



**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
ÇOCUK SAĞLIĞI VE HASTALIKLARI ANABİLİM DALI**

**OBEZ OLAN VE OLMAYAN ÇOCUKLARDA EL BİLEK
ÇEVRESİ İLE DİĞER ANTROPOMETRİK ÖLÇÜMLER
ARASINDAKİ İLİŞKİNİN ARAŞTIRILMASI**

UZMANLIK TEZİ

Dr. Bengi DENİZLİOĞLU

Antalya, 2025



**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
ÇOCUK SAĞLIĞI VE HASTALIKLARI ANABİLİM DALI**

**OBEZ OLAN VE OLMAYAN ÇOCUKLARDA EL BİLEK
ÇEVRESİ İLE DİĞER ANTROPOMETRİK ÖLÇÜMLER
ARASINDAKİ İLİŞKİNİN ARAŞTIRILMASI**

UZMANLIK TEZİ

Dr. Bengi DENİZLİOĞLU

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Reha ARTAN

“Kaynak gösterilerek tezimden yararlanılabilir.”

Antalya, 2025

TEŞEKKÜR

Bu tez çalışmasının hazırlanma sürecinde bana rehberlik eden, bilgi ve deneyimlerini her zaman paylaşmaktan çekinmeyen, sabırla yönlendiren ve akademik gelişimime büyük katkı sağlayan değerli danışmanım Sayın Prof. Dr. Reha Artan'a en derin teşekkürlerimi sunarım. Çalışmamın her aşamasında gösterdiği özverili yaklaşımı, yapıcı eleştirileri, titiz akademik disiplini ve yol gösterici desteği sayesinde bu çalışmayı tamamlayabildim. Kendisinden öğrendiğim akademik bakış açısı ve araştırma etiği, ilerleyen yıllarda da bana ışıktutacaktır.

Çalışma sürecinde karşılaştığım zorluklar karşısında beni motive eden, anlayışları ve destekleriyle her zaman yanımda olan değerli arkadaşlarıma, eşkıdemlerime, Uzman Dr. Hatice Yılmaz Dağlı ve Hemşire Dilek Yılmaz'a teşekkür etmek isterim. Onların desteği, bu yoğun dönemi daha kolay ve anlamlı hale getirmiştir.

Hayatımın her döneminde olduğu gibi bu süreçte de bana koşulsuz sevgi, sabır ve destek veren sevgili aileme en derin şükranlarımı sunuyorum. Her zaman yanımda olan, bana inanan, güç ve moral veren annem Hülya Denizlioğlu, babam İbrahim Denizlioğlu ve kardeşim Cemil Denizlioğlu'na teşekkür ederim. Onların varlığı ve sevgisi, bu çalışmayı tamamlamamda en büyük motivasyon kaynağım olmuştur.

Son olarak, bu tezin hazırlanma süreci boyunca yaşadığım tüm deneyimlerin, bana yalnızca akademik değil, kişisel anlamda da büyük bir katkı sağladığını belirtmek isterim. Bu süreçte edindiğim bilgi, tecrübe ve dostlukların, akademik hayatımın ilerleyen dönemlerinde de bana yön vereceğine inanıyorum.

Bu çalışmayı, bana her daim inanç, sevgi ve destekle yol gösteren tüm sevdiklerime ithaf ediyorum.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

Simgeler ve Kısaltmalar	v
Şekiller Dizini	vii
Tablolar Dizini	viii
1. GİRİŞ ve AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	2
2.1. Obezite.....	2
2.1.1. Tanım.....	2
2.1.2. Prevalans	7
2.1.3. Etiyopatogenez	8
2.1.4. Obeziteyi Etkileyen Faktörler	10
2.1.5. Obezitenin Komplikasyonları.....	11
2.2. Antropometrik Ölçümlerin Tanımı ve Önemi	14
2.3. Obeziteyi Belirlemede Kullanılan Yöntemler	14
2.3.1. Vücut Kitle İndeksi	15
2.3.2. Bel Çevresi	15
2.3.3. Vücut Yağ Yüzdesi	17
2.3.4. Cilt Kıvrım Kalınlığı (Skinfold).....	17
2.4. El Bilek Çevresinin Tanımı ve Ölçüm Yöntemleri	18
2.4.1. El Bilek Çevresi Ölçümünün Klinik Kullanımı ve Önemi.....	19
2.4.2. El Bilek Çevresinin Diğer Antropometrik Yöntemlerle Karşılaştırılması.....	19
2.4.3. El Bilek Çevresi Ölçümünün Obeziteyi Belirlemedeki Etkinliği.....	19
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	21
4. BULGULAR.....	25
4.1. Cinsiyete Göre Obezite ve Betimleyici İstatistikler	26

4.2. Puberteye Göre Obezite ve Betimleyici İstatistikler	29
4.3. Obezite ile Antropometrik ve Fizyolojik Özelliklerin İlişkisi.....	31
4.4. Obezite ile Kan Lipitlerinin İlişkisi	36
4.5. Gözlemciler Arası Güvenirlilik Analizi – El Bilek Çevresi Ölçümleri	39
4.6. Lojistik Regresyon Analizi	40
4.7. ROC Analizleri	42
5. TARTIŞMA	46
6. SONUÇ.....	54
7. ÖZET	56
8. ABSTRACT.....	58
9. KAYNAKLAR	60
EK-1.....	64
EK-2.....	65

SİMGELER ve KISALTMALAR

ABD	Amerika Birleşik Devletleri
AUC	Area Under Curve
BÇ	Bel Çevresi
BIA	Biyoelektrik İmpedans Analizi
CDC	Hastalık Kontrol ve Önleme Merkezleri
COSI-TUR	Türkiye Çocukluk Çağı Obezite Araştırma Girişimi Çalışması
DSÖ	Dünya Sağlık Örgütü
EBÇ	El Bilek Çevresi
EM	Expectation-Maximization
FCS	Fully Conditional Specification
GA	Güven Aralığı
HOMA-IR	Homeostasis Model Assessment of Insulin Resistance
ICC	Sınıf Arası Ölçüm Tutarlılığı
IDF	Uluslararası Diyabet Federasyonu
IOTF	Uluslararası Obezite Çalışma Grubu
LEPR	Leptin Reseptör
MAR	Missing at Random
MC4R	Melanokortin-4 Reseptör
MCAR	Missing Completely At Random
PBF	Percent Body Fat
PCSK-1	Proprotein Konvertaz Subtilisin/Keksin-1
POMC	Pro-opiomelanokortin
ROC eğrileri	Receiver Operating Characteristic Curve
SDS	Standart Deviasyon Skoru
TEMĐ-ODHG	Türkiye Endokrinoloji ve Metabolizma Derneği Obezite, Dislipidemi Hipertansiyon Çalışma Grubu
TMI	Tri-ponderal Mass Index

TNSA	Türkiye Nüfus ve Sağlık Araştırması
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
TURDEP	Türkiye Diyabet Epidemiyoloji
VKİ	Vücut Kitle İndeksi
WHtR	Bel Çevresi ve Bel-Boy Oranı



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1.	2-18 Yaş Erkek ve Kız Türk Çocuklarında VKİ Eğrileri	5
Şekil 2.2.	5-19 Yaş Kız Çocuklarında VKİ Eğrileri	6
Şekil 2.3.	5-19 Yaş Erkek Çocuklarında VKİ Eğrileri.....	6
Şekil 4.1.	Örnekleme Cinsiyet, Obezite ve Puberte Dağılımı	25
Şekil 4.2.	Obez Olan ve Olmayanlar Arası HOMA IR Karşılaştırması.....	32
Şekil 4.3.	VKİ Alt Gruplarında Antropometrik Ölçümlerle VKİ SDS Korelasyonları (*X, $p > 0,05$)	33
Şekil 4.4.	VKİ SDS ile El Bilek Çevresi ve Bel Çevresi Korelasyonu.....	37
Şekil 4.5.	Tüm Örnekleme EBC Kesme Noktası	43
Şekil 4.6.	Puberte ve Cinsiyete Göre ROC Eğrileri ve Kesme Noktaları	44

TABLOLAR DİZİNİ

Tablo 2.1.	Yetişkinler, Çocuklar ve Adolesanlarda VKİ'ye göre Değerlendirme	3
Tablo 2.2.	Türk Çocuklarında Vücut Kitle İndeksi Persentil Değerleri (kg/m ²).....	4
Tablo 3.1.	Eksik Verilerin MAR Değerlendirmesi.....	23
Tablo 3.2.	Değişkenlerin Pool Ortalamaları	24
Tablo 4.1.	Tanımlayıcı İstatistikler.....	26
Tablo 4.2.	Cinsiyete Göre Tanımlayıcı İstatistikler.....	27
Tablo 4.3.	Puberteye Göre Tanımlayıcı İstatistikler.....	29
Tablo 4.4.	Obeziteye Göre Antropometrik ve Fizyolojik Özellikler.....	31
Tablo 4.5.	VKİ ile Antropometrik Ölçümler, Yağ Oranı ve HOMA IR Korelasyonları	34
Tablo 4.6.	VKİ ve El Bilek/Bel Çevresi ile Kan Lipitleri Arasındaki Korelasyonel İlişkiler	36
Tablo 4.7.	Kan Lipitlerinin ve Karaciğer Değerlendirmelerinin Referans Değerlerine Göre Obezite Gruplarında Dağılımı	38
Tablo 4.8.	VKİ'yi Tahmin Edici Değişkenlerin Katsayıları.....	40
Tablo 4.9.	Lojistik Regresyon Tanımlama Tablosu	41
Tablo 4.10.	El Bilek Çevresinin Obeziteyi Tanımlamasında Kullanılabilecek Kesme Noktalarını Gösteren ROC Analizi Sonuçları	44

1. GİRİŞ ve AMAÇ

Obezite anormal yağ dokusu birikimi sebebiyle sağlığı bozan, erken ölümlere neden olabilen kronik, tekrarlayıcı ve ilerleyici bir hastalıktır.

Son yıllarda, dünya genelinde çocukluk obezitesi hızla artmakta ve birçok sağlık sorununun temelini oluşturmaktadır.

Antropometrik ölçümler, obeziteyi değerlendirmek için yaygın olarak kullanılan basit, güvenilir ve ekonomik yöntemlerdir. Vücut kitle indeksi (VKİ), bel çevresi, kalça çevresi ve deri altı yağ ölçümleri gibi veriler obeziteyi tanımaya yönelik önemli bilgiler vermektedir. Bu veriler, çocukluk dönemi obezitesinin sıklığını belirlemenin yanı sıra, sağlıklı kilo kontrolü ve erken müdahale stratejilerinin oluşturulmasında yardımcı olabilir.

Bu çalışmada amaç: 5-18 yaş arası çocuk ve adolesanlarda el bilek çevresi ölçüsü ile obezite arasındaki korelasyonu incelemek ve el bilek çevresi ölçüsünün optimum cut off (kesme noktası), duyarlılık ve özgüllüğünü belirlemektir.

Bu doğrultuda, antropometrik ölçümlerle obezite arasındaki ilişkiyi anlamak, çocuk sağlığı izlemi için daha etkin stratejilerin geliştirilmesine katkı sağlayacaktır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Obezite

2.1.1. Tanım

Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) tarafından “Sağlığı bozacak ölçüde vücutta anormal veya aşırı yağ birikmesi” olarak tanımlanan çocukluk çağı obezitesi, potansiyel olarak yıkıcı sonuçları olan küresel bir hastalıktır(1).

Obezitenin tanımlanması için kullanılan vücut kitle indeksi (VKİ), kilogram cinsinden vücut ağırlığının, metre cinsinden boyun karesine bölünerek hesaplanır. Yetişkinler için, ABD Hastalık Kontrol ve Önleme Merkezleri (CDC) ve DSÖ'nün güncel tanımlamalarında $VKİ \geq 25 \text{ kg/m}^2$ fazla kilolu, $VKİ \geq 30 \text{ kg/m}^2$ ise obez olarak kabul edilmektedir. Çocuklarda fazla kilo ve obeziteyi tanımlarken yaşı da dikkate alınması gerekir.

5 yaş altı çocuklar için:

- Fazla kilolu, boya göre ağırlık oranının DSÖ Çocuk Büyüme Standartları medyanından 2 standart sapmadan fazla olmasıdır (1).
- Obezite, boya göre ağırlık oranının DSÖ Çocuk Büyüme Standartları medyanından 3 standart sapmadan fazla olmasıdır (1).

5-19 yaş arası çocuklar için:

- Fazla kilolu, yaşa göre VKİ 'nin DSÖ Büyüme Referans medyanının 1 standart sapmadan büyük olmasıdır (1).
- Obezite, DSÖ Büyüme Referans medyanının 2 standart sapmadan daha büyük olmasıdır (1).

VKİ ölçümü, obezitenin saptanmasında ve sınıflandırılmasında sıklıkla ve kolayca kullanılabilen bir yöntem olsa da çocukluk çağı obezitesinin değerlendirilmesinde tek başına yeterli olmamaktadır. Çocukluk çağı obezitesinin doğru bir şekilde tespit edilebilmesi için çocuğun cinsiyeti ve yaşı da göz önüne alınmalıdır (2).

Birçok ülkede ve Amerika Birleşik Devletleri'nde (ABD) büyüme ve gelişmenin izlenmesi için CDC'nin persentil sınır değerleri kullanılmaktadır.

CDC'nin çocukları referans alan büyüme ve gelişme eğrilerinin sonucuna göre VKİ yüzdelik persentil eğrileri esas alındığında; persentil çizelgesinde %85-95 arasında olanlar fazla kilolu, %95'in üzeri olanlar ise obez olarak tanımlanmaktadır (3).

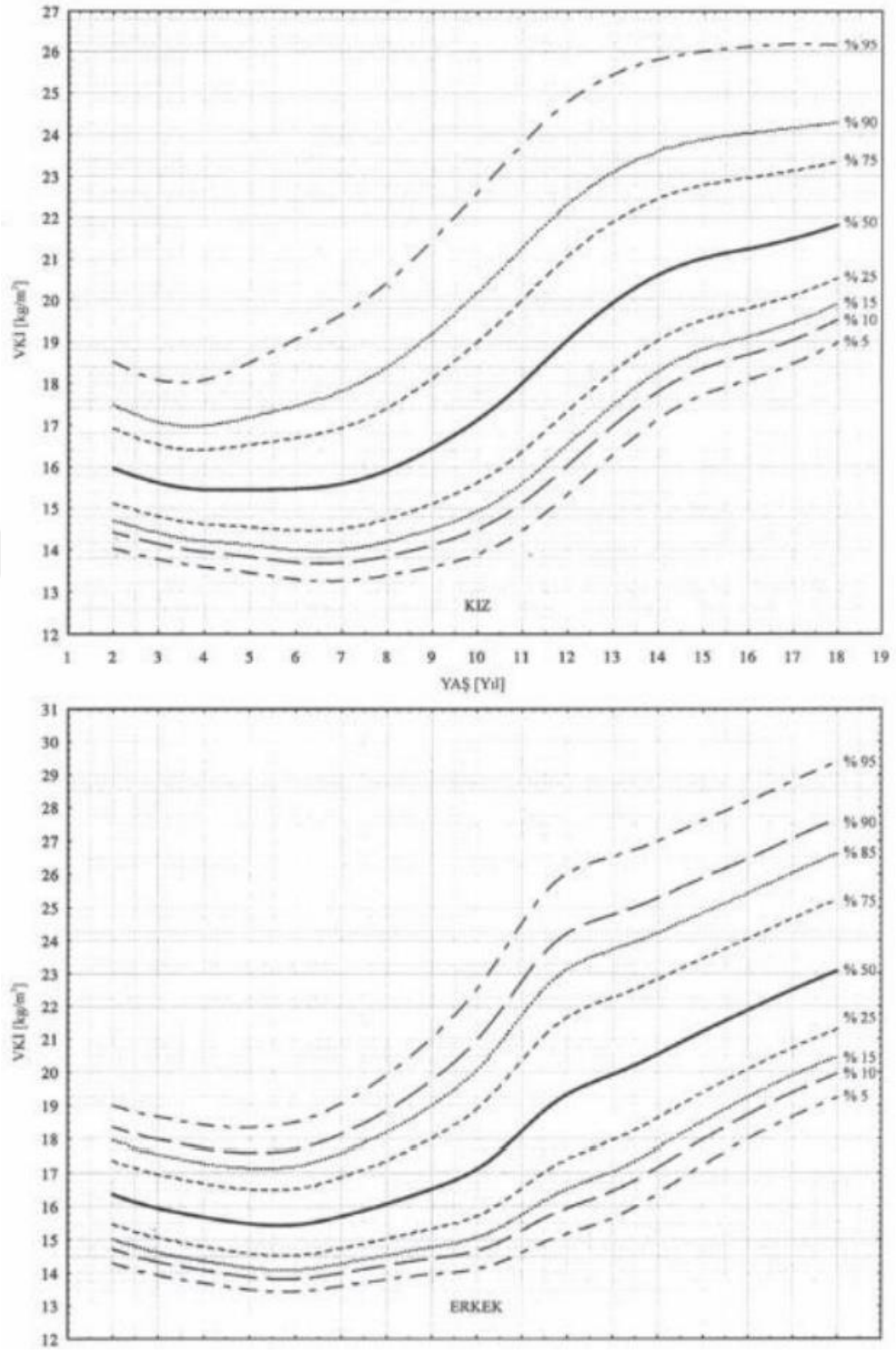
Türkiye'de ise Neyzi ve arkadaşlarının (4), Türk çocuklarının büyüme süreçlerini değerlendirmek amacıyla geniş bir örneklem üzerinde yaptığı çalışmalarla geliştirmiş olduğu persentil eğrilerinin yanı sıra yaş ve cinsiyetine göre VKİ- Z skor adı verilen SDS (Standart deviasyon skoru) kullanılmaktadır. 2 SDS ve üzeri obez, 2 SDS ile 1 SDS arası fazla kilolu, 1 SDS ile -2 SDS arası normal, -2 SDS ve altı ise zayıf olarak tanımlanmaktadır.

