

## Sarkopeniyi Anlamak İçin Yaşam Boyu Yaklaşım

Büşra Çetin<sup>1</sup>

### Özet

Dünya nüfusu yaşlanıyor. Nüfusun yaşlanması, yalnızca insanlığın en büyük başarılarından biri olarak değil, aynı zamanda sağlık süresinin nasıl artırılabileceğini ve iyi sağlık ve işlevsellik ile karakterize edilecek ilave yaşam yılları için potansiyelin nasıl yaratılabileceğini belirlemeye yönelik toplumsal bir zorluk olarak da kabul edilmiştir. Sağlıklı bir ömre ulaşmayı tehdit eden en büyük etkenler, fonksiyonel sınırlamalara, sakatlığa ve yaşam kalitesinin düşmesine yol açan ve yaşa bağlı kronik hastalıkların riskini ve şiddetini artıran, birden fazla organda yaşa bağlı fizyolojik bozukluklardır. Vücuttaki hemen hemen her organ yaşlanmanın zararlı etkilerinden etkilendiğinde, fenotipik olarak en gözle görülür değişiklikler vücut kompozisyonunu, özellikle de iskelet kasını, yağ dokusunu ve kemik dokularını etkilemektedir. Yetişkin insanlarda kas kütlesi vücut kütesinin yaklaşık %42'sini oluştururken yaşlı insanlarda bu oran yaklaşık %27'ye düşer. Vücut kitlesindeki kayıp, 50 yaşına gelindiğinde açıkça fark edilir hale gelir ve yaşlanmayla birlikte daha da hızlanır. Bu duruma sarkopeni (Yunanca *sárx*, “beden” ve *pení*”) yoksulluğu) adı verilir. Sarkopeninin dünya çapında yaşlıların %10 ila %16'sını etkilediği tahmin edilmektedir. Fiziksel hareketsizlik, yetersiz beslenme, sigara içme, aşırı uyku süresi ve diyabet, Sarkopeni riskini arttıran faktörlerdir.

### Sarkopeni Epidemiyolojisi

Sarkopeni terim ilk 1980 yıllarının sonlarında ortaya atılmıştır. Daha sonrasında 1988 yıllarında Irwin Rosenber sarkopeninin iskelet kas kütlesi (SMI) ve Fonksiyonunda Yaşa bağlı azalma olduğunu öne sürmüştür. Yaşlı popülasyondaki yaygınlığı büyük ölçüde değişken kabul edilir ve cinsiyete, yaşa, patolojik durumlara ve tanı kriterlerine bağlı olarak %5 ile %50 arasında değişir. Sarkopeni her ne kadar başlarda sadece yaşla beraber gelen kas kitlesindeki kayıp olarak tanımlansa da günümüzde sadece kas gücü kaybı değil vücut kompozisyonunda meydana gelen

1 Buluturk@beu.edu.tr, ORCID: 0000 0002 1891 7808

değişiklikler, fiziksel performans kaybını da kapsayacak şekilde kullanılmaya başlanmıştır (Rosenberg,1995). Bu sendrom iskelet kas kütlesi ve gücünün ilerleyici ve genel kaybı ile karakterizedir. Kökeninde birden çok faktör barındırmaktadır ve bilişsel bozukluk, güçsüzlük, düşmeler ve kırıklar ve önemli bir mobite yüküyle ilişkili ilerleyici bir hastalıktır (Cruz,2010). Birçok yaşlı yetişkin fiziksel aktivitenin gereksiz olduğunu hatta kendilerine zarar vereceği düşüncesindedir. Bu nedenle daha az aktiftirler ve daha fazla kronik hastalıklardan müzdariptirler. Hareketsiz yaşamla birlikte gelen, kas kütlesi ve güç fonksiyonlarında azalma, tip2 diyabet, osteoporoz ve çeşitli hastalıklarla seyrederek ve yaşam kalitesinde, bağımsızlık kaybı ve ölüm oranları ile ilişkilidir. Nedenleri tam olarak anlaşılammakla birlikte, hormon seviyesindeki değişiklikler, iltihaplanma ve değişen nöronal aktivite sarkopeniye katkıda bulunur (Narici, 2010). Toplumda kendi hayatını idame yaşayan %1-29 yaşlı yetişkinde ve bağımlı yaşayan yaşlı yetişkinlerin de %10-33 oranında sarkopeni olduğu bildirilmektedir (Cruz-Jentoft,2014). Kronik hastalık durumunda sarkopeni genellikle ramotolojik rahatsızlıklarla özellikle de kadınlarda romatoid artrit ile (RA) ile ilişkilendirilmiştir.

