



T.C.



İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ – CERRAHPAŞA
CERRAHPAŞA TIP FAKÜLTESİ
FİZİSEL TIP VE REHABİLİTASYON
ANABİLİM DALI



**POSTMENOPOZAL OSTEOPOROZ HASTALARINDA 2 AYLIK
DENGE EGZERSİZ PROGRAMININ DENGE ÜZERİNDE ETKİSİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİ**

FİZİKSEL TIP VE REHABİLİTASYON UZMANLIK TEZİ
Dr. Leyla MUSTAFAYEVA

TEZ DANIŞMANI

Prof. Dr. Zeynep Ülkü AKARIRMAK

İSTANBUL – 2024

T.C.

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ – CERRAHPAŞA

CERRAHPAŞA TIP FAKÜLTESİ

FİZİSEL TIP VE REHABİLİTASYON ANABİLİM DALI

POSTMENOPAZAL OSTEOPOROZ HASTALARINDA 2 AYLIK
DENGİ EGZERSİZ PROGRAMININ DENGİ ÜZERİNDE
ETKİSİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

FİZİKSEL TIP VE REHABİLİTASYON UZMANLIK TEZİ

Dr. Leyla MUSTAFAYEVA

TEZ DANIŞMANI

Prof. Dr. Zeynep Ülkü AKARIRMAK

İSTANBUL – 2024

ÖNSÖZ

Uzmanlık eğitimim boyunca bilgi ve deneyimlerini benimle paylaşan, üzerimde büyük emeği olan, ilgi ve anlayışını esirgemeyen, birlikte çalışmaktan büyük bir onur ve mutluluk duyduğum çok değerli tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Zeynep Ülkü AKARIRMAK'a en derin saygı ve minnettarlığımı sunarım.

Uzmanlık eğitimim sürecinde değerli bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım Anabilim Dalı Başkanımız Sayın Prof. Dr. Kenan AKGÜN'e ve bilimsel bakış açılarıyla beni destekleyen Anabilim Dalı Öğretim Üyeleri Sn.Prof.Dr.Şansın TÜZÜN'e, Sn.Prof. Dr. Tuğçe ÖZEKLİ MISIRLIOĞLU'na, Sn. Doç. Dr. Deniz PALAMAR KADIOĞLU'na ve Sn. Doç. Dr. Rana TERLEMEZ'e

Tez sürecini birlikte yürüttüğümüz çalışma arkadaşım Eren AYGÜN'e ve tüm klinik çalışma arkadaşlarıma,

Asistanlık sürecimde her zaman desteğini sağlayan, Akademik Süre Uzatma ve Yabancı Uyruklu Personel İşlerinde çalışan Sn.Hakan TEKİN'e

Hayatımın her anında bana güç veren, sevgi ve destekleriyle her zaman yanımda olan, hayatımdaki en büyük hazine ve en derin şükran duygumun kaynağı olan canım annem ve babam'a

Doktor olma yolunda bana ilham kaynağı olan, her daim desteğini ve sevgisini esirgemeyen, hayatımda hem bir kılavuz hem de güvenli bir sığınak olan kıymetli ve değerli abim Doç. Dr. Nihat MUSTAFAYEV'e

En içten teşekkürlerimi sunarım...

Dr. Leyla MUSTAFAYEVA

İÇİNDEKİLER

SİMGE VE KISALTMALAR	i
ŞEKİLLER DİZİNİ	iii
TABLolar DİZİNİ	iv
ETİK KURUL ONAYI	vi
ÖZET	vii
ABSTRACT	viii
1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1. Osteoporoz.....	4
2.1.1. Tanım.....	4
2.1.2. Patofizyoloji.....	4
2.1.2.1. Kemik Yapısı	5
2.1.2.2. Doruk Kemik Kütlesi.....	6
2.1.3. Epidemiyoloji.....	8
2.1.4. Sınıflandırma	9
2.1.5. Risk Faktörleri	9
2.1.6. Osteoporozda Kırık Riski Değerlendirilmesi.....	11
2.1.7. Tanı.....	15
2.1.8. Tedavi	16
2.1.8.1. Nonfarmakolojik Tedavi.....	16
2.1.8.1.1. Beslenme ve D vitamini.....	16
2.1.8.1.2. Düşmeyi Önleyici Girişimler ve Egzersiz	17
2.1.8.2. Farmakolojik Tedavi.....	27

2.2. Denge.....	28
2.2.1. Denge Kontrol Sistemleri	29
2.2.1.1. Propriyoseptif Duyu Sistemi.....	29
2.2.1.2. Görsel Duyu Sistemi.....	30
2.2.1.3. Vestibüler Duyu Sistemi.....	30
2.2.1.4. Santral Sinir Sistem	31
2.3. Dengenin Değerlendirilmesi	32
2.3.1. Statik denge testleri.....	33
2.3.1.1. Tandem Duruş Testi.....	33
2.3.2. Dinamik denge testleri.....	33
2.3.2.1. Tandem Yürüyüş Testi.....	33
2.3.2.2. Zamanlı Kalk Yürü Testi (Timed Up And Go Test, TUG)	33
2.3.2.3. Berg Denge Skalası (Berg Balance Scale, BDS)	34
2.4. Dengenin Bilgisayarlı Statik ve Dinamik Değerlendirilmesi	35
2.4.1. Bilgisayarlı Statik Postürografi Cihazı ile dengenin değerlendirilmesi	35
2.4.1.1. Genel denge indeksi.....	39
2.4.1.2. Düşme indeksi	39
2.4.1.3. Fourier dönüşümü	41
3. GEREÇ VE YÖNTEM	43
3.1. Olguların seçilmesi	43
3.2. Olguların değerlendirilmesi	46
3.2.1. Fizik muayene.....	48
3.2.1.1. El Sıkma Kuvveti Ölçümü.....	49
3.2.2. Sayısal Derecelendirme Ölçeği (Numeric Rating Scale- NRS).....	49

3.2.3. Denge, Düşme Riski ve Fiziksel Performans Değerlendirmesi.....	49
3.2.3.1. Tandem Duruş Testi.....	50
3.2.3.2. Tandem Yürüyüş Testi.....	50
3.2.3.3. Zamanlı Kalk Yürü Testi (Timed Up And Go Test, TUG).....	50
3.2.3.4. Berg Denge Skalası (Berg Balance Scale, BDS).....	50
3.2.3.5. Dengenin bilgisayarlı statik değerlendirilmesi.....	51
3.3. Egzersiz uygulama protokolü	52
3.3.1. Isınma Egzersizleri	52
3.3.2. Kuvvet egzersizleri	53
3.3.3. Denge egzersizleri.....	53
3.4. Hastaların eğitimi	53
3.5. Etik Komite	56
3.6. İstatistiksel Analiz	56
4. BULGULAR	57
5. TARTIŞMA	83
6. SONUÇ	101
7. KAYNAKLAR.....	103
8. EKLER.....	114
EK-1. DEĞERLENDİRME FORMU	114
EK-2. BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU.....	118
EK-3. EGZERSİZ TAKİP FORMU.....	120
9. ÖZGEÇMİŞ	121
10. İNTİHAL TARAMA RAPORU.....	122

SİMGE VE KISALTMALAR

AACE: American Association of Clinical Endocrinologists

ACSM: American College of Sports Medicine

25(OH)D: 25 hidroksi vitamin D

BBS: Berg Balance Scale

BF: Bifosfonatlar

BT: Bilgisayarlı Tomografi

Ca: Kalsiyum

CDC: Centers for Disease Control and Prevention

CSEP: Canadian Society for Exercise Physiology

CTX-1: Tip 1 kollajen

C-terminal çapraz bağlı telopeptid

DKK: Doruk kemik kütlesi

DSÖ: Dünya Sağlık Örgütü

DXA: Dual enerji X ışını absorbsiyometri

FAME: Fitness and Mobility Exercise Program

FI: Fall Index

FRAX: Fracture Risk Assessment Tool

GFR: Glomeruler filtrasyon hızı

Hz: Hertz

IL: İnterlökin

IOF: International Osteoporosis Foundation

İV: İntravenöz

KMY: kemik mineral yoğunluğu

KOAH: Kronik obstrüktif akciğer hastalığı

P1NP: N-terminal kollajen tip 1 ekstansiyon propeptidi

RA: Romatoid artrit

RANK: Nükleer faktör-kappa B reseptör aktivatörü

RANKL: Nükleer faktör-kappa

SD: Standart deviasyon
SERM: Selektif östrojen reseptör modölatörleri
TBS: Trabeküler Kemik Skoru
TNF: Tümör Nekroz Faktör
TUG: Zamanlı Kalk ve Yürü Testi
VAM: Vücut ağırlık merkezi
VFA: Vertebra kırığı değerdendirmesi
VKİ: Vücut Kitle İndeksi
WHO: World Health Organization
NO: Normal pozisyon, gözler açık, sert zemin
NC: Normal pozisyon, gözler kapalı, sert zemin
PO: Gözler açık, yastık üzerinde
PC: Gözler kapalı, yastık üzerinde
HF: Gözler kapalı, baş öne doğru 30 derece eğik, sert zemin
HB: Gözler kapalı, baş arkaya doğru 30 derece eğik, sert zemin
HL: Baş sol çevrilmiş ve gözler kapalı, sert zemin
HR: Baş sağa çevrilmiş ve gözler kapalı, sert zemin
SI: Stabilite indeksi
DI: Düşme indeksi
NRS: Numeric Rating Scale
NO SI: Normal pozisyon, gözler açık, sert zemin, Stabilite indeksi
NO F5-F6: Normal pozisyon, gözler açık, Fourier Frekansı 5 ve 6
NC SI: Normal pozisyon, gözler kapalı, sert zemin, Stabilite indeksi
NC F5-F6: Normal pozisyon, gözler kapalı, Fourier Frekansı 5 ve 6
PO SI: Gözler açık, yastık üzerinde, Stabilite indeksi
PO F5-F6: Gözler açık, yastık üzerinde, Fourier Frekansı 5 ve 6
PC SI: Gözler kapalı, yastık üzerinde, Stabilite indeksi
PC F5-F6: Gözler kapalı, yastık üzerinde, Fourier Frekansı 5 ve 6
HF SI: Gözler kapalı, baş öne doğru 30 derece eğik, Stabilite indeksi
HF F5-F6: Gözler kapalı, baş öne doğru 30 derece eğik, Fourier Frekansı 5 ve 6
HB SI: Gözler kapalı, baş arkaya doğru 30 derece eğik, Stabilite indeksi
HB F5-F6: Gözler kapalı, baş arkaya doğru 30 derece eğik, Fourier Frekansı 5 ve 6
HR SI: Baş sağa çevrilmiş ve gözler kapalı, Stabilite indeksi

HR F5-F6: Baş sağa çevrilmiş ve gözler kapalı, Fourier Frekans 5 ve 6

HL SI: Baş sol çevrilmiş ve gözler kapalı, Stabilite indeksi

HL F5-F6: Baş sol çevrilmiş ve gözler kapalı, Fourier Frekans 5 ve 6



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1: Kliniğimizde kullanılan Bilgisayarlı Statik Postürografi cihazı	37
Şekil 2: Bilgisayarlı Statik Postürografi cihazı ayak platformları.....	39
Şekil 3: Düşme indeksi test örneği.....	40
Şekil 4: Duruş özet raporu örneği	42
Şekil 5: Çalışmanın akış şeması.....	45
Şekil 6: Egzersiz programı eğitimi.....	48
Şekil 7: OTAGO Ev Egzersiz Programı	55
Şekil 8: Grupların dağılımı	58
Şekil 9: El sıkma kuvveti ölçümlerinin egzersiz öncesi ve sonrasının gruplara göre dağılımı.....	65
Şekil 10: BDS ölçümlerinin egzersiz öncesi ve sonrasının gruplara göre dağılımı...	66
Şekil 11: ZKYT'nin egzersiz öncesi ve sonrasının gruplara göre dağılımı.....	67
Şekil 12: DI'nin tedavi öncesi ve sonrasının gruplara göre dağılımı	68
Şekil 13: TY testinin egzersiz öncesi ve sonrasının gruplara göre dağılımı	70
Şekil 14: NO SI değerinin egzersiz öncesi ve sonrasının gruplara göre dağılımı.....	73
Şekil 15: HR F5-F6 değerinin egzersiz öncesi ve sonrasının gruplara göre dağılımı	77

TABLolar DİZİNİ

Tablo 2.1: Osteoporotik kırık için düşme ile ilişkili risk faktörleri	10
Tablo 2.2: FRAX'ta değerlendirilen klinik risk faktörleri	13
Tablo 2.3: Ev içinde düşme riskini azaltma yöntemleri	19
Tablo 2.4: Yaşam tarzı önerileri	21
Tablo 2.5: Denge egzersizleri	22
Tablo 2.6: Osteoporoz veya osteoporotik vertebra kırığına sahip bireyler için egzersiz reçetesi için önerilerin özeti.....	25
Tablo 2.7: Bilgisayarlı Statik Postürografi cihazı ile ölçülen pozisyonlar	38
Tablo 2.8: Bilgisayarlı Statik Postürografi ile Fourier postüral salınım spektrumu .	41
Tablo 2.9: Bilgisayarlı Statik Postürografi Fourier frekansları	41
Tablo 3.1: Çalışmaya alınma kriterleri	43
Tablo 3.2: Çalışmadan dışlanma kriterleri	44
Tablo 4.1: Tanımlayıcı özelliklerin dağılımı	57
Tablo 4.2: Gruplara göre tanımlayıcı özelliklerin karşılaştırılması	58
Tablo 4.3: Aktif sigara ve alkol kullanımı yönünden grupların karşılaştırılması	59
Tablo 4.4: Kronik hastalık açısından grupların karşılaştırılması	59
Tablo 4.5: İlaç kullanımı açısından grupların karşılaştırılması	60
Tablo 4.6: D vitamini kullanımı ve D vitamini düzeyine göre grupların karşılaştırılması.....	60
Tablo 4.7: Servikal lordoz, torakal kifoz ve lomber lordoz değerlendirmesinin gruplara göre karşılaştırılması.....	61
Tablo 4.8: Osteoporoz tedavi süresi, sırt NRS değerleri, son 1 yıl içinde düşme olması, egzersiz programı sırasında 2 ay içinde yeni düşmelerin sayısı açısından grupların karşılaştırılması	62
Tablo 4.9: T-Skoru, KMY VE FRAX skorlarının gruplara göre karşılaştırılması	63
Tablo 4.10: Vertebra, vertebra dışı kırık ve ailede kalça kırık öyküsü yönünden grupların karşılaştırılması	64
Tablo 4.11: Kortizon kullanımı açısından grupların karşılaştırılması	64
Tablo 4.12: El sıkma kuvvetinin 2 aylık ev programından önce ve sonrasının gruplara göre karşılaştırılması.....	65
Tablo 4.13: BDS'nin 2 aylık ev programından önce ve sonrasının gruplara göre karşılaştırılması.....	66
Tablo 4.14: ZKYT'nin 2 aylık ev programından önce ve sonrasının gruplara göre	

karşılaştırılması.....	67
Tablo 4.15: DI'nin 2 aylık ev programından önce ve sonrasının gruplara göre karşılaştırılması.....	68
Tablo 4.16: TD testinin 2 aylık ev programından önce ve sonrasının gruplara göre karşılaştırılması.....	69
Tablo 4.17: TY testinin 2 aylık ev programından önce ve sonrasının gruplara göre karşılaştırılması.....	69
Tablo 4.18: Geçen bir yıl içinde düşme öyküsü, dengesizlik hissi ve düşme korkusu açısından grupların karşılaştırılması	70
Tablo 4.19: NO SI, NO F5-F6, NC SI VE NC F5-F6 ölçümlerinin 2 aylık ev egzersiz programından önce ve sonrasının gruplara göre karşılaştırılması	72
Tablo 4.20: PO SI, PO F5-F6, PC SI VE PC F5-F6 ölçümlerinin 2 aylık ev egzersiz programından önce ve sonrasının gruplara göre karşılaştırılması	74
Tablo 4.21: HR SI, HR F5-F6, HL SI VE HL F5-F6 ölçümlerinin 2 aylık ev egzersiz programından önce ve sonrasının gruplara göre karşılaştırılması	76
Tablo 4.22: HB SI, HB F5-F6, HF SI VE HF F5-F6 ölçümlerinin 2 aylık ev egzersiz programından önce ve sonrasının gruplara göre karşılaştırılması	78
Tablo 4.23: Egzersiz grubunda FRAX-kalça kırığı riski, FRAX-majör osteoporotik kırık riski, ZKYT, BDS ve DI ilişkisi	80
Tablo 4.24: Kontrol grubunda FRAX-kalça kırığı riski, FRAX-majör osteoporotik kırık riski, ZKYT, BDS ve DI ilişkisi	82

ÖZET

Postmenopozal Osteoporoz hastalarında 2 aylık denge egzersiz programının denge üzerinde etkisinin değerlendirilmesi

Amaç: Postmenopozal osteoporozlu olgularda 8 hafta süreyle düzenli uygulanan ev egzersiz programının denge üzerine olan etkinliğini araştırmak

Gereç ve Yöntemler: Prospektif, randomize ve kontrollü bu çalışmaya DSÖ kriterlerine göre postmenopozal osteoporozu olan ve/veya osteoporotik vertebra kırığı olan 62 hasta dahil edildi. Egzersiz grubu (n=31) ile kontrol grubu (n=31) olmak üzere iki grupta değerlendirildi. Egzersiz grubunda, 2 ay süre ile kas kuvvetini ve dengeyi artırmaya yönelik özel bir egzersiz programı olan OTAGO Ev Egzersiz Programı (OEP) uygulanı. Olguların klinik öyküleri ve demografik verileri kaydedildi. Kas kuvvetinin değerlendirilmesi için el sıkma testi uygulandı. Osteoporotik kırık riski, FRAX skorları (majör osteoporotik kırık riski ile kalça kırığı riski) ve standart DXA ölçümleri ile değerlendirildi. Laboratuvar parametreleri ve serum 25(OH)D değerleri bakıldı. Dengenin değerlendirilmesinde klinik olarak Tandem Duruş (TD) ve Tandem Yürüyüş (TY) testi, Zamanlı Kalk ve Yürü testi (ZKYT) ile Berg Denge Skalası (BDS) kullanıldı. Bilgisayarlı Statik Postürografi cihazı - Tetrax ile Stabilite indeksi (SI), Düşme indeksi (DI) ve Fourier frekansları değerlendirildi. Denge testleri 2 ay sonra tekrarlandı.

Bulgular: Egzersiz grubunda TD ve TY testlerinin başarılı olma oranları istatistiksel açıdan anlamlı olarak yüksek bulundu ($p=0,024$; $p=0,026$); el sıkma kuvvetinde de istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptandı ($p=0,038$). Egzersiz grubu, kontrol grubuna göre BDS ölçümlerinde $0,97\pm1,22$ birimlik artış ve ZKYT ölçümlerinde $1,20\pm2,02$ birimlik düşüş gösterdi. Tetrax ile değerlendirmede egzersiz grubunda DI ölçümlerindeki $9,74\pm23,45$ birimlik düşüş, istatistiksel açıdan anlamlı bulundu ($p=0,028$). Egzersiz grubunda olguların DI değişim farkı ile BDS değişim farkı arasında negatif yönlü zayıf düzeyde anlamlı ilişki saptandı ($r=-0,375$; $p=0,038$).

FRAX-kalça kırığı riski ve FRAX-majör osteoporotik kırık riski ile ZKYT değişim farkı ve BDS değişim farkı ile DI değişim farkı ise istatistiksel olarak anlamlı ilişki bulunmadı ($p>0,05$).

Sonuç: Çalışmadan elde edilen sonuçlar ve bulgular doğrultusunda, OEP'nın 2 ay süreyle uygulanmasının fiziksel performans ve denge üzerine anlamlı olarak olumlu etkisinin olduğu saptanmıştır. Postmenopozal osteoporoz tanısı konulan, ileri yaşta olmayan hastalarda, dengenin klinik testler ve Tetrax ile değerlendirilmesi sonucunda, denge ve kuvvet eğitimi içeren özelleştirilmiş bir egzersiz programı olan OEP, fiziksel performans ve dengeyi geliştirmede etkin bulundu.

Anahtar Sözcükler: bilgisayarlı statik postürografi, denge, OTAGO ev egzersiz programı, postmenopozal osteoporoz

ABSTRACT

Evaluation of the Effect of a 2-Month Balance Exercise Program on Balance in Postmenopausal Osteoporosis Patients

Aim: The aim of this study was to investigate the effects of a regular home exercise program, administered over eight weeks, on balance in postmenopausal osteoporosis patients.

Materials and Methods: The study was designed as a prospective, randomized and controlled study. 62 patients with postmenopausal osteoporosis and/or osteoporotic vertebral fractures, according to the WHO criteria, were included. Participants were separated into two groups: exercise (n = 31) and control (n = 31) groups. In the exercise group a specialized exercise program focused on increasing muscle strength and balance, the OTAGO Home Exercise Program (OEP), was performed for a duration of 2 months. Detailed clinical histories and demographic information were documented. Handgrip strength was determined using a grip test. The risk of osteoporotic fractures was assessed using FRAX scores (major osteoporotic fracture risk and hip fracture risk) and standard DXA tests. Laboratory parameters and serum 25(OH)D levels were assessed. Balance assessments were performed clinically by utilizing the Tandem Stance (TS) and Tandem Walk (TW) tests, as well as the Timed Up and Go Test (TUGT) and the Berg Balance Scale (BBS). Tetrax, a Computerized Static Posturography instrument, was used to analyze the Stability Index (SI), Fall Index (FI), and Fourier frequencies. Balance tests were evaluated after 2 months.

Results: The exercise group performed significantly better in the TS and TW Tests ($p=0.024$) ($p=0.028$); there was also a significant difference in handgrip strength ($p=0.038$). The exercise group had a 0.97 ± 1.22 unit rise in BBS values and a 1.20 ± 2.02 unit drop in TUGT measurements when compared to the control group. In Tetrax

assessments, the exercise group showed a significant decrease of 9.74 ± 23.45 units in FI measures ($p=0.028$). A weak negative statistical association was discovered between the change in FI and the change in BBS within the exercise group ($r=-0.375$; $p=0.038$). There was no statistically significant link detected between the change in FRAX-hip fracture risk and FRAX-major osteoporotic fracture risk with the change in TUGT, BBS, or FI ($p>0,05$).

Conclusion: The results and findings of the study indicate that the OEP, performed for 2 months, has a significant, positive effect on physical performance and balance. In patients diagnosed with postmenopausal osteoporosis, an exercise program customized to include balance and strength training, such as the OEP, has been found effective in improving physical performance and balance.

Keywords: balance, computerized static posturography, OTAGO home exercise program, postmenopausal osteoporosis

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Osteoporoz, en yaygın metabolik kemik hastalığıdır ve kemik dokusunun mikroyapısındaki bozukluklar ile kemik kütlesindeki azalmadan kaynaklanan kemik kırılabilirliğinin artmasıyla karakterizedir. Özellikle menopoz sonrası dönemdeki kadınlar üzerinde belirgin bir etkiye sahip olup, geniş bir insan kitlesini etkilemektedir. Bu hastalık, bireylerin yaşam kalitesini önemli ölçüde azaltırken, aynı zamanda ekonomik ve sosyal alanlarda da yük oluşturmakta, hastalık ve ölüm oranlarında artışa neden olmaktadır (1).

2010 yılında, Avrupa Birliği genelinde Dünya Sağlık Örgütü'nün (DSÖ) belirlemiş olduğu tanı kriterlerine göre 22 milyon kadın osteoporoz tanısı almıştır (1). 50 yaşında bir kadının yaşam boyu osteoporotik kırık riski %50 iken, erkekler için bu risk %20'dir (2). 2009'da FRACTURK çalışmasına göre Türkiye'de 24.000 kalça kırığı tespit edilmiş, bu kırıkların %73'ü kadınlarda meydana gelmiştir. 50 yaşındaki erkeklerde kalça kırığı olasılığı %3,5 olarak belirlenmişken, aynı yaş grubundaki kadınlarda bu oran %14,6 olarak tespit edilmiştir (3).

Osteoporoz (OP), özellikle omurga, kalça, distal ön kol ve proksimal humerus gibi bölgelerde kırıklara yol açmaktadır. Osteoporotik kırıklar hemen hemen her kemiği etkileyebilir, ancak farklı bölgeler morbidite ve mortalite üzerinde farklı etkilere sahiptir. Bu yüzden, OP üzerine yapılan çalışmaların çoğu, kırıkların önlenmesi üzerine odaklanmıştır. Kırıkların çeşitli sebepleri arasında düşmeler kritik bir rol oynar. Altta yatan sebepleri incelemek ve değiştirilebilir olanları için önleyici tedbirler almak, kırık riskini azaltacaktır (4).

Geriatrik popülasyonda, düşmeler önemli bir halk sağlığı sorunudur. Özellikle osteoporozlu bireylerde, yüksek morbidite ve mortalite ile ilişkilidir ve yüksek maliyetli tıbbi müdahaleleri gerektirebilir. Bu nedenle düşme riskinin değerlendirilmesi, hem araştırma hem de klinik müdahaleler açısından büyük önem

taşıır. Yaşlı bireylerde düşmeye bağılı yaralanmalar önde gelen hastaneye başvuru nedenleri arasındadır (5). Yaş ilerledikçe, postüral stabilite ve denge yeteneğı azalır. Denge kaybı ve postüral salınımin artması, osteoporozu olan yaşlı bireylerde düşme riskini artırır. Menopoz sonrası dönemde, östrojen seviyesindeki düşüşün postüral stabiliteyi etkilediğı bildirilmiştir (6). Denge, vücudun yer çekimi merkezini destek yüzeyi içerisinde tutabilmek için gerçekleştirdiğı postüral uyumun bir sonucudur (7). Normal şartlarda, vestibüler sistem, görme sistemi ve somatosensöriyel sistem gibi üç sistem etkileşim içinde çalışarak vücudun uzayda konumu hakkında bilgi sağlar ve postüral kontrolü sağlar. Yaşlanma süreciyle birlikte bu sistemlerin fonksiyonlarında bozulmalar meydana gelir ve bu da denge sorunlarına yol açar (8). Dengeyi etkileyen bir başka bileşen kas-iskelet sistemidir. Yaşlanma süreciyle birlikte kas lif sayısı azalır ve kalan kas liflerinin kesit alanı daralır (kas atrofisi), bu da kas zayıflığına yol açar. Kas zayıflığı, denge problemlerini artıran önemli bir faktördür. Ayrıca, ayak bileğı dorsifleksör kaslarının zayıflığı, yaşlı bireylerde denge bozukluğuna sebep olabilir. OP varlığında, dorsal vertebral kolonda fleksiyon postürü (kifotik ya da kambur duruş) gözlemlenebilir. Bu duruş; hastanın boyunun kısalması, başın öne doğru duruşu, omuzların düşüklüğü, dorsal artmış kifoz ve üst ile alt ekstremitelerin hafifçe fleksiyon halinde olmasını içerir. Yaş ilerledikçe, kas kuvvetinde, hareket kabiliyetinde ve fiziksel performansta azalma, özellikle OP hastalarında düşme riskini artırabilir. Bu yüzden, yaşlı bireylerde denge egzersizlerine ve düşmeyi önleyici egzersizlere özel önem verilmelidir. Düşmelerin önlenmesi için dengeyi iyileştirmek özellikle hedeflenmelidir (9). Postmenopozal dönemde denge bozuklukları ve buna bağılı düşmeler, fonksiyon kaybı, özörlölüğe ve ölüme neden olabilir. OP önlenabilir ve tedavi edilebilir bir hastalık olsa da, tanı ve tedavi süreçlerinde sıkça gecikmeler yaşanmaktadır. OP genellikle minimal travma veya bazen hiç travma olmadan kırıklara yol açabilen sessiz bir hastalıktır. Bu nedenle düşme riskinin erken teşhis edilmesi, hem düşmelerin önlenmesi hem de hastaların kırıktan koruma açısından hayati önem taşıır.

Osteoporozun yönetimi ve düşme risklerinin önlenmesinde, kapsamlı bir egzersiz programı önemli rol oynamaktadır. Bu program, özellikle yük taşıma, kas kuvvetlendirme, postür egzersizleri ve denge egzersizlerini içermektedir. Yük taşıyıcı egzersizler, OP yönetiminde merkezi bir rol oynamakta ve kemik mineral yoğunluğu üzerinde olumlu etkiler göstermektedir. Kas kuvvetlendirme ve denge egzersizleri ise,

hastaların kendine güvenini ve vücut koordinasyonunu güçlendirir. Bu ise, düşme korkusunu azaltmakta ve düşme riskini önemli ölçüde düşürmektedir.

Osteoporozla mücadelede, Uluslararası Osteoporoz Vakfı'nın (IOF) düşme risklerini minimize etmek ve hem dengeyi hem de kas kuvvetini artırmak için önerdiği metodlar içerisinde, OTAGO ve FAME (Fitness and Mobility Exercise Program) Ev Egzersiz Programları özel bir yer tutmaktadır. Özellikle OTAGO Ev Egzersiz Programı, haftada üç gün gerçekleştirilen 30 dakikalık ev egzersizlerinin yanı sıra, haftanın diğer günlerinde 30 dakikalık yürüyüş seanslarını içermesiyle dikkat çekmektedir. OP tanısı alan bireylere yönelik olarak, bu tür egzersizlerin kişiye özel olarak düzenlenmesi önerilmektedir. Gerçekleştirilen egzersizlerin sonuçları incelendiğinde, bu uygulamaların düşme vakalarının önlenmesinde belirgin bir etkinliğe sahip olduğu kanıtlanmıştır.

Thomas ve arkadaşları tarafından gerçekleştirilen ve "Yaşlı Bireylerde OTAGO Ev Egzersiz Programının Mortalite ve Düşmeler Üzerine Etkisi"ni inceleyen 1503 katılımcıyla yapılan sistematik bir meta-analizde, OTAGO Egzersiz Programı'nın, egzersizlere başladıktan sonraki ilk 12 ay içinde, toplum içinde yaşayan yaşlı yetişkinlerde mortalite riskini azalttığı bulunmuştur (10).

Düşme ile ilgili ev temelli egzersiz programları üzerinde çok durulmaktadır. Özellikle COVID-19 pandemi döneminde yaşlı hastaların fiziksel aktiviteleri kısıtlanmıştır. Bu nedenle, evde fiziksel aktivite ve mobilizasyonu artıracak egzersiz programlarına ihtiyaç artmıştır. Sekiz hafta süre boyunca ev temelli uygulanan bir aerobik egzersiz programının, yaşlı kadınlarda statik ve dinamik dengeyi anlamlı olarak iyileştirebildiği gösterilmiştir (11). Yapılan çalışmalarda OP tanısı konan hastalarda egzersiz yapmanın önündeki en büyük engeller zaman eksikliği ve ulaşım zorluğudur. Bu nedenle evde yapılan egzersiz programı, ulaşım ve zaman engellerini azaltmada çok önemli bir rol oynayabilir (12).

Bu çalışmanın amacı postmenopozal osteoporozlu kadınlarda 8 hafta süreyle düzenli uygulanan denge ev egzersiz programının kırık riski ve denge üzerine olan etkilerini incelemektir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Osteoporoz

2.1.1. Tanım

Osteoporoz (OP), günümüzde sadece kemik yoğunluğu ve kemik kütlesinin azalması olarak değil, aynı zamanda artan kırılabilirlik ve yüksek kırık riski nedeniyle önem taşımaktadır (13). Bu durum, özellikle düşük enerjili travmalar sonucunda meydana gelen kırıkların, her zaman kemik mineral yoğunluğu ile doğrudan ilişkili olmamasından kaynaklanmaktadır. OP, dünya genelinde yaşanan nüfusun artmasıyla birlikte küresel bir sağlık sorunu haline gelmiştir. DSÖ'nün osteoporozu küresel bir sağlık sorunu olarak tanımlaması, bu hastalığın yaygınlığını ve etkilerinin ciddiyetini vurgulamaktadır (14).

Osteoporotik kırıklar, toplum üzerinde önemli bir etkiye sahip olup, tedavi ve yönetimlerinin yüksek maliyeti ile dikkat çekmektedir. Bu bağlamda, osteoporotik kırıkların önlenmesi, toplum sağlığı için hayati öneme sahip olup, sağlık politikalarında öncelikli bir konu olarak ele alınmalıdır (1).

Osteoporoz terimi, Lobstein tarafından 1829 yılında ilk kez “ poröz (süngersi) kemik” olarak literatüre tanıtılmış, bu tanım daha sonra 1944 yılında Albright tarafından, kemik içerisindeki azalan kemik kütlesinin detaylı bir açıklaması ile genişletilmiştir (13).

2.1.2. Patofizyoloji

Kemik, sürekli olarak kendini yenileyebilen canlı ve dinamik bir bağ dokusudur. Başlıca görevleri arasında vücudu korumak için beyin, kalp ve akciğer gibi organları saran bir yapı oluşturmak, kalsiyum başta olmak üzere mineralleri

depolamak, mekanik destek sağlamak, hematopoez ve bağışıklık sistemi fonksiyonlarına katkıda bulunmak yer alır (15).

Sağlıklı kemik dokusunun sürekli bir dinamiği vardır; burada osteoblastlar kemik yapımını gerçekleştirirken, osteoklastlar kemik yıkımını üstlenirler. Bu sürekli devam eden süreç, kemik yeniden yapılanması (remodeling) olarak bilinir ve kemik dokusundaki mikro hasarların onarılması, iskeletin mekanik bütünlüğünün korunması ve plazma kalsiyum seviyelerinin dengelenmesi için kritik öneme sahiptir (16). Kemik remodelingi sırasında, yapım ve yıkım arasındaki dengenin bozulması, kemik yıkımının artması veya kemik yapımının azalması, osteoporozun patofizyolojik temelini oluşturur (17).

2.1.2.1. Kemik Yapısı

Kemik dokusu, organik ve inorganik bileşenlerden oluşur. Kemik ağırlığının yaklaşık %70'ini inorganik madde veya mineraller, %5'ini su, geri kalan kısmını ise organik matriks ve ekstraselüler matriks oluşturur. Organik bölüm, kollajen ve kollajen dışı proteinlerden oluşan matriksi ve kemik hücrelerini içerir. Organik bölümün %98'i matriks, %2'si ise hücrelerden oluşur. Kemik matriksinin %95'i tip I kollajenden meydana gelir. Kemik dokusunun inorganik bölümü, kemik kütlesinin %70'ini oluşturur ve büyük ölçüde kalsiyum hidroksiapatit kristallerini içerir (18).

Kemik dokusunda bulunan temel hücreler osteoblastlar, osteoklastlar ve osteositlerdir. Osteoblastlar, kemik mineralizasyonu ve formasyonundan sorumlu olan hücrelerdir ve genellikle multipotent kök hücrelerden türetilirler. Osteoblastlar, kemik mineralizasyonu ve osteoid sentezi sırasında osteositlere dönüşürler. Osteositler, mineralize matriksinin içinde yerleşmiş hücrelerdir. Osteositler, kemik matriksi içinde bulunan bir ağ içinde yer alırlar ve kemik dokusunun içindeki iletişimi sağlarlar. Bu hücreler, kemik dokusunun sağlamlığını ve yapısını korumak için önemli bir işlev görebilirler. Osteoklastlar, kemik dokusunu yıkarak rezorbe eden, çok çekirdekli hücrelerdir ve hematopoetik (kan yapıcı) mononükleer hücrelerden türetilirler. Bunlar, kemik yenilenmesi ve onarımı süreçlerinde önemli bir rol oynarlar (19).

İskelet, kortikal ve trabeküler olmak üzere iki ana tip kemikten oluşur. Total kemik kütlelerinin yaklaşık %80'ini kortikal kemik oluşturur. Kortikal kemik, kemik dış kısmında bulunan bir katman olarak mekanik ve koruyucu bir rol oynar. Trabeküler kemik ise kemik içinde yer alır ve metabolik fonksiyonları yerine getirir. Kortikal kemik, silindirik biçimindeki osteonlarının bir araya gelmesiyle oluşur. Kemiklerin uzun eksenine boyunca uzanan osteonlar arasındaki bağlantıyı sağlayan Volkman kanalları bulunur. Trabeküler kemik ise özellikle uzun kemiklerin epifiz ve metafiz bölgelerinde, vertebra korpusunda yoğun olarak bulunur. Trabeküller, yatay ve dikey trabeküler plakaların bir araya gelerek oluşturduğu üç boyutlu bir ağ şeklinde görünüm sergiler ve büyük bir yüzey alanına sahiptir (20).

Postmenopozal dönemde, kortikal kemik kaybı yerine trabeküler kemik kaybı daha belirgin bir şekilde görülür (18). Bu nedenle vertebra korpusu gibi trabeküler kemik açısından zengin bölgelerde osteoporotik kırık riski daha yüksektir. Yetişkinlerde, kemik dokusu devamlı bir süreç olan kemik yıkımı ve yenilenmesi yoluyla sürekli değişikliklere uğrar. Osteoklastlar tarafından eski kemik materyali (mineral ve protein matriksi) resorbe edilir ve osteoblastlar tarafından yeni ve sağlıklı kemikle yer değiştirir. Osteositler, kemik yenilenmesinin hem yerini hem de hızını düzenleyen moleküller salgırlar. Bu moleküller arasında nükleer faktör kappa-b reseptör aktivatörü (RANK) ligandı bulunur; bu faktör büyümeyi teşvik eder ve RANK reseptörü ile etkileşimi osteoklastların çoğalması, farklılaşması ve aktivitesi için gereklidir. Ayrıca, kemik oluşumunu inhibe eden bir madde olan sklerostin de yer alır. Osteosit aktivitesi, mekanik yüklenme ve paratiroid hormonu (PTH) ile östrojen dahil olmak üzere dolaşan hormonlar tarafından düzenlenir (21).

2.1.2.2. Doruk Kemik Kütlesi

Doruk kemik kütlesi (DKK), bireyin büyüme ve gelişim sürecinde elde ettiği maksimum Kemik Mineral Yoğunluğu (KMY) olarak tanımlanır. Araştırmalar, DKK'nin büyük oranda çocukluk ve ergenlik dönemlerinde oluştuğunu ve bu dönemde kazanılan kemik yoğunluğunun, ilerleyen yıllarda kemik sağlığının anahtarını oluşturduğunu göstermektedir. Erken yetişkinlik dönemindeki düşük DKK seviyeleri, yaşlanma sürecinde kemik yoğunluk kaybı ve kırılabilirlik riskini artırabilir (21).