Tablo 2.1. Yetişkinler, Çocuklar ve Adolesanlarda VKİ'ye göre Değerlendirme(5)

Kategori	Yetişkinler (VKİ, kg/m ²)	Çocuk ve Adolesanlar (VKİ-Persentil)	Çocuk ve Adolesanlar (VKİ-Z skoru / SDS)
Zayıf	<18,50	<%5	<-2,00 SD
Normal	18,50–24,99	%5–%85	-2,00 – 1,00 SD
Fazla Kilolu	25,00–29,99	%85–%95	1,01 – 2,00 SD
Obez	≥30,00	≥%95	>2,00 SD
Hafif Obez	30,00–34,99	95. persentile karşılık gelen VKİ'nin %100–120'si	
Orta Obez	35,00–39,99	95. persentile karşılık gelen VKİ'nin %120–140'ı	
Morbid Obez	40,00–49,99	95. persentile karşılık gelen VKİ'nin >%140	
Süper Obez	≥50,00		

Tablo 2.2. Türk Çocuklarında Vücut Kitle İndeksi Persentil Değerleri (kg/m²) (4)

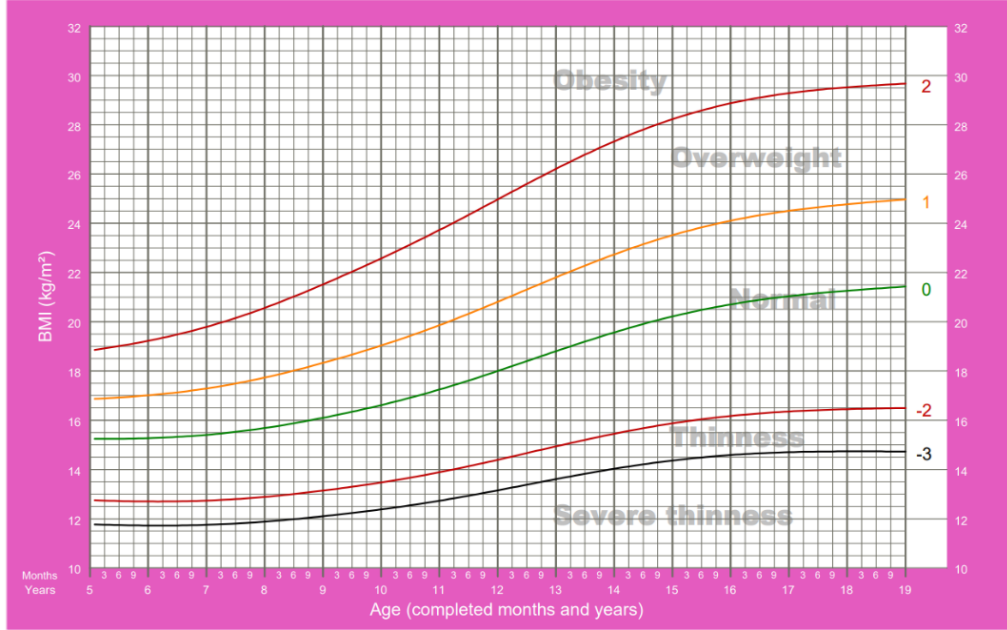
Erkek							Yaş	Kız						
5	15	25	50	75	85	95		5	15	25	50	75	85	95
11,4	12,2	12,7	13,7	14,6	15,2	16,1	Doğum	11,4	12,2	12,6	13,5	14,4	14,9	15,8
14,4	15,3	15,8	16,9	18,0	18,6	19,7	3 Ay	13,9	14,8	15,3	16,3	17,3	17,9	18,9
15,0	15,9	16,5	17,5	18,6	19,2	20,3	6 Ay	14,7	15,4	15,9	16,9	18,0	18,6	19,7
15,1	16,0	16,5	17,5	18,6	19,3	20,4	9 AY	14,8	15,5	16,0	17,0	18,0	18,6	19,8
14,9	15,7	16,2	17,2	18,3	18,9	20,0	12 Ay	14,6	15,3	15,7	16,6	17,7	18,2	19,4
14,7	15,5	16,0	17,0	18,0	18,6	19,7	15 Ay	14,5	15,1	15,6	16,4	17,4	18,0	19,1
14,5	15,3	15,7	16,7	17,7	18,3	19,3	18 Ay	14,2	14,9	15,3	16,2	17,1	17,7	18,8
14,3	15,0	15,4	16,3	17,3	17,9	19,0	2 Yaş	14,0	14,6	15,1	15,9	16,9	17,4	18,5
14,2	14,8	15,3	16,2	17,2	17,7	18,8	2,5 Yaş	13,9	14,6	15,0	15,8	16,7	17,3	18,3
13,9	14,6	15,0	15,9	17,0	17,6	18,7	3 Yaş	13,8	14,4	14,8	15,5	16,4	17,0	17,9
13,8	14,5	14,9	15,8	16,8	17,4	18,5	3,5 Yaş	13,7	14,3	14,7	15,5	16,4	17,0	18,0
13,7	14,4	14,8	15,7	16,7	17,3	18,4	4 Yaş	13,6	14,2	14,6	15,4	16,4	17,0	18,1
13,6	14,2	14,7	15,6	16,6	17,2	18,4	4,5 Yaş	13,5	14,2	14,6	15,4	16,5	17,1	18,2
13,5	14,2	14,6	15,5	16,5	17,1	18,3	5 Yaş	13,4	14,1	14,5	15,4	16,5	17,2	18,5
13,4	14,1	14,5	15,4	16,5	17,1	18,4	5,5 Yaş	13,4	14,0	14,5	15,5	16,6	17,3	18,8
13,4	14,1	14,5	15,4	16,5	17,2	18,5	6 Yaş	13,3	14,0	14,5	15,5	16,7	17,5	19,1
13,6	14,3	14,7	15,7	16,9	17,6	19,1	7 Yaş	13,3	14,0	14,5	15,6	16,9	17,8	19,7
13,8	14,5	15,0	16,1	17,4	18,2	19,9	8 Yaş	13,4	14,2	14,7	15,9	17,4	18,4	20,4
14,0	14,8	15,3	16,5	18,0	19,0	21,0	9 Yaş	13,6	14,5	15,1	16,4	18,1	19,2	21,5
14,1	15,1	15,7	17,1	18,9	20,1	22,5	10 Yaş	13,9	14,9	15,6	17,1	19,0	20,2	22,6
14,6	15,8	16,5	18,2	20,4	21,7	24,5	11 Yaş	14,5	15,6	16,4	18,0	20,0	21,3	23,8
15,2	16,5	17,4	19,3	21,7	23,1	26,0	12 Yaş	15,3	16,5	17,3	19,0	21,1	22,3	24,8
15,6	17,0	18,0	19,9	22,3	23,7	26,5	13 Yaş	16,3	17,5	18,3	19,9	21,9	23,1	25,4
16,4	17,7	18,6	20,5	22,8	24,2	27,0	14 Yaş	17,1	18,3	19,0	20,6	22,5	23,6	25,8
17,2	18,5	19,4	21,2	23,4	24,8	27,6	15 Yaş	17,7	18,8	19,5	21,0	22,8	23,9	26,0
18,0	19,3	20,1	21,9	24,1	25,4	28,2	16 Yaş	18,1	19,1	19,8	21,2	23,0	24,0	26,1
18,7	19,9	20,7	22,5	24,7	26,	28,8	17 Yaş	18,5	19,5	20,1	21,5	23,1	24,2	26,2
19,2	20,5	21,3	23,1	25,2	26,6	29,4	18 Yaş	19,0	19,9	20,5	21,8	23,3	24,3	26,1



Şekil 2.1. 2-18 Yaş Erkek ve Kız Türk Çocuklarında VKİ Eğrileri (4)

BMI-for-age GIRLS

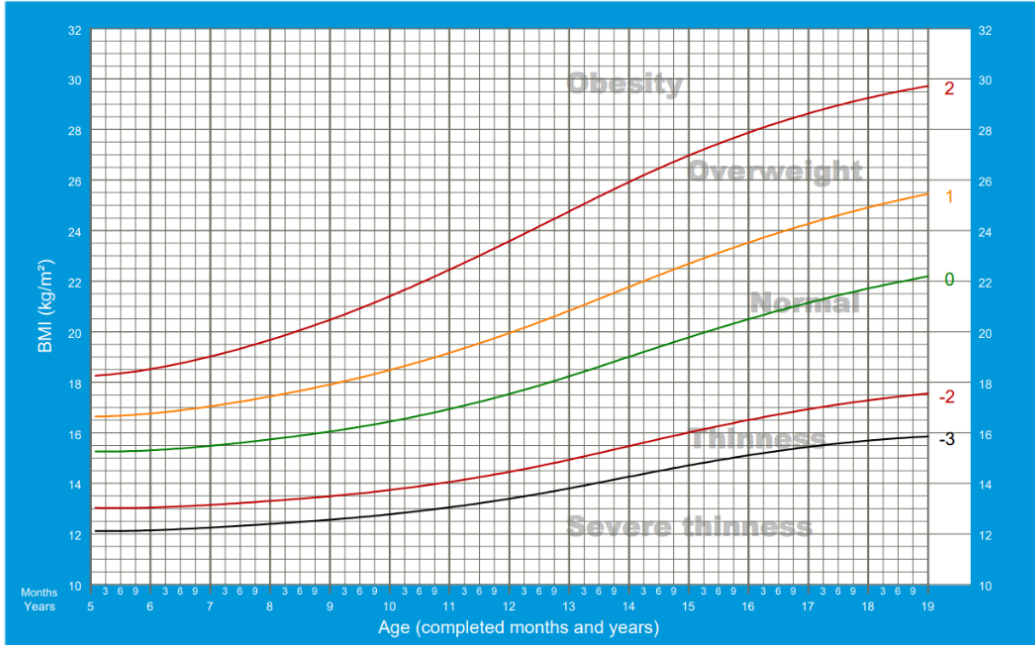
5 to 19 years (z-scores)



Şekil 2.2. 5-19 Yaş Kız Çocuklarında VKİ Eğrileri (1)

BMI-for-age BOYS

5 to 19 years (z-scores)



Şekil 2.3. 5-19 Yaş Erkek Çocuklarında VKİ Eğrileri (1)

2.1.2. Prevalans

Günümüzde obezite, küresel anlamda karşılaşılan en önemli halk sağlığı sorunlarından biri olarak görülmektedir.

NCD Risk Faktörü İşbirliği (NCD-RisC) tarafından 2024 yılında yayımlanan verilere göre, dünya genelinde bir milyardan fazla kişi obezite ile yaşamaktadır. Bu sayının yaklaşık 880 milyonunu yetişkinler, 159 milyonunu ise 5-19 yaş arası çocuk ve adolesanlar oluşturmaktadır. Dünya Obezite Federasyonu'nun bu veriler üzerinden yaptığı analize göre ise dünya genelinde yaklaşık 3 milyar kişi fazla kilolu veya obezdir. Bu veriler, dünya nüfusunun büyük bir bölümünün yaşadığı ülkelerde fazla kilo ve obezitenin, sağlık açısından düşük kilodan daha büyük bir risk oluşturduğunu ortaya koymaktadır.

Çocukluk çağı obezitesi özellikle son yıllarda dikkat çekici bir şekilde önem kazanmıştır. UNICEF'in tahminlerine göre, 2000 yılında dünya genelinde beş yaş altındaki yaklaşık 30 milyon çocuk fazla kilolu veya obez iken, bu sayı 2022 yılında 37 milyona yükselmiştir. NCD Risk Faktörü İşbirliği (NCD-RisC) tarafından yapılan değerlendirmeler ise, 5-19 yaş arası çocuk ve adolesanlarda fazla kilo ve obezitenin prevalansının 1975 yılında yalnızca %4 iken, 2022 yılında yaklaşık %20'ye ulaştığını ortaya koymaktadır.

Aynı zamanda 1975-2022 yıllarında, 5-19 yaş grubunda obezite oranları 10 kat artmıştır. 1975 yılında kız çocuklarında obezite prevalansı %0,7 iken, 2022 yılında %6,9'a yükselmiş; erkek çocuklarda ise bu oran %0,9'dan %9,3'e çıkmıştır. Bu durum, 2022 yılında yaklaşık 65 milyon kız çocuğu ve 94 milyon erkek çocuğun obez olduğunu göstermektedir.

Türkiye'de 1997-1998 yıllarında 540 merkezde gerçekleştirilen, 20 yaş ve üstü 24788 kişinin incelendiği Türkiye Diyabet Epidemiyoloji (TURDEP-I) Çalışması'nda, obezite prevalansı %22,3 (kadın %30, erkek %13) olarak saptanmıştır. 12 yıl sonra, aynı merkezlerde yapılan TURDEP-II Çalışması'nda ise obezite prevalansı %35 (kadın %44, erkek %27) bulunmuş ve TURDEP-I popülasyonuna göre toplum genelinde obezite prevalansının %22,3'ten %31,2'ye yükseldiği görülmüştür (2).

COSI-TUR 2013, 2016 ve 2022 Araştırmalarının sonuçlarına göre Türkiye’de ilkokul 2. sınıf öğrencilerinde fazla kiloluluk sıklığı sırasıyla %14,2, %14,6 ve %12,5; obezite sıklığı sırasıyla %8,3, %9,9 ve %9,9’dur. Fazla kiloluluk dâhil obezite sıklığı ise sırasıyla %22,5, %24,5 ve %22,4’tür. COSI-TUR Araştırmalarının sonuçlarına göre ilkokul 2. sınıf öğrencileri arasında fazla kiloluluk ve obezite sıklığı 2013-2016 arasında artış göstermiş, daha sonra fazla kiloluluk, obezite ve fazla kiloluluk dâhil obezite sıklığı azalma eğilimine girmiştir (6–8).

Hacettepe Nüfus Etütleri Enstitüsü’nün yürütücü olduğu Türkiye Nüfus ve Sağlık Araştırması (TNSA) 2018 raporuna göre 5 yaş altı çocukların %8’i (erkek çocuklarının %9,3’ü, kız çocuklarının %6,8’i) obezdir (9).

2.1.3. Etiyopatogenez

Obezite, genetik yatkınlık ile beraber çevresel etmenlerin ve yaşam tarzı alışkanlıkların etkisiyle ortaya çıkan kronik bir hastalıktır.

Toplumsal genom çalışmalarında obezite ile ilgili 140’tan fazla kromozomal bölge tanımlanmıştır. Bu bölgelerin birçoğu santral sinir sistemi sinyalleriyle ilgilidir (10).

Obezitenin en sık görülen tipi bu genlerin çoklu kalıtımı nedeniyle ortaya çıkan poligenik obezite adı verilen tipidir. Daha nadir görülen diğer obezite tiplerindeyse hipotalamustaki iştah merkezinde yer alan, Leptin reseptör (LEPR), Proprotein konvertaz subtilisin/keksin-1 (PCSK-1), Pro-opiomelanokortin (POMC) veya Melanokortin-4 reseptör (MC4R) mutasyonu gibi tek gen defektleri veya Alström Sendromu, Prader Willi Sendromu gibi sendromik hastalıklar obezitede yer almaktadır (11).

Obez bireyler değerlendirilirken, endokrin hastalıklar sorgulanmalı, gerekli biyokimyasal testler yapılmalıdır. Bu hastalıklar arasında ciddi hipotiroidizm, Cushing hastalığı, hipopituitarizm, akromegali, hipogonadizm, psödohipoparatiroidizm sayılabilir. Ayrıca kronik hastalıkların tedavisi amacıyla kullanılan ilaçların bir kısmı (lityum, antidepresanlar, antipsikotikler,

glukokortikoidler, pregabalin, gabapentin, sulfonilüreler, insülin preparatları vb.) kilo artışına neden olan ilaçlardır.

Obez bireylerde fazla enerji deri altı ve organlarda yağ ve glikojen olarak depolanır. Farklı vücut kompartmanlarında adipoz dokunun farklı biyolojik ve morfolojik özellikleri vardır. Beyaz yağ dokusu, aktif bir endokrin salgı bezi ve aynı zamanda güvenli bir lipid depolama organıdır. Beyaz yağ dokusu insanda visseral ve cilt altı yağ dokusu olarak iki farklı morfolojik bölgede yerleşir. Söz konusu yağ dokularının salgı özellikleri ve metabolik hastalıklarla ilişkileri de farklılıklar gösterir. Beyaz yağ dokusu, yetişkinde yaşamı boyunca kronik aşırı kalori alımını karşılamak için genişleme yeteneğini korur. Yağ dokusunun genişlemesi, lipid birikimi, boyut olarak büyüyen adipositlerle karakterizedir (12).

Genişleyen yağ dokusunun salgı özelliği değişir ve daha fazla inflamatuvar sinyaller üretmeye başlar. Bu inflamatuvar sitokinler, insülin direncine, endotel disfonksiyonuna ve oksidatif hasara neden olarak obezitenin olumsuz sonuçlarının da ortaya çıkmasına neden olur. Bir erişkinde beyaz yağ dokusunun dışında, toplam yağ dokusunun %1-2'lik bölümünü oluşturan kahverengi yağ dokusu da mevcuttur. Kahverengi yağ dokusu yenidoğan döneminde başlıca termogeneze görev alırken, erişkinde metabolik regülasyon ve enerji homeostazında rol oynar. Kahverengi yağ dokusunun artışı sağlayan girişimlerin metabolik hızı ve enerji tüketimini arttıracığının anlaşılması, kahverengi yağ dokusuna olan ilgiyi de arttırmıştır (13,14).

Obezite etiyolojisine göre sınıflandırıldığında (15);

Primer Obezite (Ekzojen Obezite); Obeziteye ek bir hastalığın eşlik etmediği, alınan ve harcanan enerji arasındaki dengenin bozulmasından dolayı meydana gelen obeziteye denir. Ailenin özellikleri, beslenme alışkanlıkları, egzersiz düzeyi ve diğer çevresel etmenlere bağlı olarak gelişir.

Sekonder Obezite (Endojen Obezite); Hormonal bozukluk, genetik bir sendrom veya ek bir hastalığa bağlı olarak ortaya çıkan obeziteye denir. Bu obeziteye genelde dismorfik görünüm, mental ve motor gelişme geriliği, kemik yaşının geride kalması, patolojik boy kısalığı gibi farklı fiziksel görünümler eşlik eder (16).

Endokrin Nedenler:

- 1) Hipotiroidi
- 2) Polikistik Over Sendromu
- 3) Cushing Sendromu
- 4) Hiperinsülinizm
- 5) Pseudohipoparatroidi
- 6) Büyüme Hormonu Eksikliği

Hipotalamik Bozukluklar:

- 1) Fröhlich Sendromu
- 2) Travma
- 3) Tümörler (Kraniofaringioma)

Genetik Sendromlar:

- 1) Carpenter Sendromu
- 2) Down Sendromu
- 3) Beckwith-Wideman Sendromu
- 4) Prader-Willi Sendromu
- 5) Alström Sendromu (16)

2.1.4. Obeziteyi Etkileyen Faktörler

Pediyatrik obeziteye yatkınlık oluşturan maternal faktörler; maternal diyabet, maternal sigara kullanımı ve gebelikte kilo alımıdır.

Hızlı bebek büyümesi, aynı zamanda gelecekte obezite riski de taşımaktadır.

Yaşam tarzı ve toplumsal değişimler, son 20 yılda obezitedeki artışın başlıca nedenleridir. Genetik faktörler, obezitede yalnızca küçük bir rol oynar.

Obezite salgınına yol açan yaşam tarzı değişiklikleri şunlardır (17);

- Evde pişirilmiş tam gıda yemeklerinin eksikliği
- Endüstriyel olarak hazırlanmış yüksek kalorili işlenmiş gıdaların kullanımı
- Basit, rafine karbonhidratlar ve ilave şeker içeriği yüksek gıdaların kullanımı

- Yüksek karbonhidratlı içeceklerin (meşrubat, sporcu içeceği, meyve suyu ve kola gibi) düzenli kullanımı
- Kolayca bulunabilen ucuz tatlandırılmış içecek ve yiyeceklerin seri üretiminde yüksek fruktozlu mısır şurubu kullanımı
- Ucuz ama yüksek kalorili ve doymuş yağ içerikli gıda tüketimi
- Daha büyük porsiyon boyutları
- Azalmış fiziksel aktivite ve hareketsiz yaşam
- Ekran süresinin artması
- Ailenin bütçe kısıtlamaları
- Uyku süresinin azalması
- Endokrin nedenler
- Genetik nedenler
- İlaç ilişkili nedenlerdir. (Kilo alımı ve obezite ile ilişkili yaygın ilaçlar; prednizon ve diğer glukokortikoidler, tiyridazin, olanzapin, klozapin, ketiapin, risperidon, lityum, amitriptilin ve diğer trisiklik antidepresanlar, paroksetin, valproat, karbamazepin, gabapentin, siproheptadin, propranolol ve diğer β -blokerler)

2.1.5. Obezitenin Komplikasyonları

Obezite birçok doku ve organı olumsuz etkileyerek yaşam süresini kısaltıp yaşam kalitesini düşürmektedir.

Bu komplikasyonlar şunlardır:

2.1.5.1. Kardiyovasküler Komplikasyonlar

Obezite açısından kalp damar hastalığı önemli bir komplikasyondur. Çocukluk çağında başlayıp ileriki yaşlarda da devam eden obezite yetişkin bireylerde kalp yetmezliği, koroner arter ve periferik damar hastalıklarına sebep olduğu gözlenmiştir (18,19).

2.1.5.2. Endokrinolojik Komplikasyonlar

Çocukluk çağında başlayan obezite, insülin direncine neden olarak tip 2 diyabetin çok daha erken yaşlarda görülmesine, çocuk ve adolesanlarda hipertansiyona, eşlik eden hiperlipidemi ile beraber metabolik sendroma yol açarak yetişkinlik döneminde kardiyovasküler olaylara zemin hazırlamaktadır (15).

Obez kişilerde insülin direnci yağlanma ile birlikte artmakta ve buna bağlı olarak kardiyovasküler sistem ve lipit metabolizması etkilenmektedir. Alkolik olmayan karaciğer yağlanması, obez yetişkinlerin %10-25'inde gelişmekte ve bu durum siroz ile birlikte hepatoselüler kansere yol açmakta, kalp hastalıklarına neden olmaktadır (16,17).

2.1.5.3. Gastrointestinal Komplikasyonlar

Obez bireylerde reflü, dispepsi, hiatal herni, siroz, safra kesesi ve safra yolu taşı gibi hastalıkların görülme sıklığı fazladır (20).

