

T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**TİP 2 DİABETES MELLİTUS'LU PERİFERİK
NÖROPATİSİ OLAN HASTALARDA DENGE
EĞİTİMİNİN POSTURAL STABİLİTEYE ETKİSİ**

**UZMAN FİZYOTERAPİST
ZELİHA ÖZAY**

**FİZİK TEDAVİ VE REHABİLİTASYON ANABİLİM DALI
DOKTORA TEZİ
İZMİR-2010**

T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**TİP 2 DİABETES MELLİTUS'LU PERİFERİK
NÖROPATİSİ OLAN HASTALARDA DENGE
EĞİTİMİNİN POSTURAL STABİLİTEYE ETKİSİ**

**FİZİK TEDAVİ VE REHABİLİTASYON ANABİLİM DALI
DOKTORA TEZİ**

**UZMAN FİZYOTERAPİST
ZELİHA ÖZAY**

Danışman Öğretim Üyesi:
DOÇ. DR. Mehtap MALKOÇ

İÇİNDEKİLER

	<u>SAYFA NO</u>
TABLO LİSTESİ	i-ii
RESİM LİSTESİ	iii
GRAFİK LİSTESİ	iv
KISALTMALAR	v-vi
ÖZET	1
İNGİLİZCE ÖZET	3
GİRİŞ VE AMAÇ	5
GENEL BİLGİLER	7
GEREÇ VE YÖNTEM	28
BULGULAR	45
TARTIŞMA	61
SONUÇLAR	72
KAYNAKLAR	74
EK-1. ETİK KURUL ONAYI	84
EK-2 GÖNÜLLÜ BİLGİLENDİRME FORMU	85
EK-3 NÖROPATİ DİSABİLİTE SKORU	87
EK-4 DEĞERLENDİRME FORMU I	88
EK-5 DEĞERLENDİRME FORMU II	89

TABLO LİSTESİ

- Tablo 1.** Glisemik Bozuklukların Etyolojik Tipleri ve Klinik Evreleri
- Tablo 2.** Diyabet ve Bozulmuş Glukoz Regülasyonundan WHO ve ADA'nın Tanı Kriterleri
- Tablo 3.** Diyabetik Nöropatinin Sınıflandırılması
- Tablo 4.** Diyabetik Nöropatinin Semptomları
- Tablo 5.** Diabetes Mellitus'un Tedavisi
- Tablo 6.** Metabolik Kontrol Kriterleri
- Tablo 7.** Nöropati Semptom Skorlaması
- Tablo 8.** Nöropati Disabilite Skorlaması (NDS)
- Tablo 9.** Çalışma ve Kontrol Grubunun Demografik Özellikleri
- Tablo 10.** Hastaların Biyokimyasal Özellikleri
- Tablo 11.** Çalışma Grubunun Eğitim Öncesi(E.Ö.) ve Eğitim Sonrası(E.S.) Koruyucu Duyu, Vibrasyon Duyusu ve Bacak Sırt Kas Kuvveti Sonuçlarının Karşılaştırılması
- Tablo 12.** Çalışma Grubunun E.Ö. ve E.S. Çömelme Testinde Ağırlık Taşıma Asimetrisinin Grup İçi ve Kontrol Grubu ile Karşılaştırılması
- Tablo13.** Dengenin Duyusal Komponenti Testinin Çalışma Grubunda E.Ö. ve E.S. Grup İçi ve Kontrol Grubu ile Karşılaştırılması
- Tablo 14.** Unilateral Denge Testi Sonuçlarının Çalışma Grubunun E.Ö. ve E.S. Grup İçi ve Kontrol Grubu ile Karşılaştırılması
- Tablo 15.** Çalışma Grunun E.Ö. ve E.S. Stabilite Limiti Testi Sonuçlarının Grup İçi ve Kontrol Grubu ile Karşılaştırılması
- Tablo 16.** Çalışma Grubunun E. Ö. ve E.S. Ritmik Ağırlık Aktarma Test Sonuçlarının Grup İçi ve Kontrol Grubu ile Karşılaştırılması
- Tablo 17.** Otur-Kalk Test Sonuçlarının Çalışma Grubunun E.Ö ve E.S. Grup İçi ve Kontrol Grubu ile Karşılaştırılması
- Tablo 18.** Çalışma Grubunun E.Ö.ve E.S. Normal Yürüme Testi Sonuçlarının Grup İçi ve Kontrol Grubu ile Karşılaştırılması
- Tablo 19.** Çalışma Grubunun E.Ö. ve E.S. Topuk-Parmak Ucu Yürüme Test Sonuçlarının Grup İçi ve Kontrol Grubu ile Karşılaştırılması
- Tablo 20.** Dönme Testi Sonuçlarının Çalışma Grubunun E.Ö. ve E.S. Grup İçi ve Kontrol Grubu ile Karşılaştırılması
- Tablo 21.** Çalışma Grubunun E.Ö. ve E.S. Basamak Testi Sonuçlarının Grup İçi ve Kontrol Grubu ile Karşılaştırılması

Tablo 22. Çalışma Grubunun E.Ö. ve E.S. Öne Hamle Testi Sonuçlarının Grup İçi ve Kontrol Grubu ile Karşılaştırılması

SEKİL LİSTESİ

- Şekil 1.** Balans Master denge ve performans test cihazı
- Şekil 2.** Çömelme testi
- Şekil 3.** Çömelme testi analizi
- Şekil 4.** Dengenin duyusal komponentinin klinik testi
- Şekil 5.** Dengenin duyusal komponentinin klinik testi analizi
- Şekil 6.** Unilateral denge testi
- Şekil 7.** Unilateral denge testi analizi
- Şekil 8.** Stabilite limiti testi
- Şekil 9.** Stabilite limiti testi analizi
- Şekil 10.** Ritmik ağırlık aktarma testi
- Şekil 11.** Ritmik ağırlık aktarma testi analizi
- Şekil 12.** Otur kalk testi
- Şekil 13.** Otur kalk testi analizi
- Şekil 14.** Normal yürüme testi
- Şekil 15.** Normal yürüme testi analizi
- Şekil 16.** Topuk parmak ucu yürüme testi
- Şekil 17.** Topuk parmak ucu yürüme testi analizi
- Şekil 18.** Dönme testi
- Şekil 19.** Dönme testi analizi
- Şekil 20.** Basamak testi
- Şekil 21.** Basamak testi analizi
- Şekil 22.** Öne hamle testi
- Şekil 23.** Öne hamle testi analizi
- Şekil 24.** Yer çekimi merkezini kontrol etme eğitimi sırasında kolaydan zora bilgisayar ekranındaki görsel geribildirim
- Şekil 25.** Sert ve yumuşak zeminde, öne, içe ve dışa eğimli blokların üstünde yer çekimi merkezini kontrol etme eğitimi
- Şekil 26.** Mobilite eğitiminde bilgisayar ekranındaki görsel geribildirimi
- Şekil 27:** Olguların dengenin duyusal komponentinin klinik testi sonuçları
- Şekil 28:** Olguların unilateral denge testi sonuçları
- Şekil 29:** Olguların normal yürüme testi sonuçları
- Şekil 30:** Olguların topuk parmak ucu yürüme testi sonuçları

KISALTMA LİSTESİ

- DM: Diabetes Mellitus
WHO: Dünya Sağlık Örgütü
IDF: International Diabetes Federation- Uluslararası Diyabet Federasyonu
TURDEP: Türkiye Diyabet Epidemiyolojisi
IGT: Bozulmuş Glüköz Toleransı
OGTT: Oral Glüköz Tolerans Testi
BKI: Beden Kitle İndeksi
IFG: Bozulmuş Açlık Glüközü
ADA: Amerikan Diyabet Birliği
NDDG: Amerikan Diyabet Veri Toplama Grubu
ETDRS: Early Treatment Diabetic Retinopathy Study Group
SDBY: Son Dönem Böbrek Yetmezliği
NGF:Nöron Büyüme Hormonu
NT-3: Nörotrofin
IGF: Büyüme faktörü
NSS: Nöropati Semptom Skoru
NDS: Nöropati Disabilite Skoru
NIS: Nöropati Bozukluk Skoru
QST: Kantitatif Duysal Test
VPT: Vibrasyon Algılama Eşiği
E.Ö: Eğitim Öncesi
E.S: Eğitim Sonrası
RMT: Sağ Monofilament Testi
LMT: Sol Monofilament Testi
RVT:Sağ Vibrasyon Testi
LVT: Sol Vibrasyon Testi
BSD: Bacak Sırt Dinamometresi
GASZ: Gözler Açık Sert Zemin
GKSZ: Gözler Kapalı Sert Zemin
GAYZ: Gözler Açık Yumuşak Zemin
GKYZ: Gözler Kapalı Yumuşak Zemin
GAL: Gözler Açık Sol

GAR:Gözler Açık Sağ
GKL: Gözler Kapalı Sol
GKR: Gözler Kapalı Sağ
RS: Reaksiyon Süresi
HH: Hareket Hızı
USN: Ulaşılan Son Nokta
SNS: Son Noktadan Sapma
YK: Yön Kontrolü
R-L HH: Sağ-Sol Hareket Hızı
A-P HH: Ön-Arka Hareket Hızı
R-L HK: Sağ- Sol Hareket Kontrolü
A-P HK: Ön-Arka Hareket Kontrolü
AT: Ağırlık Transferi
Yİ: Yükselme İndeksi
GSH: Gravite Hattı Salınım Hızı,
HS: Hareket Süresi
Eİ: Etki İndeksi
ÖHM: Öne Hamle Mesafesi
ÖHS: Öne Hamle Süresi
Kİ: Kuvvet İmpulsu

TEŞEKKÜR

Doktora eğitimim sırasında ve tezimin her aşamasında her türlü konuda yardımını, bilgisini, deneyimini ve zamanını esirgemeyen Doç. Dr. Mehtap MALKOÇ'a teşekkürlerimi sunarım. Tezimin her aşamasında değerli klinik katkı, bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım sayın Doç. Dr. Salih ANGIN ve Prof. Dr. Sena YEŞİL'e teşekkür ederim.

Tez yazımı süresince beni destekleyen ve yardımcı olan başta Dr. Fzt. Ayşe ÖZDEN olmak üzere bütün asistan arkadaşlarıma, her zaman yanımda olan, her türlü yardımlarını, hoşgörüsünü, desteklerini esirgemeyen ve huzurlu bir ortam yaratan sevgili ailem ve eşime teşekkürlerimi sunarım.

*Uzman Fizyoterapist
Zeliha GÖCEN ÖZAY
Şubat 2010*

ÖZET

TİP 2 DİABETES MELLİTUS'LU PERİFERİK NÖROPATİSİ OLAN HASTALARDA DENGİ EĞİTİMİNİN POSTURAL STABİLİTEYE ETKİSİ

Uzm. Fzt. Zeliha ÖZAY

Dokuz Eylül Üniversitesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksek Okulu

zelihaogocen@mynet.com

Amaç: Hafif ve orta dereceli periferik nöropatisi olan tip 2 Diabetes Mellitus(DM)'lu olgularda günlük yaşamdaki aktivitelere benzeyen, bilgisayar ortamındaki denge eğitiminin postural stabiliteye etkisini araştırmaktır.

Gereç ve Yöntem: Hafif ve orta şiddetli periferik nöropatisi olan 20 tip 2 DM'lu olgu çalışma grubuna, benzer yaş, boy ve vücut ağırlığına sahip 20 sağlıklı birey de kontrol grubuna alınmıştır. Vizüel destekli bilgisayar ortamında denge değerlendirmesi, çalışma grubunda eğitim öncesi ve sonrasında tekrarlanırken, kontrol grubu oluşturan olgularda bu değerlendirme bir kez yapıldı. Değerlendirme kapsamında çalışma grubuna katılan olgularda eğitim öncesi ve sonrasında duyu, bacak ve sırt kas kuvveti ölçümleri yapıldı. Eğitim öncesi değerlendirmeler tamamlandıktan sonra çalışma grubunu oluşturan olgulara günlük yaşam aktivitelerine benzer aktiviteleri içeren vizüel destekli denge eğitim programı haftada 5 gün 3 hafta boyunca bireysel olarak uygulandı. Denge eğitimi sonrası değerlendirme sonuçları grup içi ve gruplararası karşılaştırıldı.

Bulgular: Olguların eğitim öncesi ve sonrası değerlendirme sonuçları karşılaştırıldığında koruyucu duyu, bacak sırt kas kuvveti ve dengenin duysal komponenti klinik, unilateral duruş, stabilite limitleri, yürüme, dönüş, basamak ve öne hamle testlerinde istatistiksel açıdan anlamlı iyileşmeler olduğu görüldü($p<0.05$). Çalışma grubu ile kontrol grubunun değerlendirme sonuçları karşılaştırıldığında ise eğitim öncesinde diyabetik nöropatili olgularda düşük olan değerlerin eğitim sonrasında kontrol grubu olgularına benzer özellikte veya daha iyi olduğu gözlemlendi($p<0.05$, $p>0.05$).

Sonuç: Hafif ve orta şiddetli periferik nöropatisi olan tip 2 DM'lu olgularda uygulanan vizüel destekli denge eğitimi postural stabilitenin parametreleri olan vücut salınımları değişiklikleri ve performans süreleri ile koruyucu duyu, bacak sırt kas kuvveti üzerine istatistiksel açıdan

anlamli derecede iyileşmeler sağladığı ve bu olgularda vizüel destekli denge eğitiminin dengeyi geliştirmek amacıyla fizyoterapi uygulamalarında yer alması gerekliliği görüldü.

Anahtar Kelimeler: Periferik Nöropati, Tip 2 DM, Denge Eğitimi, Postural Stabilite

SUMMARY

THE EFFECT OF BALANCE TRAINING ON POSTURAL STABILITY IN TYPE 2 DIABETES MELLITUS PATIENTS WITH PERIPHERAL NEUROPATHY

Zeliha Ozay, PT, MSc.

Uzm. Fzt. Zeliha ÖZAY

Dokuz Eylul University, The School of Physical Therapy and Rehabilitation

zelihaocen@mynet.com

Aim: The purpose of this study was to compare the effects of the computerized balance training based on simulated daily living activities a patients with type 2 diabetes mellitus (type 2 diabetes) with mild to modarete peripheral neuropathy on computer based balance training for postural stability.

Methods and Materials: Twenty patients with type 2 diabetes with mild to modarate peripheral neuropathy and twenty healthy adults with the same aged, weight and height as control group were included into the study. While the visual-supported computerized balance assessment system were evaluated before and after the training, the cases in control group was evaluated once time. In evaluation scope, the cases had the sensation, leg and back muscle strength assessment before and after the training. After the pre-training evaluations were completed the visual-supported balance assesment training consisted of the activities like daily living activites were applied to the cases in the study group for five days a week for three weeks long period as individually. The post-training assessment results were compared as within the groups and between the groups.

Results: When the pre and post training results were compared, it was found that protective sensation, back and leg strength and sensation component of the balance, clinical unilateral stance, limits of the stability, gait, turning, step and forward lunge tests statistically significantly improved ($p<0.05$). When the study and control group results were compared, it was found that the lower results which belong to diabetic neuropathy group in pre-training period got better results than control group and/or as same as the control group in post-training period ($p<0.05$, $p>0.05$).

Discussion: It was found that visuallly supported balance training statistically significantly improves the body ossilations which is a parameter of the postural stability and performance

time with protective sensation, back and leg strength, additionally it was found that visually supported balance training should be in the physiotherapy applications in order to improve the balance in type 2 diabetes mellitus (type 2 diabetes) with mild to moderate peripheral neuropathy.

Key Words: Peripheral Neuropathy, Type 2 DM, Balance Training, Postural Stability.

GİRİŞ ve AMAÇ

Diabetes Mellitus (DM), mikrovasküler, makrovasküler ve nöropatik komplikasyonlara yol açan total veya rölatif insülin yetersizliği nedeniyle oluşan karbonhidrat, lipid ve protein metabolizmasındaki bozukluk ile karakterize klinik bir sendrom olarak tanımlanır (1).

Metabolik bozukluk insülin yetersizliğinin ve/veya insülin rezistansının sonucudur ve çeşitli akut ve kronik komplikasyonlara yol açtığı bilinmektedir. Tip 2 DM akut ve kronik dönemde hipoglisemi ve hiperglisemi atakları ile seyrederken kronik dönemde bunlara karaciğer, böbrek , göz gibi hedef organların tutulumu da eşlik eder. Kronik komplikasyonlar bu hastalarda çalışma ve enerji kaybına yol açan ciddi sosyal ve ekonomik problemlere neden olur(2). DM'un yaygın komplikasyonlarından biri de diyabetik nöropatidir(3,4). Diyabetik nöropatili olgularda tipik lezyonların periferik sinir aksonlarında olduğu ayrıca shwann hücrelerinin, perinörol hücrelerin ve endonörol vasküler elementlerin de nöropatiden etkilendiği gösterilmiştir. Diyabetik nöropatide kalın ve ince myelinli sinir liflerinin kaybı ve hasarlanması ile birlikte Wallerian dejenerasyon, segmental ve paranodal demyelinizasyon ve endonöral konnektif doku proliferasyonu oluşmaktadır. Özellikle tip 2 DM'ta hafif aksonal atrofi, fokal lif kaybı, segmental demyelinizasyon ve Wallerian dejenerasyonu gözlenir(5). En yaygın semptomları uyuşma, karıncalanma, alt ekstremitelerde ağrı, kas atrofileri ve zayıflığı, düşük ayak, gastrointestinal semptomlar, postural hipotansiyon ve bağırsak disfonksiyonudur(6, 7).

Nöropatinin bir tipi olan periferik nöropatide kol ve bacaklarda sinir hasarı oluşmakta; eldiven çorap tarzı duyu kaybı görülmektedir. Periferik nöropati, koruyucu duyu, kas kuvveti ve refleks kaybıyla özellikle ayakta yürüyüş ve denge bozukluğuna yol açan ayak ülserlerine neden olur (8). Uzun süre DM'u olan olguların, taktil duyusunda, vibrasyon ve alt ekstremitte proprioepsiyonu ve kinestezi duyusunda anlamlı bozukluklar görülür(9). Normal koşullar altında, vestibular, vizüel ve somatosensoriyal bilgiler vücudun pozisyonunun kontrolü için kullanılır. Bu bilgi kanallarından biri veya bir kaçının, alt ekstremitte ve ayaklarda kütanöz defisitler gibi aksaması veya eliminasyonu dengenin kaybına ve postural instabiliteye neden olur(10, 11).

Periferik nöropatili olan bireyler sağlıklı periferik sinire sahip bireylerle karşılaştırıldığında bu bireylerde postural instabilitenin olduğu ve buna bağlı düşme

risklerinin arttığı bildirilmektedir. Literatürdeki veriler periferik nöropatinin yaşlılar arasında sık olduğunu ve düşme riskini arttırdığını desteklemektedir.(12) Major düşmeler ambulasyon sırasında meydana gelirken sıklıkla düzensiz yüzeylerde veya azalmış görsel inputlarla beraber olduğu tespit edilmiştir. Ambulasyon sırasında mediolateral stabilite klinik açıdan önemlidir ve yüksek nöral merkezler tarafından etkili ve hızlı adım genişliği modifikasyonları ile kontrol edilmektedir. Diyabetik nöropatili hastalarda adım genişliği ve medio-lateral stabilite kontrolü azalırken; anterior-posterior gövde salınımlarında artış olduğu gösterilmiştir(13). Diyabetik nöropatili hastaların yürüyüşleri yavaştır ve adım uzunlukları daha kısadır(2, 3, 9, 14, 15, 16).

Periferik nöropatide fizyoterapistler, genellikle nöropatinin değerlendirilmesinde ve alt ekstremitte duyu bozukluğu ve ağrı nedeniyle etkilenen denge tedavisinde önemli yere sahiptirler(17). Egzersizler etkilenmiş alana kan akımını arttırarak, motor sinirleri uyararak ve etkilenmemiş sinirleri koruyarak periferik nöropati gelişme oranını yavaşlatmaya, kas kuvvetini, esnekliği ve dengeyi iyileştirerek fiziksel fitnessi korumaya yardımcıdır(18).

Literatürde periferik nöropati ile denge ve düşme arasındaki ilişkiyi içeren ve bu hastaların yürüyüş özelliklerini araştıran çalışmalar görülmektedir. Vizüel destekli denge eğitimleri daha çok yaşlı bireylerde ve nörolojik hastalarda kullanılmış ve denge üzerine etkileri araştırılmıştır(19, 20, 21). Postural kontrol için hedef noktalarla çalışmalar içeren vizüel destekli denge eğitiminin kompleks denge-kontrol sistemin fonksiyonlarının arttırabileceği ve kuvvet platformu aracılığı ile ölçülen basınç merkezinin bilgisayar ekranında görülmesinin dengeyi daha fazla iyileştirebileceği bildirilmektedir(19). Bu eğitim ile hasta kendi ağırlık merkezini bilgisayar ekranında görerek postural salınımlarını daha iyi algılayacak ve düzelmeye çalışacaktır. Fakat diyabetik nöropatili hastalarda vizüel destekli denge eğitiminin etkisini değerlendiren çalışmalar ulaştığımız kaynaklara göre yoktur. Denge platformu ile yapılan ölçümlerde pozisyonel değişiklikler ve sapmalar objektif olarak saptandığı için dengenin değerlendirilmesinde Balance Master denge ve performans test cihazı kullanılmıştır. Bu çalışma vizüel destekli denge eğitiminin postural stabilite üzerine olan etkisini saptayarak gelecek çalışmalar için bir örnek olacaktır. Bu sebeble çalışmamız, periferik nöropatili olan tip 2 DM'li hastalarda günlük yaşamdaki aktivitelere benzeyen vizüel destekli denge eğitiminin postural stabiliteye etkisini araştırmak amacıyla planlanmıştır.

GENEL BİLGİLER

1. DİABETES MELLİTUS

Diabetes Mellitus(DM), akut metabolik komplikasyonların yanı sıra, uzun dönemde vasküler, renal, retinal ya da nöropatik bozukluklara yol açan, morbidite ve erken mortalite riski yüksek bir hastalıktır(17). Diğer bir tanımlama insulinin mutlak ya da göreceli eksikliği veya periferik etkisizliği sonucu ortaya çıkan, karbonhidrat, protein ve yağ metabolizmasında bozukluklarla giden, kapiller membran değişiklikleri, hızlanmış ateroskleroz ve enfeksiyona yatkınlık ile seyreden bir sendromdur. Diyabet, aşırı su içme ve idrara çıkma, mellitus ise şekerli idrar anlamına gelmektedir. Bazı olgularda açıklanamayan kilo kaybı, bazılarında ise kronik komplikasyonlara bağlı göz, merkezi sinir sistemi, kardiyovasküler sistem ya da ürogenital sistemle ilgili yakınmalarla ortaya çıkabilmektedir(22).

1.1Epidemiyolojisi:

Hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkelerde erişkinlerde diyabet görülme sıklığının (prevelans) belirgin bir biçimde artacağı tahmin edilmektedir. Diyabet günümüzde Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından bir “salgın” olarak kabul edilmektedir ve tüm toplumlar için önemli bir sorun oluşturmaktadır. IDF(International Diabetes Federation) ve WHO tarafından yapılan projeksiyonlar dünya diyabetli nüfusun sırası ile 2025 yılında 300 milyona ve 2030 yılında 366 milyona ulaşacağını öngörmektedir. Özellikle gelişme sürecindeki ülkelerde ve etnik gruplardaki artış, gelişmiş ülkelere oranla çok daha fazla olacağından bu toplumlarda hastalığın morbidite ve mortalitesi yanında, ekonomik yükü de inanılmaz boyutlara varacak ve ülke ekonomilerine çok büyük bir yük oluşturacaktır. Sedanter yaşam biçimi ve obezite artışı sürdükçe bu sorun daha da genç yaşlardan itibaren karşımıza çıkacak ve yakın gelecekte çocukluk çağı tip 2 diyabet vakaları önemli rakamlara ulaşacaktır. Türkiye’ye baktığımızda, Eylül 1997-Mart 1998 tarihleri arasında 24,788 kişi üzerinde gerçekleştirilen TURDEP (Türkiye Diyabet Epidemiyolojisi) çalışmasının sonuçlarına göre:

- Ülkemizde tip 2 diyabet prevelansı %7.2, bozulmuş glükoz toleransı (IGT) prevelansı ise % 6.7 bulunmuştur.

- Bu oranlara dayanarak 2000 yılı nüfus sayımına göre ülkemizde 2.6 milyonun üzerinde tip 2 diyabetli ve 1.8 milyon civarında IGT'li bireyin yaşadığı sanılmaktadır
- Ülkemizde yaşayan diyabetlilerin %32'sinin hastalığının farkında olmadıkları ortaya çıkmıştır(23).

Genel olarak epidemiyolojik amaçlı çalışmalarda açlık ya da OGTT(Oral Glükoz Tolerans Testi) sonrası 2 saatlik(st) glükoz düzeylerinin kullanımının yeterli olacağı kabul edilmektedir. Bununla beraber, diyagnostik incelemelerde amaç, erken koruma stratejilerini uygulamak üzere riskli kişileri belirlemek olduğuna göre, ideal olarak bireysel değerlendirmelerde hem açlık hem de OGTT sonrası 2-st glukoz düzeylerinin ölçülmesinin gerektiği, birçok araştırmacı tarafından ileri sürülmektedir. Bu durum WHO'nun 1999 Yılı konsültasyon raporu'nda da vurgulanmıştır(24).

Tip 2 diyabetten korunmak amacıyla yaşam tarzı değişiklikleri ucuz, kolay ve toplumsal ölçekte uygulanabilecek bir yöntem olarak kabul görmektedir. Yaşam tarzı değişikliklerini kapsayan korunma stratejilerini uygulamada risk gruplarına dahil kişilerin hedef kitle olarak ele alınmasında yarar vardır. Diyabet riski yüksek gruplar aşağıda özetlenmiştir.

Tip 2 diyabet riski yüksek gruplar;

- I. derece yakınlarında diyabet bulunan kişiler
- Obesite (BKI(Beden Kitle İndeksi) ≥ 30)
- Diyabet prevalansı yüksek etnik gruplara mensup kişiler
- İri bebek doğurmuş veya daha önce GDM(Gestasyonel Diyabet Tanısı) tanısı almış kadınlar
- Hipertansif bireyler(kan basıncı $\geq 140/90$ mmHg)
- Dislipidemikler(HDL kolestrol ≤ 35 mg/dl veya trigliserid ≥ 250 mg/dl)
- Daha önce bozulmuş açlık glisemisi (IFG, Impairment Failure Glucose), veya IGT saptanan bireyler
- Polikistik over sendromu olan kadınlar
- İnsülin direnci ile ilgili başka klinik belirtileri veya hastalığı olanlar
- Koroner, periferik veya serebral vasküler hastalığı bulunan hastalar
- Düşük doğum ağırlığında doğan kişiler
- Sedanter yaşam süren veya fizik aktivitesi düşük olan kişiler

- Beslenme faktörleri (doymuş yağlardan zengin, posa miktarı düşük beslenme)
- Şizofreni hastaları
- Atipik antidepresan ilaç kullanan hastalar (23,25)

1.2.Sınıflandırma

1997 yılında ADA (American Diabetes Association,Amerikan Diyabet Birliği) uzmanlar grubu tarafından öne sürülen değişiklikler, WHO tarafından gözden geçirilmiş ve yeni diyabet sınıflaması WHO-2006 Konsültasyon Raporu’nda yer almıştır(26).

