



**MEME KANSERLİ KADINLARDA ADJUVAN
HİPOFRAKSİYONEL RADYOTERAPİ İLE EŞ
ZAMANLI OMUZ KOMPLEKS KAS KUVVETİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİ VE PROGRESİF DİRENÇ
ANTRENMANLARI İLE DESTEKLENMESİ**

Doktora Tezi

Emel TUĞRUL

Eskişehir 2025

**MEME KANSERLİ KADINLARDA ADJUVAN HİPOFRAKSİYONEL
RADYOTERAPİ İLE EŞ ZAMANLI OMUZ KOMPLEKS KAS KUVVETİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİ VE PROGRESİF DİRENÇ ANTRENMANLARI İLE
DESTEKLENMESİ**

Emel TUĞRUL

DOKTORA TEZİ

Hareket ve Antrenman Bilimleri Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Hayri ERTAN

(İkinci Danışman: Prof. Dr. Axel J. KNICKER)

Eskişehir

Eskişehir Teknik Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Mayıs 2025

Bu tez çalışması BAP Komisyonu tarafından kabul edilen 24DRP004 no.lu proje kapsamında desteklenmiştir.

JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI

Emel TUĞRUL'un MEME KANSERLİ KADINLARDA ADJUVAN HİPOFRAKSİYONEL RADYOTERAPİ İLE EŞ ZAMANLI OMUZ KOMPLEKS KAS KUVVETİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ VE PROGRESİF DİRENÇ ANTRENMANLARI İLE DESTEKLENMESİ başlıklı çalışması 07/05/2025 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından değerlendirilerek "Eskişehir Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği"nin ilgili maddeleri uyarınca, Hareket ve Antrenman Bilimleri Anabilim dalında Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Unvan Adı Soyadı

İmza

Üye

: Prof. Dr. Hayri ERTAN

Üye

: Prof. Dr. Deniz ŞİMŞEK

Üye

: Prof. Dr. A. Ruhi SOYLU

Üye

: Doç. Dr. Ali Onur CERRAH

Üye

: Doç Dr. Şule KARABULUT GÜL

Prof. Dr. Harun BÖCÜK

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

DANIŞMAN ONAYI

Danışmanlığını yürüttüğüm Doktora öğrencisi Emel TUĞRUL, MEME KANSERLİ KADINLARDA ADJUVAN HİPOFRAKSİYONEL RADYOTERAPİ İLE EŞ ZAMANLI OMUZ KOMPLEKS KAS KUVVETİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ VE PROGRESİF DİRENÇ ANTRENMANLARI İLE DESTEKLENMESİ başlıklı tez çalışmasını tamamlamıştır. Hazırlamış olduğu tez tarafımda incelenmiş ve öğrencinin tez savunma sınavına alınması bilimsel ve etik açıdan uygun görülmüştür.

Tez Danışmanı

Prof. Dr. Hayri ERTAN

ÖZET

MEME KANSERLİ KADINLARDA ADJUVAN HİPOFRAKSİYONEL RADYOTERAPİ İLE EŞ ZAMANLI OMUZ KOMPLEKS KAS KUVVETİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ VE PROGRESİF DİRENÇ ANTRENMANLARI İLE DESTEKLENMESİ

Emel TUĞRUL

Hareket ve Antrenman Bilimleri Anabilim Dalı

Eskişehir Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Mayıs 2025

Danışman: Prof. Dr. Hayri ERTAN

(İkinci Danışman: Prof. Dr. Axel J. KNICKER)

Radyoterapi, meme kanseri tedavisinde etkili bir yöntem olmakla birlikte çeşitli yan etkilere yol açarak yaşam kalitesini olumsuz etkileyebilir. Egzersiz, bu yan etkileri azaltmak ve fonksiyonel iyileşmeyi desteklemek amacıyla tamamlayıcı bir müdahale olarak değerlendirilmektedir. Bu çalışmanın amacı, meme kanseri cerrahisi sonrası uygulanan hipofraksiyonel radyoterapi (HFRT) sürecinde yapılan direnç egzersizlerinin omuz kas fonksiyonu ve kas aktivasyon paternlerine etkisi ile tedaviye bağlı yan etkilerin azaltılmasına katkısı incelenmektedir. Çalışmaya 31 meme kanseri hastası dahil edilmiştir ve rastgele olarak egzersiz (EG, n=15) ve kontrol grubuna (KG, n=16) atanmıştır. Katılımcılar, ameliyat uygulanmış ve karşı taraf (kontralateral) kolları ile 1.047 rad/s ve 2.094 rad/s açısal hızlarda izokinetik omuz iç ve dış rotasyon hareketleri gerçekleştirmiştir. Bu sırada elektromiyografi (EMG) ve izokinetik tork ölçümleri yapılmıştır. Radyoterapiye bağlı yan etkiler, Advers Olaylar için Ortak Terminoloji Kriterleri (CTCAE) kullanılarak değerlendirilmiştir. Radyoterapi öncesi ve sonrası tork ve EMG verileri, iki grup arasında doğrusal karışık modeller ile analiz edilmiştir. Sonuçlara göre, tüm açısal hızlarda omuz iç ve dış rotasyon sırasında üretilen tork değerleri, egzersiz grubunda kontrol grubuna kıyasla anlamlı düzeyde artış göstermiştir ($p < 0.0001$). Grup-zaman etkileşimi açısından ortalama Fonksiyonel Kontrol Oranı (FKO) ve tepe EMG değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar saptanmıştır (her ikisi için $p < 0.0001$). Bununla birlikte, CTCAE skorları açısından gruplar arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p > 0.05$). Sonuç olarak, Adjuvan HFRT ile kombine edilen progresif direnç antrenmanı, meme kanserli kadınlarda omuz kas kuvveti ve fonksiyonel kontrolü artırmada etkili olabilir. Bu egzersiz protokolleri, tedavi sürecinde fonksiyonel kapasitenin korunmasına katkı sağlayabilir.

Anahtar Sözcükler: Meme kanseri, Hipofraksiyonel radyoterapi, Direnç antrenmanı, Elektromiyografi.

ABSTRACT

ASSESSMENT OF SHOULDER COMPLEX MUSCLE STRENGTH IN WOMEN WITH BREAST CANCER DURING ADJUVANT HYPOFRACTIONATED RADIOTHERAPY AND ITS SUPPORT WITH PROGRESSIVE RESISTANCE TRAINING

Emel TUĞRUL

Department of Movement and Training Science

Eskişehir Technical University, Institute of Graduate Programs, May 2025

Supervisor: Prof. Dr. Hayri ERTAN

(Co-Supervisor: Prof. Dr. Axel J. KNICKER)

Radiotherapy is an effective treatment modality for breast cancer; however, it can lead to various side effects that negatively impact patients' quality of life. In this context, exercise is considered a complementary intervention to mitigate these side effects and support functional recovery during the treatment process. The aim of this study is to investigate the effects of resistance exercises performed during the hypofractionated radiotherapy (HFRT) process following breast cancer surgery on shoulder muscle function and muscle activation patterns, and to evaluate the contribution of these exercises to the reduction of treatment-related side effects. A total of 31 breast cancer patients were randomly assigned to either an exercise group (EG, n=15) or a control group (CG, n=16). Participants performed isokinetic shoulder internal and external rotation movements at angular velocities of 1.047 rad/s and 2.094 rad/s using both the operated and contralateral limbs. During these movements, electromyography (EMG) and isokinetic torque measurements were recorded. Side effects associated with radiotherapy were assessed using the Common Terminology Criteria for Adverse Events (CTCAE). Pre- and post-radiotherapy torque and EMG data were analyzed between groups using linear mixed models. The results demonstrated that torque production during internal and external shoulder rotation at all angular velocities significantly improved in the exercise group compared to the control group ($p < 0.0001$). Group-by-time interaction was statistically significant for both mean Functional Control Ratio (FCR) and peak EMG values ($p < 0.0001$ for both). However, there was no statistically significant difference between groups in CTCAE scores ($p > 0.05$). In conclusion, progressive resistance training combined with adjuvant hypofractionated radiotherapy is effective in enhancing shoulder muscle strength and functional control in women with breast cancer. Such exercise protocols may contribute to maintaining and improving functional capacity during the course of treatment.

Keywords: Breast cancer, Hypofractional radiotherapy, Resistance training, Electromyography.

TEŞEKKÜR

Doktora tez sürecimde, desteğiyle her zaman yanımda olan danışmanım Prof. Dr. Hayri ERTAN ve ikinci danışmanım Dr. Axel J. KNICKER'a sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum. Eğitim sürecim boyunca desteğini hiç esirgemeyen Prof. Dr. A. Ruhi SOYLU'ya, bu çalışmanın her aşamasında beni cesaretlendiren, bilgeliğini cömertçe paylaşan ve fikirleriyle hep yanımda olan Dr. Abdulkerim DARENDELİ'ye minnettarım.

Laboratuvardaki kahve molalarımızı bilimle taçlandıran sevgili arkadaşlarım Turan Aybars AKYÜREK, Semanur ÖZPOLAT, Semra BIDİL, Erdem AKKAŞ ve Metehan ACAR'a; akademik hayatımda olduğu kadar sosyal hayatımda da her zaman destek olan canım dostlarım Sena ERBAŞ ve Doç. Dr. Ş. Nihan KARUK ELMAS'a içtenlikle teşekkür ederim. Ayrıca, bu çalışmaya gönüllü olarak katılım sağlayarak büyük bir katkı sunan tüm meme kanseri savaşçılarımıza minnetimi ifade etmek isterim.

Ve şimdi, özel bir teşekkürü hak eden aileme... Akademik yolculuğum boyunca bana ilham veren, her zaman yanımda olan sevgili eşim Dr. Fuzuli TUĞRUL'a; sabrı, sevgisi ve desteğiyle hayatımı kolaylaştıran canım ANNEM'e; ve ne zaman yorulsam bana bir gülüşle dünyayı unutturan sevgili çocuklarım Çağan ve Uras TUĞRUL'a sonsuz sevgilerimi ve teşekkürlerimi sunuyorum. Sizler olmasaydınız, bu yolculuk çok daha zorlu olurdu. İyi ki varsınız!

Eskişehir Teknik Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) komisyonu 24DRP004 nolu proje kapsamında çalışmamı maddi olarak desteklediği teşekkür ederim.

Emel TUĞRUL

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Bu tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ve kurallara uygun davrandığımı; bu çalışma kapsamında elde edilen tüm veri ve bilgiler için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi; bu çalışmanın Eskişehir Teknik Üniversitesi tarafından kullanılan “bilimsel intihal tespit programı”yla tarandığını ve hiçbir şekilde “intihal içermediğini” beyan ederim. Herhangi bir zamanda, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçları kabul ettiğimi bildiririm.

Emel TUĞRUL

İÇİNDEKİLER

Sayfa

BAŞLIK SAYFASI	I
JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI.....	II
DANIŞMAN ONAYI	III
ÖZET	IV
ABSTRACT.....	V
TEŞEKKÜR	VI
ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ.....	VII
İÇİNDEKİLER.....	VIII
TABLolar DİZİNİ.....	X
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	XI
GÖRSELLER DİZİNİ	XII
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	XIII
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Araştırmanın Amacı	2
1.2. Araştırmanın Önemi.....	3
1.3. Araştırmanın Varsayımları.....	3
1.4. Araştırmanın Hipotezleri	4
2. LİTERATÜRE GİRİŞ.....	5
2.1. Meme Anatomisi.....	5
2.2. Memenin Lenf Drenajı	6
2.3. Omuz Eklemine Anatomisi ve Kinematiki	7
2.3.1. Glenohumeral (GH) eklem	8
2.3.2. Akromioklavikular (AC) eklem	9
2.3.3. Sternoklavikular (SC) eklem	10
2.3.4. Skapulotorasik (Scapulothoracic) (ST) eklem	11
2.4. Meme Kanseri.....	12

2.4.1. Etiyoloji, risk faktörleri ve önleyici tedbirler	13
2.4.2. Meme kanserinde tedavi	17
2.4.3. Cerrahi tedaviler	17
2.4.4. Kemoterapi.....	19
2.4.5. Hipofraksiyonel radyoterapi (HFRT)	19
2.5. Meme Kanseri ve Progresif Direnç Antrenmanı	20
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	22
3.1. Araştırma Grubu	22
3.2. Katılımcıların Araştırmaya Dahil Edilme/Edilmeme Kriterleri	23
3.3. Araştırma Tasarımı	23
3.4. Verilerin Toplanması.....	23
3.4.1. İzokinetik test.....	23
3.4.2. EMG verileri	24
3.4.3. Egzersiz uygulamaları.....	25
3.5. Verilerin Analizi	27
3.5.1. İzokinetik ve EMG verilerinin analizi	27
3.5.2. İstatistiksel analiz	28
4. BULGULAR.....	29
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	34
5.1. Sonuç	38
KAYNAKÇA.....	39
ÖZGEÇMİŞ	

TABLÖLAR DİZİNİ

Sayfa

Tablo 2.1. Meme kanserinin değıştirilebilir ve değıştirilemeyen risk faktörleri (Łukasiewicz vd., 2021).....	13
Tablo 3.1. Katılımcılara ait demografik bilgiler ve klinik değışkenler.....	22
Tablo 3.2. Egzersiz programı.....	26
Tablo 4.1. CTCAE v4.0 kullanılarak değıerlendirilen akut AE'ler.....	33



ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

- Şekil 3.1.** Direnç band egzersizlerinin yapılış sırası (A/B) gösterilmektedir. 27
- Şekil 4.1.** Egzersiz müdahalesinden önce ve sonra (x eksen) iki açısal hızda (renk kodlu) iç ve dış omuz rotasyonu sırasında üretilen eksantrik ve konsantrik mod torku ($N \cdot m/kg$) göstermektedir. Her nokta, bir denek için denemeler boyunca ortalaması alınan tepe torkunu temsil etmektedir. Y eksen sekiz panel boyunca değişmektedir. Üstteki dört panel (A) egzersiz grubundaki hastaların ameliyatlı kol için denemeler boyunca ortalaması alınan tepe torkunu gösterirken, alttaki dört panel (B) hastaların kontralateral kolu için denemeler boyunca ortalaması alınan tepe torkunu göstermektedir. İstatistiksel karşılaştırmaların açısal hız, görev, mod ve uzuv içinde yapıldığına dikkat edilmelidir. *** $p < 0.0001$ 29
- Şekil 4.2.** İki ölçüm (x eksen) arasındaki iki açısal hızda (renk kodlu) iç ve dış omuz rotasyonu sırasında üretilen eksantrik ve konsantrik mod torku ($N \cdot m/kg$) gösterilmektedir. Her nokta, bir denek için denemeler boyunca ortalaması alınan tepe torkunu temsil etmektedir. Y eksen sekiz panel boyunca değişmektedir. Üstteki dört panel (A) kontrol grubundaki hastaların ameliyat kolu için denemeler boyunca ortalaması alınan tepe torkunu gösterirken, alttaki dört panel (B) hastaların kontralateral kolu için denemeler boyunca ortalaması alınan tepe torkunu göstermektedir. İstatistiksel karşılaştırmaların açısal hız, görev, kasılma tipi ve uzuv içinde yapıldığına dikkat edilmelidir. Kontrol grubu için iki ölçüm arasında tork açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. 30
- Şekil 4.3.** İki ölçüm arasında pektoralis majör ve deltoid anterior kasları için ortalama EMG genliği (x eksen). Y eksen dört panel boyunca değişmektedir. 31
- Şekil 4.4.** Egzersiz (A) ve kontrol (B) grupları için ortalama fonksiyonel kontrol oranı (FKO; eksantrik iç rotasyon için maksimum tork / konsantrik iç rotasyon için maksimum tork) değerleri. Grup $\times$ zaman etkileşimi ortalama FKO değerleri için istatistiksel olarak anlamlıydı. 32

GÖRSELLER DİZİNİ

Sayfa

Görsel 2.1. Memenin kas komşulukları ve göğüs duvarı üzerindeki konumu (Ellis ve Mahadevan., 2013).....	5
Görsel 2.2. Memenin Lenfatik Drenajı (Bazira vd., 2022)..	6
Görsel 2.3. Sağ omuz kompleksinin eklemleri (Mansfieldve Neumann., 2018)..	7
Görsel 2.4. Sağ glenohumeral eklemin ön görünümü ve çevresindeki bağlar (Mansfield ve Neumann., 2018)..	9
Görsel 2.5. Sağ akromiyoklaviküler eklemin ön görünümü ve çevresindeki bağlar (Mansfield ve Neumann., 2018).	10
Görsel 2.6. Sol tarafta kapsül ve bazı bağlar çıkarılmış halde sternoklaviküler eklemlerin ön görünümü (Mansfield ve Neumann., 2018).....	11
Görsel 2.7. Skapulotorasik Eklemin Hareketleri (Mansfield ve Neumann., 2018).	12

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Ag/AgCl	: Gümüş/gümüş klorür
ALND	: Aksiller Lenf Nodu Diseksiyonu
CTCAE	: Advers Olaylar için Ortak Terminoloji Kriterleri
EG	: Egzersiz Grubu
EMG	: Elektromyografi
FKO	: Fonksiyonel Kontrol Oranı
HR	: Hipofraksiyonel Radyoterapi
Hz	: Hertz
KG	: Kontrol Grubu
MİK	: Maksimum İstemli Kasılma
MKC	: Meme Koruyucu Cerrahi
MRM	: Modifiye Radikal Mastektomi
PDA	: Progresif Direnç Antrenmanı
RT	: Radyoterapi
SLNB	: Sentinel Lenf Nodu Biyopsisi

1. GİRİŞ

Meme kanseri, meme dokusundaki hücrelerin kontrolsüz olarak çoğalması nedeniyle oluşan tümör sonucu ortaya çıkan bir hastalıktır. 2020 yılında yaklaşık 2,26 milyon vaka ile dünya genelinde en sık teşhis edilen kanser türü olmuştur (Chhikarave Parang, 2023). Günümüzde kanser tedavisinde kemoterapi, cerrahi rezeksiyon (mastektomi, aksiller diseksiyon, meme koruyucu cerrahi ve sentinel lenf nodu biyopsisi) ve radyoterapi (bölgesel lenf nodları ile veya lenf nodları olmadan) yaygın olarak kullanılmaktadır (Whelan vd., 2015). Radyoterapi (RT) hastaların %90'ından fazlasında kullanılır ve genellikle meme koruyucu cerrahiden sonra verilir (García-Arandave Redondo, 2019; Kerr vd., 2022; Potthoff vd., 2013).

Mastektomi ve meme koruyucu cerrahi geçiren hastaların çoğunda kullanılan Adjuvan RT, bölgesel nüks oranlarını düşürerek meme kanseri ölüm oranını azalttığı bilinmektedir (Marta vd., 2020). RT'nin diğer onkolojik tedavilere eklenmesiyle, yaklaşık %90 oranında beş yıllık genel sağkalım oranları elde edilmiştir (Rupp vd., 2019; Solin, 2010). Ancak RT, yaşam kalitesini etkileyen çeşitli yan etkilere de neden olabilir (Lipsett vd., 2017). Geleneksel radyasyon dozlarının komplikasyonları arasında yorgunluk, cilt hasarı, kalp ve akciğer hasarı, kronik ağrı ve omuz mobilizasyonunun bozulması yer almaktadır. Ayrıca, meme kanseri tedavileri, özellikle cerrahi ve radyasyon tedavisi, sıklıkla üst ekstremitte disfonksiyonuna neden olur. Bu durum iç ve dış rotator kaslar arasındaki dengeyi bozabilir. Spesifik olarak, dış rotator kaslar zayıflarken, iç rotator kaslar daha güçlü hale gelebilir. Böyle bir dengesizlik, fonksiyonel hareketlerde zorluklara ve omuz eklemi hareketliliğinde kısıtlamalara yol açabilir (Hwang vd., 2008; Noal vd., 2011; Senkus-Konefkave Jassem, 2006). Bu yan etkileri değiştirebilecek veya önleyebilecek ve kadınlarda yaşam beklentisini arttırmakla birlikte yaşam kalitesini iyileştirebilecek etkili tedavi yaklaşımlarına olan ihtiyaç giderek artmaktadır.

