarak hipoksiye yol açmakta ve bu da ağrı duyarlılığını artırmaktadır (Dawood, 2006).

Sekonder Dismenore

Sekonder dismenore, menarştan sonra herhangi bir dönemde başlayabilir ve genellikle 30'lu veya 40'lı yaşlarındaki kadınlarda yeni bir semptom olarak ortaya çıkmaktadır (Proctor & Farquhar, 2006). Menstrüasyonun başlamasından 1-2 hafta önce başlayan ve menstrüasyonun başlamasının ardından azalan kronik pelvik veya alt karın ağrısı, genellikle endometriozis gibi altta yatan organik patolojilerle ilişkilidir. Ağrının başlangıç zamanı, lokalizasyonu, süresi ve karakteristik özellikleri, aynı zamanda ağrıyı artıran veya azaltan faktörler, primer ve sekonder dismenoreyi ayırt etmekte önemli bir rol oynamaktadır (Deligeoroglou & Tsimaris, 2010; Kannan vd., 2015; Proctor & Farquhar, 2006).

Sekonder dismenore, tüm dismenore vakalarının yaklaşık %10'unu oluşturmakta olup en yaygın nedeni, endometriyal dokunun uterus dışında yer almasıyla tanımlanan endometriozistir (Moshfeghinia vd., 2024). Steroid olmayan antiinflamatuvar ilaçlar veya hormonal tedavilere yeterli yanıt vermeyen dismenoresi olan ergenlerin yaklaşık üçte ikisinde endometriozis varlığı söz konusu olabilir. Bu bağlamda, özellikle standart tedavi yöntemlerine yanıt vermeyen, kalıcı ve klinik olarak belirgin dismenore semptomları gösteren hastalarda endometriozis olasılığı dikkate alınmalıdır. Sekonder dismenorenin diğer olası nedenleri arasında miyomlar, ovariyal kistler, kızlık zarı tıkanıklığı ve müllerian anomaliler gibi üreme sistemi ile ilişkili patolojiler yer almaktadır. Kronik pelvik ağrı, her ne kadar klinik olarak dismenoreye benzer semptomlar gösterse de dismenoreden farklı olarak ayrı bir tanı kategorisi olarak değerlendirilir. Dismenore, adet döngüsü ile doğrudan ilişkilidir, oysa kronik pelvik ağrı, en az 6 ay boyunca süren ve zamanlaması siklik, asiklik, aralıklı veya sürekli olabilen pelvik bölgedeki ağrıyı tanımlamaktadır (Gutman vd., 2022).

Sekonder dismenore, çeşitli jinekolojik patolojilerle ilişkilendirilebileceğinden, klinik tablosu önemli ölçüde değişkenlik gösterebilir. Bu durum genellikle kronik pelvik ağrı, siklus ortası ağrı, dispareni ve metroraji gibi semptomlarla ilişkilidir. Ergenlerde, endometriozis, genellikle yalnızca siklik veya asiklik ağrı ile sınırlı olmayıp, her iki tür ağrının da birlikte görüldüğü bir tabloya yol açabilmektedir (Harel, 2008b). Anatomik veya makroskopik pelvik patolojilerden kaynaklanan adet ağrısı olarak tanımlanan sekonder dismenore, sıklıkla endometriozis, adenomiyozis, miyomlar gibi jinekolojik rahatsızlıklar veya pelvik üreme organlarının konjenital anomalileri ile ilişkilidir (Durand vd., 2021).

Endometriozis, genetik yatkınlık gösteren bir hastalık olarak tanımlanmaktadır ve birinci derece akrabalarında endometriozis öyküsü bulunan bireylerde, genel popülasyona kıyasla 5 ila 10 kat daha yüksek bir insidans rapor edilmiştir. Monozigotik ikizler üzerinde yapılan araştırmalar, endometriozis ile %75 oranında bir konkordans (uyum) bulunduğunu

ortaya koymaktadır. Kalıtımın poligenik ve çok faktörlü bir yapıya sahip olduğu, bu durumun büyük olasılıkla çevresel faktörlerle etkileşim sonucunda şekillendiği düşünülmektedir. Ayrıca, kanama bozukluklarının endometriozis, over kistleri ve miyom gelişimi riskini artırdığına dair bilimsel bulgular bulunmaktadır (Harel, 2008b; Simpson vd., 2003).

Endometriozis.

Endometriozis, endometrial dokunun uterus boşluğu dışında yer almasıyla karakterize edilen kronik ve ilerleyici bir inflamatuvar hastalıktır (Dai vd., 2024; Schwartz vd., 2017). Bu hastalık, uterus dışında endometriuma benzer dokuların varlığı ile tanımlanmakta olup, üç farklı histolojik alt tipi bulunmaktadır: peritoneal yüzeysel endometriozis, endometrioma ve derin infiltratif endometriozis. Endometriozisin klinik belirtileri arasında dismenore, disparöni, diskazi, dizüri, ağrılı rektal kanama, hematüri, döngüsel yara şişmesi, kronik pelvik ağrı, yorgunluk ve infertilite yer almaktadır. Dismenore, endometriozisin en yaygın semptomu olarak öne çıkarken, endometrioma hastalığının en sık karşılaşılan klinik bulgusu olarak tanımlanmaktadır (Chapron vd., 2019; Choi vd., 2024; Hewitt, 2020).

Endometriozis, adolesanlar ve genç yetişkinlerde sekonder dismenorenin en yaygın etiyolojik nedeni olup, uterus dışında yer alan endometrial bezler ve stroma varlığı ile karakterize edilmektedir. Genellikle pelviste, özellikle overlerde yerleşim gösteren endometriozis, pelvik periton, uterosakral ligamentler, rektosigmoid kolon gibi diğer pelvik bölgelerde de bulunabilir. Nadir olarak, göbek, cerrahi skarlar, mesane ve akciğerler gibi vücut dışı alanlarda da endometrial doku izleri görülebilir. Bununla birlikte, premenarşal kızlarda gözlemlenen endometriozis vakaları, farklı etiyolojik mekanizmaların varlığına işaret etmektedir. Bu bağlamda, anormal yerleşimlerdeki endometriyal hücrelerin yetersiz hücre aracılı bağışıklık nedeniyle ortadan kaldırılamaması, Meyer'in metaplazi teorisi ve Halban'ın hematolojik ile lenfatik yayılım teorisi gibi alternatif patofizyolojik açıklamalar gündeme gelmektedir. Ayrıca, endometriozisin patofizyolojisinde anormal hormonal aktivitenin, büyüme faktörlerinin ve inflamatuvar mediatörlerin kritik bir rol oynadığı yaygın olarak kabul edilmektedir (Gazvani & Templeton, 2002; Harel, 2008b).

Endometriozisten kaynaklanan ağrının şiddeti, lezyonların yerleşim yeri, invazyon derinliği ve dokudaki gerilme veya skarlaşma gibi çeşitli faktörle ilişkilidir. Özellikle derin infiltratif lezyonlara sahip bireylerde, hastalığın daha aktif bir seyir izlediği ve ağrının daha şiddetli olma olasılığının yüksek olduğu belirtilmektedir. Ancak, semptomların varlığı her zaman endometriozisin yaygınlığı veya ilerleme derecesiyle doğrudan bir korelasyon göstermemektedir (Fedele vd., 1990).

Dismenore Tedavisinde Egzersizin Rolü

Primer dismenorenin kesin etiyolojisi tam olarak anlaşılmamış olsa da prostaglandinlerin bu süreçte merkezi bir rol oynadığı ve semptomların büyük bir kısmının prostaglandin aktivitesi ile açıklanabileceği gösterilmiştir (Bernardi vd., 2017; Fathy vd., 2022; Kim, 2019; Zahradnik vd., 2010). Dismenore belirtilerini hafifletmek için kullanılan non-farmakolojik yöntemler arasında fizyoterapi (germe, kas gevşetme ve egzersiz), transkutanöz elektriksel sinir uyarımı (TENS), akupunktur ve ısı terapisi gibi uygulamalar yer almaktadır (Gutman vd., 2022). Primer dismenore, bu tür farmakolojik olmayan tedavilerin yanı sıra non-steroidal anti-inflamatuar ilaçlar gibi farmakolojik tedavilerle de yönetilebilir. Ayrıca, bitkisel ilaçlar ve düzenli egzersiz de bu rahatsızlığın semptomlarını hafifletmede yardımcı olabilmektedir (Ghandour vd., 2024; Thakur & Pathania, 2022). Egzersiz, özellikle kısa süreli (1-3 adet döngüsü) uygulamalarda, potansiyel olarak en etkili nonfarmakolojik müdahalelerden biri olarak değerlendirilmektedir (Li vd., 2024).

Fiziksel aktivite ve egzersiz, dismenorenin yönetiminde etkili ve güvenli nonfarmakolojik müdahaleler olarak kabul edilmektedir (Armour vd., 2019; Elbandrawy & Elhakk, 2021; Gopal vd., 2024; Jahromi vd., 2008). Fiziksel aktivite, beta-endorfinlerin salgılanmasını tetikleyerek, doğal ağrı kesiciler gibi işlev görür ve bu mekanizma, özellikle primer dismenore ile ilişkilendirilen adet ağrısını hafifletmeye yardımcı olabilmektedir (Krithika vd., 2024). Adet ağrısının temel patofizyolojisi, sempatik sinir sistemi aracılığıyla artan uterus kasılmalarına dayanmaktadır. Stres, sempatik sinir sistemini uyarak uterus kasılmalarını şiddetlendirebilir ve ağrıyı kötüleştirebilir. Bununla birlikte, egzersiz, sempatik tonusu azaltma ve stresi hafifletme yoluyla, uterin kasılmaların şiddetini ve buna bağlı olarak dismenore semptomlarını hafifletebilir (Abdelrahman vd., 2024; Dehnavi vd., 2018).

Egzersizin endorfin salgılanmasını artırma (Saaniyoki vd., 2018) ve inflamasyonu azaltma (Gleeson vd., 2011) potansiyeli, primer dismenorenin yönetiminde etkinliğini inceleyen birçok çalışmanın temelini oluşturmuştur (Chen & Hu, 2019; Tsai vd., 2024). Farklı egzersiz programlarının uygulanması sonucunda, kan dolaşımının artışı, hormonal denge sağlanması ve endorfin seviyelerindeki yükselme gibi fizyolojik değişiklikler gözlemlenmiştir. Bu etkiler, dismenore hastalarında ağrı eşiğinin yükselmesine katkı sağlamaktadır (Gopal vd., 2024; Stoddard vd., 2007). Yapılan araştırmalar, fiziksel egzersizin stres, ağrı ve prostaglandin seviyelerini etkili bir şekilde azaltabileceğini; bu mekanizma aracılığıyla ağrı semptomlarını hafifletirken, psikolojik sağlığı ve genel yaşam kalitesini iyileştirebileceğini ortaya koymaktadır (Abdelrahman vd., 2024; Josefsson vd., 2014).

Fiziksel aktivite stresi azaltma, antinositif özellikler gösterme ve prostaglandin F2 α düzeylerini düşürme (primer dismenore ile en güçlü ilişkiye sahip prostaglandin alt tipi) gibi etkilerle dismenore semptomlarını hafifletebilmektedir (Iacovides vd., 2015; Matthewman vd., 2018). Düzenli fiziksel aktivitenin, primer dismenore yaşayan kadınlarda menstrüel ağrının hem şiddetini hem de süresini azaltmada etkili olduğuna dair bilimsel bulgular bulunmaktadır (Armour vd., 2019; Baval vd., 2018). Egzersizin, fiziksel aktivitede bulunmayan bireylere kıyasla adet ağrısının yoğunluğunu önemli ölçüde azaltabileceği belirtilmiştir. Bu konuda gerçekleştirilen çalışmalar, ağrı skorlarında anlamlı düzeyde düşüşler sağlandığını ortaya koymaktadır (Armour vd., 2019). Fiziksel olarak daha aktif olan kadınlar, dismenore semptomlarının daha az şiddetli olduğunu bildirmektedir (Baval vd., 2018). Egzersizin dismenore üzerindeki etkisini açıklayan birkaç önerilen mekanizma bulunmaktadır: Artan endorfin üretimi, ağrı eşiğini yükseltebilir (Jusuf vd., 2024), pelvik kan akışının iyileştirilmesi, prostaglandin birikimini azaltabilir (Josefsson vd., 2014), sempatik sinir sistemi aktivitesinin ve stres seviyelerinin azalması, ağrı ve kasılmaları hafifletebilir (Fathy vd., 2022), ayrıca, obezite ile ilişkili daha yüksek dismenore oranları göz önüne alındığında, vücut yağ oranının azalması, semptomları iyileştirebilir (Baval vd., 2018).

Fiziksel egzersizin primer dismenore tedavisinde kullanımı, ilk olarak 1914 yılında Mosler tarafından, egzersizin uterustaki kan akışını artırarak adet ağrısını hafiflettiği yönündeki hipotezle gündeme getirilmiştir. Daha yakın dönemde yapılan çalışmalar ise fiziksel egzersizin stresi, ağrıyı ve prostaglandin seviyelerini azaltma konusundaki etkinliğini desteklemektedir (Josefsson vd., 2014). Bu nedenle, fiziksel egzersizin bir tedavi yöntemi olarak kullanılması, yalnızca ağrı semptomlarını ve ruh sağlığını iyileştirmekle kalmayıp, aynı zamanda yaşam kalitesini de artırdığı gösterilmiştir (Carroquino-Garcia vd., 2019). Son 20-30 yılda, düzenli egzersiz ve fiziksel aktiviteler, dismenorenin önlenmesi ve tedavisinde etkili birer yöntem olarak kabul görmüştür. Egzersizin, üreme çağındaki kadınlarda kan dolaşımındaki steroid hormon düzeylerini etkilediği ve endorfin seviyelerini artırarak ağrı eşiğini yükselttiği bilinmektedir. Stres, sempatik sistemin aktivitesini artırarak rahim kasılmalarını tetikleyebilir ve bu da adet öncesi sendromu (PMS) semptomlarının şiddetlenmesine yol açabilir. Egzersiz, sempatik sistemin aktivitesini azaltarak dismenore semptomlarının hafiflemesine katkıda bulunabilmektedir (Fathy vd., 2022). Fiziksel egzersizlerin, kandaki endorfin ve endokannabinoid seviyelerini artırdığı bilimsel olarak ortaya konulmuştur (Santos & Galdino, 2018). Kısa süreli egzersiz kortizol üretimini azaltır ve spesifik olmayan bir analjezik etkiye sahiptir (Kovács vd., 2024).

Egzersiz, genellikle koşu, yüzme, bisiklete binme ya da direnç antrenmanı gibi yüksek yoğunluklu aerobik aktiviteler olarak tanımlanır ancak yoga, tai chi, pilates ve esneme gibi daha düşük yoğunluklu egzersiz türleri, geleneksel yüksek yoğunluklu egzersiz biçimlerine etkili alternatifler olarak giderek daha fazla ilgi çekmektedir. Düşük yoğunluklu egzersizlerin, zaman zaman daha zararlı etkiler gösterebilen yüksek yoğunluklu egzersizlere kıyasla, daha güvenli ve faydalı bir alternatif sunduğu değerlendirilmektedir (Armour vd., 2019). Yoga ve esneme gibi daha hafif egzersiz formlarının, sempatik sinir aktivitesini düzenleyebileceği ve kortizol seviyelerini azaltabileceği düşünülmektedir. Sonuç olarak, prostaglandin sentezinin azalması, uterus kasılmalarının hafiflemesine ve buna bağlı olarak adet ağrısı ile rahatsızlık düzeylerinde iyileşme sağlanmasına neden olmaktadır (Armour vd., 2019; Yosri vd., 2022). Adet ağrısı, prostaglandin sentezi ile tetiklenen uterus kasılmalarından kaynaklanmaktadır. Bu kasılmalar, uterin kan akışını bozarak ağrıya yol açan iskemik duruma neden olabilmektedir. Anormal mekanik faktörler ise pelvik torsiyonla ilişkilendirilmekte olup, pelvik eğim, zayıf karın kasları, spesifik duruş bozuklukları, artmış lomber lordoz ve pelvik taban kas spazmı şeklinde kendini göstermektedir. Bu tür mekanik anormallikler, artan mekanik basıncın anormal uterus kasılmalarına neden olması yoluyla pelvik ağrıyı şiddetlendirebilir (Yosri vd., 2022). Fizyoterapi, dismenore tedavisinde farklı yaklaşımlar ile ele alınmış ve genellikle olumlu sonuçlar vermiştir. 2015 yılında yapılan bir çalışmada, esneme, Kegel egzersizleri, koşu ve gevşeme egzersizlerini içeren bir fizyoterapi programının, üç adet döngüsü sonrasında hastaların semptomlarını anlamlı ölçüde azalttığı tespit edilmiştir. Ayrıca, araştırmalar fizyoterapinin farklı bileşenlerinin (örneğin, aktif esneme, aerobik egzersiz ve kas gevşetme teknikleri) dismenore belirtilerini hafifletmede etkili olduğunu göstermektedir. Fizyoterapinin genel sağlık üzerindeki geniş kapsamlı faydaları dikkate alındığında, dismenore tedavisinde fizyoterapi uygulamalarının genellikle olumlu sonuçlar doğurduğu değerlendirilmektedir (Gutman vd., 2022; Lopez-Liria vd., 2021). Fiziksel egzersiz, primer dismenore ile ilişkili ağrıyı hafifletmek amacıyla kullanılan nispeten yeni ve tıbbi olmayan bir müdahale yöntemi olarak değerlendirilmektedir. Gözlem altında veya bireysel olarak uygulanan 8-12 haftalık aerobik, germe ve direnç egzersizlerinin, ağrıyı hafifletmede etkili olduğu tespit edilmiştir. Bu egzersizlerin, endometriyal dokuda hormonal değişikliklere neden olarak primer dismenore semptomlarını azalttığı düşünülmektedir (Jaleel vd., 2022).

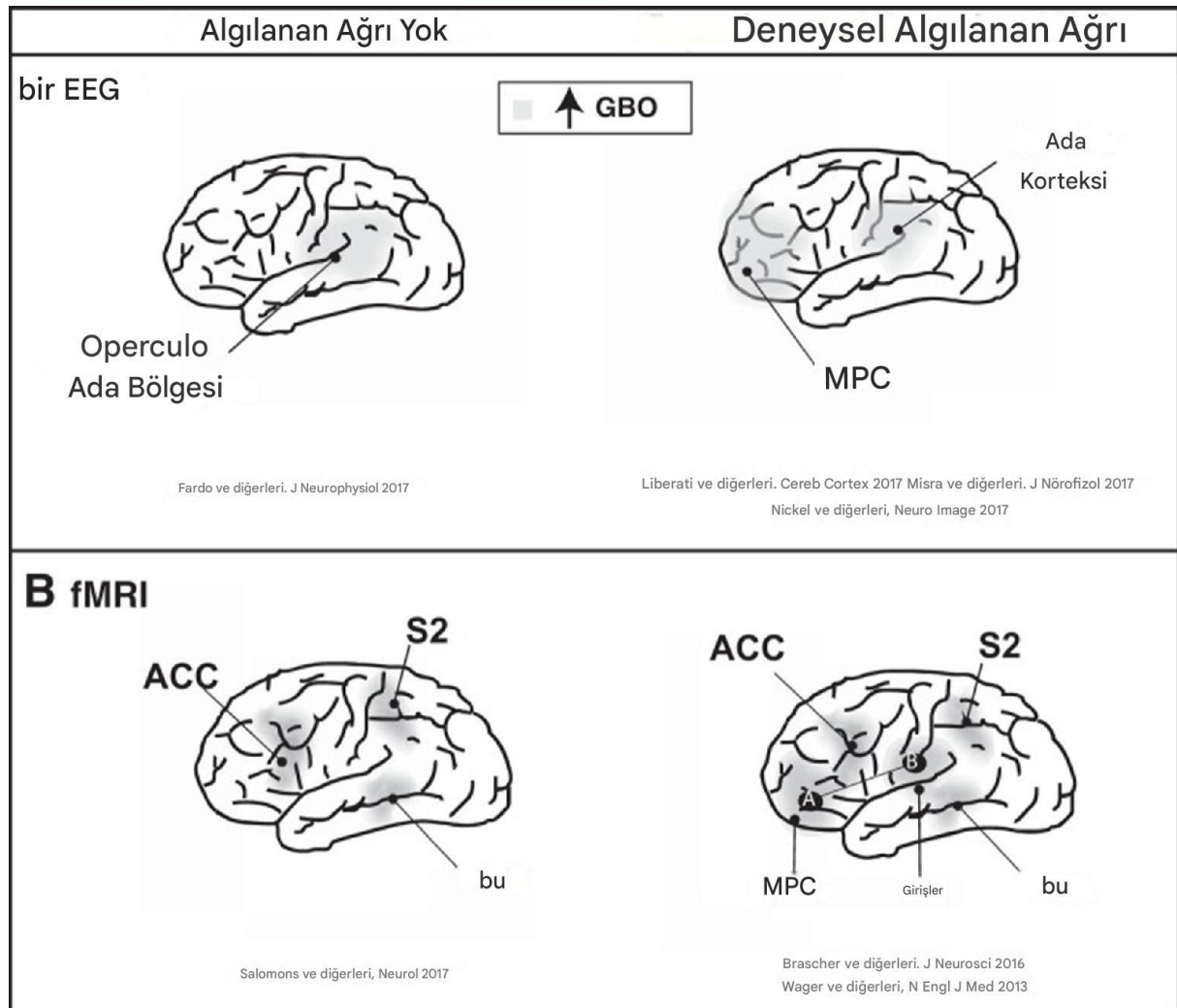
Ağrı ve Beyin

Ağrı, duyuşsal, duygusal ve bilişsel unsurları içeren karmaşık bir deneyimdir (Kenefati vd., 2023). Ağrının algılanması, duyuşsal-ayrıt edici, duygusal-motive edici ve değerlendirme

aşamalarını içeren çok boyutlu bir süreçtir (Sun vd., 2021) ancak, bu süreçle ilgili mekanizmalar tam olarak anlaşılmamıştır (Hu vd., 2021).

Son yıllarda, ağrının beyindeki sinirsel mekanizmalarını anlamak ve bu süreçleri görselleştirebilmek için çeşitli işlevsel nörogörüntüleme teknikleri geliştirilmiştir. İşlevsel manyetik rezonans görüntüleme (fMRI) (Chen, 2001; Martucci vd., 2014), pozitron emisyon tomografisi (PET) (Jääskeläinen vd., 2001), fonksiyonel yakın kızılötesi spektroskopisi (fNIRS) (Benoit vd., 2017; Rojas vd., 2017), elektroensefalografi (EEG) ve manyetoensefalografi (MEG) (Pinheiro vd., 2016; Ploner vd., 2017), beyindeki ağrı algısının anlık olarak incelenebilmesi açısından büyük bir potansiyel taşımaktadır (Hu vd., 2021).

Şekil 6. Farklı Nörogörüntüleme Yöntemleri Kullanılarak Ağrıyla İlişkili ve İlişkili Olmayan Beyin Tepkileri (Archibald vd., 2018)



Farklı nörogörüntüleme yöntemleri kullanılarak ağrıyla ilişkili ve ilişkili olmayan beyin tepkileri şekil 8 de gösterilmektedir. EEG (A) ve fonksiyonel MRI (B). ACC, ön singulat korteks; fMRI, fonksiyonel MRI; GBO, gama bant salınımları; Ins, insula (B); mPC, medial

prefrontal korteks (A); S2, sekonder somatosensoriyel korteks; THA, talamus (Archibald vd., 2018).

fNIRS, beyindeki ağrıyı izlemek ve ağrı tedavilerinin objektif etkinliği için etkili bir araç olarak kullanılabilmektedir (Azar, 2009). Geleneksel ağrı ölçüm araçlarının öznelliği, ağrıyı nesnel olarak izlemek için nörogörüntüleme tekniklerinin geliştirilmesine olan ilgiyi hızlandırmıştır. İnvaziv olmayan nörogörüntüleme teknikleri arasında, fonksiyonel yakın kızılötesi spektroskopisi (fNIRS) dengeli uzaysal ve zamansal çözünürlüğe sahip olmasıyla öne çıkmaktadır. Ayrıca, taşınabilirliği, sessiz çalışma özelliği ve uygun maliyeti ile dikkat çekmektedir. Bu özellikler, fNIRS'in klinik ortamlarda ağrının kortikal mekanizmalarını görüntüleyebilmesini mümkün kılmaktadır. Ayrıca, fNIRS, klinik uygulamalarda objektif ağrı değerlendirmesi için büyük bir potansiyele sahip bir beyin görüntüleme yöntemi olarak değerlendirilmektedir (Hu vd., 2021). Ağrı, beynin prefrontal ve duyu-motor kortekslerini etkileyen ve fNIRS ile ölçülebilen bir olgudur (Öztürk vd., 2021; Sakuma vd., 2014; Peng vd., 2018). Bu teknik, ağrının basit ve erişilebilir bir nesnel ölçümü yapılmasına olanak tanımaktadır. Nörogörüntüleme araştırmaları, nosiseptif uyarıların geniş bir kortikal ağda yanıtlar oluşturduğunu ortaya koymaktadır. Fonksiyonel yakın kızılötesi spektroskopisi (fNIRS), kortikal aktivitenin dolaylı bir göstergesi olan oksihemoglobindeki (HbO) değişimlerin işlevsel değerlendirmesini sağlamaktadır. İşlevsel manyetik rezonans görüntüleme (fMRI) ile kıyaslandığında, fonksiyonel yakın kızılötesi spektroskopisi (fNIRS), taşınabilirliği, nispeten düşük maliyeti ve katılımcılara daha fazla hareket özgürlüğü sunması gibi avantajlara sahiptir (Hall vd., 2021).

Tek bir “ağrı korteksi” yerine dağıtılmış bir kortikal devre ağrı ağrısını düzenlemektedir (Sun vd., 2021). Ağrının, özellikle prefrontal korteksle ilgili olanlar da dahil olmak üzere, ağrı işlemindeki değişiklikler ve bilişsel işlevlerin bozulması nedeniyle beynin yapısında ve işlevinde önemli değişikliklere yol açtığı bulunmuştur (Öztürk vd., 2021). Ağrı, beynin çeşitli bölgelerini ve ağrıyı harekete geçiren karmaşık bir nosiseptif uyarandır. Bu beyin bölgeleri ve ağrı arasında yer alan prefrontal korteks, ağrının algılanması, modülasyonu ve yeniden değerlendirilmesinde, çeşitli inen ve çıkan yollar aracılığıyla kritik bir rol oynamaktadır (Bushnell vd., 2013). Ön prefrontal korteksin, ağrının duyu ve bilişsel işlenmesinde ve kronikleşme sürecinde kritik bir rol oynadığı; ayrıca medial ve lateral bölgelerinin farklı işlevlere sahip olduğu belirtilmiştir (Öztürk vd., 2021). Fonksiyonel NIRS çalışmalarının sistematik bir incelemesi ve meta-analizi, ağrının beynin prefrontal ve duyu-motor kortekslerini etkilediğini ve bu etkilerin fNIRS kullanılarak ölçülebileceğini ortaya koymuştur. Bu çalışmalar, ağrının beyin oksihemoglobin seviyelerinde değişikliklere neden olduğunu

göstermektedir (Hall vd., 2021). Ağrı deneyimiyle ilgili beyin bölgeleri prefrontal korteks (PFK), birincil somatosensoriyel korteks (S1), sekonder somatosensori korteks (S2), anterior singulat korteks (ACC), insula, talamus ve serebellumdur (Bushnell vd., 2013). Çeşitli çalışmalar, beyin kortikal bölgelerinin ağrının algılanması ve kontrolündeki önemini vurgulamakta ve bu süreçte prefrontal korteksin kritik bir alan olduğunu ortaya koymaktadır (Sharini vd., 2019).

Hu vd. (2018)'in yaptıkları çalışmada dişçi koltuğunda klinik ağrıdan önce, ağrı sırasında ve sonrasında diş hassasiyeti olan 12 hastanın hemodinamik yanıtlarında bilateral somatosensori (S1) ve prefrontal kortekslerde anlamlı sonuçlar bulunmuştur. Öztürk vd. (2021)'in yaptıkları çalışma da kronik ağrısı olan diz osteoartritli hastalarda egzersizin prefrontal korteksin fonksiyonel aktivitesine etkisini belirlemeyi amaçlamışlardır. Egzersiz, prefrontal korteks aktivasyonundaki değişikliklerin eşlik ettiği ağrı şiddeti ve ağrıya yönelik olumsuz algının klinik değerlendirmelerinde iyileşmeler sağlamıştır. Lee vd. (2013)'in yaptıkları çalışmada ağrı ve kaşıntı ile ilgili bilgi işleme arasındaki kortikal alanların dinamik aktivasyon modelini karşılaştırmak için NIRS görüntüleme uygulamışlardır. Ağrı stimülasyonu için, NIRS görüntüleri ilk değerlendirmede aktif alanın frontal kortekste hızla değiştiğini ve aktivasyon paterninin her denek arasında büyük ölçüde farklı olduğunu göstermiştir. Bununla birlikte, daha yakından incelendiğinde, prefrontal korteksin merkezi bölgesi ile periferik bölgesi arasında NIRS sinyallerinin zamana bağlı çapraz korelasyonunda istatistiksel olarak bir fark bulunmuştur. Sakuma vd. (2014) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada, diş etine ağrı uyararı uygulandıktan sonra prefrontal korteks aktivasyonunu değerlendirmek amacıyla fonksiyonel yakın kızılötesi spektroskopi (fNIRS) kullanılarak oksijenli hemoglobin (oksi-Hb) seviyeleri ölçülmüştür. Ağrı stimülasyonu, prefrontal korteksin hemen hemen tüm bölgelerinde, özellikle superior frontal girusta, orta frontal girusta ve beyin tarafında superior, orta ve inferior frontal girusun orbital kısmında olmak üzere oks-Hb düzeylerinin düşmesine neden olmuştur. Mohammadi ve Setarehdan (2016)'nın yaptıkları çalışmada akut soğğun neden olduğu ağrının şiddetini değerlendirmek için fNIRS kullanarak sağ elde neden olduğu prefrontal kortekste hemodinamik değişiklikleri ölçmüşlerdir. Sun vd. (2019)'un yaptıkları çalışma da omurilik yaralanması sonrası nöropatik ağrıda rTMS tedavisinin analjezideki artışı ve korteks aktivasyonundaki değişimi araştırmak için prefrontal bölge kullanılmıştır. Xie vd. (2018) tarafından yapılan çalışmada, ağrının empatik süreçlerle ilişkili nöral bağlantılarını belirlemek amacıyla prefrontal bölgeden ölçümler alınmıştır. Wang vd. (2019)'un yaptıkları çalışmada baskın olan kolda akut ağrı tespiti için prefrontal bölge kullanılmıştır. Morikawa vd. (2017) tarafından yapılan çalışmada, kronik boyun ağrılarında miyofasyal tetik noktalara uygulanan iskemik kompresyon sırasında beynin prefrontal bölgesinden ölçümler alınmıştır. Sharini vd.

(2019)'un yaptıkları çalışmada beyin prefrontal korteksinin iki ağrı ve dinlenme modu arasındaki etkili fonksiyonel bağlantıdaki farkı incelemek için prefrontal kortekste fNIRS kullanmışlardır. Han vd. (2018)'in yaptıkları çalışmada, fNIRS kullanarak elektriksel ağrı stimülasyonunun kortikal aktivasyon modelleri serebral hemodinamiğin özellikleri aracılığıyla nörolojik bir bakış açısından ağrıyı nesnel olarak ölçmeye çalışmışlardır. Fonksiyonel yakın kızılötesi spektroskopi (fNIRS), elektriksel ağrı uyarımı sırasında kortikal kan akışı değişikliklerini ölçmektedir. Ağrı ölçümünün seçilen özelliği, oksijenli hemoglobinin konsantrasyon değişikliğidir. İlgili bölge için kortikal aktivasyon paternleri ve zaman serisi analizi, premotor korteks ve primer motor korteksin yanı sıra somatosensoriyel korteksin ağrı algısında yer aldığını göstermektedir. Holper vd. (2014), fonksiyonel yakın kızılötesi spektroskopi (fNIRS) kullanarak, belde mekanik ağrı stimülasyonunun hemodinamik ve oksijenasyon değişiklikleri ile end-tidal karbondioksitin ($PetCO_2$) kısmi basıncı üzerindeki etkilerini araştırmış ve bu süreçte beyin prefrontal bölgesinden ölçümler almıştır.

Fonksiyonel Yakın Kızılötesi Spektroskopi (fNIRS)

Fonksiyonel yakın kızılötesi spektroskopi (fNIRS), hemodinamik kortikal beyin yanıtlarını ölçmek ve nöronal aktivitedeki yerel değişiklikleri dolaylı olarak değerlendirmek için kullanılan gelişmekte olan bir nörogörüntüleme tekniği olarak öne çıkmaktadır (Pereira vd., 2023; Quaresima vd., 2012). Bu teknoloji, oksihemoglobin (HbO) ve deoksihemoglobin (HbR) konsantrasyonlarındaki değişiklikleri analiz etmek için ışık emilimini ölçen bir yöntemdir (Doherty vd., 2023; MacLennan vd., 2024; Pinti vd., 2020; Cai vd., 2022; Hall vd., 2021). Fonksiyonel yakın kızılötesi spektroskopi, optik ışık kullanarak hemoglobin konsantrasyonlarındaki değişiklikleri izleyerek beyin aktivitesinin ölçülmesini sağlayan, taşınabilir, hafif ve çok yönlü bir non-invaziv beyin görüntüleme tekniğidir (Chen vd., 2015; de Roever vd., 2018; Duan vd., 2012; Ferrari & Quaresima, 2012; Flug vd., 1984; Frie vd., 2018; Liu vd., 2021; Mohammadi & Setarehdan, 2016).

Beyin tabanlı biyobelirteçler, ağrı durumlarının tanı ve tedavisinin iyileştirilmesinde önemli bir potansiyele sahiptir. Fonksiyonel yakın kızılötesi spektroskopi (fNIRS), ağrının tespiti için non-invaziv, taşınabilir ve esnek bir nörogörüntüleme yöntemi olarak öne çıkmaktadır (de Roever vd., 2018; Duan vd., 2012; Ferrari & Quaresima, 2012; Mohammadi & Setarehdan, 2016). fNIRS, uyanıklık, sedasyon ve anestezi gibi farklı bilinç düzeylerinde, nosisepsiyonla ilişkili beyin aktivitesini hassas bir şekilde ölçme yeteneği sunmaktadır. Bu teknik, ağrı tedavisinde kullanılan ilaçların ve müdahalelerin analjezik etkilerinin değerlendirilmesinde potansiyel bir araç olarak kullanılabilir. Ayrıca, fNIRS, iletişim

kuramayan bireyler (yenidoğanlar veya sedasyon altındaki hastalar) dahil olmak üzere sağlıklı ve hasta popülasyonlarda güvenle uygulanabilmektedir (Karunakaran vd., 2021).

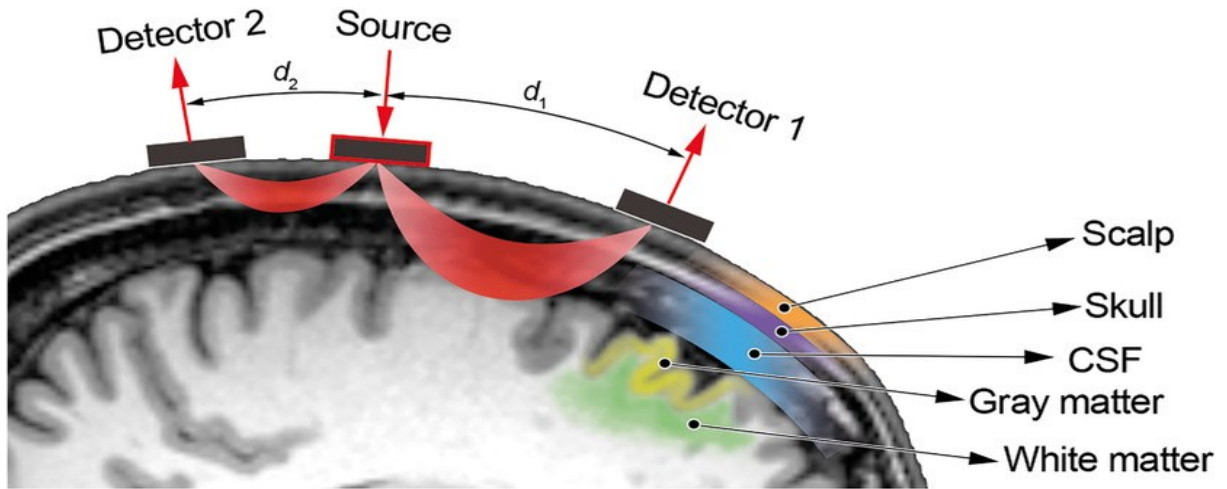
650 ile 1000 nm dalga boyu aralığında (Aasted vd., 2016; de Roever vd., 2018; Ferrari & Quaresima, 2012; Hu vd., 2021), fonksiyonel yakın kızılötesi spektroskopi (fNIRS), bölgesel beyin aktivitesi için oksijenli hemoglobin (oksi-Hb) ve deoksijenli hemoglobin (deoksi-Hb) konsantrasyonundaki değişiklikleri ölçen bir yöntemdir. (Duan vd., 2012; Ferrari & Quaresima, 2012). fNIRS, diğer nörogörüntüleme teknikleriyle karşılaştırılabilir düzeyde uzamsal ve zamansal doğruluk sunarak serebral aktivitenin analizine olanak tanımaktadır (Hu vd., 2021; Klein vd., 2022; Xu vd., 2017). Oksi-Hb ve deoksi-Hb, fNIRS ile farklı yakın kızılötesi ışık dalga boylarından yararlanılarak ayırt edilmektedir. Oksi-Hb genellikle 690-750 nm aralığındaki ışıkla ölçülürken, deoksi-Hb genellikle 830-850 aralığındaki dalga boylarında ölçülmektedir. Bu iki hemoglobin türü ışıkla etkileşime girerek oks-Hb ve deoksi-Hb'deki değişikliklerin ölçülmesini sağlamaktadır. fNIRS optodları (kaynaklar ve detektörler) kafa derisinin üzerine yerleştirildiğinde, bu hemodinamik yanıtların izlenmesi kortikal aktivitenin dolaylı olarak tahmin edilmesini sağlamaktadır (MacLennan vd., 2024). Tipik bir serebral aktivasyon, HbO'da kısa süreli ve küçük bir azalma ile HbR'de bir artış meydana getirir. Bu durum, başlangıç düşüşü olarak adlandırılır ve büyük olasılıkla altta yatan nöronal aktiviteye bağlı olarak bölgesel oksijenasyonun artışıyla ilişkilidir. Bu başlangıç fazını, belirli bir serebral bölgede HbR konsantrasyonunda azalma ile birlikte HbO konsantrasyonunda belirgin bir artış izler ve bu değişim, lokal arteriyel kan akışındaki artışı yansıtmaktadır (Gallagher vd., 2012).

Oksijenli hemoglobin (HbO₂) ve oksijensiz hemoglobin (Hb), yakın kızılötesi (NIR) spektrumunda ışığın en güçlü emicileri arasında yer almaktadır. Bu özellik, kafa bölgesindeki cilt, kemik, dokular ve lipidlerin ışığa karşı geçirgenliği ile birleşerek fNIRS teknolojisinin temel prensiplerini oluşturmaktadır. fNIRS, kafa bölgesindeki dokuların ışığa karşı geçirgenlik özelliğinden faydalanarak, beynin kortikal bölgelerindeki kan akışını izlemek ve NIR ışığının emilimine dayanarak beynin hemodinamik tepkilerini ölçmek amacıyla kullanılmaktadır. fNIRS sisteminin çalışma prensibi, kortekse NIR ışığı göndererek, beyin dokusundan yansıyan zayıflatılmış ışığın detektörler aracılığıyla alınması ve bu ışığın emilim spektrumlarına göre hemodinamik yanıtların kaydedilmesidir (Doherty vd., 2023). 650–950 nm dalga boyundaki NIR ışığı, kafaya yönlendirilerek biyolojik dokunun bu optik penceredeki göreceli geçirgenliği sayesinde beyin dokusuna ulaşır. Bu yöntemle, beyin aktivitesine ilişkin dolaylı ölçümler yapılabilmektedir (Pinti vd., 2020). fNIRS ölçümleri, kafa derisine yakın kızılötesi (NIR) ışık iletilerek gerçekleştirilir. Beyine ulaşmadan önce, NIR ışığı, her biri farklı optik özelliklere sahip birkaç katmandan (kafa derisi, kafatası ve beyin omurilik sıvısı) geçmek zorundadır. NIR

ışığının insan dokusuyla etkileşimi, dokunun farklı katmanlar boyunca anizotropik ve heterojen özellikler sergilemesi nedeniyle oldukça karmaşık bir süreçtir. Bununla birlikte, NIR ışığının emilim ve saçılma yoluyla zayıflatıldığı dikkate alındığında, bu etkileşimler genellikle basitleştirilebilir (Delpy & Cope, 1997; Muñoz vd., 2023; Pinti vd., 2020; Quaresima vd., 2012).

fNIRS kaydı sırasında, 680 ile 1000 nm arasındaki en az iki dalga boyunda yakın kızılötesi ışık, optik fiberler aracılığıyla hastanın başına yönlendirilir. Kullanılan dalga boyları ve dalga boyu sayısı, fNIRS cihazının özelliklerine bağlı olarak değişiklik gösterilmektedir. Dalga boyu sayısının artırılması, HbO ve HbR konsantrasyon değişikliklerinin daha doğru bir şekilde tahmin edilmesine olanak tanımaktadır. HbO, öncelikli olarak 680 nm'ye yakın dalga boyları tarafından, HbR ise 1000 nm'ye yakın dalga boyları tarafından emilir. NIR ışığı, kafa derisi ve kafatası katmanlarını geçerek beyin dokusuna birkaç santimetre derinliğe kadar ulaşır ve genellikle muz şeklinde bir yörünge izler. Işık dedektörleri, kaynağa birkaç santimetre mesafede kafa derisine yerleştirilir. Dedektör, kaynağa ne kadar yakın yerleştirilirse yanıl mekansal çözünürlük o kadar artar; ancak dedektör ile kaynak arasındaki mesafe büyüdükçe, ışığın beyin dokusuna nüfuz etme derinliği de artış gösterir. Bu nedenle, kaynak ile dedektör arasındaki mesafe, yanıl ve derinliksel mekansal çözünürlük arasında uygun bir dengeyi sağlayacak şekilde genellikle 2 ila 5 cm arasında ayarlanır. Tespit edilen ışık miktarı, hedeflenen beyin bölgelerindeki iki dalga boyunun emilim derecesini yansıtır. Bu veri, göreceli HbO ve HbR konsantrasyon değişikliklerini hesaplamak amacıyla Beer-Lambert Yasası'nın modifiye edilmiş bir versiyonu kullanılarak analiz edilir (Gallagher vd., 2012).

Şekil 7. Fonksiyonel Yakın Kızılötesi Spektroskopisinin Doku Yoluyla Işık Yayılımı (Pinti vd., 2020)



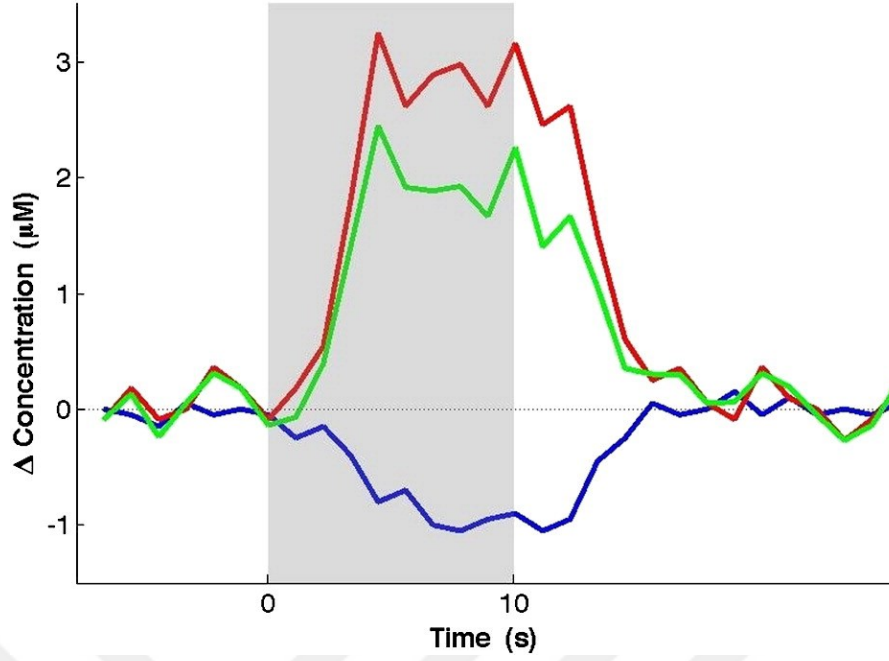
Işık kaynağından dedektöre doğru ilerleyen NIR fotonlarının kafanın farklı katmanlarında izlediği yol, genellikle kırmızı renkle temsil edilen muz şeklinde bir yörünge

oluşturur. Işığın beyin dokusuna nüfuz etme derinliği, kaynak ile dedektör arasındaki mesafe ile orantılıdır (d_1 : derin kanal; d_2 : yüzeysel kanal). Her bir kanal, bir kaynak-dedektör çiftinden oluşur ve bu hattın ortasındaki derinlik, kaynak ile dedektör arasındaki mesafenin yaklaşık yarısına denk gelir (Pinti vd., 2020). Kırmızı renkli muz şeklindeki yörüngeler, dedektörlere ulaşan fotonların tanımladığı hacimleri temsil eder. Diğer fotonlar ise HbO, HbR, su veya diğer biyolojik maddeler tarafından emilmekte, dedektörlerden uzağa dağılmakta, beyin dokusunun derinliklerine ilerlemekte ya da herhangi bir fNIRS dedektörüne ulaşmadan beynin dışına çıkmaktadır (Gallagher vd., 2012).

Fonksiyonel yakın kızılötesi spektroskopisi (fNIRS), beyindeki hemodinamik aktivitenin ölçümünde, fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme (fMRI) ile belirli benzerlikler taşımaktadır (Doherty vd., 2023). Modern fonksiyonel nörogörüntüleme alanında altın standart olarak kabul edilen fMRI ile karşılaştırıldığında, fNIRS'in taşınabilirlik, maliyet etkinliği, yüksek zamansal çözünürlük ve hareket artefaktlarına karşı tolerans gibi avantajları, bilişsel nörobilim ve klinik araştırmalarda öne çıkan bir yöntem olmasını sağlamaktadır (Klein vd., 2022; Pereira vd., 2023; Pinti vd., 2020). Hem fNIRS hem de fMRI, beyindeki kan akışındaki değişiklikleri ölçerken, fNIRS'in taşınabilirliği, oksijenli (HbO) ve oksijensiz hemoglobin (HbR) konsantrasyonlarını tespit etme yeteneği, hareket artefaktlarına karşı daha yüksek toleransı ve fMRI'ya kıyasla daha düşük maliyeti nedeniyle son yıllarda popülerlik kazanmıştır (Doherty vd., 2023; Scarapicchia vd., 2017). Elektroensefalogram (EEG) ile karşılaştırıldığında, fNIRS ve EEG birbirini tamamlayan nörogörüntüleme teknikleri olarak kabul edilmektedir. EEG, beyindeki elektriksel değişiklikleri izlerken, fNIRS kan akışındaki hemodinamik değişiklikleri ölçmektedir (Doherty vd., 2023; Liu vd., 2015). EEG, sınırlı uzamsal çözünürlüğe sahip olmasına rağmen, yüksek zamansal çözünürlüğü sayesinde genellikle zamanla ilgili dinamik değişikliklerin incelenmesinde tercih edilmektedir. Buna karşılık, fNIRS daha iyi uzamsal çözünürlük sunarken, hemodinamik yanıtların daha yavaş olması nedeniyle zamansal çözünürlük açısından EEG'ye kıyasla daha düşük bir performans sergilemektedir (Doherty vd., 2023; Li vd., 2022). Diğer nörogörüntüleme teknikleriyle karşılaştırıldığında, fNIRS, hareket artefaktlarına karşı daha az duyarlı olması ve yüksek taşınabilirlik avantajı sunmasıyla öne çıkmaktadır (Klein vd., 2022; Wolff, 2017).

Sürekli dalga fNIRS'te, her bir kaynak-dedektör kanalındaki optik yoğunluk değişimlerini HbO ve HbR konsantrasyon değişimlerine dönüştürmek için geleneksel olarak değiştirilmiş Beer-Lambert Yasası (mBLL) uygulanmaktadır (Cai vd., 2022).

Şekil 8. *Tipik fNIRS Sinyal Kaydı (Ferrari & Quaresima, 2012).*

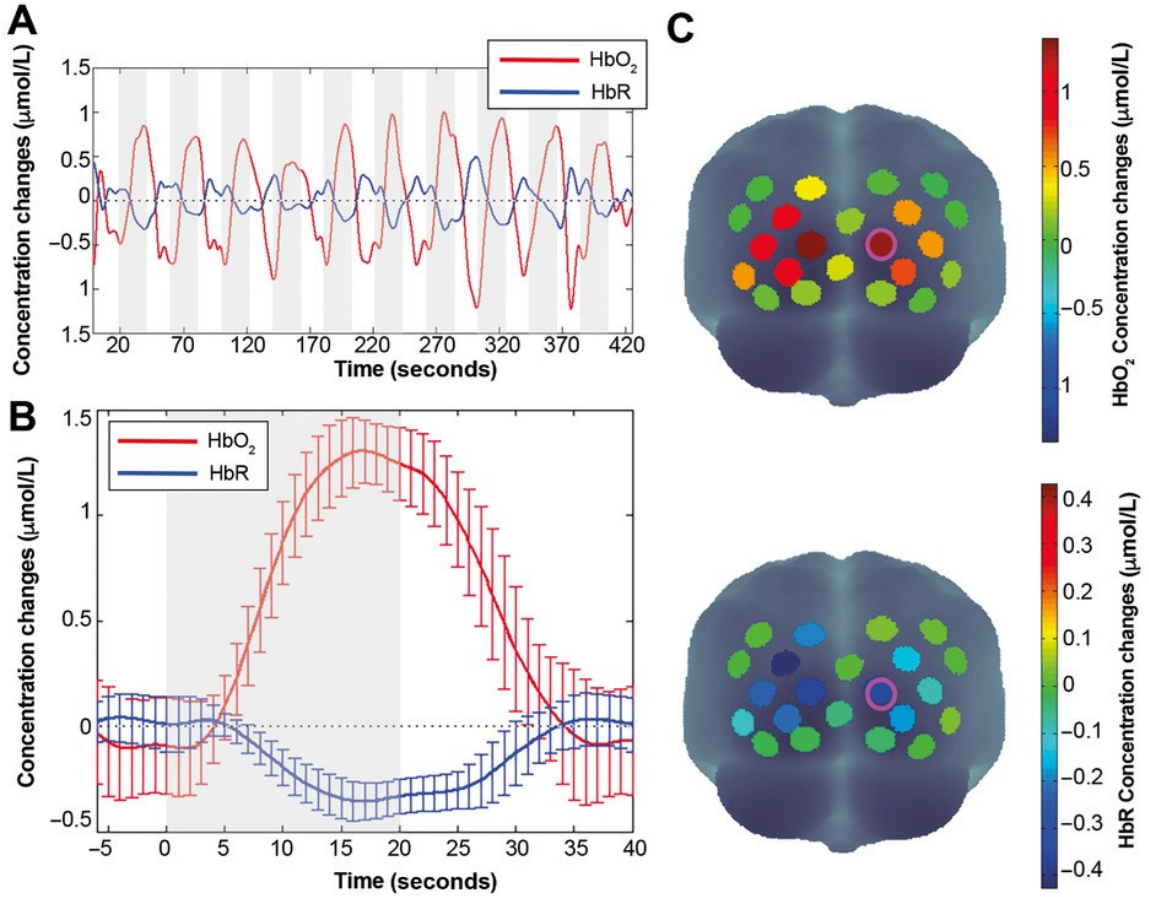


Yeşil çizgiler total-Hb, mavi çizgiler deoksi-Hb, kırmızı çizgiler, oks-Hb, konsantrasyon değişimlerini göstermektedir (Ferrari & Quaresima, 2012).

fNIRS ve hemodinamik yanıt.

Sinirsel aktivite, lokal arteriyollerde vazodilatasyon artışı ile ilişkilidir ve bu durum serebral kan akışında artışa, beyin kan hacminin yükselmesine ve işlevsel hiperemi olarak adlandırılan bir duruma yol açar. Bu süreç, artan nöronal ihtiyaçları karşılamak amacıyla özellikle glikoz ve oksijen gibi besin maddelerinin teminini desteklemektedir. Aktif beyin bölgelerine ulaşan oksijen miktarı, bu bölgelerdeki oksijen tüketim oranını aşar; bu da oksijenli hemoglobin (HbO_2) konsantrasyonunda bir artış ve oksijensiz hemoglobin (HbR) konsantrasyonunda bir azalma ile sonuçlanır (Şekil 9). Bu fenomen, hemodinamik yanıt olarak adlandırılır ve fNIRS ile serebral korteksin çeşitli bölgelerinde ölçülebilmektedir.

Şekil 9. Hemodinamik Yanıt Görseli



fNIRS ve Ağrı

Ağrı, gerçek veya potansiyel doku hasarı ile ilişkilendirilen ve hoş olmayan bir duyuşal ve duygusal deneyim olarak tanımlanmaktadır (Raja vd., 2020). Farmakolojik tedaviler ağrı yönetiminde etkili olsa da bu tür tedaviler bağımlılık, yan etkiler ve diğer olumsuz sonuçlar ile ilişkilendirilmektedir (Rütgen vd., 2018). Buna karşılık, egzersiz gibi farmakolojik olmayan müdahalelerin ağrı üzerinde olumlu etkiler gösterdiği çeşitli çalışmalarda ortaya konulmuştur (Wei vd., 2023).

Geçmişte yapılan çalışmalarda, ağrı değerlendirmesi genellikle anketler ve görsel analog skala (VAS) gibi öznel öz-bildirim yöntemleriyle gerçekleştirilmiştir. Buna karşılık, fonksiyonel yakın kızılötesi spektroskopisi (fNIRS), elektriksel ağrı uyarımı sırasında kortikal kan akışındaki değişiklikleri objektif olarak ölçme imkanı sağlayan bir yöntem olarak öne çıkmaktadır. fNIRS'in ağrı ölçümünde temel parametresi, oksijenli hemoglobin (HbO₂) konsantrasyonundaki değişikliklerdir. Kortikal aktivasyon örüntüleri ve zaman serisi analizleri, premotor korteks, birincil motor korteks ve somatosensoriyel korteksin ağrı algısındaki önemli rollerini ortaya koymaktadır. Bu bulgular, fiziksel ağrı üzerine yapılan fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme (fMRI) çalışmalarıyla tutarlılık göstermektedir. Bu bağlamda, oksijenli

hemoglobinin, ağrıyı nicel olarak ölçmek için potansiyel bir biyobelirteç olarak öne çıkmaktadır (Han vd., 2018).

Ağrı, genellikle periferik sinir liflerinin nosiseptörlere verdiği yanıt olarak tanımlanmakta olup, bu durum çoğunlukla kişisel raporlara ve klinik gözlemlere dayanarak değerlendirilmektedir (Sharini vd., 2019). Ancak, özellikle kritik hastalık durumu olan bireylerde veya ileri düzeyde demans hastalarında sözlü iletişimin mümkün olmaması, ağrının öznel olarak bildirilmesini engellemekte ve değerlendirilmesini zorlaştırmaktadır. Fonksiyonel yakın kızılötesi spektroskopi (fNIRS), ağrılı uyaranlara yanıt olarak kortikal aktivitenin objektif değerlendirilmesinde umut vadeden bir invaziv olmayan teknoloji olarak öne çıkmaktadır (Rojas vd., 2017). Ağrı, genellikle sübjektif bir deneyim olarak kabul edilmekte olup, değerlendirilmesinde altın standart, bireyin kendi bildirimidir (Demir, 2012). Öznel olarak bildirilen ağrı, klinik olarak değerli bilgiler sağlamakta ve çoğu durumda etkili bir değerlendirme aracı olarak kabul edilmektedir; ancak bu yaklaşım bazı hassas hasta gruplarında başarılı olmayabilir (Brown vd., 2011). Özellikle sözlü iletişim kuramayan hastalar için ağrının doğru bir şekilde değerlendirilmesi, biyomedikal sinyallerin ve teşhis yöntemlerinin uygulanmasında önemli bir zorluk oluşturmaktadır. Bununla birlikte, fonksiyonel yakın kızılötesi spektroskopi gibi nörogörüntüleme tekniklerinin, nosisepsiyon ve ağrıya karşılık gelen nöronal fonksiyonları değerlendirmedeki potansiyeli, bu alandaki klinik gelişmeleri umut verici bir şekilde desteklemektedir. Yapılan araştırmalar, fNIRS'in klinik uygulamalarda, özellikle sözlü olmayan hastalar için ağrının fizyolojik temelli teşhisinde önemli bir rol oynayabileceğini göstermektedir (Huang vd., 2018).