2.1.5.4. Ortopedik Komplikasyonlar

Yağ dokusu artışının mekanik etkisi ile ilişkili olan ortopedik problemler kalça ağrısı, diz ağrısı ve yürüme güçlüğü olması durumunda akla gelmelidir. Obez çocuklarda normal tartılı olan çocuklara oranla, tibia ve femur başı epifiz kayması olmak üzere; kırıklar, kas-kemik ağrıları, genu valgum ve alt ekstremitte gelişim bozuklukları daha sık görülmektedir. Obez çocuklarda femur başı epifiz kayması görülme riskinin, normal tartılı çocukların iki katı olduğuna ilişkin bazı çalışmalar bulunmaktadır (21).

2.1.5.5. Nörolojik Komplikasyonlar

İdiyopatik intrakranial hipertansiyon (Pseudotümör serebri) riski obeziteyle birlikte artar. Baş ağrısı, kusma, dışa bakışta kısıtlılık ve diplopi gibi klinik bulgulara rastlanmaktadır (22).

2.1.5.6. Dermatolojik Komplikasyonlar

Obez bireyler de akantozis nigrikans ve stria sıklıkla görülmektedir. Obez çocuklarda daha çok akantozis nigrikans görülmektedir ve insülin direnci göstergesi olarak bilinmektedir. Strialar ise cildin gerilmesine bağlı mekanik etki ve artmış adrenokortikoid düzeyleriyle ilişkilidir (23).

2.1.5.7. Renal Komplikasyonlar

Böbrek yetersizliğinin artmasına neden olan lipid metabolizması düzensizlikleridir. Yağ asitleri ve kolesterolün tübüler epitel hücrelerinden geri emilimi tübülointerstisyel inflamasyon ve köpük hücresi dönüşümüne, dolayısıyla, glomerüllerde doku hasarına sebep olmaktadır. Triglicerit ve kolesterol yüksekliği podosit hasarına sebep olmaktadır. Son yıllarda obezitenin hızla artmasıyla, kronik böbrek hastalığı ve böbrek yetmezliğinin artması paralellik göstermektedir. Böbrekte de yağlanma sonrası glomerülopati oluşabilmektedir. Bunların dışında obezite ile inflamasyon ve oksidatif stres artışı da birleştiğinde böbrek hasarı görülmektedir.

Renin–anjyotensin–aldosteron sisteminin ve sempatik aktivitenin artmasıyla hipertansiyon gelişimine zemin hazırlamakta; sodyum retansiyonu, intraglomerüler basınç artışı ve hiperfiltrasyon yoluyla böbrek hasarını hızlandırmaktadır. Hipertansiyonun eklenmesi, obeziteye bağlı podosit hasarı ve glomerülopati gelişimini anlamlı şekilde artırmakta ve kronik böbrek hastalığı riskini yükseltmektedir (24,25).

2.1.5.8. Psikososyal Komplikasyonlar

Obez bireyler, düşük özgüvenli, depresif ve bunaltıcı kaygılı, sağlık sorunlarına bağlı olarak düşük hayat kalitesine sahip olurlar. Okul çağında obez olan çocuklar ise, akran istismarı ve ayrımcılık ile karşılaşmaktadır (26).

2.2. Antropometrik Ölçümlerin Tanımı ve Önemi

Antropometri, insan vücudunun çeşitli bölümlerinin ölçülmesi ve değerlendirilmesi üzerine uğraşan bir bilim dalıdır. Pediatri de antropometrik ölçümler; çocukların büyüme ve gelişmelerinin nesnel olarak izlenmesi, beslenme durumlarının değerlendirilmesi ve hastalıklara bağlı gelişimsel sapmaların belirlenmesi açısından sık kullanılmaktadır. Bu nedenle boy, kilo, baş çevresi gibi temel ölçümlerin yanı sıra, bel çevresi, VKİ, üst kol çevresi, deri kıvrım kalınlığı gibi parametrelerin periyodik olarak izlenmesi, büyüme geriliği, malnütrisyon, obezite ve diğer metabolik bozuklukların erken tanısı açısından büyük önem taşır.

Çocuklarda büyüme gelişme değerlendirilirken büyüme eğrileri kullanılır. DSÖ ve CDC tarafından yayımlanan persentil eğrileri, yaş ve cinsiyet dikkate alınarak yapılan ölçümlerin, hangi büyüme eğrisine denk geldiğini gösterir. Türkiye'ye özgü büyüme eğrileri ise Neyzi ve arkadaşlarının çalışmalarından temel alınarak oluşturulmuş ve günümüzde kullanılmaktadır.

Obezitenin tanısında kullanılan başlıca ölçütler şunlardır:

- **VKİ-SDS (standart deviasyon skoru):** Obeziteyi tanımlamakta yaygın olarak kullanılır ($>+2$ SD = obez).
- **Bel çevresi ve bel-boy oranı (WHtR):** Viseral yağlanmayı gösterdiğinden metabolik sendrom riskinin belirlenmesinde önemlidir.
- **Tri- ponderal Mass Index (TMI):** Ergenlerde VKİ'ye göre yağ oranını daha iyi yansıttığı gösterilmiştir (kg/m^3).
- **El bilek çevresi:** Son yıllarda puberte etkisi dışında vücut kompozisyonu ile ilişkisi olduğu ortaya konmuştur.

Bu ölçümlerden bazıları, erken yaşlarda diyabet, hipertansiyon, dislipidemi gibi metabolik komplikasyonları öngörmek açısından önemlidir.

2.3. Obeziteyi Belirlemede Kullanılan Yöntemler

Toplumda oldukça sık görülen bir sağlık sorunu olması nedeniyle obezitenin tanısında kullanılacak yöntemin; ucuz, güvenilir, her yaş grubuna uygun ve takibinin kolay olması gerekmektedir.

- Vücut kitle indeksi
- Bel çevresi
- El bilek çevresi
- Vücut yağ yüzdesi
- Cilt kıvrım kalınlığı

2.3.1. Vücut Kitle İndeksi

Vücut kitle indeksi, çocuğun kilosunun kilogram cinsinden, boy uzunluğunun metre cinsinden karesine bölünmesi ile bulunan pratik bir yöntemdir. VKİ, yaşa ve cinsiyete göre değişmekte olup birçok sınırlamaya rağmen, obezitenin sınıflandırılması ve izlenmesi için çok önemli olarak tanımlanmıştır.

VKİ değerlerinin aynı cinsiyet ve yaştaki diğer çocuklara göre ifade edilmesi gerektiği için DSÖ, CDC ve Uluslararası Obezite Çalışma Grubu (IOTF) referans değerler belirlemiştir ve bu değerler değişkenlik göstermektedir.

Çocuklar için beş yaş altı ve 5-19 yaş için obezite ve fazla kilo tanımlamasını farklı yapmıştır. Buna göre beş yaş altı için, boy ağırlığına göre kilonun; Çocuk Büyüme Standartları medyan değerinden +2 standart sapmadan fazla olması fazla kilo, +3 standart sapmadan fazla olması obezite olarak tanımlanmaktadır. 5-19 yaş arası çocuklarda ise VKİ'nin +1 standart sapma fazla olması fazla kilo, +2 standart sapma fazla olması obezite olarak tanımlanmıştır (1).

2.3.2. Bel Çevresi

Bel çevresi (BÇ), abdominal obezite için yaygın olarak kullanılan antropometrik bir ölçüdür. Bel çevresi ölçümü yaş, cinsiyet ve kas kitlesi gibi karıştırıcı faktörlerden etkilenmez. Ölçüm, superior iliak krista üzerinden yere paralel olarak geçen bir hat üzerinden yapılmalı, mezura çok sıkı tutulmamalı, bu sırada hasta derin nefes almamalıdır. Bel çevresi ölçümünün abdominal obezite için tanısal değeri VKİ' nin 25-35 kg/m² arasındaki değerleri için geçerlidir. VKİ>35 kg/m² olan bireylerde ölçülmesinin yararı yoktur. Uluslararası Diyabet Federasyonu (International Diabetes Federation: IDF), 2005'te "Metabolik

Sendrom” tanımını yaparken, obezite tanımında popülasyona özgü BÇ kesme noktalarının kullanılmasını önermektedir (27).

Avrupa’da santral obezitenin belirlenmesinde erkeklerde $B\dot{C} \geq 94$ cm ve gebe olmayan kadınlarda $B\dot{C} \geq 80$ cm olarak kabul edilmektedir (28). DSÖ, (aslında ABD toplumuna özgü) santral obezite tanısı için BÇ’ni erkeklerde ≥ 102 cm, kadınlarda ≥ 88 cm olarak kabul etmiştir (29).

Türkiye Endokrinoloji ve Metabolizma Derneği Obezite, Dislipidemi Hipertansiyon Çalışma Grubu’nun (TEMD-ODHG) 2013 yılında yayınlanmış bir ulusal çalışmanın verilerine göre Türkiye’deki erişkinlerde visseral obeziteyi öngören BÇ kesim noktaları erkeklerde 100 cm, kadınlarda 90 cm olarak belirlenmiştir. TURDEP çalışmasının yayınlanmamış verileri de kadınlarda obeziteyi gösteren BÇ değerini 90 cm olarak bulurken, erkeklerde 96 cm olarak tespit etmiştir (30).

Uzlaş kılavuzu yazım kurulu, ülkemizde BÇ değerlerini veren tüm ulusal çalışmaların verilerini derleyen bir çalışma yapılınca kadar, standardizasyonu sağlamak için Türkiye’de kadın ve erkeklerde obeziteyi gösteren BÇ değerlerinin sırasıyla 90 cm ve 100 cm olarak kabul edilmesine karar vermiştir (31–34).

Bel çevresinin ölçülmesi tek başına fazla kilolu ve obez olmayı tanımlamada rutin olarak kullanılmamakta, ancak abdominal obezite ve buna bağlı olarak gelişen kardiyometabolik riski tanımlamada ek bilgi vermektedir. Yaşa ve cinsiyete göre bel çevresinin 90. persentil üzerinde olmasının, abdominal obeziteyi ve metabolik sendromu gösterdiği belirtilmektedir ve ülkemiz çocuklarına ait eğriler geliştirilmektedir (35,36).

El bilek çevresi (EBÇ), vücut çerçeve boyutunu değerlendirmek için yeni ve umut vadeden bir ölçümdür. Son zamanlarda yapılan bir kesitsel çalışma, EBÇ’nin obez çocuklarda ve ergenlerde insülin direnciyle de ilişkili olabileceğini öne sürmektedir (37). Bir İran çalışmasında, 9330 yetişkin İranlıdan oluşan bir örnekleme yapılan 8,8 yıllık takip çalışmasında, EBÇ’nin, her iki cinsiyette diyabetin önemli bir öngörücüsü olduğu bildirilmiştir (38). EBÇ’nin klinik amaçlar için rutin kullanımı konusunda henüz kabul edilmiş bir fikir birliği olmasa da, EBÇ ölçümü ve obezite üzerine çalışmalar devam etmektedir.

2.3.3. Vücut Yağ Yüzdesi

Vücut total yağ miktarını ölçmek için, antropometrik ölçümler dışında klinikte kullanılabilecek, daha net ölçümlere dayalı, uygulayıcılar arası farklılıkları en aza indirgeyen teknikler mevcuttur. Bunlar;

- Manyetik rezonans görüntüleme,
- Bilgisayarlı tomografi,
- Dual enerji x-ray absorpsiyometri,
- Biyoelektrik empedans analizi sayılabilir.

Fakat bu tarz teknikleri klinik araştırmalar dışında pratikte her zaman uygulamak mümkün değildir. Hastaya uygulaması zor, zaman alıcı ve pahalı olabilir.

Biyoelektriksel empedans analizi vücut yağ ölçümünde pratik olarak kullanılabilen güvenilir bir yöntemdir ve kişinin yağlanma durumunu belirleyerek obezitenin değerlendirilmesinde yardımcı parametredir (39,40).

Günümüzde biyoelektrik empedans cihazları klinik kullanıma girmiş olup vücut kompozisyonu hakkında nicel ve nitel bilgiler verebilmektedirler. Bu cihazlar vücut kompozisyon oranları ile fiziksel aktivite durumları ilişkisini belirleyip hastanın yağ, iskelet kası, kemik kütlesi ve sistemik inflamasyon durumu gibi değişkenler hakkında prediksyon yapabilmektedir. Ancak hesaplanan yağ miktarının, visseral mi, subkutan mı olduğunu ayırt edememektedir. Bununla birlikte biyoelektrik empedans cihazı ile vücut yağ oranlarının belirlenmesi, en azından kişileri herhangi bir radyasyona maruz bırakmayan, yetenekli personel gerektirmeyen, girişimsel olmayan, basit, ucuz ve hızlı bir yöntemdir. Vücut yağ oranının belirlenmesinin, VKİ yüksekliğine göre daha anlamlı olduğu belirtilmektedir (41).

2.3.4. Cilt Kıvrım Kalınlığı (Skinfold)

Deri altı yağ dokusunun kalorik rezervleri belirlemek amacıyla kullanılır. Ölçümler "Skinfold caliper" adı verilen özel cihazla yapılır. Bu şekilde iki deri tabakası altındaki yağ dokusu birlikte ölçülmektedir. Sol kol orta noktası işaretlenir,

cilt ve cilt altı dokusu kas tabakası üzerinden kaydırılarak iki parmak arasına alınır ve cihazla mm cinsinden ölçülür. Triceps deri kıvrım kalınlığı en çok kullanılan kriterdir. Erkeklerde triceps, subskapular, pektoral bölgeden; kızlarda triceps, abdominal ve suprailiak bölgeden yapılmaktadır. Abdominal bölge ölçümleri, umblikusun 2 cm sağ tarafından vertikal olarak, triceps ölçümleri kol vücut yanında serbest bırakılmış şekilde iken akromion ve olekranon arasındaki mesafenin tam orta noktasından vertikal olarak alınarak ölçülür. Pektoral bölge ölçümleri, anterior aksillar çizgi ile göğüs ucu arasındaki mesafenin orta noktasından diyagonal olarak yapılmaktadır. Subskapular ölçümler, skapulanın inferior açısının 1-2 cm altından 45 derecelik açıyla diyagonal olarak yapılmaktadır. Suprailiak ölçümler iliak krista hattı ile anterior aksillar hattın kesişim yerinden diyagonal olarak yapılmaktadır. Ölçümler yapılırken kaliper, iki parmakla sıkıştırılan deri kıvrımının hemen üstüne yerleştirilerek ölçüm esnasında deri kıvrımı parmaklarla tutularak yapılmaktadır.

Ortalama persentil değerinin %90- 110 sınırları normaldir. Eğer %80-90 ise hafif, %60-80 ise orta, %60 altında ise ağır derecede malnütrisyonu göstermektedir. Ayrıca %110-120 arasında ise fazla kilo, %120 üzerinde ise obezite söz konusudur (42).

2.4. El Bilek Çevresinin Tanımı ve Ölçüm Yöntemleri

El bilek çevresi, antropometrik ölçümlerde klasik parametreler dışında değerlendirilen ve özellikle iskelet yapısı ile metabolik risk arasındaki bağlantıyı yansıttığı düşünülen yeni bir göstergedir. İlk olarak iskelet çerçeve boyutunun belirlenmesinde kullanılan bu ölçüm, daha sonra vücut kompozisyonunun bir parçası olarak, obezite ve metabolik sendromla ilişkili çalışmalarda değerlendirilmeye başlanmıştır. Bu kapsamda, özellikle çocuk ve adolesan döneminde ulaşımı kolay, maliyeti düşük ve uygulaması basit olması nedeniyle ön plana çıkmaktadır.

El bilek çevresi ölçümü, baskın olan el distalinin ulna ve radiusun stiloid çıkıntılarından geçecek şekilde en dar noktadan esnek olmayan bir mezura ile yapılır. Çocuk ayakta, dik pozisyonda ve bileği gevşek pozisyonda tutmalıdır.

Mezura cilde temas etmeli ancak deriye baskı yapmamalıdır. Her birey için en az iki ayrı ölçüm alınarak ortalaması kaydedilmelidir.

2.4.1. El Bilek Çevresi Ölçümünün Klinik Kullanımı ve Önemi

El bilek çevresinin visseral yağlanma, insülin direnci ve metabolik sendrom gibi parametrelerle ilişkili olduğuna dair güçlü kanıtlar mevcuttur. Özellikle adolesanlarda, bel çevresi birlikte değerlendirildiğinde el bilek çevresi, metabolik riski belirlemede pratik bir gösterge olabilir. Ayrıca, bazı çalışmalarda, el bilek çevresinin HOMA-IR ile anlamlı korelasyon gösterdiği saptanmıştır (37).

2.4.2. El Bilek Çevresinin Diğer Antropometrik Yöntemlerle Karşılaştırılması

VKİ, bel çevresi, cilt kıvrım kalınlığı ve TMI gibi klasik antropometrik göstergeler genellikle vücut yağ oranına dair dolaylı bilgi verirken, el bilek çevresi daha çok kemik çerçeveyi ve visseral yağ dağılımını yansıtır. Bununla birlikte el bilek çevresinin, özellikle puberte sonrası dönemde obeziteye duyarlılığı açısından VKİ'den daha etkili olduğu ileri sürülmektedir. El bilek çevresi, özellikle cinsiyet ve yaşa göre değerlendirildiğinde önemli bir biyobelirteç olarak öne çıkmaktadır.

Türkiye'de yapılan çalışmalardan Öztürk ve arkadaşlarının (43) Kayseri'de gerçekleştirdiği çalışmada, 6-17 yaş arası Türk çocuklarında bilek çevresi persentil değerleri oluşturulmuş ve bu değerlerin yaş, cinsiyet ve puberteye göre anlamlı farklılıklar gösterdiği bulunmuştur. Ayrıca, çeşitli çalışmalarda bilek çevresi ile VKİ, bel çevresi, yağ oranı ve metabolik belirteçler arasında güçlü korelasyonlar tespit edilmiştir.

2.4.3. El Bilek Çevresi Ölçümünün Obeziteyi Belirlemedeki Etkinliği

El bilek çevresi ölçümünün obeziteyi belirlemede etkinliği, ROC eğrileri (Receiver Operating Characteristic Curve), AUC (Area Under Curve), duyarlılık, özgüllük ve Youden İndeksi gibi istatistiksel analizler ile değerlendirilmektedir. Yapılan çeşitli çalışmalarda, özellikle puberte sonrası adolesanlarda, el bilek

evresinin VKİ' ye göre daha yüksek AUC değerine sahip olduğu ve obeziteyi ayırt etmede daha güçlü bir gösterge olabileceği bildirilmiştir. Bu bağlamda, el bilek çevresi ölçümü, hem klinik pratikte hem de epidemiyolojik araştırmalarda obezite taraması için önemli bir gösterge olabilir.



3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu prospektif çalışmaya, Akdeniz Üniversite Hastanesi çocuk endokrinoloji, gastroenteroloji ve genel çocuk polikliniğine Ocak 2024 - Haziran 2025 tarihleri arasında başvuran 5-18 yaş arasındaki bilinen kronik hastalığı olmayan çocuk ve adolesanlar, basit örnekleme yöntemi ile dahil edildi.

Katılımcıların dışlama kriterleri ise şunlardır;

- Kronik sistemik hastalığı olanlar (Hipotalamik sendrom, Cushing sendromu, Hipotiroidizm, Pseudohipoparatiroidi, Büyüme hormonu eksikliği, Polikistik over sendromu, İnsülinoma veya hiperinsülinemi)
- Devamlı ilaç kullanımı olanlar (Glukokortikoidler, Trisiklik antidepresanlar, Siproheptadin, Progesteron, Östrojen, Lityum, Fenotiazinler)
- Sendromik hastalığı olanlar (Cohen sendromu, Alström sendromu, Turner sendromu, Börjeson sendromu, Summit ve Carpenter sendromu, Laurence-Moon-Biedel sendromu, Prader-Willi sendromu, Biemond-11 sendromu)
- Boy kısalığı olanlar

Olgular VKİ SDS'ye göre fazla kilolu / normal (-2 SDS ile +2SDS) ve obez (>+2 SDS) olmak üzere 2 gruba ayrıldı.

Katılımcıların vücut ağırlığı, boy, bel çevresi ve el bilek çevresi sağlık uzmanı tarafından ölçüldü. Ayrıca bel çevresi ve el bilek çevresi ölçümü farklı sağlık çalışanı tarafından da ölçüldü.

