

T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**DİYABETİK VE TRAVMATİK TRANSTİBİAL AMPUTELERDE
EKLEM POZİSYON HİSSİNİN KARŞILAŞTIRILMASI VE
PROTEZE UYUM, DENGE VE FONKSİYONEL PERFORMANS
İLE EKLEM POZİSYON HİSSİ ARASINDAKİ İLİŞKİNİN
İNCELENMESİ**

Uzm. Fzt. Melek Merve ERDEM

**Protez-Ortez ve Biyomekani Programı
DOKTORA TEZİ**

ANKARA

2024

T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**DİYABETİK VE TRAVMATİK TRANSTİBİAL AMPUTELERDE
EKLEM POZİSYON HİSSİNİN KARŞILAŞTIRILMASI VE
PROTEZE UYUM, DENGE VE FONKSİYONEL PERFORMANS
İLE EKLEM POZİSYON HİSSİ ARASINDAKİ İLİŞKİNİN
İNCELENMESİ**

Uzm. Fzt. Melek Merve ERDEM

**Protez-Ortez ve Biyomekani Programı
DOKTORA TEZİ**

**TEZ DANIŞMANI
Prof. Dr. Semra TOPUZ**

**ANKARA
2024**

ONAY SAYFASI

**Diyabetik ve Travmatik Transtibial Amputelerde Eklem Pozisyon Hissinin
Karşılaştırılması ve Proteze Uyum, Denge ve Fonksiyonel Performans ile Eklem
Pozisyon Hissi Arasındaki İlişkinin İncelenmesi**

Melek Merve ERDEM

Danışman: Prof. Dr. Semra TOPUZ

Bu tez çalışması 10.06.2024 tarihinde jürimiz tarafından "Protez-Ortez ve Biyomekani Programı" nda doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı: *Prof. Dr. Fatih ERBAHÇECİ*
Hacettepe Üniversitesi

Üye: *Prof. Dr. Kezban BAYRAMLAR*
Hasan Kalyoncu Üniversitesi

Üye: *Prof. Dr. Özlem ÜLGER*
Hacettepe Üniversitesi

Üye: *Prof. Dr. Gizem İrem KINIKLI*
Hacettepe Üniversitesi

Üye: *Doç. Dr. Senem DEMİRDEL*
Sağlık Bilimleri Üniversitesi

Bu tez, Hacettepe Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki jüri tarafından uygun bulunmuştur.

02 Temmuz 2024

Prof. Dr. Müge YEMİŞÇİ ÖZKAN
Enstitü Müdürü

YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI

Enstitü tarafından onaylanan lisansüstü tezimin/raporumun tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı (kağıt) ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda verilen koşullarla kullanıma açma iznini Hacettepe Üniversitesine verdiğimi bildiririm. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet haklarım bende kalacak, tezimin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalarda (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanım hakları bana ait olacaktır.

Tezin kendi orijinal çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Tezimde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanılması zorunlu metinlerin yazılı izin alınarak kullandığımı ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederim.

Yükseköğretim Kurulu tarafından yayınlanan “**Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge**” kapsamında tezim aşağıda belirtilen koşullar haricince YÖK Ulusal Tez Merkezi / H.Ü. Kütüphaneleri Açık Erişim Sisteminde erişime açılır.

- o Enstitü / Fakülte yönetim kurulu kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren 2 yıl ertelenmiştir. ⁽¹⁾
- o Enstitü / Fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren .. ay ertelenmiştir. ⁽²⁾
- o Tezimle ilgili gizlilik kararı verilmiştir.

03/07/2024

Uzm. Fzt. Melek Merve ERDEM

1 “Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge”

- (1) Madde 6. 1. Lisansüstü teze ilgili patent başvurusu yapılması veya patent alma sürecinin devam etmesi durumunda, tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulu iki yıl süre ile tezin erişime açılmasının ertelenmesine karar verebilir.
- (2) Madde 6. 2. Yeni teknik, materyal ve metotların kullanıldığı, henüz makaleye dönüşmemiş veya patent gibi yöntemlerle korunmamış ve internette paylaşılması durumunda 3. şahıslara veya kurumlara haksız kazanç imkanı oluşturabilecek bilgi ve bulguları içeren tezler hakkında tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı ile altı ayı aşmamak üzere tezin erişime açılması engellenebilir.
- (3) Madde 7. 1. Ulusal çıkarları veya güvenliği ilgilendiren, emniyet, istihbarat, savunma ve güvenlik, sağlık vb. konulara ilişkin lisansüstü tezlerle ilgili gizlilik kararı, tezin yapıldığı kurum tarafından verilir *. Kurum ve kuruluşlarla yapılan işbirliği protokolü çerçevesinde hazırlanan lisansüstü tezlere ilişkin gizlilik kararı ise, ilgili kurum ve kuruluşun önerisi ile enstitü veya fakültenin uygun görüşü üzerine üniversite yönetim kurulu tarafından verilir. Gizlilik kararı verilen tezler Yükseköğretim Kuruluna bildirilir. Madde 7.2. Gizlilik kararı verilen tezler gizlilik süresince enstitü veya fakülte tarafından gizlilik kuralları çerçevesinde muhafaza edilir, gizlilik kararının kaldırılması halinde Tez Otomasyon Sistemine yüklenir

* Tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulu tarafından karar verilir.

ETİK BEYAN

Bu çalışmadaki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, kullandığım verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı, yararlandığım kaynaklara bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu, tezimin kaynak gösterilen durumlar dışında özgün olduğunu, Prof. Dr. Semra TOPUZ danışmanlığında tarafımdan üretildiğini ve Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Yönergesi'ne göre yazıldığını beyan ederim.

Uzm. Fzt. Melek Merve ERDEM

TEŞEKKÜR

Başta uzun ve zorlu doktora eğitimim sürecimde bana her konuda destek olan, umutsuzluğa kapılıp yolumu kaybettiğim zamanlarda beni motive edip her ne olursa olsun bana inanmaya devam eden ve tezimin tüm aşamalarında büyük bir sabır, emek ve özveri ile benimle beraber çalışan, kıymetli danışman hocam sevgili Prof. Dr. Semra TOPUZ'a

Tez izleme komitemde yer alıp, bilgi ve tecrübeleriyle desteklerini esirgemeyen sevgili hocalarım Prof. Dr. Gül YAZICIOĞLU, Prof. Dr. Kezban BAYRAMLAR, Prof. Dr. Fatih ERBAHÇECİ' ye,

Beni kliniğine kabul edip bana diyabetik ayak yaralanmaları alanında çalışma fırsatı sunarak bu alanda ilerlememe katkı sağlayan ve tüm bunların ötesinde duruşu ve ahlaki değerleriyle hepimize örnek olan sevgili hocam Prof. Dr. Kemal KISMET'e,

Her ne kadar artık farklı şehirlerde yaşasakta bu süreçte kendisini her zaman yanımda hissettiğim, bana her alanda destek olan mentörüm ve canım ablam Doç. Dr. Özden Özkal'a

Tez çalışmamın planlanma aşamasından itibaren bana her konuda destek olup benimle beraber çalışan sevgili arkadaşım Dr. Fzt. Ali İmran YALÇIN' a

Tezimin planlanma aşamasından itibaren tez istatistiksel analizlerine verdiği katkıdan ötürü canım arkadaşım Dr. Ebru Öztürk' e

Bu süreçte hep yanımda olan ve birlikte çalıştığım canım arkadaşlarım Fzt. Bilgi KAVTELEK, Uzm. Fzt. Mustafa Cem TÜRKMEN ve Uzm. Fzt. Hüseyin ÇELİK' e

“Lisansüstü Tez Projesi” kapsamında doktora tezimde kullanılmak üzere Xsens DOT (XENS, Enschede, The Netherlands) cihazının satın alınması ve tezimin basım masrafları için destek veren Hacettepe Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi' ne (TDK-2023-20369)

Başta canım annem, kız kardeşim ve dayım olmak üzere bugünlere gelmemi sağlayan, her türlü destek ve sevgilerini hiçbir zaman esirgemeyen hayattaki en büyük şansım sevgili aileme

Sonsuz Teşekkürlerimle.

ÖZET

ERDEM M.M. Diyabetik ve Travmatik Transtibial Amputelerde Eklem Pozisyon Hissinin Karşılaştırılması ve Proteze Uyum, Denge ve Fonksiyonel Performans İle Eklem Pozisyon Hissi Arasındaki İlişkinin İncelenmesi, Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Protez-Ortez ve Biyomekani Programı Doktora Tezi, Ankara, 2024. Bu çalışma diz eklem pozisyon hissini diyabetik ve travmatik unilateral transtibial amputelerde karşılaştırmak, amputelerde diyabetik polinöropati (DPN)'nin diz eklemi proprioseptif duyusunu nasıl etkilediğini ortaya koymak ve diz eklem proprioseptif duyusunun proteze uyum, denge ve fonksiyonel performans ile ilişkisini incelemek amacıyla yapılmıştır. Kontrol grubuna 14 travmatik transtibial ampute birey, çalışma grubuna ise 14 diyabetik transtibial ampute dahil edildi. Çalışmaya katılan tüm bireylerin demografik bilgileri, amputasyon ve proteze ait bilgileri, özgeçmiş ve soygeçmiş bilgileri kaydedildi. Diyabetik grupta bu bilgilere ek olarak, diyabet ve DPN öyküsü kaydedildi. Bireylere sağlam ayak değerlendirilmesi, alt ekstremite eklem hareket açıklığı ve kas kuvveti değerlendirmeleri yapıldı. Katılımcıların fantom ve güdük ağrısı Görsel Analog Skalası, nöropatik ağrı Self- Leeds Nöropatik Semptom ve Bulgu Değerlendirme Skalası, duyu kaybı Semmes-Weinstein Monofilamentleri kullanılarak değerlendirildi. Diz eklem propriosepsiyonu 30° ve 60° olmak üzere 2 hedef açı değerinde ampute (protezli/protezsiz) ve sağlam tarafta atalet ölçü birimi sensörleriyle, statik ve dinamik denge kuvvet platformu ile, fonksiyonel performans 2 Dakika Yürüme Testi ile, yapay uzuvlarını unutabilme becerileri Unutulan Eklem Skoru ile, protez kullanımı ve uyumun belirlenmesi Trinity Amputasyon ve Protez Deneyim Ölçeği ile kullanılarak değerlendirildi. Diyabetik amputelerin günlük protez kullanım süresi, kullanılan protez sayısı ve ampute tarafa ağırlık aktarma yüzdesi parametrelerinin travmatik amputelere kıyasla anlamlı derecede az olduğu tespit edildi ($p<0,05$). Diyabetik amputelerin sağlam ayaklarının sıcaklık, renk, ödem, nasır, topukta çatlak ve deformite oluşumu açısından travmatik amputelerden farklılık gösterdiği belirlendi ($p<0,05$). Diyabetik amputelerin ayak bileğine ait tüm eklem hareket açıklıkları ve her iki diz eklemi fleksiyon hareket açıklığı ile sağlam taraf ayak-ayak bileği, her iki diz ve kalça eklem çevresi kas kuvvetinin travmatik amputelere kıyasla azaldığı belirlendi ($p<0,05$). Diyabetik amputelerin 30° ve 60° olmak üzere farklı 2 hedef açı değerinde ampute (protezli/protezsiz) ve sağlam taraf alt ekstremitelerinde değerlendirilen diz eklem proprioseptif duyusunun kontrol grubuna kıyasla anlamlı derecede azaldığı gösterildi ($p<0,05$). Diyabetik amputelerin statik ve dinamik denge parametrelerinin travmatik amputelere kıyasla anlamlı derecede olumsuz etkilendiği ve son 1 yıl içerisinde daha fazla oranda düştükleri belirlendi ($p<0,05$). Diyabetik amputeler, travmatik amputelere kıyasla daha düşük fonksiyonel performans seviyesine sahip olup, travmatik amputelerde proteze uyum sağlama becerileri ile protez memnuniyetlerinin anlamlı derecede yüksek olduğu gösterildi ($p<0,05$). Diz eklem pozisyon hissini proteze uyum, fonksiyonel performans ve denge parametreleri ile ilişkili olduğu saptandı ($r>0,70$) ($p<0,05$). Bu çalışma ile diyabetik transtibial amputelerde nöropatinin yayılım alanı ve şiddetinin diz eklemde proprioseptif duyu kaybı açısından risk oluşturabileceği sonucuna ulaşıldı. Diyabetik transtibial amputelerde eklem pozisyon hissindeki bu kaybın statik ve dinamik denge parametrelerini olumsuz etkilediği ve dolayısıyla diyabetik amputelerde düşme açısından risk oluşturabileceği gösterildi. Diyabetik amputelerde, diz eklem pozisyon hissini amputenin protez uyumu ve protezi kullanma becerilerine olan olumsuz etkisi ve günlük yaşam aktivitelerinde yetersizliğe neden olması sebebiyle bu hasta grubu ile çalışan sağlık profesyonellerinin rehabilitasyon programını şekillendirirken DPN'nin yarattığı bu olumsuz etkileri göz önünde bulundurmaları önem taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: Diyabetik Polinöropati, Alt Ekstremitte Amputasyonu, Eklem Pozisyon Hissi, Protez Uyumu, Denge, Fonksiyonel Performans, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon

ABSTRACT

ERDEM M.M. The Comparison of Joint Position Sense in Diabetic and Traumatic Transtibial Amputees and The Investigation of The Relationship Between Compliance with a Prosthesis, Balance, and Functional Performance with Joint Position Sense, Hacettepe University, Graduate School of Health Sciences, Prosthetics-Orthotics and Biomechanics Program Doctor of Philosophy Thesis, Ankara, 2024. This study was conducted to compare knee joint position sense in diabetic and traumatic unilateral transtibial amputees, to reveal how diabetic polyneuropathy (DPN) affects knee joint proprioceptive sense, and to examine the relationship of knee joint proprioceptive sense with prosthesis compliance, balance and functional performance. The control group included 14 traumatic transtibial amputees, and the study group included 14 diabetic transtibial amputees. Demographic information, amputation and prosthesis information, background and family history of the individuals participating in the study were recorded. In addition to this information, history of diabetes and DPN were recorded in the diabetic group. The participants' muscular strength, lower extremity joint range of motion, and healthy foot were assessed. The Visual Analogue Scale was used to assess phantom and stump pain, the Self-Leeds Neuropathic Symptom and Sign Evaluation Scale was used to assess neuropathic pain and Semmes-Weinstein Monofilaments were used to assess sensory loss in the participants. Knee joint proprioception was evaluated at 2 target angles, 30° and 60°, on the amputated side (with/without prosthesis) and on the healthy side with inertial measurement unit sensors, static and dynamic balance parameters were evaluated force platform, functional performance was evaluated with the 2 Minute Walk Test, the ability to forget their artificial limbs was evaluated with the Forgotten Joint Score, and the use of prosthesis and determination of fit were evaluated with the Trinity Amputation and Prosthesis Experience Scale. It was shown that the diabetic amputees had considerably lower daily prosthesis use duration, the number of prostheses utilized, and percentage of weight transfer to the amputated side compared to traumatic amputees ($p<0.05$). It was determined that the intact foot of the diabetic amputees varied in terms of color, temperature, edema, calluses, heel cracks and deformity formation compared to traumatic amputees ($p<0.05$). It was determined that all range of motions of the ankle and flexion ranges of both knee joints, as well as muscle strength surrounding the intact side of ankle, both knee and hip joints of the diabetic amputees were decreased compared to traumatic amputees ($p<0.05$). It was found that the knee joint proprioceptive sense evaluated on the lower extremities of the amputee (with/without a prosthesis) and on the intact side of diabetic amputees at two different target angles, 30° and 60°, was considerably lower than traumatic amputees ($p<0.05$). It was determined that static and dynamic balance parameters of diabetic amputees were significantly negatively affected compared to traumatic amputees and they fell more frequently in the last year ($p<0.05$). While diabetic amputees have lower functional performance levels than traumatic amputees, it has been revealed that traumatic amputees have a significantly greater capacity to adapt to and satisfaction with their prosthesis ($p<0.05$). It has been shown that knee joint position sense is correlated with prosthesis adaptation, functional performance, and balance parameters ($r>0,70$) ($p<0,05$). With this study, it was concluded that the extent and severity of neuropathy may pose a risk for loss of proprioceptive sensation in the knee joint in diabetic transtibial amputees. It has been shown that this loss of joint position sense in diabetic transtibial amputees negatively affects static and dynamic balance parameters and therefore may pose a risk of falling in diabetic amputees. It is critical that healthcare professionals working with diabetic amputees consider the negative effects of DPN when designing a rehabilitation program, as the knee joint position sense has a negative impact on the amputee's prosthesis fit and ability to use the prosthesis and resulting in inadequacy in daily living activities.

Key Words: Diabetic Polyneuropathy, Lower Extremity Amputation, Joint Position Sense, Compliance with Prosthesis, Balance, Functional Performance, Physiotherapy and Rehabilitation

İÇİNDEKİLER

ONAY SAYFASI	iii
YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI	iv
ETİK BEYAN	v
TEŞEKKÜR	vi
ÖZET	vii
ABSTRACT	viii
İÇİNDEKİLER	ix
SİMGELER ve KISALTMALAR	xii
ŞEKİLLER	xiv
TABLolar	xv
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1. Propriyosepsiyon	4
2.2. Proprioseptörler	4
2.3. Propriyoseptörlerin Görevleri	6
2.4. Propriyosepsiyon ve Motor Kontrol:	6
2.5. Propriyosepsiyon ve Postüral Kontrol	7
2.6. Azalmış Propriyoseptif Duyunun Nedenleri	8
2.6.1. Yaş, Yorgunluk ve Ağrı	8
2.6.2. Ortopedik Problemler	9
2.6.3. Nörolojik Problemler	10
2.7. Diabetes Mellitus	10
2.7.1. DM' nin Tipleri	11
2.7.2. DM' nin Komplikasyonları	11
2.7.3. DPN' de Klinik Bulgular	13
2.7.4. Diyabetik Ayak Sendromu	15
2.7.5. Transtibial Alt Ekstremitte Amputelerinde Proprioseptif Kayıp	21
2.7.6. Eklem Pozisyon Hissi	22
2.7.7. Denge	23
3. BİREYLER ve YÖNTEM	27
3.1. Bireyler	27

3.2. Yöntem	29
3.2.1. Demografik Bilgiler	30
3.2.2. Amputasyon ve Protez Kullanımına İlişkin Bilgiler	30
3.2.3. Düşme Hikayesi	30
3.2.4. Ayak Değerlendirmesi:	30
3.2.5. Antropometrik Ölçümler	30
3.3. İstatistiksel Analiz	39
4. BULGULAR	41
4.1. Demografik Bilgiler, Diyabet Öyküsü ve Protez Kullanımına Ait Özellikler	41
4.2. Ayak Değerlendirmesi Sonuçları	43
4.3. Eklem Hareket Açıklığı Değerlendirme Sonuçları	43
4.4. Kas Kuvveti Değerlendirme Sonuçları	45
4.5. Duyu Değerlendirmesi Sonuçları	47
4.6. Ağrı Değerlendirmesi Sonuçları	47
4.7. Fonksiyonel Performans Değerlendirmesi Sonuçları	48
4.8. Yapay Eklemi Unutabilme Becerisi Sonuçları	48
4.9. Protez Kullanımına İlişkin Faktörler ve Proteze Uyum Düzeyi Sonuçları	48
4.10. Propriosepsiyon Değerlendirmesi Sonuçları	49
4.11. Denge Değerlendirmesi Sonuçları	50
4.12. Eklem Pozisyon Hissinin Proteze Uyum, Fonksiyonel Performans ve Denge ile İlişkisi	54
5. TARTIŞMA	57
6. SONUÇLAR ve ÖNERİLER	71
7. KAYNAKLAR	73
8. EKLER	87
EK-1. Etik Kurul İzni	
EK-2. Araştırma Amaçlı Çalışma İçin Aydınlatılmış Onam Formu	
EK-3. Değerlendirme Formu	
EK-4. Self-Leeds Nöropatik Semptom Ve Bulgu Değerlendirme Skalası (S-LANSS)	
EK-5. Unutulan Eklem Skoru (UES-12) (Amputelere Uyarlanmış Hali)	

EK-6. Alt Ekstremitte Amputelerinde Trinity Amputasyon Ve Protez Deneyim
Ölçeği (TAPES)

EK.7. Bildiri Özeti

EK.8. Orjinallik Ekran Görüntüsü

EK.9. Dijital Makbuz

9. ÖZGEÇMİŞ

109



SİMGELER ve KISALTMALAR

%	: Yüzde
°	: Derece
2DKYT	: İki Dakika Yürüme Testi
DAU	: Diyabetik Ayak Ülseri
DCA	: Diyabetik Charcot Artropatisi
DM	: Diyabetes Mellitus
DPN	: Diyabetik Polinöropati
EB	: Etki Büyüklüğü
GAS	: Görsel Anolog Skalası
HbA1c	: Hemoglobin A1c
IDF	: Uluslararası Diyabet Federasyonu
IMU	: Atalet Ölçü Birimi
KVH	: Kardiyovasküler Hastalıklar
LoS	: Stabilite Limitleri
M	: Ortanca
Max	: Maksimum
Min	: Minimum
P	: İstatistiksel Yanılma Payı
PVH	: Periferik Vasküler Hastalıklar
r	: Spearman Korelasyon Katsayısı
S-LANSS	: Self-Leeds Nöropatik Semptom ve Bulgu Değerlendirme Skalası
SS	: Standart Sapma
T1DM	: Tip I DM
T2DM	: Tip II DM
TAPES	: Trinity Amputasyon ve Protez Deneyim Ölçeği
TAPES-AK	: Trinity Amputasyon ve Protez Deneyim Ölçeği-Aktivite Kısıtlaması Alt Bölümü
TAPES-PM	: Trinity Amputasyon ve Protez Deneyim Ölçeği- Protez İle Memnuniyet Alt Bölümü

TAPES-PSU	: Trinity Amputasyon ve Protez Deneyim Ölçeği-Psikososyal Uyum Alt Bölümü
TME.	: Tahmini Vücut Ağırlığı
UES-12	: Unutulan Eklem Skoru
VKİ	: Vücut Kütle İndeksi
X	: Ortalama



ŞEKİLLER

Şekil		Sayfa
3.1.	Hasta akış şeması	29
3.2.	Bertec kuvvet platformu	37
3.3.	Bertec kuvvet platformunda denge değerlendirmesi	38



TABLOLAR

Tablo	Sayfa
2.1. Meggit sınıflandırma sistemi	18
3.1. Kayıp uzvun toplam vücut ağırlığına göre tahmini yüzde değerleri	32
3.2. Semmes-Weinstein monofilament değerleri	34
3.3. Statik ve dinamik denge parametrelerine ilişkin normatif değerler	39
4.1. Katılımcıların demografik ve protez kullanımına ilişkin özellikleri ve grupların karşılaştırılması ile çalışma grubunun DM' ye ilişkin bilgileri	42
4.2. Gruplarda sağlam ayağın değerlendirilmesine ilişkin sonuçlar ve karşılaştırılması	43
4.3. Eklem hareket açıklıklarının grup içi ve gruplararası karşılaştırılması	44
4.4. Kas kuvveti değerlerinin grup içi ve gruplararası karşılaştırılması	46
4.5. Gruplarda duyu değerlendirilmesine ilişkin sonuçlar ve karşılaştırılması	47
4.6. Gruplarda ağrı, fonksiyonel performans ve proteze uyum sonuçlarının karşılaştırılması	49
4.7. Gruplarda proprioseptif duyu değerlendirmesi sonuçları ve karşılaştırılması	50
4.8. Gruplarda statik denge değerlendirmesi sonuçları ve karşılaştırılması	51
4.9. Gruplarda dinamik denge değerlendirmesi sonuçları ve karşılaştırılması	53
4.10. Proprioseptif duyu ile proteze uyum ve fonksiyonel performans arasındaki ilişkinin incelenmesi ilişkin sonuçlar	54
4.11. Proprioseptif duyu ile statik denge parametreleri arasındaki ilişkinin incelenmesi ilişkin sonuçlar	55
4.12. Proprioseptif duyu ile dinamik denge parametreleri arasındaki ilişkinin incelenmesi ilişkin sonuçlar	56

1. GİRİŞ

Propriosepsiyon, duyuşal sistem aracılığıyla vücutun çeşitli bölümlerinin birbiriyle ve yere göre olan pozisyonunun ayırımına varılması (kinestezi) ve bu vücut kısımlarına etkiyen kuvvetleri algılama yeteneği olarak tanımlanır (1). Propriosepsiyon, çoğunlukla bilinçaltı düzeyde gerçekleşen bir işlevidir. Bulunduğumuz dış ortamla ilgili olarak elde edilen bilgiler, kas ve tendonlardaki sinir terminalleri, eklem çevresindeki lifli kapsüller, vestibüler ve vizüel sistemlerden sağlanan uyarıların birleşiminden elde edilmektedir. Periferik sinir sistemi aracılığıyla dış ortam hakkında edinilen proprioseptif bilgiler merkezi sinir sistemine aktarılıp farklı duyuşal reseptörlerden toplanan bu verilerin entegrasyonu gerçekleştirilerek kişinin postüral dengesinin sağlanması için uygun olan motor yanıtlar başlatılır (2). Ağrı, yorgunluk, efüzyon, travma veya çeşitli nörolojik, kas-iskelet sistemi bozuklukları ve diyabet gibi metabolik hastalıklara bağlı olarak gelişen polinöropati sonucu oluşan duyuşal kayıp sıklıkla bu vaka gruplarında proprioseptif duyuda azalmaya neden olmaktadır (3).

Diyabetin sık görülen mikrovasküler komplikasyonlarından biri olan diyabetik polinöropati (DPN)'ye bağlı olarak gelişen periferik sinir hasarı, etkilenen sinir lifi tipine bağlı olarak değişiklik göstermektedir (4). Miyelinsiz ve miyelinli küçük sinir liflerinin hasarı sonucu hafif dokunma, ağrı ve sıcaklık duyuşlarında bozulma görülürken; büyük miyelinli sinir liflerinin hasarı sonucu vibrasyon ve propriosepsiyon duyuşlarında azalma meydana gelmektedir (5). Yapılan son çalışmalar ile DPN'li bireylerin diyabetik olmayan sağlıklı kişilere kıyasla günlük yaşam aktiviteleri sırasında yaşadıkları denge kaybına bağlı olarak geçirdikleri düşme kazaları sonucu görülen komplikasyonlar nedeniyle daha fazla oranda acil servise başvurdukları gösterilmiştir (6). Ayrıca DPN'ye bağlı olarak gelişen normal nöral geri bildirim mekanizmasının kaybı sonucu bozulan ayak biyomekaniği, ayakta anormal basınç dağılımına neden olarak ayak ülserasyonlarına neden olmaktadır (7). Bu bireylerde planlanan alt ekstremite amputasyonlarının %85'i iyileşmeyen alt ekstremite ülserlerine bağlı olarak gerçekleştirilmektedir (8).

Kas-iskelet sisteminde bozulma ve bu dokuları innerve eden mekanoreseptörlerin yıkımı veya tahribatına neden olan geçirilmiş alt ekstremite amputasyonu sonrasında, ampute uzuvda yumuşak doku, kemik ve duyuşal

reseptörlerin kaybı sonucu, bu bireylerin çevrelerini algılama biçimleri değişerek, ampute olmayan bireylere kıyasla farklılaşır (9). Özellikle DPN'ye bağlı sekonder komplikasyonlar sonucu alt ekstremitte amputasyonu geçiren diyabetik bireylerde, mevcut duyu kaybına ek olarak proprioseptif reseptörlerden zengin vücut kısımlarının da kaybı bu bireylerin proteze uyum ve protezi kullanma becerilerinin travmatik amputelerden düşük olmasında etkilidir. Bu sebeplerle DPN' li bireylerin günlük yaşam aktivitelerinde de daha fazla yetersizlik görülmesi muhtemeldir. Amputasyonu takip eden dönemde fiziksel kondüsyonları protez kullanımı için gereken seviyeye uygun olmadığından diyabetik amputeler protezlerini işlevsel olarak kullanamamaktadır ve bundan dolayı hastaların büyük çoğunluğu protez kullanımını bırakmaktadır (10). Literatürde amputasyon gibi kas-iskelet sistemi bozuklukları olan bireylerde proprioseptif duyu ve bu amaca yönelik uygulanan rehabilitasyon protokolünün etkinliğinin değerlendirilmesi için geliştirilen test bataryalarının sayısı yetersiz olmakla birlikte mevcut bataryaların proprioseptif duyuyu yeterince iyi değerlendiremediği düşünülmektedir (11). Ek olarak, DPN'ye sekonder olarak gelişen alt ekstremitte amputasyonları sonrasında bu bireylerde proprioseptif duyunun ne ölçüde etkilendiği ve bu durumun denge, fonksiyonel performans ve yaşam kalitesi üzerine olan etkilerini inceleyen bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu nedenle çalışma alt ekstremitte amputasyonu olan DPN' li bireylerde eklem pozisyon hissini proteze uyum, denge ve fonksiyonel performans üzerine etkisinin incelenmesi amacıyla planlanmıştır.

Çalışmamızın hipotezleri:

“Hipotez 1

H1: Diyabetik polinöropatili transtibial amputasyonlu bireyler ile travmatik transtibial amputasyonlu bireyler arasında diz eklem pozisyon hissi açısından fark vardır.

Hipotez 2

H2: Diyabetik polinöropatili transtibial amputasyonlu bireyler ile travmatik transtibial amputasyonlu bireyler arasında protez uyumu açısından fark vardır

Hipotez 3

H3: Diyabetik polinöropatili transtibial amputasyonlu bireyler ile travmatik Transtibial amputasyonlu bireyler arasında denge açısından fark vardır.

Hipotez 4

H4: Diyabetik polinöropatili transtibial amputasyonlu bireyler ile travmatik Transtibial amputasyonlu bireyler arasında fonksiyonel performans açısından fark vardır.

Hipotez 5

H5: Diyabetik polinöropatili transtibial amputasyonlu bireylerde diz eklem pozisyon hissi ile proteze uyum arasında ilişki vardır.

Hipotez 6

H6: Diyabetik polinöropatili transtibial amputasyonlu bireylerde diz eklemi pozisyon hissi ile denge arasında ilişki vardır.

Hipotez 7

H7: Diyabetik polinöropatili transtibial amputasyonlu bireylerde diz eklemi pozisyon hissi ile fonksiyonel performans arasında ilişki vardır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Propriyosepsiyon

İlk kez 1830' larda Sir Charles Bell tarafından tanımlanan propriyosepsiyon, Latince kendine ait anlamına gelen “proprius” sözcüğü ile kişinin kendini algılaması hissini tanımlayan “perception” sözcüklerinin birleşiminden oluşur (12). Propriyosepsiyon duyuusal sistemler aracılığıyla vücudun çeşitli bölümlerinin birbiri ve yere göre olan pozisyonunun ayırımına varılması ve bu vücut kısımlarına etkileyen kuvvetleri algılama yeteneği olarak tanımlanır (13, 14). Statik ve dinamik hareket duyularına ilişkin bilgi sağlayan propriyoseptif sistemler vücut haritasının içsel temsilinden sorumlu önemli duyuusal bir mekanizma olarak tanımlanmaktadır (15).

Propriyosepsiyon, periferik ve santral sinir sistemlerini içeren hem bilinçli hem de bilinçsiz kontrolün hakim olduğu karmaşık bir sistemdir. Ana reseptörler kas kasılması, germe ve basınç uyarılarına tepki veren kas içiği, tendon, eklem kapsülündeki Ruffini sonlanmaları ile Pacinian cisimcikleridir. Ayrıca kutanöz reseptörler özellikle parmaklar, dirsek ve diz ekleminde pozisyon ve hareket duyusuna katkıda bulunur (16, 17).

2.2. Proprioseptörler

Propriyosepsiyon duyusunu alan periferik mekanoreseptörler proprioseptörler olarak isimlendirilir (18). Proprioseptörler farklı mekanoreseptör morfotiplerini içeren deri, kas, tendon, fasya, eklem kapsülü ve ligament dahil olmak üzere eklem çevresindeki dokularda bulunur (19). Günümüzde propriyosepsiyon duyusunun tek bir reseptör yerine birbirinden farklı morfotipte çeşitli reseptörlerden sağlanan uyarılar aracılığıyla üretildiği kabul görmektedir (20, 21). Eklem mekanoreseptörleri olan Ruffini ve Pacinian cisimleri eklem pozisyonu ya da hareketinin yönüyle ilgili herhangi bir bilgi içermeyip sadece eklem hareketini algılar (18). Proprioseptif duyuya ilişkin faaliyetleri tam olarak belirlenemeyen Meissner, Pacinian, Ruffini korpuskülleri ile Merkel hücre-nöronal kompleksi olmak üzere 4 farklı tipte hücre grubundan oluşan kutanöz mekanoreseptörlerinse spinal kord ve talamik seviyelerde kas dokusu afferentleri ile bağlantı kurduğu düşünülür (22-24). Artiküler ve kutanöz mekanoreseptörlerden bağımsız olarak, kasın mekanik koşullarındaki değişikliklerine

yanıt veren kas iğcikleri ve golgi tendon organları ise propriosepsiyonun sağlanmasında görevli olan ana reseptörlerdir (25, 26).

Proprioseptörler tarafından merkezi sinir sistemine iletilen bilgiler motor kontrol için kullanılmanın yanı sıra, merkezi sinir sisteminde bilinçli kontrol gerektirmeyen süreçlerde de aktif olarak rol alırlar (27). Proprioseptörlerin pozisyon duyusuna olan katkıları ve önemleri son 150 yılda kapsamlı bir şekilde tartışılmıştır. Örneğin, 20. yüzyılın başlarında Sherrington döneminde, kas mekanoreseptörleri ana bilgi kaynağı olarak kabul edilirken, 1960'larda "kas duyusunun" var olup olmadığı sorgulanmıştır (28). Kısa bir süre sonra, hareket illüzyonlarının tendon titreşimi tarafından indüklendiğinin gösterilmesi sayesinde, propriosepsiyonda kas iğciklerinin önemi tekrar anlaşılmıştır (29). Günümüzde hakim olan genel görüş ise, propriosepsiyonun farklı reseptör tiplerinden iletilen sinyallerin bileşimi ile sağlandığı ve reseptörlerin proprioseptif duyuya olan katkılarının farklı eklem tipleri için değişiklik gösterdiği yönündedir (20, 21). Kas iğcikleri kas boyuna duyarlı hem duyuşal hem de motor innervasyona sahip yavaş adapte olan düşük eşikli mekanoreseptörlerdir (30). Golgi tendon organı veya tendon iğciği, tendonun başlangıç ve bitişinde veya nadiren tendon içinde lokalize olarak yerleşim gösterir. Yapısal olarak içinde gevşek bir şekilde kollajen ve kas lifleri bulunduran bir kapsülden oluşur (31). Mekanosensitif eklem reseptörleri ise eklem kapsülü ve bağlarda yer alır. Eklem reseptörlerine ait afferentlerin propriosepsiyona olan katkılarının eklem hareket genişliğinin son derecelerinde daha fazla olduğuna inanılır (18, 29). Bununla birlikte yapılan hayvan çalışmalarında diz eklemi mekanoreseptörlerin %18'inin orta büyüklükteki eklem hareket genişliklerine duyarlı olduğu ve kalça eklemi tüm eklem hareket açıklığı boyunca aktif olduğu gözlemlenmiştir (32).

Mekanosensitif deri afferentlerinin propriosepsiyona olan katkısı özellikle el ve yüz için incelenmiştir (33). Yavaş adapte olan mekanoreseptör afferentlerinin cilt gerilmesine karşı yüksek dinamik ve statik yanıtlar verdiği gösterilmiştir (34). Deri reseptörlerinin vücudun diğer bölümleri için propriosepsiyona katkısı büyük ölçüde bilinmemektedir, ancak uyluğun deri afferentlerinden alınan mikronörografi kayıtları, diz eklemi propriosepsiyonunda yavaş adapte olan deri afferentlerinin rolünü desteklemektedir (16).

2.3. Propriyoseptörlerin Görevleri

Periferik mekanoreseptörlerden elde edilen proprioseptif bilgi, yüksek serebral merkezler, subkortikal serebral çekirdekler, beyin sapı, serebellum ve spinal seviyede işlenir (16). Periferden toplanan proprioseptif girdiler bilinçli kontrol için çıkan yollar aracılığıyla önce medulla ve talamusa, ardından somatosensoriyel kortekse aktarılırken; bilinçsiz kontrol için medulla spinalis'te yer alan çekirdekler ve oradan serebral korteks'e aktarılır (35).

Propriosepsiyonun sensorimotor kontroldeki rolü çok yönlüdür. Uygun motor komutları planlamak için merkezi sinir sistemi, büyük ölçüde propriyoseptörler tarafından sağlanan vücut bölümlerinin biyomekanik ve uzamsal özelliklerinin güncellenmiş bir vücut şemasına ihtiyaç duyar (36). Hedeflenen motor hareketin yapılması sırasında hareket keskinliği, eklem stabilitesi, kas sertliği, koordinasyon ve denge ile postüral kontrolün sağlanmasında geri besleme ve ileri besleme sistemleri için gereken periferik uyarıları sağlaması bakımından proprioseptif duyu oldukça önemlidir (37).