Birden fazla frontal kortikal beyin bölgesinin ağrı deneyimi sırasında önemli olduğu ortaya çıkmıştır (Apkarian vd., 2005; Kucyi & Davis, 2017). Yakın Kızılötesi Spektroskopi (NIRS), orta derinliklerde (yüzeysel korteksler) serebral hemodinamik aktiviteyi izlemek için taşınabilir, invazif olmayan ve maliyet etkin bir yöntem olarak öne çıkmaktadır, bu özellikleri onu ağrı araştırmalarında kullanmak için uygun kılmaktadır (Scholkman vd., 2014; Yücel vd., 2015). NIRS, hem oksijenlenmiş (HbO) hem de deoksijenlenmiş hemoglobin (HbR) konsantrasyonlarındaki değişiklikleri ölçerek, beynin aktif bölgelerindeki hemodinamik dalgalanmaları izlemektedir. Bu dalgalanmalar, nöronal aktiviteye bağlı olarak kan akışındaki artış ve buna bağlı vasküler genişleme ile ilişkilidir. Hemoglobin konsantrasyonlarındaki bu değişiklikler, ağrılı uyaranlara karşı beyin yanıtını yansıtarak, ağrının nörofizyolojik süreçlerini anlamada değerli bir biyomarker sunabilmektedir (Yücel vd., 2015).

Ağrının objektif bir şekilde ölçülmesine yönelik çeşitli teknikler geliştirilmiş olsa da son dönemde yapılan nörogörüntüleme çalışmalarında fNIRS, ağrı tespiti konusunda kayda değer

bir potansiyel ortaya koymuştur (Becerra vd., 2009; Peng vd., 2018; Rojas vd., 2019; Sorkpor vd., 2023). Bununla birlikte, insan beynindeki ağrının duyuşal işleme sũreci tam olarak anlaşılabilmiş değildir. Ancak bu alanda yũrũtũlen çalışmalar, ağrıya dair daha derin bir anlayış geliştirilmesine önemli katkılar sağlamaktadır (Lisman, 2015; Sun vd., 2021; Tayeb vd., 2022).



ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

Yöntem

Araştırma Yöntemi

Araştırmada ön test-son test yarı deneysel model kullanılmıştır (Mcmillan & Schumacher, 2006).

Çalışma Grubu

“Changes in prefrontal cortex activation with exercise in knee osteoarthritis patients with chronic pain: An fNIRS study” isimli makale referans alınarak, gruplardaki VAS skoru 2 birimlik (Effect Size: 1,08) düşüşün anlamlı olduğu durumda %80 güçte %95 güven düzeyinde her bir grupta 10, toplamda 20 dismenore olan kadının çalışmaya dahil edilmesi gerektiği, G*Power programıyla hesaplanmıştır.

Araştırmada, egzersizlere düzenli katılımın sağlanabilmesi ve fNIRS cihazında ölçüm öncesinde veya sırasında yaşanabilecek teknik arızalar gibi olası aksaklıkların önlenmesi amacıyla, çalışmanın evreni Erzurum il sınırlarında ikamet eden kadınlardan oluşmaktadır. Ayrıca, projenin bütçe kısıtlamaları ve maliyet planlaması gibi lojistik faktörler göz önünde bulundurularak, katılımcıların ölçümlerin gerçekleştirileceği merkezin bulunduğu Erzurum ilinde ikamet eden bireyler arasından seçilmesi uygun görülmüştür. Bu seçim, araştırmanın uygulanabilirliğini ve verimliliğini artırmak amacıyla yapılmıştır.

Araştırmanın tüm ölçümleri Helsinki Deklarasyonu’nun güncel sürümüne uygun olarak Atatürk Üniversitesi Spor Bilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi Nöropsikoloji Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Bu araştırma için Atatürk Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi Dekanlığı Etik Kurul Başkanlığı’nın 19.07.2023 tarihli E-70400699-000-2300227856 sayılı ve “Etik Kurul Kararı” konulu yazısı ile onay alınmıştır. Ayrıca bu çalışma Atatürk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir (Proje No: TDK-2023-12925).

Katılımcıların dahil etme kriterleri.

- 18 yaşından büyük olmak,
- Araştırmaya katılmaya istekli olmak,
- İletişime açık olmak,

- Düzenli menstrüasyon periyoduna sahip olmak (her 28 ± 7 gün),
- Son 6 aydır menstrüel ağrı için (VAS) skorunun 5 cm'den yüksek olması,
- Fiziksel aktivite anketinde inaktif grubunda yer almak,
- fNIRS ölçümleri için sağ el bileğini baskın kullanmak (Edinburgh El Tercihi Envanteri ile belirlendiği üzere),
- Herhangi bir nörolojik rahatsızlığa sahip olmamak,
- Depresyon, kaygı duygu durumları için ilaç kullanmamış olmak.

Katılımcıların hariç bırakma kriterleri.

- Menstrüel ağrı nedeniyle kadın doğum uzmanı tarafından sekonder dismenoreye neden olan bir patolojiye sahip olduğu belirlenmiş olmak,
 - Hormonal kontraseptifler veya intrauterin araç (RİA) kullanıyor olmak,
 - Gebe olmak veya daha önce gebelik deneyimlemiş olmak,
 - Egzersiz yapmayı engelleyebilecek herhangi bir engel veya sakatlık durumuna sahip olmak,
 - Psikiyatrik bir sorunu bulunmak,
 - Baskın el olarak sol el bileğini kullanmak,
 - Fiziksel aktivite anketine göre orta veya yüksek düzeyde fiziksel aktivite grubunda yer almak,
 - Herhangi bir nörolojik rahatsızlığa sahip olmak,
 - Serebral korteksin uyarılabilirliğini değiştiren ilaçlar alan (sedatif-hipnotikler veya antidepresanlar gibi) kişiler çalışmaya dahil edilmemiştir.
- Dahil edilme ve hariç bırakma kriterlerine ilişkin ek katılımcılar, bir kadın doğum uzmanı tarafından gözden geçirilmiş ve doğrulanmıştır.

Körleme.

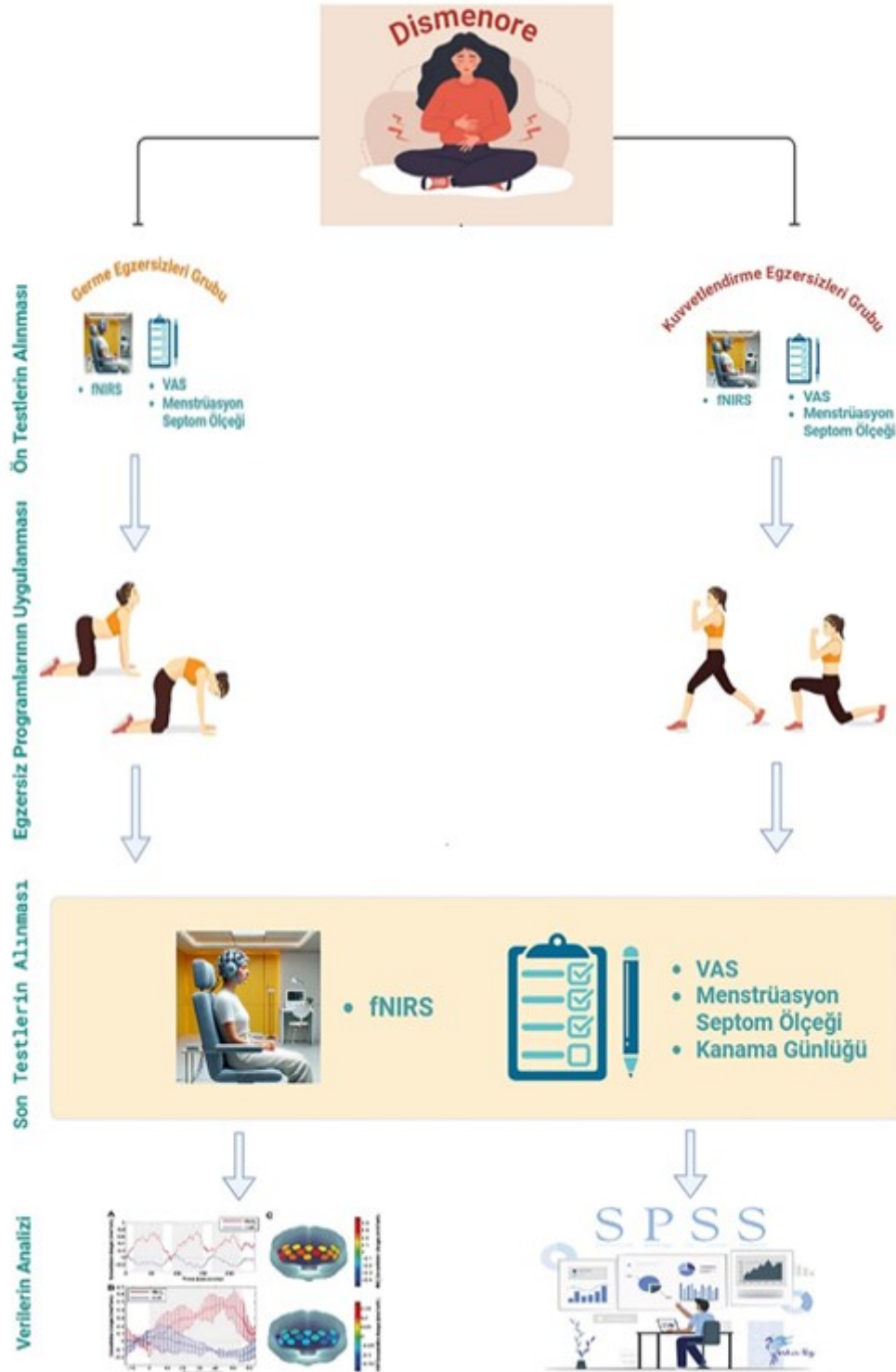
Çalışmanın verileri toplandıktan sonra, deney grupları egzersiz 1 (E1) ve egzersiz 2 (E2) olarak kodlanarak) verilerden bağımsız bir araştırmacı tarafından bilgisayar ortamına aktarılmıştır. Ardından, elde edilen veriler, araştırmadan bağımsız iki istatistikçi tarafından analiz edilmiş ve bulgular, objektif ve güvenilir bir şekilde raporlanmıştır. Bu yaklaşım, araştırma sürecinin tarafsızlığını ve doğruluğunu sağlamak amacıyla benimsenmiştir.

Randomizasyon.

Çalışmaya dahil edilme kriterlerini karşılayan 20 kadın, araştırmadan bağımsız bir istatistikçi tarafından, seçim yanlılığını ortadan kaldırmak amacıyla blok randomizasyon

yöntemi ile egzersiz 1 ve egzersiz 2 gruplarına rastgele atanmıştır. Bloklara her bir numara verilmiş ve atama işlemleri, <https://www.randomizer.org/> adresinden yararlanılarak gerçekleştirilmiştir (Kanik vd., 2011).

Şekil 10. Çalışmanın Grafiksel Özeti



Veri Toplama Araçları

Veri toplama araçları olarak “Kişisel Bilgi Formu”, “Edinburgh El Tercihi Anketi” “Görsel Analog Skala”, “Menstrüasyon Semptom Ölçeği” ve “fNIRS” ölçümlerinden yararlanılmıştır.

Kişisel bilgi formu.

Katılımcıların demografik özelliklerine ilişkin bilgi almak için Kişisel Bilgi Formu kullanılmıştır. Kişisel Bilgi Formu EK’te sunulmuştur.

Edinburgh el tercihi anketi.

fNIRS ölçümleri için, “Edinburgh El Tercihi Anketi” (Oldfield, 1971) kullanılarak katılımcıların el tercihleri tespit edilmiştir. Anket, katılımcıların belirli soruları yanıtlayarak hangi eli daha çok tercih ettiklerini belirlemelerini sağlamayı amaçlamaktadır. Bu yanıtlar, Geschwind skorlaması ile değerlendirilmiş ve el tercihlerine göre puanlar toplanarak bireylerin solak, çift el kullanabilen veya sağlak olma düzeyleri belirlenmiştir. Bu yöntem, bireylerin el tercihlerini objektif bir şekilde saptamak için yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir.

Görsel analog kala (VAS).

Kadınların adet öncesi semptomlar ve ağrı düzeyleri arasında bireysel farklılıklar gözlemlenmektedir (Lebrun, 1993). Bu nedenle, çalışmadan önce bir pilot çalışma gerçekleştirilmiştir. Üç aylık pilot çalışmada, her ay menstrüel siklusun her gününe katılımcılara görsel analog skala uygulanmış ve ağrı düzeylerini 0 ile 10 arasında puanlamaları istenmiştir. Katılımcıların üç aylık dönemde verdikleri puanların ortalamaları hesaplanmış ve bu verilere dayanarak semptomların ve ağrının en yoğun hissedildiği gün test günü olarak belirlenmiştir. Ön testler ve son testlerde de ağrının en yoğun hissedildiği gün ölçümler alınmıştır. Bu doğrultuda, her bireyin test günü farklılık göstermekte olup, araştırma süresi boyunca belirlenen günler düzenli olarak takip edilmiştir.

Görsel Analog Skala (VAS), 1921 yılında Patterson ve Hayes tarafından geliştirilmiş, 2011 yılında ise Aydın ve ark. tarafından Türkçe geçerlilik ve güvenilirlik çalışması yapılmıştır. VAS, ağrı şiddetini subjektif olarak değerlendirmek amacıyla yaygın olarak kullanılan bir ölçüm aracıdır. VAS, 0-10 arası bir skala olup, 0 hiç ağrı olmadığını ve 10 en çok ağrıyı temsil etmektedir (Öztürk vd., 2021). VAS, subjektif bir ölçüm aracı olmasına rağmen, ağrı değerlendirmesinde yaygın olarak kullanılan ve geçerliliği kabul edilmiş bir yöntemdir (Chantler vd., 2009; Iacovides vd., 2014). Dismenore, yaşanan ağrının derecesine bağlı olarak

hafif, orta veya şiddetli olarak sınıflandırılabilir (Abu Helwa vd., 2018; Fernández-Martínez vd., 2019).

Menstrüasyon semptom ölçeği.

Menstrüasyon Semptom Ölçeği, ön test (egzersizlere başlamadan önce), son test (egzersizler bittikten sonra) uygulanmıştır.

Menstrüasyon Semptom Ölçeği (MSÖ), 1975 yılında Chesney ve Tasto tarafından menstrüel ağrı ve semptomların değerlendirilmesi amacıyla geliştirilmiştir. Beşli Likert tipi bir ölçek olan MSÖ, 24 maddeden oluşmakta olup, 2009 yılında Negriff ve arkadaşları tarafından güncellenmiştir. Ölçek, her bir madde için verilen puanların ortalamasının alınmasıyla hesaplanan bir puan değeri sunar. Puan ortalamasının yükselmesi, menstrüel semptomların şiddetinin arttığını göstermektedir. Ölçeğin Cronbach's Alpha değeri 0.86 olarak bulunmuş ve orijinalinde üç ana alt boyut bulunmaktadır: “Negatif Etkiler/Somatik Yakınmalar”, “Menstrüel Ağrı Belirtileri” ve “Baş Etme Yöntemleri”. Menstrüasyon Semptom Ölçeği'nin Türkçe geçerlilik ve güvenilirlik çalışması, 2014 yılında Güvenç ve arkadaşları tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu çalışma, ölçeğin Türkçe konuşan popülasyona uygulanabilirliğini ve güvenilirliğini kanıtlamıştır. Menstrüasyon Semptom Ölçeği (MSÖ) orijinalinde yer alan iki madde (6. ve 17. maddeler), madde-toplam puan korelasyonu 0,30'un altında olduğu için ölçekten çıkarılmıştır. Böylece ölçek, 22 maddeden ve üç alt boyuttan oluşmaktadır. Katılımcılar, menstrüasyon sırasında yaşadıkları semptomlara bir ile beş arasında bir değer vererek (1=hiçbir zaman, 2=bazen, 3=ara sıra, 4=sık sık, 5=her zaman) yanıt vermektedirler. Ölçekteki maddeler, 1-13. maddeler “Negatif Etkiler/Somatik Yakınmalar” alt boyutunu, 14-19. maddeler “Menstrüel Ağrı Belirtileri” alt boyutunu ve 20-22. maddeler “Baş Etme Yöntemleri” alt boyutunu temsil etmektedir. MSÖ'nün tamamı için Cronbach alfa değeri 0.92, “Negatif Etkiler/Somatik Yakınmalar” alt boyutu için 0.90, “Ağrı Belirtileri” alt boyutu için 0.81 ve “Baş Etme Yöntemleri” alt boyutu için 0.74 olarak hesaplanmıştır. Her bir alt boyut için puan ortalaması, o alt boyutun maddelerinin toplam puanının ortalaması alınarak hesaplanmaktadır. Alt boyutların puan ortalamasındaki artış, o alt boyutta yer alan menstrüel semptomların şiddetinin arttığını göstermektedir (Güvenç vd., 2014; Aksu, 2022).

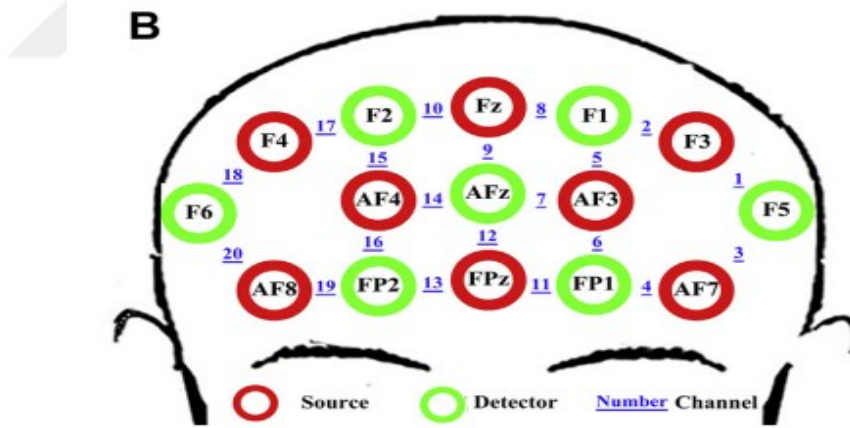
fNIRS ölçümü.

Fonksiyonel yakın kızılötesi spektroskopisi (fNIRS), bölgesel beyin aktivitesini incelemek için oksijenli hemoglobin (HbO) ve deoksijenli hemoglobin (HbR) konsantrasyonlarındaki değişiklikleri invaziv olmayan bir şekilde ölçen bir nörogörüntüleme tekniğidir. Bu yöntem, diğer nörogörüntüleme teknikleriyle karşılaştırıldığında benzer uzamsal

ve zamansal kesinlikte serebral aktivitenin analizine olanak tanımaktadır (Xu vd., 2017). fNIRS, esnek sensörler kullanarak beynin farklı bölgelerinden veri toplama imkânı sunmakta ve bu özelliği, çeşitli nörolojik araştırmalar için önemli bir avantaj sağlamaktadır. Bu çalışmada, katılımcıların beyin görüntülemeleri, Atatürk Üniversitesi Spor Bilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi Nöro-Psikoloji Laboratuvarı'nda bulunan NIRSport2 cihazı ile gerçekleştirilmiştir. Ölçüm günlerinde her bir katılımcıdan dinlenme durumunda 5 dakikalık bir ölçüm alınmıştır (Wang vd., 2023). Ağırlı günlerde, her bir kadından toplamda iki kez fNIRS ölçümü alınarak, ön test ve son test verileri toplanmıştır.

Kalın, kıvrıkcık ve yoğun saçlı olan bireylerde optodlar kafa derisine yeterince ulaşamayabilir, bu da ışığın beyne doğru iletilmesini zorlaştırarak doğru ölçümler alınmasını engelleyebilmektedir (Kwasa vd., 2023). Çalışmada katılımcı grubun kadınlardan oluşması sebebiyle prefrontal bölge seçilmiş ve başlığa yerleştirilen sensörlerin kalibrasyonu ve katılımcının bilgilerin bilgisayara girilmesi gibi işlemler ölçüm süresi ile birlikte yaklaşık 15 dakika sürmüştür. Bu süreç, beyin aktivitesine ilişkin doğru ve güvenilir verilerin elde edilmesini sağlamak amacıyla titizlikle uygulanmıştır.

Şekil 11. fNIRS Ölçümü Montaj Planı ve Kanalların Kayıt Aldığı İlgili Beyin Bölgeleri (Xu vd., 2017)



fNIRS'nin deneysel tasarımı (B) fNIRS araştırmalarının mekansal profilleri. Kırmızı daireler sekiz optik kaynağı, yeşil daireler yedi dedektörü ve mavi sayılar (1-20) fNIRS kanallarını göstermektedir.

Katılımcıların prefrontal korteks üzerinde hemoglobin konsantrasyon değişimlerini ölçmek için (fNIRS) teknolojisinden faydalanılmıştır. fNIRS ölçümleri, katılımcıların kafasına kep/başlık geçirmek suretiyle alınmıştır. Araştırmada 15 optoda (8 kaynak 7 dedektör) sahip NIRSport2 cihazı kullanılmıştır. (NIRx Medizintechnik GmbH, Germany).

Şekil 12. *NIRSport 2 Cihazı*



Optodlar deney amacına uygun olacak şekilde prefrontal kortekse yerleştirilmiş olup, CW (continuous wave) ile 760-850 nm aralığında kayıt alınmıştır. Araştırma kapsamında uyaran sunumu sırasında katılımcıların serebral korteksindeki oksihemoglobin (HbO_2) değişimleri tespit edilmiştir. Analiz işleminde ağırlı günlerdeki ölçüm esnasındaki nörofizyolojik durumdan (oksihemoglobin miktarı) baseline durumundaki oksihemoglobin miktarının karşılaştırılmasıyla aradaki farkın tespit edilmesi amaçlanmıştır.

Ölçüm öncesi hazırlık.

Ölçüm öncesinde katılımcılara, deneysel sonuçların doğruluğunu ve güvenilirliğini sağlamak amacıyla dikkat etmeleri gereken hususlar hakkında bilgilendirme yapılmıştır. Bu bilgilendirmeler, sigara ve kafein tüketiminin ölçüm öncesinde yapılmaması gerektiğini, ayrıca katılımcıların yeterli uyku almış olmaları gerektiğini içermektedir. Bu önlemler, beyin aktivitesini etkileyebilecek dışsal faktörlerin minimize edilmesini amaçlayarak, fNIRS ölçümlerinin doğruluğunu artırmayı hedeflemektedir.

Laboratuvar ziyaretinin ilk aşamasında, katılımcılardan “Gönüllülük Onam Formu” alınarak, araştırmaya katılım onayı elde edilmiştir. Ardından, katılımcılara “VAS” ve “Menstrüasyon Semptom Ölçeği” formları uygulanmıştır. Veri toplama sürecinde fNIRS ölçümüne geçilmeden önce, katılımcılara ölçüm sırasında uyulması gereken kurallar ve prosedürler hakkında bilgilendirme yapılmıştır. Bu bilgilendirme, aşağıdaki alt başlıklardan oluşmaktadır:

- Katılımcılara, fNIRS başlığının alın bölgesine takılması ve çıkarılmasıyla ilgili prosedürler hakkında bilgi verilmiştir.
- Test sırasında kaçınılması gereken davranışlar ve uyulması gereken talimatlar detaylı bir şekilde açıklanmıştır.
- Normal nefes alıp vermeye devam etmeleri, rahat bir pozisyonda bulunmaları, kaslarını gevşetmeleri ve fiziksel olarak rahatlamaları gerektiği vurgulanmıştır.
- Gözlerini sık sık açıp kapamamak, dişlerini veya çenelerini sıkmamak gibi hareketlerden kaçınmaları gerektiği belirtilmiştir.
- Test sırasında hareket edilmemesi gerektiği söylenmiştir.
- Katılımcılara ölçüm sırasında gözlerini kapamaları, ancak uyanık kalmaları ve zihinsel olarak herhangi bir düşünceye odaklanmamaları gerektiği belirtilmiştir (Dun vd., 2020).

Şekil 13. Atatürk Üniversitesi Spor Bilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi Nöropsikoloji Laboratuvarı Test Esnasına Ait Ölçümlerden Görüntüler



Deney akış süreci.

Katılımcılar bulundukları deney gruplarının 12 hafta boyunca egzersizlerine katılmışlardır (Tablo 3-4). Primer dismenore için egzersiz üzerine yapılan önceki çalışmalar kadınların adet döneminde egzersiz yapmasını kısıtlamıştır (Kannan vd., 2015; Proctor & Farquhar, 2006). Bu sebeple katılımcılar adet dönemlerinde 1. ve 2. günlerinde egzersiz yapmamışlardır. Son testler sürecinde “Menstrüasyon Semptom Ölçeği” ve “fNIRS” ölçümleri yapılmıştır. VAS ölçümleri, ön testler, 4. hafta, 8. hafta ve 12. hafta son testlerinde alınmıştır. Tüm ön test ve son test ölçümleri, katılımcıların biyolojik ritimlerinin daha stabil olduğu saat diliminde, saat 10:00-12:00 arasında alınmıştır. Bu zaman dilimi, genellikle katılımcıların

uyandıkları ve dinlenmiş oldukları bir dönemi temsil ettiği için ölçümlerin doğruluğu ve güvenilirliği artırılmaya çalışılmıştır (Carrier & Monk, 2000).

Egzersiz programları.

Tablo 3. *Deney Grubu 1 (Germe Grubu)*

-
- *Çift Taraflı Hamstring Germe*
 - *Tek Taraflı Hamstring Germe*
 - *Hamstring Germe*
 - *Cat and Cow (Kedi-Deve) Egzersizi*
 - *Iliopsoas Germe*
 - *Kobra Egzersizi*
 - *Duvar Esnetmesi*
 - *Bacakları karına çekme*
 - *Ayakta squat pozisyonu*
 - *Piriformis Germe*
 - *Adduktor Germe*
 - *Kalça Fleksör Germe*
 - *Kalça Adduktörleri germe*
 - *Lumbal Ekstansör Germe*
 - *Gövde Rotatörleri Germe*
-

Esname Egzersizleri:

(1.2 ve 3. Hafta)- 3 tekrar x 15 saniye

- *Germe süresi: 15 saniye*
- *Tekrar sayısı: 3 tekrar*
- *Dinlenme süresi: 10 saniye*

(4. 5. ve 6. Hafta)- 3 tekrar x 20 saniye

- *Germe süresi: 20 saniye*
- *Tekrar sayısı: 3 tekrar*
- *Dinlenme süresi: 10 saniye*

(7.8 ve 9. Hafta)- 4 tekrar x 25 saniye

- *Germe süresi: 25 saniye*
- *Tekrar sayısı: 3 tekrar*
- *Dinlenme süresi: 10 saniye*

(10. 11 ve 12.Hafta)- 4 tekrar x 30 saniye

- *Germe süresi: 30 saniye*
- *Tekrar sayısı: 4 tekrar*
- *Dinlenme süresi: 10 saniye*

Haftada 3 gün yapılmıştır. Öncelikli ısınma ve ardından soğuma hareketleri yapılmıştır.

Tablo 4. *Deney Grubu 2 (Kuvvet Egzersizleri)*

- *Pelvik köprüleme (+modifiye hareketler)*
- *Leg Raise (sırt üstü, çift bacak)*
- *Bicycle Crunch*
- *Plank (Düz)*
- *Hip raise*
- *Donkey Kick*
- *Derin squat*
- *Öne Lunge*
- *90 derece squat*
- *Yana Lunge*
- *Kuş ve Köpek Pozu (Bird-Dog Exercise)*
- *Pelvik Köprü ve Bant Direnci (Pelvic Bridge with Band Resistance)*
- *Elastik Bantla Sırt Üstü Çekiş (Supine Band Pull-Apart)*
- *Curl ups*
- *Dağcı tırmanışı*
- *Süperman pozu*

Haftada 3 gün yapılmıştır. Öncelikli ısınma ve ardından soğuma hareketleri yapılmıştır.

(1.2.3.4.haftalarda) 8 tekrar-3 set yapılmıştır.

(5.6.7.8. haftalarda) 10 tekrar-3 set yapılmıştır.

(9.10.11.12. haftalarda) 12 tekrar-3 set yapılmıştır.

Kullanılan elastik bant (1.2.3. ve 4. Hafta) = 2 metre uzunluğunda, (5. 6.7. ve 8. Hafta) 1 metre uzunluğunda, (9.10.11 ve 12. Haftalarda 2 metre uzunluğundaki elastik bant ikiye katlanarak çift yüzeyli eklenerek egzersizler yapılmıştır).

İstatistiksel Değerlendirme ve Veri Analizi

Analizler IBM SPSS 20 istatistik analiz programı ile yapılmıştır. Veriler ortalama, standart sapma, medyan, minimum, maksimum, yüzde ve sayı olarak sunulmuştur. Sürekli değişkenlerin normal dağılımına Shapiro Wilk testi, Kolmogorov Simirnov testi, Q-Q plot, skewness ve kurtosis ile bakılmıştır. İki bağımsız grup arasındaki kıyaslamalarda normal dağılım şartı sağlandığı durumda Bağımsız Örneklem T-Testi, sağlanmadığı durumda Mann Whitney U testi kullanılmıştır. İki bağımlı grup arasındaki kıyaslamalarda normal dağılım şartı sağlandığı durumda Eşleştirilmiş Örneklem T-Test, sağlanmadığı durumda Wilcoxon testi kullanılmıştır. İki denli fazla bağımsız grup ile sürekli değişkenlerin kıyaslanmasında normal dağılım şartı sağlandığı durumda Tek Yönlü ANOVA testi, sağlanmadığı durumda Kruskal Wallis testi kullanılmıştır. ANOVA testi sonrası post-hoc testler varyanslar homojen olduğunda Tukey testi ile varyanslar homojen olmadığı durumda Tamhane's T2 testi kullanılarak

yapılmıştır. Kruskal Wallis testi sonrası post-hoc testler için Kruskal Wallis 1-way ANOVA (k samples) testi kullanılarak yapılmıştır. İki'den fazla bağımlı grup değişkenlerin kıyaslanmasında normal dağılım şartı sağlandığı durumda Repeated Measures ANOVA testi, sağlanmadığı durumda Friedman testi kullanılmıştır. Repeated Measures testi küresellik varlığına göre Sphericity Assumed ya da Greenhouse-Geisser yöntemleri kullanılmıştır. Repeated Measures testi sonrası post-hoc testler varyanslar homojen olduğunda Tukey testi ile varyanslar homojen olmadığı durumda Tamhane's T2 testi kullanılarak yapılmıştır. Friedman testi sonrası post-hoc testler için Friedman 2-way ANOVA by ranks (k samples) testi kullanılarak yapılmıştır. Kategorik değişkenler arasındaki 2x2'lik kıyaslamalarda beklenen değer (>5) ise Pearson Ki-kare testi, beklenen değer (3-5) arasında ise ki-kare yates testi ve beklenen değer (<3) ise Fisher's Exact testi kullanılarak yapılmıştır. İstatistiksel anlamlılık düzeyi $p<0,05$ olarak alınmıştır.

fNIRS (fonksiyonel yakın kızılötesi spektroskopisi) verilerinin analizi, beyin aktivitesinin ölçülmesi ve farklı zihinsel görevlerin etkisinin incelenmesi açısından oldukça önemlidir. fNIRS analizlerinde MATLAB programında HOMER kütüphanesi kullanılarak öncelikle veri temizleme ve ön işleme adımları uygulanarak artefaktlardan arındırılmış veriler elde edilmiştir. Bu kapsamda elde edilen ham veriler üzerinde öncelikle spline interpolasyon uygulanmıştır. Spline interpolasyonu, veri noktaları arasındaki ilişkiyi anlamak, eksik verileri tahmin etmek veya veri setini analiz etmek için kullanılmaktadır. Spline interpolasyonu ile düzeltilmiş verilere daha sonra bant geçiren filtre uygulanmıştır. Çalışmada, veri işleme sürecinde 0.005 ile 0.08 Hertz arasında bant geçiren bir filtre kullanılmıştır. Ön işleme adımında son olarak spline interpolasyonu ve bant geçiren filtre uygulanacak ve veri üzerinde PCA (Principal Component Analysis) işlemi gerçekleştirilmiştir. PCA, veri setindeki değişkenliği daha az değişkene indirgemeye yarayan bir boyut azaltma tekniğidir.

Gürültülerden temizlenmiş veri üzerinde daha sonra zaman serisi analizleri (örneğin, korelasyon analizi, güç spektral yoğunluğu analizi) ve istatistiksel yöntemler kullanılarak beyin aktivitesindeki değişiklikler belirlenmiştir.

fNIRS'den elde edilen optik veriler değiştirilmiş Beer-Lambert yasasına (Cope vd., 1988) dayanarak analiz edilmiştir. fNIRS verileri NIRS-KIT kullanılarak ön işleme tabi tutulmuştur (<http://www.nitrc.org/projects/nirskit/>). İlk ve son 15 saniyedeki kayıtlar olası vücut hareketleri nedeniyle hariç tutulmuştur. Daha sonra veri kaymasını azaltmak ve yapay hareketleri düzeltmek için sırasıyla detrending ve temporal türev dağılımı onarım yöntemini kullanılmıştır. Kalp atışı (1~1,5 Hz), solunum (0,2~0,5 Hz) ve kan basıncı (Mayer) dalgalarından (~0,1 Hz) kaynaklanan fizyolojik gürültüyü en aza indirmek için veriler ayrıca

0,01-0,1 Hz'lik bir bant geçişiyle filtrelendi. Bu çalışmada, bölgesel serebral kan akışına daha duyarlı değişiklikler gösterdikleri için sadece HbO sinyalleri analiz edilmiştir (Fu vd., 2014; Zeng vd., 2023).



DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

Bulgular

Bu bölümde primer dismenoreli kadınların;

- Demografik özelliklerinin egzersiz gruplara göre dağılımları,
- (VAS) ağrı skalasından aldıkları puanların egzersiz gruplara göre değerlendirilmesi,
- Menstrüasyon Semptom Ölçeği (MSÖ) ve alt boyutlarından aldıkları puanların egzersiz gruplara göre değerlendirilmesi,
- fNIRS ölçümlerine göre egzersizlerin menstrüel ağrıya etkisinin beyin hemodinamikleri açısından değerlendirilmesi yer almaktadır.

Tablo 5. Egzersiz Uygulamaları Öncesinde Grupların Demografik ve Menstrüel Özelliklerinin Karşılaştırılması

Kategoriler	Egzersiz Grupları				t, Z	p
	Germe Egzersizleri		Kuvvet Egzersizleri			
	$\bar{X} \pm Ss$	Med (Min-Mak)	$\bar{X} \pm Ss$	Med (Min-Mak)		
Yaş (yıl)	22,00 ± 2,00	22,00 (19,00-27,00)	23,00 ± 3,00	23,00 (19,00-28,00)	-0,718 [§]	0,482
Boy uzunluğu (cm)	166,00 ± 6,00	169,00 (154,00-175,00)	168,00 ± 4,00	169,00 (158,00-171,00)	-0,192 [€]	0,847
Vücut ağırlığı (kg)	56,00 ± 8,00	58,00 (42,00-67,00)	58,00 ± 4,00	60,00 (50,00-63,00)	-0,464 [§]	0,648
Vücut kitle indeksi	20,31 ± 1,84	20,66 (16,82-22,49)	20,52 ± 0,81	20,71 (19,49-21,87)	-0,329 [§]	0,748
Menarş yaşı (yıl)	13,00 ± 1,00	13,00 (11,00-14,00)	12,00 ± 1,00	12,00 (11,00-13,00)	-1,220 [€]	0,223
Menstrüel siklus uzunluğu (gün)	29,00 ± 1,00	28,00 (28,00-30,00)	28,00 ± 1,00	28,00 (27,00-30,00)	-0,252 [€]	0,801
Dismenore başlangıcı (yaş)	16,00 ± 1,00	15,00 (14,00-18,00)	15,00 ± 2,00	16,00 (11,00-17,00)	-0,039 [€]	0,969
Menstruasyon süresi (gün)	6,00 ± 1,00	7,00 (5,00-7,00)	7,00 ± 1,00	7,00 (5,00-7,00)	-0,404 [€]	0,687

Z: Mann Whitney U Test (€), t: Independent Samples t Test (§); $\bar{X}$: Ortalama, Ss: Standart Sapma, *: İstatistiksel Anlamlılık Düzeyi: $p < 0,05$

Germe ve kuvvet egzersiz gruplarındaki katılımcıların yaş, boy, kilo ve vücut kitle indeksi değerleri karşılaştırılmıştır. Grupların yaş ortalamaları sırasıyla 22,00 $\pm$ 2,00 ve 23,00 $\pm$ 3,00 yıl olup, aralarındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p = 0,482$). Boy ortalamaları germe egzersizleri grubunda 166,00 $\pm$ 6,00 cm, kuvvet egzersizleri grubunda ise 168,00 $\pm$ 4,00 cm olarak belirlenmiş ve anlamlı fark görülmemiştir ($p = 0,847$). Kilo ortalamaları sırasıyla 56,00 $\pm$ 8,00 kg ve 58,00 $\pm$ 4,00 kg olup, BKİ değerleri ise germe egzersiz grubunda 20,31 $\pm$ 1,84, kuvvet grubunda 20,52 $\pm$ 0,81 olarak bulunmuştur. Egzersiz grupları arasında, demografik değişkenlerde istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmemiştir ($p > 0,05$).

Katılımcıların menstrüel özellikleri açısından yapılan analizde, menarş yaşı germe egzersizleri grubunda $13,00 \pm 1,00$ yıl, kuvvet egzersizleri grubunda ise $12,00 \pm 1,00$ yıl olarak belirlenmiş ve istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p = 0,223$). Menstrüel siklus uzunluğu her iki grup için benzer şekilde 28-29 gün arasında değişmektedir ve bu fark istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p = 0,801$). Dismenore başlangıcı açısından grupların ortalamaları sırasıyla $16,00 \pm 1,00$ ve $15,00 \pm 2,00$ yıl olup, aralarında anlamlı bir fark gözlenmemiştir ($p = 0,969$). Ayrıca, menstrüasyon süresi açısından grupların ortalamaları arasında da anlamlı bir fark bulunmamış ve bu süre her iki grupta ortalama 6-7 gün olarak tespit edilmiştir ($p = 0,687$). Çıkan sonuçlar, menstrüel özellikler açısından grupların homojen olduğunu göstermektedir.

Tablo 6. Egzersiz Gruplarının Görsel Analog Skala (VAS)'dan Aldıkları Puanların Karşılaştırılması

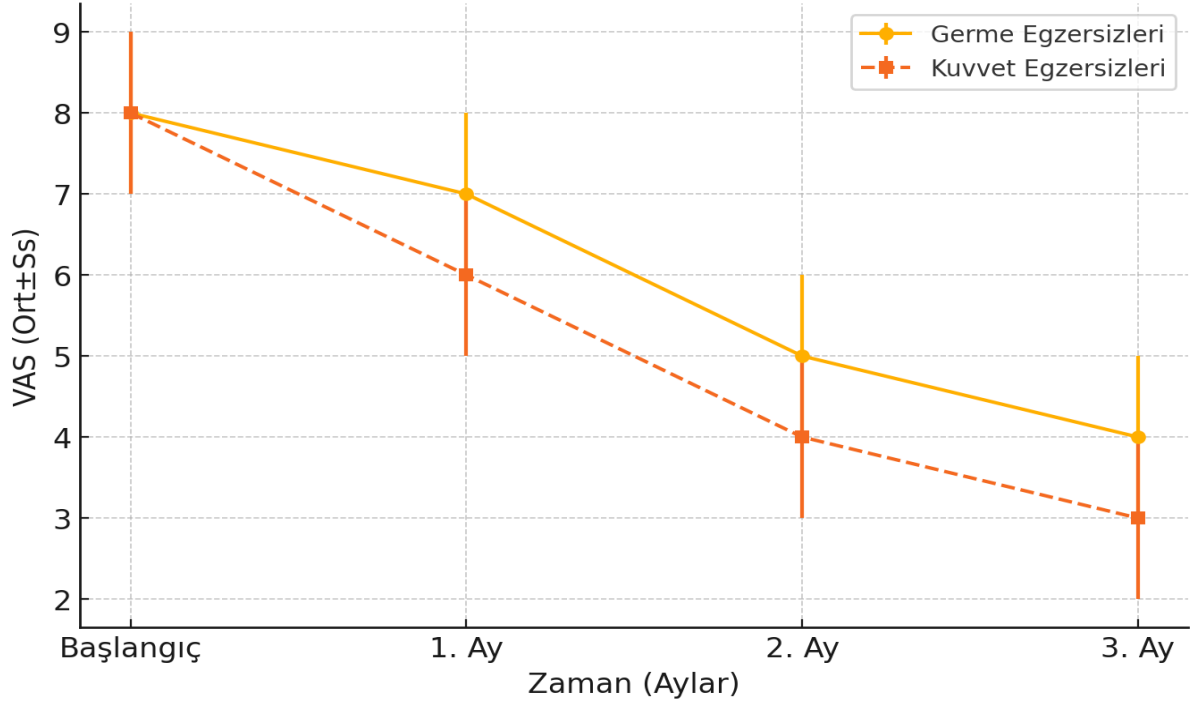
Egzersiz Grupları						
Germe Egzersizleri			Kuvvet Egzersizleri			
Kategoriler	$\bar{x} \pm Ss$	Med (Min-Mak)	$\bar{x} \pm Ss$	Med (Min-Mak)	Z	p
VAS Başlangıç	8,00 ± 1,00	8,00 (7,00-9,00)	8,00 ± 1,00	8,00 (7,00-8,00)	-0,258 [€]	0,796
VAS 1.ay	7,00 ± 1,00	6,00 (6,00-8,00)	6,00 ± 1,00	5,00 (5,00-7,00)	-2,105 [€]	0,035*
VAS 2.ay	5,00 ± 1,00	5,00 (4,00-6,00)	4,00 ± 1,00	4,00 (4,00-5,00)	-2,013 [€]	0,044*
VAS 3.ay	4,00 ± 1,00	4,00 (3,00-5,00)	3,00 ± 1,00	3,00 (3,00-4,00)	-2,571 [€]	0,01*
Test istatistik değeri	29,06		29,72			
p	<0.001*		<0.001*			
Post-hoc	VAS 3.ay -VAS 1.ay		VAS 3.ay -VAS 1.ay			
	VAS 3.ay -VAS Başlangıç		VAS 3.ay -VAS Başlangıç			
	VAS 2.ay-VAS Başlangıç		VAS 2.ay-VAS Başlangıç			

Z: Mann Whitney U Test (€), Test istatistik değeri: Friedman test; $\bar{X}$: Ortalama, Ss: Standart Sapma, *: İstatistiksel Anlamlılık Düzeyi: $p < 0,05$

Germe ve kuvvet egzersiz gruplarının VAS puanlarının başlangıç, 1. ay, 2. ay ve 3. ay ölçümlerine göre karşılaştırılması görülmektedir. Egzersiz gruplarının egzersiz protokolü uygulanmadan önceki başlangıç puanlarının ortalaması 8,00 olup, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur ($p = 0,796$). Ancak, egzersiz protokolleri uygulanmasının ardından VAS puanlarının her iki grupta da azaldığı görülmektedir. 1. ayda germe egzersiz grubunun ortalama VAS puanı 7,00, kuvvet egzersiz grubunun ise 6,00 olarak ölçülmüş ve bu fark istatistiksel olarak anlamlı saptanmıştır ($p = 0,035$). 2. ayda germe egzersiz grubunda VAS puanı 5,00'a, kuvvet egzersiz grubunda ise 4,00'e düşmüş ve aralarındaki fark yine anlamlı saptanmıştır ($p = 0,044$). 3. ayda VAS puanları germe egzersiz grubunda 4,00, kuvvet egzersiz grubunda ise 3,00 olarak belirlenmiş ve bu fark istatistiksel olarak saptanmıştır ($p = 0,01$).

Bu sonuçlar, her iki egzersiz türünün menstrüel ağrı şiddetini azaltmada etkili olduğunu, ancak kuvvet egzersizlerinin daha etkili ve belirgin bir azalma sağladığını göstermektedir.

Şekil 14. Primer Dismenore Olan Kadınlarda Kuvvet ve Germe Egzersizlerinin VAS Ağrı Skoru Üzerindeki Etkisi



Şekilde, primer dismenore tanısı almış kadınlar üzerinde uygulanan iki farklı egzersiz grubunun 12 hafta süresince takip edilen VAS puanları sunulmaktadır. Başlangıç, 4. hafta, 8. hafta ve 12. hafta olmak üzere yapılan ölçümler, her iki grubun da ağrı skorlarında anlamlı bir azalma gösterdiğini ortaya koymaktadır. Özellikle, 12. hafta sonunda her iki grup arasında da belirgin bir iyileşme gözlemlenmiştir. Bu bulgular, egzersizin primer dismenore üzerindeki ağrı azaltıcı etkisini desteklemektedir. Grafikten elde edilen verilere göre, kuvvet egzersizlerinin 12. hafta sonunda ağrı skorlarında daha belirgin bir iyileşme gösterdiği gözlemlenmektedir. Bu, kuvvet egzersizlerinin germe egzersizlerine kıyasla daha etkili olduğunu göstermektedir.

Tablo 7. Egzersiz Gruplarının MSÖ Alt Boyutlarından Aldıkları Puanların Karşılaştırılması

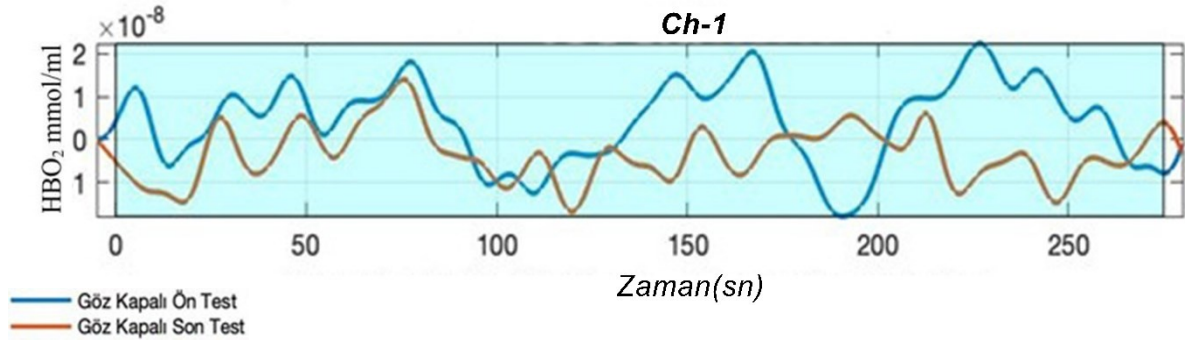
	Egzersiz Grupları					
	Germe Egzersiz Grubu		Kuvvetlendirme Egzersiz Grubu		t, Z	p
	$\bar{X} \pm Ss$	Med (Min-Mak)	$\bar{X} \pm Ss$	Med (Min-Mak)		
Ön test negatif etkiler/somatik yakınmalar	46,00±4,00	45,00 (40,00-51,00)	45,00±4,00	44,00 (43,00-55,00)	-0,383 [€]	0,702
Son test negatif etkiler/somatik yakınmalar	32,00±3,00	32,00 (28,00-37,00)	30,00±3,00	31,00± (23,00-33,00)	-0,878 [€]	0,380
Test istatistik değeri (a)		-2,809		-2,81		
p		0,005*		0,005*		
Ön test menstrüel ağrı belirtileri	24,00±4,00	24,00 (16,00-28,00)	23,00±3,00	24,00 (19,00-28,00)	0,130 [¥]	0,898
Son test menstrüel ağrı belirtileri	15,00±1,00	15,00 (12,00-17,00)	14,00±1,00	14,00 (12,00-16,00)	1,489 [¥]	0,154
Test istatistik değeri (b)		8,295		10,462		
p		<0,001		<0,001		
Ön test baş etme yöntemleri	10,00±4,00	10,00 (3,00-15,00)	10,00±2,00	10,00 (8,00-14,00)	0,078 [¥]	0,939
Son test baş etme yöntemleri	7,00±2,00	6,00 (3,00-9,00)	6,00±1,00	6,00 (4,00-7,00)	-0,770 [€]	0,441
Test istatistik değeri (a)		-2,692		-2,814		
p		0,007*		0,005*		

Z: Mann Whitney U Test (€), t: Independent Samples t Test (¥), Test İstatistik Değeri (a): Wilcoxon Test, Test İstatistik Değeri (b): Paired t Test; $\bar{X}$: Ortalama, Ss: Standart Sapma, *: İstatistiksel Anlamlılık Düzeyi: $p < 0,05$

Germe ve kuvvet egzersiz gruplarının MSÖ puanlarında ön test ve son test ölçüm sonuçları, grup içi ve gruplar arası karşılaştırmaların sonuçları görülmektedir. Negatif etkiler/somatik yakınmalar alt boyutunda, son test ölçümlerine göre gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır ($p = 0,380$). Menstrüel ağrı belirtileri açısından da gruplar arasında anlamlı bir fark tespit edilmemiştir ($p = 0,154$). Benzer şekilde, baş etme yöntemleri alt boyutunda da gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir ($p = 0,441$). Tablo 7’de görülen sonuçlar, her iki egzersiz protokolünün de menstrüel semptomlar üzerindeki etkilerinin gruplar arasında anlamlı ölçüde farklı olmadığını göstermektedir ($p > 0,05$). Tablo 7’de, negatif etkiler/somatik yakınmalar alt boyutunda, her iki grupta da ön test ve son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir azalma saptanmıştır (germe grubu $p < 0,005$; kuvvet grubu $p < 0,005$). Menstrüel ağrı belirtilerinde, her iki grupta da ön testten ve son test puanları arasında anlamlı bir iyileşme görülmektedir (germe grubu $p < 0,001$; kuvvet grubu $p < 0,001$). Baş etme yöntemleri alt boyutunda ise kuvvet egzersiz grubunda ön test ve son test arasında anlamlı bir azalma saptanmış ($p < 0,005$), germe egzersiz grubunda da benzer şekilde istatistiksel olarak anlamlılık azalma görülmektedir ($p = 0,007$).

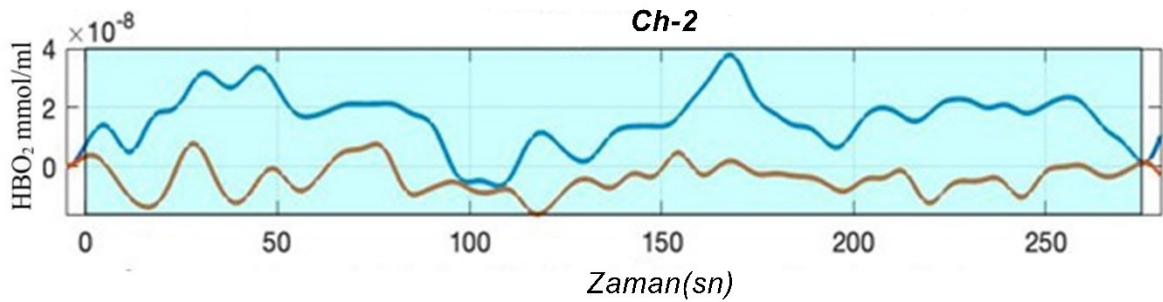
Çıkan sonuçlar, her iki egzersiz protokolünün de menstrüel semptomların yönetiminde etkili olduğunu, ancak gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığını göstermektedir ($p > 0,05$). Bununla birlikte, grup içi analizlere göre, kuvvet egzersizlerinin baş etme yöntemleri alt boyutunda daha belirgin bir iyileşme sağladığı söylenebilir.

Şekil 15. Germe Egzersizleri Uygulanan Grubun Ön Test ve Son Test Ölçümleri Sırasında Oksihemoglobin (HbO₂) Seviyesi Kanal 1 Değerleri



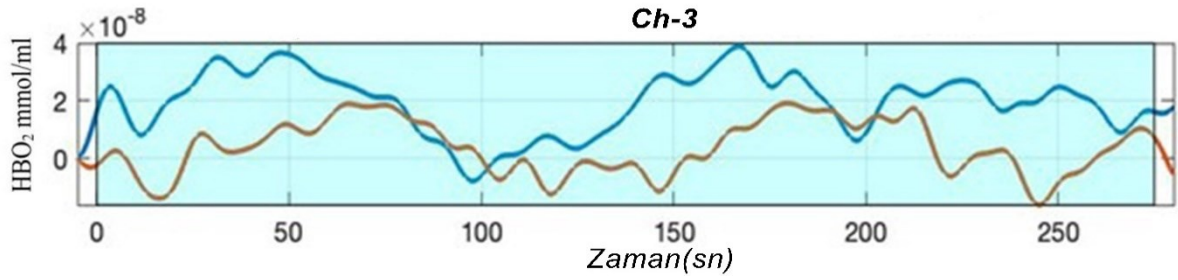
Şekilde görüldüğü gibi kadınların ölçüm esnasında kayıt altına alınan Oksihemoglobin (HbO₂) seviyeleri milimol/mililitre (mmol/ml) cinsinde gösterilmektedir. Şekilde yer alan mavi çizgiler ön testler esnasında meydana gelen HbO₂ seviyesini, kırmızı çizgiler ise son testler esnasında meydana gelen HbO₂ düzeyini ifade etmektedir. Yapılan germe egzersizlerinden sonra, ön test ve son test karşılaştırmalarında Ch-1 kanalında iyileşme gözlemlenmiş olmakla birlikte, bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

Şekil 16. Germe Egzersizleri Uygulanan Grubun Ön Test ve Son Test Ölçümleri Sırasında Oksihemoglobin (HbO₂) Seviyesi Kanal 2 Değerleri



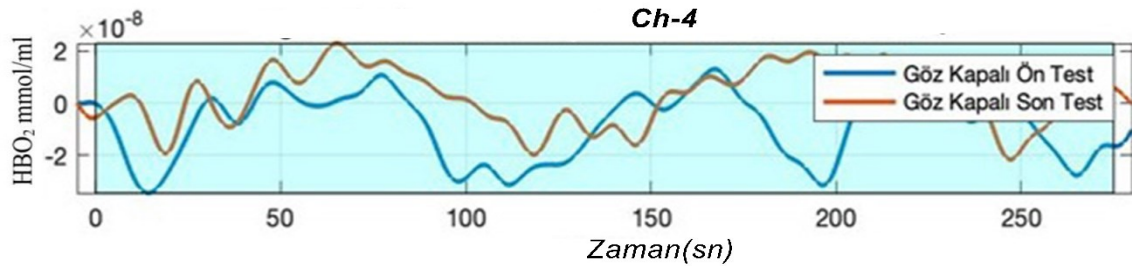
Şekilde görüldüğü gibi kadınların ölçüm esnasında kayıt altına alınan Oksihemoglobin (HbO₂) seviyeleri milimol/mililitre (mmol/ml) cinsinde gösterilmektedir. Şekilde yer alan mavi çizgiler ön testler esnasında meydana gelen HbO₂ seviyesini, kırmızı çizgiler ise son testler esnasında meydana gelen HbO₂ düzeyini ifade etmektedir. Yapılan germe egzersizlerinden sonra, ön test ve son test karşılaştırmalarında Ch-2 kanalında iyileşme gözlemlenmiş olmakla birlikte, bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

Şekil 17. Germe Egzersizleri Uygulanan Grubun Ön Test ve Son Test Ölçümleri Sırasında Oksihemoglobin (HbO_2) Seviyesi Kanal 3 Değerleri



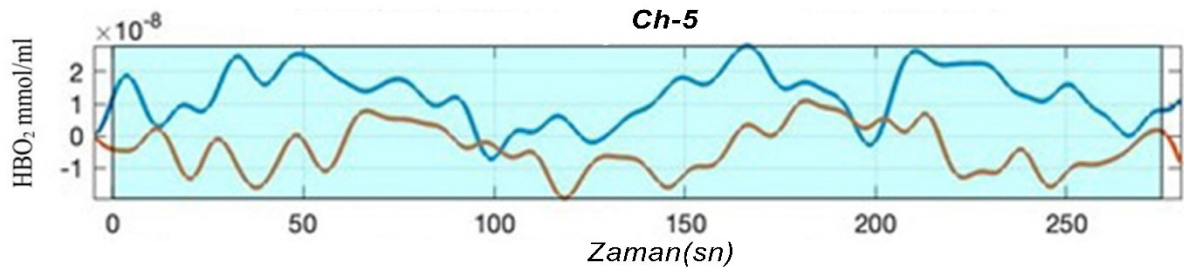
Şekilde görüldüğü gibi kadınların ölçüm esnasında kayıt altına alınan Oksihemoglobin (HbO_2) seviyeleri milimol/mililitre (mmol/ml) cinsinde gösterilmektedir. Şekilde yer alan mavi çizgiler ön testler esnasında meydana gelen HbO_2 seviyesini, kırmızı çizgiler ise son testler esnasında meydana gelen HbO_2 düzeyini ifade etmektedir. Yapılan germe egzersizleri sonrasında, ön test ve son test karşılaştırmalarında Ch-3 kanalında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmiştir (Z: -2,803, p: 0,005).