Ağırlık ölçümleri, kalibre edilmiş 100 g hassasiyetli dijital terazi ve boyları 0,1 cm hassasiyetli stadiyometre kullanılarak ölçüldü.

El bilek çevresi, baskın olan eldeki radius ve ulnanın stiloid çıkıntılarına temas edecek şekilde metal olmayan ve esnemeyen mezura ile ölçüldü.

Bel çevresi, orta aksiller çizgide kosta yayının en alt kısmı ile iliak krestin en yüksek noktası arasında ölçüldü.

Vücut yağ yüzdesi (%), Tanita MC-780 MA (Tanita Corporation, Tokyo, Japonya) ile ölçüldü.

Obez katılımcıların çocuk endokrinoloji ve gastroenteroloji poliklinik başvurularındaki rutin obeziteye yönelik istenen karaciğer enzimleri, insülin direnci, açlık lipitleri ve hepatosteatoza yönelik üst batın ultrasonografi tetkik sonuçlarından faydalanıldı.

Katılımcıların pubertal durumu sağlık uzmanı tarafından, 9 yaş üzeri erkeklerde orşidometre kullanılarak testis volümü 4 cm³ büyüklüğüne; 8 yaş üzeri kızlarda telarş varlığına göre değerlendirildi (44,45).

Katılımcıya ait yaş, cinsiyet, ağırlık ve boy gibi bilgiler sağlık çalışanı tarafından veri setine kaydedildi.

İstatistiksel Analizler

Bu çalışmada veri analizi süreci IBM SPSS 25 ve R yazılım dili temelinde Jamovi paket programları kullanılarak yürütülmüştür. Öncelikle, betimleyici istatistiklerle birlikte eksik veri taraması gerçekleştirilmiş ve eksik değerlerin tamamlanmasında MI (Multiple Imputation) yöntemi kullanılmıştır. Kategorik değişkenler için N, %; sürekli değişkenler için ortalama, medyan, standart sapma, minimum ve maksimum değerler raporlanmıştır. Grup karşılaştırmaları için parametrik varsayımların sağlanıp sağlanmadığı dikkate alınarak farklı testler uygulanmıştır: Normal dağılım varsayımının karşılanmadığı durumlarda Mann–Whitney U testi tercih edilirken; varyans homojenliği sağlanmayan ancak dağılım normal olan durumlarda Welch’in t-testi kullanılmıştır. Varyans homojenliği ve normal dağılım varsayımlarının karşılandığı gruplarda ise Student’s t-testi ile karşılaştırmalar yapılmıştır. Kategorik değişkenler arasındaki ilişkiyi test etmek amacıyla Ki-kare testi uygulanmıştır. Sürekli değişkenler arasındaki ilişki ise Spearman sıra korelasyonu katsayısı ile değerlendirilmiştir. İki farklı ölçüm arasındaki gözlemciler arası tutarlılığı değerlendirmek için iki yönlü karışık etki modeli ile Intraclass Correlation Coefficient (ICC) analizi gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, el bilek çevresinin obeziteyi öngörme gücünü değerlendirmek amacıyla çok değişkenli ikili lojistik regresyon modeli kullanılmış, modelin açıklayıcılığı, kesme değerleri, odds oranları ve sınıflandırma doğruluğu raporlanmıştır. Son olarak, tanılayıcı performansın değerlendirilmesi amacıyla ROC (Receiver Operating

Characteristic) analizi gerçekleştirilmiş ve kesme noktalarına göre duyarlılık, özgüllük, doğruluk, kesinlik ve Youden's J indeksleri hesaplanmıştır. Anlamlılık kriteri olarak alfa (p) $<0,05$ kriter alınmıştır.

Eksik Veri Analizi ve EM (Expectation-Maximization) Yöntemi ile Veri Doldurma Süreci

Mevcut tezde el bilek çevresi ve bel çevresi ölçümlerinin farklı gözlemciler tarafından tutarlı bir şekilde ölçülüp ölçülmediği incelemek istenmektedir. Ancak, araştırma verisi toplanması sürecinde 164 hastanın ilk ölçümleri tamamlanmış, ikinci gözlemci yalnızca 65 hastanın verisini alabilmiştir. Bu nedenle veri setindeki el bilek çevresi ve bel çevresi değişkenlerindeki eksik verilerin rastlantısalılığı incelenmiş ve uygun tamamlayıcı yöntem belirlenmiştir. Eksik veri analizi IBM SPSS 25 paket programı ile yürütülmüştür. Veri setinde yer alan BÇ2 ve EBÇ2 değişkenlerinde %60,4 oranında eksik veri bulunmuştur ($n = 99$).

Eksik verilerin rastgele olup olmadığını test etmek için Little's MCAR testi uygulanmıştır. Sonuçlar anlamlı çıkmamıştır ($\chi^2(6) = 26,81, p < 0,001$), bu da eksik verilerin MCAR (Missing Completely At Random) olmadığını MAR (Missing at Random) olarak değerlendirilmesi gerektiğini göstermiştir. Eksik verisi olan bireylerin sistematik olarak daha kısa boylu, daha düşük kilolu ve daha küçük beden ölçümlerine sahip oldukları görülmektedir.

Tablo 3.1. Eksik Verilerin MAR Değerlendirmesi

Değişken	Eksik Değer Ort.	Tam Değer Ort.	t	p
Yaş	12,28	13,85	3,10	$< 0,01$
Boy	148,70 cm	157,49 cm	3,30	$< 0,01$
Ağırlık	57,54 kg	81,79 kg	5,00	$< 0,001$
BÇ	83,17 cm	100,41 cm	5,10	$< 0,001$
EBÇ	15,65 cm	17,11 cm	4,40	$< 0,001$

Eksik verilerin doğasının tamamen rastlantısal olmadığını gösteren MCAR test sonuçları doğrultusunda, eksik değerlerin gözlemlenebilir değişkenlerle ilişkili olabileceği (MAR) varsayımı altında, Fully Conditional Specification (FCS) yöntemi kullanılarak Multiple Imputation uygulanmıştır. Beş ayrı imputasyon (tekrarlama) seti oluşturulmuş ve her birinde eksik olan BÇ2 ve EBÇ2 değişkenleri,

yaş, cinsiyet, boy, ağırlık, VKİ, puberte durumu, bel çevresi (BÇ) ve el bilek çevresi (EBÇ) gibi anlamlı öngörücüler yardımıyla lineer regresyon modelleri aracılığıyla tahmin edilmiştir. Bu yöntem, yüksek oranlı eksiklik (%60,4) içeren değişkenlerdeki veri kaybının önyargısız biçimde giderilmesini sağlamış ve varyans tahminlerinde belirsizliğin korunmasına olanak tanımıştır.

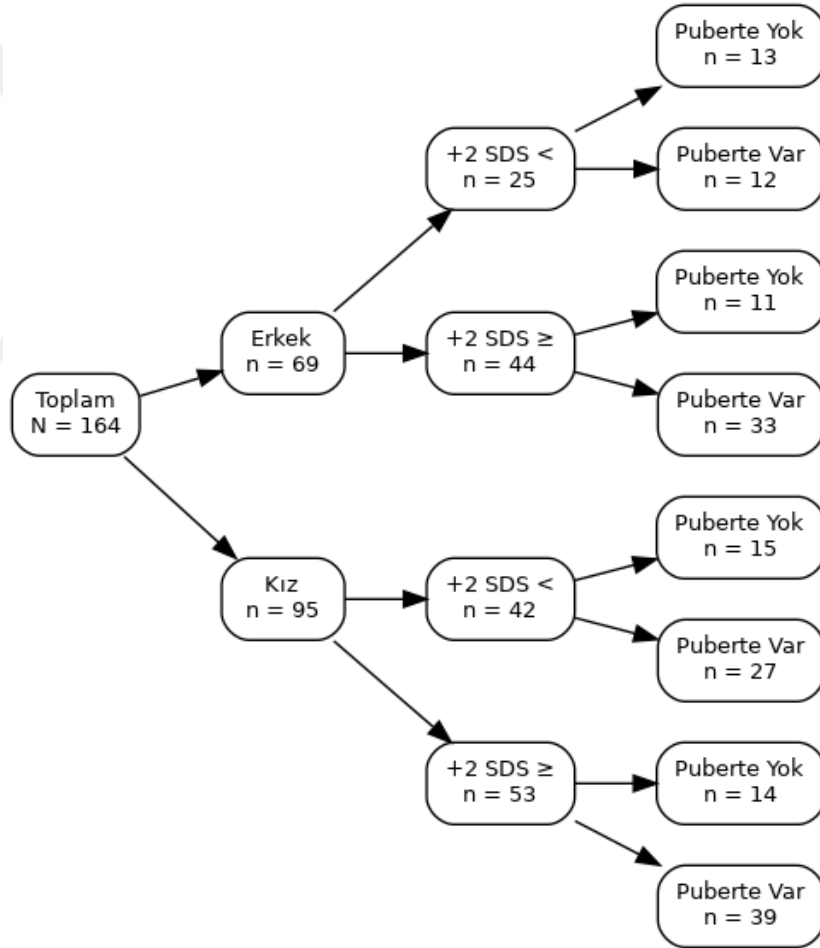
Tablo 3.2. Değişkenlerin Pool Ortalamaları

Değişken	Pool Ortalaması	Gerçek Ort. (Eksik Verisiz)
Bel Çevresi 1. ölçüm	90,00	90,00
El Bilek Çevresi 1. Ölçüm	16,22	16,22
Bel Çevresi 2. ölçüm	89,99	100,44
El Bilek Çevresi 2. Ölçüm	16,56	17,48

BÇ2 ve EBÇ2 değişkeninin lineer regresyon yöntemiyle doldurulduğu 5 farklı veri seti elde edilmiştir. Bu değişkenlerin kullanıldığı analizler, SPSS'in "pooling" (birleştirme) yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. Pooling yöntemi aynı analizi 5 farklı veri seti üzerinden tamamlar, ardından her bir analizde elde edilen varyanslar ve standart hataları göz önünde bulundurarak nihai ve güvenilir sonucu verir. Multiple Imputation (MI) işlemi sonrasında, BÇ (bel çevresi), EBÇ (el bilek çevresi), BÇ2 ve EBÇ2 değişkenleri arasındaki Pearson korelasyonları hesaplanmıştır. Beş imputasyon dosyası üzerinden yapılan analizlerin SPSS tarafından birleştirilmiş (pooled) sonuçlarına göre, tüm değişkenler arasında pozitif yönde ve istatistiksel olarak anlamlı korelasyonlar saptanmıştır. BÇ ile BÇ2 ($r = 0,990$, $p < 0,001$) ve EBÇ ile EBÇ2 ($r = 0,959$, $p < 0,001$) arasında çok yüksek düzeyde korelasyonlar bulunmuştur. Bu sonuçlar, ikincil ölçümlerin birincil ölçümlerle yüksek yapısal benzerlik gösterdiğini ve ölçüm güvenilirliğini desteklediğini göstermektedir.

4. BULGULAR

Bu çalışmada, el bilek çevresi ölçümünün, çocuk ve adolesanlarda, obeziteyi tespit etme gücünü değerlendirmek amacıyla toplam $n = 164$ bireyden oluşan bir örneklem incelenmiştir. Katılımcılar arasında yaş, boy, ağırlık ve VKİ (Vücut Kitle İndeksi) standart deviasyon skorlarına (SDS) ilişkin temel tanımlayıcı istatistikler Tablo 4.1’de sunulmuştur.



Şekil 4.1. Örneklemde Cinsiyet, Obezite ve Puberte Dağılımı

Tablo 4.1. Tanımlayıcı İstatistikler

	Med	X	SS	Min	Maks
Yaş	13,00	12,90	3,32	5,00	18,00
Boy	154,55	152,18	17,28	109,00	188,00
Ağırlık	62,50	67,15	31,71	16,00	175,00
VKİ SDS	2,30	1,71	1,71	-2,00	4,60
HOMA IR	4,20	5,21	3,75	1,30	19,00
Cinsiyet	N (%)				
Erkek	69 (42%)				
Kız	95 (58%)				
VKİ					
2 SDS altı	67 (41%)				
2 SDS üzeri	97 (59%)				
Puberte					
Yok	53 (32%)				
Var	111 (68%)				

Med: Medyan, X: Ortalama, SS: Standart sapma

Katılımcıların yaşları 5 ile 18 yaş arasında değişmekte olup, ortalama yaş 12,90, $SS = 3,32$, ortanca (median) yaş ise 13,00 olarak saptanmıştır. Boy uzunluğu ortalaması 152,18 cm, $SS = 17,28$, ağırlık ortalaması ise 67,15 kg, $SS = 31,71$ bulunmuştur. Ağırlık değerleri 16 kg ile 175 kg arasında değişmektedir. Vücut Kitle İndeksi SDS değerleri ise -1,99 ile +4,60 aralığında dağılmış olup, ortalaması 1,71, $SS = 1,71$ ve ortancası 2,30 olarak hesaplanmıştır.

Örneklemin %42'si erkek ($n = 69$) ve %58'i kız ($n = 95$) katılımcılardan oluşmaktadır. VKİ SDS açısından değerlendirildiğinde, katılımcıların %59'unun ($n = 97$) +2 SDS üzerinde yer aldığı (obez), %41'inin ($n = 67$) ise 2 SDS altında (fazla kilolu ve normal) kaldığı belirlenmiştir. Örneklemin %68'i ($n = 111$) pubertal gelişim evresinde olup, %32'si ($n = 53$) puberte öncesindedir.

4.1. Cinsiyete Göre Obezite ve Betimleyici İstatistikler

Bu tez çalışmasında el bilek çevresinin obeziteyi saptama becerisi değerlendirilmek istenmektedir. Bu amaç dahilinde analizlere başlamadan önce

tanımlayıcı değişkenlere cinsiyetin etkili olup olmadığı öncelikle incelenmek istenmiştir.

Tablo 4.2. Cinsiyete Göre Tanımlayıcı İstatistikler

	Erkek (N=69)	Kız (N=95)	Toplam (N=164)	p
Yaş				0,681 ¹
Medyan (SS)	13 (3,1)	13 (3,5)	13 (3,3)	
VKİ SDS				0,689 ¹
Medyan (SS)	2,3 (1,6)	2,3 (1,8)	2,3 (1,7)	
VKİ				0,305 ²
2 SDS altı	25,0 (36,2%)	42,0 (44,2%)	67,0 (40,9%)	
2 SDS üzeri	44,0 (63,8%)	53,0 (55,8%)	97,0 (59,1%)	
Bel Çevresi				0,005 ³
X (SS)	95,6 (22,9)	85,9 (20,2)	90,0 (21,9)	
El Bilek Çevresi				< 0,001 ¹
Medyan (SS)	17 (2,5)	16 (1,8)	16 (2,2)	
Yağ oranı				0,937 ¹
Medyan (SS)	34,7 (11,6)	34,6 (9,7)	34,1 (10,5)	
Puberte				0,565 ²
Yok	24,0 (34,8%)	29,0 (30,5%)	53,0 (32,3%)	
Var	45,0 (65,2%)	66,0 (69,5%)	111,0 (67,7%)	
HOMA IR				
Medyan (SS)	4 (3,59)	4,20 (3,94)	4,20 (3,75)	0,575 ¹

1. Mann Whitney U

Med: Medyan, X: Ortalama, SS: Standart sapma

2. Pearson's Ki kare

3. Student's T

Erkek katılımcıların yaşları için medyan değer $Med = 13,00$, kız katılımcılar için ise $Med = 13,00$ olarak belirlenmiştir. İki grup arasında yaş açısından anlamlı bir fark saptanmamıştır, $U = 3154,00$, $p = 0,681$.

VKİ SDS açısından da erkek katılımcılar için $Med = 2,30$, kız katılımcılar için $Med = 2,20$ olup gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir, $U = 3157,00$, $p = 0,689$.

VKİ kategorileri incelendiğinde, erkeklerin %63,8'i ve kızların %55,8'i 2 SDS üzerindedir; buna karşın bu dağılım da cinsiyete göre anlamlı bir farklılık göstermemektedir ($\chi^2(1) = 1,05$, $p = 0,305$). Bel çevresi ölçümleri, erkeklerde Ort

= 95,6 cm ($SS = 22,9$), kızlarda ise $Ort = 85,9$ cm ($SS = 20,2$) olarak bulunmuştur. Bağımsız örneklem t -testi sonuçlarına göre, erkekler ve kızlar arasında bel çevresi açısından anlamlı bir fark gözlenmiştir, $t(162) \approx 2,85$, $p = 0,005$. El bilek çevresi değerleri açısından ise erkeklerde medyan 17 cm ($SS = 2,5$), kızlarda medyan 16 cm ($SS = 1,8$) olarak belirlenmiştir. Cinsiyetler arasında bu değişken açısından anlamlı bir fark bulunmuştur, $U \approx 2300$, $p < 0,001$. Genel olarak erkeklerde, bel ve el bilek çevresinin daha yüksek olduğu gözlenmiştir.

Vücut yağ oranları incelendiğinde, erkeklerde medyan %34,7 ($SS = 11,6$) ve kızlarda %34,6 ($SS = 9,7$) olup, iki grup arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır, $U \approx 3250$, $p = 0,937$. Puberte durumu da, cinsiyete göre incelenmiştir. Erkek katılımcıların %65,2'si pubertal, %34,8'i prepubertal iken; kızların %69,5'i pubertal, %30,5'i prepubertaldir. Bu oranlar arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır, $\chi^2(1) = 0,33$, $p = 0,565$. Son olarak, HOMA-IR'in (Homeostasis Model Assessment of Insulin Resistance) cinsiyetler arası anlamlı farklılaşmadığı gözlenmiştir $U \approx 702$, $p = 0,575$.

Bu durum, örneklemdeki erkek ve kız dağılımının yaş, VKİ, yağ oranı, HOMA-IR ve puberte üzerinde anlamlı etkiye neden olmadığını dolayısıyla cinsiyetin bu değişkenler üzerinde karıştırıcı etkisi olmadığını göstermiştir.

Bununla birlikte, el bilek çevresi ve bel çevresi ölçümleri cinsiyet grupları arasında anlamlı farklılık göstermiştir. Özellikle erkek katılımcılarda el bilek çevresi ve bel çevresi ölçümlerinin, kız katılımcılara kıyasla daha yüksek olduğu bulunmuştur.

4.2. Puberteye Göre Obezite ve Betimleyici İstatistikler

Tablo 4.3. Puberteye Göre Tanımlayıcı İstatistikler

	Yok (N=53)	Var (N=111)	Toplam (N=164)	p
Yaş				
Medyan (SS)	10 (1,8)	15 (2,4)	12,9 (3,3)	< 0,001 ¹
VKİ SDS				
Medyan (SS)	1,8 (1,8)	2,4 (1,6)	1,7 (1,7)	0,001 ¹
VKİ				
2 SDS altı	28,0 (52,8%)	39,0 (35,1%)	67,0 (40,9%)	
2 SDS üzeri	25,0 (47,2%)	72,0 (64,9%)	97,0 (59,1%)	0,031 ²
Bel Çevresi				
X (SS)	75,0 (15,5)	97,2 (20,8)	90,0 (21,9)	< 0,001 ³
El Bilek Çevresi				
Medyan (SS)	14,5 (1,6)	17,0 (1,9)	16,2 (2,2)	< 0,001 ¹
Yağ oranı				
X (SS)	30,0 (10,1)	36,1 (10,2)	34,1 (10,5)	< 0,001 ⁴
HOMA IR				
Medyan (SS)	2,9 (4,04)	4,60 (3,60)	4,20 (3,75)	< 0,001 ¹

1. Mann Whitney U Med: Medyan, X: Ortalama, SS: Standart sapma

2. Pearson's Ki kare

3. Welch's

4. Student's T

Puberte gelişimi olan ve olmayan bireyler arasında çeşitli antropometrik ve fizyolojik ölçümler açısından anlamlı farklılıklar gözlemlenmiştir. Vücut kitle indeksi standart sapma skoru (VKİ SDS) açısından da anlamlı bir fark saptanmıştır ($U = 2020$, $p = 0,001$). Puberte olmayan grubun VKİ SDS medyanı 1,8 ($SS = 1,8$), puberte olan grubun medyanı ise 2,4 ($SS = 1,6$) olarak hesaplanmıştır. VKİ düzeyleri kategorik olarak değerlendirildiğinde (2 SDS altı vs. 2 SDS üzeri), Pearson Ki-kare testi anlamlı bir farklılık olduğunu göstermektedir, $\chi^2(1) = 4,65$, $p = 0,031$. Puberte olmayan grubun %52,8'i 2 SDS altı VKİ'ye sahipken, puberte olan grubun yalnızca %35,1'i bu kategoride yer almıştır.