Doruk kemik kütlesinin tahminen %70-80'i genetik faktörlerce belirlenirken, genetik olmayan etmenler de önemli bir rol oynamaktadır. Beslenme alışkanlıkları, ağırlık kaldırma gibi egzersizler ve hormonlar, DKK üzerinde etkili olabilir. Cinsiyet farklılıkları da belirgindir; erkeklerde DKK, kadınlara göre %23-30 oranında daha yüksektir. Kadınlarda ise menopoza süreciyle birlikte DKK'de azalma görülmektedir. Osteoblastlar ve osteositler tarafından salgılanan RANKL ve OPG, kemik döngüsünde önemli roller üstlenir. RANKL, osteoklast prekürsörlerini aktive ederken, OPG RANKL'nin bu etkisini dengeleyerek kemik yıkımını kontrol altında tutar. Osteoklast aktivitesinin düzenlenmesi, RANK ve OPG arasındaki dengenin yanı sıra östrojen gibi sistemik hormonların ve IL-6, TNF gibi lokal faktörlerin etkileşimine bağlıdır (21).

Kadınlarda menopoza ile birlikte östrojen, erkeklerde ise yaşla birlikte hem testosteron hem de östrojen seviyelerinin azalması, kemik yoğunluğunun azalmasına ve böylece osteoporoz riskinin artmasına neden olur. Yaş ilerledikçe, kemiklerin yenilenme hızı artarken, bu yenilenme mekanizmalarının etkinliği azalır. Laboratuvar çalışmaları, bu yaşlanma etkilerinin östrojen azalmasından bağımsız, ayrı bir moleküler mekanizma tarafından yönlendirildiğini göstermektedir (22).

D vitamini sentezinin azalması, güneş ışığına daha az maruz kalınması, sedanter yaşam tarzı ve beslenme düzensizlikleri ile emilimin azalması da osteoporoz riskini artıran faktörler arasındadır.

Menopoz ve ilerleyen yaş ile birlikte, kemik kalitesindeki azalma osteoporozun ilerlemesinde önemli bir faktördür. Osteoid matriksin yavaş mineralizasyonu ve remodelling sürecinin kısılması, dirençsiz kemiklerin oluşumuna yol açar ve bu da kemiğin kırılma direncini artırır. Trabeküler sayı ve boyutlardaki azalmalar, kemik yapısının mikro mimarisini bozar ve kemiğin kırılma direncini azaltır. Kadınlarda, özellikle kortikal kemik kaybı ve menopoza sonrası östrojen seviyelerinin azalması arasındaki ilişki dikkate değerdir. Trabeküler kemik kaybı ise daha çok yaşlanma ile ilişkili bulunmuştur (23). Araştırmalar, menopozdan 75 yaşına kadar olan süreçte kadınların KMY'nun yaklaşık %22'sini kaybettiğini göstermektedir; bu kaybın büyük bir bölümü yaşlanmaya, bir kısmı ise östrojen azalmasına bağlanmaktadır. Femur boynundaki KMY kaybının, yaşlanmanın ve östrojen düzeylerindeki azalmanın bir

sonucu olduğu belirtilmektedir (24).

2.1.3. Epidemiyoloji

Osteoporoz, kadınlarda erkeklere oranla daha sık görülen bir hastalıktır ve hastalığın prevalansı menopoz sonrası dönemde belirgin bir şekilde artmaktadır. Postmenopozal dönemde her üç kadından biri ve 50 yaş üstü her beş erkekten birinde osteoporotik kırık meydana gelmektedir (25).

Günümüzde, dünya genelinde osteoporozun 200 milyon üzerinde bireyi etkilediği tahmin edilmektedir (26). Osteoporoz yılda 8,9 milyondan fazla kırığa neden olmaktadır (27). Osteoporotik kırık tipleri arasında proksimal femur, vertebra, distal önkol ve proksimal humerus yaygın olarak gözlemlenir; bu kategoriler içerisinde, en sık karşılaşılan kırık türü vertebra kırıklarıdır. Kalça ve vertebra kırıkları, yüksek mortalite ve morbidite oranları nedeniyle kritik öneme sahiptir. Bu kırıklar, hasta üzerindeki etkileri itibariyle; fiziksel kısıtlamalar, artan bağımsızlık kaybı, psikososyal sorunlar ve genel yaşam kalitesinde düşüşle ilişkilendirilebilir (28).

Dünya genelinde, her 3 saniyede bir, osteoporotik bir kırık meydana gelmektedir. Kadınların yaklaşık %50'si, erkeklerin %20'sinde ilk osteoporotik kırık, 50 yaşından sonra görülmektedir (29).

Yaşlanan nüfusun artması ile birlikte osteoporoz önemli bir sağlık meselesi haline gelmektedir. Türkiye Osteoporoz Derneği'nin 26,424 kişiyi kapsayan FRACTURK çalışması, 50 yaş ve üzeri kadınların yarısında osteopeni ve dörtte birinde OP tespit etmiştir. 2010 verilerine göre, 50-64 yaş aralığındaki bireylerde yıllık 24,000 kalça kırığı vakası görülmüş, bu kırıkların %73'ü kadınlarda ve özellikle 75 yaş üstünde kaydedilmiştir (3). Uluslararası Osteoporoz Vakfı'nın (IOF) kalça kırığı haritasına göre, Türkiye'de kadınlar kalça kırığı riski bakımından yüksek risk altında olduğu tespit edilmiştir (30).

2.1.4. Sınıflandırma

Osteoporoz, primer ve sekonder olmak üzere iki ana kategoriye ayrılmaktadır. Primer OP ise tip 1 ve tip 2 olarak iki alt kategoriye ayrılır. Primer OP, menopoza sonrası dönemde kadınlarda ve 70 yaş üstü kadın ve erkeklerde yaşlanmaya bağlı olarak ortaya çıkar. Tip 1 OP, 50 yaş ve üstü kadınlarda postmenopozal dönemde endojen östrojen azlığı sonucunda trabeküler kemik kaybı ile karakterizedir. Diğer yandan, Tip 2 OP, 70 yaş ve üstü her iki cinsiyette görülür ve hem trabeküler hem de kortikal kemik kaybıyla ilişkilidir. Sonuç olarak, Tip 1 OP trabeküler kemiklerde yıkımın arttığı bir durumu yansıtırken, Tip 2 OP hem trabeküler hem de kortikal kemiklerde daha çok yapımın azaldığı bir durumu ifade eder. Sekonder OP etyolojisinde ise endokrin, metabolik, hematolojik, gastrointestinal vb. nedenler, çeşitli ilaçların kullanımı ve özellikle uzun süreli glukokortikoid kullanımı gibi faktörler yer alır (31).

2.1.5. Risk Faktörleri

Osteoporoz için en önemli risk faktörleri arasında ileri yaş, beyaz ırk, kadın cinsiyet, kırık öyküsü, düşük vücut kitle indeksi ve ailede kalça kırığı öyküsü bulunmaktadır. Diğer risk faktörleri arasında düşük kalsiyum alımı, erken menopoza, sigara içme, aşırı alkol kullanımı ve düşük fiziksel aktivite seviyeleri yer almaktadır. Osteoporotik kırıklar, genellikle kişinin boyunu aşmayan yükseklikten düşme ve düşük enerjili travmalar sonucu meydana gelir. Bu kırıklar sadece yaşam kalitesini olumsuz etkilemekle kalmaz, aynı zamanda sakatlığa da yol açabilirler. Vertebra, femur, ön kol ve humerus kırıkları, majör osteoporotik kırıklar olarak kabul edilirler. Ancak kafatası, yüz kemikleri, servikal vertebra, ilk üç torasik vertebra, metakarpal ve metatarsal kemikler ile falanksalarda oluşan kırıklar osteoporotik kırık olarak sınıflandırılmazlar. Omurga ve kalça kırıkları, osteoporozun yaygın bir sonucudur ve ağrı, deformite, fonksiyonlarda bozulma, mobilite kaybı ve ölüm riskinin artmasına neden olabilirler (32). Osteoporozun etkili bir şekilde yönetilmesi için risk faktörlerinin erken tanınması önemlidir. Bu, hastaların uygun tedavi ve önleyici önlemlerle desteklenmesine yardımcı olabilir. Osteoporoza bağlı kırıklar genellikle ağrı, hareket kısıtlılığı, deformite ve özürllülüğe neden olarak yaşam kalitesini olumsuz etkiler. Özellikle kalça kırıkları, osteoporozun en ciddi sonuçlarıdır. Kalça kırığı

geçiren kadınlarda, takip eden 2 yıl içinde mortalite oranı %12-20 arasında bulunmaktadır. Ayrıca, kalça kırığı yaşayanların %50'den fazlası günlük yaşam aktivitelerini bağımsız bir şekilde sürdürememektedir (33).

Kemik mineral yoğunluğu, osteoporozun teşhis ve izleminde kritik bir parametredir, fakat kırık riskini belirlemede her zaman tam bir gösterge sağlamaz. Düşük KMY, OP'un bir göstergesi olabilirken, KMY değerleri OP seviyesine gelmemiş osteopenik bireylerde bile kırık riski olabilir. Bu nedenle, sadece KMY'ye dayanarak değil, OP ve kemik kırığı riskini daha bütünsel bir bakış açısıyla incelemek esastır. Osteoporotik kırık için düşme ile ilişkili risk faktörleri Tablo 2.1'de ayrıntılı bir şekilde listelenmiştir (34).

Tablo 2.1: Osteoporotik kırık için düşme ile ilişkili risk faktörleri

- Son bir yılda düşme öyküsü
- Görme bozukluğu
- İşitme bozukluğu
- Demans
- Alkolizm
- D vitamini eksikliği
- Üriner inkontinans
- Yetersiz beslenme
- Psikoaktif ilaç kullanımı
- Parkinsonizm

Ailede osteoporotik kırık geçmişi, özellikle kalça kırıkları, KMY'den bağımsız bir risk faktörü olarak kabul edilmektedir (35).

Geçirilmiş osteoporotik kırıklar, hem erkeklerde hem de kadınlarda yeni kırık riskini artırmaktadır. Vertebra, el bileği, femur ve humerus kırıkları, prognoz açısından önem taşımaktadır. Üç ya da daha fazla vertebra kırığı olan bireylerde, kırık riski, kırığı olmayanlara göre on kat artarken; tek vertebra kırığı olan bireylerde ise yeni kırık riski 2-3 kat yükselmektedir (35). Artan yaşla birlikte, KMY'daki azalma, kemik mikro yapısındaki değişimler, düşmelerin sıklaşması ve düşme önleyici

reaksiyonların yavaşlaması, osteoporotik kırıklar için önemli bir risk faktörü olarak belirlenmiştir. KMY, menopo ve yaşılanma süreci, genetik faktörler, yetersiz beslenme, kronik hastalıklar ve ilaç kullanımı gibi birçok etkene bağı olarak değışmektedir. T-skorundaki her bir standart sapma azalma, kırık riskini 2 ila 3 kat artırmaktadır (35).

Sigara içmek, vertebral ve apendiküler kırıklar için bağımsız bir risk faktörü olarak kabul edilirken, hareketsizlik orta düzeyde bir risk faktörü olarak değıerlendirilir. Sekonder OP nedenleri, romatoid artrit, inflamatuvar bağırsak hastalıkları, malabsorpsiyon, tedavi edilmemiş hipogonadizm, kronik obstrüktif akciğer hastalığı (KOA), kronik karaciğer ve böbrek hastalığı, diabetes mellitus (DM) vb. komorbiditelerin varlığında da kırık riski artmaktadır. Bu durumlar kronik inflamasyon, kemik kalitesinin değışmesi, hastalığa özgü komplikasyonlar, immobilitate, sarkopeni, düşme riskinde artış ve D vitamini eksikliği gibi farklı mekanizmalarla ilişkilendirilmektedir (35).

Düşme ile ilgili risk faktörlerinin değıerlendirilmesi, yaşı popülasyon için büyük önem taşır. Çevresel faktörler arasında takılmaya neden olabilecek halılar, kaygan zeminler ve düşük aydınlatma koşulları gibi unsurlara dikkat edilmesi gerekmektedir. İştme ve görme bozuklukları, nöromüsküler hastalıklar, Parkinson hastalığı, demans, yetersiz beslenme, alkolizm ve D vitamini eksikliği gibi faktörler son 1 yılda düşme sıklığını artırabilir. Ek olarak sarkopeni, alt ekstremit eklemlerinde osteoartrit, geçirilmiş inme, aritmi ve kullanılan ilaçların (sedatif, antidepresan, vb.) düşme üzerine etkisini değıerlendirmek önerilmektedir (35).

2.1.6. Osteoporozda Kırık Riski Değıerlendirilmesi

Kırık riskinin değıerlendirilmesinde yaygın olarak kullanılan bir yöntem, KMY'nun ölçülmesidir. DSÖ ve IOF, KMY ölçümü için çift enerjili X-ışını absorpsiyometri (DXA) kullanılmasını önermektedir (36). OP tanısının konulması, kırık riskinin saptanması ve tedavi takibinde KMY'nun çok önemli bir rolü vardır. Özellikle 65 yaş üstü kadınlar ve 70 yaş üstü erkekler için KMY taraması önerilmektedir (37).

Kırık riskinin belirlenmesinde diğer yöntemler

Trabeküler kemik skorlaması (TBS)

DXA'nın bir fonksiyonu olan TBS, kırık riskinin belirlenmesine katkıda bulunabilir (38). Düşük TBS, KMY'dan bağımsız olarak yeni bir kırık riskinin değerlendirilmesine yardımcı olabilir. TBS, tedavi önerilerini belirlemek için tek başına kullanılmamalıdır; ancak, postmenopozal kadınlar ve yaşlı erkeklerde FRAX ve KMY ile ilişkili kırık riskini belirlemek için kullanılabilir (39). Aynı zamanda, TBS, tip 2 diyabet, primer hiperparatiroidizm gibi sekonder OP'u olan hastalarda kırık riskinin değerlendirilmesinde önemlidir. Lomber omurganın KMY değerleri ile kalça arasında bir tutarsızlık varsa, kırık riski TBS kullanılarak değerlendirilebilir (38).

Vertebral fracture assessment veya vertebral kırık değerlendirilmesi (VFA)

Vertebral bir kırık varlığı, gelecekte oluşabilecek vertebra ve diğer kırıklar için önemli bir gösterge olarak kabul edilir. KMY ölçümlerinden bağımsız olarak, vertebral kırık bulunması OP tanısında belirleyici bir faktördür. Bu tür kırıklar, günlük aktiviteler esnasında herhangi bir düşme yaşanmaksızın da meydana gelebilir. Dorsal kifozun artması ve 4 sm veya daha fazla boy kısalması, vertebral kırıklar için işaret olabilir. Bu sebeple, yüksek risk taşıyan bireylerde, lateral lomber ve dorsal omurga radyografilerinin çektilmesi veya gelişmiş cihazlarda lateral omurga DXA taramaları ile VFA yapılması önerilmektedir (40).

Kırık riskinin belirlenmesinde FRAX

Son yıllarda, klinik risk faktörleri ile KMY'nun birlikte değerlendirilmesine dayanan çeşitli risk değerlendirme yöntemleri geliştirilmiştir. Bu metodlardan en bilinenleri arasında Kırık Riski Değerlendirme Aracı (Fracture Risk Assessment Tool - FRAX), Garvan, QFracture ve CAROC bulunmaktadır. Bu araçlar içinde FRAX, en yaygın kullanılanıdır. FRAX, 10 yıllık majör osteoporotik kırık riskini ve kalça kırığı riskini belirleyen bir bilgisayar algoritmasıdır. Bu hesaplamada yaş, vücut kitle indeksi

(VKİ), daha önce yaşanan osteoporotik kırıklar, ailede kalça kırık öyküsü, sigara ve alkol kullanımı, uzun süreli oral glukokortikoid kullanımı, romatoid artrit ve sekonder OP'un diğer nedenleri gibi risk faktörleri değerlendirilir. Dünya çapında farklı bölgelerde kırık risklerinin değişkenlik göstermesi nedeniyle, 64 ülkede gerçekleştirilen epidemiyolojik çalışmalara dayanarak FRAX modeli uyarlanmıştır. Türkiye için FRAX'ın validasyonu gerçekleştirilmiş olup, bu sayede ülkemizde etkin kullanımı mümkün hale gelmiştir (Tablo 2.2) (33).

Tablo 2.2: FRAX'ta değerlendirilen klinik risk faktörleri

- Yaş
- Cinsiyet
- Düşük VKİ (<19kg/m²)
- Geçirilmiş osteoporotik kırık öyküsü
- Ebeveynlerde kalça kırığı
- Sigara (halen kullanıyor olmak)
- Alkol kullanımı (≥3 ünite/gün)
- Romatoid artrit
- Glukokortikoid kullanımı (≥3 ay, ≥5 mg oral prednizon veya eşdeğeri)
- Sekonder OP nedenleri (Tip1 DM, erişkinde Osteogenezis İmperfekta, uzun süredir tedavi olmamış hipertiroidizm, hipogonadizm veya erken menopoz (<45 yaş), kronik malnütrisyon ya da malabsorbsiyon, kronik karaciğer hastalığı)

Femur boyun KMY ölçümü eklenir

Bu modelde, 10 yıllık kalça kırığı riskinin %3 veya daha yüksek, majör osteoporotik kırık riskinin ise %20 veya daha yüksek olması durumunda tedaviye başlanması önerilir. FRAX'ta belirtilen risk faktörlerinin yanı sıra diğer önemli risk faktörleri de göz önünde bulundurulmalıdır. FRAX uygulamasında, majör osteoporotik kırık ve kalça kırık riskini değerlendirilirken, FRAX skorlarında matematiksel düzeltmeler yapılabilir. Bu düzeltmelerin amacı, ek risk faktörlerini göz önünde bulundurmaktır. Örnek olarak, uzun süreli kortizon kullanımı, düşük lomber

KMY, tip 2 diyabet ve düşme geçmişi gibi ek faktörler dikkate alınmaktadır. Son bir yılda iki veya daha fazla kez düşme öyküsü olan hastalar için majör osteoporotik kırık ve kalça kırığı riskinin %30 artırılması önerilmektedir. Ayrıca, tip 2 DM tanısı olan hastaların FRAX değerlendirmesinde romatoid artrit varlığı gibi işaretlenmesi tavsiye edilmektedir. Glükokortikoid kullanımı ile ilişkili olarak orta dozlar (günlük 2.5–7.5 mg) için ayarlanmamış FRAX değeri kullanılırken, yüksek dozlar (> günlük 7.5 mg) için majör osteoporotik kırık skorunun yaklaşık %15 ve kalça kırığı skorunun ise %20 oranında artırılması önerilmektedir (41). FRAX'ın 2023 güncellemesinde (FRAX plus) düşme de risk faktörleri arasında yerini almıştır (42).



2.1.7. Tanı

Osteoporoz tanısı ve osteoporotik kırık riskinin belirlenmesi, hastanın öyküsü, fizik muayenesi, osteodensitometri, radyografiler, laboratuvar testleri ve diğer tanı yöntemlerine dayanır. Hastaların tıbbi geçmişinde daha önceki kırıklar, ailede geçirilmiş kalça kırığı öyküsü, menopoz yaşı, kronik hastalıklar ve günlük alışkanlıklar detaylıca incelenmeli ve FRAX aracılığıyla kırık riski değerlendirilmelidir. Fizik muayenede, osteoporozla ilişkili vertebral kırıklar için kifozun varlığı ve boy kısalması gibi belirtiler araştırılmalıdır (43).

Osteoporozun kesin tanısı için düşük enerjili bir kırığın varlığı yeterli olabilir, ancak kırık olmaması durumunda, tanı KMY ölçümü ile konulabilir. DSÖ, osteoporozun dansitometrik tanısı için DXA yöntemini tavsiye etmektedir. DXA kullanılarak yapılan KMY ölçümleri g/cm² cinsinden yapılır ve ölçümler sıklıkla lomber vertebra ve kalça bölgesinden gerçekleştirilir. DXA sonuçlarının analizinde T ve Z-skorları esas alınır (44).

DXA yöntemiyle yapılan femur boyun ve lomber vertebra KMY ölçümlerinde, T-skoru genç erişkin kadınların ortalama değerine göre -2,5 SD'nin altında ise bu, osteoporoz olarak kabul edilmektedir (44). Ancak, premenopozal kadınlar, 50 yaşın altındaki erkekler ve çocuklarda sadece KMY değerlerine dayanarak osteoporoz tanısı konulmamalıdır. DSÖ'nün T-skoru sınıflaması, yalnızca postmenopozal kadınlar ve 50 yaş üstü erkekler için geçerlidir. T-skorunun tedavi kararlarındaki kullanımı, klinik değerlendirmeler ve mevcut risk faktörlerine bağlı olarak değişkenlik gösterir. Düşük kemik kütlesi veya osteopeni, bir hastalık yerine daha çok epidemiyolojik bir tanım olarak kullanılmalıdır (37).

Konvansiyonel radyografi, OP kaynaklı vertebral kırıkların tanısında sıkça tercih edilir. Ancak bu yöntem, sadece belirli bir düzeyin üzerindeki kemik kaybını tespit edebilir. Generalize OP'un radyografik bulguları arasında artan radyolüens, kortikal incelme, trabeküler desende değişiklik, kırık ve deformiteler bulunur (45). KMY'u osteoporotik değerlerde olmayan bireylerde de kırık ve deformasyonlar meydana gelebilir. Vertebraların kırık açısından değerlendirilmesinde horizontal

trabekül kaybı, son plak bütünlüğü, kortikal çökme ve vertikal kenar düzensizliği gibi faktörler önemlidir. Vertebral yüksekliklerin değerlendirilmesinde Genant'ın semikantitatif metoduna göre, komşu vertebraya göre %20'den fazla yükseklik kaybı kırık olarak tanımlanır. Torasik vertebranın arka yüksekliği, ön yüksekliğinden ortalama 1-3 mm daha fazla olup, ön ve arka yükseklik arasında 4 mm'den fazla fark vertebra kırığı olarak değerlendirilir. Vertebra kırıkları, en sık orta torakal bölgede anterior kamalaşma ve L1-L4 arasında santral kompresyon kırıkları şeklinde görülür (40). Güncel osteoporoz tanı ve tedavi kılavuzlarında vertebral kırığın saptanması, tedaviye başlamak için bir endikasyon olarak görülmektedir (45).

Amerikan Geriatri Derneği (AGS) ve İngiliz Geriatri Derneği (BGS) tarafından yayınlanan "Yaşlı bireylerde düşmelerin önlenmesi" başlıklı Klinik Uygulama Kılavuzu ve 2013 NICE (Ulusal Sağlık ve Bakım Mükemmeliyet Enstitüsü) yönergelerine göre, tüm yaşlı bireylerde yıllık düşme öyküsü, denge problemleri ve kas kuvvetsizliği hakkında sorular sorulması önerilmektedir. STEADI (Geriatrik Hastalarda Kaza, Düşme ve Ölüm Önleme Grubu), 70 yaş ve üzeri hastaların rutin muayenelerine üç soru eklenmesini önermektedir:

1. Geçen yıl içinde düştünüz mü?
2. Ayakta dururken veya yürürken dengesiz hissediyor musunuz?
3. Düşmekten endişe ediyor musunuz?

Hasta tarama sorularına tamamına 'hayır' yanıtı verirse düşme riskinin düşük olduğu kabul edilir; herhangi birine 'evet' cevabı verilmesi halinde ise, orta veya yüksek düşme riski taşıyan hastaların ayırt edilmesi için ilave değerlendirme yapılması önerilir (46).

2.1.8. Tedavi

2.1.8.1. Nonfarmakolojik Tedavi

2.1.8.1.1. Beslenme ve D vitamini

Optimal kalsiyum ve D vitamini seviyeleri, kemik metabolizmasının

sürdürülmesinde ve OP'un önlenmesi ve tedavisinde kritik öneme sahiptir. Kalsiyum için önerilen günlük alım miktarı 800 ila 1200 mg arasındadır (37). Kalsiyum bakımından zengin yiyecekler yoğurt ve peynir başta olmak üzere mayalı süt ürünleri, fasulye, koyu yeşil yapraklı sebzeler, fındık, soya ürünleridir. Türkiye'de en yaygın kullanılan kalsiyum takviyeleri, farklı miktarda elementel kalsiyum içeriğine sahip kalsiyum karbonat ve kalsiyum sitrattır. Ekonomik açıdan uygun olan kalsiyum karbonattır, ancak açlık durumunda ve proton pompası inhibitörleri veya H2 blokerleri kullanımında emilimi düşük olabilir. Genel olarak, kalsiyum takviyelerinin tek seferde 500 mg'dan fazla dozda alınması önerilmez; çünkü daha yüksek dozlarda kalsiyumun emilimi gerçekleşmez. Postmenopozal kadınlar ve 50 yaş üstü erkekler için günlük 800 ila 1200 mg arasında bir diyetle kalsiyum alımı önerilmektedir. Eğer diyetle alınan kalsiyum miktarı günde 800 mg altındaysa, kalsiyum takviyesi yapılmalıdır (37). D vitamini eksikliği küresel bir sorun olarak kabul edilmekte ve serum 25(OH)D seviyelerinin < 20 ng /ml altında olması olarak tanımlanmaktadır. D vitamini yetersizliği ise serum 25(OH)D seviyesinin 21 ile 29 ng/ml arasında olması olarak tanımlanır (46). Optimal D vitamini düzeyi 30-50 ng/ml kabul edilmektedir. D vitamini eksikliği durumunda tercih edilen tedavi kolekalsiferoldür; çünkü serum 25(OH)D seviyesini ergokalsiferolden daha etkili bir şekilde artırır (47).

2.1.8.1.2. Düşmeyi Önleyici Girişimler ve Egzersiz

American Clinical Endocrinology'nin Postmenopozal Osteoporozun Tanı ve Tedavisi için Klinik Uygulama Kılavuzu 2020 güncellemesinde, ağırlık taşıyıcı egzersizlerinin tüm yaşam boyunca haftada 3-4 gün, her seansda 30 ila 40 dakika olacak şekilde düzenli olarak yapılması önerilmektedir. Erken postmenopozal kadınlar üzerinde yapılan çalışmalar, kuvvetlendirme antrenmanlarının KMY'da önemli değişikliklere yol açtığını göstermiştir; 699 katılımcıyı ve 16 derlemeyi içeren meta-analizde, egzersiz yapan grubun lomber omurga KMY'sinde kontrol grubuna göre %2'lik bir iyileşme gösterilmiştir (48).

Egzersizin KMY üzerindeki etkileri araştıran başka bir meta-analizde, egzersizle elde edilen lomber omurga ve femur boynu KMY'deki iyileşmenin osteoporoz kırık riskini yaklaşık %10 oranında azaltabileceği sonucuna varılmıştır (49).

Düşme riskindeki azalma, egzersizin KMY üzerindeki etkilerinden daha önemli olabilir; çünkü kalça kırıklarının yaklaşık %95'inden düşmeler sorumludur (50). Hem evde hem de grup egzersiz programları düşme riskini azaltır; özellikle denge ve gövde kaslarını kuvvetlendirme egzersizleri düşme riskini azaltmada oldukça önemli bir yere sahiptir (51-53). İleri derece osteoporozu olan bireyler, öne eğilme, dönme, ağır kaldırma gibi günlük aktiviteler sırasında dikkatli olmalıdır, çünkü bu hareketler omurgaya basınç uygulayabilir ve kırıklara yol açabilir. Çoğu kırık, özellikle kalça kırıkları, düşmeler sonucu meydana gelir ve bu düşme risk faktörleri (denge bozuklukları, düşme öyküsü, bedensel engellilikler, nöromusküler bozukluklar, görme sorunları, kalp-damar hastalıkları, ilaç tedavileri ve bilişsel bozukluklar) genellikle multidisipliner müdahale bağlamında değerlendirilmelidir (52).

Osteosarkopeni de kesinlikle göz önünde bulundurulmalıdır. Fiziksel aktivite, özellikle kişiselleştirilmiş kas kuvvetlendirme egzersizleri, denge ve koordinasyon egzersizleri ile yürüme rehabilitasyonu, yaşlılarda düşme riskini azaltabilir. Düşme riskinin bireysel olarak değerlendirilmesi ve buna bağlı olarak alınacak önlemler, örneğin psikotropik ilaç kullanımının azaltılması ve yürüme destek araçlarının kullanımı gibi, düşme sayısının azalmasına olumlu etkide bulunur. Yaşlı bireyler için düşme önleme stratejisi, yeterli D vitamini alımını sağlama, düzenli fiziksel aktiviteyi teşvik etme ve ev içerisindeki potansiyel riskler hakkında eğitim verilmesini kapsamalıdır. Tüm hastalara düşmeleri önleme konusunda önerilerde bulunulmalıdır. 65 yaş ve üstü kişilerin yaklaşık üçte biri ve 80 yaş ve üstü kişilerin yaklaşık yarısı her yıl düşmektedir (54). Düşen kişilerin %20-30'u orta ila yüksek dereceli yaralanmalara maruz kalmaktadır (55). Osteoporoz tanılı hastaların, osteoporozu olmayanlara göre önceki yıl içinde daha fazla düşme öyküsü vardır. Bu durum, yaş, kas kuvvetsizliği ve sedanter yaşam gibi ortak risk faktörlerinden kaynaklanmaktadır. Bildirilen düşmelerin birçoğu ev içinde düşmelerdir. Evde düşmeleri önlemek için alınabilecek önlemler aşağıda tabloda listelenmiştir (33) (Tablo 2.3).

Tablo 2.3: Ev içinde düşme riskini azaltma yöntemleri

- Halıları sabitlemek
- Dağınıklığı en aza indirmek (hastanın takılabileceği engelleri azaltmak)
- Kaymaz paspaslar kullanmak
- Banyo, koridor ve uzun merdivenlere korkuluk yerleştirmek
- Aydınlatmayı iyileştirmek (koridorlar, merdiven boşlukları ve girişler gibi alanlarda yeterli aydınlatma sağlamak)
- Hastaların sağlam ve alçak topuklu ayakkabılar giymesini teşvik etmek

Dengeyi etkileyen ilaçların kullanımını en aza indirmek ve görme bozukluklarının düzeltilmesi düşme riskini azaltabilir. Non-vertebral kırıkların çoğu düşmenin ardından gerçekleşir. Egzersiz, kas kuvvetini, dengeyi ve duruşu iyileştirerek güven ve tepki süresini artırarak düşme riskini büyük ölçüde azaltabilir ve düşme sonrasında meydana gelebilecek kırıkların riskini de düşürebilir. Düşmeleri önleme amacıyla yapılan egzersiz programları yakın zamanda yapılan bir Cochrane incelemesi ve daha önceki iki meta-analizde, toplumda yaşayan kişilerde düşmeyle ilişkili kırıkların azaltılmasında faydalı olarak bulunmuştur (Kanıt düzeyi Ia) (56, 57). Osteoporozu olan veya yüksek düşme riski taşıyan kişilere yönelik düşmeleri azaltma egzersiz müdahaleleri güvenli bulunmuştur. Denge eğitimini içeren veya kombine egzersiz protokolleri barındıran programlar, düşme riski taşıyan bireyler için daha etkili olmaktadır (Kanıt düzeyi Ia). Bu kombine protokoller, direnç, denge, aerobik egzersizleri kapsayabilir. Haftalık en az 3 saat veya fazla süren müdahaleler daha etkili bulunmuştur. Buna ilaveten altı aydan kısa süren müdahalelerin etkili olduğu bulunmuştur ve egzersiz müdahalelerine hasta uyumunun yüksek düzeyde sağlandığı rapor edilmiştir (Kanıt düzeyi Ia) (58).

Çalışmalar, yaşlı bireylerde muskuloskeletal fonksiyonunun zayıflamasının, yaşla birlikte görülen denge sorunlarındaki artışta önemli bir faktör olabileceğini belirtmektedir (59). Zamanla yaşlı bireylerde gözlemlenen kemik yoğunluğundaki azalma, mikrokırıklara yol açabilir. Bu mikrokırıklar ve OP seyrinde oluşan kırıklar, vertebral kompresyon kırıklarına ve omurga deformitelerine neden olarak vertebral yükseklik kaybına yol açabilir. Osteoporotik vertebral kırıklarının ardından kifoz artışı sıklıkla ortaya çıkmaktadır. OP'lu yaşlılarda gözlenen hiperkifoz gibi duruş

bozuklukları ve omurganın hareket kısıtlılığı, yaşam kalitesini ciddi şekilde düşürebilir. Hiperkifozun tipik işaretleri arasında başın ağırlık çizgisinin öne doğru yer değiştirmesi (head forward duruşu), boy kısalması ile lomber lordozun azalması yer almaktadır. Omurga ekstansör kaslarının kuvvetlendirilmesi yoluyla, yaşlanma ve osteoporoz sonucunda ortaya çıkan torasik hiperkifoz, vertebral kırıklar ve boy kısalması gibi sorunların azaltılması hedeflenmektedir (60). Sırt kuvvetlendirme egzersizleri, menopoza sonrası kadınlarda osteoporotik kırıkların önlenmesinde önemli bir rol oynar (61).

Kas aktivitesi ile kemik metabolizması arasında mekanik ve biyokimyasal ilişkiler mevcuttur. Özellikle progresif dirençli egzersizler osteoblastogenezisi ve kas protein sentezini uyarak kemik mikromimarisinde iyileşmeye ve artmış kemik kütlesine neden olmaktadır. Egzersiz kemik formasyonu ve kemik rezorpsiyonu arasındaki dinamik dengeyi mekanik kuvvetler oluşturarak düzenler. Mekanik kuvvetler, osteoblastların farklılaşmasını ve mineralizasyonunu tetikler; bu da kemik kaybını azaltır ve sonuç olarak osteoporozun önlenmesine yardımcı olur. Orta yoğunluklu egzersizler, IL-1, IL-2 ve TNF-alfa gibi proinflatuar sitokinleri azaltarak kemik rezorpsiyonunu engellerken; IL-2, IL-9, IL-12 ve IFN-alfa gibi antienflatuar sitokinleri artırarak kemik mineralizasyonuna destek sağlamaktadır (62). Kemik morfolojisi ve mekanik özellikleri fiziksel aktivite ile yakından bağlantılıdır. Mekanik yüklere maruz kaldığında kemik, yapısal olarak kendini adapte eder; çapını genişleterek yüklere karşı daha dirençli bir hale gelir. Osteoporoz rehabilitasyonunun ana amacı, kemikleri korumak ve kuvvetlendirmektir (63). Literatürde farklı birçok egzersiz tiplerinin osteoporoz üzerine etkisi araştırılmıştır (10).

AACE (Amerikan Klinik Endokrinologlar Derneği), kardiyovasküler sağlık, OP önleme ve genel sağlık için ömür boyu fiziksel aktiviteyi kuvvetle desteklemektedir. Ağırlık taşıma egzersizleri arasında yürüyüş, Tai Chi, merdiven çıkma ve dans etme gibi aktiviteler bulunmaktadır. Kas kuvvetlendirme egzersizleri arasında ağırlık antrenmanı ve diğer dirençli egzersizler yer alır. OP tanısı olan bir bireyde egzersiz programına başlamadan önce, bir klinisyenin değerlendirmesi önerilir. Ağırlık taşıma egzersizleri, sırt kaslarını kuvvetlendirme ve denge eğitimi odaklı, gerektiğinde ortezlerin (korselerin) uygun şekilde kullanımını içeren bir tedavi planı, bu hastaların

sırt ağrılarını hafifletmeye, düşme ve kırık risklerini azaltmaya ve yaşam kalitelerini iyileştirmeye katkıda bulunabilir. Bu tedavi yaklaşımı ve yaşam tarzındaki değişikliklere yönelik öneriler Tablo 2.4’de özetlenmiştir (33) .

Tablo 2.4: Yaşam tarzı önerileri

- Yeterli kalsiyum alımı
- Yeterli D vitamini alımı
- Dengeli beslenmek
- Düzenli olarak ağırlık taşıyıcı ve denge egzersizleri yapmak
- Tütün ve alkol kullanımından kaçınmak
- Düşme riskini azaltma yöntemleri (Tablo 2.3’de belirtilmiştir)

Denge Egzersizleri

Bu egzersizler, postür kontrolünü ve dengeyi artırmak için tasarlanmıştır. Özellikle yaşlılar için düşme riskini azaltabilir. Tek ayak üzerinde durma ve pilates bunlara örnektir. OP veya osteoporotik vertebra kırığı olan bireylerin çok bileşenli bir egzersiz programının önemli parçası olarak, günde 15-20 dakika olacak şekilde, haftada 2 saat denge egzersizi uygulaması tavsiye edilmektedir. Bu egzersizin tek seferde yapılması hasta için zorluk oluşturacaksa gün boyunca kısa aralıklarla veya günlük aktivitelere dahil edilerek gerçekleştirebilmesi de uygundur. Yakın zamanda yapılan bir çalışma, yaşam tarzına entegre edilmiş egzersizin (insanların günlük aktivitelerine egzersizleri dahil etmeyi öğrendikleri, örneğin bulaşık yıkarken tandem duruş) öğretilmesinin, yapılandırılmış bir egzersiz programı kadar yararlı olduğu gösterilmiştir (64).

Egzersizler, duruş ve denge için önemli olan farklı kas gruplarını çalıştırarak dengenin gelişimine yeterli zorluk sağlayacak şekilde seçilmeli ve bireysel ihtiyaçlara göre düzenlenmelidir (65). Düşmelerde önemli bir azalma bildiren klinik çalışmalara dahil edilen egzersizler Tablo 2.5’ de listelenmiştir (66).

Tablo 2.5: Denge egzersizleri

Statik duruşta destek tabanını azaltma

- Tek ayak üzerinde durma
- Tandem Duruş
- Sadece topuklar üzerinde durma
- Sadece ayak parmakları üzerinde durma

Stabilite sınırlarına kadar ağırlık kaydırma

- Topuklar ve ayak parmakları arasında ağırlık kaydırma

Dinamik denge egzersizleri

- Ayak parmakları üzerinde yürüme
- Topuklar üzerinde yürüme
- Tandem Yürüyüş
- Sekiz rakamı çizme
- Otur-kalk veya çömelme
- Geriye yürüme

Yavaş hareket içeren egzersizler

- Tai chi
- Dans

Yavaş hareket içeren egzersizler, ağırlık transferi, dik duruş ve dinamik denge gerektirdiğinden, denge eğitiminin bir parçası olarak dahil edilebilir. Denge egzersizlerinin zorluk derecesi veya egzersiz yoğunluğu zamanla kademeli olarak artırılmalıdır (66).

Aerobik Egzersizler

Bu egzersizler kalp atış hızını ve solunum sayısını artırarak kardiyovasküler sistemi güçlendirir. Koşu, yüzme, bisiklete binme ve hızlı yürüyüş gibi aktiviteler aerobik egzersizlere örnektir. Aerobik egzersizlerin sağlık üzerindeki önemli faydaları

göz önünde bulundurulduğunda, Kanada Spor Fizyolojisi Topluluğu (CSEP), Hastalık Kontrol ve Önleme Merkezleri (CDC) ve Amerikan Spor Tıbbı Koleji (ACSM) gibi rehberler, aerobik egzersizleri direnç ve denge egzersizlerinin yerine tek başına önermekten kaçınılması gerektiğini belirten koşullu tavsiyelerde bulunmuştur. Dolayısıyla, OP veya osteoporotik vertebral kırıkları olan bireyler için, sadece aerobik egzersiz, düşme veya kırık önleme açısından yeterli olmayabilir (66).