Sağlıklı yaşlanma, birden fazla fizyolojik sistemin rezerv kapasitesini koruma yeteneğine bağlıdır. Bunlardan kas-iskelet (MSK) sistemi yalnızca insanın yürümesini sağlamakla kalmaz, aynı zamanda önemli bir metabolik depolama alanı olarak da hizmet eder (yani kemikteki kalsiyum ve kastaki glikoz için bir rezervuar görevi görür). Ancak, yaşlı bir kişi yaşamının altıncı on yılına ulaştığında, kemik mineral yoğunluğunda (BMD) (~yılda %1 – 1,5) ve kas kütlesinde (~yılda %1) ve kuvvetinde (~yılda %2,5 – 3) ilerleyici bir düşüş olur, bu da Uluslararası Hastalık Sınıflandırması tarafından listelenen tıbbi sınıflandırmalara sahip iki hastalık olan osteoporoz ve sarkopeni riskine yatkınlık oluşturur.

Sarkopeni ile ilgili birkaç tanı kılavuzu bulunmaktadır. Bunlardan en önemlileri Yaşlılarda “Sarkopeni Üzerine Avrupa Çalışma Grubu (EWGSOP), Uluslararası Sarkopeni Çalışma Grubu (IWGS), Asya Sarkopeni Çalışma Grubu (AWGS) ve Amerikan Ulusal Sağlık Enstitüleri Vakfı’dır “(FNIH). Bu kılavuzlar, sarkopeniyi değerlendirmek ve teşhis etmek için kas kütlesi, kas gücü ve fiziksel performans için benzer kesintiler önermektedir (Gao,2015). EWGSOP tarafından sarkopeni prevalansı üzerine yapılan sistematik bir incelemede, toplumda yaşayan yaşlı kişilerde %1-29 arasında bir prevalans bildirilmiş olup, uzun süreli ve akut bakım ortamlarında daha da yüksek bir prevalans tahmini bulunmaktadır (Cruz-Jentoft,2014).

Sarkopenin nedenlerinin genellikle çok yönlü olduğu düşünülmektedir. Çevresenler nedenler, mitokondriyal anormallikler, nöromüsküler bağlantı

kaybı, uydu hücre sayısının azalması, çevresel etkenler ve hormonal değişiklikler bunlardan bazılarıdır. Düşük fiziksel aktivite seviyeleri, orta yaşta başlayan kas lifi azalmasıyla birlikte sarkopeni için ana risk faktörleri arasındadır Buna ek olarak, büyüme hormonu, testosteron, tiroid hormonu ve insülin benzeri büyüme faktöründeki yaşa bağlı hormonal değişiklikler, tümör nekroz faktörü- $\alpha$  (TNF- $\alpha$ ) ve interlökin-6 (IL-6) (Ryall,2008) tarafından verilen katabolik sinyallerle birlikte kas kütlesi ve kas gücü kaybına yol açar; bunlar anabolik sinyallerle dengesizdir (Cruz-Jentoft,2019). Dahası, yaşlı yetişkinlerde yetersiz besin alımı ve düşük protein sentezi yaygındır; iskelet kaslarında lipofuscin ve çapraz bağlı proteinlerin birikmesi, sarkopenisi olan kişilerde düşük kas gücünde bir faktör olarak önerilmiştir (Marcell,2003). Dahası, sarkopeninin önerilen bir diğer nedeni de kaslardaki uydu hücre aktivasyonunun başarısızlığıdır (Ryall,2008). Iskelet kasında ilerleyen yaş ile görülen değişiklikler özellikle tip 2 veya hızlı kasılan kas tiplerinde liflerin boyutunda ve sayısında genel bir düşüş ve iskelet kasına belirgin bir lifli ve yağ dokusu infiltrasyonu olarak karşımıza çıkmaktadır. miyofibrillerle birlikte hareketsiz bir durumda bulunan iskelet kası öncü hücreleri olan uydu hücreleri de yaşlanmayla ilgili değişikliklere uğrar. Uydu hücrelerinin görevi ağırlık taşıma veya yaralanma gibi travmatik durumlarda ağır kas kullanımı stresine yanıt olarak iskelet kası onarım sürecini başlatır. Yaşlı yetişkinlerin özellikle tip 2 iskelet kas liflerinde uydu hücresi içeriği azalır.

