

# Adölesanlarda Obezitenin Uzun Dönem Komplikasyonlarını Öngörmede Antropometrik Ölçümlerin Değeri

## The Value of Anthropometric Measurements in Predicting Long-Term Complications of Obesity in Adolescents

Burcu Güven<sup>1\*</sup>, Ayşenur Ökten<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Karadeniz Teknik Üniversitesi Tıp Fakültesi Çocuk Gastroenteroloji Bölümü, Trabzon, Türkiye

<sup>2</sup>Karadeniz Teknik Üniversitesi Tıp Fakültesi Çocuk Endokrinoloji Bölümü, Trabzon, Türkiye

### Özet

**Amaç:** Obezite sıklığı giderek artan, komplikasyonları uzun dönemde ortaya çıkan, morbiditesi ve mortalitesi yüksek ciddi bir hastalıktır. Bu çalışmada obezitenin komplikasyonlarının erken tanısında yardımcı olabilecek ve yaygın olarak kullanılabilir en iyi antropometrik ölçümün bulunması hedeflenmiştir.

**Yöntem ve gereçler:** 01.06.2010-01.12.2010 tarihleri arasında endokrin polikliniğine obezite nedeniyle başvuran ve pubertal evresi 4-5 olan hastalar prospektif olarak çalışmaya alındı. Hastaların vücut kitle indeksi (VKİ), bel çevresi/kalça çevresi (BÇ/KÇ), yağ kitle indeksi (YKİ), triponderal kitle indeksi (TKİ), ağırlık/boy (A/B) ve bel çevresi/boy (BÇ/B) oranları hesaplandı ve her bir ölçüm metabolik sendrom ayırımı için değerlendirildi.

**Bulgular:** Yaş ortalaması 14,02±1,62 yıl olan 41 (%63,1)'i kız, 24 (%36,9)'ü erkek toplam 65 hasta çalışmaya alındı. Metabolik sendrom varlığının ayırımında incelenen VKİ, BÇ/KÇ, YKİ, YKİ, A/B oranlarının tanı performansları ayrı ayrı ROC analizi ile incelendi. Erkeklerde BÇ/KÇ oranı kızlarda BÇ ve BÇ/B oranı anlamlı olarak tespit edildi.

**Sonuç:** Obezitenin komplikasyonlarının erken tanısında yardımcı olabilecek ve yaygın olarak kullanılabilir en iyi antropometrik ölçüm erkeklerde BÇ/KÇ oranı, kızlarda ise BÇ ve BÇ/B oranıdır.

**Anahtar Kelimeler:** Antropometrik ölçümler, Komplikasyon, Obezite

### Abstract

**Objective:** Obesity is a serious disease with an increasing frequency, complications occurring in the long term, and high morbidity and mortality. In this study, it was aimed to find the best anthropometric measurement that can help in the early diagnosis of obesity complications and which can be used widely.

**Methods:** The prospective study included patients with pubertal stage 4-5 that presented to Pediatric Endocrinology outpatient clinic due to obesity between 01.06.2010-01.12.2010. Body mass index (BMI), waist circumference / hip circumference (WC / HC), fat mass index (FMI), triponderal index (TMI), weight / height (W / H) and waist circumference / height (WC / H) ratios were calculated and each anthropometric measurement was evaluated for the distinction of metabolic syndrome

**Results:** The study included a total of 65 patients, comprising 41(63.1%) girls and 24(36.9%) boys with a mean age of 14.02±1.62 years. The diagnostic performances of BMI, WC / HC, FMI, TMI, W / H ratios, which were examined in the distinction of metabolic syndrome, were analyzed separately by ROC analysis. WC / HC ratio in boys, WC and WC / H ratio in girls were significantly determined.

**Conclusion:** The best anthropometric measurement that can help in the early diagnosis of obesity complications and that can be used widely is the WC / HC ratio in boys and the WC and WC / H ratio in girls.