Osteoporoz veya vertebral kırığı olan kişiler için haftada 150-300 dakika, hafif ila orta şiddette fiziksel aktivite önerilmektedir. Bu aktiviteler, en az on dakikalık süreçler halinde gerçekleştirilmelidir. Daha önce az hareketli olanlar veya düşük dayanıklılığa sahip olan hastalar, kırıkları veya aktiviteye katılımı etkileyen diğer sağlık sorunları olanlar, önerilen sıklık, yoğunluk veya süreyi yapamayabilir ve bu yüzden daha düşük düzeylerde başlamaları önerilmektedir. KMY üzerindeki olası etkisi nedeniyle ağırlık taşıma aerobik egzersizlerin, ağırlık taşımayan egzersizlere göre daha fazla fayda sağladığı gösterilmiştir (67).

Zıplama veya koşma gibi dinamik, ağırlık taşıyıcı egzersizler, vertebral kırık riski yüksek olan bireyler için önerilmemektedir. Vertebra kırık riski yüksek olan bireyler için Tai Chi veya yürüyüş gibi düşük kuvvetli egzersizler daha güvenli ve faydalıdır (68). Ancak, hasta tercihleri dikkate alınmalıdır eğer hasta yüzme gibi ağırlık taşımayan egzersizleri tercih ediyorsa, bunun yanında direnç ve denge egzersizlerinin de egzersiz programına dahil edilmesi önerilmelidir. Ek olarak, kırık riski yüksek olan bireyler için yağmurlu havalarda, kaygan yüzeylerde, dış ortamda aerobik egzersiz yapmaktan kaçınılması önerilir, çünkü bu durumlar düşme ve kırık riskini artırabilir. Bunun yerine, iç mekanlarda egzersiz yapmak üzere plan geliştirilmelidir. Sonuç olarak, egzersiz reçetesi ve bu egzersizin yapıldığı ortamın güvenliği, düşme ve kırık riski olan bireylerde göz önünde bulundurulmalıdır (69).

Direnç Egzersizleri

Bu egzersizler, dengeyi artırmanın yanı sıra kas kuvveti ve kas kütlesini de artırmayı hedefler. Ağırlık kaldırma ve direnç bantlarıyla yapılan çalışmalar, bu tür

egzersizlere örnek olarak gösterilebilir. OP veya osteoporotik vertebra kırığı olan bireylerin, haftada en az iki kez olmak üzere tüm ana kas gruplarına yönelik aşamalı direnç antrenman programını içeren, çok bileşenli bir egzersiz programına katılmaları önerilmektedir. Direnç egzersizleri direnç bantları, serbest ağırlıklar veya kişinin kendi vücut ağırlığını içerebilir. Egzersizin şiddeti ve çeşidi, özellikle ağrının bulunması durumunda, bireyin dayanıklılık sınırları ve yetenekleri dikkate alınarak kişiselleştirilmelidir. Her büyük kas grubu için en az bir egzersizden oluşan iki set yapılmalı ve dayanabilenler için hedeflenen yoğunluk maksimum 8-12 tekrar olmalıdır. Daha önce sedanter yaşam süren bireylerin daha düşük bir yoğunlukta egzersiz programı yapması uygundur (67). Kırık riski taşıyan bireyler için ekipmanın doğru kullanımı ve hareketler arasındaki geçişlerin doğru yapılması önemlidir. Vertebra kırığı olan bazı kişilerde, ağırlıklar düşürüldüğünde veya sırtüstü yatar durumdan yüzüstü dönerken bile kırık meydana gelebilmektedir. Bu hastalara yavaş ve kontrollü bir şekilde yapılan hareketler önerilmektedir. Özellikle, duruş için önemli kasları hedefleyen egzersizlerin (örneğin, omurga ekstansör kaslarına yönelik kuvvetlendirme) dahil edilmesi önemlidir. Hiperkifotik duruşun denge bozukluğu ve diğer olumsuz sonuçlarla ilişkili olduğuna dair kanıtlar artmaktadır. Bu hastalarda egzersizin postürü iyileştirebileceğine dair kanıtlar vardır. Merdiven çıkma, çömelme veya oturup kalkma gibi fonksiyonel hareketler de, kuvvet artırıcı egzersizler arasında önerilmektedir (70).

Mevcut kanıtlar, kas kuvvetlendirme ve denge eğitimini birleştiren çok bileşenli egzersiz programlarının düşmeleri azaltılabileceğini göstermektedir. Düşme riski yüksek kişiler için ev tabanlı egzersiz programının maliyet etkin olduğuna dair kanıtlar mevcuttur. Önerilerimiz, mevcut kanıtlara dayanarak egzersizle ilişkili dikkat gereken alanları da belirlemektedir. Tablo 2.6' da CDC, CSEP ve ACSM tarafından önerilen egzersizlerin türü, frekans ve yoğunluğu özetlenmiştir (67).

Genç ve sağlıklı bireyler, KMY'nu artırmak ve korumak için daha yüksek yoğunluklu egzersizler yapabilirler. Ancak OP hastalarında, özellikle ileri yaşlarda, bu tür yüksek yoğunluklu egzersizler kemik kırıklarına yol açabilir. Bu nedenle bu hastalar için daha ılımlı ve düşük yoğunluklu egzersizler önerilmektedir (67).

Sinaki ve arkadaşlarının çalışmasında, bel ekstansör kaslarının gücünün osteoporotik kadınlarda, sağlıklı bireylere göre daha zayıf olduğu saptanmıştır. Bu kas grubunu hedef alan basit bel ekstansiyon egzersizleri, vertebral kompresyon riskini azaltabilir. Bu, egzersizlerin sadece kemik yoğunluğunu artırmakla kalmayıp, aynı zamanda kas kuvvetini de artırarak OP'un getirdiği riskleri azaltabileceği anlamına gelir (71).

Tablo 2.6: Osteoporoz veya osteoporotik vertebra kırığına sahip bireyler için egzersiz reçetesi için önerilerin özeti

Egzersiz türü	Haftada kaç uygulama	Zorluk derecesi	Örnekler
Direnç egzersizleri	En az 2 gün	Her ana kas grubu için bir egzersiz, her egzersiz için 2 set, maksimum 8–12 tekrar. 12 tekrardan fazlası yapılabilirse → çok kolay; 8 tekrardan az yapılıyorsa → çok zor olarak tanımlanır	Yerçekimine göre vücut ağırlığı ile yapılan egzersizler veya dirence karşı yapılan egzersizler (örneğin küçük ağırlıklar)
Denge egzersizleri	Toplam 2 saat, günde 15–20 dakika	Statik denge egzersizleri ile başlayıp dinamik egzersizlere geçiş	Tablo 2.5'de gösterilmiştir
Aerobik egzersizler	3–5 gün, günde 30–60 dakika	Hafif şiddetten başlanarak giderek orta dereceye yükseltilmesi hedeflenir	Ağırlık taşıyıcı egzersizler, yavaş dans, yürüyüş

Ev Egzersiz Programları

İleri yaşta olan bireylerin fiziksel fonksiyonlarını artırmak, yaşam kalitelerini yükseltmek ve özellikle düşme riskini azaltmak için önemlidir. Düşmeler, ileri yaştaki bireylerde sıkça rastlanan ve ciddi sonuçlara yol açabilen bir sorundur. Bu nedenle, denge ve kuvveti geliştirmek için yapılan ev egzersizlerinin bu yaş grubundaki bireyler için büyük bir önemi vardır(72).

Dengeyi geliştirmek ve düşmeleri önlemek için IOF'nin önerdiği çeşitli programlar arasında, OEP ve FAME gibi evde uygulanabilecek egzersiz programları bulunmaktadır (73). Bu egzersiz programları düşmenin ikincil önlenmesinde kanıta dayalı olarak önerilen egzersizlerdir. OEP ve FAME programlarının düşme oranlarını sırasıyla %35 ve %54'e kadar azaltma potansiyelleri olduğu bildirilmektedir. Bu programlar, düşme riski yüksek olan yaşlılar için uygundur (74).

Birincil düşmelerin önlemesi, düşme riski taşıyan ancak henüz düşme deneyimi yaşamamış kişilere yöneliktir. Bu stratejiler, özellikle hafif kuvvet ve denge sorunları olan genç ve yaşlı yetişkinleri hedef alır ve düşme riskini azaltır. Tai Chi, dans, hafif bahçe aktiviteleri, vb. bu bireylerin denge ve koordinasyonunu iyileştirerek düşme riskini dolaylı yoldan azaltmaya yardımcı olabilir (74).

OTAGO Ev Egzersiz Programı, 1970'lerde Yeni Zelanda'nın Otago Üniversitesi tarafından yaşlıların düşme riskini azaltmak amacıyla geliştirilmiştir. Program, 65 yaş ve üzeri bireyler için tasarlanmış olup, kas kuvvetini ve dengeyi artırmaya odaklanmıştır. OP tanısı olan hastalar için de önerilen bu program, egzersizlerin ev ortamında bireyin ihtiyaçlarına uygun olarak uyarlanabilmesine olanak tanır ve genellikle bir sandalye ile ağırlıklar kullanılarak gerçekleştirilebilir. Haftada üç gün, her seans 30 dakika süreyle ev egzersizleri yapılması önerilmekte, diğer üç gün ise yarım saatlik yürüyüşler tavsiye edilmektedir. Araştırmalar, programın düşme oranını ve sıklığını azalttığını göstermiştir (10, 73, 74). Bizim çalışmamızda da etkinliği kanıtlanmış olan ve uygulanması pratik olan bu egzersiz programı kullanılmıştır.

2.1.8.2. Farmakolojik Tedavi

Osteoporoz tedavisinde kullanılan ajanlar kırıklardan korumak konusunda oldukça etkindirler. Postmenopozal dönemde OP’u önlemek ve tedavi etmek için kullanılan, onaylanmış tedavi yöntemleri arasında antirezorptif etkili bifosfonat türevleri (alendronat, ibandronat, risedronat, zoledronik asit), denosumab, östrojen reseptörünü seçici olarak etkileyen ilaçlar (SERM) ile osteoanabolik ilaçlar; teriparatid, abaloparatid ve romosozumab bulunmaktadır. Bu ilaçların, KMY’nu farklı oranlarda artırarak, vertebra, kalça ve diğer kırıkların riskini düşürmekte etkili oldukları bilinmektedir. Farmakolojik tedavi bu nedenle, osteoporozun yönetilmesinde kritik bir öneme sahiptir (75).

Antirezorptif tedaviler

Bifosfonatlar (BF), en yaygın kullanılan antirezorptif ajanlardır ve genellikle tedaviye başlarken ilk tercih edilen ilaçlar arasındadır. BF’lar, hidroksiapatite güçlü bir şekilde bağlanarak osteoklast aracılığıyla kemik rezorpsiyonunu engeller ve sonuç olarak KMY’nu artırır (76). Bu ilaçlar kemik dokusunda kalarak, tedavi sona erdikten sonra da belirli bir süre faydalarını sürdürürler. Bu durum, ilaçlara zaman zaman ara verilmesinin mümkün olabileceği fikrini doğurmuştur. Genellikle, üç yıl süren intravenöz ve beş yıl süren oral BF tedavisinden sonra, hastaların tedavi planlarının yeniden değerlendirilmesi tavsiye edilmektedir. Hem oral hem de intravenöz BF tedavilerinin, kırık sonrası ikincil koruma önlemleri olarak uygulandığında kırık ve mortalite risklerini azalttığı tespit edilmiştir (77).

Denosumab, osteoklastik aktivitenin inhibisyonunda etkili olan rekombinant bir insan monoklonal antikorudur. Altı aylık periyotlarla 60 mg'lık dozda subkutan yolla uygulanan bu biyolojik ajanın, postmenopozal kadınların kırık risklerini anlamlı bir şekilde azalttığı, on yıllık bir izlem süresi boyunca, kırık riskindeki azalmanın sürdüğü ve KMY’nun artış gösterdiği tespit edilmiştir. Bu veriler, Denosumab’ın OP yönetiminde uzun vadeli etkinliğini ve güvenilirliğini destekleyen kanıtlar sunmaktadır (78).

Osteoanabolik tedaviler

Teriparatid, osteoanabolik potansiyeli bulunan ve paratiroid hormonunun (PTH) sentetik analogu olan bir ilaçtır (79).

Romosozumab, kemik oluşumunu artıran ve aynı zamanda kemik rezorpsiyonunu azaltan, çift yönlü etki mekanizmasına sahip yeni bir monoklonal antikordur. FRAME çalışmasında, 55 ila 90 yaş arasındaki postmenopozal kadınlar üzerinde Romosozumab'ın etkinliği değerlendirilmiş ve 24 ay sonunda Romosozumab kullanan hastaların yeni vertebra kırık riskinde %75 oranında bir düşüş tespit edilmiştir (80).

2.2. Denge

Denge, bir bireyin vücut ağırlık merkezini (VAM) destek yüzeyi içinde tutabilme kapasitesidir. Statik denge, bireyin belirli bir sabit konumu sürdürme yeteneği olarak tanımlanırken, dinamik denge, değişen koşullar ve ortamlar altında düşmeyi önlemek amacıyla bedenin pozisyon ve duruşunun aktif bir şekilde yönetilmesi olarak ifade edilir (81).

Dengenin korunmasında görsel, vestibüler ve somatosensoriyel sistemlerin katkıları büyük bir rol oynamaktadır. Vücudun denge içinde olması üç temel bileşenin bir araya gelmesiyle gerçekleşir: ağırlık merkezi, yerçekimi çizgisi ve destek alanı. Ağırlık merkezi, dimdik duran bir insanda, sakral bölgenin ikinci vertebraasının hemen önünde bulunur. Bu merkez, kişinin duruşuna ve hareketlerine bağlı olarak değişiklik gösterebilir. Yerçekimi çizgisi, vücudun ağırlık merkezinden geçen ve yeryüzünün merkezine doğru uzanan dikey bir hat olarak tanımlanır. Ayakta hareketsiz duran bir birey için bu çizgi, başın tepesinden başlar ve sırasıyla mastoid bölge, omuz ve kalça eklemlerinin önünden, diz eklemi merkezinden ve ayak bileği önünden geçer. Destek alanı ise bir nesnenin yere temas eden tüm yüzeyleri ve bu yüzeyler arasında kalan alandır. Ayakta duran bir birey için bu, her iki ayağın dış kısmı ve topuk ile ayak baş parmağı arasında kalan bölgeyi kapsar. Dengede kalabilmek için yerçekimi çizgisinin, zeminle kesiştiği bölgenin destek alanı içerisinde olması gerekir (82).

2.2.1. Denge Kontrol Sistemleri

Postürün korunması, çevresel sistemlerden gelen bilgilerin, iletim yolları ile merkezi sinir sistemine aktarılması ve Nöromüsküler sistemin koordinasyonuna bağlıdır. Nöromüsküler sistem, postüral dengeyi sıkı bir şekilde düzenler. Bu düzenleme sayesinde, denge merkezindeki değişikliklere hızlı bir tepki verilir. Bu tepkiler, propriyoseptif, vestibüler ve görsel bilgilerin merkezi sinir sisteminde işlenmesiyle oluşturulur (83).

Postüral dalgalanma olarak adlandırılan hareket, postüral denge mekanizmalarının motor reaksiyonunu ifade eder (84). Ayakta dururken dengenin korunabilmesi için bu hareket, denge merkezinin düzeltici bir hareketi olarak tanımlanabilir. Vücutta belli bir seviyede dalgalanma, vücudun içsel (örn. nefes alma) ya da dışsal (örn. görüş alanının değişikliği) etmenlere verdiği tepki olarak normaldir. Araştırmalara göre, menopoz sonrası kadınlarda postüral dalgalanma, kırık riskini bağımsız bir faktör olarak etkileyebilir. Yaş ilerledikçe, bilişsel ve motor tepkilerde yavaşlama görülür. Bu durum, vestibüler, görsel ve somatosensoryal sistemlerin işlediği bilgilerdeki yavaşlamaya ve postüral dengede zayıflamaya yol açabilir (85).

2.2.1.1. Propriyoseptif Duyu Sistemi

Propriyoseptif duyu, bireyin vücudunun konumunu ve hareketlerini fark etmesine yardımcı olan bir duyudur. Bu duyu sayesinde, bir birey kolunun veya bacağının nerede olduğunu, ne kadar hızla hareket ettiğini ve hangi yönde olduğunu bilir. Aynı zamanda, vücuda uygulanan baskıyı, titreşimi ve bir ekstremitenin hareket kapasitesini algılamaya da yardımcı olur. Propriyoseptif duyu sistemi, temelde iki ana kategoriye ayrılır. Grup I propriyoseptörleri, yavaş hareketlerde ve denge koordinasyonunda aktiftir. Grup II propriyoseptörleri, ani denge değişikliklerine hızlı bir yanıt vermek için refleks hareketleri tetikler. Kaslarımızda, eklemlerimizde ve derimizde bulunan reseptörler, bize destek yüzeyi hakkında bilgi verir (83).

2.2.1.2. Görsel Duyu Sistemi

Görsel duyu sistemi, vücudun uzaydaki konumunun anlaşılmasında ve hareketlerin ne kadar ve nasıl yapılacağıının değerlendirilmesinde kritik bir rol oynar. Görme, çevremizdeki objelerin yüzey detaylarını ve bu objelere olan uzaklığımızı tanımamıza yardımcı olur. Ayrıca, destekte meydana gelebilecek değişiklikleri önceden fark etmemize ve buna göre hareket etmemize olanak tanır (75).

Görsel sisteme bağlı merkezi ve çevresel yapılar, dengenin korunmasında hayati bir işleve sahiptir. Örneğin, vestibüler sistem tamamen işlevsiz hale geldiğinde bile, görsel bilgiler yardımıyla bir birey, durağan bir pozisyonda veya yavaşça hareket ederken dengesini koruyabilir. Retinaya yansıyan herhangi bir değişiklik, denge merkezlerimize hızla iletilebilir. Ancak, yaşla birlikte görsel keskinliğin azalması, denge kontrolü üzerinde olumsuz bir etkiye sahip olabilir (83).

2.2.1.3. Vestibüler Duyu Sistemi

Vestibüler sistem, bireyin uzaydaki konumunu, baş hareketlerini ve hızlanmalarını algılamasında merkezi bir role sahiptir. Bu duyuşal sistem, kas tonusunu, özellikle de yerçekimine karşı olan kaslarını, ayarlayarak denge ve hareket koordinasyonunu destekler. Beynin serebral korteks bölgesiyle oluşturduğu iletişim, bize yatay planda ve dönüş hareketlerinin kesin bir algısını sunar. Vestibüler refleksler, göz ve bedenin hareketlerini eş zamanlı olarak stabil hale getirir, böylece hareket ve denge sürekliliği sağlanır (8) .

Membranöz labirent içinde yer alan vestibüler sistemin ana bileşenleri, hareket algılama konusunda belirleyicidir. Yarım daire şeklindeki kanallar, denge tepkilerini düzenlerken; otolit organları, postüral destek ve tonik gerilme eylemlerini denetler. Başın rotasyon hareketlerine yanıt olarak yarı dairesel kanallar, başın dikey hareketlerine yanıt olarak ise utrikulus devreye girer. Bu mekanizma, başın herhangi bir hareketini hassas bir şekilde kaydetmemize ve dengemizi koruyacak şekilde ayarlamalar yapmamıza olanak tanır. Denge ve koordinasyon, hareketlerimizin düzgün ve amaca uygun gerçekleşmesi için kritik öneme sahip özelliklerdir. Bu iki

fonksiyonun sağlıklı bir şekilde işlemesi için santral ve periferik sinir sisteminin hem anatomik hem de fonksiyonel olarak bir bütünlük içinde çalışması gerekmektedir (8).

Spinal kord, santral sinir sisteminin temel yapı taşlarından biri olarak, birçok basit refleksi monosinaptik ve polisaptik refleks yollarıyla yönetir. Ancak, motor kontrolün daha üst düzeydeki organizasyonu serebral kortekste gerçekleşir. Bu kompleks yapı, hem kendi içerisinde hem de altında bulunan yapılarla, birçok bağlantı kurarak motor aktivitelerin düzenlenmesine yardımcı olur (82).

2.2.1.4. Santral Sinir Sistem

Serebral korteks, bağlantıları aracılığıyla spinal kordda ve beyin sapında bulunan motor nöronların aktivitelerini direkt ve dolaylı yollarla ayarlar. Hareketin planlanması ve uygulanmasında, primer motor korteks, tamamlayıcı motor alan, premotor bölgeler ve somatosensoriyel korteks gibi birçok alt bölge bir arada çalışarak katkıda bulunurlar (83) .

Retiküler formasyon, beyin sapında bulunan ve merkezi sinir sisteminin çeşitli bölümlerinden aldığı impulslarla çalışan karmaşık bir yapıdır. Bu yapı, spinotalamik yoldan, vestibüler çekirdeklerden, serebellumdan, serebral korteksten, hipotalamustan ve diğer bazı önemli bölgelerden sürekli sinyaller alır. Bu sinyaller, vücudun denge mekanizmasında kritik bir rol oynamaktadır. Bir birey dik bir pozisyonda durduğunda, retiküler formasyon ve vestibüler nükleuslar, medulla spinalise sinyal gönderirler. Bu sinyaller daha sonra ekstremitelere ulaşarak ekstansör kasların aktivasyonunu tetikler. Bu süreçte, retikülospinal ve vestibülospinal yollar esas olarak bu sinyallerin taşınmasını sağlar. Sonuç olarak, bu sinyaller sayesinde, ekstremiteler yerçekimi etkisine karşı vücudu destekleyici bir pozisyonda tutabilirler (83). Vestibüloserebellar yollar, vestibüler sistemle etkileşim içindedir. Vestibüler çekirdekler, yürüme ve dik duruş sırasında dengeyi korumak için aksiyel kasların yönetimine katkıda bulunurlar, aynı zamanda başın ve gözlerin hareketlerini koordine ederler. İnferior vestibüler çekirdek, yarı dairesel kanallardan ve utrikulustan bilgi alarak hem serebellumla hem de retiküler formasyonla karşılıklı iletişim kurar. Serebellum, dengenin korunması için postüral düzenlemeler yapar. Spinoserebellum, hareketin ve kas tonusunun

kontrolü için duyuşal geri bildirimlere başvurur. Öte yandan serebroserebellum, hareketlerin planlama, başlatma ve koordinasyon aşamalarında aktiftir. Görsel ve vestibüler sistemler, propriyosepsiyon ve spinal refleksler dengenin korunması için gerekli bilgileri sağlarlar. Tüm bu bilgiler, merkezi sinir sistemi tarafından entegre edilerek, vücudun postüral kontrolünü gerçekleştirir (82).

2.3. Dengenin Değerlendirilmesi

Postüral instabilite ve düşme riskinin değerlendirilmesi, özellikle geriatric popülasyonda önemli bir sağlık endişesidir. Yaşlı bireylerde denge bozukluklarının ve düşme riskinin kapsamlı değerlendirilmesi önerilmektedir. Değerlendirme sürecinde, hastanın anamnezi, güncel farmakolojik profil ve geçmiş düşme olaylarına ilişkin verilerin dikkatli bir şekilde kaydedilmesi esastır. Klinik ortamda, postüral instabilite çok çeşitli etiyolojilere bağlı olabileceğinden, etkene özgü değerlendirme yöntemleri kullanılmalıdır. Özellikle biyomekanik, motor ve duysal faktörlerin ayrımı bu süreçte önem taşır. Biyomekanik nedenlerin değerlendirilmesi, genellikle nörolojik ve kas-iskelet sistemi muayeneleri ile mümkündür. Eklem hareketliliği ve kas kuvvetinde azalmalar, postüral bozukluklar ve ağrı gibi faktörler, denge kaybına katkıda bulunabilir. Klinik olarak denge değerlendirmesi, basit klinik testlerden, ileri teknolojiyi içeren ölçüm yöntemlerine kadar geniş bir yelpazede gerçekleştirilebilir. Postüral değerlendirme, statik ve dinamik denge testleri ile üç ana kategori altında incelenebilir; fonksiyonel aktiviteler sırasındaki denge, yardımcı ekipman kullanımı ve motor yetersizlikler değerlendirilir (86).

Statik denge testleri

Tek bacak üzerinde durma, Tandem Duruş ve Romberg testi, sensorimotor sistem değerlendirmesinde kullanılmaktadır. Bununla birlikte, bu testlerin günlük yaşam aktivitelerinde adaptif postüral yanıtları değerlendirme konusunda sınırlı olduğu belirtilmektedir (87).

Dinamik denge testleri

Tandem Yürüyüşü, Zamanlı Kalk ve Yürü Testi (ZKYT), Berg Denge Skalası

(BDS) gibi çeşitli araçları içerir. Bu testler, bireyin dış etkenlere ve kendi hareketlerine yanıt olarak dengeyi nasıl sürdürdüğünü değerlendirir. Özellikle BDS, fonksiyonel denge değerlendirmesinde altın standart olarak kabul edilmekte ve yaşlılarda düşme riskinin belirlenmesinde etkili bir araç olarak kullanılmaktadır (88).

2.3.1. Statik denge testleri

2.3.1.1. Tandem Duruş Testi

Tandem Duruş Testi, statik dengeyi ölçmek için kullanılan ve yere temas eden alanın daraltılmasına dayanan bir yöntemdir. Bu test, özellikle tek ayak üzerinde durma yeteneği zayıf olan bireyler için uygundur. Testin gerçekleştirilmesi için, hastaların spor ayakkabı gibi düz tabanlı ayakkabılar giymeleri önerilir. Tandem Duruşun doğru şekilde yapılabilmesi için ilk önce hastaya gösterilmeli ve öğretilmelidir. Test, destek alınmadan duruşun başladığı andan itibaren 30 saniye süreyle devam ettirilir. 10 saniyeden kısa sürede dengesini kaybeden bireylerin, yüksek düşme riski taşıdıkları kabul edilir (89).

2.3.2. Dinamik denge testleri

2.3.2.1. Tandem Yürüyüş Testi

Tandem Yürüyüş Testinin uygulanması sırasında, hastaların spor ayakkabı veya düz tabanlı ayakkabılar giymeleri önerilir, böylece doğal yürüyüş koşulları mümkün olduğunca taklit edilir. Testin prosedürü, hastalara adım adım gösterilir. Hastanın görevi, yere çizilmiş bir çizgi boyunca, bir ayağının ucunun diğer ayağının topuğuna değecek şekilde, ardışık 10 adım atmaktır. Bu 10 adımı başarıyla tamamlayanlar ‘başarılı’, tamamlayamayanlar ise ‘başarısız’ olarak kabul edilmektedir (90).

2.3.2.2. Zamanlı Kalk Yürü Testi (Timed Up And Go Test, TUG)

Zamanlı Kalk ve Yürü Testi (ZKYT), denge ve fonksiyonel mobilitayı değerlendirmek için kullanılan, kısa ve güvenilir bir yöntemdir. Test protokolünde,

katılımcılar öncelikle oturdukları sandalyeden ayağa kalkarlar, belirlenmiş üç metre mesafeyi yürürler, 180 derecelik bir dönüş yaparlar ve tekrar sandalyeye doğru yürüyerek otururlar. Katılımcıların testi tamamlama süresi, saniye cinsinden kronometre ile ölçülür ve kaydedilir.

Zamanlı Kalk ve Yürü testi, klinik risk faktörleri ve KMY dışında, kırık riskini bağımsız bir şekilde tahmin edebilmektedir. ZKYT'nin nonvertebral kırık, majör osteoporotik kırık ve kalça kırığı için bağımsız bir belirleyici olduğu ve FRAX'ta yer alan klinik risk faktörlerinden ve femur boynunun KMY'dan bağımsız olduğu sonucuna varılmıştır (91). Yaşlı popülasyon için, on iki saniye üzerindeki test süreleri yüksek düşme riskinin bir göstergesi olarak değerlendirilmekte olup bu test, ileri yaştaki bireyler için düşme önleyici stratejilerin geliştirilmesi açısından kritik öneme sahiptir (92).

2.3.2.3. Berg Denge Skalası (Berg Balance Scale, BDS)

Berg Denge Skalası (BDS), fonksiyonel denge kapasitesini objektif olarak değerlendirmek için tasarlanmış yaygın olarak kullanılan bir değerlendirme yöntemidir. Bu ölçek, günlük yaşamda sıklıkla karşılaşılan 14 adet göreve dayanmaktadır. Katılımcılar, bu görevleri artan zorluk düzeyine göre sıralı bir şekilde icra etmeye yönlendirilir. Görevler arasında, desteksiz oturma ve ayakta durma gibi daha stabil pozisyonlar ile otururken ayağa kalkma ve ayakta iken tekrar oturma gibi eylemler yer almaktadır. Ölçeğin en zorlayıcı kısımları, daralan destek yüzeyinde dengeyi muhafaza etmeyi gerektiren tek bacak üzerinde durma ve Tandem Duruş gibi görevlerdir. BDS'da puanlama, görevin icra edilememesini (0 puan) ve görevin tamamen bağımsız ve güvenli bir şekilde gerçekleştirilmesini (4 puan) ifade eden bir spektrum üzerinden yapılır. Bu ölçüm, kişilerin denge performansının kapsamlı bir değerlendirmesini sağlar (93).

Berge Denge Skalası özet olarak, aşağıda bildirilen aktiviteleri kapsamaktadır:

- Otururken ayağa kalkma
- Desteksiz ayakta durma
- Desteksiz oturmak
- Ayakta iken oturmak
- Transfer
- Gözler kapalı desteksiz ayakta durmak
- Ayaklar bitişik desteksiz ayakta durmak
- Ayaktayken kollarla öne uzanmak
- Ayaktayken yerden nesne almak
- Ayaklar sabitken gövdeyi çevirmek
- 360 derece dönmek
- Basamak inip çıkmak
- Bir ayak önde desteksiz ayakta durmak
- Tek ayak üstünde durmak

Berg Denge Skalasından elde edilebilen en yüksek toplam skor 56 puandır. Hasta 0-20 puan arası alıyorsa tekerlekli sandalyeye bağımlı, 21-40 puan arası yardımla yürüyebilir ve 41-56 puan arası mobilizasyon aktivitelerinde bağımsız kabul edilir (94).

2.4. Dengenin Bilgisayarlı Statik ve Dinamik Değerlendirilmesi

2.4.1. Bilgisayarlı Statik Postürografi Cihazı ile dengenin değerlendirilmesi

Statik ve dinamik postürografi cihazları, denge fonksiyonlarının kantitatif ve dinamik değerlendirilmesinde öne çıkan, bilgisayar destekli sistemlerdir. Özellikle Tetrax (Sunlight Medical Ltd) gibi bilgisayarlı statik postürografi cihazları, denge problemlerinin tanı ve takibinde, sağladıkları yüksek düzeyde objektif verilerle önemli veriler sunmaktadır. Bu cihazlar, dengeye etki eden çeşitli faktörlerin - SI, DI ve Fourier frekansları gibi - detaylı analizini sağlar (95).

Bilgisayarlı Statik Postürografi (BSP) cihazları ise, periferik ve santral

vestibüler sistem hastalıkları, hareket sistemi hastalıkları, metabolik hastalıklar ve ilaç yan etkilerinin belirlenmesi gibi çeşitli alanlarda kapsamlı kullanım alanına sahiptir. Ayrıca, yaşlanma ile ilişkili denge kayıplarının değerlendirilmesinde de etkili bir araç olarak kabul edilir. Bu cihazlar, hastalıkların tanı ve yönetiminde kritik bilgiler sunarak, hastaların yaşam kalitesini artırmada önemli bir rol oynamaktadır. Bir bütün olarak, bu teknolojiler, denge bozukluklarının kapsamlı bir şekilde anlaşılmasını ve tedavi edilmesini sağlayarak, modern tıbbın önemli bir parçası haline gelmiştir. Bilgisayar destekli postürografi cihazlarının gelişmiş özellikleri, denge sorunlarının daha hassas ve etkili bir şekilde teşhis ve tedavisine olanak tanımaktadır (96).

Bilgisayarlı Statik Postürografi, aşağıdaki bileşenleri içerir:

1. Dört adet denge noktası platformu:

Bu platformlar, hastanın ayaklarını her iki platform üzerinde paralel tutacak şekilde konumlandırılmasını sağlar. Bu duruş, her ayağın topuk ve ayak parmağı bölgelerinin dört denge noktası ile hizalanmasını gerektirir (Şekil 2).

2. Ölçüm ve değerlendirme yazılımı:

Bu bilgilerin ölçümü ve değerlendirmesi, PC tabanlı, tescilli bir yazılım programı kullanılarak gerçekleştirilir. Program, denge değerlendirme sonuçlarının elde edilmesini sağlar.

BSP sistemi çeşitli pozisyonlarda denge ve duruş salınımlarını ölçer; bu ölçümler, bireyin denge sistemine etki eden vücut mekanizmalarının belirlenmesinde kullanılır. BSP, ayakların topuk ve parmak bölgelerindeki basınçlarını ölçerek bu bölgelerin birbiriyle olan etkileşimleri nedeniyle çeşitli denge sorunlarının anlaşılmasında kilit bir rol oynamaktadır. Bu sistem, doktorlara hastanın denge değerlendirmesi sürecinde önemli ek bilgiler sunarak, denge problemlerinin sonucunda ortaya çıkabilecek düşme riskinin doğru ve kesin bir şekilde teşhis edilmesine olanak tanır.

BSP cihazıyla hastaların denge durumları ve düşme risklerinin değerlendirilmesinde dört temel denge değişkeni hesaplanır (Şekil 1):

- Genel Denge İndeksi
- Duruş salınımlarının Fourier dönüşümü
- Ağırlık yüzdesi ve ağırlık dağılım indeksi
- Ayağın topuk parmak arası, sol ve sağ ayak arasındaki senkronizasyon basınç paternleri



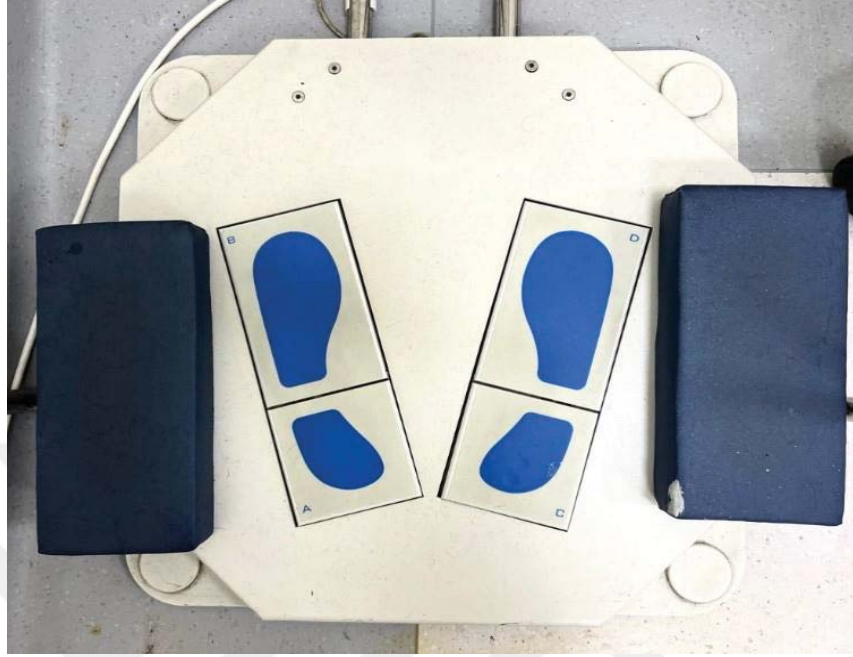
Şekil 1: Kliniğimizde kullanılan Bilgisayarlı Statik Postürografi cihazı (Tetrax)

Bu parametreler, BSP sistemini kullanarak gerçekleştirilen sekiz farklı pozisyon analizi sırasında elde edilir. BSP analizinde, normal pozisyon gözler açık duruş (NO) temel bir referans noktası olarak kabul edilir. Bu temel pozisyon, gözler kapalı duruşta (NP) görme duyusunun denge üzerindeki etkilerinin incelenmesini sağlar. Gözler açıkken yastık üzerinde duruş pozisyonunda (PO), köpük lastik pedler somatosensoriyel sistemi kısıtlar. Görme duygusu kritik hal alır. Gözler kapalı yastık üzerinde durulduğunda (PC) ise, özellikle vestibüler sistem test edilir. Bu testteki negatif sonuçlar vertibular sistem bozukluğunun göstergesidir. Ayrıca, başın sağa

(HR) ve sola (HL) 45 derece dönük olduğu gözler kapalı duruşlar, vestibüler ve somatosensoriyel sistemlerin entegre bir şekilde nasıl çalıştığını değerlendirir. Gözler kapalı ve baş 30 derece arkaya eğik pozisyonda (HB), merkezi ve periferik vestibüler sistem bozukluklarının etkilerini inceler. Başın öne 30 derece eğik olduğu duruşlarda (HF), üst omurlar ve boyun üzerindeki yükün biyomekanik etkileri incelenir (96). Aşağıda, bu pozisyonların her biri özet bir şekilde Tablo 2.7’de açıklanmıştır.

Tablo 2.7: Bilgisayarlı Statik Postürografi cihazı ile ölçülen pozisyonlar

Pozisyon	Baş pozisyonu	Gözler	Zemin	Amaç
NO	Nötral	Açık	Sert	Nötral değerlendirme
NC	Nötral	Kapalı	Sert	Vizüel sistemin eliminasyonu
PO	Nötral	Açık	Yumuşak	Somatosensoriyel sistemin eliminasyonu
PC	Nötral	Kapalı	Yumuşak	Vizüel ve somatosensoriyel sistemin eliminasyonu
HR	Sağ rotasyon	Kapalı	Sert	Vizüel sistemin eliminasyonu ve vestibüler stres
HL	Sol rotasyon	Kapalı	Sert	Vizüel sistemin eliminasyonu ve vestibüler stres
HB	Ekstansiyon	Kapalı	Sert	Vizüel sistemin eliminasyonu ve vestibüler, servikal stres
HF	Fleksiyon	Kapalı	Sert	Vizüel sistemin eliminasyonu ve vestibüler, servikal stres



Şekil 2: Bilgisayarlı Statik Postürografi cihazı ayak platformları

Bilgisayarlı Statik Postürografi (BSP) analizlerinde, Genel denge indeksi (Stability Index, SI) Düşme indeksi (DI) ve gibi parametreler önemli rol oynamaktadır (82, 96).