Şekil 18. Germe Egzersizleri Uygulanan Grubun Ön Test ve Son Test Ölçümleri Sırasında Oksihemoglobin (HbO_2) Seviyesi Kanal 4 Değerleri



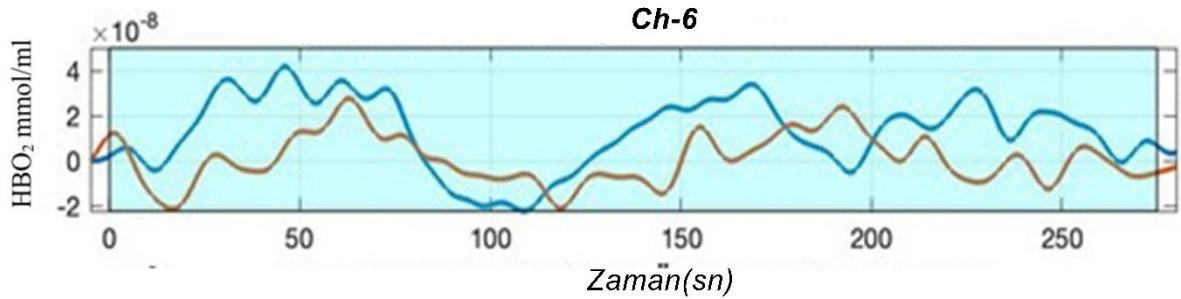
Şekilde görüldüğü gibi kadınların ölçüm esnasında kayıt altına alınan Oksihemoglobin (HbO_2) seviyeleri milimol/mililitre (mmol/ml) cinsinde gösterilmektedir. Şekilde yer alan mavi çizgiler ön testler esnasında meydana gelen HbO_2 seviyesini, kırmızı çizgiler ise son testler esnasında meydana gelen HbO_2 düzeyini ifade etmektedir. Yapılan germe egzersizlerinden sonra, ön test ve son test karşılaştırmalarında Ch-4 kanalında iyileşme gözlemlenmiş olmakla birlikte, bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

Şekil 19. Germe Egzersizleri Uygulanan Grubun Ön Test ve Son Test Ölçümleri Sırasında Oksihemoglobin (HbO_2) Seviyesi Kanal 5 Değerleri



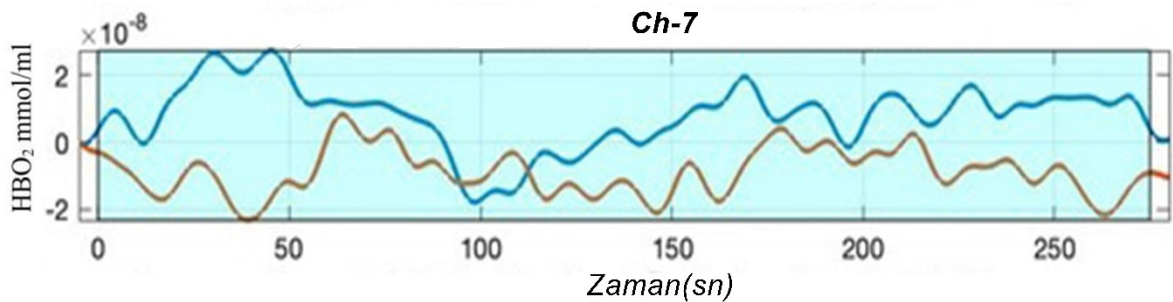
Şekilde görüldüğü gibi kadınların ölçüm esnasında kayıt altına alınan Oksihemoglobin (HbO_2) seviyeleri milimol/mililitre (mmol/ml) cinsinde gösterilmektedir. Şekilde yer alan mavi çizgiler ön testler esnasında meydana gelen HbO_2 seviyesini, kırmızı çizgiler ise son testler esnasında meydana gelen HbO_2 düzeyini ifade etmektedir. Yapılan germe egzersizlerinden sonra, ön test ve son test karşılaştırmalarında Ch-5 kanalında iyileşme gözlemlenmiş olmakla birlikte, bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

Şekil 20. Germe Egzersizleri Uygulanan Grubun Ön Test ve Son Test Ölçümleri Sırasında Oksihemoglobin (HbO_2) Seviyesi Kanal 6 Değerleri



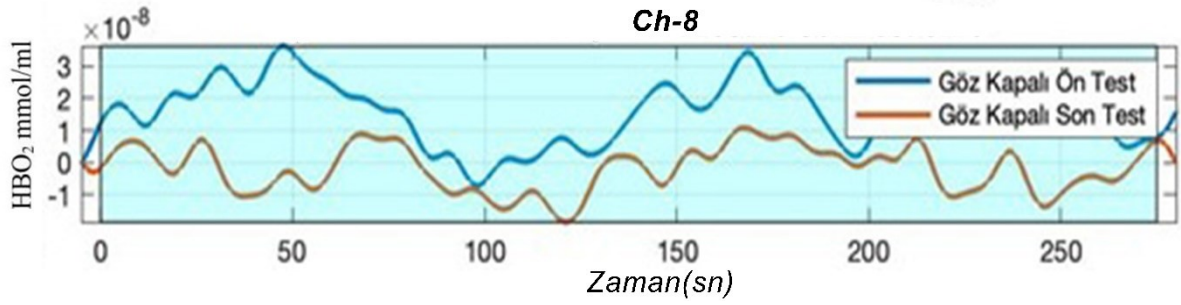
Şekilde görüldüğü gibi kadınların ölçüm esnasında kayıt altına alınan Oksihemoglobin (HbO_2) seviyeleri milimol/mililitre (mmol/ml) cinsinde gösterilmektedir. Şekilde yer alan mavi çizgiler ön testler esnasında meydana gelen HbO_2 seviyesini, kırmızı çizgiler ise son testler esnasında meydana gelen HbO_2 düzeyini ifade etmektedir. Yapılan germe egzersizlerinden sonra, ön test ve son test karşılaştırmalarında Ch-6 kanalında iyileşme gözlemlenmiş olmakla birlikte, bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

Şekil 21. Germe Egzersizleri Uygulanan Grubun Ön Test ve Son Test Ölçümleri Sırasında Oksihemoglobin (HbO_2) Seviyesi Kanal 7 Değerleri



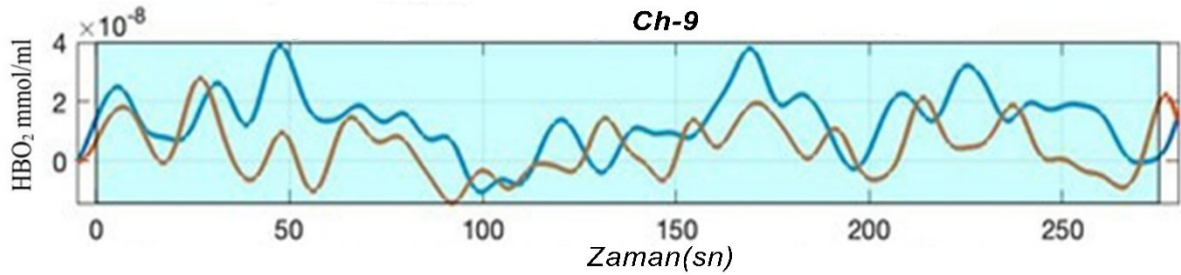
Şekilde görüldüğü gibi kadınların ölçüm esnasında kayıt altına alınan Oksihemoglobin (HbO_2) seviyeleri milimol/mililitre (mmol/ml) cinsinde gösterilmektedir. Şekilde yer alan mavi çizgiler ön testler esnasında meydana gelen HbO_2 seviyesini, kırmızı çizgiler ise son testler esnasında meydana gelen HbO_2 düzeyini ifade etmektedir. Yapılan germe egzersizlerinden sonra, ön test ve son test karşılaştırmalarında Ch-7 kanalında iyileşme gözlemlenmiş olmakla birlikte, bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

Şekil 22. Germe Egzersizleri Uygulanan Grubun Ön Test ve Son Test Ölçümleri Sırasında Oksihemoglobin (HbO_2) Seviyesi Kanal 8 Değerleri



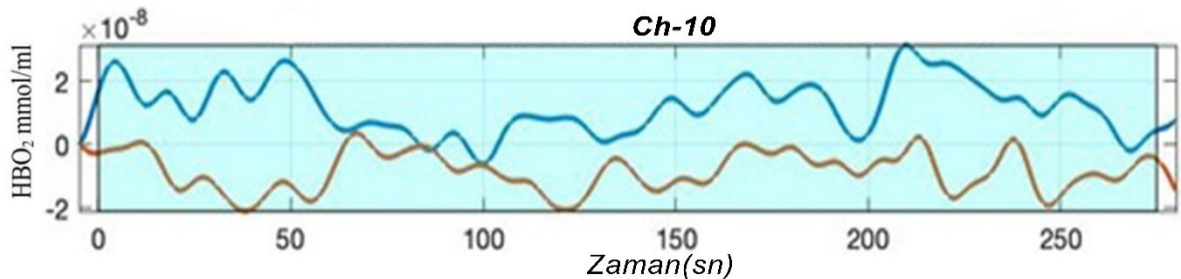
Şekilde görüldüğü gibi kadınların ölçüm esnasında kayıt altına alınan Oksihemoglobin (HbO_2) seviyeleri milimol/mililitre (mmol/ml) cinsinde gösterilmektedir. Şekilde yer alan mavi çizgiler ön testler esnasında meydana gelen HbO_2 seviyesini, kırmızı çizgiler ise son testler esnasında meydana gelen HbO_2 düzeyini ifade etmektedir. Yapılan germe egzersizlerinden sonra, ön test ve son test karşılaştırmalarında Ch-8 kanalında iyileşme gözlemlenmiş olmakla birlikte, bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

Şekil 23. Germe Egzersizleri Uygulanan Grubun Ön Test ve Son Test Ölçümleri Sırasında Oksihemoglobin (HbO_2) Seviyesi Kanal 9 Değerleri



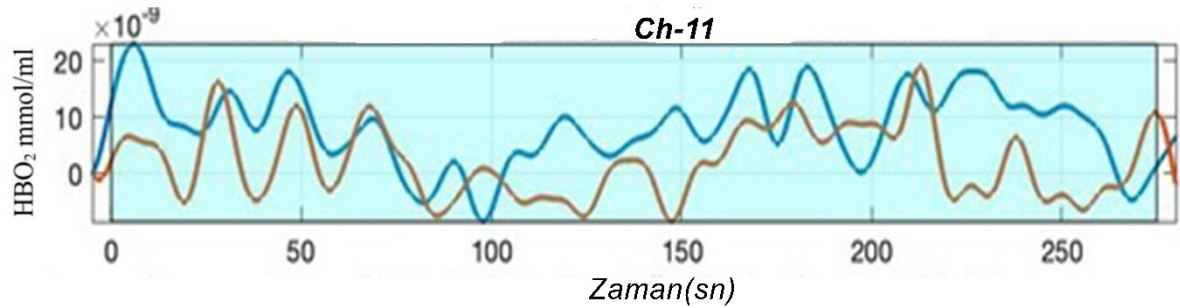
Şekilde görüldüğü gibi kadınların ölçüm esnasında kayıt altına alınan Oksihemoglobin (HbO_2) seviyeleri milimol/mililitre (mmol/ml) cinsinde gösterilmektedir. Şekilde yer alan mavi çizgiler ön testler esnasında meydana gelen HbO_2 seviyesini, kırmızı çizgiler ise son testler esnasında meydana gelen HbO_2 düzeyini ifade etmektedir. Yapılan germe egzersizlerinden sonra, ön test ve son test karşılaştırmalarında Ch-9 kanalında iyileşme gözlemlenmiş olmakla birlikte, bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

Şekil 24. Germe Egzersizleri Uygulanan Grubun Ön Test ve Son Test Ölçümleri Sırasında Oksihemoglobin (HbO_2) Seviyesi Kanal 10 Değerleri



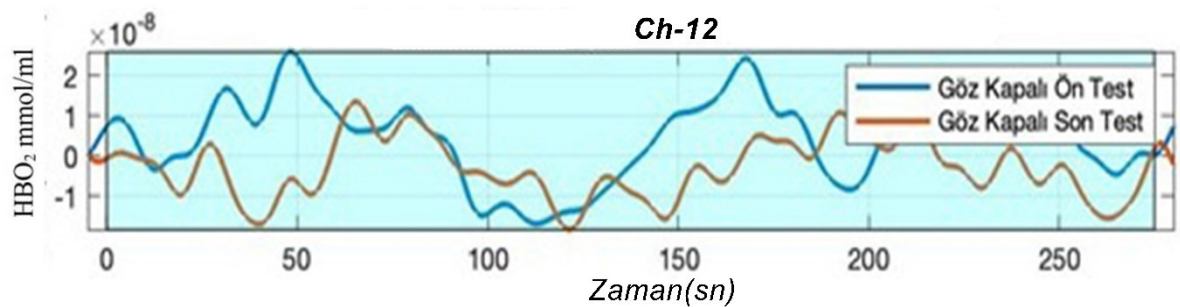
Şekilde görüldüğü gibi kadınların ölçüm esnasında kayıt altına alınan Oksihemoglobin (HbO_2) seviyeleri milimol/mililitre (mmol/ml) cinsinde gösterilmektedir. Şekilde yer alan mavi çizgiler ön testler esnasında meydana gelen HbO_2 seviyesini, kırmızı çizgiler ise son testler esnasında meydana gelen HbO_2 düzeyini ifade etmektedir. Yapılan germe egzersizlerinden sonra, ön test ve son test karşılaştırmalarında Ch-10 kanalında iyileşme gözlemlenmiş olmakla birlikte, bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

Şekil 25. Germe Egzersizleri Uygulanan Grubun Ön Test ve Son Test Ölçümleri Sırasında Oksihemoglobin (HbO_2) Seviyesi Kanal 11 Değerleri



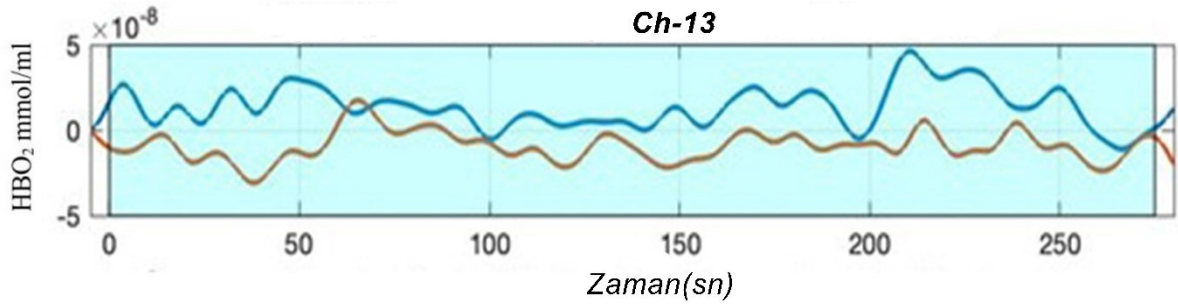
Şekilde görüldüğü gibi kadınların ölçüm esnasında kayıt altına alınan Oksihemoglobin (HbO_2) seviyeleri milimol/mililitre (mmol/ml) cinsinde gösterilmektedir. Şekilde yer alan mavi çizgiler ön testler esnasında meydana gelen HbO_2 seviyesini, kırmızı çizgiler ise son testler esnasında meydana gelen HbO_2 düzeyini ifade etmektedir. Yapılan germe egzersizlerinden sonra, ön test ve son test karşılaştırmalarında Ch-11 kanalında iyileşme gözlemlenmiş olmakla birlikte, bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

Şekil 26. Germe Egzersizleri Uygulanan Grubun Ön Test ve Son Test Ölçümleri Sırasında Oksihemoglobin (HbO_2) Seviyesi Kanal 12 Değerleri



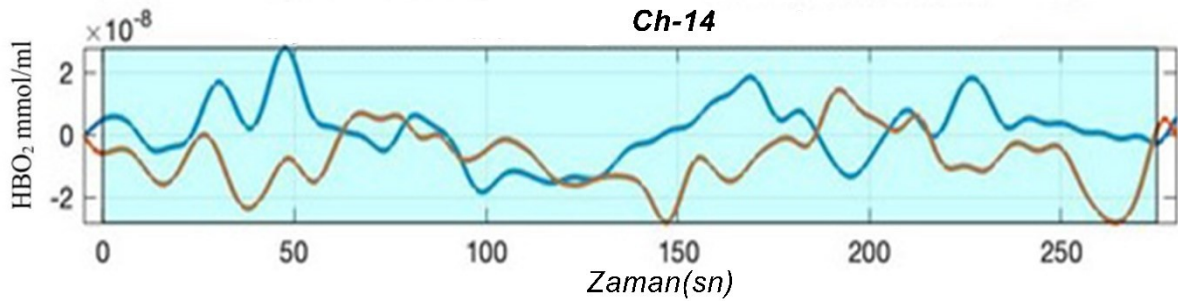
Şekilde görüldüğü gibi kadınların ölçüm esnasında kayıt altına alınan Oksihemoglobin (HbO_2) seviyeleri milimol/mililitre (mmol/ml) cinsinde gösterilmektedir. Şekilde yer alan mavi çizgiler ön testler esnasında meydana gelen HbO_2 seviyesini, kırmızı çizgiler ise son testler esnasında meydana gelen HbO_2 düzeyini ifade etmektedir. Yapılan germe egzersizlerinden sonra, ön test ve son test karşılaştırmalarında Ch-12 kanalında iyileşme gözlemlenmiş olmakla birlikte, bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

Şekil 27. Germe Egzersizleri Uygulanan Grubun Ön Test ve Son Test Ölçümleri Sırasında Oksihemoglobin (HbO_2) Seviyesi Kanal 13 Değerleri



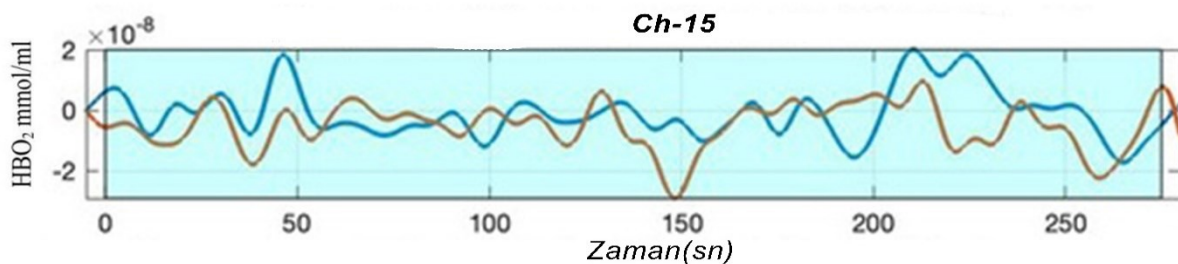
Şekilde görüldüğü gibi kadınların ölçüm esnasında kayıt altına alınan Oksihemoglobin (HbO_2) seviyeleri milimol/mililitre (mmol/ml) cinsinde gösterilmektedir. Şekilde yer alan mavi çizgiler ön testler esnasında meydana gelen HbO_2 seviyesini, kırmızı çizgiler ise son testler esnasında meydana gelen HbO_2 düzeyini ifade etmektedir. Yapılan germe egzersizlerinden sonra, ön test ve son test karşılaştırmalarında Ch-13 kanalında iyileşme gözlemlenmiş olmakla birlikte, bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

Şekil 28. Germe Egzersizleri Uygulanan Grubun Ön Test ve Son Test Ölçümleri Sırasında Oksihemoglobin (HbO_2) Seviyesi Kanal 14 Değerleri



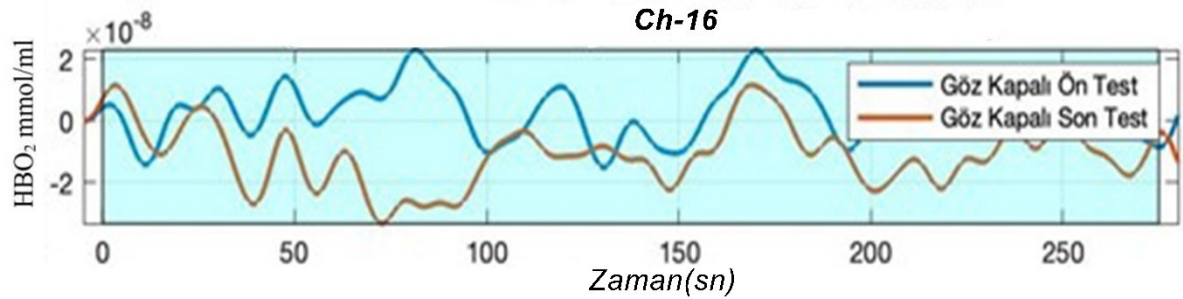
Şekilde görüldüğü gibi kadınların ölçüm esnasında kayıt altına alınan Oksihemoglobin (HbO_2) seviyeleri milimol/mililitre (mmol/ml) cinsinde gösterilmektedir. Şekilde yer alan mavi çizgiler ön testler esnasında meydana gelen HbO_2 seviyesini, kırmızı çizgiler ise son testler esnasında meydana gelen HbO_2 düzeyini ifade etmektedir. Yapılan germe egzersizlerinden sonra, ön test ve son test karşılaştırmalarında Ch-14 kanalında iyileşme gözlemlenmiş olmakla birlikte, bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

Şekil 29. Germe Egzersizleri Uygulanan Grubun Ön Test ve Son Test Ölçümleri Sırasında Oksihemoglobin (HbO_2) Seviyesi Kanal 15 Değerleri



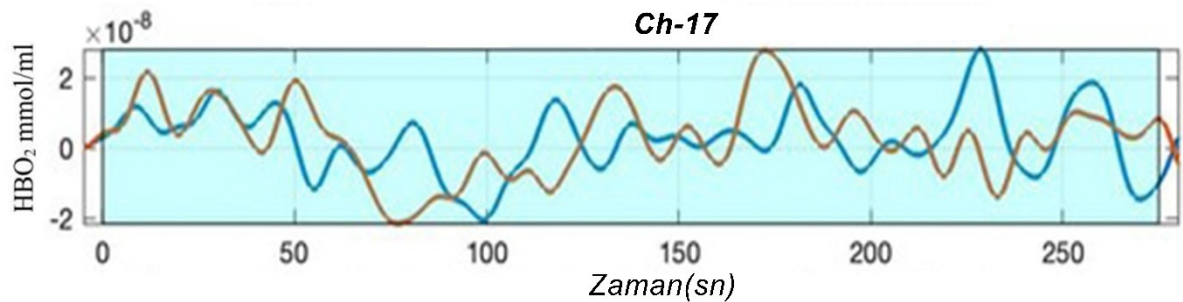
Şekilde görüldüğü gibi kadınların ölçüm esnasında kayıt altına alınan Oksihemoglobin (HbO_2) seviyeleri milimol/mililitre (mmol/ml) cinsinde gösterilmektedir. Şekilde yer alan mavi çizgiler ön testler esnasında meydana gelen HbO_2 seviyesini, kırmızı çizgiler ise son testler esnasında meydana gelen HbO_2 düzeyini ifade etmektedir. Yapılan germe egzersizlerinden sonra, ön test ve son test karşılaştırmalarında Ch-15 kanalında iyileşme gözlemlenmiş olmakla birlikte, bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

Şekil 30. Germe Egzersizleri Uygulanan Grubun Ön Test ve Son Test Ölçümleri Sırasında Oksihemoglobin (HbO_2) Seviyesi Kanal 16 Değerleri



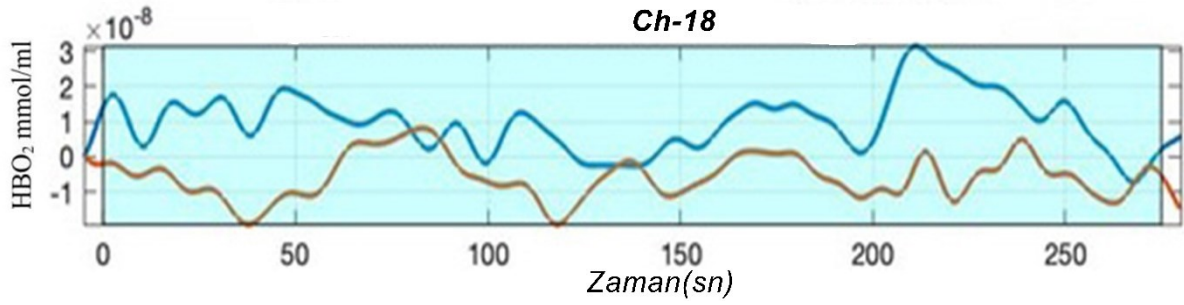
Şekilde görüldüğü gibi kadınların ölçüm esnasında kayıt altına alınan Oksihemoglobin (HbO_2) seviyeleri milimol/mililitre (mmol/ml) cinsinde gösterilmektedir. Şekilde yer alan mavi çizgiler ön testler esnasında meydana gelen HbO_2 seviyesini, kırmızı çizgiler ise son testler esnasında meydana gelen HbO_2 düzeyini ifade etmektedir. Yapılan germe egzersizlerinden sonra, ön test ve son test karşılaştırmalarında Ch-16 kanalında iyileşme gözlemlenmiş olmakla birlikte, bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

Şekil 31. Germe Egzersizleri Uygulanan Grubun Ön Test ve Son Test Ölçümleri Sırasında Oksihemoglobin (HbO_2) Seviyesi Kanal 17 Değerleri



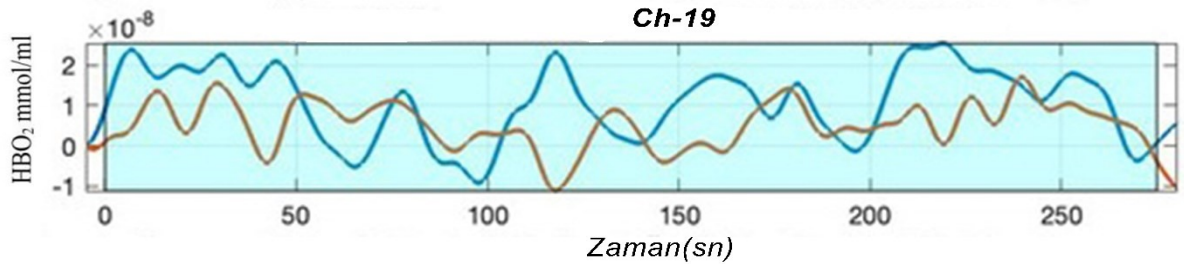
Şekilde görüldüğü gibi kadınların ölçüm esnasında kayıt altına alınan Oksihemoglobin (HbO_2) seviyeleri milimol/mililitre (mmol/ml) cinsinde gösterilmektedir. Şekilde yer alan mavi çizgiler ön testler esnasında meydana gelen HbO_2 seviyesini, kırmızı çizgiler ise son testler esnasında meydana gelen HbO_2 düzeyini ifade etmektedir. Yapılan germe egzersizlerinden sonra, ön test ve son test karşılaştırmalarında Ch-17 kanalında iyileşme gözlemlenmiş olmakla birlikte, bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

Şekil 32. Germe Egzersizleri Uygulanan Grubun Ön Test ve Son Test Ölçümleri Sırasında Oksihemoglobin (HbO_2) Seviyesi Kanal 18 Değerleri



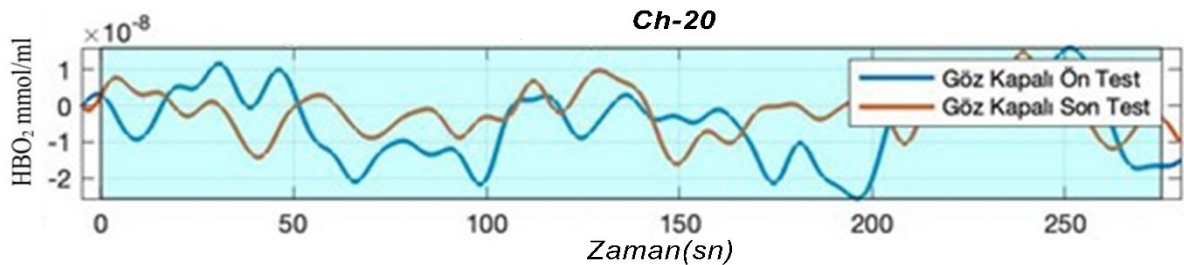
Şekilde görüldüğü gibi kadınların ölçüm esnasında kayıt altına alınan Oksihemoglobin (HbO_2) seviyeleri milimol/mililitre (mmol/ml) cinsinde gösterilmektedir. Şekilde yer alan mavi çizgiler ön testler esnasında meydana gelen HbO_2 seviyesini, kırmızı çizgiler ise son testler esnasında meydana gelen HbO_2 düzeyini ifade etmektedir. Yapılan germe egzersizlerinden sonra, ön test ve son test karşılaştırmalarında Ch-18 kanalında iyileşme gözlemlenmiş olmakla birlikte, bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

Şekil 33. Germe Egzersizleri Uygulanan Grubun Ön Test ve Son Test Ölçümleri Sırasında Oksihemoglobin (HbO_2) Seviyesi Kanal 19 Değerleri



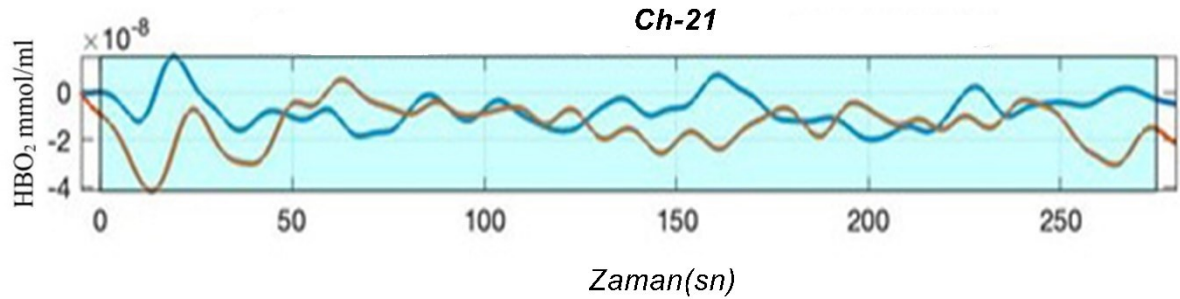
Şekilde görüldüğü gibi kadınların ölçüm esnasında kayıt altına alınan Oksihemoglobin (HbO_2) seviyeleri milimol/mililitre (mmol/ml) cinsinde gösterilmektedir. Şekilde yer alan mavi çizgiler ön testler esnasında meydana gelen HbO_2 seviyesini, kırmızı çizgiler ise son testler esnasında meydana gelen HbO_2 düzeyini ifade etmektedir. Yapılan germe egzersizlerinden sonra, ön test ve son test karşılaştırmalarında Ch-19 kanalında iyileşme gözlemlenmiş olmakla birlikte, bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

Şekil 34. Germe Egzersizleri Uygulanan Grubun Ön Test ve Son Test Ölçümleri Sırasında Oksihemoglobin (HbO_2) Seviyesi Kanal 20 Değerleri



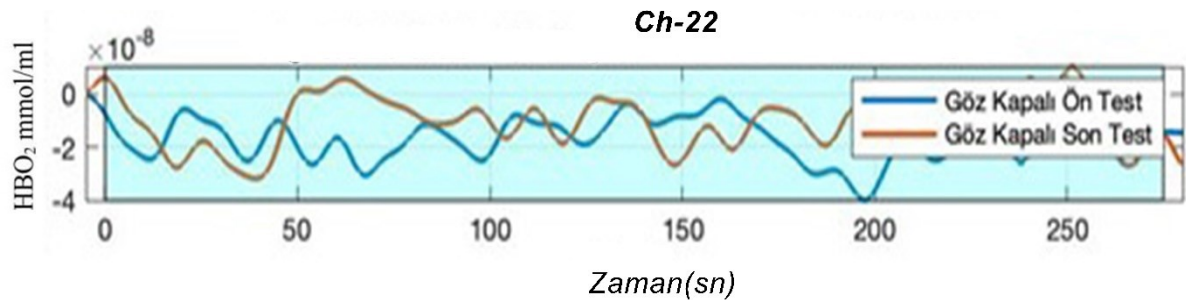
Şekilde görüldüğü gibi kadınların ölçüm esnasında kayıt altına alınan Oksihemoglobin (HbO_2) seviyeleri milimol/mililitre (mmol/ml) cinsinde gösterilmektedir. Şekilde yer alan mavi çizgiler ön testler esnasında meydana gelen HbO_2 seviyesini, kırmızı çizgiler ise son testler esnasında meydana gelen HbO_2 düzeyini ifade etmektedir. Yapılan germe egzersizlerinden sonra, ön test ve son test karşılaştırmalarında Ch-20 kanalında iyileşme gözlemlenmiş olmakla birlikte, bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

Şekil 35. Germe Egzersizleri Uygulanan Grubun Ön Test ve Son Test Ölçümleri Sırasında Oksihemoglobin (HbO_2) Seviyesi Kanal 21 Değerleri



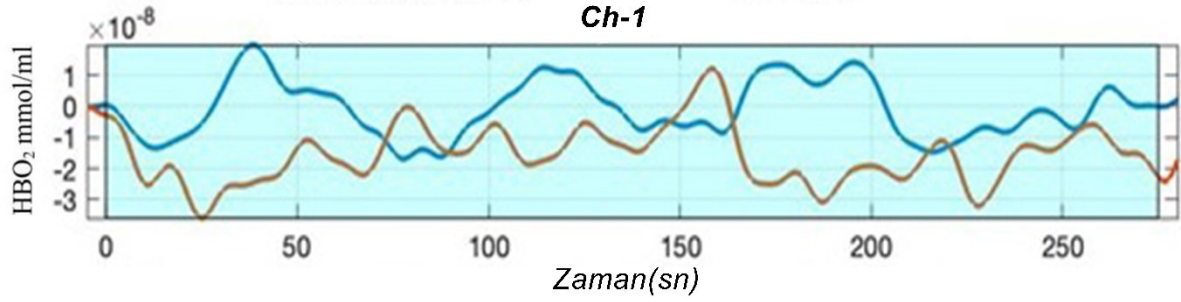
Şekilde görüldüğü gibi kadınların ölçüm esnasında kayıt altına alınan Oksihemoglobin (HbO_2) seviyeleri milimol/mililitre (mmol/ml) cinsinde gösterilmektedir. Şekilde yer alan mavi çizgiler ön testler esnasında meydana gelen HbO_2 seviyesini, kırmızı çizgiler ise son testler esnasında meydana gelen HbO_2 düzeyini ifade etmektedir. Yapılan germe egzersizlerinden sonra, ön test ve son test karşılaştırmalarında Ch-21 kanalında iyileşme gözlemlenmiş olmakla birlikte, bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

Şekil 36. Germe Egzersizleri Uygulanan Grubun Ön Test ve Son Test Ölçümleri Sırasında Oksihemoglobin (HbO_2) Seviyesi Kanal 22 Değerleri



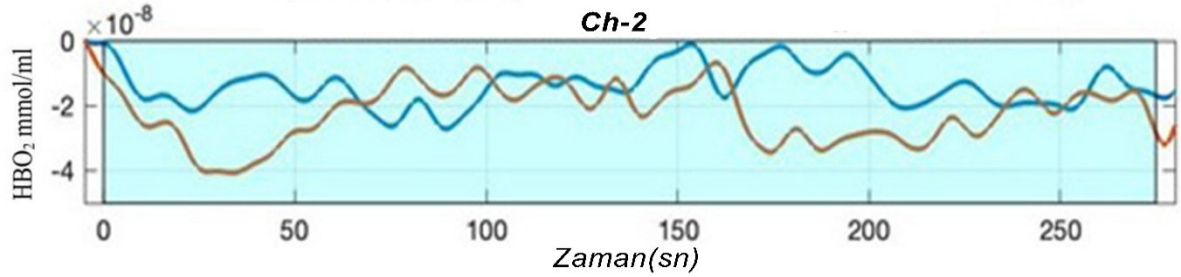
Şekilde görüldüğü gibi kadınların ölçüm esnasında kayıt altına alınan Oksihemoglobin (HbO_2) seviyeleri milimol/mililitre (mmol/ml) cinsinde gösterilmektedir. Şekilde yer alan mavi çizgiler ön testler esnasında meydana gelen HbO_2 seviyesini, kırmızı çizgiler ise son testler esnasında meydana gelen HbO_2 düzeyini ifade etmektedir. Yapılan germe egzersizlerinden sonra, ön test ve son test karşılaştırmalarında Ch-22 kanalında iyileşme gözlemlenmiş olmakla birlikte, bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

Şekil 37. Kuvvet Egzersizleri Uygulanan Grubun Ön Test ve Son Test Ölçümleri Sırasında Oksihemoglobin (HbO_2) Seviyesi Kanal 1 Değerleri



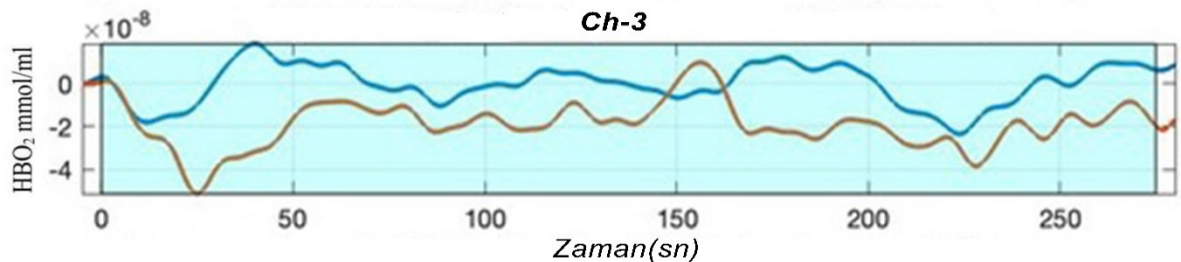
Şekilde görüldüğü gibi kadınların ölçüm esnasında kayıt altına alınan Oksihemoglobin (HbO_2) seviyeleri milimol/mililitre (mmol/ml) cinsinde gösterilmektedir. Şekilde yer alan mavi çizgiler ön testler esnasında meydana gelen HbO_2 seviyesini, kırmızı çizgiler ise son testler esnasında meydana gelen HbO_2 düzeyini ifade etmektedir. Yapılan kuvvet egzersizleri sonrasında, ön test ve son test karşılaştırmalarında Ch-1 kanalında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmiştir (Z: -2,191, p: 0,028).

Şekil 38. Kuvvet Egzersizleri Uygulanan Grubun Ön Test ve Son Test Ölçümleri Sırasında Oksihemoglobin (HbO_2) Seviyesi Kanal 2 Değerleri



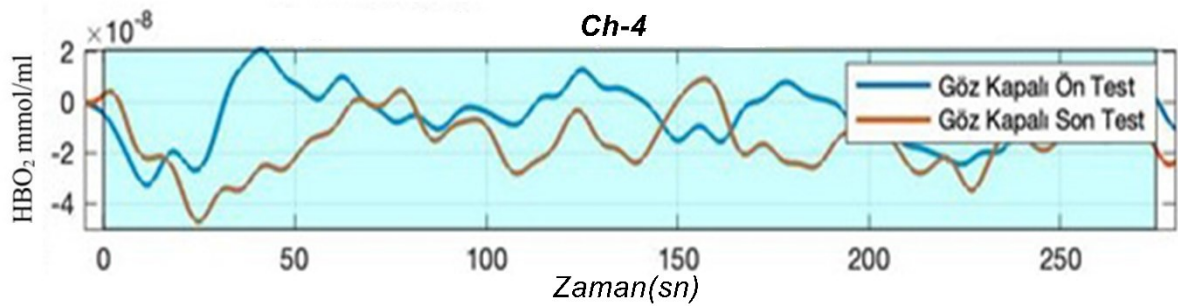
Şekilde görüldüğü gibi kadınların ölçüm esnasında kayıt altına alınan Oksihemoglobin (HbO_2) seviyeleri milimol/mililitre (mmol/ml) cinsinde gösterilmektedir. Şekilde yer alan mavi çizgiler ön testler esnasında meydana gelen HbO_2 seviyesini, kırmızı çizgiler ise son testler esnasında meydana gelen HbO_2 düzeyini ifade etmektedir. Yapılan kuvvet egzersizlerinden sonra, ön test ve son test karşılaştırmalarında Ch-2 kanalında iyileşme gözlemlenmiş olmakla birlikte, bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

Şekil 39. Kuvvet Egzersizleri Uygulanan Grubun Ön Test ve Son Test Ölçümleri Sırasında Oksihemoglobin (HbO_2) Seviyesi Kanal 3 Değerleri



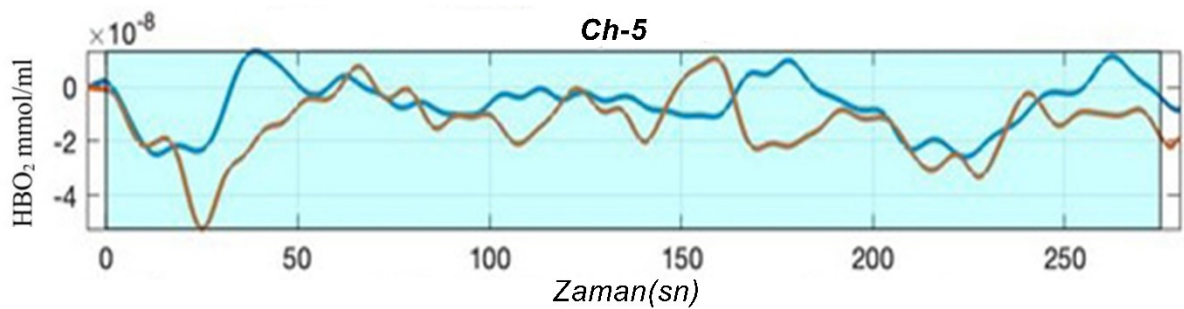
Şekilde görüldüğü gibi kadınların ölçüm esnasında kayıt altına alınan Oksihemoglobin (HbO_2) seviyeleri milimol/mililitre (mmol/ml) cinsinde gösterilmektedir. Şekilde yer alan mavi çizgiler ön testler esnasında meydana gelen HbO_2 seviyesini, kırmızı çizgiler ise son testler esnasında meydana gelen HbO_2 düzeyini ifade etmektedir. Yapılan kuvvet egzersizleri sonrasında, ön test ve son test karşılaştırmalarında Ch-3 kanalında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmiştir (Z: -2,09, p: 0,037).

Şekil 40. Kuvvet Egzersizleri Uygulanan Grubun Ön Test ve Son Test Ölçümleri Sırasında Oksihemoglobin (HbO_2) Seviyesi Kanal 4 Değerleri



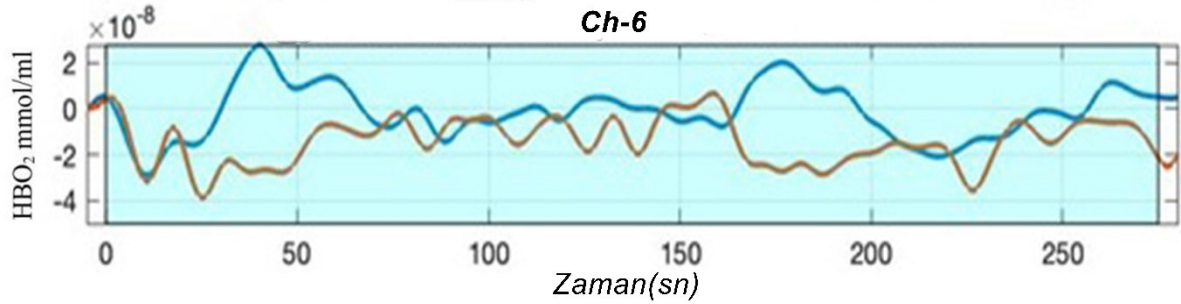
Şekilde görüldüğü gibi kadınların ölçüm esnasında kayıt altına alınan Oksihemoglobin (HbO_2) seviyeleri milimol/mililitre (mmol/ml) cinsinde gösterilmektedir. Şekilde yer alan mavi çizgiler ön testler esnasında meydana gelen HbO_2 seviyesini, kırmızı çizgiler ise son testler esnasında meydana gelen HbO_2 düzeyini ifade etmektedir. Yapılan kuvvet egzersizlerinden sonra, ön test ve son test karşılaştırmalarında Ch-4 kanalında iyileşme gözlemlenmiş olmakla birlikte, bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

Şekil 41. Kuvvet Egzersizleri Uygulanan Grubun Ön Test ve Son Test Ölçümleri Sırasında Oksihemoglobin (HbO_2) Seviyesi Kanal 5 Değerleri



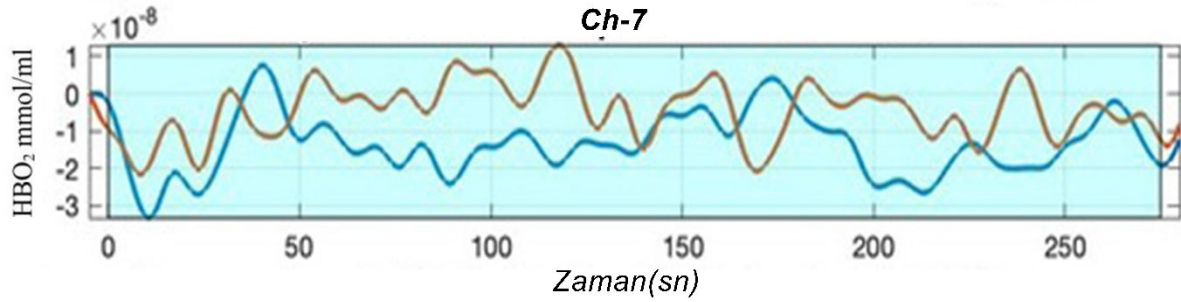
Şekilde görüldüğü gibi kadınların ölçüm esnasında kayıt altına alınan Oksihemoglobin (HbO_2) seviyeleri milimol/mililitre (mmol/ml) cinsinde gösterilmektedir. Şekilde yer alan mavi çizgiler ön testler esnasında meydana gelen HbO_2 seviyesini, kırmızı çizgiler ise son testler esnasında meydana gelen HbO_2 düzeyini ifade etmektedir. Yapılan kuvvet egzersizlerinden sonra, ön test ve son test karşılaştırmalarında Ch-5 kanalında iyileşme gözlemlenmiş olmakla birlikte, bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

Şekil 42. Kuvvet Egzersizleri Uygulanan Grubun Ön Test ve Son Test Ölçümleri Sırasında Oksihemoglobin (HbO_2) Seviyesi Kanal 6 Değerleri



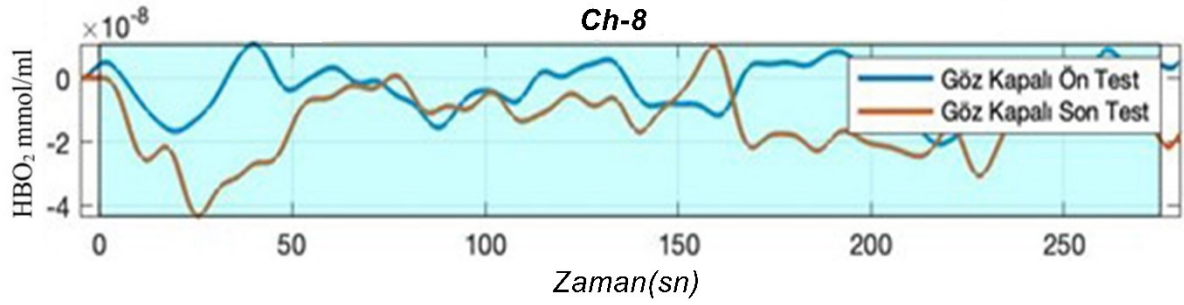
Şekilde görüldüğü gibi kadınların ölçüm esnasında kayıt altına alınan Oksihemoglobin (HbO_2) seviyeleri milimol/mililitre (mmol/ml) cinsinde gösterilmektedir. Şekilde yer alan mavi çizgiler ön testler esnasında meydana gelen HbO_2 seviyesini, kırmızı çizgiler ise son testler esnasında meydana gelen HbO_2 düzeyini ifade etmektedir. Yapılan kuvvet egzersizlerinden sonra, ön test ve son test karşılaştırmalarında Ch-6 kanalında iyileşme gözlemlenmiş olmakla birlikte, bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

Şekil 43. Kuvvet Egzersizleri Uygulanan Grubun Ön Test ve Son Test Ölçümleri Sırasında Oksihemoglobin (HbO_2) Seviyesi Kanal 7 Değerleri



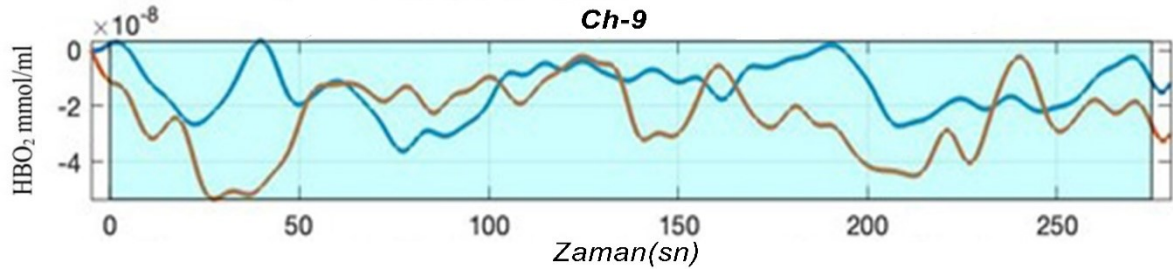
Şekilde görüldüğü gibi kadınların ölçüm esnasında kayıt altına alınan Oksihemoglobin (HbO_2) seviyeleri milimol/mililitre (mmol/ml) cinsinde gösterilmektedir. Şekilde yer alan mavi çizgiler ön testler esnasında meydana gelen HbO_2 seviyesini, kırmızı çizgiler ise son testler esnasında meydana gelen HbO_2 düzeyini ifade etmektedir. Yapılan kuvvet egzersizlerinden sonra, ön test ve son test karşılaştırmalarında Ch-7 kanalında iyileşme gözlemlenmiş olmakla birlikte, bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

Şekil 44. Kuvvet Egzersizleri Uygulanan Grubun Ön Test ve Son Test Ölçümleri Sırasında Oksihemoglobin (HbO_2) Seviyesi Kanal 8 Değerleri



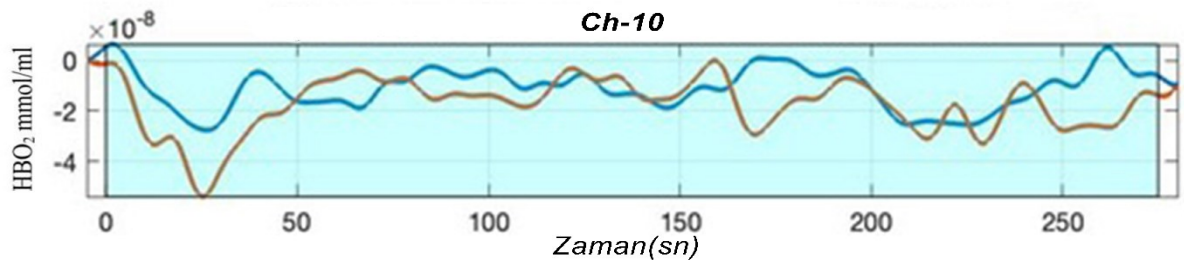
Şekilde görüldüğü gibi kadınların ölçüm esnasında kayıt altına alınan Oksihemoglobin (HbO_2) seviyeleri milimol/mililitre (mmol/ml) cinsinde gösterilmektedir. Şekilde yer alan mavi çizgiler ön testler esnasında meydana gelen HbO_2 seviyesini, kırmızı çizgiler ise son testler esnasında meydana gelen HbO_2 düzeyini ifade etmektedir. Yapılan kuvvet egzersizlerinden sonra, ön test ve son test karşılaştırmalarında Ch-8 kanalında iyileşme gözlemlenmiş olmakla birlikte, bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

Şekil 45. Kuvvet Egzersizleri Uygulanan Grubun Ön Test ve Son Test Ölçümleri Sırasında Oksihemoglobin (HbO_2) Seviyesi Kanal 9 Değerleri



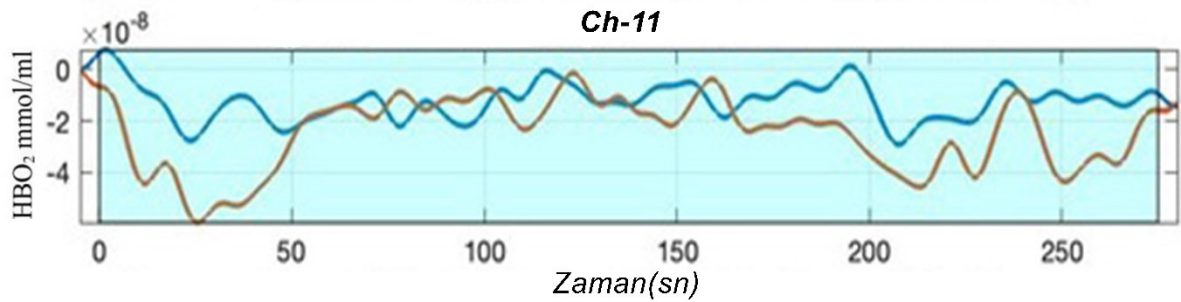
Şekilde görüldüğü gibi kadınların ölçüm esnasında kayıt altına alınan Oksihemoglobin (HbO_2) seviyeleri milimol/mililitre (mmol/ml) cinsinde gösterilmektedir. Şekilde yer alan mavi çizgiler ön testler esnasında meydana gelen HbO_2 seviyesini, kırmızı çizgiler ise son testler esnasında meydana gelen HbO_2 düzeyini ifade etmektedir. Yapılan kuvvet egzersizleri sonrasında, ön test ve son test karşılaştırmalarında Ch-9 kanalında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmiştir (Z: -2,191, p: 0,028).

Şekil 46. Kuvvet Egzersizleri Uygulanan Grubun Ön Test ve Son Test Ölçümleri Sırasında Oksihemoglobin (HbO_2) Seviyesi Kanal 10 Değerleri



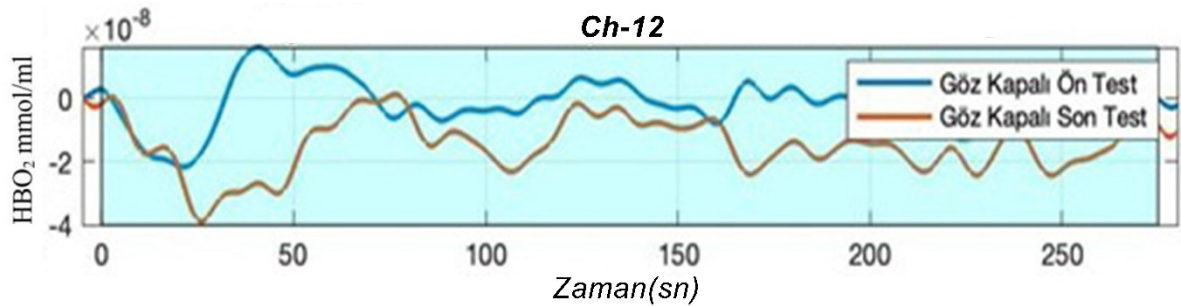
Şekilde görüldüğü gibi kadınların ölçüm esnasında kayıt altına alınan Oksihemoglobin (HbO_2) seviyeleri milimol/mililitre (mmol/ml) cinsinde gösterilmektedir. Şekilde yer alan mavi çizgiler ön testler esnasında meydana gelen HbO_2 seviyesini, kırmızı çizgiler ise son testler esnasında meydana gelen HbO_2 düzeyini ifade etmektedir. Yapılan kuvvet egzersizleri sonrasında, ön test ve son test karşılaştırmalarında Ch-10 kanalında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmiştir (Z: -1,988, p: 0,047).