Tablo 1. Glisemik Bozuklukların Etiyolojik Tipleri ve Klinik Evreleri

Evreri	Normoglisemi	Hiperglisemi	
	Normal glükoz regülasyonu	Bozulmuş glükoz toleransı	Diabetes Mellitus
Tipleri		Veya bozulmuş glükozu	açlık insülin
Tip 1			insülin gerektirmez
Tip2			Kontrol için insülin
Diğer spesifik tipler			Yaşam için insülin
Gestasyonel diyabet			

Tip 1 Diabetes Mellitus:Tip 1 DM daha çok çocuklarda ve genç erişkinlerde görülmektedir. Pankreasta bulunan ve insülin üreten beta hücrelerinin idiyopatik olarak otoimmün bir süreç sonunda zedelenmesi ile oluşmaktadır. Olgularda mutlak ya da göreceli bir insülin yetersizliği olduğundan, insülin hormonunun ömür boyu dışarıdan alınması zorunluluğu vardır(22, 20,28).

Tip 2 Diabetes Mellitus: Tip 2 DM’lu hastalarda, insülin salgılanmasındaki yetersizlikten çok, dokulardaki insülin reseptörlerindeki rezistans sonucunda glükoz metabolizması bozulmaktadır. Obezite, fiziksel ve ruhsal stres, gebelik, 40 yaş üzerinde olmak, genetik yatkınlık ve ilaç tedavisi hastalığın oluşumunda etkili olan risk etmenleri arasındadır. Tip 2

DM'lu olgular hastalıklarının başlangıcında ve sıklıkla çok uzun bir süre insülin gereksinimi olmaksızın yaşamlarını sürdürebilmektedir. Genellikle 45 yaş üzerinde ilk yakınmalar başlar, kronik seyirli ve sinsidir. Polidipsi, poliüri ve polifaji gibi yakınmalardan ziyade görme bozukluğu, el ve ayaklarda uyuşukluk veya fasial sinir paralizisi gibi kronik komplikasyonlarla ilgili yakınmalar hastayı hekime ilk kez getirir ve çoğunlukla ilk tanı konduğunda kronik komplikasyonlar vardır.

Hastaların çoğunda glükoz intoleransı, bulgu vermeksizin uzun süredir mevcuttur ve metabolik düzeyde bozukluklar gelişmesine yol açar. Tip 2 DM'un etiyolojisinde rol oynadığı öne sürülen 3 faktör vardır.

- (1) Karaciğerden açlık durumunda salınan glükozun gerekenden fazla olması nedeniyle oluşan hiperglisemi.
- (2) Hiperglisemi ile baş edebilmek için pankreasın beta hücrelerinin gösterdiği aşırı çaba sonucu gelişen bazal hiperinsülinizm.
- (3) Beta hücrelerinin iflası. Bu aşamada insülin salınımının bozukluğu, bazal hiperinsülinizme karşı intravenöz olarak verilen glükoza akut faz insülin yanıtının olmadığı saptanır.

İnsüline direnç sendromunda, primer bozukluk periferik insülin direncidir ve diğer bulgulardan önce ortaya çıkar. Bunu obezite, aterosklerosis, hiperlipidemi ve hipertansiyon izler.

İleri sürülen hipotezde hiperinsülinizmin bir büyüme faktörü gibi rol oynadığı varsayılmakta ve arteriel duvardaki profilerasyonu stimüle ederek makrovasküler hastalığı başlatabileceği kabul edilmektedir. İnsülin fazlalığında ayrıca sodyumun renal tübüler reabsorpsiyonu hızlanır ve sempatik sinir sistemi aktivitesi artarak hipertansiyon gelişebilir. Son olarak insülin karaciğerden çok düşük dansiteli lipoproteinlerin sentezini hızlandırıp ortamdan uzaklaştırılmalarını yavaşlatabilir ve bu da arteriosklerozun gelişme hızını artırır(7).

1.3. Tip 2 Diyabetin Tanı Kriterleri

1979 yılında Amerikan Diyabet Veri Toplama Grubu (NDDG) ve 1980'de Dünya Sağlık Örgütü (WHO) Uzmanlar Komitesi tarafından diyabetin standart tanı kriterleri belirlenmiştir. Daha sonra 1985 yılında gözden geçirilerek WHO kriterleri hem klinisyenler, hem de epidemiyologlar tarafından kabul görmüş, böylece farklı araştırmacılar tarafından değişik

toplumlarda yapılan çalışmaların karşılaştırılması mümkün olmuştur WHO' nun 1985 tanı kriterleri aşağıda görülmektedir.

Diabetes mellitus:

- Açlık venöz plazma glukoz düzeyi ≥ 140 mg/dL veya
- OGTT (75 g glukoz) 2- saatlik venöz plazma glukoz düzeyi ≥ 200 mg/dL
- OGTT (75 g glukoz) 2-saatlik venöz plazma glukoz düzeyi 140-199 mg/dL

ADA tanı kriterleri: 1985 WHO kriterleri ile pek çok diyabetli kişide diyabet tanısı koyduracak 2-st glukoz düzeyleri saptandığı halde, açlık için belirlenmiş düzeylere ulaşılmaması nedeniyle, 1997 yılında ADA tarafından oluşturulan 'Diabetes Mellitus Tanı ve Sınıflaması için Uzmanlar Komitesi' açlık kan glukoz sınırının daha aşağı çekilmesini önermiştir. Buna dayanarak, daha önce çeşitli toplumlarda açlık glisemi düzeyleri için saptanan bimodal dağılımın kesişme noktası ve prospektif çalışmalarda mikrovasküler (örneğin diyabetik retinopati ve nefropati) komplikasyonların geliştiğini gösteren sınır değerler göz önüne alınmış ve belirlenen yeni kriterlere göre açlık glisemisinin venöz plazmada 126 mg/dL sınırına indirilmesi önerilmiştir. Uzmanlar Komitesi ayrıca, diyabet tanısı için açlık glisemisi düzeyinin yeterli olacağını, OGTT reddetmekle birlikte, bu testin mutlaka gerekli olmadığını ve OGTT'deki bozulmuş glukoz toleransı (IGT)'na benzer şekilde, normal ile diabet arasındaki kategoriye eşdeğer bir durum olarak 'bozulmuş açlık glisemisi' IFG teriminin kullanılmasını teklif etmiştir. ADA-1997 önerileri aşağıda özetlenmiştir.

Diabetes mellitus tanısı:

- Diyabet semptomları olan hastada rastlantısal (random) glukoz düzeyi ≥ 200 mg/ dL veya
- Açlık glukoz düzeyi ≥ 126 mg/dL veya
- OGTT (75 g glukoz) 2-st glukoz düzeyi ≥ 200 mg/dL, Bozulmuş glukoz regülasyonu
- Bozulmuş açlık glisemisi (IFG): Açlık glukoz düzeyi 110 – 125 mg/dL veya
- Bozulmuş glukoz toleransı (IGT): OGTT 2-st glisemi 140-199 mg/dL

Yeni Tanı Kriterleri: Her yıl toplanan 'Diabetes Mellitus Tanı ve Sınıflaması için Uzmanlar Komitesi' 2003 yılı raporunda, ADA-1997 önerilerinin yayınlanmasından bu yana gerçekleştirilen çalışmaları ve yapılan yorumları dikkate alarak, IFG alt sınırının 100

mg/dL'ye çekilmesini önermiştir(Tablo 2). Buna göre, normal kan glukozu da 100 mg/dL'yi aşmamalıdır(24,29).

Tablo 2. Diyabet ve Bozulmuş Glukoz Regülasyonundan WHO ve ADA'nın Tanı Kriterleri

Kategori	WHO 1999	ADA 2003
Diyabet		
Açlık glukozu	≥126 mg/dl	≥126 mg/dl
	veya	veya
2-s tokluk glukozu*	≥200mg/dl	≥ 200mg/dl
Bozulmuş glukoz toleransı (IGT)		
Açlık glukozu	<126 mg/dl	gerekli değil
	ve	
2-s tokluk glukozu*	≥140 ve < 200mg/dl	≥140 ve < 200mg/dl
Bozulmuş açlık glukozu (IFG)		
Açlık glukozu	110-125 mg/dl	100-125 mg/dl
	ve	
2-s tokluk glukozu*	≥140 ve < 200mg/dl	ölçüm tavsiye edilmez (eğer ölçülmüş ise < 200mg/dl)
* 75 gr oral glukoz yüklemesinden 2 saat sonra venöz plazma glukozu(30)		

1.4. DİABETES MELLİTUS VE KOMPLİKASYONLARI

DM akut ve kronik komplikasyonlarla seyreden bir sendromdur. Akut komplikasyonlar diyabette herhangi bir zamanda oluşabilir. Bunlar;

- Diyabetik ketoasidoz
- Hiperglisemik, hiperosmolar nonketotik sendrom
- Hipoglisemidir.

Kronik komplikasyonlar diyabetik hastalarda yaşam kalitesini düşürür, önemli morbidite ve mortaliteye yol açar, iş ve güç kaybına neden olur(7). Genellikle iki büyük başlık altında incelenir.

1.4.1. MAKROVASKÜLER DEĞİŞİKLİKLER

Aterosklerotik kardiyovasküler hastalıklar: Diyabetik olguda kardiyovasküler hastalık görülme sıklığı ve ölüm riski çarpıcı bir biçimde artmıştır. Tip 2 DM'a eşlik eden obezite, hipertansiyon ve dislipidemi ateroskleroz riskini arttıran major faktörlerdir ve bu faktörlerin bir arada bulunması, ateroskleroz gelişiminde ciddi bir hızlanmaya yol açmaktadır. Diyabetik aterosklerotik kalp hastalığının en kötü tablosu kalp yetmezliğidir. Erken ortaya çıkma, hastalığın daha çok yayılması ve otonomik disfonksiyon gibi faktörler koroner arter hastalığının diyabetik hastalarda yüksek mortalite ve morbidite ile seyretmesine katkıda bulunabilir(31,32).

Periferik damar hastalığı: Diyabetik populasyonun %80'i periferik arter hastalığı tanısıyla izlenmektedir. DM olmayanlarla karşılaştırma yapıldığında 3 kat fazla olduğu görülür. Risk faktörleri sigara, dislipidemi, hipertansiyon, obezite ve renal transplantasyondur. Diyabetik olan ve olmayan hastalarda histolojik olarak bacaklarda aterosklerotik lezyonlarda büyük farklılıklar yoktur. Fakat diyabetik hastalarda periferik arter hastalığının bazı karakteristik özellikleri vardır(32,33).

1.4.2. MİKROVASKÜLER DEĞİŞİKLİKLER

Diyabetik Retinopati: Tip 2 diabetes mellitusun oftalmik komplikasyonları arasında yer alan katarakt, glokom ve kranial sinir felcinin yanı sıra en sık görülen ve en çok körlüğe yol açan komplikasyon retinopatidir. Diyabetik retinopati prevelansı ETDRS(Early Treatment Diabetic Retinopathy Study Group) ölçütlerinde genel olarak 3-4 yıllık tip 1 diyabetlilerde yaklaşık %20 , tip 2'lerde ise yaklaşık %25 düzeyindedir. Ancak hastalık süresi uzadıkça bu oran farklı bir şekilde artmaktadır . 20 yıllık DM sonunda tip 1 DM'lilerin tamamında diyabetik retinopati gözlenirken , tip 2'lerde ise bu oran % 10'un altında saptanmıştır. Yeni çalışmalarda elde edilen bilgilere göre, çok iyi bir metabolik kontrol, dikkatli bir tarama ve zamanında yapılan girişimler, diyabete bağlı görme kaybını oldukça azaltmaktadır(34,35).

Diyabetik Nefropati: Diyabet insidansında görülen artışa paralel olarak, diyabete bağlı son dönem böbrek yetmezliği (SDBY) insidansı da hızla artmaktadır. Bu durum; hem gelişmiş ülkelerde hem de gelişmekte olan ülkelere, SDBY'ne yol açan faktörler arasında diyabetin ilk sırada yer almasına yol açmaktadır. Tip 2 diyabetin varlığı başlıca bir kardiyovasküler risk oluşturmaktayken, mikroalbuminüri saptanan hastalarda nefropati varlığının ötesinde, kardiyovasküler hastalıklara bağlı ölümler açısından da önemli bir risk artışı olduğu ortaya çıkarılmıştır.

Hipergliseminin doğrudan etkisi yanında çeşitli sitokin, kemokin ve büyüme faktörlerinin lokal ve sistemik olarak artışının mikrovasküler komplikasyonları tetiklediği iyi bilinmektedir. Diyabetik nefropatinin erken evrelerinde, hiperglisemi patolojik süreci başlatan temel etkenken, ileri evrelerde ise hipertansiyon hastalık seyrini oldukça hızlandırmaktadır(36).

Diyabetik Nöropati: Diyabetik nöropati farklı bireylerde, farklı sinir liflerinin, farklı derecelerde etkilenmesi sonucunda gelişir. Diyabetik nöropatili hastalarda yapılan biyopsi ve otopsi çalışmalarında tipik lezyonların periferik sinir aksonlarında olduğu ayrıca shwann hücrelerinin, perinöral hücrelerin ve endonöral vasküler elementlerinde nöropatiden etkilendiği gösterilmiştir. Diyabetik nöropatide kalın ve ince myelinli sinir liflerinin kaybı veya hasarlanması ile birlikte Wallerian dejenerasyon, segmental ve paranodal demiyelinizasyon ve endonöral konnektif doku proliferasyonu oluşur.

Tip 1 DM'ta ciddi aksonal atrofi, diffüz lif kaybı ve nodal paranodal değişiklikler oluşurken, tip 2 DM'daki yapısal değişiklikler ise hafif aksonal atrofi, fokal lif kaybı, segmental demiyelinizasyon ve Wallerian dejenerasyonu gözlenir. Tip 1DM'da primer aksonal değişiklikler, tip 2 DM'da ise primer Shwann hücre patolojisi belirgindir(5).

Diyabet tanısı konduktan 5 yıl sonra hastaların yaklaşık %20'sinde, 10 yıl sonra %20-50'sinde diyabetik nöropati varlığı görülmektedir(37). Diyabetik nöropati sinir sisteminin herhangi bir bölümünü etkileyebilir. Fiziksel değerlendirme ile hafif, orta veya ağır şiddette duyu kaybının varlığı ortaya çıkabilir. En yaygın semptomları uyuşma, karıncalanma, alt ekstremitelerde ağrı, kas atrofileri ve zayıflığı, düşük ayak, gastrointestinal semptomları postural hipotansiyon, bağırsak disfonksiyonudur(7).

1.4.3 PATOGENETİK MEKANİZMALAR

Günümüzde altı ayrı fakat birbiri ile ilişkili faktörün diyabetik nöropati patogenezinde önemli rol oynadığı düşünülmektedir. Bu faktörler sorbitol, hipoksi-iskemi, nonenzimatik glikolizasyon, oksidatif stres, apoptosis ve değişen nörotrofizm'dir.

- Sorbitol ve fruktoz birikimi, miyo-inositol tüketimi ve $Na^+ - K^+$ ATPaz aktivitesinde azalmaya yol açan polyol yolundaki artmış akım
- Sinir membran yapısında değişikliklere ve mikrovasküler, hemorajik bozukluklara yol açan n-6 esansiyel yağ asidi ve prostoglandin metabolizmasında bozukluklar

- Takip eden iskemi ve hipoksiyle birlikte endonöral mikrovasküler kayıplar, redoksa duyarlı transkripsiyon faktörü NF- κ B'nin aktivasyonu ve artmış proteinkinaz C aktivasyonu.
- Nöron büyüme faktörü(NGF), nörotrofin-3(NT-3), insülin benzeri büyüme faktörü(IGF) gibi nörotrofik faktörlerin deplesyonuna ve akson transportunda değişikliklere yol açan nörotrofizmdeki kayıplar
- Sinir ve/veya damar proteinlerinde enzimatik olmayan ilerlemiş glikasyon son ürünlerinin birikimi.
- Vagal sinir, sempatik gangliyonlar ve adrenal medullada otoantikolar aracılığıyla immunolojik süreçler ve enflamatuar değişiklikler(38).

1.4.3.1 DİYABETİK NÖROPATİNİN SINIFLANDIRILMASI

Diyabetik nöropati primer olarak sensorimotor ve otonomik olarak sınıflandırılır(Tablo 3). Bir hastada nöropatinin bir tipi veya farklı nöropati komplikasyonları olabilir. Duysal nöropatiler distal simetrik nöropati,fokal nöropati ve diyabetik amyotrofi olarak sınıflandırılır. Motor nöropatiler ilgili kasların etkilenmesi ile oluşur. Otonomik nöropatiler etkilenen sisteme göre sınıflandırılır. Tablo 4'da diyabetik nöropatinin çeşitli formlarının semptomları gösterilmiştir.

Tablo 3. Diyabetik Nöropatinin Sınıflandırılması

Sensoriomotor Nöropati
· Distal Simetrik Polinöropati
· Fokal Nöropati
· Diyabetik mononöropati(Kranial, torakal ve periferel sinirler)
· Mononöropati multipleks
· Diyabetik amyotrofi
Otonomik Nöropati
· Hipoglisemik Farkındasızlık
· Anormal pupiller fonksiyon
· Kardiyovasküler otonomik nöropati
· Vasomotor nöropati
· Sodomotor nöropati
· Gastrointestinal otonomik nöropati
Gastrik atoni
Diyabetik daire veya konstipasyon
Fekal inkontinas
· Genitoüriner otonomik nöropati
Mesane disfonksiyonu
Seksüel disfonksiyon

Sensoriomotor Nöropati

Duysal sinir hasarında ilk olarak uzun sinir tutulumu olur. Pozisyon, vibrasyon duyu kaybı, azalmış refleks cevapları saptanır ve eldiven çorap tarzı duyu kaybı ile sonuçlanır. Kısa sinirlerin tutulumunda termal duyarlılıkta azalma, yüzeysel dokunma hissinde azalma ve ağrı ortaya çıkmaktadır. Poliradikulopati, EMG veya duysal değerlendirme ile tanımlanır. Bilateral bacak ağrısı, iliopsoas, quadriseps ve adduktor kas zayıflığı bulguları olabilir. L2-4 sinir köklerini içeren fiziksel bulgular ve anormal EMG poliradikulopati varlığı açısından incelenmelidir. Sensorimotor nöropatinin değerlendirmesinde yakın zamanda düşmenin olup olmadığı, yürüyüş ve denge problemleri sorgulanmalıdır(8,39,40).

Periferik nöropatisi olan bireyler sağlıklı bireylerle karşılaştırıldığında bu bireylerde postural instabilitenin olduğu ve buna bağlı düşme risklerinin arttığı bildirilmektedir. 60 yaş üstü tip 2 DM'lu hastaların %50'sinden fazlasında periferik nöropati vardır. Literatürdeki veriler periferik nöropatinin yaşlılar arasında sık olduğunu ve düşme riskini arttırdığını desteklemektedir.(12) denge bozukluğu, mobilite kısıtlılığı ve düşmeler yaşlı bireyler ve periferik nöropatisi, nörolojik bozukluğu olan olgular için ciddi problemler oluşturur. Düşme riskinin ve mobilite kısıtlılığının artışı, hastaların çevresel ve temel günlük yaşam aktivitelerinde bağımlılığa neden olur (41).

Nöropatinin bir tipi olan periferik nöropatide kol ve bacaklarda sinir hasarı oluşmaktadır. Ayak ve bacaklar el ve kollardan önce etkilenir. Periferik nöropati, koruyucu duyu, kas kuvveti ve refleks kaybıyla özellikle ayakta yürüyüş ve denge bozukluğuna yol açan ayak ülserlerine neden olur. Uzun süre DM'u olan hastaların, taktil duyularında, vibrasyon ve alt ekstremitte pozisyon ve kinestezi duyusunda anlamlı bozukluklar görülür(9). Normal koşullar altında, vestibular, vizüel ve somatosensoriyel bilgiler vücudun pozisyonunun kontrolü için kullanılır. Bu bilgi kanallarından biri veya bir kaçının alt ekstremitte ve ayaklarda kütanöz defisitler gibi aksaması veya eliminasyonu dengenin kaybına ve postural instabilite ile sonuçlanır(10). Diyabetik nöropatinin semptomları tablo 4'de gösterilmiştir.

Tablo 4. Diyabetik Nöropatinin Semptomları

Sensoriomotor Nöropati
Kassal semptomlar: kas zayıflıkları, atrofi, denge problemleri, ataksik yürüyüş
Duysal semptomlar: ağrı, parestezi, uyuşukluk, paralizi, kramplar, gece düşmeleri, antalgik yürüyüş
Otonomik Nöropati
Kardiyovasküler semptomlar: egzersiz intoleransı, yorgunluk, aynı hızdaki kalp hızı, senkop, baş dönmesi, sersemlik hissi, denge problemleri
Gastrointestinal semptomlar: disfaji, şişkinlik, bulantı ve kusma, diyare, konstipasyon, bağırsak kontrol kaybı
Genitoüriner semptomlar: Mesane kontrol kaybı, üriner sistem enfeksiyonları, erektil disfonksiyon, libido kaybı, vajinal kuruluk
Sudomotor Semptomlar: deri kuruluğu, ekstremitelerde kıl kaybı, nasırlar, kızarmış alanlar
Endokrin semptomlar: hipogliseminin farkında olmama
Diğer semptomlar: gece araba sürüşünde zorluk, Depresyon, anksiyete, uyku bozuklukları

Distal Simetrik Polinöropati

Distal simetrik polinöropati diyabetik nöropatinin en yaygın tipidir. 25 yıl ve daha uzun süre diyabeti olan hastaların yaklaşık %40'ını etkiler. Bu nöropati en sık ayaklarda gelişir. Bu süreç kronik ve progresiftir. Deri, eklem ve kas reseptörlerinden gelen somatosensoriyal bilgiler distal simetrik polinöropatide bozularak veya kaybolarak postural anormalliklere neden olur (8,39,40, 42,43).

Distal simetrik polinöropati hastalarında ağrı, motor disfonksiyon, sinir paralizileri, ülserler, yanıklar, enfeksiyonlar, gangren ve Charcot eklemi görülebilir(44).

Fokal Nöropati

Diyabetik mononöropati akut başlangıçlıdır ve genellikle simetriktir. Kranial, torakal ve periferik sinirler etkilenir. Genellikle nöropati spontan olarak 3-12 ay içinde yerleşir.

Diyabetik mononöropatili hastalarda 3. 4. ve 6.kranial sinirler tarafından innerve edilen kaslarda zayıflık ve visüel değişiklikler görülebilir. 3. kranial sinirin etkilenmesiyle oftalmopleji, ptosis, ve diplopi oluşur(8, 39, 40).

Diyabetik Amyotrofi

Diyabetik amyotrofi, femoral nöropati veya proksimal motor nöropati olarak bilinir, genellikle bilateraldir ve sıklıkla kilo kaybı ile birlikte. Bu durum uyluk kaslarında zayıflığa, patellar refleks kaybına ve ağrıya neden olur. Diyabetik amyotrofi tip 2 diyabeti olan yaşlı erkek hastalarda sıklıkla ortaya çıkar.

Uyluk kaslarındaki atrofi dikkat çekicidir, genellikle iliopsoas, quadriseps ve adduktor kaslardadır. Daha az sıklıkla, antrolateral kalf kaslarını etkiler. İyileşme genellikle 6-12 ay içinde spontan olarak gelişir fakat tekrarlayabilir. Uyluğun çevresel çap ölçümündeki artış iyileşmeyi göstermeyebilir çünkü kasın yerine yağ dokusu yerleşmiş olabilir(39, 40).

Diyabetik Otonomik Nöropati

Diyabetik otonomik nöropati her iki tipte diyabeti olan hastalarda gelişebilir. Otonomik nöropati diyabetin herhangi bir fazında oluşabildiği gibi genellikle 20 yıl ve üzeri diyabeti olan veya kötü bir glisemik kontrolü olanlarda görülür.

Otonomik nöropatide sempatik, parasempatik ve enterik sinirler etkilenir. Myelinli ve myelinsiz sinir hasarı vardır. Pek çok araştırmacıya göre otonomik nöropatiler geri dönüşümsüzdür fakat kardiyak sempatik disinnervasyonun düzgün bir glisemik kontrol ile iyileşebileceği gösterilmiştir.

Kardiyovasküler Otonomik Nöropati

Kardiyovasküler hastalık riski diyabetik hastalarda 2-4 kat daha yüksektir. Kardiyovasküler nöropati vagal ve sempatik sinir hasarının sonucudur. Klinik bulgular egzersiz intoleransı , geçici sinüs taşikardisi, aktiviteler sırasında kalp hızında değişiklik olmaması ve bradikardidir. Baroreseptörlerin etkilenmesi sirtüstü pozisyonda hipertansiyona neden olur.

Vasomotor Nöropati

Vasomotor nöropati sıklıkla ortostatik hipotansiyonun nedenidir ve splenik ve periferel vaskuler yatakların etkilenmesi sonucu oluşur. Günden güne farklılık gösteren senkop ve baş dönme semptomları vardır.

Diyabetik nöropatide periferel damar yataklarını innerve eden sinirsel inputlar azalmış veya yok olmuştur. Periferel vasomotor instabilite sonucunda devamlı bir aşırı periferel sirkülasyon (hiperemi) ve periferel ödem gelişir. Kan damarlarındaki sempatik tonus kaybı maksimal bir vasodilatasyona neden olur buda yumuşak doku ve kemiğe olan arteriovenöz dolaşımın kesilmesine yol açar. Artmış kan akışı kortikal yüzeyden kalsiyumun çözünmesine yol açarak defektif kemik homeostasis ve kemik demineralizasyonuna neden olur.

Sudomotor Nöropati

Sudomotor nöropati hiperhidrozise ve gövdenin üst kısmında sıcak intoleransına veya alt ekstremitelerde anhidrozise neden olabilir. Isı yükselmesi nadirdir. Ekstremitelerin derileri kuru ve incedir, kıl kaybı, çatlaklar ve kaşıntı olabilir. Kallus formasyonunda arış ve tırnak bozuklukları vardır. Bu deri değişiklikleri ülserasyon riskini arttırır.

Gastrointestinal Otonomik Nöropati

Gastrointestinal otonomik nöropati sindirim sisteminin herhangi bir yerinde küçük myelinli ve myelinsiz splenik sinirlerin etkilenmesiyle pareziye neden olabilir. Tubuler özafagusun azalmış kontraksiyon amplitütleri hafif bir disfajiye yol açabilir(8, 39).

DİABETES MELLİTUSTA TEDAVİ

Diabetes mellitus kronik bir hastalıktır, birey hastalığı ile ilgili olarak yeterince bilgilendirilmeli ve tedavinin özellikleri anlatılmalıdır.

Diabetes mellitus'un tedavisinde kullanılan yaklaşımlar şöyledir (Tablo 5)

Tablo 5. Diabetes Mellitus'un Tedavisi

1) Eğitim
2) Diyet tedavisi
3) Egzersiz
4) İlaç tedavisi
a) Oral antidiabetikler
b) İnsülin ve insülin analogları
5) Pankreas/Adacık transplantasyonu

Diabetes mellitus tedavisinde amaç iyi metabolik kontrol sağlanmasıdır. İyi metabolik kontrol kavramı hastanın yaşına, başka hastalıklarının varlığına, komplikasyonların varlığına ve gebelik olup olmasına göre de farklılıklar gösterir. Genel olarak iyi metabolik kontrol kriterleri tablo 6 da ifade edilmektedir:

Tablo 6. Metabolik Kontrol Kriterleri

Açlık kan şekeri (öğünler öncesi dahil) 70-110 mg/dl
Postprandial (1.saat) kan şekeri <160 mg/dl
Postprandial (2.saat) kan şekeri <140 mg/dl
Hb A1c <% 7
İdrarda glukoz ve keton negatif.

Özellikle postprandial hipergliseminin kardiyovasküler hastalıklardaki önemi anlaşılmasından sonra günümüzde hasta takibi sadece AKŞ ve HbA1c ile yapılmamakta postprandial kan şekeri takibi de önerilmektedir.