2.4.1.1. Genel denge indeksi

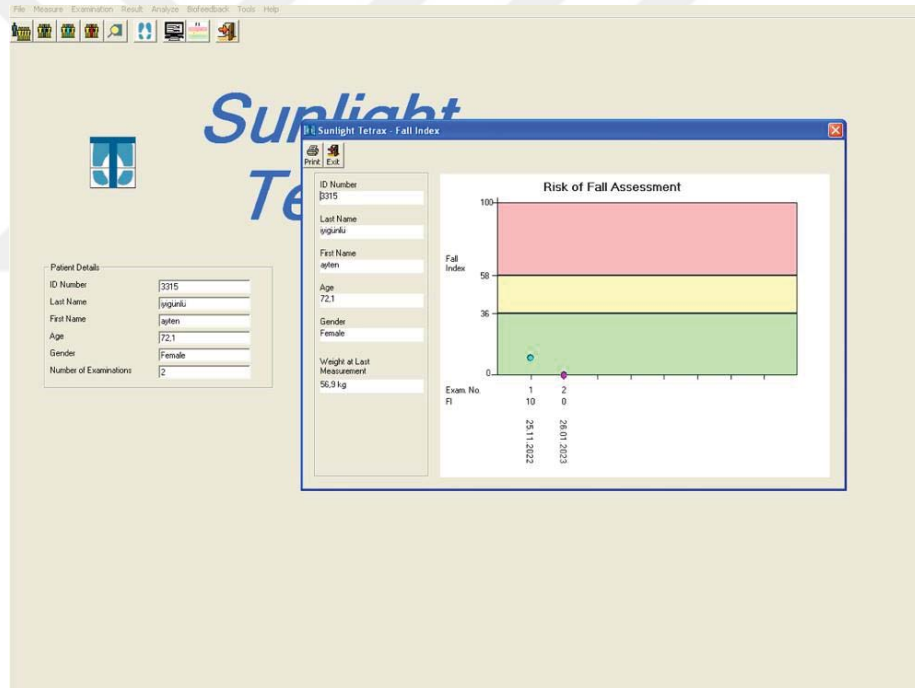
Genel denge indeksi (Stability Index, SI), duruş salınıminin miktarını matematiksel olarak ifade eden bir sonuçtur ve ağırlık merkezinin yer değiştirmesi, salınım alanı ve hızı gibi diğer postürografi ölçümleri ile korelasyon gösterir. Yüksek SI değerleri, postüral performansta olumsuzlukları işaret eder. Normal stabilite değerleri 1,0-1,5 standart sapma aralığında iken, 1,5-3,0 aralığı sınırda kabul edilir, 3,0 ve üzerindeki değerler ise detaylı inceleme gerektiren değerlerdir .

2.4.1.2. Düşme indeksi

Düşme indeksi (DI), düşme riskini yüzdelik olarak ifade eder; %0-36 arası düşük

risk, %36-58 arası orta risk ve %58-100 arası yüksek risk olarak belirlenir (Şekil 3).

Düşme riski minimal düzeyde olan hastalar için özel önlemler alınmasına gerek bulunmamaktadır. Bununla birlikte, orta düzeyde düşme riski taşıyan hastaların düzenli olarak fiziksel egzersizleri hayatlarına entegre etmeleri ve hem iç hem de dış mekanlarda potansiyel olarak kaygan olan zeminlere karşı tedbirli olmaları tavsiye edilmektedir. Yüksek düzeyde düşme riski altındaki bireyler için, geniş çaplı bir tıbbi değerlendirme yapılması, denge ve koordinasyon yeteneklerini artırmaya yönelik özelleştirilmiş egzersiz programları uygulanması, yaşam ve çalışma alanlarının düşme tehlikesini minimize edecek şekilde yeniden düzenlenmesi ve duruma göre yürümeye yardımcı araçların, örneğin yürüteç veya baston gibi kullanımı önem kazanmaktadır. Bu öneriler, bireylerin düşme riskini azaltmak ve ileride bağımsız yaşamlarını sürdürebilmeleri için kritik öneme sahiptir.



Şekil 3: Düşme İndeksi Test örneği

Açıklama: Mavi renki sembol birinci ölçümü gösterirken, pembe renkli sembol ikinci ölçüm ile saptanan düşme indeksinin sonucunu göstermektedir. Bu çıktı örneğinde hastanın düşme indeksinin azaldığı görülmektedir.

2.4.1.3. Fourier dönüşümü

Fourier dönüşümü, farklı frekanslardaki duruş salınımlarının yoğunluğunu göstermektedir. Bu frekans spektrumu normalde düşük (0,01-3 Hz) olup, postüral salınım yoğunluğuna bağlı olarak spektrum dört bölüme ayrılır (Tablo 2.8).

Tablo 2.8: Bilgisayarlı Statik Postürografi ile Fourier postüral salınım spektrumu	
Düşük	< 0,1 Hz
Düşük Orta	0,1-0,5 Hz arası
Yüksek Orta	0,5-1,00 Hz arası
Yüksek	1,00 Hz ve üstü

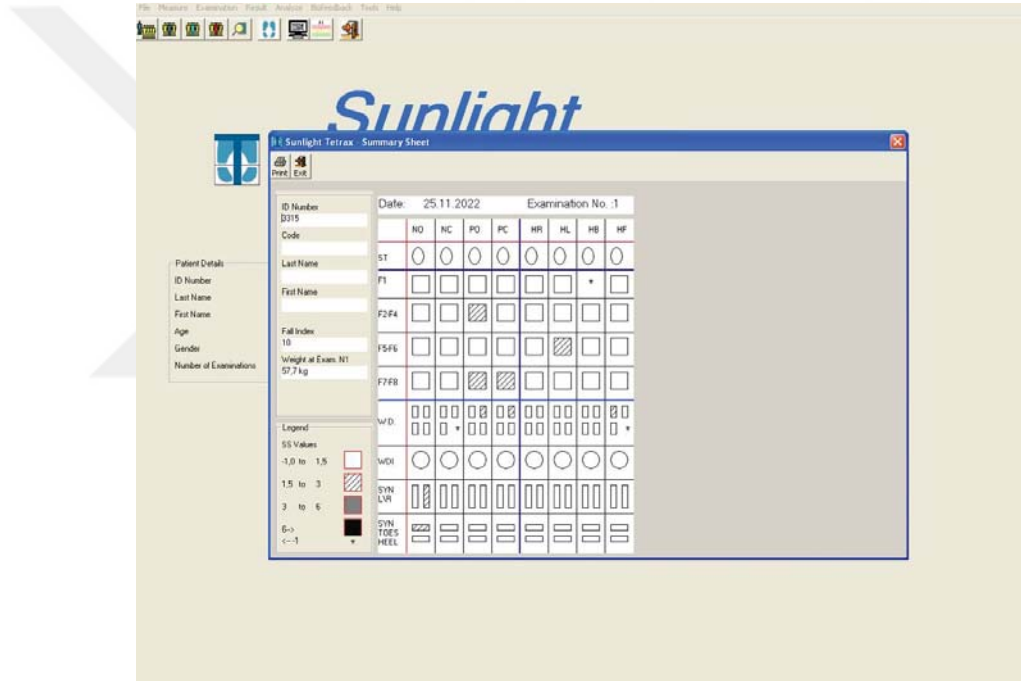
Bu frekans değerleri, daha ince ölçümlere ayrılarak, sekiz ayrı frekans bandında incelenebilir (Tablo 2.9).

Tablo 2.9: Bilgisayarlı Statik Postürografi Fourier frekansları	
F1	0,01-0,1 Hz
F2	0,1-0,25 Hz
F3	0, 25- 0,35 Hz
F4	0, 35-0,50 Hz
F5	0,50- 0,75 Hz
F6	0,75-1,00 Hz
F7	1,00-3.00 Hz
F8	3,00 Hz ve üstü

F1 görsel, F2-4 periferik vestibüler, F5-6 somatosensoriyel ve F7-8 merkezi vestibüler sistemlerin dengedeki rollerini gösterir. Yüksek frekanslı salınımlar, postüral tremor ile ilişkili santral sinir sistemi problemlerini gösterebilir. Düşük frekanslı salınımlar ise sağlam bir görsel, vestibüler sistem ve postüral feedback sistemi ile kontrol edilen normal bir denge ve postür durumunu ifade eder.

BSP ile yapılan değerlendirme, bize iki sonuç vermektedir:

1. Denge değerlendirmesi (Şekil 4)
2. Düşme İndeksi



Şekil 4: Duruş özet raporu örneği

Açıklama: Bu semboller farklı şekillerde işaretlenmiş kutucuklardan oluşur. Gölgeleme derecesi hasta performansının normal değerlerden sapmasını işaret eder. Daha koyu gölgeleme pozitif yönde bir sapmayı gösterirken, daha açık gölgeleme normal değerlere yaklaşıldığını ifade etmektedir.

Sonuç olarak, dengenin değerlendirilmesi, yaşlı bireylerde düşme riskini değerlendirmek ve düşmeleri azaltmak için uygun müdahale stratejilerinin geliştirilmesine katkı sağlamak amacıyla önemlidir.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışma, prospektif, randomize ve kontrollü olarak planladı. Çalışmaya İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı polikliniğine Aralık 2022 ile Aralık 2023 tarihleri arasında başvuran, 50 yaş üzeri ve DSÖ kriterlerine göre postmenopozal osteoporoz tanısı alan veya osteoporotik vertebra kırığı olan olgular dahil edildi.

Çalışma öncesi, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Tıbbi Etik Kurul onayı alındı. Tüm olgulara çalışmanın amacı ve kapsamı hakkında ön bilgi verildi. Çalışmaya katılan tüm olgulardan “Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu” esas alınarak çalışma ile ilgili ayrıntılı bilgiler verilerek imzalı şekilde onayları alındı (EK-2).

3.1. Olguların seçilmesi

Çalışmaya alınma kriterleri Tablo 3.1'de; çalışmadan dışlanma kriterleri ise Tablo 3.2'de ayrıntılı olarak gösterilmiştir.

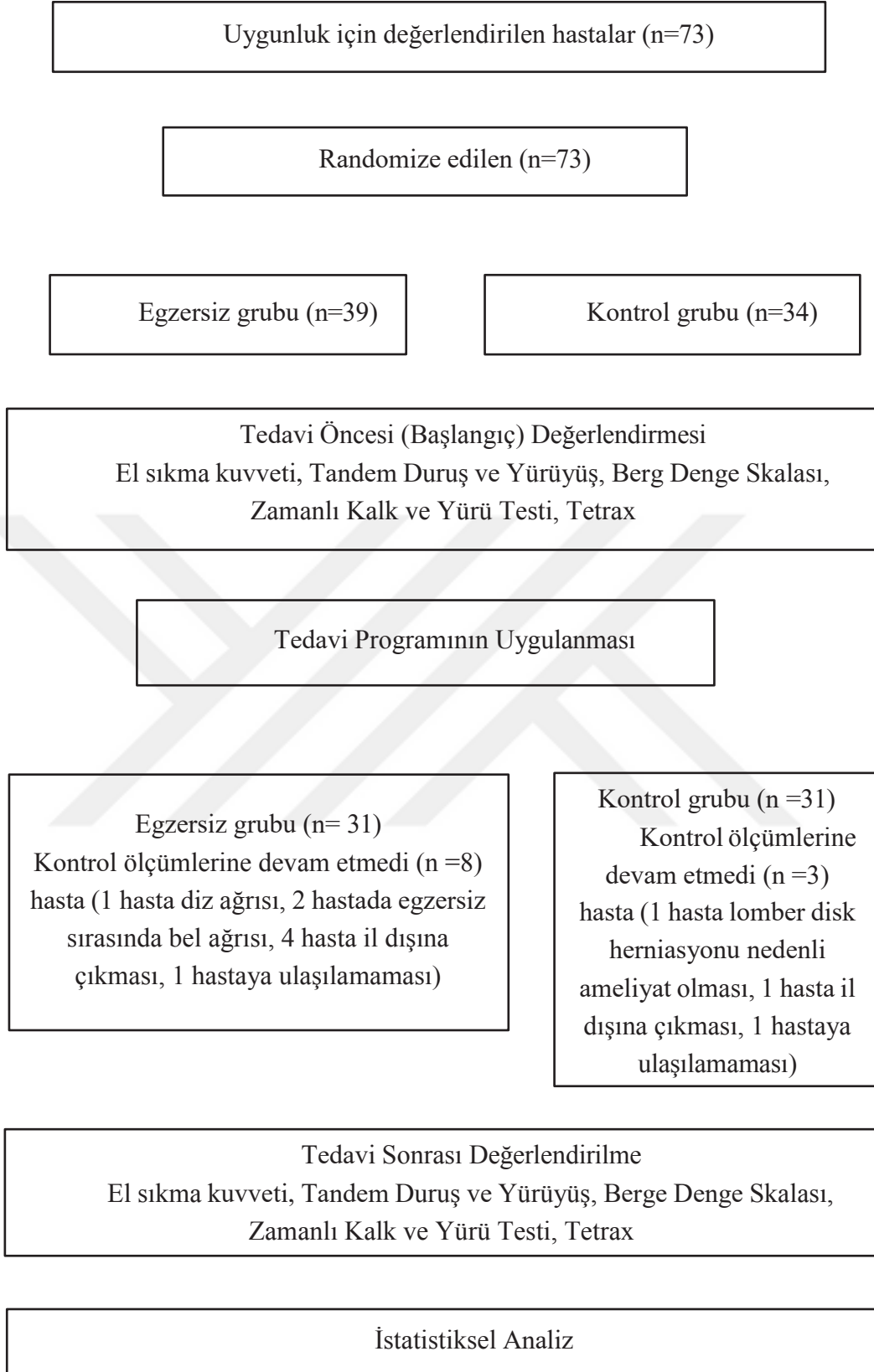
Tablo 3.1: Çalışmaya alınma kriterleri

- 50 yaş ve üzeri postmenopozal kadın olması
- DSÖ kriterlerine göre osteoporoz tanısı konulmuş olması ve / veya geçirilmiş osteoporotik vertebra kırığı bulunması
- Herhangi bir yardımcı cihaz kullanmadan bağımsız olarak ayakta durabilir ve yürüyebilir durumda olması

Tablo 3.2: Çalışmadan dışlanma kriterleri

- Benign Paroksizmal Pozisyonel Vertigo
- Denge ve propriyosepsiyonu etkileyecek nörolojik hastalık öyküsü
- Geçirilmiş alt ekstremitte cerrahi öyküsü
- Geçirilmiş vertebra cerrahisi öyküsü
- Psikiyatrik bozukluk varlığı
- Santral sinir sistemi ve kas kuvvetini etkileyen ilaç kullanılması

Çalışmanın akış şeması Şekil 5’te gösterilmiştir.



Şekil 5: Çalışmanın akış şeması

3.2. Olguların değerlendirilmesi

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı polikliniğine başvuran ve çalışmaya alınma kriterlerini karşılayan olguların değerlendirilmesinin ilk aşaması 1.araştırmacı hekim (L.M.) tarafından yapıldı.

Olguların randomizasyon sürecinde, basit randomizasyon yöntemi uygulanarak olgular Egzersiz veya Kontrol grubu olmak üzere iki farklı gruba ayrıldı. Randomizasyon 1. araştırmacı hekim tarafından yapıldı.

Olguların demografik verileri; ad-soyad, yaş, boy, kilo, ek hastalıklar, alkol ve sigara kullanımı, kullanılan ilaçlar, geçirilmiş operasyon, geçirilmiş kırık ve bu kırıkların enerji düzeyi (düşük veya yüksek), kırık yeri, ailede kırık öyküsü, son 1 yıldaki düşme sayısı ve menopoz yaşı sorgulandı. Boy, kilo değerleri ile VKİ hesaplandı. DSÖ'ye göre VKİ 30 ve üstü obez; 25- 29,9 kilolu; 18,5-24,9 normal olarak kabul edildi. Sigara ve alkol kullanımı ile ilgili bilgiler kaydedildi (EK-1).

Olgular diyabetes mellitus, hipertansiyon, hipotiroidi, hipertiroidi gibi kronik hastalık ve proton pompa inhibitörleri, serotonin geri alım inhibitörleri, statin kullanımı açısından sorgulandı ve elde edilen bilgiler kaydedildi. Olgular kortikosteroid kullanımı ve 3 aydan uzun süreli ≥ 7.5 mg'ın üzerindeki kortikosteroid kullanımı açısından sorgulandı. Olguların D vitamini kullanımı öğrenildi.

Poliklinik muayenesinde rutin olarak istenen tetkikler değerlendirildi. Laboratuvar değerlendirmesi: Tam kan sayımı, ALT, AST, üre, kreatinin, kreatinin klirensi, eritrosit sedimentasyon hızı, C reaktif protein (CRP), 25(OH) vitamin D, kalsiyum (Ca), fosfor (P), magnezyum (Mg), TSH, total protein, albümin ve B12 vitamin bakıldı.

Osteodensitometrik değerlendirme: DXA ölçümü sonucu lomber vertebra (L1-L4 ortalaması), femur boyun, femur total T-skoru ve KMY değerleri kaydedildi.

Osteoporoz tanısı için İÜC Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Nükleer Tıp ABD’de bulunan, Hologic QDR 4500SL (S/N 45624) (Bedford, MA) DXA cihazı ile KMY değerlendirildi ve T-skoru -2,5 SD ve altında olan olgular (lomber ve/veya femoral bölge) osteoporoz olarak kabul edildi.

Klinik kırık riskinin değerlendirilmesi

FRAX algoritması kullanılarak hastaların önümüzdeki 10 yıl içinde majör osteoporotik kırık ve kalça kırık riski hesaplandı. FRAX değerlendirilmesinde, klinik risk faktörlerine ek olarak, Hologic QDR 4500SL DXA cihazı aracılığıyla ölçülen femur boynu KMY değerleri de dikkate alındı.

Düşme riskinin klinik değerlendirilmesi

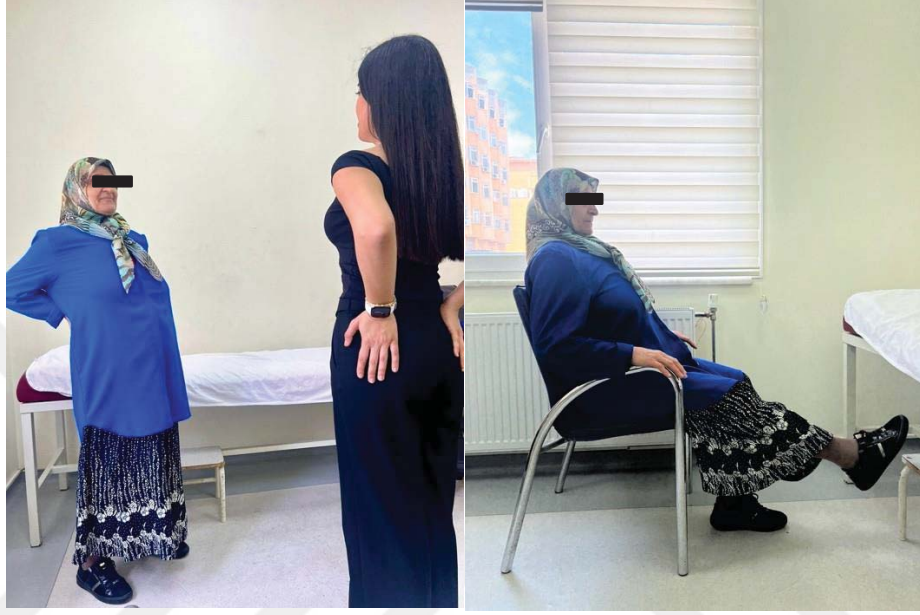
Hastalara 3 soru sorularak değerlendirme yapıldı.

1. Geçen yıl içinde düştünüz mü?
2. Ayakta dururken veya yürürken dengesiz hissediyor musunuz?
3. Düşmekten endişe ediyor musunuz? (97).

Olguların değerlendirmesinin ikinci aşaması 2.araştırmacı hekim (E.A) tarafından aynı gün içinde, ancak farklı odalarda, hastanın hangi grupta olduğunu bilmeden, randomize tek kör olarak yapıldı. Değerlendirilen testler: Tandem Duruş ve Yürüyüş Testi, Zamanlı Kalk ve Yürü Testi ve Berg Denge Skalasıdır. Dengenin Bilgisayarlı Statik olarak değerlendirilmesinde Tetrax (Sunlight Medical Ltd, Israel) cihazı kullanıldı ve 2. araştırmacı tarafından ölçümler kaydedildi.

Hastalar iki gruba randomize edildi. Birinci grup olan egzersiz grubundaki hastalara, 8 hafta boyunca, haftada üç gün ve her seferinde 30 dakika sürecek bir egzersiz programı olan OTAGO Ev Egzersiz Programı (OEP) önerildi. Bu programa ek olarak, olgularımıza haftada en az üç gün, her seferinde en az 30 dakika süre ile yürümelerini tavsiye edildi. Egzersizlerin doğru yapılması için olgular, birinci araştırmacı hekim (L.M.) tarafından eğitildi ve kendilerine egzersizlerin nasıl yapılacağını gösteren basılı bir form ve egzersiz yaptığı günlerini işaretlemesi için

günlük verildi (Şekil 6) (EK-3). Bu program, ev egzersizleri şeklinde uygulandı. Olguların bu programı düzenli olarak uygulaması birinci araştırmacı hekim (L.M.) tarafından telefon aracılığıyla periyodik olarak kontrol edildi. İki aylık süreç boyunca egzersizlerini düzenli yapamayan olgular çalışma dışı bırakıldı.



Şekil 6: Egzersiz programı eğitimi

Egzersiz programı yapılırken, hastaların herhangi bir risk olmaksızın ve kontrollü bir şekilde egzersizlerini sürdürebilmelerini garantilemek amacıyla, tüm aktivitelerin destek alarak uygulanması özellikle vurgulanmıştır. İkinci grup ise kontrol grubu olup, bu gruptaki olgulara haftada üç gün ve her seferinde 30 dakika yürüyüş yapmaları önerildi. Ayrıca mevcut hareket rutinlerini sürdürmeleri tavsiye edildi.

3.2.1. Fizik muayene

Olguların fizik muayenesi birinci araştırmacı hekim (L.M.) tarafından yapıldı. İlk olarak olguların postür ve yürüyüşü değerlendirildi. Fizik muayenede inspeksiyon ile

servikal lordoz, torakal kifoz, lomber lordoz ve skolyoz varlığı belirlenerek kaydedildi. Alt ekstremit eklemlerinin hareketleri değ erlendirildi. Kas kuvvetlerinin değ erlendirilmesinde kalça fleksiyon ile abduksiyon, diz ekstansiyon, ayak bilek dorsifleksiyon ve plantarfleksiyon kas kuvvetleri manuel kas testi ile ölç ülerek kaydedildi.

3.2.1.1. El Sıkma Kuvveti Ölçümü

Olguların el sıkma kuvveti ölçümü, Jamar marka el dinamometresi (Jamar Hand Evaluation Kit, Sammons Preston Ins, Bolingbrook, IL) ile değ erlendirildi. Olguların hangi elini aktif kullandığı sorularak dominant el belirlendi ve el sıkma kuvvetlerinin ölçümü Amerikan El Terapistleri Derneğı (AETD) tarafından önerilen standart pozisyon olan; oturma pozisyonunda, omuz adduksiyonda ve nötral pozisyonunda, dirsek 90 derece fleksiyonda, ön kol midrotasyonda ve destekli, el bileğı nötralde olacak şekilde; dominant el ile 1 dakikalık dinlenme periyotları verilerek 5 saniye süreyle sıkmaları istendi. Ölçümler üç kez tekrarlandı ve bu üç ölçümün ortalaması alındı (98).

3.2.2. Sayısal Derecelendirme Ölçeğı (Numeric Rating Scale- NRS)

Sayısal Derecelendirme ölçeğı, tek boyutlu bireysel bir ağrı değ erlendirme ölçeğidir. Sıfır ile 10 arasında, 0 ağrı yok ve 10 dayanılmaz ağrı anlamına gelmektedir, Çalışmamızda olguların sırt ağrısını değ erlendirmek için sayısal derecelendirme ölçeğı kullanıldı.

3.2.3. Denge, Düşme Riski ve Fiziksel Performans Değ erlendirmesi

Denge değ erlendirmesinde, hastalarda standart klinik denge değ erlendirme testleri olan Tandem Duruş ve Tandem Yürüyüş Testi, Zamanlamalı Kalk ve Yürü Testi ve Berg Denge Skalası uygulandı. Statik dengenin değ erlendirmesi için, BSP cihazı olan Tetrax kullanılarak, Genel Denge İndeksi, Düşme İndeksi ve Fourier frekansları değ erlendirildi (EK-1).

Hastaların son 1 yıl içinde düşme sayısı ve 2 aylık egzersiz program sırasında düşme sayısı kaydedildi. Aynı zamanda tedavinin etkisini detaylı bir şekilde incelemek amacıyla, bu değerlendirmeler tedavi öncesi ve sonrası olmak üzere, 2. Araştırmacı hekim tarafından her iki hasta grubunda iki defa gerçekleştirildi.

3.2.3.1. Tandem Duruş Testi

Tandem Duruş Testinde, hastadan bir ayağın ucu ile diğer ayağın topuğunun hizalandığı şekilde 10 saniyelik bir süre durması istendi. Sonuçlar başarılı veya başarısız olarak kaydedildi. 10 saniyenin altında dengesini kaybeden bireyler, artmış düşme riski nedeniyle başarısız olarak değerlendirildi.

3.2.3.2. Tandem Yürüyüş Testi

Tandem Yürüyüş Testi, bireylerin dinamik dengesini değerlendirmek için kullanılmaktadır. Çalışmamızda, test sırasında katılımcılardan, bir ayaklarının ucunun ve diğer ayaklarının topuğunun aynı hizada olacağı şekilde 10 adım atmaları istenmiştir. Bu 10 adımı başarıyla tamamlayanlar başarılı, tamamlayamayanlar ise başarısız olarak kaydedildi.

3.2.3.3. Zamanlı Kalk Yürü Testi (Timed Up And Go Test, TUG)

Zamanlı Kalk ve Yürü Testi, fiziksel fonksiyonu değerlendirmektedir. Hastalardan, sandalyeden destek almadan kalkmaları, 3 metre ileri yürümeleri, 180 derece geri dönmeleri ve tekrar oturmaları istendi. Bu süreç, baştan sona kronometre ile ölçüldü ve her adım dikkatlice kaydedildi. Bu testin 12 saniye üzerinde tamamlanması artmış düşme riski ile ilişkili olarak bildirilmektedir (99).

3.2.3.4. Berg Denge Skalası (Berg Balance Scale, BDS)

Berg Denge Skalası (BDS), on dört sorudan oluşmaktadır. Her soru 0-4 puan

arası değerlendirilir. Hasta 0-20 puan arası alıyorsa tekerlekli sandalyeye bağımlı, 21-40 puan arası yardımla yürüyebilir ve 41-56 puan arası mobilizasyon aktivitelerinde bağımsız kabul edilir (100). Bu test için düşme riski sınırı, 45 puan kabul edilmektedir (101). Test için, bir dijital kronometre, 30 cm'lik cetvel, 20 cm yüksekliğinde tahta, 42 cm yüksekliğinde arkalıklı ve kolluklu sandalye, 42 cm yüksekliğinde arkalıklı ve kolluksuz sandalye kullanıldı. Her bir fonksiyonel görev, katılımcılara bire bir gösterildi ve açıklandı. Katılımcılardan, değerlendirme sürecinde belirlenen tüm aktiviteleri gerçekleştirmeleri talep edildi ve her bir aktivite için elde edilen puanlar, puanlama tablosuna kaydedildi. Bu aktivitelerden alınan tüm puanlar dikkatlice toplandı ve böylece olguların kapsamlı denge değerlendirme toplam puanı elde edildi.

3.2.3.5. Dengenin bilgisayarlı statik değerlendirilmesi

Bilgisayarlı Statik Postürografi Cihazı ile Genel Denge İndeksi (Stability Index, SI), Düşme İndeksi (Fall Index, FI) ve Fourier Frekanslarının Hesaplanması

Denge, Bilgisayarlı Statik Postürografi cihazı (Tetrax) ile değerlendirildi. Bu sistem, bir bilgisayara entegre edilmiş özel bir yazılım, dört ayrı ama birbiriyle bağlantılı plakadan (A-B-C-D) oluşur ve yanlarında destek sağlayan korkuluklarla donatılmış köpük minderli bir platform içerir. Bu platform, dayanıklı ve düz bir zemine yerleştirilir, değerlendirilen kişinin göz hizasında ve bir metre önünde bir hedef bulunur (102).

Dengenin bilgisayarlı statik değerlendirmesi için olgulardan, platform üzerinde işaretlenmiş yerlere ayaklarını yerleştirmesi istendi. Her biri 32 saniye süren sekiz farklı test pozisyonu uygulandı. Stabil bir yüzeyde, yüz önde ve gözler açık duruş (NO), görsel, somatosensöriyel ve vestibüler denge sistemini birleştiren nötr bir konumdur. Gözler kapalıyken (NC), görsel etkiler sınırlandırılır ve somatosensöriyel ile vestibüler sistemler test edilir. Yumuşak pedlerle desteklenen duruşlar (PO ve PC), vücudun somatosensöriyel sistemini sınırlayarak görsel ve vestibüler denge sistemlerini harekete geçirir. Başın 45 derece sağa veya sola dönmesiyle (HR ve HL) görsel etkiler ortadan kalkar, vestibüler sistemi öne çıkar. Son olarak, başın 30 derece

geriye ve öne eğik durumları (HB ve HF), görsel etkileri engellerken, vestibüler ve servikal sistemleri tetikler (102).

Düşme İndeksi (DI) sonuçları düşme riskini düşük, orta ve yüksek olarak 3'e ayırır. Ölçüm neticesinde %0-100 arası bir puanla karşılaşılır. Düşük düşme riski % 0-36, orta düzeyde risk ise % 36-58 ve yüksek risk ise % 58-100 arasındaki değerlerdir. Tüm hastalarda bu değerlerin 2 ay öncesi ve sonralarına bakıldı.

Fourier frekansları, statik postürografi ölçümü neticesinde ortaya çıkan ve dengenin sağlanmasında görevli sistemlerin denge fonksiyon bozukluğu üzerindeki etkilerini ayrı ayrı anlamamıza yardımcı olan sayısal verilerdir. Bu frekanslar Tetrax cihazında F1-F8 arasında sıralanmıştır ve denge üzerine etkisi olan sistemler şu şekilde ayrılmıştır (95).

- F 1 frekans aralığı -Görsel
- F 2-4 frekans aralığı-Periferik vestibüler
- F 5-6 aralığı-Somatosensöriyel
- F 7-8 aralığı- Merkezi vestibüler

Tetrax cihazı ile denge ölçümü neticesinde 8 farklı pozisyonun her biri için her bir frekansta değer ortaya çıkmaktadır. Çalışmamızda her pozisyon için somatosensöriyel sistemdeki bozuklukları hedef alan F5-F6 frekans aralığı kullanıldı. Tüm hastalarda bu değerlerin 2 ay öncesi ve sonralarına bakıldı.

3.3. Egzersiz uygulama protokolü

Birinci grup egzersiz grubu olup, OTAGO Ev Egzersiz Programı uygulandı. Bu program aşağıdaki egzersizleri içermektedir.

3.3.1. Isınma Egzersizleri

- Yerde adım atma egzersizi
- Boyun egzersizi

- Sırt germe egzersiz
- Gövde egzersizi
- Ayak bileği egzersizi

3.3.2. Kuvvet egzersizleri

- Ön diz kuvvetlendirme egzersizi
- Arka diz kuvvetlendirme egzersizi
- Kalça kuvvetlendirme egzersizi
- Topuk üzerine basma egzersizi
- Ayak parmakları üzerine basma egzersizi

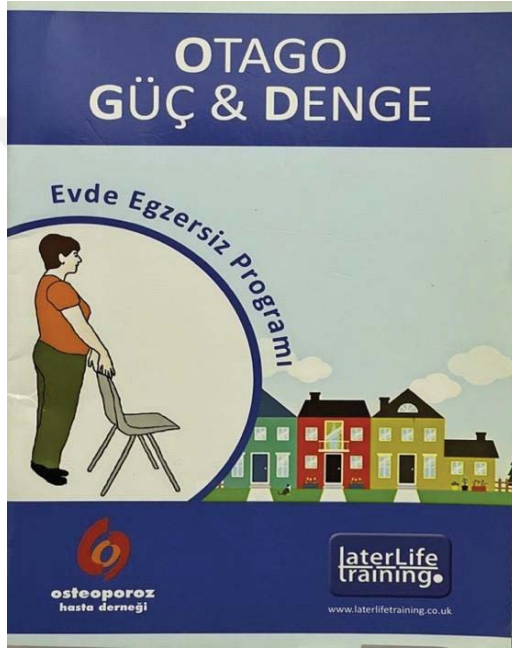
3.3.3. Denge egzersizleri

- Diz esnetme egzersizi
- Parmak ucunda yürüyüş egzersizi
- Ayak parmağı-topuk duruşu egzersizi
- Ayak parmağı ve topuk yürüyüşü egzersizleri
- Tek ayak üstünde duruş egzersizi
- Yan yürüyüş egzersizi
- Elleri kullanarak oturup kalkma egzersizi
- Yürüyüş ve dönüş egzersizi
- Merdiven çıkma egzersizi
- Baldır esnetme
- Uyluk (bacak-kalça) arkası esnetme

3.4. Hastaların eğitimi

OTAGO Ev Egzersiz Programı'nın eğitim sürecinde, katılımcılara yönelik özel bir metodoloji uygulanmıştır. Hastalar 1.araştırmacı hekim tarafından eğitim için ayrılmış ayrı bir odada teke tek şekilde eğitime katıldı. Eğitimin başlangıç aşamasında hastaya genel bilgiler verildi ve düşme konusunda dikkat etmesi gereken durumlarla

ilgili bilgilendirme yapıldı. Her hastanın eğitim süreci için 1 saat süre ayrıldı. Birinci araştırmacı hekim önderliğinde gerçekleştirilen bu eğitimde, göstererek yaptırma tekniği temel alınarak, hastaya OTAGO egzersizleri adım adım öğretildi ve uygulamalı olarak pekiştirildi (Şekil 6). Eğitimin sonunda hastalara, egzersizlerin detaylarını ve faydalarını içeren, kolay anlaşılır bir el kitapçığı da sağlanarak, evde de bu egzersizleri güvenle uygulayabilmeleri için bir kaynak sunuldu. Aynı zamanda egzersiz yaptığı günlerini işaretlemeleri için günlük de verildi (EK-3) (Şekil 7).





Şekil 7: OTAGO Ev Egzersiz Programı

OTAGO Ev Egzersiz Programı'nın uygulanmasına yönelik olarak, iki aylık bir süreç öngörülmüştür. Egzersiz grubuna bu programı ev ortamında, haftada üç gün, her seferinde 30 dakika olacak şekilde uygulamaları tavsiye edilmiştir.

Ayrıca, programın uygulanışının ve katılımcıların ilerlemesinin takibi amacıyla, hastalar düzenli aralıklarla telefon aracılığıyla kontrol edilmiştir. Bu takip süreci, programın doğru şekilde uygulanıp uygulanmadığını değerlendirmek, katılımcılara motivasyon ve destek sağlamak ve gerektiğinde müdahale etmek için önemli bir rol oynamıştır. Telefon görüşmeleri sayesinde, katılımcıların herhangi bir sorunla karşılaşp karşılaşmadıkları, programı düzenli olarak takip edip etmedikleri ve herhangi bir sağlık sorunu yaşayıp yaşamadıkları hakkında bilgi edinilmiştir.

Tüm yapılan işlemler için hastalardan ilave ücret alınmadı.

3.5. Etik Komite

Çalışmaya başlamadan önce İÜC Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Tıbbi Etik Kurul onayı alındı. Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Dekanlığı Klinik Araştırmalar Etik Kurulu, Tarih: 20/12/2022, No: 519140. Tüm olgular, bilgilendirilmiş onam formlarını imzaladıktan sonra çalışmaya dahil edildi.

3.6. İstatistiksel Analiz

Çalışmamız ile ilgili G*power 3.1 programı ile yapılan güç analizinde, güç değeri 0.80 alınarak yapılan örneklem genişliği analizinde toplam alınması gerekli örnek sayısı 52 olarak belirlendi.

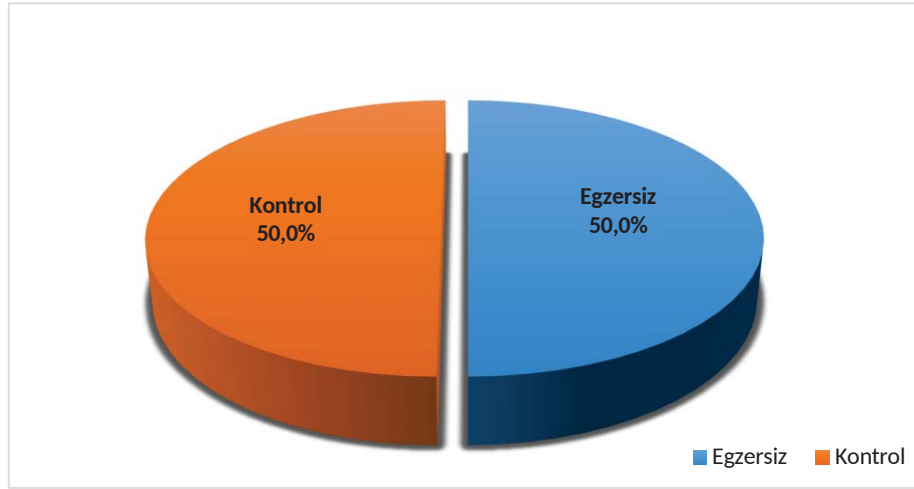
Çalışmada elde edilen bulgular değerlendirilirken, istatistiksel analizler için NCSS (Number Cruncher Statistical System) 2020 Statistical Software (NCSS LLC, Kaysville, Utah, USA) istatistiksel yazılım programı kullanıldı. Çalışma verileri değerlendirilirken, nicel değişkenler ortalama, standart sapma, medyan, minimum ve maximum değerleriyle, nitel değişkenler frekans ve yüzde gibi tanımlayıcı istatistiksel metodlar ile gösterildi. Verilerin normal dağılıma uygunluklarının değerlendirilmesinde Shapiro Wilks test ve Box Plot grafiklerden yararlanıldı. Normal dağılım gösteren niceliksel iki grup değerlendirmelerinde Student t-test kullanıldı. Normal dağılım göstermeyen değişkenliklerin iki gruba göre değerlendirmelerinde Mann Whitney-U test kullanıldı. İki takip arasında ise normal dağılım gösterenlerde Paired Samples test kullanılırken, normal dağılım göstermeyenlerde Wilcoxon Signed Rank testi kullanıldı. Niteliksel verilerin karşılaştırılmasında ise Ki-Kare test, Fisher Freeman Halton testi kullanıldı. Değişkenler arası ilişkilerin değerlendirilmesinde Spearman's korelasyon analizinden yararlanıldı. Sonuçlar % 95'lik güven aralığında, anlamlılık $p < 0.05$ düzeyinde değerlendirildi

4. BULGULAR

Çalışmamıza 50 yaş üzeri ve DSÖ kriterlerine göre postmenopozal osteoporoz tanısı alan veya osteoporotik vertebra kırığı olan 73 hasta dahil edilmiştir. Olguların yaşları 50-80 yaş arasında değişmekte olup, ortalama yaş $62,77 \pm 7,33$ olarak belirlenmiştir (Tablo 4.1). Olguların boy ortalaması $155,89 \pm 5,41$ cm, kilo ortalaması $64,56 \pm 9,12$ kg, vücut kitle indeksi (VKİ) ortalaması $26,59 \pm 3,98$ kg/m² ve menopoz yaşı ortalaması $45,74 \pm 5,46$ olarak değerlendirilmiştir. Çalışmaya alınan 73 olgudan 8 olgu egzersiz grubundan (1 hasta diz ağrısı, 2 hastada egzersiz sırasında bel ağrısı ,4 hasta il dışına çıkması, 1 hastaya ulaşılamaması), 3 olgu kontrol grubundan (1 hasta lomber disk herniasyonu nedeniyle ameliyat olması, 1 hasta il dışına çıkması ,1 hastaya ulaşılamaması) çalışma dışı bırakıldı. Sonuç olarak egzersiz grubunda 31 olgu, kontrol grubunda 31 olgu olmak üzere çalışmaya devam edildi (Tablo 4.1) (Şekil 8).