2.4. Propriyosepsiyon ve Motor Kontrol:

Motor kontrol, birden fazla kaynaktan gelen duyuşal bilginin seçici entegrasyonu doğrultusunda uygun motor komutlar ile motor yanıtın oluşturulmasına dayanan karmaşık ve dinamik bir süreçtir (38). Başarılı bir motor kontrol herhangi birinin bir diğerinin eksikliğini tam olarak telafi edemediği somatosensoriyel, vizuel ve vestibular sistemlerin birlikte çalışması aracılığıyla sağlanır ve bulunduğumuz ortam dış, iç ve proprioseptif duyuşal sistemler aracılığıyla deneyimlenir (39). Hedefe yönelik bir aktivite sırasında, iç ve dış ortamlarda meydana gelen değişikliklere uygun motor yanıtlar oluşturmak amacıyla farklı duyuşal sistemlerden sağlanan bilgilere ihtiyaç duyan motor adaptasyon, açığa çıkan hareketi eş zamanlı olarak revize etmeye çalışan dinamik bir geribildirim sistemidir (13). Bunu hem geri besleme (reaktif: devam eden motor davranışı amaca uygun olarak revize etme) hem de ileri besleme (hazırlık: önceki motor deneyimlerden faydalanarak hareket sırasını önceden planlama ve tahmin etme) mekanizmalarını kullanarak farklı propriyoseptif reseptörlerden sağlanan girdiler aracılığıyla gerçekleştirir (39).

Proprioseptif bilginin motor kontrole olan katkısı iç ve dış ortamdaki sağlanan duyu verileri olmak üzere iki ayrı kategoriye ayrılabilir. Motor programların primer olarak dış ortamdaki beklenmedik değişikliklere uyum sağlayacak şekilde ayarlanması gerekir. Bu bilginin kaynağı genellikle görsel girdiyle ilişkilendirilse de, pratikte proprioseptif verinin en hızlı ve/veya en doğru bilgi akışını sağladığı birçok kaynak vardır. Görsel algıdan türetilen ileri beslemeli komutlarını güncellemek için hareket esnasında proprioseptif bilgiye ihtiyaç duyulur (39). Proprioseptif bilginin motor kontrolde üstlendiği diğer bir görevi ise, dahili olarak üretilen motor komutların planlanması ve değiştirilmesi için merkezi sinir sistemine vücut bölümlerinin biyomekanik ve uzamsal özelliklerini içeren güncellenmiş bir vücut şeması sunmaktır (36). Motor kontrol sistemi, motor komut öncesi ve esnasında kas-iskelet sisteminin bileşenleri içindeki karmaşık mekanik etkileşimleri hesaba katmak için ilgili eklemlerin mevcut ve değişen konumlarını dikkate almalıdır (39).

2.5. Propriosepsiyon ve Postüral Kontrol

Hedeflenen motor görevlerin yerine getirilmesi sırasında, hem tüm vücudun (postüral denge) hem de segmentlerin (eklem stabilitesi) stabilizasyonunu sağlamak, sürdürmek ve ihtiyaç doğrultusunda revize etmek için proprioseptif duyu gereklidir (27). Yapılması planlanan motor aktivite sırasında vücudun konumunu kontrol etmekten sorumlu olan postüral kontrol, “postüral denge” ve “postüral oryantasyonun” nöral kontrolünü içerir. Postüral denge, postüral stabiliteyi korumak için ağırlık merkezini destek yüzeyi sınırları içerisinde tutarak dengeyi sağlamayı hedefleyen duyu ve motor stratejilerin koordinasyonundan oluşur. Postüral denge, hem statik hem de dinamik durumlar sırasında stabiliteyi kontrol eder. Postüral oryantasyon ise vücudun yerçekimine, destek yüzeyine, görsel ortama ve diğer duyu referans çerçevelerine göre konumlandırılmasını içerir (40).

Postüral kontrol, biyomekanik sınırlar, hareket ve duyu stratejiler, uzay oryantasyonu, hareket dinamiklerinin kontrolü, bilişsel işleme, deneyim ve pratik etme gibi çoklu sensorimotor süreçlerin etkileşiminden türetilen karmaşık bir motor beceri olarak kabul edilir (41). Somatosensoryel (taktil duyu ve propriosepsiyon), görsel ve vestibüler sistemlerden gelen duyu bilgileri, postüral kontrolü sağlamak için karmaşık duyu ortamları yorumlamak üzere entegre edilmelidir. Çevresel koşullara

bağlı olarak, her bir duyu sisteminin görelî katkısı değişir ve buna “duyusal yeniden ağırlıklandırma” denir (42). Sağlıklı kişiler, iyi aydınlatılmış bir ortamda sabit bir yüzey üzerinde dururken somatosensöriyel (%70), görüş (%10) ve vestibüler (%20) bilgilere güvenirler (38). Öte yandan, düzgün olmayan bir zemin üzerinde ayakta dururken postüral oryantasyonun sağlanması için somatosensöriyel girdilere olan ihtiyacın azalması nedeniyle görsel ve vestibüler sistemlerden daha fazla duyusal input sağlamak amacıyla bu sistemlerin duyusal ağırlığının artırılması gerekmektedir (43). Duyusal impulsların dinamik olarak düzenlenmesi veya yeniden ağırlıklandırılması, farklı duyusal sistemlerin kullanımını gerektiren ortamlar arasında hareket ederken postüral stabiliteyi korumak için esastır (41). Somatosensöriyel, görsel ve vestibüler sistemler arasındaki etkileşim, bireysel hareket ve postüral kontrolün sağlanması için kritik öneme sahiptir (44). Çeşitli duyusal girdilerin yanı sıra, farklı mekanik koşullar, insanlara dik durmayı sürdürmek için önemli avantajlar sağlar (45). Propriyoseptif afferentlerin kaybı sonucu, kas tonusunun kontrolü, postüral refleksler ve motor hareketin uzaysal/zamansal kontrolü ciddi şekilde zarar görebilir (46, 47). Propriyoseptif bozukluklar yaşlanma, yorgunluk ve ağrı gibi doğal fizyolojik süreçlerin bir parçası olarak gelişmenin yanı sıra çeşitli kas-iskelet sistemi problemleri veya nörolojik bozukluklara sekonder olarak da gelişebilir(2, 48-51).

2.6. Azalmış Propriyoseptif Duyunun Nedenleri

2.6.1. Yaş, Yorgunluk ve Ağrı

Yaşlanma motor, duyusal, bilişsel ve psikososyal sistemler gibi farklı vücut fonksiyonlarında yapısal ve işlevsel değişikliklere neden olur (52). Yaşlanmayla birlikte, diğer işlevlerin yanı sıra propriyoseptif duyu da etkilenir. Bu durum vücut ve uzuv pozisyonuna olan duyarlılığının azalmasına neden olarak ekstremiteletin nöromüsküler kontrolünü değişimi sonucu propriyoseptif algının bozulması ve/veya azalmasına neden olabilir. Yaşlanma ile birlikte propriyoseptif mekanizmaların bozulması, genel olarak periferik ve merkezi sinir sisteminde görülen değişiklikleri içerir. Propriyoseptif duyuda yaşa bağlı olarak görülen bu kayıp, kas içciklerinin dinamik yanıtlarında azalma ve duyusal bilginin işlenmesinde ve/veya girilmesinde hataya neden olan periferik aksonların dejenerasyonu ile ilişkilidir. Santral düzeyde propriyoseptif duyuda yaşa bağlı olarak görülen bu azalma, motor korteksteki

dendritlerin progresif hasarı, beyinde nörokimyasal değişikliklerin ortaya çıkışı ile nöronların ve reseptörlerin kaybı sonucu görülmektedir. Geriatrik popülasyonda propriyoseptif duyunun azalması nedeniyle hareketlerin başlangıcı yavaşlarken, hareketlerin planlaması ise kusurlu ve yetersizdir (53).

İstemli kas kasılması sırasında kas gücü üretme kapasitesinin kaybı olarak tanımlanan kas yorgunluğu, değişen metabolik faaliyetler, kas içiği boşalması, spinal refleksler ve artan efor hissi dahil olmak üzere çeşitli periferik ve santral değişiklikleri içerir (46). Yapılan çalışmalar bireylerin ağır fiziksel aktivite veya özellikle eksantrik kas kasılmasını içeren egzersiz eğitimi sonrasında ince motor becerileri gerçekleştirmede zorluk yaşamasını yorgunluk sonucu azalan propriyosepsif duyuya bağlamıştır(54, 55).

Ek olarak, ağrı varlığı, kemosensitif tip III ve IV nosiseptörlerinin aktivasyonu yoluyla gama kas içiğinin değişen refleks aktivitesi ve duyarlılığı nedeniyle propriyoseptif duyuda azalmaya neden olur (56). Ayrıca ağrı, somatosensorial korteksin re-organize edilmesi dahil, kortikal düzeyde vücut algısını etkileyerek sinir sisteminin hem periferik hem de merkezi seviyelerinde propriyosepsiyonu olumsuz etkileyebilir (57) .

2.6.2. Ortopedik Problemler

Travmalar sıklıkla kas-iskelet sistemi dokularının bozulması ile birlikte bu dokuları innerve eden mekanoreseptörlerin de hasarına neden olabilir (58). Travmayı takiben ağrı ve efüzyon tablosu ortadan kalktıktan sonra, kas-iskelet dokusu hasarı ve mekanoreseptörlerin kaybı propriyosepsiyonun kalıcı olarak bozulması ile ilişkilendirilebilir(2).

Yapılan çalışmalarda eklemlerde görülen osteoartritik değişikliklerin eklem pozisyon hissini azalmasına neden olduğu ve bu değişikliklere ek olarak kapsüloligamentöz yapılarında yaralanmasının eklemde görülen de-afferentasyon sürecini şiddetlendirerek propriyoseptif duyuda görülen kaybı arttırdığı belirtilmiştir(48-50).

Ayrıca, bir vücut segmenti ve onun somatosensoriyel afferentlerinin kaybına neden olan alt ekstremité amputasyonlarında da görülen duyuusal reseptörlerin kaybı

proprioseptif duyuda hasara neden olarak alt ekstremitiyi ve dolayısıyla vücut fonksiyonlarını ciddi şekilde etkileyebilir (1, 59, 60).

2.6.3. Nörolojik Problemler

Proprioseptif bozukluklara neden olan başlıca nörolojik problemler inme, serebrovasküler hastalıklar, Mutiple Sklerozis, Parkinson ve periferik nöropatiler olarak sıralanabilir (51, 61-63). Periferik nöropati, hücre gövdelerinin ve/veya büyük miyelinli duyuşal sinir liflerinin hasarı sonucu gelişen kompleks bir durumdur. %2,4 oranında erişkin popülasyonda görülmekte olup, 55 yaş üstü kişilerin %8-10' unu etkilediği tahmin edilmektedir. Periferik nöropati çoğunlukla Diabetes Mellitus (DM) gibi mevcut bir hastalığa sekonder olarak gelişmektedir. DPN' li kişiler yaygın olarak hastalıkla ilişkili pozitif ve negatif duyuşal semptomlar yaşarlar. Pozitif semptomlar, yanma, karıncalanma ve abartılı ağrı tepkileri gibi duyuşların varlığını içerirken, negatif semptomlar ise sıcaklık hissi, taktıl ve proprioseptif duyuşların kaybını içerir (51). Taktıl ve proprioseptif sistemlerden gelen geri bildirimler ise denge kontrolünün sağlanmasında önemli rol oynarlar (64).

2.7. Diabetes Mellitus

DM, dirençli hiperglisemi ile karakterize kronik, geniş spektrumlu bir metabolik hastalıktır. Pek çok organı etkileyerek multisistemik tutulumu neden olan bu durum kan glukoz düzeyini dengeleyen insülin hormonunun eksikliği ve/veya periferik dokularda insülin etkisine karşı gelişmiş olan "insülin direnci" nedeniyle gelişmektedir (65).

Günümüzde DM ve DM' ye bağılı gelişen komplikasyonlar oldukça yüksek mortalite oranlarına sahip olup, hem bireyler hem de toplum için ciddi tehdit oluşturmaktadır. Uluslararası Diyabet Federasyonu'nun (IDF) yayınladığı son verilere göre, 2021'de küresel diyabet prevalansı %10,5 olarak açıklanmıştır. 2019 yılında yaklaşık 463 milyon olan DM' li birey sayısı 74 milyon insanın daha DM tanısı almasıyla birlikte 537 milyona ulaşmıştır. IDF, 2045 yılına kadar DM insidansının 784 milyona ulaşmasını öngörmektedir (66). Dünyadaki diğer ülkelerin aksine, ülkemizde diyabet görülme oranı beklenenin üzerinde artmaktadır. IDF, 2045 yılına kadar

Türkiye'nin 4,8 milyon DM vakası ile ilk on ülke arasında yer almasını beklemektedir (67).

DM' nin pek çok farklı alt tipi olmakla birlikte klinikte en yaygın görülen alt tipleri Tip I DM (T1DM) ve Tip II DM (T2DM)' dir.

2.7.1. DM' nin Tipleri

İnsülin salgılayan pankreatik β hücrelerinin otoimmün yıkımından kaynaklanan T1DM, tipik olarak çocukluk ya da ergenlik döneminde başlar ve ömür boyu insülin kullanımı gerektirir. Genetik duyarlılık ve çevresel tetikleyici faktör kombinasyonlarının hastalık patogenezi ile ilişkili olduğu düşünülse de T1DM çoğunlukla idiopatik başlangıçlıdır. 2006-2016 yılları arasında yapılan bir çalışmada T1DM' li bireylerin tüm DM vakalarının %29,9 oluşturduğu belirlenmiştir (68).

T2DM, aşırı insülin salgılanması ve/veya insülin direncini takip eden beta hücre disfonksiyonu ile karakterize olan karbonhidrat, lipit ve protein metabolizmasında görülen düzensizliktir. Dünyadaki tüm DM vakalarının %90'ından fazlasını oluşturan T2DM en yaygın DM türüdür ve etkilenen hastalara sıklıkla diyabetik komplikasyonlarla eş zamanlı olarak teşhis konulur (69).

2.7.2. DM' nin Komplikasyonları

Tüm DM tipleri ile ilişkili olarak oluşan patofizyolojik değişiklikler, beta hücre disfonksiyonu, insülin direnci ve kronik inflamasyon ile karakterize edilir. Tüm bu durumlar, kan glukoz seviyelerinin kontrolünün progresif olarak bozulmasına yol açarak DM' nin kronik komplikasyonları olan mikro ve makrovasküler komplikasyonlarının oluşumuna neden olur. Hipertansiyon, ateroskleroz, kardiyovasküler hastalıklar, serebrovasküler hastalıklar ve periferik vasküler hastalıklar büyük damar hasarından kaynaklanan makrovasküler komplikasyonlar arasında yer alırken; diyabetik retinopati, diyabetik nefropati ve diyabetik nöropati ise küçük damar hasarından kaynaklanan mikrovasküler komplikasyonları oluşturur (4).

Mikrovasküler Komplikasyonlar

Kronik DM' nin en belirgin sekellerinden biri olan mikrovasküler komplikasyonlar, farklı hücrelerin çeşitli yollarla dolaşımdaki yüksek glikoz

seviyelerine uzun süre maruz kalmasından kaynaklanır. Diyabette mikrovasküler hasara neden olan ana mekanizma, ileri glikasyon son ürünleri olarak adlandırılan geri dönüşsüz çapraz bağlı protein türevlerini oluşturan glikoz ve protein moleküllerinin yan ürünleri arasında görülen kimyasal reaksiyonlardır. Bu durum çevre dokuları etkileyerek kollajen ve endotel yapılarının kalınlaşmasına neden olur. Mikrovasküler hastalığa neden olan diğer bir mekanizmalar ise, protein kinaz C yolunun anormal aktivasyonu ile vasküler permabilitenin artması, poliol yolunun uyarılmasıyla sorbitol birikiminin endotelde ozmotik ve oksidatif stres hasarına neden olması, reaktif oksijen türlerinin artan üretimi sonucu oksijen içeren moleküllerin diğer biyomoleküllerle etkileşime girerek hasara yol açması ve renin-anjiyotensin sistemi gibi hemodinamik düzenleme sistemlerinin anormal uyarılması olarak sıralanabilir (64). Tüm bu patofizyolojik mekanizmalar sonucu artan trombosit ve adezyona sekonder olarak gelişen hiper-koagülabilité ile birleşen endotelial ve mezangiyal hücrelerin kronik hücre içi hiperglisemisi, ilerleyici daralmaya, mikrotrombüs oluşumuna ve sonunda vasküler lümenin oklüzyonuna neden olur. Bu durum, retinopati, nefropati ve nöropati gibi yaygın mikrovasküler komplikasyonlarla birlikte etkilenen dokuların iskemisine ve işlev bozukluğuna yol açabilmektedir (7).

a. Diyabetik Retinopati

Diyabetik retinopati, DM' nin yaygın görülen mikrovasküler komplikasyonlarından biridir. Amerika Birleşik Devletleri'nde T2DM' li bireylerin yaklaşık %40' ı ve T1DM' li bireylerin %86' sında retinopati gelişir (70).

b. Diyabetik Nefropati

DM' nin neden olduğu kronik böbrek hastalığını ifade eden diyabetik nefropati, diyabetin sık görülen mikrovasküler komplikasyonlarından biri olarak bu hasta grubunda önde gelen ölüm nedenlerinden biridir. T2DM'li hastaların yaklaşık %20-50'sinde gelişen diyabetik nefropati, tüm vakaların %50'sini oluşturarak dünya çapında kronik böbrek hastalığının ve son dönem böbrek hastalığının önde gelen nedenidir. Ek olarak, yüksek kardiyovasküler morbidite ve mortalite riski taşıyan diyabetik nefropati, hastaların sağlıkla ilgili yaşam kalitesini ciddi şekilde düşürmektedir (71).

c. Diyabetik Polinöropati

Diyabetin en yaygın görülen mikrovasküler komplikasyonlarından biri olan DPN, altta yatan başka herhangi bir neden olmaksızın DM' nin bir sonucu olarak ortaya çıkan somatik ve/veya otonom sinir sistemini tutulumudur (4). Ağrı, myelin hasarı, bozulmuş sinir iletim hızı, duyu ve propriyoseptif anormallikler ile karakterize edilen DPN azalmış yaşam kalitesi, enfeksiyon, ülserasyon ve alt ekstremitte amputasyonu gibi ciddi morbidite ve mortaliteye neden olabilecek faktörlerle ilişkilidir (72). DPN prevalansı tanı alınan süreyle doğru orantılı olarak artış gösterir. T2DM' li hastaların yaklaşık %20-25' inde tanı anında DPN görülürken, takip edilen hastalarda bu oranın 10 sene içerisinde %50' ye yükseldiği belirtilmiştir (73). DPN için primer risk faktörleri diyabetin süresi ve HbA1c seviyeleridir. Bu iki belirteç, genellikle insülin direnci ve hipertansiyon gibi özellikle T2DM'de olmak üzere DPN ile ilişkili tüm diğer metabolik faktörlerle ilişkilidir. HbA1c seviyelerinden bağımsız olarak, hipertrigliseridemi, hipertansiyon, abdominal obezite ve düşük yüksek yoğunluklu lipoprotein seviyeleri gibi metabolik sendrom bileşenlerinin, T2DM vakalarında ve seçilmiş T1DM kohortlarında DPN ile ilişkili olduğu görülmüştür (74). Diğer bağımsız risk faktörleri ise sigara, alkol kullanımı, ileri yaş ve uzun boylu olmaktır (75). Ayrıca farklı popülasyonlarda yapılan geniş kohort çalışmalarında genetik faktörlerin DPN gelişimi ile ilişkili olduğu bulunmuştur (4).

DPN' de klinik bulgular etkilenen alana bağlı olarak fokal/multifokal duyu, motor veya otonomik nöropati olarak çeşitli şekillerde ortaya çıkar (72).

2.7.3. DPN' de Klinik Bulgular

Diyabetik nöropati sırasıyla duyu, otonomik ve motor aksonları hedefleyen periferik sinir sisteminin nörodejeneratif bir bozukluğudur. DM' nin özellikle neden duyu nöronları hedef aldığı konusu tartışmalıdır ancak periferik sinir sistemindeki duyu nöronlarının hücre gövdelerinin kan-beyin bariyerinin dışında bulunması nedeniyle DM ile ilişkili sinir hasarına karşı motor nöronlardan daha savunmasız oldukları söylenebilir (76). DPN' de klinik bulgular distalden proksimale doğru ilerleyen aksonal kayıp ve eşlik eden klinik semptomlarla karakterizedir. Tipik olarak önce el ve ayaklarda görülen aksonal semptomları üst seviyelere doğru ilerleyen

duyusal sinir hasarı takip eder. Bu nedenle DPN, uzunluğa bağımlı bir nöropati türü olarak kabul edilir (77).

DPN' nin klinik semptomları etkilenen lif tipinin çeşidine göre farklılık gösterir. Oluşan sinir hasarı sıklıkla periferik sinir sistemindeki duyu nöronlarının çoğunluğunu oluşturan ve özellikle ağrı ve ısı hakkında nosiseptif bilgileri taşıyan C lifleri, basınç, dokunma ve soğuk hakkındaki uyarıları taşıyan ince miyelinli A-Delta lifleri ile titreşim ve pozisyon hissi algılanmasından sorumlu olan farklı çaplardaki büyük miyelinli A-Beta ve A-Alfa liflerini etkiler (78).

DPN'nin en belirgin özelliği duyusal semptomların motor semptomlardan çok daha önce başlamasıdır (79). En sık görülen erken belirtiler, küçük sinir liflerinin tutulumu sonucu görülen ağrı, disestezi ve sıcaklık hissinin kaybıdır (80). Karıncalanma, yanma, elektrik çarpması benzeri duyumlar, uyuşma, zonklama, kompresyon, deride iğne batması hissi gibi paresteziler, dizestezi, hiperpati, hiperaljezi veya allodini gibi şikayetler en sık tanımlanan ağrı ilişkili semptomlardır. Günün herhangi bir anında ortaya çıkan bu semptomlar değişken zaman aralıkları boyunca sürekli ya da aralıklı olarak devam eder. Sıklıkla akşam saatlerinde kötüleşen semptomlar uyku problemlerine neden olarak kişinin yaşam kalitesini ciddi bir şekilde düşürür. Hastalığın progresyonuyla birlikte kişinin şikayetleri de artış gösterir ve semptomların distalden proksimale doğru ilerlemesi DPN' li bireylerde rutin olarak görülen "eldiven-çorap" tarzında duyusal kayıp paterni ile sonuçlanır. Tanısı geciken DPN olgularında hastaları bir sağlık profesyonelinden destek alması için harekete geçiren en önemli semptom nöropatik ağrıdır (81).

Büyük sinir liflerinin tutulumu taktik, vibrasyon, koruyucu duyu ve proprioseptif duyu kaybına neden olabilir (82). Plantar duyu ve ayak-ayak bileğinden sağlanan proprioseptif duyu postüral kontrol ve koordinasyonun yanı sıra ayakta duruş sırasında dengenin sağlanmasından sorumlu olan iki önemli faktördür. Bloem ve ark., otomatik postüral kontrol yanıtı için gerekli olan uyarıların maruz kalınan pertürbasyonun tipine ve bireylerin postüral ihtiyaçlarına uygun olarak vücudun farklı bölgelerindeki afferent reseptörlerden sağlandığını belirtmişlerdir. Alt ekstremitte proprioseptif duyusu, dik duruş için gerekli olan ayak bileği reflekslerini indükleyerek postüral kontrol için gerekli olan diğer otomatik postüral yanıtların başlatılmasına yardımcı olur (83). Alt ekstremitelerde DPN' ye bağlı olarak görülen

kas içciği fonksiyon bozukluğu, ayak-ayak bileği eklemlerinde proprioseptif duyunun kaybı ve azalan plantar kutanöz duyu ile karakterize olan somatosensoriyal defisit ayak bileği ve adım stratejileri gibi denge tepkilerinin doğruluğunu ve etkinliğini azaltarak DPN' li bireylerde denge kaybına neden olur (83, 84). Ayrıca, DPN varlığını gösteren koruyucu duyu kaybı diyabetik ayak problemleri için önemli bir risk faktörüdür.

DPN' de görülen motor kayıplar, duyuusal kayıplara kıyasla daha hafiftir ve çoğunlukla alt ekstremitelerin distali ile sınırlıdır. Motor etkilenimin şiddetine göre ayak intrinsik kaslarında atrofi ve refleks kayıpları oluşabilmekte; ayaklarda ağrı duyunun kaybolması ve ekstrinsik/intrinsik kas sistemi arasındaki mekanik dengenin bozulması sonucu metatars başlarında belirginleşme, pençe veya çekiç parmak gibi ayak deformiteleri sıklıkla görülebilmektedir. Aynı zamanda bu deformasyonlarla birlikte nasır oluşumu, ülser ve amputasyon riskinde de artış gözlenebilmektedir (85).

2.7.4. Diyabetik Ayak Sendromu

Diyabetik ayak sendromu, diyabetik kişilerde periferik nöropati ve/veya anjiyopatiyle ilişkili olarak ayağın enfeksiyonu, ülserasyonu veya diğer dokuların tahribatı olarak tanımlanır. DM' li bireylerde artan anormal plantar basınç dağılımlarına bozulmuş hücresel yara iyileşmesi gibi sistemik bir faktörün de eklenmesi bu bireylerde kronik ayak lezyonlarına yol açar. Yeni tanı almış vakalarda diyabetik ayak problemlerinin görülme oranı yaklaşık %2 iken, %25'inde bu problemler hastalığın seyri sırasında gelişir (86, 87). T2DM' nin tüm olası komplikasyonları arasında diyabetik ayak problemleri hastaneye yatışların başlıca nedenlerinden birini oluşturmaktadır. Yalnızca Amerika Birleşik Devletleri'nde diyabetik ayak problemleri için harcanan para 176 milyar dolar ile toplam sağlık bakım maliyetinin %30' unu oluşturmaktadır (88). DM' li bireyler iskemik ve nöropatik doku enfeksiyonlarına ve yaralanmalara karşı oldukça savunmasızdır (86). DPN' ye bağlı gelişen intrinsik kas atrofisi ayakta deformite oluşumuna neden olan işlevsel anatomik değişikliklere yol açarak ayak plantar yüzeyinde metatarsal baş altında yüksek basınç alanlarının oluşumuna neden olur. Yürüme ile tekrarlanan mikrotravmaya eşlik eden azalmış koruyucu duyu ve propriyosepsiyon kaybı; intrinsik kas atrofisi ve koruyucu plantar yağ yastığının dislokasyonu gibi faktörlere sahip

diyabetik bireylerde yetersiz cilt koruması ve uygun olmayan ayakkabı kullanımı ülserasyon ve enfeksiyona yol açan cilt yaralanmasına neden olur. Sonunda, travma ve enfeksiyonun yıkıcı süreçleri derin fasyaya nüfuz ederek enfeksiyonun orta ayak kasları, eklemler ve tendon kılıflarına yayılmasına neden olur. Tedaviye cevap vermeyen ülser ve enfeksiyonlar, DM' li bireylerde majör alt ekstremitte amputasyonlarına kadar uzanabilen yumuşak doku hasarına neden olabilmektedir (89). Ek olarak, DPN' li bireyler günlük yaşam aktiviteleri sırasında maruz kaldıkları yüksek sıcaklıkları algılayamamaları nedeniyle kendilerini yakabilirler. Diyabetik bireylerde görülen ayak lezyonları; yanık yaralanması, Charcot Artropatisi, ülserasyon, osteomyelit ve alt ekstremitte amputasyonu olmak üzere beş ana başlık altında toplanabilir.

a. Yanık Yaralanması

Ayaklar toplam vücut yüzey alanının küçük bir kısmını içeriyor olsa da, ayak yanıkları işlevselliği ve hareketliliği etkileyen önemli morbiditeye sahip olabilirler. Literatürde his kaybı olan diyabetik hastalarda ayağın sıcak nesnelere teması veya sıcak bir yüzeyde yürüme sonucu görülen alt ekstremitte yanık yaralanmalarıyla alakalı yayınlanmış çalışmalar mevcuttur. DPN' ye bağlı mevcut duyu kaybı nedeniyle yanık yarasını çoğunlukla geç fark eden DM' li bireylerin tedaviye başlamaları gecikir. DM' li bireyler bozulmuş glikoz metabolizması, zayıf bağışıklık sistemi ve dolaşım problemleri nedeniyle yara iyileşmesi sırasında daha fazla komplikasyon geliştirme eğilimindedir. Yanık yaralanmasına eklenen bu sekonder faktörler nedeniyle bireyler diyabetik olmayan hastalara kıyasla daha uzun bir iyileşme sürecine sahip olabilirler (90).

b. Diyabetik Charcot Artropatisi

Diyabetik Charcot nöroartropatisi (DCN), çoğunlukla diyabetli kişilerde görülen eklem yıkıcı bir komplikasyondur. 2005 yılında Jeffcoate tarafından açıklanan nöro-kemik inflamatuvar teorisine göre DCN, litik kemik lezyonlarına neden olan travma ve/veya lezyonlara karşı gösterilen artan bir inflamatuvar yanıttır. Akut Charcot Ayağının tipik klinik belirtisi, etkilenmemiş ayağa kıyasla 2 °C'den fazla sıcaklık farkı olan kırmızı şişmiş bir ayaktır. Ağrı olmaması ya da mevcut ağrının

klirik tabloya uyumlu olmaması nedeniyle fark edilemeyebilir. DCN akut ve kronik olmak üzere belirti ve semptomları çoğunlukla iç içe geçmiş olan 2 ayrı faza sahiptir. Literatürde kullanılan en yaygın sınıflama, klinik ve radyolojik belirtilere dayalı Eichenholtz sınıflandırmasıdır. Bu sınıflandırmaya göre, hafif inflamasyon, yumuşak doku ödemi ve normal X-ray bulgularına eşlik eden anormal görüntüleme bulguları ile karakterize evre 0' da DCN' nin erken teşhisi ve uygun tedavi yaklaşımları ile ayak deformitelerinin gelişimi önlenabilir. Evre 1' de ciddi enfeksiyon, yumuşak doku ödemi, radyografik olarak osteopeni, subkondral erozyon, periartiküler fragmentasyon görülür. Bu aşamada eklem subluksasyonu ya da dislokasyonu izlenebilir. Evre 2' de ödem, eritem ve şişlik gibi bulgular azalır. Eklem deformitesi ve instabilite ilerlemiştir. Radyografide, yeni kemik oluşumu, skleroz ve osseöz artıkların emilimi yanında kallus oluşumu izlenir. Son olarak, evre 3 kronik fazın başlamasının ardından kemik rekonstrüksiyonu ile kemik yapıların yeniden şekillenmesi ile karakterizedir. Radyografik olarak; osteoartrit, eklem aralığında çökme, yapısal deformiteleri görülür. Kemik yapı ve yumuşak dokularda görülen yapısal değişiklikler nedeniyle bu evrede DM' ye bağlı gelişen ayak ülserasyonlarının görülme olasılığı oldukça fazladır (91).

c. Ülserasyon

Diyabetik ayak ülserleri (DAU), tedavi süreci iyi yönetilemeyen DM' li bireylerde sık görülen komplikasyonlardan birisidir. DM' li bireyde diyabet ve sekonder komplikasyonlarına bağlı olarak epidermin ve dermin yüzeyel kısmının hasarlanması olarak tanımlanır. DM' li bireylerde iskemik ve nöropatik doku enfeksiyonlara ve yaralanmalara karşı oldukça savunmasızdır (86). Diyabetik bireylerin yaşamları boyunca ayak ülseri oluşturma olasılığı ortalama %15-25' dir (92). IDF, her yıl ortalama 9,1–26,1 milyon diyabetik bireyde DAU görüldüğünü tahmin etmektedir (93). Diyabetik ayak ülserleri her yaşta ortaya çıkabilir, ancak 45 yaş ve üstü DM' li hastalarda görülme sıklığı artar. Diyabetik ayak ülserlerinin etiolojisi çok faktörlüdür. Altta yatan yaygın nedenler, zayıf glisemik kontrol, DPN, zayıf dolaşım, callus oluşumu, ayak deformiteleri, uygun olmayan ayakkabı kullanımı ve yetersiz ayak bakımındır (86).

Tekrarlayan minör travmalar çoğu durumda ülseratif lezyonlara neden olur. Bu durum tipik olarak plantar dokuda ağırlık taşıyan bölgelerdeki yüksek basınç alanları,

uygun olmayan ayakkabı kullanımı veya yürüyüş anormalliklerinden kaynaklanan sürtünme ve parçalanma stresleri veya duyu kaybı olan bir ayakta hissedilmeyen bir yaralanmaya (yabancı cisim batması, yanık veya batık ayak tırnakları) bağlı olarak gelişebilir. Duyusal nöropati nedeniyle hastalar genellikle oluşan ayak ülserinin varlığını fark edemezler. Anormal basınç ve parçalanma streslerine maruz kalan bu lezyonlar genellikle sınırlı eklem hareketliliğine neden olan çekiç parmaklar, halluks valgus, halluks rijidus, ekin ve Charcot deformitesi gibi rijid yapısal ayak deformitelerine sahiptir. Diyabetik ayak ülserlerinde enfeksiyon riski önemli ölçüde artar ve hastaların %60'a kadarında enfeksiyon gelişebilir (94). Ayrıca, bireyler daha düşük bir yaşam kalitesine ile daha fazla morbidite ve mortalite oranlarına sahiptir. Yapılan popülasyon temelli kohort çalışmasında, DAU' lerinin ilk 12 ay içinde %5 olan mortalite oranının takip eden 5 yıl içerisinde %42' ye yükseldiği gösterilmiştir. Ayakta geçirilmiş ülserasyon öyküsü olan diyabetik bireyler ülserasyonun tekrarlama olasılığı bakımından oldukça yüksek bir risk altındadırlar. Bu bireylerin %20-58' inde yara iyileşmesini takip eden bir yıl içinde yeniden ülser görülme olasılığı oldukça yüksektir. Ek olarak, bu hasta grubu kontralateral uzuvda da artan olası ülserasyon, enfeksiyon ve amputasyona riskine karşı daha savunmasızdır (95). Bu nedenle DM' li bireylerde ayağın sık sık değerlendirilerek ülser riski taşıyan hastaların belirlenmesi oldukça önemlidir. Ülser lezyonlarının değerlendirilmesinde nöropati, iskemi, doku kaybının derinliği, yeri ve enfeksiyonun derecesi gibi farklı alt parametreleri içeren pek çok yara sınıflandırma sistemi bulunmaktadır. En çok kullanılan sınıflandırma sistemlerinden biri ülserasyonun derinliği, kangren varlığı ve doku nekrozu seviyesini dikkate alan altı dereceli Wagner-Meggitt sınıflandırma sistemidir (8) (Tablo 2.1.).

Tablo 2.1. Meggit sınıflandırma sistemi

Seviye	Ayak Lezyonu
0	Açık lezyon ya da selülit yok
1	Yüzeyel Ülser
2	Yumuşak doku ve tendonları da içine alan derin ülser
3	Apse, osteomyelit ve eklem sepsisiyle birlikte olan derin ülser
4	Ön ayak ya da topukta görülen lokal kangren
5	Kangrenin tüm ayağa yayılması

d. Osteomyelitis

Diyabetik ayak ülserasyonları, ayak enfeksiyonları için iyi bilinen bir risk faktörüdür. DAU'ların yarısından fazlasında deri ve deri altı dokular, fasya, kas, tendon, eklem ve kemik dokuyu etkileyebilecek diyabetik ayak osteomyeliti görülebilir. DM' li bireylerde yıllık ortalama diyabetik ayak osteomyeliti görülme insidansı yaklaşık %5-6'dır. Bu bireylerde enfeksiyonun tedavisi için uzun süreli antibiyotik kullanımı veya enfekte dokunun eksize edilmesi gerekebilir. Lezyon alanı 2 cm²'den büyük ya da kemik/eklem yapılarının gözle görünür olduğu açık ülserasyonlarda enfeksiyon görülme sıklığı fazladır. DM' li hastalar, diyabetik olmayan bireylere kıyasla yaklaşık 4-9,5 kat daha fazla enfeksiyon riskine sahiptir. DM' li bireylerde görülen yüksek enfeksiyon oranını açıklayabilecek birkaç faktör vardır. DPN' si olan diyabetik bireyler duyu kaybı ve düşük ağrı algısı nedeniyle enfeksiyon bulgularını farketmede sağlıklı bireylere kıyasla geç kaldıkları için tedavi erişiminde sorun yaşarlar. Ek olarak, DM' li bireylerde görülen mikro/makrovasküler komplikasyonlar tedavide kullanılan antibiyotiklerin doku penetrasyonlarını bozduğu için enfeksiyon bulgularının gerilemesini geciktirir (94).

e. Amputasyon

Alt ekstremitte amputasyonu, alt ekstremitenin mevcut patolojik duruma bağlı olarak planlanan seviyeden eksize edilmesi sonucu hasarlı kemik ve yumuşak doku yapılarının cerrahi olarak çıkarılması işlemi olarak tanımlanır. Alt ekstremitte amputasyonları, genel olarak ayak bileği distalinden planlanan ve parsiyel ayak amputasyonlarını içeren minör amputasyonlar ile ayak bileği eklemi proksimalinden gerçekleştirilen major amputasyonlar olmak üzere 2 ana gruba ayrılır (96).