Scott ve arkadaşları (Scott ,2014) Sarkopeniyi üç ilerleyici faza ayırmıştır: 1 kas kütlesinde azalma olan, ancak güç ve işlevde azalma olmayan presarkopeni; 2 kas kütlesinde ve kas gücünde veya işlevinde azalma ile karakterize sarkopeni; ve 3 kas kütlesinde, güçte ve işlevde önemli ölçüde azalma olan şiddetli sarkopenidir. Sarkopeni etiyolojide çok faktörlü olduğundan, eşit derecede sarkopenik bireyler cinsiyete ve etnik kökene bağlı olarak belirgin şekilde farklı risk faktörü profilleriyle karakterize edilebilir. Dünya çapında sarkopeni yaygınlığı, nüfusun farklı özelliklerine ve onu değerlendirmek için kullanılan farklı kriterlere bağlı olarak %10 ile %40 arasında değişmektedir (Mayhew,2019) Asyalı olmayan ülkelerde, yaygınlık oranı cinsiyetler arasında fark olmaksızın Asyalı ülkelere daha yüksektir (Shafiee,2017). Dahası, sarkopeni yaygınlığı akut olarak hastaneye kaldırılan yaşlı hastalarda (Reijnierse,2018) veya akut sonrası geriatrik rehabilitasyona kabul edilen hastalarda daha yüksektir.

## Tanımlayıcı Faktörler

### Yaş ve cinsiyet

Kas ve yağ bileşimindeki cinsiyete özgü değişiklikler kısmen östrojen ve testosterondaki yaşa bağlı değişikliklerden kaynaklanmaktadır. Kadınlarda menopoza, özellikle iç organlarda (Tremollieres,1996) vücut ağırlığını ve yağ kütlesini artırır, ancak yağsız kütleyi azaltır (Sowers,2007). Yağ birikiminin vücudun merkezine doğru kayması (toplam yağ depolarının %15-20'sini oluşturur) bel çevresini genişletir ve kas kütlesini azaltır Milewicz, Östrojen, uydu hücre aktivasyonu yoluyla iskelet kasındaki inflamasyonu modüle ederek bu değişiklikleri hafifletebilir.

### Kas Kütlesi

Yaşa bağlı kaskütlesindeki azalma ve bunun sağlık üzerindeki olumsuz etkilerini ilk olarak Irwin Rosenberg tarafından öne sürülmüş ve resmileştirilmiştir. Rosenberg (1989-2011) tarafından belgelenmiştir. Daha sonraki epidemiyolojik çalışmalar bu ilişkileri daha ayrıntılı olarak açıklamıştır (Goodpaster,2006). Janssen ve arkadaşları (Janssen ,2000) yaşamın üçüncü on yılında kas kütlesinde azalmalar gözlemlemiştir ancak kas kütlesinde dikkate değer azalmaların ancak beşinci on yılda olduğunu bulmuşlardır. Üçüncü on yıl ayrıca Silva ve arkadaşları (2010) tarafından kas kütlesi için bir dönüm noktası olarak kabul edilmiştir; bu kişiler 27 yaşını hem erkeklerde hem de kadınlarda iskelet kütlesinin yaşla negatif ilişkilenmeye başladığı eşik olarak belirlemişlerdir. Sarkopeni genellikle belirgindir ve ciddileşene kadar hiçbir spesifik semptom göstermez.

### Nöromusküler yaşlanma

Nöron kaybı, yaşla ile doğru orantılı artan, ilerleyici, geri dönüşü olmayan bir olgudur. (Malafarina,2012). Yaşa bağlı nörodejenerasyon, yaşın kas üzerindeki etkilerine önemli ölçüde katkıda bulunabilir. Kas boyutu ve ilgili nöromusküler fonksiyon, insan ömrü boyunca dramatik bir şekilde değişir; başlangıçta büyüme nedeniyle hızlı artışlar gösterir ve daha sonra yaşlanma nedeniyle daha kademeli azalmalar gösterir. Motor sistemden hücre kaybı normal yaşlanma süreci sırasında meydana gelir ve motor nöronların ve kas liflerinin tamamlayıcısında azalmaya yol açar. Gelişimin ilk aşamasında, doğumdan önce kas liflerinin sayısında muazzam artışlar yaşanırken, daha sonraki büyüme öncelikle postmitotik kas hücrelerinin boyutunun genişlemesiyle gerçekleşir. Ergenlik sırasında ergenlik döneminde bir büyüme atağı yaşanır ve buna bağlı olarak erkeklerde serum testosteronunda belirgin bir artış, yağsız doku kütlesinde ve özellikle vücudun üst kısmında olmak üzere güçte dikkate değer bir cinsiyet farklılığına neden olur. Motor korteks,

omurilik, periferik nöronlar ve nöromusküler kavşak dahil sinir sisteminin birçok düzeyi yaştan etkilenir. Omurilik içinde alfa motor nöronların sayısında önemli bir azalma vardır ve hızlı motor birimleri sağlayan motor nöronlarda tercihli bir kayıp olabilir. Diğer raporlar, periferik sinir liflerinde yaşa bağlı kayıplara ve miyelin kılıflarında değişikliklere dikkat çekti. Son olarak, nöromusküler kavşakta, terminal alanların sayısında azalma ancak boyutunda artış ve sinaptik keseciklerin sayısında azalma ile yaşa bağlı değişiklikler kaydedilmiştir (Lang,2010). Bu bulgular, kas morfolojik değişiklikleriyle birlikte ele alındığında, kas lifi sayısı ve kas kütesinin azalmasına katkıda bulunan önemli bir faktör olarak kronik nöropatik süreç (Doherty,1993).

### **Hormon düzeylerinde yaşa bağlı meydana gelen değişiklikler**

Yaşlanma, özellikle büyüme hormonu (GH)/insülin benzeri büyüme faktörü-I (IGF-1), kortizosteroidler, androjenler, östrojenler, insülin ile ilgili olarak hormon üretimi ve duyarlılığındaki değişikliklerle ilişkilidir. Bu hormonlar optimal kas protein metabolizması için anabolik ve katabolik durumu etkileyebilir. İnsülin benzeri büyüme faktörü-I, Dehidroepiandrosteron sülfat, testosteron ve östrojen dahil olmak üzere kas kütesi bakımında önemli olan hormonlardaki düşüşler sarkopeniye katkıda bulunur. Kandaki D vitamini düşüklüğü kas gücünün azalması ile ilişkilidir. Sarkopenide D vitamini eksikliği de Src-ERK-AKT yolunu inhibe eder. Miyojenik ilerlemeyi ve kendini yenilemeyi destekleyen çentik sinyali de D vitamini eksikliği olduğunda azalır ve testosteron tarafından pozitif olarak düzenlenebilir. Testosteron, doğal olarak salgılanan en güçlü androjenik-anabolik hormonlardan biridir ve biyolojik etkileri kas büyümesini teşvik etmeyi içerir. Kasta testosteron, protein sentezini uyarır (anabolik etki) ve protein bozulmasını engeller (anti-katabolik etki).

### **Sarkopenik obezite**

Yaşlılarda kas kütesi kaybı, yağ kütesindeki artışla ilişkilidir. Yaşlı bireylerde SMI ile visseral yağ kütesi arasındaki dengesizlik, BMP'de önemli değişiklikler olmasa bile ortaya çıkar ve metabolik bozukluklar ve mortalite dahil olmak üzere sağlık sonuçları üzerinde sinerjistik etkilere sahip olabilir (Stenholm,2008). Bu dengesizlikler bazı bireylerde aşırı düzeydedir ve Obezite ve sarkopeninin birleşimi olan bu durum yakın zamanda “sarkopenik obezite” olarak adlandırılmıştır. Kas kütesi kaybının (sarkopeni) ve gücün azalmasının (dinapeni) yaşlanma sırasında fiziksel aktivitenin azalmasına neden olması muhtemeldir (Manini,2012). Kas kütesindeki ve fiziksel aktivite seviyelerindeki azalmalar toplam enerji harcamalarını azaltır, bu da yağ kütesinin, özellikle de iç organ yağlarının birikmesine neden olur.

Kas kütleindeki ve fiziksel aktivite düzeyindeki azalmalar toplam enerji harcamasını azaltır, bu da yağ kütleinin, özellikle de iç organ yağlarının birikmesine neden olur. İç organ yağ birikimi ile iskelet kasının kaybolması, metabolik sendromu teşvik eden insülin direncini üretir. İç organlardaki yağlanma artışları, insülin direncini daha arttıran pro-inflamatuvar adipokinlerin daha fazla salgılanmasına ve ksalar üzerinden doğrudan katabolik etkilere yol açar. Böylece vücutta kas kaybı ile yağ kazanımı arasındaki kısır döngü gelişir. Bu döngü de daha fazla sarkopeniye ve ardından da daha fazla metabolik problemlere yol açar.

### **Sarkopeni de Fiziksel Fonksiyonu Ölçme Yöntemleri**

Kas kütleinin en iyi karakterize edilen ve en yaygın kullanılan ölçüsü, tüm vücut çift enerjili X-ışını absorpsiyometri (DXA) taramasından elde edilen yağsız kütledir. Vücut kompozisyonunun tam bir resmini elde etmek için toplam vücut suyu, protein, mineral ve yağ kütleinden oluşan dört bileşenli bir model gereklidir; ancak bu oldukça yoğun ve maliyetli bir prosedürdür

Antropometrik yöntemler (kol kası kesit alanı, baldır çevresi ve deri kıvrım kalınlığı) basittir ancak kesinliği yoktur ve olduğundan fazla tahmin edilmeye eğilimlidir (Cooper,2013).Bilgisayarlı tomografi (BT) ve manyetik rezonans görüntüleme (MRI) yüksek doğruluk ve tekrarlanabilirliğe sahiptir ancak araştırma ortamları dışında kullanımları sınırlıdır (Lee,2008). Görüntülemeye bir alternatif, toplam vücut iskelet kası kütleini tahmin etmek için D3-kreatin (D3-Cr) seyreltme yöntemidir ve bunun kullanımına olan ilgi artmaktadır (Pagano,2024)

### **Sarkopeni ile Mücadelede Yöntemler**

Sarkopeni önleme/iyileştirmenin birincil hedefi(hedefleri), düşme ve kırık riskini azaltmak ve günlük işlerde bağımsızlığı sürdürmektir. Bu hedeflere ulaşmak için uygulanan müdahaleler, kas kütle ve gücü, kemik yoğunluğu, kardiyovasküler uygunluk, maksimum oksijen tüketimi, dayanıklılık ve enerji metabolizmasındaki iyileştirmeler ile insülin direncindeki ve ilişkili diyabet, koroner kalp hastalığı, hipertansiyon ve obezite riskindeki azalma gibi yaşlanmayla birlikte genel sağlık durumunun iyileştirilmesini amaçlayan müdahalelere çok benzemektedir (Mazzeo ,2001) Başka bir deyişle, düzenli egzersizin faydaları yaşlı popülasyonların yaşam kalitesinde bir iyileşmeye dönüşmektedir. Düzenli egzersiz yapmak, bu faydaları zaman içinde elde etmek ve sürdürmek için bir ön koşuldur. Bu temel hedeflere ulaşmak için, güvenlikleri, gerekli süreklilik ve uyum konusunda farkındalığı artırmayı amaçlayan belirli egzersiz programlarının uygulanmasına çok dikkat edilmelidir. Esas olarak düşük kalsiyum ve protein alımı ve düşük D vitamini

seviyeleri ile temsil edilen kötü beslenme durumu, sarkopenik zayıf yaşlı kişilerde yaygın olarak bulunur . Düşük kalsiyum alımı çoğunlukla düşük kemik kütlesi ile ilişkili olsa da osteosarkopeni ile de ilişkili olabilir. D vitamini sinyalinin miyojenezde rol oynadığı göz önüne alındığında, sarkopeni için potansiyel bir tedavi olarak D vitamini takviyesi önerilmiştir.

### **Aerobik egzersiz**

Sarkopeniyi tedavi etmek için onaylanmış spesifik ilaçlar yoktur ve fiziksel egzersiz sarkopeni için en etkili müdahaledir. Kanıta dayalı klinik uygulama kılavuzları genellikle sarkopeni için birincil tedavi olarak fiziksel aktivite için güçlü öneriler sunar. Amerikan Spor Hekimliği Koleji ve Dünya Sağlık Örgütü, yaşlı insanların haftada 150 dakika orta yoğunlukta aerobik egzersiz veya haftada 75 dakika yüksek yoğunlukta aerobik egzersiz yapmasını ve kronik veya zayıflatıcı durumları önlemek ve/veya hastalığı tedavi etmek için haftada 2-3 kez direnç egzersizi yapmasını önermektedir (DSÖ,2018).