Tablo 4. 1: Tanımlayıcı özelliklerin dağılımı

		n(%)
Yaş	<i>Ort±Ss</i>	$62,77 \pm 7,33$
	<i>Medyan (Min-Maks)</i>	62 (50-80)
Boy (cm)	<i>Ort±Ss</i>	$155,89 \pm 5,41$
	<i>Medyan (Min-Maks)</i>	155 (145-170)
Kilo (kg)	<i>Ort±Ss</i>	$64,56 \pm 9,12$
	<i>Medyan (Min-Maks)</i>	65 (47-90)
VKİ (kg/m²)	<i>Ort±Ss</i>	$26,59 \pm 3,98$
	<i>Medyan (Min-Maks)</i>	25,7 (19,3-37,3)
Menopoz yaşı	<i>Ort±Ss</i>	$45,74 \pm 5,46$
	<i>Medyan (Min-Maks)</i>	46 (29-56)
Sigara kullanımı	Yok	40 (64.5)
	Var	22 (35.5)
Alkol kullanımı	Yok	61 (98.4)
	Var	1 (1.6)



Şekil 8: Grupların dağılımı

Her iki gruptaki hastalar yaş, menopoz yaşı ve VKİ değerlerine göre karşılaştırıldı. Egzersiz grubunda yaş ortalaması $61,97 \pm 6,86$, boy ortalaması $156,90 \pm 5,38$, menopoz yaş ortalaması $46,90 \pm 4,14$, VKİ ortalaması $25,80 \pm 3,38$ olarak bulundu. Kontrol grubunda yaş ortalaması $64,58 \pm 7,44$, boy ortalaması $154,87 \pm 5,32$, menopoz yaş ortalaması $44,58 \pm 6,38$, VKİ ortalaması $27,38 \pm 3,98$ olarak bulundu. Olguların yaş, boy, kilo ve VKİ'leri istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemektedir ($p > 0,05$) (Tablo 4.2).

Tablo 4.2: Gruplara göre tanımlayıcı özelliklerin karşılaştırılması

	Grup		<i>p</i>
	Egzersiz (n=31) <i>Ort±Ss</i>	Kontrol (n=31) <i>Ort±Ss</i>	
Yaş	$61,97 \pm 6,86$	$64,58 \pm 7,44$	^a0,061
Boy (cm)	$156,90 \pm 5,38$	$154,87 \pm 5,32$	^a0,140
Kilo (kg)	$63,51 \pm 8,89$	$65,62 \pm 9,36$	^a0,368
VKİ (kg /m²)	$25,80 \pm 3,38$	$27,38 \pm 3,98$	^a0,097
Menopoz yaşı	$46,90 \pm 4,14$	$44,58 \pm 6,38$	^a0,058

^aStudent-t Test

Ort: Ortalama Ss: Standart sapma Min: Minimum, Maks: Maksimum

Aktif sigara ve alkol kullanımı açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır ($p>0,05$) (Tablo 4.3).

Tablo 4.3: Aktif sigara ve alkol kullanımı yönünden grupların karşılaştırılması

		Toplam	Grup		<i>p</i>
			Egzersiz (n=31)	Kontrol (n=31)	
Aktif sigara kullanımı	Yok	40 (64,5)	21 (67,7)	19 (61,3)	^c 0,596
	Var	22 (35,5)	10 (32,3)	12 (38,7)	
Alkol kullanımı	Yok	61 (98,4)	31 (100,0)	30 (96,8)	^b 1,000
	Var	1 (1,6)	0 (0,0)	1 (3,2)	

^bFisher Exact Test, ^cPearson Chi-Square

Her iki gruptaki olgular kronik ek hastalıklar olarak diyabetes mellitus, hipertansiyon, hipotiroidi ve hipertiroidi açısından karşılaştırıldı. Kronik hastalıklar açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır ($p>0,05$) (Tablo 4.4).

Tablo 4.4: Kronik hastalık açısından grupların karşılaştırılması

		Toplam	Grup		<i>p</i>
			Egzersiz (n=31)	Kontrol (n=31)	
Diyabetes mellitus	Yok	53 (85,5)	26 (83,9)	27 (87,1)	^b 1,000
	Var	9 (14,5)	5 (16,1)	4 (12,9)	
Hipertansiyon	Yok	33 (53,2)	18 (58,1)	15 (48,4)	^c 0,445
	Var	29 (46,8)	13 (41,9)	16 (51,6)	
Hipotiroidi	Yok	52 (83,9)	27 (87,1)	25 (80,6)	^c 0,490
	Var	10 (16,1)	4 (12,9)	6 (19,4)	
Hipertiroidi	Yok	60 (96,8)	31 (100,0)	29 (93,5)	^b 0,492
	Var	2 (3,2)	0 (0,0)	2 (6,5)	

^bFisher Exact Test, ^cPearson Chi-Square

Egzersiz ve kontrol grupları ilaç kullanımı açısından karşılaştırıldı. Gruplara göre olguların karşılaştırılmasında proton pompa inhibitörleri, statin ve serotonin geri alım inhibitörlerinin kullanımı açısından istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır ($p>0,05$) (Tablo 4.5).

Tablo 4.5: İlaç kullanımı açısından grupların karşılaştırılması

		Toplam	Grup		p
			Egzersiz (n=31)	Kontrol (n=31)	
PPİ	Yok	44 (71,0)	21 (67,7)	23(74,2)	^c 0,576
	Var	18 (29,0)	10 (32,3)	8 (25,8)	
Statin	Yok	50 (80,6)	25 (80,6)	25(80,6)	^c 1,000
	Var	12 (19,4)	6 (19,4)	6 (19,4)	
SSRİ	Yok	51 (82,3)	27 (87,1)	24(77,4)	^c 0,319
	Var	11 (17,7)	4 (12,9)	7 (22,6)	

PPİ: proton pompa inhibitörler SSRİ: serotonin geri alım inhibitörleri

^bFisher Exact Test, ^cPearson Chi-Square

Olguların devam eden D vitamini kullanımı ve D vitamini düzeyi açısından grupların karşılaştırılmasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır ($p>0,05$) (Tablo 4.6). İki grupta da D vitamini düzeyi optimal kabul edilen 30 ng/ml sınırının üzerinde bulundu.

Tablo 4.6: D vitamini kullanımı ve D vitamini düzeyine göre grupların karşılaştırılması

		Toplam	Grup		p
			Egzersiz (n=31)	Kontrol (n=31)	
Şu anda D vitamini kullanımı	Yok	32 (51,6)	17 (54,8)	15 (48,4)	^c 0,611
	Var	30 (48,4)	14 (45,2)	16 (51,6)	
D vitamin düzeyi (ng/ml)	<i>Ort</i> ± <i>Ss</i>	31,93±13,31	32,26±13,25	31,61±13,58	^a 0,849

^aStudent-t Test ^bFisher Exact Test ^cPearson Chi-Square, ^dMann-Whitney-U Test

Ort: Ortalama Ss: Standart sapma Min: Minimum, Maks: Maksimum

Servikal lordoz ve torakal kifoz değerlendirmesinde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p>0,05$). Egzersiz grubunda lomber lordoz, kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı derecede artmış bulunmuştur ($p=0,049$; $p<0,05$) (Tablo 4.7).

Tablo 4.7: Servikal lordoz, torakal kifoz ve lomber lordoz değerlendirmesinin gruplara göre karşılaştırılması

		Toplam	Grup		p
			Egzersiz (n=31)	Kontrol (n=31)	
Servikal lordoz	Azalmış	29 (46,8)	16 (51,6)	13 (41,9)	^c 0,445
	Normal	33 (53,2)	15 (48,4)	18 (58,1)	
Torakal kifoz	Azalmış	2 (3,2)	1 (3,2)	1 (3,2)	^g 0,154
	Normal	33 (53,2)	20 (64,5)	13 (41,9)	
	Artmış	27 (43,5)	10 (32,3)	17 (54,8)	
Lomber lordoz	Azalmış	6 (9,7)	4 (12,9)	2 (6,5)	^g 0,049*
	Normal	44 (71,0)	25 (80,6)	19 (61,3)	
	Artmış	12 (19,4)	2 (6,5)	10 (32,3)	

^aStudent-t Test ^dMann-Whitney-U Test ^ePaired Samples t-Test ^fWilcoxon Signed Rank Test * $p<0,05$

Olguların, daha önceki osteoporoz tedavi süreleri (ay) benzer bulundu.

Sırt ağrısını değerlendiren NRS (Numeric Rating Scale) değeri gruplar arasında anlamlı fark göstermemektedir ($p>0,05$) (Tablo 4.8).

Düşme değerlendirmesi, son 1 yıl içinde düşme olup olmadığı ve ev programının başladıktan sonraki 2 ayda yeni bir düşme olayının meydana gelmesi olarak değerlendirildi. Gruplar düşme durumunun oluşması ve sıklığı yönünden istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemektedir ($p>0,05$).

Tablo 4.8: Osteoporoz tedavi süresi, sırt NRS değerleri, son 1 yıl içinde düşme olması, egzersiz programı sırasında 2 ay içinde yeni düşmelerin sayısı açısından grupların karşılaştırılması

Toplam			Grup		p
			Egzersiz (n=31)	Kontrol (n=31)	
Osteoporoz tedavi süresi (ay)	<i>Ort±Ss</i>	33,48±31,52	37,32±29,56	29,65±33,41	^a 0,342
Sırt NRS	<i>Ort±Ss</i>	3,65±3,46	3,39±3,47	3,90±3,50	^a 0,562
	<i>Medyan</i>	3 (0-6)	3 (0-6)	4 (0-8)	
Son 1 yıl içinde düşme varlığı ve sayısı	<i>Ort±Ss</i>	1,73±1,32	1,33±0,49	2,57±2,07	^a 0,237
	<i>Medyan</i>	1 (1-2)	1 (1-2)	2 (1-5)	
	Yok	40 (64,5)	16 (51,6)	24 (77,4)	
	Var	22 (35,5)	15 (48,4)	7 (22,6)	
2 ay içinde yeni düşme varlığı ve sayısı	Yok	61 (98,4)	30 (96,8)	31 (100,0)	^b 1,000
	Var	1 (1,6)	1 (3,2)	0 (0,0)	

^aStudent-t Test ^bFisher Exact Test ^cPearson Chi-Square ^dMann-Whitney-U Test

Ort: Ortalama Ss: Standart sapma Min: Minimum, Maks: Maksimum

DXA ve FRAX değerlendirmesinde, lomber total T-Skoru, femur boynu T-skoru, femur total T-skoru, lomber total KMY, femur boynu KMY, femur total KMY değerleri ile FRAX skoruna göre saptanan kalça kırık riski ve majör osteoporotik kırık riski gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemektedir (p>0,05) (Tablo 4.9).

Tablo 4.9: T-skoru, KMY ve FRAX skorlarının gruplara göre karşılaştırılması

		Toplam	Grup		p
			Egzersiziz (n=31)	Kontrol (n=31)	
T- skoru					
Lomber total	Ort±Ss	-2,89±0,85	2,83±0,93	-2,95±0,78	^a 0,607
Femur boynu	Ort±Ss	-2,05±0,66	2,06±0,50	-2,04±0,80	^a 0,894
Femur total	Ort±Ss	-1,60±0,66	1,63±0,59	-1,56±0,74	^a 0,704
KMY					
Lomber total	Ort±Ss	0,73±0,09	0,74±0,10	0,72±0,09	^a 0,302
Femur boynu	Ort±Ss	0,63±0,08	0,63±0,07	0,63±0,09	^a 0,691
Femur total	Ort±Ss	0,75±0,10	0,74±0,07	0,76±0,12	^a 0,595
FRAX skoru					
Kalça kırığı riski	Ort±Ss	3,51±3,73	3,73±4,29	3,29±3,14	^d 0,955
Majör osteoporotik kırık riski	Ort±Ss	13,10±7,30	13,53±8,2	12,66±6,38	^a 0,644

^aStudent-t Test ^bFisher Exact Test ^cPearson Chi-Square ^dMann-Whitney-U Test , *p<0,05

Ort: Ortalama Ss: Standart sapma Min: Minimum, Maks: Maksimum

Egzersiziz ve kontrol grubu vertebra, vertebra dışı kırık ve ailede kalça kırık öyküsü açısından karşılaştırıldı. Gruplara göre olguların karşılaştırılmasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır (p>0,05) (Tablo 4.10).

Tablo 4.10: Vertebra, vertebra dışı kırık ve ailede kalça kırık öyküsü yönünden grupların karşılaştırılması

		Toplam	Grup		p
			Egzersiz (n=31)	Kontrol (n=31)	
Vertebra kırığı	Yok	50 (80,6)	26 (83,9)	24 (77,4)	^c 0,520
	Var	12 (19,4)	5 (16,1)	7 (22,6)	
Vertebra dışı kırık	Yok	36 (58,1)	15 (48,4)	21 (67,7)	^c 0,123
	Var	26 (41,9)	16 (51,6)	10 (32,3)	
Ailede kalça kırığı	Yok	52 (83,9)	26 (83,9)	26 (83,9)	^c 1,000
	Var	10 (16 ,1)	5 (16,1)	5 (16,1)	

^cPearson Chi-Square

Olgular 3 aydan uzun süreli ≥ 7.5 mg'ın üzerindeki kortikosteroid kullanımı açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemektedir ($p>0,05$) (Tablo 4.11).

Tablo 4.11: Kortizon kullanımı açısından grupların karşılaştırılması

Toplam			Grup		p
			Egzersiz (n=31)	Kontrol (n=31)	
Kortizon kullanımı	Yok	55 (88,7)	25 (80,6)	30 (96,8)	^b 0,104
	Var	7 (11,3)	6 (19,4)	1 (3,2)	

Kontrol grubunda 2 ay sonra yapılan değerlendirmede el sıkma kuvvet ölçümlerindeki $1,60 \pm 4,09$ birimlik çok hafif azalma istatistiksel olarak anlamlı saptanmıştır ($p=0,037$; $p<0,05$). Egzersiz grubunda iki ay sonrasında yapılan değerlendirmede, el sıkma kuvvetindeki istatistiksel olarak anlamlı bir artış saptanmıştır. Egzersiz ve kontrol gruplarının karşılaştırılmasında, el sıkma kuvvetinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmıştır ($p=0,038$; $p<0,05$) (Tablo 4.9) (Şekil

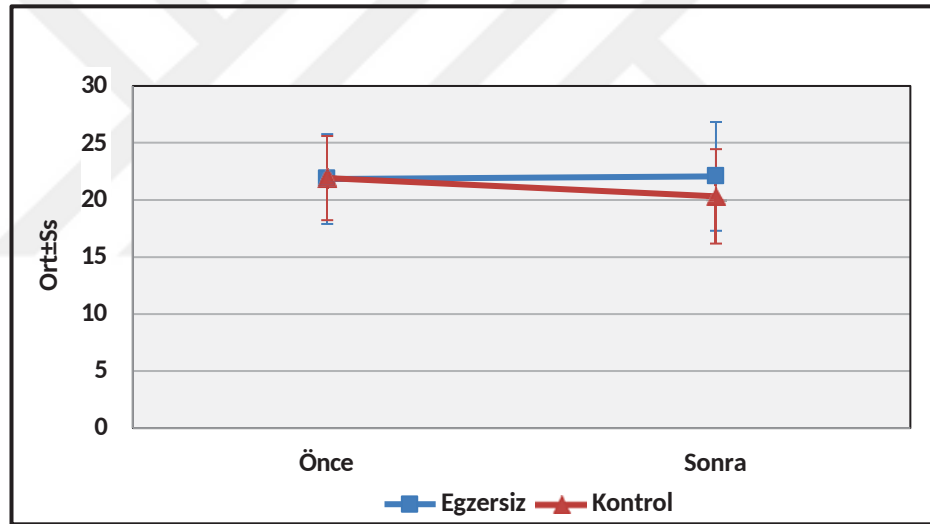
9).

Tablo 4.12: El sıkma kuvvetinin 2 aylık ev programından önce ve sonrasının gruplara göre karşılaştırılması

		Grup		p
		Egzersiz (n=31)	Kontrol (n=31)	
El sıkma kuvveti önce	Ort±Ss	21,84±3,94	21,92±3,69	^a 0,930
El sıkma kuvveti sonra	Ort±Ss	22,07±4,77	20,32±4,14	^a 0,127
	^e p	0,610	0,037*	
Değişim Δ	Ort±Ss	0,24±2,58	-1,60±4,09	^a 0,038*

^aStudent-t Test

Ort: Ortalama Ss: Standart sapma Min: Minimum, Maks: Maksimum *p<0,05 **p<0,01



Şekil 9: El sıkma kuvveti ölçümlerinin egzersiz öncesi ve sonrasının gruplara göre dağılımı

Berg denge skorunda iki gruptaki olguların başlangıç değerlendirilmesinde, istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır ($p>0,05$). Egzersiz grubunun 2 ay sonra yapılan değerlendirilmesinde BDS ölçümlerinde $0,97\pm1,22$ birimlik bir artış saptanmıştır ve bu artış kontrol grubu ile karşılaştırıldığında, istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p=0,001$; $p<0,01$). İki aylık ev programının uygulanmasından sonra yapılan değerlendirmede, egzersiz grubunun BDS ölçümlerinde, kontrol grubu ile karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir artış saptanmıştır ($p=0,001$;

$p<0,01$) (Tablo 4.13) (Şekil 10).

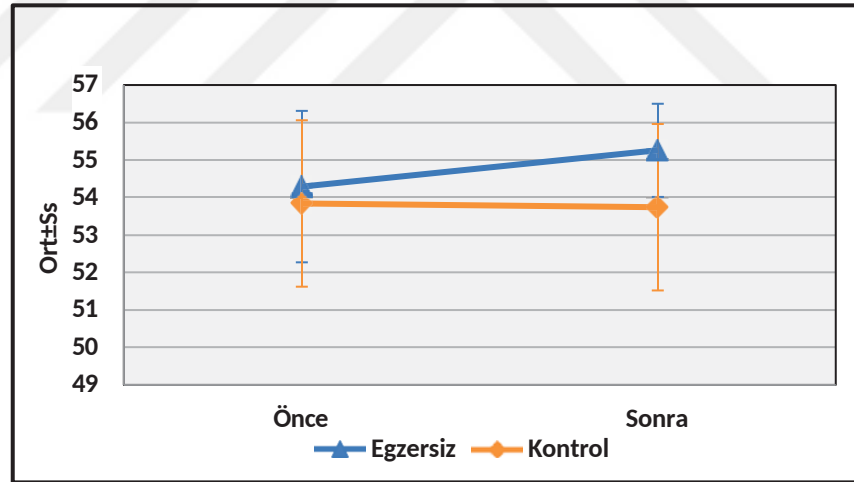
Tablo 4.13: BDS' nin 2 aylık ev programından önce ve sonrasının gruplara göre karşılaştırılması

		Grup		<i>p</i>
		Egzersiz (n=31)	Kontrol (n=31)	
BDS Önce	<i>Ort±Ss</i>	54,29±2,02	53,84±2,22	^d 0,439
	<i>Medyan</i>	55 (53-56)	54 (53-56)	
BDS Sonra	<i>Ort±Ss</i>	55,26±1,24	53,74±2,22	^d 0,001**
	<i>Medyan</i>	56 (55-56)	54 (52-55)	
	<i>f_p</i>	0,001**	0,450	
Değişim Δ	<i>Ort±Ss</i>	0,97±1,22	-0,10±0,98	^d 0,001**

^dMann-Whitney-U Test

Ort: Ortalama Ss: Standart sapma Min: Minimum Maks: Maksimum * $p<0,05$ ** $p<0,01$

BDS Önce : Berg denge skoru BDS Sonra: Berg denge skoru sonra



Şekil 10: BDS ölçümlerinin egzersiz öncesi ve sonrasının gruplara göre dağılımı

Zamanlı kalk yürü testi başlangıç değerlerinde, 2 grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır ($p=0,110$; $p>0,05$). Egzersiz grubunun 2 ay sonra yapılan değerlendirilmesinde ZKYT ölçümü, kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı seviyede düşük saptanmıştır ($p=0,004$; $p<0,01$). Egzersiz grubunda, 2 ay sonra yapılan değerlendirilmesinde ZKYT ölçümlerindeki $1,20\pm2,02$ birimlik düşüş, istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p=0,002$; $p<0,01$). Kontrol grubunun

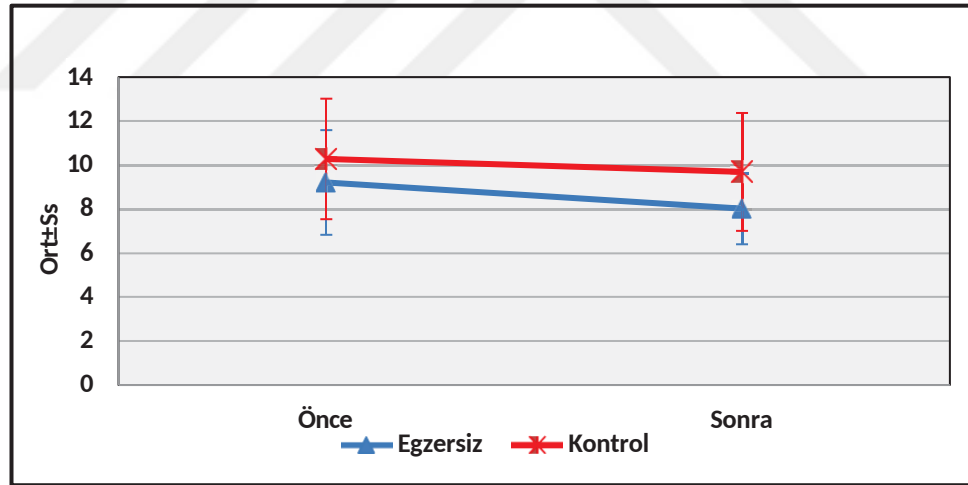
2 ay sonra yapılan değerlendirilmesinde, ZKYT ölçümlerindeki $0,58 \pm 1,46$ birimlik düşüş istatistiksel olarak anlamlı saptanmıştır ($p=0,033$; $p<0,05$) (Tablo 4.14) (Şekil 11).

Tablo 4.14: ZKYT'nin 2 aylık ev programından önce ve sonrasının gruplara göre karşılaştırılması

		Grup		p
		Egzersiziz (n=31)	Kontrol (n=31)	
ZKYT Önce	Ort±Ss	9,21±2,38	10,28±2,74	^a 0,110
ZKYT Sonra	Ort±Ss	8,02±1,62	9,69±2,68	^a 0,004**
	^e p	0,002**	0,033*	
Değişim Δ	Ort±Ss	-1,20±2,02	-0,58±1,46	^a 0,174

^aStudent-t Test * $p<0,05$ ** $p<0,01$

Ort: Ortalama Ss: Standart sapma Min: Minimum, Maks: Maksimum * $p<0,05$ ** $p<0,01$



Şekil 11: ZKYT'nin egzersiz öncesi ve sonrasının gruplara göre dağılımı

Düşme İndeksi ölçümünün başlangıç değerlendirilmesinde 2 grup arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır ($p>0,05$). Egzersiz grubunun 2 aylık sonrasında DI ölçümlerindeki $9,74 \pm 23,45$ birimlik düşüş, istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p=0,028$; $p<0,05$). Egzersiz grubunun 2 ay sonra yapılan değerlendirilmesinde saptanan bu düşüş, kontrol grubu ile karşılaştırmada, istatistiksel

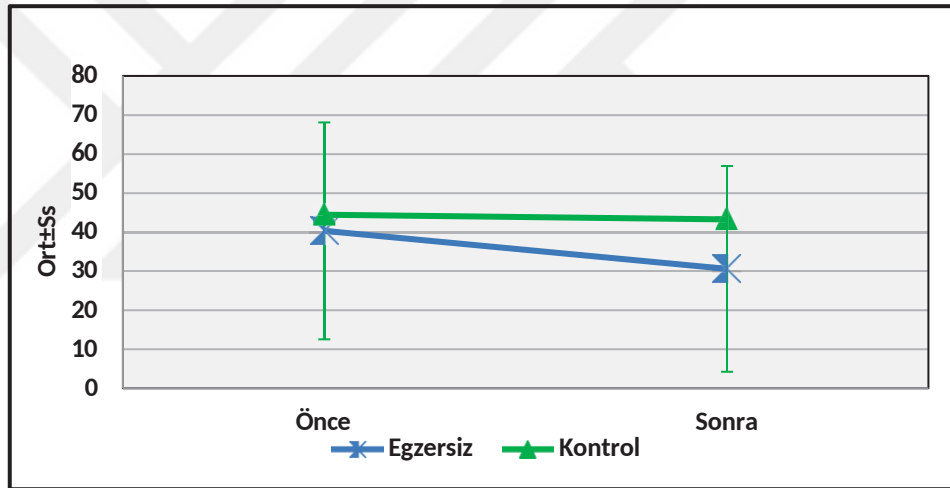
olarak anlamlı bulunmuştur ($p=0,048$; $p<0,05$) (Tablo 4.15) (Şekil 12).

Tablo 4.15: DI'nin 2 aylık ev programından önce ve sonrasının gruplara göre karşılaştırılması

		Grup		<i>p</i>
		Egzersiz (n=31)	Kontrol (n=31)	
DI Önce	<i>Ort±Ss</i>	40,32±27,01	44,45±27,78	^a 0,555
DI Sonra	<i>Ort±Ss</i>	30,58±22,97	43,26±26,35	^a 0,048*
	^c <i>p</i>	0,028*	0,739	
Değişim Δ	<i>Ort±Ss</i>	-9,74±23,45	-1,19±19,74	^a 0,126

^aStudent-t Test

Ort: Ortalama Ss: Standart sapma Min: Minimum, Maks: Maksimum * $p<0,05$ ** $p<0,01$



Şekil 12: DI'nin tedavi öncesi ve sonrasının gruplara göre dağılımı

Tandem Duruş testinin başlangıç değerlendirilmesinde, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır ($p>0,05$).

Egzersiz grubunun 2 ay sonra yapılan değerlendirilmesinde TD testinin başarı oranı, kontrol grubundan istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek saptanmıştır ($p=0,024$; $p<0,05$) (Tablo 4.16).

Tablo 4.16: TD testinin 2 aylık ev programından önce ve sonrasının gruplara göre karşılaştırılması

		Toplam	Grup		<i>p</i>
			Egzersiz (n=31)	Kontrol (n=31)	
TD-Önce	Başarısız	9 (14,5)	6 (19,4)	3 (9,7)	<i>^b0,473</i>
	Başarılı	53 (85,5)	25 (80,6)	28 (90,3)	
TD-Sonra	Başarısız	6 (9,7)	0 (0,0)	6 (19,4)	<i>^b0,024*</i>
	Başarılı	56 (90,3)	31 (100,0)	25 (80,6)	

^bFisher Exact Test

Ort: Ortalama Ss: Standart sapma Min: Minimum, Maks: Maksimum

TD-Önce: Tandem Duruş-önce TD-Sonra: Tandem Duruş sonra

Tandem Yürüyüş testinin başlangıç değerlendirilmesinde, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır ($p>0,05$). Egzersiz grubunun 2 ay sonra yapılan değerlendirilmesinde, TY testinin başarılı olma oranı, kontrol grubundan istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek saptanmıştır ($p=0,026$; $p<0,05$) (Tablo 4.17) (Şekil 13).

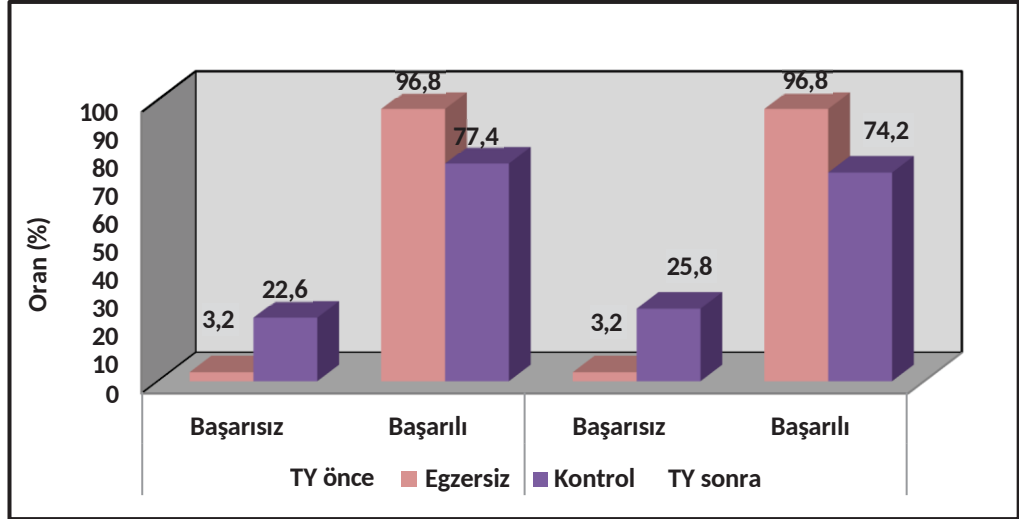
Tablo 4.17: TY testinin 2 aylık ev programından önce ve sonrasının gruplara göre karşılaştırılması

		Toplam	Grup		p
			Egzersiz (n=31)	Kontrol (n=31)	
TY-Önce	Başarısız	8 (12,9)	1(3,2)	7 (22,6)	^b 0,053
	Başarılı	54 (87,1)	30 (96,8)	24 (77,4)	
TY-Sonra	Başarısız	9 (14,5)	1 (3,2)	8 (25,8)	^b 0,026*
	Başarılı	53 (85,5)	30 (96,8)	23 (74,2)	

^bFisher Exact Test

Ort: Ortalama Ss: Standart sapma Min: Minimum, Maks: Maksimum

TY-Önce: Tandem Yürüyüş-önce TY-Sonra: Tandem Yürüyüş sonra



Şekil 13: TY testinin egzersiz öncesi ve sonrasının gruplara göre dağılımı

Geçen bir yıl içinde düşme öyküsü, dengesizlik hissi ve düşme korkusu açısından grupların karşılaştırılmasında anlamlı fark saptanmamıştır ($p>0,05$) (Tablo 4.18).

Tablo 4.18: Geçen bir yıl içinde düşme öyküsü, dengesizlik hissi ve düşme korkusu açısından grupların karşılaştırılması

		Toplam	Grup		p
			Egzersiz (n=31)	Kontrol (n=31)	
Geçen bir yılda düşme öyküsü	Yok	51 (82,3)	23 (74,2)	28 (90,3)	0,096
	Var	11 (17,7)	8 (25,8)	3 (9,7)	
Dengesizlik hissi	Yok	33 (53,2)	18 (58,1)	15 (48,4)	0,445
	Var	29 (46,8)	13 (41,9)	16 (51,6)	
Düşme korkusu	Yok	35 (56,5)	15 (48,4)	20 (64,5)	0,200
	Var	27 (43,5)	16 (51,6)	11 (35,5)	

^cPearson Chi-Square

Ort: Ortalama Ss: Standart sapma Min: Minimum, Maks: Maksimum

Dengenin Bilgisayarlı Statik Postürografi Cihazı ile değerlendirilmesinde Genel Denge İndeksi (Stability Index, SI), Düşme İndeksi (Fall Index, FI) ve Fourier Frekanslarının Hesaplanması

Tetrax ile 8 farklı pozisyonda ölçülen Genel Denge İndeksi (SI) , Düşme İndeksi, F5-6 Fourier frekansları 2 aylık ev programından önce ve sonrası gruplara göre karşılaştırıldı.

NO SI (Normal pozisyon, gözler açık, sert zemin, Stabilitate indeksi); her iki grupta olguların egzersizden önce ve 2 ay sonraki değerlendirilmesinde NO SI ölçümleri istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemektedir ($p>0,05$). İki ay sonrasında yapılan değerlendirmede, egzersiz grubunun NO SI ölçümlerindeki fark, kontrol grubundaki olgularla karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı seviyede düşük saptanmıştır ($p=0,038$; $p<0,05$) (Tablo 4.19) (Şekil 4.7).

NO F5-F6 (Normal pozisyon, gözler açık, Fourier Frekansı 5 ve 6) ; her iki grupta olguların egzersizden önce ve 2 ay sonraki değerlendirilmesinde NO F5-F6 ölçümleri istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemektedir ($p>0,05$). İki ay sonrasında yapılan değerlendirmede, NO F5-F6 değerlerindeki değişim gruplara göre istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p=0,983$; $p>0,05$) (Tablo 4.19).

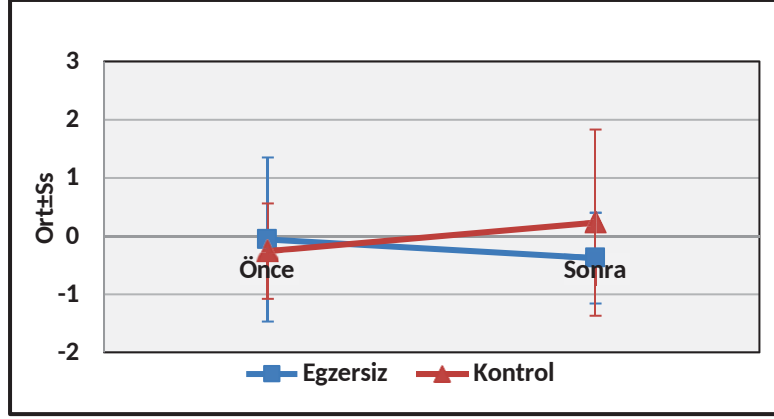
NC SI (Normal pozisyon, gözler kapalı, sert zemin, Stabilitate indeksi); her iki grupta olguların egzersizden önce ve 2 ay sonraki değerlendirilmesinde NC SI ölçümleri, istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemektedir ($p>0,05$). İki ay sonrasında yapılan değerlendirmede, NC SI değerlerindeki değişim gruplara göre istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p=0,972$; $p>0,05$) (Tablo 4.19).

NC F5-F6 (Normal pozisyon, gözler kapalı, Fourier Frekansı 5 ve 6); her iki grupta olguların egzersizden önce ve 2 ay sonraki değerlendirilmesinde NC F5-F6 ölçümleri, istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemektedir ($p>0,05$). İki ay sonrasında yapılan değerlendirmede, NC F5-F6 değerlerindeki değişim gruplara göre istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p=0,074$; $p>0,05$) (Tablo 4.19).

Tablo 4.19: NO SI, NO F5-F6, NC SI ve NC F5-F6 ölçümlerinin 2 aylık ev egzersiz programından önce ve sonrasının gruplara göre karşılaştırılması

		Grup		p
		Egzersiz (n=31)	Kontrol (n=31)	
NO SI				
Önce	<i>Ort±Ss</i>	-0,06±1,41	-0,26±0,82	^a 0,492
	<i>Medyan(Q1-Q3)</i>	-0,5 (-0,9-0,1)	-0,5 (-0,8-0,1)	
Sonra	<i>Ort±Ss</i>	-0,38±0,78	0,23±1,60	^d 0,145
	<i>Medyan(Q1-Q3)</i>	-0,6 (-1-0,1)	-0,4 (-0,8-0,8)	
	<i>f_p</i>	0,203	0,199	
Değişim Δ	<i>Ort±Ss</i>	-0,32±1,14	0,49±1,80	^a 0,038*
NO F5-F6				
Önce	<i>Ort±Ss</i>	1,02±1,54	1,11±1,59	^a 0,827
Sonra	<i>Ort±Ss</i>	0,87±1,67	1,13±1,96	^a 0,578
	<i>e_p</i>	0,637	0,973	
Değişim Δ	<i>Ort±Ss</i>	-0,16±1,83	0,01±2,40	^d 0,983
NC SI				
Önce	<i>Ort±Ss</i>	-0,32±1,36	0,45±0,99	^a 0,665
	<i>Medyan(Q1-Q3)</i>	-0,8(-1,2--0,1)	-0,5(-0,9--0,1)	
Sonra	<i>Ort±Ss</i>	0,27±1,46	0,00±2,00	^d 0,342
	<i>Medyan(Q1-Q3)</i>	-0,8 (-1-0,1)	-0,5 (-0,9--0,1)	
	<i>f_p</i>	0,638	0,644	
Değişim Δ	<i>Ort±Ss</i>	0,05±0,75	0,45±2,14	^d 0,972
NC F5-F6				
Önce	<i>Ort±Ss</i>	0,52±1,08	0,41±0,90	^a 0,671
Sonra	<i>Ort±Ss</i>	0,40±0,88	0,76±1,15	^a 0,174
	<i>e_p</i>	0,503	0,074	
Değişim Δ	<i>Ort±Ss</i>	-0,12±0,97	0,35±1,05	^a 0,074

^aStudent-t Test^dMann-Whitney-U Test^ePaired Samples t-Test^fWilcoxon Signed Rank Test*^p<0,05



Şekil 14: NO SI değerinin egzersiz öncesi ve sonrasının gruplara göre dağılımı

PO SI (Gözler açık, yastık üzerinde, Stabilite indeksi) ; her iki grupta olguların egzersizden önce ve 2 ay sonraki değerlendirilmesinde PO SI ölçümleri, istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemektedir ($p>0,05$). İki ay sonrasında yapılan değerlendirmede, PO SI değerlerindeki değişim gruplara göre istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p=0,569$; $p>0,05$) (Tablo 4.20).

PO F5-F6 (Gözler açık,yastık üzerinde, Fourier Frekansı 5 ve 6); her iki grupta olguların egzersizden önce ve 2 ay sonraki değerlendirilmesinde PO F5-F6 ölçümleri, istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemektedir ($p>0,05$). İki ay sonrasında yapılan değerlendirmede, PO F5-F6 değerlerindeki değişim gruplara göre istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p=0,218$; $p>0,05$) (Tablo 4.20).

PC SI (Gözler kapalı, yastık üzerinde, Stabilite indeksi); her iki grupta olguların egzersizden önce ve 2 ay sonraki değerlendirilmesinde PC SI ölçümleri, istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemektedir ($p>0,05$). İki ay sonrasında yapılan değerlendirmede, PC SI değerlerindeki değişim gruplara göre istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p=0,387$; $p>0,05$) (Tablo 4.20).