Tüm amputasyonların %65-70'i DM'li hastalarda yapıldığından, DM ve komplikasyonları travmatik olmayan alt ekstremitte amputasyonlarının en yaygın nedenini oluşturur. Diyabet tanısı alan her dört kişiden birinde diyabetik ayak problemleri gelişmekte ve dünya çapında her 30 saniyede bir diyabete bağlı amputasyonlar yapılmaktadır. DM'li bireyler hayat boyu yüksek oranda diyabetik ayak komplikasyonları geliştirme riski taşırlar; hastalarda görülen ayak ülserlerinin yaklaşık %60-80'i iyileşirken, %10-15'i bir ilerleme kaydetmeyerek %5-24 oranında amputasyonla sonuçlanır. Lin ve ark. tarafından yapılan meta-analiz çalışmasında

aktif ülserasyonu bulunan diyabetik bireylerde erkek cinsiyet, sigara öyküsü, geçirilmiş ayak ülseri öyküsü, osteomyelit, kangren, düşük vücut kütle indeksi ve yüksek lökosit sayısı alt ekstremitte amputasyonu için önemli risk faktörleri olarak tanımlanmıştır (97).

İyileşmeyen ayak ülserleri, DPN' li hastalarda görülen alt ekstremitte amputasyonlarının en önemli nedenidir ve DM' li bireylerin yaklaşık %85'inde görülmektedir. Adler ve ark. geçirilmiş ayak ülseri öyküsü olan diyabetik hastalarda tekrar eden alt ekstremitte ülserlerinin amputasyon riskini arttırdığını belirtmişlerdir. Yine aynı çalışmada amputasyon öyküsü olan bireylerin reamputasyon riskinin de arttığı gösterilmiştir (98). DM' li alt ekstremitte amputelerinin çoğunluğunun yaşlı olması ve diyabete ek birçok komorbid hastalığa sahip olmaları nedeniyle bu bireyler yüksek mortalite oranlarına sahiptir. Amputasyonu takip eden 1 yıllık süre içerisindeki mortalite oranları minör amputasyonlar için %22 iken bu oran major amputasyonlar sonrası %52' ye yükselmektedir (97). Diyabetik ayak problemi olan hastalarda amputasyon kararı komorbid faktörlerin varlığı, doppler ultrasonografi bulguları, diğer görüntüleme yöntemleri ve yapılan klinik muayenenin sonuçlarına göre alınır. Erken veya iyi planlanmamış amputasyonlar morbidite artışı, iş gücü kaybı ve yüksek sağlık maliyetine yol açarken, gecikmiş amputasyon kararı artan majör amputasyon riskine ve uzamış tedavi süreçlerine neden olabilir (99). Diyabetik alt ekstremitte amputasyonları genellikle konservatif tedavinin başarısız olması ya da diyabetin önlenemeyen bir sonucu olarak kabul edilir. Hastalar genellikle amputasyonu üretkenliğin kaybına neden olan engellilik durumunun başlangıcı olarak görür fakat aslında amputasyon; ülserli, enfekte ve dayanılmaz derecede ağrılı bir ekstremitte nedeniyle immobil kalan hasta için toplumsal yaşama dönüşü imkan sağlayan cerrahi bir prosedür olarak görülmelidir (100).

Alt ekstremitte amputasyonu, günlük yaşam aktivitelerini ve dengeyi olumsuz etkileyen, sosyal, ekonomik, psikolojik ve mesleki yüklere yol açan yaygın katastrofik bir durumdur. Protez kullanımının yaygınlaşması ve protez rehabilitasyonunda görülen gelişmeler sayesinde hastaların yaşam kalitelerinin yükseltilmesi, fonksiyonel kısıtlılıkların azaltılarak sosyal hayata, eski veya yeni işlerine dönmelerinin sağlanması mümkündür. Amputeler protez ile fonksiyonel bağımsızlıklarını geri kazandıkça özgüvenleri artar, sosyal uyumları ve yaşam kaliteleri olumlu olarak

etkilenir. Ancak amputasyonun nedeni ve seviyesi, protez kullanım süresi, protez tasarımı, eşlik eden hastalıklar, güdük ağrısı, fantom hissi ve ağrısı ile psikososyal durum (korku, motivasyon ve destek eksikliği) gibi çeşitli faktörler protez uyumunu ve rehabilitasyonun başarısını etkileyebilir. Bu nedenle alt ekstremitte amputelerinde fonksiyonel durum, denge ve günlük yaşam aktivitelerini etkileyen faktörlerin belirlenmesi büyük önem taşımaktadır (101, 102).

2.7.5. Transtibial Alt Ekstremitte Amputelerinde Proprioseptif Kayıp

Kas-iskelet sisteminde bozulma ve bu dokuları inerve eden mekanoreseptörlerin yıkımı veya tahribatına neden olan geçirilmiş alt ekstremitte amputasyonu sonrasında, ampute uzuvda beklenen yumuşak doku, kemik ve duyuşal reseptörlerin kaybı sonucu, bu bireylerin çevrelerini algılama biçimleri değişmektedir. Sensorimotor fonksiyonlarda görev alan yapıların kaybı hem duyuşal hem de işlevsel becerilerde yetersizlikle sonuçlanır. Transtibial amputelerde ayak bileği eklemine ait proprioseptif afferent girdinin ve plantar duyunun kaybı yürüme, denge ve postüral kontrolün sağlanmasında zorluklara neden olur (9, 103). Anatomik ayak bileği eklemının kaybı sonucu bireyin fonksiyonelliğinin devam ettirilmesinde kalan vücut bölümlerinin duyuşal işlevlerini çok daha önemli bir hale getirmektedir. Ancak alt ekstremitte amputelerinde amputasyon sonrası rezidüel uzuvda proprioseptif bozuklukların görülmesi muhtemeldir. Travmatik amputelerde, travma ve/veya ameliyat sırasında görülen faktörlere bağlı olarak mekanoreseptörlerin hasarı sonucu diz eklem proprioseptiyonunda kayıp olabileceği bildirilmiştir (104). Diz eklemi mekanoreseptörleri aracılığıyla sağlanan diz eklemi proprioseptiyonu, eklem çevresindeki kasların doğru modülasyonu ve aktivasyonu için gereklidir. Bu sayede diz eklem pozisyonu ve eklem hareketinin yeterli nöromüsküler kontrolü sağlanarak hedeflenen motor hareket başarıyla tamamlanır. Proprioseptif keskinlik azaldığında, fonksiyonel aktiviteler ancak kasların modülasyonu ve aktivasyonundaki azalmayı telafi edecek yeterli kas gücü varsa korunabilir. Bu durum, motor hareketlerin hem proprioseptif kayıp hem de kas zayıflığı varlığında daha güçlü bir şekilde etkilenebileceği anlamına gelir (105).

Vasküler kökenli amputasyonlarda görülen sistemik tutulum kalan uzuvda sensorimotor fonksiyonu olumsuz olarak etkileyebilmektedir. Özellikle DPN'ye bağlı

sekonder komplikasyonlar sonucu alt ekstremitte amputasyonu geçiren diyabetik bireylerde, mevcut somatosensoriyal duyu kaybına ek olarak proprioseptif reseptörlerden zengin vücut kısımlarının kaybı ile proteze uyum ve protezi kullanma becerilerinin daha düşük olması ve daha fazla oranda denge kaybı görülmesi muhtemeldir (10). Bununla birlikte kalan uzvun proprioseptif fonksiyonunun denge aktivitesine olan katkısı net değildir. Transtibial amputeler, cerrahi sonrasında somatosensoriyel sistemlerinin önemli bir bölümünü kaybetmiş olsalar da, duysal yeniden ağırlıklandırma teorisine göre beyin, fiziksel performansı iyileştirmek için görsel ve vestibüler duysal bilgileri kullanabilirler. Ancak transtibial amputelerde gözler kapalı olarak protezli taraf üzerinde ayakta durmanın zorluğu, kalan uzvudaki duysal adaptasyonların somatosensoriyal duyu kaybını telafi etmekte yetersiz kaldığını düşündürmektedir (104).

2.7.6. Eklem Pozisyon Hissi

Motor kontrol için propriosepsiyonun önemi göz önüne alındığında, proprioseptif duyunun ayrıntılı bir şekilde değerlendirilmesi ve proprioseptif duyunun eğitime odaklanan tedavi yaklaşımlarının uygulanması, motor fonksiyonun eski haline getirilmesi için önemlidir. Propriosepsiyon, klinik uygulamada spesifik ve non-spesifik testler kullanılarak ölçülebilir.

Spesifik Propriosepsiyon Testleri; eklem pozisyon hissi ve kinestezi ile ilgili olarak bireyin durumunu değerlendirir.

- Eklem konumu algılama testleri, eklemi önceden belirlenmiş bir hedef açıda yeniden konumlandırmadaki kesinliği veya doğruluğu değerlendirir. Aktif (konum eşleştirme görevi, konum kopyalama görevi) ya da pasif (başparmak bulma testi, çift eklem konum testi) eklem konumunu algılama başarısı değerlendirilerek ölçülebilir.
- Kinestezi testleri, eklem hareketini algılama yeteneğini değerlendirir. Propriosepsiyonun algısal yönünü değerlendirmek için psikofiziksel eşikler altın standart olarak kabul edilir. Genellikle pasif olarak uygulanan bu testlerle pasif hareketi algılama eşiği ve pasif hareketin yönünü ayırma becerisi (distal propriosepsiyon testi, Rivermead Somatosensoriyel Algı Değerlendirmesi) kullanılarak ölçülebilir.

Non-Spesifik Proprioepsiyon Testleri; propriyoseptif sinyallerin denge kontrolüne katkısını belirlemek ve potansiyel propriyoseptif bozuklukları öngörebilmek için fonksiyonel denge testleri kullanılabilir. Bu testler tüm vücut ile diğer duyuşal ve motor işlevleri içermeleri nedeniyle spesifik olmayan propriyosepsiyon testleri olarak kabul edilirler. Denge testleri, gözler açık/kapalı olarak tek/çift alt ekstremite üzerinde duruş esnasında belirlenen destek yüzey genişliklerinde ve pertürbasyonlu/pertürbasyonsuz zemin özellikleri gibi koşulların farklı kombinasyonlarını kullanarak propriyoseptif duyuyu test etmek amacıyla kullanılabilir. Proprioseptif sistemin günlük yaşamda gerçekleştirilen birçok aktivitenin performansına olan katkısını göstermesi bakımından stereognozi ve motor fonksiyon testleri oldukça önemlidir (2).

2.7.7. Denge

Denge, planlanan aktiviteyle uyumlu olarak postüral adaptasyonlar tarafından oluşturulan ve bulunulan dış ortama göre şekillendirilen vücut pozisyonunun sürdürülmesini sağlayan kompleks bir yönelim ve postüral kararlılık algısıdır. Postüral kontrolün devamlılığı, kognitif süreçler ve vestibüler, propriyoseptif ve görsel sistemler gibi çoklu fizyolojik sistemlerin entegrasyonunu gerektiren uygun zamanlı ve ölçekli motor yanıtlar aracılığıyla sağlanır (84).

Postüral kontrol ile statik ve dinamik denge aktiviteleri sırasında gravite merkezinin destek yüzeyi üzerinde tutulması amaçlanır. Dış ortamdan gelen uyarıların şiddetine bağlı olarak ağırlık merkezini yeniden konumlandırmak için 3 farklı postüral strateji kullanılır. Ayak bileği stratejisi tipik olarak yavaş veya küçük salınımlara yanıt olarak ortaya çıkar ve distalden proksimale doğru ilerleyen kas aktivasyonunu içerir. Kalça stratejisi daha büyük ve daha hızlı postüral salınımlar sırasında kullanılır. Son olarak adım atma stratejisi, ağırlık merkezini hızlı adımlamalarla destek yüzeyi üzerinde yeniden konumlandırır (106).

Postüral instabilite, ayakta duruş, farklı motor aktiviteler ya da pertürbasyon gibi zorlu statik ve dinamik koşullar altında dengenin sağlanamamasıdır (107). DM' li bireylerde görülen kronik hiperglisemi bir grup metabolik etkileşimi uyarak somatosensoriyal, vizüel ve vestibüler sistem yapılarını etkileyen değişikliklere neden olabilir (84). DPN' ye bağlı olarak gelişen somatosensoriyal hasar dış ortamdan gelen

uyaruların algılanmasında sorunlara, eklem pozisyon hissinde azalmaya ve kas kuvvet kaybına neden olarak düşme kazalarına yol açabilir (108). Sağlıklı bireylerde plantar kutanöz duyu ve alt ekstremite proprioseptif girdileri, ayak-ayak bileği reflekslerini indükleyerek postüral stratejiye yönelik gerekli diğer otomatik postüral yanıtların tetiklenmesine yardımcı olur. DPN' li bireylerde azalan plantar kutanöz ve proprioseptif duyular, ayak-ayak bileği ve adım stratejileri gibi denge tepkilerinin doğruluğunu ve etkinliğini azaltarak denge kaybına neden olur (109). Bu nedenle, DPN' li bireyler düşme ve bunun yaşamı tehdit eden sonuçları açısından sıklıkla yüksek risk altındadır. Ayrıca bu bireylerde ayak ülserasyonları, kısmi ayak amputasyonları ve transtibial amputasyonlar gibi alt ekstremite problemleri de mevcut denge kaybını daha da şiddetlendirebilir (84).

Diyabetin komplikasyonlarına sekonder olarak planlanan vasküler amputasyonlar, alt ekstremite amputasyonlarının en sık görülen nedenleri arasındadır ve sıklıkla transtibial seviyeden yapılır (110). Transtibial amputasyonda eksize edilen eklem ve kasların yerini protez bileşenlerin alması sebebiyle ampute tarafta eklem hareketliliği ve kas gücünün azalması beklenir (106). Ayrıca kas, tendon ve derideki mekanoreseptörlerin kaybı; vestibüler, görsel ve somatosensoryel düzenleme sistemlerinden elde edilen bilgilerin entegrasyonundan sorumlu proprioseptif mekanizmaların da kaybına neden olur (101). Özellikle DPN kaynaklı distal sensori-motor tutuluma ek olarak amputasyona bağlı ayak-ayak bileği kompleksinin kaybı sonucu diyabetik amputelerde dengenin daha fazla olumsuz etkilenmesi beklenir.

Yapılan çalışmalarda DPN' li bireylerde alt ekstremite amputasyonlarını takiben düşme ve düşmeye bağlı yaralanma riskinin oldukça yüksek olduğunu görülmüştür (111). Düşme kazaları, düşme korkusu, sosyal geri çekilme, kırıklar, ciddi yaralanmalar, uzamış hastanede kalış süresi ve hatta ölüm gibi birçok farklı komplikasyona neden olabilmektedir. Bu nedenle diyabetik alt ekstremite amputelerinde dengenin değerlendirilerek olası düşme riskinin belirlenmesi oldukça önemlidir (60).

Postüral kontrol sistemini anlamak ve dengeyi değerlendirmek için kullanılan yöntemler zaman içinde farklılaşmıştır. Yapılan ilk çalışmalarda denge kaybının bir göstergesi olarak postüral salınımda görülen anormalilere odaklanılmışken, takip eden çalışmalarda farklı koşullar altında postüral salınımda görülen osilasyonların daha

karmaşık laboratuvar testleri kullanılarak değerlendirildiği görülür. Ana değerlendirme yöntemleri basitten karmaşığa doğru olarak aşağıdaki yöntemleri içerir:

- 1) Düşme korkusunu ölçmek ve denge özgüvenini değerlendirmek amacıyla Aktiviteye Spesifik Denge Güvenlik Skası, Uluslararası Düşme Etkinlik ölçeği, Modifiye Düşme Etkinlik Ölçeği, STRATIFY Risk Belirleme Aracı ve Düşme Korkusu Kaçınma Davranışı Anketi gibi düşme riski değerlendirme ölçekleri kullanılabilir. Ancak bu ölçekler tek başlarına düşme riskini tahmin etmede çok güvenilir değildir, bu nedenle iki veya daha fazla ölçeğin kombinasyonunun kullanılması önerilir (112).
- 2) Fonksiyonel denge testlerinde genellikle belirlenen bir dizi motor görev performansını 3-5 puanlık bir ölçekte değerlendirilir veya katılımcının belirli bir duruşta dengeyi ne kadar süre koruyabildiğini ölçmek için bir kronometre kullanır (113). Bu amaçla Tek Ayak Üzerinde Durma Testi, Romberg Testi, Fonksiyonel Uzanma Testi, Berg Denge Testi, Tinetti Denge ve Yürüme Testi, Modifiye Edilmiş Houghton Skalası ve Dört Adım Kare Testi amputelerde sıkça kullanılmaktadır (114, 115). Klinik kullanımının kolay olması nedeniyle sıkça tercih edilen bu yöntemler oldukça öznel ve hatalara açıktır. Fonksiyonel denge değerlendirme testleri, denge kaybı ve/veya ilişkili disabilitenin varlığını belirlemede çok başarılıdır ancak instabiliteye neden olan küçük değişiklikleri saptamada ve denge kaybına neden olan patolojinin hangi fonksiyonel seviyeden kaynaklandığını belirlemede yetersizdir. Bu nedenle, riskli grupların belirlenmesinde fonksiyonel denge değerlendirmelerinin kullanılması önerilirken mevcut patolojik durumun daha kapsamlı bir şekilde ortaya konulabilmesi için daha objektif bir değerlendirme yönteminin kullanılması tavsiye edilmektedir (116).
- 3) Fizyolojik değerlendirmeler, bireyin postüral salınımlarında görülen değişimleri ağırlık merkezinin yerdeğiştirme miktarının hesaplanması yoluyla doğrudan ya da basınç merkezinin hareketinin hesaplanması yoluyla dolaylı olarak dengeyi değerlendirebilir. Bu analiz yöntemiyle postüral stabilitenin sağlanmasından sorumlu olan duyuşal, motor ve efektör organ bileşenlerinin tümü değerlendirilebilir. Potansiyometrik Deplasman Transüderi, Mekanik Ataksi Sayacı, Salınım Magnetometresi, Çok Sensörlü Polimer Tabanlılık, Dengenin

Üç Boyutlu Video Analizi, Kuvvet Platformları, Kas Elektrotu ve Statik Postürografi yöntemleri dengeyi statik koşullar altında değerlendirirken, Dinamik Kuvvet Platformu ve Dinamik Postürografi yöntemleri ise dinamik koşullar altında değerlendirir. Fizyolojik değerlendirmelerde ağırlık merkezinin konumunda görülen değişiklikleri kaydetmek daha doğru ve objektif bir yöntem olmasına rağmen karmaşık, pahalı ve zaman alıcı olması nedeniyle pratik değildir (116).

DM' li bireylerde DPN' ye bağlı olarak gelişen duyu kayıpları, azalmış alt ekstremite kas kuvveti ve merkezi sinir sisteminde görülen değişimler bu vaka grubunda sık görülen denge kayıplarına katkıda bulunur. Ek olarak, DPN' li bireylerde postüral kontrol sistemi statik koşullar altında görülen bozuklukları telafi edebilirken, dinamik koşullar altında bu telafi genellikle ya gecikir ya da yetersiz kalır. Bu nedenle bu vaka grubunda günlük aktivitelerinde sıklıkla kullanılan ve düşme riskini artıran merdiven veya eğimli yüzeyler gibi farklı ortamlarda dengenin değerlendirilmesi bu popülasyonda düşmelerin önlenmesi açısından önemlidir (117, 118).

Amputasyonu takip eden dönemde amputasyon nedeni ile ilişkili olarak protezlerin işlevsel olarak kullanılmasında farklılıklar ortaya çıkabilmektedir. Dünyada ve ülkemizde amputasyon nedenleri açısından ilk sırada yer alan diyabetin amputelerde yarattığı etkilere yönelik olarak yapılan çalışmaların yetersiz olduğu görülmektedir. Literatürde amputelerde propriyoseptif duyunun değerlendirilmesi amacıyla yapılan çalışmalarda genellikle travmatik transtibial amputeler tercih edilip (1, 11, 59, 60, 104), diyabetik amputelerde eklem pozisyon hissini protez uyumu, denge ve fonksiyonel kapasite gibi parametreler üzerine olan etkilerini somut bir şekilde ortaya koymayı amaçlayan bir çalışmaya da rastlanmamıştır. Bu çalışma ile diyabetik alt ekstremite amputelerinde eklem pozisyon hissinde görülen değişikliklerin tespit edilmesi ile pozisyon hissini proteze uyum, denge ve fonksiyonel performans üzerine olan etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır.

3. BİREYLER ve YÖNTEM

Alt ekstremitte amputasyonu olan diyabetik polinöropatili bireylerde eklem pozisyon hissini proteze uyum, denge ve fonksiyonel performans üzerine olan etkisinin incelenmesini amaçlayan bu prospektif randomize kontrollü çalışma Eylül 2022–Haziran 2023 tarihleri arasında Hacettepe Üniversitesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Fakültesi Protez ve Biyomekanik Ünitesi ile Bilim Ortez-Protez Uygulama Merkezinde yürütüldü. Çalışma için gerekli olan etik kurul izni Hacettepe Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu’nda GO 21/1101 kayıt numarası ile alındı (Ek -1).

3.1. Bireyler

Bu çalışmanın güç analizi, yapılan pilot çalışmadan elde edilen ortalama değerler üzerinden “G-Power 3” kullanılarak hesaplandı. 30° de protezsiz olarak değerlendirilen diz eklem propriosepsiyonuna ait ortalama ve standart sapma değerlerinde görülen değişimler üzerinden etki büyüklüğü 0,84 olarak belirlendi. %85 güç ve 0,05 alfa anlamlılık seviyesinde toplam örneklem büyüklüğünün en az 28 kişi olduğu belirlendi. Çalışmaya DPN’ye bağlı amputasyon cerrahisi geçiren 18 birey ve travma nedenli transtibial amputasyon geçiren 22 birey olmak üzere toplam 40 unilateral transtibial amputasyonlu birey katılım sağladı. Bireyler dahil edilme ve dışlama kriterleri kapsamında değerlendirilerek çalışma grubuna 14 DPN’ye bağlı transtibial ampute, kontrol grubuna ise çalışma grubu ile benzer demografik özellik gösteren 14 transtibial ampute dahil edildi (Şekil 3.1). Bireyler çalışma ile ilgili bilgilendirildikten sonra imzalı aydınlatılmış onam formu alındı.

Çalışmaya dahil edilme kriterleri:

Çalışma Grubu için;

1. Diyabetik polinöropatiye bağlı unilateral transtibial amputasyon cerrahisi olan
2. 40-65 yaş aralığında
3. Protez ile rehabilitasyonu tamamlanmış
4. En az 1 yıldır protez kullanan

5. Standart güdük uzunluğu olan
6. Fantom hissi ve ağrısı olmayan
7. En az 10 m bağımsız yürüyebilen
8. Gross alt ekstremite kas kuvveti orta veya üstünde olan
9. Kognitif ve mental problemi olmayan
10. Diyabete ait nefropati, retinopati, aktif ülserasyon vb. sekonder komplikasyonları olmayan
11. Araştırmaya gönüllü olarak katılmayı kabul eden
12. Eş zamanlı yürütülen başka bir çalışmada yer almayan bireyler olarak,

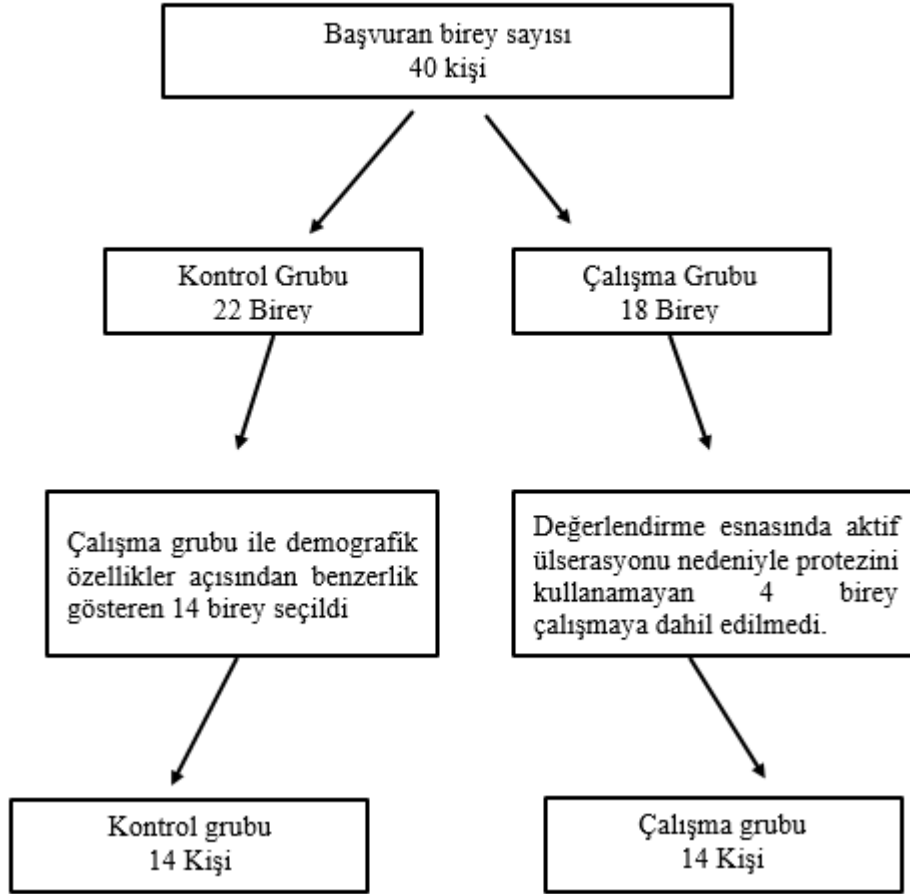
Kontrol Grubu için;

1. Travmaya bağlı unilateral transtibial amputasyon cerrahisi olan
2. 40-65 yaş aralığında
3. Protez ile rehabilitasyonu tamamlanmış
4. En az 1 yıldır protez kullanan
5. Standart güdük uzunluğu olan
6. Fantom hissi ve ağrısı olmayan
7. En az 10 m bağımsız yürüyebilen
8. Gross alt ekstremite kas kuvveti en az orta düzeyde olan
9. Kognitif ve mental problemlerinin olmaması
10. Araştırmaya gönüllü olarak katılmayı kabul eden
11. Eş zamanlı yürütülen başka bir çalışmada yer almayan bireyler olarak belirlendi.

Çalışma ve Kontrol grubunun çalışmaya dahil edilmeme kriterleri;

1. Diz ekleminde osteoartiküler deformitesi bulunan
4. Amputasyon nedeni dışında ortopedik veya nörolojik bir hastalığa sahip olan
5. Önemli ve düzeltilemeyecek vizüel defisite sahip olan
6. Vücut kütle indeksi (VKİ) > 30 kg/m² 'den büyük olan
8. Testlerin herhangi birinin yapılmasını engelleyen bir yetersizliği olan
9. Kanser hikayesi olan ve kemoterapi alan bireyler olarak belirlendi.

Katılımcılar çalışmayı sürdürmek istememe durumunda çalışma dışı bırakıldı. Çalışmayı sürdüren bireyler testleri tamamlandıktan sonra çalışma tamamlandı ve elde edilen sonuçlar analiz edildi.



Şekil 3.1. Hasta akış şeması

3.2. Yöntem

Çalışmada transtibial amputasyonlu bireylerin sosyo-demografik özellikleri (yaş, cinsiyet, boy, kilo, meslek, eğitim düzeyi vb.), amputasyon tarihi, kullanılan protez sayısı, kaç yıldır protez kullanıldığı, günlük protez kullanım süresi ve protez tipi gibi amputasyon ve proteze ilişkin bilgiler kayıt altına alındı. Özgeçmiş, soygeçmiş, kullanılan ilaçlar ve tüm katılımcıların son 1 yıl içindeki düşme hikayesi kaydedildi. Çalışma grubunda ek olarak diyabet tipi, süresi ve DPN semptomlarının süresi gibi hastalığa ilişkin bilgiler sorgulandı. Bu bilgiler alındıktan sonra çalışmaya

katılması uygun görülen bütün bireylere aynı fizyoterapist tarafından aşağıdaki değerlendirmeler yapıldı.

3.2.1. Demografik Bilgiler

Hastaların demografik bilgileri (cinsiyet, yaş, boy, kilo, VKİ, meslek ve eğitim düzeyi), özgeçmiş, soygeçmişleri ile kullanılan ilaçlar kaydedildi (Ek. 3).

3.2.2. Amputasyon ve Protez Kullanımına İlişkin Bilgiler

Amputasyon tarihi, kaçınıcı protezini kullandığı, kaç yıldır protez kullandığı, günlük protez kullanım süresi ve protez özellikleri (soket tipi, süspansiyon tip, ayak tipi, protez tipi) gibi amputasyon ve protez ile ilişkili bilgiler kaydedildi. Buna ek olarak çalışma grubuna diyabet tipi, süresi ve DPN semptomlarının süresi gibi diyabet ve diyabetik polinöropatiye ilişkin ek sorular yönlendirilerek sonuçlar değerlendirme formuna kaydedildi (Ek.3).

3.2.3. Düşme Hikayesi

Tüm katılımcıların son 1 yıl içerisindeki düşme sayısı sorularak not edildi (119) (Ek.3).

3.2.4. Ayak Değerlendirmesi:

Sağlam ayağın görünümü, ısısı, rengi, nasır oluşumu, topukta çatlama, kızarıklık, ülserasyon, ödem, deformite varlığı inspeksiyon ve palpasyonla değerlendirilerek sonuçlar kaydedildi (Ek.3). Aktif ülserasyonu bulunan olgular çalışmaya dahil edilmedi.

3.2.5. Antropometrik Ölçümler

Alt ekstremitte uzunluğu sağlam ekstremitede yatar pozisyonda, spina iliaca anterior superior ile medial malleol arasındaki mesafe mezura ile ölçülerek santimetre cinsinden kaydedildi. Sağlam alt ekstremiteden uyluk ve bacak uzunlukları kaydedildi. Uyluk uzunluğu kişi yatak kenarından sarkacak şekilde otururken trokanter major ve

patellanın proksimal kenarı arasındaki uzaklık ölçülerek hesaplandı. Bacak uzunluğu için kişi ayakta dururken tibial plato ve yer arasındaki mesafe kaydedildi (120).

Ampute taraf için kalan ekstremitte uzunluğu ölçümü trokanter major ve güdük ucu arasındaki mesafe yatar pozisyonda mezura ile ölçülerek santimetre cinsinden kaydedildi. Kalan uzuv yüzdesi, kalan ekstremitte uzunluğunun alt ekstremitte uzunluğuna bölünmesiyle hesaplandı.

$$\text{Kalan uzuv yüzdesi (\%)} = \frac{\text{Kalan ekstremitte uzunluğu (cm)}}{\text{Alt ekstremitte uzunluğu (cm)}} \times 100$$

Güdük uzunluğu medial tibial plato ile güdük distali arası mesafe ölçülerek santimetre cinsinden kaydedildi. Ghazali ve arkadaşlarının çalışmasında diz altı amputeler için optimal güdük uzunluğunun en az 12,5 cm olduğu belirtilmiştir (121). Boy uzunluğu mezura kullanılarak yapıldı ve metre cinsinden ölçüldü.

Vücut ağırlığı ölçümü sırasında kişi ayakkabıları, üzerindeki mont/ceket gibi ağır kıyafetlerini çıkardıktan sonra dijital baskülde tartılıp çıkan sonuç kilogram cinsinden kaydedildi. Bireyin kullandığı protez çıkarılıp ayrı olarak tartılarak çıkan sonuç kilogram cinsinden kaydedildi. Bireylerin proteziyle birlikte elde edilen tartım sonucundan protezinin tartım sonucu çıkarılarak net vücut ağırlığı hesaplandı. Katılımcıların VKİ, Amputee Coalition'ın amputeler için oluşturduğu formüle göre hesaplandı. Bunun için öncelikle tahmini vücut ağırlığı (TME) değeri bulundu. Amputasyon seviyesine göre diz altı amputasyonları için belirlenen %3,26 kayıp uzvun toplam vücut ağırlığına göre tahmini yüzdesi olarak kullanıldı (122) (Tablo 3.1.)

$$TME = \frac{\text{Protezsiz vücut ağırlığı}}{1 - \text{Kayıp uzvun toplam vücut ağırlığına yüzdelik oranı}}$$

Tablo 3.1. Kayıp uzvun toplam vücut ağırlığına göre tahmini yüzde değerleri

Amputasyon seviyesi	Kayıp uzvun toplam vücut ağırlığına göre tahmini yüzdesi
Ayak	1,30
Diz altı	3,26
Diz üstü	9,96
Hemipelvektomi	11,83
Kalça dezartikülasyonu	
Omuz dezartikülasyonu	5,00
Dirsek üstü	3,55
Dirsek altı	1,45
El	0,70

Daha sonra Amputee Coalition tarafından oluşturulan aşağıdaki formül kullanılarak amputeler için tahmini VKİ hesaplandı (122) (Ek.3).

$$VKİ = \frac{TME \text{ (kg)}}{(\text{Boy uzunluğu})^2 \text{ (m)}^2}$$

Protezli Tarafa Ağırlık Aktarma Yüzdesi:

Çalışmaya katılan bireylerin protezli tarafa ağırlık aktarma yüzdesi, L.A.S.A.R Posture cihazı kullanılarak Gruendel ağırlık taşıma metodu ile hesaplandı. Katılımcıların toplam ağırlığı (Total body weight- TBW) belirlendikten sonra bir ayakları ölçüm yapılacak plağın üzerinde diğer ayakları eşit yükseklikteki platform üzerinde olacak şekilde 3 dakika boyunca ayakta durmaları istendi. Üç dakika içinde her dakika sonunda maksimal ve minimal değerler toplanıp, ikiye bölünerek ampute tarafta taşınan ortalama ağırlık (M1) miktarı bulundu. Ampute taraf ile taşınan toplam vücut ağırlığı yüzdesi; $M1/TBW \times 100$ formülüyle hesaplandı (123) (Ek.3).

Eklem Hareket Açıklıklarının Değerlendirmesi:

Kalça, diz, ayak bileği eklemleri eklem hareket açıklıkları universal gonyometre ile değerlendirildi (124). Değerlendirme öncelikle pasif olarak yapıldı ve limitasyon olduğu durumda universal gonyometre ile ölçüm yapıldı (Ek.3).

Kas Kuvveti Değerlendirmesi:

M. Gluteus Maximus, M. Gluteus Medius, Adduktör grup kasları, İnternal ve Eksternal rotatörler, Hamstring kasları, M. Quadriceps Femoris, M. Gastrocnemius, M. Soleus, M. Tibialis Anterior, M. Tibialis Posterior, M. Peroneus Longus ve Brevis, Parmak fleksörleri, ekstansörleri, abduktör ve adduktör kasları Dr. Lovett'in manuel kas testi (125) ile değerlendirildi (Ek.3).

Ağrı Değerlendirmesi:

Çalışmaya katılan bireylerin fantom hissi, fantom ağrısı ve güdük ağrısının varlığı sorgulandı. Ağrı varlığı durumunda ağrı şiddetini değerlendirmek amacıyla 10 santimetre uzunluğunda yatay bir çizgi üzerinde 0: ağrı yok, 10: dayanılamayacak şiddette ağrıyı ifade eden "Görsel Analog Skalası" (GAS) kullanıldı (Ek.3). Hastanın ağrısını ifade eden değeri işaretlemesi istendi. Çalışma grubunda nöropatik ağrının değerlendirilmesinde Self- Leeds Nöropatik Semptom ve Bulgu Değerlendirme Skalası (S-LANSS) kullanıldı (126). Bu skala hasta tarafından doldurulan ve ağrı semptomlarının çeşitli yönleriyle sorgulandığı 5 soruluk bir ağrı anketi ile allodini ve azalmış iğne hissi gibi klinik bulguları değerlendirmek için hastanın kendi kendine uyguladığı 2 soruluk duyu testini içermektedir. Toplam puanı elde etmek için duyu tanımlamalar ve değerlendirmelerin yanlarında parantez içinde belirtilen puanların toplamı hesaplanarak toplam puan 24 üzerinden değerlendirildi. Toplam puan 12'nin altında ise nöropatik mekanizmaların hastada ağrı oluşmasında ağırlıklı rol oynamadığı, 12'nin üzerinde ise nöropatik mekanizmaların hastanın ağrısında ağırlıklı olarak rol oynadığı düşünüldü (Ek.4).

Duyu Değerlendirilmesi

Periferik sinir harabiyeti nedeniyle oluşan duyu kaybı "Semmes-Weinstein" monofilamentleri (SWM) ile değerlendirildi (127). Klinikte, ülserasyon veya amputasyon açısından yüksek risk altındaki hastaları belirlemek için sıklıkla noninvaziv, düşük maliyetli, hızlı ve uygulaması kolay bir test olarak SWM kullanılır. Test kiti kalınlıkları 1.65'ten 6.65'e kadar değişen numaralarla tanımlanır. Artan numara ile birlikte monofilamentin kalınlığı ve sertliği artarak bükülmesi zorlaşır.

Diyabetik bireylerde koruyucu duyu kaybının tanımına ilişkin genel fikir birliği, 5.07/10 gram SWM' nin algılanamamasıdır. Mevcut klinik tabloya bağlı olarak hastanın basınç hissi eşiğinin tayini için değerlendirmeye monofilament numarası arttırılarak devam edilir. Sessiz ve sakin bir ortamda hastanın gözleri tamamen kapalı iken monofilament cilde dik bir açı ile eğim oluşturacak şekilde 1., 3. ve 5. metatars başları ve distal hallux'un plantar yüzeyine uygulanarak hastaya verilen baskıyı hissedip hissetmediği sorulur. Belirlenen noktalara uygulama süresi 2 saniyedir. Hastadan monofilamentin basıncını evet/hayır olarak yanıtlaması beklenir. Birey tekrarlanan 3 testten 2'sinde monofilament ile verilen baskıyı hissetmiyorsa test alanının duyuarsız olduğu kabul edilir (128) (Tablo 3.2.) (Ek.3).