Şekil 47. Kuvvet Egzersizleri Uygulanan Grubun Ön Test ve Son Test Ölçümleri Sırasında Oksihemoglobin (HbO_2) Seviyesi Kanal 11 Değerleri



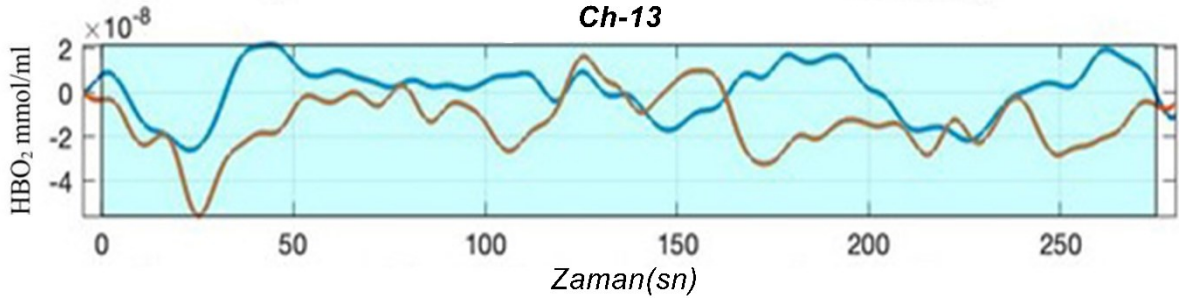
Şekilde görüldüğü gibi kadınların ölçüm esnasında kayıt altına alınan Oksihemoglobin (HbO_2) seviyeleri milimol/mililitre (mmol/ml) cinsinde gösterilmektedir. Şekilde yer alan mavi çizgiler ön testler esnasında meydana gelen HbO_2 seviyesini, kırmızı çizgiler ise son testler esnasında meydana gelen HbO_2 düzeyini ifade etmektedir. Yapılan kuvvet egzersizleri sonrasında, ön test ve son test karşılaştırmalarında Ch-11 kanalında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmiştir (Z: -1,988, p: 0,047).

Şekil 48. Kuvvet Egzersizleri Uygulanan Grubun Ön Test ve Son Test Ölçümleri Sırasında Oksihemoglobin (HbO_2) Seviyesi Kanal 12 Değerleri



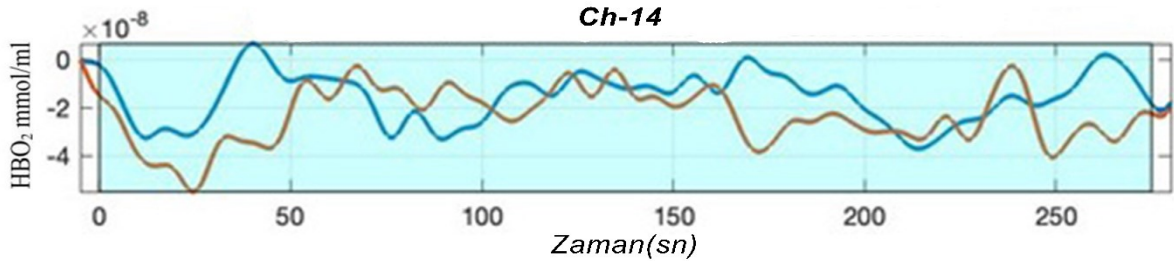
Şekilde görüldüğü gibi kadınların ölçüm esnasında kayıt altına alınan Oksihemoglobin (HbO_2) seviyeleri milimol/mililitre (mmol/ml) cinsinde gösterilmektedir. Şekilde yer alan mavi çizgiler ön testler esnasında meydana gelen HbO_2 seviyesini, kırmızı çizgiler ise son testler esnasında meydana gelen HbO_2 düzeyini ifade etmektedir. Yapılan kuvvet egzersizleri sonrasında, ön test ve son test karşılaştırmalarında Ch-12 kanalında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmiştir (Z: -2,293, p: 0,022).

Şekil 49. Kuvvet Egzersizleri Uygulanan Grubun Ön Test ve Son Test Ölçümleri Sırasında Oksihemoglobin (HbO_2) Seviyesi Kanal 13 Değerleri



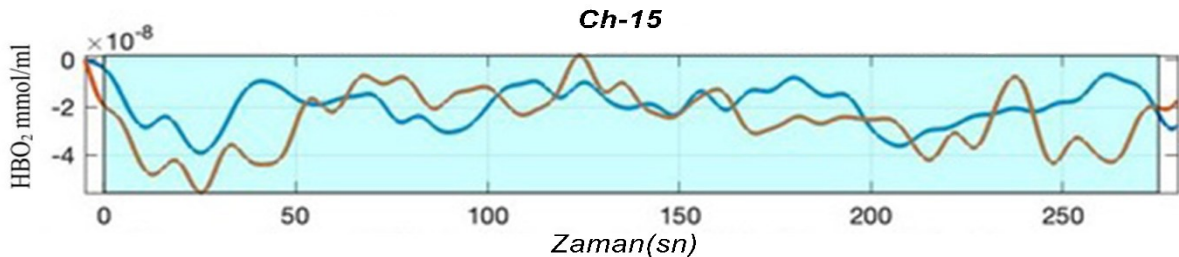
Şekilde görüldüğü gibi kadınların ölçüm esnasında kayıt altına alınan Oksihemoglobin (HbO_2) seviyeleri milimol/mililitre (mmol/ml) cinsinde gösterilmektedir. Şekilde yer alan mavi çizgiler ön testler esnasında meydana gelen HbO_2 seviyesini, kırmızı çizgiler ise son testler esnasında meydana gelen HbO_2 düzeyini ifade etmektedir. Yapılan kuvvet egzersizlerinden sonra, ön test ve son test karşılaştırmalarında Ch-13 kanalında iyileşme gözlemlenmiş olmakla birlikte, bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

Şekil 50. Kuvvet Egzersizleri Uygulanan Grubun Ön Test ve Son Test Ölçümleri Sırasında Oksihemoglobin (HbO_2) Seviyesi Kanal 14 Değerleri



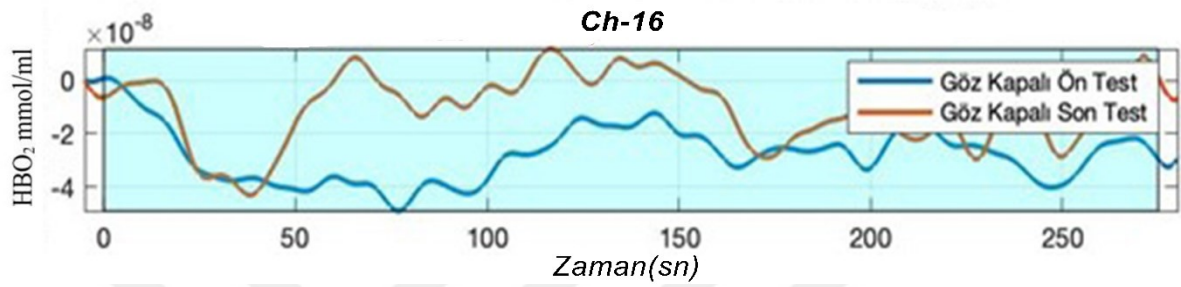
Şekilde görüldüğü gibi kadınların ölçüm esnasında kayıt altına alınan Oksihemoglobin (HbO_2) seviyeleri milimol/mililitre (mmol/ml) cinsinde gösterilmektedir. Şekilde yer alan mavi çizgiler ön testler esnasında meydana gelen HbO_2 seviyesini, kırmızı çizgiler ise son testler esnasında meydana gelen HbO_2 düzeyini ifade etmektedir. Yapılan kuvvet egzersizlerinden sonra, ön test ve son test karşılaştırmalarında Ch-14 kanalında iyileşme gözlemlenmiş olmakla birlikte, bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

Şekil 51. Kuvvet Egzersizleri Uygulanan Grubun Ön Test ve Son Test Ölçümleri Sırasında Oksihemoglobin (HbO_2) Seviyesi Kanal 15 Değerleri



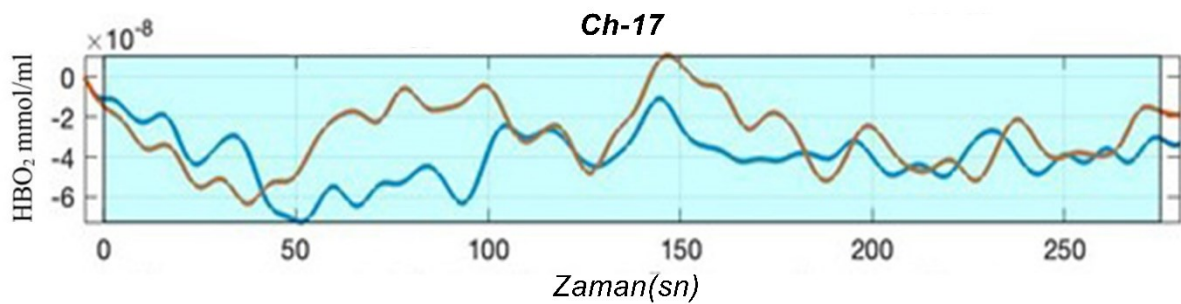
Şekilde görüldüğü gibi kadınların ölçüm esnasında kayıt altına alınan Oksihemoglobin (HbO_2) seviyeleri milimol/mililitre (mmol/ml) cinsinde gösterilmektedir. Şekilde yer alan mavi çizgiler ön testler esnasında meydana gelen HbO_2 seviyesini, kırmızı çizgiler ise son testler esnasında meydana gelen HbO_2 düzeyini ifade etmektedir. Yapılan kuvvet egzersizleri sonrasında, ön test ve son test karşılaştırmalarında Ch-15 kanalında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmiştir (Z: -2,09, p: 0,037).

Şekil 52. Kuvvet Egzersizleri Uygulanan Grubun Ön Test ve Son Test Ölçümleri Sırasında Oksihemoglobin (HbO_2) Seviyesi Kanal 16 Değerleri



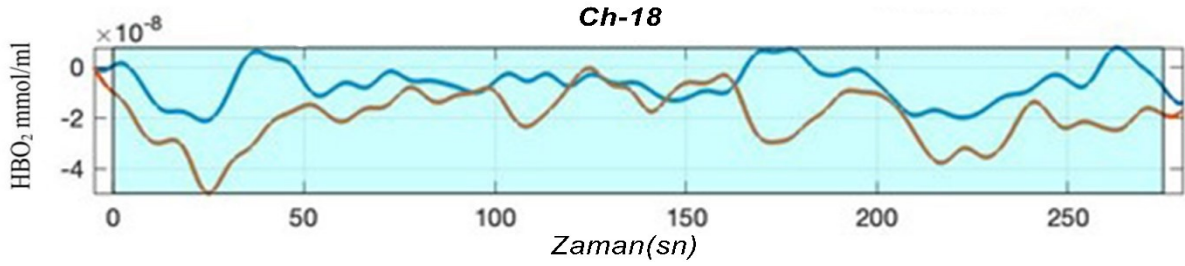
Şekilde görüldüğü gibi kadınların ölçüm esnasında kayıt altına alınan Oksihemoglobin (HbO_2) seviyeleri milimol/mililitre (mmol/ml) cinsinde gösterilmektedir. Şekilde yer alan mavi çizgiler ön testler esnasında meydana gelen HbO_2 seviyesini, kırmızı çizgiler ise son testler esnasında meydana gelen HbO_2 düzeyini ifade etmektedir. Yapılan kuvvet egzersizleri sonrasında, ön test ve son test karşılaştırmalarında Ch-16 kanalında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmiştir (Z: -2,293, p: 0,022).

Şekil 53. Kuvvet Egzersizleri Uygulanan Grubun Ön Test ve Son Test Ölçümleri Sırasında Oksihemoglobin (HbO_2) Seviyesi Kanal 17 Değerleri



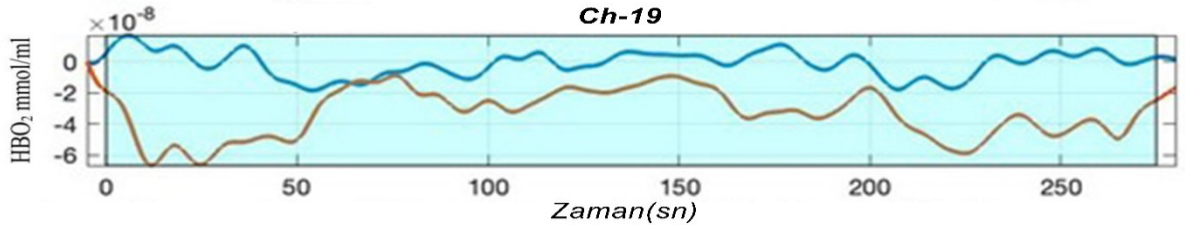
Şekilde görüldüğü gibi kadınların ölçüm esnasında kayıt altına alınan Oksihemoglobin (HbO_2) seviyeleri milimol/mililitre (mmol/ml) cinsinde gösterilmektedir. Şekilde yer alan mavi çizgiler ön testler esnasında meydana gelen HbO_2 seviyesini, kırmızı çizgiler ise son testler esnasında meydana gelen HbO_2 düzeyini ifade etmektedir. Yapılan kuvvet egzersizlerinden sonra, ön test ve son test karşılaştırmalarında Ch-17 kanalında iyileşme gözlemlenmiş olmakla birlikte, bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

Şekil 54. Kuvvet Egzersizleri Uygulanan Grubun Ön Test ve Son Test Ölçümleri Sırasında Oksihemoglobin (HbO_2) Seviyesi Kanal 18 Değerleri



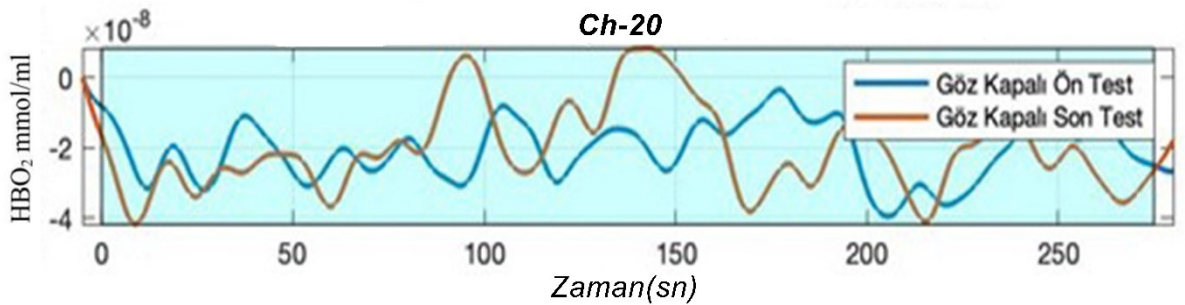
Şekilde görüldüğü gibi kadınların ölçüm esnasında kayıt altına alınan Oksihemoglobin (HbO_2) seviyeleri milimol/mililitre (mmol/ml) cinsinde gösterilmektedir. Şekilde yer alan mavi çizgiler ön testler esnasında meydana gelen HbO_2 seviyesini, kırmızı çizgiler ise son testler esnasında meydana gelen HbO_2 düzeyini ifade etmektedir. Yapılan kuvvet egzersizlerinden sonra, ön test ve son test karşılaştırmalarında Ch-18 kanalında iyileşme gözlemlenmiş olmakla birlikte, bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

Şekil 55. Kuvvet Egzersizleri Uygulanan Grubun Ön Test ve Son Test Ölçümleri Sırasında Oksihemoglobin (HbO_2) Seviyesi Kanal 19 Değerleri



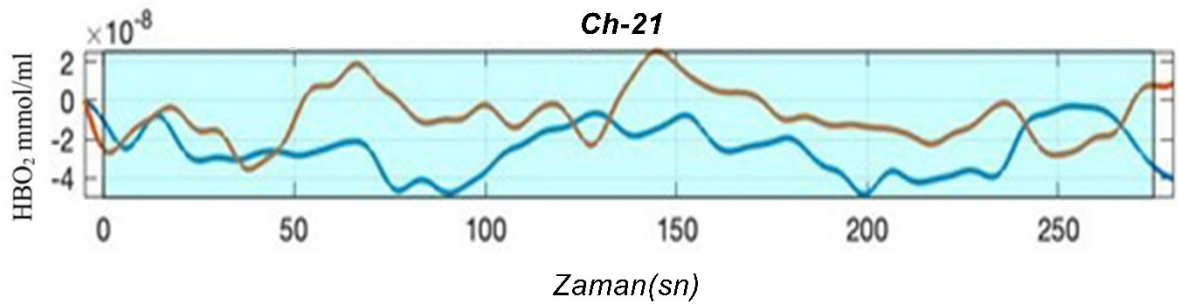
Şekilde görüldüğü gibi kadınların ölçüm esnasında kayıt altına alınan Oksihemoglobin (HbO_2) seviyeleri milimol/mililitre (mmol/ml) cinsinde gösterilmektedir. Şekilde yer alan mavi çizgiler ön testler esnasında meydana gelen HbO_2 seviyesini, kırmızı çizgiler ise son testler esnasında meydana gelen HbO_2 düzeyini ifade etmektedir. Yapılan kuvvet egzersizlerinden sonra, ön test ve son test karşılaştırmalarında Ch-19 kanalında iyileşme gözlemlenmiş olmakla birlikte, bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

Şekil 56. Kuvvet Egzersizleri Uygulanan Grubun Ön Test ve Son Test Ölçümleri Sırasında Oksihemoglobin (HbO_2) Seviyesi Kanal 20 Değerleri



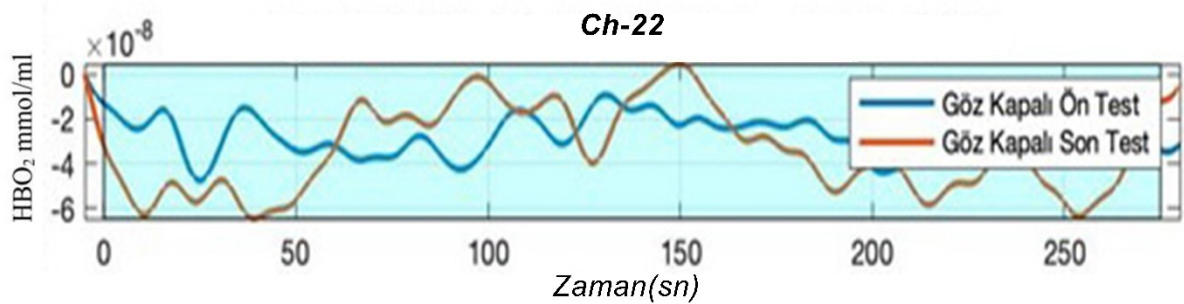
Şekilde görüldüğü gibi kadınların ölçüm esnasında kayıt altına alınan Oksihemoglobin (HbO_2) seviyeleri milimol/mililitre (mmol/ml) cinsinde gösterilmektedir. Şekilde yer alan mavi çizgiler ön testler esnasında meydana gelen HbO_2 seviyesini, kırmızı çizgiler ise son testler esnasında meydana gelen HbO_2 düzeyini ifade etmektedir. Yapılan kuvvet egzersizleri sonrasında, ön test ve son test karşılaştırmalarında Ch-20 kanalında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmiştir (Z: -2,191, p: 0,028).

Şekil 57. Kuvvet Egzersizleri Uygulanan Grubun Ön Test ve Son Test Ölçümleri Sırasında Oksihemoglobin (HbO_2) Seviyesi Kanal 21 Değerleri



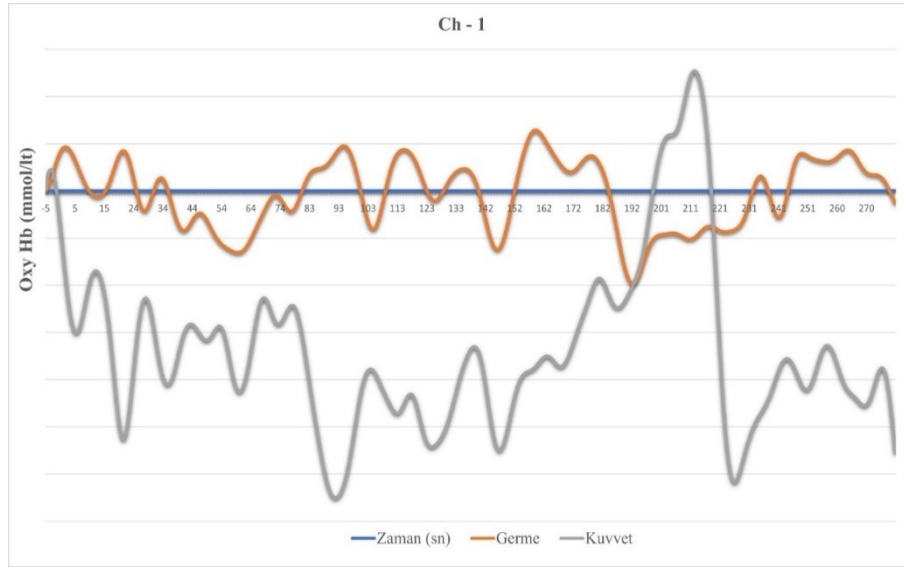
Şekilde görüldüğü gibi kadınların ölçüm esnasında kayıt altına alınan Oksihemoglobin (HbO_2) seviyeleri milimol/mililitre (mmol/ml) cinsinde gösterilmektedir. Şekilde yer alan mavi çizgiler ön testler esnasında meydana gelen HbO_2 seviyesini, kırmızı çizgiler ise son testler esnasında meydana gelen HbO_2 düzeyini ifade etmektedir. Yapılan kuvvet egzersizlerinden sonra, ön test ve son test karşılaştırmalarında Ch-21 kanalında iyileşme gözlemlenmiş olmakla birlikte, bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

Şekil 58. Kuvvet Egzersizleri Uygulanan Grubun Ön Test ve Son Test Ölçümleri Sırasında Oksihemoglobin (HbO_2) Seviyesi Kanal 22 Değerleri



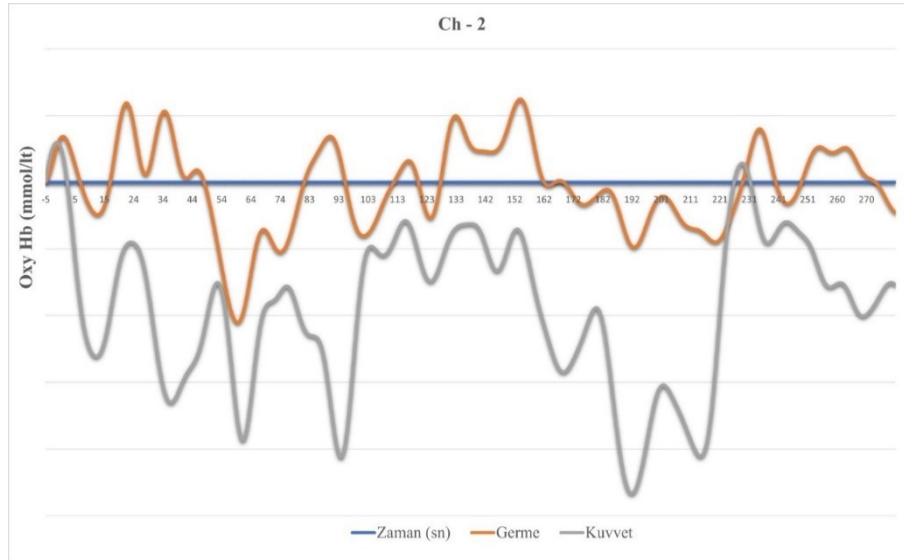
Şekilde görüldüğü gibi kadınların ölçüm esnasında kayıt altına alınan Oksihemoglobin (HbO_2) seviyeleri milimol/mililitre (mmol/ml) cinsinde gösterilmektedir. Şekilde yer alan mavi çizgiler ön testler esnasında meydana gelen HbO_2 seviyesini, kırmızı çizgiler ise son testler esnasında meydana gelen HbO_2 düzeyini ifade etmektedir. Yapılan kuvvet egzersizlerinden sonra, ön test ve son test karşılaştırmalarında Ch-22 kanalında iyileşme gözlemlenmiş olmakla birlikte, bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

Şekil 59. Germe ve Kuvvet Egzersizleri Yapan Grupların Son Testler Esnasındaki Oksihemoglobin (HbO₂) Seviyeleri Kanal 1 Grafik Değerlerinin Karşılaştırılması



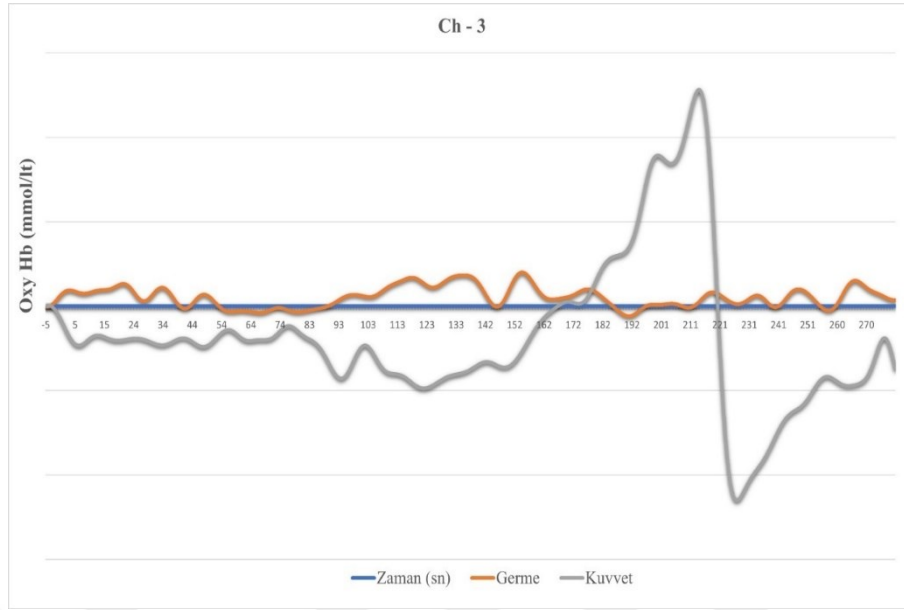
Şekilde görüldüğü gibi son testlerde kayıt altına alınan Oksihemoglobin (HbO₂) seviyeleri mmol/l't cinsinden gösterilmektedir. Turuncu çizgiler, germe egzersizleri uygulayan grubun HbO₂ seviyelerini, gri çizgiler ise kuvvet egzersizleri uygulayan grubun HbO₂ seviyelerini temsil etmektedir. Yapılan son testlerde, her iki egzersiz grubu kıyasında Ch-1 kanalındaki HbO₂ düzeyi istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

Şekil 60. Germe ve Kuvvet Egzersizleri Yapan Grupların Son Testler Esnasındaki Oksihemoglobin (HbO₂) Seviyeleri Kanal 2 Grafik Değerlerinin Karşılaştırılması



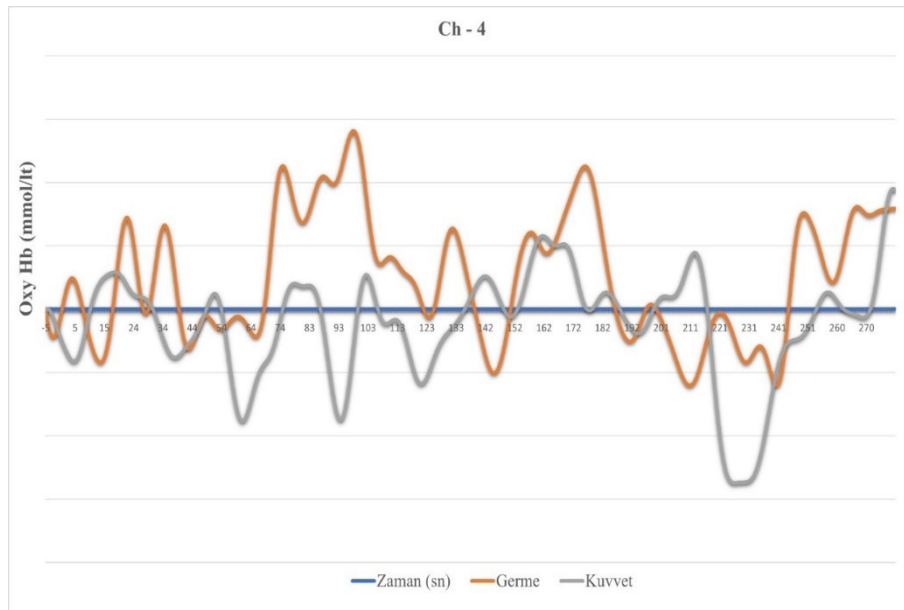
Şekilde görüldüğü gibi son testlerde kayıt altına alınan Oksihemoglobin (HbO₂) seviyeleri mmol/l't cinsinden gösterilmektedir. Turuncu çizgiler, germe egzersizleri uygulayan grubun HbO₂ seviyelerini, gri çizgiler ise kuvvet egzersizleri uygulayan grubun HbO₂ seviyelerini temsil etmektedir. Yapılan son testlerde, her iki egzersiz grubu kıyasında Ch-2 kanalındaki HbO₂ düzeyi istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

Şekil 61. Germe ve Kuvvet Egzersizleri Yapan Grupların Son Testler Esnasındaki Oksihemoglobin (HbO_2) Seviyeleri Kanal 3 Grafik Değerlerinin Karşılaştırılması



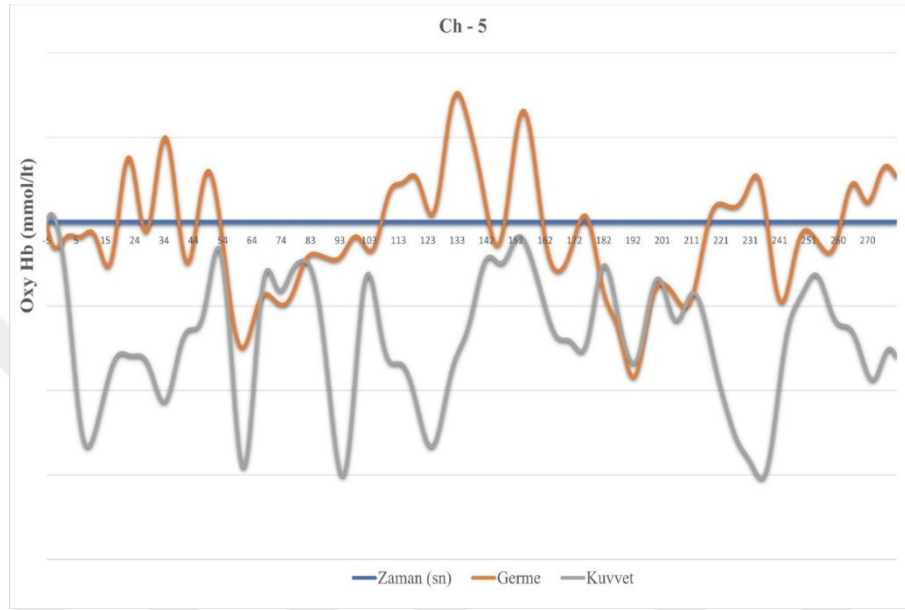
Şekilde görüldüğü gibi son testlerde kayıt altına alınan Oksihemoglobin (HbO_2) seviyeleri mmol/l't cinsinden gösterilmektedir. Turuncu çizgiler, germe egzersizleri uygulayan grubun HbO_2 seviyelerini, gri çizgiler ise kuvvet egzersizleri uygulayan grubun HbO_2 seviyelerini temsil etmektedir. Yapılan son test karşılaştırmalarında, her iki egzersiz grubunda da Ch-3 kanalındaki HbO_2 seviyelerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmiştir (Z: -2,192, p: 0,028). Bu bulgular, kuvvet egzersizleri uygulayan grubun, germe egzersizleri uygulayan gruba kıyasla ağırlı azaltma açısından daha etkili olduğunu göstermektedir.

Şekil 62. Germe ve Kuvvet Egzersizleri Yapan Grupların Son Testler Esnasındaki Oksihemoglobin (HbO_2) Seviyeleri Kanal 4 Grafik Değerlerinin Karşılaştırılması



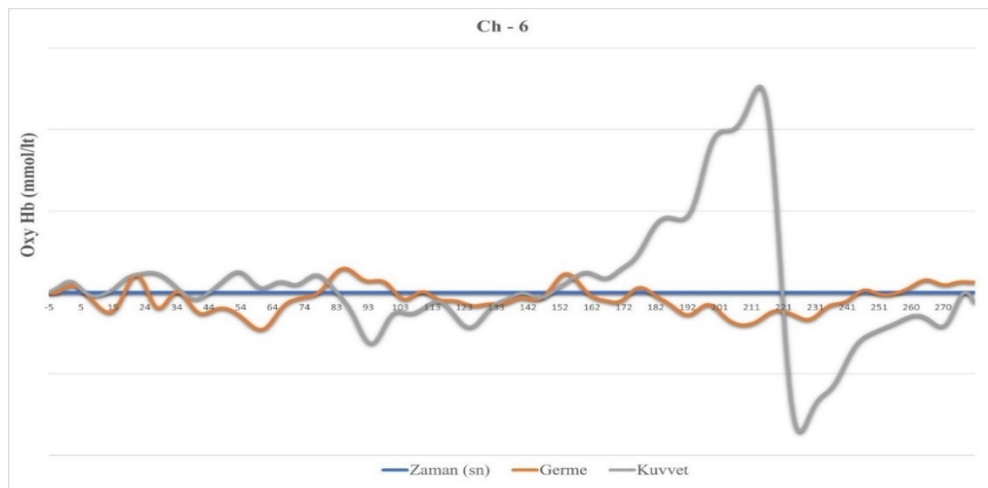
Şekilde görüldüğü gibi son testlerde kayıt altına alınan Oksihemoglobin (HbO_2) seviyeleri mmol/lit cinsinden gösterilmektedir. Turuncu çizgiler, germe egzersizleri uygulayan grubun HbO_2 seviyelerini, gri çizgiler ise kuvvet egzersizleri uygulayan grubun HbO_2 seviyelerini temsil etmektedir. Yapılan son testlerde, her iki egzersiz grubu kıyasında Ch-4 kanalındaki HbO_2 düzeyi istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

Şekil 63. Germe ve Kuvvet Egzersizleri Yapan Grupların Son Testler Esnasındaki Oksihemoglobin (HbO_2) Seviyeleri Kanal 5 Grafik Değerlerinin Karşılaştırılması



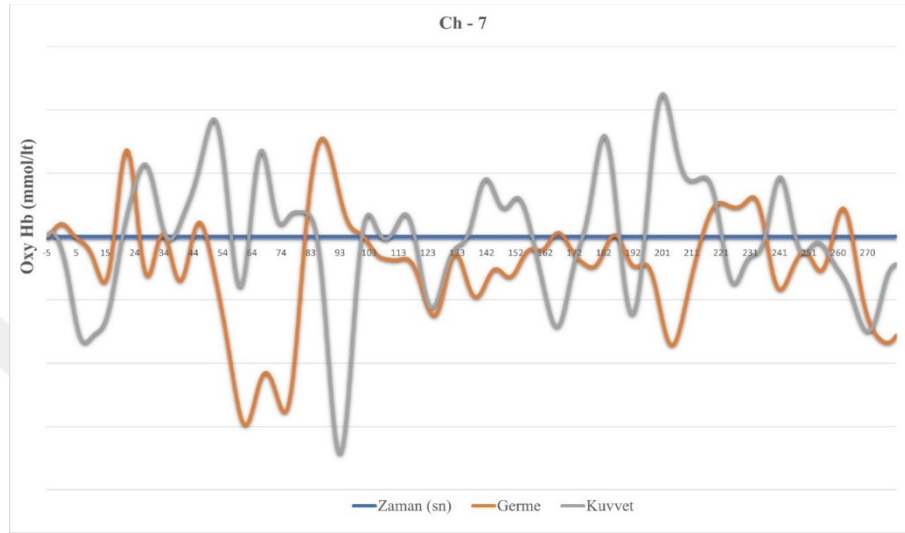
Şekilde görüldüğü gibi son testlerde kayıt altına alınan Oksihemoglobin (HbO_2) seviyeleri mmol/lit cinsinden gösterilmektedir. Turuncu çizgiler, germe egzersizleri uygulayan grubun HbO_2 seviyelerini, gri çizgiler ise kuvvet egzersizleri uygulayan grubun HbO_2 seviyelerini temsil etmektedir. Yapılan son testlerde, her iki egzersiz grubu kıyasında Ch-5 kanalındaki HbO_2 düzeyi istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

Şekil 64. Germe ve Kuvvet Egzersizleri Yapan Grupların Son Testler Esnasındaki Oksihemoglobin (HbO_2) Seviyeleri Kanal 6 Grafik Değerlerinin Karşılaştırılması



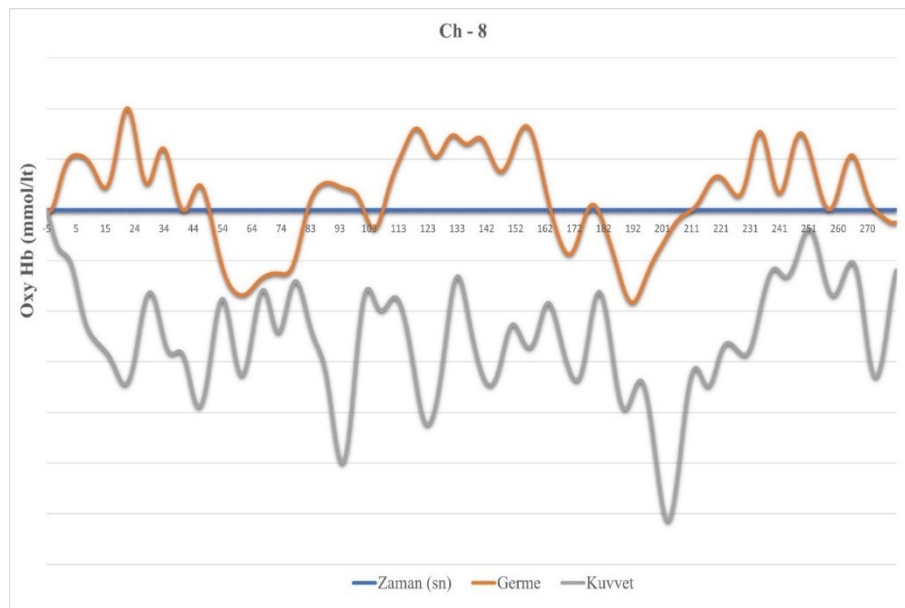
Şekilde görüldüğü gibi son testlerde kayıt altına alınan Oksihemoglobin (HbO_2) seviyeleri mmol/lit cinsinden gösterilmektedir. Turuncu çizgiler, germe egzersizleri uygulayan grubun HbO_2 seviyelerini, gri çizgiler ise kuvvet egzersizleri uygulayan grubun HbO_2 seviyelerini temsil etmektedir. Yapılan son testlerde, her iki egzersiz grubu kıyasında Ch-6 kanalındaki HbO_2 düzeyi istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

Şekil 65. Germe ve Kuvvet Egzersizleri Yapan Grupların Son Testler Esnasındaki Oksihemoglobin (HbO_2) Seviyeleri Kanal 7 Grafik Değerlerinin Karşılaştırılması



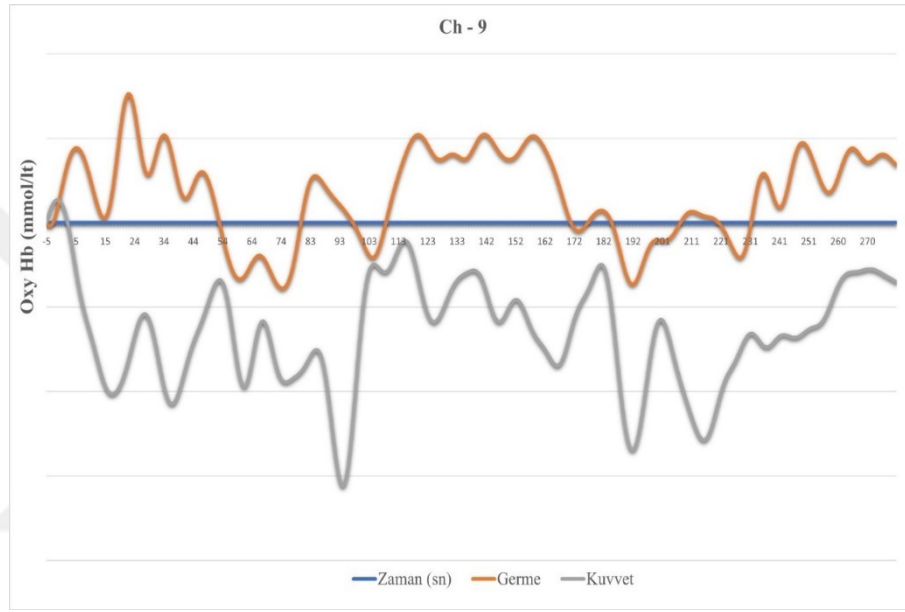
Şekilde görüldüğü gibi son testlerde kayıt altına alınan Oksihemoglobin (HbO_2) seviyeleri mmol/lit cinsinden gösterilmektedir. Turuncu çizgiler, germe egzersizleri uygulayan grubun HbO_2 seviyelerini, gri çizgiler ise kuvvet egzersizleri uygulayan grubun HbO_2 seviyelerini temsil etmektedir. Yapılan son testlerde, her iki egzersiz grubu kıyasında Ch-7 kanalındaki HbO_2 düzeyi istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

Şekil 66. Germe ve Kuvvet Egzersizleri Yapan Grupların Son Testler Esnasındaki Oksihemoglobin (HbO_2) Seviyeleri Kanal 8 Grafik Değerlerinin Karşılaştırılması



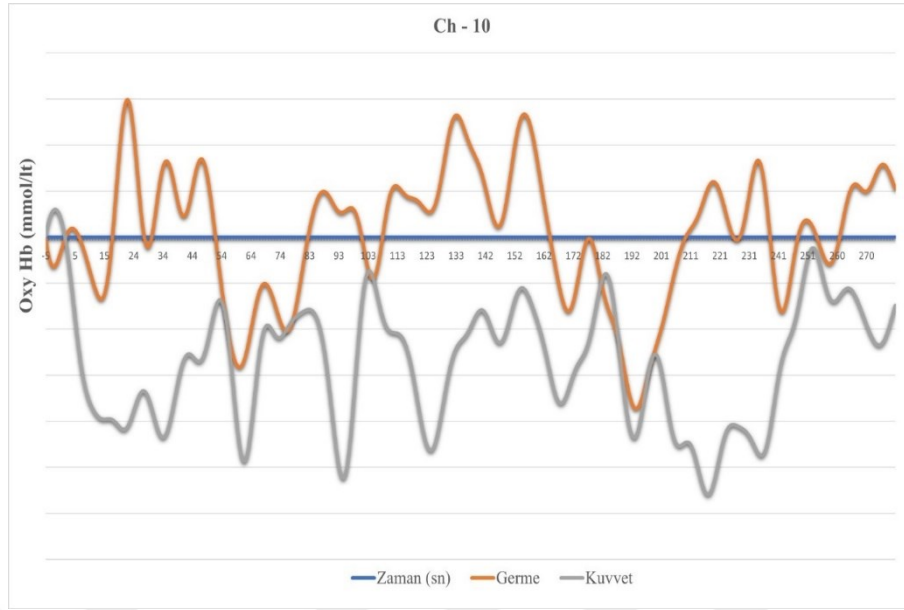
Şekilde görüldüğü gibi son testlerde kayıt altına alınan Oksihemoglobin (HbO_2) seviyeleri mmol/lt cinsinden gösterilmektedir. Turuncu çizgiler, germe egzersizleri uygulayan grubun HbO_2 seviyelerini, gri çizgiler ise kuvvet egzersizleri uygulayan grubun HbO_2 seviyelerini temsil etmektedir. Yapılan son test karşılaştırmalarında, her iki egzersiz grubunda da Ch-8 kanalındaki HbO_2 seviyelerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmiştir (Z: -2,419, p: 0,016). Bu bulgular, kuvvet egzersizleri uygulayan grubun, germe egzersizleri uygulayan gruba kıyasla ağrı azaltma açısından daha etkili olduğunu göstermektedir.

Şekil 67. Germe ve Kuvvet Egzersizleri Yapan Grupların Son Testler Esnasındaki Oksihemoglobin (HbO_2) Seviyeleri Kanal 9 Grafik Değerlerinin Karşılaştırılması



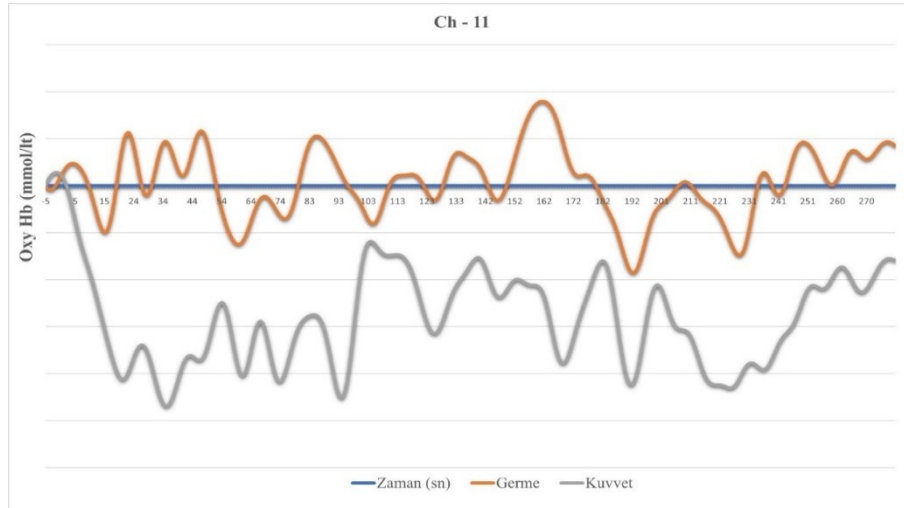
Şekilde görüldüğü gibi son testlerde kayıt altına alınan Oksihemoglobin (HbO_2) seviyeleri mmol/lt cinsinden gösterilmektedir. Turuncu çizgiler, germe egzersizleri uygulayan grubun HbO_2 seviyelerini, gri çizgiler ise kuvvet egzersizleri uygulayan grubun HbO_2 seviyelerini temsil etmektedir. Yapılan son test karşılaştırmalarında, her iki egzersiz grubunda da Ch-9 kanalındaki HbO_2 seviyelerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmiştir (Z: -2,041, p: 0,041). Bu bulgular, kuvvet egzersizleri uygulayan grubun, germe egzersizleri uygulayan gruba kıyasla ağrı azaltma açısından daha etkili olduğunu göstermektedir.

Şekil 68. Germe ve Kuvvet Egzersizleri Yapan Grupların Son Testler Esnasındaki Oksihemoglobin (HbO_2) Seviyeleri Kanal 10 Grafik Değerlerinin Karşılaştırılması



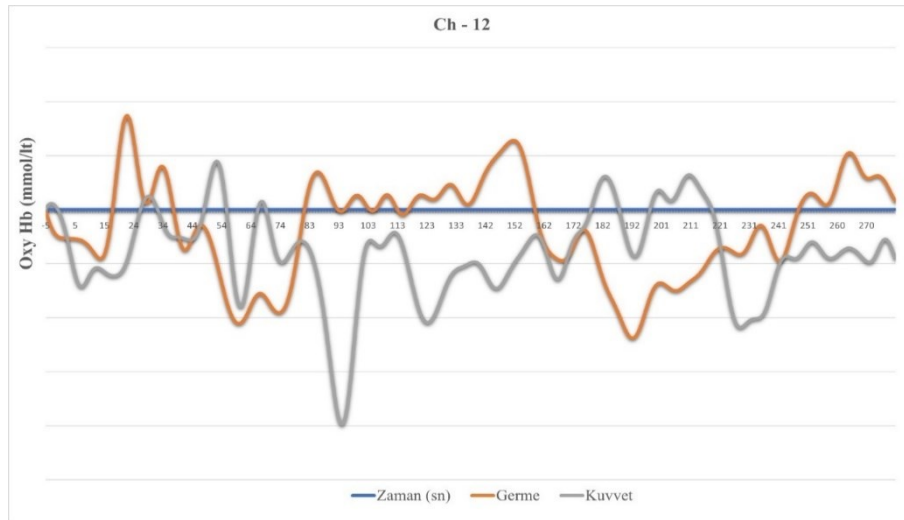
Şekilde görüldüğü gibi son testlerde kayıt altına alınan Oksihemoglobin (HbO_2) seviyeleri mmol/lt cinsinden gösterilmektedir. Turuncu çizgiler, germe egzersizleri uygulayan grubun HbO_2 seviyelerini, gri çizgiler ise kuvvet egzersizleri uygulayan grubun HbO_2 seviyelerini temsil etmektedir. Yapılan son testlerde, her iki egzersiz grubu kıyasında Ch-10 kanalındaki HbO_2 düzeyi istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

Şekil 69. Germe ve Kuvvet Egzersizleri Yapan Grupların Son Testler Esnasındaki Oksihemoglobin (HbO₂) Seviyeleri Kanal 11 Grafik Değerlerinin Karşılaştırılması



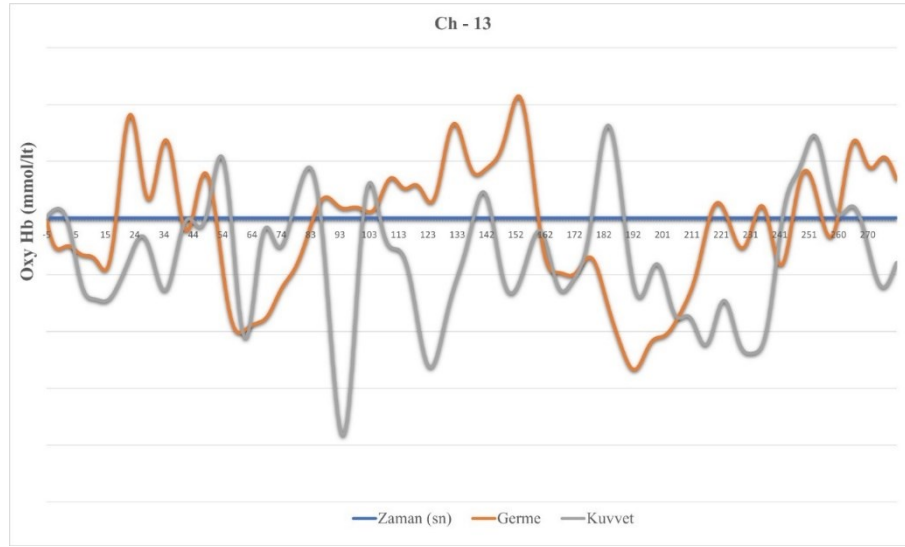
Şekilde görüldüğü gibi son testlerde kayıt altına alınan Oksihemoglobin (HbO₂) seviyeleri mmol/l't cinsinden gösterilmektedir. Turuncu çizgiler, germe egzersizleri uygulayan grubun HbO₂ seviyelerini, gri çizgiler ise kuvvet egzersizleri uygulayan grubun HbO₂ seviyelerini temsil etmektedir. Yapılan son test karşılaştırmalarında, her iki egzersiz grubunda da Ch-11 kanalındaki HbO₂ seviyelerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmiştir (Z: -2,419, p: 0,016). Bu bulgular, kuvvet egzersizleri uygulayan grubun, germe egzersizleri uygulayan gruba kıyasla ağrı azaltma açısından daha etkili olduğunu göstermektedir.

Şekil 70. Germe ve Kuvvet Egzersizleri Yapan Grupların Son Testler Esnasındaki Oksihemoglobin (HbO₂) Seviyeleri Kanal 12 Grafik Değerlerinin Karşılaştırılması



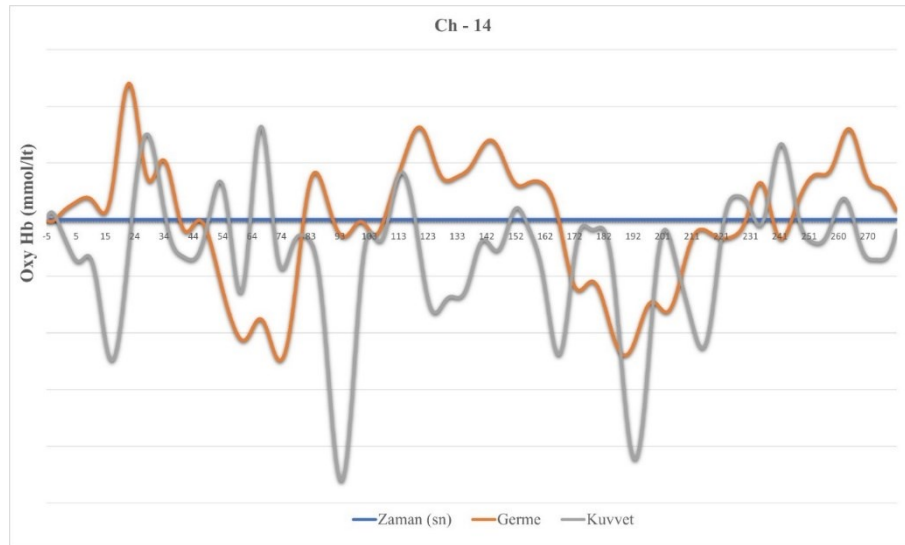
Şekilde görüldüğü gibi son testlerde kayıt altına alınan Oksihemoglobin (HbO₂) seviyeleri mmol/l't cinsinden gösterilmektedir. Turuncu çizgiler, germe egzersizleri uygulayan grubun HbO₂ seviyelerini, gri çizgiler ise kuvvet egzersizleri uygulayan grubun HbO₂ seviyelerini temsil etmektedir. Yapılan son testlerde, her iki egzersiz grubu kıyasında Ch-12 kanalındaki HbO₂ düzeyi istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

Şekil 71. Germe ve Kuvvet Egzersizleri Yapan Grupların Son Testler Esnasındaki Oksihemoglobin (HbO_2) Seviyeleri Kanal 13 Grafik Değerlerinin Karşılaştırılması



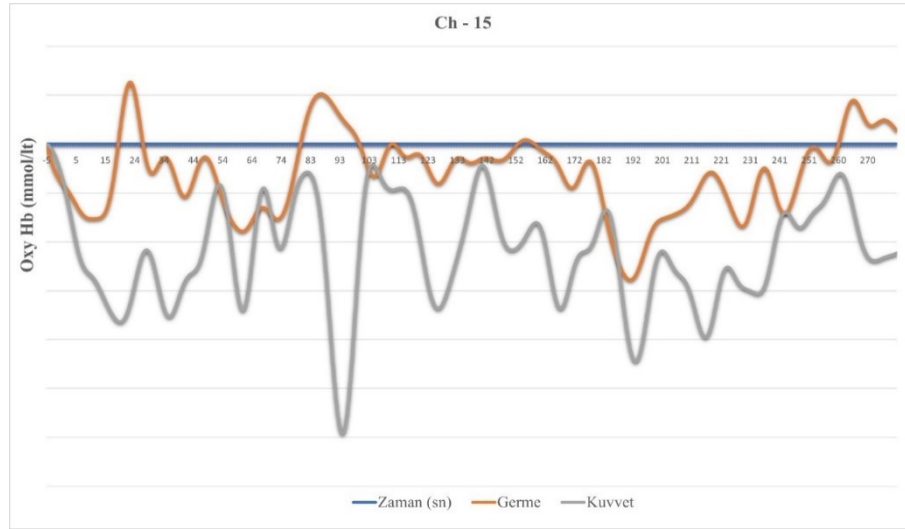
Şekilde görüldüğü gibi son testlerde kayıt altına alınan Oksihemoglobin (HbO_2) seviyeleri mmol/l't cinsinden gösterilmektedir. Turuncu çizgiler, germe egzersizleri uygulayan grubun HbO_2 seviyelerini, gri çizgiler ise kuvvet egzersizleri uygulayan grubun HbO_2 seviyelerini temsil etmektedir. Yapılan son testlerde, her iki egzersiz grubu kıyasında Ch-13 kanalındaki HbO_2 düzeyi istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

Şekil 72. Germe ve Kuvvet Egzersizleri Yapan Grupların Son Testler Esnasındaki Oksihemoglobin (HbO_2) Seviyeleri Kanal 14 Grafik Değerlerinin Karşılaştırılması



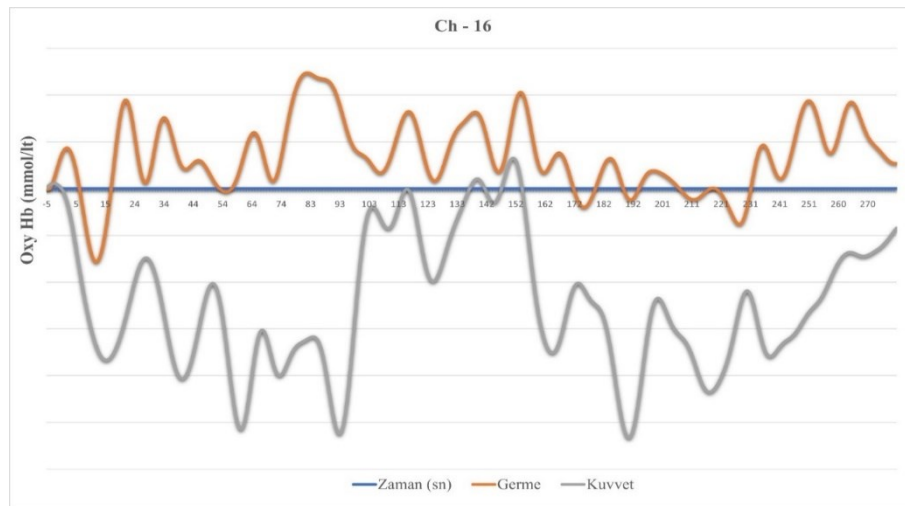
Şekilde görüldüğü gibi son testlerde kayıt altına alınan Oksihemoglobin (HbO_2) seviyeleri mmol/l't cinsinden gösterilmektedir. Turuncu çizgiler, germe egzersizleri uygulayan grubun HbO_2 seviyelerini, gri çizgiler ise kuvvet egzersizleri uygulayan grubun HbO_2 seviyelerini temsil etmektedir. Yapılan son testlerde, her iki egzersiz grubu kıyasında Ch-14 kanalındaki HbO_2 düzeyi istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

Şekil 73. Germe ve Kuvvet Egzersizleri Yapan Grupların Son Testler Esnasındaki Oksihemoglobin (HbO₂) Seviyeleri Kanal 15 Grafik Değerlerinin Karşılaştırılması



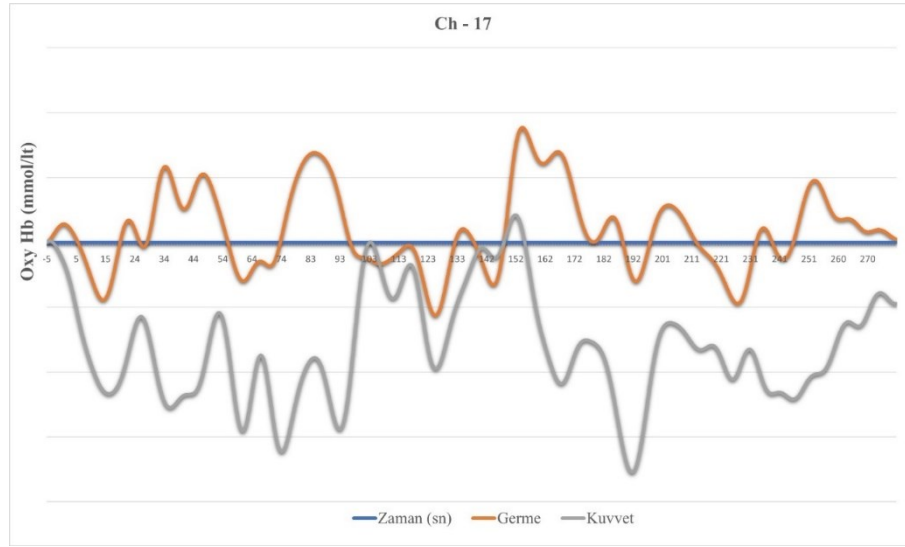
Şekilde görüldüğü gibi son testlerde kayıt altına alınan Oksihemoglobin (HbO₂) seviyeleri mmol/l't cinsinden gösterilmektedir. Turuncu çizgiler, germe egzersizleri uygulayan grubun HbO₂ seviyelerini, gri çizgiler ise kuvvet egzersizleri uygulayan grubun HbO₂ seviyelerini temsil etmektedir. Yapılan son test karşılaştırmalarında, her iki egzersiz grubunda da Ch-15 kanalındaki HbO₂ seviyelerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmiştir (Z: -2,343, p: 0,019). Bu bulgular, kuvvet egzersizleri uygulayan grubun, germe egzersizleri uygulayan gruba kıyasla ağrı azaltma açısından daha etkili olduğunu göstermektedir.