**Key Words:** Anthropometric measurements, Complication, Obesity

### Giriş

Obezite, kalori alımı ile kullanımı arasındaki dengesizlikten kaynaklanan, vücutta aşırı yağ birikimi ile sonuçlanan, fiziksel ve ruhsal sorunlara yol açan multifaktöriyel bir durumdur (1). Son yüzyılda sıklığı giderek artmaktadır ve vücutta

birçok sistemi etkilemektedir. Sinsi bir hastalık olup uzun dönemde tip 2 diyabet ve kardiyovasküler hastalıklar gibi birçok hastalık için risk faktörü oluşturmaktadır (2,3). Mortalite ve morbiditesinin yüksek olması ve buna bağlı sağlık giderlerinin giderek artması, bu konuda araştırmaların son dönemde hızlanmasına sebep olmuştur. Antropometrik ölçümler, ucuz, hızlı,

invazif olmayan ve uygulaması kolay yöntemlerdir. Bu konuyla ilgili birçok çalışma yapılmış, farklı ölçümler ve oranlar obezitenin uzun dönem komplikasyonlarını öngörmede denenmiştir (4,5,6,7). Vücut kitle indeksinin (VKİ) santral (visseral) obeziteyi değerlendirmede yetersiz olduğu tespit edilince, bel çevresi (BÇ) ve bel çevresi/kalça çevresi (BÇ/KÇ) gibi ölçümlerle çalışmalar yapılmıştır (6,8). Bu çalışmaları daha sonra yağ kitle indeksi (YKİ) ve triponderal kitle indeksi (TKİ) gibi oranların incelendiği çalışmalar takip etmiştir (7). Bu çalışmada obezitenin uzun dönemde komplikasyonlarını öngörmede en iyi antropometrik ölçümün bulunması amaçlanmıştır.

## Gereç ve Yöntem

Aşırı kilo alımı nedeniyle 01.06.2010-01.12.2010 tarihleri arasında pediatrik endokrinoloji polikliniğine başvuran, vücut kitle indeksi (VKİ) yaşına ve cinsiyetine göre 95. persentilin üstünde ve Tanner evrelemesine göre pubertal evresi 4-5 olan hastalar prospektif olarak çalışmaya alındı (9). Boyu aile ortalamasına göre kısa olan, mental retardasyonu olan, obeziteye yol açan hastalığı (hipotroidi, Cushing hastalığı, polikistik over sendromu vb.) olan hastalar çalışma dışı bırakıldı.

Hastaların ağırlıkları, 'Tanita Body Composition Analyzer model TBF-300' marka tartı ile ölçüldü. Hastaların vücut kompozisyonları bioelektrik impedans analizi (BİA) yöntemiyle değerlendirildi. BİA cihazı ile hastaların vücut yağ yüzdesi (%), yağ ağırlığı belirlendi. Hastaların boy ölçümleri Harpenden Stadiometresi kullanılarak 0.1cm hassasiyetle, ardışık iki ölçümün ortalaması alınarak yapıldı. Hastaların BÇ ve KÇ'leri esnemeyen bir mezura ile ölçüldü. Deri kıvrım kalınlığı 0.2 mm aralıklarla ölçüm yapabilen 'MSD Caliper Profi' model Holtain Skinfold Kaliper ile ölçüldü. Triseps ve suprailiak deri kıvrım kalınlıkları bakıldı. Deri kıvrım kalınlıkları, yaşına, cinsiyetine ve ölçüm yerine uygun persentil eğrileri ile değerlendirildi (10). Laboratuvar tetkikleri en az sekiz saat açlık sonrası alındı ve kan lipid değerleri, glukoz, insülin ve tiroid fonksiyon testlerine bakıldı. Glukoz ve insülin değerleri ile HOMA formülü kullanılarak insülin direnci değerlendirildi. Bu değer 2.5' un üzerinde ise hastanın insülin direnci olduğu kabul edildi. Ayrıca hastaların kan basınçları en az 15 dakika dinlenme sonrası ölçüldü. Her hasta için Uluslararası Diyabet Vakfı (International Diabet Foundation-IDF) kriterleri kullanılarak metabolik sendrom skoru (MSS)

hesaplandı (11). Bu skorlamaya göre beş parametre alındı.

- Abdominal obezite (BÇ kızlarda  $\geq 80$ cm, erkeklerde  $\geq 90$ cm),
- Hipertrigliseridemi ( $\geq 150$  g/dL),
- HDL düşüklüğü (kızlarda  $< 50$  mg/dL, erkeklerde  $< 40$  mg/dl),
- Yüksek kan basıncı (sistolik kan basıncı  $\geq 130$  mmHg veya diastolik kan basıncı  $\geq 85$  mmHg)
- Açlık kan şekeri ( $\geq 100$  mg/dL).