Tedavi yaklaşımlarından biri olarak kabul edilen egzersizin kansere bağlı depresyon ve yaşam kalitesi, vücut kompozisyonu, yorgunluk, kardiyorespiratuar fonksiyon ve güç üzerinde etkili olduğu gösterilmiştir (Battaglini vd., 2014; Piraux vd., 2020; Potthoff vd., 2013; Toohey vd., 2018). Yapılan çalışmalarda kanser hastalarında radyoterapi ve kemoterapi tedavisi sırasında yapılan direnç egzersizlerinin etkili ve güvenli olduğu bildirilmiştir (Cheema vd., 2014; Heywood vd., 2017; McGovern vd., 2022; M. Schmidt vd., 2013). Fakat bu çalışmaların çoğu, geleneksel radyasyon dozları ile RT sırasında direnç egzersizi müdahalelerinin etkilerini araştırmıştır. Hipofraksiyonel

RT ile geleneksel RT rejimleri arasında birçok yan etki açısından anlamlı bir fark olmamasına rağmen, hipofraksiyonel RT rejimi cilt toksisitesini azalttığı ve hasta yorgunluğunu hafiflettiği için geçerli bir adjuvan tedavi seçeneği sunmaktadır (De Felice vd., 2017; Lu vd., 2024; Sindhu vd., 2020; Tovanabutra vd., 2020).

Bu nedenle, bu çalışmanın amacı meme kanserli kadınlarda adjuvan hipofraksiyonel radyoterapi ile birlikte uygulanan progresif direnç antrenmanı omuz kompleksi kas kuvveti ve kas aktivasyonu üzerindeki etkilerini araştırmaktır. Kas aktivitesinin ölçülmesi standart omuz hareketleri sırasında, sağlıklı omuzları patolojik omuzlarla karşılaştırmak için bir referans veri tabanı olarak da kullanılabilir. (Heuberger vd., 2015; Wickham vd., 2010). Hipotezimiz, (i.) omuz kas fonksiyonunun meme kanseri cerrahisi (adjuvan) sonrası hipofraksiyonel radyoterapiye eşlik eden direnç egzersizlerinden etkileneceği, (ii.) kas aktivasyon paternlerinin kuvvet antrenmanı müdahalesinden etkileneceği ve (iii.) hipofraksiyonel radyoterapi sırasında yapılan egzersizlerin meme kanseri hastalarında tedaviye bağlı yan etkileri azaltacağıdır.

1.1. Araştırmanın Amacı

Bu çalışmanın amacı, adjuvan hipofraksiyonel radyoterapi sürecindeki meme kanserli kadınlarda; (1) omuz kompleksine ait kas kuvvetinin, (2) kas aktivasyon örüntülerinin, (3) radyoterapiye bağlı gelişen yan etkilerin değerlendirilmesidir.

Belirtilen amaçlar doğrultusunda;

- Meme kanseri nedeniyle opere edilen, radyoterapi endikasyonu olan, omuz kompleksi kas kuvvetinin ve kassal aktivasyon örüntülerinin inceleneceği evre 1-3 hastaların (çalışmaya dahil edilecek meme kanserli hastalar, kanserli dokusu aksiller diseksiyon ya da sentinel lenf nodu diseksiyonu ve Meme Koruyucu Cerrahi (MKC) ya da Modifiye Radikal Mastektomi (MRM) operasyonu ile çıkarılmış ve vücudunun herhangi bir yerinde tümör dokusu bulunmayan adjuvan radyoterapi tedavisi gören hastalardır) belirlenmesi,
- İnternal ve external rotasyon hareketleri sırasında; (1) kas kuvvetlerinin değerlendirilmesi, (2) agonist ve antiagonist kaslar arasında kuvvet çıktılarının karşılaştırılması,
- İnternal ve external rotasyon hareketleri sırasında; belirlenen kasların yüzeyel sEMG (girişimsel olmayan) genlik (amplitude) değerlerinin incelenmesi,

- Meme kanseri cerrahisi ve sonrasında uygulanan radyoterapiye (hipofraksiyone) bağılı gelişen komplikasyonlar için “ortak terminoloji kriterleri” (CTCAE) veya "ortak toksisite kriterleri" olarak da bilinen yan etkilere yönelik geliştirilen standart ölçeğin kullanılması,
- Meme kanseri cerrahisi ve sonrasında uygulanan radyoterapiye (hipofraksiyone) bağılı gelişen komplikasyonların önlenmesine yönelik kişiye egzersiz programının geliştirilmesi,
- Belirtilen meme kanseri nedeniyle radyoterapi (hipofraksiyone) tedavisi alan hastalara uygulanacak progresif direnç egzersizlerin sürelerinin ve uygulamalarının yorumlanması,
- Egzersiz öncesi ve sonrası alınan ölçüm sonuçlarının istatistiksel olarak karşılaştırılması hedeflenmektedir.

1.2. Araştırmanın Önemi

Bu çalışmanın temel amacı, meme kanseri tanısı almış kadın hastalarda adjuvan hipofraksiyonel radyoterapi süresince omuz kompleksi kas kuvvetinin değerlendirilmesi ve bu süreçte progresif direnç antrenmanları ile desteklenmesidir. Özellikle cerrahi sonrası (adjuvan) radyoterapi uygulanan hastalarda direnç temelli egzersiz müdahalesinin fizyolojik ve fonksiyonel katkılarının incelenmesi hedeflenmektedir. Çalışma kapsamında, radyoterapi öncesi ve sonrası olmak üzere pectoralis major ve anterior deltoid kaslarının yüzeyel elektromiyografi (EMG) yöntemiyle kas aktivasyon düzeyleri değerlendirilmiştir. EMG sonuçları doğrultusunda, iyileşme sürecinin desteklenmesi ve omuz çevresi yapılar olan glenohumeral ve skapulotorasik eklemlere yönelik hedefe yönelik egzersiz programlarının geliştirilmesi planlanmaktadır. Böylece, meme kanseri tedavisi gören bireylerde fiziksel işlevselliğin korunması, rehabilitasyon sürecinin etkinliğinin artırılması, psikolojik iyilik halinin desteklenmesi ve genel yaşam kalitesinin iyileştirilmesi hedeflenmektedir.

1.3. Araştırmanın Varsayımları

Rastgele örneklem varsayımı: Bu tez çalışmasında örneklem seçilirken evreni temsil eden bir grubun dahil edildiği ve evrendeki tüm numunelerin seçilme şansının eşit olduğu;

Uzay ve zaman çözünürlüğü varsayımı: Biyolojik sinyal kayıt tekniklerinin sinir-kassal aktivitelerin yeri ve zamanı ile alakalı doğru bilgi sağladığı;

Güvenilirlik ve geçerlilik varsayımı: Çalışmalarda kullanılan ölçüm araçlarının ölçmeyi vaat ettiği özellikleri ölçtüğü, çalışmanın sonuçlarının dahil edilen örneklemin ötesinde evren için genellenebilir doğru ve tekrarlanabilir olduğu;

Bilgilendirilmiş oluş varsayımı: Katılımcıların çalışma prosedürleri ve çalışmayla ilgili risk ve faydalar hakkında eksiksiz bilgilendirildiği ve çalışmaya tamamen gönüllü olarak katıldığı;

Optimizasyon varsayımı: Çalışma dizayn ve yöntemlerinin, örneklem grubunun sınırlılık ve tercihleri de göz önünde bulundurularak, hareketin biyomekaniklerini optimize etmeye elverişli olacağı varsayılmıştır.

1.4. Araştırmanın Hipotezleri

Hipotez 1 – Glenohumeral ve Skapular Kas Kuvveti Üzerine Etki:

H₀: Adjuvan hipofraksiyonel radyoterapi sırasında uygulanan direnç egzersizlerinin, meme kanseri geçirmiş kadın hastalarda glenohumeral ve skapular eklem kas kuvveti üzerinde anlamlı bir etkisi yoktur.

H₁: Adjuvan hipofraksiyonel radyoterapi sırasında uygulanan direnç egzersizleri, meme kanseri geçirmiş kadın hastalarda glenohumeral ve skapular eklem kas kuvvetini anlamlı şekilde artırır.

Hipotez 2 – Kas Aktivasyon Paternleri Üzerine Etki:

H₀: Radyoterapi süresince uygulanan direnç egzersizlerinin, pectoralis major ve anterior deltoid kaslarının aktivasyon paternleri üzerinde anlamlı bir etkisi yoktur.

H₁: Radyoterapi süresince uygulanan direnç egzersizleri, pectoralis major ve anterior deltoid kaslarının aktivasyon paternlerini anlamlı şekilde etkiler.

Hipotez 3 – Radyoterapiye Bağlı Yan Etkiler Üzerine Etki:

H₀: Hipofraksiyonel radyoterapi süresince uygulanan egzersizlerin, meme kanserli hastalarda radyoterapiye bağlı gelişen yan etkiler üzerinde anlamlı bir azaltıcı etkisi yoktur.

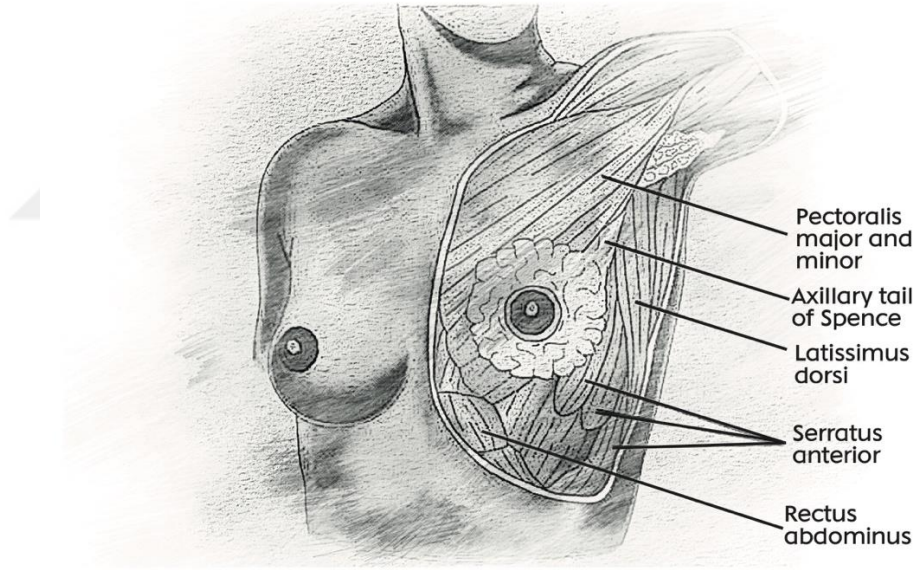
H₁: Hipofraksiyonel radyoterapi süresince uygulanan egzersizler, meme kanserli hastalarda radyoterapiye bağlı gelişen yan etkileri anlamlı düzeyde azaltır.

2. LİTERATÜRE GİRİŞ

2.1. Meme Anatomisi

Yetişkin kadın memesi 2. ila 6. kaburgalar üzerinde geniş bir tabana sahiptir. İç tarafında sternumun yan kenarına, dış tarafında ise orta aksiller çizgiye temas eder. Meme dokusunun üst dış çeyreğinden koltuk altına doğru uzanan dil şeklinde bir çıkıntı bulunur, bu çıkıntıya Spence'in aksiller kuyruğu denir. Memenin yaklaşık üçte ikisi pektoralis majör kasının üzerinde yer alır. Yanlarda serratus anterior kasının üzerine biner ve aşağıda rektus kılıfının üst kısmına bitişiktir (Bazira vd., 2022) (Görsel 2.1).

Memenin tepe noktasında, her bir memeli lobülden gelen 15-20 laktiferöz kanalın açıldığı bir meme ucu bulunur. Meme ucu, areola olarak bilinen pigmentli bir deri alanı ile çevrilidir ve bu alanda çıplak gözle görülebilen büyük yağ bezleri bulunur, bu bezler Montgomery bezleri olarak adlandırılır (Ellisve Mahadevan, 2013).

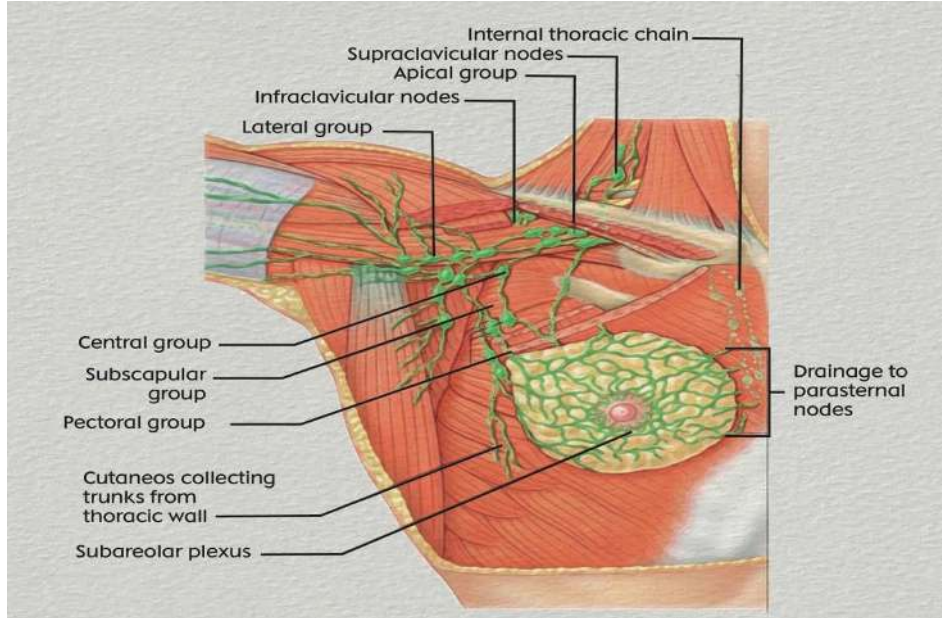


Görsel 2.1. Memenin kas komşulukları ve göğüs duvarı üzerindeki konumu (Ellis ve Mahadevan, 2013)

2.2. Memenin Lenf Drenajı

Memenin lenf drenajı, aksiller ve internal torasik lenf nodlarının anatomisi özel bir öneme sahiptir. Memedeki kanser hücrelerinin metastazı aksiller ve internal torasik lenf nodlarının aracılığı ile gerçekleştiğinden bu yapının bilinmesi oldukça önemlidir. Koltuk altı lenf düğümleri sayıca 20 ila 30 arasında değişir ve beş anatomik gruba ayrılır. Bu gruplar, Lateral grup, Central grup, Posterior grup, Anterior grup ve Apikal gruptur. Apikal düğümlerden çıkan efferentler, subklavian trunkta birleşir. Sol tarafta, bu trunk genellikle doğrudan torasik kanala boşalır. Sağ tarafta ise, subklavian trunk, doğrudan jugulosubklavian bağlantısına veya ortak sağ lenfatik kanala boşalabilir. Genellikle, birkaç efferent kanal doğrudan alt derin servikal düğümlere ulaşır. Metastatik aksiller lenf nodu yayılımını açıklamak adına sıklıkla ve pektoralis minör ile olan komşuluğuna göre seviye (level) I, II ve III olarak gruplandırılır (Görsel 2.2) (Bazira vd., 2022; Ellisve Mahadevan, 2013).

- Seviye I: Pektoralis minor'un altındaki nodlar,
- Seviye II: Pektoralis minör arkasındaki lenf düğümleri
- Seviye III: Pektoralis minör üstündeki lenf düğümleri.

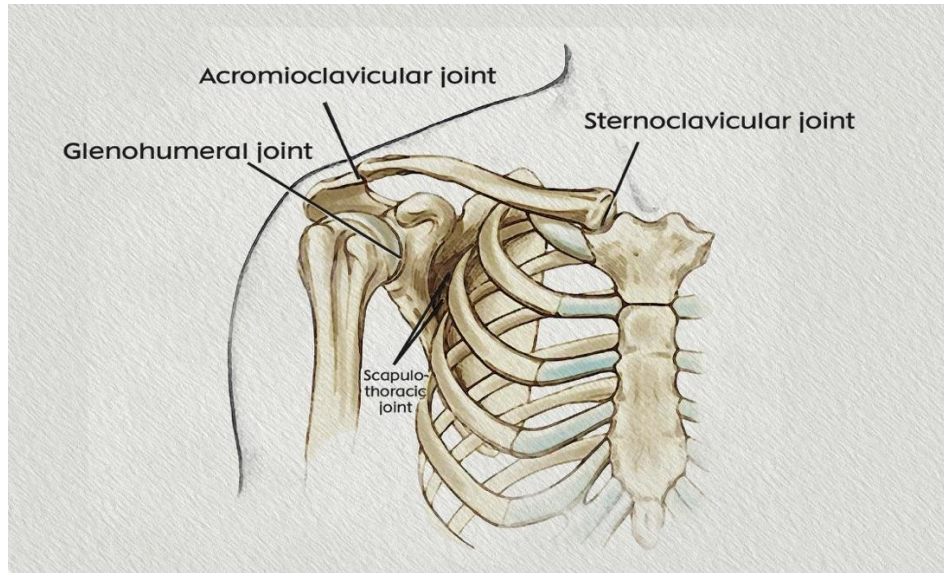


Görsel 2.2. Memenin Lenfatik Drenajı (Bazira vd., 2022).

Memedeki lenf bezlerinin yüzde 75'i koltuk altı lenf bezlerine diğer geri kalanı ise iç torasik lenf bezlerine geçer. Meme kanserinde supraklaviküler nodların tutulumu, genellikle apikal aksiller nodların yoğun şekilde tutulmasına bağlı olarak lenf kanallarının tıkanması ve bu tıkanıklık boyunca retrograd (geri yönde) bir yayılımı ifade eder. Normalde, lenfatikler vücudun diğer tarafındaki lenfatiklere boşalmaz ve bir memeden diğerine erken lenfatik yayılım olmaz. Böyle bir durumda lenfatik infiltrasyon lenf akışını engeller ve yeniden yönlendirir. Ancak ileri vakalarda, lenfatik kanalların yoğun tıkanması, lenf sıvısının diğer tarafa deri altından geçişine neden olabilir. Bu tür durumlar genellikle senkron veya erken metakron çift primer tümörlerin varlığını işaret eder (Bazira vd., 2022; Ellis ve Mahadevan, 2013; Machado vd., 2023).

2.3. Omuz Eklemine Anatomisi ve Kinematiği

Omuz kompleksi dört eklemden oluşur ve bu eklemlerin birbirleri ile etkileşimleri yoluyla işlev görür. (1) Glenohumeral, (2) Akromioklavikular, (3) Sternoklavikular ve (4) Skapulotorasik eklem. Omuz eklemi, eşsiz anatomisi ve biyomekanik yapısı sayesinde vücudun en hareketli eklemidir (Barnechea Rey, 2021). (Görsel 2.3).

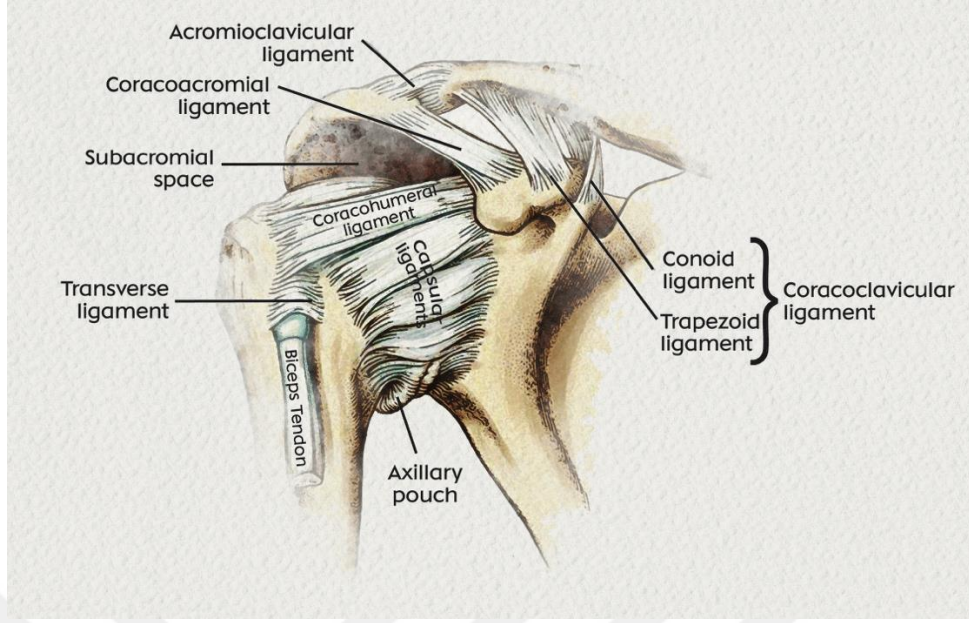


Görsel 2.3. Sağ omuz kompleksinin eklemleri. (Mansfield ve Neumann., 2018).

2.3.1. Glenohumeral (GH) eklem

Glenohumeral eklem (GH), omzun ana eklemidir ve eklem yapılarını lifli bir kılıf içinde kapsülleyen bir eklem kapsülü ile çevrilidir. Bu eklem geniş hareket alanına sahiptir ve yumuşak dokular tarafından stabilize edilir. Aktif stabilize edici kuvveti, uzun başlı biceps tendonu, rotator intervali, periskapular kaslar ve özellikle de rotator manşet (rotator cuff) kasları bu görevi üstlenir. Pasif olarak stabilitesini sağlayan yapılar ise, benzersiz şekli ve bağlantıları olan labrum, glenohumeral bağlar, eklem kapsülü ve negatif eklem içi basıncı içerir (Chang vd., 2023). (Görsel 2.4).