Tablo 3.2. Semmes-Weinstein monofilament değerleri

Monofilamentin Numarası	Eğmek İçin Uygulanan Kuvvet	Renk	Duyu Durumu
2,83	0,07 gr	Yeşil	Normal
3,61	0,3 gr	Mavi	Hafif dokunma duyusunda azalma
4,31	2 gr	Mor	Koruyucu duyuda azalma
4,56	4 gr	Kırmızı	Koruyucu duyu kaybı
5,07	10 gr	Turuncu	DPN için standart
6,45	180 gr	Pembe	His oldukça azalmıştır
6,65	300 gr	Pembe	His yoktur

Fonksiyonel Performansın Değerlendirilmesi:

Fonksiyonel performansın değerlendirilmesinde İki Dakika Yürüme Testi (2DKYT) kullanıldı. 2DKYT günlük yaşam aktivitelerini gerçekleştirebilme performansının değerlendirilmesi amacıyla klinikte tercih edilen, kolay uygulanabilen, iyi tolere edilebilen ve ucuz bir değerlendirme yöntemi olup, farklı yaş, cinsiyet ve eğitim düzeyine sahip bireylerde uygulanabilen, performansın objektif olarak değerlendirilebildiği güvenilir bir testtir. Bireylerin 30 metre uzunluğundaki bir koridorda 2 dakika süre ile normal yürüyüş hızında yürümesi istendi. Bu süre sonunda yürüme mesafesi hesaplandı. Göğüs ağrısı, tolere edilemeyen dispne, bacak krampları, aşırı yorgunluk, terleme ve solgunluk durumlarında test sonlandırıldı. Çalışma ve

kontrol grubundaki katılımcıların yürünen mesafeleri metre cinsinden kaydedildi. Test iki kez yapıldı ve ortalaması kaydedildi (129) (Ek.3).

Yapay Eklemi Unutabilme Becerisinin Değerlendirilmesi

Tüm katılımcıların yapay eklemlerini unutabilme becerilerini değerlendirmek için Kınıklı ve arkadaşlarının total diz ve kalça artroplastili hastalar için Türkçe versiyon çalışmasını yaptıkları Unutulan Eklem Skoru (UES-12) kullanıldı (130). UES-12, cerrahi sonrası hastaların yapay eklemlerini unutabilme becerisini belirlemek amacıyla çeşitli günlük yaşam aktiviteleri sırasında yapay eklem farkındalığını hasta gözünden sorgulayan bir ölçektir. Alt ekstremitte ampute grubunda da geçerlilik güvenilirlik çalışması yapılan UES-12, 12 soru içermektedir (131). Puanlamasında 5'li likert sistemi kullanılmaktadır (Hiç: 0, Neredeyse hiç: 1, Nadiren: 2, Bazen: 3, Her Zaman: 4). Ankete verilen tüm cevaplar (0; 1; 2; 3; 4) toplanır ve tamamlanan soru sayısına bölünür. Hesaplanan ortalama değer total skorun 0-100 aralığında olması için 25 ile çarpılır. Bulunan sayı 100'den çıkarılır. Yüksek skorlar ampute taraf ve protezin ne kadar (%) unutulabildiğini, yani yapay eklem farkındalığının az olmasını ifade eder (Ek.3).

Protez Kullanımına İlişkin Faktörler ve Proteze Uyum Düzeyinin Belirlenmesi

Amputelerde protez kullanımına ilişkin faktörleri ve proteze uyum düzeyini belirlemek için geliştirilen çok yönlü bir değerlendirme skalası olan Trinity Amputasyon ve Protez Deneyim Ölçeği (Trinity Amputation and Prosthesis Experience Scales-TAPES)'nin Türkçe versiyonu kullanıldı (132). Bu ölçek 2 kısımdan oluşmaktadır; birinci kısım psikososyal uyum, aktivite kısıtlaması ve protez ile memnuniyet alt bölümlerini kapsamaktadır. Psikososyal uyum alt bölümü 5 seviyeli Likert skalası ile skorlanmaktadır. Bu alandan toplam elde edilebilecek skor 5-75 arasında değişmektedir ve yüksek skor uyum seviyesinin daha yüksek olduğunu gösterir. Aktivite kısıtlaması alt bölümü 3 seviyeli Likert skalası ile skorlanmaktadır. Bu alandan elde edilebilecek skor 12- 36 arasında değişmektedir ve yüksek skor aktivite kısıtlamasının yüksek olduğunu gösterir. Protez ile memnuniyet alt bölümü 5 seviyeli Likert skalası ile skorlanmaktadır. Bu alandan elde edilebilecek skor 10- 50

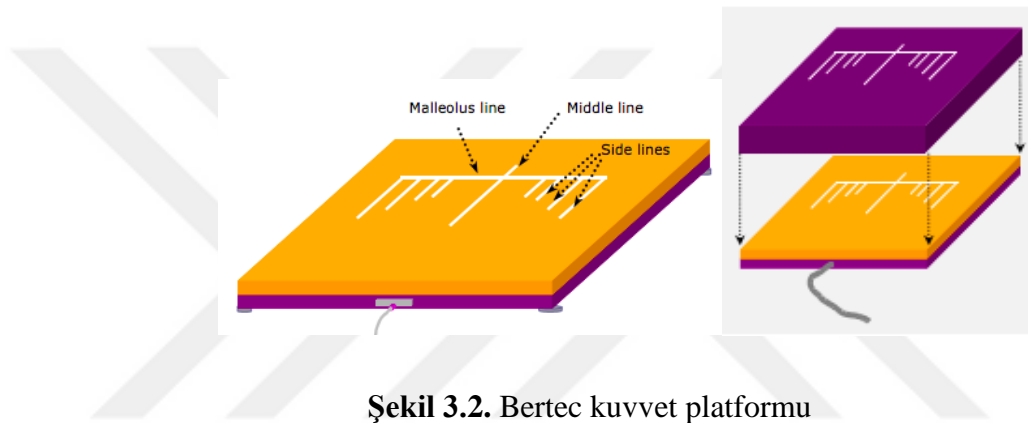
arasında değişmektedir ve yüksek skor protez ile memnuniyetin yüksek olduğunu gösterir. TAPES'nin ikinci kısmında protezin günde ortalama kaç saat giyildiği, genel sağlık durumu ve fiziksel kapasite ile ilgili sorular vardır. Ayrıca fantom ekstremité ağrısı, güdük ağrısı, amputasyonla ilişkili olmayan diğer tıbbi problemleri inceleyen bölümler de bulunmaktadır (Ek.6).

Propriosepsiyonun Değerlendirilmesi:

Diz eklem propriosepsiyonunun değerlendirilmesinde IMU sensörler içeren Xsens DOT (XSENS, Enschede, The Netherlands) kullanıldı. Atalet ölçüm birimi (Inertial Measurement Unit-IMU) içeren sensörler, eklem propriosepsiyonunu değerlendirmek için kullanılan güvenilir bir yöntemdir (133). Xsens DOT, doğru bir 3 boyutlu analiz sağlamak için 3 boyutlu ivme ölçer, jiroskop ve manyetometre içeren sensörlere sahip giyilebilir bir sensör geliştirme platformudur. Xsens DOT sahip olduğu Bluetooth 5.0 kablosuz veri iletimi aracılığıyla, alıcı cihaza gerçek zamanlı 3 boyutlu yönlendirmenin yanı sıra kalibre edilmiş 3 boyutlu ivme, açısal hız ve manyetik alan verilerini sağlayabilir. Sensörün y eksenini dikey olarak yukarı, x eksenini vücudun koronal eksenine paralel ve z eksenini vücudun sagittal eksenine paralel olarak yerleşim gösterir. Ölçüme başlamadan önce IMU sensörler katılımcılara çift taraflı yapışkan bant ile tutturuldu. Diz eklem proprioseptif duyusu katılımcılar destekli bir şekilde hasta yatağı üzerinde otururken ampute tarafta protezli/protezsiz ve sağlam tarafta aşağıda açıklanan yöntem kullanılarak değerlendirildi. Test protokolünü katılımcıya açıklamak amacıyla zemine paralel olacak şekilde tam ekstansiyonda pozisyonlanan diz eklemi fizyoterapist tarafından yavaşça hedef açı değeri olarak belirlenen 30° ve 60°'lik fleksiyon açılarına getirilerek 4 saniye süreyle beklendi. Hastanın test protokolünü anladığından emin olduktan sonra herhangi bir görsel ipucunu önlemek için kişinin gözleri bant yardımı ile kapatılarak değerlendirmeye başlandı. Rastgele seçilen 30° veya 60°'lik açı değerleri için ampute veya sağlam bacaklarda açısı belirlenen fleksiyon hareketinin aktif olarak katılımcı tarafından art arda 3 kez tekrarlanması istendi. Ölçümler arasında 2 dakika dinlenme araları verildi. Hedef açı ile ölçülen açı arasındaki fark hata payı olarak kaydedildi. Katılımcıların proprioseptif duyusu art arda tekrar eden ölçümlerden elde edilen hata paylarının ortalama değeri hesaplanarak belirlendi (Ek.3).

Dengenin Değerlendirilmesi:

Katılımcılar Bertec kuvvet platformunda (Model BP 5050; Bertec Corporation, Columbus, Ohio) değerlendirildi. Sistemde kullanılan platform vertikal kuvvetler ve basınç merkezine ait anlık değişimleri objektif olarak ölçmeyi esas alan üç bileşenli bir yapıdır. Maksimum 220 kilogram ağırlığa kadar ölçüm yapılabilmektedir. Bu platforma ek olarak, yumuşak zeminde denge ölçümünü gerçekleştirebilmek için platform ile aynı büyüklükte sıkıştırılabilir sünger platform yumuşak zemin olarak kullanılır (134) (Şekil 3.2.).



Şekil 3.2. Bertec kuvvet platformu

Katılımcılar ayakları rahat ettikleri destek yüzeyi genişliğinde pozisyonlanarak kuvvet platformu üzerinde ayakta dururken 10 saniye boyunca sabit durmaları istendi. Bu sırada ağırlık merkezinin yer değişimine (postural salınım-postural stabilite) ilişkin bilgiler elde edildi. Postural salınım (PS) 4 farklı durumda değerlendirildi.

1. Gözler açık sert zemin (GASZ)
2. Gözler kapalı sert zemin (GKSZ)
3. Gözler açık yumuşak zemin (GAYZ)
4. Gözler kapalı yumuşak zemin (GKYZ)

Testlerdeki tüm farklı koşullar için ön-arka ve lateral salınım miktarları santimetre cinsinden kaydedildi. Aynı zamanda bu verileri baz alarak cihaz yazılımı tarafından hesaplanan stabilite skoru da yüzde olarak ifade edildi.

Katılımcılardan gözler açık sert zemin üzerinde rahat ettikleri destek yüzey genişliğinde ayakta dururken ayakların yerle olan temasını koruyarak gidebildikleri kadar öne, arkaya, sağa ve sola doğru gitmeleri istendi. Ölçüm sonucunda ön, arka,

sağ ve sol yönlerdeki stabilite limitleri (Limits of Stability-LoS) cm cinsinden kaydedildi. Aynı zamanda bu verileri baz alarak cihaz yazılımı tarafından hesaplanan LoS skoru da yüzde olarak ifade edildi (Şekil 3.3.) (Ek.3).

Değerlendirmeler protezli ve ayak kabılı olacak şekilde yapıldı.



Şekil 3.3. Bertec kuvvet platformunda denge değerlendirmesi

Her iki ölçüm sırasında katılımcılar platform üzerinde pozisyonlanırken, sağlam taraf ayak protez ayağın eksternal rotasyon açısı ile uyumlu olacak şekilde ve medial malleolar referans çizgi seviyesinde ayarlanarak rahat ettikleri bir pozisyonda yerleştirildi. Katılımcılardan test sırasında sonuçları etkileyebilecek her türlü konuşma ve el-kol hareketlerinden kaçınmaları istendi. Yapılan birkaç deneme testinin ardından bireylerin sisteme alışmaları sağlandıktan sonra ölçümlere başlandı. Fizyoterapistin başla komutu ile eş zamanlı olarak sistemden gelen uyarı sesiyle başlanan değerlendirmeler testlerin tamamlanmasıyla birlikte verilen bitiş uyarısıyla sonlandı. Katılımcıların ölçümler sırasında denge kaybı yaşamaları ya da test sonuçlarını etkileyebilecek öksürme, hapşırma ve gülme gibi istenmeyen davranışları göstermeleri durumunda testler sonlandırılarak yeniden tekrarlandı. Katılımcıların stabilite ve LoS skoru sonuçları yorumlanırken aşağıda Girardi ve ark.'nın geriatrik hastalarda düşme

riskinin değerlendirmek amacıyla planladıkları çalışmanın sonuçlarından elde edilen normatif değerler kullanıldı (135) (Şekil 3.4.).

Tablo 3.3. Statik ve dinamik denge parametrelerine ilişkin normatif değerler (135)

Yaş (Yıl)	GASZ	GKSZ	GAYZ	GKYZ	LoS
0-19	92,4 ± 0,53	90,4 ± 0,63	88,2 ± 0,74	79,0 ± 1,32	87,8 ± 1,31
20-29	93,6 ± 0,50	92,2 ± 0,60	89,6 ± 0,70	81,6 ± 1,25	88,4 ± 1,24
30-39	92,5 ± 0,56	91,6 ± 0,68	87,6 ± 0,80	78,2 ± 1,46	87,2 ± 1,41
40-49	93,4 ± 0,55	91,9 ± 0,66	88,3 ± 0,78	79,5 ± 1,38	88,6 ± 1,37
50-59	91,9 ± 0,35	91,0 ± 0,58	86,3 ± 0,68	76,5 ± 1,21	85,0 ± 1,20
60-69	91,7 ± 0,35	90,0 ± 0,43	85,4 ± 0,50	75,2 ± 0,89	83,5 ± 0,88
70-79	92,0 ± 0,33	90,3 ± 0,40	83,4 ± 0,47	71,3 ± 0,84	82,1 ± 0,83
80-89	92,3 ± 0,80	91,1 ± 0,96	77,7 ± 1,13	64,8 ± 2,00	80,9 ± 1,98

GASZ: gözler açık sert zeminde yapılan ölçüm, GKSZ: gözler kapalı sert zeminde yapılan ölçüm, GAYZ: gözler açık yumuşak zeminde yapılan ölçüm, GKYZ: gözler kapalı yumuşak zeminde yapılan ölçüm, LoS: stabilite limitlerine ilişkin ölçüm.

Bu değerlendirme yöntemlerinin hepsi amputasyonlu bireyleri değerlendirmek için rutinde kullanılabilen değerlendirmelerdir. Araştırmada kullanılan değerlendirme formu örneği protokole eklenmiştir (Ek-3).

3.3. İstatistiksel Analiz

İstatistiksel analizler IBM® SPSS® Statistics (Statistical Package for Social Sciences) for Windows v25.0 programı kullanılarak yapıldı. Bireylere ait tanımlayıcı özelliklerde ölçümle belirlenen değişkenler için ortalama (X), standart sapma (SS), ortanca (M), minimum (Min) ve maksimum (Max) ile ifade edildi. Elde edilen verilerin normal dağılıma uygunluğu görsel (Histogram ve olasılık grafikleri) ve analitik yöntemler (Kolmogorov- Smirnov/ Shapiro- Wilk testleri) kullanılarak

değerlendirildi. Bu testlerin sonucunda p değeri $<0,05$ ise dağılımın normal olmadığı kabul edilerek non-parametrik testler kullanıldı.

Parametrik test varsayımları sağlanmadığından gruplar arasında propriyoseptif duyu, proteze uyum, denge ve fonksiyonel performansın karşılaştırılmasında Mann Whitney U testi, sağlam ayağın değerlendirilmesi ve duyu değerlendirmesi gibi kategorik değişkenler için Ki-Kare testi kullanıldı. Diz eklem propriyoseptif duyusu, proteze uyum, denge ve fonksiyonel performans parametreleri arasındaki ilişki incelenirken normal dağılım koşullarının sağlanmaması nedeniyle korelasyon katsayıları ve istatistiksel anlamlılıklar Spearman Testi ile hesaplandı. İlişkinin yönü ve kuvveti r değeri ile ifade edildi.

“0,00-0,19” ilişki yok ya da önemsenecek düzeyde düşük ilişki,

“0,20-0,39” zayıf (düşük düzeyde) ilişki,

“0,40-0,69” orta düzeyde ilişki,

“0,70-0,89” kuvvetli (yüksek düzeyde) ilişki ve

“0,90-1,00” çok kuvvetli düzeyde ilişki olarak kabul edildi (136).

Etki büyüklüğü (EB) Mann Whitney U testinin Z skorunun kullanıldığı “ $r=z/\sqrt{N}$ ” formülü ile hesaplandı. EB değeri için 0,1-0,3 “küçük”, 0,3-0,5 “orta” ve $>0,5$ “büyük-geniş” olarak değerlendirildi (136). Yapılan tüm değerlendirmelerde anlamlılık değeri $p < 0,05$ olarak kabul edildi.

4. BULGULAR

Alt ekstremite amputasyonu olan diyabetik polinöropatili bireylerde eklem pozisyon hissini proteze uyum, denge ve fonksiyonel performans ile ilişkisinin incelenmesi ve travma kaynaklı transtibial amputasyonu olan bireylerle karşılaştırılmasını amaçlayan bu çalışmaya toplam 28 birey dahil edildi. Diyabetik transtibial amputasyonu olan 14 birey çalışma grubunu oluştururken travmatik alt ekstremite amputasyonu olan 14 birey kontrol grubunu oluşturdu.

4.1. Demografik Bilgiler, Diyabet Öyküsü ve Protez Kullanımına Ait Özellikler

Diyabetik ve travmatik gruba ait yaş, cinsiyet dağılımı, boy uzunluğu, vücut ağırlığı, vücut kütle indeksi, alt ekstremiteye ait antropometrik ölçümler ve protez kullanımına ilişkin değerler Tablo 4.1' de gösterildi. Diyabetik ve travmatik grupların cinsiyet, yaş, boy uzunluğu, vücut ağırlığı, vücut kütle indeksi, antropometrik özellikleri, güdük uzunluğu, protez ağırlığı ve protez kullanım süreleri benzerdi (Tablo 4.1).

Katılımcıların tümü aktif vakum sistemli, karbon kompozit ayaklı dizaltı protez kullanmaktaydı. Travmatik grupta günlük protez kullanım süresi, kullanılan protez sayısı ve ampute tarafa ağırlık aktarma yüzdesi diyabetik gruptan fazlayken, diyabetik gruptaki bireylerin son 1 yıl içindeki düşme sayısının travmatik grubuna kıyasla fazla olduğu görüldü ($p>0,05$) (Tablo 4.1). DPN varlığı son 1 yıl içindeki düşme sayısı, günlük protez kullanım süresi ve ampute tarafa ağırlık aktarma yüzdesi üzerinde geniş etki büyüklüğüne sahipken, kullanılan protez sayısı üzerinde orta büyüklükte bir etki büyüklüğüne sahipti (Tablo 4.1).

Tablo 4.1. Katılımcıların demografik ve protez kullanımına ilişkin özellikleri ve grupların karşılaştırılması ile çalışma grubunun DM'ye ilişkin bilgileri

Cinsiyet (K/E)	Çalışma Grubu (n=14)		Kontrol grubu (n=14)		p	EB
	4/10		4/10			
	X±SS	M (Min-Max)	X±SS	M (Min-Max)		
Yaş (yıl)	56,26 ± 6,33	57,00 (45,00-65,00)	54,38 ± 5,14	54,50 (45,00-62,00)	0,315	0,174
Boy Uzunluğu (cm)	168,58 ± 12,33	166,29 (140-183)	172,47 ± 8,42	170,68 (145-184)	0,276	0,194
Vücut Ağırlığı (kg)	82,66 ± 14,23	86,30 (65,30-110,00)	80,18 ± 10,76	83,00 (58,50-103,00)	0,576	0,153
Vücut Kütle İndeksi (kg/m ²)	29,10 ± 4,50	29,20 (25,40-29,80)	27,00 ± 3,09	27,28 (24,10-28,30)	0,265	0,168
Alt Ekstremité Uzunluğu (cm)	77,34 ± 11,53	78,50 (48,00-91,00)	80,17 ± 7,42	80,00 (64,00-95,00)	0,453	0,130
Uyluk Uzunluğu (cm)	46,19 ± 7,15	46,00 (25,00-54,00)	47,63 ± 5,63	49,50 (34,00-55,00)	0,627	0,083
Bacak Uzunluğu (cm)	33,48 ± 5,13	33,50 (24,00-44,00)	34,13 ± 3,57	34,50 (25,00-40,00)	0,658	0,084
Kalan Alt Ekstremité Uzunluğu (cm)	56,67 ± 9,34	56,00 (33,18-68,21)	58,53 ± 7,65	58,00 (47,00-70,00)	0,431	0,140
Günlük Uzunluğu (cm)	13,77 ± 1,18	13,59 (12,08-16,10)	13,61 ± 2,19	13,09 (12,27-15,94)	0,614	0,103
SIYDS	5,31 ± 1,76	5,00 (3,00-10,00)	0,18 ± 0,75	1,00 (0,00-3,00)	<0,001*	0,892
Proteze İlişkin Değerlendirme Sonuçları						
Protez Ağırlığı (kg)	2,41 ± 0,25	2,29 (2,10-2,53)	2,45 ± 0,32	2,50 (2,13-3,17)	0,321	0,183
Protez Kullanım Süresi (yıl)	4,29 ± 2,24	4,26 (1-6)	4,57 ± 1,96	4,68 (2-6)	0,817	0,041
Günlük Protez Kullanım Süresi (saat)	3,32 ± 1,37	3,39 (2-5)	11,56 ± 2,31	11,74 (8-13)	<0,001*	0,834
Kullanılan Protez Sayısı (adet)	1,34 ± 1,55	1,62 (1-3)	3,48 ± 1,18	3,27 (1-4)	0,035*	0,468
ATAAY (%)	42,72 ± 3,19	42,51 (39,58-45,18)	47,57 ± 3,64	47,90 (44,30-50,05)	<0,001*	0,847
Diyabete İlişkin Bilgiler						
	X±SS		Çalışma Grubu (n=14)			
	25,17 ± 6,62		M (Min-Max)			
Diyabet Süresi (yıl)	12,43 ± 7,09		25,82 (21,64-31,00)			
Diyabetik Polinöropati Süresi (yıl)			12,37 (5,22-20,04)			

*p<0,05; X: Ortalama, SS: Standart Sapma, M: Ortanca, Min: Minimum, Max: Maksimum, EB: Etki Büyüklüğü, SIYDS: Son 1 Yıl İçinde Düşme Sayısı, ATAAY: Ampute Tarafına Ağırlık Aktarma Yüzdesi.

4.2. Ayak Değerlendirmesi Sonuçları

İnspeksiyon ve palpasyonla yapılan ayak değerlendirmesinde sağlam ayağın ısısı, rengi, kızarıklık oluşumu, ödem, nasır oluşumu, topukta çatlak oluşumu, ülserasyon ve deformite oluşumuna ilişkin elde edilen sonuçlar Tablo 4.2' de gösterilmiştir. Diyabetik ve travmatik grupların ayağa ilişkin değerlendirme sonuçları karşılaştırıldığında ayakta ülserasyon ve kızarıklık oluşumu haricinde travmatik grup lehine anlamlı fark olduğu belirlendi ($p<0,05$).

Tablo 4.2. Gruplarda sağlam ayağın değerlendirilmesine ilişkin sonuçlar ve karşılaştırılması

		Çalışma Grubu (n=14)		Kontrol grubu (n=14)		p
		N	%	N	%	
Ayağın Isısı	Soğuk	14	100	0	-	<0,001*
	Sıcak	0	-	14	100	
Ayağın Rengi	Morarmış	12	85,71	0	-	<0,001*
	Normal	2	14,29	14	100	
Kızarıklık Oluşumu	Var	0	-	0	-	1,000
	Yok	14	100	14	100	
Ödem	Var	12	85,71	1	7,15	0,012*
	Yok	2	14,29	13	92,85	
Nasır Oluşumu	Var	11	78,57	1	92,85	<0,001*
	Yok	3	21,43	13	7,15	
Topukta Çatlak Oluşumu	Var	12	85,71	3	78,57	<0,001*
	Yok	2	14,29	11	21,43	
Ülserasyon	Var	0	-	0	-	1,000
	Yok	14	100	14	100	
Deformite Oluşumu	Var	13	92,85	2	85,71	<0,001*
	Yok	1	7,15	12	14,29	

* $p<0,05$

4.3. Eklem Hareket Açıklığı Değerlendirme Sonuçları

Çalışma ve kontrol gruplarının eklem hareket açıklıklarına ilişkin değerlendirme sonuçları incelendiğinde çalışma grubunda yer alan bireylerin sağlam ayak bileğine ait dorsi fleksiyon, plantar fleksiyon, inversiyon, eversiyon ve her iki diz eklemi fleksiyon hareket genişliğinin kontrol grubuna kıyasla daha az olduğu görüldü. Ek olarak çalışma grubunda yer alan bireylerin ampute taraf diz eklem fleksiyon hareket açıklığının sağlam tarafa kıyasla daha az olduğu belirlendi ($p<0,05$) (Tablo 4.3.). DPN, sağlam ayak bileği dorsi fleksiyon, plantar fleksiyon, inversiyon ve her iki diz eklemi fleksiyon hareket genişliği üzerinde geniş etki büyüklüğüne sahipken, ayak bileği eversiyon hareket genişliği üzerinde orta büyüklükte bir etki büyüklüğü gösterdi (Tablo 4.3.).

Tablo 4.3. Eklem hareket açıklıklarının grup içi ve gruplararası karşılaştırılması

	Çalışma Grubu (n=14)		Kontrol Grubu (n=14)		p	EB				
	M (Min-Max)	M (Min-Max)	M (Min-Max)	M (Min-Max)						
Ayak Bileği	Sağlam Taraf (a)		Sağlam Taraf (b)		(a-b)					
Dorsi Fleksiyon(°)	13,72 (10,00-20,00)	19,81 (15,00-20,00)			<0,001*	0,842				
Plantar Fleksiyon(°)	25,38 (20,00-30,00)	35,17 (30,00-45,00)			<0,001*	0,785				
İnversiyon(°)	20,67 (15,00-25,00)	30,57 (25,00-35,00)			<0,001*	0,825				
Eversiyon(°)	10,00 (5,00-10,00)	20,00 (15,00-25,00)			0,011*	0,447				
Diz	Ampute Taraf (a)	Sağlam Taraf (b)	Ampute Taraf (c)	Sağlam Taraf (d)	(a-b)	(c-d)	(a-c)	(b-d)	EB _{a-c}	EB _{b-d}
Ekstansiyon (°)	TAM	TAM	TAM	TAM	-	-	-	-	-	-
Fleksiyon (°)	120,00 (100,00-130,00)	125,00 (110,00-130,00)	130,00 (120,00-140,00)	135,00 (130,00-140,00)	0,04*	0,574	<0,001*	<0,001*	0,756	0,762

*p<0,05; M: Ortanca, Min: Minimum, Max: Maksimum, EB: Etki Büyüklüğü.

4.4. Kas Kuvveti Değerlendirme Sonuçları

Çalışma ve kontrol gruplarındaki bireylerin ayak-ayak bileği, diz ve kalça eklemleri etrafında yer alan kas grupları manuel kas testi değerlendirme sonuçlarına göre, çalışma grubunda yer alan bireylerin sağlam taraf ayak-ayak bileği, her iki diz eklem çevresi kas kuvveti ve her iki kalça eklem çevresi kas kuvvetinin kontrol grubuna göre anlamlı şekilde daha zayıf olduğu gösterilmiştir ($p<0,05$). Bunun yanı sıra çalışma grubundaki bireylerin ampute tarafta diz ve kalça eklemi kas kuvvetlerinin sağlam tarafa kıyasla daha az olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$) (Tablo 4.4.). DPN, sağlam taraf ayak-ayak bileği, her iki diz ve kalça eklem çevresi kas kuvvetleri üzerinde geniş etki byklğine sahip olduğu belirlendi (Tablo 4.4.).

Tablo 4.4. Kas kuvveti değerlerinin grup içi ve gruplararası karşılaştırılması

	Çalışma Grubu (n=14)		Kontrol Grubu (n=14)		p	EB				
	M (Min-Max)		M (Min-Max)							
Ayak										
	Sağlam Taraf (a)	Sağlam Taraf (b)		(a-b)						
Parmak Fleksörleri	4,24 (4,00-4,40)	4,90 (4,50-5,00)		<0,001*		0,839				
Parmak Ekstansörleri	4,20 (4,00-4,36)	4,95 (4,50-5,00)		<0,001*		0,842				
Parmak Addüktörleri	4,17 (4,00-4,33)	4,90 (4,50-5,00)		<0,001*		0,837				
Parmak Abdüktörleri	4,15 (4,00-4,30)	4,90 (4,50-5,00)		<0,001*		0,846				
Ayak Bileği										
	Sağlam Taraf (a)	Sağlam Taraf (b)		(a-b)		EB				
Ayak Bileği Fleksörleri	4,32 (4,00-4,67)	4,95 (4,50-5,00)		<0,001*		0,825				
Ayak Bileği Ekstansörleri	4,25 (4,00-4,54)	4,90 (4,50-5,00)		<0,001*		0,817				
Ayak Bileği İnvörtörleri	4,22 (4,00-4,53)	4,90 (4,50-5,00)		<0,001*		0,833				
Ayak Bileği Evertörleri	4,29 (4,00-4,62)	4,90 (4,50-5,00)		<0,001*		0,824				
Diz										
	Ampute Taraf (a)	Sağlam Taraf (b)	Ampute Taraf (c)	Sağlam Taraf (d)	(a-b)	(b-d)	(a-c)	(c-d)	EB _{a-c}	EB _{b-d}
Diz Fleksörleri	4,45 (4,00-5,00)	4,50 (4,10-5,00)	4,90 (4,50-5,00)	4,95 (4,50-5,00)	0,003*	0,001*	0,452	0,003*	0,815	0,812
Diz Ekstansörleri	4,40 (4,00-5,00)	4,50 (4,05-5,00)	4,90 (4,50-5,00)	4,95 (4,50-5,00)	<0,001*	0,001*	0,448	<0,001*	0,811	807
Kalça										
	Ampute Taraf (a)	Sağlam Taraf (b)	Ampute Taraf (c)	Sağlam Taraf (d)	(a-b)	(b-d)	(a-c)	(c-d)	EB _{a-c}	EB _{b-d}
Kalça Fleksör	4,60 (4,00-5,00)	4,65 (4,00-5,00)	4,95 (4,50-5,00)	5,00 (4,50-5,00)	0,003*	0,004*	0,535	0,003*	0,803	0,806
Kalça Ekstansör	4,55 (4,00-5,00)	4,60 (4,00-5,00)	4,95 (4,50-5,00)	4,95 (4,50-5,00)	<0,001*	<0,001*	0,618	<0,001*	0,812	0,809
Kalça Addüktör	4,60 (4,00-5,00)	4,65 (4,00-5,00)	4,95 (4,50-5,00)	5,00 (4,50-5,00)	0,003*	0,004*	0,572	0,003*	0,807	0,804
Kalça Abdüktör	4,55 (4,00-5,00)	4,60 (4,00-5,00)	4,95 (4,50-5,00)	5,00 (4,50-5,00)	<0,001*	<0,001*	0,602	<0,001*	0,813	0,810

*p<0,05; M: Ortanca, Min: Minimum, Max: Maksimum, EB: Etki Büyüklüğü.

4.5. Duyu Değerlendirmesi Sonuçları

Gruplarda Semmes-Weinstein monofilamentleri kullanılarak yapılan duyu değerlendirme sonucuna göre çalışma grubundaki bireylerin %100'ünde total duyu kaybı olduğu, kontrol grubundaki bireylerin %71,42' sinin normal duyu hissine sahip olduğu, %21,42' sinin hafif dokunma duyusunda azalma olduğu, %7,14' ünün koruyucu duyusunda azalma olduğu bulundu. Çalışma ve kontrol grupları arasında duyu kaybı açısından istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu bulundu ($p<0,05$) (Tablo 4.5.).

Tablo 4.5. Gruplarda duyu değerlendirilmesine ilişkin sonuçlar ve karşılaştırılması

		Çalışma Grubu (n=14)		Kontrol Grubu (n=14)		p
		N	%	N	%	
SWM	2,83	0	0	10	71,42	<0.001*
	3,61	0	0	3	21,42	
	4,31	0	0	1	7,14	
	4,56	0	0	0	0	
	5,07	0	0	0	0	
	6,45	0	0	0	0	
	6,65	14	100	0	0	

* $p<0,05$; SMW: Semmes-Weinstein Monofilamenti

4.6. Ağrı Değerlendirmesi Sonuçları

Çalışma ve kontrol gruplarında fantom hissi ve ağrısı yoktu. Güdük ağrısına ilişkin VAS değerlendirme sonuçları çalışma ve kontrol grubunda sırasıyla 1,41 (0,20-3,16) ve 1,15 (0,00-3,02) olarak belirlendi. Grupların ağrı düzeyleri arasında fark bulunmadı ($p>0,05$) (Tablo 4.6). Çalışma ve kontrol gruplarında S-LANSS sonuçları incelendiğinde, çalışma grubuna ait S-LANSS skoru 6,42 (5,76-7,78), kontrol grubuna ait S-LANSS skoru 6,05 (5,00-6,47) olarak belirlendi ve gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı ($p>0,05$) (Tablo 4.6).

4.7. Fonksiyonel Performans Değerlendirmesi Sonuçları

Bireylerin fonksiyonel kapasitelerinin değerlendirilmesinde kullanılan 2DKYT sonuçları incelendiğinde çalışma grubundaki bireyler 115,54 (104,00-126,24) m yürürken, kontrol grubundaki bireylerin 137,50 (125,00-153,00) m yürüdüğü ve gruplar arasında kontrol grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu görüldü ($p<0,05$) (Tablo 4.6). DPN varlığı fonksiyonel performans üzerinde geniş etki büyüklüğüne sahip olduğu görüldü (Tablo 4.6).

4.8. Yapay Eklemi Unutabilme Becerisi Sonuçları

Katılımcıların yapay eklemlerini unutabilme becerileri karşılaştırıldığında çalışma grubu ve kontrol grubu arasında anlamlı fark belirlendi ($p<0,05$). Çalışma grubundaki bireyler UES-12'den 10,48 (7,73-13,81) puan alırken, kontrol grubundaki bireylerin 88,50 (61,15-100,00) puan alarak yapay eklemi unutabilme becerilerinin daha yüksek düzeyde olduğu görüldü ($p<0,05$) (Tablo 4.6). DPN' nin yapay eklemi unutabilme becerisi üzerinde geniş etki büyüklüğüne sahip olduğu görüldü (Tablo 4.6).

4.9. Protez Kullanımına İlişkin Faktörler ve Proteze Uyum Düzeyi Sonuçları

Gruplarda protez kullanımına ilişkin faktörler ve proteze uyum düzeyinin değerlendirilmesi için tercih edilen TAPES anketinin I. kısım alt parametreleri olan psikososyal uyum, aktivite kısıtlaması ve protez ile memnuniyet skorlarına ait sonuçlar Tablo 4.6' da verildi. Kontrol grubundaki bireylerin proteze uyum sağlama becerilerinin anlamlı düzeyde yüksek olduğu görüldü ($p<0,05$) (Tablo 4.6). DPN' nin protez kullanımına ilişkin faktörler ve proteze uyum düzeyini değerlendiren tüm alt başlıklar üzerinde geniş etki büyüklüğüne sahip olduğu belirlendi (Tablo 4.6).

Tablo 4.6. Gruplarda ağrı, fonksiyonel performans ve proteze uyum sonuçlarının karşılaştırılması

	Çalışma Grubu (n=14)		Kontrol Grubu (n=14)		p	EB
	X±SS	M (Min-Max)	X±SS	M (Min-Max)		
VAS (cm)	1,41 ± 1,36	1,41 (0,20-3,16)	1,17 ± 1,12	1,15 (0,00-3,02)	0,441	0,183
S-LANSS	6,33 ± 0,63	6,42 (5,76-7,78)	6,15 ± 0,54	6,05 (5,00-6,47)	0,549	0,142
2DKYT(m)	116,74 ± 14,25	115,54 (104,00-126,24)	137,56 ± 19,92	137,50 (125,00-153,00)	<0,001*	0,835
UES-12	10,41 ± 2,76	10,48 (7,73-13,81)	88,47 ± 8,18	88,50 (60,15-100,00)	<0,001*	0,833
TAPES-PSU	40,14 ± 6,38	40,07 (34,00-46,20)	59,42 ± 6,77	59,63 (50,00-67,00)	<0,001*	0,822
TAPES-AK	35,48 ± 5,41	35,16 (30,00-40,00)	14,38 ± 4,08	14,37 (11,00-18,00)	<0,001*	0,838
TAPES-PM	15,73 ± 8,02	15,63 (11,00-23,00)	46,69 ± 13,92	46,81 (33,00-59,00)	<0,001*	0,852

*p<0,05; X: Ortalama, SS: Standart Sapma, M: Ortanca, Min: Minimum, Max: Maksimum, EB: Etki Büyüklüğü, VAS: Vizüel Analog Skalası, S-LANSS: Self- Leeds Nöropatik Semptom ve Bulgu Değerlendirme Skalası, 2DYT: İki Dakika Yürüme Testi, UES-12: Unutulan Eklem Skoru, TAPES-PSU: Trinity Amputasyon ve Protez Deneyim Ölçeği-Psikososyal Uyum Alt Bölümü, TAPES-AK: Trinity Amputasyon ve Protez Deneyim Ölçeği-Aktivite Kısıtlaması Alt Bölümü, TAPES-PM: Trinity Amputasyon ve Protez Deneyim Ölçeği- Protez İle Memnuniyet Alt Bölümü.