Bu skorlama sistemine göre 3 ve daha fazla puan olan hastalara metabolik sendrom (MS) tanısı konuldu. Hastaların vücut kitle indeksi (VKİ) (ağırlık/boy<sup>2</sup>), BÇ /KÇ, YKİ (yağ kitlesi/boy<sup>3</sup>), TKİ (ağırlık/boy<sup>3</sup>), ağırlık/boy(A/B) ve bel çevresi/boy (BÇ /B) oranları hesaplandı ve MSS ile korelasyonlarına bakıldı. BÇ/KÇ oranı, erkeklerde 0.90, kızlarda 0.80'nin üstünde olan hastalar santral obez, altında olanlar ise periferik obez olarak kabul edildi (12). İki grup antropometrik ölçümler ve biyokimyasal değerler açısından karşılaştırıldı. Hastalar 3 aylık izleme alındı. Tüm hastalara diyet ve egzersiz tedavisi verildi. İnsülin direnci olan hastaların tedavisine metformin eklendi.

**İstatistiksel Analizler:** Veriler için bilgisayar ortamında SPSS (Statistical Package for the Social Science) 11.0 paket programı kullanıldı. Parametreler ortalama ve standart sapma cinsinden ifade edildi. Hastaların yaş, cinsiyet, ağırlık, lipid değerleri, tiroid fonksiyon testleri ve glukoz değerleri açısından karşılaştırılmasında Student T testi; deri kıvrım kalınlıkları ve yağ kitlesi açısından karşılaştırılmasında ise Wilcoxon işaret testi kullanıldı. Çalışmada MSS ile antropometrik ölçümler arasındaki ilişki Spearman's korelasyon katsayısının önemlilik testi ile incelendi. Metabolik sendrom varlığının ayırımında, antropometrik ölçümlerin tanı performansları ayrı ayrı ROC (Receiver Operating Characteristic) analizi ile incelenmiştir. Analizlerde kadın ve erkekler ayrı ayrı değerlendirildi. ROC analizi sonrası elde edilen eğri altında kalan alanın (AUC) önemliliği test edildi. Kesim değeri Youden İndeksine göre belirlendi ve duyarlılık ve seçicilik değerleri hesaplandı. Elde edilen p değerleri 0.05'den küçük olduğu durumlarda farklar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

**Etik Kurul Onayı:** Bu çalışma Helsinki Deklarasyonu ilkelerine uygun olarak gerçekleştirildi ve Karadeniz Teknik Üniversitesi Tıp Fakültesi Etik Kurulu' nun 22.7.2010 tarih ve 377 sayılı toplantısında 2 karar numarası ile alınan onay doğrultusunda yürütüldü. Çalışmaya alınan

**Tablo 1:** Periferik ve santral obezitesi olan hastalarda antropometrik ölçümler ve biyokimyasal parametreler

Parametre	Santral tip (n=38) Ort±SD	Periferik tip (n=27) Ort±SD	P değeri
Cinsiyet (K/E)	30/8	11/16	0.002
Kilo SDS	4.69±1.77	3.84±1.78	0.062
Yağ kitlesi	30.55±9.48	29.83±10.82	0.778
Triceps DKK	48.63±7.18	49.22±7.80	0.754
Suprailiak DKK	58.16±6.64	60.26±7.62	0.242
VKİ	33.03±4.40	32.40±5.58	0.614
BÇ	99.63±11.53	95.00±12.21	0.124
A/B	62.18±6.13	57.96±5.93	0.007
BÇ/KÇ	0.89±0.76	0.84±0.69	0.006
BÇ/B	0.62±0.61	0.58±0.59	0.007
TKİ	20.54±2.72	19.59±3.19	0.202
YKİ	7.44±2.12	6.72±2.37	0.200
HDL	42.03±10.32	40.59±7.90	0.547
LDL	101.89±21.03	97.37±25.28	0.435
Total Kolestrol	158.79±26.70	152.11±30.40	0.352
Trigliserid	128.71±60.75	101.26±32.35	0.036
Glukoz	90.97±10.80	88.30±5.89	0.247
İnsülin	18.68±14.84	14.16±6.61	0.144
HOMA	4.34±3.80	3.09±1.45	0.111
Glukoz/insülin	7.09±4.03	7.73±3.76	0.519
ST4	1.17±0.17	1.15±0.16	0.736
TSH	3.46±1.30	3.24±1.91	0.572
MSS	1.87±1.02	1.41±0.89	0.049
Metabolik sendrom (+/-)	24/14	10/17	0.038