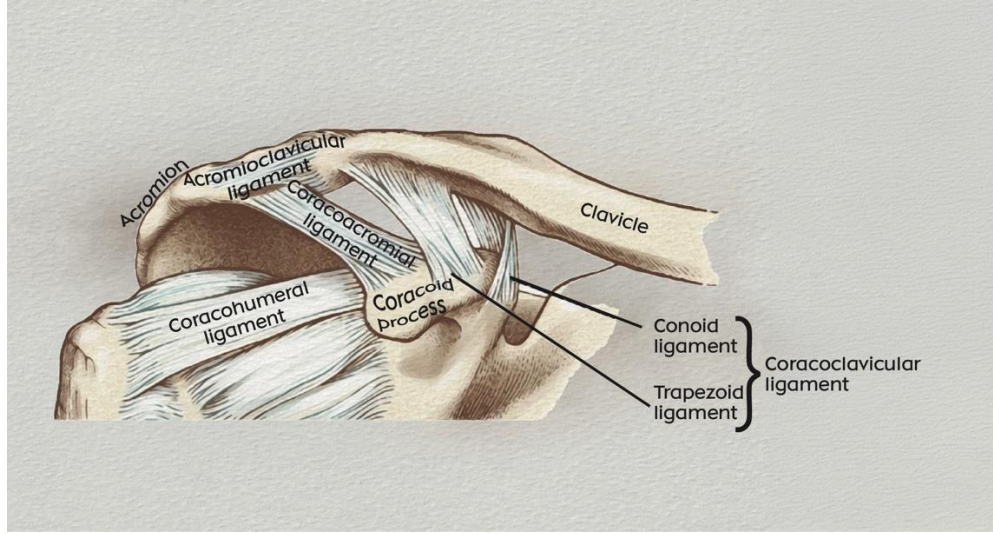
- *Rotator Cuff (Manşet) kasları:* Omzun aktif stabilizatörleridir ve glenoid ile humerus başı arasındaki kemik uyumsuzluğunu dengeleyerek omuz çıkığı önlemeye yardımcı olur. Supraspinatus, infraspinatus, teres minor ve subscapularis kaslarının tendonlarını içerir; bunlar halk arasında SITS kasları olarak bilinir (Asghar vd., 2020; Llopis vd., 2021). Supraspinatus kası öncelikli olarak omuzu abduksiyona sokar ve abduksiyonun ilk 15 derecesinden sorumludur. İnfraspinatus ve teres minor omuzun dış rotasyonuna yardımcı olur. Subscapularis kası omuzun iç rotasyonuna yardımcı olur (Chang vd., 2023; Javed vd., 2023).
- *Glenoid Labrum:* Pasif stabilizatörlerden biri olan glenoid labrum, glenohumeral eklem stabilitesinde önemli bir rol oynamaktadır. Eklem içi basıncı koruma, humerus başını merkezleme ve konkavite-kompresyon stabilitesine katkıda bulunma işlevi görmektedir (Almajed vd., 2022).
- *Glenohumeral bağlar:* Eklem pasif stabilizatörlerinden olan bu bağlar üst, orta ve alt olmak üzere üç bağdan oluşur. GH eklem kapsülünü oluşturarak glenoid fossa'yı humerusa bağlar. Bulundukları konum itibarıyla omuzu korur ve omuzun öne doğru çıkmasını engellerler (Chang vd., 2023).



Görsel 2.4. Sağ GH eklemin ön görünümü ve çevresindeki bağlar (Mansfield ve Neumann, 2018).

2.3.2. Akromioklavikular (AC) eklem

Akromioklaviküler (AC) eklem, omuz kuşağına gerekli stabilite ve hareket kabiliyeti sağlayan, yüksek hareketliliğe sahip bir eklemdir (Görsel 2.5). Kolun baş üzerindeki hareketlerinde önemli rol oynar. AC eklemi, superior, inferior, anterior ve posterior demetlerden oluşan akromioklaviküler bağ ve korakoklaviküler (CC) bağlar (konoid ve trapezoid bağlar) tarafından stabilize edilir. Geleneksel olarak, CC bağları, AC ekleminin ana stabilizatörleri olarak kabul edilir ve superior ve inferior stabiliteyi sağlar. Deltoid ve trapezoid kasları da dinamik stabilizatörlerdir. AC ayrıca skapulotorasik hareket sırasında 5° ila 8° ve omuz abdüksiyon ve elevasyonunda 40° ila 45° dönme hareketine uyum sağlar (Fraipont vd., 2024; Sirin vd., 2018).



Görsel 2.5. Sağ AC eklemın ön görünümü ve çevresindeki bağlar (Mansfield ve Neumann, 2018).

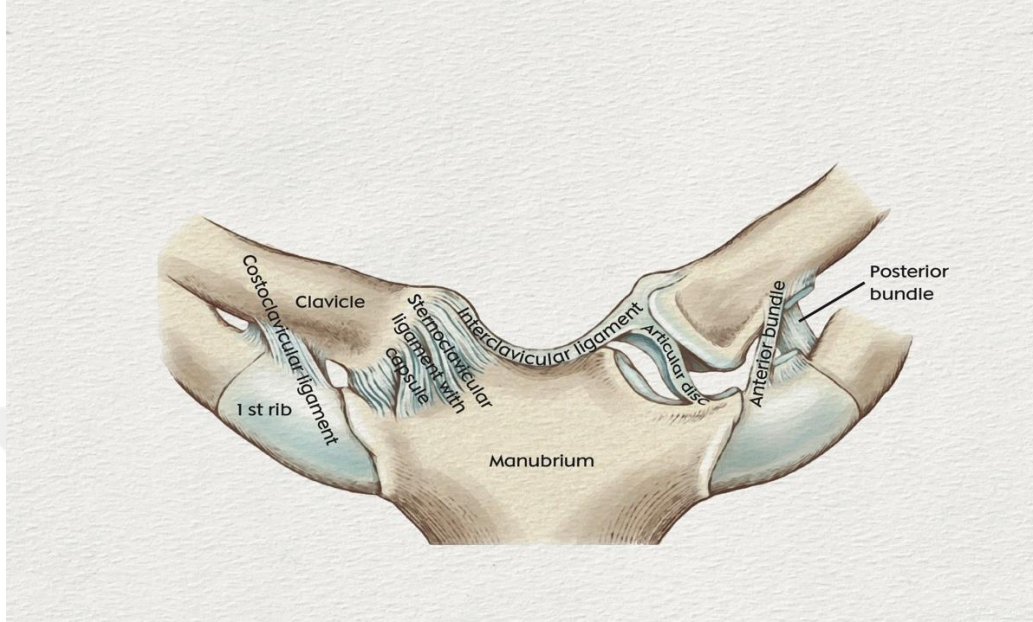
2.3.3. Sternoklavikular (SC) eklem

Sternoklaviküler eklem (SC), sternum manubriumu ile klavikula arasında bulunan, ligament desteğinden stabilitesini alan, doğası gereği hareketli bir diartrodial eklemdir. SC'yi stabilizasyonunu sağlayan bağ yapıları arasında ön kapsül, arka kapsül, eklem içi disk bağı, interklaviküler bağ ve kostoklaviküler bağ bulunur (Garcia vd., 2020) (Görsel 2.6). Disk ve bağ dokuları o kadar etkili bir destek sağlar ki sternoklavikular eklem çıkığı nadirdir. Diskin sabitlenmesi, bu seviyedeki hareket olanaklarına katkıda bulunur; çift yönlü sabitlenmesi, sallanan bir kapıya benzer ve iki yönde hareket imkanı sağlar. Omuz kuşağının kaldırılması ve indirilmesi sırasında hareket, klavikula ile disk arasında gerçekleşir. İleri ve geri projeksiyon sırasında ise hareket disk ile sternum arasında gerçekleşir (Irsay vd., 2020).

SC eklemi, omuz kuşağının akıcı hareketine izin veren eyer tipi bir eklemdir. İşlevsel olarak eklem, yatay ve koronal düzlemlerde hareket için 35 derecelik hareket aralığı ve anteroposterior olarak 70 derecelik hareket aralığı sağlayan diartrodial, çok eksenli bir eklemdir. Eklem ayrıca uzun eksen boyunca 45 derecelik rotasyona da sahiptir. Omuz kuşağından gelen mekanik girdi, SC eklemının hareketlerini etkiler.

Sternoklaviküler eklem doğrudan medial supraklaviküler sinir (C3-C4) ve subklaviusa giden sinir (C5-C6) tarafından innerve edilir. Sinirler eklemdaki çeşitli hareketlerde rol oynar. Elevasyon (Levator scapulae, üst trapezius, rhomboid majör ve minör kasları), Depresyon (pektoralis minor, alt trapezius, serratus anterior kasları),

Protraksiyon (pektoralis minor, serratus anterior kasları), Retraction (middle trapezius, latissimus dorsi, rhomboid major and minor kasları) (Epperson vd., 2023).



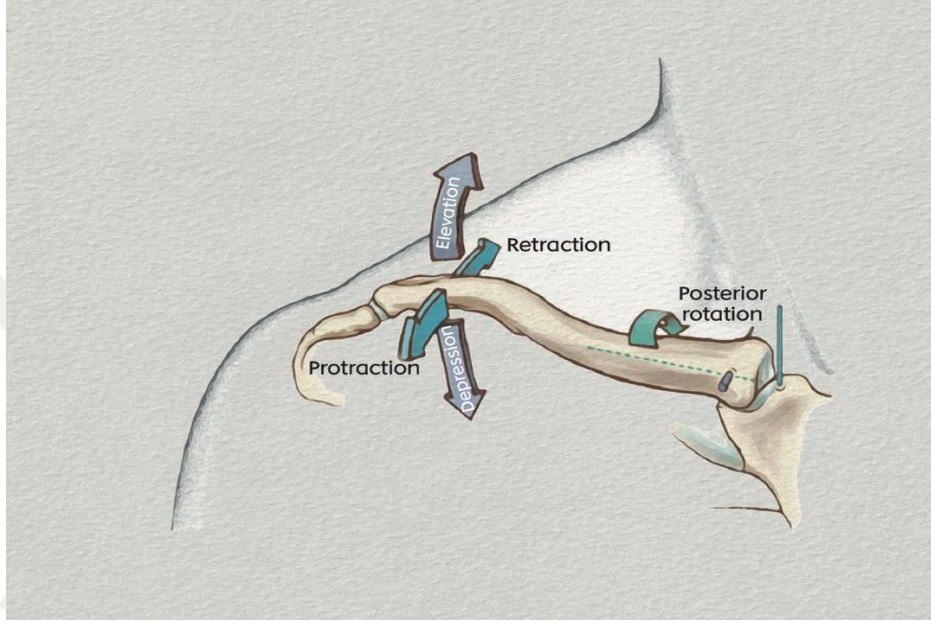
Görsel 2.6. Sternoklaviküler eklemlerin ön görünümü (Mansfield ve Neumann, 2018).

2.3.4. Skapulotorasik (Scapulothoracic) (ST) eklem

Scapulotorasik eklem (ST), genel omuz fonksiyonunda önemli bir rol oynasada, kemik yapısı, bağ dokusu ve kas ilişkileri ile oldukça karmaşık bir anatomik yapıdır (Frank vd., 2013). Scapulotorasik eklem, yukarı ve aşağı hareket (elevasyon ve depresyon), öne ve arkaya hareket (protraksiyon ve retraksiyon) ve yukarı ve aşağı rotasyon gibi hareketleri içerir. (Görsel 2.7). Bu hareketler, omuz kompleksindeki diğer üç eklemden meydana gelen hareketlerle işlevsel olarak bağlantılıdır.

Skapular elevasyon, skapulanın toraks üzerinde süperiora doğru kaymasını içerir. (örn. omuzları yukarı doğru kaldırmak). Elevasyon yaptıran kaslar, Trapezius üst parçası, Levator scapula ve Rhomboidler görev alır. Depresyon ise skapula toraks üzerinde aşağıya doğru kaydığında meydana gelir. Depresyon hareketini, Alt trapezius, Latissimus dorsi, Pectoralis minor, Subclavius kasları yaptırır. Protraksiyon, skapulanın orta hattan uzaklaşarak toraks üzerinde laterale doğru kayma hareketini tanımlarken, retraksiyon skapulanın orta hatta doğru hareketini tanımlar. Protraksiyon, Serratus anterior; Retraksiyon, Trapezius orta parçası, Rhomboidler, Trapezius alt parçası yaptırır. Yukarı doğru rotasyon, kolu başın üzerine kaldırmanın doğal bir bileşeni olarak skapulanın

glenoid fossasının yukarı doğru dönmesiyle oluşur. Aşağı doğru rotasyon, skapula yukarı doğru döndürülmüş bir pozisyondan dinlenme pozisyonuna dönerken meydana gelir. Yukarı doğru rotasyonda Serratus anterior, Trapezius üst ve alt parçası, aşağı doğru rotasyonu ise Rhomboidler ve Pectoralis minör kasları yaptırır (Javed vd., 2023; Mansfieldve Neumann, 2018).



Görsel 2.7. Skapulotorasik Eklem Hareketleri (Mansfield ve Neumann, 2018).

2.4. Meme Kanseri

Mutasyona uğramış hücrelerin kontrolsüz bir şekilde çoğalması olarak tanımlanan kanser, ölüm nedenleri arasında ikinci sırada yer alan önemli bir halk sağlığı sorunudur. Dünya’da tahminen her yıl yaklaşık 19,3 milyon yeni kanser vakası tespit edilmekte olup, yaklaşık 10,0 milyon kişi kanser hastalığı yüzünden vefat etmektedir. 2020 yılında dünya çapında en sık teşhis edilen kanserler kadın meme kanseridir (2,26 milyon vaka) (Ferlay vd., 2021). Meme kanseri kadınlar arasında en sık teşhis edilen kanser olmakla birlikte dünya çapında kansere bağlı morbidite ve mortalitenin artmasına yol açan, önemli yaşam yıllarının (14,9 milyon gün) kaybıyla bağlantılı olmaktadır (Mubarik vd., 2022). Kadınlar arasında yaklaşık 4 kanser vakasından 1’ini meme kanseri oluşturmaktadır. Hastalık, ülkelerin büyük çoğunluğunda (185 ülkenin 154’ün de) en sık teşhis edilen kanserdir ve aynı zamanda 100’den fazla ülkede kanser ölümlerinin önde gelen nedeni olmaktadır. İnsidansı ve mortalite oranları en çok Türkiye dahil gelişmekte olan ülkelerde

artmaktadır (Bray vd., 2024). Kanser Kontrol Daire Başkanlığı ve Kanser Kayıt Birimi tarafından yayınlanan 2015 Kanser Raporu verilerine göre, 2015 yılında Türkiye 'de 17.183 kadın meme kanseri tanısı almıştır (Ozmen vd., 2015; Özmen vd., 2019).

Ergenler ve genç yetişkinlerde (15 yaş 39 yaş arasında) kansere yakalanma oranları son yıllarda artmaktadır. Mevcut verilerin son 10 yıl boyunca, meme kanseri insidans oranları 20 ila 29 yaş arasındaki kadınlarda yılda yaklaşık %2 ve 30'lu yaşlardaki kadınlarda yılda yaklaşık %0,2 arttığını göstermiştir. Ergenler ve genç yetişkinler arasında kanser morbiditesini ve mortalitesini azaltmada daha fazla ilerleme, sağlık hizmetlerine daha adil erişim yoluyla elde edilebilir. Ayrıca, kanserli yaşlı hastalarla karşılaştırıldığında, bu genç grubun kısırlık, cinsel işlev bozukluğu, kardiyovasküler hastalık ve gelecekteki kanserler dahil olmak üzere uzun vadeli ve geç etki riskleri daha yüksek olduğu görülmektedir (Miller vd., 2020).

2.4.1. Etiyoloji, risk faktörleri ve önleyici tedbirler

Meme kanserinin etiyolojisi, genetik, çevresel, beslenme, hormonal ve kalıtsal faktörlerin karmaşık etkileşimiyle açıklanır. Risk faktörleri arasında aile öyküsü, obezite, sigara ve alkol kullanımı gibi değiştirilebilir faktörler, ayrıca erken menarş ve geç menopoz gibi değiştirilemez faktörler yer alır (Admounve Mayrovitz, 2022). (Tablo 2.1).

Tablo 2.1. Meme kanserinin değiştirilebilir ve değiştirilemeyen risk faktörleri (Łukasiewicz vd., 2021).

Değiştirilemeyen Faktörler	Değiştirilebilir Faktörler
Kadın cinsiyeti	Hormon replasman tedavisi
Yaşlılık	Dietilstilbestrol
Aile öyküsü (meme veya yumurtalık kanseri)	Fiziksel aktivite
Genetik mutasyonlar	Aşırı kilo/obezite
İrk/etnik köken	Alkol alımı
Hamilelik ve emzirme	Sigara içmek
Adet dönemi ve menopoz	Yetersiz vitamin takviyesi
Meme dokusunun yoğunluğu	Yapay ışığa aşırı maruz kalma
Daha önce meme kanseri öyküsü	İşlenmiş gıda alımı
Kanserli olmayan meme hastalıkları	Kimyasallara maruz kalma
Önceki radyasyon tedavisi	Diğer ilaçlar

Değiştirilemeyen Faktörler:

Kadın cinsiyeti, artan meme kanseri riskiyle ilişkilidir, çünkü kadınların meme hücreleri hormonlara karşı daha hassastır ve vakalarının büyük çoğunluğu, %99'a ulaşarak, kadınlarda görülür. Endojen cinsiyet hormonlarındaki değişiklikler de meme kanseri riskini artırır. Erkeklerde meme kanseri nadir olmakla birlikte kötü huylu tümörün vakalarının yalnızca %1'i erkekleri etkiler ancak teşhis konduğunda genellikle daha ileri seviyededir. Erkeklerde risk faktörleri arasında yaş, genetik mutasyonlar, hormon seviyeleri ve radyasyon maruziyeti bulunmaktadır (Łukasiewicz vd., 2021; Smolarz vd., 2022) Meme kanseri riski yaşla birlikte artmakta olup, vakaların %80'inden fazlası 50 yaşın üzerindeki bireylerde görülmektedir. 40 yaş altı hastalarda daha agresif ve tedaviye dirençli üçlü negatif meme kanseri yayginken, 70 yaş üstü hastalarda daha az agresif olan luminal A alt tipi öne çıkmaktadır. Kanser insidansı genel olarak yaşla artmakta olup, bu durum hücrel mutasyonların birikimi ve zamanla artan kanserojen maruziyeti ile ilişkilendirilmektedir. Bu bulgular, yaşa bağlı moleküler kanser alt tiplerinin belirlenmesi ve tedavi yaklaşımlarının yaş gruplarına göre optimize edilmesi açısından önem taşımaktadır (McGuire vd., 2015). Bir ailede meme kanseri öyküsü bulunması, meme kanseri riskinin artmasıyla yakından ilişkilidir. Meme kanseri tanısı alan hastaların %13-19'u, birinci derece akrabalarında da bu hastalığa rastlandığını bildirmektedir. Birinci derece akrabalar arasında meme kanseri vakalarının sayısındaki artışla birlikte risk de önemli ölçüde artmakta; bu risk, özellikle etkilenen akrabalar 50 yaşın altındaysa daha da yükselebilmektedir. Aile öyküsü olan tüm hastalarda yaşa bakılmaksızın meme kanseri insidansı belirgin şekilde daha yüksektir. Bu ilişki, epigenetik değişiklikler ve çevresel faktörlerin potansiyel tetikleyici rolüyle açıklanmaktadır. Ayrıca, özellikle BRCA1 ve BRCA2 mutasyonlarıyla karakterize edilen bir ailede over kanseri öyküsü de meme kanseri riskini artırabilmektedir (Łukasiewicz vd., 2021).

Bir genin değişikliğe uğraması, genetik mutasyon olarak adlandırılır. Bazı gen değişiklikleri, belirli kanser türlerinin gelişme olasılığını artırabilir. Ebeveynler, kalıtsal gen mutasyonlarını çocuklarına aktarabilirler. Meme kanserlerinin sadece küçük bir kısmı (%5-10) kalıtsal gen mutasyonlarından kaynaklanır. BRCA1 ve BRCA2, meme kanseri genleri olarak bilinir ve kanser hücrelerinin büyümesini düzenleme işlevleri nedeniyle tümör baskılayıcı genler olarak kabul edilirler. BRCA1 veya BRCA2 gen mutasyonları, bu genlerin kanser gelişimini kontrol etme yeteneklerini kaybetmesine neden olabilir. Bu mutasyonlar nadiren ortaya çıkar ve yaklaşık olarak 500 kişiden 1'inde görülür.