Diyabetik gebeler ile gestasyonel diyabet vakalarında ve çok yaşlı, diyabetin belirli kronik komplikasyonları çıkmış hastalarda glisemik kontrol kriterleri yukarıdakilerden farklılıklar gösterir.

Tip 1 DM bulunan vakalar ile gebelik ve diyabet bulunan vakalarda insülin tedavisi birinci seçenektir. Diyabetik hasta popülasyonunun %90'ını tip 2 diyabetli vakalar oluşturmaktadır ve bu grup hastada ilk tercih oral antidiyabetikler olmaktadır(7, 24).

1.6 DİYABETİK NÖROPATİDE DEĞERLENDİRME

Diyabetik nöropati duysal, motor ve otonomik sinir fonksiyonlarını etkiler fakat ilk etkilenen genellikle duyudur. Nöropatik değişiklikler ilk olarak ayakta başlar ve daha sonra proksimale doğru ilerler.

Elektrofizyolojik testler nöropatinin karakterinin ve progresyonunun değerlendirilmesinde önemli bir rol oynar. Elektrofizyolojik teknikler, tüm dünyada bir çok elektrofizyoloji laboratuvarında uygulanabilen en objektif, duyarlı, spesifik ve geçerli yöntemler olma avantajına sahiptir. Fakat elektrofizyolojik ölçümlerinde sınırlılıkları vardır. Bunlar;

- Sadece en hızlı ve en büyük iletici myelinize liflerde fonksiyon görür.
- Diyabetik nöropatiyi saptamada göreceli olarak düşük spesifiteye sahiptir.
- Belirli parametreler görece olarak yüksek bireysel değişkenlik gösterir.
- Elektrot bölgesi yada ekstremitte sıcaklığı gibi dış faktörlere karşı zayıftır.
- Semptomlar ve kayıplar hakkında sadece doğrudan olmayan bilgi sağlar.

Diyabetik nöropatide standartize kriterler geliştirmek için konsensus oluşturma konferansı diyabetik nöropatinin teşhisinde kullanılmak amacıyla beş ölçümü önermiştir.

- Klinik ölçümler
- Morfolojik ve biyokimyasal analizler
- Elektrodiagnostik değerlendirme
- Kantitatif duysal testler
- Otonom sinir sistemi testleri

1.6.1.Klinik Ölçümler

Klinik kriterler aşağıdakileri içermektedir.

- Genel tıbbi özgeçmiş ve nörolojik özgeçmiş
- Nörolojik muayene
 - * Duysal (ağrı, ince duyu, vibrasyon,pozisyon)
 - *Motor(normal=0, zayıf=1-4)
 - *Refleks(var ya da yok)
- Otonom fonksiyonların muayenesi

Nöropati değerlendirmesinde dört duyunun değerlendirilmesi gerekir. Koruyucu duyu, vibrasyon duyusu, ağrı ve propriosepsiyon duyuları değerlendirilmelidir(38, 40).

Diyabetik nöropatide koruyucu duyunun değerlendirilmesinde Semmes-Weinstein monofilamentlerinden 5.07 monofilamenti ayak tabanında kullanılır(45). Bu monofilamentler deride bükülme stresini yayarak basınç hissi oluştururlar ve 1.65'ten 6.65'e kadar olan numaralarla tanımlanırlar. En yüksek monofilament değeri en sert ve en zor bükülebilen filamenttir. Diyabetik nöropatili hastalar için en yaygın olarak kullanılan üç monofilament 4.17, 5.07 ve 6.10'luk monofilamentlerdir. Monofilamentler hastanın basınç noktasının duyma yeteneğini ölçmek için kullanılır. Burada, diyabette plantar ülserlerin primer mekanizması olarak düşünülen, fark edilmeyen orta şiddetli ve tekrarlı streslere karşı hastanın cevap verme yeteneğinin ölçümüdür. Ülser hikayesi olan hastalarda en düşük basınç hissi eşiği olan 6.10'luk filament ile alınır. 5.07'lik monofilament ise koruyucu duyunun en iyi göstergesi ve ülserin risk belirleyicisi olarak kabul edilen ve nöropatik ülserli hiç bir hastada cevabın alınmadığı filamenttir(46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53,54).

Diyabette kalın myelinli liflerin tutulumu sonucu gelişen vibrasyon duyusundaki azalma 128 hz'lik bir diapozan ile ayağın kemik çıkıntılarına dokundurularak vibrasyon hissinin varlığı sorgulanarak değerlendirilebilir. Vibrasyonun algılanması için yaklaşık 10 sn beklenir. Bu süre uzarsa ve vibrasyon hissi algılanmazsa vibrasyon duyusunun bozulduğuna karar verilir. Ayrıca biothesiometer adı verilen elektromekanik bir alet ile de vibrasyon duyu eşiği değerlendirilebilir(1, 44, 47, 53, 55). Ağrı duyusu bir toplu iğnenin sivri veya künt ucunun hasta tarafından algılanabilirliği ile subjektif olarak ölçülürken, algometre ile objektif veriler elde edilir(55, 56). Ayakta propriosepsiyon hissi kinestezi ve eklem pozisyon hissinden oluşmaktadır ve çalışmalarda eklem pozisyon hissinin değerlendirilmesinde standart bir method yoktur. Basit gonyometreler, izokinetik dinamometreler, elektromanyetik cihazlar, inklinometre gibi farklı cihazlar çalışmalarda kullanılmıştır(57, 58).

1.6.2 Nöropatinin Şiddetinin Ölçülmesi

Hem semptomların şiddeti hemde nöropatik kayıplar Nöropati Semptom Skoru(NSS) ve Nöropati Disabilite ve Bozukluk Skoru (NDS, NIS) gibi yeterli geçerliliği olan puanlarla değerlendirilmelidir. Rutin klinik ve epidemiyolojik amaçlar için distal simetrik polinöropatinin değerlendirilmesinde Young ve arkadaşları tarafından geliştirilen NSS ve NDS'nin basitleştirilmiş tipleri kullanılabilir(tablo 7 ve tablo 8)(49, 59, 60, 61).

Tablo 7. Nöropati Semptom Skorlaması

Yanma, uyuşukluk ya da karıncalanma	2
Bitkinlik, kramp yada ağrı	1
Dağılım	
Ayaklar	2
Baldırlar	1
Diğer	0
Gece alevlenme	2
Gündüz ve gece	1
Sadece gündüz	0
Uykudan uyandırma	1
Azalma	
Yürümeyle	2
Ayakta durmayla	1
Oturma yada yatmayla	0
NSS skoru: 3-4 hafif semptomlar, 5-6= orta dereceli semptomlar 7-9= şiddetli semptomlar	

Tablo 8. Nöropati Disabilite Skorlaması (NDS)

		Sağ	Sol
Vibrasyon algılama eşiği Ayağın baş parmağının apeksinde 128 Hz diapozan ile yapılır. Normal / Anormal = vibrasyonu algılama / algılamama	Normal = 0 Anormal = 1		
İğnelenme Duyusu (Pin prick) Sivri- künt iğne ucu ile büyük ayak tırnağının proksimaline uygulanır.	Normal = 0 Anormal = 1		
Isı Duyusu Sıcak / soğuk tüp ayağın altına uygulanır.	Normal = 0 Anormal = 1		
Aşhil Refleksi	Var = 0 Destekle var = 1 Yok = 2		
	NDS toplam skoru		

NDS skoru: 3-5 hafif bulgular, 6-8: orta dereceli bulgular, 9-10: şiddetli bulgular(60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67)

1.6.3 Kantitatif Duyusal Test

Kantitatif duyusal test(quantitative sensory testing-QST) belirli bir modalite için güvenilir olarak saptanan minimal enerji olarak tanımlanan tam duyusal eşğin saptanmasıdır. Periferik sinir derneği, dokunma basıncı, vibrasyon, sıcak-soğuk duyusu, ısı ağrısı, soğuk ağrısı ve mekanik ağrıyı saptama eşiklerinin deri duyarlılığını nitelendirmek için kullanılmasını önermektedir(38, 40).

DIYABETİK NÖROPATİDE TEDAVİ

Diyabetik ayak hastalıkları önlenememesine rağmen, kanıta dayalı önlemler ve tedavi protokolleri ile dramatik azalmalar elde edilebilir(68). En mükemmel prevansiyon ve tedavi yöntemi, iyi bir glisemik kontroldür. B12, B6, A vitamini gibi bazı nutrisyonel faktörlerin replasmanı, diyete myo-inozitol eklenmesi, aldoz redüktaz inhibitörler, gangliosidler, gamma-linoleik asid, aminoguanidin, intravenöz immunglobulin ve nörotropik faktörlerin kullanımlarının diyabetik nöropati gelişimini önlediğini gösteren sonuçlar çok tartışmalıdır. Profilaktik olarak kullanımları ekonomik olmadıkları gibi, iyi glisemik regülasyon sağlanmadığı sürece yararlı etki de göstermemektedir. Klinikte çok sık görülen ağrılı nöropati tedavisinde ise, basit analjezikler, nonsteroid antiinflatuarlar, trisiklik antidepresanlar, karbamezapin ve gabapentin gibi ilaçlar kullanılabilir. Yakın zamana kadar çok tercih edilmeyen nonsteroid antiinflatuarlar özellikle son yıllarda inflamtuar sitokinlerin diyabet ve ağrı oluşumunda etkilerinin gösterilmesiyle tekrar gündeme gelmiştir. En sık kullanılan ilaç gruplarından olan amitriptilinin özellikle antidepresan etkilerinin de olması ağrının azaltılmasında bir avantajdır ancak kardiyak olumsuz etkilerinin varlığı unutulmamalıdır. Bu ilaçlar ayrı ayrı kullanıldıkları gibi kombine tedavi yöntemleri de uygulanabilir(24, 40, 67).

Bununla beraber bazı fizyoterapi yöntemleri de tedavi için önerilmektedir. Kontrollü kanıtlar sinir stimülasyonunu, statik magnetik akım terapisini, düşük yoğunlukta laser terapisini ve monokromatik infraruj ışınlarını nöropati tedavisinde destekler. Fakat bu terapi yöntemleri küçük popülasyonlu çalışmalarda kullanılmıştır ve daha geniş popülasyonlu çalışmalara gereksinim vardır. Elektriksel spinal kord stimülasyonu fantom ağrısı, vasküler hastalıklar ve ciddi nöropatiye bağlı ağrıların tedavisinde kullanılmaktadır. Fakat bulgular, bu tedavinin invazif ve pahalı olduğunu ve randomize çalışmalara ihtiyaç olduğunu destekler(67).

Elektroterapinin etkinliğinin yanında egzersiz etkilenmiş alana kan akımını arttırır ve motor sinir fonksiyonları uyararak ve etkilenmemiş motor sinirleri koruyarak periferel nöropati gelişme oranını yavaşlatmaya yardımcıdır. Egzersizler kas kuvvetini, esnekliği ve dengeyi iyileştirerek fiziksel fitnessi korumaya katkısı vardır. Yürüyüş başlangıç egzersizleri olarak tavsiye edilir. Çünkü kolay, güvenli ve uygulanabilir bir egzersizdir. Fakat yük aktaran bir egzersiz olarak yürüyüş, ayakkabı ve yürüme yüzeyi güvenlik faktörleri ağıısından çok önemlidir. Koruyucu duyu kaybı olan diyabetli hastalar için ayak ve yük taşıyan eklemlere stres bindirmeyen egzersizler önerilir. Bu egzersizler yüzme, bisiklet, kürek çekme ile sandalye ve kol egzersizlerini içeren üst ekstremite egzersizleridir. Treadmill, uzun süreli yürüyüş, jogging ve step egzersizleri aktif ayak ülserlerinde tavsiye edilmez. Ayak ülserasyon öyküsü olan veya periferel nöropatisi olan diyabetli hastaların bu aktiviteleri azaltmaları veya aktivitelerden kaçınmaları gerekmektedir(18).

1.7.1 Diyabetik Nöropatide Denge ve Tedavisi

Diyabetik nöropati, koruyucu duyu, kas kuvveti ve refleks kaybıyla özellikle ayakta yürüyüş ve denge bozukluğuna yol açar. Uzun süre diyabeti olan hastaların, taktil duyusunda, vibrasyon ve alt ekstremite propriosepsynu ve kinestezi duyusunda anlamlı bozukluklar görölür(9). Normal koşullar altında vestibuler, vizuel ve somotasensorial bilgiler vücudun pozisyonunun kontrolu için kullanılır. Bu bilgi kanallarından biri veya birkaçının alt ekstremite ve ayaklarda kütenez defisitler gibi nedenlerle aksaması veya eliminasyonu dengenin kaybına ve postural instabilite ile sonuçlanır(10)

Bipedal ambulasyon destek yüzeyinin dar ve değişkenliğinden dolayı vücut kitle merkezinin ileriye doğru yer değiştirme gerekliliğinden istemli gibi görünür. Santral sinir sistemi dengeyi sürdürmek için uygun zamanda ve doğru bilgileri motor kontrolu sağlamak için kullanır. Somatosensorial bilgi akışı bozulduğunda denge bozulur ve düşme riski artar(13). Diyabetik nöropatide proprioseptif sistem patolojisi yürümei etkiler, çünkü hem lokal periferel sisteme giden periferel duyusal bilgilerin girişi azalmıştır hem de yüksek kortikal merkezlere giden duyu girişi bozulmuştur(14). Major düşmeler ambulasyon sırasında meydana gelir ve sıklıkla düzensiz yüzeylerde veya azalmış görsel inputlarla beraber oluşur. Ambulasyon sırasında mediolateral stabilite klinik ağıidan önemlidir ve yüksek nöral merkezler tarafından etkili ve hızlı adım genişliği modifikasyonları ile kontrol edilir. Diyabetik nöropatili hastalarda adım genişliği medio-lateral stabilite kontrolu azalmıştır.

Medio-lateral gövde hızı azalmıştır. Anterior-posterior gövde salınımlarında artış vardır (13, 2, 3). Diyabetik nöropatili hastaların yürüyüşleri yavaştır ve adım uzunlukları daha kısadır(14). Yaşlı bireyler ile periferik nöropatili olan tip 2 diyabetli yaşlı bireyler karşılaştırıldığında, koordinasyon yeteneğini tip2 diyabetli periferik nöropatili hastalarda bozulmuş olduğu bunun da dinamik durumdan statik pozisyona geçişte stabilitenin azalmasına yol açtığı bulunmuştur(69)

Periferik duysal nöropatili olanlarda potansiyel yaralanma uyarısına yanıt verme yeteneği bozulmuş veya kaybolmuştur. Aynı zamanda motor nöropati nedeniyle ayağın interensik kaslarında atrofi vardır. Bu kas atrofisi metatarsofalangiyel eklemlerde instabiliteye anterior migrasyona ve normalde metatars başlarında olan yağ yastıkçıklarının anteriora yer değiştirmesine yol açar. Bu durumda ayağın önünün yürüme sırasındaki artan travma ile birlikte daha kolay incinmesine neden olur. Diyabetik olguların yaklaşık %51'inde metatars başlarında yüksek basınç noktaları vardır(11).

Fizyoterapistler genellikle diyabetik periferik nöropatinin değerlendirilmesinde ve alt ekstremité duyu bozukluğu ve ağrı nedeniyle etkilenen denge ve hareket bozukluklarının tedavisinde önemli bir yere sahiptirler(17).

Diyabetik nöropatide dengeyi değerlendirmek için birçok test kullanılır. Romberg testi hastanın desteksiz gözler kapalı iken ayakta durabilme yeteneğini değerlendirir. Hasta gözlerini açmadan ve adım almadan 30 sn durabilmelidir(44, 70).

Literatürde en sık kullanılan diğer denge testi ise unipedal duruş testidir. Bu testte hastadan gözleri açık tek ayağının üzerinde en az 30-45 sn durması beklenir. Test 3 kez tekrarlanır ve ortalama duruş süresi kaydedilir(2, 3, 16, 44, 71-75).

Dengenin değerlendirilmesinde fonksiyonel testleri kullanan çalışmalarda bulunmaktadır. Tinetti mobilite skalası 24 denge ve 16 yürüyüş manevrasını değerlendiren bir skaladır(53, 76). Berg balans skalası da 14 farklı görev sırasında dengeyi değerlendiren fonksiyonel bir testtir(19).

Skala veya testlerin dışında dengenin bir parçası olan postural salınımların santral ölçümlerini değerlendiren , destek yüzeyi ve gravite merkezindeki salınım sapmalarını ölçen elektronik cihazlarla denge daha objektif değerlendirilebilmektedir. Bu posturagrafik ölçümler gravite merkezinin öne doğru yer değiştirmesi ile anterior-posterior salınım hızlarını, mediolateral salınım hızı ve hareketlerdeki reaksiyon zamanını ölçebilirler.(10, 19, 69, 70, 76-80).

Diyabetik periferel n6ropatili hastalarda literatürde daha çok dengenin değerlendirilmesi ile ilgili çalışmalar vardır. Bu hastalarda denge egzersizlerinin etkilerini inceyen çalışmalar ise kısıtlıdır.

GEREÇ-YÖNTEM

Çalışmamız ileriye yönelik bir araştırma olup girişim araştırmaları tipine uygundur. Çalışmaya, Aralık 2005 - Aralık 2009 tarihleri arasında Dokuz Eylül Üniversitesi Araştırma ve Uygulama Hastanesi Endokrinoloji Ana Bilim Dalı'nda tip 2 DM ve periferik nöropati tanısı alan ve çalışmaya gönüllü olarak katılmayı kabul eden 20 olgu dahil edildi. Benzer yaş, vücut ağırlığı ve boy uzunluğu açısından vizüel destekli bilgisayarlı denge sisteminin (Neurocom System Version 8.1 Balance Master, NeuroCom® International Inc. USA) normal değerlerini belirlemek için sağlıklı bireylerle kontrol grubu oluşturuldu.

Çalışmaya dahil edilmeme kriterleri;

- n Santral Sinir Sistemi Disfonksiyonu
- n Muskuloskeletal deformite
- n Ayakta durma veya ağırlık aktarma egzersizlerini limitleyen ağrı veya artrit
- n Vestibüler Disfonksiyon
- n Şiddetli Kardiyak Problemler
- n Postüral Hipotansiyon
- n Şiddetli Retinopati
- n Plantar Bası Ülseri
- n Nöropati Disabilite Skoru ile ağır şiddette periferik nöropatisi olan hastalar
- n Günlük yaşam aktivitelerinde bağımlı olan
- n Ağır sistemik hastalığı olanlar şeklinde belirlenmiştir.

Çalışma için Dokuz Eylül Üniversitesi Klinik ve Laboratuvar Araştırmaları Etik Kurulu'ndan 23 Şubat 2006 tarihinde ve 11/02/06 no'lu toplantısında onaltı protokol numarası ile onay alındı(Ek 1). Çalışmaya katılan olgulara, çalışmanın amacı, süres, ve uygulama şekli hakkında yazılı ve sözlü olarak bilgi verildi ve 'Gönüllü Bilgilendirme Formu' okutularak imzalandı(Ek 2).

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME:

Hastaların yaş, cinsiyet, vücut ağırlığı, boy uzunluğu, diyabet durasyonu, diyabet tedavi şekli, nöropati disabilite skoru, ortostatik hipotansiyon varlığı, retinopati varlığı ve laboratuvar bulgularından oluşan değerlendirme formu tedavi öncesinde yüz yüze sorgulandı (Ek. 3). Her

bir hastanın verileri sabah 11.00 -13.00 arasında değerlendirilerek kaydedildi ve daha sonraki gün eğitim programı aynı saat aralığında uygulanmaya başlandı

1. Nöropati Şiddetinin Değerlendirilmesi:

Vibrasyon algılama eşiği, iğnelenme duyusu, ısı duyusu ve aşhil refleks varlığının değerlendirilmesini içeren nöropati disabilite skoru hastalara uygulanarak hastaların nöropati şiddeti belirlendi (Ek 4: Nöropati Disabilite Skoru) (60-67).

2. Duyunun Değerlendirilmesi

Duyu değerlendirmesi 5.07 'lik Semmes-Weinstein monofilamenti her iki ayağın 10 farklı bölgesinde (dorsal yüzde birinci ve ikinci parmakların arası, plantar yüzünde baş parmak, üçüncü parmak, beşinci parmak, birinci, üçüncü, beşinci metatarsal baş, ayağın medial ve lateral ortası ve topuk) koruyucu duyu kaybı test edildi. 5.07 'lik Semmes-Weinstein monofilamentinin bükülmesine yetecek basınç 1 sn süresinde uygulandı. Hastalara 10 farklı bölgede bu basıncı hissedip hissetmediği soruldu ve doğru hissettiği bölge sayısı kaydedildi(46-54) (Ek 5) .

Vibrasyon algılama eşiği(VPT) 128 Hz'lik Diapozan ile hasta sırt üstü pozisyonda yatarak ayağın dorsalinde birinci metatarsofalangeal eklem lateralinde değerlendirildi. Vibrasyonun ilk duyulduğu an ile vibrasyonun kaybolduğu an arasındaki süre kaydedildi (1, 44, 47, 53, 55)(Ek 5).

3. Bacak Sırt Kas Kuvvetinin Değerlendirilmesi

Alt ekstremitte ve gövde ekstansörlerinin kas kuvveti bacak sırt dinamometresi ile değerlendirildi. Sırt dik bir pozisyonda ve dizler ekstansiyonda iken hastadan dinamometreyi yukarıya doğru tüm gücü ile çekmesi istendi ve bu ölçüm 3 kez tekrarlandı. Üç ölçümün ortalama değeri kaydedildi(Kg/sn)(Ek 5)(81,82).

5. Bilgisayarlı Denge Sisteminde Objektif Denge Değerlendirmesi

Balance Master denge ve performans test cihazı (NeuroCom System Version 8.1.0, NeuroCom® International Inc. USA)(Şekil 1), hastaların günlük yaşam aktiviteleri sırasındaki fiziksel aktivitelerini simüle eden ve bu aktiviteler sırasında statik ve dinamik denge parametrelerini ölçen bir cihazdır.(83, 84)



Şekil 1: Balans Master denge ve performans test cihazı

Bu cihazda hastaların statik ve dinamik dengelerine ait çömelme sırasında yük aktarımı testi, dengenin kliniğe uyarlanmış duysal etkileşim testi, tek ayak üzerinde duruş testi, kararlılık sınırları testi, ritmik ağırlık aktarım testi, oturma-kalkma testi, normal yürüme, topuk parmak ucu yürüme testi, adım alış ve dönüş testi, basamak testi ve öne hamle testi değerlendirildi.

4.1. Statik Denge Testleri

4.1.1 Çömelme Testi

Bu testte hastaların aktiviteleri zorluk durumuna göre 3 derecede test edilir.

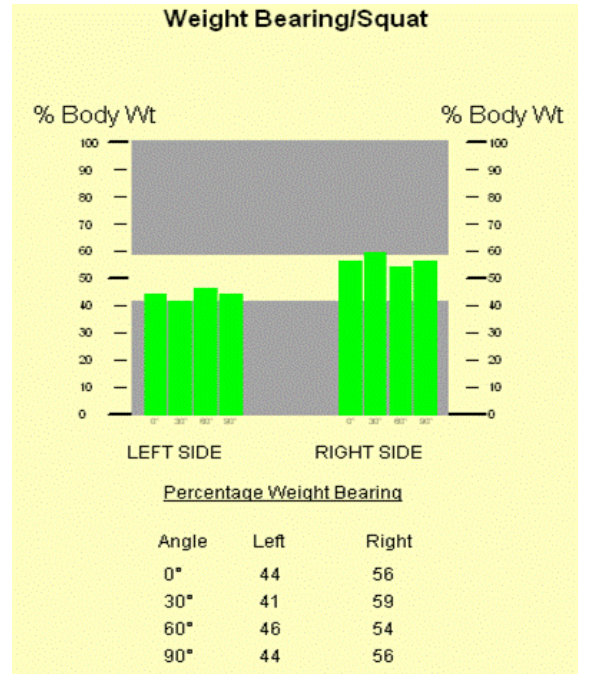
1.derece: Sadece ayakta dik duruş pozisyonunda ağırlığın yüzdesel aktarımı(%)

2.derece: Ayakta dik duruş pozisyonundan 30° ve 60°lik diz fleksiyonu yaparak çömelme aktivitesi sırasındaki kuvvet aktarımı incelenir (%).

3.derece: Ayakta dik duruş pozisyonunda 30°, 60° ve 90°lik diz fleksiyonu yaparak çömelme aktivitesi sırasındaki vücut ağırlığının yüzdesel aktarımı incelenir(Şekil 2).



Şekil 2: Çömelme testi



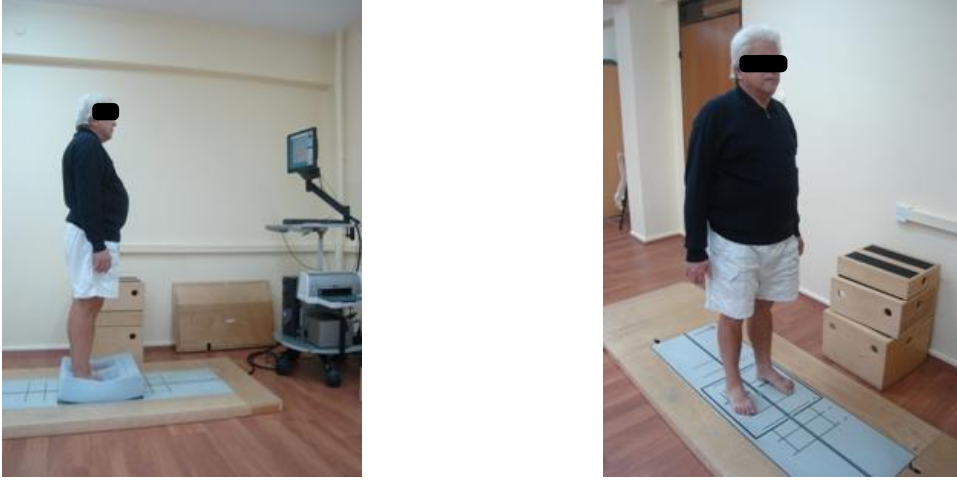
Şekil 3: Çömelme test analizi

4.1.2 Dengenin Duysal Komponenti Klinik Testi:

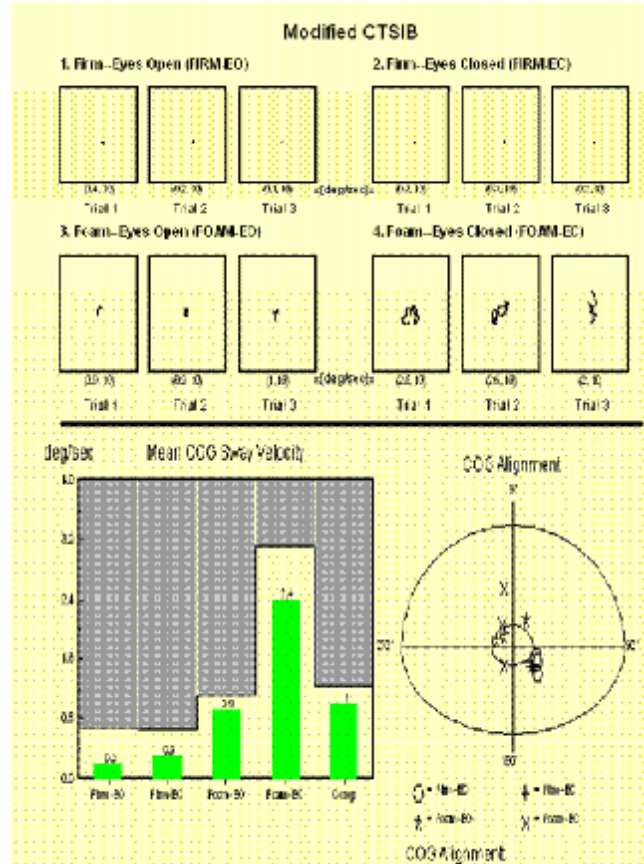
Bu testte, hastanın platform üzerinde ve belli bir derecede yumuşak sünger üzerinde postural salınım dereceleri hesaplanır. Sert zemin üzerinde gözler açık, sert zemin üzerinde

gözler kapalı, sünger zemin üzerinde gözler açık ve sünger zemin üzerinde gözler kapalı olacak şekilde 4 pozisyonda ölçüm yapılır.