PC F5-F6 (Gözler kapalı,yastık üzerinde, Fourier Frekansı 5 ve 6); her iki grupta olguların egzersizden önce ve 2 ay sonraki değerlendirilmesinde PC F5-F6 ölçümleri, istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemektedir ($p>0,05$). İki ay sonrasında yapılan değerlendirmede, PC F5-F6 değerlerindeki değişim gruplara göre istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p=0,916$; $p>0,05$) (Tablo 4.20).

Tablo 4.20: PO SI, PO F5-F6, PC SI ve PC F5-F6 ölçümlerinin 2 aylık ev egzersiz programından önce ve sonrasının gruplara göre karşılaştırılması

		Grup		p
		Egzersiz (n=31)	Kontrol (n=31)	
PO SI				
Önce	<i>Ort±Ss</i>	-0,03±1,34	0,30±1,35	^a 0,327
	<i>Medyan(Q1-Q3)</i>	-0,3 (-0,8-0,5)	-0,2 (-0,6-0,5)	
Sonra	<i>Ort±Ss</i>	-0,20±1,28	0,53±3,23	^d 0,229
	<i>Medyan(Q1-Q3)</i>	-0,5 (-1,1-0,3)	-0,4 (-0,5-0,4)	
	f_p	0,217	0,766	
Değişim Δ	<i>Ort±Ss</i>	-0,16±1,76	0,22±2,95	^d 0,569
PO F5-F6				
Önce	<i>Ort±Ss</i>	2,42±2,93	2,09±2,14	^a 0,614
	<i>Medyan(Q1-Q3)</i>	1,9 (0,3-3,7)	2 (0,6-2,7)	
Sonra	<i>Ort±Ss</i>	1,68±2,03	2,65±3,74	^d 0,451
	<i>Medyan(Q1-Q3)</i>	1,2 (0,5-2,6)	1,6 (0,5-3,3)	
	f_p	0,196	0,614	
Değişim Δ	<i>Ort±Ss</i>	-0,74±3,1	0,56±3,58	^d 0,218
PC SI				
Önce	<i>Ort±Ss</i>	-0,44±0,78	-0,13±0,85	^a 0,135
	<i>Medyan(Q1-Q3)</i>	-0,6 (-0,9--0,1)	-0,3 (-0,8-0,2)	
Sonra	<i>Ort±Ss</i>	-0,34±0,64	0,35±1,95	^d 0,263
	<i>Medyan(Q1-Q3)</i>	-0,5 (-0,8--0,1)	-0,2 (-0,8-0,7)	
	f_p	0,739	0,090	
Değişim Δ	<i>Ort±Ss</i>	0,10±0,97	0,48±1,86	^d 0,387
PC F5-F6				
Önce	<i>Ort±Ss</i>	1,85±3,91	2,11±4,03	^d 0,938
	<i>Medyan(Q1-Q3)</i>	1,2 (0-2,1)	0,9 (0,1-3)	
Sonra	<i>Ort±Ss</i>	1,07±2,03	1,19±1,62	^a 0,794
	<i>Medyan(Q1-Q3)</i>	0,4 (-0,1-1,6)	0,6 (0,2-2,4)	
	f_p	0,347	0,159	
Değişim Δ	<i>Ort±Ss</i>	-0,79±4,32	-0,92±3,55	^d 0,916

^aStudent-t Test^dMann-Whitney-U Test^ePaired Samples t-Test^fWilcoxon Signed Rank Test*^p<0,05

HR SI (Baş sağa çevrilmiş ve gözler kapalı, Stabilite indeksi) ; her iki grupta olguların egzersizden önce ve 2 ay sonraki değerlendirilmesinde HR SI ölçümleri, istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemektedir ($p>0,05$). İki ay sonrasında yapılan değerlendirmede, HR SI değerlerindeki değişim gruplara göre istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p=0,927$; $p>0,05$) (Tablo 4.21).

HR F5-F6 (Baş sağa çevrilmiş ve gözler kapalı, Fourier Frekansı 5 ve 6); her iki grupta olguların egzersizden önce ve 2 ay sonraki değerlendirilmesinde HR F5-F6 ölçümleri, istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemektedir ($p>0,05$). Egzersiz grubunda iki ay sonrasında yapılan değerlendirmede, HR F5-F6 ölçümlerindeki $-0,84\pm 1,72$ birimlik düşüş istatistiksel olarak anlamlı saptanmıştır ($p=0,011$; $p<0,05$). İki ay sonrasında yapılan değerlendirmede, egzersiz grubundaki HR F5-F6 ölçümlerindeki değişim, kontrol grubundaki olgulara göre istatistiksel olarak anlamlı seviyede düşük saptanmıştır ($p=0,028$; $p<0,05$) (Tablo 4.21) (Şekil 15).

HL SI (Baş sola çevrilmiş ve gözler kapalı, Stabilite indeksi); her iki grupta olguların egzersizden önce ve 2 ay sonraki değerlendirilmesinde HL SI ölçümleri, istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemektedir ($p>0,05$). İki ay sonrasında yapılan değerlendirmede, HL SI değerlerindeki değişim gruplara göre istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p=0,871$; $p>0,05$) (Tablo 4.21).

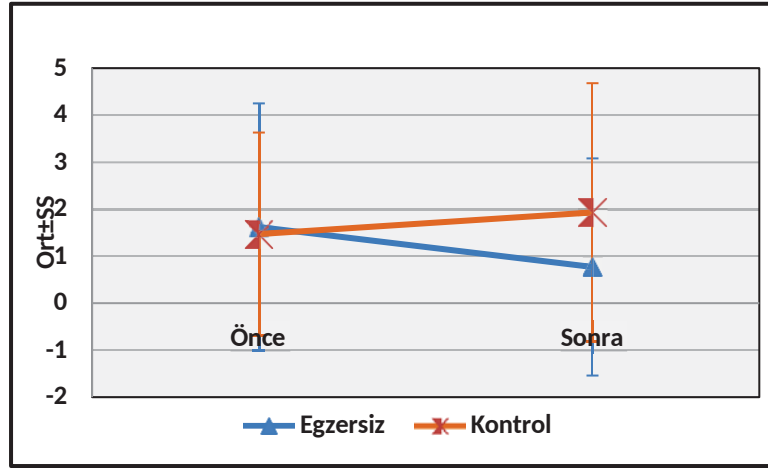
HL F5-F6 (Baş sola çevrilmiş ve gözler kapalı, Fourier Frekansı 5 ve 6); her iki grupta olguların egzersizden önce ve 2 ay sonraki değerlendirilmesinde HL F5-F6 ölçümleri, istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemektedir ($p>0,05$). Egzersiz grubunda olguların iki ay sonrasında yapılan değerlendirmesinde, HL F5-F6 ölçümleri, kontrol grubundan istatistiksel olarak anlamlı seviyede düşük saptanmıştır ($p=0,028$; $p<0,05$). İki ay sonrasında yapılan değerlendirmede, HL F5-F6 değerlerindeki değişim gruplara göre istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p=0,657$; $p>0,05$) (Tablo 4.21).

Tablo 4.21: HR SI, HR F5-F6, HL SI ve HL F5-F6 ölçümlerinin 2 aylık ev egzersiz programından önce ve sonrasının gruplara göre karşılaştırılması

		Grup		p
		Egzersiziz (n=31)	Kontrol (n=31)	
HR SI				
Önce	<i>Ort±Ss</i>	-0,43±1,43	0,09±1,23	^a 0,136
	<i>Medyan (Q1-Q3)</i>	-0,9 (-1,2--0,3)	-0,3 (-0,7-0,6)	
Sonra	<i>Ort±Ss</i>	-0,40±0,98	0,4±2,69	^d 0,183
	<i>Medyan (Q1-Q3)</i>	-0,6 (-0,9--0,2)	-0,4 (-0,9-0,7)	
		^f p	0,445	0,658
Değişim Δ	<i>Ort±Ss</i>	0,03±0,76	0,31±2,00	^d 0,927
HR F5-F6				
Önce	<i>Ort±Ss</i>	1,62±2,63	1,47±2,16	^a 0,819
	<i>Medyan (Q1-Q3)</i>			
Sonra	<i>Ort±Ss</i>	0,77±2,31	1,93±2,75	^a 0,079
	<i>Medyan (Q1-Q3)</i>			
		^e p	0,011*	0,359
Değişim Δ	<i>Ort±Ss</i>	-0,84±1,72	0,45±2,70	^a 0,028*
HL SI				
Önce	<i>Ort±Ss</i>	-0,25±1,03	0,37±1,86	^d 0,203
	<i>Medyan (Q1-Q3)</i>	-0,4 (-0,9--0,1)	-0,2 (-0,8-0,9)	
Sonra	<i>Ort±Ss</i>	-0,39±0,95	0,13±1,62	^d 0,113
	<i>Medyan (Q1-Q3)</i>	-0,6 (-1,1--0,1)	-0,2 (-0,8-0,3)	
		^f p	0,597	0,428
Değişim Δ	<i>Ort±Ss</i>	-0,13±1,31	-0,24±1,14	^d 0,871
HL F5-F6				
Önce	<i>Ort±Ss</i>	2,03±3,37	3,08±4,79	^d 0,183
	<i>Medyan (Q1-Q3)</i>	1,2 (-0,1-3,1)	1,5 (1-3,5)	
Sonra	<i>Ort±Ss</i>	1,57±2,84	3,49±5,88	^d 0,028*
	<i>Medyan (Q1-Q3)</i>	0,7 (-0,2-2,5)	1,8 (1-4,1)	
		^f p	0,290	0,943
Değişim Δ	<i>Ort±Ss</i>	-0,47±3,62	0,42±3,13	^d 0,657

^aStudent-t Test ^dMann-Whitney-U Test ^ePaired Samples t-Test ^fWilcoxon Signed Rank Test

**p<0,01 *p<0,05



Şekil 15: HR F5-F6 değerinin egzersiz öncesi ve sonrasının gruplara göre dağılımı

HB SI (Gözler kapalı, baş arkaya doğru 30 derece eğik, Stabilite indeksi); her iki grupta olguların egzersizden önce ve 2 ay sonraki değerlendirilmesinde HB SI ölçümleri, istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemektedir ($p>0,05$). İki ay sonrasında yapılan değerlendirmede, HB SI değerlerindeki değişim gruplara göre istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p=0,379$; $p>0,05$) (Tablo 4.22).

HB F5-F6 (Gözler kapalı, baş arkaya doğru 30 derece eğik, Fourier Frekansı 5 ve 6) ; her iki grupta olguların egzersizden önce ve 2 ay sonraki değerlendirilmesinde HB F5-F6 ölçümleri, istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemektedir ($p>0,05$). İki ay sonrasında yapılan değerlendirmede, HB F5-F6 değerlerindeki değişim gruplara göre istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p=0,598$; $p>0,05$) (Tablo 4.22).

HF SI (Gözler kapalı, baş öne doğru 30 derece eğik, Stabilite indeksi); her iki grupta olguların egzersizden önce değerlendirilen HF SI ölçümleri, istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemektedir ($p>0,05$). Egzersiz grubundaki olguların iki ay sonrasında yapılan değerlendirmesinde HF SI ölçümleri, kontrol grubundan istatistiksel olarak anlamlı seviyede düşük saptanmıştır ($p=0,049$; $p<0,05$) (Tablo 4.22).

HF F5-F6 (Gözler kapalı, baş öne doğru 30 derece eğik, Fourier Frekansı 5 ve

6); her iki grupta olguların egzersizden önce değerlendirilen HF F5-F6 ölçümleri, istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemektedir ($p>0,05$). Egzersiz grubundaki olguların iki ay sonrasında yapılan değerlendirmesinde HF F5-F6 ölçümleri, kontrol grubundan istatistiksel olarak anlamlı seviyede düşük saptanmıştır ($p=0,038$; $p<0,05$). İki ay sonrasında yapılan değerlendirmesinde HF F5-F6 değerlerindeki değişim gruplara göre istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p=0,365$; $p>0,05$) (Tablo 4.22).

Tablo 4.22: HB SI, HB F5-F6, HF SI ve HF F5-F6 ölçümlerinin 2 aylık ev egzersiz programından önce ve sonrasının gruplara göre karşılaştırılması

		Grup		p
		Egzersiz (n=31)	Kontrol (n=31)	
HB SI				
Önce	Ort±Ss	-0,02±2,20	0,78±2,46	^a 0,180
	Medyan(Q1-Q3)	-0,5 (-1,1-0,2)	0,2 (-0,8-1,9)	
Sonra	Ort±Ss	-0,04±1,12	0,63±3,09	^d 0,531
	Medyan(Q1-Q3)	0 (-1-0,4)	-0,2(-0,7-0,8)	
	f _p	0,290	0,719	
Değişim Δ	Ort±Ss	-0,02±2,24	-0,16±2,09	^d 0,379
HB F5-F6				
Önce	Ort±Ss	1,96±4,59	2,34±5,41	^d 0,504
	Medyan(Q1-Q3)	0,6 (-0,4-2,1)	0,9 (-0,2-3,4)	
Sonra	Ort±Ss	1,13±2,72	1,65±2,37	^a 0,421
	Medyan(Q1-Q3)	0,2 (-0,3-1,6)	1 (-0,3-2,9)	
	f _p	0,367	0,975	
Değişim Δ	Ort±Ss	-0,83±4,03	-0,69±4,76	^d 0,598
HF SI				
Önce	Ort±Ss	-0,08±1,09	0,80±2,81	^d 0,240
	Medyan(Q1-Q3)	-0,2(-0,8-0,5)	0 (-0,5-0,8)	
Sonra	Ort±Ss	0,02±1,15	1,06±3,40	^d 0,049*
	Medyan(Q1-Q3)	-0,3 (-0,9-0,7)	0,2 (-0,3-1,5)	
	f _p	0,984	0,504	
Değişim Δ	Ort±Ss	0,10±1,48	0,26±1,21	^a 0,642
HF F5-F6				
Önce	Ort±Ss	1,45±1,72	1,96±2,33	^a 0,329
Sonra	Ort±Ss	0,97±1,29	2,05±2,52	^a 0,038*
	e _p	0,164	0,866	
Değişim Δ	Ort±Ss	-0,48±1,87	0,09±2,92	^a 0,365

^aStudent-t Test ^dMann-Whitney-U Test ^ePaired Samples t-Test ^fWilcoxon Signed Rank Test

Egzersiz grubunda, FRAX-kalça kırığı riski, FRAX-majör osteoporotik kırık riski ile ZKYT, BDS ve DI arasındaki korelasyon incelendiğinde; FRAX-kalça kırığı riski ile ZKYT'nin 2 aylık egzersizden önceki ölçümü arasında pozitif yönlü (FRAX-kalça kırığı riski arttıkça, ZKYT'nin önceki ölçümü artan) istatistiksel olarak orta düzeyde anlamlı bir ilişki saptanmıştır ($r=0,397$ $p=0,027$; $p<0,05$). FRAX-kalça kırığı riski ile ZKYT'nin egzersizden sonraki ölçümü, ZKYT değişimi, BDS egzersizden önceki skoru, BDS değişimi, DI egzersizden önceki, DI egzersizden sonraki ölçümü ve DI değişim ölçümleri, istatistiksel olarak anlamlı ilişki göstermemektedir ($p>0,05$). FRAX-kalça kırığı riski ile 2 ay sonra değerlendirilen BDS ölçümü arasında negatif yönlü (FRAX-kalça kırığı riski arttıkça BDS egzersiz sonrası ölçümde değerleri azalan), istatistiksel olarak zayıf düzeyde anlamlı ilişki saptanmıştır ($r=-0,364$; $p=0,044$; $p<0,05$). FRAX-majör osteoporotik kırık riski ile başlangıçta değerlendirilen ZKYT ölçümü arasında pozitif yönlü (FRAX-majör osteoporotik kırık riski arttıkça ZKYT başlangıçtaki ölçümü artan) istatistiksel olarak zayıf düzeyde anlamlı ilişki saptanmıştır ($r=0,358$; $p=0,048$; $p<0,05$). FRAX-majör osteoporotik kırık riski ile 2 ay egzersizden sonra değerlendirilen ZKYT, ZKYT değişimi, başlangıçta değerlendirilen BDS, BDS değişimi, başlangıçta değerlendirilen DI, egzersiz sonrası değerlendirilen DI ve DI değişim ölçümleri, istatistiksel olarak anlamlı ilişki göstermemektedir ($p>0,05$). Olguların 2 ay egzersizden sonra değerlendirilen BDS ölçümü arasında negatif yönlü (FRAX-majör osteoporotik kırık riski arttıkça, BDS egzersizden sonraki ölçümü azalan) istatistiksel olarak orta düzeyde anlamlı ilişki saptanmıştır ($r=-0,427$; $p=0,017$; $p<0,05$). Olguların 2 ay öncesi BDS ile ZKYT ölçümleri, 2 ay egzersiz sonrası BDS ile ZYKT ölçümleri, BDS değişim ile ZYKT değişim ölçümleri istatistiksel olarak anlamlı ilişki göstermemektedir ($p>0,05$). Olguların 2 ay önceki değerlendirilen DI ölçümü ile BDS ölçümü arasında negatif yönlü (DI önce ölçümü arttıkça BDS önce ölçümü azalan) istatistiksel olarak orta düzeyde anlamlı ilişki saptanmıştır ($r=-0,487$; $p=0,005$; $p<0,01$). Olguların 2 ay sonra değerlendirilen DI ölçümü ile BDS ölçümü arasında negatif yönlü (DI sonra ölçümü arttıkça BDS sonra ölçümü azalan) istatistiksel olarak orta düzeyde anlamlı ilişki saptanmıştır ($r=-0,434$; $p=0,015$; $p<0,05$). Olguların DI değişim ölçümü ile BDS değişim ölçümü arasında negatif yönlü (DI değişim ölçümü arttıkça BDS değişim ölçümü azalan) istatistiksel olarak zayıf düzeyde anlamlı ilişki saptanmıştır ($r=-0,375$; $p=0,038$; $p<0,05$) (Tablo 4.23).

Tablo 4.23: Egzersiz Grubunda FRAX-kalça kırığı riski, FRAX-majör osteoporotik kırık riski, ZKYT, BDS ve DI ilişkisi

		FRAX- kalça kırığı riski (%)	FRAX- majör osteoporotik kırık riski (%)	ZKYT önce	ZKYT sonra	ZKYT değişim	BDS önce	BDS sonra	BDS değişim
ZKYT önce	r	0,397	0,358						
	p	0,027*	0,048*						
ZKYT sonra	r	0,351	0,334						
	p	0,053	0,067						
ZKYT değişim	r	-0,218	-0,174						
	p	0,238	0,348						
BDS önce	r	-0,248	-0,253	-0,205					
	p	0,179	0,169	0,269					
BDS sonra	r	0,364	-0,427		-0,408				
	p	0,044*	0,017*		0,023				
BDS Değişim	r	0,122	0,041			0,022			
	p	0,513	0,825			0,906			
DI önce	r	-0,038	0,023				-0,487		
	p	0,839	0,904				0,005*		
DI sonra	r	0,227	0,262					-	
	p	0,220	0,155					0,434	
								0,015	
								*	
DI değişim	r	0,131	0,112						-0,375
	p	0,483	0,548						0,038*

r:Spearman Correlation Test

*p<0,05

**p<0,01

Kontrol grubunda, FRAX-kalça kırığı riski, FRAX-majör osteoporotik kırık riski ile ZKYT, BDS ve DI arasındaki korelasyon incelendiğinde; FRAX-kalça kırığı riski ile ZKYT önce, ZKYT sonra, ZKYT değişim, BDS önce, BDS sonra, BDS değişim, DI önce, DI sonra ve DI değişim ölçümleri, istatistiksel olarak anlamlı ilişki göstermemektedir ($p>0,05$) (Tablo 4.24). FRAX-majör osteoporotik kırık riski ile ZKYT önce, ZKYT sonra, ZKYT değişim, BDS önce, BDS değişim, DI önce, DI sonra ve DI değişim ölçümleri, istatistiksel olarak anlamlı ilişki göstermemektedir ($p>0,05$) (Tablo 4.24). Olguların FRAX-majör osteoporotik kırık riski ile 2 ay sonrası değerlendirilen BDS ölçümü arasında negatif yönlü (FRAX-majör osteoporotik kırık riski arttıkça BDS ölçümü azalan) istatistiksel olarak orta düzeyde anlamlı ilişki saptanmıştır ($r=-0,439$; $p=0,013$; $p<0,05$). Olguların 2 ay öncesi değerlendirilen BDS ölçümü ile ZKYT ölçümü arasında negatif yönlü (BDS önce ölçümü arttıkça ZKYT önce ölçümü azalan) istatistiksel olarak çok güçlü düzeyde anlamlı ilişki saptanmıştır ($r=-0,809$; $p=0,001$; $p<0,01$). Olguların 2 ay sonrası değerlendirilen BDS ölçümü ile ZKYT ölçümü arasında negatif yönlü (BDS sonra ölçümü arttıkça ZKYT sonra ölçümü azalan) istatistiksel olarak güçlü düzeyde anlamlı ilişki saptanmıştır ($r=-0,691$; $p=0,001$; $p<0,01$). Olguların BDS değişim ölçümü ile ZKYT değişim ölçümü arasında negatif yönlü (BDS değişim ölçümü arttıkça ZKYT değişim ölçümü azalan) istatistiksel olarak orta düzeyde anlamlı ilişki saptanmıştır ($r=-0,494$; $p=0,005$; $p<0,01$). Olguların 2 ay öncesine göre DI ölçümü ile BDS ölçümü arasında negatif yönlü (DI önce ölçümü arttıkça BDS önce ölçümü azalan) istatistiksel olarak orta düzeyde anlamlı ilişki saptanmıştır ($r=-0,411$; $p=0,022$; $p<0,05$). DI değişimi ile BDS değişim ölçümü, istatistiksel olarak anlamlı ilişki göstermemektedir ($p>0,05$) (Tablo 4.24).

Tablo 4.24: Kontrol Grubunda FRAX-kalça kırığı riski, FRAX-majör osteoporotik kırık riski, ZKYT, BDS ve DI İlişkisi

		FRAX- kalça kırığı riski (%)	FRAX majör Osteopor otik kırık riski (%)	ZYKT önce	ZYKT sonra	ZYKT değişim	BDS önce	BDS sonra	BDS değişim
ZKYT önce	r p	0,103 0,582	0,266 0,148						
ZKYT sonra	r p	0,144 0,441	0,238 0,197						
ZKYT değişimi	r p	0,026 0,890	-0,090 0,628						
BDS önce	r p	-0,138 0,459	-0,284 0,122	-0,809 0,001*					
BDS sonra	r p	-0,251 0,173	-0,439 0,013*		-0,691 0,001*				
BDS değişim	r p	-0,250 0,175	-0,283 0,123			-0,494 0,005*			
DI önce	r p	0,156 0,401	0,101 0,589				0,411 0,022 *		
DI sonra	r p	0,295 0,107	0,320 0,079					-0,448 0,011*	
DI değişim	r p	0,114 0,542	0,219 0,237						-0,118 0,527

r: Spearman Correlation Test

**p<0,05*

***p<0,01*

5. TARTIŞMA

Çalışmamıza 50 yaş üzeri ve DSÖ kriterlerine göre postmenopozal osteoporoz tanısı alan veya osteoporotik vertebra kırığı olan 62 hasta dahil edildi ve postmenopozal osteoporozlu olgularda 8 hafta süreyle düzenli uygulanan denge ev egzersiz programının düşme sıklığı, kırık riski ve denge üzerine olan etkilerinin incelenmesi amaçlandı. Dengeyi geliştirmek ve düşmeleri önlemek için IOF'nin önerdiği çeşitli programlar arasında yer alan OEP uygulandı ve 2 ay süre boyunca hastalar takip edildi.

Postmenopozal osteoporozlu hastalar demografik açıdan homojen 2 gruba ayrılarak egzersiz ve kontrol grubu olarak takip edildi. Yaşam tarzı faktörleri ve sağlık durumları, denge üzerine potansiyel olarak etkili değişkenler ele alındı. Bilindiği gibi yetersiz serum 25(OH)D vitamini seviyesi, bireylerin vücut dengesinin bozulmasına yol açabilir. Bu bağlamda olgular D vitaminin aktif kullanımı ve serum 25(OH)D seviyesi açısından değerlendirildi. FRAX kırık riski değerlendirme aracında yer alan, risk faktörleri açısından olguların geçirilmiş kırık öyküsü, ailede kalça kırığı, kortizon kullanımı ve kemik mineral yoğunluğundaki verileri kaydedildi. Olguların denge ve düşme riskini değerlendirmek için Tandem Duruş testi, Tandem Yürüyüş testi, ZKYT, BDS ve Bilgisayarlı Statik Postürografi cihazı - Tetrax kullanıldı.

Kuvvet ile denge içeren ev programı uygulanan, osteoporoz tanılı hastalara ait çalışmalar incelendiğinde; Roberston ve arkadaşlarının 2002 yılında yaptığı 65-97 yaş arası, toplam 1016 kadın ve erkek olgunun dahil edildiği meta-analizde 4 randomize kontrollü çalışma değerlendirilmiştir. Hastaların ortalama yaş aralığı egzersiz grubunda $82,4 \pm 4,3$, kontrol grubunda $82,2 \pm 5,0$ olarak belirlenmiştir (103). Thomas ve arkadaşlarının 2010 yılında yaptığı, toplam 1503 katılımcıyı içeren sistematik derleme ve meta-analiz çalışmasında, OEP'nin yaşlı bireylerde mortaliteyi ve düşmeleri azaltma üzerinde etkinliğini araştıran 7 araştırma dahil edilmiştir. Katılımcıların yaş ortalaması $81,6 \pm 3,9$ olarak saptanmıştır (10). Bu meta-analizde

sadece 2 çalışmada tüm katılımcılar kadınlardan oluşmaktaydı (104, 105). Bizim çalışmamızda mevcut çalışmalara kıyasla alınan hastaların yaş ortalaması $62,77 \pm 7,33$ olup, daha genç bir hasta grubundan oluşmuştur. Bunun nedeni alınan tüm hastaların polikliniğimize başvuran postmenopozal kadınları kapsamasıdır (104).

Alkol ve sigara kullanımı gibi yaşam tarzı faktörlerinin, kemik sağlığı ve denge üzerinde olumsuz etkileri literatürde geniş çapta bildirilmiştir. Alkol tüketiminin osteoporoz üzerindeki etkisini inceleyen 6 makaleyi araştıran bir sistematik inceleme ve meta-analizde, alkol tüketimi ile osteoporoz arasında pozitif bir ilişki olduğunu ortaya koymuştur. Alkol tüketmeyenlere kıyasla, günde 0.5–1 birim içki tüketen kişilerin osteoporoz gelişme riski 1.38 kat, günde 1–2 birim içki tüketen kişilerin riski 1.34 kat ve günde iki veya daha fazla birim içki tüketen kişilerin riski 1.63 kat daha fazla olduğu tespit edilmiştir (106). Çalışmamıza alınan olgularda alkol tüketimi, bu yaş grubundaki kadın hastalarda nadir ve sadece kontrol grubunda yer alan 1 kişide alkol kullanımı bildirildi. Çalışmamızda, alkol kullanımı açısından gruplar benzerlik göstermekteydi.

Sigara tüketimi, bağımlılık yaratan doğası nedeniyle küresel bir sağlık sorunudur ve kemik sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri, özellikle osteoporoz riskini artırması uzun süredir bilinmektedir. Sigaranın içeriğindeki nikotin başta olmak üzere, çeşitli bileşenlerin kemik metabolizması üzerinde doğrudan ve dolaylı yollarla etki ettiği gösterilmiştir.

Yapılan bir meta-analizde 86 çalışmadan elde edilen 40,753 katılımcının verilerini kapsamlı bir şekilde analiz edilmiştir. Sonuç olarak, sigara içenlerin KMY’u, içmeyenlere göre tüm kemik bölgelerinde ortalama olarak standart sapmanın onda biri kadar düşük bulunmuştur. Özellikle kalçada, sigara içenlerin KMY’u sigara içmeyenlere göre üçte bir SD daha düşük bulunmuştur. Sigara içmenin yaşam boyu vertebra kırığı riskini kadınlarda %13, erkeklerde %32 arttırdığı tahmin edilmiştir. Sigara içme miktarının kemik yoğunluğu ile negatif korelasyon gösterdiği bulunmuştur. Sigara kullanımı ve kemik kütlesi arasındaki ilişki doza bağlıdır; paketyıl, günlük sigara sayısı ve içme süresi gibi doz ölçümleri ile kemik kütlesi arasında -0.04 ile -0.06 arasında negatif korelasyon bulunmuştur (107). Osteoporozun non farmakolojik tedavisinde her zaman söz edilen yaşam tarzı düzenlemelerinde alkol ve

sigara tüketiminin bırakılması bütün tedavi kılavuzlarında önerilmektedir. Sonuç olarak, sigara tüketiminin önlenmesi ve bırakılması, osteoporozun önlenmesi ve tedavisinde önemli bir strateji olarak değerlendirilmelidir (108). Çalışmamızda, aktif sigara kullanımı açısından gruplar benzerlik göstermekteydi. Egzersiz grubunun % 32.3, kontrol grubunda % 38,7 oranında sigara kullanımı mevcuttu.

Kronik hastalıklar açısından değerlendirildiğinde; çalışmamızda her iki gruba alınan hastalar benzerlik göstermekteydi. Mohammed ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışmada kronik hastalığı olan yaşlı bireylerde OEP'nın sağlık durumu ve düşme riskini azaltma üzerine etkisi araştırılmıştır. Alınan hastaların %60.4'de hipertansiyon, %47.9'da diyabetes mellitus saptanmıştır. Bizim çalışmamızda da kronik hastalıklar arasında en yaygın olarak hipertansiyon %46.8 oranıyla birinci sırada yer alırken, diyabet mellitus ise %14.5 oranıyla ikinci sırada tespit edilmiştir. Ayrıca çalışmaya alınan hastaların %16.1'inde hipotiroidi, % 3.2 gibi daha az kısmında hipertiroidi saptandı. Bordoloi ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışmada, postmenopozal kadınların %12,7' sinde hipotiroidizm olduğu saptanmıştır. Sonuçlarımız literatürle benzerlik göstermekteydi (109).

Kullanılan ilaçlar açısından değerlendirildiğinde; çalışmamızda her iki grup istatistiksel olarak benzerlik göstermekteydi. Literatürü incelediğimizde; yapılan çalışmalarda yaşlı hastalara uzun süreli PPI reçete edilirken dikkatli olunması gerektiği vurgulanmaktadır (110-112). Uzun süreli PPI kullanımının düşme riskini artırabileceği ve bu durumun özellikle görme bozuklukları, vitamin B12 eksikliği ve nörolojik sorunlar gibi yan etkiler aracılığıyla olabileceği öne sürülmektedir (112). Vitamin B12 üzerine etkileri, özellikle ayaklarda uyuşukluk gibi, bireylerin düşme riskini artırarak kırık riskini de yükseltebilir. Yapılan bir çalışmada uzun süreli PPI kullanımının düşme ve kırıkla ilişkili hastaneye yatış riskinde artışa neden olduğu gösterilmiştir. Uzun süreli PPI kullanan hastalarda, kullanmayanlara göre düşük vitamin B12 seviyeleri saptanmıştır (112). PPI'lar kalsiyumun emiliminin azalması ile ilişkili olarak da osteoporoz riskini artırmaktadır. Bizim çalışmamıza dahil edilen olguların %29'unda PPI kullanım öyküsü mevcuttu. Bu oran, klinik pratiğimizde PPI'ların ölçülü ve gerektiğinde reçete edildiğinin bir göstergesi olarak değerlendirilebilir. Literatür incelendiğinde, bazı çalışmalarda statin kullananlarda kırık riskinde azalma bulunurken, bazıları hiçbir ilişki bulunamamıştır (113). Ayrıca,

bir dizi çalışma, statinlerin kullanımının kemik mineral yoğunluğunu artırabileceğine dair kanıtlar da sunmaktadır (113-115). Statinlerin kas zayıflığı gibi bilinen yan etkilerinin yanı sıra, yaşlı popülasyonda fiziksel aktivite ve düşme riski üzerindeki etkileri hakkında yeterli bilgi bulunmamaktadır. Yakın zamanlı bir meta-analizde 65 yaş ve üstü bireylerde statin kullanımı ile fiziksel aktivite ve düşme riski arasında bir ilişki tespit edilmemiştir. Her bir ilaç tedavisinin potansiyel yararları ve risklerinin, bireysel bağlamda değerlendirilmesi gerektiği vurgulanmıştır (116, 117). Bizim çalışmamızda hastalarımızın % 19.4'ünde statin kullanımı bulunmaktaydı. Seçici serotonin geri alım inhibitörleri (SSRI) ve diğer antidepresanların kullanımı ile düşme riski arasındaki ilişkinin incelendiği, 70-89 yaş arası bireylerde yapılan çalışma sonucunda, duloksetin, essitalopram, paroksetin, amitriptilin, imipramin ve trazodon gibi bazı antidepresanlar kullanımı düşme ile ilişkili yaralanma riskini anlamlı bir şekilde artırdığı sonucuna varılmıştır (118). Antidepresanlar reçete edilirken dozaj, eş zamanlı kullanılan ilaçların sayısı gibi faktörlerin dikkate alınması gerektiği vurgulanmaktadır. Çalışmamızda hastalarımızın % 17.7'sinde SSRI kullanım öyküsü bulunmaktaydı. Gruplar bu açıdan benzerlik göstermekteydi.

D vitamini ve kalsiyum takviyelerinin, yaşlı bireylerde kalça ve diğer nonvertebral kırıkların azalmasına katkıda bulunduğuna dair kanıtlar bulunmaktadır (119). Kas kuvvetinin azalması ve vücut dengesindeki bozulmalar, düşme ve kırık riskinin önemli belirleyicileri olduğundan, D vitamini eksikliğinin bu faktörleri olumsuz etkileyerek düşme riskini artırdığı bilinmektedir. D vitamini eksikliği olan bireylerde, özellikle vücudun üst kısmındaki kaslarda atrofi ve tip II kas liflerinin kaybı gözlemlenmektedir. Ancak, 6 ila 12 ay süren D vitamini takviyesi ile bu durumun tersine çevrilebildiği saptanmıştır. Bu iyileşmeler, D vitaminin kas dokusu üzerindeki doğrudan etkisi veya D vitaminin kan serumundaki kalsiyum ve fosfat seviyeleri üzerindeki dolaylı etkileri aracılığıyla meydana gelebilir (120). Ayrıca, D vitamini eksikliği, ikincil hiperparatiroidizme neden olabilmekte ve bu durum da, kas kuvvetinde zayıflama ile ilişkilendirilmektedir. Yetersiz D vitamini seviyesi, bireylerin vücut dengesinin bozulmasına yol açabilir. Pfeifer ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada, 70 yaş üzeri sağlıklı kadınlarda, kalsiyum ve D vitamini takviyesinin dengesizliği ve düşme sayısını azalttığı gösterilmiştir (120). D vitamini eksikliğinin nöromüsküler işlevler üzerinde olumsuz etkileri olduğuna dair giderek artan kanıtlar, bu durumun düşme riskini artırabileceğine işaret etmektedir. Gerdhem ve

arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada, yaşlı kadınlarda düşük 25(OH)D seviyelerinin, düşük fiziksel aktivite, yavaş yürüme hızı ve dengesizlikle ilişkili olduğu gösterilmiştir. Ayrıca, 25(OH)D seviyesi 20 ng/ml'nin altında olan kadınlarda, 3 yıllık takip süresi boyunca kırık riskinin arttığı bildirilmiştir (121). Bizim çalışmamızda egzersiz ve kontrol grupları arasında serum 25(OH)D seviyesi açısından istatistiksel anlamlı fark saptanmadı ($p=0,849$). Her iki grubun ortalama serum 25(OH)D düzeyleri sırasıyla $32,26 \pm 13,25$ ng/ml ve $31,61 \pm 13,58$ ng/ml olarak saptandı. Çalışmamızda iki grubun serum 25(OH)D seviyeleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamış olması ve serum 25(OH)D seviyesinin 30ng/ml'nin üzerinde olması, bireylerin polikliniğimizde osteoporoz bakımından düzenli olarak takip ve tedavi altında olduğunu göstermektedir.

Postmenopozal osteoporozda genellikle ilk etkilenen vertebralar olduğu bililmektedir. Çalışmamızda fizik muayenemizde lomber bölge klinik olarak değerlendirildi. Literatürün incelenmesinde bu konuda fazla çalışma olmadığı saptandı. Lomber lordoz derecesi ile osteoporoz ve osteoartrit arasındaki ilişkiyi 112 postmenopozal hastada radyolojik olarak inceleyen çapraz kesitli, kontrollü bir çalışmada, osteoporoz, osteoartrit, her ikisi birlikte olan ve sağlıklı kontrol grubu olmak üzere dört grup arasında lomber lordoz derecesi açısından anlamlı bir farklılık olmadığı gösterilmiştir. Bu sonuçlar, lomber lordozun, osteoporoz veya osteoartrit riskini belirlemede veya varlığını tahmin etmede kullanılabilecek bir gösterge olmadığına işaret etmektedir (122). Bizim çalışmamızda farklı olarak lomber lordoz artışı sadece klinik olarak değerlendirildi ve hasta grubunun göreceli olarak daha genç ve fiziksel olarak aktif olmaları ve çok sayıda vertebral kırıklı hasta olmaması nedeniyle anlamlı bir sonuca varılamadı. Vertebra kırık sayısı ve ağrının az olduğu hastalarda ağrıya bağlı kas spazmı ve lomber lordozda düzleşme olmadığı düşünüldü.

Çalışmamıza dahil edilen hastaların sırt ağrısı NRS değerinin düşük seviyelerde olduğu tespit edilmiştir. Sırt NRS değeri egzersiz grubunda $3,39 \pm 3,47$, kontrol grubunda $3,90 \pm 3,50$ olduğu hesaplanmıştır. Bu sonuç, incelenen hastaların daha genç bireylerden oluşması, dejeneratif değişikliklerin henüz ileri olmaması ve vertebra kırıklarının sayısının az olması nedeniyle sırt ağrısının az olduğunu düşündürmektedir.

Yaşlanma süreci, kas kütlesinde ve kuvvetinde önemli bir azalmaya neden

olarak denge bozukluğuna da yol açmaktadır. Kaslarda meydana gelen bu değişimler, yürüme hızının ve fiziksel fonksiyonun azalmasına ve sonuç olarak transferlerde ve yürümede bağımsızlık kaybına neden olabilmektedir. Bu durum özellikle huzurevinde yaşayan ve daha ileri yaştaki insanlarda belirgindir. Bu bağlamda, özellikle yaşlı bireylerde, denge bozukluklarına odaklanan kapsamlı bir değerlendirme önemli bir rol oynamaktadır (123). Ancak birçok çalışma 65 yaşından itibaren düşmelerin arttığını bildirmektedir. Araştırmalar, OEP'nin yaşlılarda denge ve fonksiyonel performansı geliştirdiğini desteklemektedir (10, 73, 124, 125). Daha genç yaşlarda ise bu etkiler daha az değerlendirilmiştir.