Mutasyona uğramış bir BRCA geni, hem erkekler hem de kadınlar tarafından ebeveynlerinden kalıtılabilir. Gen mutasyonunu taşıyan bir ebeveynin çocuğunun bu mutasyonu miras alma olasılığı %50'dir. Aynı şekilde, çocuğun mutasyonu miras almama olasılığı da %50'dir. Yapılan çalışmalara göre, BRCA1 veya BRCA2 gen mutasyonlarını miras alan kadınların yaşam boyu meme kanserine yakalanma riski %85'tir. Ayrıca, bu kalıtsal mutasyonları taşıyan kadınların hayatlarının daha erken dönemlerinde meme kanserine yakalanma olasılığı da daha yüksektir. BRCA gen mutasyonuna sahip olan kadınlar, bir memelerinde kanser olması durumunda diğer memelerinde de kansere yakalanma olasılığı daha yüksektir. Ayrıca, BRCA gen mutasyonuna sahip bir kadının her yaşta over (yumurtalık) kanserine yakalanma riski de artar (Obeaguve Obeagu, 2024). Amerikan çalışmaları, siyahi kadınların 40 yaş öncesinde beyaz kadınlara göre daha yüksek meme kanseri insidansına sahip olduğunu, ancak 50 yaş sonrasında bu oranın düştüğünü göstermektedir. Ayrıca, siyahi kadınlarda beyaz kadınlara kıyasla daha olumsuz biyolojik tümör özelliklerinin daha sık görüldüğü rapor edilmiştir (Alex A Daly Rachel Rolphve Copson, 2021). Meme yoğunluğu, meme kanseri risk faktörleri arasında önemli bir unsur olup genetik bir temele dayanır. Yoğun meme dokusuna sahip bireylerde meme kanseri gelişme riski artarken, mamografi görüntülemesi de daha zor hale gelir. Yoğun dokunun mamografide tümörler gibi beyaz görünmesi, tümör tespitini güçleştirir. Bu durum, özellikle yoğun meme dokusuna sahip bireylerde, ek görüntüleme yöntemlerinin kullanılmasını gerektirebilir (Obeaguve Obeagu, 2024). Kişisel meme kanseri öyküsü, memelerde yenilenen kanserli lezyonlar için daha büyük bir risk ile ilişkilidir. Radyoterapi sonrası ikincil malignitelerin gelişme riski, hastanın yaşı ve genetik yatkınlık gibi bireysel faktörlere bağlıdır. Özellikle 30 yaşından önce radyoterapi uygulanan hastalarda meme kanseri gelişme riski daha yüksektir. Tedavi tekniğinin seçimi, ikincil kanser riskini azaltmada önemli bir rol oynar; tangensiyel alan IMRT gibi daha düşük riskli yöntemler tercih edilmelidir. Radyoterapi alan bireylerde ailede meme kanseri öyküsünün bulunması, bu riski daha da artırabilir. Ancak ek dozda radyasyon uygulamasının lokal nüks oranlarını düşürebileceğine dair bulgular da mevcuttur (Łukasiewicz vd., 2021).

Değiştirilebilir Faktörler:

Hamilelik sırasında dietilstilbestrol (DES) alımının hem anne hem de çocuklarda meme kanseri riskini artırabileceğine dair çalışmalar, tutarsız sonuçlar vermektedir ve

daha fazla araştırma gerekmektedir. Meme kanseri riski, DES kullanım süresi ve dozuyla birlikte artmakta olup, bu risk 40 yaş üzerindeki kadınlarda belirgin şekilde yükselmektedir. Ayrıca, hormon replasman tedavisi (HRT) ve bazı antidepresanların uzun süreli kullanımı meme kanseri riskini artırabilir. Özellikle uzun süreli antibiyotik kullanımı, özellikle tetrasiklinler, meme kanseri riskini artırabilmektedir. Ancak, hipertansiyon ilaçları, non-steroidal anti-inflamatuvar ilaçlar (NSAID) ve statinlerle ilgili meme kanseri riski konusunda veriler hala belirsizdir (Alex A Daly Rachel Rolphve Copson, 2021; Vinogradova vd., 2020; Wernli vd., 2009).

Yaşam tarzı, meme kanseri riskleriyle yakından ilişkilidir ve bu faktörler arasında kilo, alkol tüketimi, sigara kullanımı, fiziksel aktivite, psikolojik faktörler ve diyet yer alır. Özellikle, obezite postmenopozal kadınlarda meme kanseri riskini artırırken, premenopozal kadınlarda meme kanseri riskini azalttığı gözlemlenmiştir. Alkol tüketimi, küresel ölçekte önemli bir değiştirilebilir risk faktörüdür ve günde 15-30 gram alkol (1-2 içki) tüketimi, meme kanseri riskini %30-50 oranında artırmaktadır. Uzun süreli sigara içme, mevcut sigara içenler ve 10 yıldan fazla sigara içen kadınlar için meme kanseri riskini %10 oranında artırabilir. Pasif içicilik de, özellikle ER+/PR+ çift pozitif meme kanseri riskini artırmaktadır (Luo vd., 2022).

Meme kanseri risk faktörleri arasında obezite önemli bir yer tutmaktadır. Obezite, postmenopozal kadınlarda özellikle steroid-reseptörlü meme kanseri gelişme riskini artırırken, premenopozal kadınlarda hormon bağımlı meme kanseri riskini azaltıcı bir rol oynayabilir. Ancak, premenopozal obez bireylerde üçlü negatif meme kanseri riski artmaktadır. Bu durum, obezite ve meme kanseri alt tipleri arasındaki kompleks etkileşimi yansıtmaktadır (Smolarz vd., 2022) Haftalık 150 dakika orta-yüksek şiddetli fiziksel aktivite, kanserden korunma amacıyla önerilmektedir. Menopoz durumu, fiziksel aktivitenin premenopozal ve postmenopozal meme kanseri riskine farklı biyolojik mekanizmalarla etki edebileceği için önemlidir. Özellikle premenopozal meme kanseri için bu mekanizmalar netleşmemiştir, ancak yapılan incelemeler postmenopozal meme kanseri riskinin fiziksel aktivite ile azaldığını göstermekte, premenopozal risk için kanıtlar sınırlı kalmaktadır (Chen vd., 2019). Ancak mevcut veriler, artan egzersiz yoğunluğu ve süresi ile meme kanseri riskinin azaldığını göstermektedir. Premenopozal ve postmenopozal riskleri birlikte ele alan çalışmalar, yüksek yoğunluklu aktivitelerin düşük yoğunluklu aktivitelere kıyasla daha fazla risk azalması sağladığını bulmuştur. Haftalık egzersiz miktarı ve metabolik eşdeğer görev saatleri üzerine yapılan meta-

analizler, artan yoğunluk ve süre ile meme kanseri riskinin azaldığını doğrulamaktadır. Bu bulgular, özellikle daha genç nüfusun, yüksek yoğunluklu egzersizlere katılarak meme kanseri riskini azaltabileceğini göstermektedir (Alex A Daly Rachel Rolphve Copson, 2021).

Önleyici Tedbirler:

Yaş ve risk faktörlerine göre düzenli mamografi ve tarama teşvik edilmesi, meme kanserinin erken teşhisini sağlayarak tedavi sonuçlarını iyileştirir. Dengeli beslenme, düzenli egzersiz, alkol tüketiminin sınırlandırılması, sigaradan kaçınma ve sağlıklı kilonun korunması gibi sağlıklı yaşam tarzı önerileri, meme kanseri riskini azaltmada önemli bir rol oynar. Ek olarak, emzirme meme kanserine karşı koruyucu etkiler göstermektedir ve bu durum, bir önleyici tedbir olarak teşvik edilmelidir.

Meme kanseri riskleri, belirtileri ve erken teşhisin önemi hakkında kapsamlı ve erişilebilir eğitim sağlanması, bireyleri proaktif adımlar atma ve zamanında tıbbi yardım arama konusunda güçlendirir. Aile geçmişi veya BRCA1/BRCA2 gibi bilinen genetik mutasyonları olan kişiler için genetik danışmanlık ve testler, risklerin değerlendirilmesine ve önleyici tedbirler hakkında bilinçli kararlar alınmasına yardımcı olur. Özellikle menopoz semptomları için hormon tedavileri konusunda riskler dikkate alınmalı ve alternatif tedavi seçenekleri sağlık uzmanlarıyla görüşülmelidir. Bu çok yönlü yaklaşım, meme kanserinin önlenmesi, erken teşhisi ve yönetiminde kritik bir rol oynamaktadır (Obeaguve Obeagu, 2024).

2.4.2. Meme kanserinde tedavi

Meme kanserinde modern tedavi multimodaldir; cerrahi rezeksiyon (sentinel lenf nodu biyopsisi veya aksiller diseksiyon ile meme koruyucu cerrahi ya da mastektomi), radyoterapi (bölgesel nodal radyoterapili veya radyoterapisiz), kemoterapi, anti-HER2 tedavisi ve/veya endokrin tedaviyi içerebilir.

2.4.3. Cerrahi tedaviler

Meme kanserinin cerrahi tedavisinde, tümörün büyüklüğüne, kanserin evresine, konumuna ve hastanın genel sağlık durumuna bağlı olarak farklı cerrahi yaklaşımlar kullanılır. Temel cerrahi tedavi seçenekleri şunlardır:

Mastektomi: Meme dokusunun tamamının çıkarılması ve dolayısıyla tümörün çıkarılmasının bir kombinasyonunu içerir.

- **Basit Mastektomi:** Tüm meme dokusu çıkarılır ancak kas dokusu korunur.
- **Modifiye Radikal Mastektomi:** Meme dokusuyla birlikte, koltuk altı lenf düğümleri de alınır.
- **Radikal Mastektomi:** Meme dokusu, pektoral kaslar ve koltuk altı lenf düğümlerinin çıkarıldığı, daha kapsamlı bir ameliyattır. Ancak, günümüzde nadiren uygulanır (Smolarz vd., 2022).

Lumpektomi (Geniş Lokal Eksizyon): Bu prosedürde, meme tümörü ve etrafındaki bir miktar sağlıklı doku çıkarılır. Bu yaklaşım, meme dokusunun büyük bir kısmını korumayı amaçlar ve genellikle erken evre meme kanserinde tercih edilir. Çalışmalar, total mastektomi ve lumpektomi artı ışınlamanın nüksetmesiz ve genel sağkalım açısından eşdeğer olduğunu göstermektedir (Burguin vd., 2021; Schnitt vd., 2020).

Sentinel Lenf Nodu Biyopsisi (SLNB) ve Aksiller Lenf Nodu Diseksiyonu (ALND): Sentinel lenf nodu, meme kanserinden lenfatik sistem yoluyla ilk yayılan lenf düğümüdür. SLNB, bu lenf düğümünün çıkarılıp incelenmesi işlemek ve kanserin lenf bezlerine yayılıp yayılmadığını belirlemek için yapılır. Ameliyat öncesinde meme dokusuna bir radyoaktif madde veya mavi boya enjekte edilir. Bu madde lenf yolları boyunca ilerler ve sentinel lenf nodunu işaretler. Cerrah işaretli lenf nodunu çıkarır ve patolojik incelemeye gönderir. SLNB, meme kanseri erken evrede olan ve lenf bezlerinde yayılım belirtileri olmayan hastalarda kullanılır (Ahmed vd., 2014).

Aksiller Lenf Nodu Diseksiyonu (ALND): Koltuk altındaki (aksiller) tüm veya belirli bir grup lenf bezlerinin cerrahi olarak çıkarılması işlemidir. Kanser lenf bezlerine yayılımını kontrol altına almak ve tedavi etmek amacıyla uygulanır. Koltuk altındaki lenf nodlarının belirli bir seviyesi (I, II veya III) çıkarılır. Hangi seviyenin çıkarılacağı, tümörün yayılımına bağlıdır. Sentinel lenf nodunda kanser tespit edilen hastalarında ve lenf bezlerinde yayılımın açıkça görüldüğü ileri evre meme kanseri vakalarında uygulanır (Burguin vd., 2021).

2.4.4. Kemoterapi

Kemoterapi, kanser tedavisinde kullanılan ve vücutta hızla çoğalan hücreleri hedef alan ilaçların genel adıdır. Sistemik bir tedavi yöntemi olarak, vücudun tamamında dolaşarak kanserin yayıldığı bölgelerdeki hücreleri yok etmeyi amaçlar. Neoadjuvant ve adjuvant kemoterapi, erken evre meme kanseri tedavisinde farklı amaçlar için kullanılan stratejilerdir ve her birinin kendine özgü avantajları vardır. Neoadjuvant Kemoterapi, ameliyat öncesinde tümör boyutunu küçültmek, cerrahi müdahaleyi kolaylaştırmak amacıyla yapılır. Tümör yanıtını değerlendirme fırsatı sunar. Tümör tamamen gerilerse (patolojik tam yanıt- pCR), bu genellikle daha iyi bir prognoza işaret eder.

Cerrahi sırasında aksiller lenf nodu diseksiyonu yerine sentinel lenf nodu biyopsisi gibi daha az invaziv prosedürlere olanak tanıyabilir. Özellikle üçlü negatif meme kanseri (TNBC) ve HER2-pozitif meme kanserinde etkili olup, daha agresif alt tiplerde hastalığın sistemik kontrolüne katkı sağlar. Adjuvant Kemoterapi, ameliyat sonrası mikro metastatik hastalığı ortadan kaldırarak nüks riskini azaltmak amacıyla uygulanır. Hastalığın evresi ve tümör özelliklerine göre tedavi düzenlenir. Tümörün ameliyat öncesi tedavi yanıtı yerine patolojik özelliklere göre sistemik tedavi kararları verilir. Daha az agresif hastalık tiplerinde genellikle tercih edilir. Her iki tedavi de erken evre meme kanserinde hastalık nüksünü ve ölüm oranını benzer şekilde azaltabilir (Montemurro vd., 2020).

2.4.5. Hipofraksiyonel radyoterapi (HFRT)

Hipofraksiyonel radyoterapi, meme kanseri tedavisinde kullanılan, daha yüksek dozlarda ancak daha az sayıda fraksiyon (tedavi seansı) ile uygulanan bir radyoterapi yöntemidir. Geleneksel fraksiyonasyon, pazartesten cumaya, günlük bir fraksiyon halinde, her fraksiyonda 1,8-2 Gy doz uygulanarak gerçekleştirilen tedavi protokolünü ifade eder. Hipofraksiyonasyon ise, fraksiyon başına >2 Gy doz uygulanması olarak tanımlanır (Brand vd., 2022). Geleneksel radyoterapi rejimlerinde genellikle haftada 5 gün olmak üzere 5-7 hafta süresince toplamda 25-30 fraksiyon uygulanırken, HR toplam tedavi süresini 3-4 haftaya indirir ve genelde 15-20 fraksiyona bölünmüş daha yüksek günlük dozlarla uygulanan geleneksel radyoterapiye alternatiftir (Woodward vd., 2021). Adjuvan (cerrahi operasyon sonrası) radyoterapi meme kanseri tedavisinde lokal nüksü ve mortaliteyi azaltmak amacıyla rutin olarak uygulanır. Genellikle meme koruyucu

cerrahiden (MKC) sonra verilir ve hastalarda nüks riski yüksekse modifiye radikal mastektomiden sonra da verilebilir. Meme koruyucu cerrahiden sonra, ilgili memeye adjuvan radyoterapi, progresyonsuz (ilerlemesiz) sağ kalımı önemli ölçüde artırır. Kemoterapi ile eş zamanlı radyoterapi önerilmez; hormonal tedavi radyoterapi ile birlikte veya sonrasında başlanabilir (Hennequin vd., 2022). Birçok çalışma, HR'nin erken evre meme kanserinin tekrarını azaltmada geleneksel radyoterapi kadar etkili olduğu, hasta zamanı ve maliyet açısından avantajlar sunar (Hennequin vd., 2019). HR toplam fraksiyon sayısını azaltarak genel tedavi süresini azalttığından hastaların yaşam kalitesini artırabilir ve sağlık sistemine olan yükü azaltır. Daha kısa tedavi süreleri hastaların günlük yaşamlarına daha hızlı dönmelerine olanak tanır ve tedaviye uyumu artırabilir (Marta vd., 2020).

2.5. Meme Kanseri ve Progresif Direnç Antrenmanı

Progresif direnç antrenmanı (PDA), serbest ağırlık veya direnç bantları kullanılarak iskelet kaslarını belirli bir yoğunlukta (8-15 tekrar) nöromüsküler yorgunluk seviyesine (uygun tekniğin korunmadığı nokta) ulaşmayı hedefleyen bir antrenman yöntemidir. Antrenman seansları fizyolojik süperkompansasyona (pozitif adaptasyon) optimize etmek için 48-72 saatlik toparlanma dönemleri gereklidir. Adaptasyonun devamı için antrenmanın yoğunluğu, antrenmanın hacmi ve egzersiz türleri antrenman rejimi boyunca kademeli olarak arttırılır ve değiştirilir. Adaptasyon platolarının önüne geçmek ve uzun vadeli sağlık ve performansı sürdürmek amacıyla, PDA değişkenlerinde periyodik düzenlemeler yapılması önerilir. Meme kanseri tedavisinin yan etkileri göz önüne alındığında PDA'nın fiziksel performansa ve yaşam kalitesine fayda sağlayabileceği mantıklıdır (B. Cheema vd., 2008; B. S. Cheema vd., 2014). Direnç antrenmanı, kolda lenfödem oluşturabileceği yönündeki yanlış inanışlarla daha az tercih edilse de kas-iskelet sistemi, yorgunluk ve yaşam kalitesi üzerinde önemli faydalar sağlamaktadır. Meme kanseri tedavisinden sonra kas güçlendirme egzersizleri daha yaygın şekilde önerilmektedir, ancak uygulanma detayları konusunda henüz standart bir rehber bulunmamaktadır (Montaño-Rojas vd., 2020).

İdeal direnç egzersizi programı bireye göre değişiklik gösterecektir. Amerikan Spor Hekimliği Koleji (ACSM), kas gücünü en üst düzeye çıkarmak için 8-12 tekrar, %60-70 yoğunluk ve en az 8 ardışık hafta boyunca haftada 2-3 günlük bir sıklık önermektedir.

Yüklenen ağırlık, hastanın 8-12 tekrardan oluşan bir seti zorlanmadan tamamlayabilmesi için yeterince zorlayıcı olmalıdır (Swainve Brawner, 2014).

Kas Gücü: PDA, hem akut tedavi sırasında hem de sonrasında kas gücünde önemli iyileşmelere yol açar. Literatürdeki çalışmalar, tedavi sırasında ve sonrasında meme kanseri hastalarında kas gücüyle ilgili PDA'nın etkinliğini vurgulamaktadır.

Kanserle Bağlı Yorgunluk (KBY): RE, KBY'yi azaltmada etkilidir, ancak etki büyüklüğü egzersiz yoğunluğuna bağlı olabilir. PDA'nın KBY'yi tedavi etmede etkili olduğu bulunmuştur, ancak son 10 yılda saf PDA çalışmaları yetersiz olmakla birlikte etki büyüklükleri görünüşe göre egzersiz yoğunluğuna bağlıdır (Gerland vd., 2021).

Yaşam Kalitesi: PDA, yaşam kalitesini olumlu yönde etkilediği ve genel sağlık, fiziksel işlevsellik ve yorgunluğu iyileştirdiği yönündedir. Tedavi gören bu hastalar için bu tür bir eğitim müdahalesinin ölçülen sonuçları çoğunlukla yaşam kalitesi üzerindeki etkiye odaklanmış ve bunu lenfödem, yorgunluk ve vücut kompozisyonu üzerindeki etkiler izlemiştir (Montaño-Rojas vd., 2020).