4.10. Propriosepsiyon Değerlendirmesi Sonuçları

Çalışma ve kontrol gruplarında belirlenen 2 farklı hedef açıda yapılan propriyoseptif duyu değerlendirmesine ilişkin ortalama (X), standart sapma (SS) ortanca (M), minimum (Min) ve maksimum (Max) değerlere ait sonuçlar Tablo 4.7.'de verildi. Çalışma grubunda yer alan bireylerin 30°'de daha fazla olmak üzere her iki açı değerinde de saptanan hata paylarının kontrol grubuna göre anlamlı düzeyde yüksek olduğu görüldü (p<0,05) (Tablo 4.7). DPN varlığının, ampute (protezli/protezsiz) ve sağlam alt ekstremitelerde 30° ve 60°'lik 2 farklı hedef açıda değerlendirilen diz eklemi pozisyon hissi üzerinde geniş etki büyüklüğüne sahip olduğu sonucuna ulaşıldı (Tablo 4.7).

Tablo 4.7. Gruplarda proprioseptif duyu değerlendirmesi sonuçları ve karşılaştırılması

	alışma Grubu (n=14)		Kontrol grubu (n=14)		p	EB
	X±SS	M (Min-Max)	X±SS	M (Min-Max)		
Pli30°	17,05 ± 3,42	17,05 (10,70-19,30)	6,59 ± 2,54	6,81 (2,30-9,30)	<0,001*	0,835
Psiz30°	27,25 ± 5,35	27,30 (21,30-39,30)	10,97 ± 5,34	11,00 (1,60-22,66)	<0,001*	0,847
S30°	16,82 ± 6,83	15,30 (7,30-27,80)	5,54 ± 1,83	5,30 (1,30-9,00)	<0,001*	0,811
Pli60°	12,40 ± 4,35	12,30 (5,60-21,30)	4,15 ± 2,14	4,60 (1,66-8,46)	<0,001*	0,827
Psiz60°	22,10 ± 4,12	21,45 (14,00-29,30)	7,31 ± 4,19	7,50 (2,66-14,66)	<0,001*	0,831
S60°	11,05 ± 3,98	11,40 (4,00-18,00)	3,39 ± 2,08	3,60 (0,66-8,00)	<0,001*	0,812

*p<0,05; X: Ortalama, SS: Standart Sapma, M: Ortanca, Min: Minimum, Max: Maksimum, EB: Etki Büyüklüğü, Pli30°: protezle yapılan 30° lm, Psiz30°: protezsiz yapılan 30° lm, S30°: sağlam tarafta yapılan 30° lm, Pli60°: protezle yapılan 60° lm, Psiz60°: protezsiz yapılan 60° lm, S60°: sağlam tarafta yapılan 60° lm.

4.11. Denge Değerlendirmesi Sonuçları

Çalışma ve kontrol grubuna ait PS ve LoS parametrelerine ilişkin ortalama (X), standart sapma (SS) ortanca (M), minimum (Min) ve maksimum (Max) değerleri Tablo 4.8.'de verildi. Katılımcıların PS parametrelerine ilişkin sonuçlar incelendiğinde, yumuşak zeminde gözler kapalı durumda antero-posterior ve medio-lateral yönlerde yapılan değerlendirmeler haricinde çalışma grubunda yer alan bireylerin PS aralıklarının kontrol grubuna kıyasla anlamlı düzeyde yüksek olduğu gösterildi (p<0,05) (Tablo 4.8). Çalışma grubunda yumuşak zeminde gözler kapalı durumda hesaplanan stabilite skoru hariç tüm stabilite skorlarının kontrol grubuna kıyasla düşük olduğu gösterildi (p<0,05) (Tablo 4.8). DPN'nin yumuşak zeminde gözler kapalı olarak antero-posterior ve medio-lateral yönlerde yapılan değerlendirmeler ile yumuşak zeminde gözler kapalı durumda hesaplanan stabilite skoru hariç tüm statik denge parametreleri üzerinde geniş etki büyüklüğüne sahip olduğu gösterildi (Tablo 4.8).

Tablo 4.8. Gruplarda statik denge değeri değerlendirilmesi sonuçları ve karşılaştırılması

POSTÜRAL SALINIM		Çalışma Grubu (n=14)		Kontrol Grubu (n=14)		P	EB
		X±SS	M (Min-Max)	X±SS	M (Min-Max)		
Ön-Arka Salınım Aralığı Sonuçları(cm)							
Normal Zemin	Gözler Açık	1,137 ± 0,62	1,135 (0,481-1,755)	0,512 ± 0,38	0,516 (0,136-0,896)	<0,001*	0,772
	Gözler Kapalı	1,284 ± 0,87	1,293 (0,423-2,163)	0,803 ± 0,57	0,815 (0,245-1,385)	0,007*	0,869
Yumuşak Zemin	Gözler Açık	1,246 ± 1,31	1,226 (0,709-1,743)	0,814 ± 0,25	0,857 (0,199-1,580)	<0,001*	0,831
	Gözler Kapalı	1,346 ± 0,90	1,338 (0,817-1,859)	1,331 ± 0,46	1,319 (0,763-1,875)	0,145	0,192
Lateral Salınım Aralığı Sonuçları(cm)							
Normal Zemin	Gözler Açık	0,651 ± 0,42	0,656 (0,203-1,099)	0,221 ± 0,08	0,217 (0,097-0,439)	<0,001*	0,867
	Gözler Kapalı	1,102 ± 1,57	1,104 (0,169-2,105)	0,750 ± 0,10	0,727 (0,113-1,455)	0,005*	0,812
Yumuşak Zemin	Gözler Açık	1,181 ± 0,74	1,186 (0,330-2,021)	0,782 ± 0,41	0,768 (0,165-1,327)	0,05*	0,803
	Gözler Kapalı	1,316 ± 1,23	1,304 (0,552-2,080)	1,297 ± 1,04	1,291 (0,254-2,328)	0,128	0,183
Stabilite Skoru							
Sert Zemin (%)	Gözler Açık	84,27±6,52	84,56 (74,37-91,73)	90,63±2,45	90,11 (88,52-92,05)	<0,001*	0,869
	Gözler Kapalı	82,41±6,34	82,03 (75,41-93,32)	89,10±2,30	89,14 (82,47-91,50)	0,001*	0,853
Yumuşak Zemin (%)	Gözler Açık	76,15 ± 16,34	76,31 (66,07-80,55)	85,76 ± 4,07	85,17 (81,14-89,21)	<0,001*	0,854
	Gözler Kapalı	70,48 ± 8,61	70,32 (63,15-78,56)	73,35 ± 9,54	73,56 (64,58-82,63)	0,253	0,196

*p<0,05; X: Ortalama, SS: Standart Sapma, M: Ortanca, Min: Minimum, Max: Maksimum, EB: Etki Büyüklüğü.

Dinamik dengeye ilişkin LoS verileri gruplar arasında karşılaştırıldığında çalışma grubundaki bireylerin 4 farklı yöne olan stabilite limitlerinin kontrol grubuna kıyasla anlamlı derecede az olduğu ve kontrol grubundaki bireylerin anlamlı düzeyde yüksek LoS skorlarına sahip olduğu belirlendi ($p<0,05$) (Tablo 4.9). DPN' nin tüm dinamik denge parametreleri üzerinde geniş etki büyüklüğüne sahip olduğu gösterildi (Tablo 4.9).



Tablo 4.9. Gruplarda dinamik denge değerlendirmesi sonuçları ve karşılaştırılması

	alışma Grubu (n=14)		Kontrol Grubu (n=14)		p	EB
	X±SS	M (Min-Max)	X±SS	M (Min-Max)		
LoS-Ön (cm)	3,232 ± 1,68	3.391 (0.185-6.007)	5,412 ± 1,67	4.837 (2.778-8.385)	0.003*	0,720
LoS-Arka(cm)	3,907 ± 2,12	3.771 (0.852-7.358)	6,297 ± 3,32	5.445 (1.670-10.307)	0.038*	0,543
LoS-Sağlam taraf (cm)	8,915 ± 4,53	8.998 (4.710-12.901)	11,384 ± 4,24	11.949 (7.816-16.333)	0.035*	0,526
LoS- Ampute taraf (cm)	5,974 ± 3,14	5.589 (2.632-8.823)	10,192 ± 2,95	10.624 (8.122-12.969)	0.005*	0,689
LoS Skoru (%)	69,255 ±6,23	69,163 (60,90-78,34)	84,071 ±8,06	84,36 (67,45-92,45)	0.037*	0,574

*p<0,05; X: Ortalama, SS: Standart Sapma, M: Ortanca, Min: Minimum, Max: Maksimum, EB: Etki Bütüklüğü, LoS: Limits of Stability- Stabilite Limiti

4.12. Eklem Pozisyon Hissinin Proteze Uyum, Fonksiyonel Performans ve Denge ile İlişkisi

Gruplarda proprioseptif duyu ile protez uyumu ile ilişkili parametreler arasındaki ilişki incelendiğinde 30° ve 60° lerde ampute tarafta protezli/protezsiz ve sağlam tarafta değerlendirilen diz eklemi proprioseptif duyu ile UES-12, TAPES-PSU, TAPES-PM parametreleri arasında negatif yönde kuvvetli, TAPES-AK ile pozitif yönde istatistiksel olarak anlamlı kuvvetli ilişki olduğu belirlendi ($p<0,05$) (Tablo 4.10). Yine gruplarda 30° ve 60° lerde ampute tarafta protezli/protezsiz ve sağlam tarafta değerlendirilen diz eklemi proprioseptif duyu ile 2DKYT sonucu arasında istatistiksel olarak anlamlı negatif yönde kuvvetli ilişki olduğu görüldü ($p<0,05$) (Tablo 4.10).

Tablo 4.10. Proprioseptif duyu ile proteze uyum ve fonksiyonel performans arasındaki ilişkinin incelenmesi ilişkin sonuçlar

Tüm Katılımcılar (n=28)		2DKYT	UES-12	TAPES.PSU	TAPES.AK	TAPES.PM
Pli30°	r	- 0,745	- 0,755	- 0,731	0,737	- 0,712
	p	0,001*	<0,001*	0,001*	0,001*	0,004*
Psiz30°	r	-0,762	- 0,763	- 0,746	0,745	- 0,729
	p	<0,001*	<0,001*	0,001*	0,001*	0,001*
S30°	r	- 0,734	- 0,747	- 0,735	0,720	- 0,738
	p	0,001*	<0,001*	0,001*	0,002*	0,001*
Pli60°	r	- 0,768	- 0,762	- 0,754	0,751	- 0,747
	p	<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*	0,001*
Psiz60°	r	- 0,783	- 0,772	- 0,763	0,760	- 0,757
	p	<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*
S60°	r	- 0,754	- 0,753	- 0,743	0,743	- 0,744
	p	<0,001*	<0,001*	0,001*	0,001*	0,001*

* $p<0,05$; r:spearman korelasyon katsayısı, 2DKYT: İki Dakika Yürüme Testi, UES-12: Unutulmuş Eklem Skoru, TAPES.PSU: Trinity Amputasyon ve Protez Deneyim Ölçeği-Psikososyal Uyum Alt Bölümü, TAPES.AK: Trinity Amputasyon ve Protez Deneyim Ölçeği-Aktivite Kısıtlaması Alt Bölümü, TAPES.PM: Trinity Amputasyon ve Protez Deneyim Ölçeği- Protez İle Memnuniyet Alt Bölümü, Pli30°: protezle yapılan 30° ölçümü, Psiz30°: protezsiz yapılan 30° ölçümü, S30°: sağlam tarafta yapılan 30° ölçümü, Pli60°: protezle yapılan 60° ölçümü, Psiz60°: protezsiz yapılan 60° ölçümü, S60°: sağlam tarafta yapılan 60° ölçümü.

Gruplarda proprioseptif duyu ile postüral salınım değerleri arasındaki ilişki incelendiğinde 30° ve 60°'de ampute tarafta protezli/protezsiz ve sağlam taraf diz

eklem proprioseptif duyusu ile yumuşak zeminde gözler kapalı durumda değerlendirilen antero-posterior ve medio-lateral postüral salınım değerleri hariç tüm postüral salınım sonuçları arasında istatistiksel olarak anlamlı pozitif yönde kuvvetli bir korelasyon olduğu sonucuna ulaşıldı. Ek olarak, yumuşak zeminde gözler kapalı duruma ait stabilite skoru hariç yapılan tüm ölçümlere ilişkin stabilite skorları ile diz eklem proprioseptif duyusu arasında istatistiksel olarak anlamlı negatif yönlü orta düzey bir korelasyon olduğu belirlendi ($p<0,05$) (Tablo 4.11).

Tablo 4.11. Proprioseptif duyu ile statik denge parametreleri arasındaki ilişkinin incelenmesi ilişkin sonuçlar

Tüm Katılımcılar (n=28)		Pli30°	Psiz30°	S30°	Pli60°	Psiz60°	S60°
Antero-Posterior							
GASZ	r	0.743	0.758	0.728	0.769	0.799	0.758
	p	0.001*	<0.001*	0.001*	<0.001*	<0.001*	<0.001*
GKSZ	r	0.770	0.786	0.747	0.783	0.786	0.765
	p	<0.001*	<0.001*	0.001*	<0.001*	<0.001*	<0.001*
GAYZ	r	0.750	0.786	0.742	0.805	0.819	0.796
	p	<0.001*	<0.001*	0.001*	<0.001*	<0.001*	<0.001*
GKYZ	r	0.175	0.181	0.167	0.151	0.158	0.145
	p	0.326	0.308	0.429	0.441	0.438	0.523
Lateral							
GASZ	r	0.707	0.713	0.718	0.727	0.709	0.730
	p	0.007*	0.005*	0.004*	0.002*	0.007*	0.001*
GKSZ	r	0.725	0.742	0.737	0.740	0.725	0.734
	p	0.001*	0.001*	0.001*	0.001*	0.002*	0.001*
GAYZ	r	0.732	0.762	0.712	0.733	0.721	0.754
	p	0.001*	<0.001*	0.004*	0.001*	0.002*	<0.001*
GKYZ	r	0.105	0.103	0.121	0.109	0.117	0.101
	p	0.567	0.574	0.508	0.563	0.513	0.582
Stabilite Skoru							
SZGA	r	-0.723	-0.729	-0.720	-0.727	-0.735	-0.721
	p	0.005*	0.001*	0.002*	0.002*	0.001*	0.002*
SZGK	r	-0.730	-0.736	-0.725	-0.732	-0.742	-0.725
	p	0.019*	0.001*	0.002*	0.001*	0.001*	0.002*
YZGA	r	-0.742	-0.747	-0.739	-0.748	-0.753	-0.741
	p	<0.001*	0.001*	0.001*	0.001*	<0.001*	0.001*
YZGK	r	-0.163	-0.168	-0.141	-0.008	-0.078	-0.039
	p	0.373	0.358	0.443	0.865	0.571	0.734

* $p<0,05$; r:spearman korelasyon katsayısı, Pli30°: protezle yapılan 30° ölçümü, Psiz30°: protezsiz yapılan 30° ölçümü, S30°: sağlam tarafta yapılan 30° ölçümü, Pli60°: protezle yapılan 60° ölçümü, Psiz60°: protezsiz yapılan 60° ölçümü, S60°: sağlam tarafta yapılan 60° ölçümü, GASZ: gözler açık sert zeminde yapılan ölçüm, GKSZ: gözler kapalı sert zeminde yapılan ölçüm, GAYZ: gözler açık yumuşak zeminde yapılan ölçüm, GKYZ: gözler kapalı yumuşak zeminde yapılan ölçüm, SZGA: sert zeminde gözler açık stabilite skoru sonucu, SZGK: sert zeminde gözler kapalı stabilite skoru sonucu, YZGA: yumuşak zeminde gözler açık stabilite skoru sonucu, YZGK: yumuşak zeminde gözler kapalı stabilite skoru sonucu.

Gruplarda proprioseptif duyu ile LoS arasındaki ilişki incelendiğinde antero-posterior ve medio-lateral doğrultularda hesaplanan LoS ve stabilite skorları ile 30° ve 60°'lerde ampute tarafta protezli/protezsiz ve sağlam tarafta bakılan diz eklemi proprioseptif duyusuna ilişkin değerlendirme sonuçları arasında istatistiksel olarak anlamlı negatif yönlü orta düzeyde bir korelasyon olduğu belirlendi ($p < 0,05$) (Tablo 4.12).

Tablo 4.12. Proprioseptif duyu ile dinamik denge parametreleri arasındaki ilişkinin incelenmesi ilişkin sonuçlar

Tüm Katılımcılar (n=28)		LoS-Ön	LoS-Arka	LoS-Sağlam	LoS-Ampute	LoS Skoru (%)
Pli30°	r	-0,705	-0,428	-0,416	-0,721	-0,429
	p	0,007*	0,011*	0,014*	0,002*	0,011*
Psiz30°	r	-0,722	-0,434	-0,425	-0,730	-0,438
	p	0,002*	0,011*	0,011*	0,001*	0,010*
S30°	r	-0,701	-0,421	-0,410	-0,715	-0,420
	p	0,008*	0,012*	0,019*	0,005*	0,012*
Pli60°	r	-0,713	-0,433	-0,418	-0,724	-0,442
	p	0,005*	0,011*	0,014*	0,002*	<0,010*
Psiz60°	r	-0,730	-0,440	-0,430	-0,736	-0,450
	p	0,001*	0,010*	0,011*	0,001*	0,009*
S60°	r	-0,717	-0,425	-0,414	-0,727	-0,445
	p	0,004*	0,011*	0,014*	0,002*	0,010*

* $p < 0,05$; r: spearman korelasyon katsayısı, LoS: Limits of Stability - Stabilite Limiti, Pli30°: protezle yapılan 30° ölçümü, Psiz30°: protezsiz yapılan 30° ölçümü, S30°: sağlam tarafta yapılan 30° ölçümü, Pli60°: protezle yapılan 60° ölçümü, Psiz60°: protezsiz yapılan 60° ölçümü, S60°: sağlam tarafta yapılan 60° ölçümü.

5. TARTIŞMA

Diyabetik ve travmatik transtibial amputelerde propriyoseptif duyunun karşılaştırılması ve proteze uyum, denge ve fonksiyonel performans ile propriyosepsiyon arasındaki ilişkinin incelenmesi üzerine planlanan çalışmamızın sonucunda diyabetik amputelerin diz eklem propriyoseptif duyası, proteze uyum, fonksiyonel performans ve denge parametrelerinin travmatik amputelerden farklı olduğu gösterilerek bu yöndeki hipotezlerimiz doğrulandı. Bununla birlikte propriyoseptif duyunun proteze uyum, fonksiyonel performans ve denge parametreleri ile ilişkili olduğu saptandı.

DPN mikro ve makrovasküler komplikasyonları ile multi-sistemik tutulumu neden olan bir durum olduğundan çalışmamızda değerlendirilen parametrelerde sadece DPN' ye bağlı duyu kaybının etkisinin ortaya konulabilmesi için grupların homojen olması oldukça önemlidir. Bu nedenle gruplar demografik profilleri ile amputasyon ve proteze ilişkin özellikleri bakımından ayrıntılı bir şekilde değerlendirilmiştir. Gruplar son 1 yıl içindeki düşme sayısı hariç demografik özellikler bakımından benzerdir. Grupların ağrı düzeyleri, nöropatik semptom ve bulguları ile sağlam ayakta kızarıklık oluşumu ve ülserasyona yönelik değerlendirme sonuçları bakımından benzer özellikler gösterdiği bununla birlikte grupların sağlam ayaklarının ayak ısısı, rengi, ödem, nasır, topukta çatlak ve deformite oluşumu açısından farklılık gösterdiği ve bu durumun DPN' nin doğal seyrine ilişkin gelişen klinik tabloyu yansıttığı söylenebilir. Protez kullanımına ilişkin özelliklerde ise DPN ve sekonder komplikasyonlarına bağlı olarak diyabetik amputelerde günlük protez kullanım süresi, kullanılan protez sayısı ve ampute tarafa ağırlık aktarma yüzdesinin daha az olduğu ve gruplarda farklılıklar olduğu belirlenmiştir. Bu durumun diyabetik bireylerde amputasyon sonrasında sıklıkla görülen bozulmuş yara iyileşmesi, ödem ve bunlara bağlı olarak gelişen komplikasyonların ve diyabet hastalığının yarattığı sistemik etkilerin doğal bir sonucu olduğu söylenebilir. Unilateral diyabetik ayak ülserasyonuna yönelik cerrahi tedavi gören 21 DPN' li bireyin post-operatif 1. yıl kontrolünde bireylerin sağlam ve etkilenmiş tarafa aktardıkları ağırlık yüzdelerinin sırasıyla %58,4±5,5 ve %41,6±5,5 olduğu gösterilmiştir (137). Amputelerde vücut ağırlığı, sadece statik durumlarda değil yürüyüş sırasında da çoğunlukla sağlam alt ekstremité tarafından desteklenir. Özellikle protez ile rehabilitasyonun erken

aşamalarında, sağlam uzvun vücut ağırlığının yaklaşık %60'ına kadarını taşıdığı bildirilmiştir (1). 12 transtibial ampute ve benzer yaş grubundaki 12 sağlıklı kişinin dahil edildiği bir çalışmada katılımcıların üst ekstremiteler destekli ve destekli olarak oturmadan ayağa kalkmaları istenmiş ve bu sırada ekstremiteler arasındaki ağırlık dağılımının simetrisi incelenmiştir. Çalışma sonunda ampute grupta asimetrik bir ağırlık dağılımı görüldüğü ve aktivite sırasında vücut ağırlığını sağlam tarafa aktarma eğiliminde oldukları gözlenmiştir (138). Yapılan çalışmalarda ağrı, güdük-protez ara yüz uyumu nedeniyle yaşanan rahatsızlık hissi ve protezli tarafa ağırlık aktarmaktan kaçınmak gibi nedenler amputelerde vücut ağırlığının asimetrik dağılımına neden olmaktadır (1). Çalışmamızda ampute tarafa ağırlık aktarma yüzdesinin diyabetik grupta travmatik gruptan az olmasının DPN' ye bağlı olarak gelişen duyu ve motor kaybın yayılım alanı ve şiddeti ile ilişkili olarak statik ve dinamik aktiviteler sırasında stabilizeyi sağlamak amacıyla protezli tarafa ağırlık aktarmaktan kaçınmaları nedeniyle sergiledikleri koruyucu adaptif denge stratejilerinden kaynaklanabileceği düşünülmüştür. Ayrıca bu asimetrik ağırlık dağılımının, düşme riskini artıran denge değişikliklerine de yol açtığı ileri sürülmektedir (139).

Mobilitiyi değerlendirmek için mesafeyi kullanan performansa dayalı sonuç ölçümleri hem yürüme hem de fonksiyonel kapasitede görülen farklılıkları belirlemek üzere sıklıkla klinikte kullanılmaktadır (140). Gaunard ve arkadaşları tarafından 61 travmatik, 29 hastalıkla ilişkili (DM vb.) ve 11 tümör kaynaklı alt ekstremiteler amputasyonu bulunan birey üzerinde 2DKYT' ne ait yürüyüş mesafesi ve hız değerleri için referans değeri oluşturmak üzere yapılan çalışmada travmatik ampute grubunun tümör ve hastalıkla ilişkili amputasyona sahip bireylere kıyasla daha fazla mesafe katedip daha hızlı yürüdükleri belirlenmiştir (140). 28 unilateral transtibial ve 9 unilateral transfemoral ampute üzerinde 2DKYT için normatif değerlerin oluşturulmasını amaçlayan çalışmada, transfemoral amputelerin daha zayıf mobilite performansı sergiledikleri görülmüştür. Ek olarak, 2DKYT performansı ile amputasyondan bu yana geçen süre, protez kullanım süresi ve günlük protez kullanım süresinin anlamlı düzeyde ilişkili olduğu saptanmıştır (141). Unilateral travmatik transtibial amputelerde diz eklem pozisyon hissi ile fiziksel fonksiyonel performans arasındaki ilişkiyi inceleyen bir çalışmada, değerlendirme sırasında diz eklemi

pozisyon algısında daha az hata yapanların daha iyi fiziksel performans testi sonuçlarına sahip olduğunu gösterilmiştir. Mevcut çalışmada diz propriyosepsiyonunun dinamik denge ve mobilite performansını değerlendiren testlerle ilişkili olduğu bulgusu, ayak bileği ekleminden duyuşal geri bildirim alamayan transtibial amputelerde diz ekleminden gelen duyuşal geri bildirim önemini göstermektedir (104). Çalışmamızda da diyabetik ampute grubun 2DKYT sonuçlarının benzer demografik özellikteki travmatik amputelere kıyasla daha az olduğu görülmüştür. Bu durumun DPN' ye bağılı sensori-motor kaybın yayılım alanı ve şiddetiyle uyumlu olarak diz ekleminden yeterli proprioseptif uyarı alamayan DPN' li amputelerin ambulasyon sırasında stabiliteyi sürdürmek amacıyla daha yavaş yürüyüş hızlarını tercih etmesi sonucu geliştiğı düşünölmektedir. Ayrıca literatürle uyumlu olarak çalışmamızda da diz eklem propriosepsiyonu ile 2DKYT sonuçları arasında negatif kuvvetli bir ilişki olduğu belirlenmiştir.

Genel olarak normal ve fonksiyonel eklemlere sahip sağılıklı bireyler günlük yaşamlarında eklemlerinin farkında değildir. Ancak eklem çevresinde herhangi bir yaralanma veya cerrahi işlem sonrasında hastalar dikkatlerini etkilenmiş eklem üzerinde yoğunlaştırdığından dolayı ilgili eklemde eklem farkındalığı geliştirebilirler (142). Etkilenmiş eklem olan farkındalığın artmasının kişinin etkilenen eklem karşı yabancılaşmasından kaynaklanabileceğı düşünölmürken, bireyin eklemi unutabilmesi ise eklem ile kişi arasında yakalanan uyumu yansıtabilir (143). Eklem farkındalığı üzerine yapılan çalışmalar incelendiğinde, bu kavramın çoğunlukla eklem artroplastisi ile ön çapraz bağı ve quadriceps tendon rekonstrüksiyonu sonrası cerrahi işlem sonuçlarını değerlendirmek için kullanıldığı görölmektedir (144-147). Amputasyon cerrahisi nedeniyle vücudun bir kısmının kaybı, bireyin santral vücut şematizasyonunu ve vücut farkındalığını etkilemektedir (148). Protez tasarımının nihai amacı, protezi kullanan kişinin yapay uzvu kendi vücudunun bir parçası gibi hissetmesidir (149). Amputasyon ve takiben mevcut yapay uzva uyum, günlük yaşam aktivitelerinin gerçekleştirilebilmesi, yaşam kalitesi, işlevsellik ve sosyal hayata katılımın gerçekleştirilmesi açısından oldukça önemlidir. Alt ekstremite amputelerinde ekstremite bütünlüğünün bozulması ile sensori-motor sistemlerin etkilenimi bu bireylerde bozulmuş postüral stabilite, yavaş yürüme hızı, belirgin yürüyüş asimetrileri ve artan enerji tüketimine neden olmaktadır (150). Tüm bu olumsuzluklar hastaların

protezlerine uyumlarını ve günlük yaşam aktivitelerine katılımlarını olumsuz etkilemektedir. Bu nedenle alt ekstremitte amputelerinde eklem farkındalığı, proteze olan adaptasyonun belirlenmesinde mutlaka değerlendirilmesi gereken bir parametre olarak karşımıza çıkmaktadır. Karakaş ve arkadaşlarının UES-12' nin alt ekstremitte amputelerinde geçerlilik ve güvenilirliğini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada aktivite kısıtlaması ile protez farkındalığı arasında bir ilişki olduğu ve protez kullanan bireylerin aktivitelerinin kısıtlandıkça protez farkındalıklarının arttığı belirlenmiştir (131). Çalışmamızda diyabetik amputelerin UES-12 sonuçlarının benzer demografik özellikteki travmatik amputelere kıyasla daha düşük olduğu ve diz eklem propriosepsiyonu ile UES-12 arasında negatif yönde kuvvetli bir ilişki olduğu görülmüştür. Bu sonuçların DPN ve DPN' ye sekonder gelişen komplikasyonlara bağlı olarak proteze uyum konusundaki yetersizlikler ve dolayısıyla protez farkındalığının artması sonucu geliştiği söylenebilir.

Amputelerin, klinik ve demografik özellikleri, protez uyumları, psiko-sosyal durumları ve yaşam kalitelerini araştırmak amacıyla yapılan çalışmalarda, vasküler alt ekstremitte amputelerinin protez memnuniyet skorlarının, travmatik amputelere göre anlamlı derecede düşük olduğu gösterilmiştir (151, 152). Benzer şekilde çalışmamızda da psikososyal uyum, protez ile memnuniyet ve aktivite kısıtlamasının travmatik nedenli transtibial amputelerde daha iyi değerlerde olduğu ve dolayısıyla bu grubun yaşam kalitelerinin daha iyi olduğu söylenebilir. Çalışmamızda propriyoseptif duyudaki hata oranı ile TAPES' in Psikososyal Uyum alt parametresi arasında ters yönlü kuvvetli bir ilişki olması daha iyi eklem pozisyon hissine sahip amputelerde normal yaşama yeniden katılım oranlarının da daha iyi olabileceğini göstermektedir. Diz eklem propriyoseptif duyusu ile TAPES-Aktivite Kısıtlaması alt parametresi arasındaki pozitif yönlü kuvvetli ilişki, propriyoseptif duyu kaybı fazla olan diyabetik amputelerde neden daha düşük fonksiyonel seviyelerin görüldüğünü açıklayabilir. Son olarak, TAPES' in Protez ile Memnuniyet alt parametresi ile diz eklem propriyosepsiyonu arasındaki ters yönlü kuvvetli ilişkinin DPN' li amputelerde nöropatinin yayılım alanı ve şiddetiyle orantılı olarak eklem pozisyon hissindeki yüksek hata oranlarından kaynaklandığı söylenebilir.

Yapılan çalışmalarda, DM' li bireylerin alt ekstremitelerinin özellikle distal eklemlerinde daha belirgin olmakla birlikte, eklem ait yapıların nöral ve/veya mekanik özelliklerinin etkilenerek hastalarda belirgin propriyoseptif duyu kaybına neden olması DPN tanısından çok daha önce görülebilmektedir (153). Oh ve arkadaşları normal standart sinir ileti hızına sahip hafif nöral etkilenimi olan DPN' li bireylerin alt ekstremitelerde distal eklemlerinin çoğunda propriyoseptif duyu kaybı yaşadığını bildirmiştir (154). 23 T2DM' li ve 23 sağlıklı birey üzerinde diz eklem propriyosepsiyonunu değerlendirmek için yapılan bir çalışmada, kontrol grubuna göre daha yüksek nöropati skoruna sahip olan DM' li bireyler propriyoseptif duyunun test edildiği tüm hedef açı değerlerinde kontrol grubuna kıyasla %46 oranında daha fazla hata yapmıştır (6). 6 DPN' li ve 6 sağlıklı birey üzerinde 3 boyutlu hareket analiz yöntemi kullanılarak alt ekstremitelerde eklemlerinin propriyoseptif duyunun ağırlıksız ve ağırlıklı koşullarda test edildiği bir çalışmada, ağırlıklı ve ağırlıksız durumda kalça ve diz eklemi propriyoseptif duyu bakımından gruplar arasında herhangi bir fark görülmezken, ağırlıklı koşulda yapılan ayak bileği propriyoseptif duyu değerlendirmesinde kontrol grubuna kıyasla anlamlı bir azalma saptanmıştır (153). Sürecin ilerlemesiyle birlikte kas içiciklerine giden afferent veya gama efferent sinir yapılarının kaybı ve/veya kas içiği reseptörlerinin hasar görmesi sonucu propriyoseptif duyu kaybına ilişkin bulgular daha belirgin hale gelerek alt ekstremitelerde distalden proksimale doğru ilerleyen bir kayıp paterniyle sonuçlanmaktadır (153).

Her ne kadar daha önce yapılan çalışmalarda DPN' de A-delta ve C lifleri gibi küçük afferent sinir lifi hasarının daha yaygın olarak görüldüğü bildirilsede, DPN' li bireylerde propriyoseptif duyu değerlendirmesinde görülen yüksek hata oranlarının, propriyoseptif keskinlik için birincil reseptörleri içeren azalmış A-alfa sinir lifi aktivasyonunun bir sonucu olarak görülebileceği düşünülebilir. Ek olarak, DPN' li bireylerde propriyoseptif doğrulukta bozulmanın ikincil bir açıklaması da bazı bölgelerdeki nosisepsiyon kaybıyla ilgili olabilir (6).

DPN' li bireylerde alt ekstremitelerde amputasyonları sonucu motor fonksiyonların yanı sıra duyu reseptörlerinin de kaybı propriyoseptif duyu ciddi şekilde etkileyebilir. 7' si diyabetik olmak üzere 14 vasküler ve 34 travmatik unilateral diz altı amputenin dahil edildiği, alt ekstremitelerde amputelerinde sağlam ekstremitelerde de görülen

olası propriyoseptif ve kutanöz değişiklikleri araştıran bir çalışmada vasküler amputelerin %25' inin diz ekleminde propriyoseptif defisit olduğu görülmüştür (59). Çalışmamızda da diyabetik amputelerin farklı 2 hedef açı değerinde ampute tarafta protezli/protezsiz ve sağlam taraf alt ekstremitelerinde değerlendirilen diz eklem propriyoseptif duyusunun benzer demografik özellikteki travmatik amputelere kıyasla anlamlı düzeyde azaldığı gözlenmiştir. Her ne kadar transtibial amputelerde diz eklem kapsülü fiziksel olarak sağlam olsa da, amputasyon sonrası ekstremitte ağırlığında görülen değişikliğe paralel olarak kalan uzvu hareket ettirmek için gereken kuvvet miktarının değişmesi ve güdük-protez uzuv arasında oluşan etkileşim nedeniyle propriyoseptif duyuyu etkileyebilir (1). Ek olarak, periferik sinirlerin tüm bileşenlerinde görülen dramatik değişiklikler ve amputasyonun yanı sıra, diyabetik amputelerde kemik ve yumuşak dokuların mekanik özelliklerini hem mikroskopik hem de makroskopik düzeyde etkileyen hiperglisemik komplikasyonlar bağ dokuda anormal tip III kollajen depozisyonu, fasiküler organizasyon kaybı ve artan çapraz bağlanma gibi yapısal değişikliklere neden olarak alt ekstremitelerde görülen mevcut duyu kaybına katkı sağlayabilir (153).

Sağlıklı bireylerde propriyoseptif duyunun değerlendirildiği çalışmalarda sagittal düzlemde hedef aının arttırılmasıyla birlikte yapılan propriyoseptif hata oranlarında azalma olduğu saptanmıştır (155, 156). Ettinger ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada, sağlıklı kontrollere kıyasla ortalama 1,6 derecelik daha fazla hata oranına sahip olan T2DM' li bireylerde sagittal düzlemde hedef aı değerinin arttırılmasıyla propriyoseptif farkındalığının artması sonucu yapılan hata oranlarında azalma olduğu görülmüştür (6). Çalışmamızda da benzer şekilde hedef aı değerinin 30°' den 60°' ye arttırılması ile propriyoseptif değerlendirilme sırasında kaydedilen hata oranlarında azalma görülmüştür. Hedef aı değerlerinin artmasıyla artan propriyoseptif farkındalığından sorumlu mekanizmalar net olarak bilinmemekle birlikte bu durum kas ve eklemlerdeki reseptörlerin en çok bu pozisyonlarda aktif olmasıyla açıklanabilir (157, 158). Ek olarak, belirlenen hedef aı değerinin doğruluk ve kesinliğinin algılanmasından sorumlu olan mekanoreseptörlerin etkilenmesine karşın, yükseklik derecesinin algılanmasından sorumlu olan mekanoreseptörlerin daha az oranda etkilenmesi de mümkün olabilir (6). Bu durum yüksek açı değerlerinde propriyoseptif farkındalığın artması sonucu hata oranlarının azaldığını gösterebilir.