Bel çevresi ölçümleri açısından, Welch'in t-testi sonuçları puberte grupları arasında anlamlı bir farklılık olduğunu göstermiştir ($t = -7,62$, $p < 0,001$). Puberte olmayan bireylerde ortalama bel çevresi 75,0 cm ($SS = 15,5$), puberte olan

bireylerde ise 97,2 cm ($SS = 20,8$) olarak belirlenmiştir. Aynı şekilde, el bilek çevresi ölçümleri de, Mann-Whitney U testi ile anlamlı bulunmuştur ($U = 1035, p < 0,001$); medyan el bilek çevresi puberte olmayan bireylerde 14,5 cm ($SS = 1,6$), puberte olan bireylerde 17,0 cm ($SS = 1,9$) olarak gözlenmiştir. Puberte varlığına göre HOMA-IR düzeylerinin istatistiksel olarak anlamlı şekilde farklılaştığını ortaya konmuştur, $U = 226,00, p < 0,001$. Puberte olmayan grupta HOMA-IR medyanı $Med = 2,90$ ($SS = 4,04$) iken, puberte olan grupta bu değer $Med = 4,60$ ($SS = 3,60$) olarak bulunmuştur. Bu sonuçlar, puberteye girmiş bireylerin HOMA-IR düzeylerinin anlamlı olarak daha yüksek olduğunu göstermektedir.

Son olarak, yağ oranı açısından gruplar arasında anlamlı bir fark mevcuttur. Student's *t*-testi sonuçlarına göre, puberte olmayan bireylerin ortalama yağ oranı %30,0 ($SS = 10,1$) iken, puberte olan bireylerde bu oran %36,1 ($SS = 10,2$) olup fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($t = -3,52, p < 0,001$).

4.3. Obezite ile Antropometrik ve Fizyolojik Özelliklerin İlişkisi

Tablo 4.4. Obeziteye Göre Antropometrik ve Fizyolojik Özellikler

	2SDSAltı (N=67)	2SDSüzeri (N=97)	Toplam (N=164)	P
Yaş				
Medyan (SS)	12 (3,2)	13 (3,4)	12,9 (3,3)	0,306 ¹
Cinsiyet				
Erkek	25,0 (37,3%)	44,0 (45,4%)	69,0 (42,1%)	
Kız	42,0 (62,7%)	53,0 (54,6%)	95,0 (57,9%)	0,305 ²
Bel Çevresi				
Medyan (SS)	70 (12,3)	101 (16,7)	90,0 (21,9)	< 0,001 ¹
El Bilek Çevresi				
Medyan (SS)	14,5 (1,6)	17 (1,7)	16,2 (2,2)	< 0,001 ¹
Yağ oranı				
X (SS)	24,8 (6,8)	40,4 (7,5)	34,1 (10,5)	< 0,001 ³
HOMA IR				
Boş veri	65,0	21,0	86,0	
Medyan (SS)	2,85 (1,9)	4,25 (3,8)	5,2 (3,8)	0,242 ¹
Sağ bacak				
X (SS)	31,6 (7,7)	44,6 (7,8)	39,4 (10,0)	< 0,001 ³
Sol bacak				
X (SS)	31,7 (7,4)	44,9 (7,7)	39,7 (9,9)	< 0,001 ³
Sağ kol				
X (SS)	34,0 (6,2)	45,4 (8,2)	40,9 (9,3)	< 0,001 ⁴
Sol kol				
X (SS)	35,7 (7,7)	49,7 (9,3)	44,2 (11,1)	< 0,001 ³
Gövde				
X (SS)	20,3 (7,3)	34,9 (8,0)	29,1 (10,5)	< 0,001 ³

1. Mann Whitney U

2. Pearson's Ki kare

3. T testi

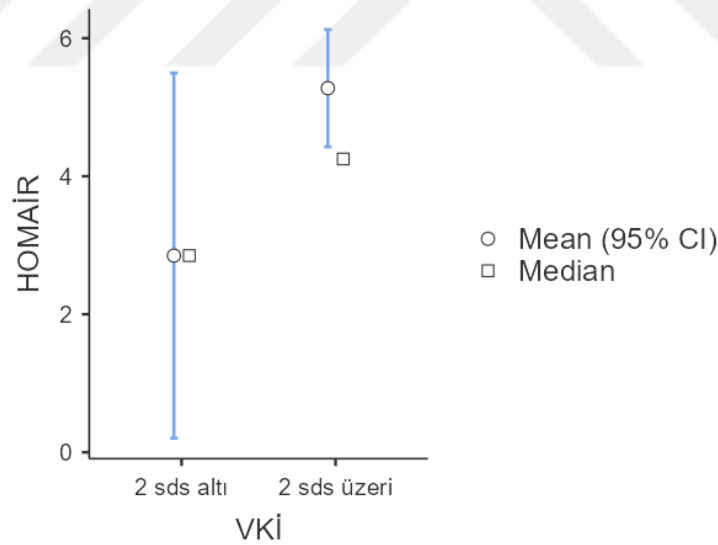
4. Welch's T

Med: Medyan, X: Ortalama, SS: Standart sapma

Çalışmada çocuklar vücut kitle indeksi (VKİ) SDS değerine göre obez olan (+2 SDS üzeri) ve fazla kilolu / normal (-2 SDS ile +2 SDS) şekilde iki gruba ayrılmıştır. Bu gruplar arasında yaş, cinsiyet, el bilek çevresi, bel çevresi, yağ oranı, HOMA-IR ve çeşitli vücut kompozisyon ölçümleri karşılaştırılmıştır. Yaş (*Med* =

12 vs. 13) ve cinsiyet dağılımları gruplar arasında anlamlı farklılık göstermemiştir (sırasıyla $U = 2944$, $p = 0,306$; $\chi^2 = 1,05$, $p = 0,305$). Bu bulgu, yaş ve cinsiyetin gruplar arasında dengeli olduğunu göstermektedir.

Obez çocuklarda bel çevresi anlamlı düzeyde daha yüksektir ($Med = 101,0$, $SS = 16,7$) ve obez olmayan gruba göre belirgin farklılık göstermiştir ($Med = 70,0$, $SS = 12,3$), $U = 347,0$, $p < 0,001$. El bilek çevresi ölçümleri de gruplar arasında anlamlı farklılık göstermiştir. 2 SDS üzeri grupta el bilek çevresi $Med = 17$ cm ($SS = 1,7$) iken, 2 SDS altı grupta bu değer $Med = 14,5$ cm ($SS = 1,6$) olarak bulunmuştur ($U = 701,0$, $p < 0,001$). VKİ yüksek olan grupta ortalama yağ oranı (%), düşük olan gruba göre belirgin şekilde daha yüksektir ($Ort = 40,4$, $SS = 7,5$ vs. $Ort = 24,8$, $SS = 6,8$), $t(162) = -10,18$, $p < 0,001$. HOMA-IR değerleri açısından iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır ($U = 38,5$, $p = 0,242$). Ancak medyan değerler açısından VKİ yüksek grubun daha yüksek olduğu görülmektedir (4,25 vs. 2,85). Gruplar arası anlamlı farkın çıkmama nedeni obez olmayan grupta HOMA-IR varyansının çok yüksek olmasıdır (Şekil 4.2).



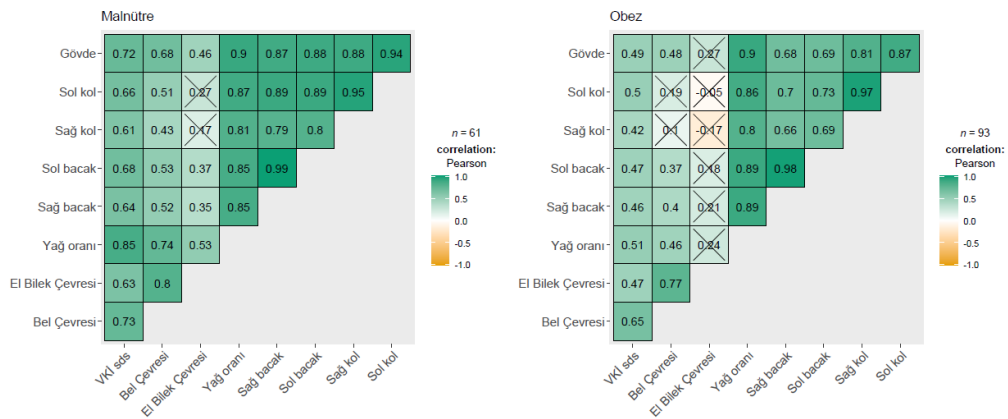
Şekil 4.2. Obez Olan ve Olmayanlar Arası HOMA IR Karşılaştırması

Vücut ölçümlerine bakıldığında, sağ ve sol bacak, sağ ve sol kol ve gövde ölçümlerinin, obez grupta daha yüksek olduğu gözlenmiştir (t ve W değerleri $> |9,27|$, $p < 0,001$).

Vücut kitle indeksi (VKİ) ile diğer antropometrik ölçümler arasında güçlü ve istatistiksel olarak anlamlı pozitif korelasyonlar gözlenmiştir. VKİ SDS, el bilek çevresi ($r = 0,773$, $p < 0,001$), bel çevresi ($r = 0,870$, $p < 0,001$) ve yağ oranı ($r = 0,839$, $p < .001$) ile yüksek düzeyde pozitif korelasyon göstermiştir. Ayrıca, vücut bölümlerine ilişkin ölçümler olan sağ bacak ($r = 0,754$), sol bacak ($r = 0,767$), sağ kol ($r = 0,706$), sol kol ($r = 0,744$) ve gövde ($r = 0,795$) ile de anlamlı pozitif ilişkiler saptanmıştır (tüm $p < 0,001$).

Bel çevresi, el bilek çevresi ile çok güçlü bir ilişki göstermiştir ($r = 0,894$, $p < 0,001$) ve yine bel çevresi yağ oranı ile güçlü şekilde ilişkili bulunmuştur ($r = 0,771$, $p < 0,001$). Yağ oranı; sağ bacak ($r = 0,927$), sol bacak ($r = 0,931$), sağ kol ($r = 0,879$), sol kol ($r = 0,914$) ve gövde ($r = 0,948$) ile çok güçlü korelasyonlara sahiptir (tüm $p < 0,001$).

HOMA-IR değeri ise VKİ SDS ($r = 0,364$, $p = 0,001$), VKİ yüzdesi ($r = 0,459$, $p < 0,001$), el bilek çevresi ($r = 0,341$, $p = 0,002$) ve bel çevresi ($r = 0,470$, $p < 0,001$) ile anlamlı düzeyde pozitif korelasyonlar göstermektedir. Ancak HOMA-IR, yağ oranı ($r = 0,171$, $p = 0,136$), sağ bacak ($r = 0,170$, $p = 0,145$), sol bacak ($r = 0,168$, $p = 0,150$), sağ kol ($r = -0,039$, $p = 0,741$), sol kol ($r = 0,040$, $p = 0,733$) ve gövde ($r = 0,105$, $p = 0,372$) ile anlamlı bir ilişki göstermemiştir.



Şekil 4.3. VKİ Alt Gruplarında Antropometrik Ölçümlerle VKİ SDS Korelasyonları (*X, $p > 0,05$)

Tablo 4.5. VKİ ile Antropometrik Ölçümler, Yağ Oranı ve HOMA IR Korelasyonları

		VKİ SDS	VKİ yüzde	El Bilek Çevresi	Bel Çevresi	Yağ oranı	HOMA IR	Sağ bacak	Sol bacak	Sağ kol	Sol kol	Gövde
VKİ sds	Spearman's rho	—										
	df	—										
	p	—										
VKİ yüzde	Spearman's rho	0,936***	—									
	df	162	—									
	p	<0,001	—									
El Bilek Çevresi	Spearman's rho	0,773***	0,894***	—								
	df	162	162	—								
	p	<0,001	<0,001	—								
Bel Çevresi	Spearman's rho	0,870***	0,964***	0,894***	—							
	df	162	162	162	—							
	p	<0,001	<0,001	<0,001	—							
Yağ oranı	Spearman's rho	0,839***	0,810***	0,629***	0,771***	—						
	df	159	159	159	159	—						
	p	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	—						
HOMA IR	Spearman's rho	0,364**	0,459***	0,341**	0,470***	0,171	—					
	df	76	76	76	76	76	—					
	p	0,001	<0,001	0,002	<0,001	0,136	—					

Tablo 4.5 (devam). VKİ ile Antropometrik Ölçümler, Yağ Oranı ve HOMA IR Korelasyonları

		VKİ SDS	VKİ yüzde	El Bilek Çevresi	Bel Çevresi	Yağ oranı	HOMA IR	Sağ bacak	Sol bacak	Sağ kol	Sol kol	Gövde
Sağ bacak	Spearman's rho	0,754***	0,712***	0,542***	0,682***	0,927***	0,170	—				
	df	152	152	152	152	152	73	—				
	p	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,145	—				
Sol bacak	Spearman's rho	0,767***	0,717***	0,534***	0,678***	0,931***	0,168	0,991***	—			
	df	152	152	152	152	152	73	152	—			
	p	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,150	<0,01	—			
Sağ kol	Spearman's rho	0,706***	0,591***	0,377***	0,546***	0,879***	-0,039	0,835***	0,848***	—		
	df	152	152	152	152	152	73	152	152	—		
	p	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,741	<0,001	<0,001	—		
Sol kol	Spearman's rho	0,744***	0,645***	0,426***	0,594***	0,914***	0,040	0,874***	0,884***	0,976***	—	
	df	152	152	152	152	152	73	152	152	152	—	
	p	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,733	<0,001	<0,001	<0,001	—	
Gövde	Spearman's rho	0,795***	0,784***	0,622***	0,762***	0,948***	0,105	0,867***	0,875***	0,894***	0,931***	—
	df	152	152	152	152	152	73	152	152	152	152	—
	p	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,372	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	—

* p < .05, ** p < 0,01, *** p < 0,001

4.4. Obezite ile Kan Lipitlerinin İlişkisi

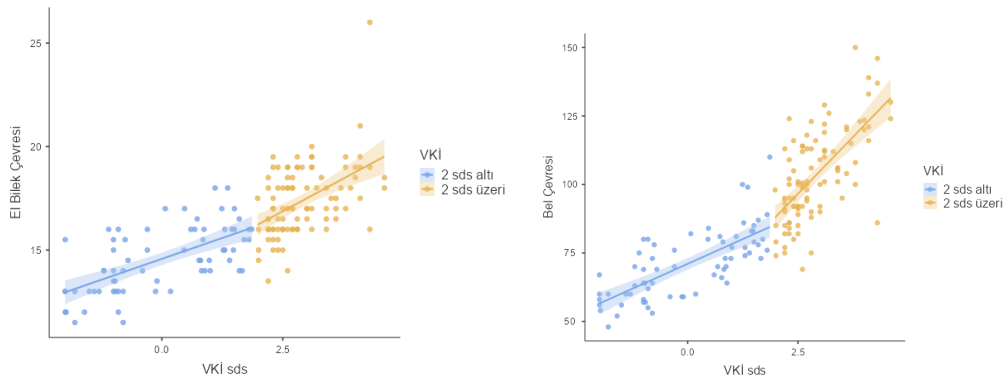
Tablo 4.6. VKİ ve El Bilek/Bel Çevresi ile Kan Lipitleri Arasındaki Korelasyonel İlişkiler

		VKİ sds	VKİ yüzde	El Bilek Çevresi	Bel Çevresi
VKİ SDS	Spearman's rho	—			
	df	—			
	p	—			
VKİ yüzde	Spearman's rho	0,936***	—		
	df	162	—		
	p	<0,001	—		
El Bilek Çevresi	Spearman's rho	0,773***	0,894***	—	
	df	162	162	—	
	p	<0,001	<0,001	—	
Bel Çevresi	Spearman's rho	0,870***	0,964***	0,894***	—
	df	162	162	162	—
	p	<0,001	<0,001	<0,001	—
Trigliserit	Spearman's rho	0,121	0,194	0,161	0,258*
	df	75	75	75	75
	p	0,296	0,090	0,161	0,023
HDL	Spearman's rho	-0,061	-0,226	-0,266*	-0,292*
	df	74	74	74	74
	p	0,601	0,050	0,020	0,011
LDL	Spearman's rho	-0,169	-0,187	-0,213	-0,104
	df	76	76	76	76
	p	0,139	0,101	0,061	0,366
Total Kolesterol	Spearman's rho	-0,250*	-0,298**	-0,279*	-0,241*
	df	76	76	76	76
	p	0,027	0,008	0,014	0,034
Glukoz	Spearman's rho	0,066	0,095	-0,013	0,132
	df	81	81	81	81
	p	0,555	0,392	0,907	0,235
İnsülin	Spearman's rho	0,451***	0,548***	0,412***	0,545***
	df	75	75	75	75
	p	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
AST	Spearman's rho	-0,114	-0,183	-0,054	-0,081
	df	60	60	60	60
	p	0,378	0,156	0,675	0,533
ALT	Spearman's rho	0,117	0,194	0,309**	0,327**
	df	78	78	78	78
	p	0,300	0,085	0,005	0,003
Hepasteatoz	Spearman's rho	0,127	0,377*	0,398*	0,547**
	df	29	29	29	29
	p	0,497	0,036	0,027	0,001

* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001

Kan değerlerinin yalnızca Obez grupta verisi alınabilmektedir. Bu nedenle ilişkiler VKİ SDS ve VKİ % değerleri ile korelasyonları aracılığıyla incelenmiş grup karşılaştırmaları yürütülmemiştir.

Trigliserit düzeyleri ile yalnızca bel çevresi arasında anlamlı ve pozitif yönlü bir ilişki bulunmuştur ($r = 0,258$, $p = 0,023$), diğer ölçümlerle anlamlı bir ilişki saptanmamıştır. HDL düzeyleri, hem el bilek çevresi ($r = -0,266$, $p = 0,020$) hem de bel çevresi ($r = -0,292$, $p = 0,011$) ile negatif ve anlamlı şekilde ilişkilidir. LDL ile hiçbir antropometrik ölçüm arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki saptanmamıştır (tüm $p > 0,05$). Ancak total kolesterol düzeyi, VKİ SDS ($r = -0,250$, $p = 0,027$), VKİ yüzdesi ($r = -0,298$, $p = 0,008$), el bilek çevresi ($r = -0,279$, $p = 0,014$) ve bel çevresi ($r = -0,241$, $p = 0,034$) ile düşük ama anlamlı düzeyde negatif ilişki göstermiştir. Glukoz düzeyleri ile antropometrik ölçümler arasında anlamlı bir korelasyon saptanmamıştır (tüm $p > 0,05$). Ancak insülin düzeyi ile tüm ölçümler arasında anlamlı ve orta düzeyde pozitif ilişkiler bulunmuştur: VKİ SDS ($r = 0,451$, $p < 0,001$), VKİ yüzdesi ($r = 0,548$, $p < 0,001$), el bilek çevresi ($r = 0,412$, $p < 0,001$), bel çevresi ($r = 0,545$, $p < 0,001$). Karaciğer enzimlerinden AST ile hiçbir antropometrik ölçüm arasında anlamlı bir korelasyon saptanmamıştır. Buna karşın ALT düzeyi, el bilek çevresi ($r = 0,309$, $p = 0,005$) ve bel çevresi ($r = 0,327$, $p = 0,003$) ile pozitif ve anlamlı düzeyde ilişkilidir. Son olarak, hepatosteatoz varlığı ve grade değerlendirmeleri VKİ yüzdesi ($r = 0,377$, $p = 0,036$), el bilek çevresi ($r = 0,398$, $p = 0,027$) ve bel çevresi ($r = 0,547$, $p = 0,001$) ile anlamlı düzeyde ilişkilidir. Grade arttıkça VKİ, EBC ve BÇ artmaktadır.



Şekil 4.4. VKİ SDS ile El Bilek Çevresi ve Bel Çevresi Korelasyonu

Kan lipitleri ve karaciğer değerdendirmelerinin referans değerdlerine göre obezitede dağılımı incelenmiş tablo 4.7’de sunulmuştur.