Sistemin kuvvet platformu, hastanın yer çekimi merkezine hassas olup her bir test 10 saniye sürmekte olup 3 kez tekrarlanır ve ortalama salınım hesaplanır(°/sn). Son olarak sistem, her iki zeminde ortalamaları alıp kompozit skorları hesaplar (Şekil 4).



Şekil 4: . Dengenin duyuşsal komponentinin klinik testi



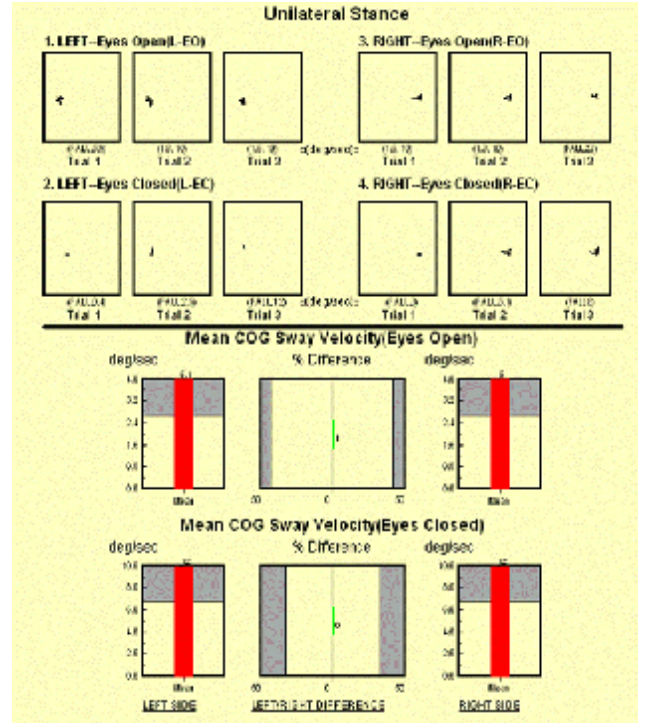
Şekil 5. Dengenin duyuşsal komponentinin klinik testi analizi

4.1.3. Unilateral Denge Testi:

Hasta kuvvet platformu üzerinde ve yumuşak bir düzende tek ayak üzerinde gözler açık ve kapalı iken pozisyonel değişiklikler saptanır ($^{\circ}/s$). Sistemin kuvvet platformu, hastanın yer çekimi merkezine hassas olup her bir test 10 saniye sürmekte olup 3 kez tekrarlanır ve ortalama salınım hesaplanır($^{\circ}/sn$). Son olarak sistem, her iki zeminde ortalama değerler alınır ve kompozit skorları hesaplanır (Şekil 6).



Şekil 6: Unilateral denge testi



Şekil 7: Unilateral denge testi analizi

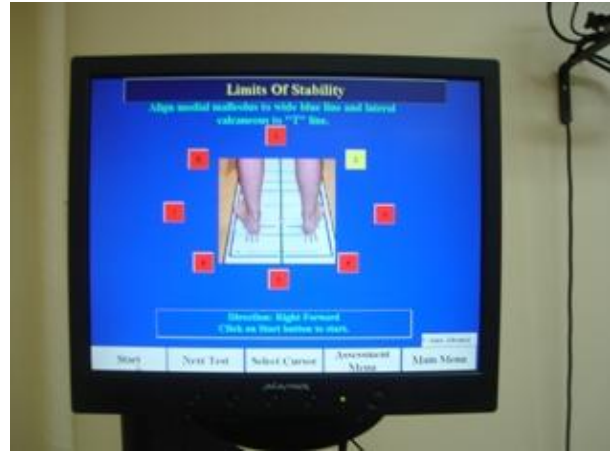
4.2 Dinamik Denge Testleri

4.2.1. Stabilite Limiti Testi

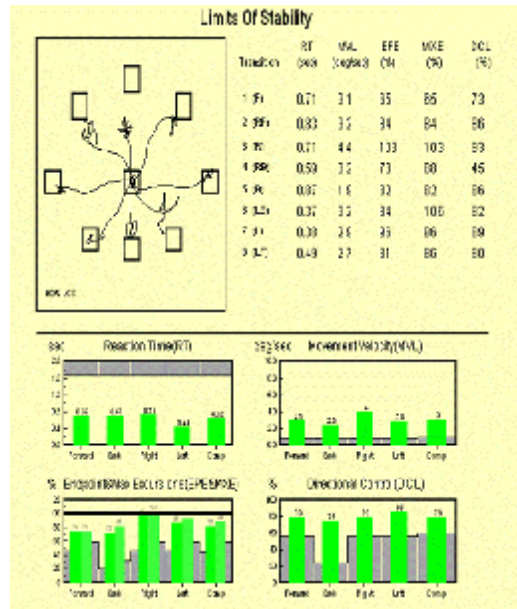
Bireyin denge stratejileri hakkında bilgi verir(63). Bu testte hasta ayakta, platform üzerinde belirlenen merkez noktası üzerinde sabit dururken bilgisayar ekranındaki ön-arka, sağ-sol ve diğer yönlerde olmak üzere 8 farklı noktaya, yerçekimi merkezini kaydırarak en hızlı ve doğrusal bir şekilde ulaşması istenir. Bu testler sırasında hastaların aşağıdaki stabilite limiti alt parametreleri değerlendirilir(Şekil 8).

- Reaksiyon zamanı: hastanın kuvvet platformunda iken verilen emir ile gövdesinin harekete geçme anına kadar geçen süredir (sn).

- Hareket hızı: Her bir saniyede hastanın yer çekimi merkezinde açığa çıkan derece cinsinden hareket hızıdır (%/sn).
- Ulaşılan son nokta: Hedef noktaya doğru hareket ederken hareket yörüngesi üzerinde düzeltme yapmadan önceki son noktadır(%).
- Ulaşılan maksimum uzaklık: Hedef noktaya olan uzaklıktır.(%)
- Hareket kontrolü: Hastanın hedeflenen farklı noktalara gitme anındaki hareket doğrusallığı incelenir(%)



Şekil 8. Stabilite limiti testi



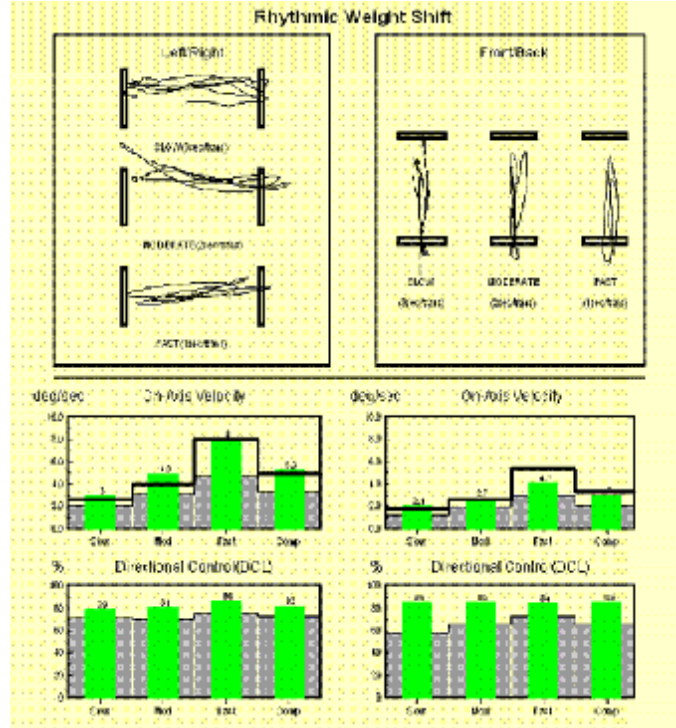
Şekil 9. Stabilite limiti testi analizi

4.2.2 Ritmik Ağırlık Aktarma Testi

Bu testte hastanın bilgisayar ekranında iki sabit nokta arasında sağa-sola ve öne-arkaya doğru gravite merkezini ritmik olarak ağırlık aktarma yeteneği test edilir. Hastadan, bilgisayar ekranında sağa-sola, öne-arkaya doğru 3 farklı hızda (yavaş, orta ve hızlı) hareket eden hareketli noktayı gövdesini hareket ettirerek takip etmesi istenir.



Şekil 10. Ritmik ağırlık aktarma testi



Şekil 11. Ritmik ağırlık aktarma testi analizi

4.3. Fiziksel Performans Testleri

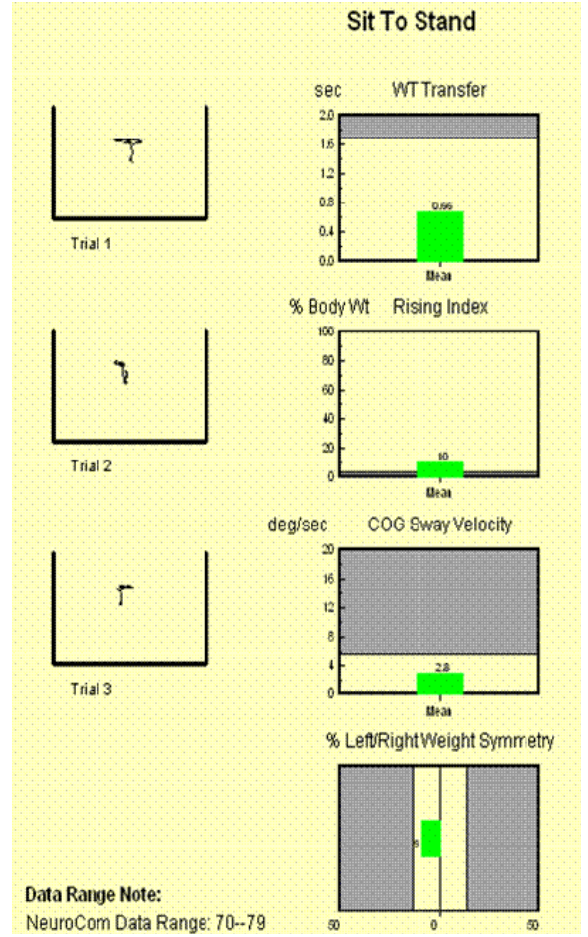
4.3.1. Otur-kalk Testi

Otur kalk testi genel olarak yaşlılarda, alt ekstremitelerde yaralanmaları ile kafa travmalarını takiben oturmadan kalkma aktivitesi sırasında stabilite ve kas kuvvetini ölçmek için kullanılır. Bu testte, hastanın oturma pozisyonundan ayağa kalkma anına kadar geçen zaman aralığındaki parametreler test edilir. Denge, motor kontrol ve transfer aktiviteleri değerlendirilir. Değerlendirme parametreleri;

- Ayağa kalkma anından itibaren vücut tam dik pozisyona gelinceye kadar vücuttaki gravite hattının değişkenliğine bakılır (s).
- Yükselme indeksi ile vücut ağırlığının yüzdesi olarak yere uygulanan kuvvet değeri incelenir(%).
- Ayakta tam destek pozisyonunda iken gravite hattının salınım hızı incelenir ($^{\circ}/sn$).
- Ayakta tam destek pozisyonunda iken vücut ağırlığının sağa ve sola olan simetrisi incelenir (%).



Şekil 12. Otur kalk testi



Şekil 13. Otur kalk testi analizi

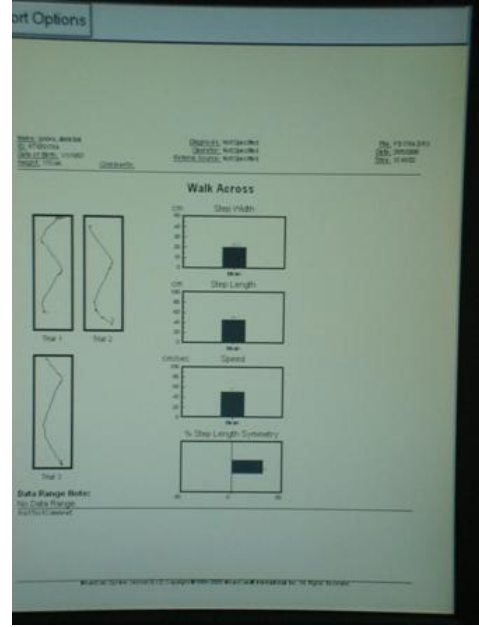
4.3.2. Normal Yürüme Testi:

Hastadan kuvvet platformu üzerinde kendini rahat ve dengede hissettiği şekilde yürümesi istenir. Platformun sonunda hastanın yürümesi sonlandırılarak bu noktada hareketsiz beklemesi istenir(Şekil 14). Aşağıdaki parametreler incelenir (Şekil 15).

- Adım genişliği: Hastanın yürüyüş sırasında bir ayağın uzun eksenini ile diğer ayağın uzun eksenini arasındaki uzaklıktır(cm)
- Adım uzunluğu: yürüme sırasında bir topuğun yere değdiği nokta ile diğer topuğun yere değmesindeki uzaklıktır(cm)
- Yürüme hızı: Yürüyüş esnasında her bir saniyede (sn), santimetre (cm), cinsinden alınan mesafedir.
- Adım uzunluğu simetrisi. Sağ ve sol adım uzunluğunun total adım uzunluğuna göre karşılaştırılması ile elde edilir(%).



Şekil 14. Normal yürüme testi



Şekil 15. Normal yürüme testi analizi

4.3.3 Topuk-Parmak Ucu Yürüme Testi

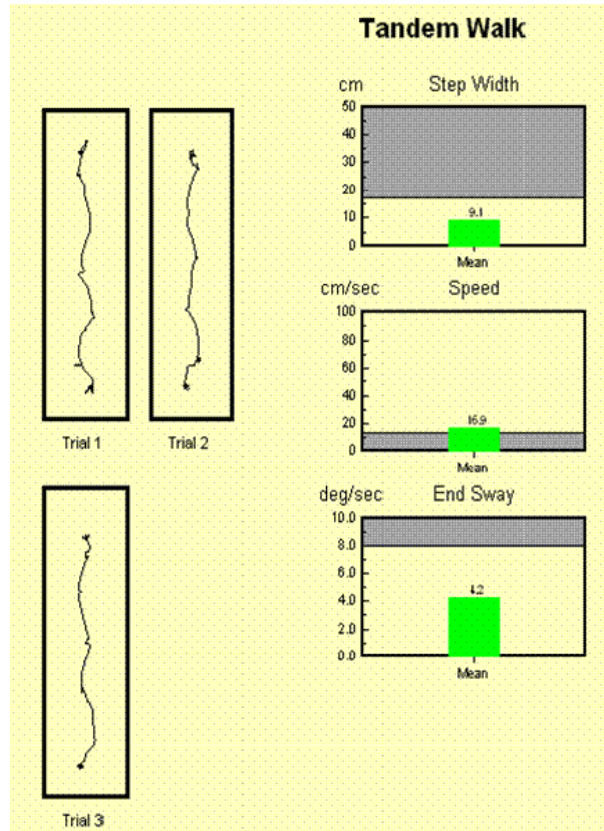
Hastadan kuvvet platformu üzerinde topuk-parmak ucu şeklinde yürümesi istenir. Platformun sonunda hastanın yürümesi sonlandırılarak bu noktada hareketsiz beklemesi istenir(Şekil 16).

Düz çizgi yürüyüşü testiyle aşağıdaki parametreler incelenir(Şekil 17).

- Adım genişliği: Hastanın yürüyüş sırasında bir ayağın uzun eksenini ile diğer ayağın

uzun eksenindeki uzaklıktır.

- Yürüme hızı: Yürüyüş esnasında her bir saniyede (sn), santimetre (cm), cinsinden alınan mesafedir (cm/sn).
- Son salınım: Kuvvet platformu sonunda yürümenin sonlandırılması ile birlikte hastanın hareketsiz kaldığı 5 saniyelik bekleme süresinde ortaya çıkan postüral salım hızıdır($^{\circ}$ /sn)



Şekil 16. Topuk parmak ucu yürüme testi

Şekil 17. Topuk parmak ucu yürüme testi analizi

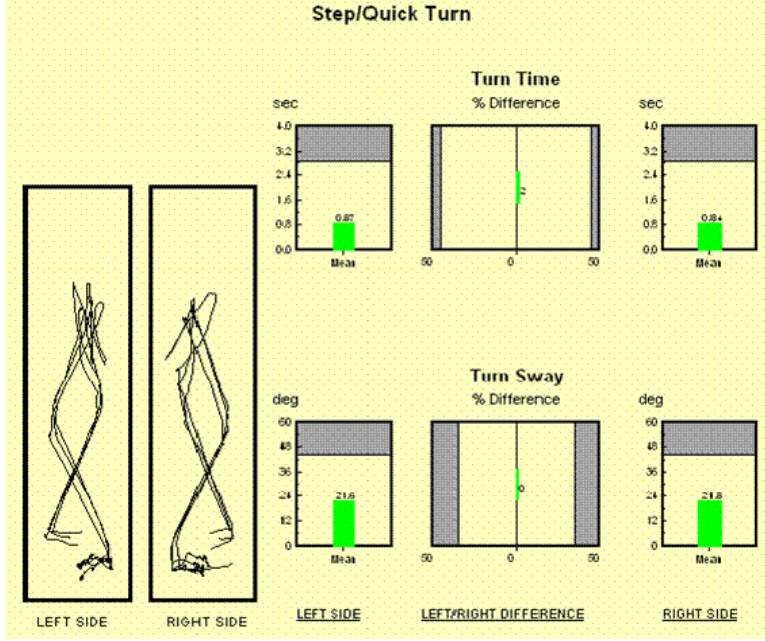
4.3.4.Dönme Testi

Bu testte hastanın 180°'lik sağ ve sola olan dönme ve bu sırada gravite hattındaki salınım değişiklikleri derece olarak belirlenir(Şekil 18-19).

- Dönme hızı (s)
- Stabilite ve denge yapısı test edilir ($^{\circ}$).



Şekil 18. Dönme testi



Şekil 19. Dönme testi analizi

4.3.5. Basamak Testi

Bu testte hastanın 10 ve 20 cm yüksekliğindeki basamağı sol ayak ile çıkıp – sağ ayak ile inme, sağ ayak ile çıkıp sol ayak ile inme anındaki değerleri hesaplanır(Şekil 20). Basamak inip-çıkma testi sırasında aşağıdaki parametreler incelenmiştir(Şekil 21). Bunlar;

a. Yükselme indeksi: Basamak üzerinde yükselme sırasında üstte kalan ekstremitenin kuvvet

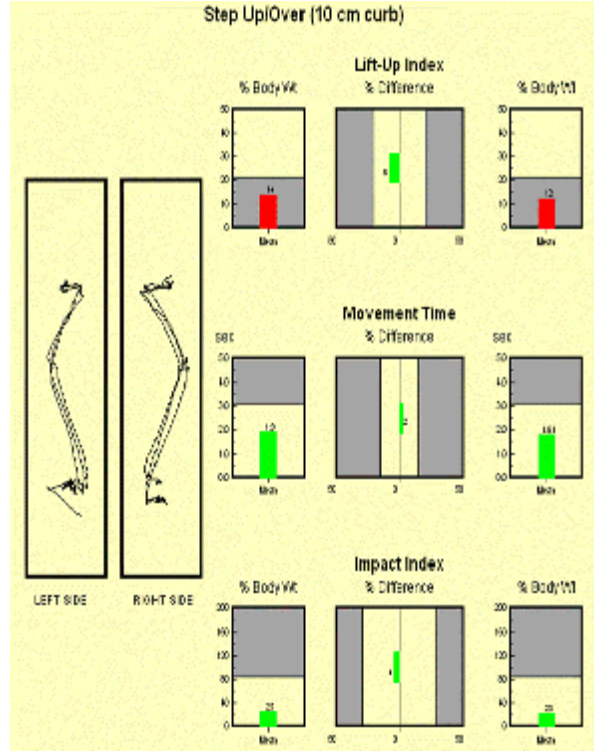
platformuna uyguladığı kuvvetin vücut ağırlığına oranıdır.

b. Hareket Zamanı: Basamağı sol veya sağ ayak ile çıkıp-inme zamanıdır.

c. Etki indeksi: Basamaktan inme esnasında ekstremitenin kuvvet platformuna uyguladığı kuvvetin vücut ağırlığına oranıdır



Şekil 20. Basamak testi



Şekil 21. Basamak testi analizi

4.3.6.Öne Hamle Testi

Hastanın iki ayak üzerinde tam destek pozisyonunda iken sağ ve sol ayak ile öne doğru yaptığı hamleler ile adım uzunluğunun yüzdesi (%), kuvvet dağılımı (%), öne adım alma süresinin (s) değerlendirilmesi yapılır(Şekil 22).

Öne hamle testinde aşağıdaki parametreler incelenmiştir(Şekil 23). Bunlar;

1- Mesafe: Hastanın platform üzerinde yaptığı öne hamle ile aldığı mesafenin boy uzunluğuna göre oranıdır.

2- Etki İndeksi: Platform üzerinde öne alınan ekstremitenin platforma yaptığı kuvvettir. Bu

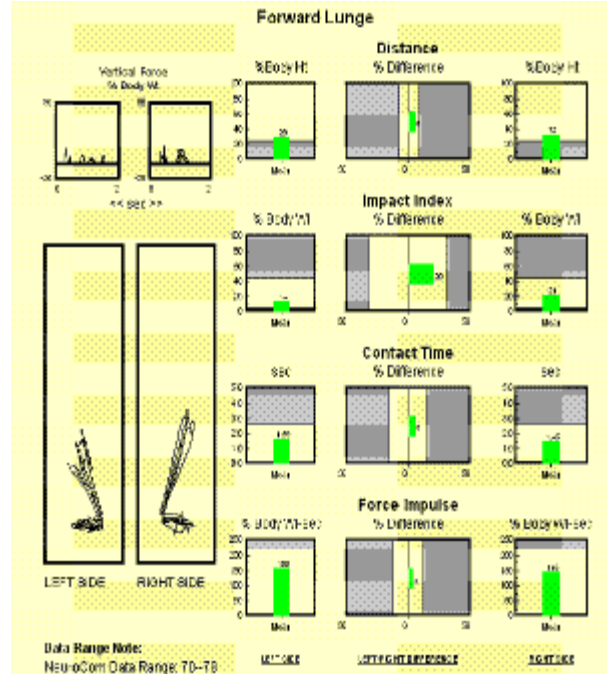
etkinin değeri, hastanın vücut ağırlığına oranıdır.

3- Süre: Hastanın başlangıç noktasından öne doğru yaptığı hamle ile tekrar başlangıç noktasına dönme anına kadar geçen süredir.

4- Kuvvet İmpulsu: Hastanın öne doğru aldığı ekstremitelerini tekrar geriye doğru alırken, kuvvet platformuna uyguladığı kuvvetin vücut ağırlığına oranıdır



Şekil 22. Öne hamle testi



Şekil 23. Öne hamle testi analizi

5. EĞİTİM PROGRAMI

Bilgisayarlı denge sisteminde uygulanan (Neurocom System Version 8.1 Balance Master) eğitim programında 20 olgu eğitim aldı. Çalışmaya alınan hastalardan 5 tanesi eğitim programına düzenli gelmemeleri nedeniyle çalışmadan çıkarıldı. Her bir olguya bireysel olarak neurocom balance master cihazında eğitim verildi. Sağlıklı olgularda Neurocom Balance Master cihazının normal değerlerini saptamak için aynı yaş, boy ve vücut ağırlığındaki 20 sağlıklı olgunun denge değerlendirmeleri yapıldı.

Sistemin kendisi içinde önceden programlanmış eğitim seçeneklerinden hastaya özel program oluşturuldu. Sistem hastanın ihtiyaçlarına göre hastanın yeteneklerini geliştirmek amacı ile düzenlendi. Sistemin kendisinde mevcut olan ayakta denge ağırlık verme ve mobilite protokolleri her hastaya özel uygulandı. Denge eğitimi dört bölümden oluşmaktadır.

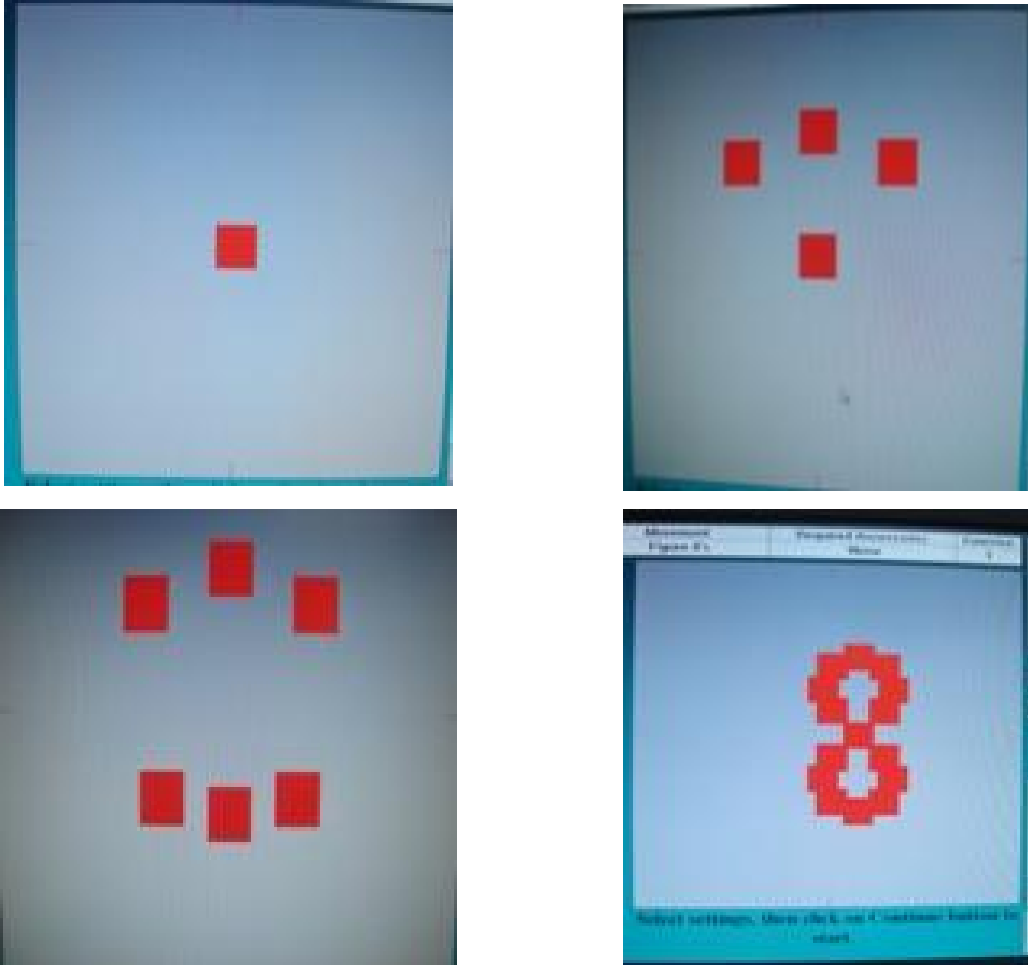
1. Oturmada denge eğitimi
2. Ayakta denge eğitimi/ Ağırlık aktarma

3. Mobilite eğitimi

4. Kapalı kinetik zincir eğitimi

Eğitimin zorluk derecesi, hastanın toleransı ölçüsünde egzersizin süresi ve tipine göre artırıldı. Hastaya 3 hafta boyunca, haftada 5 gün, ortalama 30-45 dakika program uygulandı. Üç haftanın sonunda tedavi öncesinde uygulanan tüm değerlendirmeler tekrar edildi.