Somatosensoriyel sistem aracılığıyla elde edilen duyu uyaranlarının postür kontrolün sağlanmasında büyük oranda sorumlu olduğu düşünülmektedir (159). Yapılan çalışmalarda, DPN' li bireylerde değişen alt ekstremitte pozisyon hissi sonucu sıklıkla denge kaybının yaşandığı ve DPN' lilerin denge performanslarının sağlıklı bireylere kıyasla daha kötü olduğu gösterilmiştir (160, 161). Bu bireyler özellikle alt ekstremitelerden sağlanan doğru propriyoseptif bilginin eksikliği sonucu farklı statik ve dinamik koşullarda beklenmedik pertürbasyonlara maruz kalınması ya da azalmış görsel girdi varlığında diyabetik olmayan bireylere kıyasla şiddetli denge kayıpları yaşamaktadırlar (6, 162). 48 sağlıklı, 45 asemptomatik DPN' si olan ve 51 semptomatik DPN' si olan DM' li birey üzerinde erken evre DPN' nin yürüyüş ve denge parametreleri üzerine olan etkisini araştıran bir çalışmada asemptomatik ve semptomatik bireylerin gözler açık statik ayakta duruş sırasında antero-posterior ve medio-lateral doğrultularda, gözler kapalı statik ayakta duruş sırasında ise yalnızca antero-posterior doğrultuda postür salınımlarının sağlıklı bireylere kıyasla anlamlı artış görülmüştür. Ayrıca bu çalışmada statik denge parametrelerinde belirlenen kayıpların DPN' nin erken evrelerinden itibaren görülebileceği sonucuna ulaşılmıştır (163). Bu nedenle DPN' li bireylerde görülen propriyoseptif duyu kaybı bu vaka grubunda hastalıkla ilişkili önemli bir klinik endişe kaynağıdır (153).

Ampute rehabilitasyonunun en temel görevlerinden biri olan statik ayakta duruş sırasında dengenin sağlanması çoğu dinamik fonksiyonel aktivitenin gerçekleştirilmesi için oldukça önemlidir. Normal zeminde statik ayakta duruş sırasında ağırlık merkezinin antero-posterior doğrultudaki hareketi primer olarak ayak-ayak bileği stratejisi ve ona destek olan görsel input ile kontrol edilir. Medio-lateral doğrultudaki salınım miktarı ise kalça stratejisi ile kontrol edilmeye çalışılır (84). Ancak transtibial amputelerde; sagittal düzlemde denge sağlamak için kullanılan aktif ayak-ayak bileği kompleksinin eksikliği, frontal düzlemde dengeyi kontrol etmek için gereken simetrik ağırlık aktarımında görülen yetersizlik ve ampute taraftan iletilen bozulmuş somatosensoriyel uyarılar gibi birçok faktöre bağlı olarak postüral stabiliteyi sağlamak zorlaşmaktadır (164). Ek olarak, amputasyon sonrasında denge ile ilişkili merkezi sinir sistemi bağlantılarının santral düzeydeki iç temsilinin değişmesi sonucu postüral kontrolün sağlanması da büyük ölçüde etkilenir (60).

Amputasyona bağlı aktif eklem hareket kontrolünün kaybı ile DPN' ye bağlı bozulmuş duyuşal geribildirim minor ve/veya major diyabetik alt ekstremite amputasyonlarını takiben DPN' li bireylerde dengeyi daha fazla oranda olumsuz etkilemesi muhtemeldir (84). 23 DPN' li, 23 DAU' lu, 16 parşiyel ayak amputasyonlu ve 22 transtibial amputasyonlu bireyin dahil edildiği ve DPN' ye sekonder olarak gelişen diyabetik ayak komplikasyonlarının statik denge üzerindeki etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, gözler açık statik ayakta duruş sırasında sırasıyla DPN' li gruptan transtibial amputasyonlu gruba doğru ilerledikçe basınç merkezinin total ve antero-posterior doğrultudaki salınım miktarlarında artış görölmüştür (84). Benzer şekilde çalışmamızda sert zeminde gözler açık durumda antero-posterior ve medio-lateral doğrultulardaki postüral salınım miktarlarının çalışma grubunda kontrol grubuna kıyasla daha fazla olduğu belirlenmiştir. Yapılan çalışmalarda sağlam taraf ayak-ayak bileği eklem stratejisinin devreye girmesi sonucu postüral kontrolün sağlanması amacıyla bu ekstremitede antero-posterior doğrultudaki salınım miktarında artış göröldüğü saptanmıştır (165). Mayer ve arkadaşlarının periferik vasküler yetmezliğe bağlı olarak ampute edilen 10 deneyimli protez kullanıcısı ve 18 yeni protez kullanıcısı üzerinde yaptıkları çalışmada, bu bireylerin ayakta dururken veya yürürken vücut ağırlıklarını kademeli olarak sağlam tarafa kaydırdukları ve bu şekilde protez kullanımının erken dönemlerinden itibaren postüral stabilizasyonun korunması için telafi edici bir denge stratejisi edindiklerini belirlemişlerdir (165). Benzer şekilde çalışmamızda da ağırlık merkezinin medio-lateral doğrultudaki salınım miktarının travmatik gruba kıyasla fazla olmasının ampute tarafta görölen sensori-motor kayıp nedeniyle vücut ağırlığının sağlam ekstremitte tarafına doğru daha fazla kaydırılması sonucu gelişen yük dağılımını asimetrisine bağlı görölebileceği düşünölmüşdür.

Alt ekstremitte amputelerinde postüral dengeyi inceleyen çalışmalar çoğunlukla görsel ve/veya somatosensorial girdileri duyuşal algı değişkeni olarak kullanmaktadır (166). Farklı görme koşulları (gözler açık/kapalı) altında ağırlık merkezinin değişimini inceleyen çalışmalarda, görsel uyaran yokluğunun alt ekstremitte amputelerinde özellikle sagittal düzlemdeki postüral salınımı arttırdığı bildirilmiştir (60, 106, 167, 168). Çalışmamızda sert zeminde gözler kapalı durumda antero-posterior ve medio-lateral doğrultulardaki postüral salınım miktarlarının diyabetik grupta travmatik gruba kıyasla daha fazla olduğu belirlenmiştir.

Görsel input yokluğunda ampute tarafta azalan propriyoseptif duyu kaybını kompanse edecek öncelikli mekanizma sağlam taraf ayak-ayak bileği stratejisidir (166). Ancak DPN'li bireylerde mevcut simetrik nöropati nedeniyle sağlam taraf ayak-ayak bileği stratejilerinin de yetersiz olduğu bilinmektedir. Görüş kaybı gibi zorlu koşullar altında artan postüral salınım miktarını kontrol altına alabilmek için ayak-ayak bileği stratejisinin yetersiz kaldığı durumlarda ayak-ayak bileği stratejisine ek olarak kalça eklem stratejisinde devreye girdiği görülür (169). Bu durum sağlam ekstremiteye olan yük dağılımının artmasıyla birlikte medio-lateral düzlemde hareket miktarının artışı sonucu postüral stabilite kaybının en aza indirilmesine yardımcı olmaktadır (168). Dolayısıyla kalça eklemi koruma stratejisi, gözler kapalıyken yaşanabilecek olası denge kayıplarını önlemek için daha güçlü destek sağlayabilir.

Mekanoreseptif bilginin postüral stabilitedeki rolünü araştırmak için yapılan çalışmalarda yumuşak zemin kullanımının temas yüzeyinden sağlanan duyu bilgisi aktarımının bozulmasına yol açarak postüral salınımı arttırdığı gösterilmiştir (170, 171). Sağlıklı bireylerde yumuşak zemin üzerinde ayakta durmanın vücut ağırlığının alt ekstremitelere dağıtımını sırasında yaşanan zorluk nedeniyle özellikle frontal düzlemde postüral salınımı arttırdığı saptanmıştır (170, 171). Jayakaran ve arkadaşları tarafından 9 DM' li transtibial ampute, 9 travmatik transtibial ampute, 8 DM' li fakat ampute olmayan birey ve 9 DM' si ve amputasyonu olmayan sağlıklı birey üzerinde yapılan çalışmada, zorlu çevresel koşullar altında diyabetik transtibial amputelere ilişkin postüral kontrol yanıtlarının travmatik ampute grubundan farklı olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Bununla birlikte, ampute olmayan bireylerle kıyaslandığında diyabetik ve travmatik ampute gruplarının amputasyon etiyojisine göre şekillenmiş farklı postüral stratejiler sergiledikleri gözlemlenmiştir (172). Benzer şekilde çalışmamızda da gruplar arasında yumuşak zeminde gözler kapalı durumda antero-posterior ve medio-lateral doğrultularda postüral salınım miktarı açısından fark olmadığı görülmüştür. Bu durum diyabetik ampute bireylerin mevcut duyu kaybı nedeniyle günlük yaşamda sık yaşadıkları denge kaybı ve düşme kazaları sonucu geliştirdikleri koruyucu adaptif denge stratejisi ile açıklanabilir (166). İlerleyen yaşla birlikte alt ekstremitte denge stratejilerinde görülen agonist-antagonist ko-kontraksiyonu ile kas aktivasyonu sırasını değiştirerek 'ayak/ayak bileği-kalça' stratejisinden 'kalça-ayak/ayak bileği' stratejisine geçilmesi gibi olası değişikliklerin

mevcut sensorimotor kayıpları telafi edebileceği görülmüştür (173). Ayrıca DPN şiddetinden bağımsız olarak DM' li bireylerin, denge ve diğer zorlu postüral görevleri yerine getirmek için kalça stratejisinden aktif bir şekilde faydalandığı bilinmektedir (174). Ek olarak diz altı amputeler amputasyon sonrasında ekstremit segmentinin eksikliği nedeniyle yaşanan duyu kaybını telafi etmek için protez ile rehabilitasyonun başlangıç aşamasında statik ayakta duruşta görsel girdileri daha fazla oranda kullanmaktadır (59). Her ne kadar Geurts ve arkadaşları 8 aylık bir rehabilitasyon programı sonrasında bu görsel bağımlılığın kademeli olarak normal seviyelere düştüğünü gösterse de (175), çalışmamızda herhangi bir nöropatik etkilenimi olmayan travmatik grubun yumuşak zeminde gözler kapalı ayakta dururken yaşadığı zorluğun mevcut somatosensoryel duyu kaybının protez kullanımı ile tam olarak telafi edilememesiyle açıklanabilir.

LoS testi bireylerin mekansal konumlarını istemli olarak değiştirme yeteneği ve bu duruşta stabiliteyi koruma kapasiteleriyle ilişkili olan hareket niteliklerini ölçer (176). Alt ekstremit amputasyonu bulunmayan DM' li bireylerde, diyabetin sensorimotor organizasyonu farklı seviyelerde değişen oranlarda etkilemesi sonucu bu bireylerde dinamik aktiviteler sırasında postüral kontrol kayıpları görülmektedir. Fulk ve arkadaşları, DM' li bireylerde dinamik denge kaybının tek nedeninin DPN olmadığını, DM' nin kendisinin de duysal yolları merkezi hasar oluşturarak postüral kontrol sistemini olumsuz yönde etkileyebileceğini ileri sürmüştür (177).

Alt ekstremit amputasyonu sonrası vakaların istemli dinamik postüral yanıtları çoğunlukla bilgisayarlı dinamik postürografi sistemi kullanılarak incelenmiştir (178, 179). Alt ekstremit amputelerinde statik denge parametreleri kapsamlı bir şekilde araştırılmışken dinamik denge parametrelerini incelemeye yönelik planlanan çalışma sayısı oldukça azdır. Ek olarak bu çalışmaların büyük bir kısmında amputasyon etiyojisine yönelik herhangi bir karşılaştırma yapılmamıştır (180). 10 erkek unilateral transtibial ampute ve 10 sağlıklı birey üzerinde yapılan çalışmada, ampute grubun ağırlık merkezinin protezli tarafta ve posterior doğrultulardaki maksimum yer değişimi miktarının kontrol grubuna kıyasla anlamlı düzeyde azaldığı gösterilmiştir (179). Molina-Rueda ve arkadaşlarının 10' u DM'li olmak üzere 18 transtibial ampute ve 24 sağlıklı birey üzerinde yaptıkları çalışmada, analiz sonuçları ampute grubun amputasyonun etiyojisine bağlı olarak farklı

şekillerde davrandıklarını göstermiştir. Buna göre, protezli tarafta vasküler amputelerin ağırlık merkezinin anterior, anterior-oblik, posterior-oblik ve posterior doğrultulardaki yer değişiminin sağlıklı bireylere kıyasla azaldığı, posterior-oblik ve posterior doğrultulardaki yer değişiminin ise non-vasküler amputelere kıyasla azaldığı gösterilmiştir (180). Çalışmamızda gözlemlenen sonuçlar doğrultusunda, statik ve bununla ilişkili olarak dinamik denge parametrelerinin diyabetik ampute grubunda travmatik ampute grubuna kıyasla olumsuz etkilendiği belirlenmiştir. Özellikle dinamik denge fonksiyonunu gösteren 4 yönlü LoS mesafelerinin diyabetik ampute grubunda düşük çıkmasının DPN' nin yayılım alanı ve şiddetine bağlı olarak kalan uzuvda somatosensoryal duyu kaybının ve alt ekstremitte kas kuvveti etkileniminin diyabetik ampute grubunda travmatik ampute grubundan daha fazla olması, ampute tarafa aktarılan ağırlık miktarının azalması ve sağlam ayakta görülen deformite varlığı ile ilişkili olabileceği düşünülmüştür.

Ek olarak tüm katılımcıların postüral stabilite ve LoS skorlarına ilişkin sonuçları yorumlamak için Girardi ve arkadaşlarının aynı yaş grubundaki sağlıklı geriatric bireylerden elde ettikleri cihaz yazılımı içinde kayıtlı olan yaşla eşleştirilmiş normatif değerler kullanıldı (135). Diyabetik ampute grubuna ait sert ve yumuşak zeminlerde gözler açık/kapalı olarak hesaplanan tüm postüral stabilite skorları ile LoS skoru sonuçlarının aynı yaş grubundaki sağlıklı geriatric bireylerden elde edilen sonuçlara kıyasla düşük olduğu, travmatik amputelerin ise aynı yaş grubundaki sağlıklı geriatric bireylere yakın puanlar aldıkları görülmüştür.

Unilateral alt ekstremitte yaralanmalarında diz eklem pozisyon hissi ile statik ve dinamik denge parametreleri arasındaki ilişkinin incelendiği az sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalarda vaka grubu olarak sağlıklı bireyler, ön çapraz bağ yaralanması olanlar ve diz eklem osteoartriti bulunan bireylerden oluşmaktadır (181, 182). Wang ve arkadaşlarının 24 sağlıklı genç kadın üzerinde diz eklem propriyosepsiyonu, kas kuvveti ve denge arasındaki ilişkiyi incelemek üzere yaptıkları çalışmada, 15 ve 45 derecelik hedef açı değerlerinde test edilen diz eklem propriyosepsiyonun dinamik denge ile anlamlı bir korelasyona sahip olduğu gösterilmiştir (181). Sağlıklı bireylerde iki farklı ortez tasarımının kinestetik farkındalık ve denge üzerine olan etkilerinin araştırılması amacıyla yapılan bir çalışmada diz eklem propriyosepsiyonu ve statik denge parametreleri arasında

istatistiksel olarak anlamlı fakat zayıf düzeyde bir korelasyon bulunmuştur (183). Raizah ve arkadaşları tarafından 50 bilateral diz eklem osteoartritli ve 50 sağlıklı birey üzerinde gerçekleştirilen çalışmada, diz eklem propriyosepsiyonu ile LoS testinin reaksiyon süresi, maksimum ekskürsion ve yön kontrolü parametreleri arasında istatistiksel olarak anlamlı, orta-kuvvetli düzeylerde değişen korelasyonlar bulunmuştur (182). Travmatik alt ekstremitte amputelerinde diz eklem propriyosepsiyonunu inceleyen çalışmalarda ise propriyoseptif duyu ile denge parametreleri arasındaki ilişki konusunun ele alındığı çalışmalar sınırlıdır (104).

Diyabetik alt ekstremitte amputelerinde somatosensoriyal duyu ve denge parametreleri arasındaki ilişkiyi inceleyen sadece bir çalışma mevcuttur. Quai ve arkadaşları tarafından 22 DM' li transtibial alt ekstremitte amputeleri üzerinde somatosensoriyal duyu (vibrasyon ve hafif dokunma), dolaşım ve denge parametreleri arasındaki ilişkiyi incelemek için yapılan çalışmada somatosensoriyal duyu kaybı olan DM' li amputelerin statik ve dinamik denge parametrelerinin de kötü olduğu belirlenmiştir (60). Çalışmamızda da sert zeminde gözler açık/kapalı ve yumuşak zeminde gözler açık durumda antero-posterior ve medio-lateral doğrultularda değerlendirilen statik denge parametreleri ve yine aynı durumda hesaplanan stabilite skorları ile ampute tarafta protezli/protezsiz ve sağlam tarafta değerlendirilen diz eklemi propriyoseptif duyusu arasında kuvvetli bir ilişki saptanmıştır. Bu durum diyabetik amputelerde diz eklem pozisyon hissinde görülen hata payı oranlarının artmasıyla birlikte bu bireylerde postüral stabilitede beklenen yetersizliklerin artabileceği yönünde yorumlanabilir. Diz eklem pozisyon hissini ön ve protezli tarafa ait stabilite limitleri ve LoS skoru ile ilişkisi incelendiğinde negatif yönlü kuvvetli bir ilişki belirlenmiştir. Statik denge parametreleri ve propriyoseptif duyu arasında gözlemlenen ilişkiyle bağlantılı olarak belirgin sensori-motor tutulumu olan diyabetik amputelerde propriyoseptif hata oranının artmasıyla birlikte dinamik denge performanslarının da olumsuz etkilenebileceği görülmektedir.

Yıllık olarak 65 yaş üstü her üç kişiden birinin düşmesi nedeniyle yaşanan nüfusta düşme kazaları uluslararası düzeyde tanınan bir klinik sorundur (184). Diyabetli kişilerde düşmenin aslında daha da büyük bir klinik sorun olduğu ve DPN' li bir kişinin düşme olasılığının aynı yaştaki DM' li olmayan bireylere kıyasla 20 kat daha fazla olduğu belirtilmiştir (185). Çalışmalar DPN' nin düşme riski için güçlü ve

bağımsız bir belirleyici olduğunu ortaya koymuştur (161, 185). 146 DPN' li birey üzerinde denge özgüveni ve düşme riski arasındaki ilişkiyi inceleyen bir çalışmada bu kişilerin %20' sinin yüksek düşme riski taşıdığı belirlenmiştir (161). Düşme kazaları alt ekstremitte amputelerinde düşme korkusu ve daha düşük denge güveni seviyeleri ile ilişkilendirilmiştir (186). Alt ekstremitte amputelerinin %50' sinden fazlasının her yıl düşme kazası yaşadığı ve ortalama 46,2' lik düşme kaynaklı meydana gelen yaralanma oranları ile düşme kazalarını sık yaşayan geriatric bireyler gibi diğer tüm hassas popülasyonları geride bıraktıkları saptanmıştır (187). Yapılan bir çalışma kadın cinsiyeti, siyahi ırk, yaş ve vasküler amputasyonun amputelerde düşmeye bağlı yaralanma olasılığıyla ilişkili önemli faktörler oldukları sonucuna varmıştır (188). Chihuri ve arkadaşlarının çok değişkenli bir model üzerinde düşmeye bağlı yaralanma ile ilişkili faktörleri değerlendirmek için 255 alt ekstremitte amputesi üzerinde yaptıkları çalışmada, vasküler amputasyonu olan kişilerin düşmeye bağlı yaralanma riskinin, non-vasküler amputelere kıyasla iki kat daha fazla olduğu görülmüştür (111). Wong ve arkadaşlarının vaka grubunun çoğunluğunu vasküler transtibial amputelerin oluşturduğu 41 alt ekstremitte amputesi üzerinde düşmeye bağlı yaralanma riskini ve düşme ile ilişkili risk faktörlerini belirlemek üzere yaptıkları çalışmada, %56,1' inin en az bir kez düştüğünü ve % 26,8' sinin tıbbi tedavi gerektiren düşmeye bağlı bir yaralanma yaşadığı saptanmıştır. Cinsiyet, ırk ve yaşa göre düzeltme yapıldığında alt gruplarda amputasyon etiolojisinin anlamlı bir farklılık yaratmadığı ancak vasküler amputelerin travmatik nedenlerle ampute olan bireylere kıyasla daha fazla düştüğü ve ciddi şekilde yaralandıkları belirlenmiştir (188). Benzer şekilde çalışmamızda da statik ve bununla ilişkili olarak dinamik denge parametrelerinin diyabetik ampute grubunda travmatik ampute grubuna kıyasla olumsuz etkilenmesi sonucu DPN' li amputelerin son 1 yıl içerisindeki düşme sayısının travmatik ampute grubunda yer alan bireylere kıyasla anlamlı düzeyde fazla olduğu gösterilmiştir.

Yapılan bu çalışmanın sonucunda diyabetik alt ekstremitte amputelerinde nöropatinin yayılım alanı ve şiddetinin diz ekleminde proprioseptif duyu kaybı açısından risk oluşturduğu belirlenmiştir. Diyabetik alt ekstremitte amputelerinde eklem pozisyon hissi etkilenimine bağlı olarak statik ve dinamik denge parametrelerdeki yetersizlikler sonucu daha fazla düşme kazası yaşadıkları gösterilmiştir. Bu nedenle travmatik amputelere kıyasla diyabetik amputelerin statik

ve dinamik postüral stabilitenin sağlanmasında diğer sensoriyal kaynaklara daha fazla oranda ihtiyaç duyduğu belirlenmiştir. DPN' ye bağlı sensori-motor kaybın yayılım alanı ve şiddetiyle uyumlu olarak diz ekleminden yeterince proprioseptif uyarı alamayan diyabetik amputelerin yürürken denge kaybı yaşamamak adına nispeten daha yavaş yürüyüş hızlarını tercih ettikleri saptanmıştır. Ek olarak, bu bireylerin DPN ve DPN' ye sekonder olarak gelişen komplikasyonlar sonucu kullandıkları protezlere uyum sağlayamamaları nedeniyle yapay uzuvlarını benimseyemedikleri görülmüştür.

Diyabete bağlı olarak transtibial amputasyonu olan bireylerin proteze uyum, denge ve fonksiyonel performans açısından etkilenimlerinin travmatik amputelere kıyasla daha dramatik olduğu ve bu durumun diyabetik amputelerin günlük yaşamları ve yaşam kalitesi üzerine olan etkisi görülmektedir. Bu hasta grubu ile çalışan sağlık profesyonellerinin rehabilitasyon süreçlerini planlanma aşamasında amputasyon nedeninin göz önünde bulundurularak bu konuda gerekli eğitimlerin verilmesi önem taşımaktadır.

Günlük protez kullanım sürelerinin gruplarda farklı olması özellikle protez farkındalığı, psikososyal uyum, aktivite kısıtlaması ve protez memnuniyeti parametreleri açısından DPN'li grubun değerlerini olumsuz etkilemektedir. Grupların bu yönde homojenliğinin sağlanamaması önemli bir limitasyondur.

Çalışmamızda diyabetik alt ekstremitte amputelerini fonksiyonel birer protez kullanıcısı olmaktan alıkoyan azalmış eklem pozisyon hissi, statik ve dinamik denge parametrelerinde görülen değişimler ile yetersiz protez uyumu parametreleri nicel bir şekilde aktarılmaya çalışılmıştır. Bu çalışma diyabetik amputelerde diz eklem pozisyon hissinde DPN' ye bağlı değişikliklerin tespit edilmesi amacıyla yapılan ilk çalışmadır. Bu çalışmadan elde edilen sonuçların bu hasta grubu ile çalışan sağlık profesyonellerine tedavi yaklaşımları ve rehabilitasyon programlarını düzenlenmesi konusunda yol gösterici olacağına inanılmaktadır. Özellikle diyabetik amputelerde protez kullanımı, fonksiyonel performans ve yaşam kalitesini etkileyen diz eklem proprioseptif duyusunun geliştirilmesine yönelik rehabilitasyon programı planlanmasının önemi vurgulanmaktadır. Böylelikle diyabetik bireylerin fonksiyonel protez kullanım becerilerinin geliştirilmesi ve yaşam kalitesinin iyileştirilmesiyle toplumsal rollere katılımın artırılmasına yardımcı olacağı düşünülmektedir.

6. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Diyabetik transtibial amputelerde eklem pozisyon hissini değerlendirilmesi ve propriyoseptif duyunun proteze uyum, denge ve fonksiyonel performans üzerine olan etkilerinin incelenmesi amacıyla planlanan çalışmamızda aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

Diyabetik amputelerin travmatik amputelere kıyasla ampute tarafa daha az ağırlık aktardığı görülmüştür. Bu durumda ampute rehabilitasyonunun temel komponentlerinden biri olan klasik yürüme eğitiminin içinde yer alan ampute tarafta ağırlık taşıma miktarının artırılmasına yönelik basamak egzersizleri ve öne-arkaya ve yanlara doğru adım alma egzersizleri diyabetik amputelerde önceliklendirilmelidir.

Diyabetik amputelerin farklı 2 hedef açı değerinde protezli/protezsiz ampute ve sağlam taraf alt ekstremitelerinde diz eklem propriyoseptif duyunun benzer demografik özellikteki travmatik amputelere kıyasla azaldığı gözlenmiştir. Propriyoseptif duyu kaybı amputasyon sonrası erken dönemden itibaren rehabilitasyon planına eklenen özel egzersizler yoluyla telafi edilebilir. Burda temel amaç eklem pozisyon hissini geliştirebilmek için motor kontrolden sorumlu farklı seviyelerdeki merkezlere duyu uyarılarını taşıyan afferent yolların tekrar eğitilmesidir. Bu amaçla refleks nöromüsküler kontrol gerektiren ani pozisyon değişimleri, eklem re-pozisyonlaması gibi basit propriyoseptif egzersizler ile eklem hareket genişliğinin sınır değerlerinde pozisyonlama aktivitelerinin amaca yönelik olarak planlanan rehabilitasyon planına eklenmesi önerilebilir.

Diyabetik ve travmatik ampute gruplarının amputasyon etiyojisine göre şekillenmiş farklı postüral kontrol stratejileri sergiledikleri gözlenmiştir. Sagittal düzlemde denge sağlamak için kullanılan aktif ayak-ayak bileği kompleksinin zayıflığı, frontal düzlemde dengeyi kontrol etmek için gereken simetrik ağırlık dağılımında görülen yetersizlik ve ampute taraftan iletilen azalmış propriyoseptif uyarılar sonucu diyabetik amputelerin antero-posterior ve medio-lateral doğrultulardaki postüral salınım miktarlarının travmatik gruba kıyasla arttığı görülmüştür. Buna karşın değişen pozisyon hissi nedeniyle günlük yaşamda sıkça denge kaybı yaşayan diyabetik amputelerin geliştirdikleri adaptif postüral kontrol stratejileri ile denge kaybını azaltmaya çalıştıkları belirlenmiştir. Özellikle zorlu çevresel koşullar altında görülen denge kayıplarına karşı geliştirdikleri koruyucu

adaptif denge stratejileri sonucu yumuşak zeminde gözler kapalı durumdayken diyabetik ve travmatik ampute gruplarının benzer postüral kontrol yanıtlarını oluşturdukları görülmüştür. Statik denge parametreleri ile uyumlu olarak dinamik denge parametrelerinin de travmatik gruba kıyasla olumsuz etkilendiği ve son bir yıl içerisinde daha fazla sayıda düştükleri belirlenmiştir.

Diyabetik amputelerin travmatik amputelere kıyasla daha düşük fonksiyonel performans seviyelerine sahip olduğu saptanmıştır. Gerek yaşadıkları denge kaybı gerekse DPN' nin yayılım alanı ve şiddetiyle uyumlu olarak ampute ve sağlam ekstremitelerden yeterince proprioseptif uyarı alamamaları nedeniyle diyabetik amputelerin denge kaybı yaşamamak adına daha travmatik amputelere kıyasla daha yavaş yürüyüş hızlarını tercih ettikleri düşünülmektedir. Bu bireylerde denge kaybı ve düşme oranını en aza indirmek için etkin yürüme, farklı görsel ve/veya somatosensoriyal girdilerin duyuşsal algı değişkeni olarak kullanıldığı dinamik ve statik postüral stabilizasyon eğitimleri, merdiven inme-çıkma, engel atlama ve güvenli düşme aşamalarını içeren rehabilitasyon programları uygulanabilir.

DPN' li amputelerin daha düşük protez uyumu düzeylerine sahip oldukları görülmüştür. Bu bireylerin nöropati ve nöropatiyle ilişkili komplikasyonlar sonucu planlanan rehabilitasyon programını tamamlayamamaları tedavi sürelerinin uzamasına ve sekonder komplikasyonlara açık hale gelmelerine neden olur. Bu nedenle de kullanılan proteze uyum sağlayamayan bu bireylerin protez kullanım sürelerini azaltma yoluna gittikleri ve dolayısıyla daha inaktif oldukları söylenebilir. Düşük protez uyumu olan DPN' li transtibial amputelerde denge kaybına bağlı yaşanan düşme kazalarının önlenmesi ve yeterli yürüyüş becerisinin kazandırılmasında diz eklem pozisyon hissini önemi ortaya konulmaktadır.

7. KAYNAKLAR

1. Fontes Filho C, Laett CT, Gavilão UF, Campos JC, Jr., Alexandre DJA, Cossich VRA, Sousa EB. Bodyweight distribution between limbs, muscle strength, and proprioception in traumatic transtibial amputees: a cross-sectional study. *Clinics (Sao Paulo)*. 2021;76:e2486.
2. Röijezon U, Clark NC, Treleaven J. Proprioception in musculoskeletal rehabilitation. Part 1: Basic science and principles of assessment and clinical interventions. *Man Ther*. 2015;20(3):368-77.
3. Clark NC, Röijezon U, Treleaven J. Proprioception in musculoskeletal rehabilitation. Part 2: clinical assessment and intervention. *Manual therapy*. 2015;20(3):378-87.
4. Chawla A, Chawla R, Jaggi S. Microvascular and macrovascular complications in diabetes mellitus: distinct or continuum? *Indian journal of endocrinology and metabolism*. 2016;20(4):546.
5. Hewston P, Deshpande N. Falls and Balance Impairments in Older Adults with Type 2 Diabetes: Thinking Beyond Diabetic Peripheral Neuropathy. *Can J Diabetes*. 2016;40(1):6-9.
6. Ettinger LR, Boucher A, Simonovich E. Patients with type 2 diabetes demonstrate proprioceptive deficit in the knee. *World J Diabetes*. 2018;9(3):59-65.
7. Goutos I, Nicholas RS, Pandya AA, Ghosh SJ. Diabetes mellitus and burns. Part I-basic science and implications for management. *Int J Burns Trauma*. 2015;5(1):1-12.
8. Noor S, Zubair M, Ahmad J. Diabetic foot ulcer--A review on pathophysiology, classification and microbial etiology. *Diabetes Metab Syndr*. 2015;9(3):192-9.
9. Ducic I, Short KW, Dellon AL. Relationship between loss of pedal sensibility, balance, and falls in patients with peripheral neuropathy. *Ann Plast Surg*. 2004;52(6):535-40.
10. Fleury AM, Salih SA, Peel NM. Rehabilitation of the older vascular amputee: a review of the literature. *Geriatr Gerontol Int*. 2013;13(2):264-73.
11. Benrey-Reyes C, Eraso-Angulo R, Porrás-Estrada D, Landinez-Parra NS. Proprioceptive assessment battery for patients with below-knee amputation (BEPAT in Spanish). *Revista de la Facultad de Medicina*. 2016;64:105-11.
12. Hillier S, Immink M, Thewlis D. Assessing Proprioception: A Systematic Review of Possibilities. *Neurorehabil Neural Repair*. 2015;29(10):933-49.
13. Gilman S. Joint position sense and vibration sense: anatomical organisation and assessment. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 2002;73(5):473-7.
14. Weeks HM, Therrien AS, Bastian AJ. The cerebellum contributes to proprioception during motion. *J Neurophysiol*. 2017;118(2):693-702.

15. Cignetti F, Caudron S, Vaugoyeau M, Assaiante C. Body Schema Disturbance in Adolescence: From Proprioceptive Integration to the Perception of Human Movement. *Journal of Motor Learning and Development*. 2013;1(3):49-58.
16. Bosco G, Poppele RE. Proprioception from a spinocerebellar perspective. *Physiol Rev*. 2001;81(2):539-68.
17. MacKinnon CD. Sensorimotor anatomy of gait, balance, and falls. *Handb Clin Neurol*. 2018;159:3-26.
18. Grigg PW. Peripheral Neural Mechanisms in Proprioception. *Journal of Sport Rehabilitation*. 1994;3:2-17.
19. Banks RW, Hulliger M, Saed HH, Stacey MJ. A comparative analysis of the encapsulated end-organs of mammalian skeletal muscles and of their sensory nerve endings. *J Anat*. 2009;214(6):859-87.
20. Burke D, Gandevia SC, Macefield G. Responses to passive movement of receptors in joint, skin and muscle of the human hand. *J Physiol*. 1988;402:347-61.
21. Collins DF, Prochazka A. Movement illusions evoked by ensemble cutaneous input from the dorsum of the human hand. *J Physiol*. 1996;496 (Pt 3)(Pt 3):857-71.
22. Johansson RS, Flanagan JR. Coding and use of tactile signals from the fingertips in object manipulation tasks. *Nat Rev Neurosci*. 2009;10(5):345-59.
23. Zimmerman A, Bai L, Ginty DD. The gentle touch receptors of mammalian skin. *Science*. 2014;346(6212):950-4.
24. Cobo R, García-Piqueras J, Cobo J, Vega JA. The Human Cutaneous Sensory Corpuscles: An Update. *J Clin Med*. 2021;10(2).
25. Jami L. Golgi tendon organs in mammalian skeletal muscle: functional properties and central actions. *Physiol Rev*. 1992;72(3):623-66.
26. Proske U, Gandevia SC. The Proprioceptive Senses: Their Roles in Signaling Body Shape, Body Position and Movement, and Muscle Force. *Physiological Reviews*. 2012;92(4):1651-97.
27. Riemann BL, Lephart SM. The sensorimotor system, part I: the physiologic basis of functional joint stability. *J Athl Train*. 2002;37(1):71-9.
28. Gelfan S, Carter S. Muscle sense in man. *Exp Neurol*. 1967;18(4):469-73.
29. Gandevia SC, Burke D. Does the nervous system depend on kinesthetic information to control natural limb movements? *Behavioral and Brain Sciences*. 1992;15(4):614-32.
30. Kröger S, Watkins B. Muscle spindle function in healthy and diseased muscle. *Skelet Muscle*. 2021;11(1):3.
31. Nitori T. The fine structure of human Golgi tendon organs as studied by three-dimensional reconstruction. *J Neurocytol*. 1988;17(1):27-41.
32. Carli G, Farabollini F, Fontani G, Meucci M. Slowly adapting receptors in cat hip joint. *J Neurophysiol*. 1979;42(3):767-78.

33. Edin B. Cutaneous afferents provide information about knee joint movements in humans. *J Physiol.* 2001;531(Pt 1):289-97.
34. Edin BB. Quantitative analysis of static strain sensitivity in human mechanoreceptors from hairy skin. *J Neurophysiol.* 1992;67(5):1105-13.
35. Corneil BD, Olivier E, Munoz DP. Neck muscle responses to stimulation of monkey superior colliculus. I. Topography and manipulation of stimulation parameters. *J Neurophysiol.* 2002;88(4):1980-99.
36. Maravita A, Spence C, Driver J. Multisensory integration and the body schema: close to hand and within reach. *Curr Biol.* 2003;13(13):R531-9.
37. Wolpert DM, Diedrichsen J, Flanagan JR. Principles of sensorimotor learning. *Nat Rev Neurosci.* 2011;12(12):739-51.
38. Lephart SM, Fu FH. Proprioception and neuromuscular control in joint stability. [Champaign, IL]: Human Kinetics; 2000.
39. Riemann BL, Lephart SM. The Sensorimotor System, Part II: The Role of Proprioception in Motor Control and Functional Joint Stability. *J Athl Train.* 2002;37(1):80-4.
40. Horak FB. Postural Control. In: Binder MD, Hirokawa N, Windhorst U, editors. *Encyclopedia of Neuroscience.* Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2009. p. 3212-9.
41. Horak FB. Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls? *Age Ageing.* 2006;35 Suppl 2:ii7-ii11.
42. Nashner L, Berthoz A. Visual contribution to rapid motor responses during postural control. *Brain Res.* 1978;150(2):403-7.
43. Peterka RJ. Sensorimotor integration in human postural control. *J Neurophysiol.* 2002;88(3):1097-118.
44. Hwang S, Agada P, Kiemel T, Jeka JJ. Dynamic reweighting of three modalities for sensor fusion. *PLoS One.* 2014;9(1):e88132.
45. Peterka RJ. Comparison of human and humanoid robot control of upright stance. *J Physiol Paris.* 2009;103(3-5):149-58.
46. Ito T, Sakai Y, Ito Y, Yamazaki K, Morita Y. Association Between Back Muscle Strength and Proprioception or Mechanoreceptor Control Strategy in Postural Balance in Elderly Adults with Lumbar Spondylosis. *Healthcare (Basel).* 2020;8(1).
47. Han J, Waddington G, Adams R, Anson J, Liu Y. Assessing proprioception: A critical review of methods. *J Sport Health Sci.* 2016;5(1):80-90.
48. Saeed Alshahrani M, Reddy RS, Asiri F, Tedla JS, Alshahrani A, Kandakurti PK, Kakaraparthi VN. Correlation and comparison of quadriceps endurance and knee joint position sense in individuals with and without unilateral knee osteoarthritis. *BMC Musculoskelet Disord.* 2022;23(1):444.

