

Farklı Vücut Kitle İndeksi Düzeyinde Olan Bireylerde Statik Yük Altındaki Ayağın Pronasyon Cevabının İncelenmesi

Investigating The Pronation Response of The Foot Under Static Loading in Individuals with Different Body Mass Index Level

Halit SELÇUK¹, Hilal KEKLİCEK²

ÖZ

Çalışmanın amacı farklı vücut kitle indeksi (VKİ) düzeyinde olan bireylerde statik yük altındaki ayağın pronasyon cevabının araştırılmasıydı. Demografik veriler, VKİ değerleri (kg/m²) kaydedildi ve naviküler düşme miktarı (%) değerlendirildi. Değerlendirme tamamlandıktan sonra, katılımcılar üç gruba ayrıldı: düşük kilolu bireyler (VKİ <18,5 kg/m²), normal kilolu bireyler (VKİ=18,5-24,9 kg/m²), preobezite düzeyinde olan bireyler (25-29,9 kg/m²). İkili karşılaştırmalar, düşük kilolu grup ile normal kilolu grup (p = 0,012) arasında ve preobez grup ile normal kilolu grup arasında fark olduğunu gösterdi (p = 0,046). Düşük kilolu grup ile preobez grup arasında olmadığı görüldü (p=0,854). Çalışma, düşük kilolu ve preobez bireylerin ayağının pronasyon cevabının benzer olduğunu ve her iki grubun da normal kilolu bireylerden daha yüksek bir pronasyon cevabı oluşturduğunu gösterdi. Normal kiloda olmanın, statik yüklenme altında uygun ayak pronasyonu açısından önemli olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Vücut Kitle İndeksi, Ayak, Pronasyon

ABSTRACT

Investigating the pronation response of the foot under static loading in individuals with different body mass index (BMI) level was the aim of the study. Demographic data, BMI values (kg/m²) were recorded and navicular drop (%) was assessed. After the evaluation period was completed, the participants were allocated to the three group: individuals with underweight (BMI<18.5 kg/m²), individuals with normal weight (BMI = 18.5-24.9 kg/m²), individuals who were at preobesity level (25-29.9 kg/m²). Pairwise analyses showed that there was a difference between the underweight group and normal weight group (p=0.012), the preobese group and normal weight group (p=0.046). There was a similarity between the underweight group and preobese group (p=0.854). The study showed that the pronation response of the foot of individuals with underweight and overweight were similar and also both of the two groups showed a higher pronation response than the individuals with normal weight. It has been concluded that the normal weight levels were important in terms of the reasonably foot pronation under static loading.

Keywords: Body Mass Index, Foot, Pronation

¹Araştırma Görevlisi, Trakya Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, Türkiye selcukhalit@gmail.com, ORCID: 0000-0003-2760-4130

²Dr. Öğr. Üyesi, Trakya Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, Türkiye, hhotaman23@gmail.com ORCID: 0000-0003-3660-0940

GİRİŞ

Vücut kitle indeksi (VKİ) bireylerin antropometrik (boy/kilo) karakteristiklerini ortaya koymaya ve gruplamaya olanak sağlayan basit ve sık kullanılan bir ölçümdür.¹⁻³ VKİ artışı morbidite ve mortalite riskini artırdığından, VKİ değerlerinin optimal sınırlarda tutulması gerektiği Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından sıkça dile getirilmektedir.¹⁻³ Literatürde, artmış VKİ değerlerinin, özellikle obezite düzeyinde olan bireylerde, anormal kilo artışının vücut fonksiyonlarını nasıl etkilediğine dair birçok araştırma bulunmaktadır.⁴⁻¹³ Obezitenin kardiyovasküler hastalıklar; tip 2 diyabet, hipertansiyon, inme, kanser, depresyon ve ayak-ayak bileği deformasyonları gibi problemler için risk faktörü oluşturduğu bildirilmiştir.^{4,9,14-17} Benzer şekilde yüksek VKİ'nin ayak fonksiyonunu etkilediği, osteoartrit, plantar fasiit ve tendinit gibi farklı patolojilere yol açabileceği ifade edilmiştir.^{6,8,9,12} Ayrıca yüksek VKİ düzeylerinin, ayak ağrısı, düz tabanlık, pronasyondaki ayak postürüne ve yürüyüş bozukluklarına neden olabileceği belirtilmiştir.^{6,8} Özellikle yüksek VKİ değerlerinin ayak arkları üzerine etkisini araştıran çalışmalar VKİ değerleri ile ayak ağrısı ve düz tabanlık arasında yakın ilişki olduğunu, VKİ değerlerindeki artışın ayak plantar basıncında artmayla sonuçlandığını ve bu yüksek plantar basınç oranlarının yaşlı bireylerde ayak ağrısı ve yüksek düşme oranlarıyla ilişkili olduğu göstermiştir.^{8,10,12,18}

Alt ekstremitte kinematik zincirinin en uzak kısmı olan ayağın biyomekaniksel özellikleri, ayakta durma, yürüme ve birçok fiziksel aktivitede önemli bir role sahiptir.¹⁹ Yürüyüş döngüsü sırasında talocrural, subtalar, talonavikular, kalkaneokuboid ve navikulaküboid eklemlerde belirgin hareketler meydana gelir. Bu eklemlerdeki

yapılanma pronasyon ve supinasyon gibi çok düzlemlili hareketlerin gerçekleşmesine olanak verir.²⁰ Ayağın en distal segmentte olması ve dengenin korunduğu küçük bir destek noktası oluşturması nedeniyle, ayak yapısındaki küçük biyomekanik değişikliklerin postüral kontrol stratejilerini etkileyebileceği ifade edilmektedir.²¹ Özellikle, aşırı pronasyonlu ayak postürü, yüzey temas alanındaki değişim nedeniyle ya da stabil destek alanını korumak için kas stratejilerindeki farklılaşmalar yoluyla periferik (somatosensoryel) girdileri etkileyebilir.²² Bu durumda olası denge problemleri gelişebilir ve yaralanma riskleri artabilir.²³ Ayağın düzgün çalışması için normal pronasyon gereklidir.²⁴ Çünkü, ayağın statik duruşta ve/veya fonksiyonel aktivite içerisindeki normal sınırlarda olmayan pronasyonu kas iskelet sisteminin doğal kabul edilen dizilimini bozar ve vücut birimlerinin anormal yüklere maruz kalmasına neden olur.^{25,26}

Yukarıda bahsedildiği gibi, gözlemlenen literatür alanında VKİ'nin ayak sağlığı ile etkileşiminin araştırıldığı çalışmalar obez bireyler üzerinde yürütülmüştür. Obeziteye meyilli, bir başka deyişle patolojik olmayan artmış kilo miktarına sahip olmanın ve normalden az kilo/boy oranında VKİ değerlerinde bulunmanın, ayağın statik yük altında verdiği pronasyon cevabına etkisi incelenmemiştir.

Bu çalışmanın amacı, obezite düzeyinde olmayan, sedanter üniversite öğrencilerinde farklı vücut kitle indeksi düzeylerinin statik yük altındaki ayağın pronasyon cevabını etkileyip etkilemediğini araştırmak olarak belirlendi.

MATERYAL VE METOT

Araştırma için üniversitenin Tıp Fakültesi Bilimsel Araştırmalar Etik Kurulu'nun 04/06/2018 tarih ve 2018159 dosya

numarasıyla onay alındı ve araştırma Helsinki deklarasyonuna uygun olarak yürütüldü. Araştırmaya alınan gönüllülere çalışmanın amacı ve yapılacak değerlendirmeler

hakkında bilgi verildi ve “Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu” okutulup imzaları alınmak suretiyle onamları alındı.

Araştırmaya düzenli ilaç kullanmayan, son bir yıl içinde kas-iskelet sistemini ilgilendiren herhangi bir travma yaşamamış, son bir yıl içinde cerrahi tedavi almamış, akut ayak-ayak bileği problemi olmayan ve akut enfeksiyon nedeniyle tedavi görmeyen, 18-25 yaşları arasında sedanter gönüllüler davet edildi. Araştırmaya katılmayı kabul eden (n=57) gönüllünün demografik bilgileri alındıktan sonra VKİ değerleri hesaplandı. Üç potansiyel katılımcı tanı almış sağlık problemleri (n=1; psoriasis, n=1; endometriosis, n=1; şiddetli pes planovalgus deformitesi) nedeniyle araştırma dışı bırakıldı.

Vücut Kitle İndeksi (VKİ)

Elli dört potansiyel katılımcının VKİ değerleri Dikomsan BMI (Dikomsan® Universal, Türkiye) cihazı kullanılarak hesaplandı. Ölçülen boy uzunluğunun cihaza girilmesiyle elde edilen VKİ değerleri not edildi.²⁷ Alınan sonuçlara göre 3 birey obezite seviyesinde ($VKİ \geq 30 \text{ kg/m}^2$) VKİ değerlerine sahip olduğu için çalışma dışı bırakıldı. Toplamda 51 birey (n=38 kadın, n=13 erkek) naviküler düşme testine alınarak çalışmaya dahil edildi.

Naviküler Düşme

Naviküler düşme miktarını belirlemek için; katılımcılar çıplak ayakla bir sandalyede otururken naviküler tüberkül kalem ile işaretlendi ve her iki ayakta naviküler tüberkülün yerden yüksekliği dijital kumpas ile ölçüldü. Daha sonra katılımcılardan ayağa kalkmaları istendi. Ayaklara tam ağırlık

verilen pozisyonda naviküler tüberkülün yerden yüksekliği tekrar ölçüldü. Her iki yükseklik arasındaki uzaklığın milimetre (mm) cinsinden ifadesi naviküler düşme miktarı olarak kaydedildi ve yüzde olarak hesaplandı.²⁸

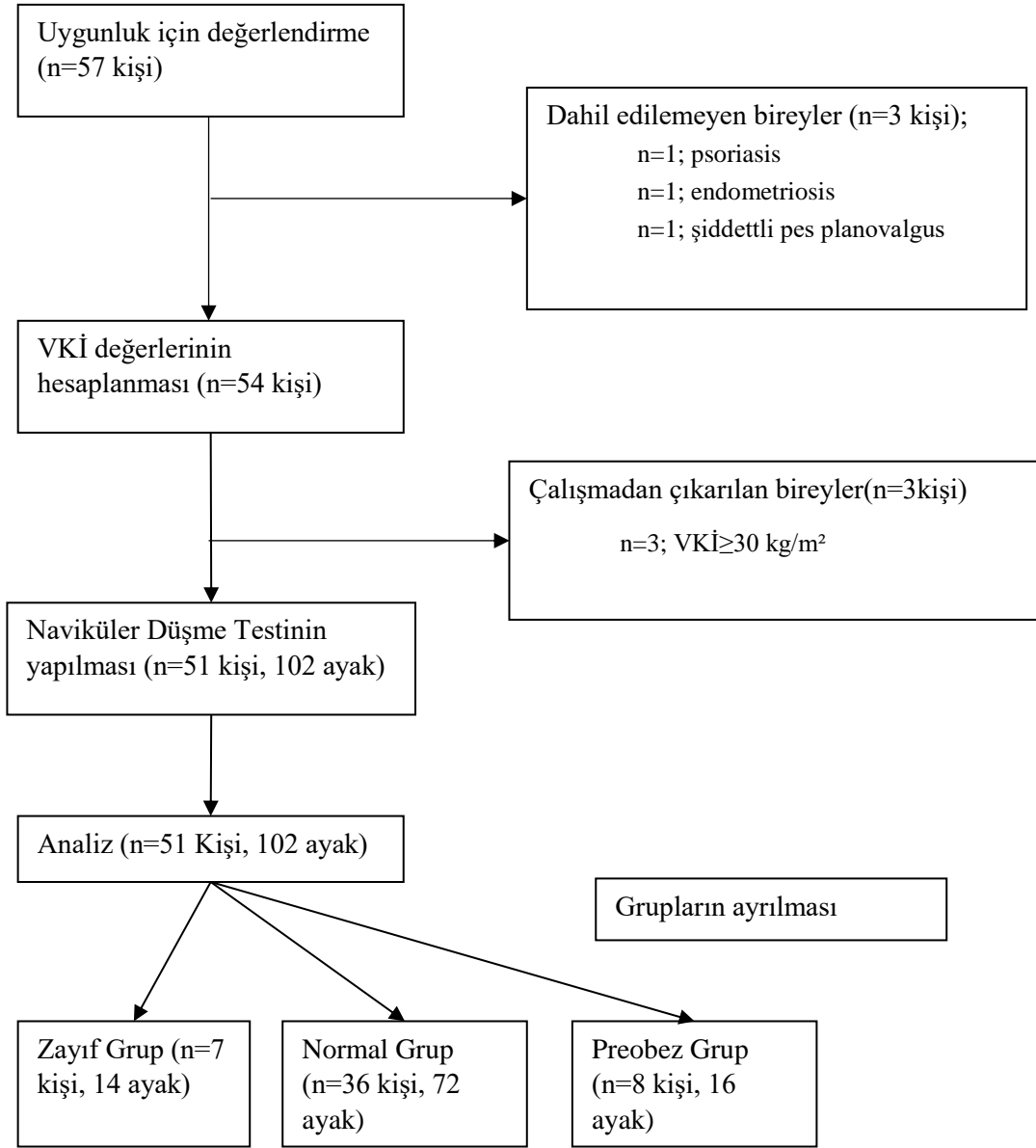
Çalışmanın grupları WHO'nun VKİ değer aralıklarına göre belirlendi. VKİ değerleri $18,5 \text{ kg/m}^2$ altında olanlar zayıf, VKİ değerleri $18,5-24,9 \text{ kg/m}^2$ arasında olanlar normal, VKİ değerleri $25-29,9 \text{ kg/m}^2$ arasında olanlar preobez olmak üzere 3 gruptan oluştu. Çalışmanın süreci akış şemasında özetlendi (Şekil 1).

İstatiksel Analiz

İstatiksel analizler SPSS versiyon 22.0 yazılımı (SPSS, Inc., Chicago, IL, USA) kullanılarak yapıldı. Tanımlayıcı istatistikler ortalama ve standart sapma kullanılarak verildi. Değişkenlerin normal dağılıma uygunluğu görsel (histogram) ve analitik yöntemlerle (Kolmogorov-Smirnov ve Shapiro-Wilk testleri) incelendi.

Gruplar arası karşılaştırmalar VKİ değerleri esas alınarak yürütüldü. Farklı sayılarda katılımcı barındıran gruplar Kruskal Wallis testi ile karşılaştırıldı. Gereği halinde ikili karşılaştırmalar Mann Whitney U testi ile yürütüldü. Yanılma payı %5 olarak belirlendi.

G Power 3.0.1 yazılımı (Universität Kiel, Almanya) kullanılarak örneklem genişliği belirlendi. Buna göre gruplara ait naviküler düşme oranları kullanılarak etki büyüklüğü 0,4 olarak belirlendi. Yanılma olasılığı 0,05 olarak alınarak, toplam 51 bireyle araştırmanın gücü %80 olarak hesaplandı.



Şekil 1. Çalışma Akış Şeması

BULGULAR VE TARTIŞMA

Araştırmanın katılımcıları, VKİ değeri 18,5 kg/m²'nin altında 7 kişi, VKİ değeri 18,5 ile 24,9 kg/m² arasında 36 kişi, VKİ değeri 25 ile 29,9 kg/m² arasında 8 kişiden oluşmaktaydı. Naviküler düşme yüzdeleri açısından karşılaştırıldığında zayıf, normal ve preobez grupta, gruplar arasında farklılık

olduğu görüldü (p=0,015). İkili karşılaştırmaların sonucunda zayıf ve normal VKİ değerlerine sahip olan gruplar arasında (p=0,012), preobez ve normal VKİ değerlerine sahip olan gruplar arasında (p=0,046) fark saptanırken, zayıf ve preobez VKİ değerlerine sahip olan gruplar arasında

fark olmadığı ($p=0,854$) belirlendi. Grupların karakteristikleri ve araştırmanın sonuçları

Tablo 1’de özetlendi.

Tablo 1. Grupların Karakteristikleri ve Araştırmanın Sonuçları

	Zayıf	Normal	Preobez	Kruskal Wallis Testi (p)	Mann Whitney U Testi (p)		
					Zayıf-Normal	Preobez-Normal	Zayıf-Preobez
Yaş (yıl)	20,42±0,51	20,79±0,98	21,00±0,67	0,137	-	-	-
VKİ (kg/m ²)	17,42±0,93	21,98±2,04	27,42±1,22	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Naviküler Düşme (Yüzde)	21,61±6,49	16,29±9,30	24,15±13,50	0,015	0,012	0,046	0,854

Araştırmanın sonucu 18-25 yaş aralığındaki sağlıklı ve sedanter gençlerde VKİ değerlerindeki hem obezite hem de zayıflık yönündeki sapmanın statik yük altındaki ayakta pronasyon derecesinde artışla sonuçlandığını gösterdi.

Ayak fonksiyonu ile VKİ arasındaki ilişkinin incelendiği çalışmalarda Tenenbaum ve arkadaşları 17 yaşındaki, sağlıklı gençlerde fleksible pes planus ile VKİ arasında pozitif yönde anlamlı bir ilişki olduğunu; Jankowicz-Szymanska ve arkadaşlarının 10-84 yaşları arasında sağlıklı kadınlarda yürüttükleri çalışma medial longitüdüal ark yüksekliğinin yaştan ziyade VKİ artışından etkilendiğini ve aşırı kilolu ya da obez olmanın ayak arkalarının düzgünlüğünü bozduğunu; Aurichio ve arkadaşlarının 60 yaş üstü kadın ve erkekler üzerinde yürüttüğü araştırma VKİ artışının ayak yapısında deformasyona neden olduğunu; Pirozzi ve arkadaşlarının laboratuvar ortamında yapay yüklenme ile oluşturdukları normal, preobez, obez ve morbid obez gruplarda yaptıkları çalışma artan VKİ'nin, artan pik plantar ayak basınçlarına neden olduğunu; Butterworth ve arkadaşları 16 çalışmayı dahil ettikleri sistematik derlemede, obezitenin azalmış medial ark yüksekliğinde azalmaya, pronasyonda dinamik ayak fonksiyonuna ve artan plantar basınç oranlarına neden olduğunu göstermişlerdir.^{6,29-32} Diğer yandan Aenumulapalli ve arkadaşlarının Hindistan’da 18-21 yaş aralığındaki gençlerde fleksible pes planus oranı ve cinsiyete göre farkları

belirlemek için yürüttükleri çalışma sonucunda VKİ değerlerinin naviküler düşme miktarını etkilemediğini göstermişlerdir.³³ Atak ve arkadaşları da araştırmalarında benzer bulgular elde etmişlerdir.³⁴ Çalışmamızda literatürle uyumlu olarak 18-25 yaş arasında sağlıklı, sedanter gençlerde, obezite sınırı altında olsa dahi aşırı kilolu olmanın ayak fonksiyonunu olumsuz etkilediği sonucu elde edilmiştir. Bununla birlikte; şimdiki araştırma obez bireylerde yürütülmemiştir fakat preobezite düzeyinde dahi kilo/boy oranındaki artışın ayak pronasyon derecesini artırdığını göstermiştir. Çalışma bu bağlamda önceki literatürle uyumlu olarak kabul edilebilir. Bununla birlikte preobezite seviyesindeki bireylerin ayak sağlığını araştıran çalışmaya rastlanmadığından bu yönüyle tartışılması limitli kalmaktadır.

De Laet ve arkadaşları düşük VKİ değerlerinin yaş ve cinsiyetten bağımsız olarak kırık gelişme riskini artırdığını; Knapik, düşük VKİ değerlerinin askeri personelde düşük kas kütlesi ve desteğinden dolayı kas-iskelet sistemi yaralanması riskini artırabildiğini; Tarrant ve arkadaşları ise düşük VKİ değerlerinin skolyoz gelişimi için bir risk faktörü oluşturduğunu ifade etmişlerdir.³⁵⁻³⁷ Düşük VKİ değerleri ile sistemik hastalık gelişme, morbidite ve mortalite riski ile ilişkisini inceleyen birçok çalışma olmasına rağmen kas-iskelet sistemi üzerine etkisini inceleyen çalışmalar yetersizdir. Literatürde gözlemlenen alanda düşük VKİ değerlerinin ayak fonksiyonu

üzerine etkisini araştıran bir çalışmaya rastlanmamıştır.³⁸⁻⁴² Şimdiki araştırmanın en önemli sonucu normal VKİ sınırının altında kalan bireylerin ayak yapısındaki özelliklerin preobezite seviyesindeki bireylerle benzer olmasıdır. Zayıf VKİ değerlerine sahip bireylerin ayak kaslarının yapılanmasındaki bir farklılık veya kütesinin düşük olabilme ihtimalinden dolayı bu sonuç ortaya çıkmış olabilir. Bu teoriyi destekleyecek yöntemle bir veri toplanmadığından sonucun tam nedenini bu çalışma kapsamında saptamak mümkün olamamaktadır. Fakat, burada dikkat çeken husus “ayaktaki pronasyon artışının mekanik bir yapıya binen fazladan yüke verilen cevap olarak” genellenemeyecek olmasıdır. Çünkü, zayıf seviyesinde VKİ değerleri olan bireylerde dahi belli oranda biyomekaniksel değişimler gözlenmiştir. Bu durumda genel sağlığın belirleyicileri arasında olan normal VKİ düzeyinin vücut sistemlerine çok yönlü bir katkı sağladığı düşünülebilir.

Şimdiki araştırma normal sınırlarda boy/kilo oranının ayak sağlığı açısından önem arz ettiğini göstermiştir. Çalışma bu yönüyle önceki araştırmaların sonuçları ile uyumludur. Bununla birlikte preobezite sınırında olan bireylerin ayak sağlığındaki etkilenim sonucu da benzer şekilde şaşırtıcı değildi. Obezite dışında, preobezitenin ayak pronasyonu üzerine etkisinin gösterilmesi bu çalışmanın kuvvetli yönlerinden biridir. Her ne kadar önceki çalışmalarda preobezitenin bireylerin sistemik/metabolik hastalıklar açısından risk oluşturduğu bildirilse de şimdiki araştırma preobezitenin ayrıca ayak yapısı ile ilişkili olarak kas-iskelet sisteminde bir etkilenme olabildiğini de göstermektedir. Araştırmanın bazı limitasyonları bulunmaktadır. Öncelikle gruplar arasındaki birey sayısında dengeli bir dağılım sağlanmamıştı ve bu nedenle istatistikî tasarım non-parametrik testler üzerinden yürütülmüştür. Ayrıca çalışma kadın ve erkek cinsiyet faktörünün bu sonuçlar üzerinde bir etkisinin olup olmadığını da göstermemektedir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Araştırmanın sonucu sağlıklı ve sedanter gençlerde normal sınırlarda VKİ değerlerinde sahip olmanın statik yük altındaki ayak pronasyonunu zayıflık ve preobezite düzeyinde VKİ değerlerine sahip olmaya göre daha az etkilediğini gösterdi. Bununla birlikte VKİ değerlerinde hem obezite hem de zayıflık yönündeki sapmanın statik yük altındaki ayakta pronasyon derecesinde benzer şekilde

artışa neden olduğunu gösterdi. Sonraki araştırmaların daha homojen ve farklı yaş gruplarında yürütülmesinin faydalı olacağı düşünülmektedir. Ayrıca klinisyenler için, ayak sağlığının korunması ile ilgili önerilerinde normal VKİ değerlerine sahip olunması yönüyle de vurgulanması uygun olabilir.

KAYNAKLAR

1. WHO, E.C. (2004). Appropriate body-mass index for Asian populations and its implications for policy and intervention strategies. *The Lancet*, 363 (9403), 157-163.
2. Flegal, K.M., M.D. Carroll, B.K. Kit, and C.L. Ogden. (2012). Prevalence of obesity and trends in the distribution of body mass index among US adults, 1999-2010. *Jama*, 307 (5), 491-497.
3. Finucane, M. M., Stevens, G. A., Cowan, M. J., Danaei, G., Lin, J. K., Paciorek, C. J., ... & Farzadfar, F. (2011). National, regional, and global trends in body-mass index since 1980: systematic analysis of health examination surveys and epidemiological studies with 960 country-years and 9· 1 million participants. *The Lancet*, 377 (9765), 557-567.
4. Janssen, I. (2007). Morbidity and mortality risk associated with an overweight BMI in older men and women. *Obesity (Silver Spring)*, 15 (7), 1827-40.
5. Wen, C.P., T.Y. David Cheng, S.P. Tsai, H.T. Chan, H.L. Hsu, C.C. Hsu, et al. (2009). Are Asians at greater mortality risks for being overweight than Caucasians? Redefining obesity for Asians. *Public Health Nutr*, 12 (4), 497-506.
6. Butterworth, P. A., Landorf, K. B., Gilleard, W., Urquhart, D. M., & Menz, H. B. (2014). The association between body composition and foot structure and function: a systematic review. *Obesity reviews*, 15 (4), 348-357.

7. Adoracion Villarroya, M., J. Manuel Esquivel, C. Tomas, A. Buenafe, and L. Moreno. (2008). Foot structure in overweight and obese children. *Int J Pediatr Obes*, 3 (1), 39-45.
8. Butterworth, P.A., K.B. Landorf, S. Smith, and H.B. Menz. (2012). The association between body mass index and musculoskeletal foot disorders: a systematic review. *Obesity reviews*, 13 (7), 630-642.
9. Frey, C. and J. Zamora. (2007). The Effects of Obesity on Orthopaedic Foot and Ankle Pathology. *Foot & Ankle International*, 28 (9), 996-999.
10. Mickle, K.J., B.J. Munro, S.R. Lord, H.B. Menz, and J.R. Steele. (2010). Foot pain, plantar pressures, and falls in older people: a prospective study. *Journal of the American Geriatrics Society*, 58 (10), 1936-1940.
11. Sadeghi-Demneh, E., F. Jafarian, J.M. Melvin, F. Azadinia, F. Shamsi, and M. Jafaripishe. (2015). Flatfoot in school-age children: prevalence and associated factors. *Foot Ankle Spec*, 8 (3), 186-93.
12. Stovitz, S.D., P.E. Pardee, G. Vazquez, S. Duval, and J.B. Schwimmer. (2008). Musculoskeletal pain in obese children and adolescents. *Acta Paediatr*, 97 (4), 489-93.
13. Villarroya, M.A., J.M. Esquivel, C. Tomas, L.A. Moreno, A. Buenafe, and G. Bueno. (2009). Assessment of the medial longitudinal arch in children and adolescents with obesity: footprints and radiographic study. *Eur J Pediatr*, 168 (5), 559-67.
14. Bell, J.A., M. Kivimaki, and M. Hamer. (2014). Metabolically healthy obesity and risk of incident type 2 diabetes: a meta-analysis of prospective cohort studies. *Obes Rev*, 15 (6), 504-15.
15. K., P., B. L., and C. D. (2013). A systematic review of variables associated with the relationship between obesity and depression. *Obesity Reviews*, 14 (11), 906-918.
16. Lu, Y., K. Hajifathalian, M. Ezzati, M. Woodward, E.B. Rimm, and G. Danaei. (2014). Metabolic mediators of the effects of body-mass index, overweight, and obesity on coronary heart disease and stroke: a pooled analysis of 97 prospective cohorts with 1.8 million participants. *Lancet*, 383 (9921), 970-83.
17. Zhang, Y., H. Liu, S. Yang, J. Zhang, L. Qian, and X. Chen. (2014). Overweight, obesity and endometrial cancer risk: results from a systematic review and meta-analysis. *Int J Biol Markers*, 29 (1), e21-9.
18. Pirozzi, K., J. McGuire, and A.J. Meyr. (2014). Effect of Variable Body Mass on Plantar Foot Pressure and Off-Loading Device Efficacy. *The Journal of Foot and Ankle Surgery*, 53 (5), 588-597.
19. Ledoux, W.R. and H.J. Hillstrom. (2002). The distributed plantar vertical force of neutrally aligned and pes planus feet. *Gait Posture*, 15 (1), 1-9.
20. Razeghi, M. and M.E. Batt. (2002). Foot type classification: a critical review of current methods. *Gait & posture*, 15 (3), 282-291.
21. Moon, D.C., K. Kim, and S.K. Lee. (2014). Immediate Effect of Short-foot Exercise on Dynamic Balance of Subjects with Excessively Pronated Feet. *J Phys Ther Sci*, 26 (1), 117-9.
22. Ritchie, C., K. Paterson, A.L. Bryant, S. Bartold, and R.A. Clark. (2011). The effects of enhanced plantar sensory feedback and foot orthoses on midfoot kinematics and lower leg neuromuscular activation. *Gait Posture*, 33 (4), 576-81.
23. Witchalls, J., P. Blanch, G. Waddington, and R. Adams. (2012). Intrinsic functional deficits associated with increased risk of ankle injuries: a systematic review with meta-analysis. *Br J Sports Med*, 46 (7), 515-23.
24. Hagedorn, T.J., A.B. Dufour, J.L. Riskowski, H.J. Hillstrom, H.B. Menz, V.A. Casey, et al. (2013). Foot disorders, foot posture, and foot function: the Framingham foot study. *PLoS One*, 8 (9), e74364.
25. Chuter, V.H. and X.A. Janse de Jonge. (2012). Proximal and distal contributions to lower extremity injury: a review of the literature. *Gait Posture*, 36 (1), 7-15.
26. Cote, K.P., M.E. Brunet, B.M. Gansneder, and S.J. Shultz. (2005). Effects of Pronated and Supinated Foot Postures on Static and Dynamic Postural Stability. *J Athl Train*, 40 (1), 41-46.
27. Health, N.I.o. and N.A.A.f.t.S.o. Obesity. (2000). The Practical guide: identification, evaluation, and treatment of overweight and obesity in adults. NIH Publication Number 00-4084. http://www.nhlbi.nih.gov/guidelines/obesity/prctgd_c.pdf.
28. Mueller, M.J., J.V. Host, and B.J. Norton. (1993). Navicular drop as a composite measure of excessive pronation. *J Am Podiatr Med Assoc*, 83 (4), 198-202.
29. Tenenbaum, S., O. Hershkovich, B. Gordon, N. Bruck, R. Thein, E. Derazne, et al. (2013). Flexible pes planus in adolescents: body mass index, body height, and gender--an epidemiological study. *Foot Ankle Int*, 34 (6), 811-7.
30. Jankowicz-Szymanska, A., K. Wodka, M. Kolpa, and E. Mikolajczyk. (2018). Foot longitudinal arches in obese, overweight and normal weight females who differ in age. *Homo*, 69 (1-2), 37-42.
31. Aurichio, T.R., J.R. Rebelatto, and A.P. De Castro. (2011). The relationship between the body mass index (BMI) and foot posture in elderly people. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 52 (2), e89-e92.
32. Pirozzi, K., J. McGuire, and A.J. Meyr. (2014). Effect of variable body mass on plantar foot pressure and off-loading device efficacy. *J Foot Ankle Surg*, 53 (5), 588-97.
33. Aenumulapalli, A., M.M. Kulkarni, and A.R. Gandotra. (2017). Prevalence of Flexible Flat Foot in Adults: A Cross-sectional Study. *J Clin Diagn Res*, 11 (6), AC17-AC20.
34. Atak, E., H. Özbek, and Z.C. Algun. (2016). Sağlıklı sedanter bireylerde vücut ağırlığı artışının ayak postürü ve diz ağrısı üzerine etkisi. *Journal of Exercise Therapy and Rehabilitation*, 3 (2), 66-71.
35. De Laet, C., J.A. Kanis, A. Oden, H. Johanson, O. Johnell, P. Delmas, et al. (2005). Body mass index as a predictor of fracture risk: a meta-analysis. *Osteoporos Int*, 16 (11), 1330-8.
36. Knapik, J. (2015). The Importance of Physical Fitness for Injury Prevention: Part 2. *Journal of special operations medicine: a peer reviewed journal for SOF medical professionals*, 15 (2), 112-115.
37. Tarrant, R.C., J.M. Queally, D.P. Moore, and P.J. Kiely. (2018). Prevalence and impact of low body mass index on outcomes in patients with adolescent idiopathic scoliosis: a systematic review. *Eur J Clin Nutr*.
38. Xu, W., L. Tan, H.F. Wang, T. Jiang, M.S. Tan, L. Tan, et al. (2015). Meta-analysis of modifiable risk factors for Alzheimer's disease. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, 86 (12), 1299-306.
39. Renfro, L.A., F. Loupakis, R.A. Adams, M.T. Seymour, V. Heinemann, H.J. Schmoll, et al. (2016). Body Mass Index Is Prognostic in Metastatic Colorectal Cancer: Pooled Analysis of Patients From First-Line Clinical Trials in the ARCAD Database. *J Clin Oncol*, 34 (2), 144-50.

40. Sharma, A., C.J. Lavie, J.S. Borer, A. Vallakati, S. Goel, F. Lopez-Jimenez, et al. (2015). Meta-analysis of the relation of body mass index to all-cause and cardiovascular mortality and hospitalization in patients with chronic heart failure. *Am J Cardiol*, 115 (10), 1428-34.
41. Lafranca, J.A., I.J. JN, M.G. Betjes, and F.J. Dor. (2015). Body mass index and outcome in renal transplant recipients: a systematic review and meta-analysis. *BMC Med*, 13, 111.
42. Huisman, H.W., R. Schutte, H.L. Venter, and J.M. van Rooyen. (2015). Low BMI is inversely associated with arterial stiffness in Africans. *British Journal of Nutrition*, 113 (10), 1621-1627.