Lenfödem: Çalışmalar, lenfödem gelişmesinin kesin nedenleri ve patolojisi çok faktörlü ve tam olarak anlaşılmadığından, direnç egzersizinin lenfödem şiddetini azaltıp azaltmadığı konusunda kesin bir sonuç vermemiştir. Bazı çalışmalar PDA'nın lenfödem insidansını azalttığını, hatta direnç egzersizinin lenfödem semptomlarının sayısını ve ciddiyetini azaltabileceğini gösterirken, diğerleri önemli bir etki bulamamıştır. PDA'nın lenfödem hastalarında güvenli olduğunu ve semptomları kötüleştirmedeğini gösteren kanıtlar vardır (Chan vd., 2010; Hasenoehrl vd., 2020).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Araştırma Grubu

Bu çalışma, ön test- son test karşılaştırmalı, ameliyatsız kol-sağlıklı kol omuz kas performansı ve yan etki değerlendirmesiyle kontrollü bir boylamsal tasarım izlemiştir. Çalışma grubunu, Eskişehir Şehir Hastanesi Radyasyon Onkolojisi Kliniği tarafından takip edilen ve radyoterapi tedavisi alan 31 (evre “1-3”) meme kanseri hastası oluşturmuştur. Katılımcılara ait demografik bilgiler ve klinik değişkenler Tablo 3.1’de gösterilmiştir. Hastalar rastgele şekilde egzersiz grubuna (EG, n=15) veya kontrol grubuna (CG, n=16) ayrılmıştır. Katılımcılar çalışmanın muhtemel fayda ve riskleri hakkında bilgilendirilmiş ve bilgilendirilmiş olur formunu okuyup imzalamışlardır. Çalışma gerçekleştirilirken Helsinki Bildirisi ile aynı doğrultuda ilerlenilmiştir. Bu çalışma Eskişehir Teknik Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu tarafından (01.02.2022- 55766) uygun bulunmuştur.

Tablo 3.1. Katılımcılara ait demografik bilgiler ve klinik değişkenler.

		EG n=15	KG n=16	P value
Yaş		44,4±7,27	44,75±6,59	0.8891
BMI (kg/m ²)		27,16±4,60	27,07±5,14	0.9598
Menopoz Durumu	Primary	10	12	0.6235
	Secondary	5	4	
	No	0	0	
Primary Surgery	MRM	5	3	0.3705
	MKC	10	13	
	AD	9	11	
Axillary Intervention	SLND	6	5	0.6249
T Stage	T1	7	7	
	T2	8	9	
	T3	0	0	0.8757
	T4	0	0	
N Stage	N0	8	11	
	N1	5	2	0.7236
	N2	2	3	
	N3	0	0	
Radyasyon Bölgesi	Göğüs duvarı	13	5	NA
	Supra	7	7	
	Aksilla	7	7	
	Meme	10	13	
Kemoterapi Durumu	Neo-Adjuvan	4	4	0.3062
	Adjuvan	6	11	
	None	5	1	

MRM: Modifiye radikal mastektomi, MKC: Meme koruyucu cerrahi, AD: Aksiller diseksiyon, SLND: Sentinel lenf nodu diseksiyonu, BMI: Beden kitle indeksi.

3.2. Katılımcıların Araştırmaya Dahil Edilme/Edilmeme Kriterleri

Araştırmaya meme kanseri nedeni ile ameliyat (modifiye radikal mastektomi veya meme koruyucu cerrahi-lumpektomi) ve aksiller diseksiyon ya da sentinel lenf nodu diseksiyonu yapılmış, ameliyattan sonra en az üç ay geçmiş, hastalık evresi 1-3 arasında olan hastalar dahil edilmiştir. Katılmaya gönüllü olanlarda sinir-kas ya da kas-iskelet bozukluğu/hastalığı olmama kriteri aranmıştır. Metastatik evre, nüks, bilateral olan ya da etkilenen kolda daha önce herhangi bir patolojik sorunu olan hastalar çalışmaya dahil edilmemiştir.

3.3. Araştırma Tasarımı

Çalışmaya ait tüm ön test ve son test ölçümleri, Eskişehir Teknik Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi Hareket ve Motor Kontrol Laboratuvarında gerçekleşmiştir. EG'deki hastalar, üç hafta boyunca her gün radyoterapi almış ve haftada üç gün egzersiz yapmıştır. CG'deki katılımcılar ise yalnızca radyoterapi almıştır. EG'ye Spor Bilimleri Fakültesi mezunu aynı zamanda, Türkiye Jimnastik Federasyonu'ndan onaylı, Pilates antrenörlüğü belgesine sahip spor uzmanı tarafından egzersiz programı uygulanmıştır. Egzersizin içeriği 10 dakika ısınma (koşu bandında yürüme), 30 dakika elastik direnç bantları ve 10 dakika soğuma egzersizleri olmak üzere toplam 50 dakika yapılmıştır. Hipofraksiyonel radyoterapinin yan etkilerini değerlendirmek için Yaygın Terminoloji Kriterleri Advers Olaylar (CTCAE) kullanılmıştır. M. Pectoralis Major (pars sternocostalis) ve M. Deltoideus pars clavicularis kas aktiviteleri yüzeysel EMG ile kaydedilmiş ve omuz iç/dış rotasyonu için izokinetik dinamometre ile senkronize edilmiştir.

3.4. Verilerin Toplanması

3.4.1. İzokinetik test

Omuz iç ve dış rotasyon torkları, izokinetik dinamometre (IsoMed 2000, D&R, Ferstl, Hemau, Almanya) kullanılarak artromüsküler fonksiyonu değerlendirmek için ölçülmüştür. Katılımcılar, uygun vücut pozisyonunu korumak için bir kemerle cihaza sabitlenmiştir. 1.047 rad/s ve 2.094 rad/s açısal hızlarda (konsantrik-konsantrik ve eksantrik-eksantrik mod) bilateral omuz dış ve iç rotasyonu için maksimal izokinetik test gerçekleştirmiş ve tüm setler arasında üç dakika dinlenmiştir. Katılımcılar dik oturma pozisyonunda omuz 40⁰ abduksiyonda, 40⁰ anteversiyonda ve dirsek 90⁰ fleksiyonda iken

90° – 190° (100° hareket aralığı) omuz dış ve iç rotasyonlarını gerçekleştirmiştir. Dinamometrenin dönme eksenini, önceden belirlenmiş hareket aralığı boyunca pasif yönlendirmenin gövde veya omuz kuşağında aşırı harekete yol açmayacağı şekilde omuz iç ve dış rotasyonunun ana eksenine uygun olarak ayarlanmıştır. Ölçüm sırasında yerçekimi telafisi üreticinin standart prosedürünü izlemiştir (Klassen vd., 2017; Liszkave Samborski, 2018). Testin geçerliliğini ve güvenilirliğini artırmak amacıyla denekler dinamometre ortamına ve test prosedürlerine alışmak için test ortamlarında birkaç deneme gerçekleştirmiştir (Alt vd., 2014).

Tanımlanan dinamik ortamlardaki gerçek ölçümlerin yanı sıra, hastalar maksimum iç ve dış rotasyon pozisyonu arasında bir pozisyonda izometrik koşullar altında maksimum istemli kasılmaların (MİK) üç tekrarını gerçekleştirmiştir. Her bir MİK denemesinde, katılımcıdan 6 saniye boyunca tüm eforu göstermesi istenmiş, ilk ve son saniyeler çıkarılmış ve kalan 4 saniye işlenmiştir. İşlenen 4 saniyelik veride ulaşılan en yüksek değer MİK olarak raporlanmış ve kas aktivasyonunu normalleştirmek için kullanılmıştır (Besomi vd., 2020). Sıra yanlılığını önlemek için, izometrik ve dinamik ayarlar karışık bir sırada gerçekleştirilmiştir. Her katılımcı için, ölçümler sırasında maksimal kasılmayı teşvik etmek için standartlaştırılmış sözlü teşvikler verilmiştir (Harput vd., 2022).

3.4.2. EMG verileri

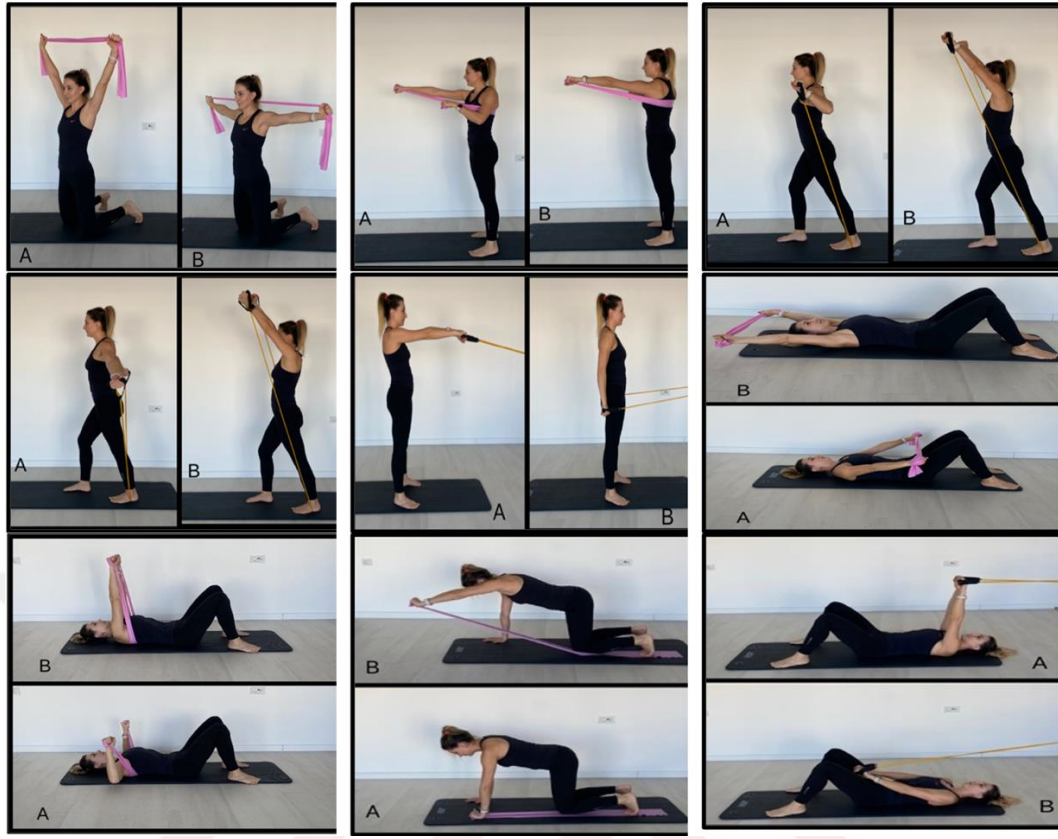
Kablosuz yüzey EMG sistemi (Ultium EMG, Noraxon USA Inc., Scottsdale, AZ, ABD) katılımcıların her iki kolundaki m. pectoralis major (pars sternocostalis), m. deltoideus pars clavicularis'in aktivite verilerini toplamak için kullanılmıştır. EMG ve kuvvet sinyalleri bir analog giriş sistemi (16 kanallı BNC, Noraxon USA Inc. Scottsdale, AZ) kullanılarak senkronize edilmiştir. Kuvvet verileri 1500Hz'de örneklenmiş ve EMG verileriyle eşleşmesi için 2000 veri noktasına yeniden örneklenmiştir. Elektrotları cilde yerleştirmeden önce bölge tıraş edilmiş, ölü deriyi, yüzeysel yağ tabakalarını ve nemi gidermek için etil alkol ile temizlenmiştir. Tek kullanımlık Ag/AgCl (gümüş/gümüş klorür) kendinden yapışkanlı jel elektrotlar (Ambu WhiteSensor WSP25), elektrotlar arasında sabit 2 cm merkezden merkeze aralık olacak şekilde ana kas lifi yönelimine paralel olarak yerleştirilmiştir. Ölçümlerden önce, denek rahat bir pozisyondayken sinyalin gürültüsü ve paraziti görsel olarak incelenmiştir (Besomi vd., 2020; Criswell, 2010; Darendeli vd., 2023).

3.4.3. Egzersiz uygulamaları

Amerikan Spor Hekimliği Koleji, kas gücünü en üst düzeye çıkarmak için 8-12 tekrar, %60-70 yoğunluk ve en az 8 ardışık hafta boyunca haftada 2-3 gün sıklık önermektedir (Swain ve Brawner, 2014). Katılımcılar, hareket ve antrenman bilimi alanında bir spor uzmanı tarafından hazırlanan egzersiz programı ile üç hafta boyunca haftada üç gün çalışmaya katıldılar. Egzersiz seansları üst ekstremité ve pektoral bölge için ve 50 dakika olarak planlanmıştır. Bununla birlikte, seanslar her bir meme kanseri hastası için ihtiyaçlarını karşılamak ve hedeflerine ulaşmak için bireyselleştirilmiştir. Seanslar genel olarak 10 dakikalık ısınma rutinini, 40 dakikalık elastik direnç bantları egzersizlerini ve 10 dakikalık esneme ve soğuma egzersizleri olarak planlanmıştır. Germe ve soğuma egzersizleri, üst ekstremitéyi vurgulayan statik germeler şeklinde gerçekleştirilmiştir (Tablo 3.2.). Direnç band egzersiz programının içeriği şekil 3.1'de gösterilmiştir. Araştırmalardan elde edilen kanıtlar, elastik bir bantla direnç antrenmanının makine direnç antrenmanına benzer güç kazanımları sağladığını göstermiştir (Andersen vd., 2010; Lopes vd., 2019). Bununla birlikte, direnç bantları uygun, düşük maliyetli ve yaygın olarak bulunan bir seçenektir, bu da hastaların egzersiz programları bittikten sonra bile spor salonuna gitmeden öğrendikleri hareketleri uygulamalarını kolaylaştırır. OMNI algılanan efor ölçeği, katılımcılar arasındaki toplam direnç (yük) miktarını normalleştirmek için kullanılmıştır (Colado vd., 2014). Colado ve arkadaşları ölçeğin seanslar arası güvenilirliğinin 0,72 ila 0,76 arasında değiştiğini bulmuştur (Colado vd., 2012).

Tablo 3.2. *Egzersiz programı*

EGZERSİZ PROGRAMI		
1.Hafta	1. Egzersiz	Isınma (10dk) Direnç bant egzersizleri (2x6-8 tekrar) Germe egzersizleri (10dk)
	2. Egzersiz	Isınma (10dk) Direnç bant egzersizleri (2x6-8 tekrar) Germe egzersizleri (10dk)
	3. Egzersiz	Isınma (10dk) Direnç bant egzersizleri (2x6-8 tekrar) Germe egzersizleri (10dk)
2.Hafta	1. Egzersiz	Isınma (10dk) Direnç bant egzersizleri (2x8-10 tekrar) Germe egzersizleri (10dk)
	2. Egzersiz	Isınma (10dk) Direnç bant egzersizleri (2x8-10 tekrar) Germe egzersizleri (10dk)
	3. Egzersiz	Isınma (10dk) Direnç bant egzersizleri (2x8-10 tekrar) Germe egzersizleri (10dk)
3.Hafta	1. Egzersiz	Isınma (10dk) Direnç bant egzersizleri (2x10-12 tekrar) Germe egzersizleri (10dk)
	2. Egzersiz	Isınma (10dk) Direnç bant egzersizleri (2x10-12 tekrar) Germe egzersizleri (10dk)
	3. Egzersiz	Isınma (10dk) Direnç bant egzersizleri (2x10-12 tekrar) Germe egzersizleri (10dk)



Şekil 3.1. Direnç band egzersizlerinin yapılış sırası (A/B) gösterilmektedir.

3.5. Verilerin Analizi

3.5.1. İzokinetik ve EMG verilerinin analizi

İzokinetik tork sinyali, 20Hz'lik bir kesme frekansında dördüncü dereceden Butterworth algoritması kullanılarak düşük geçirgenli filtre kullanıldı. Maksimum tork her kasılma koşulu için ve iç ve dış rotasyon ve her iki ön ayarlı dinamometre hızı için ayrı ayrı belirlendi. Ek olarak, fonksiyonel kontrol oranı maksimum eksantrik iç rotasyon torkunun maksimum konsantrik iç rotasyon torkuna bölünmesiyle hesaplandı (Andrade vd., 2010).

EMG sinyal verileri myoMuscle yazılımı (Noraxon USA Inc. Scottsdale, AZ) kullanılarak işlenmiştir. EMG sinyalleri, kesme frekansı 20Hz olan yüksek geçişli Butterworth ikinci dereceden filtre ile işlendi. Kardiyak artefaktlar azaltıldı ve sinyaller yumuşatıldı (kök-ortalama-kare; pencere genişliği: 100 milisaniye)(Drakeve Callaghan, 2006). Veri pencereleri, test sırasında senkronize izokinetik cihazdan alınan sinyallerin iç ve dış rotasyon fazlarına göre belirlendi. Her kas ve her katılımcı için EMG verilerinin denemeler boyunca ortalaması alınan tepe değerleri, her egzersiz için tamamlanan 3

tekrardan oluşan 3 set üzerinden alındı. Bu EMG verileri normalize edilmiş ve MİK'lerin yüzdesi olarak ifade edilmiştir. Her bir MİK için, 6 saniyenin en yüksek 2,5 saniyesine ait ortalama EMG değeri hesaplandı. Normalizasyon için maksimum 3 deneme kullanıldı.

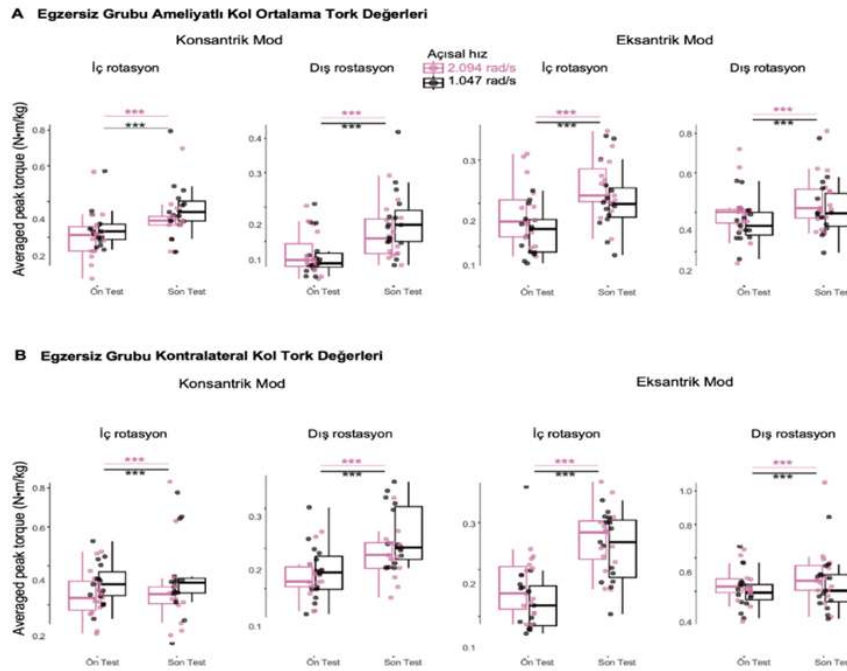
3.5.2. İstatistiksel analiz

Tüm istatistiksel analizler R-studio'da (sürüm 4.3.1) gerçekleştirildi. Veri dağılımının normalliğini test etmek için Shapiro-Wilk testi kullanıldı. Denemeler boyunca ortalaması alınan tork (N-m/kg) ve tepe torku EMG genlik verileri, p değerlerini tahmin etmek için Satterthwaite yöntemiyle doğrusal karma modeller (lmerTest paketi) kullanılarak analiz edildi. Sonuç değişkenleri karşılaştırılırken p değerlerine Bonferroni düzeltmesi uygulandı. Tork verileri için modelde denek rastgele bir faktör olarak yer alırken grup, zaman, kol, açısal hız ve kasılma tipi sabit faktörler olarak alındı. EMG verileri için model, tork verileri modeli ile aynı faktörleri içeriyordu, ayrıca kas modele sabit bir faktör olarak eklendi. Kollineerlik, rastgele etkilerin normalliği ve varyansın homojenliği teyit edildi. EMG verileri log-transformasyona tabi tutuldu. Kuvvet veya EMG verilerinde ařırđ u değerlere rastlanılmadı. EG ve KG'nin tanımlayıcı ve klinik değişkenleri arasındaki farkları incelemek için bağımsız örnekleme t-testi kullanıldı. EG ve KG arasındaki CTCAE farklılıklarını değerlendirmek için ki-kare testi kullanıldı.