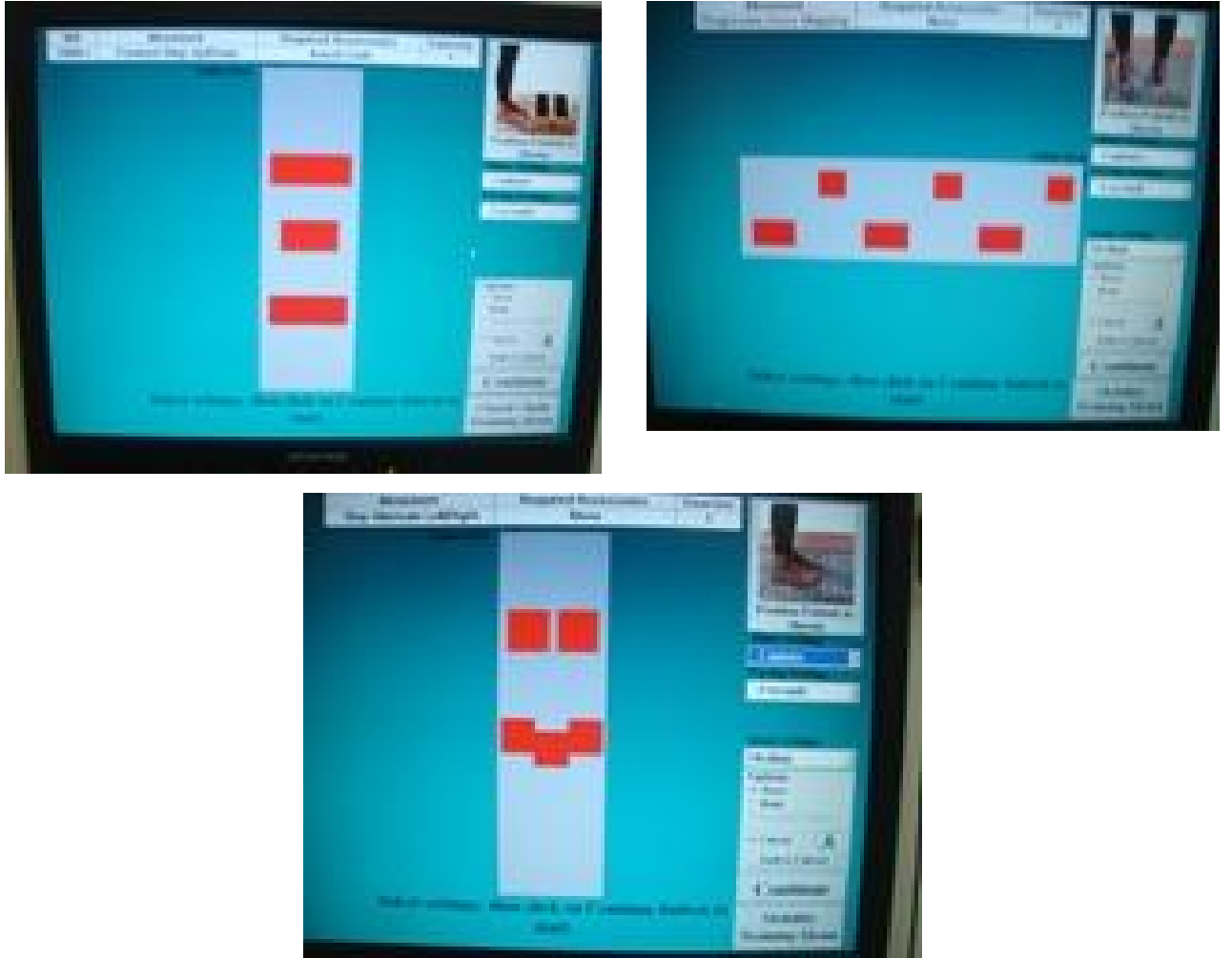
Eğitimin ilk aşamalarında sadece tek bir noktada ayakta dengede durmaya yönelik çalışılan egzersizler, hastanın performansı arttıkça farklı yönlerdeki hedefler üzerinde daha uzun süre ve sünger zeminde duruşa doğru zorlaştırıldı. Daha sonra dinamik denge yeteneğini geliştirmek amacıyla vücut ağırlığının öne, arkaya ve yanlara doğru belirlenmiş hedefler arasında belirlenen hız ve mesafede aktarılması çalışıldı. Zamanla hastanın performansı arttıkça hedeflerin arasındaki mesafe artırıldı, hedefler arasındaki geçiş süresi kısaltıldı ve sünger zemin üzerinde egzersizleri uygulamaya geçildi(Şekil 24, 25, 26).



Şekil 24. Yer çekimi merkezini kontrol etme eğitimi sırasında kolaydan zora bilgisayar ekranındaki görsel geribildirimi



Şekil 25. Sert ve yumuşak zeminde, öne, içe ve dışa eğimli blokların üstünde yer çekimi merkezini kontrol etme eğitimi



Şekil 26. Mobilite eğitiminde bilgisayar ekranındaki görsel geribildirim

İstatistiksel Analiz

Çalışmamızın bağımlı değişkeni postural stabilite, bağımsız değişkenleri ise koruyucu duyu, vibrasyon algılama süresi, kas kuvveti ve neurocom balance master cihazında değerlendirilen denge parametreleridir. Çalışmadan elde edilen verilerin tedavi öncesi ve sonrasında istatistiksel analizi “Statistical Package for Social Science for Windows version 11.0” istatistik programı ile yapıldı. Bu çalışmada örneklem büyüklüğü, parametrik testlerin kullanımına ilişkin şartları sağlanamaması nedeniyle elde edilen sonuçların yorumlanmasında nonparametrik testler kullanıldı. Çalışma grubunun kendi içinde eğitim öncesi ve sonrası değerleri Wilcoxon İşaretleli Sıralar Testi ile karşılaştırıldı. Testlerin sonuçları p değerinin 0.05 anlamlılık düzeyine göre yorumlandı. Bu çalışmada parametrik olmayan koşullardan dolayı çalışma grubuna ait ölçümlerin karşılaştırılmasında aritmetik ortalama verildi. Çalışma

grubunun eğitim öncesi değerleri ile kontrol grubu objektif denge değerlendirme sonuçları Mann Whitney U testi ile karşılaştırıldı. Testlerin sonuçları p değerinin 0.05 anlamlılık düzeyine göre yorumlandı.

BULGULAR

Hafif ve orta şiddetli periferik nöropatisi olan tip 2 diyabetli olgularda bilgisayar destekli denge eğitiminin postural stabiliteye etkisini araştırmak amacıyla yapılan çalışmaya 20 olgu ile benzer yaş, boy ve ağırlıkta 20 sağlıklı birey gönüllü olarak katıldı. Çalışma grubuna katılan 20 olgunun ve kontrol grubunu oluşturan 20 sağlıklı bireyin 13'ü (%65) kadın, 7'si (%35) erkektir. Çalışma grubundaki olguların yaşları 47 ile 73 yıl arasında değişmekte olup yaş ortalaması 60.00 ± 6.95 yıl, ortalama boyları 165.00 ± 5.95 cm, vücut ağırlıkları 83.0 ± 13.05 kg'dır . Kontrol grubundaki sağlıklı bireylerin yaşları 47 ile 70 arasında değişmekte olup yaş ortalaması 57.40 ± 6.40 yıl, boy ortalamaları 166.95 ± 7.41 cm, ortalama vücut ağırlıkları ise 82.50 ± 9.79 kg'dır. Çalışma grubundaki olgular ile sağlıklı bireylerin demografik özellikleri incelendiğinde, yaş, boy uzunluğu ve vücut ağırlığı ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı görüldü ($p>0.05$)(Tablo 9).

Tablo 9. Çalışma ve Kontrol Grubunun Demografik Özellikleri

	Çalışma Grubu	Kontrol Grubu	
	X± SD	X ± SD	p*
Yaş(yıl)	60.00 ± 6.95	57.40 ± 6.40	0.19
Boy(cm)	165.00 ± 5.95	166.5 ± 7.41	0.06
Vücut Ağırlığı(kg)	83.0 ± 13.05	82.50 ± 9.79	0.08

* Mann-Whitney U

Diyabetik nöropatili olguların biyokimyasal özellikleri Tablo 10’da gösterildi.

Tablo 10. Hastaların Biyokimyasal Özellikleri

Biyokimyasal Değerler	X ± SD
Açlık Glükozu (mg/dl)	186,60 ± 92,09
LDL (mg/dl)	110,47 ± 25,40
HDL(mg/dl)	48,23 ± 15,13
Total Kolesterol(mg/dl)	190,70 ± 28,39
Trigliserid(mg/dl)	164,70 ± 71,47
HBA1c(%)	8,08 ± 1,81
B12 (pg/ml)	323,96 ± 169,45
Folik Asit(ng/ml)	10,32 ± 2,16

Çalışma grubunu oluşturan olguların eğitim öncesi ve sonrası koruyucu duyu ve bacak-sırt kas kuvveti sonuçları karşılaştırıldığında istatistiksel açıdan anlamlı bir iyileşme görülürken($p<0.05$), vibrasyon duyusunda eğitim sonrası sonuçlarının eğitim öncesine göre istatistiksel açıdan anlamlı olmadığı görüldü($p>0.05$, Tablo 11).

Tablo 11. Çalışma grubunun Eğitim Öncesi(E.Ö.) ve Sonrası(E.S.) Koruyucu Duyu, Vibrasyon Duyusu ve Bacak Sırt Kas Kuvveti Sonuçlarının Karşılaştırılması

	(E.Ö.)	(E.S.)	p*
	X ± SD	X ± SD	
RMT	6.90 ± 2.04	8.45 ± 1.43	0.01
LMT	7.25 ± 1.80	9.00 ± 1.16	0.00
RVT	10.07 ± 3.42	10.36 ± 3.42	0.25
LVT	9.99 ± 3.47	10.44 ± 3.35	0.06
BSD	50.02 ± 20.73	58.97 ± 23.13	0.00

RMT: Sağ Monofilament Testi, LMT: Sol Monofilament Testi RVT:Sağ Vibrasyon Testi, LVT: Sol Vibrasyon Testi, BSD: Bacak Sırt Dinamometresi, * Wilcoxon şartli Sıralar Testi

Ağırlık taşıma asimetrisini değerlendirmek amacıyla yapılan çömelme testi sonuçları eğitim öncesi ve sonrası grup içinde karşılaştırıldığında, eğitim sonrası ağırlık taşıma asimetrisinin eğitim öncesine göre istatistiksel açıdan anlamlı olarak bir fark göstermediği bulundu. Çalışma grubu ile kontrol grubu verileri karşılaştırıldığında ise 90° de eğitim öncesi ağırlık taşıma asimetrisi dışında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark olmadığı saptandı ($p < 0.05$, $p > 0.05$, Tablo 12).

Tablo 12. Çalışma Grubunun E.Ö. ve E.S. Çömelme Testinde Ağırlık Taşıma Asimetrilerinin Grup İçi ve Kontrol Grubu ile Karşılaştırılması

Çömelme Testi	Çalışma Grubu	Kontrol Grubu	p**
	X ± SD	X ± SD	
0 ° de ağırlık taşıma asimetrisi(%) (E.Ö)	6.55 ± 5.32		0.19
Δ		8.70 ± 5.74	
0 ° de ağırlık taşıma asimetrisi(%) (E.S)	10.20 ± 4.89		0.34
Δ			
p*	0.07		
30 ° de ağırlık taşıma asimetrisi(%) (E.Ö)	10.00 ± 7.07		0.12
Δ		7.00 ± 6.40	
30 ° de ağırlık taşıma asimetrisi(%) (E.S)	10.00 ± 7.07		0.12
Δ			
p*	1.00		
60 ° de ağırlık taşıma asimetrisi (%) (E.Ö)	11.90 ± 7.06		0.14
Δ		8.50 ± 6.41	
60 ° de ağırlık taşıma asimetrisi(%) (E.S)	11.70 ± 7.25		0.14
Δ			
p*	1.00		
90 ° de ağırlık taşıma asimetrisi(%) (E.Ö)	15.50 ± 15.32		0.03
Δ		6.70 ± 5.95	
90 ° de ağırlık taşıma asimetrisi(%) (E.S)	7.70 ± 5.66		0.50
Δ			
p*	0.054		

* Wilcoxon şartlı Sıralar Testi, ** Mann-WhitneyU, Δ sağ ve sol ekstremiteler arasındaki fark

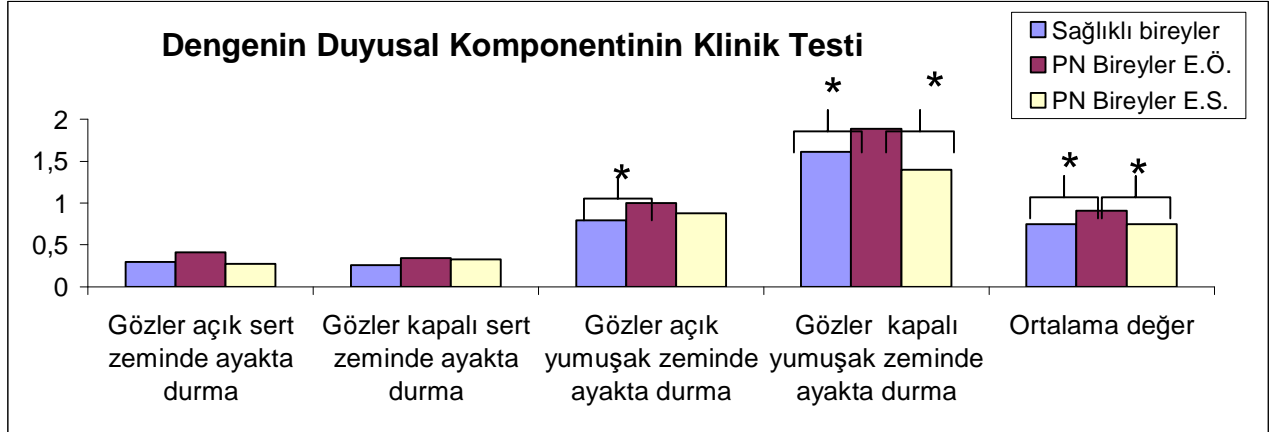
Dengenin duyusal komponenti testinde çalışma grubunun eğitim sonrasında gözler açık ve kapalı sert zeminde ve gözler açık yumuşak zeminde ayakta durma test sonuçlarında eğitim öncesine göre istatistiksel açıdan anlamlı bir fark olmadığı saptanırken yumuşak zemin üzerinde gözler kapalı ayakta durmada ve ortalama değerlerde eğitim öncesine göre eğitim sonrası verilerinde istatistiksel açıdan anlamlı fark olduğu görüldü ($p > 0.05, p < 0.05$). Gruplararası karşılaştırmada çalışma grubunun eğitim öncesi ve sonrası, gözler açık ve kapalı sert zemin üzerindeki salınım değerlerinin kontrol grubunun salınım değerlerinden istatistiksel açıdan anlamlı olarak farklı olmadığı saptandı. Yumuşak zeminde ve ortalama salınım değerlerinde, çalışma grubunun eğitim öncesi salınımları kontrol grubuna göre anlamlı derecede fazla iken eğitim sonrası salınım değerleri kontrol grubunun değerlerine benzerdi ($p < 0.05, p > 0.05$, Tablo 13, Grafik 14).

Tablo13. Dengenin Duyusal Komponenti Testinin Çalışma Grubunda E.Ö. ve E.S. Grup İçi ve Kontrol Grubu ile Karşılaştırılması

Dengenin Duyusal Komponenti	Çalışma Grubu	Kontrol Grubu	p**
Testi	X ± SD	X ± SD	
GASZ ayakta durma(E.Ö.)	0.41±0.38		0.57
		0.30±0.14	
GASZ ayakta durma(E.S.)	0.27±0.12		0.68
p*	0.21		
GKSZ ayakta durma(E.Ö.)	0.34±0.15		0,08
		0.26±0.10	
GKSZ ayakta durma(E.S.)	0.33±0.31		0.06
p*	0.17		
GAYZ ayakta durma(E.Ö.)	1.00±0.29		0,00
		0.79±0.27	
GAYZ ayakta durma(E.S.)	0.88±0.24		
p*	0.10	-	0.08
GKYZ ayakta durma(E.Ö.)	1.89±0.53		0,04
		1.61±0.44	
GKYZ ayakta durma(E.S.)	1.40±0.51		0.23
p*	0.00		
Ortalama Değer (E.Ö.)	0.91±0.24		0.03
		0.75 ± 0.19	
Ortalama Değer (E.S.)	0.75±0.22		0.98
p*	0.02		

GASZ: Gözler Açık Sert Zemin, GKSZ: Gözler Kapalı Sert Zemin, GAYZ: Gözler Açık Yumuşak Zemin, GKYZ: Gözler Kapalı Yumuşak Zemin, * Wilcoxon İşaretili Sıralar Testi, ** Mann-Whitney U

Şekil 27: Olguların dengenin duyuşsal komponentinin klinik testi sonuçları



* : $p < 0.05$

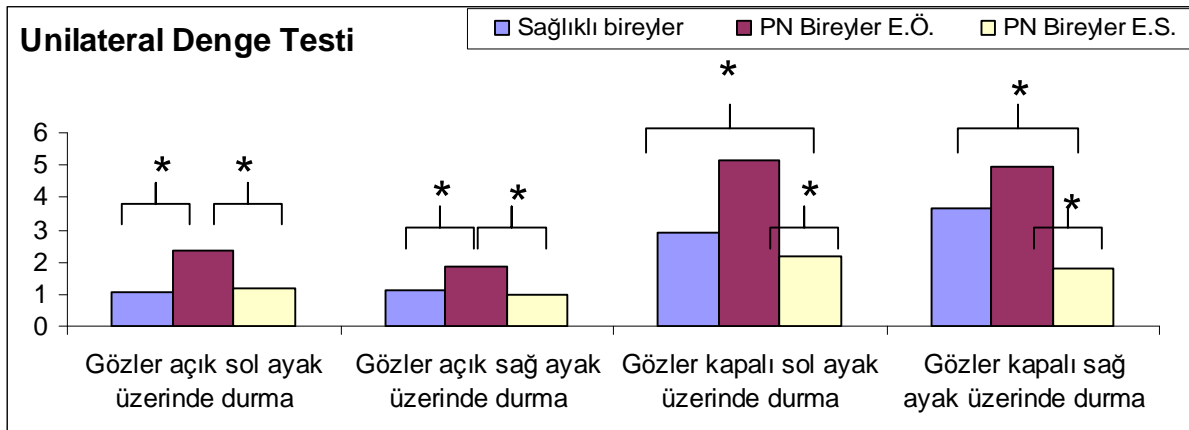
Unilateral denge testinde çalışma grubunda eğitim sonrası gözler açık ve kapalı sağ ve sol ayak üzerinde durma sırasındaki salınım sonuçları eğitim öncesine göre istatistiksel yönden anlamlı olduğu saptandı($p < 0.05$). Çalışma grubunda gözler açık sağ ve sol ayak üzerinde duruş salınım değerleri eğitim öncesinde kontrol grubu salınım değerlerinden istatistiksel açıdan anlamlı olarak fazla iken eğitim sonrası benzer olduğu görüldü($p > 0.05$). Gözler kapalı duruş testi salınımlarına bakıldığında ise eğitim öncesi gruplararası istatistiksel yönden bir fark görülmezken eğitim sonrasında çalışma grubu değişkenlerinin kontrol grubuna göre anlamlı olarak düştüğu ve çalışma grubundaki olguların dengelerinin kontrol grubu olgularına göre daha iyi olduğu görüldü($p > 0.05$, Tablo 14).

Tablo 14. Unilateral Denge Testi Sonuçlarının Çalışma Grubunun E.Ö. ve E.S. Grup İçi ve Kontrol Grubu ile Karşılaştırılması

Unilateral Denge Testi	Çalışma Grubu	Kontrol Grubu	p*
	X ± SD	X ± SD	
GAL ayak üzerinde durma (E.Ö.)	2.38 ±1.95	1.06 ±0.36	0.00
GAL ayak üzerinde durma (E.S.)	1.16 ±0.36		0.12
p*	0.00		
GAR ayak üzerinde durma (E.Ö.)	1.87 ±1.36	1.10 ±0.55	0.00
GAR ayak üzerinde durma (E.S.)	1.00 ±0.21		0.77
p*	0.00		
GKL ayak üzerinde durma(E.Ö.)	5.12 ±4.64	2.89 ±2.62	0.11
GKL ayak üzerinde durma(E.S.)	2.14 ±2.40		0.04
p*	0.00		
GKR ayak üzerinde durma(E.Ö.)	4.96 ±4.52	3.65 ±3.04	0.95
GKR ayak üzerinde durma(E.S.)	1.81 ±0.50		0.00
p*	0.00		

GAL: Gözler Açık Sol GAR:Gözler Açık Sağ GKL: Gözler Kapalı Sol GKR: Gözler Kapalı sağ, * Wilcoxon İşaretili Sıralar Testi, ** Mann-Whitney U

Şekil 28: Olguların unilateral denge testi sonuçları



*: p<0.05

Stabilite limiti testi sonuçlarında reaksiyon süresi, hareket hızı, ulaşılan son nokta ve son noktadan sapma parametrelerinin çalışma grubunun grup içi karşılaştırmasında eğitim sonrası değerlerinin eğitim öncesine göre istatistiksel açıdan anlamlı derecede farklı olduğu bulundu($p<0.05$). Kontrol grubu ile çalışma grubu verileri karşılaştırıldığında ise eğitim öncesi hareket hızı, ulaşılan son nokta ve son noktadan sapma sonuçları istatistiksel açıdan anlamlı bulunmazken, eğitim sonrasında kontrol grubu verilerine göre anlamlı derecede farklılık gösterdiği saptandı($p>0.05$, $p<0.05$). Çalışma grubunun yön kontrolü eğitim öncesi sonuçları kontrol grubu sonuçlarına göre istatistiksel açıdan daha anlamlı iken ($p<0.05$) eğitim sonrası çalışma grubunun yön kontrolünün kontrol grubundaki olgulara benzer olduğu ve aralarındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı saptandı($p>0.05$, Tablo 15).

Tablo 15. Çalışma Grubunun E.Ö. ve E.S. Stabilite Limiti Testi Sonuçlarının Grup İçi ve Kontrol Grubu ile Karşılaştırılması

Stabilite Limiti Testi	Çalışma Grubu	Kontrol Grubu	p**
	X ± SD	X ± SD	
RS(sn) (E.Ö.)	1.34 ±0.38		0.47
RS(sn)(E.S.)	1.01 ±0.32	1.21 ±0.39	0,06
p*	0.01		
HH(°/sn) (E.Ö.)	2.74 ±0.75		0.44
HH(°/sn)(E.S.)	3.99 ± 1.33	2.68 ±0.85	0.00
p*	0.01		
USN(%)(E.Ö.)	75.70 ±21.56		0.63
USN(%)(E.S.)	90.45 ±10.54	70.50 ± 13.67	0.00
p*	0.00		
SNS (%)(E.Ö.)	86.75 ±12.66		0.32
SNS(%)(E.S.)	101.00 ± 4.90	91.15 ± 9.03	0.00
p*	0.00		
YK(%) (E.Ö.)	72.25±10.57		0.00
YK(%) (E.Ö.)	81.55 ± 5.87	80.90 ±7.37	0.93
p*	0.00		

RS: Reaksiyon Süresi, HH: Hareket Hızı, USN: Ulaşılan Son Nokta, SNS: Son Noktadan Sapma, YK: Yön Kontrolü, * Wilcoxon İşaretili Sıralı Testler ** Mann-Whitney U

Çalışma grubundaki olguların ritmik ağırlık aktarma testinde sağa- sola ve öne-arkaya doğru olan hareket hızı ile hareket kontrolü eğitim sonrası sonuçlarının eğitim öncesine göre istatistiksel olarak anlamlı bir fark göstermediği görüldü ($p>0.05$). Çalışma grubu verileri ile

kontrol grubunun verileri karşılaştırıldığında ise öne-arkaya doğru olan hareket kontrolünde eğitim öncesi değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı derecede fark varken, eğitim sonrası değerlerinin benzer özellik gösterdiği ve aradaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı saptandı($p<0.05$, $p>0.05$, Tablo 16).

Tablo 16. Çalışma Grubunun E.Ö. ve E.S. Ritmik Ağırlık Aktarma Test Sonuçlarının Grup İçi ve Kontrol Grubu ile Karşılaştırılması

	Çalışma Grubu	Kontrol Grubu	p**
Ritmik Ağırlık Aktarma	X ± SD	X ± SD	
R-L HH (°/sn) (E.Ö.)	5.35±1.22	5.27±0.80	0.85
R-L HH (°/sn)(E.S)	5.10 ±0.91		0.63
p*	0.34		
A-P HH(°/sn) (E.Ö.)	3.10±0.87	3.77±0.59	0.75
A-P HH(°/sn)(E.S.)	3.77±0.68		0.88
p*	0.20		
R-L HK(%) (E.Ö.)	78.55±6.90	75.70±13.36	0.71
R-L HK (%) (E.S.)	78.70± 5.93		0.66
p*	0.92		
A-P HK(°/sn) (E.Ö.)	68.60±13.42	77.60±8.61	0.01
A-P HK(°/sn)(E.S.)	74.50± 10.05		0.20
p*	0.15		

R-L HH: Sağ-Sol Hareket Hızı, A-P HH: Ön-Arka Hareket Hızı, R-L HK: Sağ- Sol Hareket Kontrolü, A-P HK: Ön-Arka Hareket Kontrolü, * Wilcoxon İşaretli Sıralı Testler ** Mann-Whitney U

Oturmadan kalkma aktivitesi sırasında stabilite, kas kuvveti, denge, motor kontrol ve transfer aktivitelerini değerlendiren otur kalk testi sonuçlarında çalışma grubundaki olguların eğitim öncesi ve sonrası grup içi karşılaştırılmasında yükselme indeksinde istatistiksel açıdan anlamlı bir farkın olduğu saptandı. Aynı şekilde gruplararası karşılaştırmada iki grup arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir farkın olmadığı belirlendi($p<0.05$, $p>0.05$, Tablo 17).