Şekil 74. Germe ve Kuvvet Egzersizleri Yapan Grupların Son Testler Esnasındaki Oksihemoglobin (HbO₂) Seviyeleri Kanal 16 Grafik Değerlerinin Karşılaştırılması



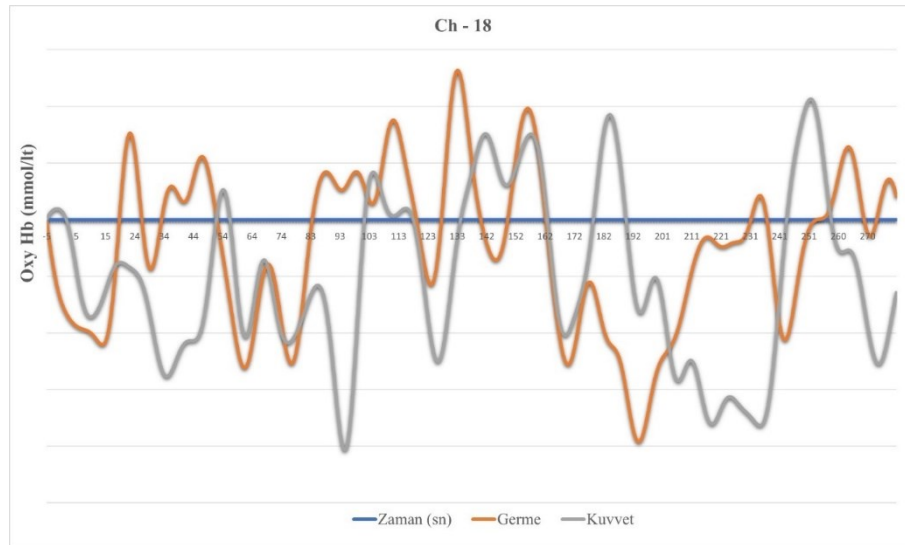
Şekilde görüldüğü gibi son testlerde kayıt altına alınan Oksihemoglobin (HbO₂) seviyeleri mmol/l't cinsinden gösterilmektedir. Turuncu çizgiler, germe egzersizleri uygulayan grubun HbO₂ seviyelerini, gri çizgiler ise kuvvet egzersizleri uygulayan grubun HbO₂ seviyelerini temsil etmektedir. Yapılan son testlerde, her iki egzersiz grubu kıyasında Ch-16 kanalındaki HbO₂ düzeyi istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

Şekil 75. Germe ve Kuvvet Egzersizleri Yapan Grupların Son Testler Esnasındaki Oksihemoglobin (HbO_2) Seviyeleri Kanal 17 Grafik Değerlerinin Karşılaştırılması



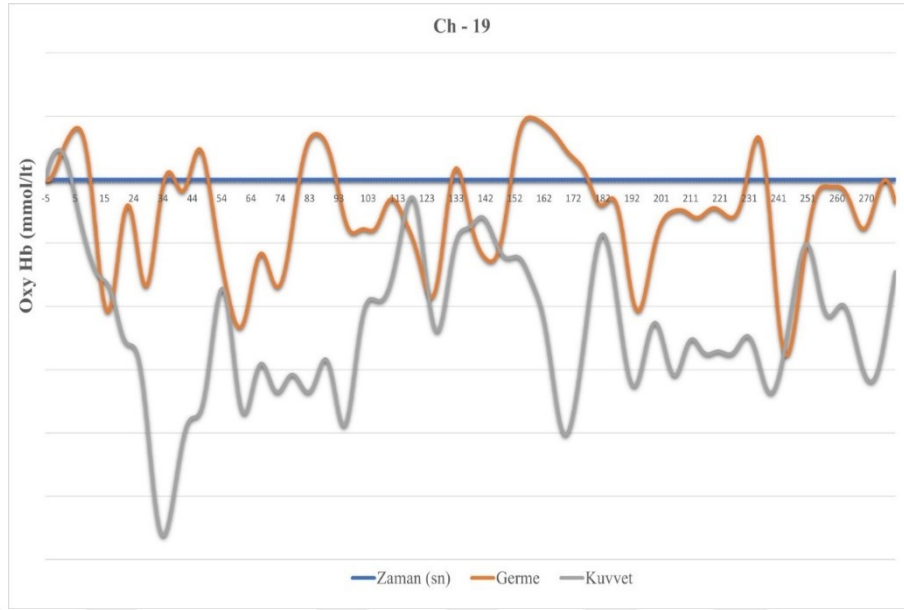
Şekilde görüldüğü gibi son testlerde kayıt altına alınan Oksihemoglobin (HbO_2) seviyeleri mmol/l't cinsinden gösterilmektedir. Turuncu çizgiler, germe egzersizleri uygulayan grubun HbO_2 seviyelerini, gri çizgiler ise kuvvet egzersizleri uygulayan grubun HbO_2 seviyelerini temsil etmektedir. Yapılan son testlerde, her iki egzersiz grubu kıyasında Ch-17 kanalındaki HbO_2 düzeyi istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

Şekil 76. Germe ve Kuvvet Egzersizleri Yapan Grupların Son Testler Esnasındaki Oksihemoglobin (HbO_2) Seviyeleri Kanal 18 Grafik Değerlerinin Karşılaştırılması



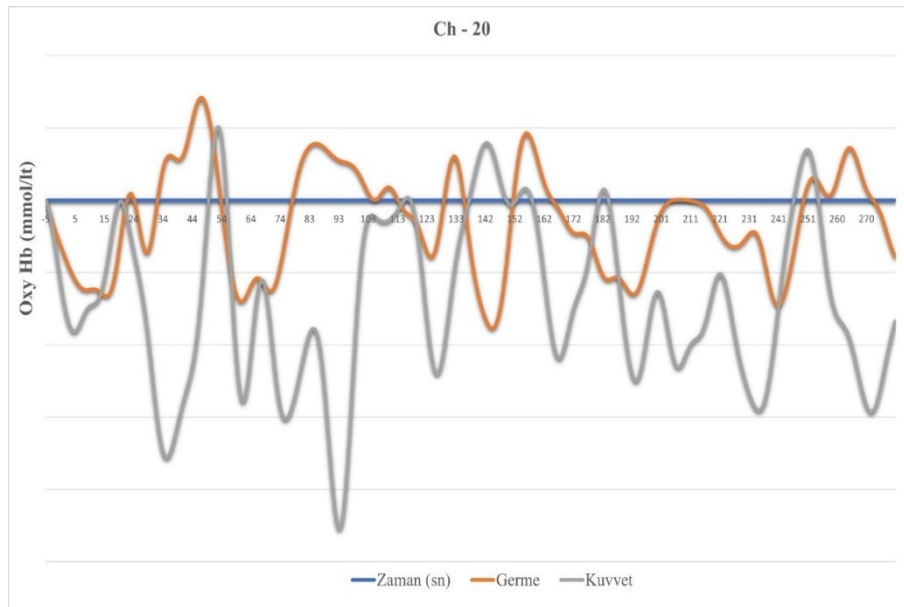
Şekilde görüldüğü gibi son testlerde kayıt altına alınan Oksihemoglobin (HbO_2) seviyeleri mmol/l't cinsinden gösterilmektedir. Turuncu çizgiler, germe egzersizleri uygulayan grubun HbO_2 seviyelerini, gri çizgiler ise kuvvet egzersizleri uygulayan grubun HbO_2 seviyelerini temsil etmektedir. Yapılan son testlerde, her iki egzersiz grubu kıyasında Ch-18 kanalındaki HbO_2 düzeyi istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

Şekil 77. Germe ve Kuvvet Egzersizleri Yapan Grupların Son Testler Esnasındaki Oksihemoglobin (HbO_2) Seviyeleri Kanal 19 Grafik Değerlerinin Karşılaştırılması



Şekilde görüldüğü gibi son testlerde kayıt altına alınan Oksihemoglobin (HbO_2) seviyeleri mmol/lt cinsinden gösterilmektedir. Turuncu çizgiler, germe egzersizleri uygulayan grubun HbO_2 seviyelerini, gri çizgiler ise kuvvet egzersizleri uygulayan grubun HbO_2 seviyelerini temsil etmektedir. Yapılan son testlerde, her iki egzersiz grubu kıyasında Ch-19 kanalındaki HbO_2 düzeyi istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

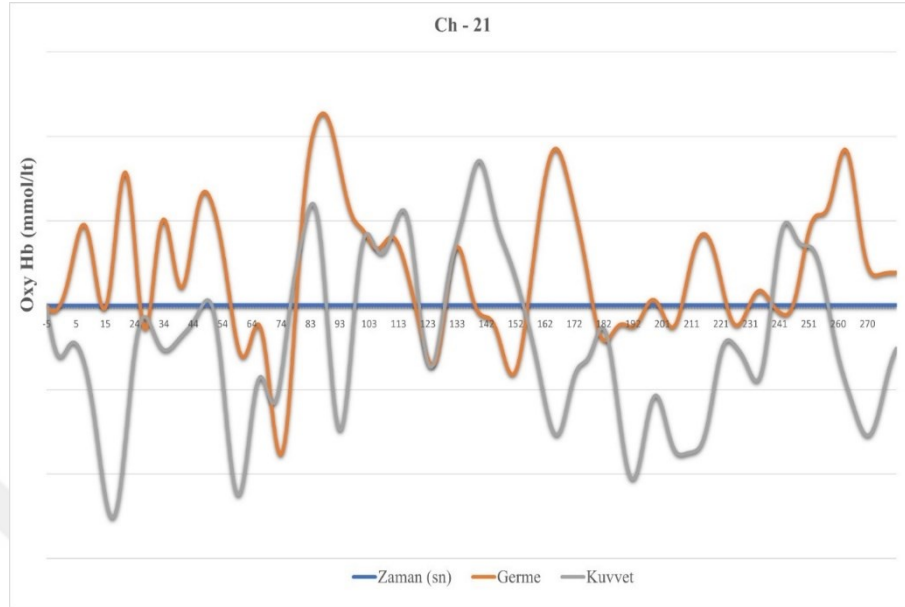
Şekil 78. Germe ve Kuvvet Egzersizleri Yapan Grupların Son Testler Esnasındaki Oksihemoglobin (HbO_2) Seviyeleri Kanal 20 Grafik Değerlerinin Karşılaştırılması



Şekilde görüldüğü gibi son testlerde kayıt altına alınan Oksihemoglobin (HbO_2) seviyeleri mmol/lt cinsinden gösterilmektedir. Turuncu çizgiler, germe egzersizleri uygulayan grubun HbO_2 seviyelerini, gri çizgiler ise kuvvet egzersizleri uygulayan grubun HbO_2

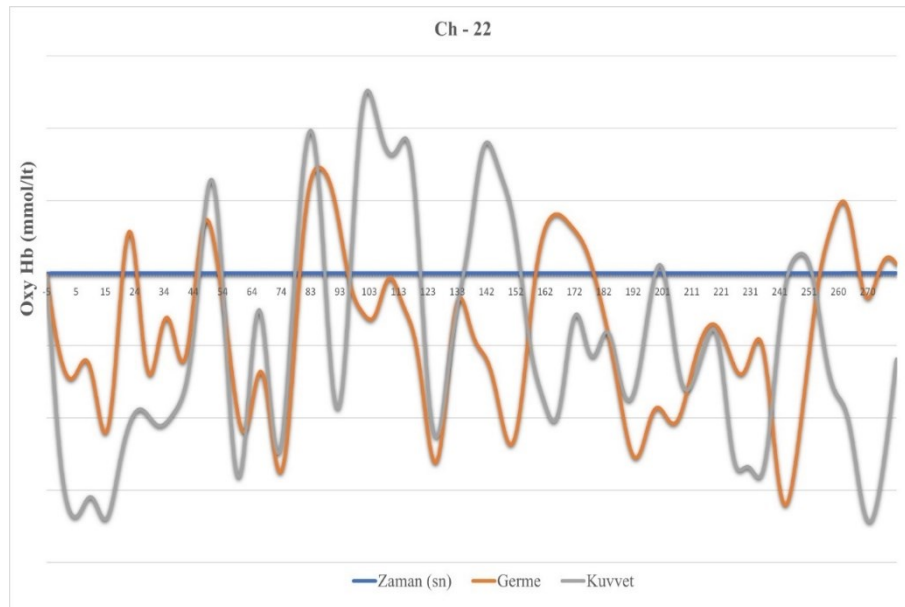
seviyelerini temsil etmektedir. Yapılan son testlerde, her iki egzersiz grubu kıyasında Ch-20 kanalındaki HbO₂ düzeyi istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

Şekil 79. Germe ve Kuvvet Egzersizleri Yapan Grupların Son Testler Esnasındaki Oksihemoglobin (HbO₂) Seviyeleri Kanal 21 Grafik Değerlerinin Karşılaştırılması



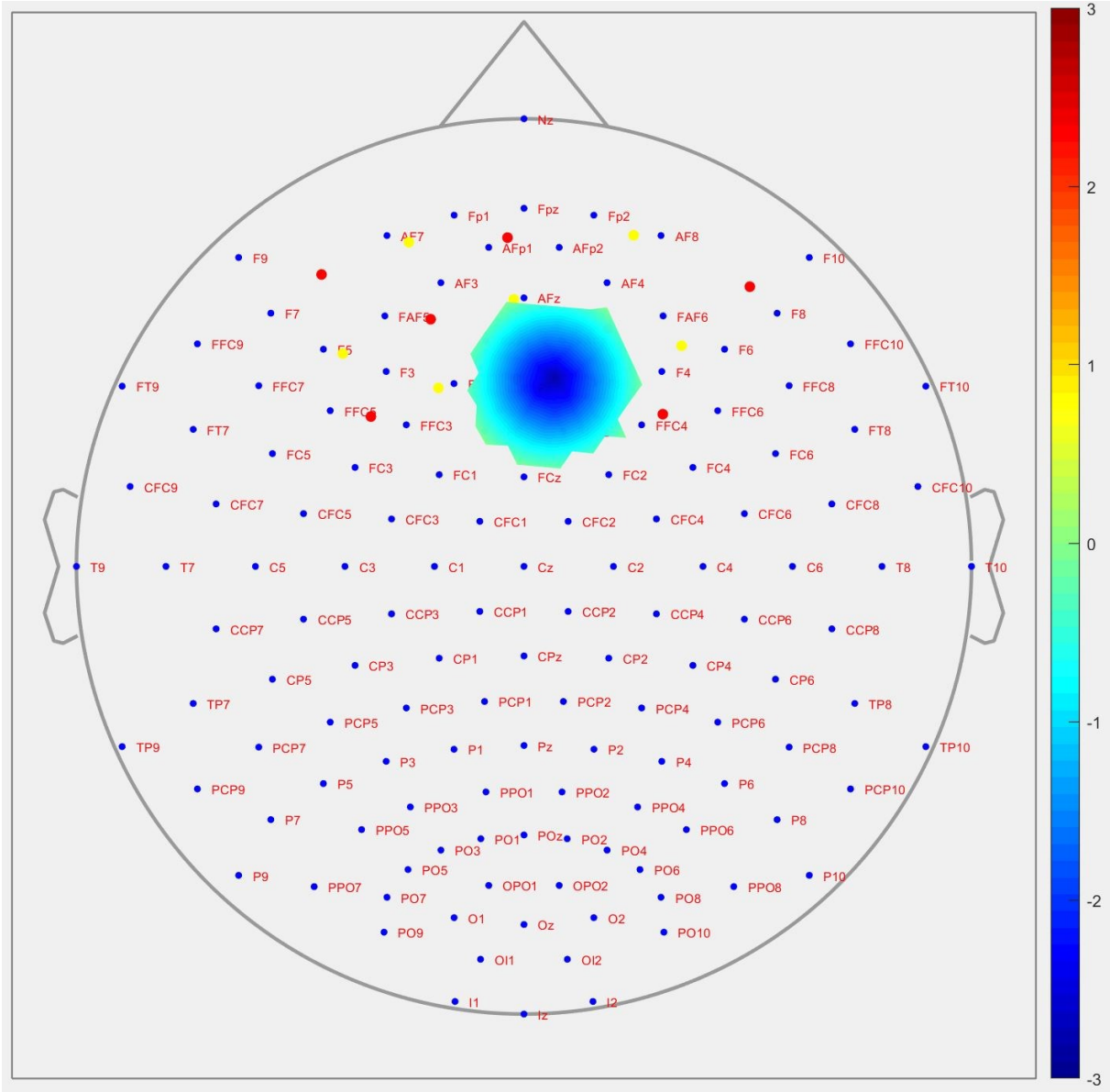
Şekilde görüldüğü gibi son testlerde kayıt altına alınan Oksihemoglobin (HbO₂) seviyeleri mmol/l't cinsinden gösterilmektedir. Turuncu çizgiler, germe egzersizleri uygulayan grubun HbO₂ seviyelerini, gri çizgiler ise kuvvet egzersizleri uygulayan grubun HbO₂ seviyelerini temsil etmektedir. Yapılan son testlerde, her iki egzersiz grubu kıyasında Ch-21 kanalındaki HbO₂ düzeyi istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

Şekil 80. Germe ve Kuvvet Egzersizleri Yapan Grupların Son Testler Esnasındaki Oksihemoglobin (HbO₂) Seviyeleri Kanal 22 Grafik Değerlerinin Karşılaştırılması



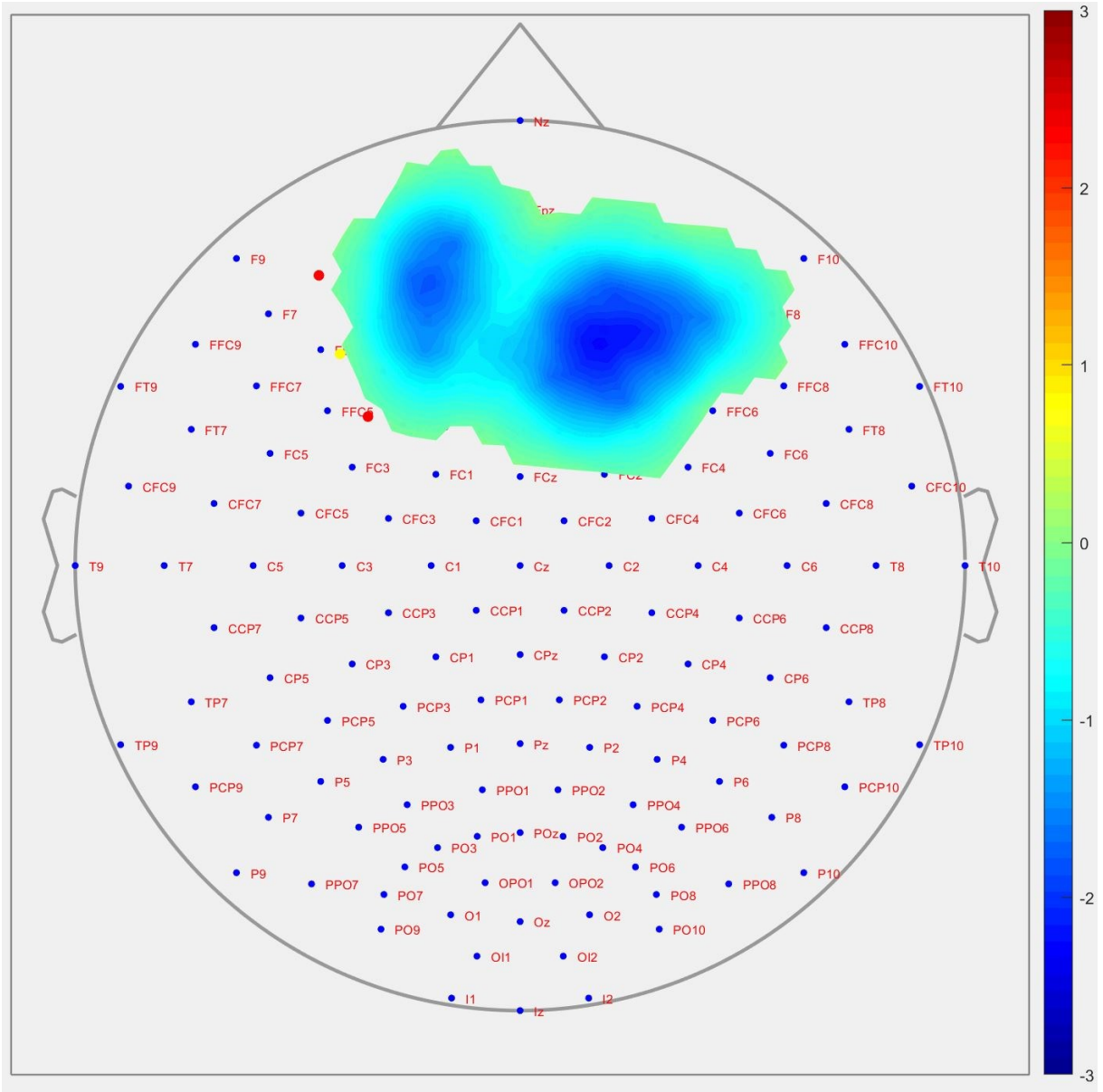
Şekilde görüldüğü gibi son testlerde kayıt altına alınan Oksihemoglobin (HbO_2) seviyeleri mmol/lit cinsinden gösterilmektedir. Turuncu çizgiler, germe egzersizleri uygulayan grubun HbO_2 seviyelerini, gri çizgiler ise kuvvet egzersizleri uygulayan grubun HbO_2 seviyelerini temsil etmektedir. Yapılan son testlerde, her iki egzersiz grubu kıyasında Ch-22 kanalındaki HbO_2 düzeyi istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

Şekil 81. COHDI Yöntemi ile Germe Egzersizleri Yapan Grubun Menstrüel Ağrılı Günü Esnasında Oluşan Aktivasyon Düzeyindeki Değişikliklerden Türetilen Prefrontal Korteks (PFC) Topografik Görüntüsü



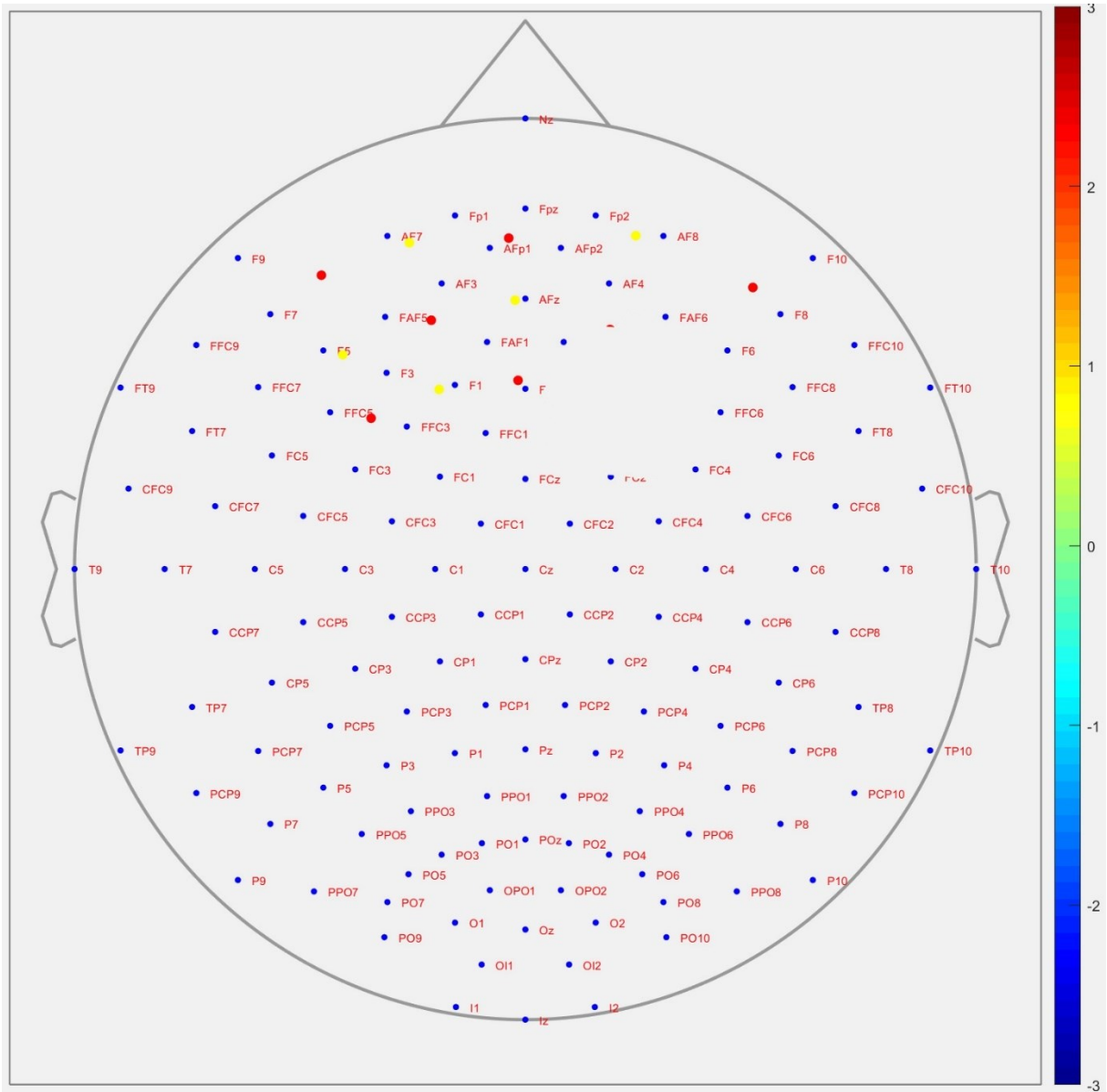
Şekilde görüldüğü gibi germe egzersizleri uygulayan kadınların son testlerinde, pre-testlerle karşılaştırıldığında sağ medial prefrontal korteks bölgesinde anlamlı derecede daha düşük HbO_2 seviyeleri gözlemlenmiştir (kanal 3; $Z = -2,803$, $p = 0,005$). Bu bulgu, egzersizlerin serebral aktivasyon üzerinde etkili olduğunu ve sağ medial prefrontal korteks bölgesinde aktivasyon düzeylerinde azalma sağladığını göstermektedir.

Şekil 82. CNR5 Yöntemi ile Kuvvet Egzersizleri Yapan Grubun Menstrüel Ağrılı Günü Esnasında Oluşan Aktivasyon Düzeyindeki Değişikliklerden Türetilen Prefrontal Korteks (PFC) Topografik Görüntüsü



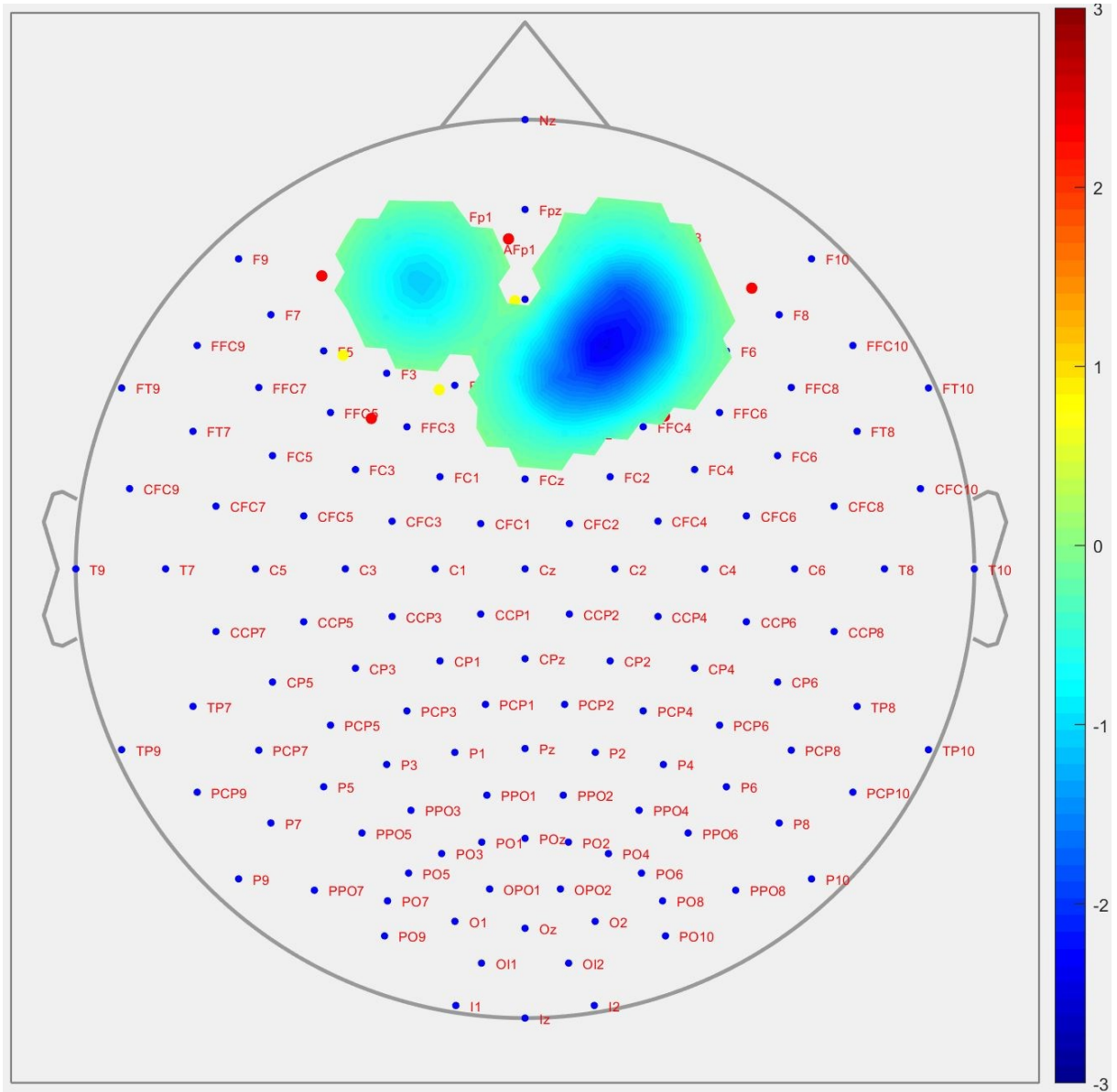
Şekilde görüldüğü gibi kuvvet egzersizleri uygulayan kadınların son testlerinde ön testlerle karşılaştırıldığında sağ medial prefrontal korteks ve sol medial prefrontal bölgesinde anlamlı derecede daha düşük HbO₂ seviyeleri gözlemlenmiştir (kanal 1; $Z = -2.191$, $p = 0,028$; kanal 3; $Z = -2.090$, $p = 0,037$; kanal 9; $Z = -2.191$, $p = 0,028$; kanal 10; $Z = -1.988$, $p = 0,047$; kanal 11; $Z = -1.988$, $p = 0,047$; kanal 12; $Z = -2.293$, $p = 0,022$; kanal 15; $Z = 0,022$, $p = 0,037$; kanal 16; $Z = -2.293$, $p = 0,022$; kanal 20; $Z = -2.191$, $p = 0,028$). Bu bulgu, egzersizlerin serebral aktivasyon üzerinde etkili olduğunu ve medial prefrontal korteks bölgesinde aktivasyon düzeylerinde azalma sağladığını göstermektedir.

Şekil 83. COHD2 Yöntemi ile Germe ve Kuvvet Egzersizleri Yapan Grubun Menstrüel Ağrılı Günü (Ön Test) Esnasında Oluşan Aktivasyon Düzeyindeki Değişikliklerden Türetilen Prefrontal Korteks (PFC) Topografik Görüntüsü



Şekilde görüldüğü gibi katılımcıların serebral aktivasyon ön test karşılaştırmalarında, germe ve kuvvet egzersiz grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlemlenmemiştir. Bu sonuç, her iki grubun da benzer düzeyde serebral aktivasyon sergilediğini ve dolayısıyla gruplar arasında homojen bir yapı olduğunu ortaya koymaktadır.

Şekil 84. COHD2 Yöntemi ile Germe ve Kuvvet Egzersizleri Yapan Grubun Son Test Menstrüel Ağrılı Günü (Son Test) Esnasında Oluşan Aktivasyon Düzeyindeki Değişikliklerden Türetilen Prefrontal Korteks (PFC) Topografik Görüntüsü



Şekilde görüldüğü gibi katılımcıların serebral aktivasyon son test karşılaştırmalarında, germe ve kuvvet egzersiz grupları için sağ medial prefrontal korteks ve sol medial prefrontal korteks bölgelerinde anlamlı derecede daha düşük HbO₂ seviyeleri gözlemlenmiştir (kanal 3; $Z = -2,192$, $p = 0,028$; kanal 8; $Z = -2,419$, $p = 0,016$; kanal 9; $Z = -2,041$, $p = 0,041$; kanal 11; $Z = -2,419$, $p = 0,016$; kanal 15; $Z = -2,343$, $p = 0,019$). Kuvvet egzersizleri yapan grupta, germe egzersizlerine kıyasla bu kanallarda daha düşük HbO₂ seviyeleri tespit edilmiştir. Bu bulgular, kuvvet egzersizlerinin menstrüel ağrı üzerindeki etkisini azaltmada, germe egzersizlerine göre daha etkili olabileceğini göstermektedir.

BEŞİNCİ BÖLÜM

Tartışma ve Sonuç

Genç Kadınların Tanıtıcı Özelliklerine İlişkin Bulguların Tartışılması

Genel olarak dismenore, adet kanama miktarı, vücut kitle indeksi (VKİ), yaş ve parite gibi çeşitli faktörlerden etkilenmektedir (Azima vd., 2015; Blakey vd., 2010; El Gilany vd., 2005). Bu çalışmanın sonuçları, gruplar arasında ortalama vücut kitle indeksi (VKİ), menarş yaşı, adet döngü aralıkları ve adet kanaması süresi açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığını ortaya koymuştur. Yapılan bu çalışma da bulduğumuz gruplar arası tanıtıcı özellikler Azima vd. (2015) yaptıkları çalışma ile benzerlik göstermektedir. Dismenorenin yaygınlığı ve buna etki eden faktörler üzerine yapılan önceki çalışmalar, yaşın ilerlemesiyle primer dismenore insidansının azaldığını öne sürmektedir. Bu azalma, uterin sinirlerinin yaşla birlikte bozulmasıyla değil, ağrılı uterus kasılmalarına neden olan prostaglandinler ve diğer inflamatuvar mediatörlerin seviyelerindeki değişikliklerle ilişkilidir (MacGregor vd., 2023; Triwahyuningsih vd., 2024). Kadınların yaşlanmasıyla birlikte, adet ağrısına katkıda bulunan maddelerin üretiminde genellikle azalma gözlenir. Bu durum, yaş ile adet ağrısı arasındaki ters orantılı ilişkiyi açıklamaktadır (Burnett vd., 2005). Menstrüel siklus uzunluğu (gün) germe egzersizleri yapan grubun $29,00 \pm 1,00$, kuvvet egzersizleri yapan grubun $28,00 \pm 1,00$ ’ dir. Menarş yaşı germe egzersizleri yapan grubunun $13,00 \pm 1,00$, kuvvet egzersizleri yapan grubun $12,00 \pm 1,00$ ’ dir. Erken menarş yaşı dismenore için bir risk faktörüdür (Harlow & Park, 1996). Çünkü erken menarş, hormonal düzenin daha erken başlamasıyla ilişkili olup, bu durum uterin ve endometrial gelişimin de erken aşamalarda daha aktif hale gelmesine yol açmaktadır (Ju vd., 2014). Çalışmamızda germe egzersiz grubunda dismenore öyküsü bulunan 5 katılımcı, kuvvet egzersiz grubunda ise 6 katılımcı yer almıştır. Dismenore, özellikle ailede dismenore öyküsünün bulunmasıyla pozitif bir ilişki göstermektedir (Ju vd., 2014). Bunun yanı sıra, çeşitli metabolik gen polimorfizmlerindeki değişken genotiplere sahip kadınlar arasında dismenoreye genetik yatkınlık olduğuna dair bulgular mevcuttur (Parveen vd., 2009). Ancak, dismenore ile ilişkili genetik faktörlerin yanı sıra, ailedeki bireylerin benzer yaşam kalıplarına ve yaşam tarzlarına sahip olmaları da bu durumu etkileyen olası bir diğer açıklama olarak öne çıkmaktadır (Ju vd., 2014; Tavallae vd., 2011). Sigara içme ve dismenore arasındaki ilişki üzerine yapılan önceki çalışmaların sonuçları tutarsızdır. Çalışmamızda, germe egzersiz grubunda sigara içen 4 katılımcı, kuvvet egzersiz grubunda ise 3 katılımcı bulunmuştur. Sigara içmenin dismenore ile

ilişkili olduğu ve sigara içen bireylerde dismenorenin yaygınlığının ve şiddetinin arttığına dair bulgular mevcuttur. Özellikle, sigara içenlerde dismenore şiddetinin, günde içilen sigara sayısı ile doğru orantılı olarak arttığı gözlemlenmiştir (Sundell vd., 1990). Bununla birlikte, bazı çalışmalarda sigara içmenin dismenore ağrısının şiddeti veya krampların varlığıyla doğrudan ilişkili olmadığı, ancak ağrılı menstruasyon yaşayan sigara içicilerinin, ağrılarının 2 günden uzun süre devam etme olasılıklarının daha yüksek olduğu bulunmuştur (Harlow & Park, 1996). Bu bulgular, sigara içmenin dismenore üzerindeki etkisini anlamak için daha fazla araştırma yapılması gerektiğini göstermektedir. Yapılan bu çalışma da yer alan katılımcılar normal vücut kütle indeksine sahiptir. Fazla kilolu olmanın, ağrı yaşama olasılığını ve ağrı süresini artıran önemli bir risk faktörü olduğu literatürde belirtilmektedir (Harlow & Park, 1996).

Germe ve Kuvvet Egzersizlerinin Ağrı Düzeyine Etkisine İlişkin Bulguların Tartışılması

Mevcut bilimsel literatür, menstrüasyon sürecinde veya çevresinde prostaglandin salınımının artışı veya dengesizliği ile ilişkili olarak, uterus kasılmalarında artışa yol açan bir patofizyolojik mekanizmayı ortaya koymaktadır. Bu artan prostaglandin düzeyleri, uterusun bazal tonusunun yükselmesine ve kasılmaların daha sık ve düzensiz hale gelmesine sebep olmaktadır. Sonuç olarak, uterus içindeki kan basıncı düşerken, periferik sinirlerin duyarlılığı artar ve bu da dismenoreye yol açmaktadır (Azima vd., 2015). Günümüzde, dismenore tedavisinde farmakolojik olmayan yaklaşımlar giderek daha fazla ilgi görmekte olup, egzersiz ve fiziksel aktivite, bu rahatsızlığın yönetimi için alternatif tedavi seçenekleri olarak önerilmektedir (Blakey vd., 2010; Motahari-Tabari vd., 2017). Bu çalışmanın amacı, primer dismenorenin tedavisinde farklı egzersiz türlerinin menstrüel ağrı üzerindeki etkilerini, beyin hemodinamikleri açısından incelemektir. Çalışma, germe egzersizleri ve kuvvet egzersizlerinin adet ağrısının yoğunluğu üzerinde anlamlı farklar yarattığını ortaya koymaktadır. Bu bulgular, egzersiz türlerinin menstrüel ağrı yönetiminde önemli bir rol oynayabileceğini ve farklı egzersiz yaklaşımlarının ağrı üzerinde farklı derecelerde etkili olabileceğini göstermektedir.

Menstrüel ağrı, sempatik sinir sistemi tarafından innerve edilen uterus kasının aşırı kasılmasından kaynaklanmaktadır. Stresin sempatik sinir sistemi üzerindeki etkisi, uterus kasılmalarının şiddetini artırarak adet ağrısının yoğunluğunu yükseltebilir. Bu bağlamda, egzersizin stresin azaltılmasında önemli bir rol oynayabileceği, dolayısıyla sempatik sinir sistemi aktivitesinin azalmasına yol açarak adet sancısı ve diğer semptomların şiddetinin de düşebileceği öne sürülmektedir. Ek olarak, fiziksel aktivitenin beyinde endorfin salgılanmasını artırarak, ağrı eşiğini yükseltmesi, dismenoreyi yönetmede potansiyel bir başka mekanizma olarak kabul edilmektedir. Bu durum, egzersizin hem fizyolojik hem de nörokimyasal düzeyde ağrıyı hafifletici etkiler yaratabileceğini göstermektedir (Dawood, 2006; Vaziri vd., 2015).

Çalışmaya katılan tüm katılımcılar, üç ardışık adet döngüsü boyunca takip edilerek, görsel analog skala (VAS) kullanılarak ağrı skorları kaydedilmiştir. VAS, ağrı yoğunluğunu ölçmek için en uygun değerlendirme aracı olarak kabul edilmektedir (Haefeli & Elfering, 2006; Tsai vd., 2024). Primer dismenore ile ilgili yapılan birçok çalışmada VAS yaygın olarak kullanılmaktadır (Gamit vd., 2014; Yosri, Hamada, Abd El-Rahman Mohamed, vd., 2022). Yapılan çalışmalarda dismenorenin ana semptomu olan ağrıyı değerlendirmek için VAS (Aboushady & El-saidy, 2016; Azima vd., 2015; Celik & Apay, 2021; Kirthika vd., 2024; Motahari-Tabari vd., 2017; Ortiz, Cortes-Marquez, vd., 2015; Ozgul vd., 2018; Ozturk vd., 2023; Patel vd., 2015; Rakhshae, 2011; Rezvani vd., 2013; Sasmaz & Aras Bayram, 2024; Toprak Celenay vd., 2020; Tsai vd., 2024; Vaziri vd., 2015; Yonglitthipagon vd., 2017) ve NRS ölçeği (Machado vd., 2019) kullanılmıştır. Katılımcılar, egzersiz programlarına başladıktan sonra her ay adet döngülerine dair ağrı skorları sorgulanarak sonuçlar kaydedilmiştir. 1. ay, 2. ay ve 3. ay adet döngüleri sırasında yapılan VAS değerlendirmelerine göre, kuvvet egzersizleri ve germe egzersizi grupları arasında anlamlı bir şekilde azalma gözlemlenmiştir. Her iki egzersiz türünün menstrüel ağrı şiddetini azaltmada etkili olduğunu, ancak kuvvet egzersizlerinin daha etkili ve belirgin bir azalma sağladığını göstermektedir. Grup içi anlamlılığa baktığımızda germe egzersiz grubunda 3.ay ile 1.ay arasında, 3.ay ile başlangıç VAS düzeyinde ve 2 ay ile başlangıç VAS düzeyinde anlamlı farklılıklar bulunmuştur. Kuvvet egzersizleri yapan gruba baktığımızda 3.ay ile 1.ay arasında, 3.ay ile başlangıç VAS düzeyinde ve 2 ay ile başlangıç VAS düzeyinde anlamlı farklılıklar bulunmuştur. Bu bulgular, Meksika'da kadınlar arasında primer dismenore semptomlarının hafifletilmesine yönelik fizyoterapi programlarının etkinliğini inceleyen çalışma ile benzerlik göstermektedir (Ortiz vd., 2015). Rakhshae (2011) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, yoga egzersizlerinin ağrı üzerindeki etkisi değerlendirilmiş ve yapılan ön test sonrası 1. ve 2. ayda alınan VAS ile ağrı süresi arasında belirgin bir azalma gözlemlenmiştir. Özellikle 2. ayda yoga uygulamaları sonrasında ağrı yoğunluğu ve süresi, 1. aya göre ağrı düzeyini fazla oranda azalmıştır. Çalışmamız yapılan bu çalışma ile benzerlik göstermektedir.

Menstrüel ağrı, öncelikle rahim kasılmalarını tetikleyen, rahim kan akışını azaltan ve ağrı duyarlılığını artıran prostaglandinlerin aşırı salınımına bağlanmaktadır (Ferries-Rowe vd., 2020). Egzersiz, kan akışının artırılması (Joyner & Casey, 2015), kan damarlarının genişlemesi (Dinenno vd., 2001) ve ağrı eşiğinin yükselmesi (Rice vd., 2019) gibi bir dizi fizyolojik etki yaratır (Tsai vd., 2024). Ayrıca, egzersiz endorfin salınımını teşvik ederek (Gleeson vd., 2011), akrofaj polarizasyonunu modüle eder ve IL-1 β gibi enflamatuar sitokinlerin üretiminden, IL-10 gibi anti-enflamatuar sitokinlere geçişi sağlayarak ağrının hafifletilmesinde analjezik bir etki oluşturur (Sluka vd., 2018). Adet ağrısı, genellikle sırt, baş-boyun ve eklem ağrılarıyla birlikte

görülür ve adet sırasında alt karın bölgesinde lokalize, şiddetli, kramp benzeri bir ağrı olarak tanımlanır. Bu ağrı, kasık bölgelerine ve alt ekstremitelerin üst kısımlarına yayılabilir (Yıldız & Acaroglu, 2022). Dismenore tedavisinde tercih edilen egzersizlerden germe egzersizlerinin, omurga ve pelvik kasların elastikiyetini ve gücünü artırarak ağrıyı azalttığı bildirilmiştir. Ayrıca, hidrokollatör paketleri ile birlikte uygulanan dizden göğse egzersizlerinin, primer menstrüel ağrının ve adet düzensizliklerinin iyileştirilmesinde önemli bir etkiye sahip olduğu gösterilmiştir.

Dismenore tedavisinde germe egzersizlerinin birçok faydası bulunmaktadır. Bu egzersizler, omurga ve pelvik taban kaslarının uyumunu ve gücünü artırarak kas-iskelet sistemi fonksiyonlarını iyileştirir (Ortiz vd., 2015). Ayrıca, inspiratuar kasların esnekliğini ve gücünü artırarak, oksijen ve diğer sıvıların uterusu daha verimli bir şekilde iletilmesini sağlar. Germe egzersizleri, eklem ve sırt ağrılarını azaltmakla kalmaz, aynı zamanda yeme isteğini ve bağırsak hareketlerini uyarır, anemi riskini azaltır ve adet döngüsü sırasında serbest geçişi ve hormonal dengeyi destekler. Bu egzersizler arasında, kalça eklemlerinden öne eğilme, geriye doğru gövde bükme, topuk kaldırma (iki taraflı), yarım çömelme, gövde yan fleksiyonu (iki taraflı), karın kasılması, diz göğse (iki taraflı), hamstring germe (iki taraflı), pelvik köprüleme ve baldır germe gibi hareketler yer almaktadır (Saleh vd., 2016; Urganlawar vd., 2023). Çalışmamızda uygulanan germe egzersizleri, literatürde önerilen bu hareketleri kapsamaktadır ve önerilen egzersiz protokollerine uygun şekilde tasarlanmıştır. Germe gibi fiziksel aktiviteler, dismenore nedeniyle ortaya çıkan belirli semptomların tedavisinde farmakolojik olmayan bir seçenek olarak önerilmektedir. Egzersizin, ağrıyı hafifletici analjezik özellikleri olduğu ve vücutta ağrıyı sürekli olarak hafifleten endorfin sentezini artırdığı gözlemlenmiştir. Adet kramplarının, özellikle karın kaslarına yönelik germe egzersizleri ile azaltılabileceği bildirilmiştir. Ergenlerde primer dismenorenin yönetiminde, karın germe egzersizleri güvenli ve etkili bir yaklaşım olarak önerilmektedir. Bu egzersizler, genç kadınlar için önemli bir tedavi aracı haline gelmiş ve düzenli bir uygulama biçimi kazanmıştır (Urganlawar vd., 2023). Karın kası germe egzersizleri, oksijenasyon sürecini iyileştirerek, karın kaslarının gücünü ve esnekliğini artırır, ayrıca lenfatik drenajı destekler ve adet kramplarının şiddetini azaltır (Prastiwi vd., 2021).

Primer dismenore tedavisinin temel amacı, ağrıyı ve bu duruma bağlı diğer semptomları (sırt ve bacak ağrısı, anksiyete, gerginlik ve yaşam kalitesini olumsuz etkileyen diğer belirtiler) hafifletmektir (Yonglitthipagon vd., 2017). Ortiz vd. (2015), yaptıkları çalışmada katılımcılara haftada üç kez 10 dakika süresince genel germe egzersizleri uygulamışlardır. Bu egzersizlerin hedefi, lomber bölgeye ve alt ekstremitelerin adduktör kaslarına yayılan ağrıyı önlemek veya mümkün olduğunca azaltmaktır. Bu tür ağrılar, dismenoresi olan kadınlarda yaygın olarak

görülmektedir (Kannan & Claydon, 2014; Ortiz, Cortés-Márquez, vd., 2015). Çalışma sonucunda, egzersiz grubunda yer alan katılımcıların ikinci ve üçüncü adet döngüleri sırasında, kontrol grubuna kıyasla VAS üzerinde ağrı değerlendirmelerinde anlamlı bir azalma gözlemlenmiştir. Yaptığımız çalışmamızda da benzer şekilde, germe egzersizleri yapan gruptaki katılımcıların VAS ön test ve son test değerlendirmeleri benzer bir azalma göstermektedir. Billig (1943), pelvis, kalça fleksörleri ve medial uyluktaki kaslar etrafındaki bağ dokusunun gerilmesi gerektiğini önermiştir. Ortiz vd. (2015), Billig'in önerilerine benzer olarak, dismenoreyi hafifletmeye yönelik üç tip özel germe egzersizi sunmuşlardır. 1940'ların başlarında, Billig, dismenoreik ağrıların kadınların karınlarındaki bağ dokularının kasılmalarından kaynaklandığını öne sürmüştür. Pelvis etrafındaki bağ dokusunun, kalça fleksörlerinin ve medial uyluktaki kasların gerilmesi gerektiğini vurgulayarak, adet kramplarını azaltmaya yönelik bir dizi egzersiz önermiştir. Mevcut çalışmamızda, Billig'in egzersizlerine benzer şekilde, germe egzersizleri uygulanmıştır. Bu egzersizlerin amacı, özellikle alt ekstremitelerin lomber kaslarına ve adduktör kaslarına yayılan ağrıyı azaltmaktır (Billig, 1943; Brown & Brown, 2010; Ortiz vd., 2015).

Chen ve Hu (2019), adet dönemi alt sırt ağrısı çeken genç kadınlarda modifiye edilmiş bir germe egzersiz programının etkinliğini incelemişlerdir. Çalışmaya katılan 127 genç kadın, deney ve kontrol gruplarına rastgele atanmıştır. Deney grubu, modifiye edilmiş germe egzersiz programını uygularken, kontrol grubu normal günlük aktivitelerini sürdürmüştür. Deney grubuna, 1., 4., 8. ve 12. aylarda ağrı yoğunluğu VAS ile değerlendirilmiştir. Çalışma bulguları, modifiye edilmiş germe egzersiz programının, genç kadınlarda adet dönemi alt sırt ağrısını anlamlı şekilde azalttığını göstermiştir. Özellikle 1., 4., 8. ve 12. haftalarda ağrı düzeylerinde belirgin düşüşler gözlemlenmiştir. Çalışmamız bu çalışmaya benzerlik göstererek germe egzersizleri ve kuvvet egzersizleri uygulayan grupta, VAS üzerinden yapılan değerlendirmelere göre, ön test ile karşılaştırıldığında 4., 8. ve 12. haftalarda ağrı şiddetinde anlamlı bir azalma gözlemlenmiştir.

Shahr-jerdy vd. (2012), yaptıkları çalışma da orta ila şiddetli primer dismenoresi olan 179 katılımcıya 8 hafta süresince, haftada üç gün ve günde iki kez 10 dakikalık aktif germe egzersizleri yapmalarını istemiştir. Çalışmanın sonunda, egzersiz grubunda ağrı skoru 7.65'ten 4.88'e, ağrı süresi ise 7.48 saatten 3.86 saate düşmüştür. Bu bulgular, bizim çalışmamızda germe egzersizleri uygulayan grubun VAS ağrı değerlendirmeleriyle benzerlik göstermektedir. Germe egzersizlerinin, primer dismenore yaşayan bireylerde ağrı şiddetini, ağrı süresini ve ağrı kesici kullanım miktarını azaltmada etkili olduğu gözlemlenmiştir.