4. BULGULAR

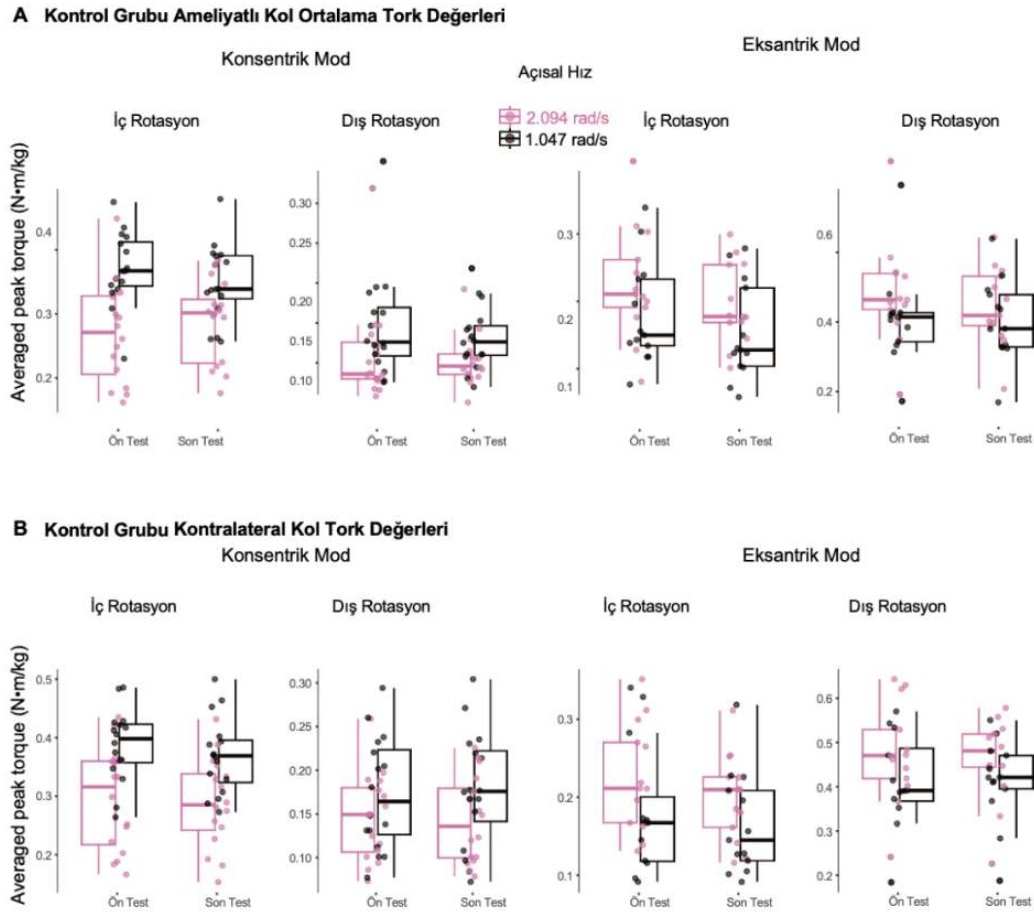
EG ve KG gruplarından toplam 31 meme kanserli kadının verileri analiz edilmiştir. Çalışma sonuçlarının tanımlayıcı ve klinik değişkenleri Tablo 3.1'de gösterilmiştir. EG grubundaki kadınların ortalama yaşı $44,4 \pm 7,27$ yıl ve ortalama beden kitle indeksi $27,16 \pm 4,60$ kg/m² idi. KG grubundaki kadınların yaş ortalaması $44,75 \pm 6,59$ yıl ve ortalama beden kitle indeksi $27,07 \pm 5,14$ kg/m² idi. Gruplar demografik özellikler ve tedavi açısından farklılık göstermemiştir ($p > 0,05$).

Egzersiz müdahale grubunda (EG), 1.047 rad/s ve 2.094 rad/s açısal hızlarda gerçekleştirilen omuz iç ve dış rotasyonu sırasında üretilen eksantrik ve konsantrik mod tork değerleri (N·m/kg), kontrol grubuna kıyasla istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha fazla artış göstermiştir ($p < 0.05$). Bununla birlikte, omuz iç ve dış rotasyonunda, cerrahi taraf ve kontralateral taraf kollar arasında egzersiz grubu lehine anlamlı farklılıklar belirlenmiştir (Şekil 4.1). Bu sonuçlar, uygulanan progresif direnç antrenmanının kas kuvvetinde anlamlı bir iyileşme sağladığını ve fonksiyonel asimetriyi azalttığını göstermektedir.



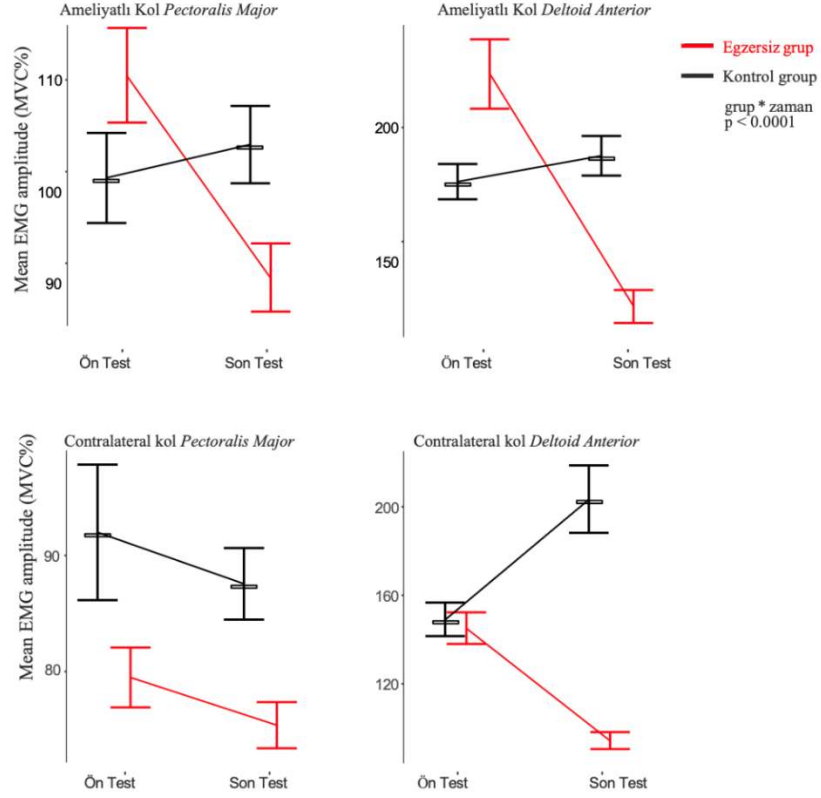
Şekil 4.1. Egzersiz müdahalesinden önce ve sonra (x eksen) iki açısal hızda (renk kodlu) iç ve dış omuz rotasyonu sırasında üretilen eksantrik ve konsantrik mod torku (N·m/kg) göstermektedir. Her nokta, bir denek için denemeler boyunca ortalaması alınan tepe torkunu temsil etmektedir. Y eksen sekiz panel boyunca değişmektedir. Üstteki dört panel (A) egzersiz grubundaki hastaların ameliyatlı kol için denemeler boyunca ortalaması alınan tepe torkunu gösterirken, alttaki dört panel (B) hastaların kontralateral kolu için denemeler boyunca ortalaması alınan tepe torkunu göstermektedir. İstatistiksel karşılaştırmaların açısal hız, görev, mod ve uzunlukta yapıldığına dikkat edilmelidir. *** $p < 0.0001$.

Kontrol grubu (KG) incelendiğinde, hem 1.047 rad/s ve 2.094 rad/s açısal hızlarda gerçekleştirilen omuz iç ve dış rotasyonu sırasında, eksantrik ve konsantrik kasılma modlarında ölçülen tork değerlerinde (N·m/kg), ön test ile son test karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik gözlenmemiştir ($p > 0,05$). Ayrıca, cerrahi taraf ve kontralateral taraf kollar arasında omuz iç ve dış rotasyonu açısından anlamlı bir fark saptanmamıştır (Şekil 4.2). Bu bulgular, kontrol grubunda uygulanan standart bakımın kas kuvveti üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığını göstermektedir.



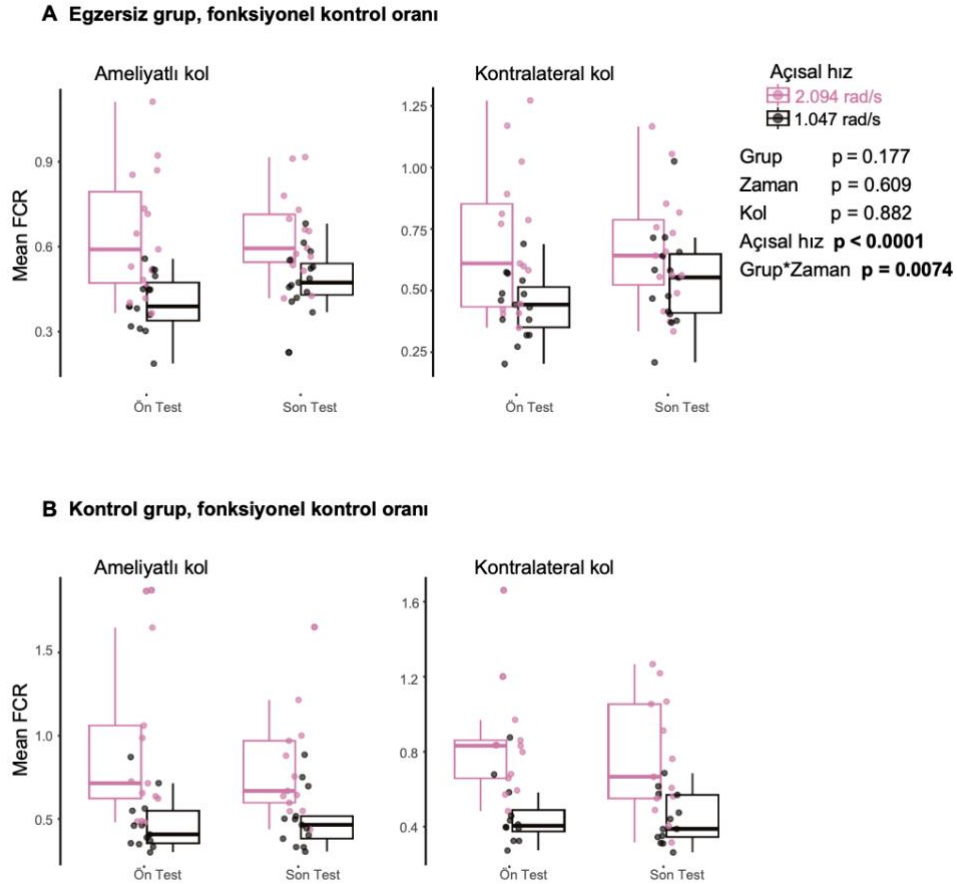
Şekil 4.2. İki ölçüm (x eksen) arasındaki iki açısal hızda (renk kodlu) iç ve dış omuz rotasyonu sırasında üretilen eksantrik ve konsantrik mod torku (N·m/kg) gösterilmektedir. Her nokta, bir denek için denemeler boyunca ortalaması alınan tepe torkunu temsil etmektedir. Y eksen sekiz panel boyunca değişmektedir. Üstteki dört panel (A) kontrol grubundaki hastaların ameliyat kolu için denemeler boyunca ortalaması alınan tepe torkunu gösterirken, alttaki dört panel (B) hastaların kontralateral kolu için denemeler boyunca ortalaması alınan tepe torkunu göstermektedir. İstatistiksel karşılaştırmaların açısal hız, görev, kasılma tipi ve uzuv içinde yapıldığına dikkat edilmelidir. Kontrol grubu için iki ölçüm arasında tork açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır.

Bununla birlikte, pektoralis majör ve deltoid anterior kaslarına ait ortalama elektromiyografi (EMG) genlik değerleri, grup ve zaman etkileşimi açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermiştir (Şekil 4.3). Bu bulgu, egzersiz müdahalesinin ilgili kas gruplarının aktivasyon düzeylerini artırmada etkili olduğunu ortaya koymaktadır.



Şekil 4.3. İki ölçüm arasında pektoralis majör ve deltoid anterior kasları için ortalama EMG genliği (x eksen). Y eksen dört panel boyunca değişmektedir.

FKO için grup $\times$ zaman etkileşimi olduğunu göstermiştir. EG'deki hastalar için iyileşme daha yavaş açısal hızda daha belirgindi. Egzersiz müdahalesinin zamanla olumlu etki yarattığını göstermektedir. Bununla birlikte, mevcut çalışmanın sonuçları KG hastalarında FKO'nun daha fazla azalmadığını da göstermiştir.



Şekil 4.4. Egzersiz (A) ve kontrol (B) grupları için ortalama fonksiyonel kontrol oranı (FKO; eksenrik iç rotasyon için maksimum tork / konsantrik iç rotasyon için maksimum tork) değerleri. Grup $\times$ zaman etkileşimi ortalama FKO değerleri için istatistiksel olarak anlamlıdır.

Tablo 4.1, egzersiz grubu (EG, n=15) ve kontrol grubu (KG, n=16) hastalarında hipofraksiyonel radyoterapi sırasında tespit edilen akut advers olayları (AE) CTCAE v4.0 sınıflandırmasına göre göstermektedir. Advers olaylar açısından EG ve KG arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p > 0.05$). Derece 3 veya daha yüksek herhangi bir advers olay gözlenmemiştir. Ayrıca, derece 2 veya daha yüksek pnömonit vakası bildirilmemiştir. Her iki grupta da 2. derece radyasyon dermatiti (eritem) gelişmiştir: EG'de (%13) ve KG'de (%12). EG'de bir hastada (%6) yorgunluk ve KG'de bir hastada (%6) meme ağrısı gelişmiştir. Derece 1 radyasyon dermatiti gözlemi yapılan

EG hastalarının %66'sında (%66) eritem ve %6'sında deskuamasyon, KG hastalarının %68'inde eritem (%62) ve %6'sında deskuamasyon tespit edilmiştir. Ayrıca, EG'de 2 hastada (%13) meme ağrısı, 1 hastada (%6) yorgunluk, 2 hastada (%13) özofajit ve 3 hastada (%20) bulantı görülmüştür. KG'de ise 7 hastada (%43) yorgunluk, 1 hastada (%6) özofajit, 1 hastada (%6) kusma ve 1 hastada (%6) bulantı tespit edilmiştir. Derece 2 veya daha yüksek başka bir akut advers olay gözlemlenmemiştir.

Tablo 4.1. CTCAE v4.0 kullanılarak değerlendirilen akut AE'ler.

AE	Grade 1		Grade 2	
	EG (n=15)	KG (n=16)	EG (n=15)	KG (n=16)
Radyasyon Dermatiti	10 (66%)	11 (68%)	2 (13%)	2 (12%)
Eritem	9 (60%)	10 (62%)	2 (13%)	2 (12%)
Deskuamasyon	1 (6%)	1 (6%)	0	0
Meme Ağrısı	2 (13%)	0	0	1 (6%)
Yorgunluk	1 (6%)	7 (43%)	1 (6%)	0
Özofajit	2 (13%)	1 (6%)	0	0
Kusma	0	1 (6%)	0	0
Mide bulantısı	3 (20%)	1 (6%)	0	0

AE: Advers Olay, CTCAE Advers Olaylar için Ortak Terminoloji Kriterleri

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Çalışmanın sonuçları, hipofraksiyonel radyoterapi (RT) uygulanan meme kanseri hastalarında progresif direnç antrenmanının (PDA) etkileri hakkında literatüre yeni bir bakış açısı sunmaktadır. RT grubundaki hastalar üzerinde yapılan izokinetik güç parametreleri değerlendirmelerine göre, omuz kas performansında ve ilişkili kas aktivasyonlarında önemli bir iyileşme gözlemlenmiştir. Bu iyileşme, güç kapasitesinde belirgin bir artışa yol açmıştır. Ayrıca, radyoterapi tedavisi gören hastalarda, cerrahi uzuvlarda elde edilen güç kazanımları kontralateral uzuvlarına kıyasla daha belirgin olmuştur. Direnç egzersizlerinin, radyoterapi ile birlikte güvenli bir şekilde uygulanabileceği sonucuna varılmıştır. Çalışma süresi boyunca, herhangi bir olumsuz olay veya komplikasyon bildirilmemiştir.

Kuvvet antrenmanı üzerine yapılan önceki klinik çalışmalar, meme kanseri tedavisi sonrası iyileşen bireylerde kas gücündeki artışa dair kanıtları sunmaktadır (B. S. Cheema vd., 2014; A. D. Hagstrom vd., 2019; A. D. Hagstrom vd., 2016; Kilbreath vd., 2012; Musanti, 2012; T. Schmidt vd., 2015; Wiskemann vd., 2017). Yakın tarihlerde yapılan bir çalışma, 12 haftalık direnç eğitim programının, radyoterapi gören meme kanseri hastalarında 1.047 rad/s ve 3.142 rad/s açısal hızlarda omuz iç ve dış rotasyon kas gücünü anlamlı derecede artırdığını ortaya koymaktadır (Wiskemann vd., 2017). Potthoff ve arkadaşları (2013), omuz kaslarının izokinetik kuvvet parametrelerinde ve kas aktivasyonlarında önemli artışlar gözlemlemiş, ayrıca güç kazanımlarının radyoterapi uygulanan kolda ve cerrahi uzuvda daha belirgin olduğunu bildirmiştir. PDA'nın radyoterapi ile kombinasyonu güvenli bulunmuş ve herhangi bir olumsuz olay bildirilmemiştir. Her iki çalışmadaki kuvvet değerlendirmeleri benzer şekilde yapılmış olup, bu durum çalışmamızdaki egzersiz grubunun (EG) kuvvet sonuçlarını desteklemektedir. Ek olarak, listelenen çalışmalar, meme kanseri hastalarında tedavi sürecinde ve sonrasında radyoterapinin kas gücü üzerindeki etkinliğini vurgulamaktadır. Çoğu çalışma, müdahale protokollerinin süresinin tedavi süresiyle eşleştiğini göstermektedir (Potthoff vd., 2013). Çalışmamızda ise hipofraksiyonel rejim kullanılarak yapılan müdahale 3 hafta sürmüştür, diğer çalışmalar geleneksel radyoterapi sürelerine ve kuvvet antrenmanı için yaygın olarak önerilen 12 hafta süresine dayanmaktadır. Çalışmamız, diğer çalışmalardan daha kısa bir süreye sahip olmasına rağmen, elde edilen sonuçlar, önceki çalışmalarla karşılaştırıldığında benzer ölçüde kuvvet gelişimi göstermektedir. PDA, tedavi gören meme kanseri hastalarında etkili bir rehabilitasyon

yaklaşımı olarak uygun bir egzersiz reçetesi olabilir. Çalışmamızda elde edilen kas gücü sonuçlarının olası bir açıklaması, protokolün sıkı bir şekilde kontrol edilmesi ve hastaların kişisel bir eğitmen eşliğinde egzersiz yapmasının sağlanmış olmasıdır.

Geleneksel radyoterapi tedavisi sırasında uygulanan PDA programları genellikle makine tabanlı direnç eğitimi temeline dayanıyordu (Gerland vd., 2021; Piroux vd., 2020; Potthoff vd., 2013; M. Schmidt vd., 2013; Steindorf vd., 2014). Ancak yapılan çalışmalar, elastik direnç bantları ile uygulanan antrenmanların, makine tabanlı direnç antrenmanlarına kıyasla benzer güç kazanımları sağladığını göstermektedir (Andersen vd., 2010; De Oliveira vd., 2017; Santos vd., 2019). Bunun yanı sıra, direnç bantlarının düşük maliyetli ve yaygın olarak temin edilebilir olmaları büyük bir avantaj sunmaktadır. Ayrıca, egzersiz programı tamamlandığında, hastalar bu eğitim programlarını tedavi sonrasında evde de sürdürebilmektedirler. Bu durum, direnç bantlarının uygulandığı egzersiz programlarını çalışma kapsamında oldukça etkili bir seçenek haline getirmektedir. Radyoterapi ile tedavi edilen meme kanseri hastalarında, radyoterapi alanlarının supraklaviküler ve infraklaviküler nodları kapsayacak şekilde genişletilmesi, omuz fonksiyonlarının kötüleşme riskini artırmaktadır (Johansen vd., 2014). Bu durum, bölgesel lenf nodlarının ıslanmasının pektoralis majör kası da dahil olmak üzere omuz kas sisteminin daha geniş bir bölümünü etkileyerek, omuz fonksiyonları üzerinde olumsuz etkiler yaratmasından kaynaklanmaktadır (Lipps vd., 2017). Johansson ve arkadaşları (2001), mastektomi ve göğüs duvarı ile bölgesel lenf nodlarına uygulanan radyoterapinin, tedaviden iki yıl sonra abduksiyon, fleksiyon ve iç rotasyon hareketlerinde zayıf omuz hareketliliğine yol açtığını belirtmiştir (Johansson vd., 2001). Bu sorunlar, tedaviden altı yıl sonra bile, artan omuz ağrısı ile birlikte devam etmiştir (D. Shamley vd., 2009). Mevcut çalışma sonuçları ise, kontrol grubunda ön ve son testler arasında güç parametreleri açısından herhangi bir fark gözlemlenmediğini, bu durumun hipofraksiyonel radyoterapinin omuz iç ve dış rotasyon gücüne, geleneksel radyoterapiye kıyasla daha az zarar verdiğini düşündürdüğünü ortaya koymaktadır.