Tablo 17. Otur-Kalk Test Sonuçlarının Çalışma Grubunun E.Ö. ve E.S. Grup İçi ve Kontrol Grubu ile Karşılaştırılması

Otur-Kalk Testi	Çalışma Grubu X ± SD	Kontrol Grubu X ± SD	p**
AT (sn) (E.Ö.)	0.43±0.18	0.46±0.24	0.91
AT (sn) (E.S.)	0.42±0.20		0.71
p*	0.85		
Yİ(%VA)(E.Ö.)	15.65±5.38	19.10±8.06	0.16
Yİ(%VA)(E.S.)	20.20±5.75		0.36
p*	0.00		
GHS (°/sn) (E.Ö.)	3.83±0.98	3.70±1.13	0.59
GHS (°/sn) (E.S.)	3.84±0.89		0.57
p*	0.73		
HK(%) (E.Ö.)	11.30±8.47	13.80±12.19	0.67
HK(%) (E.S.)	10.40±9.91		0.25
p*	0.76		

AT: Ağırlık Transferi, Yİ: Yükselme İndeksi, GHS: Gravite Hattı Salınım Hızı, HK: Hareket Kontrolü, *Wilcoxon İşaretili Sıralı Testler ** Mann-Whitney U

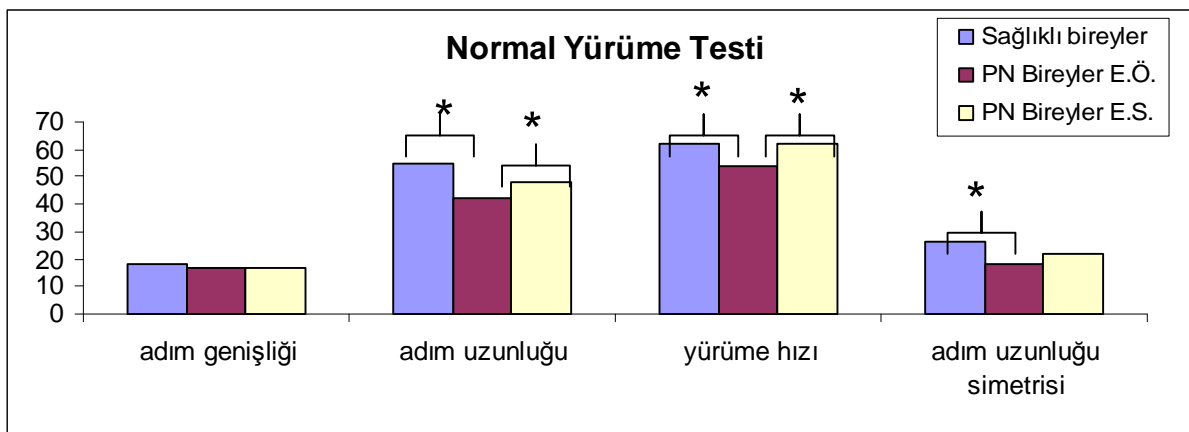
Yürüme sırasında gravite hattındaki salınım değişikliklerini incelemek, ambulasyon, denge ve motor kontrolü test amacıyla yapılan normal yürüme testinde çalışma grubunda eğitim öncesi ve sonrası değerler grup içi karşılaştırıldığında adım uzunluğu ve yürüme hızında istatistiksel açıdan anlamlı bir farkın olduğu saptandı(p<0.05). Gruplararası karşılaştırmada ise çalışma grubunun eğitim öncesi adım uzunluğu, yürüme hızı ve adım uzunluğu simetrisi sonuçlarının kontrol grubu verilerine göre istatistiksel açıdan anlamlı derecede farklı olduğu belirlendi(p<0.05). Çalışma grubunun eğitim sonrası sonuçlarının ise kontrol grubunun değerlerine benzer özellik gösterdiği ve aralarındaki farkın istatistiksel açıdan anlamlı olmadığı bulundu(p>0.05, Tablo 18).

Tablo 18. Çalışma Grubunun E.Ö. ve E.S. Normal Yürüme Testi Sonuçlarının Grup İçi ve Kontrol Grubu ile Karşılaştırılması

Normal Yürüme Testi	Çalışma Grubu X ± SD	Kontrol Grubu X ± SD	p**
Adım genişliği (cm) (E.Ö.)	16.88±2.98	18.05±2.68	0.13
Adım genişliği (cm) (E.S.)	16.79±3.30		0.27
p*	0.96		
Adım uzunluğu (cm)(E.Ö.)	42.37± 7.73	54.97±15.88	0.00
Adım uzunluğu (cm)(E.S.)	48.44±8.40		0.18
p*	0.02		
Yürüme hızı (cm/sn)(E.Ö.)	54.02±14.12	61.78±14.56	0.02
Yürüme hızı (cm/sn)(E.S.)	62.33±14.44		0.87
p*	0.03		
Adım uzunluğu simetrisi (E.Ö.)	18.50±16.73	26.15±18.72	0.01
Adım uzunluğu simetrisi (E.S.)	22.20±19.11		0.25
p*	0..61		

* Wilcoxon İşaretili Sıralı Testler ** Mann-Whitney U

Şekil 29: Olguların normal yürüme testi sonuçları



*:p<0.05

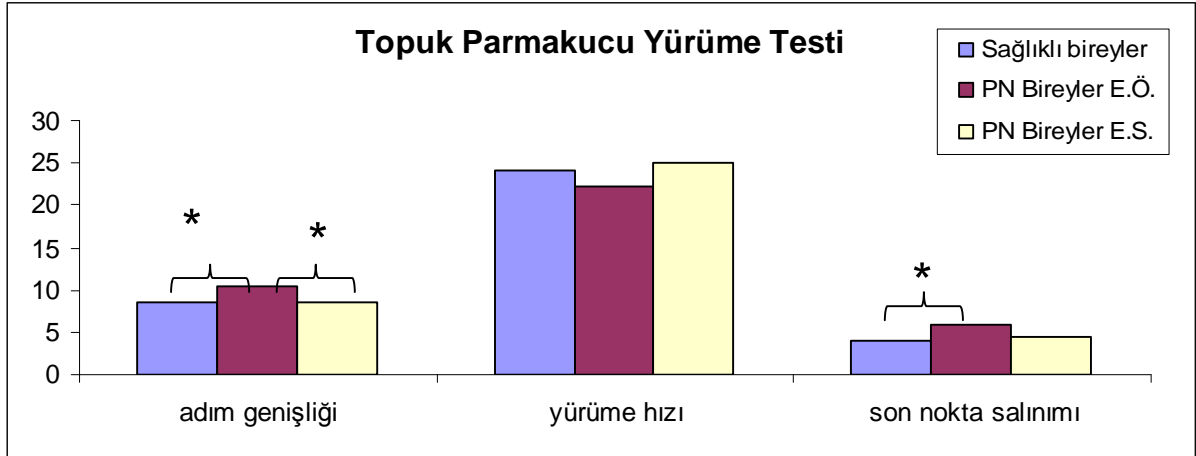
Topuk parmak ucu yürüme testi sonuçlarında çalışma grubunda eğitim sonrası adım genişliğinin eğitim öncesine göre istatistiksel açıdan anlamlı derecede azaldığı saptandı($p<0.05$). Gruplararası verilerin karşılaştırmasında ise eğitim öncesi adım genişliği ve son nokta salınım değerlerinin istatistiksel açıdan anlamlı derecede farklı olduğu belirlenirken eğitim sonrasında bu farkın adım genişliği ve son nokta salınım değerleri açısından benzer olduğu ve istatistiksel yönden farkın anlamlı olmadığı görüldü($p>0.05$, Tablo 19, Şekil 30).

Tablo 19. Çalışma Grubunun E.Ö. ve E.S. Topuk-Parmak Ucu Yürüme Test Sonuçlarının Grup İçi ve Kontrol Grubu ile Karşılaştırılması

	Çalışma Grubu	Kontrol Grubu	P**
Topuk-Parmak Ucu Yürüme Testi	X ± SD	X ± SD	
Adım genişliği (cm) (E.Ö.)	10.44±2.48		0.00
		8.47±1.59	
Adım genişliği (cm) (E.S)	8.57±1.67		0.75
p*	0.01		
Yürüme hızı (cm/sn)(E.Ö.)	22.10±6.40		0.30
		24.01±6.68	
Yürüme hızı (cm/sn)(E.S.)	25.00±4.74		0.55
p*	0.07		
Son nokta salınımı(°/sn)(E.Ö.)	5.81±2.87		0.03
		4.11±1.24	
Son nokta salınımı(°/sn)(E.S.)	4.57±1.70		0.65
p*	0.052		

* Wilcoxon İşaretili Sıralı Testler ** Mann-Whitney U

Şekil 30: Olguların topuk parmak ucu yürüme testi sonuçları



* : $p < 0.05$

Günlük yaşam aktivitelerinin bir parçası olan ve dönüş süreleri ile dönme sırasındaki salınım değişikliklerini değerlendiren dönüş testinde çalışma grubunu oluşturan olguların eğitim sonrası sağa ve sola dönüş sürelerinin eğitim öncesine göre istatistiksel açıdan anlamlı derecede azaldığı belirlenirken, salınım değişikliğinde ise anlamlı bir farkın olmadığı saptandı ($p < 0.05$, $p > 0.05$). Kontrol grubu ile çalışma grubu verileri karşılaştırıldığında dönüş sürelerinin ve salınım değişikliklerinin benzer özellik gösterdiği belirlendi ($p > 0.05$, Tablo 20).

Tablo 20. Dönme Testi Sonuçlarının Çalışma Grubunun E.Ö. ve E.S. Grup İçi ve Kontrol Grubu ile Karşılaştırılması

Dönme Testi	Çalışma Grubu	Kontrol Grubu	p**
	X ± SD	X ± SD	
Sola dönüş süresi (sn) (E.Ö.)	1.90±1.04	1.37±0.79	0.09
Sola dönüş süresi (sn) (E.S)	1.40±0.64		0.86
p*	0.02		
Sağa dönüş süresi (sn) (E.Ö.)	2.40±2.67	1.43±0.81	0.07
Sağa dönüş süresi (sn) (E.S)	1.52±0.72		0.63
p*	0.04		
Sola dönüşte salınım değişikliği(E.Ö)	31.32±11.69	25.25±10.71	0.09
Sola dönüşte salınım değişikliği(E.S)	27.84±9.85		0.52
p*	0.14		
Sağa dönüşte salınım değişikliği(E.Ö)	33.02±13.19	27.73±13.31	0.12
Sağa dönüşte salınım değişikliği(E.S)	30.70±12.73		0.37
p*	0.57		

* Wilcoxon İşaretili Sıralı Testler ** Mann-Whitney U

Basamak testinde eğitim sonrası yükselme indeksi ve hareket süresi parametre değerlerinin eğitim öncesine göre istatistiksel açıdan anlamlı derecede farklı olduğu saptandı(p<0.05). Gruplararası karşılaştırmada ise eğitim öncesi ve sonrasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark olmadığı belirlendi(p>0.05,Tablo 21)

Tablo 21. Çalışma Grubunun E.Ö. ve E.S. Basamak Testi Sonuçlarının Grup İçi ve Kontrol Grubu ile Karşılaştırılması

Basamak Testi	Çalışma Grubu X ± SD	Kontrol Grubu X ± SD	p**
(L)Yİ (%VA)(E.Ö.)	36.30±9.34		0.97
(L)Yİ (%VA)(E.S.)	42.35±10.32	37.25±9.84	0.10
p*	0.00		
(R)Yİ (%VA)(E.Ö.)	33.90±9.01		0.56
(R)Yİ (%VA)(E.S.)	39.50±9.09	35.15±7.94	0.19
p*	0.00		
(L) HS (sn)(E.Ö.)	1.90±0.53		0.18
(L) HS (sn)(E.S.)	1.56±0.24	1.65±0.24	0.15
p*	0.00		
(R) HS (sn)(E.Ö.)	1.83±0.55		0.16
(R) HS (sn)(E.S.)	1.52±0.18	1.62±0.37	0.46
p*	0.01		
(L) Eİ (%VA)(E.Ö.)	45.50±15.01		0.16
(L) Eİ (%VA)(E.S.)	45.80±10.89	38.75±12.22	0.07
p*	0.95		
(R) Eİ (%VA)(E.Ö.)	44.30±14.49		0.10
(R) Eİ (%VA)(E.S.)	42.65±12.78	36.29±16.18	0.25
p*	0.23		

R: Sağ, L: Sol, Yİ: Yükselme İndeksi, HS: Hareket Süresi, Eİ: Etki İndeksi, * Wilcoxon İşaretli Sıralı Testler ** Mann-Whitney U

Çalışma grubu öne hamle testinde eğitim sonrası öne hamle mesafesi, süresi ve kuvvet impulsu değerlerinin eğitim öncesine göre istatistiksel açıdan anlamlı olarak düzeldiği görüldü(p<0.05). Gruplararası karşılaştırmada çalışma grubunun eğitim öncesi öne hamle mesafe sonuçları kontrol grubu verilerine benzer özellik gösterirken, eğitim sonrası sonuçları kontrol grubu verilerinden istatistiksel açıdan anlamlı olarak fazla bulundu (p<0.05). Bununla birlikte çalışma grubunda kuvvet impulsunun eğitim öncesi değerinin kontrol grubu verilerine göre istatistiksel yönden anlamlı derecede farklı olduğu ve bu farkın eğitim sonrası kapandığı ve kontrol grubu verilerine benzer özellik gösterdiği saptandı(p<0.05, p>0.05)

Tablo 22. Çalışma Grubunun E.Ö. ve E.S. Öne Hamle Testi Sonuçlarının Grup İçi ve Kontrol Grubu ile Karşılaştırılması

Öne Hamle Testi	Çalışma Grubu X ± SD	Kontrol Grubu X ± SD	p**
(L) ÖHM (% boy)(E.Ö.)	35.45±5.78		0.28
(L) ÖHM (% boy)(E.S.)	41.85±6.19	37.35±5.17	0.01
p*	0.00		
(R) ÖHM (% boy)(E.Ö.)	36.90±6.10		0.54
(R) ÖHM (% boy)(E.S.)	42.25±7.11	38.85±6.55	0.01
p*	0.02		
(L)Eİ (%VA)(E.Ö.)	15.05±5.46		0.11
(L)Eİ (% VA)(E.S.)	17.30±7.13	16.85±4.35	0.90
p*	0.15		
(R)Eİ (%VA)(E.Ö.)	13.55±4.78		0.02
(R)Eİ (% VA)(E.S.)	15.25±4.21	17.00±5.06	0.15
p*	0.08		
(L) ÖHS(sn)(E.Ö.)	1.95±0.72		0.06
(L) ÖHS (sn)(E.S.)	1.42±0.34	1.80±1.35	0.39
p*	0.00		
(R) ÖHS (sn)(E.Ö.)	1.64±0.42		0.18
(R) ÖHS (sn)(E.S.)	1.33±0.24	1.44±0.30	0.26
p*	0.00		
(R) Kİ (% VA/sn)(E.Ö.)	193.80±70.45		0.02
(R) Kİ (% VA/sn)(E.S.)	142.55±32.89	152.15±40.97	0.36
p*	0.00		
(L) Kİ (% VA/sn)(E.Ö.)	163.65±39.87		0.25
(L) Kİ (% VA/sn)(E.S.)	133.80±23.58	146.30±27.86	0.18
p*	0.00		

L: Sol, R: Sağ, ÖHM: Öne Hamle Mesafesi, Eİ: Etki İndeksi, ÖHS: Öne Hamle Süresi, Kİ: Kuvvet İmpulsu,
* Wilcoxon İşaretli Sıralı Testler ** Mann-Whitney U

TARTIŞMA

Periferik nöropatili hastalarda hareketin duyuusal ve motor fonksiyonlardaki yetersizliği statik ve dinamik postural kontroldeki azalmayla sonuçlanmaktadır(10, 16). Denge bozukluğu minimal düzeyde de olsa hastalarda emniyetsizlik hissi yaratmakta, aktivite düzeyinde azalma, fonksiyonel ve günlük yaşam aktivitelerinde kısıtlanma ve sosyal yaşamda olumsuz etkilere yol açmaktadır.(78).

Diyabetik periferik nöropatili hastalarla yapılan çalışmalar incelendiğinde, bu hastaların daha çok denge kayıpları değerlendirilmiştir(3, 9, 10, 15, 16). Bu hastalara denge egzersizleri veren çalışmalar ulaşabildiğimiz kaynaklara göre kısıtlıdır. Bilgisayar destekli denge eğitimi veren çalışma ise ulaşılan kaynaklara göre yoktur.

Bu çalışmanın amacı hafif ve orta şiddetli nöropatisi olan tip 2 DM'lu olgularda günlük yaşamdaki aktivitelere benzeyen, bilgisayar ortamındaki denge eğitiminin postural stabiliteye etkisini araştırmaktır.

Periferik nöropatili diyabetik olgularda koruyucu duyu kaybının geliştiği, kas kuvvetinde de özellikle alt ekstremitte kaslarında olmak üzere düşüşlerin görüldüğü bilinmektedir. Bu olgularda koruyucu duyunun geliştirilmesi ve kas kuvvetinin artırılması önemli yer tutmaktadır. Literatüre bakıldığında denge eğitimi ve egzersizlerin kutanöz duyu defisitleri iyileştirmeyeceği ancak kalan mekanoreseptör fonksiyonlarının artırılabilceği belirtilmiştir(16). Diyabetik hastaların duyu seviyesinin uygun fizyoterapi yaklaşımları ile geliştirilebileceğini belirten Uysal ve ark.'larının yaptıkları çalışmada diyabetik nöropatili hastalara Buerger-Allen egzersizleri ev programı şeklinde verilmiş, sonuç olarak monofilamentlerle yapılan duyu testinde koruyucu duyu düzelmeleri olduğu gösterilmiş ve kas kuvvetinde artışlar bulunurken vibrasyon duyusunda ise anlamlı iyileşme saptanmamıştır(46). Bizim çalışmamızdan elde edilen veriler incelendiğinde ise hafif ve orta şiddetli periferik nöropatisi olan diyabetik olgularda, Uysal ve ark. yaptıkları çalışmanın sonuçlarına benzer olarak koruyucu duyu ve bacak sırt kas kuvvetinde anlamlı düzelmeler saptarken vibrasyon duyusunda bir gelişme saptamadık. Yukarıda da bahsedildiği gibi çalışmamızda saptanan koruyucu duyu iyileşme, ayak tabanında var olan mekanoreseptör fonksiyonlarının denge eğitimiyle optimize edilmiş olma olasılığını düşündürmektedir ve bu olgularda denge eğitimi, ayaktaki koruyucu duyunun geri kazanılmasında etkili bir yöntem olduğu düşüncesini destekler niteliktedir.

Diyabetik periferik nöropatide oluşan patolojik değişikliklerde ayak ve ayak bileğini innerve eden sinirlerde aksonal dejenerasyon olduğu ve bunun bir sonucu olarak da sinir iletim hızının yavaşladığı, ayak- ayak bileği kompleksinden gelen somatosensoriyal bilgilerin azaldığı görülmektedir. Aly ve ark.yapmış oldukları bir çalışmada orta çaplı fibrillerin etkilenmesi ile bacak kas kuvvetinde, taktit ve vibrasyon duyusunda, eklem pozisyon hissindeki azalmanın diyabetik periferik nöropatili hastalarda postural salınımların artmasına neden olduğu rapor edilmiştir(85). Literatüre paralel olarak biz de, eğitim ile elde edilen koruyucu duyu ve bacak sırt kas kuvvetindeki iyileşmelerin postural salınımları azaltmada etkili olabileceği görüşündeyiz.

Denge egzersizleri verilen diğer bir çalışmada ise egzersizlerin kas hipertrofisinden çok motor ünitelerin senkronizasyonunda bir artışa neden olabileceği belirtilmiştir(12).

Cımbız ve ark. yaptıkları çalışmada periferik nöropati ve aksonal kaybın, diyabetli hastalarda atrofi ve kas kuvvetinde özellikle ayak bileği dorsifleksör, plantar fleksörleri ile diz fleksör ve ekstansör kas kuvvetinde zayıflığa neden olduğu (tibialis anterior ve quadriceps femoris) aynı zamanda gövde ve proksimal kas kuvvetinin de etkilendiği gösterilmiştir(3).

Bilgisayar destekli denge eğitimi veren çalışmalarda eğitim süreleri farklılık göstermektedir. Betker ve ark.'nın çalışmasında beyin hasarı olan 3 hastaya bilgisayar ortamında denge egzersizleri 3 hafta boyunca, ilk 2 hafta, haftada 3 gün, son haftada ise haftada 2 gün 45 dk uygulanmıştır(41). Başka bir çalışmada ise periferik nöropatili hastalara 3 hafta boyunca haftada 5 gün alt ekstremitte egzersizleri dengeyi geliştirmek amacıyla uygulanmıştır(12). Sihvonen ve ark. yaptıkları çalışmada ise yaşlı bireylerde denge kuvvet platformu üstünde dinamik denge egzersizlerinin postural kontrol üzerine etkileri, 4 hafta süresince, haftada 3 kez 20-30 dk uygulanarak incelenmiştir(19). Bizde çalışmamızı yukardaki araştırmaları baz alarak, eğitim programını 3 hafta süresince, haftada 5 gün 30-45 dk olacak şekilde planladık. Bu çalışmanın sonuçlarına bakıldığında diyabetik olgularda dengedeki anlamlı iyileşmelerde, bu eğitim süresinin yeterli olduğu belirlendi.

Çömelleme aktivitesini içeren günlük yaşam aktivitelerinde, herhangi bir alt ekstremitte patolojisi olmayan kişilerin yük dağılımı her iki alt ekstremitte eşit olarak meydana gelmektedir. Bu oran çocuklarda %5, yaşlı insanlarda ise % 15'e kadar bir asimetri göstermektedir. Özellikle etkilenen ekstremitte kas zayıflığı, eklem hareket kısıtlılığı, duyu kaybı veya ağrı varsa kompensatuar mekanizma olarak ağırlık sağlam tarafa veya daha az etkilenen ekstremitteye doğru kaymaktadır(83). Diyabetik periferik nöropatili olgularda ise ilk

etkilenen ekstremiteler ayak ve ayak bileğidir ve ekstremiteler simetrik tutulur. Çömelleme testi ile alt ekstremitelerde unilateral bir eklem patolojisinde, ağırlık dağılım farkları daha iyi yansıtılır. Bu nedenle ekstremitelerin simetrik tutulumunu içeren periferik nöropatili olgularımızda ağırlık taşıma asimetrisi tam olarak yansıtılamayacağından bu testin kullanımının periferik nöropatili olgularda uygun olmadığı görüşündeyiz. Çömelleme testinde özellikle diz ekstansör kas kuvveti üstünde durulmaktadır ve çömelleme sırasında quadriseps femoris aktif olarak çalışır(87). Olgularımızdaki farkı sadece eğitim öncesi 90° de belirlemiş olmamız, periferik nöropatinin sadece ayak ve ayak bileği kaslarını değil proksimal kas grubunu da etkilediğini ve eğitimle bu dengesizliğin azaltılabileceğini gösterir.

Dengenin duyuşsal komponenti klinik testi, sert ve yumuşak zemin üzerinde gözler açık ve kapalı pozisyonda olmak üzere 4 farklı durumda postural salınım derecelerini saptayarak hastaların fonksiyonel denge kontrolünü değerlendirmektedir(88- 90). Bu test sırasında gözler açık ve kapalı yumuşak ve sert olmak üzere 2 farklı zeminde salınım değışiklikleri incelenmektedir. Çalışmamızda denge duyuşsal komponenti klinik testi sonuçlarında çalışma grubunun eğitim öncesi ve sonrası salınım değerlerinde özellikle gözler kapalı yumuşak zeminde duruş sırasında ve ortalama salınım değerlerinde anlamlı azalmalar olduğu, sert zeminde ise grup içi ve gruplararası bir farkın olmadığını görmekteyiz. Bilindiği gibi yumuşak zemin üzerinde postural salınımı azaltmak için proksimal eklemleri içine alan denge stratejilerine gereksinim duyulmaktadır ve yumuşak zeminin duyuşsal feedback'i yanıtlan bir faktör olduğu literatürde bildirilmektedir(83, 91). Bu çalışmada ayak bileği stratejisini gerektiren sert zemindeki salınımların eğitim öncesi ve sonrasında anlamlı olmayışı, bununla birlikte daha proksimal eklemlerin stratejisine gerek duyan (kalça stratejisi gibi) yumuşak zemindeki salınımların eğitim öncesinde kontrol grubuna göre anlamlı olarak fazla oluşu ve eğitim sonrasında bu farkın ortadan kalkışı diyabetik nöropatili olgularda denge eğitiminde distal grup kasların yanında proksimal grup kaslarında eğitime dahil edilmesi gerekliliğini göstermektedir. Bulat ve ark'ı yaşı bireylerde verilen grup egzersizlerinin denge üzerine olan etkisini değerlendirmek amacıyla denge duyuşsal komponenti klinik testini kullanmışlardır. Sonuçlarına bakıldığında yumuşak zeminde gözler açık ve kapalı salınım oranları ile ortalama salınım değerleri eğitim sonrası çalışmamızı destekler şekilde anlamlı olarak azalmıştır(90).

Unilateral denge testi statik denge duyuşsal komponenti değerlendirilmesinde kullanılan etkin bir değerlendirme yöntemidir. Tek ayak üzerinde duruşta kuteneal duyunun azalması ve postural stabilitenin bozulması nedeni ile dar alan üzerinde gravite merkezinin pozisyonlanması

zorlaşmaktadır(83, 92, 93). Literatür incelendiğinde, unilateral denge testinin periferik nöropatili olguların postural stabilitelerini değerlendirmede en sık kullanılan testlerden biri olduğu görülmektedir (2, 3, 12, 16, 65, 73, 74, 75, 94, 95, 96).

Tek ayak üzerinde durmada ayak bileği ekleminin stabilizasyonu postural dengeyi etkilemektedir. Dengenin daha iyi korunabilmesi için ilk olarak ayak bileği stabilizasyonunun olması gerektiği bildirilmiştir(92). Diyabetli olgularla kontrol grubunun karşılaştırıldığı bir çalışmada, unipedal duruş süresinin diyabetli olgularda daha kısa olduğu bu değer periferik nöropatili diyabetik olgularda daha da kısaldığı gösterilmiştir(2). Yapılan çalışmalarda periferik nöropatili olgularda distal alt ekstremitte kas kuvveti ve duyuundaki azalmanın unipedal duruşu zorlaştırdığı bildirilmektedir(71, 97). Yaşlı bireylere ve periferik nöropatili olan diyabetik olgulara denge eğitimi veren çalışmalarda bu eğitimin unipedal duruş süresini arttırdığı saptanmıştır(3, 12, 94). Çalışmamızda unilateral duruş testinde çalışma grubunun eğitim öncesi gözler açık tek ayak üzerinde duruş salınım değerlerinin kontrol grubu değerlerinden anlamlı derecede fazla olduğu ve eğitim sonrasında benzer duruma geldiği, gözler kapalı salınım değerlerine bakıldığında ise kontrol grubuna göre anlamlı derecede azaldığı gösterilmiştir. Bu sonuçlar denge eğitiminin unilateral duruş salınımlarını azalttığı görüşünü desteklemektedir.

Günlük yaşam aktivitelerinin başarı ile sürdürülebilmesi için dinamik denge ve hareket kontrolünün yeterli düzeyde olması gerekmektedir. Özellikle dinamik dengenin koordinasyonunda alt ekstremitte kuvveti, proprioseptif ve görsel duyu son derece önemli bir yere sahiptir. Literatürde dinamik dengenin değerlendirilmesinde kullanılan stabilite limiti testinin, kişinin denge limitlerinin son noktasına kadar gravite merkezinde meydana gelen yer değiştirme miktarı açısından önemli olduğu vurgulanmaktadır(78, 83). Literatürde aynı zamanda sensorimotor bozuklukların da postural instabilitede önemli rol oynadığı rapor edilmiştir. Postural ve istemli hareket arasında, duyu kontrolüne dayanan ilişkinin motor işlevin yerine getirilmesinde önemli bir rolü vardır. Duyusal inputta azalma motor kontrolde belirgin zorluklara yol açmaktadır(98). Bununla birlikte eklem proprioseptörlerinin, eklem pozisyon hissi ve kinestezi ile ilgili bilgilerde önemli rol oynadığı, plantar kutanöz duyu kaybının vizüel geribildirim ile kompanse edildiği de bildirilmiştir(85).