Gardner ve arkadaşları tarafından yapılan, 80 yaş üstü olguların alındığı bir çalışmada programa katılım, uygulama ve uyumun araştırılması ve düşme riskini azaltmak için uygulanan egzersiz programının etkinliğinin test edilmesi amaçlanmıştır. Uygulanan egzersiz programının düşme riskini ve yaralanmaları %30 oranında azalttığı ve fiziksel performansı iyileştirdiği saptanmıştır. Çalışmada toplam 981 katılımcı yer almıştır (Egzersiz grubu: 700, Kontrol grubu: 281). Egzersiz grubundaki katılımcılar, bacak kuvvetlendirme ve denge eğitimi egzersizlerini haftada üç kez ve kişiye özel olarak düzenlenmiş yürüyüş planını haftada iki kez gerçekleştirmişlerdir. Program, hemşireler tarafından ev ziyaretleriyle desteklenmiş ve katılımcılar aylık telefon aramaları ile takip edilmiştir. Katılımın izlenmesi için günlük kullanılmıştır. Çalışma sonucunda egzersiz programının katılımcılarının genel denge performansında ve sandalyeden kalkma testinde anlamlı iyileşmeler sağladığı gösterilmiştir (126).

Robertson ve arkadaşları tarafından 2001 yılında yapılan bir çalışmada, 75 yaş ve üzeri bireylere yönelik, düşme ve yaralanmaları azaltma amacıyla tasarlanmış bireyselleştirilmiş bir ev egzersiz programının etkinliği değerlendirilmiştir. Çalışmada, toplam 240 katılımcı (Egzersiz grubu: 121, Kontrol grubu: 119) yer almış ve katılımcılar 12 ay boyunca izlenmiştir. Egzersiz programı, bacak kuvvetlendirme ve denge egzersizlerinden oluşmakta olup, katılımcılardan haftada üç kez bu egzersizleri yapmaları istenmiştir. Ayrıca, katılımcılara haftada iki kez yürüyüş yapmaları tavsiye edilmiştir. Programın takibi ve motivasyonun sağlanması amacıyla, egzersiz programı hemşireler tarafından ev ziyaretleriyle ve telefon aramalarıyla desteklenmiştir. Çalışmanın bulgularına göre, egzersiz programına katılan grupta

düşme sayısında %46 oranında bir azalma gözlenmiştir (12).

Mohammed ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada, 60 yaş üstü bireylerde OEP'nin düşme oranlarını ve sağlık parametrelerini iyileştirdiği bulunmuştur. Başlangıçta ve 12 ay sonunda düşme oranları ölçülmüş, düşme oranlarında ($p=0.049$) ve tekrarlayan düşmelerde ($p=0.011$) anlamlı azalmalar saptanmıştır (127). Bizim çalışmamıza alınan hastalar benzer yaşlardaydı. Ancak çalışmamızın takip süresinin kısa süreli olması nedeniyle düşme sayısında azalma değerlendirilememiştir. Çalışmaya alınan hastalarımızın son 1 yıl içinde düşme sayısı göreceli düşük olup, iki grupta benzerlik göstermekteydi.

Polikliniğimizde takip ettiğimiz postmenopozal osteoporoz hastaları, tüm dünyada yaygın olarak kullanılan KMY, T-skoru ve FRAX skorları ile yakından izlenmektedir. Bu yöntemlerin hastalığın izlem ve tedaviye yanıtın değerlendirilmesinde önemli bir yere sahip olduğu kabul edilmektedir. Düzenli olarak takipleri yapılan hastalarımızın yaş grubunun göreceli olarak genç olmasından kaynaklı olarak FRAX-kalça kırığı riski ve FRAX-majör osteoporotik kırık riski düşük bulunmuştur. FRAX hesaplamada kullanılan parametreler arasında geçirilmiş kırık öyküsü, ailede kalça kırığı öyküsü, uzun süreli oral glukokortikoid kullanımı, romatoid artrit, sekonder osteoporoz gibi nedenler yer almaktadır. Poliklinikte takip ettiğimiz hastalar FRAX skoru ile değerlendirilmektedir. Çalışmamıza dahil edilen hastalarda geçirilmiş kırık, ailede kalça kırığı ve uzun süreli oral glukokortikoid kullanımı düşük olarak saptanmış olup, her iki grupta benzerlik göstermektedir.

El sıkma kuvvetinin değerlendirilmesinde; egzersiz grubunda iki ay sonra yapılan değerlendirmede, el sıkma kuvvetinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış saptanmıştır. Çalışmamızın sonuçlarıyla uyumlu olarak Garcia-Gollarte ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada, 75 yaş ve üzeri toplam 111 kırılğan yaşlı bireyin dahil edildiği çalışmada hastalar, kontrol grubu, gözetim altında OEP uygulanan grup ve gözetim altında çok bileşenli egzersiz programı yanında oral beslenme takviyesi alan bir gruba randomize edilmiştir. OEP grubunda el sıkma kuvveti için ortalama 3.4 kg/F 'lık bir iyileşme kaydedilmişken, OEP yanında oral beslenme takviyesi alan grupta bu iyileşme ortalama 3.6 kg/F olarak tespit edilmiştir. Her iki grup için de bu iyileşmeler,

kontrol grubuyla karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (128).

Martin ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada, geleneksel OEP'nin teknolojik bir sistemle modifiye edilmiş versiyonunun yaşlı yetişkinlerin el sıkma kuvveti üzerindeki etkisi incelenmiştir. 65 yaş ve üzeri, fiziksel olarak bağımsız, serebrovasküler veya nörolojik hastalık öyküsü olmayan, depresyon tanısı almayan kadın ve erkeklerden oluşan toplam 34 katılımcının değerlendirildiği çalışmada müdahale grubu, 8 hafta boyunca haftada 3 kez "modifiye" OEP'na katılmıştır. Çalışmanın sonucunda, müdahale grubundaki el sıkma kuvvetinde ortalama olarak anlamlı iyileşme kaydedilmiştir ($p=0.03$). Kontrol grubunda ise anlamlı bir değişiklik gözlenmemiştir ($p=0.28$). Bu sonuçlar, modifiye edilmiş OEP'nin yaşlı bireylerin el sıkma kuvvetini iyileştirmede etkili olduğunu göstermektedir (129).

Lin Kiat Liew ve arkadaşları tarafından önceden düşme geçmişi olan 65 yaş ve üzeri bireyler arasında gerçekleştirilen tek merkezli, prospektif, tek kör randomize kontrollü çalışmada, katılımcılar OEP uygulanan grup ($n=34$) ve konvansiyonel bakım alan kontrol grubu ($n=33$) olmak üzere iki gruba ayrılmıştır. Her iki grup başlangıçta ve 6 ay sonunda değerlendirilmiştir. Sonuçlar, OEP grubunda el sıkma kuvvetinde 6 aylık süreçte anlamlı bir değişiklik olmadığını göstermiştir (sağ el için $p=1.00$, sol el için $p=0.55$), bu durum OEP'nin el sıkma kuvvetini korumada etkili olduğuna işaret etmektedir. Buna karşın, kontrol grubunda hem sağ hem de sol el sıkma kuvvetinde anlamlı bir azalma saptanmıştır (sağ el için $p=0.01$, sol el için $p=0.005$) (130). Bu çalışmaların sonuçları bizim çalışmamızla paralellik göstermekte olup, çalışmamızda egzersiz ve kontrol gruplarının karşılaştırılmasında, egzersiz grubunda el sıkma kuvvetinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmıştır ($p=0,038$; $p<0,05$). Kontrol grubunda ise el sıkma kuvvet ölçümlerindeki $1,60\pm 4,09$ birimlik düşüş saptanmıştır ($p=0,037$; $p<0,05$).

Berg Denge Skalası, denge değerlendirilmesinde standart kullanılan bir değerlendirme yöntemi olarak kabul edilmektedir. Benavet-Cabeller ve arkadaşları tarafından uygulanan 4 aylık, video destekli, grup tabanlı OEP müdahalesinde, OEP'nin video destekli grup uygulaması, BDS puanlarında ortalama 3,5 puan artış, genel mobilitede ZKYT süresinde ise ortalama 1,3 saniye azalma sağlamıştır. Bu

iyileşmeler, OEP'nin yaşlı yetişkinlerin BDS ile ölçülen denge, mobilite ve kas kuvveti gibi önemli fiziksel parametreleri üzerindeki olumlu etkisini doğrulamaktadır (131).

Jahanpeyma ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada, OEP'nin yüksek düşme riskine sahip yaşlı bakımevi sakinlerinde denge ve fiziksel performans üzerine etkilerini araştırmıştır. OEP uygulanan grupta BDS skorları müdahale öncesi medyan 44'ten müdahale sonrası medyan 50'ye yükselmiş, sonuç olarak BDS skorlarında istatistiksel olarak anlamlı bir artış saptanmıştır ($p<0.001$) (132).

Melzer ve arkadaşları tarafından yapılmış bir çalışmaya 42 sağlıklı yaşlı birey dahil edilerek, 3 ay süreyle takip edilmiştir. Katılımcılar denge egzersiz programı, kuvvetlendirme egzersiz programı alanlar ve herhangi bir müdahale almayan kontrol grubu olmak üzere her biri 14 hastadan oluşan 3 gruba randomize edilmiştir. Çalışma sonucunda denge eğitimi alan katılımcılarda müdahale sonrasında %64.2 oranında iyileşme görülmüştür. Bu oran, kuvvetlendirme egzersiz alan grupta sadece %35.7 olarak bulunmuştur. Sonuç olarak, 3 aylık dönem denge eğitimi alan grupta saptanan anlamlı iyileşme, denge eğitim programının etkinliğini ortaya koymaktadır (133).

Madureira ve arkadaşları tarafından yürütülen randomize kontrollü bir çalışmada, osteoporoz tanılı kadınlarda 12 ay süreyle uygulanan Denge Eğitim Programının statik denge, mobilitiyi iyileştirme ve düşme sayısını azaltma üzerine etkinliği araştırılmıştır. 60 hastada (Müdahale grubu: 30, Kontrol grubu: 30) yapılan analiz sonucunda, müdahale grubunda anlamlı iyileşmeler gösterilmiştir. BDS skorlarında ortalama 5.5 puanlık bir artış, ZKYT sürelerinde ortalama 3.65 saniye azalma ve düşme sıklığında kişi başına ortalama 0.77 azalma bildirilmiştir. Bu sonuçlar, denge eğitiminin osteoporoz tanılı yaşlı kadınlarda dengenin iyileştirilmesi, mobilite artışı ve düşme riskinin azaltılması açısından oldukça etkili olduğunu göstermektedir (134). Bizim çalışmamızda, egzersiz grubunun 2 ay sonra yapılan değerlendirilmesinde BDS ölçümlerinde $0,97\pm1,22$ birimlik bir artış saptanmıştır ve bu artış kontrol grubu ile karşılaştırıldığında, istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

Kim ve arkadaşları tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada OEP'nin yanı sıra hareket gözlemi (Action Observation-AO) eğitimi de dahil edilmiş ve bu kombinasyonun yaşlı bireylerde düşmeleri önleme konusundaki etkisi incelenmiştir.

Hem AO+OEP grubu hem de sadece OEP uygulanan grup, eğitim öncesine kıyasla ZKYT’de anlamlı iyileşme göstermiştir. AO+OEP grubunda ZKYT testinde ortalama olarak 4.08 saniye (16.17 saniyeden 12.08 saniyeye), OEP grubunda ise ortalama 3.76 saniye (16.56 saniyeden 12.79 saniyeye) anlamlı iyileşme saptanmıştır (135).

Bizim çalışmamızda egzersiz grubunun 2 ay sonra yapılan değerlendirilmesinde ZKYT ölçümü, kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı seviyede düşük saptanmıştır ($p=0,004$; $p<0,01$).

Tandem Duruş testi ve Tandem Yürüyüş testi, klinik ortamlarda ve araştırmalarda denge değerlendirmesinde sıklıkla başvuru alan yöntemler arasında yer almakta ve bizim kliniğimizde de sıklıkla uygulanmaktadır. Marc Robertson ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışmada 20-29 ve 70-79 yaş aralığındaki iki farklı yaş grubundaki sağlıklı bireylerin dinamik denge yetenekleri karşılaştırılmıştır. Çalışmada özellikle dinamik dengeyi değerlendirmek için kullanılan on adımlık Tandem Yürüyüş testi üzerinde durulmuştur. Bulgular, yaşlı grupta 7.22 ± 2.69 'luk bir ortalama dengenin kaybı değeri olduğunu ve genç grubun 0.18 ± 0.40 'lık değerine kıyasla dinamik dengede belirgin bir bozulma gösterdiğini ortaya koymuştur. Bu fark, dinamik dengenin yaş ile birlikte önemli ölçüde azaldığını ve yaşlanmanın denge üzerindeki etkisini vurgulamaktadır. Ayrıca, yaşlı bireylerin ortalama dengenin kaybı değerleri, bu grubun artan düşme riskine sahip olduğunu göstermektedir (4).

Çalışmalarda, yaşlı bireylerde denge değişiklikleri ve basit denge testlerinin ilerideki dengesizlik ve sağlık durumlarındaki değişiklikleri öngörebilirliği araştırılmıştır. Geriatrik tıp kliniğinde yapılan bir araştırmada, 27 kişi incelenmiştir. Katılımcılara, gözleri kapalıyken köpük üzerinde durma (Romberg testi) ve gözleri kapalıyken TY testi uygulanmıştır. Yaklaşık iki yıl sonra, 22 katılımcı tekrar değerlendirilmiştir. Romberg testlerindeki puanların hafif fakat anlamlı bir şekilde düştüğü, ancak TY puanlarının önemli bir değişiklik göstermediği ortaya konulmuştur. TY, denge performansını en iyi öngören yöntem olarak belirlenmiştir. Bu hızlı ve ucuz testlerin, hasta takiplerinde düzenli olarak bakılması önerilmiştir (136).

Bizim çalışmamızda da Tandem Duruş ve Tandem Yürüyüş testleri kullanılmıştır. Çalışmamızda egzersiz grubunun 2 ay sonra yapılan değerlendirilmesinde TD ve TY testlerinin başarılı olma oranı sırasıyla ($p=0,024$) ve ($p=0,026$), kontrol grubundan istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek saptanmıştır.

Egzersiz programlarının ortalama takip süreleri değerlendirildiğinde; yapılan çalışmalarda yaklaşık 9.2 ay olup, 4 hafta ile 2 yıl arasında değişmektedir. Bizim çalışmada buna uygun olarak hastalar 2 aylık süre boyunca takip edildi (137). Birçok klinik kanıt, OEP'nin yaşlı yetişkinlerde vücut dengesini, fonksiyonel durumu ve alt ekstremitte kas kuvvetini iyileştirdiğini ve düşme ile ilişkili yaralanmaların insidansını azalttığını desteklemektedir (10, 53, 125, 138).

Otago Ev Egzersiz Programının etkinliği açısından literatürü incelediğimizde; Jahanpeyma ve arkadaşları tarafından 72 hastada yapılan bir çalışmada, huzurevinde yaşayan düşme riski yüksek olan hastalarda OEP'nin düşme, denge ve fiziksel performans üzerine etkileri incelenmiştir. Üç ay süren takip süresi sonucunda katılımcıların denge becerilerinde, hem grup içi hem de gruplar arası anlamlı düzeyde iyileşmeler gösterdiği ortaya konulmuştur (132). Benavet-Cabeller ve arkadaşları tarafından uygulanan 4 aylık video destekli, grup tabanlı OEP müdahalesinde, OEP'in toplum içinde yaşayan yaşlı hastalarda hareketlilik düzeyleri, fonksiyonel denge, tek bacak dengesi ve alt ekstremitte kuvvetinde önemli gelişmeler sağladığı saptanmıştır (131). Bjerk ve ekibinin gerçekleştirdiği çalışma, evde bakım hizmeti alan 155 yaşlı bireyde, bir düşme önleme egzersiz programının yaşam kalitesi ve fiziksel yetenekler üzerindeki etkilerini kapsamlı bir şekilde incelenmiştir. Müdahale grubu, OEP uygularken, kontrol grubunda herhangi müdahale olmamıştır. Araştırmanın sonuçlarına göre, müdahale grubu, fiziksel sağlıkla ilgili yaşam kalitesi ve denge konusunda kontrol grubuna göre anlamlı iyileşme göstermiştir ve OEP etkili bulunmuştur (139). Kocic ve arkadaşları tarafından yapılan randomize kontrollü bir çalışmada, 65 yaş üstü huzurevi sakinlerinde fiziksel işlevsellik ve fonksiyonel bağımsızlık üzerine 6 ay süren grup bazlı OEP'nin etkinliği incelenmiştir. Çalışmaya, bağımsız yürüyebilen 78.4 ± 7.6 yaş ortalamasına sahip 77 katılımcı dahil edilmiştir. OEP müdahalesi ile kontrol grubu arasında denge açısından yapılan karşılaştırmada BDS, ZKYT ve SKT testleri anlamlı iyileşmeler gösterilmiştir (125). OEP'nin, denge,

fonksiyonel mobilite, alt ekstremité kas kuvveti ve fonksiyonel bağımsızlık parametrelerinde iyileşmeler sağlayarak, engellilik gelişmesini yavaşlatabilecek etkili bir yöntem olduğu sonucuna varılmıştır (125). Chiu ve ark. tarafından dahil edilen 12 çalışmanın incelendiği sistematik bir inceleme ve metaanalizde, OEP'nin yaşlı bireylerin fiziksel dengesini iyileştirmede ve düşme korkusunu azaltmada yararlı olduğu sonucuna varılmıştır (140). Li ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada, özellikle profesyonel bir egzersiz eğitmeni rehberliğinde gerçekleştirilen OEP'nin, kırılğan yaşlı bireyler için farmakolojik olmayan yöntemler arasında kritik bir öneme sahip olduğu bildirilmiştir (141).

Ev temelli ve grup temelli egzersiz programlarının, genelde yaşlı bireylerde düşme riskini azalttığı değişik çalışmalarda gösterilmiştir (123, 142). Farklı çalışmalar, grup egzersizinin mi, yoksa ev egzersizinin mi daha etkili olduğuna ilişkin çelişkili sonuçlar bildirmektedir (143, 144). Ancak, her yaklaşımın avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır. Programı seçme ve reçete etme kararı, programa erişim, bireysel tercih, mevcut kaynaklar, kişiye özel egzersizlere duyulan ihtiyaç ve denetim ile sosyalleşme seviyeleri gibi değişik faktörler tarafından yönlendirilmektedir (142). Grup temelli programlar, psikososyal destek sağlayarak, katılımcılar ve terapistler arasında olduğu gibi, katılımcıların kendi arasında da etkileşime ve iletişime izin verir (145, 146). Buna karşılık, ev temelli programlar katılımcılara hastaneye gidip gelmeden egzersiz yapma fırsatı sağlar, katılımcılar tarafından sınırsız bir süre boyunca devam edilebilir ve sürdürülmesi grup temelli programlara göre daha kolay olabilir (103, 104). 2016 yılında Rodrigues ve arkadaşlarının yaptığı, 54 randomize kontrollü çalışmayı içeren bir sistematik derlemede, osteoporoz ve osteopeni tanılı hastalarda egzersiz uyumunu kolaylaştıran faktör ve engellerin incelenmesi sonucunda egzersiz yapmakta en büyük engeller arasında zaman eksikliği ve egzersiz yapmak için bir tesise ulaşım zorluğu bildirilmiştir (147). Klinik veya kurum ortamlarında gerçekleştirilen egzersizlerin yararlı olduğu araştırmalarda kanıtlanmıştır (148-150). Egzersiz programlarının faydaları, katılımcıların bu aktivitelere düzenli olarak katılımı ve bu süreçten aldıkları memnuniyetle doğrudan ilişkilidir (147). Bizim çalışmamızda evde egzersiz programını tercih etmemizin nedenleri çeşitli faktörlere dayanmaktadır. Bu programlar bireysel ihtiyaçlara daha uygun olabilir ve katılımcıların günlük rutinlerine entegre etmelerini kolaylaştırabilir, böylece egzersiz programına uyum artabilir ve sürdürülebilir. Zaman kaybı ve trafik maruziyeti

önlenebilir. Son olarak, evde egzersiz yapmanın katılımcılar için güvenli ve erişilebilir bir seçenek olduğu düşünülmektedir. Bu nedenlerle, çalışmamızda evde egzersiz programının tercih edilmesi uygun görülmüştür.

Mevcut araştırmalar, toplumda yaşayan yaşlılarda düşme oranını azaltmak için haftada 3 saatten fazla süre yapılan kuvvet ve denge egzersizlerini içeren egzersiz programlarının etkili olduğunu göstermektedir (51, 151-153). Bu sonuçlar düşmeleri önlemek için egzersiz programlarının tek başına bir müdahale olarak etkili ve yararlı olduğunu göstermektedir (123). Hem bireysel hem de grup egzersiz programları, mobilite ve fiziksel işlevsellik üzerinde olumlu etkiler üreterek eşit derecede etkili olmaktadır (51).

Otago Egzersiz Programı, statik, dinamik ve proaktif dengeyi iyileştirmekte, denge kontrolü ve güveni arttırmakta ve yaşlı yetişkinlerde düşme korkusunu azaltmada yardımcı olmaktadır. Özellikle, OEP'nin >30 dakikalık oturumlarda grup ortamında uygulanması, dengeyi iyileştirmek için en uygun ve etkili egzersiz protokolü olarak görülebilir (140). Bizim çalışmamızda da OEP'nin her seansta en az 30 dakika olacak şekilde uygulanması önerilmiş ve uygulanmıştır.

Yapılan çalışmalar telefon, internet veya doğrudan ziyaretler aracılığıyla katılımcılarla kurulan etkileşimin ev tabanlı egzersizlere katılımı güçlendirdiğini ve klinik uygulamalara katılan bireylerle benzer sonuçların elde edildiğini göstermiştir (152, 154, 155). Simek ve arkadaşları tarafından 23 randomize kontrollü çalışmanın incelendiği bir meta analizde ev ziyaretleri veya telefon desteği gibi bireysel destekler sunulan, katılımcıların sağlık hizmetleri aracılığıyla dahil edildiği ve grup egzersizi içermeyen müdahalelerde, daha yüksek seviyede uyum sağlanmıştır (156). Bizim çalışmamızda tedavi sürekliliğini sağlamak amacıyla, hastalar haftalık olarak telefon ile takip edilmiştir. Kontrol grubuna ise sadece haftada üç kez 30 dakikalık yürüyüş yapmaları tavsiye edilmiş, ancak bu grup için herhangi bir takip uygulanmamıştır.

Osteoporotik kırık geçiren veya kırılabilirlik riski taşıyan yaşlılarda OEP'nin etkinliğini araştıran sistematik bir inceleme ve meta-analizde 8'i randomize kontrollü, 2'si ise randomize kontrollü olmayan toplam 10 çalışma incelenmiştir. Sonuçlar, OEP müdahalesinin kırılabilirlik seviyesini azaltabileceğini, mobiliteyi ve fiziksel denge

yeteneğini iyileştirebileceğini ve kavrama kuvvetini artırabileceğini göstermiştir. Kırılğan ya da kırılğanlık riski taşıyan yaşlılarda uygulanan OEP, kırılğanlık düzeylerini düşük ile orta düzey arasında azaltmakta etkili olarak bulunmuştur (157). Bizim çalışmamızda takip süresi göreceli kısa ve hastalar daha genç olduğu için kırık azaltma üzerine anlamlı bir etki gösterilemedi.

Daha önce düşme geçmişi olan yaşlı bireylerde, OEP'nin 1 yıllık takip döneminde düşmeler üzerindeki etkisini araştıran bir çalışmada, altı ay sonunda, düşme riskinde anlamlı bir iyileşme saptanmamıştır. Bir yıllık takip sonunda ise, OEP'nin düşme oranlarını anlamlı şekilde azalttığı görülmüştür. Sonuç olarak, OEP'nin, 1 yıllık sürede yaşlılarda düşme riskini azaltabileceği sonucuna varılmıştır (158).

Thomas ve arkadaşları tarafından OEP'nin ölüm riski ve düşme oranları üzerindeki etkisinin değerlendirildiği 1503 katılımcıyı içeren meta-analizde OEP'nin, 12 ay süre ile uygulanmasının ölüm riskini ve düşme oranlarını anlamlı olarak azalttığı sonucuna varılmıştır (10). Bu meta-analize dahil edilen çalışmalarda OEP bırakma nedenleri de değerlendirilmiştir. Bu nedenler arasında; 1 olguda egzersizlerden kaynaklanan diz ağrısı, 3 olguda düşme öyküsü, 2 olguda egzersiz yaparken oluşan bel ağrısı rapor edilmiştir. Bizim çalışmamızda egzersiz uygulamaları sırasında 2 kişide bel ağrısı ve 1 hastada yeni gelişen düşme öyküsü bildirildi.

STEADI'nin (Geriatrik hastalarda Kaza, Düşme, Ölüm Önleme Grubu) önerdiği 3 soru - 'Geçen yıl içinde düştünüz mü, Ayakta dururken veya yürürken dengesiz hissediyor musunuz? , Düşmekten endişe ediyor musunuz?' açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır. Çalışmamıza alınan hastaların %46,8'inde dengesizlik hissi, %43,5'inde düşme korkusu mevcuttu.

Soleimani ve arkadaşlarının gerçekleştirdiği araştırmada, düşme korkusu olan 70 yaşlı kadın üzerinde denge eğitiminin etkisi incelenmiştir. Katılımcılar rastgele iki gruba ayrılmış, müdahale grubu (n=35) 10 seanslık denge egzersizi ve düşme önleme stratejileri eğitimi alırken, kontrol grubu (n=35) sadece rutin bakım almıştır. Araştırma sonuçları, denge eğitiminin düşme korkusu üzerindeki olumlu etkisini göstermiştir; müdahale grubundaki kadınların düşme korkusu, eğitim sonrası birinci ayda $p=0.005$

ve üçüncü ayda $p<0.001$ olmak üzere anlamlı derecede azalmıştır. Kontrol grubunda ise zaman içinde anlamlı bir fark gözlenmemiştir ($p=0.64$). Denge eğitimi sonrasında bir yıl içinde deney grubundaki düşme sıklığı, kontrol grubuna göre anlamlı derecede azalmıştır ($p=0.035$). Bu bulgular, yaşlı kadınlarda düşme sıklığını ve düşme korkusunu azaltmada denge eğitimi programlarının etkili bir önleyici yaklaşım olabileceğini göstermektedir (159).

Nitz ve Josephson'un araştırmasında, bakım evlerinde yaşayan bireyler üzerinde uygulanan bir stratejik denge planının, dengenin ve mobilite performansının iyileştirilmesinde olumlu etkiler gösterdiğini ve düşme sayısını azalttığı bildirilmiştir. Bu bulgular, yaşlılarda dengenin güçlendirilmesinin önemini ve yaşlı bakım tesislerindeki yaşam kalitesinin artırılmasına yönelik potansiyel stratejileri vurgulamaktadır (160). Aynı zamanda, Azadi ve arkadaşlarının çalışmasında, yaşlı bakım evinde yaşayan yaşlılarda düşme sıklığı ve düşme korkusu üzerindeki olumlu etkileri bildirilmiştir (161).

Literatürde, postmenopozal osteoporoz hastalarında denge ölçümünün Tetrax cihazı ile gerçekleştirildiği çalışmaların oldukça sınırlı olduğu göze çarpmaktadır. Mevcut çalışmaların çoğunluğu, inme, parkinson ve multipl skleroz gibi nörolojik hastalıklar üzerine yoğunlaşmaktadır. Bu durum, postmenopozal osteoporoz hastalarının denge analizi için çalışmaların gerekliliğine işaret etmektedir. Tetrax yönteminin tekrarlı ölçümlerde güvenilirliğinin değerlendirildiği bir çalışmada, 2 hafta arayla yapılan ölçümlerde Düşme İndeksi için $r=0.88$ olarak bulunmuştur. Bu sonuçlar, Tetrax Düşme İndeksinin tedavi monitörizasyonunda güvenilir bir şekilde kullanılabileceğini ortaya koymaktadır (95).

Çalışmamızda kullandığımız Tetrax Statik Posturografi cihazı ile yapılan değerlendirmede, postmenopozal osteoporoz hastalarında klinik olarak gözden kaçabilecek dengesizlik ve düşme riskinin Tetrax cihazı kullanılarak objektif veriler elde edilerek gösterilmesi hedeflenmiştir.

Akkaya ve arkadaşları tarafından yapılmış bir çalışmada, düşük fiziksel aktivite seviyesine sahip genç yetişkinlerde Tetrax Statik Posturografi sisteminin test-tekrar test güvenilirliği değerlendirilmiş ve bu demografik grubun Düşme İndeksi ile fiziksel

aktivite düzeyleri arasındaki ilişkisi incelenmiştir. Araştırmada, 18 yaş ve üzeri 65 yetişkinde (28 erkek, 37 kadın) postural denge ve Düşme İndeksi, Tetrax Postural Denge Sistemi kullanılarak ölçülmüş ve ilk testten 24 ila 48 saat sonra ölçümler tekrarlanarak güvenilirlik analizi yapılmıştır. Sonuçlar, Düşme İndeksi ve toplam Stabilitate İndeksi için mükemmel test-tekrar test güvenilirliğini ortaya koymuştur. Ayrıca, Tetrax ile ölçülen Düşme İndeksinin, alt vücut dayanıklılığı, yoğun aktivite ve toplam aktivite skorları ile negatif korelasyon gösterdiği; tek bacak üzerinde durma testi skoru ile pozitif korelasyon gösterdiği bulunmuştur. Bu sonuçlar, düşük fiziksel aktivite seviyesine sahip yetişkinlerde Düşme İndeksinin fiziksel aktivite düzeyiyle ilişkili olduğunu ve Tetrax Posturografi sisteminin bu popülasyonda postural dengeyi değerlendirmede güvenilir bir araç olduğunu göstermiştir (95).

Lee ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışmada OEP'nin fiziksel fonksiyon ve düşme üzerine etkileri incelenmiştir. Araştırmanın amacı, bir kez veya daha fazla düşme öyküsü olan 36 yaşlı bireyde OEP'nin fiziksel işlev ve düşme riski üzerindeki etkilerini araştırmaktır. Katılımcılar rastgele OEP uygulanan grup (deney grubu) ve genel denge eğitimi uygulanan grup (kontrol grubu) olmak üzere iki gruba ayrılmıştır. Her iki grup haftada üç gün, toplam sekiz hafta boyunca, 30 dakikalık egzersiz seanslarına katılmıştır. Düşme İndeksini değerlendirmek için Tetrax kullanılmıştır. Her iki grupta da statik ve dinamik denge yetenekleri egzersiz sonrası anlamlı derecede artmış ve Düşme İndeksi azalmıştır ($p<0.05$). Alt ekstremitte kuvveti ve yürüme yeteneği ise sadece deney grubunda egzersiz sonrası anlamlı derecede artmıştır ($p<0.05$)(162).

Park ve arkadaşlarının çalışmasında, 12 haftalık kombine egzersiz programı, yaşlı kadınların dinamik denge, yürüme hızı ve otur-kalk test performanslarında anlamlı iyileşme sağlamıştır ($p\leq 0.001$). Düşme İndeksinde anlamlı azalma ($p=0.002$) ve duruş dengesindeki iyileşme ($p=0.034$) dahil olmak üzere, fiziksel parametrelerdeki gelişmeler, düzenli fiziksel aktivitenin yaşlı kadınlarda düşme riskini azaltma ve genel fiziksel sağlığı iyileştirme potansiyeline işaret etmektedir. Bu çalışma, yaşlı bireylerin günlük yaşamlarındaki bağımsızlıklarını sürdürmelerine yardımcı olabilecek, denge ve kuvvet eğitimini içeren, sürdürülebilir egzersiz programlarının önemini vurgulamaktadır (163).

Bizim çalışmamızda, egzersiz grubunda kontrol grubuna göre 2 ay sonra yapılan değerlendirmede NO SI (Normal pozisyon, gözler açık, sert zemin, Stabilité indeksi), HR F5-F6 (Baş sağa çevrilmiş ve gözler kapalı, Fourier Frenakansı 5 ve 6), HF SI (Gözler kapalı, baş öne doğru 30 derece eğik, Stabilité indeksi) ölçümlerindeki fark anlamlı bulunmuştur. Egzersiz grubunda HL F5-F6 (Baş sola çevrilmiş ve gözler kapalı, Fourier Frekansı 5 ve 6), HF F5-F6 (Gözler kapalı, baş öne doğru 30 derece eğik, Fourier Frekansı 5 ve 6) ölçümleri 2 ay sonra yapılan değerlendirmede anlamlı seviyede düşük saptanmıştır.

Çakır ve arkadaşlarının gerçekleştirdiği çalışmada, yaşlı bireylerde fiziksel aktiviteyi teşvik etmek için kullanılan hatırlatıcı telefon görüşmelerinin düşme riski üzerindeki etkisi değerlendirilmiştir. Bu çalışmaya 65 yaş ve üzeri bireyler arasından seçilen toplam 60 katılımcı dahil edilmiştir. Hatırlatıcı telefon görüşmesi yapılan grup, 8 hafta süresince haftada üç gün uygulanacak evde fiziksel aktivite programına tabi tutulmuştur, bu sırada kontrol grubu katılımcıları olağan yaşamlarını sürdürmüştür. Araştırmanın metodolojisi, katılımcıların 4. ve 8. haftalarda poliklinikte takip edilmesi ve Çoklu Platform Dinamik Postürografi Cihazı kullanılarak düşme risklerinin değerlendirilmesini içermektedir. Düşme İndeksi değerlendirmesinde kullanılan Tetrax Postürografi Cihazı ile elde edilen puanlar, deney grubunda 4. ve 8. haftada sırasıyla 44.87 ± 26.09 ve 44.87 ± 26.62 olarak belirlenmiştir. Kontrol grubunda ise 4. haftada 57.23 ± 30.31 , 8. haftada 63.42 ± 29.61 olarak kaydedilmiştir. Bu verilere göre, deney grubunda Düşme İndeksi puanlarında bir azalma gözlenmemiş, ancak kontrol grubu ile karşılaştırmada sabit kalmıştır. Kontrol grubunda ise 4. haftada elde edilen sonuçlara göre 8. haftada Düşme indeksi puanlarında artış görülmüştür (164).

Larsson ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışmada, FRAX-kalça kırığı riski ve FRAX osteoporotik kırık riski skorları ile ZKYT arasında anlamlı bir korelasyon saptanmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre, ZKYT süresindeki artış, hem major osteoporotik kırık riski hem de kalça kırığı riskinin artmasıyla ilişkilendirilmiştir. Özellikle, ZKYT süresi 12 saniyenin üzerinde olan bireylerde, major osteoporotik kırıklar için 2.39 kat (95% CI 1.80–3.18) ve kalça kırıkları için 2.96 kat (95% CI 1.62–5.40) daha yüksek bir risk saptanmıştır. Bu ilişki, klinik risk faktörleri ve femur boynu KMY değerleri dikkate alındıktan sonra da anlamlı kalmıştır. Bu sonuçlar, ZKYT süresinin, FRAX tarafından öngörülen kırık riskiyle güçlü bir ilişkiye sahip olduğunu

göstermektedir. Bu, ZKYT'nin, yaşlı kadınlarda kırık riskinin değerlendirilmesinde kullanılabilecek pratik ve etkili bir araç olabileceğini işaret etmektedir (165). Bizim çalışmamızda, egzersiz grubunda FRAX-kalça kırığı riski ve FRAX-majör osteoporotik kırık riski ile ZKYT değişim farkı, BDS değişim farkı ve Dİ değişim farkı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmadı ($p>0,05$). FRAX-kalça kırığı riski ile ZKYT'nin 2 aylık egzersizden önceki ölçümü arasında pozitif yönlü istatistiksel olarak orta düzeyde anlamlı bir ilişki saptandı ($r=0,397$). FRAX-majör osteoporotik kırık riski ile 2 aylık egzersizden önceki ölçümü arasında pozitif yönlü istatistiksel olarak zayıf düzeyde anlamlı ilişki saptandı ($r=0,358$).

Çalışmanın Güçlü ve Kısıtlı Yönleri

Çalışmamızın güçlü yönleri; randomize-kontrollü prospektif bir çalışma olması güçlü yönlerinden birini oluşturmaktadır. Düşme ve kırık olaylarının prevalansı, bilindiği gibi, yaş ile bağlantılı olarak artış göstermektedir. Ancak çokça ihmal edilen bir hasta grubu, fragilite kırık riskinin arttığı daha genç postmenopozal osteoporoz hastalarıdır. Bizim çalışmamızın ileri yaşta olmayan postmenopozal osteoporozlu hasta grubunda düşme ve kırık riskini ön plana çıkarması çalışmanın güçlü yönlerinden birini oluşturmaktadır. Düşme ve kırık arasındaki karmaşık ilişkinin daha çok sayıda ve farklı hasta gruplarında değerlendirilmesi ve etkili koruyucu stratejiler geliştirilmesi hedeflenebilir. Çalışmamızda, Tetrax cihazı gibi Bilgisayarlı Statik bir Postürografi cihazı kullanılarak gerçekleştirilen objektif değerlendirme sonuçları, araştırmamızın diğer bir güçlü yönünü oluşturmaktadır. Bu cihaz, Düşme Riski ve Postüral Denge gibi parametreleri hassas ve güvenilir bir şekilde ölçme imkanı sunarak, müdahalelerimizin etkinliğini objektif bir temele dayandırmamıza olanak tanımaktadır. Bu değerlendirme yöntemi, benzer müdahalelerin etkinliğinin objektif değerlendirilmesinde kullanılabilecek bir referans model sunabilir.

Çalışmamızın kısıtlılıklar; hasta gruplarının sayısı nispeten sınırlıdır. Ayrıca, araştırmanın gerçekleştirildiği süre, yeterli ancak göreceli olarak kısa bir süre olduğu için, bu süre gözlemlediğimiz sonuçların uzun vadeli etkilerini kapsayacak şekilde uzatılabilir. Bu nedenle, elde ettiğimiz bulguların sürekliliğini ve genellenebilirliğini değerlendirmek adına hastaların uzun dönem takibi de planlanmaktadır.

6. SONUÇ

Postmenopozal osteoporoz hastalarında görülen denge sorunları, düşme riskini artırarak ciddi yaralanmalara ve kırığa yol açabilir. Bu dönemde kemik yoğunluğundaki azalmanın yanında kas fonksiyonlarındaki değişiklikler de denge ve postür kontrolünde zorluklara sebep olur. Dolayısıyla, postmenopozal osteoporoz hastalarının rehabilitasyon programları, dengeyi geliştirici ve düşme riskini azaltıcı egzersizleri içermelidir. Bu egzersizler, hastaların günlük yaşam aktivitelerini daha güvenli bir şekilde sürdürebilmeleri için gerekli olan motor becerileri ve kas kuvvetini destekleyerek, yaşam kalitesinin artırılmasına katkı sağlar.

Çalışmamızda OTAGO Ev Egzersiz Programı uygulanan grupta belirgin düzelme saptandı. Egzersiz grubunda Tandem Duruş ve Tandem Yürüyüş testlerinin başarılı olma oranları istatistiksel olarak anlamlı oranda yüksekti; el sıkma kuvvetinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptandı. Egzersiz grubu, kontrol grubuna göre BDS ölçümlerinde $0,97 \pm 1,22$ birimlik artış ve ZKYT ölçümlerinde $1,20 \pm 2,02$ birimlik düşüş göstermiştir. Tetrax ile değerlendirmede egzersiz grubunda DI ölçümlerindeki $9,74 \pm 23,45$ birimlik düşüş, istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p=0,028$). Egzersiz grubunda olguların DI değişim farkı ile sadece BDS değişim farkı arasında negatif yönlü istatistiksel olarak zayıf düzeyde anlamlı ilişki saptandı. FRAX-kalça kırığı riski ve FRAX-majör osteoporotik kırık riski ile ZKYT değişim farkı, BDS değişim farkı ve DI değişim farkı arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki bulunamadı.

Bu araştırma, postmenopozal osteoporoz tanısı alan hastalarda OEP'nin etkinliğini Tetrax gibi objektif bir değerlendirme aracı kullanarak inceleyen ilk çalışmalardan biridir. Çalışmamızda, postmenopozal osteoporoz hastalarında denge problemlerinin erken dönemde araştırılmasının ve bu hastalık grubu için özelleştirilmiş egzersiz programlarının önerilmesinin gerekliliği değerlendirilmiştir. Araştırmanın sonuçları, postmenopozal osteoporozlu hastalarda denge kaybı riskinin değerlendirilmesinin ve egzersiz tabanlı müdahalelerin bu riski yönetmede etkili

olabileceğine işaret etmektedir. İki ay süreyle uygulanan egzersiz programı ile dengede klinik ve Tetrax ile değerlendirmede istatistiksel anlamlı iyileşme saptandı. Bu nedenle, çalışmamızın sonucunda, postmenopozal osteoporoz hastalarının yönetiminde kırık riski yanında denge için objektif değerlendirme yöntemlerinin ve bireyselleştirilmiş egzersiz programlarının entegrasyonunu önermekte ve bu yaklaşımın hastaların ileri yıllarda düşme ve kırıkların önlenmesi ve yaşam kalitesini iyileştirme potansiyeline dikkat çekmektedir.



7. KAYNAKLAR

1. Hernlund E, Svedbom A, Ivergård M, Compston J, Cooper C, Stenmark J, et al. Osteoporosis in the European Union: medical management, epidemiology and economic burden: a report prepared in collaboration with the International Osteoporosis Foundation (IOF) and the European Federation of Pharmaceutical Industry Associations (EFPIA). *Archives of osteoporosis*. 2013;8:1-115.
2. Lippuner K, Johansson H, Kanis J, Rizzoli R. Remaining lifetime and absolute 10-year probabilities of osteoporotic fracture in Swiss men and women. *Osteoporosis international*. 2009;20:1131-40.
3. Tuzun S, Eskiuyurt N, Akarirmak U, Saridogan M, Senocak M, Johansson H, et al. Incidence of hip fracture and prevalence of osteoporosis in Turkey: the FRACTURK study. *Osteoporosis international*. 2012;23:949-55.
4. Robertson M. Comparison of dynamic walking balance in healthy participants 20 - 29 and 70 - 79 years utilizing the tandem walk test [M.S.]. United States -- Connecticut: Southern Connecticut State University; 2016.
5. Rizzoli R, Bonjour J, Ferrari S. Osteoporosis, genetics and hormones. *Journal of molecular endocrinology*. 2001;26(2):79-94.
6. Espírito Santo J, Aibar-Almazán A, Martínez-Amat A, de Loureiro NEM, Brandão-Loureiro V, Lavilla-Lerma ML, et al. Menopausal Symptoms, Postural Balance, and Functional Mobility in Middle-Aged Postmenopausal Women. *Diagnostics (Basel)*. 2021;11(12).
7. Onat ŞŞ, Özişler Z, Köklü K. Osteoporotik yaşlılarda denge bozukluğu. *Türk Osteoporoz Dergisi*. 2013;19:87-9.
8. Calder JH. Aging and the balance control systems. *Geriatric audiology*. 2000;4:141-67.
9. Steadman J, Donaldson N, Kalra L. A randomized controlled trial of an enhanced balance training program to improve mobility and reduce falls in elderly patients. *Journal of the American Geriatrics Society*. 2003;51(6):847-52.
10. Thomas S, Mackintosh S, Halbert J. Does the 'Otago exercise programme' reduce mortality and falls in older adults?: a systematic review and meta-analysis. *Age and ageing*. 2010;39(6):681-7.
11. Ahmadi M, Jalilvand M. Effect of 8-Weeks internet-Based Aerobic Exercise on the Balance of Older Women during the COVID-19 Pandemic. *Rehabilitation Medicine*. 2022;11(1):52-63.
12. Robertson MC, Devlin N, Gardner MM, Campbell AJ. Effectiveness and economic evaluation of a nurse delivered home exercise programme to prevent falls. 1: Randomised controlled trial. *Bmj*. 2001;322(7288):697.
13. Cosman F, de Beur SJ, LeBoff MS, Lewiecki EM, Tanner B, Randall S, et al. Clinician's Guide to Prevention and Treatment of Osteoporosis. *Osteoporos Int*. 2014;25(10):2359-81.
14. Ferrari SL, Rizzoli R. Gene variants for osteoporosis and their pleiotropic effects in aging. *Molecular aspects of medicine*. 2005;26(3):145-67.

15. Bayliss L, Mahoney DJ, Monk P. Normal bone physiology, remodelling and its hormonal regulation. *Surgery (Oxford)*. 2012;30(2):47-53.
16. Xiong J, Onal M, Jilka RL, Weinstein RS, Manolagas SC, O'brien CA. Matrix-embedded cells control osteoclast formation. *Nature medicine*. 2011;17(10):1235-41.
17. Kutlu M, Odabaşı E. Kemik doku ve fizyolojisi. *Türkiye Klinikleri J Endocrin*. 2004;2(2):73-89.
18. Lee CA, Einhorn TA. The bone organ system: form and function. *Osteoporosis: Elsevier*; 2001. p. 3-20.
19. Hall JE. *Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology, Jordanian Edition E-Book: Elsevier Health Sciences*; 2016.
20. Iki M, Saito Y, Kajita E, Nishino H, Kusaka Y. Trunk muscle strength is a strong predictor of bone loss in postmenopausal women. *Clinical Orthopaedics and Related Research®*. 2006;443:66-72.
21. Watts NB, Bilezikian JP, Camacho PM, Greenspan SL, Harris ST, Hodgson SF, et al. American Association of Clinical Endocrinologists Medical Guidelines for Clinical Practice for the diagnosis and treatment of postmenopausal osteoporosis. *Endocrine practice*. 2010;16:1-37.
22. Liu W, Qi M, Konermann A, Zhang L, Jin F, Jin Y. The p53/miR-17/Smurf1 pathway mediates skeletal deformities in an age-related model via inhibiting the function of mesenchymal stem cells. *Aging (Albany NY)*. 2015;7(3):205.
23. Khosla S, Melton III LJ, Riggs BL. The unitary model for estrogen deficiency and the pathogenesis of osteoporosis: is a revision needed? *Journal of Bone and Mineral Research*. 2011;26(3):441-51.
24. Recker R, Lappe J, Davies K, Heaney R. Characterization of perimenopausal bone loss: a prospective study. *Journal of Bone and Mineral Research*. 2000;15(10):1965-73.
25. Kanis J, Johnell O, Oden A, Sernbo I, Redlund-Johnell I, Dawson A, et al. Long-term risk of osteoporotic fracture in Malmö. *Osteoporosis international*. 2000;11:669-74.
26. Kanis JA. Assessment of osteoporosis at the primary health-care level. Technical report; 2007.
27. Johnell O, Kanis J. An estimate of the worldwide prevalence and disability associated with osteoporotic fractures. *Osteoporosis international*. 2006;17:1726-33.
28. Kanis J, Oden A, Johnell O, De Laet C, Jonsson B, Oglesby A. The components of excess mortality after hip fracture. *Bone*. 2003;32(5):468-73.
29. Reid IR. A broader strategy for osteoporosis interventions. *Nature Reviews Endocrinology*. 2020;16(6):333-9.
30. Kanis JA, Oden A, McCloskey EV, Johansson H, Wahl DA, Cooper C, et al. A systematic review of hip fracture incidence and probability of fracture worldwide. *Osteoporosis international*. 2012;23:2239-56.
31. Amouzougan A, Lafaie L, Marotte H, Dénarié D, Collet P, Pallot-Prades B, et al. High prevalence of dementia in women with osteoporosis. *Joint bone spine*. 2017;84(5):611-4.
32. Rachner TD, Khosla S, Hofbauer LC. Osteoporosis: now and the future. *The Lancet*. 2011;377(9773):1276-87.
33. Camacho PM, Petak SM, Binkley N, Diab DL, Eldeiry LS, Farooki A, et al. American Association of Clinical Endocrinologists/American College of Endocrinology clinical practice guidelines for the diagnosis and treatment of postmenopausal osteoporosis—2020 update. *Endocrine Practice*. 2020;26:1-46.
34. Van Helden S, van Geel AC, Geusens PP, Kessels A, Kruseman ACN, Brink

- PR. Bone and fall-related fracture risks in women and men with a recent clinical fracture. *JBJS*. 2008;90(2):241-8.
35. Nuti R, Brandi ML, Checchia G, Di Munno O, Dominguez L, Falaschi P, et al. Guidelines for the management of osteoporosis and fragility fractures. *Internal and emergency medicine*. 2019;14:85-102.
 36. Kanis J, Compston J. NICE continues to muddy the waters of osteoporosis. *Springer*; 2008. p. 1105-7.
 37. Kirazlı Y, Atamaz Çalış F, El Ö, Gökçe Kutsal Y, Peker Ö, Sindel D, et al. Updated approach for the management of osteoporosis in Turkey: a consensus report. *Archives of Osteoporosis*. 2020;15:1-14.
 38. Shevroja E, Lamy O, Kohlmeier L, Koromani F, Rivadeneira F, Hans D. Use of trabecular bone score (TBS) as a complementary approach to dual-energy X-ray absorptiometry (DXA) for fracture risk assessment in clinical practice. *Journal of Clinical Densitometry*. 2017;20(3):334-45.
 39. Silva BC, Broy SB, Boutroy S, Schousboe JT, Shepherd JA, Leslie WD. Fracture risk prediction by non-BMD DXA measures: the 2015 ISCD official positions part 2: trabecular bone score. *Journal of Clinical Densitometry*. 2015;18(3):309-30.
 40. Kanis JA, Cooper C, Rizzoli R, Reginster J-Y, Clinical SABotESf, Osteoporosis EAo, et al. European guidance for the diagnosis and management of osteoporosis in postmenopausal women. *Osteoporosis International*. 2019;30:3-44.
 41. Gregson CL, Armstrong DJ, Bowden J, Cooper C, Edwards J, Gittoes NJ, et al. UK clinical guideline for the prevention and treatment of osteoporosis. *Archives of osteoporosis*. 2022;17(1):58.
 42. Kanis JA, Johansson H, Harvey NC, Lorentzon M, Liu E, Vandenput L, et al. Adjusting conventional FRAX estimates of fracture probability according to the number of prior falls in the preceding year. *Osteoporosis international*. 2023;34(3):479-87.
 43. Camacho PM, Petak SM, Binkley N, Clarke BL, Harris ST, Hurley DL, et al. American Association Of Clinical Endocrinologists and American College of Endocrinology clinical practice guidelines for the diagnosis and treatment of postmenopausal osteoporosis—2016--executive summary. *Endocrine Practice*. 2016;22(9):1111-8.
 44. Organization WH. Assessment of fracture risk and its application to screening for postmenopausal osteoporosis: report of a WHO study group [meeting held in Rome from 22 to 25 June 1992]: World Health Organization; 1994.
 45. Sindel D, Gula G. Osteoporozda Kemik Mineral Yoğunluğunun Değerlendirilmesi. *Turkish Journal of Osteoporosis/Turk Osteoporoz Dergisi*. 2015;21(1).
 46. Holick MF, Binkley NC, Bischoff-Ferrari HA, Gordon CM, Hanley DA, Heaney RP, et al. Evaluation, treatment, and prevention of vitamin D deficiency: an Endocrine Society clinical practice guideline. *The Journal of clinical endocrinology & metabolism*. 2011;96(7):1911-30.
 47. Armas LA, Hollis BW, Heaney RP. Vitamin D2 is much less effective than vitamin D3 in humans. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*. 2004;89(11):5387-91.
 48. Kelley GA, Kelley KS, Tran ZV. Exercise and lumbar spine bone mineral density in postmenopausal women: a meta-analysis of individual patient data. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*. 2002;57(9):M599-M604.

49. Kelley GA, Kelley KS, Kohrt WM. Effects of ground and joint reaction force exercise on lumbar spine and femoral neck bone mineral density in postmenopausal women: a meta-analysis of randomized controlled trials. *BMC Musculoskelet Disord*. 2012;13:177.
50. Scott VJ. Falls & related injuries among older Canadians: Falls and related injuries among older Canadians. 2010.
51. Gillespie LD, Robertson MC, Gillespie WJ, Sherrington C, Gates S, Clemson L, et al. Interventions for preventing falls in older people living in the community. *Cochrane database of systematic reviews*. 2012(9).
52. Granacher U, Gollhofer A, Hortobágyi T, Kressig RW, Muehlbauer T. The importance of trunk muscle strength for balance, functional performance, and fall prevention in seniors: a systematic review. *Sports medicine*. 2013;43:627-41.
53. Sherrington C, Whitney JC, Lord SR, Herbert RD, Cumming RG, Close JC. Effective exercise for the prevention of falls: a systematic review and meta-analysis. *Journal of the American Geriatrics Society*. 2008;56(12):2234-43.
54. Hausdorff JM, Rios DA, Edelberg HK. Gait variability and fall risk in community-living older adults: a 1-year prospective study. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2001;82(8):1050-6.
55. Control CfD, Prevention. Fatalities and injuries from falls among older adults--United States, 1993--2003 and 2001--2005. *MMWR: Morbidity and mortality weekly report*. 2006;55(45):1221-4.
56. Kemmler W, Shojaa M, Kohl M, von Stengel S. Effects of Different Types of Exercise on Bone Mineral Density in Postmenopausal Women: A Systematic Review and Meta-analysis. *Calcif Tissue Int*. 2020;107(5):409-39.
57. Carter ND, Kannus P, Khan KM. Exercise in the prevention of falls in older people: a systematic literature review examining the rationale and the evidence. *Sports Med*. 2001;31(6):427-38.
58. Kanis JA, Johansson H, Harvey NC, Lorentzon M, Liu E, Vandenput L, et al. An assessment of intervention thresholds for very high fracture risk applied to the NOGG guidelines. *Osteoporosis International*. 2021;32(10):1951-60.
59. Horlings CG, Kung U, Van Engelen B, Voermans N, Hengstman G, Van Der Kooi A, et al. Balance control in patients with distal versus proximal muscle weakness. *Neuroscience*. 2009;164(4):1876-86.
60. Bennell KL, Matthews B, Greig A, Briggs A, Kelly A, Sherburn M, et al. Effects of an exercise and manual therapy program on physical impairments, function and quality-of-life in people with osteoporotic vertebral fracture: a randomised, single-blind controlled pilot trial. *BMC musculoskeletal disorders*. 2010;11:1-11.
61. Huntoon EA, Schmidt CK, Sinaki M, editors. Significantly fewer refractures after vertebroplasty in patients who engage in back-extensor-strengthening exercises. *Mayo Clinic Proceedings*; 2008: Elsevier.
62. McCloskey EV, Odén A, Harvey NC, Leslie WD, Hans D, Johansson H, et al. A meta-analysis of trabecular bone score in fracture risk prediction and its relationship to FRAX. *Journal of bone and mineral research*. 2016;31(5):940-8.
63. Dionyssiotis Y, Skarantavos G, Papagelopoulos P. Modern rehabilitation in osteoporosis, falls, and fractures. *Clinical Medicine Insights: Arthritis and Musculoskeletal Disorders*. 2014;7:CMAMD. S14077.
64. Clemson L, Singh MAF, Bundy A, Cumming RG, Manollaras K, O'Loughlin P, et al. Integration of balance and strength training into daily life activity to reduce rate of falls in older people (the LiFE study): randomised parallel trial. *Bmj*. 2012;345.
65. Karinkanta S, Piirtola M, Sievänen H, Uusi-Rasi K, Kannus P. Physical

therapy approaches to reduce fall and fracture risk among older adults. *Nature Reviews Endocrinology*. 2010;6(7):396-407.

66. Sanders KM, Stuart AL, Williamson EJ, Simpson JA, Kotowicz MA, Young D, et al. Annual high-dose oral vitamin D and falls and fractures in older women: a randomized controlled trial. *Jama*. 2010;303(18):1815-22.

67. Giangregorio LM, Papaioannou A, Macintyre NJ, Ashe MC, Heinonen A, Shipp K, et al. Too Fit To Fracture: exercise recommendations for individuals with osteoporosis or osteoporotic vertebral fracture. *Osteoporos Int*. 2014;25(3):821-35.

68. Howe TE, Shea B, Dawson LJ, Downie F, Murray A, Ross C, et al. Exercise for preventing and treating osteoporosis in postmenopausal women. *Cochrane database of systematic reviews*. 2011(7).

69. Nikander R, Gagnon C, Dunstan DW, Magliano DJ, Ebeling PR, Lu ZX, et al. Frequent walking, but not total physical activity, is associated with increased fracture incidence: a 5-year follow-up of an Australian population-based prospective study (AusDiab). *Journal of bone and mineral research*. 2011;26(7):1638-47.

70. Liu-Ambrose T, Khan KM, Eng JJ, Janssen PA, Lord SR, McKay HA. Resistance and agility training reduce fall risk in women aged 75 to 85 with low bone mass: A 6-month randomized, controlled trial. *Journal of the American Geriatrics Society*. 2004;52(5):657-65.

71. Sinaki M, Itoi E, Wahner H, Wollan P, Gelzcer R, Mullan B, et al. Stronger back muscles reduce the incidence of vertebral fractures: a prospective 10 year follow-up of postmenopausal women. *Bone*. 2002;30(6):836-41.

72. Chien M, Yang R, Tsao J. Home-based trunk-strengthening exercise for osteoporotic and osteopenic postmenopausal women without fracture—a pilot study. *Clinical rehabilitation*. 2005;19(1):28-36.

73. Yang Y, Wang K, Liu H, Qu J, Wang Y, Chen P, et al. The impact of Otago exercise programme on the prevention of falls in older adult: A systematic review. *Frontiers in Public Health*. 2022;10.

74. Charters A, Age U. Falls prevention exercise—following the evidence. Gillingwater CH, P Lau, K, ed. 2013.

75. Langdahl BL. Overview of treatment approaches to osteoporosis. *British Journal of Pharmacology*. 2021;178(9):1891-906.

76. Sanderson J, Martyn-St James M, Stevens J, Goka E, Wong R, Campbell F, et al. Clinical effectiveness of bisphosphonates for the prevention of fragility fractures: a systematic review and network meta-analysis. *Bone*. 2016;89:52-8.

77. Vandenbroucke A, Luyten F, Flamaing J, Gielen E. Pharmacological treatment of osteoporosis in the oldest old. *Clinical interventions in aging*. 2017:1065-77.

78. Papapoulos S, Chapurlat R, Libanati C, Brandi ML, Brown JP, Czerwiński E, et al. Five years of denosumab exposure in women with postmenopausal osteoporosis: results from the first two years of the FREEDOM extension. *Journal of Bone and Mineral Research*. 2012;27(3):694-701.

79. Blick SK, Dhillon S, Keam SJ. Teriparatide: a review of its use in osteoporosis. *Drugs*. 2008;68:2709-37.

80. Cosman F, Crittenden DB, Adachi JD, Binkley N, Czerwinski E, Ferrari S, et al. Romosozumab treatment in postmenopausal women with osteoporosis. *New England Journal of Medicine*. 2016;375(16):1532-43.

81. Jahn K, Zwergal A. Imaging supraspinal locomotor control in balance disorders. *Restorative neurology and neuroscience*. 2010;28(1):105-14.

82. Balaban Ö, Nacı B, Erdem H, Karagöz A. The evaluation of the balance function. *J PM&R Science*. 2009;12:133-39.

83. Gribble PA, Hertel J. Effect of lower-extremity muscle fatigue on postural control. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2004;85(4):589-92.
84. Pyykkö I, Mnsson M, Matsuoka I, Ito S, Hinoki M. Effects of pure-tone sound, impulse noise, and vibration on visual orientation. *American Journal of Otolaryngology*. 1982;3(2):104-11.
85. Qazi SL, Sirola J, Kröger H, Honkanen R, Isanejad M, Airaksinen O, et al. High postural sway is an independent risk factor for osteoporotic fractures but not for mortality in elderly women. *Journal of Bone and Mineral Research*. 2019;34(5):817-24.
86. Peterka RJ, Black FO. Age-related changes in human posture control: sensory organization tests. *Journal of Vestibular Research*. 1990;1(1):73-85.
87. Lynn SG, Sinaki M, Westerlind KC. Balance characteristics of persons with osteoporosis. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 1997;78(3):273-7.
88. Kornetti DL, Fritz SL, Chiu Y-P, Light KE, Velozo CA. Rating scale analysis of the Berg Balance Scale. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2004;85(7):1128-35.
89. Lark SD, Pasupuleti S. Validity of a Functional Dynamic Walking Test for the Elderly. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2009;90(3):470-4.
90. Cohen HS, Sangi-Haghpeykar H, Williams SP. Prediction of Functional Limitations in Balance after Tests of Tandem Walking and Standing Balance in Older Adults. *South Med J*. 2020;113(9):423-6.
91. Larsson BAM, Johansson L, Johansson H, Axelsson KF, Harvey N, Vandenput L, et al. The timed up and go test predicts fracture risk in older women independently of clinical risk factors and bone mineral density. *Osteoporos Int*. 2021;32(1):75-84.
92. Bischoff HA, Stähelin HB, Monsch AU, Iversen MD, Weyh A, von Dechend M, et al. Identifying a cut-off point for normal mobility: a comparison of the timed 'up and go' test in community-dwelling and institutionalised elderly women. *Age and Ageing*. 2003;32(3):315-20.
93. Miyamoto ST, Lombardi Júnior I, Berg KO, Ramos LR, Natour J. Brazilian version of the Berg balance scale. *Brazilian journal of medical and biological research*. 2004;37:1411-21.
94. Yazar T, Olgun Yazar H. Prevalance of sarcopenia according to decade. *Clin Nutr ESPEN*. 2019;29:137-41.
95. Akkaya N, Doğanlar N, Çelik E, Aysşe SE, Akkaya S, Güngör HR, et al. Test-retest reliability of Tetrax® static posturography system in young adults with low physical activity level. *International journal of sports physical therapy*. 2015;10(6):893.
96. Liaw M-Y, Chen C-L, Pei Y-C, Leong C-P, Lau Y-C. Comparison of the static and dynamic balance performance in young, middle-aged, and elderly healthy people. *Chang Gung Med J*. 2009;32(3):297-304.
97. Falaschi P, Marsh D. *Orthogeriatrics: the management of older patients with fragility fractures*. 2021.
98. Friedman J, Flash T. Task-dependent selection of grasp kinematics and stiffness in human object manipulation. *Cortex*. 2007;43(3):444-60.
99. Middleton A, Fritz SL. Assessment of gait, balance, and mobility in older adults: considerations for clinicians. *Current Translational Geriatrics and Experimental Gerontology Reports*. 2013;2:205-14.
100. Melzer I, Kurz I, Sarid O, Jette AM. Relationship between self-reported function and disability and balance performance measures in the elderly. *Journal of Rehabilitation Research & Development*. 2007;44(5).

101. Whitney SL, Poole JL, Cass SP. A review of balance instruments for older adults. *The American Journal of Occupational Therapy*. 1998;52(8):666-71.
102. Christensen IK, Deilami SSJ, Amiri S, Nissen MH, Devantier L, Ovesen T. Validation of posturographic measurements in adolescents. *Otology & Neurotology*. 2018;39(7):e568-e74.
103. Robertson MC, Campbell AJ, Gardner MM, Devlin N. Preventing injuries in older people by preventing falls: A meta-analysis of individual-level data. *Journal of the American geriatrics society*. 2002;50(5):905-11.
104. Campbell AJ, Robertson MC, Gardner MM, Norton RN, Tilyard MW, Buchner DM. Randomised controlled trial of a general practice programme of home based exercise to prevent falls in elderly women. *Bmj*. 1997;315(7115):1065-9.
105. Binns E. The Otago exercise programme: do strength and balance improve? : Auckland University of Technology; 2006.
106. Cheraghi Z, Doosti-Irani A, Almasi-Hashiani A, Baigi V, Mansournia N, Etminan M, et al. The effect of alcohol on osteoporosis: A systematic review and meta-analysis. *Drug and Alcohol Dependence*. 2019;197:197-202.
107. RCK KDW. A Meta-Analysis of the Effects of Cigarette Smoking on Mineral Density. *Calcif Tissue Int*. 2001;68(5):259-70.
108. Weng W, Li H, Zhu S. An Overlooked Bone Metabolic Disorder: Cigarette Smoking-Induced Osteoporosis. *Genes*. 2022;13(5):806.
109. Bordoloi G, Jahan W. A study of thyroid function in premenopausal and postmenopausal women of Dibrugarh town, Assam, India. *Int J Res Med Sci*. 2018;6(9):3015-9.
110. Poly T, Islam M, Yang H-C, Wu C, Li Y-C. Proton pump inhibitors and risk of hip fracture: a meta-analysis of observational studies. *Osteoporosis International*. 2019;30:103-14.
111. Paik JM, Rosen HN, Gordon CM, Curhan GC. Proton pump inhibitor use, H 2-receptor antagonist use, and risk of incident clinical vertebral fracture in women. *Calcified tissue international*. 2018;103:380-7.
112. Lespessailles E, Toumi H. Proton pump inhibitors and bone health: An update narrative review. *International journal of molecular sciences*. 2022;23(18):10733.
113. Lupattelli G, Scarponi AM, Vaudo G, Siepi D, Roscini AR, Gemelli F, et al. Simvastatin increases bone mineral density in hypercholesterolemic postmenopausal women. *Metabolism*. 2004;53(6):744-8.
114. Schoofs MW, Sturkenboom MC, van der Klift M, Hofman A, Pols HA, Stricker BH. HMG-CoA reductase inhibitors and the risk of vertebral fracture. *Journal of Bone and Mineral Research*. 2004;19(9):1525-30.
115. Liu J, Zhu L-P, Yang X-L, Huang H-L, Ye D-Q. HMG-CoA reductase inhibitors (statins) and bone mineral density: a meta-analysis. *Bone*. 2013;54(1):151-6.
116. Densham E, Youssef E, Ferguson O, Winter R. The effect of statins on falls and physical activity in people aged 65 and older: A systematic review. *European Journal of Clinical Pharmacology*. 2024.
117. Scott IA, Hilmer SN, Reeve E, Potter K, Le Couteur D, Rigby D, et al. Reducing inappropriate polypharmacy: the process of deprescribing. *JAMA internal medicine*. 2015;175(5):827-34.
118. Jung YS, Suh D, Choi HS, Park HD, Jung SY, Suh DC. Risk of Fall-Related Injuries Associated with Antidepressant Use in Elderly Patients: A Nationwide Matched Cohort Study. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;19(4).
119. Fidan F, Alkan BM, Tosun A. Çağın pandemisi: D vitamini eksikliği ve

yetersizliği. *Türk Osteoporoz Dergisi*. 2014;20(2):71-4.

120. Pfeifer M, Begerow B, Minne HW, Abrams C, Nachtigall D, Hansen C. Effects of a short-term vitamin D and calcium supplementation on body sway and secondary hyperparathyroidism in elderly women. *Journal of Bone and Mineral Research*. 2000;15(6):1113-8.

121. Gerdhem P, Ringsberg KA, Obrant KJ, Akesson K. Association between 25-hydroxy vitamin D levels, physical activity, muscle strength and fractures in the prospective population-based OPRA Study of Elderly Women. *Osteoporos Int*. 2005;16(11):1425-31.

122. Papadakis M, Papadokostakis G, Stergiopoulos K, Kampanis N, Katonis P. Lumbar lordosis in osteoporosis and in osteoarthritis. *European Spine Journal*. 2009;18:608-13.

123. Sherrington C, Michaleff ZA, Fairhall N, Paul SS, Tiedemann A, Whitney J, et al. Exercise to prevent falls in older adults: an updated systematic review and meta-analysis. *British journal of sports medicine*. 2017;51(24):1750-8.

124. Park Y, Chang M. Effects of the Otago exercise program on fall efficacy, activities of daily living and quality of life in elderly stroke patients. *Journal of physical therapy science*. 2016;28(1):190-3.

125. Kocic M, Stojanovic Z, Nikolic D, Lazovic M, Grbic R, Dimitrijevic L, et al. The effectiveness of group Otago exercise program on physical function in nursing home residents older than 65 years: A randomized controlled trial. *Archives of gerontology and geriatrics*. 2018;75:112-8.

126. Gardner MM, Robertson MC, McGee R, Campbell AJ. Application of a falls prevention program for older people to primary health care practice. *Preventive medicine*. 2002;34(5):546-53.

127. Mohammed RA, Nour-Eldein H, El.Din Abdel-Halim AW, Abdulmajeed AA. Effect of a fall prevention program for elderly persons attending a rural family medicine center, Egypt. *Journal of Public Health*. 2019;27(3):301-8.

128. García-Gollarte F, Mora-Concepción A, Pinazo-Hernandis S, Segura-Ortí E, Amer-Cuenca JJ, Arguisuelas-Martínez MD, et al. Effectiveness of a Supervised Group-Based Otago Exercise Program on Functional Performance in Frail Institutionalized Older Adults: A Multicenter Randomized Controlled Trial. *Journal of Geriatric Physical Therapy*. 2023;46(1):15-25.

129. Martins AC, Guia D, Saraiva M, Pereira T. Effects of a “modified” otago exercise program on the functional abilities and social participation of older adults living in the community—the aga@ 4life model. *International journal of environmental research and public health*. 2020;17(4):1258.

130. Liew LK, Tan MP, Tan PJ, Mat S, Majid LA, Hill KD, et al. The Modified Otago Exercises Prevent Grip Strength Deterioration Among Older Fallers in the Malaysian Falls Assessment and Intervention Trial (MyFAIT). *Journal of Geriatric Physical Therapy*. 2019;42(3):123-9.

131. Benavent-Caballer V, Rosado-Calatayud P, Segura-Ortí E, Amer-Cuenca J, Lisón J. The effectiveness of a video-supported group-based Otago exercise programme on physical performance in community-dwelling older adults: a preliminary study. *Physiotherapy*. 2016;102(3):280-6.

132. Jahanpeyma P, Kayhan Koçak FÖ, Yıldırım Y, Şahin S, Şenuzun Aykar F. Effects of the Otago exercise program on falls, balance, and physical performance in older nursing home residents with high fall risk: a randomized controlled trial. *European Geriatric Medicine*. 2021;12(1):107-15.

133. Melzer I, Benjuya N, Kaplanski J. [Effect of physical training on postural

control of elderly]. *Harefuah*. 2005;144(12):839-44, 911.

134. Madureira MM, Takayama L, Gallinaro A, Caparbo V, Costa R, Pereira RM. Balance training program is highly effective in improving functional status and reducing the risk of falls in elderly women with osteoporosis: a randomized controlled trial. *Osteoporosis international*. 2007;18:419-25.

135. Leem SH, Kim JH, Lee BH. Effects of Otago exercise combined with action observation training on balance and gait in the old people. *J Exerc Rehabil*. 2019;15(6):848-54.

136. Cohen HS, Sangi-Haghpeykar H, Williams SP. Prediction of Functional Limitations in Balance after Tests of Tandem Walking and Standing Balance in Seniors. *Southern medical journal*. 2020;113(9):423.

137. Papalia GF, Papalia R, Diaz Balzani LA, Torre G, Zampogna B, Vasta S, et al. The effects of physical exercise on balance and prevention of falls in older people: A systematic review and meta-analysis. *Journal of clinical medicine*. 2020;9(8):2595.

138. Zhang Y, Chai Y, Pan X, Shen H, Wei X, Xie Y. Tai chi for treating osteopenia and primary osteoporosis: a meta-analysis and trial sequential analysis. *Clinical Interventions in Aging*. 2019:91-104.

139. Bjerk M, Brovold T, Skelton DA, Liu-Ambrose T, Bergland A. Effects of a falls prevention exercise programme on health-related quality of life in older home care recipients: a randomised controlled trial. *Age and ageing*. 2019;48(2):213-9.

140. Chiu H-L, Yeh T-T, Lo Y-T, Liang P-J, Lee S-C. The effects of the Otago Exercise Programme on actual and perceived balance in older adults: A meta-analysis. *PLoS one*. 2021;16(8):e0255780.

141. Li X, Zhang Y, Tian Y, Cheng Q, Gao Y, Gao M. Exercise interventions for older people with cognitive frailty—a scoping review. *BMC geriatrics*. 2022;22(1):721.

142. Shier V, Trieu E, Ganz DA. Implementing exercise programs to prevent falls: systematic descriptive review. *Injury epidemiology*. 2016;3:1-18.

143. Cyarto EV, Brown WJ, Marshall AL, Trost SG. Comparison of the effects of a home-based and group-based resistance training program on functional ability in older adults. *American Journal of Health Promotion*. 2008;23(1):13-7.

144. Helbostad JL, Sletvold O, Moe-Nilssen R. Home training with and without additional group training in physically frail old people living at home: effect on health-related quality of life and ambulation. *Clinical Rehabilitation*. 2004;18(5):498-508.

145. Carter ND, Khan KM, McKay HA, Petit MA, Waterman C, Heinonen A, et al. Community-based exercise program reduces risk factors for falls in 65-to 75-year-old women with osteoporosis: randomized controlled trial. *Cmaj*. 2002;167(9):997-1004.

146. Hauer K, Rost B, Rüttschle K, Opitz H, Specht N, Bärtsch P, et al. Exercise training for rehabilitation and secondary prevention of falls in geriatric patients with a history of injurious falls. *Journal of the American Geriatrics Society*. 2001;49(1):10-20.

147. Rodrigues IB, Armstrong JJ, Adachi JD, MacDermid JC. Facilitators and barriers to exercise adherence in patients with osteopenia and osteoporosis: a systematic review. *Osteoporosis International*. 2017;28(3):735-45.

148. Kovács E, Sztruhár Jónásné I, Karóczy CK, Korpos A, Gondos T. Effects of a multimodal exercise program on balance, functional mobility and fall risk in older adults with cognitive impairment: a randomized controlled single-blind study. *Eur J Phys Rehabil Med*. 2013;49(5):639-48.

149. Desjardins-Crépeau L, Berryman N, Fraser SA, Vu TT, Kergoat MJ, Li KZ, et al. Effects of combined physical and cognitive training on fitness and

- neuropsychological outcomes in healthy older adults. *Clin Interv Aging*. 2016;11:1287-99.
150. Gault ML, Clements RE, Willems ME. Functional mobility of older adults after concentric and eccentric endurance exercise. *Eur J Appl Physiol*. 2012;112(11):3699-707.
 151. El-Khoury F, Cassou B, Charles M-A, Dargent-Molina P. The effect of fall prevention exercise programmes on fall induced injuries in community dwelling older adults: systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *BMJ*. 2013;347.
 152. Lacroix A, Kressig RW, Muehlbauer T, Gschwind YJ, Pfenninger B, Bruegger O, et al. Effects of a supervised versus an unsupervised combined balance and strength training program on balance and muscle power in healthy older adults: a randomized controlled trial. *Gerontology*. 2016;62(3):275-88.
 153. Morris JN, Howard EP, Steel K, Berg K, Tchalla A, Munankarmi A, et al. Strategies to reduce the risk of falling: Cohort study analysis with 1-year follow-up in community dwelling older adults. *BMC geriatrics*. 2016;16:1-10.
 154. Ashworth NL, Chad KE, Harrison EL, Reeder BA, Marshall SC. Home versus center based physical activity programs in older adults. *Cochrane Database Syst Rev*. 2005;2005(1):Cd004017.
 155. Martin KA, Sinden AR. Who will stay and who will go? A review of older adults' adherence to randomized controlled trials of exercise. *Journal of aging and physical activity*. 2001;9(2):91-114.
 156. Simek EM, McPhate L, Haines TP. Adherence to and efficacy of home exercise programs to prevent falls: a systematic review and meta-analysis of the impact of exercise program characteristics. *Preventive medicine*. 2012;55(4):262-75.
 157. Yi M, Zhang W, Zhang X, Zhou J, Wang Z. The effectiveness of Otago exercise program in older adults with frailty or pre-frailty: A systematic review and meta-analysis. *Archives of Gerontology and Geriatrics*. 2023;105083.
 158. Liu-Ambrose T, Donaldson MG, Ahamed Y, Graf P, Cook WL, Close J, et al. Otago Home-Based Strength and Balance Retraining Improves Executive Functioning in Older Fallers: A Randomized Controlled Trial. *Journal of the American Geriatrics Society*. 2008;56(10):1821-30.
 159. Soleimani R, Alvandi H, Azari N, Mobasheri M, Hasanzadeh A, Bagherikholejani F. Impact of balance training on fear of falling and fall rate in older women. *Journal of Education and Community Health*. 2022;9(3):155-61.
 160. Nitz JC, Josephson DL. Enhancing Functional Balance and Mobility Among Older People Living in Long-Term Care Facilities. *Geriatric Nursing*. 2011;32(2):106-13.
 161. Azadi A, Bastami M, Mmalek M, nikbakht nasr abadi A, bastami A, pashaii sabet F. Effect of Fall-Preventive Program on Fear of Falling, Falling Frequency, and Quality of Life in the Elderly Living in Nursing Homes. *Iranian Journal of Nursing Research*. 2017;12(4):68-75.
 162. Nam S-M, Na S-S, Lee D-Y. Effects of Otago Exercise program on physical function and risk of falling in the falls experienced elderly. *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*. 2020;21(9):424-31.
 163. Park H, Kim D. Effects of combined exercise training on physical performance, falling risk and balance in elderly women. *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*. 2021;22(5):371-8.
 164. Çulha Y, Çakır AD, Büyükyılmaz F, Büyükyılmaz F. Effectiveness of reminder telephone calls for physical activity on the fall risk in older adults: A

nonrandomized posttest-only evaluation study. Cukurova Medical Journal. 2022;47(1):322-31.

165. Larsson BAM, Johansson L, Johansson H, Axelsson KF, Harvey N, Vandenput L, et al. The timed up and go test predicts fracture risk in older women independently of clinical risk factors and bone mineral density. Osteoporosis International. 2021;32(1):75-84.