49. Muaidi QI, Nicholson LL, Refshauge KM, Adams RD, Roe JP. Effect of anterior cruciate ligament injury and reconstruction on proprioceptive acuity of knee rotation in the transverse plane. *Am J Sports Med.* 2009;37(8):1618-26.
50. Al-Dadah O, Shepstone L, Donell ST. Proprioception deficiency in articular cartilage lesions of the knee. *Knee Surg Relat Res.* 2020;32(1):25.
51. Li L, Zhang S, Dobson J. The contribution of small and large sensory afferents to postural control in patients with peripheral neuropathy. *J Sport Health Sci.* 2019;8(3):218-27.
52. Bauer CM, Gröger I, Rupprecht R, Tibesku CO, Gaßmann KG. Reliabilität der statischen Posturografie bei älteren Personen. *Zeitschrift für Gerontologie und Geriatrie.* 2010;43(4):245-8.
53. Ferlinc A, Fabiani E, Velnar T, Gradisnik L. The Importance and Role of Proprioception in the Elderly: a Short Review. *Mater Sociomed.* 2019;31(3):219-21.
54. Johanson E, Brumagne S, Janssens L, Pijnenburg M, Claeys K, Pääsuke M. The effect of acute back muscle fatigue on postural control strategy in people with and without recurrent low back pain. *Eur Spine J.* 2011;20(12):2152-9.
55. Tsay A, Allen TJ, Leung M, Proske U. The fall in force after exercise disturbs position sense at the human forearm. *Exp Brain Res.* 2012;222(4):415-25.
56. Li L, Li YX, Zhang CL, Zhang DH. Recovery of pinch force sense after short-term fatigue. *Sci Rep.* 2023;13(1):9429.
57. Büntjen L, Hopf JM, Merkel C, Voges J, Knape S, Heinze HJ, Schoenfeld MA. Somatosensory Misrepresentation Associated with Chronic Pain: Spatiotemporal Correlates of Sensory Perception in a Patient following a Complex Regional Pain Syndrome Spread. *Front Neurol.* 2017;8:142.
58. Bali K, Dhillon MS, Vasistha RK, Kakkar N, Chana R, Prabhakar S. Efficacy of immunohistological methods in detecting functionally viable mechanoreceptors in the remnant stumps of injured anterior cruciate ligaments and its clinical importance. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy.* 2012;20(1):75-80.
59. Kavounoudias A, Tremblay C, Gravel D, Iancu A, Forget R. Bilateral changes in somatosensory sensibility after unilateral below-knee amputation. *Arch Phys Med Rehabil.* 2005;86(4):633-40.
60. Quai TM, Brauer SG, Nitz JC. Somatosensation, circulation and stance balance in elderly dysvascular transtibial amputees. *Clin Rehabil.* 2005;19(6):668-76.
61. Rand D. Proprioception deficits in chronic stroke-Upper extremity function and daily living. *PLoS One.* 2018;13(3):e0195043.
62. Goldlist S, Wijeyaratnam DO, Edwards T, Pilutti LA, Cressman EK. Assessing proprioceptive acuity in people with multiple sclerosis. *Mult Scler J Exp Transl Clin.* 2022;8(3):20552173221111761.

63. Teasdale H, Preston E, Waddington G. Proprioception of the Ankle is Impaired in People with Parkinson's Disease. *Mov Disord Clin Pract.* 2017;4(4):524-8.
64. D'Silva LJ, Lin J, Staecker H, Whitney SL, Kluding PM. Impact of Diabetic Complications on Balance and Falls: Contribution of the Vestibular System. *Phys Ther.* 2016;96(3):400-9.
65. Banday MZ, Sameer AS, Nissar S. Pathophysiology of diabetes: An overview. *Avicenna J Med.* 2020;10(4):174-88.
66. Guo H, Wu H, Li Z. The Pathogenesis of Diabetes. *Int J Mol Sci.* 2023;24(8).
67. Sinclair A, Saeedi P, Kaundal A, Karuranga S, Malanda B, Williams R. Diabetes and global ageing among 65-99-year-old adults: Findings from the International Diabetes Federation Diabetes Atlas, 9(th) edition. *Diabetes Res Clin Pract.* 2020;162:108078.
68. Zaccardi F, Webb DR, Yates T, Davies MJ. Pathophysiology of type 1 and type 2 diabetes mellitus: a 90-year perspective. *Postgrad Med J.* 2016;92(1084):63-9.
69. Fazli GS, Moineddin R, Bierman AS, Booth GL. Ethnic variation in the conversion of prediabetes to diabetes among immigrant populations relative to Canadian-born residents: a population-based cohort study. *BMJ Open Diabetes Res Care.* 2020;8(1).
70. Teo ZL, Tham YC, Yu M, Chee ML, Rim TH, Cheung N, et al. Global Prevalence of Diabetic Retinopathy and Projection of Burden through 2045: Systematic Review and Meta-analysis. *Ophthalmology.* 2021;128(11):1580-91.
71. Gheith O, Farouk N, Nampoory N, Halim MA, Al-Otaibi T. Diabetic kidney disease: world wide difference of prevalence and risk factors. *J Nephroarmacol.* 2016;5(1):49-56.
72. Yagihashi S, Mizukami H, Sugimoto K. Mechanism of diabetic neuropathy: Where are we now and where to go? *J Diabetes Investig.* 2011;2(1):18-32.
73. Hicks CW, Selvin E. Epidemiology of Peripheral Neuropathy and Lower Extremity Disease in Diabetes. *Curr Diab Rep.* 2019;19(10):86.
74. Liu X, Xu Y, An M, Zeng Q. The risk factors for diabetic peripheral neuropathy: A meta-analysis. *PLoS One.* 2019;14(2):e0212574.
75. Deshpande AD, Harris-Hayes M, Schootman M. Epidemiology of diabetes and diabetes-related complications. *Phys Ther.* 2008;88(11):1254-64.
76. Feldman EL, Callaghan BC, Pop-Busui R, Zochodne DW, Wright DE, Bennett DL, et al. Diabetic neuropathy. *Nat Rev Dis Primers.* 2019;5(1):42.
77. Allen MD, Doherty TJ, Rice CL, Kimpinski K. Physiology in Medicine: neuromuscular consequences of diabetic neuropathy. *J Appl Physiol (1985).* 2016;121(1):1-6.
78. Costigan M, Scholz J, Woolf CJ. Neuropathic pain: a maladaptive response of the nervous system to damage. *Annu Rev Neurosci.* 2009;32:1-32.

79. Yu Y. Gold Standard for Diagnosis of DPN. *Front Endocrinol (Lausanne)*. 2021;12:719356.
80. Pop-Busui R, Boulton AJ, Feldman EL, Bril V, Freeman R, Malik RA, et al. Diabetic Neuropathy: A Position Statement by the American Diabetes Association. *Diabetes Care*. 2017;40(1):136-54.
81. Kles KA, Bril V. Diagnostic tools for diabetic sensorimotor polyneuropathy. *Curr Diabetes Rev*. 2006;2(3):353-61.
82. Kluding PM, Bareiss SK, Hastings M, Marcus RL, Sinacore DR, Mueller MJ. Physical Training and Activity in People With Diabetic Peripheral Neuropathy: Paradigm Shift. *Phys Ther*. 2017;97(1):31-43.
83. Ravand M, Ghasemi M, Rahimi A, Mohajeri-Tehrani MR, Baghban AA. Dynamic balance and neuropathic changes following ankle proprioceptive training in type II diabetic patients with peripheral neuropathy. *Iran Red Crescent Med J*. 2021;23(5).
84. Kanade R, Van Deursen RWM, Harding KG, Price PE. Investigation of standing balance in patients with diabetic neuropathy at different stages of foot complications. *Clinical Biomechanics*. 2008;23(9):1183-91.
85. Lázaro-Martínez JL, Aragón-Sánchez FJ, Beneit-Montesinos JV, González-Jurado MA, Morales EG, Hernández DM. Foot biomechanics in patients with diabetes mellitus: doubts regarding the relationship between neuropathy, foot motion, and deformities. *Journal of the American Podiatric Medical Association*. 2011;101(3):208-14.
86. Volmer-Thole M, Lobmann R. Neuropathy and diabetic foot syndrome. *International journal of molecular sciences*. 2016;17(6):917.
87. Rossboth S, Lechleitner M, Oberaigner W. Risk factors for diabetic foot complications in type 2 diabetes—a systematic review. *Endocrinology, Diabetes & Metabolism*. 2021;4(1):e00175.
88. Stancu B, Ilyés T, Farcas M, Coman HF, Chiş BA, Andercou OA. Diabetic foot complications: a retrospective cohort study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2022;20(1):187.
89. Bandyk DF, editor *The diabetic foot: Pathophysiology, evaluation, and treatment*. Seminars in vascular surgery; 2018: Elsevier.
90. Erdem MM, Koc G, Kismet K, Yasti C, Topuz S. Evaluation of spatio-temporal gait parameters and gait symmetry in diabetic polyneuropathic patients with burn injury: A pilot study. *Burns*. 2020;46(4):897-905.
91. Gouveri E, Papanas N. Charcot osteoarthropathy in diabetes: a brief review with an emphasis on clinical practice. *World journal of diabetes*. 2011;2(5):59.
92. Yazdanpanah L, Shahbazian H, Nazari I, Arti HR, Ahmadi F, Mohammadianinejad SE, et al. Incidence and risk factors of diabetic foot ulcer: a population-based diabetic foot cohort (ADFC study)—two-year follow-up study. *International journal of endocrinology*. 2018;2018(1):7631659.

93. Rahim F, Yan X, Shah JA, Bibi N, Khan ZU, Nawaz S, Ming Y. Epidermal growth factor outperforms placebo in the treatment of diabetic foot ulcer: a meta-analysis. *F1000Research*. 2022;11.
94. Lavery LA, Oz OK, Bhavan K, Wukich DK. Diabetic foot syndrome in the twenty-first century. *Clinics in podiatric medicine and surgery*. 2019;36(3):355-9.
95. Wu S, Armstrong DG. Risk assessment of the diabetic foot and wound. *International wound journal*. 2005;2(1):17-24.
96. Eidmann A, Kamawal Y, Luedemann M, Raab P, Rudert M, Stratos I. Demographics and etiology for lower extremity amputations—Experiences of an University Orthopaedic Center in Germany. *Medicina*. 2023;59(2):200.
97. Lin C, Liu J, Sun H. Risk factors for lower extremity amputation in patients with diabetic foot ulcers: A meta-analysis. *PloS one*. 2020;15(9):e0239236.
98. Adler AI, Boyko EJ, Ahroni JH, Smith DG. Lower-extremity amputation in diabetes. The independent effects of peripheral vascular disease, sensory neuropathy, and foot ulcers. *Diabetes care*. 1999;22(7):1029-35.
99. Sayiner Z, Can F, Akarsu E. Patients' clinical characteristics and predictors for diabetic foot amputation. *Primary care diabetes*. 2019;13(3):247-51.
100. Pickwell K, Siersma V, Kars M, Apelqvist J, Bakker K, Edmonds M, et al. Minor amputation does not negatively affect health-related quality of life as compared with conservative treatment in patients with a diabetic foot ulcer: An observational study. *Diabetes/metabolism research and reviews*. 2017;33(3):e2867.
101. Karaali E, Duramaz A, Çiloğlu O, Yalın M, Atay M, Aslantaş FÇ. Factors affecting activities of daily living, physical balance, and prosthesis adjustment in non-traumatic lower limb amputees. *Turkish journal of physical medicine and rehabilitation*. 2020;66(4):405.
102. Batten H, Lamont R, Kuys S, McPhail S, Mandrusiak A. What are the barriers and enablers that people with a lower limb amputation experience when walking in the community? *Disability and Rehabilitation*. 2020;42(24):3481-7.
103. Meyer PF, Oddsson LI, De Luca CJ. The role of plantar cutaneous sensation in unperturbed stance. *Experimental brain research*. 2004;156:505-12.
104. Demirdel S, Ekinci Y, Demirdel E, Erbahçeci F. Investigation of the correlation between knee joint position sense and physical functional performance in individuals with transtibial amputation. *Prosthet Orthot Int*. 2023;47(5):494-8.
105. Van der Esch M, Steultjens M, Harlaar J, Knol D, Lems W, Dekker J. Joint proprioception, muscle strength, and functional ability in patients with osteoarthritis of the knee. *Arthritis Care & Research: Official Journal of the American College of Rheumatology*. 2007;57(5):787-93.
106. Vanicek N, Strike S, McNaughton L, Polman R. Postural responses to dynamic perturbations in amputee fallers versus nonfallers: a comparative study with

able-bodied subjects. Archives of physical medicine and rehabilitation. 2009;90(6):1018-25.

107. Appeadu MK, Gupta V. Postural Instability. StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing

Copyright © 2024, StatPearls Publishing LLC.; 2024.

108. Khan KS, Andersen H. The impact of diabetic neuropathy on activities of daily living, postural balance and risk of falls-a systematic review. Journal of diabetes science and technology. 2022;16(2):289-94.
109. McKeon PO, Hertel J. Diminished plantar cutaneous sensation and postural control. Perceptual and motor skills. 2007;104(1):56-66.
110. Bernatchez J, Mayo A, Kayssi A, editors. The epidemiology of lower extremity amputations, strategies for amputation prevention, and the importance of patient-centered care. Seminars in Vascular Surgery; 2021: Elsevier.
111. Chihuri S, Wong CK. Factors associated with the likelihood of fall-related injury among people with lower limb loss. Injury epidemiology. 2018;5:1-8.
112. Strini V, Schiavolin R, Prendin A. Fall risk assessment scales: A systematic literature review. Nursing Reports. 2021;11(2):430-43.
113. Mancini M, Horak FB. The relevance of clinical balance assessment tools to differentiate balance deficits. European journal of physical and rehabilitation medicine. 2010;46(2):239.
114. Gremeaux V, Damak S, Troisgros O, Feki A, Laroche D, Perennou D, et al. Selecting a test for the clinical assessment of balance and walking capacity at the definitive fitting state after unilateral amputation: a comparative study. Prosthetics and orthotics international. 2012;36(4):415-22.
115. Sawers A, Hafner BJ. Using clinical balance tests to assess fall risk among established unilateral lower limb prosthesis users: cutoff scores and associated validity indices. Pm&r. 2020;12(1):16-25.
116. Browne J, O'Hare N. Review of the different methods for assessing standing balance. Physiotherapy. 2001;87(9):489-95.
117. Hu X-x, Yang X-g, Wang X, Ma X, Geng X. The influence of diabetes and age-related degeneration on body balance control during static standing: a study based on plantar center-of-pressure trajectories and principal component analysis. Journal of Orthopaedic Surgery and Research. 2023;18(1):740.
118. Park S-H. Tools for assessing fall risk in the elderly: a systematic review and meta-analysis. Aging clinical and experimental research. 2018;30(1):1-16.
119. Chihuri ST, Youdan GA, Jr., Wong CK. Quantifying the risk of falls and injuries for amputees beyond annual fall rates-A longitudinal cohort analysis based on person-step exposure over time. Prev Med Rep. 2021;24:101626.
120. Yüksel H. Unilateral Alt Ekstremitte Amputasyonu Olan Bireylerde Sağlam Ayağın Değerlendirilmesi. 2019.

121. Ghazali MF, Abd Razak NA, Abu Osman NA, Gholizadeh H. Awareness, potential factors, and post-amputation care of stump flexion contractures among transtibial amputees. *Turk J Phys Med Rehabil.* 2018;64(3):268-76.
122. Frost AP, Norman Giest T, Ruta AA, Snow TK, Millard-Stafford M. Limitations of body mass index for counseling individuals with unilateral lower extremity amputation. *Prosthetics and orthotics international.* 2017;41(2):186-93.
123. Yiğiter K, Sener G, Erbahçeci F, Bayar K, Ülger OG, Akdoğan S. A comparison of traditional prosthetic training versus proprioceptive neuromuscular facilitation resistive gait training with trans-femoral amputees. *Prosthet Orthot Int.* 2002;26(3):213-7.
124. Mehta SP, Barker K, Bowman B, Galloway H, Oliashirazi N, Oliashirazi A. Reliability, concurrent validity, and minimal detectable change for iPhone goniometer app in assessing knee range of motion. *The journal of knee surgery.* 2017;30(06):577-84.
125. Cuthbert SC, Goodheart GJ, Jr. On the reliability and validity of manual muscle testing: a literature review. *Chiropr Osteopat.* 2007;15:4.
126. Koc R, Erdemoglu AK. Validity and reliability of the Turkish Self-administered Leeds Assessment of Neuropathic Symptoms and Signs (S-LANSS) questionnaire. *Pain Med.* 2010;11(7):1107-14.
127. Mascarenhas CHM, Carneiro JAO, Nobre TTX, Schettino L, de Araujo CM, Dos Reis LA, Fernandes MH. Analysis of plantar tactile sensitivity in older women after conventional proprioceptive training and exergame. *International Journal of Environmental Research and Public Health.* 2023;20(6):5033.
128. Boulton AJ, Armstrong DG, Albert SF, Frykberg RG, Hellman R, Kirkman MS, et al. Comprehensive foot examination and risk assessment: a report of the task force of the foot care interest group of the American Diabetes Association, with endorsement by the American Association of Clinical Endocrinologists. *Diabetes Care.* 2008;31(8):1679-85.
129. Brooks D, Hunter JP, Parsons J, Livsey E, Quirt J, Devlin M. Reliability of the two-minute walk test in individuals with transtibial amputation. *Archives of physical medicine and rehabilitation.* 2002;83(11):1562-5.
130. Kınıklı Gİ, Deniz HG, Karahan S, Yüksel E, Kalkan S, Kara DD, et al. Validity and reliability of Turkish version of the Forgotten Joint Score-12. *Journal of Exercise Therapy and Rehabilitation.* 2017;4(1):18-25.
131. Karakaş G, Özçadircı A, Topuz S. A Modified Version of the Forgotten Joint Score-12 in Lower Limb Amputees: Validity and Reliability Study. *OTJR (Thorofare N J).* 2023;43(2):288-95.
132. Topuz S, Ülger Ö, Yakut Y, Gül Şener F. Reliability and construct validity of the Turkish version of the Trinity Amputation and Prosthetic Experience Scales (TAPES) in lower limb amputees. *Prosthet Orthot Int.* 2011;35(2):201-6.

133. Rahlf AL, Petersen E, Rehwinkel D, Zech A, Hamacher D. Validity and reliability of an inertial sensor-based knee proprioception test in younger vs. older adults. *Frontiers in Sports and Active Living*. 2019;1:27.
134. Özvar GB, Ayvat E, Kılınç M. Immediate Effects of Local Vibration and Whole-body Vibration on Postural Control in Patients with Ataxia: an Assessor-Blind, Cross-over randomized trial. *Cerebellum*. 2021;20(1):83-91.
135. Girardi M, Konrad HR, Amin M, Hughes LF. Predicting fall risks in an elderly population: computer dynamic posturography versus electronystagmography test results. *Laryngoscope*. 2001;111(9):1528-32.
136. Alpar C. Spor Sağlık Ve Eğitim Bilimlerinden Örneklerle UYGULAMALI İSTATİSTİK VE GEÇERLİK GÜVENİRLİK. 2016.
137. Fan Z-Q, Liu D-W. Impairment characteristics of static balance and plantar load distribution of patients undergoing tibial cortex transverse distraction for diabetic foot ulcers. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*. 2022;17(1):171.
138. Agrawal V, O'Toole C, Gaunaurd IA, Gailey RS. Analysis of weight distribution strategies in unilateral transtibial amputees during the stand-to-sit activity. *Ergonomics*. 2016;59(1):121-9.
139. Farrokhi S, Mazzone B, Yoder A, Grant K, Wyatt M. A Narrative Review of the Prevalence and Risk Factors Associated With Development of Knee Osteoarthritis After Traumatic Unilateral Lower Limb Amputation. *Mil Med*. 2016;181(S4):38-44.
140. Gaunaurd I, Kristal A, Horn A, Krueger C, Muro O, Rosenberg A, et al. The Utility of the 2-Minute Walk Test as a Measure of Mobility in People With Lower Limb Amputation. *Arch Phys Med Rehabil*. 2020;101(7):1183-9.
141. Newton KL, Evans C, Osmotherly PG. The Timed Up and Go and Two-Minute Walk Test: exploration of a method for establishing normative values for established lower limb prosthetic users. *European Journal of Physiotherapy*. 2016;18(3):161-6.
142. Behrend H, Giesinger K, Zdravkovic V, Giesinger JM. Validating the forgotten joint score-12 in patients after ACL reconstruction. *The Knee*. 2017;24(4):768-74.
143. Hudak PL, McKeever PD, Wright JG. Understanding the meaning of satisfaction with treatment outcome. *Medical care*. 2004;42(8):718-25.
144. Tripathy SK, Varghese P, Khan S, Neradi D, Jain M, Sen RK. Joint awareness among total hip arthroplasty patients operated through anterior approach versus posterior approach: a systematic review and meta-analysis. *European Journal of Orthopaedic Surgery & Traumatology*. 2024;34(1):39-46.
145. Freigang V, Weber J, Mueller K, Pfeifer C, Worlicek M, Alt V, Baumann FM. Evaluation of joint awareness after acetabular fracture: Validation of the Forgotten Joint Score according to the COSMIN checklist protocol. *World journal of orthopedics*. 2021;12(2):69.

146. Lee JY, Low YM, Jiang L, Chia ZY, Hao Y, Lie D, Chang P. The Forgotten Joint Score-12 in anterior cruciate ligament injuries. *Journal of Orthopaedics*. 2020;21:117-21.
147. Sava MP, Schelker BL, Khan ZA, Amsler F, Hirschmann MT. Use of the forgotten joint score (FJS)-12 to evaluate knee awareness after quadriceps tendon reconstruction. *BMC Musculoskeletal Disorders*. 2023;24(1):431.
148. Roşca AC, Baciuc CC, Burtăverde V, Mateizer A. Psychological consequences in patients with amputation of a limb. An interpretative-phenomenological analysis. *Frontiers in Psychology*. 2021;12:537493.
149. Mayer A, Kudar K, Bretz K, Tihanyi J. Body schema and body awareness of amputees. *Prosthetics and orthotics international*. 2008;32(3):363-82.
150. Highsmith MJ, Andrews CR, Millman C, Fuller A, Kahle JT, Klenow TD, et al. Gait training interventions for lower extremity amputees: a systematic literature review. *Technology & Innovation*. 2016;18(2-3):99-113.
151. Taşdemir Z. Determination of Quality of Life of Patients Undergoing Lower Extremity Amputation Due to Peripheral Angiopathy (Diabetic Foot). *Southern Clinics of Istanbul Eurasia*. 2021;32(2).
152. Kizilkurt OK, Kizilkurt T, Gulec MY, Giynas FE, Polat G, Kilicoglu OI, Gulec H. Quality of life after lower extremity amputation due to diabetic foot ulcer: the role of prosthesis-related factors, body image, self-esteem, and coping styles. *Dusunen adam: Journal of psychiatry & neurological sciences*. 2020;33(2).
153. Hsu W-C, Lu T-W, Liu M-W. Lower limb joint position sense in patients with type II diabetes mellitus. *Biomedical Engineering: Applications, Basis and Communications*. 2009;21(04):271-8.
154. Oh S, Melo A, Lee D, Cichy S, Kim D, Demerci M, et al. Large-fiber neuropathy in distal sensory neuropathy with normal routine nerve conduction. *Neurology*. 2001;56(11):1570-2.
155. King J, Karduna A. Joint position sense during a reaching task improves at targets located closer to the head but is unaffected by instruction. *Experimental brain research*. 2014;232:865-74.
156. Suprak DN, Sahlberg JD, Chalmers GR, Cunningham W. Shoulder elevation affects joint position sense and muscle activation differently in upright and supine body orientations. *Human Movement Science*. 2016;46:148-58.
157. Suprak DN, Osternig LR, Van Donkelaar P, Karduna AR. Shoulder joint position sense improves with elevation angle in a novel, unconstrained task. *Journal of orthopaedic research*. 2006;24(3):559-68.
158. Diefenbach BJ, Lipps DB. Quantifying the three-dimensional joint position sense of the shoulder. *Human movement science*. 2019;67:102508.
159. Simoneau GG, Ulbrecht JS, Derr JA, Becker MB, Cavanagh PR. Postural instability in patients with diabetic sensory neuropathy. *Diabetes care*. 1994;17(12):1411-21.

160. Timar B, Timar R, Gaiță L, Oancea C, Levai C, Lungeanu D. The impact of diabetic neuropathy on balance and on the risk of falls in patients with type 2 diabetes mellitus: a cross-sectional study. *PloS one*. 2016;11(4):e0154654.
161. Riandini T, Khoo EY, Tai BC, Tavintharan S, Phua MS, Chandran K, et al. Fall risk and balance confidence in patients with diabetic peripheral neuropathy: an observational study. *Frontiers in endocrinology*. 2020;11:573804.
162. Ghanavati T, Yazdi MJS, Goharpey S, Arastoo A-A. Functional balance in elderly with diabetic neuropathy. *Diabetes research and clinical practice*. 2012;96(1):24-8.
163. Jiang X, Deng F, Rui S, Ma Y, Wang M, Deng B, et al. The evaluation of gait and balance for patients with early diabetic peripheral neuropathy: A cross-sectional study. *Risk management and healthcare policy*. 2022:543-52.
164. Arifin N, Abu Osman NA, Ali S, Gholizadeh H, Wan Abas WAB. Postural stability characteristics of transtibial amputees wearing different prosthetic foot types when standing on various support surfaces. *The scientific world journal*. 2014;2014(1):856279.
165. Mayer A, Tihanyi J, Bretz K, Csende Z, Bretz E, Horváth M. Adaptation to altered balance conditions in unilateral amputees due to atherosclerosis: a randomized controlled study. *BMC Musculoskelet Disord*. 2011;12:118.
166. Ku PX, Osman NAA, Abas WABW. Balance control in lower extremity amputees during quiet standing: a systematic review. *Gait & posture*. 2014;39(2):672-82.
167. Buckley JG, O'Driscoll D, Bennett SJ. Postural sway and active balance performance in highly active lower-limb amputees. *American journal of physical medicine & rehabilitation*. 2002;81(1):13-20.
168. Vrieling A, Van Keeken HG, Schoppen T, Otten E, Hof A, Halbertsma JP, Postema K. Balance control on a moving platform in unilateral lower limb amputees. *Gait & posture*. 2008;28(2):222-8.
169. Runge C, Shupert C, Horak F, Zajac F. Ankle and hip postural strategies defined by joint torques. *Gait & posture*. 1999;10(2):161-70.
170. Patel M, Fransson P-A, Lush D, Gomez S. The effect of foam surface properties on postural stability assessment while standing. *Gait & posture*. 2008;28(4):649-56.
171. Fransson P-A, Gomez S, Patel M, Johansson L. Changes in multi-segmented body movements and EMG activity while standing on firm and foam support surfaces. *European journal of applied physiology*. 2007;101:81-9.
172. Jayakaran P, Johnson GM, Sullivan SJ. Postural control in response to altered sensory conditions in persons with dysvascular and traumatic transtibial amputation. *Arch Phys Med Rehabil*. 2015;96(2):331-9.
173. Dettmer M, Pourmoghaddam A, Lee BC, Layne CS. Do Aging and Tactile Noise Stimulation Affect Responses to Support Surface Translations in Healthy Adults? *Curr Gerontol Geriatr Res*. 2016;2016:2941964.

174. Rosenblatt NJ, Young J, Andersen R, Wu SC, Crews RT. Diabetes and reactive balance: quantifying stepping thresholds with a simple spring scale to measure fall-risk in ambulatory older adults. *Journal of diabetes science and technology*. 2021;15(6):1352-60.
175. AMPUTATION PRFLL. Possible Motor and Sensory Determinants of Recovery. *Scandinavian journal of rehabilitation medicine*. 1992;24:83-90.
176. Faraldo-García A, Santos-Pérez S, Rossi-Izquierdo M, Lirola-Delgado A, Vaamonde-Sánchez-Andrade I, Del-Río-Valeiras M, Soto-Varela A. Posturographic limits of stability can predict the increased risk of falls in elderly patients with instability? *Acta oto-laryngologica*. 2016;136(11):1125-9.
177. Centomo H, Amarantini D, Martin L, Prince F. Muscle adaptation patterns of children with a trans-tibial amputation during walking. *Clinical Biomechanics*. 2007;22(4):457-63.
178. Barnett CT, Vanicek N, Polman R. Postural responses during volitional and perturbed dynamic balance tasks in new lower limb amputees: A longitudinal study. *Gait & posture*. 2013;37(3):319-25.
179. Molero-Sánchez A, Molina-Rueda F, Alguacil-Diego IM, Cano-de la Cuerda R, Miangolarra-Page JC. Comparison of stability limits in men with traumatic transtibial amputation and a nonamputee control group. *PM&R*. 2015;7(2):123-9.
180. Molina-Rueda F, Molero-Sánchez A, Carratalá-Tejada M, Cuesta-Gómez A, Miangolarra-Page JC, Alguacil-Diego IM. Limits of stability in patients with vascular (due to diabetes) and nonvascular unilateral transtibial amputation: a cross-sectional study. *Int J Rehabil Res*. 2017;40(3):227-31.
181. Wang H, Ji Z, Jiang G, Liu W, Jiao X. Correlation among proprioception, muscle strength, and balance. *J Phys Ther Sci*. 2016;28(12):3468-72.
182. Raizah A, Reddy RS, Alshahrani MS, Tedla JS, Dixit S, Gular K, et al. Investigating Knee Joint Proprioception and Its Impact on Limits of Stability Using Dynamic Posturography in Individuals with Bilateral Knee Osteoarthritis-A Cross-Sectional Study of Comparisons and Correlations. *J Clin Med*. 2023;12(8).
183. Ramstrand N, Gjøvaag T, Starholm IM, Rusaw DF. Effects of knee orthoses on kinesthetic awareness and balance in healthy individuals. *Journal of rehabilitation and assistive technologies engineering*. 2019;6:2055668319852537.
184. Berg WP, Alessio HM, Mills EM, Tong C. Circumstances and consequences of falls in independent community-dwelling older adults. *Age and ageing*. 1997;26(4):261-8.
185. Reeves ND, Orlando G, Brown SJ. Sensory-motor mechanisms increasing falls risk in diabetic peripheral neuropathy. *Medicina*. 2021;57(5):457.

186. Miller WC, Speechley M, Deathe B. The prevalence and risk factors of falling and fear of falling among lower extremity amputees. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2001;82(8):1031-7.
187. Wong CK, Chen CC, Blackwell WM, Rahal RT, Benoy SA. Balance ability measured with the Berg balance scale: a determinant of fall history in community-dwelling adults with leg amputation. *Journal of rehabilitation medicine*. 2015;47(1):80-6.
188. Wong CK, Chihuri ST, Li G. Risk of fall-related injury in people with lower limb amputations: A prospective cohort study. *J Rehabil Med*. 2016;48(1):80-5.



8. EKLER

EK-1. Etik Kurul İzni



T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu

Sayı : 16969557 – 2404

Konu :

ARAŞTIRMA PROJESİ DEĞERLENDİRME RAPORU

Toplantı Tarihi : 21 ARALIK 2021 SALI
Toplantı No : 2021/21
Proje No : GO 21/1101(Değerlendirme Tarihi: 19.10.2021)
Karar No : 2021/21-17

Üniversitemiz Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Fakültesi öğretim üyelerinden Doç. Dr. Semra TOPUZ'un sorumlu araştırmacı olduğu, Uzm. Fzt. Melek Merve ERDEM'in doktora tezi olan, GO 21/1101 kayıt numaralı "*Diyabetik ve Travmatik Transtibial Amputelerde Eklem Pozisyon Hissinin Karşılaştırılması ve Proteze Uyum, Denge ve Fonksiyonel Performans ile Eklem Pozisyon Hissi Arasındaki İlişkinin İncelenmesi*" başlıklı proje önerisi araştırmanın gerekece, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş olup, 22 Aralık 2021 – 22 Aralık 2023 tarihleri arasında geçerli olmak üzere etik açıdan **uygun bulunmuştur**. Çalışma tamamlandığında sonuçlarını içeren bir rapor örneğinin Etik Kurulumuza gönderilmesi gerekmektedir.

1. Prof. Dr. G. Burça AYDIN	(Başkan)	8. Doç. Dr. Hande Güney DENİZ	(Üye)
2. Prof. Dr. M. Özgür UYANIK	(Üye)	9. Doç. Dr. Tolga YILDIRIM	(Üye)
3. Prof. Dr. Ayşe Kin İŞLER	(Üye)	10. Doç. Dr. Merve BATUK	(Üye)
4. Prof. Dr. Sibel PEHLİVA	(Üye)	11. Doç. Dr. Gülten KÖÇ	(Üye)
İZİNLİ			
5. Doç. Dr. H. Tuna Çak ESEN	(Üye)	12. Dr. Öğr. Üyesi Müge DEMİR	(Üye)
6. Doç. Dr. Nüket Paksoy ERBAYDAR	(Üye)	13. Av. Buket ÇINAR	(Üye)
İZİNLİ			
7. Doç. Dr. Betül Çelebi SALTİK	(Üye)		

EK-2. Araştırma Amaçlı Çalışma İçin Aydınlatılmış Onam Formu

Çalışma Grubu

(Fizyoterapistin Açıklaması)

Diyabetik polinöropati nedeniyle gelişen alt ekstremitte kaybı ile ilgili yeni bir araştırma yapmaktayız. Araştırmanın ismi “Diyabetik ve Travmatik Transtibial Amputelerde Eklem Pozisyon Hissinin Karşılaştırılması ve Proteze Uyum, Denge ve Fonksiyonel Performans İle Eklem Pozisyon Hissi Arasındaki İlişkinin İncelenmesi” dir.

Sizin de bu araştırmaya katılmanızı öneriyoruz. Ancak hemen söyleyelim ki bu araştırmaya katılıp katılmamakta serbestsiniz. Çalışmaya katılım gönüllülük esasına dayalıdır. Kararınızdan önce araştırma hakkında sizi bilgilendirmek istiyoruz. Bu bilgileri okuyup anladıktan sonra araştırmaya katılmak isterseniz formu imzalayınız.

Bu araştırmayı yapmak istememizin nedeni diyabet sebebi ile gerçekleştirilen diz altı amputasyonları sonrasında ortaya çıkan alt ekstremitte pozisyon hissini değerlendirmek ve yürüyüş, denge, bireyin protez uyumu ve protez kullanma becerisi üzerine olan etkisini incelemektir. Bu nedenle Hacettepe Üniversitesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü Protez ve Biyomekanik Ünitesi Eğitim Salonu ve Bilim Ortez-Protez Uygulama Merkezi’ nde gerçekleştirilecek bu çalışmaya katılımınız araştırmanın başarısı için önemlidir.

Eğer araştırmaya katılmayı kabul ederseniz Uzm. Fzt. Melek Merve Erdem tarafından değerlendirileceksiniz ve bulgularınız kaydedilecektir. Değerlendirme sonucunda fizyoterapistiniz uygun görürse bu çalışmaya alınacaksınız.

Bu çalışma dahilinde ilk olarak sosyo-demografik bilgileriniz (yaş, cinsiyet, eğitim düzeyi, meslek vb.) diyabet ve diyabetik polinöropati öykünüz, özgeçmiş-soygeçmiş bilgileriniz, kullanılan ilaçlar, alt ekstremitte amputasyonuna ilişkin verileriniz (amputasyonun tarihi, nedeni ve yeri) ve son 1 yıl içerisindeki düşme hikayenizi içeren kişisel bilgileriniz kaydedilecektir. Daha sonra diyabete bağlı olarak ayaklarda görülen ısı-renk değişikliği, kızarıklık, şişlik, nasır oluşumu, derinin kurumasına bağlı oluşan topuk çatlakları, ayak tabanında yara oluşumu ve ayaktaki çeşitli şekil bozukluklarını içeren ayak değerlendirilmesi yapılacaktır. Ardından boy ve vücut ağırlığının ölçümü ve beden kütle indeksinin hesaplanması, 3 dakika boyunca ayakta sabit duruş sırasında protezli tarafa ağırlığının yüzde kaçını aktarabildiğiniz, eklem hareket açıklıklarının değerlendirmesi ve kas kuvveti ölçümü ve ağrı değerlendirmesi gibi genel fiziksel durumunuzu değerlendiren fizyoterapi yöntemleri kullanılacaktır. Duyu kaybının değerlendirilmesinde, Semmes-Weinstein Monofilamentleri olarak adlandırılan farklı kalınlıklardaki naylon monofilamentlerin ayak tabanınız ve ayak sırtınız üzerindeki farklı noktalara 2 sn kadar dokundurularak bunu hissedip hissetmediğiniz sorgulanacaktır. Eklem pozisyon hissinizin değerlendirilmesinde sırasıyla her iki alt ekstremitenize tutturulan 3 boyutlu konumsal ölçüm aparatı yardımıyla algıladığı eklem hareketlerini içindeki sensörlere aktaran elektronik bir cihaz kullanılacaktır. Bertec Denge Sistemi ile rahat ettiğiniz destek yüzey genişliğinde sert ve yumuşak zeminlerde gözler açık ve kapalı olarak ön-arka ve yanlara doğru olan postüral salınım ve sert zeminde gözler açık ön, arka, sol ve sağ yönde gidebileceğiniz maksimum mesafe değerlendirilerek kaydedilecektir. Fonksiyonel performansınızın değerlendirilmesinde 30 metrelik bir koridorda 2 dakika boyunca yürüyebildiğiniz kadar hızlı şekilde yürümeniz istenecek ve yürüdüğünüz

mesafe kaydedilecek, günlük yaşam aktiviteleri sırasında yapay uzvunuza ait farkındalığınız sorgulanacak ve son olarak alt ekstremitte kaybını takiben protezinize olan uyum ve protezinizi kullanma becerinizi değerlendirmek üzere 2 bölümden oluşan bir anketi doldurmanız istenecektir. Belirtilen tüm değerlendirmelerin yapılması 60 dakika sürecektir. Çalışmanın bazı aşamalarında izin alınan katılımcılardan fotoğraf ve kamera görüntülemesi yapılacaktır.