Bizim çalışmamızda eğitim alan olguların eğitim sonrası reaksiyon zamanı, hareket hızı, ulaşılan son nokta, son noktadan sapma ve yön kontrolü değerleri eğitim öncesine göre anlamlı olarak düzelmiştir. Gruplararası karşılaştırmada çalışma grubunun eğitim öncesi

hareket hızı, ulaşılan son nokta ve son noktadan sapma değerleri kontrol grubunun değerlerine benzer özellik gösterirken, çalışma grubunun eğitimden sonraki değerleri kontrol grubu değerlerinden anlamlı olarak daha iyi duruma gelmiştir. Yön kontrolü sonuçlarına bakıldığında ise eğitim öncesi yön kontrolü değerleri kontrol grubunun değerlerinden anlamlı derecede daha düşük bulunurken, çalışma grubu olgularının eğitim sonrası yön kontrolü değerleri kontrol grubu olgularının değerlerine ulaşmıştır. Elde ettiğimiz bu sonuçları destekleyen bir çalışmada, grup egzersizlerinin yaşlılarda denge üzerine etkisi incelenmiş ve egzersiz uygulamalarının stabilite limitleri testinin tüm parametrelerinde anlamlı iyileşmelere yol açtığı saptanmıştır(90). Çalışmamızda stabilite testi parametrelerindeki olumlu gelişmelerin alt ekstremitte kas kuvvetindeki ve motor ünite senkronizasyonundaki artışa, ayaktaki artmış mekanoreseptör fonksiyonlarına, vizüel destekle postural kontrolün daha kolay öğrenilmesine bağlı olabileceğini düşündürmektedir. Bununla birlikte çalışmamızın amaçları arasında yer almamasından dolayı bu değerlendirmeler yapılmamıştır.

Dinamik denge testlerinden biri olan ritmik ağırlık aktarma testi, ayak bileği proprioseptif duyu bütünlüğü ve postural stabilitede önemli bir yere sahiptir. Bu testte denge, sağ-sol ve ön-arka yönlerdeki değişen gravite merkezine karşın ayak-ayak bileği kontraksiyonu ile sağlanır. Literatüre bakıldığında farklı yönlerde (öne, arkaya, sağa ,sola, diagonal) vizüel geribildirim destekli ağırlık aktarma eğitimleri daha çok nörolojik vakalara ve yaşlı bireylere uygulanmış ve bunun etkileri değerlendirilmiştir(19, 20, 21). Hatzitaki ve ark. yaptıkları çalışmada sağlıklı yaşlılardan oluşan bir gruba ön-arka, diğer gruba ise sağ-sol yönünde, vizüel geribildirim destekli ağırlık aktarma eğitimini, 4 hafta süresince haftada 3 kez uygulamışlar ve bunun sonucunda Romberg testinde ön-arka yönünde postural salınımlarda anlamlı azalma saptamışlardır. Ön-arka yönündeki eğitimde ayak bileği kaslarının özellikle dorsiplantar fleksörlerin daha aktif çalıştıkları, ayak bileğinin öne yönelmesiyle triceps surae, hamstring ve gluteal kasların, arkaya yönelmesiyle tibialis anterior, diz ekstansör ve kalça fleksörlerinin eksantrik kasıldığı, eğitim ile bu kaslarda kuvvetlenme meydana gelerek ön-arka yönlerde postüral salınımların azaldığı vurgulanmıştır. Bunun yanı sıra, ön-arka yönlerde ağırlık aktarma eğitiminin ayak bileğindeki proprioseptif duyuyu arttırarak bu sonuçta etkili olabileceği belirtilmiştir(99). Bizim çalışmamızda eğitim verilen olguların sağ-sol ve öne-arkaya hareket hızı ile hareket kontrolünde anlamlı bir iyileşme görülmezken, ön-arka yönlerdeki hareket kontrolünde gruplararası karşılaştırmada çalışma grubu olgularının hareket kontrolü, eğitim sonrası kontrol grubu olgularına benzer duruma gelmiştir. Bu sonucun,

Hatzitaki ve ark. vurguladıkları gibi, uyguladığımız denge eğitiminin ayak bileği proprioseptif duyu ve kas kuvvetini arttırarak bu yönlerdeki postural salınımları azaltmasıyla ilgili olabileceği görüşündeyiz.

Vizüel destekli bilgisayar ortamında yapılan denge değerlendirmemizde kullandığımız testlerden biri de otur-kalk testidir. Literatürde bu test farklı şekillerde fonksiyonel performans ölçümü olarak kullanılmaktadır ve değerlendirme ölçütü olarak 1,5 veya 10 kez otur-kalk süresi ya da 10-30 sn'de otur-kalk sayısı kaydedilmektedir(100). Bu test ile günlük yaşamda bağımsızlık düzeyini etkileyen önemli aktivitelerden biri olan sandalyeden kalkma yeteneği ve alt ekstremitte kas kuvveti değerlendirilmekte, diz fleksör- ekstansör ve ayak bileği dorsifleksör kas grubunun sandalyeye oturma kalkma aktiviteleri sırasında önemli rol oynadığı vurgulanmaktadır.(100-102). Yapılan çalışmalarda otur-kalk testi ile denge, mobilite, alt ekstremitte kas kuvveti ve sensorimotor ölçümler arasında anlamlı ilişkiler saptanmıştır(103-106). Feland ve ark. yaşlı sporcularda çalışmamızda kullandığımız nörocom balans master cihazında otur-kak testi sonuçlarını incelemişler, 50-64 yaş ve 65 yaş üstü ile kadın/erkek olmak üzere katılan olguları gruplara ayırmışlardır. Çalışmanın sonucunda bu araştırmacılar yükselme indeksinin yaş ve cinsiyetle ilişkili olduğunu rapor etmişlerdir. Ağırlık transferi ve postural salınım parametrelerinde anlamlı farklılık saptamamışlardır(106). Bizde çalışmamızda farklı populasyon ile çalışmış olsak da Feland ve ark.yapmış oldukları çalışmaya benzer sonuçlar elde ederek otur kalk testinde çalışma grubunun eğitim sonrası yükselme indeksi değerlerinde eğitim öncesine göre anlamlı derecede iyileşmeler gösterdiğini görmemiz, bu iyileşmenin alt ekstremitte kas kuvvetindeki artıştan kaynaklanabileceğini akla getirmektedir. Gruplararası bir farkın olmaması Feland ve ark çalışmasında belirtildiği gibi olguların aynı yaş aralığında olması ile ilgili olabileceğini bir kez daha göstermektedir.

Ayak bileği tendon reflekslerinin ve vibrasyon duyusunun kaybolması ile gelişen periferik nöropatide senil yürüme profili ortaya çıkmaktadır. Yapılan çalışmalarda bu olgularda yürüme hızının azaldığı, adım uzunluğunun kısaldığı ve adım genişliğinin de arttığı bildirilmektedir(98). Postural instabiliteye yol açan periferik nöropatinin mekanizması karmaşıktır. Periferik nöropatili diyabetik olgularda ayak bileği kas kuvveti ve denge bozulmuştur. Vibrasyon algılama eşiğindeki artış, bu olgularda düşmeye neden olan önemli faktörlerden biridir ve fizyolojik olarak denge kontrolünün ayak bileğinden kalçaya doğru kaymasından sorumludur(107).

Mueller ve ark. yaptıkları bir çalışmada, periferik nöropatili diyabetik olguların ayak ve ayak bileğindeki limitli eklem mobilitesinin, ayak fonksiyonelliğini azalttığı ve ayak-ayak bileğinde kassal fonksiyon kaybına neden olduğu gösterilmiştir. Aynı araştırmacılar periferik nöropatili olguların, yürürken ayak bileği çevresinde yeterli momenti oluşturamadıklarını ve bu sebeple daha kısa adım atarak yürüme hızını yavaşlattıklarını da rapor etmişlerdir(15). Biz de çalışmamızda gruplararası karşılaştırmada, yukardaki çalışmaya benzer olarak normal yürüyüş testinde çalışma grubunun eğitim öncesi adım uzunluğu, yürüme hızı ve adım uzunluğu simetrisi değerlerinin kontrol grubu değerlerinden anlamlı olarak daha düşük olduğunu saptadık. Bu sonuçlar, Mueller ve ark. bildirmiş oldukları gibi azalmış plantar kas kuvvetinin, itme fazında plantar fleksör momenti oluşturmada yetersiz kalması, itme fazının kısalması ve sonuç olarak daha kısa adımlarla, daha yavaş bir yürüme hızına neden olması görüşünü destekler niteliktedir.

Periferik nöropatili bireylerin, ayak- ayak bileği kas zayıflığı ve mobilite kısıtlılığı nedeniyle kalça stratejilerini daha sık kullandıkları bilinmektedir. Kalça stratejisinin kullanılması ayak bileği stratejisine göre daha erken bir kalça fleksiyonunu gerektirir. Çünkü plantar kasların zayıflığından dolayı bacağın öne itilmesi zor olduğundan kalça fleksörleri kullanılarak bacak daha kolay öne çekilmektedir. Bu nedenle diyabetik nöropatili olgularda adım uzunluğu kısalmış ve yürüme hızı da yavaşlamıştır(15). Diyabetik periferik nöropatili yaşlı olgularda yürüyüşün değerlendirildiği benzer bir çalışmada, diyabetik periferik nöropatili olan yaşlı olguların adım uzunluğunun, yürüme hızlarının ve ritmik akselerasyon değerlerinin, kontrol grubuna göre azalmış olduğu saptanmıştır(9). Bunun yanında literatürde düzensiz yüzeylerde yürümede nöropatik olgularda yürüme hızının daha fazla azaldığı belirtilmekte ve sebep olarak da ayağın eversiyon ve inversiyon yönündeki kısıtlılığı olduğu gösterilmektedir(108, 109). Resnick ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada diyabetik nöropatili olguların yürüme hızlarının, statik-dinamik dengenin ve koordinasyonun diyabetli olmayan olgulara göre anlamlı olarak kötü olduğu belirtilmiştir(75).

Çalışmamızda grup içi karşılaştırmada, çalışma grubu olgularında eğitim sonrası adım uzunluğu ve yürüme hızında anlamlı artışlar saptarken, gruplararası karşılaştırmada çalışma grubu olgularının adım uzunluğunun, yürüme hızının ve adım uzunluğu simetrisinin eğitim öncesi kontrol grubu değerlerinden anlamlı olarak daha az olduğu görüldü. Eğitim sonrasında çalışma grubu olgularının bu değerlerinde düzelmeler elde edilmesi, denge eğitiminin plantar kas gücünü ve ayak bileği mobilitesini arttırdığı ve böylece itme fazında yeterli plantar fleksör

momenti oluşturarak adım uzunluğunda ve yürüme hızında bir artışa neden olduğu görüşüne paralellik göstermektedir. Bunun yanında çalışmamızda inversiyon, eversiyon ve dorsifleksiyon hareketlerini arttıran denge eğitiminin kullanılmasının, ayak bileğinin mobilitesini ve eklem içi mekanoreseptörlerin duyarlılığını arttırmış olabileceğini, bunun da postural stabiliteyi anlamlı derecede düzelttiğini düşündürmektedir.

Topuk parmak ucu yürüyüşü baş, gövde ve pelvis yapısının bütünlüğünü sağlayarak iyi bir gravite merkezi gerektirmektedir. Normal yürüyüş ile karşılaştırıldığında topuk parmak ucu yürüyüşündeki etkilenim denge bozukluklarında daha belirgin olmaktadır. Bu denge bozuklukları adım genişliğinin, yürüme hızının ve destek yüzeyinin artırılması ile kompanse edilmeye çalışılır. Duyu kaybına bağlı olarak kas kuvveti ve eklem hareket genişliğindeki azalma topuk parmak ucu yürüyüşünde bozukluklar meydana getirir(84).

Çalışmamıza katılan olguların topuk parmak ucu yürüyüş testinde eğitim sonrası adım genişliğinde eğitim öncesine göre anlamlı azalma saptandı. Yapılan gruplararası karşılaştırmada ise eğitim öncesi adım genişliği ve son nokta salınımlarının kontrol grubundan anlamlı derecede farklı olduğu ve eğitim sonrasında kontrol grubuna benzer özellik gösterdiği görülmüştür. Bu etkinin, denge eğitiminin kas kuvvetinde artışa neden olması ve bu olgularda gravite merkezini kontrol edebilme yeteneğini geliştirmesi ile ortaya çıktığını düşünmekteyiz.

Literatür incelendiğinde nörocom balans master dönme testine benzer nitelikte olan kalk-yürü testinin mobilite ve dinamik dengeyi değerlendirmek için kullanıldığı görülmüştür(108). Nörocom balans master dönme testinde dönüş sürelerinin ve salınım değişikliklerinin daha objektif olarak ölçülebildiği, dönüş sürelerinin uzun ve salınım değişikliklerinin büyük olması halinde düşme riskinin artacağı belirtilmektedir(83). Yapılan başka bir çalışmada yaşlılardaki düşme sıklığı ve düşmeye yönelik risk faktörleri araştırılmış, dinamik denge, kalk ve yürü testi ile değerlendirilerek, düşme öyküsü olan grubun kalk ve yürü skorlarının daha büyük olduğu belirlenmiştir(110). Çalışmamızda dönme testinde çalışma grubu olgularının dönüş sürelerinde eğitim sonrasında anlamlı kısalmalar saptarken gruplararası karşılaştırmada ise çalışma grubunun eğitim öncesi dönüş süreleri ve salınım değişiklikleri değerlerinin kontrol grubuna göre fazla olduğu, eğitim sonrasında ise bu değerlerin kontrol grubuna benzer özellik gösterdiğini saptamamız yönüyle, bu eğitim ile reaksiyon zamanındaki kısalmanın, harekete başlama süresini hızlandırdığı ve denge eğitimi

içinde dönüş aktivitelerini içeren egzersizler olmadığı için dönüş salınım değişikliklerinde bir farklılık meydana gelmediği görüşüyle benzerlik göstermektedir.

Merdiven inme çıkma performans değerlendirmeleri literatürde daha çok yaşlı veya ortopedik problemi olan bireylerde kullanılmaktadır(111-113). Çalışmalarda özellikle zor merdiven çıkmanın, zayıf denge, azalmış kavrama kuvveti ve anormal yürüyüş paternleri ile, zor merdiven inmenin ise yüksek düşme prevalansı ile ilişkili olduğu vurgulanmıştır(113). İnal ve ark. yaşlıların fiziksel kapasitelerini değerlendirmek amacıyla yaptıkları çalışmada 10 basamak merdiven çıkma süreleri kaydedilmiş ve çalışmanın sonucunda sağlık durumu iyi olan yaşlıların reaksiyon zamanlarının daha kısa olduğu, bunun da merdiven çıkma sürelerini kısalttığı vurgulanmıştır. Bu araştırmacılar aynı zamanda kuvvet arttıkça merdiven çıkma gibi güç gerektiren aktiviteleri başarma sürelerinin de kısaldığını bildirmişlerdir(112). Bizde çalışmamızda kullandığımız basamak testinde yükselme indeksi ve hareket zamanında eğitim sonrası anlamlı iyileşmeler saptamamız bu iyileşmenin literatürde de belirtildiği gibi alt ekstremitelerde kas kuvvetindeki artışa, reaksiyon zamanındaki kısalmaya ve öğrenmeye bağlı olabileceği görüşünü desteklemektedir. Çalışmamız eğitimin merdiven inip çıkma aktivitelerini olumlu bir şekilde etkilediğini ve merdiven çıkma-inme aktivitelerini hızlandırdığını göstermiştir.

Öne hamle testi, kişinin zamana karşı çevikliğinin değerlendirildiği önemli bir testtir. Yapılan çalışmalarda bu test ile ileri doğru hamle yapan ekstremitenin hem eksantrik, hem konsantrik kasılma fonksiyonunun test edildiği bildirilmektedir ve eksantrik kasılmanın sandalyeye oturma, merdiven inme gibi günlük yaşam aktivitelerine ait bir çok aktivitede önemli bir kasılma tipi olduğu vurgulanmaktadır(114). Literatürde öne hamle testi yerine daha çok ilgili ekstremitenin öne adım alınmasıyla ölçülen maksimum adım uzunluğu kullanılmış, ve bu ölçümün denge ve mobilite ile ilişkili olduğu rapor edilmiştir(95, 115). Çalışmamızda eğitim sonrası öne hamle mesafesi, öne hamle süresi ve kuvvet impulslarında çalışma grubunda eğitim öncesine göre anlamlı iyileşmeler gözlenmiştir. Bu sonuç, alt ekstremitelerde kas kuvveti, ayak, ayak bileği mobilitesinde artışın ve reaksiyon zamanındaki kısalmanın bir yansıması olabileceğini destekler niteliktedir. Bu araştırmada gruplararası karşılaştırma yapıldığında ise çalışma grubunun öne hamle mesafesinin eğitim sonrasında kontrol grubundaki olgulara göre anlamlı derecede iyi olduğu görülmüştür. Bunun yanında çalışma grubunda eğitim öncesi etki indeksi ile kuvvet impuls değerleri, kontrol grubuna göre anlamlı derecede kötü bulunurken, eğitim sonrası kontrol grubu değerlerine benzer özellik

göstermiştir. Bu sonuç öne hamle testinin denge eğitimi ile etkin olarak geliştirilebilir olduğunu vurgulamaktadır.

Yaşlı kadınlarda vizüel geribildirim destekli denge eğitiminin postural kontrol üzerine olan etkilerinin incelendiği bir diğer çalışmada ise 4 haftalık eğitimin sonuçları, vücut salınımlarını ve dinamik ağırlık aktarmayı değerlendiren bir denge sistemi ile ölçülmüştür. Bu araştırmacılar çalışmamızda olduğu gibi denge egzersizlerini aynı sistem üzerinde uygulamışlar ve çalışmalarının sonucunda denge egzersizlerinin denge fonksiyonlarında anlamlı iyileşmeler sağladığını belirtmişlerdir. Bunun yanında bu araştırmacılar elde ettikleri gelişmelerde, motor becerilerin öğrenilmesinde vizüel geribildirim etkisinin önemli olduğunu vurgulamışlar ve vizüel geribildirim kullanımının denge becerilerinin öğrenilmesini kolaylaştırdığı sonucuna varmışlardır.(19). Çalışmamızda vizüel geribildirim sistemini kullanmış olmamız ve postural salınım miktarlarında anlamlı azalmalar görmemiz yukardaki çalışmaya paralellik göstermektedir. Çalışmamızın sonucunda kas kuvvetlenmesinin yanı sıra öğrenmenin de bu iyileşmede etkili olduğunu ve hastaların ağırlık merkezini nasıl kontrol edeceğini tekrarlı vizüel geribildirim ile öğrenmiş olabileceklerini, böylece postural salınım miktarında azalmalar sağlandığını düşünmekteyiz.

Genel olarak çalışmamıza bakıldığında periferik nöropatili diyabetik hastalarda denge eğitiminin postural stabiliteyi arttırmada etkili bir yöntem olarak uygulanabileceği bulundu. Vizüel geribildirim destekli denge eğitiminin, distal ve proksimal kas kuvvetinde, mekanoreseptör fonksiyonunu arttırarak duyuda, ayak bileği mobilitesinde artışa yol açarak ve vizüel geribildirim ile postural kontrolün öğrenilmesini sağlayarak denge fonkiyonlarını düzelttiğini düşünmekteyiz.

ÇALIŞMANIN LİMİTASYONLARI VE GÜÇLÜ YANLARI

Kısa süreli vizüel geribildirim destekli denge eğitimlerin, vücut salınımları, postural kontrol ve vücut oryantasyonunda iyileşmeler sağladığı bildirilmiştir. Ancak dengedeki bu gelişmelerin merdiven çıkma, transfer aktiviteleri gibi günlük yaşam aktivitelerine yansıtılması için daha uzun süreli ve vizüel geribildirim giderek azaltıldığı denge eğitimlerine gereksinim olduğu vurgulanmaktadır. Bizim çalışmamızın limitasyonlarından biri dengedeki iyileşmenin günlük yaşam aktivitelerine nasıl yansıdığını değerlendiren bir ölçeğin kullanılmamış olmasıdır.

Çalışmamızın diğerk bir limitasyonu çalışma grubunda gelişen dengenin, ayak bileği kas kuvvetindeki artıştan kaynaklanıp kaynaklanmadığının daha net ifade edilebilmesi açısından ayak bileği kas kuvvetinin daha objektif olarak ölçülmemesidir. Bununla birlikte ayak bileği mobilite değerlendirilmesinin de kullanılmaması, dengenin gelişmesi ile ilgili ilişkinin gösterilmesi açısından çalışmanın diğerk bir eksik yönüdür.

Çalışmamızın güçlü yanı ise hastalara bilgisayar ortamında denge eğitimi veren ve bu eğitimin etkisini inceleyen bir çalışma olması yönünden literatürde ilk çalışma olma özelliği taşımasıdır.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Diyabetik olgularda periferik nöropati, koruyucu duyuda, kas kuvvetinde azalmaya, ve refleks kaybına yol açarak postural instabiliteye neden olur. Normal koşullar altında vestibüler, vizüel ve somatosensoriyal bilgilerin integrasyonu ile postural kontrol sağlanmaktadır. Periferik nöropatide somatosensoriyal bilgi akışının bozulması dengede kayıplar, postural instabilite ve yürüyüşte bozukluklar ortaya çıkarmaktadır.

Literatürde periferik nöropatili olguların postural stabilitelerini ve yürüyüş özelliklerini değerlendiren çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Ancak postural stabilityi arttırmaya yönelik eğitim uygulamalarını içeren çalışmalar kısıtlıdır. Bu çalışma diyabetik periferik nöropatili olgulara verilen vizüel destekli bilgisayar ortamındaki denge eğitiminin etkinliğinin belirlenmesi açısından literatürde orijinallik taşımaktadır. Uyguladığımız eğitim, periferik nöropatili hastaların koruyucu duyularında, bacak sırt kas kuvvetinde artış sağlamıştır. Ayrıca balans master cihazıyla yapılan eğitim sonrası denge testlerinde ise;

- Yumuşak zemin gözler açık kapalı duruş salınımlarında azalma
- Tek ayak üzerinde duruş salınım değerlerinde azalma ve sağlıklı bireylerin değerlerine benzerlik
- Stabilité limiti testinde reaksiyon zamanı, hareket hızı, ulaşılan son nokta, son noktadan sapma ve yön kontrolünde iyileşme ve sağlıklı bireylerin değerlerinden daha iyi duruma ulaşma
- Yürüme testinde adım uzunluğu ve yürüme hızında artış ve sağlıklı bireylerin değerlerine ulaşma
- Topuk-parmak ucu testinde adım genişliğinde azalma ve sağlıklı bireylerin değerlerine benzerlik, son nokta salınımlarında sağlıklı bireylerin değerlerine ulaşma
- Dönme testinde daha hızlı sağa ve sola dönme
- Öne hamle testinde yükselme indeksinde, hareket süresinde iyileşme elde edildi.

Bu sonuçlara dayanarak; hafif ve orta şiddetli periferik nöropatisi olan diyabetik olguların postural instabilitesini azaltmak için vizüel destekli denge eğitiminin rutin fizyoterapi programlarına eklenmesinin uygun olacağı görüşündeyiz .

Bu çalışma, vizüel destekli denge eğitiminin, postural stabiliteyi arttırdığını desteklerken, postural stabilitedeki bu artışın günlük yaşam aktivitelerine nasıl yansıdığını göstermemektedir. İleride yapılacak çalışmalarda bu denge eğitiminin günlük yaşama yansımaları da değerlendirilmelidir. Bununla birlikte takip süresinin uzatılması bu denge eğitiminin uzun dönem etkilerinin belirlenmesi açısından yararlı olacaktır.

Çalışmalarda en sık araştırılan konulardan biri de periferik nöropati ile düşme arasındaki ilişkidir. Bu nedenle uyguladığımız eğitimin düşme üzerine etkisini gösterecek çalışmalara da gereksinim vardır.

Literatürde periferik nöropatili hastaların kullandıkları stratejiler incelenmiş, bunun sonucunda periferik nöropatili olgularda daha proksimal kasların kuvvetlendirilmesine odaklanılmasının yürüyüşe ve dengeye olumlu etkiler sağlayacağı belirtilmiştir. İleride yapılacak çalışmalarda periferik nöropatili olgularda proksimal, distal grup kasların kuvvetlendirilmesi ile denge eğitiminin uygulanması sonucunda elde edilecek kazanımların incelenmesiyle hangi uygulamaların postural stabilitede daha yararlı olacağı netlik kazanacaktır.

KAYNAKLAR

1. Schmid H, Neumann C, Brugnara L. Diabetes and polyneuropathy of the lower limbs in the perspective of diabetologists. *Journal Vascular Brasileiro* 2003;2(1):37–48.
2. Özdirenç M, Biberöglu S, Özcan A. Evulation of physical fitness in patients with Type 2 diabetes mellitus. *Diabetes Res Clin Pract.* 2003 Jun;60(3):171-6.
3. Cımbız A, Çakır Ö. Evaluation of balance and physical fitness in diabetic neuropathic patients. *J Diabetes Complications* 2005; 19(3):160–4.
4. Leonard DR, Farooqı MH, Myers S. Restoration of sensation, reduced pain, and improved balance in subjects with diabetic peripheral neuropathy. *Diabetes Care* 2004; 27(1):168–72.
5. Erbaş T, Dağdelen S. Diyabetik Nöropati Patogenezi In: İmamoğlu Ş, ed. *Diabetes Mellitus* 2006. İstanbul: Deomed medikal yayıncılık;2006. p.437-53
6. Ward SA. Diabetes, Exercise, and Foot Care. Minimizing risks in patients who have neuropathy. *Phys Sportsmed* 2005; 33(8): 33–8.
7. Özdirenç M. Diyabetli hastalarda fonksiyonel kapasitenin değerlendirilmesi. DEÜ Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı Doktora 2000.
8. Said G. Diabetic neuropathy-a rewiev. *Nat Clin Pract Neurol* 2007;3(6): 331-40.
9. Menz HB, Lord SR, George R, Fitzpatrick RC. Walking stability and sensorimotor function in older people with diabetic peripheral neuropathy. *Arch Phys Med Rehabil* 2004;85:245–52.
10. Simmons RW, Richardson C, Pozos R. Postural stability of diabetic patients with and without cutaneous sensory deficit in the foot. *Diabetes Res Clin Pract* 1997; 36: 153–60.
11. Kwon O, Mueller MJ. Walking patterns used to reduce forefoot plantar pressures in people with diabetic neuropathies. *Phys Ther* 2001;81(2):828-35.
12. Richardson JK, Sandman D, Vela S. A focused exercise regimen improves clinical measures of balance in patients with peripheral neuropathy. *Arch Phys Med Rehabil* 2001;82:205–9.
13. Richardson JK, Thies SB, DeMott TK, Ashton-Miller JA. Interventions improve gait regularity in patients with peripheral neuropathy while walking on an irregular surface under low light. *Am Geriatr Soc.* 2004 Apr;52(4):510-5.