Tablo 4.7. Kan Lipitlerinin ve Karaciğer Değerdendirmelerinin Referans Değerdlerine Göre Obezite Gruplarında Dağılımı

	2 sds altı (N=67)	2 sds üzeri (N=97)	Toplam (N=164)
HOMA IR Grup			
Boş veri	65	21	86
Yüksek	1 (50%)	54 (71,1%)	55 (70,5%)
Normal	1 (50%)	22 (28,9%)	23 (29,5%)
AST			
Boş veri	67	35	102
Normal	0	58 (93,5%)	58 (93,5%)
Yüksek	0	4 (6,5%)	4 (6,5%)
ALT			
Boş veri	66	18	84
Normal	1 (100%)	68 (86,1%)	69 (86,2%)
Yüksek	0 (0%)	11 (13,9%)	11 (13,8%)
Trigliserit			
Boş veri	67	20	87
Normal	0	60 (77,9%)	60 (77,9%)
Yüksek	0	17 (22,1%)	17 (22,1%)
Total Kolesterol			
Boş veri	67	19	86
Yüksek	0	10 (12,8%)	10 (12,8%)
Normal	0	68 (87,2%)	68 (87,2%)
LDL			
Boş veri	67	19	86
Yüksek	0	32 (41%)	32 (41%)
Normal	0	46 (59%)	46 (59%)
HDL			
Boş veri	67	21	88
Normal	0	53 (69,7%)	53 (69,7%)
Yüksek	0	12 (15,8%)	12 (15,8%)
Düşük	0	11 (14,5%)	11 (14,5%)
Glukoz			
Boş veri	66	15	81
Normal	1 (100%)	77 (93,9%)	78 (94%)
Yüksek	0 (0%)	5 (6,1%)	5 (6%)
Hepasteatoz			
Boş veri	67	66	133
Yok	0	8 (25,8%)	8 (25,8%)
Grade 1	0	11 (35,5%)	11 (35,5%)
Grade 2	0	9 (29%)	9 (29%)
Grade 3	0	3 (9,7%)	3 (9,7%)

HOMA-IR puberteye girmeyenlerde 2,5 puberte olanlarda 3,5 kesme noktasına göre gruplandırılmıştır. Obez olan çocuklarda HOMA-IR verisi bulunan 76 bireyden 54'ü (%71,1) yüksek insülin direnci göstermektedir. Normal düzeyde insülin direnci olan birey sayısı ise yalnızca 22'dir (%28,9). AST verisi mevcut olan 62 bireyin 58'i (%93,5) normal AST düzeyine sahipken, 4'ünde (%6,5) AST yüksekliği gözlenmiştir. ALT düzeyi bilinen 79 bireyin 68'i (%86,1) normal, 11'i (%13,9) yüksek ALT düzeyine sahiptir. Görüntüleme ile değerlendirilen 31 çocukta hepatosteatozun farklı evreleri saptanmıştır. Bu bireylerin yalnızca 8'inde (%25,8) yokken, 11'inde (%35,5) grade 1, 9'unda (%29) grade 2 ve 3'ünde (%9,7) grade 3 düzeyinde hepatosteatoz mevcuttur.

Trigliserit düzeyi mevcut olan 77 çocuğun %77,9'u ($n = 60$) normal düzeyde değerlendirilmektedir. Total kolesterol düzeyine ilişkin verisi bulunan 78 bireyin %87,2'si ($n = 68$) normal, %12,8'i ($n = 10$) yüksek kolesterol düzeyindedir. LDL düzeyi değerlendirilen 78 bireyin %41'i ($n = 32$) yüksek, %59'u ($n = 46$) normal LDL düzeyine sahiptir. HDL verisine göre %69,7'si ($n = 53$) normal HDL düzeyindeyken, %15,8'i ($n = 12$) yüksek ve %14,5'i ($n = 11$) düşük HDL düzeyine sahiptir. Glukoz düzeyi değerlendirilebilen 82 bireyden 77'si (%93,9) normal, yalnızca 5'i (%6,1) yüksek glukoz düzeyine sahiptir.

4.5. Gözlemciler Arası Güvenirlik Analizi – El Bilek Çevresi Ölçümleri

El bilek çevresine ilişkin iki farklı ölçüm arasındaki gözlemciler arası tutarlılığı değerlendirmek amacıyla farklı gözlemcilerden elde edilen (two way random) tam uyumluluk tanımlı (absolute agreement) sınıf içi korelasyon katsayısı (ICC) hesaplanmıştır. Eksik veriler için beşli multiple imputation (MI) uygulanmış ve her imputasyon setinde ICC ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Eksik veri içeren orijinal veri setinde $ICC = 0,972$ ($\alpha = 0,972$), $GA [0,921, 0,987]$, $F = 49,40$, $p < 0,001$ olarak bulunmuştur. MI uygulanmış veri setlerinde ise, ICC değerleri 0,966 ile 0,978 arasında değişmiş, ortalama $ICC = 0,973$, 95% GA [tahmini aralık 0,927–0,986] bulunmuştur. Tüm analizlerde $p < 0,001$ 'dir. Bu bulgular, farklı gözlemciler tarafından yapılan ölçümlerin yüksek düzeyde güvenilir olduğunu göstermektedir.

4.6. Lojistik Regresyon Analizi

Vücut kitle indeksi (VKİ) temelinde obezite sınıflamasını (fazla kilolu, normal = 0, obezite = 1) yordayan değişkenlerin belirlenmesi amacıyla binominal lojistik regresyon analizi gerçekleştirilmiştir. Modelde bağımsız değişkenler olarak bel çevresi, el bilek çevresi, yaş, cinsiyet ve puberte durumu yer almıştır. Kollinearlık istatistiklerine göre, hiçbir değişken için problematik düzeyde çoklu doğrusal ilişki tespit edilmemiştir (VIF değerleri tüm değişkenlerde < 5).

Tablo 4.8. VKİ'yi Tahmin Edici Değişkenlerin Katsayıları

Değişken	B	SH	Wald Z	p	OR	95% Güven Aralığı	
						Alt eşik	Üst eşik
Sabit Değer	-36,486	9,2601	-3,94	<0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Bel Çevresi	0,271	0,0652	4,15	<0,001	1,311	1,1537	1,490
El Bilek Çevresi	1,183	0,5862	2,02	0,044	3,265	1,0350	10,302
Yaş	-0,577	0,1916	-3,01	0,003	0,561	0,3857	0,817
Cinsiyet:							
Kız – Erkek	4,542	1,2953	3,51	<0,001	93,869	7,4125	1188,715
Puberte:							
Var – Yok	-1,370	1,2877	-1,06	0,287	0,254	0,0204	3,168

B: Beta katsayısı, SH: Standart hata, Wald Z: istatistik değeri, p: alfa anlamlılık değeri, OR: Odds ratio

Regresyon modeli anlamlı düzeyde veri ile uyum göstermiştir ve modelin açıklayıcılığı, yüksek düzeyde bulunmuştur (*Nagelkerke R²* = 0,873). Bir diğer anlamda, kurulan model hastanın obez olup olmaması varyansının %87'sini açıklamaktadır.

Bel çevresi ve el bilek çevresi, VKİ temelli obezite sınıflamasını anlamlı düzeyde yordayan değişkenler olarak ortaya çıkmıştır. Özellikle el bilek çevresindeki her bir birimlik artış, obez olma olasılığını yaklaşık **3,3** kat artırmaktadır (*OR* = 3,27, *p* = 0,044). Bel çevresi için de her bir birimlik artışla obezite olasılığı %31 oranında artmaktadır (*OR* = 1,31, *p* < 0,001).

Cinsiyet değişkeni de güçlü bir yordayıcı olup, kız çocuklarının obez olma olasılığı erkeklere kıyasla anlamlı düzeyde daha yüksektir (*OR* = 93,87, *p* < 0,001).

Yaşın etkisi negatif yönde olup, yaş arttıkça obez olma olasılığı azalmaktadır ($OR = 0,56, p = 0,003$). Puberte değişkeni modelde anlamlı çıkmamıştır ($p = 0,287$).

Modelin genel performansı oldukça yüksektir. Sınıflandırma doğruluk oranı (%91,5) modelin genel tahmin başarısının güçlü olduğunu göstermektedir. Ayrıca, duyarlılık (sensitivity) değeri 0,907 olup modelin obez bireyleri doğru tanımlama yetisi oldukça yüksektir. Benzer şekilde, özgüllük (specificity) değeri 0,925 ile obez olmayan bireyleri doğru şekilde dışlama performansını da başarılı bir şekilde ortaya koymaktadır. Modelin ayırt edici gücünü gösteren AUC (Area Under the Curve) değeri ise 0,984 olarak hesaplanmıştır; bu değer, mükemmele yakın bir sınıflandırma performansına işaret etmektedir. Belirlenen 0,66 cut-off eşiği doğrultusunda yapılan sınıflandırmada, obez olmayan bireylerin %92,5'i ve obez bireylerin %90,7'si doğru şekilde sınıflanmıştır. Bu bulgular, geliştirilen lojistik regresyon modelinin oldukça güçlü bir sınıflandırma kapasitesine sahip olduğunu göstermektedir.

Tablo 4.9. Lojistik Regresyon Tanımlama Tablosu

Gözlenen	Lojistik regresyon denkleminde göre beklenen		%Doğru Sınıflama
	Malnütre	Obez	
Malnütre	62	5	92,5
Obez	9	88	90,7

Değişkenlerin marjinal etkilerine ilişkin analizler, özellikle bel çevresi ve el bilek çevresi ölçümlerinin obezite olasılığı üzerinde güçlü ayrıştırıcı etkiye sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Bel çevresi açısından değerlendirildiğinde, bu değişkenin ortalama değerinin bir standart sapma (SD) altındaki bireylerde obezite olasılığı yalnızca yaklaşık %0,91 iken ortalamanın bir SD üzerinde olan bireylerde bu olasılık %99,92'ye ulaşmaktadır. Benzer şekilde, el bilek çevresi için yapılan marjinal etki analizinde, bu değişkenin düşük değerlerine sahip bireylerde obezite olasılığı yaklaşık %21 iken yüksek el bilek çevresi ölçümlerine sahip bireylerde bu oran %97,8 olarak hesaplanmıştır.

Bu model, el bilek çevresi ile birlikte bel çevresi, yaş ve cinsiyetin çocuk ve ergenlerde obezite sınıflaması üzerinde güçlü etkiler sunduğunu ortaya

koymaktadır. El bilek çevresi, özellikle tanılayıcı gücü yüksek ve kolay uygulanabilir bir antropometrik ölçüm aracı olarak öne çıkmaktadır.

4.7. ROC Analizleri

Hem bel çevresi hem de el bilek çevresi ölçümlerinin cinsiyet ve puberte durumuna göre anlamlı farklılıklar göstermesi (ör. erkeklerde ve puberte döneminde değerlerin belirgin şekilde yüksek olması), ROC analizi ile optimal cut-off noktaları belirlenirken bu iki değişkenin (cinsiyet ve puberte) dikkate alınmasını gerektirmektedir. Dolayısıyla, ROC eğrisi analizleri cinsiyet ve puberte gruplarına göre ayrı ayrı yapılarak, bu alt gruplar için özgül eşik değerleri (kesme noktası = cut-off) hesaplanmıştır.

Öncelikle tüm örnekleme el bilek çevresinin obeziteyi teşhisi için kesme noktası analizi yapılmıştır ve yüksek ayırt edicilik gözlenmiştir. $AUC^1 = 0,89$, $z = 16,1$ $p < 0,001$, 95% GA [0,845, 0,940] olarak bulunmuştur.

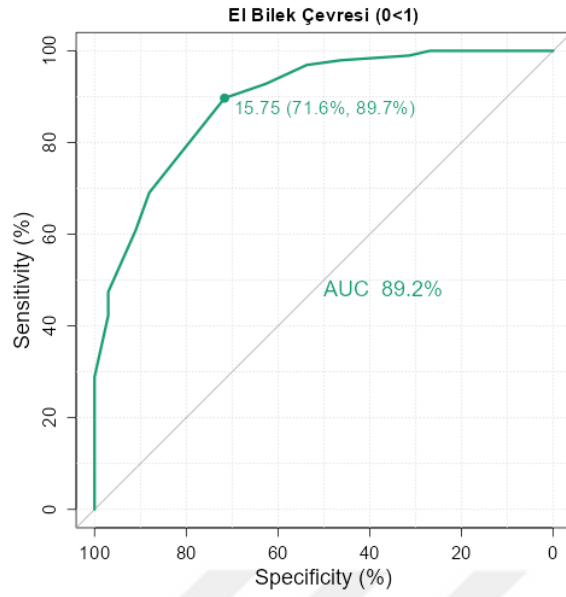
ROC ² analizinde el bilek çevresi için en yüksek Youden's J indeksi ($J = 1,61$), 15,8 cm'lik kesme noktasında elde edilmiştir. Bu eşik değerinde duyarlılık 0,897, özgüllük yaklaşık 0,7164, doğruluk 0,823 ve kesinlik 0,821 olarak hesaplanmıştır.

¹ AUC (Area Under the Curve) ve ROC (Receiver Operating Characteristic), istatistikte özellikle sınıflandırma modellerinin doğruluğunu ve performansını değerlendirmek için kullanılan yöntemlerdir. Özellikle tıp, biyometri ve makine öğrenmesi gibi alanlarda yaygındır.

² ROC (Receiver Operating Characteristic) Eğrisi

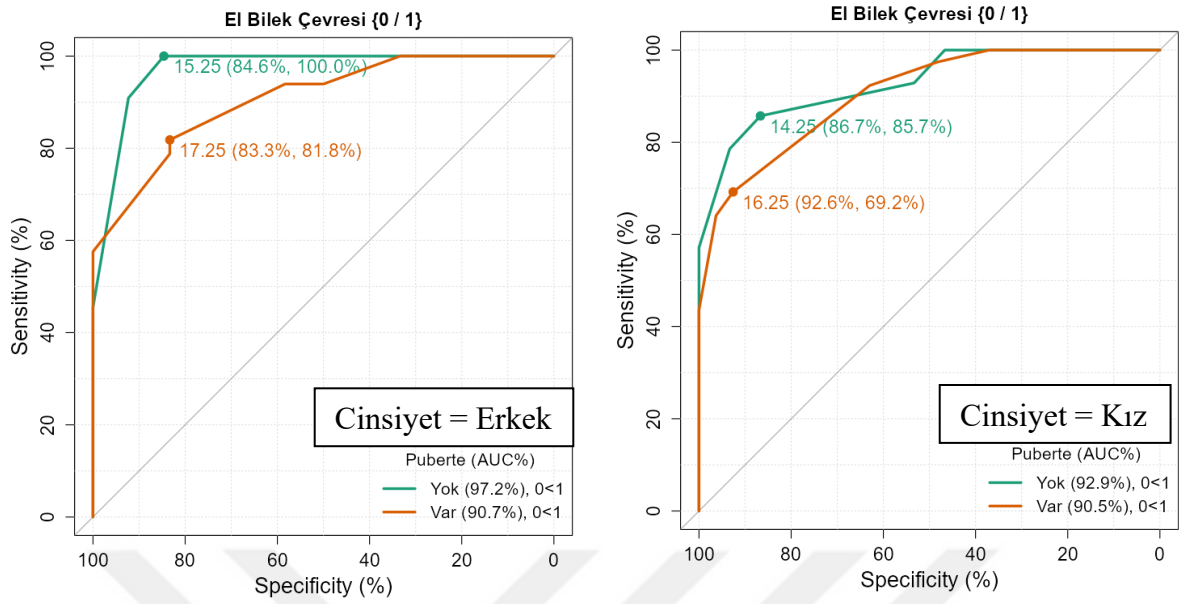
ROC eğrisi, duyarlılık (sensitivity) ile 1-özgüllük (1-specificity) arasındaki ilişkiyi gösteren bir grafikdir. ROC eğrisi, sınıflandırma eşiği farklı değerler aldığı anda bu iki değerin nasıl değiştiğini gösterir. AUC, ROC eğrisinin altındaki alanı ifade eder 0 ile 1 arasında bir değer alır:

- AUC = 0.5: Model tamamen rastgele tahmin yapıyor demektir.
- AUC = 1: Model mükemmel sınıflandırma yapıyor.
- AUC > 0.8: Genellikle iyi performans
- AUC < 0.7: Modelin sınıflandırma yeteneği zayıf olabilir.



Şekil 4.5. Tüm Örneklemde EBÇ Kesme Noktası

Puberte öncesi kız çocuklarında yapılan ROC analizi, el bilek çevresinin obeziteyi ayırt etme konusunda oldukça güçlü bir tanılayıcı özelliğe sahip olduğunu ortaya koymuştur. Analizde elde edilen *AUC* değeri 0,929, $z = 9,34$, $p < 0,001$ (95% *GA* [0,839–1,000]) olup, bu değer mükemmele yakın bir ayırt edicilik performansını göstermektedir. En yüksek ayırt edici güç ($J = 1,72$), 14,3 cm kesme noktasında elde edilmiştir. Bu eşikte duyarlılık 0,857 özgüllük ise 0,8667 olarak bulunmuştur.



Şekil 4.6. Puberte ve Cinsiyete Göre ROC Eğrileri ve Kesme Noktaları

Tablo 4.10. El Bilek Çevresinin Obeziteyi Tanımlamasında Kullanılabilecek Kesme Noktalarını Gösteren ROC Analizi Sonuçları

Grup	AUC	AUC %95 GA	z	p	Kesme noktası	Youden indeksi	Duyarlılık	Özgüllük	Doğruluk	Keskinlik
Tüm örneklem	0,89	[0,845, 0,940]	16,1	<0,001	15,8	1,61	0,897	0,7164	0,823	0,821
Puberte öncesi kız	0,929	[0,839, 1,000]	9,34	<0,001	14,3	1,72	0,857	0,8667	0,862	0,857
Puberte sonrası kız	0,905	[0,839, 0,970]	12,2	<0,001	16,3	1,62	0,692	0,925	0,788	0,931
Puberte öncesi erkek	0,972	[0,920, 1,000]	17,8	<0,001	15,3	1,85	0,10	0,846	0,917	0,846
Puberte sonrası erkek	0,907	[0,822, 0,992]	9,37	<0,001	17,3	1,65	0,818	0,833	0,822	0,931

AUC: Area under the curve, z: standart normal dağılıma dönüştürülmüş test istatistiklerini göstermektedir.

Puberte sonrası kız çocukları için yapılan ROC analizi $AUC = 0,905$, $z = 12,2$, $p < 0,001$, (95% GA [0,839–0,970]) olup, en yüksek ayırt edicilik ($J = 1,62$), 16,3 cm kesme noktasında elde edilmiştir. Bu eşik değerinde duyarlılık 0,692, özgüllük 0,925, doğruluk 0,788 ve kesinlik (precision) 0,931 olarak hesaplanmıştır.

Puberte öncesi erkek çocuklar için $AUC = 0,972$, $z = 17,8$, $p < 0,001$, (95% GA [0,920–1,000]) bulunmuş, en yüksek tanılayıcı güç, 15,3 cm kesme noktasında elde

edilmiştir ($J = 1,85$). Bu eşik değerde duyarlılık 1.000, özgüllük 0,846, doğruluk 0,917 ve kesinlik 0,846 olarak hesaplanmıştır.

Puberte sonrası erkek çocukları için ROC analizi yürütülmüştür. AUC 0,907, $z = 9,37$, $p < 0,001$, (95% GA [0,822–0,992]), en yüksek tanılayıcı performans 17,3 cm kesme noktasında elde edilmiştir ($J = 1,65$). Bu eşik değerinde duyarlılık 0,818, özgüllük yaklaşık 0,833, doğruluk 0,822 ve kesinlik 0,931 olarak hesaplanmıştır.

Bu bulgular el bilek çevresinin cinsiyet ve puberte gözetilerek obezite tanısında referans bir parametre olarak kullanılabilirliğini değerlendirmeye olanak vermektedir.



5. TARTIŞMA

Bu çalışmada, el bilek çevresi ile obezite göstergeleri arasındaki ilişki incelenmiş ve anlamlı pozitif korelasyonlar saptanmıştır.