Çalışmamız, meme kanseri hastalarında adjuvan hipofraksiyonel radyoterapi ile birlikte progresif direnç antrenmanının (PDA) etkilerini araştıran ilk çalışmadır. Ayrıca, güç değerlendirmesi için altın standart olarak kabul edilen sabit dinamometre testi kullanıldı ve izokinetik sonuçlar ile kas aktivitesi verileri rapor edildi. Elektromiyografi (EMG) analizi, pektoralis majör ve anterior deltoid kasları arasında hem radyoterapi öncesi hem de sonrası, ayrıca cerrahi ve kontralateral uzuvlar arasında grup ve zaman

etkileşimleri açısından anlamlı farklar olduğunu ortaya koymaktadır. Egzersiz grubunda (EG), ön ve son testler arasında kuvvet torklarında artış ve EMG amplitüdlerinde azalma gözlemlenmiştir. Bu bulgular, benzer gruplarla yapılan önceki çalışmalarla çelişmektedir. Örneğin, Shamley ve arkadaşları (2007), kol kaldırma sırasında omuz kompleksini etkileyen dört ana kas (pektoralis major, serratus anterior, üst trapezius ve rhomboid) arasında genel bir aktivite kaybı ve uzun süreli ağrı ile sakatlık bulmuşlardır (Shamley vd., 2007). Del Vecchio ve arkadaşları ise dört haftalık direnç antrenmanı sonrasında kas kuvvetinde artış gözlemlemiş ve bu artışı motor birim özelliklerindeki adaptasyonlarla ilişkilendirmiştir (Del Vecchio vd., 2019). Bu yazarlar, test seansları boyunca motor birimlerinin ateşleme hızlarının arttığını ve submaksimal istemli kasılmalar sırasında işe alım eşiğinin azaldığını raporlamışlardır. Bulgularımız, egzersiz grubundaki hem cerrahi hem de karşı taraf ekstremitelerde anterior deltoid ve pektoralis major kasları için ortalama EMG genliğinin müdahale sonrası azaldığını göstermektedir. Bu bulgular, direnç antrenmanına erken adaptasyonu destekleyen nöral kökenli değişiklikleri işaret etmektedir. Ancak, yöntemimizin yalnızca genel EMG aktivitesini değerlendirdiği ve bireysel motor birimlerin tanımlanmasına izin vermediği göz önünde bulundurulmalıdır.

Fonksiyonel Kontrol Oranı (FKO), omuz kompleksinin dengesi ve stabilitesi için önemli bir parametredir. FKO, maksimum eksenrik iç rotasyon torku ile maksimum konsantrik iç rotasyon torku arasındaki oranı tahmin eder (Andrade vd., 2010). FKO'nun değerlendirilmesi, omuz fonksiyonu, postür ve kas dengesizliği açısından kritik olmasına rağmen, meme kanseri hastalarında doğrudan FKO'yu ele alan başka bir çalışma bulunmamaktadır. Mastektomi veya lenf nodu diseksiyonu gibi cerrahi prosedürler, omuz kuşağının kas ve sinir yollarını bozarak iç ve dış rotatörler arasında dengesizliklere yol açabilir (Cheema vd., 2014; Klassen vd., 2017). Radyoterapi, omuz kaslarında fibrozis ve gerginliğe neden olarak fonksiyonel performansı etkileyebilir (Piroux vd., 2020) ve FKO'yu değiştirebilir. Shamley ve arkadaşları (2012), mastektomi geçiren hastalarda omuz morbiditesinin bilateral olduğunu, bu durumun daha belirgin olduğunu ve ameliyat sonrası altı yıl boyunca devam ettiğini bildirmiştir (Shamley vd., 2012). Meme kanseri tedavisi sonrası kadınlarda fiziksel dayanıklılığı, kas gücünü ve dengesini korumak hayati öneme sahiptir. FKO'nun izlenmesi, rehabilitasyon uzmanlarına kas dengesini yeniden sağlamak, omuz fonksiyonunu geliştirmek ve meme kanseri hastalarının genel yaşam kalitesini iyileştirmek için uygun egzersiz programları tasarlama konusunda rehberlik edebilir. Sonuçlarımız, FKO için grup $\times$ zaman etkileşimi olduğunu göstermektedir.

Egzersiz grubundaki (EG) hastalar için iyileşme, daha yavaş açılmal hızda daha belirgin olmuştur. Bununla birlikte, kontrol grubundaki (KG) hastalarda FKO'nun daha fazla azalmadığı gözlemlenmiştir.

Birleşik Krallık'ta yapılan START B çalışmasında, meme koruyucu cerrahi veya mastektomi geçiren 2.215 kadın incelenmiş ve hastalar 5 hafta boyunca 25 fraksiyon veya 3 hafta boyunca günlük 15 fraksiyon alacak şekilde iki gruba ayrılmıştır. Çalışma sonuçları, meme ödemi, telenjiyektazi ve memede küçülme gibi normal doku etkilerinin hipofraksiyonel tedavi grubunda geleneksel fraksiyonasyon grubuna kıyasla daha az görüldüğünü ve brakial pleksusun hipofraksiyonel grupta daha az hasar gördüğünü ortaya koymuştur. START çalışmalarındaki kadınların sadece küçük bir kısmı lenfatik radyoterapi almış olsa da, kol ve omuz etkilerinin değerlendirilmesinde hipofraksiyonel tedavi programlarının zararlı bir etkisi bulunmamıştır (Owen vd., 2006). Geleneksel radyoterapi ile hipofraksiyonel radyoterapiyi karşılaştıran diğer çalışmalarda da akut yan etkilerin hipofraksiyonel programlarda benzer veya daha az yaygın olduğu tespit edilmiştir (Marta vd., 2020). Mevcut çalışmamızda da benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Radyoterapiye bağlı yorgunluk, genellikle az bildirilen, göz ardı edilen ve tedavi edilmeyen bir yan etki olarak karşımıza çıkmaktadır. Medeiros ve arkadaşları (2022) tarafından yapılan bir meta-analiz, radyoterapi sırasında direnç antrenmanı ve aerobik egzersizin denetimli bir kombinasyonunun yorgunluğu azaltmak için en etkili fiziksel egzersiz yaklaşımı olduğunu göstermektedir (Medeiros Torres vd., 2022). Aynı şekilde, Steindorf ve arkadaşları, adjuvan radyoterapi sırasında 12 haftalık direnç egzersiz programının fiziksel yorgunluğu etkili bir şekilde azalttığını belirtmişlerdir (Steindorf vd., 2014). Radyoterapi sırasında yorgunluğun önlenmesi, tedavi uyumunu artırmakta ve tedavi etkinliğini sağlamaktadır. Çalışmamızda ise egzersiz grubunda yorgunluk çok düşük oranda gözlemlendi. Bu bulgu, egzersizin tedavi sürecindeki yorgunluğu azaltarak tedavi gecikmelerini engellemeye ve tedavi kalitesini artırmaya yardımcı olabileceğini düşündürmektedir.

Çalışmamızın bazı sınırlamaları bulunmaktadır. Öncelikle, hastalar özel bir grup oluşturduklarından ve yakın zamanda ameliyat geçirdiklerinden ağrıya karşı oldukça hassaslardı. Bu durum, Shamley ve arkadaşlarının (2007) da ağrı nedeniyle maksimal kasılmaları kullanmadığı gibi, her bir kasta maksimal izometrik kuvvet (MİK) ölçümü yapmamızı engellemiştir (Shamley vd., 2007). Ayrıca, diğer kaslar için elektromiyografi (EMG) verilerini analiz etmedik. Müdahalenin süresi 3 hafta ile sınırlıydı; ancak,

hipotezimizi desteklemek amacıyla müdahale süresini hipofraksiyonel radyoterapi süresiyle uyumlu şekilde belirledik. Son olarak, örneklem büyüklüğümüz yalnızca 31 hasta ile sınırlıydı, bu nedenle hastalar geçirdikleri ameliyat türüne göre alt gruplara ayrılmadı.

5.1. Sonuç

Bu çalışma, adjuvan hipofraksiyonel radyoterapi süresince uygulanan progresif direnç antrenmanının, meme kanseri hastalarında omuz kompleksine ait kas gücü ve kas aktivasyonu üzerinde anlamlı olumlu etkiler yarattığını göstermektedir. Diğer bir ifadeyle, mevcut çalışma, iki farklı açısız hızda gerçekleştirilen omuz iç ve dış rotasyon torklarının egzersiz grubunda (EG) anlamlı düzeyde iyileştiğini, buna karşılık kontrol grubunda (KG) anlamlı bir gelişme gözlemlenmediğini ortaya koymuştur. Ortalama Fonksiyonel Kontrol Oranı (FKO) değerleri açısından grup ve zaman arasında istatistiksel olarak anlamlı bir etkileşim tespit edildi. Kuvvet kazanımlarının, gözlenen kas aktivasyon paternleriyle tutarlı şekilde, büyük ölçüde nöral adaptasyonlara bağlı olduğu düşünülmektedir. EG'de, hem cerrahi hem de karşı taraf ekstremitelerde pectoralis major ve anterior deltoid kaslarının aktivasyon seviyeleri, grup ve zaman faktörleri arasında anlamlı farklılıklar gösterdi. Buna karşılık, KG'de bu kaslar arasında cerrahi ve kontralateral uzuvlar arasında anlamlı bir fark saptanmamıştır. Radyoterapiye bağlı yan etkiler, CTCAE kriterlerine göre değerlendirilmiş olup, EG ve KG arasında advers olaylar açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Bu bulgular, adjuvan hipofraksiyonel radyoterapi süresince uygulanan progresif direnç egzersizlerinin omuz mekaniklerini iyileştirmede, kas fonksiyonlarını artırmada ve tedaviye bağlı yan etkilerin azaltılmasında etkili ve güvenli bir müdahale yöntemi olabileceğini göstermektedir.

KAYNAKÇA

- Admoun, C., and Mayrovitz, H. N. (2022). The etiology of breast cancer. *Europe PMC*.
- Ahmed, M., Purushotham, A. D., and Douek, M. (2014). No and 1 techniques for sentinel lymph node biopsy in breast cancer: a systematic review. *The lancet oncology*, 15(8), e351-e362.
- Alex A Daly Rachel Rolph, R. I. C. and Copson, E. R. (2021). A Review of Modifiable Risk Factors in Young Women for the Pre and ntion of Breast Cancer. *Breast Cancer: Targets and Therapy*, 13, 241-257. <https://doi.org/10.2147/BCTT.S268401>.
- Almajed, Y. A., Hall, A. C., Gillingwater, T. H. and Alashkham, A. (2022). Anatomical, functional and biomechanical review of the glenoid labrum. *Journal of anatomy*, 240(4), 761-771.
- Alt, T., Knicker, A. J. and Strüder, H. K. (2014). Factors influencing the reproducibility of isokinetic knee flexion and extension test findings. *Isokinetics and Exercise Science*, 22(4), 333-342.
- Andersen, L. L., Andersen, C. H., Mortensen, O. S., Poulsen, O. M., Bjørnlund, I. B. T. and Zebis, M. K. (2010). Muscle activation and percei and d loading during rehabilitation exercises: comparison of dumbbells and elastic resistance. *Physical therapy*, 90(4), 538-549.
- Andrade, M. D. S., Fleury, A. M., de Lira, C. A. B., Dubas, J. P. and da Silva, A. C. (2010). Profile of isokinetic eccentric-to-concentric strength ratios of shoulder rotator muscles in elite female team handball players. *Journal of Sports Sciences*, 28(7), 743-749.
- Asghar, A., Ghosh, S. K. and Narayan, R. K. (2020). Revisiting the Anatomy of Rotator Cuff Relevant to Rotator Cuff Injury. *National Journal of Clinical Anatomy*, 9(1).
- Barnechea Rey, A. R. (2021). Anatomy and Kinematics of the Shoulder Joint. *Orthopaedic Biomechanics in Sports Medicine* (ss. 111-133). https://doi.org/10.1007/978-3-030-81549-3_10.
- Battaglini, C., Mills, R., Phillips, B. (2014). Twenty-fi and years of research on the effects of exercise training in breast cancer survivors: a systematic review of the literature. *World journal of clinical oncology*, 5(2), 177.
- Bazira, P. J., Ellis, H. and Mahadevan, V. (2022). Anatomy and physiology of the breast. *Surgery (Oxford)*, 40(2), 79-83. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.mpsur.2021.11.015>.
- Besomi, M., Hodges, P. W., Clancy, E. A., Van Dieën, J., Hug, F., Lowery, M., Merletti, R., Søgaard, K., Wrigley, T., Besier, T., Carson, R. G., Disselhorst-Klug, C., Enoka, R. M., Falla, D., Farina, D., Gandevia, S., Holobar, A., Kiernan, M. C., McGill, K., Tucker, K. (2020). Consensus for experimental design in electromyography (CEDE) project: Amplitude normalization matrix. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 53, 102438. <https://doi.org/10.1016/J.JELEKIN.2020.102438>.
- Brand, D. H., Kirby, A. M., Yarnold, J. R. and Somaiah, N. (2022). How low can you go? The radiobiology of hypofractionation. *Clinical Oncology*, 34(5), 280-287.

- Bray, F., Laversanne, M., Sung, H., Ferlay, J., Siegel, R. L., Soerjomataram, I., and Jemal, A. (2024). Global cancer statistics 2022: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. *CA: A Cancer Journal for Clinicians*, 74(3), 229-263. <https://doi.org/10.3322/caac.21834>.
- Burguin, A., Diorio, C. and Durocher, F. (2021). Breast cancer treatments: updates and new challenges. *Journal of personalized medicine*, 11(8), 808.
- Chan, D. N. S., Lui, L. Y. Y. and So, W. K. W. (2010). Effect and ness of exercise programmes on shoulder mobility and lymphoedema after axillary lymph node dissection for breast cancer: systematic review. *Journal of advanced nursing*, 66(9), 1902-1914.
- Chang, L.R., Anand, P. and Varacallo, M. (2023). *Anatomy, shoulder and upper limb, glenohumeral joint*. Stat Pearls Publishing.
- Cheema, B., Gaul, C. A., Lane, K. and Fiatarone Singh, M. A. (2008). Progressi and resistance training in breast cancer: a systematic review of clinical trials. *Breast cancer research and treatment*, 109, 9-26.
- Cheema, B. S., Kilbreath, S. L., Fahey, P. P., Delaney, G. P. and Atlantis, E. (2014). Safety and efficacy of progressive and resistance training in breast cancer: a systematic review and meta-analysis. *Breast Cancer Research and Treatment*, 148(2), 249-268. <https://doi.org/10.1007/S10549-014-3162-9>.
- Chen, X., Wang, Q., Zhang, Y., Xie, Q. and Tan, X. (2019). Physical Activity and Risk of Breast Cancer: A Meta-Analysis of 38 Cohort Studies in 45 Study Reports. *Value in Health*, 22(1), 104-128. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jval.2018.06.020>.
- Chhikara, B. S. and Parang, K. (2023). Global Cancer Statistics 2022: the trends projection analysis. *Chemical Biology Letters*, 10(1), 451-451.
- Colado, J. C., Garcia-Masso, X., Triplett, N. T., Calatayud, J., Flandez, J., Behm, D. and Rogers, M. E. (2014). Construct and Concurrent Validation of a New Resistance Intensity Scale for Exercise with Thera-Band® Elastic Bands. *Journal of Sports Science and Medicine*, 13, 758-766.
- Colado, J. C., Garcia-Masso, X., Triplett, T. N., Flandez, J., Borreani, S. and Tella, V. (2012). Concurrent validation of the OMNI-resistance exercise scale of percei and d exertion with Thera-band resistance bands. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(11), 3018-3024.
- Criswell, E. (2010). *Cram's introduction to surface electromyography*. Jones and Bartlett Publishers.
- Darendeli, A., Ertan, H., Cuğ, M., Wikstrom, E. and Enoka, R. M. (2023). Comparison of EMG activity in shank muscles between individuals with and without chronic ankle instability when running on a treadmill. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 70, 102773. <https://doi.org/10.1016/J.JELEKIN.2023.102773>.
- De Felice, F., Ranalli, T., Musio, D., Lisi, R., Rea, F., Caiazzo, R. and Tombolini, V. (2017). Relation between hypofractionated radiotherapy, toxicity and outcome in early breast cancer. *The Breast Journal*, 23(5), 563-568.
- De Oliveira, P. A., Blasczyk, J. C., Junior, G. S., Lagoa, K. F., Soares, M., De Oliveira, R. J., Filho, P. J. B. G., Carregaro, R. L. and Martins, A. W. R. (2017). Effects of Elastic

- Resistance Exercise on Muscle Strength and Functional Performance in Healthy Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Physical Activity and Health*, 14(4), 317-327. <https://doi.org/10.1123/JPAH.2016-0415>.
- Del Vecchio, A., Casolo, A., Negro, F., Scorcelletti, M., Bazzucchi, I., Enoka, R., Felici, F. and Farina, D. (2019). The increase in muscle force after 4 weeks of strength training is mediated by adaptations in motor unit recruitment and rate coding. *Journal of Physiology*, 597(7), 1873-1887. <https://doi.org/10.1113/JP277250>.
- Drake, J. D. and Callaghan, J. P. (2006). Elimination of electrocardiogram contamination from electromyogram signals: An evaluation of currently used removal techniques. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 16(2), 175-187.
- Ellis, H. and Mahadevan, V. (2013). Anatomy and physiology of the breast. *Surgery (Oxford)*, 31(1), 11-14. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.mpsur.2012.10.018>.
- Epperson, T. N., Black, A. C. and Varacallo, M. (2023). *Anatomy, shoulder and upper limb, sternoclavicular joint*. Stat Pearls Publishing.
- Ferlay, J., Colombet, M., Soerjomataram, I., Parkin, D. M., Piñeros, M., Znaor, A. and Bray, F. (2021). Cancer statistics for the year 2020: *International journal of cancer*, 149(4), 778-789.
- Fraipont, G. M., Beyer, R. S., McGarry, M. H. and Lee, T. Q. (2024). Acromioclavicular Joint Biomechanics: A Systematic Review. *JSES Reviews, Reports, and Techniques*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.xrrt.2024.06.009>.
- Frank, R. M., Ramirez, J., Chalmers, P. N., McCormick, F. M. and Romeo, A. A. (2013). Scapulothoracic anatomy and snapping scapula syndrome. *Anatomy research international*, 2013(1), 635628.
- Garcia, J. A., Arguello, A. M., Momaya, A. M. and Ponce, B. A. (2020). Sternoclavicular joint instability: symptoms, diagnosis and management. *Orthopedic Research and Reviews*, 75-87.
- García-Aranda, M. and Redondo, M. (2019). Immunotherapy: A Challenge of Breast Cancer Treatment. *Cancers*, 11(12), 1822. <https://doi.org/10.3390/CANCERS11121822>.
- Gerland, L., Baumann, F. T. and Niels, T. (2021). Resistance exercise for breast cancer patients? Evidence from the last decade. *Breast Care*, 16(6), 657-663.
- Hagstrom, A. D., Shorter, K. A. and Marshall, P. W. (2019). Changes in unilateral upper limb muscular strength and electromyographic activity after a 16-week strength training inter and nation in survivors of breast cancer. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 33(1), 225-233.
- Hagstrom, A. D., M Marshall, P. W., Lonsdale, C., Papalia, S., Cheema, B. S., Toben, C., Baune, B. T., Fiatarone Singh, M. A., Green, S., Papalia spapalia, S. and Birinder Cheema. (2016). The effect of resistance training on markers of immune function and inflammation in previously sedentary women recovering from breast cancer: a randomized. *Breast cancer research and treatment*, 155(3), 471-482. <https://doi.org/10.1007/s10549-016-3688-0>.
- Harput, G., Demirci, S., Ruhi Soylu, A., Bayrakci Tunay, V., Harput, G. P., Demirci, S. P. and Bayrakci Tunay, V. P. (2022). Association between quadriceps muscle thickness and