(Ortiz vd., 2015) tarafından yapılan çalışmada, haftada üç kez on dakikalık sürelerle genel germe egzersizlerinin uygulanması önerilmiştir. Bu egzersizlerin temel amacı, bel bölgesine ve alt ekstremitelerin adduktör kaslarına yayılan ağrıyı engellemek veya olabildiğince hafifletmektir. Bu tür ağrılar dismenoreesi olan kadınlarda yaygın bir semptomdur (Golomb vd., 1998; Ortiz vd., 2015). Germe ve kuvvet egzersizlerin amacı, özellikle alt ekstremitelerin lomber kaslarına ve adduktör kaslarına yayılan ağrıların azaltılmasına yönelik bir müdahale sağlamaktır (Brown & Brown, 2010; Golomb vd., 1998)

Patel vd. (2015) orta ve şiddetli primer dismenoreesi olan kadınlarla yaptıkları çalışmada, katılımcılardan 8 hafta boyunca (haftada üç gün, günde iki kez) evde altı farklı aktif germe egzersizini tamamlamalarını istemiştir. Çalışma sonunda, deney grubunda ağrı şiddeti 7.1'den 3.0'a düşmüştür. Bu bulgular, aktif germe egzersizlerinin primer dismenoreye bağlı ağrı ve diğer semptomları azaltmada etkili olduğunu göstermektedir. Aboushady ve El-saidy (2016), adolesan kızlarda evde uygulanan germe egzersizlerinin etkisini inceledikleri çalışmada, VAS ağrı skorlarında son testte anlamlı bir azalma gözlemlemişlerdir. Ayrıca, adet öncesi semptomlar arasında en belirgin azalmaların yorgunluk (%50.0 öncesi, %25.0 sonrası), baş ağrısı (%35.0 öncesi, %20.0 sonrası), ruh hali değişiklikleri (%67.5 öncesi, %25.0 sonrası), kabızlık (%10.0 öncesi, %7.5 sonrası) ve aşırı terleme (%10.0 öncesi, %7.5 sonrası) gibi semptomlarda görüldüğü bildirilmiştir.

Karın kası germe egzersizleri, oksijenasyon sürecini iyileştirerek karın kaslarının gücünü ve esnekliğini artırmakta ve bu sayede lenfatik drenajı destekleyerek adet kramplarını azaltmaya yardımcı olmaktadır (Dayican vd., 2024). Literatürde, Kegel egzersizleri ve pelvik taban kasları için yapılan özel güçlendirme egzersizlerinin, primer dismenoreye bağlı ağrı üzerinde olumlu etkiler yarattığı bildirilmiştir (Kirmizigil & Demiralp, 2020). Ayrıca, primer dismenoreesi olan kadınlara yoga egzersizlerinin ev egzersiz programı olarak uygulandığı bir diğer çalışmada, yoga pratiğinin ağrı yoğunluğunda önemli azalmalara yol açtığı tespit edilmiştir. Özellikle kobra pozisyonu gibi yoga pozisyonlarının pelvik ağrıyı azaltmada etkili olduğu vurgulanmıştır (Rakhshae, 2011; Vaziri vd., 2015). Deharnita ve Sefrizon (2020), yaptıkları çalışmada, kedi germe egzersizinin ve jimnastik egzersizlerinin, genç kadınlarda adet ağrısını (dismenoreyi) azaltmak için etkili alternatif önlemler olarak uygulanabileceğini ortaya koymuşlardır.

Kulkarni ve Patil (2022), yaptıkları çalışmada, 18 ile 25 yaşları arasındaki primer dismenoreesi olan 27 kadını iki gruba ayırarak bir gruba core güçlendirme egzersizleri, diğer gruba ise germe egzersizleri uygulamışlardır. Egzersiz öncesi, 4. hafta ve 8. hafta olmak üzere yapılan ölçümler sonucunda, her iki grupta da dismenore belirtilerinde anlamlı bir iyileşme

gözlemlenmiştir. Hem germe hem de güçlendirme egzersizlerinin, primer dismenoresi olan kadınlarda ağrı şiddetini azaltmada ve yaşam kalitesini iyileştirmede etkili olduğu bulunmuş, ancak bu iki egzersiz türünün kombinasyonunun, yalnızca germe egzersizlerine kıyasla daha fazla etkili olduğu belirlenmiştir. Yapılan bu çalışma ile çalışmamız VAS açısından benzerlik göstermektedir. Shirvani vd. (2017a), tarafından yapılan çalışmada, düzenli adet döngüsüne sahip ve egzersiz geçmişi olmayan, orta ila şiddetli primer dismenoresi olan 61 kadın öğrenci değerlendirilmiştir. Katılımcılar, zencefil grubu ve germe egzersiz grubu olmak üzere iki gruba ayrılmıştır. Egzersiz grubuna, haftada üç kez, her seferinde 10 dakika süresince karın ve pelvik germe egzersizleri uygulanmıştır. Çalışmada, ağrı şiddeti birinci ve ikinci ay sonunda VAS ile değerlendirilmiş ve germe egzersizlerinin, primer dismenorede ağrıyı azaltmada zencefilden daha etkili olduğu sonucuna varılmıştır. Vaziri vd. (2015), tarafından yapılan çalışmada, dismenore yaşayan 105 kadın üç gruba ayrılmış ve bu gruplara aerobik egzersiz, germe egzersizi ve kontrol grubu olarak müdahale edilmiştir. Her iki müdahale grubu, sekiz hafta boyunca haftada üç kez egzersiz yapmıştır. Çalışma sonuçları, her iki egzersiz türünün de kontrol grubuna kıyasla dismenore yoğunluğunu azaltabildiğini göstermiştir. Ancak, her iki egzersiz türü arasında dismenore yoğunluğunu azaltma açısından anlamlı bir fark bulunmamıştır. Motahari-Tabari vd. (2017), tarafından yapılan çalışmada, germe egzersizi grubundaki öğrencilerin, mefenamik asit grubuna kıyasla ikinci adet döngüsünde ağrı yoğunluğunda daha belirgin bir azalma yaşadığı tespit edilmiştir.

Daley (2009), menstrüel ağrıyı hafifletmek amacıyla orta düzeyde fiziksel egzersizleri önermektedir. Özellikle esneme sırasında, solunum kontrolünün geliştirilmesi büyük önem taşır. Zira, germe egzersizleri sırasında kaslara artan kan akışı, kasların esnekliğini artırırken, aynı zamanda laktik asidin kaslardan daha hızlı bir şekilde uzaklaşmasını sağlar (Chen & Hu, 2019). Motahari-Tabari vd. (2017), Shirvani vd. (2017b), Ortiz vd. (2015) tarafından yapılan çalışmalar, her biri farklı içeriklere sahip germe egzersiz programları uygulansa da bu egzersizlerin adet dönemindeki etkileri ve katılımcıların germe egzersizlerine olan toleransları göz önünde bulundurulduğunda, tüm bu çalışmaların adet semptomlarının tedavisinde etkili olduğu sonucuna varılmıştır. Ozturk vd. (2023), üniversite öğrencileri arasında gerçekleştirdikleri çalışmada, karın masajı ve germe egzersizlerinin ağrı şiddeti, dismenore semptomları ve adet kanı kaybı üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Çalışmaya 63 katılımcı dahil edilmiş ve katılımcılar rastgele olarak masaj, egzersiz ve kontrol gruplarına atanmıştır. Çalışmanın sonuçları, masaj grubunda karın-sırt ağrısı ve yorgunlukla ilgili ikinci döngüdeki skorların, egzersiz ve kontrol gruplarına göre anlamlı şekilde daha düşük olduğunu göstermiştir. Ayrıca, egzersiz grubunda ruh hali değişiklikleri açısından ikinci döngüdeki skorlar da masaj ve kontrol gruplarına kıyasla daha düşük bulunmuştur. Bununla birlikte, VAS ve kan kaybı

arasında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmemiştir. Bu bulgular, masajın karın-sırt ağrısı ve yorgunluk üzerinde olumlu bir etki sağladığını, egzersizin ise ruh hali değişiklikleri üzerinde daha belirgin bir iyileşme sağladığını ortaya koymaktadır.

Tsai vd. (2024), adet ağrısı ile egzersiz arasındaki ilişkiyi inceledikleri çalışmada, rahatlama egzersizleri, kuvvet antrenmanları, aerobik aktiviteler, yoga, karma egzersizler ve kegel manevralarının 8 haftalık bir süre sonunda adet ağrısını azaltmada etkili olduğunu bulmuşlardır. Çalışmalarında kuvvet egzersizlerinin, germe egzersizlerine kıyasla VAS ağrı skalasında daha belirgin bir azalma sağladığı gözlemlenmiştir. Benzer şekilde, çalışmamızda da kuvvet egzersizlerinin germe egzersizlerine göre VAS değerlendirmesinde daha fazla ağrı azalma etkisi gösterdiği bulunmuştur. Bu sonuçlar, kuvvet egzersizlerinin dismenore yönetiminde önemli bir rol oynayabileceğini desteklemektedir. Tsai vd. (2024) tarafından yapılan çalışmada, progresif kas gevşetme ve kendi kendine uygulanan masaj gibi gevşeme egzersizlerinin, hem 4. hem de 8. haftalarda adet ağrısını azaltmada en etkili müdahaleler olarak belirlenmiştir. Ayrıca, bu egzersizlerin bırakma riskinin daha düşük olduğu gözlemlenmiştir. Çalışmada, sırasıyla ikinci ve üçüncü en etkili egzersizler olarak kuvvet antrenmanı ve aerobik aktivite sıralanmış olup, bu egzersizlerin orta ila yüksek yoğunlukta olmaları nedeniyle ağrı hassasiyeti ve genel fiziksel refah üzerinde daha belirgin bir etki gösterdiği vurgulanmıştır. Ayrıca, Kegel egzersizlerinin 4. haftada gözlemlenen anlamlı olmayan etkisi, bu egzersizlerin düşük yoğunluklu olmalarına bağlanabilir. Bu bulgular, dismenore tedavisinde egzersiz türlerinin yoğunluklarına ve uygulama sürelerine göre farklı etkiler gösterebileceğini göstermektedir.

Rakhshae (2011) tarafından yapılan çalışmada, 18-22 yaş arasındaki primer dismenoresi olan kadınlarda, üç farklı yoga hareketinin (kobra, kedi ve balık pozları) menstrüel ağrı üzerindeki etkileri incelenmiştir. Çalışmaya katılan bireylerden luteal fazda bu yoga pozlarını uygulamaları istenmiştir. Kobra pozu, omurga esnekliğini artırarak sırt kaslarını güçlendirirken; kedi pozu, hareketin merkezden başlatılmasını ve nefes ile hareketin koordinasyonunu teşvik eder. Balık pozu ise boyun ve omuz kaslarındaki sertliği giderir ve omurganın esnekliğini artırır. Çalışma, yoga uygulayan grupta, ön test ve son testler arasındaki karşılaştırmalarda ağrı yoğunluğu ve ağrı süresinde anlamlı bir azalma tespit etmiştir. Yoga uygulamalarının, genel sağlığı iyileştirme, stresi azaltma, esnekliği artırma, kasları güçlendirme ve kronik ağrı gibi fiziksel semptomları hafifletme açısından etkili bir egzersiz yöntemi olarak işlev gördüğünü ortaya koymaktadır. Yonglithipagon vd. (2017), tarafından gerçekleştirilen çalışmada, surya namaskara egzersizinin haftada iki kez, 30 dakika süresince uygulanmasının, 12 haftalık süreç sonunda esneklik, sırt kas gücü ve bacak kas gücünde anlamlı artışlar sağladığı

ve VAS ağrı yoğunluğunun azaldığı bulunmuştur. Yang ve Kim (2016), tarafından yapılan çalışmada, surya namaskara, yoga nidra, kedi ve balık pozları gibi yoga asanalarının, 12 hafta boyunca haftada 5 gün, günde 120 dakika süreyle uygulanmasının, VAS ağrı yoğunluğu ve ağrı süresi açısından istatistiksel olarak anlamlı farklar yarattığı tespit edilmiştir. Bu bulgular, yoga asanalarının ve özellikle surya namaskara egzersizlerinin, menstrüel ağrı şiddetini azaltmada ve kas gücünü artırmada etkili bir egzersiz yöntemi olabileceğini göstermektedir. Yoganın, esneme ve dengeyi vurgulayan özellikleri, bu pratiği vücut farkındalığını artırmak ve fiziksel iyileşmeyi desteklemek amacıyla tercih edilmesi gereken bir yöntem haline getirmektedir (Mastrangelo vd., 2007). Samy vd. (2019) tarafından yapılan bir çalışmada, 8 hafta boyunca haftada iki kez 60 dakika süreyle zumba egzersizi yapan kadınların, egzersiz yapmayan kontrol grubuna kıyasla VAS ağrı düzeylerinde 4. ve 8. haftalarda anlamlı bir azalma gözlemlenmiştir. Benzer şekilde, çalışmamızda da her iki egzersiz grubunda 4. ve 8. haftalarda VAS düzeylerinde belirgin bir azalma tespit edilmiştir. Bu bulgular, düzenli egzersiz uygulamalarının menstrüel ağrı yönetimi üzerindeki olumlu etkilerini desteklemektedir. Zheng vd. (2024) tarafından yapılan meta-analiz çalışmasında, menstrüel semptomların yönetiminde en etkili egzersiz türlerinden birisi 8.hafta sonunda core kuvvetlendirme egzersizleridir. Yapılan çalışma ve kuvvet egzersizleri grubumuzun sonuçları ve VAS sonuçları benzerlik göstermektedir.

Araştırmamızdaki bulgular, yoga uygulaması öncesine kıyasla menstrüel döngüye bağlı semptomların önemli ölçüde azaldığını gösteren önceki çalışmalara paralellik göstermektedir. Örneğin, Chien vd. (2013), yürüttüğü bir çalışmada, 18 yaş ve üzeri primer dismenoreli kadınlara sekiz hafta boyunca haftada iki kez, her biri 30 dakika süren asana ve gevşeme tekniklerinden oluşan yoga uygulamalarının, menstrüel semptomlar üzerinde anlamlı bir azalma sağladığı bildirilmiştir. Krithika vd. (2024), yaptıkları çalışmada, pilates egzersizleri ile jimnastik topu egzersizleri arasındaki adet sıkıntısı düzeyleri karşılaştırılmıştır. Pilates egzersizlerinin ortalama puanı 79,33 iken, jimnastik topu egzersizlerinin ortalama puanı 103,26 olarak bulunmuş ve egzersizler sonrası her iki grup da test sonrası menstrüel semptomlarını anlamlı olarak azalttığı bulunmuştur. Aganoff ve Boyle (2024) tarafından yapılan çalışmada, düzenli orta düzey egzersizin ruh hali ve adet döngüsü semptomları üzerindeki etkileri incelenmiştir. Çalışmada, düzenli egzersiz yapan kadınların yapmayan kadınlara kıyasla adet öncesi, adet sırası ve adetler arası dönemlerde menstrüel semptomlarını anlamlı olarak azalttığı bulunmuştur. Elde edilen bulgular, egzersizin olumsuz ruh hali durumları ve fiziksel semptomlar üzerinde önemli etkiler yarattığını ve adet döngüsü evresi boyunca tüm ölçümlerde anlamlı farklar ortaya koyduğunu göstermektedir. Düzenli egzersiz yapan kadınlar, bozulmuş konsantrasyon, olumsuz ruh hali, davranış değişikliği ve ağrı gibi semptomlar konusunda egzersiz yapmayanlara kıyasla belirgin şekilde daha düşük puanlar almıştır. Yang ve Kim

(2016) in yaptıkları randomize kontrollü çalışmada da 12 hafta boyunca haftada bir saat yoga uygulayan grupta menstrüel semptomlarını anlamlı olarak azalttığı bulunmuştur. Benzer şekilde, çalışmamızda uygulanan MSÖ (Menstrüasyon Semptomları Ölçeği) sonuçları hem germe hem de kuvvet antrenmanlarının 12 haftalık egzersiz programı sonrasında menstrüasyona bağlı semptomların belirgin bir şekilde azalmasına yol açtığını ortaya koymuştur.

Primer dismenore için egzersiz süresi konusunda literatürde çeşitli öneriler bulunmaktadır. Carroquino-Garcia vd. (2019) tarafından yapılan bir çalışmada, 8 ila 12 hafta süresince uygulanan egzersizlerin adet ağrısını hafifletmeye yardımcı olabileceği belirtilmiştir. Diğer taraftan, Zheng vd. (2024) tarafından gerçekleştirilen bir araştırma, 4 ila 8 hafta süresince yapılan egzersizlerin adet ağrısını hafifletmek için yeterli olabileceğini göstermiştir. Çalışmamızda ise, 12 hafta sonunda her iki egzersiz grubunda menstrüel ağrı değerlendirmesinde VAS ağrı düzeylerinin anlamlı şekilde azaldığı gözlemlenmiştir. Bu bulgu, egzersiz süresinin ağrı şiddetini azaltmada önemli bir faktör olduğunu ve 12 haftalık bir egzersiz sürecinin primer dismenore yönetiminde etkili bir yaklaşım olabileceğini desteklemektedir.

Germe ve Kuvvet Egzersizlerinin Menstrüel Ağrıya Etkisinin Beyin Hemodinamiklerine Etkisine İlişkin Bulguların Tartışılması

Bu çalışmada, prefrontal korteks (PFK)'in ağrı işleme ve ağrı modülasyonundaki rolü ile egzersizlerin nörofizyolojik etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Çalışmanın bulguları, germe egzersizleri yapılan grupta, ön test ve son test karşılaştırmasında COHD1 yöntemi kullanılarak Ch-3 kanalında anlamlı bir iyileşme olduğunu ortaya koymuştur. Kuvvet egzersizleri yapılan grupta ise, ön test ve son test karşılaştırmasında CNR5 yöntemi kullanılarak Ch-1, Ch-3, Ch-9, Ch-10, Ch-11, Ch-12, Ch-15 ve Ch-16 kanallarında anlamlı iyileşmeler gözlemlenmiştir. Kuvvet ve germe egzersiz gruplarının COHD2 değerlerinin karşılaştırılmasında, ön test ölçümleri arasında anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir. Ancak, son testlerde Ch3, Ch8, Ch9, Ch11 ve Ch15 kanallarında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar gözlemlenmiştir. Bu bulgu, iki farklı egzersiz türünün beyin aktivitesine etkilerinin zamanla değiştiğini ve bu etkilerin belirli beyin bölgelerinde anlamlı düzeyde farklılaştığını göstermektedir. Egzersiz sonrası prefrontal kortekste aktivitesindeki azalmanın, egzersizin ağrı modülasyonunda etkin bir tedavi yöntemi olduğunu, bireylerin ağrı algısını azalttığını ve sinir sistemindeki aşırı duyarlılık mekanizmalarını iyileştirdiğini gösterebilir. Ayrıca, bu değişim ağrıyı algılama ve duygusal düzenleme süreçlerinde olumlu bir gelişimin göstergesi olarak yorumlanabilmektedir (Öztürk vd., 2021).

Yapılan bu çalışmada dismenoreli kadınların her iki grubunda da ön testlerde yüksek HbO₂ seviyeleri gözlemlenmiştir. Egzersiz uygulamaları sonrasında ise son testlerde HbO₂ seviyelerinde belirgin bir azalma kaydedilmiştir. Bu değişiklik, ağrı ile ilişkili olan anormal nöral aktivitelerin düzenlenmesi ve beyindeki genel işlevselliğin normalleşmesi ile ilişkilendirilmektedir. İki egzersiz grubunun etkileri detaylı olarak incelendiğinde, kuvvet egzersizleri yapan grubun menstrüel ağrıyı daha fazla azalttığı ve kortikal aktivite üzerinde daha belirgin bir azalma sağladığı tespit edilmiştir. Bu bulgu, kuvvet egzersizlerinin ağrı yönetiminde daha etkili olabileceğini göstermektedir.

Ağrı değerlendirmesi, yakın zamana kadar genellikle öznel değerlendirmelere dayanan anketler veya görsel analog skala gibi ölçeklerle yapılmıştır (Rojas vd., 2017). Bununla birlikte, bu ölçekler altın standart olarak kabul edilse de nesnel değerlendirme yapabilme açısından bazı zorluklar ortaya çıkarmaktadır. Ağrının çok boyutlu yapısı ve kişisel faktörlerin etkisi göz önüne alındığında, yalnızca VAS, NRS veya diğer benzer ölçeklerle ağrıyı nesnel olarak ölçmek mümkün değildir. Ayrıca, sürekli ağrı izleme konusunda bu araçların sınırlamaları vardır. Özellikle, ağrının uzun süre boyunca izlenmesi gerektiğinde, ağrı yoğunluğunun sık ve sürekli bir şekilde kaydedilmesi, sağlık profesyonelleri için pratikte neredeyse imkansız hale gelmektedir (Gouverneur vd., 2024). Yaptığımız çalışma sonucunda fNIRS ölçümleri serebral hemodinamiğin özellikleri aracılığıyla ağrıyı nörolojik bir perspektiften nesnel olarak ölçmeyi amaçlamaktadır. Fonksiyonel yakın kızılötesi spektroskopisi (fNIRS), elektriksel ağrı uyarımı sırasında kortikal kan akışındaki değişiklikleri izler ve ağrı ölçümünün temel parametresi oksijenli hemoglobinin konsantrasyon değişiklikleridir. Yapılan analizler, ağrı algısının premotor korteks, birincil motor korteks ve somatosensoriyel korteks gibi beyin bölgelerinin kortikal aktivasyon örüntüleriyle ilişkilendirildiğini göstermektedir. Bu bulgular, fiziksel ağrı üzerine yapılan fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme (fMRI) çalışmalarının sonuçlarıyla uyumludur, bu da oksijenli hemoglobinin ağrı için potansiyel bir biyobelirteç olabileceğini göstermektedir (Han vd., 2018). fNIRS, ağrılı uyarıya yanıt olarak kortikal aktiviteyi değerlendirmede umut verici sonuçlar elde eden invaziv olmayan bir tekniktir (Hu vd., 2018; Rojas vd., 2017). Bu çalışmada, ağrı uyarısı tarafından tetiklenen beyin aktivitesi fNIRS görüntüleme tekniği ile incelenmiştir. Yapılan bu çalışmada benzer bir ağrı araştırmasıyla aynı teknolojiyi kullanmaktadır (Öztürk vd., 2021). Menstrüel ağrı üzerine yapılan bu araştırma, fNIRS teknolojisinin kullanıldığı ilk çalışmalardan biri olarak literatüre önemli bir katkı sağlamaktadır.

Literatürde egzersiz süreleri genellikle 6 ila 15 hafta arasında değişmekte olup, yedi çalışmada bu sürenin 12 hafta veya daha uzun olduğu bildirilmiştir (Flodin vd., 2015; Kong

vd., 2021; Liu vd., 2019; Martinsen vd., 2018; Micalos vd., 2014; Van de Winckel vd., 2022; Löfgren vd., 2023). Benzer şekilde, bu çalışmada da egzersiz süresi, literatürde önerilen etkinlik süresine uygun olarak, 12 hafta olarak planlanmıştır. Yapılan önceki ağrı çalışmalarında genellikle kontrol grubu dahil edilmemiştir (Liu vd., 2019a; Liu vd., 2019b; Öztürk vd., 2021). Benzer şekilde, bu çalışmada da kontrol grubuna yer verilmemiştir. Literatür incelendiğinde dört çalışma, beyin aktivitesindeki değişikliklere odaklanmıştır (Martinsen vd., 2018; Micalos vd., 2014; Öztürk vd., 2021; Van de Winckel vd., 2022). Bu çalışmalardan üçü, basınç (ağrı) uyaranları uygulanırken beyin fonksiyonlarını değerlendirmiştir (Micalos vd., 2014; Öztürk vd., 2021). Ayrıca, bu çalışmalardan yalnızca biri, beyin fonksiyonunu ölçmek için fNIRS teknolojisini kullanmıştır (Öztürk vd., 2021). Yapılan bu çalışmada kullanılan fNIRS teknolojisi, menstrüel ağrıya odaklanan araştırmalar arasında bir ilki temsil etmekte olup bu alanda yenilikçi bir yaklaşım sunmaktadır.

Ön prefrontal korteks (PFK), ağrının duyuşsal ve bilişsel işlenmesinde ve ağrının kronikleşme sürecinde kritik bir rol üstlenmektedir. PFK'nin medial ve lateral kısımlarının farklı işlevsel roller üstlendiği literatürde belirtilmiştir (Öztürk vd., 2021; Peng vd., 2018). Özellikle, ön prefrontal korteks beynin duyuşsal ve duygusal ağlarıyla yoğun bağlantılar kuran ve ağrı algılamasında önemli bir rol oynayan supramodal bir korteks bölgesi olarak tanımlanmaktadır (Peng vd., 2018). Frontal lob, özellikle prefrontal korteks, ağrının algılanması ve düzenlenmesinde kritik bir işlevsellik sergilemektedir (Ong vd., 2019). Mevcut çalışmalar, prefrontal korteksin, ağrının duyuşsal ve duygusal bileşenlerini de içeren ağrı işleme sürecine katılımını vurgulamaktadır. Ayrıca, frontal EEG sinyallerindeki asimetri özelliklerinin ağrı algısının lateralizasyonuna dair değerli bilgiler sağladığı gözlemlenmiştir. Örneğin, sağ yarımküre ağrının duygusal boyutlarını daha fazla işlerken, sol yarımküre ise ağrının duyuşsal ve ayırıcı yönlerine daha fazla odaklanmaktadır (Roza & Martinez-Padilla, 2021; Ryu vd., 2024). Çalışmamızda, her iki egzersiz grubunda da sağ yarımkürede bulunan medial prefrontal kortekste anlamlı bir değişiklik gözlemlenmiştir. Bu bulgu, ağrının duygusal boyutlarının daha belirgin olduğunu ve yapılan egzersizlerin, ağrıya yönelik odaklanmayı ve duygusal bileşenleri azaltarak, beyin işleyişinde normalleşmeye yol açtığını göstermektedir.

Çeşitli çalışmalar, prefrontal kortekste gözlemlenen gama aktivitesinin öznel ağrı deneyimiyle ilişkili olduğunu ortaya koymuştur. Özellikle, kronik ağrı yaşayan bireylerde prefrontal kortekste gama gücünün artışı, bu bölgenin ağrı işleme sürecinde yer aldığına dair güçlü bir gösterge sunmaktadır (May vd., 2019; Ryu vd., 2024). İşlevsel açıdan, prefrontal korteks ve frontal lobun ağrı algısının son işlenmesinde anahtar bir rol oynadığı son yıllarda daha fazla vurgulanmıştır (Ong vd., 2019; Talbot vd., 1991). Ağrı, beynin prefrontal ve duyuşsal-

motor kortekslerini etkileyerek, bu bölgelerdeki hemodinamik değişikliklerle kendini gösterir. Yapılan araştırmalar, ağrının prefrontal korteks ve duyuusal-motor alanlar üzerinde, ağrısız uyarılardan çok daha belirgin etkiler yarattığını göstermektedir (Hall vd., 2021).

Öztürk vd. (2021), kronik diz osteoartriti olan bireylerde egzersizin prefrontal korteks (PFK) aktivitesi üzerindeki etkilerini inceledikleri bir çalışma gerçekleştirmiştir. Bu çalışmada, egzersizin ağrı modülasyon mekanizmaları üzerindeki etkisi ve bu etkilerin klinik değişkenlerle nasıl ilişkilendirildiği araştırılmıştır. Çalışmaya, kronik diz osteoartriti tanısı almış ve yaşları 49-70 arasında değişen 15 katılımcı dahil edilmiştir. Katılımcılar, 6 hafta süresince haftada üç kez uygulanan bir egzersiz programına katılmıştır. Bu program, kuvvet, esneklik ve işlevselliği artırmayı hedefleyen egzersizlerden oluşmaktadır. Prefrontal korteksin hemodinamik aktivitesi, fonksiyonel yakın kızılötesi spektroskopisi (fNIRS) yöntemi ile ölçülmüştür. Ağrılı uyaranlar sırasında dorsolateral prefrontal kortekste (DLPFK) aktivite düzeyinde anlamlı bir azalma gözlemlenmiştir. Çalışmanın bulgularına göre, medial prefrontal korteks (mPFK) aktivitesinde 6 haftalık egzersiz sonrası belirgin bir değişim gözlemlenmemiştir.

Bu çalışmada, fNIRS montaj tasarımıımız, kronik ağrı süreçlerinde rol oynadığı ve yapısal ile işlevsel değişiklikler sergilediği bilinen ön PFK'nin medial kısmını da hedef almıştır. Literatürde, kronik bel ağrısı olan bireylerde bu bölgede artan işlevsel aktivite rapor edilmiştir (Baliki vd., 2006; Kodama vd., 2019). Varsayılan mod ağrının deaktivasyonu, hastaların ağrıya odaklanma durumunu etkileyebilir, hastalar ağrıyı zihinsel olarak uzaklaştırdıklarında ön PFK'nin medial kısmındaki deaktivasyonun azaldığı gözlemlenmiştir (Kucyi vd., 2013). Öztürk vd. (2021) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada, medial PFK'de anlamlı bir fark tespit edilememiştir. Bunun, başlangıç değerlendirmesinde ağrılı uyaranlara verilen dikkatin yüksek olmasından kaynaklanabileceği öne sürülmüştür. Özellikle, çalışmada basınç (ağrı) uyaranlarının uygulanması sırasında beyin fonksiyonlarının ölçülmesi, bireylerin hem ön test hem de son testlerde ağrılı uyaranlara odaklanmasına neden olmuş olabilir. Bu durum, medial PFK'nin deaktivasyon düzeylerinde farklılıkların gözlemlenememesine yol açmış olabilir. Yüksek ağrı seviyelerinin, hastaların ağrıdan dikkatlerini uzaklaştırma yeteneklerinin azaldığını gösterdiği belirtilmiştir (Öztürk vd., 2021). Yapılan bu çalışmada ise prefrontal korteks bölgelerindeki ağrı düzeyindeki azalma, duyuusal düzenleme süreçlerinin, ağrıya yönelik dikkatin yönlendirilmesinin, duyuusal tepkilerin yönetilmesinin ve ağrı algısının azalmasının bir sonucu olarak ortaya çıkmış olabilir.

Çalışmalar, ağrının duyuusal yönleriyle ilişkili beyin bölgelerini araştırmıştır. Yapılan bir çalışma da kronik sırt ağrısı olan çeken hastaların medial PFK bölgesinde artan aktivasyon bulunmuştur (Baliki vd., 2012). Medial PFK duygu, motivasyonla ilgili davranışlarda yer

aldığından, bu durum ağrı algısının işlenmesinin bu işlevsel bağlantılardaki değişikliklerden etkilenebileceğini düşündürmektedir. Hashmi vd. (2013), ayrıca, Medial PFK ve amigdala gibi duyguların işlenmesinde yer alan bölgelerin, ağrının kronifikasyonu ile ilişkili olduğunu öne sürmüştür. Duygu, motivasyon ve beynin ödülle ilgili devrelerindeki değişiklikler (ağrının duygusal özelliklerini kodlayan) kronik ağrı koşullarında duyguya ilişkili bozukluklara neden olabilir (Yang & Chang, 2019). Çalışmamızda, son test sonucunda medial prefrontal korteks (mPFK) bölgesinde azalan selebral aktivasyon, menstrüel ağrı çeken kadınlarda egzersiz gibi müdahaleler sonrasında azalmıştır. Bu azalma, ağrının duygusal ve motivasyonel bileşenlerini işleyen nörolojik devrelerdeki dengeleme sürecini yansıtmaktadır. Medial PFK'nın, ağrı algısını düzenleyen ve ağrının duygusal yönlerini işleyen bir bölge olarak, ağrının kronifikasyonu ile ilişkili işlevsel bağlantılarındaki değişikliklerden etkilenmesi, bu bulguyu açıklayabilir. Bu sonuçlar, ağrının duygusal özelliklerindeki değişikliklerin, kronik ağrı koşullarında duygusal bozukluklara neden olabileceğini öne süren literatürle tutarlıdır (Yang & Chang, 2019).

fMRI çalışmalarında ağrı işleme bölgelerinde tedavi öncesinde ve sonrasında PFK (artmış $n = 3$, azalmış $n = 5$) çalışma bulmuştur. Literatürde bulunan çelişkili sonuçlara rağmen düzenli egzersiz, bu bölgelerdeki fonksiyonel bağlantıları güçlendirebilir ve beyindeki aşırı aktivasyonu dengeleyebilir (de Sousa Fernandes vd., 2020). Son testte, egzersizin ağrıya duyarlı bölgelerdeki serebral aktiviteyi düzenlemesi ve azaltması mümkün olabilir. Kronik ağrı ile ilgili beyin bölgelerinde zamanla bir uyum (nöroplastisite) gelişebilir. Düzenli egzersiz, bu bölgelerdeki fonksiyonel bağlantıları güçlendirebilir ve beyindeki aşırı aktivasyonu dengeleyebilir. Son testte, egzersizin ağrıya duyarlı bölgelerdeki serebral aktiviteyi düzenlemesi ve azaltması mümkün olabilir (Zou & Hao, 2024).

Micolos vd. (2014) gerçekleştirdiği çalışmada, aerobik egzersiz programlarının kronik ağrı hastalarında beyin aktivitesini nasıl etkilediği incelenmiştir. Araştırmada, 11 kronik ağrı hastası ve 8 sağlıklı bireyden oluşan kontrol grubu, 12 hafta boyunca denetimli bir aerobik egzersiz programına tabi tutulmuştur. Çalışma sonucunda, aerobik egzersiz uygulamalarının kronik ağrı hastalarının beyin yanıtlarında önemli değişikliklere yol açtığı belirlenmiştir. Özellikle, egzersiz sonrası ağrıya duyarlılığın azaldığı ve beyindeki ağrı işleme ile ilişkili alanlarda anlamlı değişiklikler meydana geldiği gözlemlenmiştir. Bu bulgular, aerobik egzersizin kronik ağrı hastalarında beyin aktivitesi üzerinde olumlu etkiler sağlayabileceğini göstermektedir.

Flodin vd. (2015) çalışmasında, fiziksel egzersizin fibromiyalji hastalarında anormal dinlenme durumu fonksiyonel bağlantılarını düzeltme potansiyeli ve bu müdahalenin beyin

ağlarındaki etkileri incelenmiştir. Araştırmada, katılımcılar 3 ay boyunca düzenli olarak aerobik egzersizlerden oluşan bir fiziksel egzersiz programına katılmıştır. Egzersiz programı öncesinde ve sonrasında fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme (fMRI) kullanılarak dinlenme durumu beyin bağlantıları değerlendirilmiştir. Çalışma sonuçları, egzersiz sonrası beyin ağlarındaki anormal aktivitenin azaldığını ve ağrı işleme ile duygusal düzenleme süreçlerinden sorumlu beyin bölgelerinde daha iyi fonksiyonel bağlantıların geliştiğini ortaya koymuştur. Bu bulgular, fiziksel egzersizin fibromiyalji hastalarında beyin bağlantılarındaki düzensizlikleri iyileştirme potansiyeline işaret etmektedir.

Tu vd. (2009) yaptıkları çalışma da dismenore yaşayan kadınlarda kramp tarzındaki adet ağrısının, sol medial orbitofrontal korteks, sağ lateral orbitofrontal korteks, sağ medial prefrontal korteks ve sol ventral posterior talamus bölgelerinde artan yerel metabolizma ile ilişkili olduğunu göstermektedir. Çalışmamızda ölçüm aldığımız alan, artan metabolizma gösteren alanlardan biri yapılan bu çalışmanın bulgularını desteklemektedir. Çalışmanın sonuçlarında hem germe hem de kuvvet egzersizleri yapan grupta sağ medial prefrontal korteksin aktivasyonunda azalma gözlemlenmiştir. Bu bulgu, egzersiz müdahalesinin dismenore yaşayan kadınlarda, ağrının nörolojik işlenişini normalleştirerek serebral aktivasyon düzeylerini dengelemeye yardımcı olduğunu göstermektedir.

Hiramatsu vd. (2014), diz osteoartriti hastalarında dorsolateral prefrontal korteksin (DLPFK) aktivitesinde belirgin bir artış olduğunu rapor etmişlerdir. Çalışmalarında, fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme (fMRI) kullanarak osteoartrit hastalığında zararlı uyarıların beyinde nasıl işlendiğini ve ağrı algısının kortikal yerleşimini incelemişlerdir. Bu bulgular, diz osteoartriti hastalarında DLPFK'nin ağrı işleme sürecinde merkezi bir rol oynadığını göstermektedir. Öztürk vd. (2021) ise kronik ağrısı olan diz osteoartriti hastalarında egzersizin prefrontal korteksin fonksiyonel aktivitesi üzerinde özellikle ağrılı uyarılar sırasında DLPFK'nin işlevsel aktivitesinde, egzersiz programı sonrasında anlamlı bir azalma kaydedilmiştir. Ayrıca, egzersizin ağrı şiddeti üzerindeki etkisini değerlendiren bu çalışma, egzersiz öncesi ve sonrası prefrontal korteks aktivasyonunda anlamlı farklılıklar olduğunu ortaya koymuştur. Bu iki çalışmanın bulguları birlikte değerlendirildiğinde, DLPFK'nin kronik ağrıda ağrı algısına katkıda bulunduğu ve egzersizin bu kortikal bölgedeki işlevsel aktiviteyi azaltarak ağrı modülasyonunda etkili bir mekanizma sunabileceği söylenebilir. Çalışmamızda hem kuvvet egzersizi hem de germe egzersizi grubunda mPFK'de anlamlı düzeyde azalan kanallar tespit edilmiştir. Bu bulgu, egzersiz sonrası mPFK aktivitesindeki azalmanın, egzersizin ağrı modülasyonunda etkin bir tedavi yöntemi olduğunu, bireylerin ağrı algısını azalttığını ve sinir sistemindeki aşırı duyarlılık mekanizmalarını iyileştirdiğini gösterebilir.

Ayrıca, bu değişim ağrıyı algılama ve duygusal düzenleme süreçlerinde olumlu bir gelişimin göstergesi olarak yorumlanabilir (Öztürk vd., 2021).

Iacovides vd. (2015) yaptıkları çalışmada, dismenoresi olan kadınların, kontrollerle karşılaştırıldığında adet ağrısının dışında bir vücut bölgesinde, deneysel olarak oluşturulan derin doku kas iskemisine karşı artan duyarlılığa sahip olup olmadıkları araştırılmıştır. Submaksimal efor turnike testi, şiddetli dismenoresi olan 11 kadın ve 9 kontrol kadında adet sırasında ve foliküler fazda uygulanmıştır. Sonuçlar, dismenoresi olan kadınların, adet döngüsü evresinde, kontrol grubuna kıyasla daha fazla adet ağrısı ve daha yüksek VAS skorları bildirdiğini göstermiştir. Ayrıca, şiddetli dismenore yaşayan kadınların, adet ağrısının yönlendirildiği bölgenin dışındaki kaslarda, adet dönemi ve foliküler fazda iskemik ağrıya karşı daha yüksek duyarlılık gösterdiği bulunmuştur. Bu bulgular, dismenoresi olan kadınlarda kas ağrısı duyarlılığında uzun süreli değişikliklerin mevcut olduğunu düşündürmektedir. Düzenli egzersiz yapmak sadece menstrüel ağrıyı hafifletmekle kalmaz, aynı zamanda ağrı eşiğini artırarak kas iskemisine karşı duyarlılığı azaltabilir. Egzersiz, vücudun ağrı yönetimi mekanizmalarını iyileştirir, kas gevşemesini teşvik eder ve genel yaşam kalitesini artırır (Sengül vd., 2023). Çalışmamızda hem germe hem de kuvvet egzersizlerinin hem VAS skorlarında hem de beyin hemodinamiklerinde anlamlı değişiklikler meydana getirdiği belirlenmiştir. Bu iki egzersiz türü, menstrüel ağrıyı azaltmakla birlikte, vücudun ağrı eşiğini artırarak genel ağrı yönetimini iyileştirme potansiyeline sahiptir.

Bazı çalışmalarda, 12 haftalık egzersiz programları sonrasında DLPPK aktivitesinde ve bu bölgenin kortiko-limbik sistem gibi ağrı düzenleme süreçlerinde rol oynayan diğer beyin bölgeleriyle olan bağlantısında artış gözlemlenmiştir. Bu bulgu, özellikle ağrının merkezi düzeyde modüle edilmesinde önemli bir rol oynayan kortiko-limbik yolların işlevselliğinin güçlenmesi ile ilişkilidir. Kortiko-limbik sistem, ağrı algısı ve duygusal düzenleme süreçlerinde merkezi bir role sahiptir. Egzersiz sonrası DLPPK aktivitesindeki bu artışın, ağrı inhibisyon mekanizmalarını yeniden aktive ederek ağrı algısının azalmasına katkıda bulunduğu öne sürülmektedir. Ayrıca, bu artış, bireylerin ağrı ile başa çıkma yeteneklerini geliştirerek yaşam kalitesinde iyileşmelere yol açabilir. Buna karşılık, diğer çalışmalarda, DLPPK'nin belirli beyin bölgeleriyle olan bağlantılarında ve aktivitesinde azalma gözlemlenmiştir. Bu azalma, özellikle ağrı uyarısı altında ölçülen aktivasyonlarda belirginleşmiştir. Kronik ağrıya sahip bireylerde DLPPK'nin aşırı aktivitesinin, ağrı algısının sürdürülmesine katkıda bulunabileceği literatürde öne sürülmektedir. Egzersiz sonrası DLPPK aktivitesindeki azalma, bu bölgede kronik ağrı ile ilişkili olan anormal nöral aktivitelerin düzenlenmesi ve beyindeki genel işlevselliğin normalleşmesi ile ilişkilendirilmektedir. Bu durum, ağrı algısının azalması ve bireylerin ağrıyı

daha az fark eder hale gelmesi ile uyumlu bir şekilde açıklanmaktadır (Palmer vd., 2023). Liu vd. (2019), yaptıkları çalışmada, farklı egzersiz türlerinin dorsolateral prefrontal korteksin (DLPFK) dinlenme durumu fonksiyonel bağlantısı üzerindeki etkileri incelenmiştir. Haftada 5 gün boyunca günde 60 dakika uygulanan Tai Chi, Baduanjin ve bisiklet egzersizlerinin dinlenme durumu fonksiyonel bağlantısı analizleri, kontrol grubu ile karşılaştırılmıştır. Sonuçlar, üç egzersiz türünün de bilateral DLPFK ile bilateral tamamlayıcı motor alan (SMA) ve temporoparietal birleşim bölgesi arasındaki dinlenme durumu fonksiyonel bağlantısını önemli ölçüde azalttığını göstermiştir. Bu bulgular, farklı egzersizlerin DLPFK'nin nörofizyolojik bağlantılarını modüle ederek dinlenme durumu beyin aktiviteleri üzerinde etkili olabileceğini ortaya koymaktadır.

Yapılan başka bir çalışma da primer dismenoreye sahip kadınlarda adet döngüsünün ağrısız evrelerinde bile, adet ağrısı başladığında deneysel ağrıya karşı artan hassasiyetin belirgin hale geldiğini ortaya koymuştur (Iacovides vd., 2015). Nörogörüntüleme alanındaki önceki araştırmalar, uzun süreli siklik dismenorenin, adet ağrısı olmayan fazlarda bile primer dismenoreli kadınlarda singulum demetinin beyaz madde özellikleriyle ilişkili olduğunu göstermiştir. Ayrıca, beyaz madde bütünlüğündeki daha belirgin değişikliklerin, genellikle daha yüksek yoğunluktaki adet ağrısı algılamasıyla birlikte, bireylerin ağrıya karşı daha fazla duyarlılığa sahip olduğunu ortaya koymuştur (Dun vd., 2017; Quan vd., 2021).

Quan vd. (2021), primer dismenoreli 45 hasta üzerinde gerçekleştirdikleri çalışmada, perioovuluar fazlardaki beyin morfolojik özellikleri ile uterusun mikro yapısal ve fonksiyonel özelliklerinin, kadınların sonraki adet dönemlerinde deneyimleyecekleri adet ağrısının şiddetini tahmin edip edemeyeceğini araştırmışlardır. Bu çalışmada fMRI yöntemi kullanılmıştır. Çalışma, $VAS > 4$ ve $VAS \leq 4$ olmak üzere iki grup arasında değerlendirilmiştir. Her iki grup arasında beyin incelenmesinde yüksek ve düşük ağrı yoğunluğu açısından anlamlı bir fark bulunmazken, adet evresinde şiddetli ağrı yaşayan primer dismenoreli hastaların VAS skorları anlamlı şekilde daha yüksek bulunmuştur.

Nörogörüntüleme çalışmaları, orta-şiddetli dismenore ağrısı olan kadınlarda merkezi sinir sistemi düzeyinde anormal değişiklikler bulunduğunu göstermektedir (Iacovides vd., 2015; Vierck vd., 2013). Bu anormallikler arasında beyaz cevherin mikroyapısal özelliklerinde meydana gelen değişiklikler, ağrı işleme ve gri cevher atrofisinde rol oynayan beyin bölgelerinde anormal metabolik aktivite ve spontan fonksiyonel aktivitenin artışı yer almaktadır. Beyaz madde, gri madde ve fonksiyonel bağlantı özelliklerinden elde edilen beyin verileri incelendiğinde, talamustan elde edilen beyaz maddenin mikroyapısının, primer dismenoreli kadınlarda ağrı yoğunluğunun hafif ya da yüksek seviyede olduğunu öngörmede

belirgin bir rol oynadığı görülmüştür. Ayrıca, afferent dürtülerin spinal dorsal boynuz, talamik ve serebral hedefleri, zararlı çevresel uyaranlar tarafından tetiklenmektedir (Quan vd., 2021; Vierck vd., 2013).

Uzun süreli adet ağrısı, prefrontal korteks, insula ve striatum gibi duygusal ve bilişsel ağrı işleme ile ilişkili beyin bölgelerindeki metabolik ve bağlantısal değişikliklerle bağlantılıdır (Hsu vd., 2024; Tu vd., 2009; Wei vd., 2016). Bir çalışmada, ağrıyı modüle ettiği bilinen beyin ağlarının, primer dismenoresi olan kadınlarda işlevsel bozukluklar gösterebileceği hipotezi test edilmiştir (Wei vd., 2016). Araştırmada, primer dismenoreye sahip ve sağlıklı kadınlar üzerinde, menstrüel ve periovulatuar fazlarda, beyin fonksiyonel manyetik rezonans görüntülemesi fMRI ile dinlenme durumu analiz edilmiştir. fMRI, beyin bölgeleri arasındaki işlevsel bağlantıların gücünü değerlendiren bir tekniktir ve bu çalışmada ağrının fonksiyonel bağlantılar üzerindeki etkisi incelenmiştir. Menstrüel fazda, primer dismenoresi olan kadınlarda, sağlıklı kontrol grubuna kıyasla, periaqueductal gray (PAG) ile medial sensorimotor alanlar arasındaki fonksiyonel bağlantının arttığı gözlemlenmiştir. Ancak periovulatuar fazda, primer dismenoresi olan kadınlarda, “varsayılan mod ağı” olarak bilinen beyin bölgeleriyle fonksiyonel bağlantılarının azaldığı bulunmuştur (Kutch & Tu, 2016).

Kujach vd. (2018) tarafından yapılan çalışma da egzersize bağlı hipoaljezinin fizyolojik ve psikolojik mekanizmalarını, davranışsal sonuçları prefrontal kortekste (PFC) oksihemoglobin (HbO) değişikliklerine ilişkin nörogörüntüleme verileriyle birleştirerek incelemektedir. Bu çalışma, akut 30 dakikalık dinamik koşu testinin, sağlıklı katılımcılarda omuz, bel ve alt ekstremitelerdeki 10 farklı test noktasında basınç ağrı eşiği değerlerini anlamlı şekilde artırabildiğini ve zamanla ilişkili bir etki gösterdiğini ortaya koymuştur (Wu vd., 2024). Bu bulgular, önceki araştırmalarla tutarlıdır ve akut hafif aerobik egzersizin, egzersize bağlı hipoaljezi etkisi yarattığını göstermektedir. Ayrıca, prefrontal korteks bölgelerinin, gruplar arası ve grup içi analizlerde, egzersiz sırasında istatistiksel olarak anlamlı şekilde aktive olduğunu belirlemişlerdir. Bu sonuçlar, normal, submaksimal veya aşırı egzersiz üzerine yapılan fNIRS değerlendirmeleriyle uyumlu olup, prefrontal kortekste HbO metabolizmasına yönelik artan taleplerle ilişkili bulgularla paralellik göstermektedir.

Zheng vd. (2021), yaptıkları çalışmada, aerobik egzersiz kaynaklı hipoaljezinin nörofizyolojik mekanizmaları araştırılmış ve aerobik egzersizin ağrı değerlendirmesi ve tedavisinde uygulanmasına yönelik teorik bir temel sağlamak amacıyla elektroensefalografi (EEG) kullanılmıştır. Kırk beş sağlıklı birey, orta yoğunluklu aerobik egzersiz (kalp atış hızı rezervinin %70'i), düşük yoğunluklu aerobik egzersiz (%50 HRR) ve kontrol (egzersiz yapmayan) gruplarına rastgele atanmıştır. Aerobik egzersiz bisiklet kullanılarak yapılmış ve

basınç ağrı eşiği, ısı ağrı eşiği, temas ısı uyarısı ile oluşan olaya bağlı potansiyel ve ağrı skorlaması, egzersiz öncesi ve sonrasında ölçülmüştür. Çalışma, orta yoğunluklu aerobik egzersizin, proksimal bölgelerde (rektus femoris, tibialis anterior) basınç ve ısı ağrı eşiğini artırabildiğini ve temas ısı uyarısının ağrı skorlarını düşürdüğünü bulmuştur.

Imagawa vd. (2023), esneme yoğunluğunun otonom sinir sistemi ve beyin aktivitesi üzerindeki etkilerini incelemeyi amaçlamaktadır. 19 sağlıklı genç yetişkinin katıldığı çalışmada, düşük ve yüksek yoğunluklu esneme koşullarının beyin dalgaları ve otonom sinir sistemi aktivitesi ile ilişkisi araştırılmıştır. Elektroensefalografi (EEG) ve pletismografi ölçümleri, esneme seansları öncesinde, sırasında ve sonrasında alınmıştır. Sonuçlar, esneme yoğunluğuna bağlı olarak otonom sinir sistemi ve beyin aktivitesi arasında anlamlı bir fark bulamamıştır. Ancak, sempatik sinir aktivitesinin dinlenme evrelerine kıyasla esneme evrelerinde daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Beyin aktivitesi açısından, alfa ve beta dalgaları dinlenme aşamalarında daha yüksek aktivite göstermiştir. Yüksek yoğunluklu esneme koşullarında alfa dalgaları ile sempatik sinir aktiviteleri arasında negatif, düşük yoğunluklu koşullarda ise beta dalgaları ile parasempatik sinir aktiviteleri arasında pozitif bir korelasyon bulunmuştur. Bu bulgular, esnemenin otonom sinir sistemi ve beyin aktivitesi üzerinde etkileşimlere yol açabileceğini göstermektedir.

Scheef vd. (2012), çalışmada, antrenmanlı sporcularda egzersizin ağrı işleme üzerindeki akut etkileri fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme (fMRI) kullanılarak incelenmiştir. Çalışmaya katılan 20 sporcuya termal ısı-ağrı zorlukları uygulanmış ve egzersizin (2 saatlik koşu ve yürüyüş) ağrı algısı ile beyin aktivitesindeki değişikliklere etkisi değerlendirilmiştir. Sonuçlar, egzersizin özellikle koşu gibi dayanıklılık egzersizlerinin ağrı modülasyonunu sağladığını ve bunun, ağrı ile ilişkili beyin bölgelerinde, özellikle periaqueductal gri (PAG) gibi antinositif yolda önemli değişikliklere yol açtığını göstermiştir. Koşu, yürüyüşe kıyasla duygusal ağrı derecelendirmelerini düşürmüş ve ağrı ile ilişkili beyin aktivasyonunu azaltmıştır. PAG'deki aktivasyonun azaldığı, pregenual anterior singulat korteks ve orta insular kortekste ağrı kaynaklı aktivasyon seviyelerinin ise değişmediği veya azaldığı gözlemlenmiştir. Ayrıca, koşu sonrası plazmadaki β -endorfin seviyelerinde artış gözlemlenmiş, bu da egzersizin opioid sistem aracılığıyla ağrı modülasyonunu artırdığını ve endojen antinositif mekanizmaların etkinliğini yansıttığını ortaya koymuştur. Bu bulgular, dayanıklılık egzersizinin ağrı modülasyonu üzerindeki rolünü destekleyen ilk fonksiyonel görüntüleme kanıtlarını sunmaktadır.

Wakaizumi vd. (2023), yaptıkları çalışmada, egzersizin ağrı üzerindeki etkisini ve bu etkilerin nörobiyolojik aracılık mekanizmalarını incelemiştir. Bel ağrısı yaşayan 45

katılımcıdan egzersiz alışkanlıkları, ağrı şiddeti ve ağrı ile ilişkili psikolojik ve duygusal durumlar hakkında bilgi alınmış, ayrıca beyin görüntüleme için dinlenme durumu fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme (fMRI) kullanılmıştır. Sonuçlar, egzersiz alışkanlığı olan katılımcıların, egzersiz alışkanlığı olmayanlara göre belirgin şekilde daha düşük ağrı şiddeti bildirdiğini ortaya koymuştur. Aracılık analizi, egzersizin ağrı üzerindeki etkisinin, sol talamus, sağ amigdala ve medial prefrontal korteks gibi beyin bölgeleri ile ilişkili olduğunu göstermiştir. Bu bulgular, söz konusu beyin bölgelerinin egzersizin ağrıyı hafifletmeye yönelik nörobiyolojik etkisini aracılık ettiğini ve egzersizin ağrı yönetimindeki rolünü destekleyen ilk kanıtları sunduğunu ortaya koymaktadır. Araştırma, spesifik beyin bölgelerinin, egzersizin ağrı üzerindeki hafifletici etkisini sağlayan nörolojik mekanizmalar olarak işlev gördüğünü vurgulamaktadır.

Çalışmamızın bulguları, germe uygulamalarının ve germe yoğunluğundaki değişikliklerin prefrontal kortekste uyarılmayı ve duygusal durumu etkileyebileceğini göstermektedir. Ayrıca, bu gerilme etkilerinin prefrontal-amigdala yolu ve kortiko-subkortikal otonom ağ üzerinden otonom sinir sistemi aktivitesini modüle edebileceği ileri sürülmektedir (Imagawa vd., 2023). Sonuçlarımız, germenin olumlu duygularla ilgili beyin aktivitesini artırdığını ve germeden sonra rahat bir duruma yol açtığını göstermektedir. Beta dalgaları, dikkati veya duygusal süreçleri yönlendirmekle ilişkilidir. Dolayısıyla, germeye bağlı beyin dalgası aktivitesinde gözlenen değişimler, dinlenme evresinde artan öz-yansıtma durumunu işaret etmekte ve olumlu duygular uyandırmaktadır (Imagawa vd., 2023).

Birincil somatosensoriyel korteks, ikincil somatosensoriyel korteks, ön singulat korteks, prefrontal korteks, insular korteks, amigdala, talamus, serebellum dahil olmak üzere beyin yapıları, ağrı algısıyla ilişkili bölgeler olarak tanımlanmıştır (Yang & Chang, 2019). Bir ağrı deneyiminin yalnızca belirli beyin bölgelerindeki aktiviteyi gözlemleyerek çıkarılabileceği varsayımı, tartışmalıdır. Bu yaklaşım, ağrı algısının beyindeki yalnızca belirli bölgelerle sınırlı olmadığını ve ağrının, farklı beyin ağları ile çoklu süreçlerin etkileşimi sonucu şekillendiğini göz ardı edebilir. Yapılan çalışmalarda, bir beyin bölgesinin ağrı algısıyla ilişkili olduğu gözlemlense de bu durum o bölgedeki kortikal aktivitenin yalnızca ağrı algısına bağlı olduğu ve diğer duygusal süreçlerle ilişkili olmadığı anlamına gelmemektedir (Archibald vd., 2018). Dolayısıyla, ağrının nörolojik temellerini anlamak için beyindeki daha geniş etkileşim ağlarını ve ağrı deneyiminin dinamik doğasını dikkate almak önemlidir (Archibald vd., 2018). Çalışmamızın sınırlılığı, yalnızca tek bir beyin bölgesinin incelenmiş olmasıdır. Bu bölge, kullanılan ölçüm cihazının bu alanda daha uygun olması ve pratikte daha kolay ölçüm yapılabilmesi nedeniyle seçilmiştir. Ancak, ağrı deneyiminin daha geniş bir ağ ile ilişkili

olabileceği göz önünde bulundurulduğunda, yalnızca tek bir bölgeye odaklanmak, ağrıya dair daha kapsamlı bir nörolojik değerlendirme yapmak için yetersiz olabilir.

Sonuç olarak; bu çalışma, dismenore yaşayan kadınlarda farklı egzersiz türlerinin menstrüel ağrı düzeylerine ve beyin hemodinamiklerine olan etkisini incelemiştir. Araştırmada hem germe egzersizlerinin hem de kuvvet egzersizlerinin menstrüel ağrıyı azalttığı, ancak bu etkilerin mekanizmalarının farklı olabileceği belirlenmiştir. Germe egzersizleri özellikle kas gevşemesine ve genel rahatlamaya katkı sağlarken, kuvvet egzersizleri periferik ve merkezi ağrı modülasyon mekanizmalarını desteklemiş olabilir. Ayrıca, fNIRS ölçümleriyle yapılan analizler, egzersizin ağrı algısına yönelik beyin hemodinamik yanıtlarında olumlu değişiklikler sağladığını göstermiştir. Yapılan bu çalışmanın sonuçlarında hem germe hem de kuvvet egzersizleri yapan grupta sağ medial prefrontal korteksin aktivasyonunda azalma gözlemlenmiştir. Bu bulgu, egzersiz müdahalesinin dismenore yaşayan kadınlarda, ağrının nörolojik işlenişini normalleştirerek serebral aktivasyon düzeylerini dengelemeye yardımcı olduğunu göstermektedir.

Fiziksel aktivite ve egzersiz, eğitim ve kademeli motor imgeleme gibi fiziksel terapiler, işlevselliği artırabilir ve ağrıyı azaltabilir (Norman-Nott vd., 2024). Çalışmamızda, her iki egzersiz grubunda da menstrüel ağrı üzerinde anlamlı iyileşmeler gözlemlenmiştir. Bu bulgular, egzersizin menstrüel ağrıların hafifletilmesindeki potansiyel faydalarını ve bu tür fiziksel müdahalelerin ağrı yönetiminde etkili bir seçenek olabileceğini ortaya koymaktadır. Her iki egzersiz türünün de beyin kortikal bölgelerindeki oksijenlenmeyi artırdığı ve ağrı algısını modüle eden sinirsel ağlar üzerinde etkili olduğu bulunmuştur. Bu bulgular, dismenore tedavisinde egzersizin etkili bir nonfarmakolojik yöntem olduğunu desteklemektedir. Ancak, bireysel farklılıklar ve uygulanan egzersiz türüne bağlı olarak etkinliğin değişebileceği göz önünde bulundurulmalıdır. Gelecekte yapılacak çalışmalarda daha geniş katılımcı gruplarıyla ve uzun süreli takiplerle bu sonuçların genellenebilirliği artırılabilir.

Öneriler

Bu çalışmanın sınırlılıklarından biri, yalnızca tek bir beyin bölgesine odaklanılmış olmasıdır. Bu durum, kullanılan ölçüm cihazının bu alanda daha uygun olması ve pratikte kolay ölçüm yapılabilmesi nedeniyle tercih edilmiştir. Ancak, ağrı deneyiminin genellikle birden fazla beyin bölgesini içeren geniş bir ağ ile ilişkili olduğu bilinmektedir. Bu nedenle, gelecekteki araştırmalarda beyin ağlarının daha geniş kapsamda incelenmesi gerekmektedir.

Bu çalışmada iki farklı egzersiz türünün menstrüel ağrı ve beyin hemodinamikleri üzerindeki etkileri incelenmiştir. Ancak, dismenore yönetiminde kullanılabilecek diğer egzersiz türlerinin etkinliği hala açık bir araştırma alanı olarak durmaktadır. Bu bağlamda, gelecekteki çalışmalarda yoga, tai-chi, plates gibi fiziksel aktiviteler veya farklı egzersiz türlerinin karşılaştırılması gerekmektedir.

Çalışmanın daha geniş gruplarda ve daha genç yaştaki kız çocukları, adolesanlar ve benzeri gruplarda uygulanması ağırlı geçen dönemlerinin değerlendirilmesi açısından daha sağlıklı olacaktır.

Çalışmamızda kuvvet egzersizlerinin dismenore kaynaklı ağrının azaltılmasında daha etkili bir egzersiz türü olduğundan hareketle, farklı kapsamda uygulanan kuvvet egzersiz türlerinin de ağrı etkisine olan deneysel araştırmalar yapılabilir.

KAYNAKÇA

- Aasted, C. M., Yucel, M. A., Steele, S. C., Peng, K., Boas, D. A., Becerra, L., & Borsook, D. (2016). Frontal lobe hemodynamic responses to painful stimulation: A potential brain marker of nociception. *Plos One*, 11(11). <https://doi.org/ARTNe016522610.1371/journal.pone.0165226>
- Abdelrahman, A. Y., El-Kosery, S. M., Abbassy, A. H., & Botla, A. M. (2024). Effect of aquatic exercise versus aerobic exercise on primary dysmenorrhea and quality of life in adolescent females: A randomized controlled trial. *Physiotherapy Research International*, 29(3). <https://doi.org/ARTN e209510.1002/pri.2095>
- Aboushady, R., & El-saidy, T. M. K. (2016). Effect of home based stretching exercises and menstrual care on primary dysmenorrhea and premenstrual symptoms among adolescent girls. *IOSR Journal of Nursing and Health Science*, 5(2), 10-17.
- Abu Helwa, H. A., Mitaeb, A. A., Al-Hamshri, S., & Sweileh, W. M. (2018). Prevalence of dysmenorrhea and predictors of its pain intensity among Palestinian female university students. *Bmc Womens Health*, 18. <https://doi.org/ARTN1810.1186/s12905-018-0516-1>
- Aganoff, J. A., & Boyle, G. J. (1994). Aerobic exercise, mood states and menstrual cycle symptoms. *Journal of Psychosomatic Research*, 38(3), 183-192. [https://doi.org/10.1016/0022-3999\(94\)90114-7](https://doi.org/10.1016/0022-3999(94)90114-7)
- Agul, S., Alp, B., & Ozcelik, O. (2022). Menstrual cycle and exercise. *Progress in Nutrition*, 24(1). <https://doi.org/ARTNe2022xxx10.23751/pn.v24i1.11435>
- Akman, A. Ö., & Taş, D. Ağır anovulatuvar uterin kanama" tanısıyla izlenen kız ergenlerin değerlendirilmesi: Pediatrist gözüyle 'aşırı menstrual kanamalar. *Jinekoloji-Obstetrik ve Neonatoloji Tıp Dergisi*, 17(3), 420-424.
- Aksu, A. (2022). *Primer dismenoreesi olan hemşirelik öğrencilerinde yoga uygulamasının ağrı şiddeti, menstrüasyon semptomları ve yaşam kalitesine etkisi* (Tez no: 752102) [Doktora tezi, Mersin Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Al-Jefout, M., & Nawaiseh, N. (2016). Continuous norethisterone acetate versus cyclical drospirenone 3 mg/ethinyl estradiol 20 µg for the management of primary dysmenorrhea in young adult women. *Journal of Pediatric and Adolescent Gynecology*, 29(2), 143-147. <https://doi.org/10.1016/j.jpog.2015.08.009>
- Allen, L. M., & Lam, A. C. (2012). Premenstrual syndrome and dysmenorrhea in adolescents. *Adolesc Med State Art Rev*, 23(1), 139-163. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22764560>
- Apkarian, A. V., Bushnell, M. C., Treede, R. D., & Zubieta, J. K. (2005). Human brain mechanisms of pain perception and regulation in health and disease. *European Journal of Pain*, 9(4), 463-484. <https://doi.org/10.1016/j.ejpain.2004.11.001>
- Archibald, J., Warner, F. M., Ortiz, O., Todd, M., & Jutzeler, C. R. (2018). Recent advances in objectifying pain using neuroimaging techniques. *J Neurophysiol*, 120(2), 387-390. <https://doi.org/10.1152/jn.00171.2018>

- Armour, M., Ee, C. C., Naidoo, D., Ayati, Z., Chalmers, K. J., Steel, K. A., de Manincor, M. J., & Delshad, E. (2019). Exercise for dysmenorrhoea. *Cochrane Database of Systematic Reviews*(9). <https://doi.org/ARTNCD00414210.1002/14651858.CD004142.pub4>
- Armour, M., Parry, K., Manohar, N., Holmes, K., Ferfolja, T., Curry, C., MacMillan, F., & Smith, C. A. (2019a). The prevalence and academic impact of dysmenorrhea in 21,573 young women: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Womens Health*, 28(8), 1161-1171. <https://doi.org/10.1089/jwh.2018.7615>
- Azar, A. A. (2009). Monitoring blood oxygenation changes due to acute pain stimuli using functional Near-Infrared Spectroscopy (fNIRS). *2009 Annual International Conference of the Ieee Engineering in Medicine and Biology Society, Vols 1-20*, 1375-1379. <https://doi.org/Doi 10.1109/Iembs.2009.5334283>
- Azima, S., Bakhshayesh, H. R., Kaviani, M., Abbasnia, K., & Sayadi, M. (2015). Comparison of the effect of massage therapy and isometric exercises on primary dysmenorrhea: A randomized controlled clinical trial. *J Pediatr Adolesc Gynecol*, 28(6), 486-491. <https://doi.org/10.1016/j.jpag.2015.02.003>
- Bajalan, Z., Moafi, F., MoradiBaglooei, M., & Alimoradi, Z. (2019). Mental health and primary dysmenorrhea: A systematic review. *Journal of Psychosomatic Obstetrics & Gynecology*, 40(3), 185-194. <https://doi.org/10.1080/0167482x.2018.1470619>
- Baker, F. C., Driver, H. S., Rogers, G. G., Paiker, J., & Mitchell, D. (1999). High nocturnal body temperatures and disturbed sleep in women with primary dysmenorrhea. *Am J Physiol*, 277(6), E1013-1021. <https://doi.org/10.1152/ajpendo.1999.277.6.E1013>
- Balbi, C., Musone, R., Menditto, A., Di Prisco, L., Cassese, E., D'Ajello, M., Ambrosio, D., & Cardone, A. (2000). Influence of menstrual factors and dietary habits on menstrual pain in adolescence age. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol*, 91(2), 143-148. [https://doi.org/10.1016/s0301-2115\(99\)00277-8](https://doi.org/10.1016/s0301-2115(99)00277-8)
- Baliki, M. N., Petre, B., Torbey, S., Herrmann, K. M., Huang, L., Schnitzer, T. J., Fields, H. L., & Apkarian, A. V. (2012). Corticostriatal functional connectivity predicts transition to chronic back pain. *Nat Neurosci*, 15(8), 1117-1119. <https://doi.org/10.1038/nn.3153>
- Barcikowska, Z., Rajkowska-Labon, E., Grzybowska, M. E., Hansdorfer-Korzon, R., & Zorena, K. (2020). Inflammatory markers in dysmenorrhea and therapeutic options. *Int J Environ Res Public Health*, 17(4). <https://doi.org/10.3390/ijerph17041191>
- Bauman, D., Sommer, A., Hamer, T., Noy, D., Elami, M., Yogev, S. S., Magiel, E., & Revel-Vilk, S. (2022). Reduced activity and quality of life in women soldiers with heavy menstrual bleeding and dysmenorrhea. *J Pediatr Adolesc Gynecol*, 35(1), 53-58. <https://doi.org/10.1016/j.jpag.2021.08.002>
- Bavil, D. A., Dolatian, M., Mahmoodi, Z., & Baghban, A. A. (2018). A comparison of physical activity and nutrition in young women with and without primary dysmenorrhea. *F1000Research*, 7.
- Becerra, L., Harris, W., Grant, M., George, E., Boas, D., & Borsook, D. (2009). Diffuse optical tomography activation in the somatosensory cortex: Specific activation by painful vs. non-painful thermal stimuli. *Plos One*, 4(11). <https://doi.org/ARTNe801610.1371/journal.pone.0008016>
- Benetti-Pinto, C. L., de Sá Rosa, A. C. J., Yela, D. A., & Júnior, J. M. S. (2017). Abnormal uterine bleeding. *Revista Brasileira de Ginecologia e Obstetrícia/RBGO Gynecology and Obstetrics*, 39(07), 358-368.

- Benoit, B., Martin-Misener, R., Newman, A., Latimer, M., & Campbell-Yeo, M. (2017). Neurophysiological assessment of acute pain in infants: A scoping review of research methods. *Acta Paediatrica*, 106(7), 1053-1066. <https://doi.org/10.1111/apa.13839>
- Bernardi, M., Lazzeri, L., Perelli, F., Reis, F. M., & Petraglia, F. (2017). Dysmenorrhea and related disorders. *F1000Res*, 6, 1645. <https://doi.org/10.12688/f1000research.11682.1>
- Bezuidenhout, S., Mahlaba, K. J., Nxumalo, G., Meyer, J. C., & Chukwu, B. O. (2018). Dysmenorrhoea: An overview. *Sa Pharmaceutical Journal*, 85(4), 19-25.
- Billig, H. (1943). Dysmenorrhea: The result of a postural defect. *Archives of Surgery*, 46(5), 611-613.
- Blakey, H., Chisholm, C., Dear, F., Harris, B., Hartwell, R., Daley, A., & Jolly, K. (2010). Is exercise associated with primary dysmenorrhoea in young women? *BJOG: An International Journal of Obstetrics & Gynaecology*, 117(2), 222-224.
- Boharupi, P., & Deogade, M. S. (2020). Assessment of prevalence of primary dysmenorrhoea in university students. *International Journal of Ayurvedic Medicine*, 11(2), 170-174.
- Brascher, A. K., Becker, S., Hoeppli, M. E., & Schweinhardt, P. (2016). Different brain circuitries mediating controllable and uncontrollable pain. *Journal of Neuroscience*, 36(18), 5013-5025. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.1954-15.2016>
- Brown, J., & Brown, S. (2010). Exercise for dysmenorrhoea. *Cochrane Database of Systematic Reviews*(2).
- Brown, J., & Brown, S. (2017). Exercise for dysmenorrhoea (Withdrawal of 2017). *Cochrane Database of Systematic Reviews*(2). <https://doi.org/ARTNCD00414210.1002/14651858.CD004142.pub3>
- Brown, J. E., Chatterjee, N., Younger, J., & Mackey, S. (2011). Towards a physiology-based measure of pain: Patterns of human brain activity distinguish painful from non-painful thermal stimulation. *Plos One*, 6(9). <https://doi.org/ARTNe2412410.1371/journal.pone.0024124>
- Burnett, M., & Lemyre, M. (2017). No. 345-Primary dysmenorrhea consensus guideline. *J Obstet Gynaecol Can*, 39(7), 585-595. <https://doi.org/10.1016/j.jogc.2016.12.023>
- Burnett, M. A., Antao, V., Black, A., Feldman, K., Grenville, A., Lea, R., Lefebvre, G., Pinsonneault, O., & Robert, M. (2005). Prevalence of primary dysmenorrhea in Canada. *J Obstet Gynaecol Can*, 27(8), 765-770. [https://doi.org/10.1016/s1701-2163\(16\)30728-9](https://doi.org/10.1016/s1701-2163(16)30728-9)
- Bushnell, M. C., Ceko, M., & Low, L. A. (2013). Cognitive and emotional control of pain and its disruption in chronic pain. *Nature Reviews Neuroscience*, 14(7), 502-511. <https://doi.org/10.1038/nrn3516>
- Cai, Z. C., Machado, A., Chowdhury, R. A., Spilkin, A., Vincent, T., Aydin, Ü., Pellegrino, G., Lina, J. M., & Grova, C. (2022). Diffuse optical reconstructions of functional near infrared spectroscopy data using maximum entropy on the mean. *Scientific Reports*, 12(1). <https://doi.org/ARTN231610.1038/s41598-022-06082-1>
- Carrier, J., & Monk, T. H. (2000). Circadian rhythms of performance: New trends. *Chronobiology International*, 17(6), 719-732. <https://doi.org/10.1081/cbi-100102108>
- Carroquino-Garcia, P., Jimenez-Rejano, J. J., Medrano-Sanchez, E., de la Casa-Almeida, M., Diaz-Mohedo, E., & Suarez-Serrano, C. (2019). Therapeutic exercise in the treatment of primary dysmenorrhea: A systematic review and meta-analysis. *Physical Therapy*, 99(10), 1371-1380. <https://doi.org/10.1093/ptj/pzz101>

- Celik, A. S., & Apay, S. E. (2021). Effect of progressive relaxation exercises on primary dysmenorrhea in Turkish students: A randomized prospective controlled trial. *Complement Ther Clin Pract*, 42, 101280. <https://doi.org/10.1016/j.ctcp.2020.101280>
- Cetin, A. (2020). Evaluation of biological and sociodemographic factors affecting dysmenorrhea. *Cureus Journal of Medical Science*, 12(5). <https://doi.org/ARTNe797710.7759/cureus.7977>
- Chantler, I., Mitchell, D., & Fuller, A. (2008). The effect of three cyclo-oxygenase inhibitors on intensity of primary dysmenorrheic pain. *Clinical Journal of Pain*, 24(1), 39-44. <https://doi.org/10.1097/AJP.0b013e318156dafc>
- Chantler, I., Mitchell, D., & Fuller, A. (2009). Actigraphy quantifies reduced voluntary physical activity in women with primary dysmenorrhea. *Journal of Pain*, 10(1), 38-46. <https://doi.org/10.1016/j.jpain.2008.07.002>
- Chapron, C., Marcellin, L., Borghese, B., & Santulli, P. (2019). Rethinking mechanisms, diagnosis and management of endometriosis. *Nat Rev Endocrinol*, 15(11), 666-682. <https://doi.org/10.1038/s41574-019-0245-z>
- Chen, A. C. N. (2001). New perspectives in EEG/MEG brain mapping and PET/fMRI neuroimaging of human pain. *International Journal of Psychophysiology*, 42(2), 147-159. [https://doi.org/Doi 10.1016/S0167-8760\(01\)00163-5](https://doi.org/Doi 10.1016/S0167-8760(01)00163-5)
- Chen, C. X., Draucker, C. B., & Carpenter, J. S. (2018). What women say about their dysmenorrhea: a qualitative thematic analysis. *Bmc Womens Health*, 18. <https://doi.org/ARTN4710.1186/s12905-018-0538-8>
- Chen, H. M., & Hu, H. M. (2019). Randomized trial of modified stretching exercise program for menstrual low back pain. *Western Journal of Nursing Research*, 41(2), 238-257. <https://doi.org/10.1177/0193945918763817>
- Chen, L. C., Sandmann, P., Thorne, J., Herrmann, C., & Debener, S. (2015). Association of concurrent fNIRS and EEG signatures in response to auditory and visual stimuli. *Brain Topography*, 28(5), 710-725. <https://doi.org/10.1007/s10548-015-0424-8>
- Chen, Z., Imai, K., & Zhou, X. (2023). The relationship between physical activity and premenstrual syndrome in senior high school students: A prospective study. *Scientific Reports*, 13(1). <https://doi.org/ARTN588110.1038/s41598-023-32357-2>
- Cheng, H. F., & Lin, Y. H. (2011). Selection and efficacy of self-management strategies for dysmenorrhea in young Taiwanese women. *J Clin Nurs*, 20(7-8), 1018-1025. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2702.2010.03363.x>
- Cho, S. H., & Hwang, E. W. (2010). Acupuncture for primary dysmenorrhoea: A systematic review. *Bjog-an International Journal of Obstetrics and Gynaecology*, 117(5), 509-521. <https://doi.org/10.1111/j.1471-0528.2010.02489.x>
- Chodankar, R., & Critchley, H. O. D. (2019). Biomarkers in abnormal uterine bleedingdagger. *Biol Reprod*, 101(6), 1155-1166. <https://doi.org/10.1093/biolre/ioy231>
- Choi, H., Kim, S. E., Lee, N. H., Lee, D. Y., & Choi, D. (2024). Clinical characteristics of endometrioma with and without dysmenorrhea diagnosed by laparoscopy: A retrospective cohort study in a tertiary center. *International Journal of Gynecology & Obstetrics*. <https://doi.org/10.1002/ijgo.15494>
- Chien, L. W., Chang, H. C., & Liu, C. F. (2013). Effect of yoga on serum homocysteine and nitric oxide levels in adolescent women with and without dysmenorrhea. *Journal of Alternative and Complementary Medicine*, 19(1), 20-23. <https://doi.org/10.1089/acm.2011.0113>

- Ciolek, A., Kostecka, M., Kostecka, J., Kawecka, P., & Popik-Samborska, M. (2024). An assessment of women's knowledge of the menstrual cycle and the influence of diet and adherence to dietary patterns on the alleviation or exacerbation of menstrual distress. *Nutrients*, 16(1). <https://doi.org/ARTN 6910.3390/nu16010069>
- Cope, M., Delpy, D. T., Reynolds, E. O., Wray, S., Wyatt, J., & van der Zee, P. (1988). Methods of quantitating cerebral near infrared spectroscopy data. *Adv Exp Med Biol*, 222, 183-189. https://doi.org/10.1007/978-1-4615-9510-6_21
- Çaltekin, I., Hamamci, M., Çaltekin, M. D., & Onat, T. (2021). Evaluation of sleep disorders, anxiety and depression in women with dysmenorrhea. *Sleep and Biological Rhythms*, 19(1), 13-21. <https://doi.org/10.1007/s41105-020-00283-9>
- Dai, Y., Luo, H. J., Zhu, L. T., Yang, W. C., Xiang, H. S., Shi, Q. L., & Jin, P. (2024). Dysmenorrhea pattern in adolescences informing adult endometriosis. *Bmc Public Health*, 24(1). <https://doi.org/ARTN37310.1186/s12889-024-17825-2>
- Daley, A. (2009). The role of exercise in the treatment of menstrual disorders: The evidence. *Br J Gen Pract*, 59(561), 241-242. <https://doi.org/10.3399/bjgp09X420301>
- Dars, S., Sayed, K., & Yousufzai, Z. (2014). Relationship of menstrual irregularities to BMI and nutritional status in adolescent girls. *Pakistan Journal of Medical Sciences*, 30(1), 140-144. <Go to ISI>://WOS:000332130600030
- Dawood, M. Y. (1988). Nonsteroidal anti-inflammatory drugs and changing attitudes toward dysmenorrhea. *American Journal of Medicine*, 84(5a), 23-29. [https://doi.org/Doi 10.1016/0002-9343\(88\)90473-1](https://doi.org/Doi 10.1016/0002-9343(88)90473-1)
- Dawood, M. Y. (2006). Primary dysmenorrhea: Advances in pathogenesis and management. *Obstetrics and Gynecology*, 108(2), 428-441. <https://doi.org/10.1097/01.AOG.0000230214.26638.0c>
- Dayican, D. K., Ozdincler, A. R., Aslan, B. N., Kuz, C. N., Ozcan, B. H., Gunes, N. B., & Molla, T. (2024). Comparative effects of exercises combined with kinesio taping and electrotherapy in women with primary dysmenorrhea: A randomized controlled clinical trial. *Altern Ther Health Med*, 30(5), 24-32. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/38819186>
- de Roever, I., Bale, G., Mitra, S., Meek, J., Robertson, N. J., & Tachtsidis, I. (2018). Investigation of the Pattern of the Hemodynamic response as measured by Functional Near-Infrared Spectroscopy (fNIRS) studies in newborns, less than a month old: A systematic review. *Frontiers in Human Neuroscience*, 12. <https://doi.org/ARTN37110.3389/fnhum.2018.00371>
- De Sanctis, V., Soliman, A., Bernasconi, S., Bianchin, L., Bona, G., Bozzola, M., Buzi, F., De Sanctis, C., Tonini, G., Rigon, F., & Perissinotto, E. (2015). Primary dysmenorrhea in adolescents: Prevalence, impact and recent knowledge. *Pediatric Endocrinology Reviews Per*, 13(2), 512-520.
- de Sousa Fernandes, M. S., Ordonio, T. F., Santos, G. C. J., Santos, L. E. R., Calazans, C. T., Gomes, D. A., & Santos, T. M. (2020). Effects of physical exercise on neuroplasticity and brain function: A systematic review in human and animal studies. *Neural Plast*, 2020, 8856621. <https://doi.org/10.1155/2020/8856621>
- de Wit, A. E., de Vries, Y. A., de Boer, M. K., Scheper, C., Fokkema, A., Janssen, C. A. H., Giltay, E. J., & Schoevers, R. A. (2021). Efficacy of combined oral contraceptives for depressive symptoms and overall symptomatology in premenstrual syndrome: Pairwise and network meta-analysis of randomized trials. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*, 225(6), 624-633. <https://doi.org/10.1016/j.ajog.2021.06.090>

- Deharnita, & Sefrizon. (2020). The Effectiveness of stretch exercise cat combination techniques with dismenore sennes on haid pain decrease in adolescent in n 1 high school of solok city in 2018. *Pakistan Journal of Medical & Health Sciences*, 14(2), 1494-1498.
- Dehghan, F., Kaboudi, M., & Khosravi, N. R. (2020). The relationship between personality characteristics and premenstrual syndrome in female students. *Cogent Psychology*, 7(1). <https://doi.org/Art183515110.1080/23311908.2020.1835151>
- Dehnavi, Z. M., Jafarnejad, F., & Kamali, Z. (2018). The Effect of aerobic exercise on primary dysmenorrhea: A clinical trial study. *Journal of Education and Health Promotion*, 7(1). https://doi.org/10.4103/jehp.jehp_79_17
- Demir, Y. (2012). Yoğun bakım ünitesinde ağrı deneyimi ve ağrının değerlendirilmesi: literatür incelemesi. *Düzce Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 2(1), 24-30.
- Deligeoroglou, E., & Tsimaris, P. (2010). Menstrual disturbances in puberty. *Best Practice & Research Clinical Obstetrics & Gynaecology*, 24(2), 157-171. <https://doi.org/10.1016/j.bpobgyn.2009.11.001>
- Delpy, D. T., & Cope, M. (1997). Quantification in tissue near-infrared spectroscopy. *Philosophical Transactions of the Royal Society B-Biological Sciences*, 352(1354), 649-659. https://doi.org/DOI_10.1098/rstb.1997.0046
- Delpy, D. T., Cope, M., Vanderzee, P., Arridge, S., Wray, S., & Wyatt, J. (1988). Estimation of optical pathlength through tissue from direct time of flight measurement. *Physics in Medicine and Biology*, 33(12), 1433-1442. https://doi.org/Doi_10.1088/0031-9155/33/12/008
- Deodato, M., Grosso, G., Drago, A., Martini, M., Dudine, E., Murena, L., & Stella, A. B. (2023). Efficacy of manual therapy and pelvic floor exercises for pain reduction in primary dysmenorrhea: A prospective observational study. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 36, 185-191. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2023.07.002>
- Dinenno, F. A., Tanaka, H., Monahan, K. D., Clevenger, C. M., Eskurza, I., DeSouza, C. A., & Seals, D. R. (2001). Regular endurance exercise induces expansive arterial remodelling in the trained limbs of healthy men. *J Physiol*, 534(Pt 1), 287-295. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7793.2001.00287.x>
- Dogan, H., Eroglu, S., & Akbayrak, T. (2020). The effect of kinesio taping and lifestyle changes on pain, body awareness and quality of life in primary dysmenorrhea. *Complementary Therapies in Clinical Practice*, 39. <https://doi.org/ARTN10112010.1016/j.ctcp.2020.101120>
- Doherty, E. J., Spencer, C. A., Burnison, J., Ceko, M., Chin, J., Eloy, L., Haring, K., Kim, P., Pittman, D., Powers, S., Pugh, S. L., Roumis, D., Stephens, J. A., Yeh, T. M., & Hirshfield, L. (2023). Interdisciplinary views of fNIRS: Current advancements, equity challenges, and an agenda for future needs of a diverse fNIRS research community. *Frontiers in Integrative Neuroscience*, 17. <https://doi.org/ARTN105967910.3389/fnint.2023.1059679>
- Doty, E., & Attaran, M. (2006). Managing primary dysmenorrhea. *J Pediatr Adolesc Gynecol*, 19(5), 341-344. <https://doi.org/10.1016/j.jpag.2006.06.005>
- Draper, C. F., Duisters, K., Weger, B., Chakrabarti, A., Harms, A. C., Brennan, L., Hankemeier, T., Goulet, L., Konz, T., Martin, F. P., Moco, S., & van der Greef, J. (2018). Menstrual cycle rhythmicity: Metabolic patterns in healthy women. *Sci Rep*, 8(1), 14568. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-32647-0>

- Duan, L., Zhang, Y. J., & Zhu, C. Z. (2012). Quantitative comparison of resting-state functional connectivity derived from fNIRS and fMRI: A simultaneous recording study. *Neuroimage*, 60(4), 2008-2018. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2012.02.014>
- Dueñas, J. L., Lete, I., Bermejo, R., Arbat, A., Pérez-Campos, E., Martínez-Salmeán, J., Serrano, I., Doval, J. L., & Coll, C. (2011). Prevalence of premenstrual syndrome and premenstrual dysphoric disorder in a representative cohort of Spanish women of fertile age. *European Journal of Obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology*, 156(1), 72-77. <https://doi.org/10.1016/j.ejogrb.2010.12.013>
- Dun, W. H., Fan, T. T., Wang, Q. M., Wang, K., Yang, J., Li, H., Liu, J. X., & Liu, H. J. (2020). Association between trait empathy and resting brain activity in women with primary dysmenorrhea during the pain and pain-free phases. *Frontiers in Psychiatry*, 11. <https://doi.org/ARTN60892810.3389/fpsyt.2020.608928>
- Dun, W. H., Yang, J., Yang, L., Ma, S. H., Guo, C. G., Zhang, X. N., Zhang, H. W., Liu, H. J., & Zhang, M. (2017). Abnormal white matter integrity during pain-free periovulation is associated with pain intensity in primary dysmenorrhea. *Brain Imaging and Behavior*, 11(4), 1061-1070. <https://doi.org/10.1007/s11682-016-9582-x>
- Durand, H., Monahan, K., & McGuire, B. E. (2021). Prevalence and impact of dysmenorrhea among university students in Ireland. *Pain Medicine*, 22(12), 2835-2845. <https://doi.org/10.1093/pm/pnab122>
- Eby, G. A. (2007). Zinc treatment prevents dysmenorrhea. *Med Hypotheses*, 69(2), 297-301. <https://doi.org/10.1016/j.mehy.2006.12.009>
- El Gilany, A., Badawi, K., & El Fedawy, S. (2005). Epidemiology of dysmenorrhoea among adolescent students in Mansoura, Egypt. *EMHJ-Eastern Mediterranean Health Journal*, 11 (1-2), 155-163, 2005.
- Elbandrawy, A. M., & Elhakk, S. M. (2021). Comparison between the effects of aerobic and isometric exercises on primary dysmenorrhea. *Acta Gymnica*, 51. <https://doi.org/ARTNe2021.01410.5507/ag.2021.014>
- Evliyaoğlu, O., Alikasıfoğlu, M., & Ercan, O. (2010). Ergenlerde menstrüel dōngü bozuklukları. *Türk Pediatri Arşivi*, 45(1).
- Fathy, F. T., Gonied, A. S., El-Dosoky, M. M., Mohamed, S. L., & Mohamed, N. S. (2022). Comparing the effects of aerobic and stretching exercises on intensity of primary dysmenorrhea among nursing students. *Tobacco Regulatory Science (TRS)*, 1732-1750.
- Fedele, L., Parazzini, F., Bianchi, S., Arcaini, L., & Candiani, G. B. (1990). Stage and localization of pelvic endometriosis and pain. *Fertil Steril*, 53(1), 155-158. [https://doi.org/10.1016/s0015-0282\(16\)53232-4](https://doi.org/10.1016/s0015-0282(16)53232-4)
- Fernández-Martínez, E., Onieva-Zafra, M. D., & Parra-Fernández, M. L. (2019). The impact of dysmenorrhea on quality of life among Spanish female university students. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(5). <https://doi.org/ARTN71310.3390/ijerph16050713>
- Fernandez Rojas, R., Huang, X., & Ou, K. L. (2017). Toward a functional near-infrared spectroscopy-based monitoring of pain assessment for nonverbal patients. *Journal of Biomedical Optics*, 22(10), 1-12. <https://doi.org/10.1117/1.JBO.22.10.106013>
- Ferrari, M., & Quaresima, V. (2012). A brief review on the history of human functional near-infrared spectroscopy (fNIRS) development and fields of application. *Neuroimage*, 63(2), 921-935. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2012.03.049>

- Ferries-Rowe, E., Corey, E., & Archer, J. S. (2020). Primary dysmenorrhea: Diagnosis and therapy. *Obstetrics and Gynecology*, 136(5), 1047-1058. <https://doi.org/10.1097/AOG.0000000000004096>
- Flodin, P., Martinsen, S., Mannerkorpi, K., Löfgren, M., Bileviciute-Ljungar, I., Kosek, E., & Fransson, P. (2015). Normalization of aberrant resting state functional connectivity in fibromyalgia patients following a three month physical exercise therapy. *Neuroimage-Clinical*, 9, 134-139. <https://doi.org/10.1016/j.nicl.2015.08.004>
- Flug, D., Largo, R. H., & Prader, A. (1984). Menstrual patterns in adolescent Swiss girls: A longitudinal study. *Ann Hum Biol*, 11(6), 495-508. <https://doi.org/10.1080/03014468400007411>
- Frie, J., Bartocci, M., Lagercrantz, H., & Kuhn, P. (2018). Cortical Responses to Alien Odors in Newborns: An fNIRS Study. *Cerebral Cortex*, 28(9), 3229-3240. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhx194>
- Fu, G., Mondloch, C. J., Ding, X. P., A Short, L., Sun, L., & Lee, K. (2014). The neural correlates of the face attractiveness aftereffect: A functional near-infrared spectroscopy (fNIRS) study. *Neuroimage*, 85 Pt 1(0 1), 363-371. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2013.04.092>
- Gagnon, M. M., Moussaoui, D., Gordon, J. L., Alberts, N. M., & Grover, S. R. (2022). Dysmenorrhea across the lifespan: A biopsychosocial perspective to understanding the dysmenorrhea trajectory and association with comorbid pain experiences. *Pain*, 163(11), 2069-2075. <https://doi.org/10.1097/j.pain.0000000000002649>
- Gallagher, A., Béland, R., & Lassonde, M. (2012). The contribution of functional near-infrared spectroscopy (fNIRS) to the presurgical assessment of language function in children. *Brain and Language*, 121(2), 124-129. <https://doi.org/10.1016/j.bandl.2011.03.006>
- Gamit, K. S., Sheth, M. S., & Vyas, N. J. (2014). The effect of stretching exercise on primary dysmenorrhea in adult girls. *Int J Med Sci Public Health*, 3(5), 549-551.
- Gazvani, R., & Templeton, A. (2002). Peritoneal environment, cytokines and angiogenesis in the pathophysiology of endometriosis. *Reproduction*, 123(2), 217-226. <https://doi.org/10.1530/rep.0.1230217>
- Ghandour, R., Hammoudeh, W., Stigum, H., Giacaman, R., Fjeld, H., & Holmboe-Ottesen, G. (2024). The hidden burden of dysmenorrhea among adolescent girls in Palestine refugee camps: A focus on well-being and academic performance. *Bmc Public Health*, 24(1). <https://doi.org/ARTN 72610.1186/s12889-024-18219-0>
- Gleeson, M., Bishop, N. C., Stensel, D. J., Lindley, M. R., Mastana, S. S., & Nimmo, M. A. (2011). The anti-inflammatory effects of exercise: Mechanisms and implications for the prevention and treatment of disease. *Nature Reviews Immunology*, 11(9), 607-615. <https://doi.org/10.1038/nri3041>
- Golden, N. H., & Carlson, J. L. (2008). The pathophysiology of amenorrhea in the adolescent. *Menstrual Cycle and Adolescent Health*, 1135, 163-178. <https://doi.org/10.1196/annals.1429.014>
- Golomb, L. M., Solidum, A. A., & Warren, M. P. (1998). Primary dysmenorrhea and physical activity. *Medicine and science in sports and exercise*, 30(6), 906-909.
- Gopal, S. R., Premkumar, M., Kavitha, S., & Shipnu, P. (2024). Benefits of core stability exercise and relaxation technique for primary dysmenorrhea in an unmarried girl: A case report. *Journal of Education and Health Promotion*, 13(1). https://doi.org/ARTN25210.4103/jehp.jehp_1629_23

- Goss, G. L. (2023). Dysmenorrhea in adolescents. *Jnp- the Journal for Nurse Practitioners*, 19(8). <https://doi.org/ARTN10471010.1016/j.nurpra.2023.104710>
- Gouverneur, P., Badura, A., Li, F. D. R., Bienkowska, M., Luebke, L., Adamczyk, W. M., Szikszay, T. M., Mysliwiec, A., Luedtke, K., Grzegorzec, M., & Pietka, E. (2024). An experimental and clinical physiological signal dataset for automated pain recognition. *Scientific Data*, 11(1). <https://doi.org/ARTN105110.1038/s41597-024-03878-w>
- Guimaraes, I., & Póvoa, A. M. (2020). Primary Dysmenorrhea: Assessment and Treatment. *Revista Brasileira De Ginecologia E Obstetricia*, 42(8), 501-507. <https://doi.org/10.1055/s-0040-1712131>
- Gutman, G., Nunez, A. T., & Fisher, M. (2022). Dysmenorrhea in adolescents. *Curr Probl Pediatr Adolesc Health Care*, 52(5), 101186. <https://doi.org/10.1016/j.cppeds.2022.101186>
- Güvenç, G., Seven, M., & Akyüz, A. (2014). Menstrüasyon semptom ölçeği'nin Türkçe'ye uyarlanması. *TAF Preventive Medicine Bulletin*, 13(5).
- Habibi, N., Huang, M. S. L., Gan, W. Y., Zulida, R., & Safavi, S. M. (2015). Prevalence of primary dysmenorrhea and factors associated with its intensity among undergraduate students: A cross-sectional study. *Pain Management Nursing*, 16(6), 855-861. <https://doi.org/10.1016/j.pmn.2015.07.001>
- Haefeli, M., & Elfering, A. (2006). Pain assessment. *European Spine Journal*, 15, S17-S24.
- Halbreich, J. T., Halbreich, U., & Smail, N. (2006). Screening of patients for clinical trials of premenstrual syndrome/premenstrual dysphoric disorder: Methodological issues. *Psychiatry Research*, 141(3), 349-352. <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2005.08.003>
- Hall, M., Kidgell, D., Perraton, L., Morrissey, J., & Jaberzadeh, S. (2021). Pain induced changes in brain oxyhemoglobin: A systematic review and meta-analysis of functional NIRS studies. *Pain Medicine*, 22(6), 1399-1410. <https://doi.org/10.1093/pm/pnaa453>
- Han, I., Won, S., Kang, Y., Oh, K., Kim, K., Jekal, J., Jin, S. H., Lee, G. H., Yang, S. T., Jung, S. Y., & An, J. (2018). Cortical activation patterns of electrical pain stimulation using fNIRS. *2018 6th International Conference on Brain-Computer Interface (Bci)*, 109-111.
- Harel, Z. (2002). A contemporary approach to dysmenorrhea in adolescents. *Paediatr Drugs*, 4(12), 797-805. <https://doi.org/10.2165/00128072-200204120-00004>
- Harel, Z. (2008a). Dysmenorrhea in adolescents. *Ann N Y Acad Sci*, 1135, 185-195. <https://doi.org/10.1196/annals.1429.007>
- Harel, Z. (2008b). Dysmenorrhea in adolescents and young adults: From pathophysiology to pharmacological treatments and management strategies. *Expert Opin Pharmacother*, 9(15), 2661-2672. <https://doi.org/10.1517/14656566.9.15.2661>
- Harlow, S. D., & Park, M. (1996). A longitudinal study of risk factors for the occurrence, duration and severity of menstrual cramps in a cohort of college women. *Br J Obstet Gynaecol*, 103(11), 1134-1142. <https://doi.org/10.1111/j.1471-0528.1996.tb09597.x>
- Hashmi, J. A., Baliki, M. N., Huang, L., Baria, A. T., Torbey, S., Hermann, K. M., Schnitzer, T. J., & Apkarian, A. V. (2013). Shape shifting pain: chronification of back pain shifts brain representation from nociceptive to emotional circuits. *Brain*, 136(Pt 9), 2751-2768. <https://doi.org/10.1093/brain/awt211>
- Hawkins, S. M., & Matzuk, M. M. (2008). The menstrual cycle: Basic biology. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1135(1), 10-18.

- Hewitt, G. (2020). Dysmenorrhea and endometriosis: diagnosis and management in adolescents. *Clin Obstet Gynecol*, 63(3), 536-543. <https://doi.org/10.1097/GRF.0000000000000540>
- Hewitt, G. D., Gerancher, K. R., & Gynecologists, A. C. O. (2018). ACOG COMMITTEE OPINION Number 760 Dysmenorrhea and endometriosis in the adolescent. *Obstetrics and Gynecology*, 132(6), E249-E258. <https://doi.org/10.1097/Aog.0000000000002978>
- Hillard, P. J. A. (2008). Menstruation in adolescents - What's normal, what's not. *Menstrual Cycle and Adolescent Health*, 1135, 29-35. <https://doi.org/10.1196/annals.1429.022>
- Hillard, P. J. A. (2014). Menstruation in adolescents: what do we know? And what do we do with the information? *Journal of Pediatric and Adolescent Gynecology*, 27(6), 309-319.
- Hillen, T. I., Grbavac, S. L., Johnston, P. J., Straton, J. A., & Keogh, J. M. (1999). Primary dysmenorrhea in young Western Australian women: Prevalence, impact, and knowledge of treatment. *J Adolesc Health*, 25(1), 40-45. [https://doi.org/10.1016/s1054-139x\(98\)00147-5](https://doi.org/10.1016/s1054-139x(98)00147-5)
- Hiramatsu, T., Nakanishi, K., Yoshimura, S., Yoshino, A., Adachi, N., Okamoto, Y., Yamawaki, S., & Ochi, M. (2014). The dorsolateral prefrontal network is involved in pain perception in knee osteoarthritis patients. *Neuroscience Letters*, 581, 109-114. <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2014.08.027>
- Holper, L., Gross, A., Scholkmann, F., Humphreys, B. K., Meier, M. L., Wolf, U., Wolf, M., & Hotz-Boendermaker, S. (2014). Physiological effects of mechanical pain stimulation at the lower back measured by functional near-infrared spectroscopy and capnography. *Journal of Integrative Neuroscience*, 13(1), 121-142. <https://doi.org/10.1142/S0219635214500071>
- Hornsby, P. P., Wilcox, A. J., & Weinberg, C. R. (1998). Cigarette smoking and disturbance of menstrual function. *Epidemiology*, 9(2), 193-198. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9504290>
- Howard, S. R. (2021). Interpretation of reproductive hormones before, during and after the pubertal transition-Identifying health and disordered puberty. *Clinical Endocrinology*, 95(5), 702-715. <https://doi.org/10.1111/cen.14578>
- Hsu, P. S., Liu, C. H., Yang, C. J., Lee, L. C., Li, W. C., Chao, H. T., Chen, L. F., & Hsieh, J. C. (2024). Neural adaptation of the reward system in primary dysmenorrhea. *Mol Pain*, 20, 17448069241286466. <https://doi.org/10.1177/17448069241286466>
- Hu, X., Racek, A. J., Bellile, E., Nascimento, T. D., Bender, M. C., Toback, R. L., Burnett, D., Khatib, L., McMahan, R., Kovelman, I., Ellwood, R. P., & DaSilva, A. F. (2018). Brain functional changes before, during, and after clinical pain. *Journal of Dental Research*, 97(5), 523-529. <https://doi.org/10.1177/0022034517750136>
- Hu, X. S., Nascimento, T. D., & DaSilva, A. F. (2021). Shedding light on pain for the clinic: A comprehensive review of using functional near-infrared spectroscopy to monitor its process in the brain. *Pain*, 162(12), 2805-2820. <https://doi.org/10.1097/j.pain.0000000000002293>
- Huang, W. C., Chiu, P. C., & Ho, C. H. (2022). The sprint-interval exercise using a spinning bike improves physical fitness and ameliorates primary dysmenorrhea symptoms through hormone and inflammation modulations: A randomized controlled trial. *Journal of Sports Science and Medicine*, 21(4), 595-607. <https://doi.org/10.52082/jssm.2022.595>

- Huang, X., Rojas, R. F., Madoc, A. C., & Islam, S. M. R. (2018). Biomedic signal processing and analysis of neuroimaging from fNIRS for human pain. *2018 10th International Conference on Communication Software and Networks (Iccsn)*, 396-400.
- Iacovides, S., Avidon, I., & Baker, F. C. (2015). What we know about primary dysmenorrhea today: A critical review. *Human Reproduction Update*, 21(6), 762-778. <https://doi.org/10.1093/humupd/dmv039>
- Iacovides, S., Avidon, I., Bentley, A., & Baker, F. C. (2014). Reduced quality of life when experiencing menstrual pain in women with primary dysmenorrhea. *Acta Obstetrica Et Gynecologica Scandinavica*, 93(2), 213-217. <https://doi.org/10.1111/aogs.12287>
- Iacovides, S., Avidon, I., & Baker, F. C. (2015). Women with dysmenorrhoea are hypersensitive to experimentally induced forearm ischaemia during painful menstruation and during the pain-free follicular phase. *European Journal of Pain*, 19(6), 797-804. <https://doi.org/10.1002/ejp.604>
- Imagawa, N., Mizuno, Y., Nakata, I., Komoto, N., Sakebayashi, H., Shigetoh, H., Kodama, T., & Miyazaki, J. (2023). The impact of stretching intensities on neural and autonomic responses: Implications for relaxation. *Sensors (Basel)*, 23(15). <https://doi.org/10.3390/s23156890>
- Ishikura, I. A., Vallim, J. R. D., Fernandes, G. L., Moysés-Oliveira, M., Hachul, H., Tufik, S., & Andersen, M. L. (2024). Altered sleep and diurnal consequences in women with dysmenorrhea: Study from the EPISONO database. *Archives of Gynecology and Obstetrics*. <https://doi.org/10.1007/s00404-024-07668-y>
- Itani, R., Soubra, L., Karout, S., Rahme, D., Karout, L., & Khojah, H. M. J. (2022). Primary dysmenorrhea: Pathophysiology, diagnosis, and treatment updates. *Korean Journal of Family Medicine*, 43(2), 101-108. <https://doi.org/10.4082/kjfm.21.0103>
- Jääskeläinen, S. K., Rinne, J. O., Forssell, H., Tenovuo, O., Kaasinen, V., Sonninen, P., & Bergman, J. (2001). Role of the dopaminergic system in chronic pain: A fluorodopa-PET study. *Pain*, 90(3), 257-260. [https://doi.org/10.1016/S0304-3959\(00\)00409-7](https://doi.org/10.1016/S0304-3959(00)00409-7)
- Jahromi, M. K., Gaeini, A., & Rahimi, M. Z. (2008). Influence of a physical fitness course on menstrual cycle characteristics. *Gynecological Endocrinology*, 24(11), 659-662. <https://doi.org/10.1080/09513590802342874>
- Jaleel, G., Shaphe, M. A., Khan, A. R., Malhotra, D., Khan, H., Parveen, S., Qasheesh, M., Beg, R. A., Chahal, A., Ahmad, F., & Ahmad, M. F. (2022). Effect of exercises on central and endocrine system for pain modulation in primary dysmenorrhea. *J Lifestyle Med*, 12(1), 15-25. <https://doi.org/10.15280/jlm.2022.12.1.15>
- Jenabi, E., Khazaei, S., & Veisani, Y. (2019). The relationship between smoking and dysmenorrhea: A meta-analysis. *Women & Health*, 59(5), 524-533. <https://doi.org/10.1080/03630242.2018.1508541>
- Jewson, M., Purohit, P., & Lumsden, M. A. (2020). Progesterone and abnormal uterine bleeding/menstrual disorders. *Best Pract Res Clin Obstet Gynaecol*, 69, 62-73. <https://doi.org/10.1016/j.bpobgyn.2020.05.004>
- Jo, J., & Lee, S. H. (2018). Heat therapy for primary dysmenorrhea: A systematic review and meta-analysis of its effects on pain relief and quality of life. *Sci Rep*, 8(1), 16252. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-34303-z>
- Jones, M. D., Nuzzo, J. L., Taylor, J. L., & Barry, B. K. (2019). Aerobic exercise reduces pressure more than heat pain sensitivity in healthy adults. *Pain Medicine*, 20(8), 1534-1546. <https://doi.org/10.1093/pm/pny289>

- Josefsson, T., Lindwall, M., & Archer, T. (2014). Physical exercise intervention in depressive disorders: Meta- analysis and systematic review. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 24(2), 259-272. <https://doi.org/10.1111/sms.12050>
- Josefsson, T., Lindwall, M., & Archer, T. (2014). Physical exercise intervention in depressive disorders: Meta-analysis and systematic review. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 24(2), 259-272.
- Joyner, M. J., & Casey, D. P. (2015). Regulation of increased blood flow (hyperemia) to muscles during exercise: A hierarchy of competing physiological needs. *Physiol Rev*, 95(2), 549-601. <https://doi.org/10.1152/physrev.00035.2013>
- Ju, H., Jones, M., & Mishra, G. (2014). The prevalence and risk factors of dysmenorrhea. *Epidemiologic Reviews*, 36(1), 104-113. <https://doi.org/10.1093/epirev/mxt009>
- Juang, C.-M., Yen, M.-S., Horng, H.-C., Cheng, C.-Y., Yuan, C.-C., & Chang, C.-M. (2006). Natural progression of menstrual pain in nulliparous women at reproductive age: An observational study. *Journal of the Chinese Medical Association*, 69(10), 484-488.
- Jusuf, E. C., Octaviani, D., Husain, M. G., & Jumrah. (2024). The influence of physical activity, body mass index and urinary levels of prostaglandin (PGF2 α) with the incidence of primary dysmenorrhea in adolescents. *Journal of Obstetrics and Gynaecology Research*, 50(5), 909-913. <https://doi.org/10.1111/jog.15914>
- Kanchibhotla, D., Subramanian, S., & Singh, D. (2023). Management of dysmenorrhea through yoga: A narrative review. *Frontiers in Pain Research*, 4. <https://doi.org/ARTN110766910.3389/fpain.2023.1107669>
- Kanik, E. A., Taşdelen, B., & Erdoğan, S. (2011). Klinik denemelerde randomizasyon. *Marmara Medical Journal*, 24(3).
- Kannan, P., Chapple, C. M., Miller, D., Claydon, L. S., & Baxter, G. D. (2015). Menstrual pain and quality of life in women with primary dysmenorrhea: Rationale, design, and interventions of a randomized controlled trial of effects of a treadmill-based exercise intervention. *Contemporary Clinical Trials*, 42, 81-89. <https://doi.org/10.1016/j.cct.2015.03.010>
- Kannan, P., & Claydon, L. S. (2014). Some physiotherapy treatments may relieve menstrual pain in women with primary dysmenorrhea: A systematic review. *Journal of Physiotherapy*, 60(1), 13-21. <https://doi.org/10.1016/j.jphys.2013.12.003>
- Karunakaran, K. D., Peng, K., Berry, D., Green, S., Labadie, R., Kussman, B., & Borsook, D. (2021). NIRS measures in pain and analgesia: Fundamentals, features, and function. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 120, 335-353. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2020.10.023>
- Kawabe, R., Chen, C. Y., Morino, S., Mukaiyama, K., Shinohara, Y., Kato, M., Shimizu, H., Shimoura, K., Nagai-Tanima, M., & Aoyama, T. (2022). The relationship between high physical activity and premenstrual syndrome in Japanese female college students. *Bmc Sports Science Medicine and Rehabilitation*, 14(1). <https://doi.org/ARTN17510.1186/s13102-022-00569-0>
- Kazama, M., Maruyama, K., & Nakamura, K. (2015). Prevalence of dysmenorrhea and its correlating lifestyle factors in Japanese female junior high school students. *Tohoku J Exp Med*, 236(2), 107-113. <https://doi.org/10.1620/tjem.236.107>
- Kenefati, G., Rockholt, M. M., Ok, D., McCartin, M., Zhang, Q. S., Sun, G. H., Maslinski, J., Wang, A. R., Chen, B. L., Voigt, E. P., Chen, Z. S., Wang, J., & Doan, L. V. (2023). Changes in alpha, theta, and gamma oscillations in distinct cortical areas are associated

- with altered acute pain responses in chronic low back pain patients. *Frontiers in Neuroscience*, 17. <https://doi.org/ARTN127818310.3389/fnins.2023.1278183>
- Kong, J., Huang, Y. T., Liu, J., Yu, S. Y., Ming, C., Chen, H., Wilson, G., Harvey, W. F., Li, W., & Wang, C. C. (2021). Altered functional connectivity between hypothalamus and limbic system in fibromyalgia. *Molecular Brain*, 14(1). <https://doi.org/ARTN1710.1186/s13041-020-00705-2>
- Kim, S. D. (2019). Yoga for menstrual pain in primary dysmenorrhea: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Complementary Therapies in Clinical Practice*, 36, 94-99. <https://doi.org/10.1016/j.ctcp.2019.06.006>
- Kirmizigil, B., & Demiralp, C. (2020). Effectiveness of functional exercises on pain and sleep quality in patients with primary dysmenorrhea: A randomized clinical trial. *Archives of Gynecology and Obstetrics*, 302(1), 153-163. <https://doi.org/10.1007/s00404-020-05579-2>
- Krithika, V. S., Sudhakar, S., Kumar, M. G., Ramachandran, S., Deepthi, R. N., & Selvam, S. P. (2024). Comparing pilates and gym ball exercises for primary dysmenorrhea management: An empirical study. *Cureus Journal of Medical Science*, 16(4). <https://doi.org/ARTNe5918410.7759/cureus.59184>
- Kishali, N. F., Imamoglu, O., Katkat, D., Atan, T., & Akyol, P. (2006). Effects of menstrual cycle on sports performance. *International Journal of Neuroscience*, 116(12), 1549-1563. <https://doi.org/10.1080/00207450600675217>
- Klein, D. A., Paradise, S. L., & Reeder, R. M. (2019). Amenorrhea: A systematic approach to diagnosis and management. *Am Fam Physician*, 100(1), 39-48. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31259490>
- Klein, F., Debener, S., Witt, K., & Kranczioch, C. (2022). fMRI-based validation of continuous-wave fNIRS of supplementary motor area activation during motor execution and motor imagery. *Scientific Reports*, 12(1). <https://doi.org/ARTN357010.1038/s41598-022-06519-7>
- Knox, B., Ong, Y. C., Abu Bakar, M., & Grover, S. R. (2019). A longitudinal study of adolescent dysmenorrhoea into adulthood. *European Journal of Pediatrics*, 178(9), 1325-1332. <https://doi.org/10.1007/s00431-019-03419-3>
- Koshy, M. M., Patil, S. C., Patil, C. B., & Chotai, K. T. (2020). Effectiveness of chair aerobics and swiss ball in primary dysmenorrhoea. *International Journal of Life Science and Pharma Research*, 10(4), L16-L20. <https://doi.org/10.22376/ijpbs/lpr.2020.10.4.L16-20>
- Kovács, Z., Atombosiye, E., Hegyi, G., & Szoke, H. (2024). The effect of aviva exercise intervention on pain level and body awareness in women with primary dysmenorrhea. *medicina-Lithuania*, 60(1). <https://doi.org/ARTN18410.3390/medicina60010184>
- Krithika, V. S., Sudhakar, S., Kumar, M. G., Ramachandran, S., Deepthi, R. N., & Selvam, S. P. (2024). Comparing pilates and gym ball exercises for primary dysmenorrhea management: An empirical study. *Cureus Journal of Medical Science*, 16(4). <https://doi.org/ARTNe5918410.7759/cureus.59184>
- Kucyi, A., & Davis, K. D. (2017). The neural code for pain: From single-cell electrophysiology to the dynamic pain connectome. *Neuroscientist*, 23(4), 397-414. <https://doi.org/10.1177/1073858416667716>
- Kujach, S., Byun, K., Hyodo, K., Suwabe, K., Fukuie, T., Laskowski, R., Dan, I., & Soya, H. (2018). A transferable high-intensity intermittent exercise improves executive performance in association with dorsolateral prefrontal activation in young adults. *Neuroimage*, 169, 117-125. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2017.12.003>