Özellikle VKİ ile korelasyon katsayısının oldukça yüksek bulunması ($r=0,756$), el bilek çevresinin, obezitenin antropometrik bir göstergesi olarak kullanılabileceğini desteklemektedir. Bel çevresi ve vücut yağ oranı ile de benzer şekilde anlamlı korelasyonların saptanması, el bilek çevresinin sadece genel obezite değil, abdominal yağlanma ile de ilişkili olduğunu düşündürmektedir.

Çalışmamızda elde edilen bulgular, cinsiyete bağlı olarak el bilek çevresi değerlerinin farklılaştığını göstermiştir. Erkek çocuklarda el bilek çevresi ölçümleri kız çocuklara kıyasla daha yüksek bulunmuştur. Bu durum, erkek çocukların puberte öncesi ve sonrası dönemlerde kas kütlesi ve kemik yoğunluğunun artmasına bağlı olarak bilek çevresinde belirgin bir genişlemeye sahip olmalarıyla açıklanabilir.

Literatürde de benzer bulgular yer almaktadır. Erkek çocukların androjen hormonlarının etkisiyle pubertede daha fazla kas kitlesi geliştirmesi ve bu durumun el bilek çevresi gibi kemik çevresi ölçümlerine yansımaları beklenmektedir.

Puberte dönemi, vücut kompozisyonu ve antropometrik ölçümler üzerinde önemli değişimlere yol açan kritik bir gelişim dönemidir. Çalışmamızda puberte sonrası dönemde el bilek çevresi, bel çevresi, VKİ ve vücut yağ oranı gibi parametrelerin anlamlı düzeyde arttığı görülmüştür. Bu bulgu, pubertenin vücut yağ dağılımını ve kas iskelet sistemini etkilediğini göstermektedir.

Pubertenin etkisiyle kız çocuklarda, yağ dokusunun daha fazla artması ve erkeklerde kas ve kemik kütlesinin arttığı bilinmektedir. Bu doğrultuda, el bilek çevresi ölçümünün, puberte dönemi dikkate alınarak değerlendirilmesi gereklidir. Özellikle erkek çocuklarda, puberte sonrası dönemde el bilek çevresi ölçümünün daha belirgin bir artış gösterdiği, çalışmamızda saptanmış olup bu sonuçlar literatürde yer alan antropometrik araştırmalarla da uyumludur.

Çalışmamızda, obez grubun biyokimyasal parametreleri incelendiğinde, HOMA-IR, ALT, trigliserit ve LDL düzeylerinin, kontrol grubuna göre anlamlı şekilde yüksek olduğu görülmüştür. HDL kolesterol düzeyleri, EBC ile negatif korelasyona sahiptir. Bu da EBC'nin artmasıyla, HDL'nin düşüşünü ve kardiyovasküler risk artışı işaret eder. Total kolesterol ve ALT düzeyleri EBC ile anlamlı pozitif ilişki göstermektedir, bu durum hepatosteatoz ve dislipidemi gibi metabolik risk faktörleri ile ilişkilidir.

Özellikle HOMA-IR değerinin obez çocuklarda yüksek olması, obezitenin insülin direnci ve metabolik sendrom ile yakın ilişkisini göstermektedir. Bu bulgular, el bilek çevresi ile insülin direnci arasında bildirilen ilişkiyi destekler niteliktedir.

Özer ve Kaya'nın çalışmasında (46) BIA yöntemiyle doğrudan vücut yağ yüzdesi ölçümü yapılmış ve yeni antropometrik indekslerin metabolik risk tahminindeki gücü vurgulanmıştır. Ancak bu çalışmada EBC gibi basit bir ölçümle de metabolik risk belirteçlerine ulaşılabilceği görülmektedir. Bu durum, el bilek çevresinin sadece antropometrik değil, aynı zamanda metabolik bir gösterge olabileceğine işaret etmektedir.

Tüm örnekleme el bilek çevresinin obeziteyi teşhisi için kesme noktası analizi yapılmıştır ve yüksek ayırt edicilik gözlenmiştir. $AUC^3 = 0,89$, $z = 16,1$ $p < 0,001$, 95% GA [0,845, 0,940] olarak bulunmuştur.

ROC (Receiver Operating Characteristic) analizinde, el bilek çevresi için en yüksek Youden's J indeksi ($J = 1,61$), 15,8 cm'lik kesme noktasında elde edilmiştir. Bu eşik değerde duyarlılık 0,897, özgüllük yaklaşık 0,7164, doğruluk 0,823 ve kesinlik 0,821 olarak hesaplanmıştır.

Bu çalışmadaki bulgular, çocuklarda el bilek çevresi ölçümünün obezite ile olan ilişkisini göstermekle birlikte, Türkiye'den ve uluslararası çalışmalardan elde edilen verilerle de uyumlu bulunmuştur.

Çalışmamızda elde edilen el bilek çevresi ölçümlerinin yaş ve cinsiyete bağlı değişkenlik gösterdiği görülmüştür. Öztürk ve ark. (43) tarafından Kayseri'de yürütülen ve 6-17 yaş arası Türk çocuk ve adolesanları kapsayan çalışma ile

³ AUC (Area Under the Curve) ve ROC (Receiver Operating Characteristic), istatistikte özellikle sınıflandırma modellerinin doğruluğunu ve performansını değerlendirmek için kullanılan yöntemlerdir. Özellikle tıp, biyometri ve makine öğrenmesi gibi alanlarda yaygındır.

benzerlik göstermektedir. Çalışmalarında, el bilek çevresi ölçümlerinin yaş ilerledikçe arttığını özellikle puberte döneminde erkek çocuklarda belirginleştiğini göstermişlerdir. Aynı zamanda, cinsiyetler arasında da, bilek çevresi ölçümlerinde anlamlı farklılıklar bildirilmiştir.

Çalışmamızdaki bulgular, ROC analizleri ve AUC değerleriyle de desteklenmiştir. Puberte öncesi erkek çocuklarında, el bilek çevresi ölçümünün obezitede oldukça ayırt edici görülmüş, bu grupta AUC değeri 0,972, duyarlılık 1 ve özgüllük 0,846 olarak hesaplanmıştır. Aynı yaş grubundaki kız çocuklarında ise el bilek çevresi için AUC 0,929, duyarlılık 0,857 ve özgüllük 0,867 olarak bulunmuş; bu değerler de el bilek çevresinin kız çocuklarında da oldukça güçlü bir ayırt edici ölçüm olduğunu göstermiştir.

Puberte sonrası erkek çocuklarda ise, AUC değeri 0,907, duyarlılık 0,818, özgüllük 0,833 olarak belirlenmiş ve optimal kesme noktası 17,3 cm olarak hesaplanmıştır. Bu bulgular, puberte sonrası dönemde bile, el bilek çevresinin anlamlı bir prediktör (ön gördürücü) olduğunu, ancak puberte öncesi döneme kıyasla sınıflandırma yetersiz kalmaktadır. Bu durum, Öztürk ve ark.'nın (43) belirttiği gibi, pubertal gelişimin ve cinsiyet farklılaşmasının, bilek çevresi ölçümlerini etkileyen temel biyolojik faktörler arasında olduğunu göstermektedir. Çalışmalarında farklı yaş grupları için el bilek çevresi persentil değerleri oluşturmuş ve puberte dönemiyle birlikte erkek çocukların el bilek çevresi ölçümlerinde belirgin bir artış eğilimi olduğunu ortaya koymuşlardır. Bizim çalışmamız ise, bu artışı yalnızca kesitsel ölçümlerle değil, aynı zamanda obeziteyi belirlemede duyarlılık ve özgüllük gibi tanılayıcı güç göstergeleriyle de ortaya koymuştur. Özellikle Youden İndeksi ve belirlenen kesme noktaları, farklı yaş ve cinsiyet gruplarında, el bilek çevresinin, obeziteyi belirlemedeki optimal seviyelerini göstermektedir. Örneğin, puberte öncesi erkek çocuklarında 15,3 cm kesme noktası, puberte sonrası erkeklerde ise 17,3 cm olarak belirlenmiştir. Günümüzde obezite taramasında en yaygın kullanılan yöntem, cinsiyete ve yaşa göre Vücut Kitle İndeksi (VKİ) standart deviasyon skorlarıdır (SDS). Ancak, çocukluk ve adolesan dönemi boyunca büyüme ve gelişimin hızlı ve değişken olması, pubertal döneminde artan kas kitlesi ve hormonal değişiklikler, VKİ'nin yağ ve yağsız kütleyi ayırt etme gücünü sınırlamaktadır. Bu nedenle, VKİ'nin obeziteyi

değerlendirmede sınırlılıkları olduğu ve bu yaş gruplarında vücut yağ yüzdesi (PBF = Percent Body Fat) gibi doğrudan yağlanmayı ölçen yöntemlere veya alternatif indekslere ihtiyaç duyulduğu görülmektedir (47).

Bu doğrultuda, Wang ve ark. (48) tarafından yapılan çalışmada, VKİ'nin yetersizliklerini aşmak amacıyla Tri-Ponderal Mass Index (TMI)⁴ önerilmiş ve TMI'nin geç adolesan dönemde obeziteyi öngörmede, VKİ'ye kıyasla daha yüksek doğruluk sağladığı ortaya konmuştur. Benzer şekilde, Türkiye örnekleminde yapılan çalışmalar da, PBF gibi doğrudan ölçümlerin önemini vurgulamaktadır. Örneğin, Kurtoglu ve ark., sağlıklı Türk çocuklarında, yaş ve cinsiyete göre oluşturdıkları PBF referans eğrileriyle, bu dönemde yağlanmanın cinsiyet bazında farklı paternler izlediğini göstermiştir.

5-18 yaş arası çocuk ve adolesanlarda, el bilek çevresi ölçümünün obezite ile ilişkisini değerlendirirken, vücut yağ yüzdesi verilerimiz, Kurtoglu ve ark. (47) tarafından sağlıklı Türk çocuk ve adolesanlar için geliştirilen PBF referans değerleriyle karşılaştırılmıştır. Kurtoglu ve arkadaşları, 4-17 yaş arasındaki sağlıklı bireylerde Biyoelektrik İmpedans Analizi (BIA) yöntemiyle PBF ölçümleri yaparak yaş ve cinsiyete özgü persentil eğrileri oluşturmuşlardır. Bu bulgular çalışmamızda elde edilen PBF değerlerinin değerlendirilmesinde önemli bir referans sağlamıştır.

Çalışmamızda, obez grupta yer alan çocuk ve adolesanların PBF değerlerinin, ilgili yaş ve cinsiyet için belirlenen 95. persentilin üzerinde seyrettiği gözlenmiştir. Bu durum, el bilek çevresi gibi alternatif antropometrik ölçümlerin, obeziteyi belirlemede, PBF gibi doğrudan yağlanmayı yansıtan parametrelerle uyumlu olduğunu göstermektedir. Kurtoglu ve ark.nın (47) çalışmasında da puberteyle birlikte PBF'de cinsiyet farklılıklarına dikkat çekilmiş, özellikle kızlarda, PBF artışı süreklilik gösterirken, erkeklerde, pubertal dönemde geçici bir artıştan sonra PBF oranlarında azalma gözlemlenmiştir. Çalışmamızda literatüre benzer şekilde, kız adolesanlarda, PBF'nin daha yüksek seviyelerde olduğu görülmüştür (46).

Diğer taraftan, Wang ve ark. (48) Çinli çocuk ve adolesanlar arasında Tri-Ponderal Mass Index (TMI)'in adolesanlarda, obeziteyi belirlemede, VKİ'ye

⁴ **Tri-Ponderal Mass Index (TMI)**, çocuklar ve adolesanlarda vücut kompozisyonunu ve obeziteyi değerlendirmek için kullanılan alternatif bir antropometrik ölçüttür. TMI, vücut ağırlığının boy uzunluğunun küpüne bölünmesiyle hesaplanır. Çocuk ve adolesanlarda özellikle puberte döneminde, vücut yağ oranının doğru tahmini için VKİ (Vücut Kitle İndeksi) yetersiz kalabilmektedir.

kıyasla daha üstün olduğunu göstermişlerdir. Çalışmamızda ise, TMI değerlendirmesi yapılmamış olmakla birlikte, el bilek çevresi ölçümünün, obez bireylerde anlamlı şekilde yüksek olması, alternatif ve tamamlayıcı antropometrik ölçümlerin obezitenin belirlenmesinde etkili olabileceğini düşündürmektedir.

Çocukluk çağı obezitesinin taranmasında kullanılan antropometrik ölçümler arasında bel çevresi ve bel-boy oranı gibi ölçümler yer almakta olup birincil değerlendirme yapılan meta analizde, çocuk ve adolesanlarda vücut yağına ilişkin antropometrik göstergelerin doğruluğu geniş ölçüde değerlendirilmiştir (49).

Bu bulgular, antropometrik ölçümlerin doğrudan yağ ölçüm yöntemlerinin yerini tam olarak alamasa da, özellikle tarama ve saha çalışmaları açısından pratik, hızlı ve maliyet etkin araçlar sunduğunu göstermektedir. Çalışmamızda da bu yaklaşıma paralel olarak, el bilek çevresi ölçümünün obezite ve vücut yağlanmasıyla ilişkili önemli bir gösterge olabileceği saptanmıştır. Bu doğrultuda, el bilek çevresinin ölçümü, özellikle çocukluk çağında obezitenin erken saptanması ve risk belirlenmesinde alternatif antropometrik yöntemler açısından faydalı olabilir.

Ye ve ark. (50) tarafından yapılan çalışmada, puberte dönemine göre, antropometrik ölçüm değerlerinin farklılaştığı görülmüştür. Araştırmada, 6-11 yaş arası çocuklarda VKİ-SDS'nin, 12-17 yaş arası adolesanlarda ise, Tri-Ponderal Mass İndeksi (TMI)'nin obezite taraması için daha uygun olduğu gösterilmiş. Bu bulgu, puberteyle birlikte vücut yağ dağılımında ve kas kitlesinde meydana gelen değişikliklerin, ölçüm yöntemlerinin doğruluğunu etkilediğini göstermektedir.

Benzer şekilde, Wang ve ark. (48) tarafından yürütülen çalışmada, geç adolesan dönemde (16-18 yaş) TMI'nin fazla kiloluluğu ve obeziteyi öngörmede VKİ-SDS'ye göre daha yüksek AUC (Area Under Curve) değerlerine sahip olduğu rapor edilmiştir.

Çalışmamızda da, puberte dönemine göre, vücut yağ yüzdesi ve el bilek çevresi ölçümlerinde belirgin farklılıklar görülmüştür. Özellikle adolesan dönemde, kızlarda el bilek çevresi ve vücut yağ oranının daha yüksek olması, pubertenin bu ölçütler üzerindeki etkisini desteklemektedir. Bu durum, çocukluk ve adolesan dönemlerinde, obezitenin değerlendirilmesinde, yaş ve cinsiyetin yanı sıra pubertal gelişim basamağının dikkate alınması gerektiğini göstermektedir.

Bu açıdan çalışmamızın bulguları, Ye ve ark. (50) Wang ve ark. (48) ve Kurtoglu ve ark. (47) gibi farklı yaş ve puberte gruplarını dikkate alan çalışmaları desteklemektedir. Diğer bir taraftan, çalışmamızda, klasik antropometrik belirteçlerin yanı sıra el bilek çevresi ölçütü de yer almaktadır.

Son zamanlardaki çalışmalardan BMJ Paediatrics Open 2024 yılında yayımlanan Ramesh ve ark. (51) çalışmamız ile paralellik göstermektedir. Çalışmalarında, 3-15 yaş aralığındaki çocuklarda, el bilek çevresinin, bel çevresiyle güçlü bir korelasyon gösterdiğini ($r \approx 0,61$, $p < 0,001$) saptamış, ancak VKİ ile anlamlı bir ilişki bulamamışlardır. Ayrıca el bilek çevresinin, bel çevresinden farklı olarak, yaş ve pubertal gelişimden daha az etkilendiğini vurgulamışlardır. Bizim çalışmamızda ise, hem VKİ, hem de BPF ile anlamlı korelasyonlar elde edilmiş olup el bilek çevresinin, obezitenin farklı göstergeleriyle ilişkisini daha kapsamlı biçimde yansıttığı düşünülmektedir. AUC analizi sonucunda, el bilek çevresinin obeziteyi ayırt etmede yüksek özgüllük ve duyarlılık değerleri göstermesi de, bu yaklaşımı desteklemektedir.

Bu tez çalışmasında ise el bilek çevresinin yalnızca bel çevresiyle değil, aynı zamanda VKİ ($r=0,76$), vücut yağ yüzdesi ($r=0,74$), HOMA-IR ($r=0,58$) gibi metabolik risk belirteçleriyle de güçlü ve anlamlı ilişkiler gösterdiği bulunmuştur. Bu açıdan Ramesh ve ark.'nın (51) bulguları ile paralel olarak, el bilek çevresinin, obeziteyi belirlemede, güvenilir bir antropometrik belirteç olduğu ve ek olarak metabolik risk göstergeleriyle de desteklendiği görülmektedir.

Çalışmamızda el bilek çevresi ölçümünün, çocukluk ve adolesan döneminde, obezitenin belirlenmesinde güçlü bir antropometrik belirteç olduğu ortaya konmuştur. Elde edilen sonuçlar, farklı ülkelerde gerçekleştirilen geniş örneklemli çalışmalarla önemli ölçüde örtüşmektedir. Örneğin, Brannsether ve ark. (52) tarafından Norveç'te, 4-18 yaş grubundaki 5725 çocuk üzerinde yürütülen çalışmada, Norveçli çocuklar için bel çevresi (WC) ve bel-boy oranı (WHtR) için referans değerler geliştirilmiş ve WC ile VKİ arasında çok güçlü bir pozitif korelasyon ($r=0,907$, $p<0,01$) rapor edilmiştir. Bu sonuçlar, bizim çalışmamızda, bilek çevresi ile VKİ arasında elde ettiğimiz $r=0,76$ düzeyindeki anlamlı ve güçlü korelasyonla benzerlik göstermektedir.

Benzer şekilde, Ramírez-Vélez ve ark. (53) tarafından, Kolombiya'da 7954 çocukta yürütülen FUPRECOL çalışması yalnızca bel çevresi ve WHtR için referans eğrileri oluşturmuş ve bu ölçümlerin obeziteyi iyi sınıfladığını (AUC 0,868–0,916) bildirmiştir. Ancak bu çalışmada metabolik parametreler değerlendirilmemiştir. Çalışmamızda ise EBÇ'nin hem VKİ SDS ($r=0,773$) hem bel çevresi ($r=0,894$) hem de yağ yüzdesi ($r=0,839$) ile çok güçlü korelasyon göstermesi, EBÇ'nin vücut yağlanmasını yansıtan güçlü bir antropometrik ölçüm olduğunu desteklemektedir. EBÇ'nin HOMA-IR ve hepatosteatoz ile anlamlı ilişkiler göstermesi FUPRECOL çalışmasından farklı olarak metabolik riski de öngörebileceğini ortaya koymaktadır. Bu yönüyle çalışmamız, EBÇ'nin çocukluk çağı obezitesinde sadece yapısal değil, aynı zamanda metabolik bir belirteç olarak kullanılabileceğini göstermesi bakımından literatüre önemli katkı sağlamaktadır.

Çalışmamızın güçlü yönlerinden biri, farklı yaş gruplarındaki geniş örneklemle yapılmış olmasıdır.

Bununla birlikte, bazı çalışmalarda EBÇ'nin yaş, cinsiyet ve pubertal gelişim düzeyi gibi değişkenlerden de etkilendiği gösterilmiştir. Özellikle ergenlik döneminde kemik yapısında meydana gelen fizyolojik değişiklikler, el bilek çevresi ölçümlerini etkileyebilmektedir. Bu nedenle, çalışmamızda, puberte durumu da göz önünde bulundurulmuştur.

Çok değişkenli lojistik regresyon analizi ile, EBÇ'nin, obeziteyi bağımsız olarak öngördüğü kanıtlanmıştır (OR = 3,27, $p = 0,044$).

Gözlemciler arası güvenirlik, yüksek bulunmuştur (ICC = 0,973, $p < 0,001$). Bu, ölçümlerin güvenirliğini desteklemektedir.

Eksik veriler için Multiple Imputation (MI) yönteminin kullanımı, sonuçların güvenilirliğini artırmaktadır.