- knee function in anterior cruciate ligament reconstructed athletes: a cross-sectional study. *Taylor and Francis*, 39(10), 2171-2179. <https://doi.org/10.1080/09593985.2022.2068096>.
- Hasenoehrl, T., Keilani, M., Palma, S. and Crevenna, R. (2020). Resistance exercise and breast cancer related lymphedema—a systematic review update. *Disability and rehabilitation*, 42(1), 26-35.
- Hennequin, C., Belkacémi, Y., Bourgier, C., Cowen, D., Cutuli, B., Fourquet, A., Hannoun-Lévi, J.-M., Pasquier, D., Racadot, S. and Rivera, S. (2022). Radiotherapy of breast cancer. *Cancer/Radiothérapie*, 26(1-2), 221-230.
- Hennequin, C., Guillermin, S. and Quero, L. (2019). Rationale for hypofractionation. *Cancer/Radiothérapie*, 23(6-7), 500-502.
- Heuberger, P., Kranzl, A., Laky, B., Anderl, W. and Wurnig, C. (2015). Electromyographic analysis: shoulder muscle activity revisited. *Archives and s of Orthopaedic and Trauma Surgery*, 135(4), 549-563. <https://doi.org/10.1007/S00402-015-2180-3>.
- Heywood, R., McCarthy, A. L. and Skinner, T. L. (2017). Safety and feasibility of exercise inter and nations in patients with advanced cancer: a systematic review. *Supportive and Care in Cancer*, 25(10), 3031-3050. <https://doi.org/10.1007/S00520-017-3827-0>.
- Hwang, J. H., Chang, H. J., Shim, Y. H., Park, W. H., Park, W., Huh, S. J. and Yang, J.-H. (2008). Effects of supervised exercise therapy in patients receiving radiotherapy for breast cancer. *Yonsei medical journal*, 49(3), 443-450. <https://doi.org/10.3349/ymj.2008.49.3.443>.
- Irsay, L., Nistor, A. R., Ciubean, A., Borda, I. M., Ungur, R., Onac, I. and Ciordea, V. (2020). The importance of the clavicle biomechanics in the shoulder movement. *Health, Sports and Rehabilitation Medicine*, 21(2).
- Javed O., Maldonado, K. A. and Ashmyan, R. (2023). *Anatomy, Shoulder and Upper Limb, Muscles*. Stat Pearls Publishing.
- Johansen, S., Fosså, K., Nesvold, I. L., Malinen, E. and Fosså, S. D. (2014). Arm and shoulder morbidity following surgery and radiotherapy for breast cancer. *Acta oncologica*, 53(4), 521-529.
- Johansson, K., Ingvar, C., Albertsson, M. and Ekdahl, C. (2001). Arm lymphoedema, shoulder mobility and muscle strength after breast cancer treatment? A prospective 2-year study. *Advances in physiotherapy*, 3(2), 55-66.
- Kerr, A. J., Dodwell, D., McGale, P., Holt, F., Duane, F., Mannu, G. and Taylor, C. W. (2022). Adjuvant and neoadjuvant breast cancer treatments: A systematic review of their effects on mortality. *Cancer treatment reviews*, 105, 102375.
- Kilbreath, S. L., Refshauge, K. M., Beith, J. M., Leigh, Ward, C., Lee, M., Simpson, J. M. and Hansen, R. (2012). Upper limb progressive resistance training and stretching exercises following surgery for early breast cancer: a randomized controlled trial. *Breast cancer research and treatment*, 133(2), 667-676. <https://doi.org/10.1007/s10549-012-1964-1>.
- Klassen, O., Schmidt, M. E., Ulrich, C. M., Schneeweiss, A., Potthoff, K., Steindorf, K. and Wiskemann, J. (2017). Muscle strength in breast cancer patients receiving different

- treatment regimes. *Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle*, 8(2), 305-316. <https://doi.org/10.1002/JCSM.12165>.
- Lipps, D. B., Sachdev, S. and Strauss, J. B. (2017). Quantifying radiation dose delivered to individual shoulder muscles during breast radiotherapy. *Radiotherapy and Oncology*, 122(3), 431-436.
- Lipsett, A., Barrett, S., Haruna, F., Mustian, K., breast, A. O.-T. and 2017, undefined. (2017). The impact of exercise during adjuvant radiotherapy for breast cancer on fatigue and quality of life: A systematic review and meta-analysis. *The breast*, 32, 144-155.
- Liszka, M. and Samborski, W. (2018). Assessment of biomechanical parameters of the shoulder joint at the operated side versus non-operated side in patients treated surgically for breast cancer. *Reports of Practical Oncology and Radiotherapy*, 23(5), 378-383. <https://doi.org/10.1016/j.rpor.2018.07.001>.
- Llopis, E., Perez, A. and Cerezal, L. (2021). Rotator cuff. *Musculoskeletal diseases*, 2024, 11-18.
- Lopes, J. S. S., Machado, A. F., Micheletti, J. K., de Almeida, A. C., Cavina, A. P. and Pastre, C. M. (2019). Effects of training with elastic resistance versus conventional resistance on muscular strength: A systematic review and meta-analysis. *SAGE Open Medicine*, 7.
- Lu, Y., Hui, B., Yang, D., Li, Y., Li, B., Zhou, L., Xu, L., Tang, F., Wang, W. and Chen, R. (2024). Efficacy and safety analysis of hypofractionated and conventional fractionated radiotherapy in postoperative breast cancer patients. *BMC cancer*, 24(1), 181.
- Łukasiewicz, S., Czezelewski, M., Forma, A., Baj, J., Sitarz, R. and Stanisławek, A. (2021). Breast Cancer—Epidemiology, Risk Factors, Classification, Prognostic Markers, and Current Treatment Strategies—An Updated Review. *Cancers*, 13(17). <https://doi.org/10.3390/cancers13174287>.
- Luo, J., Craver, A., Moore, K., Stepniak, L., King, J., Herbert, J. and Aschebrook-Kilfoy, B. (2022). Etiology of breast cancer: a perspective from epidemiologic studies. *Journal of the National Cancer Center*, 2(4), 195.
- Machado, P., Liu, J.-B., Needleman, L., Lee, C. and Forsberg, F. (2023). Anatomy Versus Physiology: Is Breast Lymphatic Drainage to the Internal Thoracic (Internal Mammary) Lymphatic System Clinically Relevant? *Journal of Breast Cancer*, 26(3), 286.
- Mansfield, P. J. and Neumann, D. A. (2018). *Essentials of kinesiology for the physical therapist assistant e-book*. Elsevier Health Sciences.
- Marta, G. N., Coles, C., Kaidar-Person, O., Meattini, I., Hijal, T., Zissiadi, Y., Pignol, J.-P., Ramiah, D., Ho, A. Y. and Cheng, S. H.-C. (2020). The use of moderately hypofractionated post-operative and radiation therapy for breast cancer in clinical practice: A critical review. *Critical Reviews in Oncology/Hematology*, 156, 103090.
- McGovern, A., Mahony, N., Mockler, D. and Fleming, N. (2022). Efficacy of resistance training during adjuvant chemotherapy and radiation therapy in cancer care: a systematic review and meta-analysis. *Support and Care in Cancer*, 30(5), 3701-3719. <https://doi.org/10.1007/S00520-021-06708-6>.
- McGuire, A., Brown, J. A. L., Malone, C., McLaughlin, R. and Kerin, M. J. (2015). Effects of age on the detection and management of breast cancer. *Cancers*, 7(2), 908-929.

- Medeiros Torres, D., Jorge Koifman, R. and da Silva Santos, S. (2022). Impact on fatigue of different types of physical exercise during adjuvant chemotherapy and radiotherapy in breast cancer: systematic review and meta-analysis. *Support and care in cancer*, 30(6), 4651-4662.
- Miller, K. D., Fidler-Benaoudia, M., Keegan, T. H., Hipp, H. S., Jemal, A. and Siegel, R. L. (2020). Cancer statistics for adolescents and young adults, 2020. *CA: a cancer journal for clinicians*, 70(6), 443-459.
- Montaño-Rojas, L. S., Romero-Pérez, E. M., Medina-Pérez, C., Reguera-García, M. M. and de Paz, J. A. (2020). Resistance training in breast cancer survivors: a systematic review of exercise programs. *International journal of environmental research and public health*, 17(18), 6511.
- Montemurro, F., Nuzzolese, I. and Ponzzone, R. (2020). Neoadjuvant or adjuvant chemotherapy in early breast cancer? *Expert opinion on pharmacotherapy*, 21(9), 1071-1082.
- Mubarik, S., Yu, Y., Wang, F., Malik, S. S., Liu, X., Fawad, M., Shi, F. and Yu, C. (2022). Epidemiological and sociodemographic transitions of female breast cancer incidence, death, case fatality and DALYs in 21 world regions and globally, from 1990 to 2017: An Age-Period-Cohort Analysis. *Journal of Advanced Research*, 37, 185-196.
- Musanti, R. (2012). A study of exercise modality and physical self-esteem in breast cancer survivors. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 44(2), 352-361. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31822cb5f2>.
- Noal, S., Levy, C., Hardouin, A., Rieux, C. (2011). One-year longitudinal study of fatigue, cognitive functions, and quality of life after adjuvant radiotherapy for breast cancer. *International Journal of Radiation Oncology* Biology* Physics*, 81(3), 795-803.
- Obeagu, E. I. and Obeagu, G. U. (2024). Breast cancer: A review of risk factors and diagnosis. *Medicine*, 103(3).
- Owen, J. R., Ashton, A., Bliss, J. M., Homewood, J., Harper, C., Hanson, J., Haviland, J., Bentzen, S. M. and Yarnold, J. R. (2006). Effect of radiotherapy fraction size on tumour control in patients with early-stage breast cancer after local tumour excision: long-term results of a randomised trial. *The lancet oncology*, 7(6), 467-471.
- Ozmen, V., Boylu, S., Ok, E., Canturk, N. Z., Celik, V., Kapkac, M., Girgin, S., Tireli, M., Ihtiyar, E. and Demircan, O. (2015). Factors affecting breast cancer treatment delay in Turkey: a study from Turkish Federation of Breast Diseases Societies. *The European Journal of Public Health*, 25(1), 9-14.
- Özmen, V., Özmen, T. and Doğru, V. (2019). Breast cancer in Turkey; an analysis of 20.000 patients with breast cancer. *European journal of breast health*, 15(3), 141.
- Piriaux, E., Caty, G. (2020). Effects of exercise therapy in cancer patients undergoing radiotherapy treatment: a narrative review. *SAGE open medicine*, 8. <https://doi.org/10.1177/2050312120922657>.
- Potthoff, K., Schmidt, M. E., Wiskemann, J., Hof, H., Klassen, O., Habermann, N., Beckho and, P., Debus, J., Ulrich, C. M. and Steindorf, K. (2013). Randomized controlled trial to evaluate the effects of progressive resistance training compared to progressive muscle

- relaxation in breast cancer patients undergoing adjuvant radiotherapy: The BEST study. *BMC Cancer*, 13, 1-11. <https://doi.org/10.1186/1471-2407-13-162>.
- Rupp, J., Hadamitzky, C., Henkenberens, C., Christiansen, H., Steinmann, D. and Bruns, F. (2019). Frequency and risk factors for arm lymphedema after multimodal breast-conserving treatment of nodal positive breast Cancer - A long-term observation. *Radiation Oncology*, 14(1), 1-8. <https://doi.org/10.1186/S13014-019-1243-Y/TABLES/4>.
- Santos, W. D. N. dos, Vieira, A., de Lira, C. A. B., Mota, J. F., Gentil, P., de Freitas Junior, R., Battaglini, C. L., Bottaro, M. and Vieira, C. A. (2019). Once a week resistance training improves muscular strength in breast cancer survivors: a randomized controlled trial. *Integrative and cancer therapies*, 18, 1534735419879748.
- Schmidt, M. E., Wiskemann, J., Krakowski-Roosen, H., Knicker, A. J., Habermann, N., Schneeweiss, A. and Steindorf, K. (2013). Progressive resistance versus relaxation training for breast cancer patients during adjuvant chemotherapy: design and rationale of a randomized controlled trial (BEATE study). *Contemporary clinical trials*, 34(1), 117-125.
- Schmidt, T., Weisser, B., Duerkop, J., Jonat, W., Van Mackelenbergh, M., Roecken, C. and Mundhenke, C. (2015). Comparing endurance and resistance training with standard care during chemotherapy for patients with primary breast cancer. *Anticancer research*, 35(10), 5623-5630.
- Schnitt, S. J., Moran, M. S. and Giuliano, A. E. (2020). Lumpectomy margins for invasive breast cancer and ductal carcinoma in situ: current guideline recommendations, their implications, and impact. *Journal of clinical oncology*, 38(20), 2240-2245.
- Senkus-Konefka, E. and Jassem, J. (2006). Complications of breast-cancer radiotherapy. *Clinical Oncology*, 18(3), 229-235.
- Shamley, D., Lascurain-Aguirrebeña, I., Oskrochi, R. and Srinaganathan, R. (2012). Shoulder morbidity after treatment for breast cancer is bilateral and greater after mastectomy. *Acta Oncologica*, 51(8), 1045-1053.
- Shamley, D. R., Srinaganathan, R., Weatherall, R., Oskrochi, R., Watson, M., Ostlere, S. and Sugden, E. (2007). Changes in shoulder muscle size and activity following treatment for breast cancer. *Breast Cancer Research and Treatment*, 106(1), 19-27. <https://doi.org/10.1007/S10549-006-9466-7>.
- Shamley, D., Srinaganathan, R., Oskrochi, R., Lascurain-Aguirrebeña, I. and Sugden, E. (2009). Three-dimensional scapulothoracic motion following treatment for breast cancer. *Breast cancer research and treatment*, 118, 315-322.
- Sindhu, M., Malik, M., Ahmed, S. F. and Valiyaveetil, D. (2020). Assessment of toxicities and outcomes in patients with breast cancer treated with hypofractionated radiotherapy. *Indian Journal of Cancer*, 57(4), 423-427.
- Sirin, E., Aydin, N. and Topkar, O. M. (2018). Acromioclavicular joint injuries: diagnosis, classification and ligamentoplasty procedures. *EFORT Open Reviews*, 3(7), 426-433.

- Smolarz, B., Nowak, A. Z. and Romanowicz, H. (2022). Breast Cancer—Epidemiology, Classification, Pathogenesis and Treatment (Review of Literature). *Cancers*, 14(10). <https://doi.org/10.3390/cancers14102569>.
- Solin, L. J. (2010). Breast conservation treatment with radiation: an ongoing success story. *Official Journal of the American Society*, 28(5), 709-711.
- Steindorf, K., Schmidt, M. E., Klassen, O., Ulrich, C. M., Oelmann, J., Habermann, N., Beckho and, P., Owen, R., Debus, J. and Wiskemann, J. (2014). Randomized, controlled trial of resistance training in breast cancer patients receiving adjuvant radiotherapy: results on cancer-related fatigue and quality of life. *Annals of oncology*, 25(11), 2237-2243.
- Swain, D. and Brawner, C. (2014). *ACSM's Resource Manual for Guidelines for Exercise Testing and Prescription*. Human Movement Sciences Faculty Books.
- Toohey, K., Pumpa, K., McKune, A., Cooke, J. and Semple, S. (2018). High-intensity exercise interventions in cancer survivors: a systematic review exploring the impact on health outcomes. *Journal of Cancer Research and Clinical Oncology*, 144(1). <https://doi.org/10.1007/S00432-017-2552-X>.
- Tovanabutra, C., Katanyoo, K., Uber, P., Chomprasert, K. and Sookauechai, S. (2020). Comparison of treatment outcome between hypofractionated radiotherapy and conventional radiotherapy in postmastectomy breast cancer. *Asian Pacific Journal of Cancer Prevention: APJCP*, 21(1), 119.
- Vinogradova, Y., Coupland, C. and Hippisley-Cox, J. (2020). Use of hormone replacement therapy and risk of breast cancer: nested case-control studies using the QResearch and CPRD databases. *Bmj*, 371.
- Wernli, K. J., Hampton, J. M., Trentham-Dietz, A. and Newcomb, P. A. (2009). Antidepressant medication use and breast cancer risk. *Pharmacoepidemiology and drug safety*, 18(4), 284-290.
- Whelan, T. J., Olivotto, I. A., Parulekar, W. R., Ackerman, I., Chua, B. H., Nabid, A., Vallis, K. A., White, J. R., Rousseau, P., Fortin, A., Pierce, L. J., Manchul, L., Chafe, S., Nolan, M. C., Craighead, P., Bowen, J., McCready, D. R., Pritchard, K. I., Gelmon, K., Levine, M. N. (2015). Regional Nodal Irradiation in Early-Stage Breast Cancer. *New England Journal of Medicine*, 373(4), 307-316. <https://doi.org/10.1056/NEJMOA1415340>.
- Wickham, J., Pizzari, T., Stansfeld, K., Burnside, A. and Watson, L. (2010). Quantifying “normal” shoulder muscle activity during abduction. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 20(2), 212-222. <https://doi.org/10.1016/J.JELEKIN.2009.06.004>
- Wiskemann, J., Schmidt, M. E., Klassen, O., Debus, J., Ulrich, C. M., Potthoff, K., Steindorf, K. and Wiskemann, J. (2017). Effects of 12-week resistance training during radiotherapy in breast cancer patients. *Scandinavian journal of medicine and science in sports*, 27(11), 1500-1510. <https://doi.org/10.1111/sms.12777>.
- Woodward, S. G., Varshney, K., Anne, P. R., George, B. J. and Willis, A. I. (2021). Trends in use of hypofractionated whole breast radiation in breast cancer: An analysis of the National Cancer Database. *International Journal of Radiation Oncology* Biology* Physics*, 109(2), 449-457.

ÖZGEÇMİŞ

ORCID NO: 0000-0002-1589-8648

Ad Soyad : Emel Tuğrul

Yabancı Dil : İngilizce

Eğitim ve Mesleki Geçmişi:

- 16 Eylül 2021, Doktora, Eskişehir Teknik Üniversitesi, Türkiye, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Hareket ve Antrenman Bilimleri (Disiplinler arası).
- 24 Temmuz 2019, Yüksek Lisans, Tezli Program, Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Türkiye Sosyal Bilimler Enstitüsü, Beden Eğitimi ve Spor.
- 13 Eylül 2006, Lisans, Anadal/Normal Öğretim, Anadolu Üniversitesi, Türkiye Beden Eğitimi Ve Spor Yüksekokulu, Beden Eğitimi ve Spor Öğretmenliği.

Yayınları ve/veya Bilimsel/Sanatsal Faaliyetleri:

Makaleler

- TUĞRUL, E., ve HARMANCI, H. (2023). Kişisel Antrenör Liderliğinde Uygulanan Çevrimiçi Ev Tabanlı Egzersiz Programının Obeziteli Kadınlarda Depresyon ve Vücut İmajı Üzerine Etkisi. *Sportif Bakış: Spor ve Eğitim Bilimleri Dergisi*, 10(1).

Bildiriler

- E. TUĞRUL, Badminton'da Durarak ve Sıçrayarak Uygulanan Smaç Vuruş Tekniğinin Kinetik ve Kinematik Açından İncelenmesi, Özet Bildiri, 20. Uluslararası Spor Bilimleri Kongresi, 28 Kasım 2022, 01 Aralık 2022.

TÜBİTAK Burs ve Destekleri

- 123R001, Olimpik Okçulukta Atış Sırasında Yay Kolu Gleno-Humeral ve Scapular Eklemlerde Kasal Aktivasyon Örüntüleri ve Bazı Kinematik Verilerin İncelenmesi, Burslu, Yürürlükte, UPAG- Uluslararası İşbirliği Projeleri Araştırma Destek Grubu, 1001- Araştırma, ARDEB, Projeye Katılma/Ayrılma Tarihleri: 10.10.2023- Devam ediyor, Proje Başlangıç/Bitiş Tarihleri: 05.07.2023- 05.01.2026.

Projeler

- BAP, Araştırmacı, Meme Kanseri Kadınlar Adjuvan Hipofraksiyonel Radyoterapi ile Eş Zamanlı Omuz Kompleks Kas Kuvvetinin Değerlendirilmesi ve Progresif Direnç Antrenmanları ile Desteklenmesi, Yürütölen Kuruluş: Eskişehir Teknik Üniversitesi, 2023, Proje No: 24DRP004.
- BAP, Araştırmacı, Titreşim Genliği ve Frekansının Kas Kasılma Örüntöleri Üzerine Etkisinin İncelenmesi, Yürütölen Kuruluş: Eskişehir Teknik Üniversitesi, 2024, Proje No: 24ADP214.
- BAP, Araştırmacı, Futbolcularda Nordik Hamstring ve Yavaşlama Egzersiz Uygulamalarının Hamstring Kas Kuvveti Performansına Etkisinin İncelenmesi, Yürütölen Kuruluş: Eskişehir Teknik Üniversitesi, 2025, (Devam ediyor).

Ödülleri:

Milli Sporcu Belgesi Bilgileri		
Avrupa 23 Yaş Altı şampiyonası	Türkiye Atletizm Federasyonu	Uzun Atlama
Balkan Büyükler şampiyonası	Türkiye Atletizm Federasyonu	Uzun Atlama
Avrupa Takımlar şampiyonası	Türkiye Atletizm Federasyonu	Uzun Atlama