DKK: Deri kıvrım kalınlığı, VKİ: Vücut Kitle indeksi, BÇ: Bel çevresi, A/B: Ağırlık/boy, BÇ/KÇ: Bel çevresi/kalça çevresi, BÇ/B: Bel çevresi/ boy, TKİ: Triponderal kitle indeksi, YKİ: Yağ kitle indeksi, HOMA: İnsülin direnci, St4: Serbest tiroksin, TSH: Tiroid uyarıcı hormon, MSS: Metabolik sendrom skoru

hastalardan ve hastaların ailelerinden bilgilendirilmiş onam formu alındı.

### Bulgular

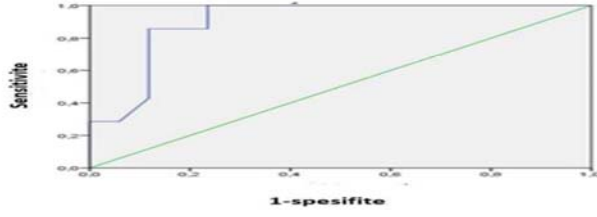
Yaş ortalaması 14,2±1,62 yıl (12-18 yıl, ortanca 14 yıl) olan 41 (%63,1)'i kız, 24 (%36,9)' ü erkek toplam 65 hasta araştırmaya alındı. Hastaların 38 (%58,5)' inde santral obezite mevcuttu. Santral obezitesi olan hastaların 30(%78,9)'u, periferik obezitesi olan hastaların 11(%40,7)' i kız olup istatistiksel olarak anlamlı tespit edildi (p= 0,002). Periferik obezitesi olan 13 (%48.1) hastada, santral obezitesi olan 24 (%66.6) hastada insülin direnci tespit edildi (p=0.171). Periferik ve santral obezitesi olan hastalar karşılaştırıldığında, santral obezitesi olan hastalarda A/B, BÇ/KÇ oranları, trigliserid değeri, MSS ve MS varlığı belirgin olarak daha yüksek tespit edildi (Tablo I). Metabolik sendrom varlığının ayırımında incelenen VKİ, BÇ/KÇ, YKİ, TKİ, W/H oranlarının tanı

performansları ayrı ayrı ROC analizi ile incelendi (Tablo II). Erkeklerde BÇ/KÇ oranı kızlarda BÇ ve BÇ/B oranı anlamlı olarak tespit edildi. Erkeklerde BÇ/KÇ oranı için kesim noktası 0,915 alındığında duyarlılığı %100, seçiciliği %76,47 olarak bulundu (Şekil 1). Kızlarda BÇ için kesim noktası 89,5 alındığında duyarlılığı %73,3, seçiciliği %72,7 olarak tespit edildi (Şekil 2). Kızlarda BÇ/B oranı için kesim noktası 0,549 alındığında duyarlılığı %90, seçiciliği %72,9 olarak bulundu (Şekil 3). Hastaların 40 (%61.5)' ı kontrole geldi. Kontrole gelen hastalardan 13 (%32.5)' ü kilo aldı, 27(%67.5)' si kilo verdi. Obezitenin tipi ile kilo değişimi arasında istatistiksel fark tespit edilmedi (p=0.127).

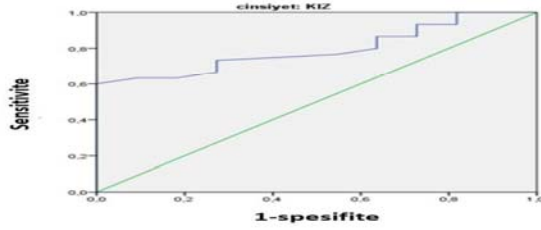
### Tartışma

Obezite, komplikasyonları uzun dönemde ortaya çıkan, morbidite ve mortalitesi yüksek, ciddi bir

Şekil 1. Metabolik sendromu öngörmeye erkeklerde bel çevresi/kalça çevresi oranının tanısal değeri (AUROC: 0.903, p <0.05, 95% CI: 85.2 -97.4)



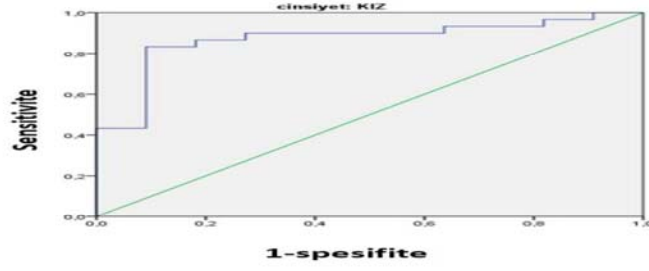
Şekil 2. Metabolik sendromu öngörmeye kızlarda bel çevresinin tanısal değeri (AUROC: 0.794, p <0.05, 95% CI: 65.9 – 92.9)



hastalıktır. Yetişkinlerin büyük çoğunluğunda obezite başlangıcının çocukluk çağlarına uzandığı bilinmektedir (5). Bu durumda erken dönemde komplikasyonların öngörülmesi morbidite ve mortaliteyi azaltacaktır. Bu komplikasyonların en sık görülenleri hipertansiyon, Tip 2 diyabetes mellitus, yağlı karaciğer hastalığı, erken dönemde ateroskleroz ve ölümlerdir (13). Metabolik sendromun özellikle diyabet ve kalp hastalıklarını

öngörmeye etkili olduğu bilinmektedir (14). Bu çalışmada da obezitenin uzun dönemde komplikasyonları öngörmeye en iyi antropometrik ölçümün bulunması amaçlanmış, bunu değerlendirmek için de MS ile korelasyonuna bakılmıştır. Öncelikle hastalar BÇ/KÇ oranlarına göre santral ve periferik obezitesi olanlar olarak iki grupta incelenmiştir. Santral obezitesi olan hastalarda trigliserid düzeyinin daha yüksek olduğu

**Şekil 3.** Metabolik sendromu öngörmde kızlarda bel çevresi/boy oranının tanısal değeri (AUROC: 0,750, p <0,05, 95% CI: 74,9 – 99,0)



**Tablo 2:** Metabolik sendrom varlığının ayırımında VKİ, BÇ/KÇ, YKİ, TKİ, A/B oranlarının tanı performanslarında ayrı ayrı ROC analizi sonuçları

	ERKEK		KIZ	
	AUC (%95 Güven Aralığı)	p	AUC (%95 Güven Aralığı)	p
VKİ	0,387(0,132-0,641)	0,391	0,568(0,230-0,906)	0,172
BÇ	0,723 (0,512-0,934)	0,081	0,794 (0,621-0,967)	0,004
A/B	0,538 (0,253-0,822)	0,775	0,538(0,615-0,912)	0,775
YKİ	0,462(0,177-0,747)	0,775	0,486(0,137-0,836)	0,930
TKİ	0,395 (0,105-0,685)	0,427	0,676(0,392-0,959)	0,253
BÇ/B	0,727 (0,638-0,816)	0,076	0,870 (0,762-0,978)	0,001
BÇ/KÇ	0,903(0,781-1,000)	0,002	0,750 (0,565-0,935)	0,104

VKİ: Vücut Kitle indeksi, BÇ: Bel çevresi, A/B: Ağırlık/boy, BÇ/KÇ: Bel çevresi/kalça çevresi, BÇ/B: Bel çevresi/ boy, TKİ: Triponderal kitle indeksi, YKİ: Yağ kitle indeksi,

görülmüştür. Ghosh ve ark. (15) yaptığı çalışmada da BÇ/KÇ oranı ile trigliserid düzeyi arasında pozitif korelasyon bulunmuştur. Bir diğer araştırmada ise bel çevresinin yüksek olmasının kardiyovasküler hastalık riskini dört kat arttırdığı gösterilmiştir (6). MSS' nun parametrelerinin trigliserid yüksekliği ve BÇ olduğu düşünülürse santral obezitesi olan hastalarda daha yüksek çıkması, dolayısıyla MS' un daha sık görülmesi beklenen bir bulgudur. Bu çalışmada VKİ ve A/B oranının MS' u belirlemede etkin olmadığı görüldü. Nitekim yapılan çalışmalarda; kardiyometabolik riskin VKİ ile %66, BÇ/B oranıyla ise %73 korele olduğu saptanmıştır (16). Vücut kitle indeksi veya A/B oranlarının visseral yağlanmayı göstermekte yetersiz kaldığına dair yayınlar bulunmaktadır (6,8). Öte yandan özellikle yaş ve cinsiyetine göre belirlenmiş VKİ z

skorunun vücut yağ kompozisyonlarını göstermede oldukça etkili olduğuna dair son dönem çalışmalar da bulunmaktadır (16). Bu çalışmada erkeklerde BÇ/KÇ, kızlarda BÇ ve BÇ/B oranlarının MS' u belirlemede daha etkili olduğu bulunmuştur. Bu da VKİ veya A/B oranından ziyade BÇ' nin daha prediktif bir değer olduğunu düşündürmüştür. Perona ve ark. (17) yaptığı çalışmada, bu çalışmadaki gibi erkeklerde sadece BÇ/KÇ, kızlarda ise VKİ, BÇ ve BÇ/B oranları kardiyometabolik risk açısından daha prediktif bulunmuştur. Bu çalışmanın sonucunda en iyi antropometrik ölçümün BÇ olduğu belirtilmiştir. Nitekim Lo ve ark. (18) yaptığı meta-analizde de kardiyometabolik riskin belirlenmesinde BÇ/B ile BÇ arasında bir fark bulunamamıştır. Bu durumda BÇ riskin belirlenmesinde daha yol gösterici görünmektedir.

Özellikle fazla kilolu (obez olmayan) adölesanlarda vücutta yağ kitlesini değerlendirmekte VKİ' nin yetersiz olabileceği düşünülmektedir. Bu durum yeni bir ölçüme ihtiyacı arttırmıştır. Triponderal kitle indeksinin, özellikle erkek ergenlerde vücutta yağ kitlesini daha iyi gösterdiği tespit edilmiştir (18). Ramirez-Velez ve ark. (11) yaptığı çalışmada ise TKİ'nin MS' u belirlemede orta derecede etkili olduğu belirtilmiştir. Ancak bu ölçüm için kesim değerinin net olmaması yanıltıcıdır. Ayrıca pratikte kullanılması daha zordur. Bizim çalışmamızda da TKİ MS' u belirlemede etkili bulunmamıştır. Bu durumun erkek hastaların azlığından kaynaklandığı düşünülmektedir. Son dönemde vücut kompozisyonlarını ayrı ayrı ölçen tartıların çıkması ile birlikte YKİ gibi farklı indeksler kardiyometabolik riskin değerlendirilmesinde kullanılmaya başlanmıştır. Burada amaç yağın yoğunluğu tespit etmektir. Ancak yaş ve cinsiyete bağlı bir kesim değerinin olmaması değerlendirmeyi güçleştirmektedir. Bizim çalışmamızda YKİ MS' u belirlemede etkin bulunmamıştır. Ramirez-Velez ve ark. (11) yaptığı çalışmada, YKİ'nin MS' u belirlemede orta derecede etkin olduğu belirtilmiştir. Radetti ve ark. (16) yaptığı çalışmada da YKİ, VKİ, BÇ ve BÇ/KÇ' den daha prediktif bulunmamıştır. Bu çalışmanın en önemli kısıtlayıcı faktörü hasta sayısının azlığıdır. Erkek hastaların daha az olması da diğer bir kısıtlayıcı faktördür.

**Çıkar Çatışması Beyanı:** Yazarlar çıkar çatışması olmadığını bildirmişlerdir.

## Sonuç

Obezite sıklığı giderek artan, komplikasyonları uzun dönemde ortaya çıkan, morbiditesi ve mortalitesi yüksek ciddi bir hastalıktır. Antropometrik ölçümler, uzun dönem komplikasyonları belirlemede kolay ve ucuz bir yöntemdir. Bu araştırmada obezitenin komplikasyonlarının erken tanısında yardımcı olabilecek ve yaygın olarak kullanılacak en iyi antropometrik ölçümün bulunması hedeflenmiştir. Erkeklerde BÇ/KÇ oranı, kızlarda ise BÇ ve BÇ/B oranı daha anlamlı bulunmuştur. Bu konuda daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır. Toplumlara göre persentil çizelgeleri oluşturulmalıdır.

## Kaynaklar

1. Donohoue PA. Obesity. In: Behrman RE, Kliegman RM, Jenson HB. Nelson Textbook of Pediatrics 17 th ed. Philadelphia: W.B. Saunders, 2004. p. 173-177.
2. Sothorn MS, Gordon ST. Prevention of obesity in young children: a critical challenge for medical professionals. Clin Pediatr (Phila) 2003; 42(2): 101-111.
3. Zwiauer KF. Prevention and treatment of overweight and obesity in children and adolescents. Eur J Pediatr 2000; 159(1): 56-68.
4. Ononamadu CJ, Ezekwesili CN, Onyeukwu OF, Umeogaju UF, Ezeigwe OC, Ihegboro GO. Comparative analysis of anthropometric indices of obesity as correlates and potential predictors of risk for hypertension and prehypertension in a population in Nigeria. Cardiovasc J Afr 2017; 28(2): 92-89.
5. Da Silva CC, Vasques ACJ, Zambon MP, Camilo DF, De Bernardi Rodrigues AM, Antonio MÂRGM, et al. Sagittal abdominal diameter resembles waist circumference as a surrogate marker of insulin resistance in adolescents-Brazilian Metabolic Syndrome Study. Pediatr Diabetes 2018; 19(5): 882-891.
6. Garnett SP, Baur LA, Srinivasan S, Lee JW, Cowell CT. Body mass index and waist circumference in midchildhood and adverse cardiovascular disease risk clustering in adolescence. Am J Clin Nutr 2007; 86(3): 549-555.
7. Peterson CM, Su H, Thomas DM, Heo M, Golnabi AH, Pietrobelli A, et al. Tri-Ponderal Mass Index vs Body Mass Index in Estimating Body Fat During Adolescence. JAMA Pediatr 2017; 171(7): 629-636.
8. Katzmarzyk PT, Srinivasan SR, Chen W, Malina RM, Bouchard C, Berenson GS. Body mass index, waist circumference, and clustering of cardiovascular disease risk factors in a biracial sample of children and adolescents. Pediatrics 2004; 114(2): 198-205.
9. Bundak R, Furman A, Gunoz H, Darendeliler F, Bas F, Neyzi O. Body mass index references for Turkish children. Acta Paediatrica 2006; 95(2): 194-198.
10. Ozturk A, Budak N, Cicek B, Mazicioglu MM, Bayram F, Kurtoglu S. Cross-sectional reference values for mid-upper arm circumference, triceps skinfold thickness and arm fat area of Turkish

- children and adolescents. *Int J Food Sci Nutr* 2009; 60(4):267-281.
11. Ramírez-Vélez R, Correa-Bautista JE, Carrillo HA, González-Jiménez E, Schmidt-RioValle J, Correa-Rodríguez M, et al. Tri-Ponderal Mass Index vs. Fat Mass/Height<sup>3</sup> as a Screening Tool for Metabolic Syndrome Prediction in Colombian Children and Young People. *Nutrients* 2018; 10(4): 412.
  12. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/206936>
  13. Bass R, Eneli I. Severe childhood obesity: an under-recognised and growing health problem. *Postgrad Med J* 2015;91(1081):639-645.
  14. Hoffman EL, VonWald T, Hansen K. The metabolic syndrome. *S D Med*. 2015;Spec No:24-8.
  15. Ghosh A, Bose K, Chakravarti S, Chaudhuri AB, Chattopadhyay J, Dasgupta G, Sengupta S. Central obesity and coronary risk factors. *J R Soc Promot Health* 2004; 124(2): 86-90.
  16. Radetti G, Fanolla A, Grugni G, Lupi F, Sartorio A. Indexes of adiposity and body composition in the prediction of metabolic syndrome in obese children and adolescents: Which is the best? *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 2019; 29(11): 1189-1196.
  17. Perona JS, Schmidt-RioValle J, Rueda-Medina B, Correa-Rodríguez M, González-Jiménez E. Waist circumference shows the highest predictive value for metabolic syndrome, and waist-to-hip ratio for its components, in Spanish adolescents. *Nutr Res* 2017; 45(1): 38-45.
  18. Lo K, Wong M, Khalechelvam P, Tam W. Waist-to-height ratio, body mass index and waist circumference for screening paediatric cardio-metabolic risk factors: a meta-analysis. *Obes Rev* 2016; 17(12): 1258-1275.
  19. Peterson CM, Su H, Thomas DM, Heo M, Golnabi AH, Pietrobelli A, Heymsfield SB. Tri-Ponderal Mass Index vs Body Mass Index in Estimating Body Fat During Adolescence. *JAMA Pediatr* 2017; 171(7): 629-636.