Çalışmanın kesitsel tasarımı nedeniyle, EBÇ ile obezite arasındaki nedensel ilişkiyi kurmak mümkün değildir. Ayrıca, biyokimyasal parametrelerle (örneğin leptin, insülin, HOMA-IR) ilişki incelenmemiştir; bu durum, obeziteye bağlı metabolik etkilerin, EBÇ üzerindeki rolünü değerlendirme açısından bir sınırlılıktır.

Veri toplama aşamasındaki eksiklikler nedeniyle MI yöntemi kullanılmıştır (%60,4 eksik veri). Bu, doğrudan ölçümlere göre belirli belirsizliklere neden olabilir.

Kan değerlerinin, yalnızca obez grupta verisi alınabilmiştir. Kontrol grubu, obez olmayanlardan oluştuğu için, kan tetkikleri olması düşünülemez.

Cinsiyet değişkeni de güçlü bir yordayıcı olup, kız çocuklarının obez olma olasılığı, erkeklere kıyasla anlamlı düzeyde daha yüksektir ($OR = 93,87, p < 0,001$). Yaşın etkisi, negatif yönde olup yaş arttıkça, obez olma olasılığı azalmaktadır ($OR = 0,56, p = 0,003$). Puberte değişkeni, modelde anlamlı çıkmamıştır ($p = 0,287$).

Multiple Imputation (MI) işlemi sonrasında, BÇ (bel çevresi), EBÇ (el bilek çevresi), BÇ2 ve EBÇ2 değişkenleri arasındaki Pearson korelasyonları hesaplanmıştır. BÇ ile BÇ2 ($r = 0,990, p < 0,001$) ve EBÇ ile EBÇ2 ($r = 0,959, p < 0,001$) arasında çok yüksek düzeyde korelasyonlar bulunmuştur. Bu sonuçlar, ikincil ölçümlerin, birincil ölçümlerle yüksek yapısal benzerlik gösterdiğini ve ölçüm güvenilirliğini desteklediğini göstermektedir. MI uygulanmış veri setlerinde ise, *ICC* değerleri 0,966 ile 0,978 arasında değişmiş, ortalama $ICC = 0,973$, 95% *GA* [tahmini aralık 0,927–0,986] bulunmuştur. Tüm analizlerde $p < 0,001$ 'dir. Bu bulgular, farklı gözlemciler tarafından yapılan ölçümlerin, yüksek düzeyde güvenilir olduğunu göstermektedir.

6. SONUÇ

- Örneklem 69'u erkek ve 95'i kız 164 katılımcıdan oluşmaktadır. 97'si VKİ > +2 SDS (obez), 67'si ise <+2 SDS (fazla kilolu ve normal) şeklinde yer almıştır.
- Örneklem %68'i pubertal gelişim evresinde olup %32'si puberte öncesindedir.
- VKİ kategorileri, cinsiyete göre anlamlı bir farklılık göstermemektedir ($p = 0,305$).
- El bilek çevresi ölçümleri, gruplar arasında anlamlı farklılık göstermiştir. Obez grupta, el bilek çevresi $Med = 17$ cm ($SS = 1,7$) iken, obez olmayan grupta $Med = 14,5$ cm ($SS = 1,6$) olarak bulunmuştur ($p < 0,001$).
- VKİ SDS, el bilek çevresi ($r = 0,773$, $p < 0,001$), bel çevresi ($r = 0,870$, $p < 0,001$) ve yağ oranı ($r = 0,839$, $p < 0,001$) ile yüksek düzeyde pozitif korelasyon göstermiştir. Ayrıca, VKİ SDS, ekstremitelerdeki yağ oranları ile de sağ bacak ($r = 0,754$), sol bacak ($r = 0,767$), sağ kol ($r = 0,706$), sol kol ($r = 0,744$) ve gövde ($r = 0,795$) anlamlı bağıntı göstermiştir ($p < 0,001$).
- Bel çevresi, el bilek çevresi ile çok güçlü bir bağıntı göstermiştir ($r = 0,894$, $p < 0,001$) ve yine bel çevresi, yağ oranı ile bağıntılı bulunmuştur ($r = 0,771$, $p < 0,001$).
- HOMA-IR değeri, VKİ SDS ($r = 0,364$, $p = 0,001$), VKİ yüzdesi ($r = 0,459$, $p < 0,001$), el bilek çevresi ($r = 0,341$, $p = 0,002$) ve bel çevresi ($r = 0,470$, $p < 0,001$) ile anlamlı düzeyde pozitif korelasyonlar göstermektedir.
- Hepatosteatoz varlığı ve grade değerlendirmeleri, VKİ yüzdesi ($r = 0,377$, $p = 0,036$), el bilek çevresi ($r = 0,398$, $p = 0,027$) ve bel çevresi ($r = 0,547$, $p = 0,001$) ile anlamlı düzeyde ilişkilidir. Grade arttıkça VKİ, EBC ve BÇ artmaktadır.
- El bilek çevresindeki her bir cm.lik artış, obez olma olasılığını yaklaşık 3,3 kat artırmaktadır ($OR = 3,27$, $p = 0,044$).

- Bel çevresi için her bir cm.lik artışla obezite olasılığı %31 oranında artmaktadır ($OR = 1,31, p < 0,001$).
- ROC analizinde el bilek çevresi için en yüksek Youden's J indeksi ($J = 1,61$), 15,8 cm'lik kesme noktasında elde edilmiştir. Bu eşik değerde duyarlılık 0,897, özgüllük yaklaşık 0,7164, doğruluk 0,823 ve kesinlik 0,821 olarak hesaplanmıştır.
- En yüksek ayırt edici güç ($J = 1,72$), 14,3 cm kesme noktasında elde edilmiştir. Bu eşikte duyarlılık 0,857 özgüllük ise 0,8667 olarak bulunmuştur.
- Puberte öncesi erkek çocuklar için 15,3 cm kesme noktası elde edilmiştir. Bu eşik değerde duyarlılık 1,000, özgüllük 0,846, doğruluk 0,917 ve kesinlik 0,846 olarak hesaplanmıştır.
- Puberte sonrası erkek çocukları için 17,3 cm kesme noktasında elde edilmiştir. Bu eşik değerinde duyarlılık 0,818, özgüllük yaklaşık 0,833, doğruluk 0,822 ve kesinlik 0,931 olarak hesaplanmıştır.
- Puberte öncesi kız çocukları için 14,3 cm kesme noktasında elde edilmiştir. Bu eşikte duyarlılık 0,857 özgüllük ise 0,8667 olarak bulunmuştur.
- Puberte sonrası kız çocukları 16,3 cm kesme noktasında elde edilmiştir. Bu eşik değerinde duyarlılık 0,692, özgüllük 0,925, doğruluk 0,788 ve kesinlik (precision) 0,931 olarak hesaplanmıştır.

7. ÖZET

OBEZ OLAN VE OLMAYAN ÇOCUKLARDA EL BİLEK ÇEVRESİ İLE DİĞER ANTROPOMETRİK ÖLÇÜMLER ARASINDAKİ İLİŞKİNİN ARAŞTIRILMASI

Amaç: Antropometrik ölçümler obezitenin tanı ve takibinde pratik yöntemlerdir. Bu çalışma, 5-18 yaş arası çocuk/adolesanlarda el bilek çevresi ölçüsü ile obezite arasındaki korelasyon ve el bilek çevresi ölçüsünün optimum cut off (kesme noktası) değerini, duyarlılık ve özgüllüğünü belirlenmesini amaçlanmıştır.

Gereç ve Yöntem: Çalışmaya 18 aylık bir dönemde üniversitesi hastanesine başvuran, kronik hastalığı olmayan 5-18 yaşında 164 çocuk (69 erkek, 95 kız) dahil edilmiştir. Katılımcıların boy, kilo, VKİ, bel çevresi, EBC ve vücut yağ yüzdesi ölçülmüş, pubertal durumları kaydedilmiştir. Obez çocuklarda, insülin direnci (HOMA-IR), lipit profili ve karaciğer enzimleri değerlendirilmiştir. İstatistiksel analizlerde, korelasyon testleri, lojistik regresyon ve ROC analizleri kullanılmıştır.

Bulgular: Katılımcıların %59'u obez grubunda yer almıştır. EBC ile VKİ-SDS ($r=0,773$, $p<0,001$), bel çevresi ($r=0,894$, $p<0,001$) ve vücut yağ yüzdesi ($r=0,839$, $p<0,001$) arasında güçlü pozitif korelasyonlar saptanmıştır. Obez çocuklarda, EBC anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p<0,001$). ROC analizi sonucunda EBC'nin obeziteyi öngörmede yüksek tanısal güce sahip olduğu ($AUC=0,89$) gösterilmiştir. EBC'de her bir cm.lik artış, obez olma olasılığını yaklaşık 3,3 kat artırmaktadır ($OR = 3,27$, $p = 0,044$). Pubertal dönemde, EBC ile obezite parametreleri arasındaki ilişkiler daha belirgin bulunmuştur. EBC kesme noktaları erkeklerde; puberte öncesi 15,3, puberte sonrası 17,3 cm, kızlarda; puberte öncesi 14,3, puberte sonrası 16,3 cm bulunmuştur.

Sonuç: El bilek çevresi ölçümü, ocuk ve adolesanlarda obeziteyi belirlemede, hastane ortamında ve toplum taramalarında, kolay uygulanabilir, güvenilir ve maliyeti düşük bir yöntemdir. Klinik pratikte VKİ ve bel çevresine ek olarak kullanılabilir.

Anahtar Kelimeler: Obezite, ocuk, Adolesan, El bilek evresi, Antropometri



8. ABSTRACT

INVESTIGATION OF THE RELATIONSHIP BETWEEN WRIST CIRCUMFERENCE AND OTHER ANTHROPOMETRIC MEASUREMENTS IN OBESE AND NON-OBESE CHILDREN

Objective: Anthropometric measurements are practical methods for the diagnosis and follow-up of obesity. This study aimed to determine the correlation between wrist circumference measurement and obesity in children and adolescents aged 5–18 years, as well as to identify the optimal cut off value, sensitivity, and specificity of wrist circumference measurement.

Materials and Methods: During an 18-month period, 164 children (69 boys, 95 girls) aged 5–18 years who applied to the university hospital and had no chronic diseases were included in the study. Height, weight, BMI, waist circumference, wrist circumference, and body fat percentage were measured, and pubertal status was recorded. In obese children, insulin resistance (HOMA-IR), lipid profile, and liver enzymes were evaluated. Correlation tests, logistic regression, and ROC analyses were used in statistical analyses.

Results: Fifty-nine percent of the participants were in the obese group. Strong positive correlations were found between wrist circumference and BMI-SDS ($r = 0,773$, $p < 0,001$), waist circumference ($r = 0,894$, $p < 0,001$), and body fat percentage ($r = 0,839$, $p < 0,001$). Wrist circumference was significantly higher in obese children ($p < 0,001$). According to the ROC analysis, wrist circumference had a high diagnostic power in predicting obesity ($AUC = 0,89$). Each 1 cm increase in wrist circumference increased the likelihood of being obese by approximately 3,3 times ($OR = 3,27$, $p = 0,044$). In the pubertal period, the relationships between wrist circumference and obesity parameters were found to be more prominent. The cut off value for wrist circumferences was found to be 15,3 cm (prepubertal) and

17,3 cm (pubertal) in boys, and 14,3 cm (prepubertal) and 16,3 cm (pubertal) in girls.

Conclusion: Wrist circumference measurement is an easy to apply, reliable, and low cost method for determining obesity in children and adolescents, both in hospital settings and community screenings. It can be used in clinical practice in addition to BMI and waist circumference.

Keywords: Obesity, Child, Adolescent, Wrist circumference, Anthropometry



9. KAYNAKLAR

1. World Health Organization. Obesity and overweight [Internet]. Geneva: World Health Organization; [cited 2025 Nov 6]. Available from: <https://www.who.int>
2. Türkiye Endokrinoloji ve Metabolizma Derneği. Obezite Tanı ve Tedavi Kılavuzu. 2024 [Internet]. [cited 2025 Nov 6]. Available from: <https://www.temd.org.tr>
3. Centers for Disease Control and Prevention. Growth Charts – CDC extended BMI-for-age growth charts [Internet]. [cited 2023 Oct 8]. Available from: <https://www.cdc.gov/growthcharts/extended-bmi.htm>
4. Neyzi O, Günöz H, Furman A, Bundak R, Gökçay G, Darendeliler F, et al. Türk çocuklarında vücut ağırlığı, boy uzunluğu, baş çevresi ve vücut kitle indeksi referans değerleri. Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi [Internet]. 2008 [cited 2025 Jan 14];51:1–14. Available from: <https://cshd.org.tr/article/view/354>
5. Türkiye Endokrinoloji ve Metabolizma Derneği. Obezite Tanı ve Tedavi Kılavuzu. 2019 [Internet]. [cited 2025 Jan 13]. Available from: <https://www.temd.org.tr>
6. Türkiye Çocukluk Çağı (7-8 Yaş) Şişmanlık Araştırması (COSI-TUR). Sağlık Bakanlığı; 2014.
7. Türkiye Çocukluk Çağı (İlkokul 2. Sınıf Öğrencileri) Şişmanlık Araştırması (COSI-TUR). Sağlık Bakanlığı; 2017.
8. Türkiye Çocukluk Çağı Obezite Araştırması (COSI-TUR 2022). Sağlık Bakanlığı; 2024.
9. Hacettepe Üniversitesi Nüfus Etütleri Enstitüsü. Türkiye Nüfus ve Sağlık Araştırması (TNSA) 2018. Ankara; 2019.
10. Locke AE, Kahali B, Berndt SI, et al. Genetic studies of body mass index yield new insights for obesity biology. Nature. 2015;518:197–206.

11. Angulo MA, Butler MG, Cataletto ME. Prader-Willi syndrome: a review of clinical, genetic, and endocrine findings. *J Endocrinol Invest*. 2015;38:1249–1263.
12. Morigny P, Boucher J, Arner P, et al. Lipid and glucose metabolism in white adipocytes: pathways, dysfunction and therapeutics. *Nat Rev Endocrinol*. 2021;17:276–295.
13. Singh R, Barrios A, Dirakvand G, Pervin S. Human Brown Adipose Tissue and Metabolic Health. *Cells*. 2021;10:3030.
14. Jin X, Qiu T, Li L, Yu R, et al. Pathophysiology of obesity and its associated diseases. *Acta Pharm Sin B*. 2023;13:2403–24.
15. Kardemir D. Obezitenin Sınıflandırılması ve Klinik Özellikleri. *Katkı Pediatri Dergisi*. 2000;21:500–6.
16. Kiess W, Galler A, Reich A, et al. Clinical aspects of obesity in childhood and adolescence. *Obesity Reviews*. 2001;2:29–36.
17. Kliegman RM, Geme JSt. *Nelson Pediatri Ders Kitabı*. Elsevier; 2019. p.345–360.
18. Cote AT, Harris KC, Panagiotopoulos C, Sandor GGS, Devlin AM. Childhood obesity and cardiovascular dysfunction. *J Am Coll Cardiol*. 2013;62:1309–19.
19. Chung ST, Krenek A, Magge SN. Childhood Obesity and Cardiovascular Disease Risk. *Curr Atheroscler Rep*. 2023;25:405–15.
20. Vos MB, Abrams SH, Barlow SE, et al. NASPGHAN guideline for NAFLD in children. *J Pediatr Gastroenterol Nutr*. 2017;64:319–34.
21. Manoff EM, Banffy MB, Winell JJ. BMI and SCFE. *J Pediatr Orthop*. 2005;25:744–6.
22. Salpietro V, Chimenz R, Arrigo T, et al. Pediatric IIH and extreme obesity. *J Pediatr*. 2013;162:1084.
23. Koh YK, Lee JH, Kim EY, Moon KR. Acanthosis nigricans in obese children. *Pediatr Gastroenterol Hepatol Nutr*. 2016;19:251–8.
24. Kambham N, Markowitz GS, Valeri AM, et al. Obesity-related glomerulopathy. *Kidney Int*. 2001;59:1498–509.

25. Hall JE, do Carmo JM, da Silva AA, et al. Obesity, kidney dysfunction and hypertension. *Nat Rev Nephrol.* 2019;15:367–85.
26. Puhl RM, Latner JD. Stigma, obesity, and health of children. *Psychol Bull.* 2007;133:557–80.
27. Alberti KGMM, Zimmet P, Shaw J. Metabolic syndrome: IDF definition. *Diabet Med.* 2006;23:469–80.
28. Gundogan K, Bayram F, Gedik V, et al. Metabolic syndrome in Turkish adults. *Arch Med Sci.* 2013;9:243–53.
29. Huang AA, Huang SY. Markov modeling of obesity. *Obes Sci Pract.* 2023;9:653–60.
30. Sonmez A, Bayram F, Barcin C, et al. Waist circumference cutoffs in Turkish adults. *Int J Endocrinol.* 2013.
31. Satman I, Omer B, Tutuncu Y, et al. Diabetes trends in Turkey. *Eur J Epidemiol.* 2013;28:169–80.
32. Satman I, Yilmaz T, Sengül A, et al. TURDEP. *Diabetes Care.* 2002;25:1551–6.
33. Ural D, Kılıçkap M, Göksülük H, et al. Türkiye’de obezite sıklığı ve bel çevresi verileri. *Türk Kardiyol Dern Ars.* 2018;46:577–90.
34. World Obesity Federation. *World Obesity Atlas 2024.* London; 2024.
35. Hatipoglu N, Mazicioglu MM, Poyrazoglu S, et al. Waist circumference in Turkish children <6 years. *Eur J Pediatr.* 2013;172:59–69.
36. Hatipoglu N, Ozturk A, Mazicioglu MM, et al. Waist circumference percentiles for 7–17 y. *Eur J Pediatr.* 2008;167:383–9.
37. Capizzi M, Leto G, Petrone A, et al. Wrist circumference as marker of insulin resistance. *Circulation.* 2011;123:1757–62.
38. Noudeh YJ, Hadaegh F, Vatankhah N, et al. Wrist circumference predicting diabetes. *J Clin Endocrinol Metab.* 2013;98:777–84.
39. Pietrobelli A, Rubiano F, St-Onge MP, Heymsfield SB. New bioimpedance analysis system. *Eur J Clin Nutr.* 2004;58:1479–84.
40. Shaikh MG, Crabtree NJ, Shaw NJ, Kirk JMW. Body fat estimation via BIA. *Horm Res.* 2007;68:8–10.

41. Lang PO, Trivalle C, Vogel T, et al. DEXA body composition markers. *J Cardiol*. 2015;65:42–9.
42. Frisancho AR. Upper limb fat/muscle norms. *Am J Clin Nutr*. 1981;34:2540–45.
43. Öztürk A, Çiçek B, Mazıcıoğlu MM, et al. Wrist circumference percentiles in Kayseri children. *J Clin Res Pediatr Endocrinol*. 2017;9:329–36.
44. Berberoğlu M. Precocious puberty review. *J Clin Res Pediatr Endocrinol*. 2010;1:164.
45. Aycan Z, Savaş-Erdeve Ş, Çetinkaya S, et al. MKRN3 mutation in CPP. *J Clin Res Pediatr Endocrinol*. 2018;10:223–9.
46. Özer Y, Güneş Kaya D. BIA vs anthropometric indices. *Turk J Diabetes Obes*. 2024;8:79–87.
47. Kurtoglu S, Hatipoglu N, Yazicioglu MM, et al. Body fat % refs for Turkish children. *Int J Pediatr Obes*. 2010;5:423–7.
48. Wang X, Ma J, Huang S, et al. TMI predicting adolescent obesity. *Front Nutr*. 2022;9:785863.
49. Alves Junior CAS, Mocellin MC, et al. Anthropometric indicators as body-fat discriminators. *Adv Nutr*. 2017;8:718–27.
50. Ye XF, Dong W, Tan LL, et al. Most appropriate anthropometric index for home-based screening. *Public Health*. 2020;189:20–5.
51. Ramesh N, Kumar P, Sweta S, et al. Anthropometry & metabolic syndrome in children. *BMJ Paediatr Open*. 2024;8:2354.
52. Brannsether B, Roelants M, Bjerknes R, et al. Waist circumference refs in Norwegian children. *Acta Paediatr*. 2011;100:1576–82.
53. Ramírez-Vélez R, Moreno-Jiménez J, et al. Waist circumference LMS tables (FUPRECOL). *BMC Pediatr*. 2017;17:1.