- Kulkarni, N. J., & Patil, S. P. (2022). Effect of core strengthening exercises as an adjunct to stretching exercises on pain and quality of life in females with primary dysmenorrhea: An experimental study. *International Journal of Ayurvedic Medicine*, 13(2), 495-499.
- Kutch, J. J., & Tu, F. F. (2016). Altered brain connectivity in dysmenorrhea: Pain modulation and the motor cortex. *Pain*, 157(1), 5-6. <https://doi.org/10.1097/j.pain.0000000000000364>
- Kwasa, J., Peterson, H. M., Karrobi, K., Jones, L., Parker, T., Nickerson, N., & Wood, S. (2023). Demographic reporting and phenotypic exclusion in fNIRS. *Front Neurosci*, 17, 1086208. <https://doi.org/10.3389/fnins.2023.1086208>
- LaChapelle, D. L., & Hadjistavropoulos, T. (2005). Age-Related differences among adults coping with pain: Evaluation of a developmental life-context model. *Canadian Journal of Behavioural Science/Revue canadienne des sciences du comportement*, 37(2), 123.
- Lapborisuth, P., Zhang, X., Noah, A., & Hirsch, J. (2017). Neurofeedback-based functional near-infrared spectroscopy upregulates motor cortex activity in imagined motor tasks. *Neurophotonics*, 4(2), 021107. <https://doi.org/10.1117/1.NPh.4.2.021107>
- Latthe, P., Mignini, L., Gray, R., Hills, R., & Khan, K. (2006). Factors predisposing women to chronic pelvic pain: A systematic review. *Bjog-an International Journal of Obstetrics and Gynaecology*, 113(7), 861-861.
- Lebduska, E., Beshear, D., & Spataro, B. M. (2023). Abnormal uterine bleeding. *Medical Clinics*, 107(2), 235-246.
- Lebrun, C. M. (1993). Effect of the different phases of the menstrual-cycle and oral-contraceptives on athletic performance. *Sports Medicine*, 16(6), 400-430. <https://doi.org/Doi.10.2165/00007256-199316060-00005>
- Lee, C. H., Sugiyama, T., Kataoka, A., Kudo, A., Fujino, F., Chen, Y. W., Mitsuyama, Y., Nomura, S., & Yoshioka, T. (2013). Analysis for distinctive activation patterns of pain and itchy in the human brain cortex measured using near infrared spectroscopy (NIRS). *Plos One*, 8(10). <https://doi.org/ARTNe7536010.1371/journal.pone.0075360>
- Lee, M. S., Lee, H. W., Khalil, M., Lim, H. S., & Lim, H. J. (2018). Aromatherapy for managing pain in primary dysmenorrhea: A systematic review of randomized placebo-controlled trials. *Journal of Clinical Medicine*, 7(11). <https://doi.org/ARTN43410.3390/jcm7110434>
- Lestariningsih, S., Tamtomo, D. G., Sulistyowati, S., Indarto, D., & Subadi, I. (2024). Three models of primary dysmenorrhea via estradiolbenzoate and oxytocin induction: An experimental study. *Rawal Medical Journal*, 49(1), 4-5.
- Löfgren, M., Sandström, A., Bileviciute-Ljungar, I., Mannerkorpi, K., Gerdle, B., Ernberg, M., Fransson, P., & Kosek, E. (2023). The effects of a 15-week physical exercise intervention on pain modulation in fibromyalgia: Increased pain-related processing within the cortico-striatal- occipital networks, but no improvement of exercise-induced hypoalgesia. *Neurobiology of pain (Cambridge, Mass.)*, 13, 100114. <https://doi.org/10.1016/j.ynpai.2023.100>
- Li, R. H., Yang, D. L., Fang, F., Hong, K. S., Reiss, A. L., & Zhang, Y. C. (2022). Concurrent fNIRS and EEG for brain function investigation: A systematic, methodology-focused review. *Sensors*, 22(15). <https://doi.org/ARTN586510.3390/s22155865>
- Li, X. L., Hao, X. Y., Liu, J. H., & Huang, J. P. (2024). Efficacy of non-pharmacological interventions for primary dysmenorrhoea: A systematic review and Bayesian network meta-analysis. *Bmj Evidence-Based Medicine*, 29(3), 162-170. <https://doi.org/10.1136/bmjebm-2023-112434>

- Lindeque, B. G. (2017). Dysmenorrhoea. *South African Family Practice*, 59(4), 28-30.
- Lisman, J. (2015). The challenge of understanding the brain: Where we stand in 2015. *Neuron*, 86(4), 864-882. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2015.03.032>
- Liu, J. R., Song, T., Shu, Z. L., Han, J. D., & Yu, N. B. (2021). fNIRS feature extraction and classification in grip-force tasks. *2021 Ieee International Conference on Robotics and Biomimetics (Ieee-Robio 2021)*, 1087-1091. <https://doi.org/10.1109/Robio54168.2021.9739514>
- Liu, N., Cui, X., Bryant, D. M., Glover, G. H., & Reiss, A. L. (2015). Inferring deep-brain activity from cortical activity using functional near-infrared spectroscopy. *Biomedical Optics Express*, 6(3), 1074-1089. <https://doi.org/10.1364/Boe.6.001074>
- Liu, X., Chen, H., Liu, Z. Z., Fan, F., & Jia, C. X. (2017). Early menarche and menstrual problems are associated with sleep disturbance in a large sample of Chinese adolescent girls. *Sleep*, 40(9). <https://doi.org/10.1093/sleep/zsx107>
- Liu, J., Chen, L., Chen, X., Hu, K., Tu, Y., Lin, M., Huang, J., Liu, W., Wu, J., Qiu, Z., Zhu, J., Li, M., Park, J., Wilson, G., Lang, C., Xie, G., Tao, J., & Kong, J. (2019a). Modulatory effects of different exercise modalities on the functional connectivity of the periaqueductal grey and ventral tegmental area in patients with knee osteoarthritis: A randomised multimodal magnetic resonance imaging study. *Br J Anaesth*, 123(4), 506-518. <https://doi.org/10.1016/j.bja.2019.06.017>
- Liu, J., Chen, L. D., Tu, Y. H., Chen, X. L., Hu, K., Tu, Y. X., Lin, M. Q., Xie, G. L., Chen, S. J., Huang, J., Liu, W. L., Wu, J. S., Xiao, T. S., Wilson, G., Lang, C., Park, J., Tao, J., & Kong, J. (2019b). Different exercise modalities relieve pain syndrome in patients with knee osteoarthritis and modulate the dorsolateral prefrontal cortex: A multiple mode MRI study. *Brain Behavior and Immunity*, 82, 253-263. <https://doi.org/10.1016/j.bbi.2019.08.193>
- Lopez-Liria, R., Torres-Alamo, L., Vega-Ramirez, F. A., Garcia-Luengo, A. V., Aguilar-Parra, J. M., Trigueros-Ramos, R., & Rocamora-Perez, P. (2021). Efficacy of physiotherapy treatment in primary dysmenorrhea: A systematic review and meta-analysis. *Int J Environ Res Public Health*, 18(15). <https://doi.org/10.3390/ijerph18157832>
- MacGregor, B., Allaire, C., Bedaiwy, M. A., Yong, P. J., & Bougie, O. (2023). Disease burden of dysmenorrhea: Impact on life course potential. *International Journal of Womens Health*, 15, 499-509. <https://doi.org/10.2147/IJWH.S380006>
- Machado, A. F. P., Perracini, M. R., Rampazo, E. P., Driusso, P., & Liebano, R. E. (2019). Effects of thermotherapy and transcutaneous electrical nerve stimulation on patients with primary dysmenorrhea: A randomized, placebo-controlled, double-blind clinical trial. *Complement Ther Med*, 47, 102188. <https://doi.org/10.1016/j.ctim.2019.08.022>
- MacLennan, R. J., Hernandez-Sarabia, J. A., Reese, S. M., Shields, J. E., Smith, C. M., Stute, K., Collyar, J., Olmos, A. A., Danielson, T. L., MacLennan, D. L., Pagan, J. I., Girts, R. M., Harmon, K. K., Coker, N., Carr, J. C., Ye, X., Perry, J. W., Stock, M. S., & Defreitas, J. M. (2024). fNIRS is capable of distinguishing laterality of lower body contractions. *Experimental Brain Research*, 242(5), 1115-1126. <https://doi.org/10.1007/s00221-024-06798-8>
- Maki, A., Yamashita, Y., Ito, Y., Watanabe, E., Mayanagi, Y., & Koizumi, H. (1995). Spatial and temporal analysis of human motor activity using noninvasive NIR topography. *Med Phys*, 22(12), 1997-2005. <https://doi.org/10.1118/1.597496>
- Mardon, A. K., Whitaker, L., Farooqi, T., Girling, J., Henry, C., Ee, C., Tewhaiti-Smith, J., & Armour, M. (2024). Investigational drugs for the treatment of dysmenorrhea. *Expert*

- Marnach, M. L., & Laughlin-Tommaso, S. K. (2019). Evaluation and management of abnormal uterine bleeding. *Mayo Clinic Proceedings*, 94(2), 326-335. <https://doi.org/10.1016/j.mayocp.2018.12.012>
- Martinsen, S., Flodin, P., Berrebi, J., Lofgren, M., Bileviciute-Ljungar, I., Mannerkorpi, K., Ingvar, M., Fransson, P., & Kosek, E. (2018). The role of long-term physical exercise on performance and brain activation during the Stroop colour word task in fibromyalgia patients. *Clin Physiol Funct Imaging*, 38(3), 508-516. <https://doi.org/10.1111/cpf.12449>
- Martucci, K. T., Ng, P., & Mackey, S. (2014). Neuroimaging chronic pain: What have we learned and where are we going? *Future neurology*, 9(6), 615-626.
- Mastrangelo, M. A., Galantino, M. L., & House, L. (2007). Effects of yoga on quality of life and flexibility in menopausal women: A case series. *Explore-the Journal of Science and Healing*, 3(1), 42-45. <https://doi.org/DOI 10.1016/j.explore.2006.10.007>
- Matthewman, G., Lee, A., Kaur, J. G., & Daley, A. J. (2018). Physical activity for primary dysmenorrhea: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*, 219(3), 255.
- May, E. S., Nickel, M. M., Ta Dinh, S., Tiemann, L., Heitmann, H., Voth, I., Tolle, T. R., Gross, J., & Ploner, M. (2019). Prefrontal gamma oscillations reflect ongoing pain intensity in chronic back pain patients. *Human Brain Mapping*, 40(1), 293-305. <https://doi.org/10.1002/hbm.24373>
- McIver, B., Romanski, S. A., & Nippoldt, T. B. (1997). Evaluation and management of amenorrhea. *Mayo Clinic Proceedings*, 72(12), 1161-1169. <https://doi.org/Doi 10.4065/72.12.1161>
- Mcmillan, J. H., & Schumacher, S. (2006). Research in education: Evidence-based inquiry. Sixth Edition. Boston, MA: Allyn and Bacon.
- Messing, K., Saurel-Cubizolles, M.-J., Bourguine, M., & Kaminski, M. (1993). Factors associated with dysmenorrhea among workers in French poultry slaughterhouses and canneries. *Journal of Occupational Medicine*, 493-500.
- Messinis, I. E., Messini, C. I., & Dafopoulos, K. (2014). Novel aspects of the endocrinology of the menstrual cycle. *Reprod Biomed Online*, 28(6), 714-722. <https://doi.org/10.1016/j.rbmo.2014.02.003>
- Metheny, W. P., & Smith, R. P. (1989). The relationship among exercise, stress, and primary dysmenorrhea. *Journal of Behavioral Medicine*, 12(6), 569-586. <https://doi.org/Doi 10.1007/Bf00844826>
- Micalos, P. S., Korgaonkar, M. S., Drinkwater, E. J., Cannon, J., & Marino, F. E. (2014). Cerebral responses to innocuous somatic pressure stimulation following aerobic exercise rehabilitation in chronic pain patients: A functional magnetic resonance imaging study. *International journal of general medicine*, 7, 425-432. <https://doi.org/10.2147/IJGM.S55169>
- Minjarez, D. A., & Bradshaw, K. D. (2000). Abnormal uterine bleeding in adolescents. *Obstet Gynecol Clin North Am*, 27(1), 63-78. [https://doi.org/10.1016/s0889-8545\(00\)80007-8](https://doi.org/10.1016/s0889-8545(00)80007-8)
- Mishra, G., Dobson, A., & Schofield, M. (2000). Cigarette smoking, menstrual symptoms and miscarriage among young women. *Australian and New Zealand journal of public health*, 24(5), 551-551.

- Mohammadi, S., & Setarehdan, S. K. (2016). Effect of pain caused by cold presser on changes in cerebral blood circulation using fNIRS. *International Journal of Medical Research & Health Sciences*, 5(9), 359-367.
- Montero-Hernandez, S., Pollonini, L., Park, L., Martorella, G., Miao, H., Mathis, K. B., & Ahn, H. (2023). Self-administered transcranial direct current stimulation treatment of knee osteoarthritis alters pain-related fNIRS connectivity networks. *Neurophotonics*, 10(1), 015011. <https://doi.org/10.1117/1.NPh.10.1.015011>
- Morikawa, Y., Takamoto, K., Nishimaru, H., Taguchi, T., Urakawa, S., Sakai, S., Ono, T., & Nishijo, H. (2017). Compression at myofascial trigger point on chronic neck pain provides pain relief through the prefrontal cortex and autonomic nervous system: A pilot study. *Frontiers in Neuroscience*, 11. <https://doi.org/ARTN1110.3389/fnins.2017.00186>
- Moshfeghinia, R., Salmanpour, N., Ghoshouni, H., Gharedaghi, H., Zare, R., Cramer, H., Heydarirad, G., & Pasalar, M. (2024). Ginger for pain management in primary dysmenorrhea: A systematic review and meta-analysis. *J Integr Complement Med*. <https://doi.org/10.1089/jicm.2023.0799>
- Motahari-Tabari, N., Shirvani, M. A., & Alipour, A. (2017). Comparison of the effect of stretching exercises and mefenamic acid on the reduction of pain and menstruation characteristics in primary dysmenorrhea: A randomized clinical trial. *Oman Med J*, 32(1), 47-53. <https://doi.org/10.5001/omj.2017.09>
- Muñoz, V., Muñoz-Caracuel, M., Angulo-Ruiz, B. Y., & Gómez, C. M. (2023). Neurovascular coupling during auditory stimulation: event-related potentials and fNIRS hemodynamic. *Brain Structure & Function*, 228(8), 1943-1961. <https://doi.org/10.1007/s00429-023-02698-9>
- Nguyen, A. M., Arbuckle, R., Korver, T., Chen, F., Taylor, B., Turnbull, A., & Norquist, J. M. (2017). Psychometric validation of the dysmenorrhea daily diary (DysDD): A patient-reported outcome for dysmenorrhea. *Quality of Life Research*, 26(8), 2041-2055. <https://doi.org/10.1007/s11136-017-1562-0>
- Ning, C. H., Vasanthi, R. K., & Muniandy, Y. (2020). Study on the prevalence of dysmenorrhea and its relationship with physical activity among young adults. *Int J Heal Sci Res*, 10, 10-45.
- Nohara, M., Momoeda, M., Kubota, T., & Nakabayashi, M. (2011). Menstrual cycle and menstrual pain problems and related risk factors among Japanese female workers. *Industrial Health*, 49(2), 228-234. <https://doi.org/DOI 10.2486/indhealth.MS1047>
- Norman-Nott, N., Cashin, A. G., & Gustin, S. M. (2024). Psychological, physical and complementary therapies for the management of neuropathic pain. *Int Rev Neurobiol*, 179, 431-470. <https://doi.org/10.1016/bs.irn.2024.10.010>
- Ohde, S., Tokuda, Y., Takahashi, O., Yanai, H., Hinohara, S., & Fukui, T. (2008). Dysmenorrhea among Japanese women. *International Journal of Gynecology & Obstetrics*, 100(1), 13-17. <https://doi.org/10.1016/j.ijgo.2007.06.039>
- Oldfield, R. C. (1971). The assessment and analysis of handedness: The Edinburgh inventory. *Neuropsychologia*, 9(1), 97-113. [https://doi.org/10.1016/0028-3932\(71\)90067-4](https://doi.org/10.1016/0028-3932(71)90067-4)
- Omidvar, S., Bakouei, F., Amiri, F. N., & Begum, K. (2016). Primary dysmenorrhea and menstrual symptoms in Indian female students: Prevalence, impact and management. *Glob J Health Sci*, 8(8), 53632. <https://doi.org/10.5539/gjhs.v8n8p135>
- Ong, W. Y., Stohler, C. S., & Herr, D. R. (2019). Role of the Prefrontal Cortex in Pain Processing. *Mol Neurobiol*, 56(2), 1137-1166. <https://doi.org/10.1007/s12035-018-1130-9>

- Ortiz, M. I. (2010). Primary dysmenorrhea among Mexican university students: Prevalence, impact and treatment. *European Journal of Obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology*, 152(1), 73-77. <https://doi.org/10.1016/j.ejogrb.2010.04.015>
- Ortiz, M. I., Cortes-Marquez, S. K., Romero-Quezada, L. C., Murguia-Canovas, G., & Jaramillo-Diaz, A. P. (2015). Effect of a physiotherapy program in women with primary dysmenorrhea. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol*, 194, 24-29. <https://doi.org/10.1016/j.ejogrb.2015.08.008>
- Osayande, A. S., & Mehulic, S. (2014). Diagnosis and initial management of dysmenorrhea. *Am Fam Physician*, 89(5), 341-346. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24695505>
- Ozbay, K., & Semiz, A. (2024). Assessment of Uterine Blood Flow in Mild Primary Dysmenorrhea. *J Pain Res*, 17, 2071-2077. <https://doi.org/10.2147/JPR.S456239>
- Ozgul, S., Uzelpasaci, E., Orhan, C., Baran, E., Beksac, M. S., & Akbayrak, T. (2018). Short-term effects of connective tissue manipulation in women with primary dysmenorrhea: A randomized controlled trial. *Complement Ther Clin Pract*, 33, 1-6. <https://doi.org/10.1016/j.ctcp.2018.07.007>
- Ozturk, N., Gercek Oter, E., & Kurek Eken, M. (2023). The effect of abdominal massage and stretching exercise on pain and dysmenorrhea symptoms in female university students: A single-blind randomized-controlled clinical trial. *Health Care Women Int*, 44(5), 621-638. <https://doi.org/10.1080/07399332.2022.2061973>
- Ozturk, O., Algun, Z. C., Bombaci, H., & Erdogan, S. B. (2021). Changes in prefrontal cortex activation with exercise in knee osteoarthritis patients with chronic pain: An fNIRS study. *Journal of Clinical Neuroscience*, 90, 144-151. <https://doi.org/10.1016/j.jocn.2021.05.055>
- Öztürk, Ö., Algun, Z. C., Bombaci, H., & Erdogan, S. B. (2021). Changes in prefrontal cortex activation with exercise in knee osteoarthritis patients with chronic pain: An fNIRS study. *Journal of Clinical Neuroscience*, 90, 144-151. <https://doi.org/10.1016/j.jocn.2021.05.055>
- Pakpour, A. H., Kazemi, F., Alimoradi, Z., & Griffiths, M. D. (2020). Depression, anxiety, stress, and dysmenorrhea: A protocol for a systematic review. *Syst Rev*, 9(1), 65. <https://doi.org/10.1186/s13643-020-01319-4>
- Palmer, K. L., Shivgulam, M. E., Champod, A. S., Wilson, B. C., O'Brien, M. W., & Bray, N. W. (2023). Exercise training augments brain function and reduces pain perception in adults with chronic pain: A systematic review of intervention studies. *Neurobiology of Pain*, 13, 100129. <https://doi.org/10.1016/j.ynpai.2023.100129>
- Panda, N., Desaraju, S., Panigrahy, R. P., Ghosh, U., Saxena, S., Singh, P., & Panda, B. (2024). Menstrual health and hygiene amongst adolescent girls and women of reproductive age: a study of practices and predictors, Odisha, India. *BMC Women's Health*, 24(1), 144.
- Parazzini, F., Tozzi, L., Mezzopane, R., Luchini, L., Marchini, M., & Fedele, L. (1994). Cigarette smoking, alcohol consumption, and risk of primary dysmenorrhea. *Epidemiology*, 5(4), 469-472. <https://doi.org/10.1097/00001648-199407000-00016>
- Park, Y., Murphy, A., & da Cruz, D. C. (2023). Occupational participation and engagement of woman experiencing premenstrual syndrome: A qualitative study. *British Journal of Occupational Therapy*, 86(9), 639-647. <https://doi.org/10.1177/03080226231174792>
- Parveen, N., Majeed, R., & Rajar, U. D. M. (2009). Familial predisposition of dysmenorrhea among the medical students. *Pakistan Journal of Medical Sciences*, 25(5), 857-860.

- Patel, N. S., Tanna, T., & Bhatt, S. (2015). Effect of active stretching exercises on primary dysmenorrhea in college going female students. *Indian J Physiother Occup Ther*, 9(3), 72-76.
- Peng, K., Yücel, M. A., Aasted, C. M., Steele, S. C., Boas, D. A., Borsook, D., & Becerra, L. (2018). Using prerecorded hemodynamic response functions in detecting prefrontal pain response: a functional near-infrared spectroscopy study. *Neurophotonics*, 5(1).
- Peng, K., Yücel, M. A., Steele, S. C., Bittner, E. A., Aasted, C. M., Hoeft, M. A., Lee, A., George, E. E., Boas, D. A., Becerra, L., & Borsook, D. (2018). orphine attenuates fnirs signal associated with painful stimuli in the medial frontopolar cortex (medial BA 10). *Frontiers in Human Neuroscience*, 12. <https://doi.org/39410.3389/fnhum.2018.00394>
- Pereira, J., Direito, B., Lührs, M., Castelo-Branco, M., & Sousa, T. (2023). Multimodal assessment of the spatial correspondence between fNIRS and fMRI hemodynamic responses in motor tasks. *Scientific Reports*, 13(1).
- Pickles, V. R. (1979). Prostaglandins and dysmenorrhea - historical survey. *Acta Obstetricia Et Gynecologica Scandinavica*, 7-12.
- Pinheiro, E. S. D., de Queiros, F. C., Montoya, P., Santos, C. L., do Nascimento, M. A., Ito, C. H., Silva, M., Santos, D. B. N., Benevides, S., Miranda, J. G. V., Sá, K. N., & Baptista, A. F. (2016). Electroencephalographic patterns in chronic pain: A systematic review of the literature. *Plos One*, 11(2). <https://doi.org/ARTNe014908510.1371/journal.pone.0149085>
- Pinti, P., Tachtsidis, I., Hamilton, A., Hirsch, J., Aichelburg, C., Gilbert, S., & Burgess, P. W. (2020). The present and future use of functional near-infrared spectroscopy (fNIRS) for cognitive neuroscience. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1464(1), 5-29. <https://doi.org/10.1111/nyas.13948>
- Ploner, M., Sorg, C., & Gross, J. (2017). Brain rhythms of pain. *Trends in Cognitive Sciences*, 21(2), 100-110. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2016.12.001>
- Prastiwi, S., Hidajaturokhmah, N. Y., & Anggraeni, S. (2021). The effectiveness of abdominal stretching exercises and dysmenorrhea gymnastics against dysmenorrhea pain intensity in adolescent girls: Literature review. *Open Access Health Scientific Journal*, 2(2), 34-41.
- Proctor, M., & Farquhar, C. (2006). Diagnosis and management of dysmenorrhoea. *BMJ*, 332(7550), 1134-1138. <https://doi.org/10.1136/bmj.332.7550.1134>
- Quan, S., Yang, J., Dun, W., Wang, K., Liu, H., & Liu, J. (2021). Prediction of pain intensity with uterine morphological features and brain microstructural and functional properties in women with primary dysmenorrhea. *Brain Imaging Behav*, 15(3), 1580-1588. <https://doi.org/10.1007/s11682-020-00356-w>
- Quaresima, V., Bisconti, S., & Ferrari, M. (2012). A brief review on the use of functional near-infrared spectroscopy (fNIRS) for language imaging studies in human newborns and adults. *Brain and Language*, 121(2), 79-89. <https://doi.org/10.1016/j.bandl.2011.03.009>
- Rakhshae, Z. (2011). Effect of three yoga poses (cobra, cat and fish poses) in women with primary dysmenorrhea: A randomized clinical trial. *J Pediatr Adolesc Gynecol*, 24(4), 192-196. <https://doi.org/10.1016/j.jpap.2011.01.059>
- Ramvalho, I., Leite, H., & Aguas, F. (2021). Abnormal uterine bleeding in adolescents: A multidisciplinary approach. *Acta Med Port*, 34(4), 291-297. <https://doi.org/10.20344/amp.12829>

- Rapkin, A. J., & Mikacich, J. A. (2008). Premenstrual syndrome and premenstrual dysphoric disorder in adolescents. *Current Opinion in Obstetrics & Gynecology*, 20(5), 455-463. <https://doi.org/10.1097/GCO.0b013e3283094b79>
- Rezvani, S., Taghian, F., & Valiani, M. (2013). The effect of aquatic exercises on primary dysmenorrhoea in nonathlete girls. *Iran J Nurs Midwifery Res*, 18(5), 378-383. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24403940>
- Rice, D., Nijs, J., Kosek, E., Wideman, T., Hasenbring, M. I., Koltyn, K., Graven-Nielsen, T., & Polli, A. (2019). Exercise-induced hypoalgesia in pain-free and chronic pain populations: State of the art and future directions. *Journal of Pain*, 20(11), 1249-1266. <https://doi.org/10.1016/j.jpain.2019.03.005>
- Rogers, S. K., Ahamadeen, N., Chen, C. X., Mosher, C. E., Stewart, J. C., & Rand, K. L. (2023). Dysmenorrhea and psychological distress: A meta-analysis. *Archives of Womens Mental Health*, 26(6), 719-735. <https://doi.org/10.1007/s00737-023-01365-6>
- Rogers, S. K., Nichols, K. L., Ahamadeen, N., Shanahan, M. L., & Rand, K. L. (2024). The effect of dysmenorrhea severity and interference on reactions to experimentally-induced pain. *Frontiers in Pain Research*, 5. <https://doi.org/ARTN136519310.3389/fpain.2024.1365193>
- Rojas, R. F., Huang, X., & Ou, K. L. (2017). Toward a functional near-infrared spectroscopy-based monitoring of pain assessment for nonverbal patients. *Journal of Biomedical Optics*, 22(10). <https://doi.org/Artn10601310.1117/1.Jbo.22.10.106013>
- Rojas, R. F., Huang, X., & Ou, K. L. (2019). A machine learning approach for the identification of a biomarker of human pain using fnirs. *Scientific Reports*, 9. <https://doi.org/ARTN564510.1038/s41598-019-42098-w>
- Rojas, R. F., Huang, X., Romero, J., & Ou, K. L. (2017). fNIRS approach to pain assessment for non-verbal patients. *Neural Information Processing (Iconip 2017)*, Pt Iv, 10637, 778-787. https://doi.org/10.1007/978-3-319-70093-9_83
- Royo, P., & Alcazar, J. L. (2008). Three-dimensional power Doppler assessment of uterine vascularization in women with primary dysmenorrhea. *J Ultrasound Med*, 27(7), 1003-1010. <https://doi.org/10.7863/jum.2008.27.7.1003>
- Roza, C., & Martinez-Padilla, A. (2021). Asymmetric lateralization during pain processing. *Symmetry-Basel*, 13(12). <https://doi.org/ARTN241610.3390/sym13122416>
- Rütgen, M., Seidel, E. M., Pletti, C., Rieckens, I., Gartsch, A., Eisenegger, C., & Lamm, C. (2018). Psychopharmacological modulation of event-related potentials suggests that first-hand pain and empathy for pain rely on similar opioidergic processes. *Neuropsychologia*, 116, 5-14. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2017.04.023>
- Ryu, A., & Kim, T. H. (2015). Premenstrual syndrome: A mini review. *Maturitas*, 82(4), 436-440. <https://doi.org/10.1016/j.maturitas.2015.08.010>
- Ryu, S., Gwon, D., Park, C., Ha, Y., & Ahn, M. (2024). Resting-state frontal electroencephalography (EEG) biomarkers for detecting the severity of chronic neuropathic pain. *Scientific Reports*, 14(1). <https://doi.org/ARTN2018810.1038/s41598-024-71219-3>
- Saanijoki, T., Tuominen, L., Tuulari, J. J., Nummenmaa, L., Arponen, E., Kalliokoski, K., & Hirvonen, J. (2018). Opioid release after high-intensity interval training in healthy human subjects. *Neuropsychopharmacology*, 43(2), 246-254. <https://doi.org/10.1038/npp.2017.148>

- Sakuma, S., Inamoto, K., Higuchi, N., Ariji, Y., Nakayama, M., & Izumi, M. (2014). Experimental pain in the gingiva and its impact on prefrontal cortical hemodynamics: A functional near-infrared spectroscopy study. *Neuroscience Letters*, 575, 74-79. <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2014.05.040>
- Saleh, H. S., Mowafy, H. E., & El Hameid, A. (2016). Stretching or core strengthening exercises for managing primary dysmenorrhea. *J Women's Health Care*, 5(295), 2167-0420.
- Samy, A., Zaki, S. S., Metwally, A. A., Mahmoud, D. S. E., Elzahaby, I. M., Amin, A. H., Eissa, A. I., Abbas, A. M., Hussein, A. H., Talaat, B., & Ali, A. S. (2019). The effect of zumba exercise on reducing menstrual pain in young women with primary dysmenorrhea: A randomized controlled trial. *Journal of Pediatric and Adolescent Gynecology*, 32(5), 541-545. <https://doi.org/10.1016/j.jpag.2019.06.001>
- Santos, R. D., & Galdino, G. (2018). Endogenous systems involved in exercise-induced analgesia. *Journal of Physiology and Pharmacology*, 69(1), 3-13. <https://doi.org/10.26402/jpp.2018.1.01>
- Sasmaz, Y., & Aras Bayram, G. (2024). Investigation of the Effect of an Online Yoga-Based Exercise Program on Women with Primary Dysmenorrhea: A Randomized Controlled Trial. *Turkish Journal of Physiotherapy Rehabilitation-Türk Fizyoterapi Ve Rehabilitasyon Dergisi*, 35(2), 159-169. <https://doi.org/10.21653/tjpr.1363015>
- Scarapicchia, V., Brown, C., Mayo, C., & Gawryluk, J. R. (2017). Functional Magnetic Resonance Imaging and Functional Near-Infrared Spectroscopy: Insights from Combined Recording Studies. *Frontiers in Human Neuroscience*, 11. <https://doi.org/ARTN41910.3389/fnhum.2017.00419>
- Scheef, L., Jankowski, J., Daamen, M., Weyer, G., Klingenberg, M., Renner, J., Mueckter, S., Schurmann, B., Musshoff, F., Wagner, M., Schild, H. H., Zimmer, A., & Boecker, H. (2012). An fMRI study on the acute effects of exercise on pain processing in trained athletes. *Pain*, 153(8), 1702-1714. <https://doi.org/10.1016/j.pain.2012.05.008>
- Schoep, M. E., Nieboer, T. E., van der Zanden, M., Braat, D. D. M., & Nap, A. W. (2019). The impact of menstrual symptoms on everyday life: A survey among 42,879 women. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*, 220(6). <https://doi.org/ARTN569.e1e710.1016/j.ajog.2019.02.048>
- Scholkmann, F., Kleiser, S., Metz, A. J., Zimmermann, R., Mata Pavia, J., Wolf, U., & Wolf, M. (2014). A review on continuous wave functional near-infrared spectroscopy and imaging instrumentation and methodology. *Neuroimage*, 85 Pt 1, 6-27. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2013.05.004>
- Schwartz, A. S. K., Wölfler, M. M., Mitter, V., Rauchfuss, M., Haeberlin, F., Eberhard, M., von Orelli, S., Imthurn, B., Imesch, P., Fink, D., & Leeners, B. (2017). Endometriosis, especially mild disease: A risk factor for miscarriages. *Fertility and Sterility*, 108(5), 806-+. <https://doi.org/10.1016/j.fertnstert.2017.08.025>
- Sengul, Y. S., Ertekin, Ö., & Ozalevli, S. (2013). The effect of musculoskeletal pain on health-related quality of life and exercise capacity. *Journal of Musculoskeletal Pain*, 21(3), 244-249. <https://doi.org/10.3109/10582452.2013.826317>
- Shahr-jerdy, S., Hosseini, R. S., & Eivazi, G. M. (2012). Effects of stretching exercises on primary dysmenorrhea in adolescent girls. *Biomedical Human Kinetics*, 4, 127-132. <https://doi.org/10.2478/v10101-012-0024-y>
- Sharini, H., Fooladi, M., Masjoodi, S., Jalalvandi, M., & Pour, M. Y. (2019). Identification of the pain process by cold stimulation: Using dynamic causal modeling of effective

- connectivity in Functional Near-Infrared Spectroscopy (fNIRS). *Irbm*, 40(2), 86-94. <https://doi.org/10.1016/j.irbm.2018.11.006>
- Sharma, S., Ali, K., Narula, H., Malhotra, N., Rai, R. H., Bansal, N., Balasubramanian, K., Kalra, S., Sanjeevi, R. R., & Chahal, A. (2023). Exercise therapy and electrotherapy as an intervention for primary dysmenorrhea: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Lifestyle Medicine*, 13(1), 16.
- Shi, Y. Q., Shi, M. Y., Liu, C., Sui, L., Zhao, Y., & Fan, X. (2023). Associations with physical activity, sedentary behavior, and premenstrual syndrome among Chinese female college students. *Bmc Womens Health*, 23(1). <https://doi.org/ARTN17310.1186/s12905-023-02262-x>
- Shirvani, M. A., Motahari-Tabari, N., & Alipour, A. (2017a). Use of ginger versus stretching exercises for the treatment of primary dysmenorrhea: A randomized controlled trial. *Journal of Integrative Medicine-Jim*, 15(4), 295-301. [https://doi.org/10.1016/S2095-4964\(17\)60348-0](https://doi.org/10.1016/S2095-4964(17)60348-0)
- Simpson, J. L., Bischoff, F. Z., Kamat, A., Buster, J. E., & Carson, S. A. (2003). Genetics of endometriosis. *Obstet Gynecol Clin North Am*, 30(1), 21-40, vii. [https://doi.org/10.1016/s0889-8545\(02\)00051-7](https://doi.org/10.1016/s0889-8545(02)00051-7)
- Singh, R., & Nagulapally, H. (2016). A study of prevalence and severity of dysmenorrhoea among university students. *Journal of Evolution of Medical and Dental Sciences-Jemds*, 5(67), 4839-4842. <https://doi.org/10.14260/jemds/2016/1101>
- Sluka, K. A., Frey-Law, L., & Hoeger Bement, M. (2018). Exercise-induced pain and analgesia? Underlying mechanisms and clinical translation. *Pain*, 159 Suppl 1(Suppl 1), S91-S97. <https://doi.org/10.1097/j.pain.0000000000001235>
- Sorkpor, S. K., Montero-Hernandez, S., Miao, H. Y., Pollonini, L., & Ahn, H. (2023). Assessing the impact of preferred web app-based music-listening on pain processing at the central nervous level in older black adults with low back pain: An fNIRS study. *Geriatric Nursing*, 54, 135-143. <https://doi.org/10.1016/j.gerinurse.2023.09.005>
- Stoddard, J. L., Dent, C. W., Shames, L., & Bernstein, L. (2007). Exercise training effects on premenstrual distress and ovarian steroid hormones. *European Journal of Applied Physiology*, 99(1), 27-37. <https://doi.org/10.1007/s00421-006-0313-7>
- Sun, G., Wen, Z., Ok, D., Doan, L., Wang, J., & Chen, Z. S. (2021). Detecting acute pain signals from human EEG. *J Neurosci Methods*, 347, 108964. <https://doi.org/10.1016/j.jneumeth.2020.108964>
- Sun, G. H., Wen, Z. F., Ok, D., Doan, L., Wang, J., & Chen, S. (2021). Detecting acute pain signals from human EEG. *Journal of Neuroscience Methods*, 347. <https://doi.org/ARTN10896410.1016/j.jneumeth.2020.108964>
- Sun, X. L., Long, H., Zhao, C. G., Duan, Q., Zhu, H. L., Chen, C. Y., Sun, W., Ju, F., Sun, X. Y., Zhao, Y. L., Xue, B. J., Tian, F., Mou, X., & Yuan, H. (2019). Analgesia-enhancing effects of repetitive transcranial magnetic stimulation on neuropathic pain after spinal cord injury: An fNIRS study. *Restorative Neurology and Neuroscience*, 37(5), 497-507. <https://doi.org/10.3233/Rnn-190934>
- Sundell, G., Milsom, I., & Andersch, B. (1990). Factors influencing the prevalence and severity of dysmenorrhoea in young women. *Br J Obstet Gynaecol*, 97(7), 588-594. <https://doi.org/10.1111/j.1471-0528.1990.tb02545.x>
- Talbot, J. D., Marrett, S., Evans, A. C., Meyer, E., Bushnell, M. C., & Duncan, G. H. (1991). Multiple representations of pain in human cerebral cortex. *Science*, 251(4999), 1355-1358. <https://doi.org/10.1126/science.2003220>

- Tataj-Puzyna, U., Ilczuk, P., Kalita-Kurzynska, K., & Gotlib, J. (2021). Women's experiences of dysmenorrhoea - preliminary study. *Menopause Review-Przegląd Menopauzalny*, 20(3), 133-139. <https://doi.org/10.5114/pm.2021.109771>
- Tavallae, M., Joffres, M. R., Corber, S. J., Bayanzadeh, M., & Rad, M. M. (2011). The prevalence of menstrual pain and associated risk factors among Iranian women. *Journal of Obstetrics and Gynaecology Research*, 37(5), 442-451. <https://doi.org/10.1111/j.1447-0756.2010.01362.x>
- Tayeb, Z., Dragomir, A., Lee, J. H., Abbasi, N. I., Dean, E., Bandla, A., Bose, R., Sundar, R., Bezerianos, A., Thakor, N. V., & Cheng, G. (2022). Distinct spatio-temporal and spectral brain patterns for different thermal stimuli perception. *Scientific Reports*, 12(1). <https://doi.org/ARTN91910.1038/s41598-022-04831-w>
- Thakur, P., & Pathania, A. R. (2022). Relief of dysmenorrhea—A review of different types of pharmacological and non-pharmacological treatments. *Materials Today: Proceedings*, 48, 1157-1162.
- Thiyagarajan, D. K., Basit, H., & Jeanmonod, R. (2022). Physiology, menstrual cycle. In *StatPearls [Internet]*. StatPearls Publishing.
- Titilayo, A., Agunbiade, O., Banjo, O., & Lawani, A. (2009). Menstrual discomfort and its influence on daily academic activities and psychosocial relationship among undergraduate female students in Nigeria. *Tanzania journal of health research*, 11(4).
- Toprak Celenay, S., Kavalci, B., Karakus, A., & Alkan, A. (2020). Effects of kinesio tape application on pain, anxiety, and menstrual complaints in women with primary dysmenorrhea: A randomized sham-controlled trial. *Complement Ther Clin Pract*, 39, 101148. <https://doi.org/10.1016/j.ctcp.2020.101148>
- Triwahyuningsih, R. Y., Rahfiludin, M. Z., Sulistiyan, S., & Widjanarko, B. (2024). Role of stress and physical activity on primary dysmenorrhea: A cross-sectional study. *Narra J*, 4(1), e685. <https://doi.org/10.52225/narra.v4i1.685>
- Tsai, I. C., Hsu, C. W., Chang, C. H., Lei, W. T., Tseng, P. T., & Chang, K. V. (2024). Comparative effectiveness of different exercises for reducing pain intensity in primary dysmenorrhea: A systematic review and network meta-analysis of randomized controlled trials. *Sports Medicine-Open*, 10(1). <https://doi.org/ARTN6310.1186/s40798-024-00718-4>
- Tu, C. H., Niddam, D. M., Chao, H. T., Liu, R. S., Hwang, R. J., Yeh, T. C., & Hsieh, J. C. (2009). Abnormal cerebral metabolism during menstrual pain in primary dysmenorrhea. *Neuroimage*, 47(1), 28-35. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2009.03.080>
- Tu, F. F., Hellman, K. M., Darnell, S. E., Harber, K. A., Bohnert, A. M., Singh, L., & Walker, L. S. (2024). A multidimensional appraisal of early menstrual pain experience. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*, 230(5). <https://doi.org/10.1016/j.ajog.2024.01.017>
- Unsal, A., Ayranci, U., Tozun, M., Arslan, G., & Calik, E. (2010). Prevalence of dysmenorrhea and its effect on quality of life among a group of female university students. *Upsala Journal of Medical Sciences*, 115(2), 138-145. <https://doi.org/10.3109/03009730903457218>
- Uppanlawar, D. S., Patil, S., & Dhage, P. P. (2023). Efficacy of connective tissue therapy and abdominal stretching exercises in individuals with primary dysmenorrhea: A review. *Cureus Journal of Medical Science*, 15(10). <https://doi.org/ARTNe4655310.7759/cureus.46553>

- Van de Winckel, A., Hendrickson, T., Zhang, L., Huang, Q., Oh, J., Ruen, J., Evans, R., & Bronfort, G. (2022). Identifying pain modulating brain mechanisms after qigong practice for pain reduction in adults with chronic low back pain: A proof of concept study. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 103(3), e23.
- Vaziri, F., Hoseini, A., Kamali, F., Abdali, K., Hadianfard, M., & Sayadi, M. (2015). Comparing the effects of aerobic and stretching exercises on the intensity of primary dysmenorrhea in the students of universities of Bushehr. *J Family Reprod Health*, 9(1), 23-28. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25904964>
- Vierck, C. J., Whitsel, B. L., Favorov, O. V., & Tommerdahl, M. (2013). Role of primary somatosensory cortex in the coding of pain response. *Pain*, 154(7), 1158-1159. <https://doi.org/10.1016/j.pain.2013.03.027>
- Wakaizumi, K., Reckziegel, D., Jabakhanji, R., Apkarian, A. V., & Baliki, M. N. (2023). Influence of exercise on pain is associated with resting-state functional connections: A cross-sectional functional brain imaging study. *Neurobiology of Pain*, 13. <https://doi.org/ARTN10012510.1016/j.ynpai.2023.100125>
- Wal, P., Gupta, D., Wal, A., Pandey, S. S., & Krishnan, K. (2024). A Wholistic approach to non-pharmacological intervention for primary dysmenorrhea. *Current Womens Health Reviews*, 20(1). <https://doi.org/ARTNe09012321244510.2174/1573404819666230109105829>
- Wang, C. B., Zhang, T. Y., Shan, Z. K. D., Liu, J. Q., Yuan, D., & Li, X. C. (2019). Dynamic interpersonal neural synchronization underlying pain-induced cooperation in females. *Human Brain Mapping*, 40(11), 3222-3232. <https://doi.org/10.1002/hbm.24592>
- Wang, L., Wang, X., Wang, W., Chen, C., Ronnennberg, A. G., Guang, W., Huang, A., Fang, Z., Zang, T., Wang, L., & Xu, X. (2004). Stress and dysmenorrhoea: A population based prospective study. *Occup Environ Med*, 61(12), 1021-1026. <https://doi.org/10.1136/oem.2003.012302>
- Wang, L., Yan, Y., Qiu, H., Xu, D., Zhu, J., Liu, J., & Li, H. (2022). Prevalenc: A meta-analysis. *Value Health*, 25(10), 1678-1684. <https://doi.org/10.1016/j.jval.2022.03.023>
- Wang, X. Y., Bao, C. C., An, R., Wu, T., Wang, D., Zhang, Y. J., & He, C. Q. (2023). Evaluation of the effect of physical therapy on pain and dysfunction of knee osteoarthritis based on fNIRS: A randomized controlled trial protocol. *BMC Musculoskelet Disord*, 24(1), 152. <https://doi.org/10.1186/s12891-022-06074-2>
- Wei, S. Y., Chao, H. T., Tu, C. H., Li, W. C., Low, I., Chuang, C. Y., Chen, L. F., & Hsieh, J. C. (2016). Changes in functional connectivity of pain modulatory systems in women with primary dysmenorrhea. *Pain*, 157(1), 92-102. <https://doi.org/10.1097/j.pain.0000000000000340>
- Wei, Z., Huang, Y., Li, X., Shao, M., Qian, H., He, B., & Meng, J. (2023). The influence of aggressive exercise on responses to self-perceived and others' pain. *Cerebral Cortex*, 33(21), 10802-10812. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhad324>
- Weissman, A. M., Hartz, A. J., Hansen, M. D., & Johnson, S. R. (2004). The natural history of primary dysmenorrhoea: A longitudinal study. *Bjog-an International Journal of Obstetrics and Gynaecology*, 111(4), 345-352. <https://doi.org/10.1111/j.1471-0528.2004.00090.x>
- Wilson, G. R., Haddad, J. E., & Haddad, C. J. (2005). Amenorrhea: Common causes and evaluation. *Compr Ther*, 31(4), 270-278. <https://doi.org/10.1385/comp:31:4:270>
- Wolff, W. (2017). Funktionelle Nahinfrarotspektroskopie in der sportpsychologischen Forschung. *Zeitschrift Für Sportpsychologie*.

- Wong, L. P., & Khoo, E. M. (2010). Dysmenorrhea in a multiethnic population of adolescent Asian girls. *International Journal of Gynecology & Obstetrics*, 108(2), 139-142. <https://doi.org/10.1016/j.ijgo.2009.09.018>
- Wu, C. C., Yang, J., & Wang, X. Q. (2024). Analgesic effect of dance movement therapy: An fNIRS study. *Neuroimage*, 301, 120880. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2024.120880>
- Xie, J. D., Yang, H. B., Xia, X. K., & Yu, S. Y. (2018). The influence of medical professional knowledge on empathy for pain: Evidence from fNIRS. *Frontiers in Psychology*, 9. <https://doi.org/ARTN108910.3389/fpsyg.2018.01089>
- Xu, X., Deng, Z. Y., Huang, Q., Zhang, W. X., Qi, C. Z., & Huang, J. A. (2017). Prefrontal cortex-mediated executive function as assessed by Stroop task performance associates with weight loss among overweight and obese adolescents and young adults. *Behavioural Brain Research*, 321, 240-248. <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2016.12.040>
- Yang, S., Boudier-Revéret, M., Choo, Y. J., & Chang, M. C. (2020). Association between chronic pain and alterations in the mesolimbic dopaminergic system. *Brain Sciences*, 10(10). <https://doi.org/ARTN 7010.3390/brainsci10100701>
- Yang, S., & Chang, M. C. (2019). Chronic pain: Structural and functional changes in brain structures and associated negative affective states. *Int J Mol Sci*, 20(13). <https://doi.org/10.3390/ijms20133130>
- Yang, N. Y., & Kim, S. D. (2016). Effects of a yoga program on menstrual cramps and menstrual distress in undergraduate students with primary dysmenorrhea: A single-blind, randomized controlled trial. *Journal of Alternative and Complementary Medicine*, 22(9), 732-738. <https://doi.org/10.1089/acm.2016.0058>
- Yildiz, E., & Acaroglu, R. (2022). The effect of massage and progressive relaxation exercises on pain intensity and menstrual symptoms in students with primary dysmenorrhea: A randomized controlled trial. *Holist Nurs Pract*, 36(5), 284-294. <https://doi.org/10.1097/HNP.0000000000000541>
- Yilmaz-Akyuz, E., & Aydin-Kartal, Y. (2019). The effect of diet and aerobic exercise on premenstrual syndrome: Randomized controlled trial. *Revista De Nutricao-Brazilian Journal of Nutrition*, 32. <https://doi.org/UNSPe18024610.1590/1678-9865201932e180246>
- Yonglitthipagon, P., Muansiangsai, S., Wongkhumngern, W., Donpunha, W., Chanavirut, R., Siritaratiwat, W., Mato, L., Eungpinichpong, W., & Janyacharoen, T. (2017). Effect of yoga on the menstrual pain, physical fitness, and quality of life of young women with primary dysmenorrhea. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 21(4), 840-846. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2017.01.014>
- Yonkers, K. A., & Simoni, M. K. (2018). Premenstrual disorders. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*, 218(1), 68-74. <https://doi.org/10.1016/j.ajog.2017.05.045>
- Yosri, M. M., Hamada, H. A., Mohamed, M. A., & Yousef, A. M. (2022). Effect of different squatting exercises on menstrual aspects, pelvic mechanics and uterine circulation in primary dysmenorrhoea: A randomised controlled trial. *Journal of Obstetrics and Gynaecology*, 42(8), 3658-3665. <https://doi.org/10.1080/01443615.2022.2153021>
- Yücel, M. A., Aasted, C. M., Petkov, M. P., Borsook, D., Boas, D. A., & Becerra, L. (2015). Specificity of hemodynamic brain responses to painful stimuli: A functional near-infrared spectroscopy study. *Scientific Reports*, 5. <https://doi.org/ARTN 946910.1038/srep09469>

- Zahradnik, H. P., Hanjalic-Beck, A., & Groth, K. (2010). Nonsteroidal anti-inflammatory drugs and hormonal contraceptives for pain relief from dysmenorrhea: A review. *Contraception*, 81(3), 185-196. <https://doi.org/10.1016/j.contraception.2009.09.014>
- Zeng, X., Tang, W., Yang, J., Lin, X., Du, M., Chen, X., Yuan, Z., Zhang, Z., & Chen, Z. (2023). Diagnosis of chronic musculoskeletal pain by using functional near-infrared spectroscopy and machine learning. *Bioengineering (Basel)*, 10(6). <https://doi.org/10.3390/bioengineering10060669>
- Zheng, K., Chen, C., Yang, S., & Wang, X. (2021). Aerobic exercise attenuates pain sensitivity: An event-related potential study. *Front Neurosci*, 15, 735470. <https://doi.org/10.3389/fnins.2021.735470>
- Zheng, Q., Huang, G., Cao, W., & Zhao, Y. (2024). Comparative effectiveness of exercise interventions for primary dysmenorrhea: A systematic review and network meta-analysis. *Bmc Womens Health*, 24(1), 610. <https://doi.org/10.1186/s12905-024-03453-w>
- Zou, J., & Hao, S. (2024). Exercise-induced neuroplasticity: A new perspective on rehabilitation for chronic low back pain. *Front Mol Neurosci*, 17, 1407445. <https://doi.org/10.3389/fnmol.2024.1407445>

EKLER

EK-1. Tanıtıcı Özellikler Formu

Değerli Katılımcılar,

Bu çalışmanın temel amacı, dismenore yaşayan kadınlarda uygulanan farklı egzersiz türlerinin menstrüel ağrı üzerindeki etkilerini ve bu etkilerin beyin hemodinamikleri açısından nasıl yansıdığını incelemektir. Bu form, sizlerin tanıtıcı özelliklerinizi belirlemek amacıyla hazırlanmıştır. Çalışmaya katılım sağladığınız takdirde, sizden elde edilen bilgiler tamamen gizli tutulacak ve yalnızca araştırma amaçları doğrultusunda kullanılacaktır.

Katılımınız ve desteğiniz için şimdiden teşekkür ederiz.

Prof. Dr. Necip Fazıl KİŞHALI

Buket ŞERAN

1. Kaç yaşındasınız?

.....

2. Boyunuz? (cm)

.....

3. Kilonuz? (kg)

.....

4. Menstrüasyona başlama yaşıınız? (yıl)

.....

5. Dismenore başlangıç yılınız?

.....

6. Ağrı süreniz? (gün)

.....

7. Menstrüel siklus uzunluğunuz? (gün)

.....

8. Menstrüasyon süresiniz? (gün)

.....

9. Sigara kullanıyor musunuz?

.....

10. Alkol kullanıyor musunuz?

.....

EK-2. Menstrüasyon Semptom Ölçeği

		Hiçbir zaman	Bazen	Ara Sıra	Sık Sık	Her Zaman
1	Adetimin başlamasından birkaç gün önce kendimi sinirli hissedirim, kolayca öfkelenirim ve sabırsız olurum.					
2	Adetimin başlamasından birkaç gün öncesinde kendimi depresif hissedirim					
3	Adetimin başlamasından bir gün önce karnımda ağrı ya da rahatsızlık olur.					
4	Adetimin başlamasından günler öncesinde halsiz, keyifsiz ya da yorgun hissedirim					
5	Adetim sırasında güçsüzlük ve baş dönmesi hissedirim.					
6	Adet olmadan önce kendimi gergin ve sinirli hissedirim.					
7	Adet dönemimde ishal olurum.					
8	Adetimden birkaç gün önce göğüslerimde gerginlik ve ağrı hissedirim.					
9	Adetim başlamadan önce kilo artışı olur.					
10	Adetim başlamadan önce karnımda bir günden uzun süren rahatsızlık olur.					
11	Adetim başlamadan birkaç gün önce karnımın şiştiğini hissedirim.					
12	Adetim boyunca ya da adetimin ilk günü mide bulantısı hissedirim.					
13	Adetim başlamadan birkaç gün önce baş ağrım olur.					
14	Adetimin birinci gününde karnımda kramp tarzı kasılmalar olur.					
15	Adetim başlamadan birkaç gün öncesinde bel ağrım olur.					
16	Adetimin ilk günü belimde, karnımda ve kasıklarımnda gerginlik ve acı hissedirim.					
17	Adetimin ilk günü başlayan, zaman zaman azalan veya kaybolan ve tekrar başlayan ağrım olur.					
18	Adetim boyunca yoğun olmayan, fakat sürekli hafif hafif devam eden ağrım olur.					
19	Adet günü başlayan bel ağrım olur.					
20	Adetim sırasında doktorun ağrı için yazdığı bir ilaç kullanma ihtiyacı hissedirim.					
21	Adetim süresince kendi kendime ağrı kesici ilaç kullanırım.					
22	Adetim boyunca ya da adetimin ilk günüm karnımın üzerine, sıcak su torbası ya da sıcak havlu kullanarak yatakta kıvrılırım veya sıcak duş alırım.					

EK-3. Görsel Ağrı Skalası

Değerli Katılımcı,

Bu skala, adet döneminizde yaşadığınız ortalama ağrı şiddetini belirlemeyi amaçlamaktadır. Skala, 10 cm uzunluğunda bir çizgiden oluşmaktadır ve iki ucunda tanımlayıcı ifadeler yer almaktadır:

- 0 cm: Hiç ağrı yok
- 10 cm: Dayanılmaz derecede ağrı var

Lütfen 10 cm'lik bu çizgi üzerinde, adet döneminizde hissettiğiniz ağrı şiddetine en uygun noktayı işaretleyiniz. Bu değerlendirme, çalışmamızın sonuçlarının daha doğru ve anlamlı olmasına katkı sağlayacaktır.

Katılımınız için teşekkür ederiz.



EK-4. Etik Kurul Kararı



T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Spor Bilimleri Fakültesi Dekanlığı

Sayı :

Konu : Etik Kurul Kararı

Fakültemiz Etik Kurulunun 19.07.2023 tarihli oturumunda alınan
[] sayılı, 2023/7 Fakülte Etik Kurulu Kararları konulu belgede yer alan
karar metni aşağıya çıkarılmıştır.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

Karar 122: []'ın "Dismenore Yaşayan Kadınlarda Farklı Egzersiz Türlerinin
Menstrüel Ağrıya Etkisinin Beyin Hemodinamikleri Açısından İncelenmesi" başlıklı çalışma
isteği ile ilgili yazısı ve ekleri incelendi.

Yapılan görüşmelerden sonra; adı geçen araştırma çalışmasının yürütülmesinin, etik
kurallarına uygun olduğuna, oy birliği ile karar verildi.

EK-5. Bap Onay Yazısı



TC
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
(Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi)

Konu:Yürürlüğe Giren Proje Öneriniz

Tarih
.....

Sayın :

Aşağıda bilgileri özetlenen proje önerinize yönelik değerlendirme süreci tamamlanmış ve BAP Komisyonu tarafından desteklenmesi uygun görülen projeniz, proje sözleşmesinin Rektörlük Makamı tarafından onaylanmasıyla yürürlüğe girmiş bulunmaktadır.

Tebrik eder, çalışmalarınızda başarılar dilerim.

Saygılarımla,

Proje Başlığı: Dismenore Yaşayan Kadınlarda Farklı Egzersiz Türlerinin Menstrüel Ağrıya Etkisinin Beyin Hemodinamikleri Açısından İncelenmesi

Proje No: '

Proje Türü: Doktora

Süresi: 17 ay

Başlama Tarihi:

Onaylanan Bütçesi: 82000 TL

Proje Yürütücüsü:

Araştırmacı(lar): Ç

ÖZ GEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı	Buket ŞERAN
Eğitim Durumu	
Lisans Öğrenimi	Gazi Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi/Masaryk University
Y. Lisans Öğrenimi	Akdeniz Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü
Doktora Öğrenimi	Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü (2020-2022)/Atatürk Üniversitesi Kış Sporları ve Spor Bilimleri Enstitüsü (2022-2024)
Bildiği Yabancı Diller	İngilizce