Bu çalışmaya katılmanız için sizden herhangi bir ücret istenmeyecektir. Çalışmaya katıldığınız için size ek bir ödeme de yapılmayacaktır.

Sizinle ilgili tıbbi bilgiler gizli tutulacak, ancak çalışmanın kalitesini denetleyen görevliler, etik kurullar ya da resmi makamlarca gereği halinde incelenebilecektir.

Bu çalışmaya katılmayı reddedebilirsiniz. Bu araştırmaya katılmak tamamen isteğe bağlıdır ve reddettiğiniz takdirde herhangi bir değişiklik olmayacaktır. Yine çalışmanın herhangi bir aşamasında onayınızı çekmek hakkına da sahipsiniz.

(Katılımcının/Hastanın Beyanı)

Sayın Uzm. Fzt. Melek Merve Erdem ve Prof. Dr. Semra TOPUZ tarafından “Diyabetik ve Travmatik Transtibial Amputelerde Eklem Pozisyon Hissinin Karşılaştırılması ve Proteze Uyum, Denge ve Fonksiyonel Performans İle Eklem Pozisyon Hissi Arasındaki İlişkinin İncelenmesi” amacıyla planlanan çalışma ile ilgili yukarıdaki bilgiler bana aktarıldı. Bu bilgilerden sonra böyle bir araştırmaya katılımcı olarak davet edildim.

Eğer bu araştırmaya dahil olursam fizyoterapist ile aramızda kalması gereken bana ait bilgilerin gizliliğine bu araştırma sırasında da büyük bir özen ve saygı ile yaklaşılacağına inanıyorum. Araştırma sonuçlarının eğitim ve bilimsel amaçlarla kullanımı sırasında kişisel bilgilerimin ihtimamla korunacağı konusunda bana yeterli güven verildi.

Çalışmanın yürütülmesi sırasında herhangi bir sebep göstermeden araştırmadan çekilebilirim (Ancak araştırmacıları zor durumda bırakmamak için araştırmadan çekileceğimi önceden bildirmemin uygun olacağını bilincindeyim). Ayrıca tıbbi durumuma herhangi bir zarar verilmemesi koşuluyla araştırmacı tarafından araştırma dışı tutulabilir. Araştırma için yapılacak harcamalarla ilgili herhangi bir parasal sorumluluk altına girmiyorum. Bana da bir ödeme yapılmayacaktır.

İster doğrudan, ister dolaylı olsun bana araştırma uygulamasından kaynaklanan nedenlerle meydana gelebilecek herhangi bir sağlık sorununun ortaya çıkması halinde, her türlü tıbbi müdahalenin sağlanacağı konusunda gerekli güvence verildi (bu tıbbi müdahalelerle ilgili olarak da parasal bir yük altına girmeyeceğim).

Araştırma sırasında bir sağlık sorunu ile karşılaştığımda; herhangi bir saatte, Uzm. Fzt. Melek Merve ERDEM’I ve Prof. Dr. Fzt. Semra TOPUZ’u numaralardan 24 saat arayabileceğimi biliyorum.

Bu araştırmaya katılmak zorunda değilim ve katılmayabilirim. Araştırmaya katılmam konusunda zorlayıcı bir davranışla karşılaşmış değilim. Eğer katılmayı reddedersem, bu durumumun tıbbi bakımına ve fizyoterapist ile olan ilişkiye herhangi bir zarar getirmeyeceğini de biliyorum.

Bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Kendi başıma belli bir düşünme süresi sonunda adı geçen bu araştırmada “katılımcı” olarak yer alma kararını aldım. Bu konuda yapılan daveti büyük bir memnuniyet ve gönüllülük içerisinde kabul ediyorum.

İmzalı bu form kâğıdının bir kopyası bana verilecektir.

Katılımcı
Adı, soyadı:
Adres:
Tel:
İmza:

Görüşme tanığı
Adı, soyadı:
Adres:
Tel:
İmza:

Görüşmeyi yapan fizyoterapist
Adı, soyadı:
Adres:
Tel:
İmza:



Kontrol Grubu (Fizyoterapistin Açıklaması)

Diyabetik polinöropati nedeniyle gelişen alt ekstremitte kaybı ile ilgili yeni bir araştırma yapmaktayız. Araştırmanın ismi “Diyabetik ve Travmatik Transtibial Amputelerde Eklem Pozisyon Hissinin Karşılaştırılması ve Proteze Uyum, Denge ve Fonksiyonel Performans İle Eklem Pozisyon Hissi Arasındaki İlişkinin İncelenmesi ” dir. Bu amaçla diyabetik nöropati veya travmaya bağlı diz altı amputasyonlu bireyler çalışmaya dahil edilecektir.

Sizin de bu araştırmaya katılmanızı öneriyoruz. Ancak hemen söyleyelim ki bu araştırmaya katılıp katılmamakta serbestsiniz. Çalışmaya katılım gönüllülük esasına dayalıdır. Kararınızdan önce araştırma hakkında sizi bilgilendirmek istiyoruz. Bu bilgileri okuyup anladıktan sonra araştırmaya katılmak isterseniz formu imzalayınız.

Bu araştırmayı yapmak istememizin nedeni diyabet sebebi ile gerçekleştirilen diz altı amputasyonları sonrasında ortaya çıkan alt ekstremitte pozisyon hissi kaybının yürüyüş, denge, bireyin protez uyumu ve protez kullanma becerisi üzerine olan etkisini incelemek üzere Hacettepe Üniversitesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Fakültesi Protez ve Biyomekanik Ünitesi Eğitim Salonu ve Bilim Ortez-Protez Uygulama Merkezi'nde gerçekleştirilecek bu çalışmaya sağlıklı grubu oluşturmak için katılımınız araştırmanın başarısı için önemlidir.

Eğer araştırmaya katılmayı kabul ederseniz Uzm. Fzt. Melek Merve Erdem tarafından değerlendirileceksiniz ve bulgularınız kaydedilecektir. Değerlendirme sonucunda fizyoterapistiniz uygun görürse bu çalışmaya alınacaksınız.

Bu çalışma dahilinde ilk olarak demografik bilgileriniz (yaş, cinsiyet, eğitim düzeyi, meslek vb.), özgeçmiş-soygeçmiş bilgileriniz, kullanılan ilaçlar, alt ekstremitte amputasyonuna ilişkin verileriniz (amputasyonun tarihi, nedeni ve yeri) ve son 1 yıl içerisindeki düşme hikayenizi içeren kişisel bilgileriniz kaydedilecektir. Ardından boy ve vücut ağırlığının ölçümü ve beden kütle indeksinin hesaplanması, 3 dakika boyunca ayakta sabit duruş sırasında protezli tarafa ağırlığının yüzde kaçını aktarabildiğiniz, eklem hareket açıklıklarının değerlendirmesi ve kas kuvveti ölçümü ve ağrı değerlendirmesi gibi genel fiziksel durumunuzu değerlendiren fizyoterapi yöntemleri kullanılacaktır. Duyu kaybının değerlendirilmesinde, Semmes-Weinstein Monofilamentleri olarak adlandırılan farklı kalınlıklardaki naylon monofilamentlerin ayak tabanınız ve ayak sırtınız üzerindeki farklı noktalara 2 sn kadar dokundurularak bunu hissedip hissetmediğiniz sorgulanacaktır. Eklem pozisyon hissinizin değerlendirilmesinde sırasıyla her iki alt ekstremitenize tutturulan 3 boyutlu konumsal ölçüm aparatı yardımıyla algıladığı eklem hareketlerini içindeki sensörlere aktaran elektronik bir cihaz kullanılacaktır. Bertec Denge Sistemi ile rahat ettiğiniz destek yüzey genişliğinde sert ve yumuşak zeminlerde gözler açık ve kapalı olarak ön-arka ve yanlara doğru olan postüral salınım ve sert zeminde gözler açık ön, arka, sol ve sağ yönde gidebileceğiniz maksimum mesafe değerlendirilerek kaydedilecektir. Fonksiyonel performansınızın değerlendirilmesinde 30 metrelik bir koridorda 2 dakika boyunca yürüyebildiğiniz kadar hızlı şekilde yürümeniz istenecek ve yürüdüğünüz mesafe kaydedilecek, günlük yaşam aktiviteleri sırasında yapay uzvunuza ait farkındalığınız sorgulanacak ve son olarak alt ekstremitte kaybını takiben protezinize olan uyum ve protezinizi kullanma becerinizi değerlendirmek üzere 2 bölümden oluşan bir anketi doldurmanız istenecektir. Belirtilen tüm değerlendirmelerin yapılması 60 dakika sürecektir. Çalışmanın bazı aşamalarında izin alınan katılımcılardan fotoğraf ve kamera görüntülemesi yapılacaktır.

Bu çalışmaya katılmanız için sizden herhangi bir ücret istenmeyecektir. Çalışmaya katıldığınız için size ek bir ödeme de yapılmayacaktır.

Sizinle ilgili tıbbi bilgiler gizli tutulacak, ancak çalışmanın kalitesini denetleyen görevliler, etik kurullar ya da resmi makamlarca gereği halinde incelenebilecektir.

Bu çalışmaya katılmayı reddedebilirsiniz. Bu araştırmaya katılmak tamamen isteğe bağlıdır ve reddettiğiniz takdirde herhangi bir değişiklik olmayacaktır. Yine çalışmanın herhangi bir aşamasında onayınızı çekmek hakkına da sahipsiniz.

(Katılımcının/Hastanın Beyanı)

Sayın Uzm. Fzt. Melek Merve Erdem ve Prof. Dr. Semra TOPUZ tarafından “Diyabetik ve Travmatik Transtibial Amputelerde Eklem Pozisyon Hissinin Karşılaştırılması ve Proteze Uyum, Denge ve Fonksiyonel Performans İle Eklem Pozisyon Hissi Arasındaki İlişkinin İncelenmesi” amacıyla planlanan çalışma ile ilgili yukarıdaki bilgiler bana aktarıldı. Bu bilgilerden sonra böyle bir araştırmaya katılımcı olarak davet edildim.

Eğer bu araştırmaya dahil olursam fizyoterapist ile aramızda kalması gereken bana ait bilgilerin gizliliğine bu araştırma sırasında da büyük bir özen ve saygı ile yaklaşılacağına inanıyorum. Araştırma sonuçlarının eğitim ve bilimsel amaçlarla kullanımı sırasında kişisel bilgilerimin ihtimamla korunacağı konusunda bana yeterli güven verildi.

Çalışmanın yürütülmesi sırasında herhangi bir sebep göstermeden araştırmadan çekilebilirim (Ancak araştırmacıları zor durumda bırakmamak için araştırmadan çekileceğimi önceden bildirmemin uygun olacağını bilincindeyim). Ayrıca tıbbi durumuma herhangi bir zarar verilmemesi koşuluyla araştırmacı tarafından araştırma dışı tutulabilir. Araştırma için yapılacak harcamalarla ilgili herhangi bir parasal sorumluluk altına girmiyorum. Bana da bir ödeme yapılmayacaktır.

İster doğrudan, ister dolaylı olsun bana araştırma uygulamasından kaynaklanan nedenlerle meydana gelebilecek herhangi bir sağlık sorununun ortaya çıkması halinde, her türlü tıbbi müdahalenin sağlanacağı konusunda gerekli güvence verildi (bu tıbbi müdahalelerle ilgili olarak da parasal bir yük altına girmeyeceğim).

Araştırma sırasında bir sağlık sorunu ile karşılaştığımda; herhangi bir saatte, Uzm. Fzt. Melek Merve ERDEM’I ve Prof. Dr. Fzt. Semra TOPUZ’u numaralardan 24 saat arayabileceğimi biliyorum.

Bu araştırmaya katılmak zorunda değilim ve katılmayabilirim. Araştırmaya katılmam konusunda zorlayıcı bir davranışla karşılaşmış değilim. Eğer katılmayı reddedersem, bu durumumum tıbbi bakımına ve fizyoterapist ile olan ilişkiye herhangi bir zarar getirmeyeceğini de biliyorum.

Bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Kendi başıma belli bir düşünme süresi sonunda adı geçen bu araştırmada “katılımcı” olarak yer alma kararını aldım. Bu konuda yapılan daveti büyük bir memnuniyet ve gönüllülük içerisinde kabul ediyorum.

İmzalı bu form kâğıdının bir kopyası bana verilecektir.

Katılımcı
Adı, soyadı:
Adres:
Tel:
İmza:

Görüşme tanığı
Adı, soyadı:
Adres:
Tel:
İmza:

Görüşmeyi yapan fizyoterapist
Adı, soyadı:
Adres:
Tel:
İmza:



EK-3. Değerlendirme Formu

TARİH:

Hasta Kodu:

Cinsiyet:

Dominant Ekstremitte:

Meslek:

Medeni Durum:

Hikaye:

Doğum Tarihi:

Yaş:

Eğitim Durumu:

Cep Telefonu

Özgeçmiş:

Diyabetin süresi:

DPN semptomlarının süresi:
kullanımı:

Diyabetin tipi :

Diyabete yönelik ayakkabı

Kullandığı İlaçlar:

Soygeçmiş:

Amputasyon Tarihi:

Amputasyon Hikayesi:

Ampute Taraf:

Amputasyon Seviyesi:

Protez kullanım süresi:

Kullanılan protez sayısı:

Günlük protez kullanım süresi:

Kullanılan Protez:

Son 1 yıl içerisindeki düşme hikayesi:

Değerlendirilen Parametreler

1. Ayağın Değerlendirilmesi:

- Ayak Isısı:
- Ayağın Rengi:
- Kızarıklık Oluşumu:
- Ödem:
- Nasır Oluşumu:
- Topukta Çatlak Oluşumu:
- Ülserasyon:
- Deformiteler:

2. Antropometrik Ölçümler:

- Alt Ekstremitte Uzunluğu:
- Uyluk uzunluğu:
- Bacak uzunluğu:
- Kalan Ekstremitte Uzunluğu:
- Kalan Uzunluk Yüzdesi Hesaplaması:
- Güdük Uzunluğu:
- Boy Uzunluğu:
- Vücut Ağırlığı:
- Vücut Kütle İndeksi:

3. Ampute tarafa ağırlık aktarma yüzdesi:

4. Eklem Hareket Açıklığının Değerlendirilmesi:			
		Sol	Sağ
KALÇA	Fleksiyon		
	Abduksiyon		
	Adduksiyon		
	Ekstansiyon		
	İnt. Rotasyon		
	Ext. Rotasyon		
DİZ	Eks.-Fleksiyon		
AYAK	Dorsi Fleksiyon		
	Plantar Fleksiyon		
	İnversiyon		
	Eversiyon		
	1. MTP Fleksiyon		
	1. MTP Ekstansiyon		

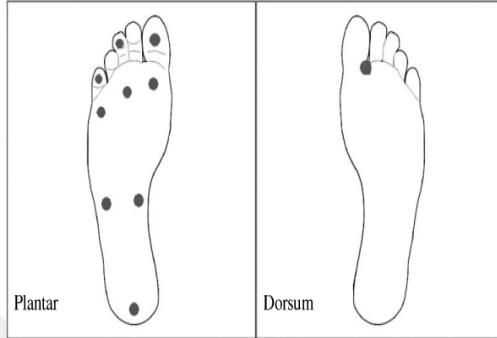
5. Kas Kuvvetinin Değerlendirilmesi:			
		Sol	Sağ
KALÇA	M. Gluteus Maximus		
	M. Gluteus Medius		
	Adduktör grup		
	Eksternal Rotatör grup		
	İnternal Rotatör grup		
DİZ	Hamstringler		
	M. Quadriceps Femoris		
AYAK BİLEĞİ / AYAK	M. Gastrocnemius		
	M. Soleus		
	M. Tibialis anterior		
	M. Tibialis posterior		
	M. Peroneus Longus/Brevis		
	Parmak Fleksiyonu		
	Parmak Ekstansiyonu		
	Parmak abduksiyonu		
	Parmak adduksiyonu		

6. Ağrı Değerlendirilmesi:

0-----10

7. Semmes-Weinstein Monofilamentleri:

Semmes-Weinstein monofilamentleri kullanılarak değerlendirilecektir. Diyabetik polinöropati için bakılması önerilen noktalar aşağıda yer almaktadır.



Monofilamanın Numarası	Eğmek İçin Uygulanan Kuvvet	Rengi	Duyu Durumu
2,83	0,07 gr	Yeşil	Normal
3,61	0,3 gr	Mavi	Hafif dokunma dokunma duyusunda azalma
4,31	2 gr	Mor	Koruyucu duyuda azalma
4,56	4 gr	Kırmızı	Koruyucu duyu kaybı
5,07	10 gr	Turuncu	DPN için standart
6,45	180 gr	Pembe	His oldukça azalmıştır
6,65	300 gr	Pembe	His yoktur

Sonuç:

8. Eklem Pozisyon Hissinin Değerlendirilmesi:

		Tekrar	Açı Değeri	Ortalama
NWB	Protezli	1. ölçüm		
		2. ölçüm		
		3. ölçüm		
	Protezsiz	1. ölçüm		
		2. ölçüm		
		3. ölçüm		

9. Denge Değerlendirmesi:

Anteroposterior salınım aralığı	NSEO	
	NSEC	
	PSEO	
	PSEC	
Lateral salınım aralığı	NSEO	
	NSEC	
	PSEO	
	PSEC	
Postüral salınım skoru	NSEO	
	NSEC	
	PSEO	
	PSEC	
Stabilite sınırı	Anterior	
	Posterior	
	Sağ	
	Sol	
Stabilite Sınırı Skoru		

EK-4. Self-Leeds Nöropatik Semptom Ve Bulgu Değerlendirme Skalası (S-LANSS)

1. Ağrınızın olduğu bölgede sızlama, iğnelenme veya karıncalanma da hissediyor musunuz?
Hayır: Hissetmiyorum - *Bu tür hislerim yok* (0)
Evet: Sık sık hissediyorum (5)
 2. Ağrı çok şiddetlendiğinde, ağrılı bölgede renk değişikliği oluyor mu (kızarma veya benek benek olma) ?
Hayır: Ağrı cildimin rengini etkilemiyor (0)
Evet: Ağrı cildimin normalden farklı görünmesine sebep olduğunu fark ettim (5)
 3. Ağrı, etkilenen deri bölgesini dokunmaya karşı aşırı hassas yapıyor mu? Derinize hafif dokunma ile ortaya çıkan ağrı veya hoşolmayan hisler bunu tanımlayabilir.
Hayır: Etkilenen bölgedeki ağrı dokunmaya karşı anormal hislere neden olmuyor (0)
Evet: Etkilenen bölgedeki cildim dokunmaya karşı hassas (3)
 4. Ağrınız, Siz tamamen hareketsiz halde iken ve belirli neden olmaksızın ani ve patlamalar halinde mi gelir? Elektrik çarpması, sıçrama ve patlama gibi kelimeler ile tarif edilebilir.
Hayır: Ağrımı bu şekilde hissetmiyorum (0)
Evet: Sıklıkla bu şekilde hissederim (2)
 5. Ağrınızın olduğu bölgede, cildinizde yanıcı ağrı gibi tuhaf sıcaklık oluyor mu?
Hayır: Yanıcı ağrım yok (0)
Evet: Sıklıkla yanıcı ağrım olur (1)
 6. Ağrı olan bölgeyi işaret parmağınızın ucu ile hafifçe ovalayın ve daha sonra ağrısız bir bölgeye aynı şekilde ovun (örneğin ağrılı bölgenin uzak bir bölge veya tam karşı tarafını)
Ağrılı bölgeyi ovaladığınızda ne hissediyorsunuz?
Ağrılı ile ağrısız bölge arasında fark yok (0)
Ağrılı alanda iğnelenme, sızlama, karıncalanma gibi hoşolmayan hisler hissettim (5)
 7. Ağrı olan bölgeyi hafifçe işaret parmağınızın ucu ile bastırın ve daha sonra ağrısız bir bölgeye aynı şekilde bastırın (örneğin ağrılı bölgenin uzak bir bölge veya tam karşı tarafını)
Ağrılı bölgeyi bastırduğunuzda ne hissediyorsunuz?
Ağrılı ile ağrısız bölge arasında fark yok (0)
Ağrılı alanda iğnelenme, sızlama, karıncalanma gibi hoşolmayan hisler hissettim (3)
- Puanlama:** 12 ve üstünde puan alan hastalarda mevcut olan ağrı, öncelikli olarak nöropatik ağrı olarak değerlendirilir.

EK-5. Unutulan Eklem Skoru (UES-12) (Amputelere Uyarlanmış Hali)

Aşağıdaki 12 soru günlük yaşam içerisinde protez (yapay uzuv) farkındalığınızı sorgulamaktadır. Protez ile ilgili en küçük problem bile aktiviteler sırasında protez farkındalığı oluşturabilir. Sorular günlük yaşantınızda, protezinizin ne sıklıkla farkında olduğunuz ile ilgilidir. “Hiç” cevabı aktivite sırasında protezinizi tamamen unuttuğunuzu, “Her zaman” cevabı ise aktivite sırasında protezinizi hep hissettiğinizi gösterir.

Lütfen her soru için en uygun cevabı seçiniz.

Protezinizin (Yapay uzvun) ne kadar farkındasınız?	Hiç	Neredeyse hiç	Nadiren	Bazen	Her zaman
Çorap, ayakkabı, pantolon vb. giyip çıkarırken					
Sandalyede 1 saatten fazla otururken					
15 dakikadan fazla yürürken					
5 kilograma kadar ağırlık taşıyarak yürürken					
Araçla seyahat ederken					
Merdiven çıkarken					
Engebeli zeminde yürürken					
Alçak sandalyeden ayağa kalkarken					
Uzun süre ayakta kaldığımızda					
Ev veya bahçe işleri yaparken					
Kısa bir yürüyüş yaparken					
En sevdiğiniz sporu yaparken					

**EK-6. Alt Ekstremitte Amputelerinde Trinity Amputasyon Ve Protez
Deneyim Ölçeği (TAPES)**

Bu anket yapay bir uzuva sahip olmanın farklı yönlerini araştırmak için tasarlanmıştır. Lütfen her soruyu olabildiğince dürüst olarak cevaplandırın. Sorularda doğru ya da yanlış cevap bulunmamaktadır. Cevaplarınız gizli tutulacaktır.

Aşağıda yapay bir uzuv kullanımı ile ilişkili bir seri ifade yazılmıştır. Lütfen her ifadeyi dikkatlice okuyunuz ve daha sonra her ifadenin yanındaki kutudan o ifadeye ne kadar katıldığınızı ya da ne kadar katılmadığınızı göstereni işaretleyiniz.

	Kesinlikle katılmıyorum	Katılmıyorum	Kararsızım	Katılıyorum	Kesinlikle katılıyorum
1. Yapay bir uzvum olmasına alıştım					
2. Zaman geçtikçe yapay uzuvumu daha fazla kabulleniyorum					
3. Hayatımdaki bu sarsıntı ile başarılı bir şekilde mücadele ettiğimi hissediyorum					
4. Yapay bir uzuva sahip olmama rağmen hayatım çok dolu					
5. Yapay bir uzuv kullanmaya alıştım					
6. Yapay uzvuma birilerinin bakmasına aldırman					
7. Yapay uzvum hakkında konuşmayı kolay buluyorum					
8. İnsanların yapay uzvum ile ilgili soru sormalarına aldırılmıyorum					
9. Sohbetler sırasında kaybettiğim uzvum hakkında konuşmakta zorlanıyorum					
10. Birileri topalladığımı farketse de umursamıyorum					
11. Yapay bir uzuv işimi yapma becerimi etkiliyor					
12. Yapay bir uzuva sahip olmak beni olmak istediğimden daha çok başkalarına bağımlı yapıyor					
13. Yapay bir uzuva sahip olmak yapabileceğim iş çeşidini sınırlıyor					
14. Ampute olmak demek her istediğimi yapamayacağım anlamına gelir					
15. Yapay bir uzuva sahip olmak yapabileceğim iş miktarımı kısıtlıyor					

Aşağıdaki sorular sıradan bir gün içerisinde yapabileceğiniz aktiviteler hakkındadır. Yapay bir uzuva sahip olmak sizi bu aktiviteleri yaparken kısıtlıyor mu? Eğer evet ise ne kadar kısıtlıyor? Bunlarla ilgili olarak aşağıdaki soruların her biri için uygun olan kutuyu işaretleyiniz.

	Evet çok kısıtlıyor	Az kısıtlıyor	Hayır, hiç kısıtlamıyor
a. Koşma, ağır bir cismi kaldırma, temas sporları gibi zor aktivitelerde			
b. Birkaç kat merdiven çıkmada			
c. Otobüse yetişmeye çalışmakta			
d. Spor ve boş zaman aktivitelerinde			
e. Bir kat merdiven çıkmakta			
f. Bir buçuk kilometreden fazla yürüyüşte			
g. 700-800 metre yürümede			
h. 100 m yürümede			
i. Arkadaşlık ilişkilerini yürütmede			
j. Arkadaşları ziyaret etmede			
k. Hobilerle uğraşmada			
l. İşe gitmede			

Aşağıda değişik açılardan yapay uzvunuzdan ne kadar memnun ya da memnuniyetsiz olduğunuzu belirten kutulardan size en uygun olanını işaretleyiniz.

	Hiç memnun değilim	Memnun değilim	Kararsızım	Memnunum	Çok memnunum
Renginden					
Şeklinden					
Sesinden					
Görünüşünden					
Ağırlığından					
Kullanışlılığından					
Güvenilirliğinden					
Uyumundan					
Rahatlığından					
Tüm yönleriyle					

II. Kısım

(Aşağıdaki sorular için lütfen uygun olan kutuları işaretleyiniz)

1. Ortalama olarak günde kaç saat protez giyiyorsunuz?..... saat.

2. Genel olarak olarak sağlık durumunuz nasıldır?

Çok kötü Kötü Orta İyi Çok iyi

3. Genel olarak fiziksel kapasiteniz nasıldır?

Çok kötü Kötü Orta İyi Çok iyi

4.

a) Kalan uzvunuzda (güdüğünüzde) ağrı hissediyor musunuz?

Hayır (Eğer cevabınız hayır ise lütfen 5. sorudan devam ediniz)

Evet (Eğer cevabınız evet ise lütfen b,c,d ve e şıklarını cevaplandırınız)

b) Geçen hafta boyunca kaç kez güdük ağrınız oldu?

c) Ortalama olarak her ağrı periyodu ne kadar sürdü?

d) Geçen hafta boyunca hissettiğiniz güdük ağrısının ortalama düzeyini lütfen uygun olan kutuyu işaretleyerek belirtiniz?

Dayanılmaz Korkunç İstirap verici Rahatsız edici Hafif

e) Geçen hafta boyunca güdük ağrısı günlük yaşam sitilinizi (örn: iş hayatınız, sosyal ve ailesel aktiviteleriniz) ne kadar etkiledi?

Çok fazla Epeyce Orta derecede Çok az Hiç

5.

a) Fantom ağrısı (uzvunuzun ampute edilen kısmındaki ağrı) hissediyor musunuz?

Hayır (Eğer cevabınız hayır ise lütfen 6. sorudan devam ediniz)

Evet (Eğer cevabınız evet ise lütfen b,c,d ve e şıklarını cevaplandırınız)

b) Geçen hafta boyunca kaç kez fontom ağrısı hissettiniz?

c) Her seferinde ortalama olarak ağrı ne kadar sürdü?

d) Geçen hafta boyunca hissettiğiniz fantom ağrısının ortalama düzeyini lütfen uygun olan kutuyu işaretleyerek belirtiniz?

Dayanılmaz Korkunç İstirap verici Rahatsız edici Hafif

e) Geçen hafta boyunca fantom ağrısı günlük yaşam sitilinizi (örn: iş hayatınız, sosyal ve ailesele aktivitelere) ne kadar etkiledi?

Çok fazla Epeyce Kısmen Çok az Hiç

6.

a) GÜDÜK ağrısı ya da fantom ağrısı dışında başka tıbbi problemler yaşıyor musunuz?

Hayır

Evet (Eğer cevabınız evet ise lütfen b, c, d, e, f ve g şıklarını cevaplandırınız)

b) Yaşadığınız problemleri belirtiniz

.....

c) Geçen hafta boyunca bu tıbbi problemlerden kaç kez şikayetçi oldunuz?

..... kez.

d) Her problem ortalama ne kadar sürdü?

.....

e) Geçen hafta boyunca bu problemler sonucu oluşan ağrı düzeyini lütfen uygun olan kutuyu işaretleyerek belirtiniz?

Dayanılmaz Korkunç İstirap verici Rahatsız edici Hafif

f) Geçen hafta boyunca bu tıbbi problemler günlük yaşam sitilinizi (örn: iş hayatınız, sosyal ve ailesele aktivitelere) ne kadar etkiledi?

Çok fazla Epeyce Kısmen Çok az Hiç

g) Daha önce belirtmediğiniz herhangi bir ağrı çekiyor musunuz?

Hayır


Evet

Eğer cevabınız evet ise, lütfen belirtiniz.....


EK.7. Bildiri Özeti

UDAİS 2022

VII. ULUSAL DİYABETİK AYAK İNFEKSİYONLARI SİMPOZYUMU



DAIÇG
KLİMİK DERNEĞİ
DİYABETİK AYAK İNFEKSİYONLARI ÇALIŞMA GRUBU



KLİMİK
TÜRK KLİNİK MİKROBİYOLOJİ VE
İNFEKSİYON HASTALIKLARI DERNEĞİ

📅 12-15 EKİM 2022
📍 Mirage Park Resort Hotel / Kemer-Antalya

Sayın **Melek Merve Erdem**,


Türk Klinik Mikrobiyoloji ve İnfeksiyon Hastalıkları (KLİMİK) Derneği, Diyabetik Ayak İnfeksiyonları Çalışma Grubu tarafından 12-15 Ekim 2022 tarihleri arasında Mirage Park Resort Hotel Kemer, Antalya'da düzenlenecek olan **VII. Ulusal Diyabetik Ayak İnfeksiyonları Simpozyumu**'na göndermiş olduğunuz "**Diyabetik ve Travmatik Transtibial Amputelerde Eklem Pozisyon Hissi, Denge ve Protez Farkındalığının Karşılaştırılması**" başlıklı bildiriniz bilimsel komite tarafından değerlendirilmiş ve sözel sunum olarak kabul edilmiştir. Katkılarınız için teşekkür ederiz.

Her bir sözel sunum süresi 5 dakika ve tartışma için 2 dakika olmak üzere toplam 7 dakikadır. Sözel sunumuzu yapacağımız oturum ve saat bilgisi daha sonra tarafınıza iletilecektir.

Katılımınız için teşekkür eder, çalışmalarınızda başarılar dileriz.

Saygılarımızla.

UDAİS 2022 Simpozyum Başkanları
Prof. Dr. Ayten KADANALI - Prof. Dr. Neşe SALTOĞLU

 www.udais2022.org

Diyabetik ve Travmatik Transtibial Amputelerde Eklem Pozisyon Hissi, Denge ve Protez Farkındalığının Karşılaştırılması

Melek Merve Erdem ^a, Semra Topuz ^b

^a Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Güneysu Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Yüksekokulu, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, Rize, Türkiye

^b Hacettepe Üniversitesi, Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Fakültesi, Ankara, Türkiye

AMAÇ:

Bu çalışmanın amacı, diyabetik alt ekstremitte amputeleri ile travmatik alt ekstremitte amputeleri arasında eklem pozisyon hissi, denge ve protez farkındalığı bakımından fark olup olmadığının belirlenmesidir.

YÖNTEMLER:

Çalışmada Bilim Ortez-Protez Uygulama Merkezi'ne başvuran diyabet nedenli transtibial amputasyonu olan 7 birey çalışma grubunu (DG) ve travmaya bağlı transtibial amputasyonu olan 7 birey (TG) kontrol grubunu oluşturdu. Bireyler demografik bilgiler, ayak değerlendirmesi, normal eklem hareket açıklığı, alt ekstremitte kas kuvveti, duyu, ampute tarafa ağırlık aktarma yüzdesi ve son 1 yıl içerisindeki düşme öyküsü açısından değerlendirildi. Duyu değerlendirmesi Semmes Weinstein monofilamenti ile, diz eklem pozisyon hissi atalet ölçü birimi içeren Xsens DOT sensörler ile 30° ve 60°'lik hedef açılarda diz eklem fleksiyonundan sapmanın miktarı hesaplanarak, postüral salınımlar ve stabilite limitleri Bertec kuvvet platformu ile değerlendirildi. Amputelerin günlük yaşam aktiviteleri sırasında protezlerini unutabilme becerilerini değerlendirmek için Unutulan Eklem Skoru (UES-12) kullanıldı. Tüm değerlendirme sonuçları gruplar arasında karşılaştırıldı.

SONUÇLAR:

Sonuçları incelediğimizde, beden kütle indeksi haricinde grupların demografik özellikler bakımından benzer olduğu görüldü. Ayak değerlendirmesi sonucunda DG'nin sağlam ayaklarının TG'den daha soğuk ve ödemli olduğu belirlendi. DG'nin protezli tarafa % 9.2 oranında daha az yük aktardığı ve son 1 yıl içerisindeki düşme sıklığının daha fazla olduğu görüldü ($p<0,05$). DG'de TG'ye kıyasla sağlam taraf ayak bileği dorsi fleksiyonu ve her iki diz eklem fleksiyon eklem hareket açıklığının daha kısıtlı olduğu, sağlam taraf ayak bileği ve her iki diz eklem çevresi kas kuvvetinin daha zayıf olduğu ve 30° ve 60°'lik 2 farklı hedef açıdaki diz eklem pozisyon hissini olumsuz etkilediği belirlendi ($p<0,05$). DG'nin medio-lateral yöndeki stabilite limitlerinin TG'ye göre azaldığı, sert ve yumuşak zeminde gözler kapalı postüral salınım değerlendirmesi hariç tüm statik ve dinamik denge değerlendirmesi sonuçlarının da TG'ye göre olumsuz etkilendiği gösterildi ($p<0,05$). DG grubunun UES-12 anket skorlarının TG'den daha düşük olduğu bulundu ($p> 0,05$).

TARTIŞMA:

Amputasyonu takip eden dönemde diyabetik bireylerin pozisyon hissi etkilenimi ile stabilite limitleri ve postüral salınım miktarı travmatik amputelere göre fazla olduğundan bu durumun artan düşme kazaları ve protez uyumundaki azalmada etkili olduğu düşünülmektedir. Bu çalışma ile amputasyon nedenine bağlı olarak eklem pozisyon hissi, denge ve proteze uyumun etkilendiği; rehabilitasyon süreçlerinde amputasyon nedeninin göz önünde bulundurulması gerektiği ve diyabetik amputeler uygulanacak eklem hareket açıklığı, kas kuvveti ve proprioseptif duyu eğitimlerinin proteze uyum ve denge açısından önemli olduğu sonucuna varıldı.



EK.8. Orjinallik Ekran Görüntüsü

DİYABETİK VE TRAVMATİK TRANSTİBİAL AMPUTELERDE EKLEM POZİSYON HİSSİNİN KARŞILAŞTIRILMASI VE PROTEZE UYUM, DENGE VE FONKSİYONEL PERFORMANS İLE EKLEM POZİSYON HİSSİ ARASINDAKİ İLİŞKİNİN İNCELENMESİ

ORJİNALLIK RAPORU

% 16 BENZERLİK ENDEKSİ	% 15 İNTERNET KAYNAKLARI	% 7 YAYINLAR	% 3 ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ
----------------------------------	------------------------------------	------------------------	--------------------------------

BİRİNCİL KAYNAKLAR

1	www.openaccess.hacettepe.edu.tr:8080 İnternet Kaynağı	% 9
2	acikbilim.yok.gov.tr İnternet Kaynağı	% 1
3	acikerisim.pau.edu.tr:8080 İnternet Kaynağı	% 1
4	docplayer.biz.tr İnternet Kaynağı	% 1
5	Submitted to Sağlık Bilimleri Üniversitesi Öğrenci Ödevi	<% 1
6	openaccess.hacettepe.edu.tr:8080 İnternet Kaynağı	<% 1
7	Özbey, Hatice Nihan. "Böbrek Transplantasyonu Sonrası Postüral Stabilitiyi Etkileyen Faktörlerin Belirlenmesi", Dokuz Eylül Üniversitesi (Turkey), 2024 Yayın	<% 1

EK.9. Dijital Makbuz**Dijital Makbuz**

Bu makbuz ödevinizin Turnitin'e ulaştığını bildirmektedir. Gönderiminize dair bilgiler şöyledir:

Gönderinizin ilk sayfası aşağıda gönderilmektedir.

Gönderen: Melek Merve Erdem
Ödev başlığı: Melek Merve Erdem
Gönderi Başlığı: DİYABETİK VE TRAVMATİK TRANSTİBİYAL AMPUTELERDE EKLE...
Dosya adı: Bel28.docx
Dosya boyutu: 499.06K
Sayfa sayısı: 72
Kelime sayısı: 18,292
Karakter sayısı: 128,559
Gönderim Tarihi: 03-Tem-2024 12:09ÖÖ (UTC+0300)
Gönderim Numarası: 2384817886



9. ÖZGEÇMİŞ

