

DERLEME/ REVIEW

Nörolojik Hastalıklarda Yorgunluk ve Değerlendirme Yöntemleri

Fatigue and Assessment Methods in Neurological Disease

Gözde KAYA¹, Gülbin ERGİN¹¹ İzmir Bakırçay Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü

Geliş tarihi/Received: 03.02.2021

Kabul tarihi/Accepted: 24.03.2021

Sorumlu Yazar/Corresponding Author:

Gözde KAYA, Uzm. Fzt.

İzmir Bakırçay Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü

E-posta: gozde.kaya@bakircay.edu.tr

ORCID: 0000-0002-8762-9690

Gülbin ERGİN, Doç. Dr.

ORCID: 0000-0002-0469-6936

Öz

Nörolojik hastalıklarda sıklıkla görülen yorgunluk, bireylerin günlük yaşam aktivitelerinin kısıtlanmasına ve yaşam kalitelerinin azalmasına yol açan bir semptomdur. Yorgunluğun subjektif değerlendirilmesinde yorgunluğun şiddeti, günlük yaşam aktiviteleri üzerine etkileri, sosyal, bilişsel ve psikolojik etkileri gibi boyutlarının araştırılması amacıyla birçok ölçek geliştirilmiştir. Nörolojik hastalıklara özgü yorgunluğu ölçmek için geliştirilmiş ölçekler sayıca yetersizdir. Nörolojik hastalıklarda yorgunluğu değerlendirmek amacıyla kullanılan ölçeklerin çoğu farklı popülasyonlarda yorgunluğu değerlendirmek için geliştirilmiştir. Yorgunluğun objektif olarak değerlendirilmesinde ise invaziv yöntemler ve invaziv olmayan fizyolojik testler kullanılmaktadır. Kan testi ve kas biyopsisi yorgunluğun değerlendirilmesinde kullanılan invaziv yöntemlerdir. Elektromiyografi gibi invaziv olmayan fizyolojik testlerle yorgunluğun değerlendirilmesinde iyi derecede kas aktivasyonu gerekliliği, nörolojik hastalıklarda bu yöntemlerin kullanımını sınırlandıran bir faktördür. Bununla birlikte, nörolojik hastalıklarda yorgunluğun aktiviteden bağımsız olarak da var olabilen bir semptom olması ve subjektif doğası objektif değerlendirme yöntemlerinin nörolojik hastalıklarda yorgunluk ile ilgili yeterli bilgi vermediğini göstermektedir. Bu nedenlerle, nörolojik hastalıklara özel geliştirilmiş, hastalığın doğasını, yorgunluğu etkileyen faktörleri ve patolojisini göz önünde bulunduran ve psikometrik özellikleri iyi olan yorgunluk değerlendirme araçlarının geliştirilmesi gerekmektedir. Bu konuda yapılacak olan çalışmalar, nörolojik rehabilitasyon alanında çalışan klinisyen ve araştırmacılara fayda sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: Yorgunluk, nörolojik bozukluklar, ölçüm.**Abstract**

Fatigue, which is frequently seen in neurological diseases, is a symptom that restricts the daily life activities of individuals and leads to a decrease in their quality of life. In the subjective evaluation of fatigue, many scales have been developed to investigate dimensions such as the severity of fatigue, its effects on daily life activities, and its social, cognitive, and psychological effects. Scales developed to measure fatigue specific to neurological diseases are inadequate in number. Most of the scales used to evaluate fatigue in neurological diseases have been developed to evaluate fatigue in different populations. Invasive methods and non-invasive physiological tests are used in the objective evaluation of fatigue. Blood test and muscle biopsy are invasive methods which used in the evaluation of fatigue. The need for good muscle activation in evaluating fatigue with non-invasive physiological tests such as electromyography is a factor limiting the use of these methods in neurological diseases. However, the fact that fatigue is a symptom that can exist independently of activity in neurological diseases and its subjective nature shows that objective assessment methods do not provide sufficient information about fatigue in neurological diseases. For these reasons, it is necessary to develop fatigue assessment tools specially developed for neurological diseases, which take into account the nature of the disease, factors affecting fatigue and pathology, and good psychometric properties. Studies on this subject will benefit clinicians and researchers working in the field of neurological rehabilitation.

Keywords: Fatigue, neurological disorders, measurement.

1. Giriş

Yorgunluk, fiziksel görevleri yerine getirmede zorlanmayı, kas gücü üretme becerisindeki bozuklukları veya görevleri yerine getirebilmek için beklenenden daha fazla efor harcanmasını içeren bir terimdir (1). Yorgunluk; azalmış kuvvet üretimi (zayıflık), egzersiz toleransının azalması ve artan çaba harcama duygusu gibi birçok farklı şekilde tanımlanmaktadır (2).

Yorgunluk ve yorgunluk algısı, uzun süreli veya yoğun aktiviteye karşı gelişen normal fizyolojik reaksiyonlardır. Patolojik olmayan yorgunluk ve yorgunluk algısı dinlenme ile azalan, günlük yaşam aktivitelerini kısıtlamayan, uzun süreli eforla ortaya çıkan, 3 aydan uzun sürmeyen ve yorgunluğa sebep olan altta yatan nedenin belli olduğu geçici bir durumdur. Patolojik yorgunluk ise yorgunluğun süresine bağlı olarak uzamış (1 ile 5 ay süren) veya kronik (en az 6 ay süren) tipte olabilmektedir (3, 4).

Nörolojik hastalıklar, motor korteks, omurilik, periferik sinir, nöromusküler kavşak veya kasın kendisi gibi sinir sisteminin çeşitli seviyelerinde olup, kas kasılma mekanizmalarını etkileyecek patolojilerle seyrederek (2, 5). Nörolojik hastalıklarda yorgunluk yaygın olarak görülen ve bireylerin yaşam kalitelerini olumsuz etkileyen bir semptomdur. Multipl Skleroz (MS) hastalarında yorgunluk prevalansının %38-%90 arasında değiştiği (3,6), inme sonrası yorgunluk prevalansının %25-%85 arasında değiştiği (7), Parkinson hastalarında yorgunluk prevalansının %50 (8), Amyotrofik Lateral Skleroz hastalarında %44 olduğu (9) ve Myastenia Gravis hastalarında yorgunluk prevalansının %42-%82 arasında değiştiği bildirilmiştir (10). Genel popülasyonda kronik yorgunluk prevalansının %2-%11 arasında olması yorgunluğun nörolojik hastalıklarda oldukça yaygın görülen bir semptom olduğunu ve önemini göstermektedir (11). Nörolojik hastalıklarda sıklıkla karşılaşılan kronik yorgunluk azalmış enerji seviyesi, yapılan faaliyetlerle orantısız olarak artan efor algısı, istemli hareketlerin başlatılması veya sürdürülmesinde zorluk olarak ifade edilir. Bireylerin günlük yaşam aktivitelerinin kısıtlanmasına ve yaşam kalitelerinin azalmasına neden olan tedavi edilmesi zor bir semptomdur (3, 12).

Yorgunluğun değerlendirilmesinde ve yönetiminde yorgunluk ile ilişkili faktörlerin bilinmesi de önemlidir. Yapılan çalışmalarda farklı nörolojik hastalıklarda yorgunluk ile ilişkili faktörler tanımlanmıştır; inme hastalarında yorgunluk ile ilişkili faktörlerden bazıları, cinsiyet, yaş, depresyon, anksiyete, uyku, ağrı, inme özellikleri, biyolojik ve immünojenetik faktörler, sosyal destek, engel durumu, günlük işlevsellik ve bilişsel işlevlerdir. MS hastalarında, ileri yaş, kadın cinsiyet, tanıdan itibaren geçen yıl sayısı, birkaç çocuk sahibi olma, daha düşük eğitim düzeyi, MS tipi, eşlik eden komorbidite sayısı, sigara kullanımı, düşük fiziksel aktivite seviyesi yorgunluk ile ilişkili olduğu belirlenen faktörlerdir. Parkinson hastalarında ise yaş, hastalık süresi, levodopa günlük eşik dozu, hastalık şiddeti, depresyon varlığı, egzersiz alışkanlığı, uyku problemleri ve çevreye ilgi kaybı yorgunluk ile ilişkili faktörlerdir (13-16). Yorgunluk algısını etkileyen bir diğer faktör hastalığın doğası, patolojisi olarak da düşünülebilir. Nörolojik hastalıklarda, hastalıkların patolojilerindeki farklılıkların da etkisiyle yorgunluğa sebep olan fizyolojik, bilişsel ve duygusal sebepler farklılık göstermektedir (12).

1.1. Yorgunluğun Sınıflandırılması

Yorgunluk fizyolojik veya patolojik yorgunluk olarak sınıflandırılabilir. Ayrıca yorgunluğun sınıflandırılmasında, yorgunluğun süresine (akut, uzamış veya kronik yorgunluk), kaynağına (periferik/merkezi veya fiziksel/mental yorgunluk) veya lokalizasyonuna (lokal veya genel yorgunluk) göre birçok farklı sınıflandırma yapılmaktadır (11).

Nörolojik hastalıklarda yorgunluk primer ve sekonder yorgunluk olarak da sınıflandırılabilir. Primer yorgunluk, diğer komorbiditelerden bağımsız olarak ortaya çıkar ve hastalığın altta yatan patogenezi ile ilişkilidir. Sekonder yorgunluk ise, diğer eşlik eden semptomlardan veya hastalıklardan (anemi, tiroit fonksiyon bozukluğu, uyku bozuklukları gibi) kaynaklanan yorgunluktur (17).

1.1.1. Merkezi ve Periferik Yorgunluk

Merkezi Sinir Sistemi (MSS), merkezi bir nörotransmitter ile, spinal motor nöronlar üzerinde uyarıcı ve inhibe edici girdiler üreterek motor üniteleri (MÜ) aktifleştirir ve kuvvet çıktısı elde edilir. MÜ ateşlemesinin yavaşlaması veya kesilmesi, yorgunluğu gösteren kuvvet kaybına katkıda bulunmaktadır (18). Kuvvet veya kuvvet üretme kapasitesindeki bu düşüş, motor korteks, omurilikten nöromusküler kavşağa, kas zarı ve metabolizmasına kadar çeşitli nöral ve nöral olmayan seviyelerden kaynaklanmaktadır (2). Bu bağlamda yorgunluk hem periferik hem de merkezi mekanizmalarla oluşmaktadır (18).

Nörolojik hastalıklarda görülen periferik yorgunluk; motor zayıflık, azalmış kuvvet ve endurans ile karakterize, kas ve nöromusküler kavşak kaynaklı, kas seviyesindeki kuvvet üretiminin yetersizliğinden dolayı görevi gerçekleştirmek için gereken kuvvetin üretilmemesi sonucu oluşan yorgunluktur (12, 19). Nörolojik hastalıklarda görülen periferik yorgunluk mekanizmaları Tablo 1'de özetlenmiştir.

Nörolojik hastalıklarda görülen merkezi yorgunluk ise kasın sinir sistemi tarafından istemli aktivasyonunun azalması olarak tanımlanmaktadır. Periferik yorgunluk ile merkezi yorgunluk arasındaki önemli farklardan biri merkezi yorgunluğun sadece fiziksel değil aynı zamanda mental yorgunluğa da neden olabilmesidir. MSS'den suboptimal girdialan bir kas, maksimum kuvvet kapasitesini geliştiremez ve bu durum performansta azalmaya sonuçlanmaktadır. MSS'nin submaksimal aktivasyonu merkezi aktivasyon hatası olarak adlandırılır. Egzersiz sırasında bu hatanın artışı merkezi yorgunluk ile sonuçlanmaktadır (2, 12). Bazal gangliyonlar, talamus, limbik sistem ve yüksek kortikal merkezleri birbirine bağlayan yollarda aktivasyon sürecini bozan lezyonlar, merkezi yorgunluğun patofizyolojik süreciyle ilişkilendirilir (12). Nörolojik hastalıklarda görülen merkezi yorgunluk mekanizmaları Tablo 1'de özetlenmiştir.

Rudroff ve ark. (23) yorgunluğu; "merkezi, psikolojik ve / veya çevresel faktörlerdeki değişikliklerden kaynaklanan fiziksel ve/ veya mental performanstaki azalma" (s.2) olarak tanımlamışlardır. Yorgunluk, yerine getirilen göreve, bu görevin gerçekleştirildiği çevresel koşullara, bireylerin fiziksel ve zihinsel kapasitelerine motivasyon ve konsantrasyon seviyelerine ve psikolojik faktörlere bağlı olarak değişiklikler göstermektedir. Yorgunluğun merkezi faktörleri, nörotransmitter seviyeleri ve içsel nöronal

uyarılabilirlik gibi MSS işlevindeki değişikliklerle ilişkilidir. Duygu-durum bozuklukları, motivasyon ve performans geribildirimi ise yorgunluğun psikolojik faktörlerindedir. Çevresel faktörlerin etkilerine örnek olarak ise sıcaklık artışının MS hastalarının semptomlarını kötüleştirilmesi ve buna bağlı olarak hastaların fiziksel performanslarının da etkilenmesi verilebilir. Yorgunluk üzerinde çevresel, kişisel, hastalığa özgü veya homeostatik birçok faktörün etkili olduğu unutulmamalı ve yorgunluğun değerlendirilmesi ve yönetiminde yorgunluğu etkileyen faktörler göz önünde bulundurulmalıdır (23).

Tablo 1. Periferik ve Merkezi Yorgunluk Mekanizmaları

Periferik Yorgunluk Mekanizmaları	Merkezi Yorgunluk Mekanizmaları
-Uyarılma-kasılma eşleşmesinin bozulması (20).	-Bozulmuş beyin fonksiyonu ve düşünce süreçleri (19).
-Kas zarından tübül sistemine elektriksel iletim kaybı (20, 21).	-Yüksek eşikli motor ünitelerin ateşlenmesinin azlığı ve/veya gecikmiş iletim (20, 22).
-Bozulmuş kalsiyum salınımı, kalsiyum geri alımı, oksidatif fosforilasyon ve/veya glikoliz (20, 21).	-Serebral korteks ve spinal motor nöronlar içindeki motor nöronlar arasında uyumun bozulması (20, 22).
-Metabolit birikimi (Laktat ve fosfat gibi) (20).	-Tip I duyuşsal afferentlerden pozitif geri bildirim azalması ve/veya Tip III ve IV duyuşsal afferentlerden negatif geribildirim artması (20, 22).
-Çapraz köprü döngüsü sırasında miyozin ve aktin arasındaki etkileşimin bozulması (20, 21).	

1.2. Yorgunluğun Değerlendirilmesi

Yorgunluğun değerlendirilmesinde birçok farklı değerlendirme yöntemi kullanılmaktadır. Fizyolojik yorgunluğun değerlendirilmesinde objektif değerlendirme yöntemleri kullanılır ve bu yöntemlerden bazıları periferik ve merkezi yorgunluğun ayırt edilmesini sağlayabilmektedir.

Sübjektif yorgunluğu değerlendirmek için ise nörolojik hastalarda kullanılabilecek hastalığa özel veya genel popülasyon için geliştirilmiş anketlerle birlikte diğer yorgunlukla ilişkili semptomları değerlendiren anketler kullanılmaktadır (24, 25).

Hem objektif hem de sübjektif değerlendirme yöntemlerinin nörolojik hastalar için bazı kısıtlılıkları vardır. Çoğu anket, belirgin motor engelleri olmayan bireylere yöneliktir bu da bazı nörolojik hasta gruplarının yorgunluk açısından değerlendirme sonuçlarının güvenilirliğini düşürmektedir. Nörolojik hasta gruplarının değerlendirme sonuçları kas zayıflığı veya kas kuvvet yetersizliğinden dolayı belirli görevleri yerine getirememekten etkilenebilir. Bu durum yorgunluğun doğru bir şekilde değerlendirilmesini engelleyecektir (24).

1.2.1. Sübjektif Yorgunluk Değerlendirme Yöntemleri

Yorgunluk birçok nörolojik hastalıkta görülen ortak bir problemdir. Yorgunluğun yönetimine yönelik müdahalelerin sınırlı olması ve etkinliklerinin belirsizliği bu problemi daha da arttırmaktadır. Yorgunluğun yönetimindeki önemli problemlerden birisi değerlendirme yöntemlerinin yetersizliğidir. Yorgunluğun sübjektif bir deneyim olması da değerlendirilmesini zorlaştırmaktadır. Standardize, uygun, güvenilir ve kullanımı kolay ölçüm araçları problemin doğasını ve şiddetini anlamının yanında müdahalelerin etkinliklerinin değerlendirilmesinde büyük önem taşımaktadır (26, 27).

Yorgunluğun hastalar üzerindeki etkilerini tanımlamaya çalışan çok sayıda anket bulunmaktadır. Yorgunluk

anketleri genel popülasyonda kullanıma uygun veya hastalığa özel geliştirilen ölçekler olabilir veya yorgunluğun değerlendirilmesi ya da yorgun bireyleri yorgun olmayanlardan ayırt etme amacıyla geliştirilmiştir. Yorgunluğun değerlendirilmesinde kullanılan anketler yorgunluğun bir veya birden çok boyutu hakkında bilgi vermesine göre tek boyutlu veya çok boyutlu anketler olarak iki grupta incelenmektedir (27). Çok boyutlu ölçekler yorgunluğun kapsamlı bir şekilde birçok yönden değerlendirilmesini amaçlamaktadır. Bu ölçekler yorgunluğu yoğunluğu, süresi, şiddeti, etkinlik yaşam aktiviteleri ve yaşam kalitesi üzerindeki etkisi gibi birçok farklı yönden ele alıp yorgunluğun bilişsel, davranışsal veya sosyal işlevsellik açısından değerlendirilmesini sağlamaktadır. Bu sebeple çok boyutlu ölçekler hastalıklar arasındaki yorgunluk profillerinin karşılaştırılması ya da yorgunluğun belirli yönlerinin altında yatan mekanizmaların tanımlanması için daha kullanışlıdır. Tek boyutlu ölçeklerde ise yorgunluk sadece şiddet veya etki gibi tek bir boyutta değerlendirilmektedir. Bu ölçekler genellikle kısa, puanlaması pratik ve ekonomiktir (28).

Nörolojik hastalıklarda (diğer tüm hastalıklarda veya sağlıklı popülasyonda da olduğu gibi) klinik pratikte veya araştırma amacıyla kullanılacak ölçeklerin kullanımı kolay ve psikometrik özelliklerinin iyi düzeyde olması gerekir. Kullanılacak ölçekler geçerli, güvenilir, anlaşılması ve uygulanması kolay, kullanılacak popülasyona uygun, hasta ile sağlıklı ayırımı yapabilecek düzeyde seçici ve müdahale sonrası değişime veya hastalığın ilerlemesine duyarlı olmalıdır (27, 28).

Nörolojik hastalıklarda yorgunluğun değerlendirilmesinde kullanılan birçok anket bulunmaktadır. Fakat bu ölçeklerin çoğunun başka hastalıklarda yorgunluğu değerlendirmek amacıyla geliştirilmiş araçlar olması, nörolojik hastalıklarda yorgunluk üzerinde etkili olabilecek hastalığın patolojisi ile ilişkili durumların göz ardı edilmesine neden olmaktadır. Ölçeklerde incelenen yorgunluğun fiziksel, zihinsel, duygusal işlevler, günlük aktiviteler üzerindeki etkisi gibi alt parametreler nörolojik hastalıklarda eşlik eden diğer semptomlardan doğrudan etkilenmektedir (26). Spinal Kord Yaralanması (SKY) sonrası gözlenen yorgunluğu değerlendiren ölçeklerin incelendiği bir sistematik derlemede; toplam sekiz yorgunluk ölçeği içerisinde Yorgunluk Şiddet Ölçeği'nin en uygun ölçek olduğu belirtilmiş, yorgunluğun çok boyutlu değerlendirilmesinde ise SKY için Modifiye Yorgunluk Etki Ölçeği (MFIS-SCI) önerilmiştir. Bu çalışmada seçilen ölçeklerden sadece ikisinin (Yorgunluk Şiddet Ölçeği: FSS ve MFIS-SCI) SKY hastalarında geçerlilikleri bulunmaktadır. Fakat belirlenen ölçeklerden hiçbiri SKY popülasyonuna özgü geliştirilmemiştir (29). İnme sonrası yorgunluğu değerlendiren ölçeklerin içerik olarak analiz edildiği başka bir derlemede, inme hastalarında kullanılan yorgunluk ölçeklerinin hastalığa özel geliştirilmiş ölçekler olmadığı, inme sonrası yorgunluğa özgü öğeleri atladığı ve inme sonrası yorgunluğun çok boyutlu doğasını hesaba katmadığı bildirilmiştir (30). Parkinson hastalarında eşlik eden semptomlar ve semptomlardaki dalgalanmalar yorgunluğun değerlendirilmesini zorlaştırmaktadır. Fakat hastalığın "on" ve "off" dönemlerinde yorgunluk dalgalanmalarını değerlendiren herhangi bir ölçek olmaması ve hastalığa eşlik eden demans veya depresyonu olan hastalarda yorgunluğun nasıl değerlendirilebileceğinin netleşmemesi Parkinson hastalarında yorgunluğun değerlendirilmesini

Tablo 2. Nörolojik Hastalıklarda Kullanılan ve Türkçe Versiyonu Bulunan Yorgunluk Ölçekleri

	Ölçek İsmi	İçerik /Kapsam /Alt ölçekler/ Değerlendirdiği Yapı	Kültürler arası adaptasyon /Türkçe versiyon geçerlik, güvenirlik	Kullanıldığı Nörolojik Hastalıklar
Tek Boyutlu Ölçekler	Yorgunluk değerlendirme ölçeği (FAS)	Yorgunluk Şiddeti Total (10 madde)	✓	İnme (32)*
	Yorgunluk Şiddet Ölçeği (FSS)	Yorgunluğun Etkisi Yorgunluk Şiddeti Total (9 madde)	✓	Multipl Skleroz (33) İnme (34) Parkinson Hastalığı (35) Spinal Kord Yaralanması*(36)
	Duygudurumları Profili (yorgunluk alt ölçeği) (POMS-F)	Yorgunluk Şiddeti Total (6 madde)	✓** (37)	İnme*(32)
	Kronik Hastalıkların Tedavisinde Fonksiyonel Değerlendirme- Yorgunluk Ölçeği (FACIT-F)	Yorgunluk Etkisi Yorgunluk Şiddeti Total (13 madde)	✓** (38)	İnme* (39) Parkinson Hastalığı* (40)
	Parkinson Yorgunluk Ölçeği (PFS-16)	Yorgunluğun Etkisi Total (16 madde)	✓	Parkinson Hastalığı (41-43)
	Yorgunluk Etki Ölçeği (FIS)	Bilişsel (10) Fiziksel (10) Psikososyal (20) Total (40 madde)	✓	Multipl Skleroz (44) İnme* (45)
	Çok Boyutlu Yorgunluk Değerlendirme Ölçeği (MAF)	Derece, Şiddet, Sıkıntı, Etki, Zamanlama Total (16 madde).	✓** (46)	Travmatik Beyin Yaralanması* (47)
	Checklist Individual Strength (CIS) anketi	Yorgunluk deneyimi (8), Motivasyon (4), Fiziksel aktivite (3) Konsantrasyon (5) Total (20 madde)	✓** (48)	Multipl Skleroz* (49)
	Çok Boyutlu Yorgunluk Envanteri (MFI-20)	Genel yorgunluk (4) Fiziksel yorgunluk (4) Azalmış aktivite (4) Azalmış motivasyon (4) Mental yorgunluk (4) Total (20 madde)	✓** (50)	Parkinson*(51) Multipl Skleroz* (52, 53) Edinilmiş Beyin Yaralanması*(54)

*: Farklı ülkelerde ilgili hastalıklarda kullanılan ölçekler

**: Nörolojik hastalıklar dışında başka hastalık gruplarında veya sağlıklı bireylerde kullanılan ölçekler

(26, 27, 52, 55)

zorlaştıran etkenlerdendir (31). Nörolojik hastalıklarda sıklıkla kullanılan ve Türkçe versiyonu bulunan tek boyutlu ve çok boyutlu yorgunluk ölçekleri Tablo 2'de özetlenmiştir.

Nörolojik hastalıklarda yorgunluğu değerlendirmek amacıyla kullanılan ölçüm araçlarının psikometrik özelliklerinin de araştırıldığı, Tyson ve ark. (26) tarafından yapılan sistematik derlemede Yorgunluk Şiddet Ölçeği'nin altı versiyonu ve Yorgunluk Etki Ölçeği'nin beş versiyonu dahil olmak üzere yorgunluğu değerlendiren 17 ölçüm aracı

tanımlanmıştır. Fakat seçilen ölçüm araçlarının hiçbirinin tüm psikometrik özellikleri sağlamadığı bildirilmiştir. Bununla birlikte, Nörolojik Yorgunluk İndeksi'nin incelenen ölçekler arasında en kapsamlı olan ölçek olduğu ve MS, inme ve motor nöron hastalığı olan kişiler için kullanılabilir olduğu belirtilmiştir. Hastaların yorgunluk deneyimlerini, ihtiyaçlarını, tedavi önceliklerini ve farklı nörolojik koşullarda yorgunluk mekanizmalarını belirlemek için daha fazla araştırmaya ihtiyaç olduğu düşünülmektedir (26).

Tablo 3. Nörolojik Hastalıklara Özgü Geliştirilmiş veya Adapte Edilmiş Yorgunluk Ölçekleri

Ölçek İsmi	İçerik /Kapsam /Alt ölçekler/ Değerlendirdiği Yapı	Kültürler arası adaptasyon / Türkçe versiyon geçerlik / güvenirlilik		Geliştirildiği Popülasyon /Kullanıldığı Nörolojik Hastalıklar
		Var	Yok	
Yorgunluk Şiddet Ölçeği (FSS) (56)	Yorgunluğun Etkisi	✓		Multipl Skleroz (33)*
	Yorgunluk Şiddeti			İnme (34)
	Total (9 madde)			Parkinson Hastalığı (35)
				Spinal Kord Yaralanması (36)
Parkinson Yorgunluk Ölçeği (PFS-16) (57)	Yorgunluğun Etkisi	✓		Parkinson Hastalığı*
	Total (16 madde)			(41-43)
Yorgunluk Etki Ölçeği (FIS) (58)	Bilişsel (10)	✓		Multipl Skleroz* (44)
	Fiziksel (10)			
	Psikososyal (20)			
	Total (40 madde)			
Multipl Skleroz için Nörolojik Yorgunluk İndeksi (NFI-MS) (59)	Fiziksel (8)		✓	Multipl Skleroz*
	Bilişsel (4)			
	Anormal uyku (5)			
	Dinlenerek rahatlama (6)			
	Özet ölçek (10)			
	Total (33 madde)			
Motor nöron hastalığı için Nörolojik Yorgunluk İndeksi (NFI-MND) (60)	Zayıflık (7)		✓	Motor Nöron Hastalığı*
	Enerji (6)			
	Özet ölçek (8)			
	Total (21 madde)			
İnme için Nörolojik Yorgunluk İndeksi (NFI-Stroke) (61)	Fiziksel (8),		✓	İnme*
	Bilişsel (4),			
	Özet ölçek (10)			
	Total (22 madde)			
Myastenia Gravis Yorgunluk Ölçeği (MFS) (62)	Yorgunluk algısını (9)		✓	Myastenia Gravis*
	Yorgunluk kaynaklı görevden kaçınma davranışı (8)			
	Yorgunluk kaynaklı gözlenebilir motor işaret ve semptomlar (9)			
	Total (26 madde)			

*Ölçeğin geliştirildiği popülasyon (26, 27, 52, 55)

Yorgunluk ölçeklerinin içerikleri incelendiğinde büyük farklılıklar gözlemlenmiştir. Alghwiri ve ark. (55) tarafından yapılan çalışmada yorgunluk değerlendirilmesinde kullanılan ölçeklerin içerikleri İşlevsellik, Yetiyitimi ve Sağlığın Uluslararası Sınıflandırılması (ICF) ile bağlantısına dayalı olarak tanımlanmış ve karşılaştırılmıştır. Nörolojik hastalıklar da dahil olmak üzere birçok farklı hastalık grubunda veya genel popülasyonda yorgunluğun değerlendirilmesi amacıyla kullanılan ölçekler bu çalışma kapsamında incelenmiştir. Mevcut içerik karşılaştırma çalışmasına dayanarak, genel yorgunluk ölçeklerinin temel olarak ICF'in "vücut fonksiyonları" ve "aktiviteler ve katılım" bileşenlerine odaklandığı bildirilmiştir. Çevresel faktörlerin ölçeklerde yeterince sorgulanmadığı, sadece 3 genel yorgunluk ölçeğinde çevresel faktörlerin yorgunluk üzerindeki etkilerine yer verildiği belirtilmiştir. Çevresel

faktörler nörolojik hastalıklarda semptomlar üzerindeki olası etkileri nedeniyle değerlendirilmelidir. Ayrıca çalışma sonucunda ICF'in tek bir bileşenine odaklanan ölçeklerin bulunmadığı, ölçeklerin genellikle birden fazla ICF bileşeniyle ilgili karma maddelere sahip olduğu bildirilmiştir. Bu durum yorgunluğun günlük yaşam aktiviteleri, yaşam kalitesi üzerindeki etkisi ya da yorgunluğu etkileyen çevresel faktörler gibi belirli konularda özelleşmiş ölçeklere olan ihtiyacı açığa çıkarmıştır (55).

Literatür incelendiğinde nörolojik hastalıklarda yorgunluk ile ilgili yapılan çalışmaların büyük bir çoğunluğunun MS hastaları ile gerçekleştirildiği görülmektedir. Yorgunluğun birçok farklı nörolojik hastalıkta gözlemlenen önemli bir semptom olması diğer nörolojik hastalıklarda yorgunluğun değerlendirilmesi ve yönetimi ile ilgili daha fazla

çalışmanın gerektiğini göstermektedir. Farklı nörolojik hastalıklarda yorgunluğu etkileyen ve yorgunluk ile ilişkili ortak faktörler olabileceği gibi hastalığın patolojisi ile ilişkili olarak farklılıklar gözlenmektedir. Bu durum hastalığa özgü geliştirilen ölçeklerin önemini göstermektedir. Nörolojik hastalıklara özgü geliştirilmiş ölçeklerin sayıca yetersiz olduğu bilinmektedir. Bununla birlikte var olan ölçeklerden Yorgunluk Şiddet Ölçeği ve Yorgunluk Etki Ölçeği yaygın olarak kullanılmaktadır. Fakat bu ölçeklerin gereksiz maddeler içermesi, puanlama yapılarının düzensiz olması gibi bazı sınırlılıkları vardır. Nörolojik Yorgunluk İndeksleri'nin daha kapsamlı olduğu, metodolojik olarak örnek olabileceği ve psikometrik özellikler açısından da daha iyi olduğu bildirilmiştir (26). Nörolojik hastalıklara özgü geliştirilmiş veya bir nörolojik hastalık için geliştirilmiş ve farklı nörolojik hastalıklara uygun olacak şekilde uyarlanmış yorgunluk ölçekleri Tablo 3'de özetlenmiştir.

Tablo 4. Objektif Yorgunluk Değerlendirme Yöntemleri

Periferik Yorgunluğun Değerlendirilmesi	
Kuvvet Değerlendirmesi	Egzersizden sonra dinlenme sırasında elektrik stimülasyonuna verilen kuvvet cevabının, elektrik stimülasyonu öncesi kuvvet cevabına göre değişiminin incelenmesidir. Elektrik stimülasyonundan önce ve sonra ölçülen değerler sonucunda kuvvet cevabındaki azalma yorgunluk şiddetini göstermektedir (2).
Yüzeysel EMG Değerlendirmesi (sEMG)	sEMG aracılığıyla sarkolemmadaki değişiklikler, sinyalin genliği, frekans içeriği ve kas-lifi iletim hızı gibi çeşitli değişkenler değerlendirilmektedir (2). Frekans ve genlikteki değişikliklerin izlenmesi ile yorgunluk ile ilgili bilgi edinilir. Yorgunluk oluştuğunda sEMG'nin frekans parametrelerinde bir azalma ve genlikte artış gözlenmektedir. EMG frekans parametreleri kas lifi iletim hızı ile ilişkilidir ve özellikle kas içi ortamda metabolitlerin (örneğin, H ⁺ ve K ⁺) birikimindeki değişikliklere duyarlıdır (64).
Santral Yorgunluğun Değerlendirilmesi	
Seğirme İnterpolasyonu	Bireylerin motor sinirine ya da motor son plağına elektriksel stimülasyon uygulandığı belirli bir kasta maksimum istemli kontraksiyon yapmaları istenir. Eğer optimal değerler altında istemli kontraksiyon gerçekleşirse; elektrik stimülasyonu merkezi aktivasyon hatasını gösteren kuvvet artışı ile sonuçlanacaktır. Bu değerlendirme ile merkezi yorgunluk hakkında bilgi edinilebilirken, merkezi aktivasyon hatasının kaynağının spinal ya da kortikal olup olmadığı ayırt edilememektedir (2).
Motor Korteks Stimülasyonu	Motor korteksin manyetik ve elektriksel stimülasyonu, yapay olarak MSS'ni harekete geçirmekte ve motor korteksin uyanması ile alınan cevaplar kuvvet veya elektriksel kas cevabı kaydedilerek ölçülmektedir. Manyetik uyarımı takiben motor korteks tarafından azalmış çıktı yorgunluğa işaret eden bir bulgu olarak bildirilmiştir (2, 65).

1.2.2. Objektif Yorgunluk Değerlendirme Yöntemleri

Kas yorgunluğunun kan testi (kan laktat seviyesi ve kan oksijen seviyesi) ve kas biyopsisi (kas pH'ı) gibi invaziv yöntemlerle ölçülmesi, invaziv olmayan tekniklere göre daha güvenilirdir. İnvaziv yöntemlerin dışında yorgunluk ile ilgili bilgi sağlayan elektromiyografi (EMG), sonomiyografi (SMG), mekanomiyografi (MMG), yakın kızılötesi spektroskopisi (NIRS), transkraniyal manyetik stimülasyon (TMS), elektroensefalografi (EEG) ve ultrason gibi invaziv olmayan fizyolojik testler geliştirilmiştir (63). Yorgunluğun objektif olarak değerlendirilmesinde kullanılan yöntemlerden bazıları Tablo 4'de özetlenmiştir.

Yüzeysel elektromiyografi (sEMG) tabanlı değerlendirme yöntemleri sıklıkla tercih edilen yöntemler olmalarına rağmen

sinyallerdeki gürültünün filtrelenmesi için süreye ihtiyaç vardır. Ayrıca elektrot yerleşiminin standardizasyonu için kılavuzlar takip edilmelidir (64). Klinik pratikte maksimum istemli kasılma protokollerinin kullanımı ve sEMG'nin düşük kas kasılmasını saptanmadaki kısıtlılığı nedeniyle nörolojik hastalıklarda yorgunluğun değerlendirilmesinde uygun olmayabilir (66). sEMG tabanlı tekniklerin iyi düzeyde kas fonksiyonu gerektiren protokollerle uygulanmasındaki sorunları ortadan kaldırmak için robotik sistemlerle kombine sEMG ölçümleri denenmiştir (66). Mugnosso ve ark. (66) yorgunluğu değerlendirmek için sEMG destekli robotik bir sistem kullanmışlardır. El bileği ekleminde harekete izin veren sistemde sonuçları araştırmak için 2 farklı kasta (fleksör karpi radialis ve ekstansör karpi radialis kasları) değerlendirilmeler gerçekleştirilmiştir. Geliştirilen bu robot destekli değerlendirme metodunda amaç bireylerin kapasitesi ne olursa olsun gerçekleştirilebilen hareketlerden kas durumu ve yorgunluk seviyesi hakkında objektif bilgi elde etmektir. Ayrıca robotik platformlar sayesinde görev değişkenliğini en aza indirip testin tekrar edilebilirliğinin artırılması amaçlanmıştır. Yöntemin uygulanmasının basit ve kolay olduğu ve aynı zamanda kas kasılmaları sağlayamayan hastalar için de uygun olduğu belirtilmiştir (66).

Objektif değerlendirme yöntemlerinin nörolojik hasta gruplarında yorgunluğu değerlendirmedeki kısıtlılıkları göz önüne alındığında alternatif değerlendirme yöntemlerine ihtiyaç olduğu bilinmektedir. Ayrıca nörolojik hastalarda yorgunluğun aktiviteden bağımsız olarak da var olan bir semptom olması ve yorgunluğun sübjektif doğası nedeniyle objektif değerlendirme yöntemleri bu hasta gruplarında yorgunluk ile ilgili yeterli bilgi vermemektedir. Yorgunluğun şiddeti, günlük yaşam, hareketlilik, sosyal, psikolojik birçok etkisinin araştırılması amacıyla sübjektif değerlendirme yöntemleri ön plana çıkmaktadır.

2. Sonuç ve Öneriler

Fizyoterapi ve Rehabilitasyon araştırmalarında ve klinik uygulamalarında değerlendirmenin önemi düşünüldüğünde nörolojik hastalıklarda yorgunluğun değerlendirilmesi ile ilgili yapılacak çalışmalar hem araştırmacılara hem de klinisyenlere fayda sağlayacaktır. Sonuç olarak birçok farklı nörolojik hasta grubunda sübjektif yorgunluğu değerlendirecek hastalığa özel ölçeklerin eksikliği, var olan ölçeklerin psikometrik özelliklerinin iyi olmaması yorgunluğun etkili bir şekilde değerlendirilmesini engelleyen unsurlardandır. Bu nedenle nörolojik hastalıklarda hastalığa özel geliştirilmiş, hastalığın doğasını, etkileyen faktörleri ve patolojisini de göz önünde bulunduran psikometrik özellikleri iyi olan yorgunluk değerlendirme araçlarının geliştirilmesi ve var olan ölçüm araçlarının Türk toplumunda kullanımına yönelik çalışmaların artırılması bu alanda çalışan klinisyen ve araştırmacılara fayda sağlayacaktır.

3. Alana Katkı

Bu derlemede nörolojik hastalıklarda yorgunluğun değerlendirilmesinde kullanılan yöntemler açıklanmıştır. Bu yöntemlerin kullanımını sınırlandıran ve geliştirilmesi gereken yönleri belirlenmiş ve tartışılmıştır. Aynı zamanda nörolojik fizyoterapi alanında çalışan fizyoterapistlerin klinikte geçerli ve güvenilir olarak kullanabilecekleri yorgunluk anketleri özetlenmiştir.

Çıkar Çatışması

Bu makalede herhangi bir nakdi/aynı yardım alınmamıştır. Herhangi bir kişi ve/veya kurum ile ilgili çıkar çatışması yoktur.

Yazarlık Katkısı

Fikir/Kavram: GE; **Tasarım:** GE, GK; **Denetleme:** GE; **Kaynak ve Fon Sağlama:** Yok; **Malzemeler:** Yok; **Veri Toplama ve/veya İşleme:** Yok; **Analiz/Yorum:** Yok; **Literatür Taraması:** GK; **Makale Yazımı:** GE, GK; **Eleştirel İnceleme:** GE.

Kaynaklar

1. Taylor JL, Gandevia SC. A comparison of central aspects of fatigue in submaximal and maximal voluntary contractions. *Journal of Applied Physiology*. 2008;104(2):542-50.
2. Zwarts M, Bleijenberg G, Van Engelen B. Clinical neurophysiology of fatigue. *Clinical Neurophysiology*. 2008;119(1):2-10.
3. Kluger BM, Krupp LB, Enoka RM. Fatigue and fatigability in neurologic illnesses: Proposal for a unified taxonomy. *Neurology*. 2013;80(4):409-16.
4. Jason LA, Evans M, Brown M, Porter N. What is fatigue? Pathological and nonpathological fatigue. *PM&R*. 2010;2(5):327-31.
5. De Vries J, Hagemans M, Bussmann J, Van der Ploeg A, Van Doorn P. Fatigue in neuromuscular disorders: Focus on Guillain-Barré syndrome and Pompe disease. *Cellular and Molecular Life Sciences*. 2010;67(5):701-13.
6. Ayache SS, Chalah MA. Fatigue in multiple sclerosis – Insights into evaluation and management. *Neurophysiologie Clinique/Clinical Neurophysiology*. 2017;47(2):139-71. doi: <https://doi.org/10.1016/j.neucli.2017.02.004>.
7. Cumming TB, Packer M, Kramer SF, English C. The prevalence of fatigue after stroke: A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Stroke*. 2016;11(9):968-77. doi: [10.1177/1747493016669861](https://doi.org/10.1177/1747493016669861). PubMed PMID: 27703065.
8. Siciliano M, Trojano L, Santangelo G, De Micco R, Tedeschi G, Tessitore A. Fatigue in Parkinson's disease: A systematic review and meta-analysis. *Movement Disorders*. 2018;33(11):1712-23.
9. McElhiney MC, Rabkin JG, Gordon PH, Goetz R, Mitsumoto H. Prevalence of fatigue and depression in ALS patients and change over time. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*. 2009;80(10):1146-9. doi: [10.1136/jnnp.2008.163246](https://doi.org/10.1136/jnnp.2008.163246).
10. Ruiter AM, Verschuuren JJGM, Tannemaat MR. Fatigue in patients with myasthenia gravis. A systematic review of the literature. *Neuromuscular Disorders*. 2020;30(8):631-9. doi: <https://doi.org/10.1016/j.nmd.2020.06.010>.
11. Finsterer J, Mahjoub SZ. Fatigue in healthy and diseased individuals. *American Journal of Hospice and Palliative Medicine*. 2014;31(5):562-75.
12. Chaudhuri A, Behan PO. Fatigue in neurological disorders. *The Lancet*. 2004;363(9413):978-88.
13. Aarnes R, Stubberud J, Lerdal A. A literature review of factors associated with fatigue after stroke and a proposal for a framework for clinical utility. *Neuropsychological Rehabilitation*. 2020;30(8):1449-76.
14. Weiland TJ, Jelinek GA, Marck CH, Hadgkiss EJ, van der Meer DM, Pereira NG, et al. Clinically significant fatigue: Prevalence and associated factors in an international sample of adults with multiple sclerosis recruited via the internet. *PLoS One*. 2015;10(2):e0115541.
15. Chen CT, Cheng K-Y, Chang W-N, Tsai N-W, Huang C-C, Kung C-T, et al. Clinical factors associated with fatigue in Parkinson's disease. *Neuropsychiatry*. 2017;7(5):684-90.
16. Solla P, Cannas A, Mulas CS, Perra S, Corona A, Bassareo PP, et al. Association between fatigue and other motor and non-motor symptoms in Parkinson's disease patients. *Journal of Neurology*. 2014;261(2):382-91.
17. Penner I-K, Paul F. Fatigue as a symptom or comorbidity of neurological diseases. *Nat Rev Neurol*. 2017;13(11):662-75.
18. Wan J-j, Qin Z, Wang P-y, Sun Y, Liu X. Muscle fatigue: General understanding and treatment. *Exp Mol Med*. 2017;49(10):e384-e.
19. Newland P, Starkweather A, Sorenson M. Central fatigue in multiple sclerosis: A review of the literature. *J Spinal Cord Med*. 2016;39(4):386-99.
20. Davis MP, Walsh D. Mechanisms of fatigue. *J Support Oncol*. 2010;8(4):164-74.
21. Kent-Braun JA. Central and peripheral contributions to muscle fatigue in humans during sustained maximal effort. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1999;80(1):57-63.
22. Dobkin BH. Fatigue versus activity-dependent fatigability in patients with central or peripheral motor impairments. *Neurorehabil Neural Repair*. 2008;22(2):105-10.
23. Rudroff T, Kindred JH, Ketelhut NB. Fatigue in multiple sclerosis: Misconceptions and future research directions. *Front Neurol*. 2016;7:122.
24. Abraham A, Drory VE. Fatigue in motor neuron diseases. *Neuromuscular Disorders*. 2012;22:5198-5202.
25. Lou J-S, Weiss MD, Carter GT. Assessment and management of fatigue in neuromuscular disease. *American Journal of Hospice and Palliative Medicine*. 2010;27(2):145-57.
26. Tyson SF, Brown P. How to measure fatigue in neurological conditions? A systematic review of psychometric properties and clinical utility of measures used so far. *Clinical Rehabilitation*. 2014;28(8):804-16.
27. Whitehead L. The measurement of fatigue in chronic illness: A systematic review of unidimensional and multidimensional fatigue measures. *Journal of Pain and Symptom Management*. 2009;37(1):107-28.
28. Dittner AJ, Wessely SC, Brown RG. The assessment of fatigue: A practical guide for clinicians and researchers. *J Psychosom Res*. 2004;56(2):157-70.
29. Rahman AN, Latir A, Manaf H. Fatigue after spinal cord injury: A systematic review of self-assessment instruments. *Healthscope: The Official Research Book of Faculty of Health Sciences, UiTM*. 2020;3(1):22-6.
30. Skogestad IJ, Kirkevold M, Indredavik B, Gay CL, Lerdal A. Lack of content overlap and essential dimensions—A review of measures used for post-stroke fatigue. *J Psychosom Res*. 2019;124:109759.
31. Falup-Pecurariu C. Fatigue assessment of Parkinson's disease patient in clinic: Specific versus holistic. *Journal of Neural Transmission*. 2013;120(4):577-81.
32. Mead G, Lynch J, Greig C, Young A, Lewis S, Sharpe M. Evaluation of fatigue scales in stroke patients. *Stroke*. 2007;38(7):2090-5.
33. Armutlu K, Korkmaz NC, Keser I, Sumbuloglu V, Akbiyik DI, Guney Z, et al. The validity and reliability of the Fatigue Severity Scale in Turkish multiple sclerosis patients. *Int J Rehabil Res*. 2007;30(1):81-5. Epub 2007/02/13. doi: [10.1097/MRR.0b013e3280146ec4](https://doi.org/10.1097/MRR.0b013e3280146ec4). PubMed PMID: 17293726.
34. Ozyemisci-Taskiran O, Batur EB, Yuksel S, Cengiz M, Karatas GK. Validity and reliability of fatigue severity scale in stroke. *Top Stroke Rehabil*. 2019;26(2):122-7.
35. Ozturk EA, Gonenli Kocer B, Gundogdu I, Umay E, Cakci FA. Reliability and validity study of a Turkish version of the fatigue severity scale in Parkinson's disease patients. *Int J Rehabil Res*. 2017;40(2):185-90. Epub 2017/03/18. doi: [10.1097/mrr.000000000000224](https://doi.org/10.1097/mrr.000000000000224). PubMed PMID: 28306619.
36. Anton HA, Miller WC, Townson AF. Measuring fatigue in persons with spinal cord injury. *Arch Phys Med Rehabil*. 2008;89(3):538-42.
37. Selvi Y, Gulec M, Aydin A, Besiroglu L. Psychometric evaluation of the Turkish language version of the Profile of Mood States (POMS). *Journal of Mood Disorders*. 2011;1(4):152-61.

- 38.** Çınar D, Yava A. Validity and reliability of functional assessment of chronic illness treatment-fatigue scale in Turkish patients with type 2 diabetes. *Endocrinología, Diabetes y Nutrición (English ed)*. 2018;65(7):409-17. doi: <https://doi.org/10.1016/j.endien.2018.07.001>.
- 39.** Butt Z, Lai JS, Rao D, Heinemann AW, Bill A, Cella D. Measurement of fatigue in cancer, stroke, and HIV using the Functional Assessment of Chronic Illness Therapy - Fatigue (FACIT-F) scale. *J Psychosom Res*. 2013;74(1):64-8. Epub 2013/01/01. doi: 10.1016/j.jpsychores.2012.10.011. PubMed PMID: 23272990; PubMed Central PMCID: PMC3534851.
- 40.** Hagell P, Höglund A, Reimer J, Eriksson B, Knutsson I, Widner H, et al. Measuring fatigue in Parkinson's disease: A psychometric study of two brief generic fatigue questionnaires. *J Pain Symptom Manage*. 2006;32(5):420-32. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jpainsymman.2006.05.021>.
- 41.** Çilga G, Genç A, Çolakoglu BD, Kahraman T. Turkish adaptation of Parkinson fatigue scale and investigating its psychometric properties. *Int J Rehabil Res*. 2019;42(1):20-5. doi: 10.1097/mrr.0000000000000314. PubMed PMID: 00004356-201903000-00003.
- 42.** Ozturk EA, Kocer BG, Umay E, Cakci A. Cross-cultural adaptation and psychometric evaluations of the Turkish version of Parkinson Fatigue Scale. *Qual Life Res*. 2018;27(10):2719-30. Epub 2018/06/09. doi: 10.1007/s11136-018-1907-3. PubMed PMID: 29881896.
- 43.** Öztürk EA, Koçer BG, Umay E, Çakıcı A. Turkish version of Parkinson Fatigue Scale: Validity and reliability study of binary scoring method. *Turk J Phys Med Rehabil*. 2018;64(3):253-60.
- 44.** Armutlu K, Keser I, Korkmaz N, Akbiyik DI, Sümbüloğlu V, Güney Z, et al. Psychometric study of Turkish version of Fatigue Impact Scale in multiple sclerosis patients. *J Neurol Sci*. 2007;255(1-2):64-8. Epub 2007/03/06. doi: 10.1016/j.jns.2007.01.073. PubMed PMID: 17337007.
- 45.** Parks NE, Eskes GA, Gubitz GJ, Reidy Y, Christian C, Phillips SJ. Fatigue impact scale demonstrates greater fatigue in younger stroke survivors. *Can J Neurol Sci*. 2012;39(5):619-25. Epub 2012/08/31. doi: 10.1017/s0317167100015353. PubMed PMID: 22931703.
- 46.** Yıldırım Y, Ergin G. A validity and reliability study of the Turkish Multidimensional Assessment of Fatigue (MAF) scale in chronic musculoskeletal physical therapy patients. *J Back Musculoskeletal Rehabil*. 2013;26:307-16. doi: 10.3233/BMR-130385.
- 47.** Lequerica A, Bushnik T, Wright J, Kolakowsky-Hayner SA, Hammond FM, Dijkers MP, et al. Psychometric properties of the Multidimensional Assessment of Fatigue scale in traumatic brain injury: An NIDRR Traumatic Brain Injury Model Systems study. *J Head Trauma Rehabil*. 2012;27(6):E28-E35.
- 48.** Ergin G, Yıldırım Y. A validity and reliability study of the Turkish Checklist Individual Strength (CIS) questionnaire in musculoskeletal physical therapy patients. *Physiother Theory Pract*. 2012;28(8):624-32. Epub 2012/02/14. doi: 10.3109/09593985.2011.654321. PubMed PMID: 22324761.
- 49.** Rietberg M, Van Wegen E, Kwakkel G. Measuring fatigue in patients with multiple sclerosis: Reproducibility, responsiveness and concurrent validity of three Dutch self-report questionnaires. *Disabil Rehabil*. 2010;32(22):1870-6.
- 50.** Başoğlu F, Öncü J, Kuran B, Alptekin HK. The reliability and validity of The Turkish version of Multidimensional Fatigue Inventory-20 for the evaluation of different dimensions of fatigue in patients with fibromyalgia. *Turk J Phys Med Rehabil*. 2020;66(4):436-43. doi: 10.5606/tftrd.2020.5781. PubMed PMID: 33364564.
- 51.** Elbers RG, van Wegen EE, Verhoef J, Kwakkel G. Reliability and structural validity of the Multidimensional Fatigue Inventory (MFI) in patients with idiopathic Parkinson's disease. *Parkinsonism Relat Disord*. 2012;18(5):532-6.
- 52.** Elbers RG, Rietberg MB, van Wegen EE, Verhoef J, Kramer SF, Terwee CB, et al. Self-report fatigue questionnaires in multiple sclerosis, Parkinson's disease and stroke: A systematic review of measurement properties. *Quality of Life Research*. 2012;21(6):925-44.
- 53.** Benito-León J, Martínez-Martín P, Frades B, Martínez-Ginés ML, de Andrés C, Meca-Lallana JE, et al. Impact of fatigue in multiple sclerosis: The Fatigue Impact Scale for Daily Use (D-FIS). *Multiple Sclerosis Journal*. 2007;13(5):645-51. doi: 10.1177/1352458506073528. PubMed PMID: 17548445.
- 54.** Manoli R, Chartaux-Danjou L, Delecroix H, Daveluy W, Moroni C. Is Multidimensional Fatigue Inventory (MFI-20) adequate to measure brain injury related fatigue? *Disabil Health J*. 2020;13(3):100913. doi: <https://doi.org/10.1016/j.dhjo.2020.100913>.
- 55.** Alghwiri AA, Almhdawi KA, Marchetti G. Are fatigue scales the same? A content comparison using the International Classification of Functioning, Disability and Health. *Mult Scler Relat Disord*. 2020;46:102596.
- 56.** Krupp LB, LaRocca NG, Muir-Nash J, Steinberg AD. The fatigue severity scale: Application to patients with multiple sclerosis and systemic lupus erythematosus. *Arch Neurol*. 1989;46(10):1121-3.
- 57.** Brown RG, Dittner A, Findley L, Wessely SC. The Parkinson fatigue scale. *Parkinsonism Relat Disord*. 2005;11(1):49-55. doi: <https://doi.org/10.1016/j.parkreldis.2004.07.007>.
- 58.** Fisk JD, Ritvo PG, Ross L, Haase DA, Marrie TJ, Schlech WF. Measuring the functional impact of fatigue: Initial validation of the fatigue impact scale. *Clinical Infectious Diseases*. 1994;18(Supplement_1):S79-S83.
- 59.** Mills RJ, Young CA, Pallant JF, Tennant A. Development of a patient reported outcome scale for fatigue in multiple sclerosis: The Neurological Fatigue Index (NFI-MS). *Health Qual Life Outcomes*. 2010;8(1):22.
- 60.** Gibbons CJ, Mills RJ, Thornton EW, Ealing J, Mitchell JD, Shaw PJ, et al. Development of a patient reported outcome measure for fatigue in motor neurone disease: The Neurological Fatigue Index (NFI-MND). *Health Qual Life Outcomes*. 2011;9(1):101. doi: 10.1186/1477-7525-9-101.
- 61.** Mills RJ, Pallant JF, Koufali M, Sharma A, Day S, Tennant A, et al. Validation of the Neurological Fatigue Index for stroke (NFI-Stroke). *Health Qual Life Outcomes*. 2012;10(1):51. doi: 10.1186/1477-7525-10-51.
- 62.** Kittiwatanapaisan W, Gauthier DK, Williams AM, Oh SJ. Fatigue in myasthenia gravis patients. *Journal of Neuroscience Nursing*. 2003;35(2):87-106. PubMed PMID: 01376517-200304000-00004.
- 63.** Shair E, Ahmad SA, Marhaban M, Mohd Tamrin S, Abdullah A. EMG processing based measures of fatigue assessment during manual lifting. *BioMed Research International*. 2017;2017. <https://doi.org/10.1155/2017/3937254>
- 64.** Toro SFd, Santos-Cuadros S, Olmeda E, Álvarez-Caldas C, Díaz V, San Román JL. Is the use of a low-cost sEMG sensor valid to measure muscle fatigue? *Sensors*. 2019;19(14):3204.
- 65.** Gandevia SC. Spinal and supraspinal factors in human muscle fatigue. *Physiological Reviews*. 2001;81(4).
- 66.** Mugnosso M, Marini F, Gillardo M, Morasso P, Zenzeri J, editors. A novel method for muscle fatigue assessment during robot-based tracking tasks. 2017 International Conference on Rehabilitation Robotics (ICORR); 2017: IEEE.