İskelet kası mitokondride adenosin trifosfat (ATP) üretimini indükler ve aerobik yeteneği, metabolik kontrolü ve kardiyovasküler fonksiyonu geliştirir. Ayrıca mitokondriyal biyogenez ve dinamiklerin aktivasyonuna ve mitokondriyal metabolizmanın restorasyonuna katkıda bulunur, katabolik gen ekspresyonunu azaltır ve kas proteinlerinin sentezini artırır (Erlich,2016, Konopka,2014). Aerobik egzersiz, kalp atış hızını uzun bir süre dinlenme seviyesinin üzerine çıkararak çeşitli kas gruplarının sürekli aktivitesidir ve maksimum kalp atış hızına (HRmax) göre ayarlanmalıdır. Yaşlı hastalara yönelik bir egzersiz programında, haftanın üç günü 30 dakika boyunca HRmax'ın %60-75'i düzeyinde aktivite yoğunluğu önerilmektedir. Çeşitli çalışmalar aerobik egzersizin mRNA'daki miyostatin ekspresyonunu kontrol ettiğini göstermiştir

Egzersiz yoğunluğu genellikle bireyin tek tekrarlı maksimum değerinin üzerinden hesaplanır (1RM, bir kez güvenli bir şekilde kaldırılacak maksimum ağırlıktır). 8 ila 15 tekrardan oluşan oluşturulan bir set (yani 8 ila 15RM arasında) yaklaşık olarak 1RM'nin %60 ila 80'ine karşılık gelen bir ağırlığa hedeflenir. Bu yoğunluk kas gücünde ve kütlesinde önemli gelişmelere yol açar. Daha yüksek egzersiz yoğunlukları (1RM'nin %85 ila 100'üne kadar) kuvvette daha fazla iyileşme ile ilişkili olabilese de, yaşlı bireylerde kas-iskelet sistemi yaralanmaları riskini artırabilirler. Kas dayanıklılığını artırmak istendiğinde, daha fazla tekrar için kaldırılacak daha düşük yoğunluklu bir ağırlık önerilir (Mazzeo ,2001).

## Yüksek Yoğunluklu Aralıklı Eğitim (HIIT)

Vücudun protein sentezleyememesi ve yetersiz protein alımı nedeniyle yetersiz toplam protein, sarkopenide ciddi kas gücü düşüşlerine katkıda bulunan faktördür. Egzersiz müdahaleleri, özellikle direnç antrenmanına dayalı olanlar, kas kütlelerini, gücünü ve fiziksel performansı iyileştirmede rol oynayabilir. Dahası, direnç egzersizi sarkopeninin ilerlemesini önlemenin etkili ve en uygun maliyetli yaklaşımıdır ve genel sağlığın birçok yönünü iyileştirir. Yüksek yoğunluklu aralıklı antrenman (HIIT) yöntemleri, rehabilitasyon için azaltılmış yoğunluk dönemleriyle dönüşümlü olarak yoğun döngüler sağlar ve geleneksel egzersiz rejimlerine göre daha kısa sürede fizyolojik faydalar sunar. HIIT'e bağlı fizyolojik değişiklikler, genellikle dayanıklılık antrenmanı ile ilişkili sinyal yolları tarafından kısmen düzenlenebilir. Bu, HIIT'i takiben peroksizom proliferatörüyle aktifleştirilen reseptör-koaktivatörü 1 a'daki (PGC-1 a; yani kastaki mitokondriyal biyogenezin ana düzenleyicisi) önemli artışla doğrulanır (Gibala,2012).

Öncelikle kas büyümesi için daha yüksek potansiyele sahip olan hızlı kasılan kas liflerini hedef alır. Yüksek yoğunluklu direnç egzersizi, akut olarak mekanik gerilime ve kas hasarına neden olarak kas hipertrofisini teşvik eder, ardından kas protein sentezini ve adaptasyonunu tetikler.

## Sonuç

Obezite ve yaşlanma, dünyadaki yetişkin nüfusu için önemli sağlık maliyetleridir. Her iki faktör de ilgili metabolik bozuklukların gelişme riskini artırır. Sarkopenik obezite, hem sarkopeni hem de obezitenin varlığıyla tanımlanır. Yaşlı yetişkinlerin sağlığı üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Visseral yağ dokusu (VAT), obezite ve yaşlanma sırasında işlevsiz hale gelir ve patofizyolojisinde önemli bir rol oynar. Obezite ve yaşlanmayla ilişkili VAT'taki değişiklikler kısmen kronik lokal inflamasyondan kaynaklanmaktadır. Bağırsak-kas eksenini, sarkopeni ve SO'nun patogenezinde rol oynayabilir. Son araştırmalar, disbiyozun sarkopeni ve SO'nun başlangıcında ve ilerlemesinde rol oynayabileceği fikrini desteklemektedir. Karmaşık patofizyolojisi nedeniyle, SO'nun tanımlanması, teşhis edilmesi ve tedavisinde anlaşmazlık ve zorluk vardır. Çok sayıda çalışma, iskelet kasları tarafından salgılanan miyokinlerin kas hipertrofisini, işlevini ve metabolik dengeyi kontrol etmede hayati bir rol oynadığını göstermiştir. Miyokin disfonksiyonu, obezite, sarkopeni, T2D ve SO gibi altta yatan metabolik ve yaşa bağlı bozuklukların patogenezinin tetikleyicisi ve kötüleştiricisi olabilir. Uygun besin takviyesine ek olarak fiziksel aktivite, özellikle SO olmak üzere sarkopeninin başlangıcını geciktirmek ve tedavi etmek için tek pratik



yaklaşımıdır. Fiziksel aktivite sarkopeni sürecini ve kas fonksiyonunun yaşa bağlı bozulmasını tamamen engellemese de sarkopeninin başlangıcını açıkça geciktirebilir ve hızını azaltabilir. Bu nedenle, uygun dozda hem direnç hem de dayanıklılık antrenmanını içeren fiziksel antrenmanın ileri yaşlarda bile uygulanması şiddetle önerilir. Aerobik egzersiz, mitokondri kaynaklı sorunları iyileştirdiğinden sarkopeniye en azından kısmi bir çözüm sağlar ve direnç egzersizi kas kütesini ve fonksiyonunu güçlendirir.

Nöromüsküler egzersiz, duruşun iyileştirilmesi ve düşmelerin önlenmesi amacıyla denge ve propriyosepsiyonla çalışan aktivitedir. Egzersizler statik veya dinamik olabilir. Zorlayıcı olmasına rağmen yaşlıların bu tür programlara katılmaya teşvik edilmesi gerekmektedir, bunun sadece fonksiyonlarını ve bağımsızlıklarını değil aynı zamanda yaşam kalitelerini de artıracığı bir gerçektir.

## Kaynakça

1. Mazzeo, R. S., & Tanaka, H. (2001). Exercise prescription for the elderly: current recommendations. *Sports medicine*, 31, 809-818.
2. Gibala, M. J., Little, J. P., MacDonald, M. J., & Hawley, J. A. (2012). Physiological adaptations to low-volume, high-intensity interval training in health and disease. *The Journal of physiology*, 590(5), 1077-1084.
3. Dünya Sağlık Örgütü. Fiziksel aktivite üzerine küresel eylem planı 2018–2030: daha sağlıklı bir dünya için daha aktif insanlar. Dünya Sağlık Örgütü; 2018.
4. Pagano, A. P., Montenegro, J., Oliveira, C. L., Desai, N., Gonzalez, M. C., Cawthon, P. M., ... & Prado, C. M. (2024). Estimating muscle mass using D3-creatine dilution: a narrative review of clinical implications and comparison with other methods. *The Journals of Gerontology, Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 79(4), glad280.
5. Stenholm, S., Harris, T. B., Rantanen, T., Visser, M., Kritchevsky, S. B., & Ferrucci, L. (2008). Sarcopenic obesity: definition, cause and consequences. *Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care*, 11(6), 693-700.
6. Erlich, A. T., Tryon, L. D., Crilly, M. J., Memme, J. M., Moosavi, Z. S. M., Oliveira, A. N., ... & Hood, D. A. (2016). Function of specialized regulatory proteins and signaling pathways in exercise-induced muscle mitochondrial biogenesis. *Integrative medicine research*, 5(3), 187-197.
7. Konopka, A. R., & Harber, M. P. (2014). Skeletal muscle hypertrophy after aerobic exercise training. *Exercise and sport sciences reviews*, 42(2), 53-61.
8. Manini, T. M., & Clark, B. C. (2012). Dynapenia and aging: an update. *Journals of Gerontology Series A: Biomedical Sciences and Medical Sciences*, 67(1), 28-40.
9. Cruz-Jentoft AJ, Baeyens JP, Bauer JM, et al. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. *Age Ageing*. 2010. 39:412–423
10. Cruz-Jentoft AJ , Bahat G , Bauer J , Boirie Y , Bruyère O , Cederholm T , ve diğerleri. Sarkopeni: tanım ve teşhis konusunda revize edilmiş Avrupa fikir birliği . *Yaşlanma* 2019 ; 48 : 16-31 .
11. Cooper, C., Fielding, R., Visser, M. V., Van Loon, L. J., Rolland, Y., Orwoll, E., ... & Kanis, J. A. (2013). Tools in the assessment of sarcopenia. *Calcified tissue international*, 93, 201-210.
12. Lee, S. Y., & Gallagher, D. (2008). Assessment methods in human body composition. *Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care*, 11(5), 566-572.
13. Rosenberg, IH Sarkopeni: Kökenler ve Klinik Önemi. *J. Nutr.* 1997 , 127 , 990S–991S. [ [Google Akademik](#) ] [ [CrossRef](#) ] [ [PubMed](#) ] [ [Yeşil Sürüm](#) ]

14. Rosenberg, I. H. (2011). Sarcopenia: origins and clinical relevance. *Clinics in geriatric medicine*, 27(3), 337-339.
15. Marcell, T. J. (2003). Sarcopenia: causes, consequences, and preventions. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 58(10), M911-M916.
16. Narici, M. V., & Maffulli, N. (2010). Sarcopenia: characteristics, mechanisms and functional significance. *British medical bulletin*, 95(1), 139-159.
17. Silva Neto, L. S., Karnikowski, M. G., Tavares, A. B., & Lima, R. M. (2012). Association between sarcopenia, sarcopenic obesity, muscle strength and quality of life variables in elderly women. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, 16, 360-367.
18. Scott, D., Sanders, K. M., Aitken, D., Hayes, A., Ebeling, P. R., & Jones, G. (2014). Sarcopenic obesity and dynapenic obesity: 5-year associations with falls risk in middle-aged and older adults. *Obesity*, 22(6), 1568-1574.
19. Mayhew, A. J., Amog, K., Phillips, S., Parise, G., McNicholas, P. D., De Souza, R. J., ... & Raina, P. (2019). The prevalence of sarcopenia in community-dwelling older adults, an exploration of differences between studies and within definitions: a systematic review and meta-analyses. *Age and ageing*, 48(1), 48-56.
20. Shafiee, G., Keshtkar, A., Soltani, A., Ahadi, Z., Larijani, B., & Heshmat, R. (2017). Prevalence of sarcopenia in the world: a systematic review and meta-analysis of general population studies. *Journal of Diabetes & Metabolic Disorders*, 16, 1-10.
21. Goodpaster, B. H., Park, S. W., Harris, T. B., Kritchevsky, S. B., Nevitt, M., Schwartz, A. V., ... & Newman, A. B. (2006). The loss of skeletal muscle strength, mass, and quality in older adults: the health, aging and body composition study. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 61(10), 1059-1064.
22. Malafarina, V., Úriz-Otano, F., Iñesta, R., & Gil-Guerrero, L. (2012). Sarcopenia in the elderly: diagnosis, physiopathology and treatment. *Maturnitas*, 71(2), 109-114.
23. Janssen, I. (2010). Evolution of sarcopenia research. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 35(5), 707-712.
24. Sowers, J. R. (1997). Insulin and insulin-like growth factor in normal and pathological cardiovascular physiology. *Hypertension*, 29(3), 691-699.
25. Reijnierse, E. M., Buljan, A., Tuttle, C. S., van Ancum, J., Verlaan, S., Meskers, C. G., & Maier, A. B. (2019). Prevalence of sarcopenia in inpatients 70 years and older using different diagnostic criteria. *Nursing open*, 6(2), 377-383.