14. Courtemanche R, Teasdale N, Boucher P, Fleury M et al. Gait problems in diabetic neuropathic patients. *Arch Phys Med Rehabil* 1996;77:849-55.
15. Mueller MJ, Minor SD, Sahrman SA, Schaaf JA, Strube MJ. Differences in the gait characteristics of patients with diabetes and peripheral neuropathy compared with age-matched controls. *Phys Ther* 1994;74(4): 299-308.
16. VanDeursen RWM, Simoneau GG. Foot and ankle sensory neuropathy, proprioception, and postural stability. *J Orthop Sports Phys Ther* 1999;29(12):718-26.
17. Cade WT. Diabetes-related microvascular and macrovascular diseases in the physical therapy setting. *Phys Ther* 2008; 88(11):1322-35.
18. Ward SA. Diabetes, Exercise, and Foot Care; Minimizing risks in patients who have neuropathy. *Phys Sportsmed* 2005; 33:33-8.
19. Sihvonen SE, Sipilä S, Era PA. Changes in postural balance in frail elderly women during a 4-week visual feedback training: a randomized controlled trial. *Gerontology*. 2004 Mar-Apr;50(2):87-95.
20. Wolf SL, Barnhart HX, Kutner NG, McNeely E, et al. Atlanta FICSIT group. Selected as the best paper in the 1990s. Reducing frailty and falls in older persons: an investigation of a Tai Chi and computerized balance training. *J Am Geriatr Soc* 2003;51:1794-1803.
21. Geiger RA, Allen JB, O'Keefe J, Hicks RR. Balance and mobility following stroke: effects of physical therapy interventions with and without biofeedback/forceplate training. *Phys Ther* 2001;81:995-1005.
22. World Health Organization: Definition, Diagnosis and Classification of Diabetes Mellitus and its Complications: Report of a WHO Consultation. Part 1: Diagnosis and classification of diabetes mellitus. Geneva, World Health Organization 1999
23. Satman İ. Diabetes Mellitus epidemiyolojisi. In: İmamoğlu Ş, ed. *Diabetes Mellitus* 2006. İstanbul: Deomed medikal yayıncılık;2006. p.27-52.
24. Satman İ. Tip 2 Diabetes Mellitus. In: Büyüköztürk K ed. *İç hastalıkları cilt I* . İstanbul: Nobel Tıp Kitapevleri 2007. 501-32
25. Laakso M. Tip 2 diyabetin epidemiyolojisi ve tanısı. In: Goldstein BJ, Müllle-Wieland D, ed . *Tip 2 diyabet*. one edition. London and New york: Martin Dunitz; 2003.p.1-12.
26. World Health Organization: Definition and Diagnosis of Diabetes Mellitus and Intermediate Hyperglycemia. Report of a WHO/IDF Consultation. Disorders of

- glycaemia aetiological types and clinical stages. Geneva, World Health Organization 2006;35-41.
27. Watkins PJ. ABC of diabetes.fifth edition. London: BMJ Boks;2003.P1-7.
 28. Birrer RB, Sedaghat VD. Exercise and diabetes mellitus. Phys Sportsmed. 2003; 31(5):29-41
 29. World Health Organization: Definition and Diagnosis of Diabetes Mellitus and Intermediate Hyperglycemia. Report of a WHO/IDF Consultation. Should the current diagnostic criteria for diabetes be changed. Geneva, World Health Organization 2006;p.9-13.
 30. World Health Organization: Definition and Diagnosis of Diabetes Mellitus and Intermediate Hyperglycemia. Report of a WHO/IDF Consultation. Comparison of 1999 WHO and 2003 ADA diagnostic criteria . Geneva, World Health Organization 2006.
 31. Oşar Siva Z. Diyabet ve ateroskleroz. In: İmamoğlu Ş, ed. Diabetes Mellitus 2006. İstanbul: Deomed medikal yayıncılık;2006. p.427-31.
 32. Glaser R, Wieggers SE. Kardiyak ve periferik vasküler hastalık değerlendirmesi.In: Goldstein BJ, Mülle-Wieland D, ed . Tip 2 diyabet.one edition. London and New york: Martin Dunitz; 2003.p.375-92.
 33. Özyazar M. Diyabet ve periferik damar hastalığı. In: İmamoğlu Ş, ed. Diabetes Mellitus 2006. İstanbul: Deomed medikal yayıncılık;2006. p.437-53
 34. Rosenblatt B, Regillo CD, Benson WE. Diyabetik retinopati ve oküler komplikasyonlar. In: Goldstein BJ, Mülle-Wieland D, ed . Tip 2 diyabet.one edition. London and New york: Martin Dunitz; 2003.p.199-209.
 35. Yücel A. Diyabet ve göz. In: İmamoğlu Ş, ed. Diabetes Mellitus 2006. İstanbul: Deomed medikal yayıncılık;2006. p.313-54
 36. Tuncel E, Güçlü M. Diyabet ve nefropati. In: İmamoğlu Ş, ed. Diabetes Mellitus 2006. İstanbul: Deomed medikal yayıncılık;2006. p.295-309.
 37. Sacco Ide C, João SM, Alignani D, Ota DK, et al. Implementing a clinical assessment protocol for sensory and skeletal function in diabetic neuropathy patients at a university hospital in Brazil. Sao Paulo Med J. 2005 Sep 1;123(5):229-33. Epub 2005 Dec 8.

38. Ziegler D. Diyabetik nöropati ve cinsel disfonksiyon. In: Goldstein BJ, Müllle-Wieland D, ed . Tip 2 diyabet.one edition. London and New york: Martin Dunitz; 2003.p. 223-53.
39. Aring AM, Jones DE, Falko JM. Evaluation and prevention of diabetic neuropathy. Am Fam Physician. 2005 Jun 1;71(11):2123-8
40. Bhadada SK, Sahay RK, Jyotsna VP, Agrawal JK. Diabetic neuropathy: Current concepts. J Indian Acad Clin Med 2001;2(4):305-18.
41. Betker AL, Szturm T, Moussavi ZK, Nett C. Video game-based exercises for balance rehabilitation: a single-subject design. Arch Phys Med Rehabil. 2006 Aug;87(8):1141-9.
42. Dickstein R, Shupert CL, Horak FB. Fingertip touch improves postural stability in patients with peripheral neuropathy. Gait Posture. 2001 Dec;14(3):238-47.
43. Eastman RC Neuropathy in diabetes In: Harris MI, Cowie CC, Stern MP, Boyko EJ, Reiber GE, Bennett PH, eds Diabetes in America. 2nd ed.Washington DC. National Institutes of Health, 1995:339-48
44. Richardson JK. The clinical identification of peripheral neuropathy among older persons. Arch Phys Med Rehabil. 2002 Nov;83(11):1553-8.
45. Kamei N, Yamane K, Nakanishi S, Yamashita Y, et al. Effectiveness of Semmes-Weinstein monofilament examination for diabetic peripheral neuropathy screening. J Diabetes Complications. 2005 Jan-Feb;19(1):47-53
46. Uysal H. Diyabetik ayakta fizyoterapi yaklaşımlarının duyu bozuklukları üzerindeki etkisi. Ankara Üniversitesi Dikimevi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu Yıllığı 2003;4(1):9-19.
47. Fedele D, Comi G, Coscelli C, Cucinotta D, et al. A multicenter study on the prevalence of diabetic neuropathy in Italy. Italian Diabetic Neuropathy Committee. Diabetes Care. 1997 May;20(5):836-43.
48. Mueller MJ. Identifying patients with diabetes mellitus who are at risk for lower-extremity complications: use of Semmes-Weinstein monofilaments. Phys Ther. 1996 Jan;76(1):68-71.
49. Meijer JW, Smith JA, Sonderen EV, Groothof JW, et al. Sympton scoring systems to diagnose distal polyneuropathy in diabetes: The diabetic neuropathy symptom score. Diabet Med. 2002; 19: 962-65.

50. Maluf KS, Morley RE Jr, Richter EJ, Klaesner JW, et al. Foot pressures during level walking are strongly associated with pressures during other ambulatory activities in subjects with diabetic neuropathy. *Arch Phys Med Rehabil.* 2004 Feb;85(2):253-60.
51. Rahman M, Griffin SJ, Rathmann W, Wareham NJ. How should peripheral neuropathy be assessed in people with diabetes in primary care? A population-based comparison of four measures. *Diabet. Med.* 2003; 20: 368-74.
52. Green MF, Aliabadi Z, Green BT. Diabetic foot: evaluation and management. *South Med J.* 2002 Jan;95(1):95-101.
53. Mold JW, Vesely SK, Keyl BA, Schenk JB, Roberts M. The prevalence, predictors, and consequences of peripheral sensory neuropathy in older patients. *J Am Board Fam Pract.* 2004 Sep-Oct;17(5):309-18
54. Dros J, Wewerinke A, Bindels PJ, Weert HC. Accuracy of monofilament testing to diagnose peripheral neuropathy: A systematic Review. *Ann Fam Med* 2009;7:555-8.
55. Boike AM, Hall JO. A practical guide for examining and treating the diabetic foot. *Cleve Clin J Med* 2002; 69(4): 342-48.
56. Donat H, Özcan A, Özdirenç M, Aksakoğlu G, Aydınoglu S. Age-related changes in pressure pain threshold, grip strength and touch pressure threshold in upper extremity of elderly people. *Aging Clin Exp Res* 2005;17(5): 380-4.
57. Dover G, Powers ME. Reliability of joint position sense and force-reproduction measures during internal and external rotation of the shoulder. *J Athl Train* 2003;38(4): 304-10.
58. Gilman S. Joint position sense and vibration sense: anatomical organisation and assesment. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2002;73: 473-7.
59. Young MJ, Boulton AJM, Macleod AF, Williams DRR et al. A multicenter study of the prevalence of diabetic peripheral neuropathy in the United Kingdom hospital clinic population. *Diabetologia* 1993;36:150-4.
60. Miranda-Palma B, Sosenko JM, Bowker JH, Mizel MS, et al. A comparison of the monofilament with other testing modalities for foot ulcer susceptibility. *Diabetes Res Clin Pract.* 2005 Oct;70(1):8-12. Epub 2005 Mar 28.
61. Arora S, Smakowski P, Frykberg RG, Simeone LR, et al. Differences in foot and forearm skin microcirculation in diabetic patients with and without neuropathy. *Diabetes Care.* 1998 Aug;21(8):1339-44.

62. Caselli A, Pham H, Giurini JM, Armstrong DG, et al. The forefoot-to-rearfoot plantar pressure ratio is increased in severe diabetic neuropathy and can predict foot ulceration. *Diabetes Care*. 2002 Jun;25(6):1066-71.
63. Giacomozzi C, Caselli A, Macellari V, Giurato L et al. Walking strategy in diabetic patients with peripheral neuropathy. *Diabetes Care* 2002; 25(8): 1451-57.
64. Paisley AN, Abbott CA, van Schie CHM, Boulton AJM. A comparison of the Neuropen against standard quantitative sensory threshold measures for assessing peripheral nerve function. *Diabet Med*. 2002;19:400-405.
65. Vileikyte L, Peyrot M, Bundy C, Rubin RR, et al. The development and validation of a neuropathy- and foot ulcer-specific quality of life instrument. *Diabetes Care* 2003 Sep;26(9):2549-55.
66. Meijer JWG, van Sonderen E, Blaauwwekel EE, Smit AJ, et al. : Diabetic Neuropathy Examination: a hierarchical scoring system to diagnose distal polyneuropathy in diabetes. *Diabetes Care* 2000; 23 (6): 750-53.
67. Boulton, AJM. Management of Diabetic Peripheral Neuropathy. *Clinical Diabetes* January 2005 23:9-15.
68. Forouzandeh F, Aziz Ahari A, Abolhasani F, Larijani B. Comparison of different screening tests for detecting diabetic foot neuropathy. *Acta Neurol Scand*. 2005 Dec;112(6):409-13.
69. Meier MR, Desrosiers J, Bourassa P, Blaszczyk J. Effect of type II diabetic peripheral neuropathy on gait termination in the elderly. *Diabetologia*. 2001 May;44(5):585-92.
70. Oppenheim U, Kohen-Raz R, Alex D, Kohen-Raz A, et al. Postural characteristics of diabetic neuropathy. *Diabetes Care*. 1999 Feb;22(2):328-32.
71. Hurvitz EA, Richardson JK, Werner RA. Unipedal stance testing in the assessment of peripheral neuropathy. *Arch Phys Med Rehabil*. 2001 Feb;82(2):198-204.
72. Andersen H. Muscular endurance in long term IDDM patients. *Diabetes Care* 1998;21:604-9
73. Bohannon RW, Larkin PA, Cook AC, Gear J et al. Decrease in timed balance scores with aging. *Phys Ther* 1984;64:1067-70.
74. Huang HC, Gau ML, Lin WC, George K. Assessing risk of falling in older adults. *Public Health Nurs* 2003;20:399-411.

75. Resnick HE, Stansberry KB, Haris TB. Diabetes, peripheral neuropathy, and old age disability. *Muscle Nerve* 2002;25:43-50
76. Corriveau H, Prince F, Hébert R, Raïche M, et al. Evaluation of postural stability in elderly with diabetic neuropathy. *Diabetes Care*. 2000 Aug;23(8):1187-91.
77. Ubels FL, Links TP, Sluiter WJ, Reitsma WD, Smit AJ. Walking training for intermittent claudication in diabetes. *Diabetes Care*. 1999 Feb;22(2):198-201.
78. Clark S, Rose DJ. Evaluation of dynamic balance among community-dwelling older adult fallers: a generalizability study of the limits of stability test. *Arch Phys Med Rehabil*. 2001 Apr;82(4):468-74.
79. Balaban Ö, Nacı B, Erdem HR, Karagöz A. Denge fonksiyonunun değerlendirilmesi. *FTR Bil Der* 2009;12:133-9.
80. Nardo WD, Ghirlanda G, Cercone S, Pitocco D et al. The use of dynamic posturography to detect neurosensorial disorder in IDDM without clinical neuropathy. *J Diabetes Complications* 1999;13:79-85.
81. Ergun N, Baltacı G. Sağlıklı yaşam ve egzersiz, fiziksel uygunluk testleri. In: Spor yaralanmalarında fizyoterapi ve rehabilitasyon prensipleri. 2. basım. Ankara, Merdiven Reklam Tanıtım, 2006; 67-110
82. Ozcan A, Donat H, Gelecek N, Özdirenç M, Karadibak D. The relationship between risk factors for falling and the quality of life in older adults. *BMC Public Health* 2005;5:90
83. Instruction for use: Balance master® system operator's manual. Version 8.1. Copyright © 2003, NeuroCom® International, Inc.
84. Objective Quantification of Balance and Mobility. Clacamas, OR: 2000, NeuroCom International, Inc.
85. Aly FA, Fawzy E, Ibrahim M, Mohamed A. Assesment of stability deficits in patients with diabetic peripheral neuropathy. *Bull Fac Ph Th Cairo Univ* 2007;12(1):31-42.
86. Walsh M, Woodhouse LJ, Thomas SG, Finch E. Physical impairments and functional limitations: a comparison of individuals 1 year after total knee arthroplasty with control subjects. *Phys Ther* 1998;78(3):248-58.
87. Jevsevar DS, Riley PO, Hodge WA, Krebs DE. Knee kinematics and kinetics during locomotor activities of daily living in subjects with knee arthroplasty and healthy control subjects. *Phys Ther* 1993;73(4):229-42.

88. Cohen H, Blatchly CA, Gombash LL. A study of the clinical test of sensory interaction and balance. *Phys Ther* 1993;73(6):346-54.
89. Whitney SL, Wrisley DM. The influence of footwear on timed balance scores of the modified clinical test of sensory interaction and balance. *Arch Phys Med Rehabil* 2004;85(3): 439-43.
90. Bulat T, Hart-Hughes S, Ahmed S, Quigley P et al. Effect of a group-based exercise program on balance in elderly. *Clin Interv Aging* 2007;2(4):655-60.
91. Asseman F, Gahery Y. Effect of head position and vision condition on balance control in inverted stance. *Neurosci Lett* 2005;375(2):134-7.
92. Riemann BL, Myers JB, Lephart SC. Comparison of the ankle, knee, hip and trunk corrective action shown during single-leg stance on firm, foam, and multiaxial surfaces. *Arch Phys Med Rehabil* 2003;84(1):90-5.
93. Johnson E, Seiger A, Hirschfeld H. One leg stance in healthy young and elderly adults: a measure of postural steadiness. *Clin Biomech (Bristol, Avon)* 2004; 19(7): 688-94.
94. Wolfson L, Whipple R, Derby C, Judge J et al. Balance and strength training in older adults: intervention gains and Tai Chi maintenance. *J Am Geriatr Soc* 1996;44(5): 498-507.
95. Cho B, Scarpace D, Alexander NB. Test of stepping as indicators of mobility, balance, and fall risk in balance-impaired older adults. *J Am Geriatr Soc* 2004;52:1168-73.
96. Bulbulian R, Hargan ML. The effect of activity history and current activity on static and dynamic postural balance in older adults. *Physiol Behav* 2000;70:319-25.
97. Richardson JK, Hurvitz EA. Peripheral neuropathy: a true risk factor for falls. *The J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 1995;50:M211-5.
98. Gündüz OH. Yaşlılarda postür ve yürüme. *Geriatrici* 2000;3(4): 155-62.
99. Hatzitaki V, Amiridis IG, Nikodelis T, Spiliopoulou S. Direction-induced effects of visually guided weight-shifting training on standing balance in the elderly. *Gerontology* 2009;55(2):145-52.
100. Lord SR, Murray SM, Chapman K, Munro B, Tiedemann A. Sit-to-stand performance depends on sensation, speed, balance, and psychological status in addition to strength in older people. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2002;57(8): M539-43.
101. Yüksek S, Cicioğlu İ. 65-75 yaş arası sağlıklı kişilerin fiziksel uygunluk seviyelerinin belirlenmesi. *Türk Geriatri Dergisi* 2005;8(1): 25-33.

102. Hughes MA, Myers BS, Schenkman ML. The role of strength in rising from a chair in the functionally impaired elderly. *J Biomech* 1996; 29(2): 1509-13.
103. Schenkman M, Hughes MA, Samsa G, et al. The relative importance of strength and balance in chair rise by functionally impaired older individuals. *J Am Geriatr Soc.* 1996;44:1441-6.
104. Thapa PB, Gideon P, Fought RL, et al. Comparison of clinical and biomechanical measures of balance and mobility in elderly nursing home residents. *J Am Geriatr Soc.* 1994;42:493-500.
105. Lamb S, Guralnik J, Buchner D, et al. Factors that modify the association between knee pain and mobility limitation in older women: the women's health and aging study. *Ann Rheum Dis* 2000;59: 331-7.
106. Feland J, Hager R, Merrill RM. Sit to stand transfer: performance in rising power, transfer time and sway by age and sex in senior athletes. *Br J Sports Med* 2005;39: e39.
107. Emam AA, Gad AM, Ahmed MM, Assal HS, Mousa SG. Quantitative assessment of posture stability using computerised dynamic posturography in type 2 diabetic patients with neuropathy and its relation to glycaemic control. *Singapore Med J* 2009; 50(6): 614-8.
108. Goldberg A, Russell JW, Alexander NB. Standing balance and trunk position sense in impaired glucose tolerance(IGT)-related peripheral neuropathy. *J Neurol Sci* 2008; 270(1-2): 165-71.
109. Demott TK, Richardson JK, Thies SB, Ashton-Miller JA. Falls and gait characteristics among older persons with peripheral neuropathy. *Am J Phys Med Rehabil* 2007;86:125-132.
110. Karataş GK, Maral I. Ankara-Gölbaşı ilçesinde geriatric popülasyonda 6 aylık dönemde düşme sıklığı ve düşme için risk faktörleri. *Geriatrici* 2001;4(4):152-8.
111. Balcı P, Tunay VB, Baltacı G, Atay AÖ. Patellofemoral ağrı sendromunda farklı kapalı kinetik zincir egzersizlerinin kuvvet ve propriosepsiyon üzerine etkileri. *Acta Orthop Traumatol Turc* 2009;43(5): 419-25.
112. İnal S, Subaşı F, Mungan-Ay S, Uzun S, et al. Yaşlıların fiziksel kapasitelerinin ve yaşam kalitelerinin değerlendirilmesi. *Geriatrici* 2003;6(3): 95-9.
113. Verghese J, Wang C, Xue X, Holtzer R. Self-reported difficulty in climbing up or down stairs in nondisabled elderly. *Arch Phys Med Rehabil* 2008;89(1): 100-4.

- 114.** Mattacola CG, Jacobs AJ, Rund MA, Johnson DL. Functional assessment using the step-up and over test and forward lunge ACL reconstruction. *Orthopedics* 2004; 27(6): 602-8.
- 115.** Medell JL, Alexander NB. A clinical measure of maximal and rapid stepping in older women. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2000;55:M429-33.

EK-1



T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ
KLİNİK VE LABORATUVAR ARAŞTIRMALARI ETİK KURULU
Tarih ve Sayı: 24/02/2006/48

Etik Kurul Üyeleri
Prof.Dr.Taner ÇAMSARI
Doç. Dr. Cem Şeref BEDİZ
Doç. Dr. Uğur MÜNGAN
Doç. Dr. Hüseyin İŞLEKEL
Doç. Dr. Arzu SAYINER
Doç. Dr. Özgül SAĞOL
Doç. Dr. Görsev YENER
Doç. Dr. Mustafa SEÇİL
Yard. Doç. Dr. Cenk ERDAL
Yunus KARSLI

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ DEKANLIĞINA,

Etik Kurulumuzun 23 Şubat 2006 tarih ve 11/02/06 no.lu toplantısında 16 Protokol Numaralı Sağlık Bilimleri Enst. Müdürlüğü Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı Doktora Programı öğrencilerinden Zeliha Göcen ÖZAY'ın sorumlu olduğu, "Tip 2 diabetes mellitus'lu periferik nöropatisi olan hastalarda denge eğitiminin postural stabiliteye etkisi" isimli projede hasta bilgilendirilmeyen oram formunun hastaların anlayacağı şekilde Türkçeleştirilmesi (Örne Nöropati, komplikasyon vb. gibi) gerekmektedir. Bu düzeltmelerden sonra projenin uygulanmasında etik açıdan sakınca yoktur.

Oy birliği ile karar verilmiştir.

Bilgilerinizi ve gereğini arz ederim.

Prof.Dr.Taner ÇAMSARI
Klinik ve Laboratuvar Araştırmaları
Etik Kurulu Başkanı

Etik Kurul Sekreteri
Hatice İGCI

Tel: 0232 412 22 54

EK-2

GÖNÜLLÜ BİLGİLENDİRME FORMU

Araştırmanın Adı: Tip 2 Diabetes Mellitus'lu Periferik Nöropatisi Olan Hastalarda Denge Eğitiminin Postural Stabiliteye Etkisi

Sorumlu Araştırmacının Adı-Soyadı: Zeliha GÖCEN ÖZAY

Görevi: Uzman Fizyoterapist, Araştırma Görevlisi

İmzası:

Projenin Yürüteleceği Klinik/Bölüm:

Adı-adresi: DEÜ. Tıp Fakültesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksekokulu ve İç Hastalıkları Anabilimdalı/Endokrinoloji Bilim Dalı İnciraltı/İzmir

Tel: 0-232-277 50 30

Faks: 0-232-277 50 30

Diyabetik periferik duyu kusuru diabetes Mellitus'un en yaygın bulgularından biridir. Duyu kusuru,bacaklarda duyu kaybına, ayak basınçlarında artışa ve bacak kaslarında kuvvet kaybına yol açar ve bu kayıplar yürüyüşün bozulmasına, denge kaybına neden olur. İlerleyen dönemlerde periferik nöropatisi olan Diabetes Mellitus'lu hastalarda düşme sıklığı artar.

Sizi, periferik duyu kusuru olan Diabetes Mellitus'lu hastalara uygulayacağımız denge eğitiminin kullanıldığı bilimsel bir araştırmaya katılmaya davet ediyoruz. Bu çalışmanın amacı tip 2 DM'lu periferik duyu kusuru hastalarda denge eğitiminin etkinliğini değerlendirmektir. Kabul ederseniz ve çalışma kriterlerine uygunsanız denge eğitimi göreceksiniz. Her hastaya eğitimden önce ve 3 hafta sürecek eğitim programından sonra, denge, duyu ve kas kuvveti değerlendirmesi yapılacaktır. 3 hafta fizyoterapist gözetiminde yapılacak olan eğitim programı haftanın 5 günü 30-45 dk boyunca nörocom balans master cihazı üzerinde yapılacaktır. Çalışma sırasında kullanılan cihaz herhangi bir rahatsızlık vermeyecek ve sağlığınızı olumsuz yönde etkilemeyecektir.

Uygulanacak eğitim programı ve değerlendirmeler sırasında bir problem olduğunda iletişimde bulunacağınız kişiler;

Prof. Dr. Sena YEŞİL

Doç. Dr. Mehtap MALKOÇ

Tel: 0-232-412 37 53

Tel: 0-232-412 49 02

Araştırmaya gönüllü olarak katıldığınıza dair imzalı beyanınızı vereceksiniz.

Araştırmaya katılmama, red etme hakkına sahiptir.

Araştırmaya katıldıktan sonra devam etmeme hakkına sahiptir.

Araştırmadan sizin rızanız olmadan çıkartılabilirsiniz.

Yukarıda gönüllüye araştırmadan önce verilmesi gereken bilgileri okudum. Bunlar hakkında bana yazılı ve sözlü açıklamalar yapıldı. Bu konuda söz konusu klinik araştırmaya kendi rızamla hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın katılmayı kabul ediyorum.

Gönüllünün Adı-Soyadı:

İmzası:

Adresi:

Tel No:

Açıklamaları yapan araştırmacı:

İmzası:

Rıza alma işlemine başından sonuna kadar tanıklık eden kuruluş görevlisi İmzası:

Doç. Dr. Mehtap MALKOÇ

EK-3**NÖROPATİ DİSABİLİTE SKORU (NDS)**

		Sağ	Sol
Vibrasyon algılama eşiği Ayağın baş parmağının apeksinde 128 Hz diapozan ile yapılır. Normal / Anormal = vibrasyonu algılama / algılamama	Normal = 0 Anormal = 1		
İğnelenme Duyusu (Pin prick) Sivri- künt iğne ucu ile büyük ayak tırnağının proksimaline uygulanır.	Normal = 0 Anormal = 1		
Isı Duyusu Sıcak / soğuk tüp ayağın altına uygulanır.	Normal = 0 Anormal = 1		
Aşhil Refleksi	Var = 0 Destekle var = 1 Yok = 2		
	NDS toplam skoru		

0 – 2 puan normal

3 – 5 puan hafif nöropati

6 – 8 puan orta nöropati

9 -10 puan şiddetli nöropati

EK-4

Adı Soyadı: Yaş: Boy: Vücut Ağırlığı:

Protokol No: Tel:

DM Durasyonu: DM Tedavisi / Dozaj:

Nöropati Disabilite Skoru:

Ortostatik Hipotansiyon:

Laboratuvar Bulguları:

Açlık Glukozu:

LDL:

HDL:

Total Kolesterol:

Trigliserit:

HbA_{1c}:

B₁₂:

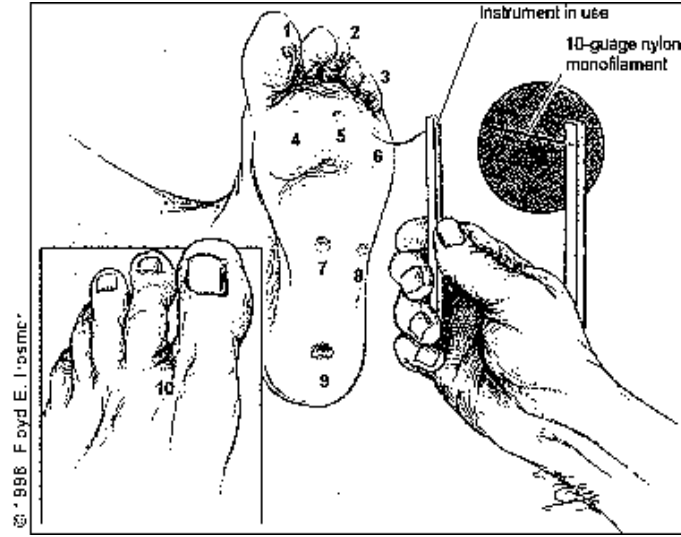
Folik Asit:

Mikroalbümünüri:

Retinopati:

EK-5

Semmes-Weinstein monofilament Testi:



R

L

Vibrasyon duyu testi:

Bacak sırt dinamometresi: