



# İçme Sularındaki Mikro Element Düzeylerinin Adölesan Vücut Kompozisyonlarına Etkisi

*The Effect of Micro Element Levels in Drinking Water on Adolescent Body Composition*

İhsan Çetin<sup>1</sup>, Aydan Nazik<sup>2</sup>, Mahmut Tahir Nalbantçılar<sup>3</sup>, Kezban Tosun<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Batman Üniversitesi, Sağlık Yüksekokulu, Beslenme ve Diyetetik Anabilim Dalı; <sup>2</sup>Batman Bölge Hastanesi, Diyet Polikliniği;

<sup>3</sup>Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği, Batman, Türkiye

## ABSTRACT

**Aim:** It has been proven that element content of drinking water may cause weight gain or weight loss through reducing the total energy intake or changes in metabolism. However, there is no research investigating the association between levels of micro element concentrations in drinking water and body composition of children. Therefore, we aimed to examine the relationship between micro elements levels in drinking water and body composition of children.

**Material and Method:** The study population consisted of 60 participants of three groups: 20 overweight, 20 obese, and 20 healthy control children, aged between 13–18, and grouped according body mass index (BMI) and percentile curves. Body composition measurements were performed with the bioelectric impedance device. Micro elements levels in drinking water including iron (Fe), Copper (Cu), cobalt (Co) and selenium (Se) were measured by using inductively coupled plasma mass spectrometry.

**Results:** Fe and Co levels in drinking water showed statistically significant positive correlations with BMI, muscle mass values of the children. On the other hand, Se content of drinking water showed statistically significant negative correlations with body fat mass and fat percentage in children.

**Conclusion:** High levels of Fe and Co, and low levels of Se in drinking water may pose great risk to children with the age range 13–18 in terms of developing obesity. However, the relationship between Fe, Co, and Se levels of drinking water and serum levels of these elements in children remains unclear. Therefore, further research is needed in order to lighten up the effect of micro elements in obesity development in children.

**Key words:** childhood obesity; body composition; micro-elements; iron; cobalt; selenium

## ÖZET

**Amaç:** İçme suyu element içeriğinin, toplam enerji alımını azaltarak ya da metabolizmada değişikliğe neden olarak kilo alımına veya kilo kaybına neden olabileceği kanıtlanmıştır. Araştırma içme suyu

mikro element düzeyleri ile çocukların vücut element kompozisyonları arasındaki ilişkinin incelenmesi amacıyla yapıldı.

**Materyal ve Metot:** Araştırmada 13–18 yaş aralığında, vücut kütle indeksi (VKİ) referans değerleri ve persentil eğrilerine göre normal, kilolu ve obez olarak 20'şer kişilik üç gruba ayrılan 60 kızdan oluşmuştur. Çocukların vücut kompozisyonları, biyoelektrik impedans cihazı; içme suyundaki demir (Fe), bakır (Cu), kobalt (Co), selenyum (Se) içine alan mikro element düzeyleri indüktif eşleşmiş plazma kütle spektrometre cihazı kullanılarak ölçüldü.

**Bulgular:** İçme suyu Fe ve Co seviyeleri, çocuklara ait VKİ, kas ağırlığı değerleri ile istatistiksel olarak anlamlı bulundu ( $p < 0,05$ ). İçme suyu Se düzeyleri, vücut yağ kütlesi ve yağ yüzdesi değerleri ile istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ( $p > 0,05$ ).

**Sonuç:** İçme suyu Fe ve Co'nun yüksek düzeyleri ile Se elementi düşük düzeylerinin adölesan çocuklarda obezite gelişimi açısından büyük bir risk oluşturabilir. Ancak, Fe, Co ve içme suyu Se düzeyleri ve çocuklarda bu elementlerin serum düzeyleri arasındaki ilişki hala belirsizdir. Bu nedenle, çocuklarda obezite gelişimi açısından mikro elementlerin etkisini aydınlatmak için daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

**Anahtar kelimeler:** adölesan obezitesi; vücut kompozisyonu; mikro-element; demir; kobalt; selenyum

## Giriş

Obezite, vücut yağ oranının artmasına endokrin, metabolik ve davranışsal değişikliklerin eşlik ettiği kompleks, multi-faktöriyel bir hastalıktır<sup>1</sup>. Dünya Sağlık Örgütü ve diğer uluslararası kuruluşlar obezitenin global bir epidemiyeye dönüştüğünü, eğiliminin özellikle çocuklar ve adölesanlarda tehdit edici seviyelere ulaştığına dikkat çekmektedirler. Bununla beraber ülkemizde de çocukluk obezitesi, sağlık politikalarında ve sosyal sorumluluk kampanyalarında sıklıkla yer almaya başlamıştır<sup>2</sup>. Koroner kalp hastalığı, hiperlipidemi, diyabet, solunum hastalıkları, ortopedik hastalıklar obezite ile ilişkili olduğu düşünülen sağlık sorunlarına örnek verilebilir<sup>3,4</sup>.

Dünyada ve ülkemizde yaygınlığı hızla artan çocukluk obezitesinin en büyük sebeplerinden birisi yüksek kalorili menülerden oluşan sağlıksız beslenme alışkanlığıdır<sup>5</sup>. Bununla birlikte obezitenin ve vücut kütle indeksinin (VKİ) serum ferritin ve transferin düzeyleri ile ilişkili olduğu da ifade edilmiştir<sup>6</sup>. Ayrıca, obez bireylerde hücrel krom, selenyum, demir ve diğer mineral konsantrasyonlarında anormalliklerin olduğunu gösteren çalışmalarda bulunmaktadır<sup>7</sup>. Diğer taraftan, yapılan çalışmalarda aşırı kilolu ve obez bireylerde normal vücut ağırlığına sahip bireylere göre vücut iz element düzeylerinde değişikliğin meydana geldiği, bu durumun çocuklarda da ortaya çıktığı belirlenmiştir<sup>8,9</sup>. Dahası, eser element eksikliğinin obezite gelişiminde rol oynayabileceği bildirilmiştir<sup>10</sup>. Ayrıca, bazı çalışmalar mikro elementlerin, vücut yağ hacminde artmaya sebep olduğunu ortaya çıkarmıştır<sup>11</sup>.

İçme suyunda bulunan elementler iyonik formda oldukları ve gastrointestinal sistemden kolayca emilebildikleri için, içme suyu element konsantrasyonunun insan sağlığını etkilediği ifade edilmiştir<sup>12</sup>. İçme suyu mikro element içeriği, türleri ve yoğunlukları yeryüzü tabakalarının kimyasal özelliklerine göre değişkenlik göstermektedir<sup>13</sup>. Sanayi tesislerinin yaratmış olduğu kirliliğin de içme sularının mikro element içeriği üzerine etkisi vardır<sup>14</sup>. Su mineral düzeyleri üzerine yapılan çalışmalarda, suyun mineral içeriğine, vücuda alınan elementlere ve günlük alınması gereken element miktarlarına odaklanılmıştır<sup>15</sup>. Özellikle suyun, termogenezi tetiklediği ve sempatik sinir sistemi aracılığı ile günlük enerji harcanmasını artırdığı tespit edilmiştir. Dahası içme suyu element içeriğinin, toplam enerji alımını azaltarak ya da metabolizmada değişikliğe neden olarak kilo alımına veya kilo kaybına neden olabileceği öne sürülmüştür<sup>16</sup>. Yapılan bir çalışmada, obezite ile ilişkili parametreler ve içme suyunda bulunan Al, Si, B ve Ni düzeyleri arasında pozitif korelasyon bulunduğuna ifade edilmiştir<sup>17</sup>.

Diğer taraftan, içme sularının kimyasal özellikleri üzerine yapılan çalışmalarda genellikle suyun sertliğine, element kompozisyonu ile bireylerde kan basıncının ve metabolik sendrom komponentlerinin ilişkisi araştırılmıştır<sup>12</sup>. Ancak literatür bilgilerimize göre, içme suyu element düzeylerinin yetişkinlerde yağ dokusu üzerine etkisi konusunda çok sınırlı sayıda çalışma bulunsa da, 18 yaş altı çocuklara ait kilo, VKİ ve vücut yağ düzeylerine etkisini inceleyen herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu nedenle çalışmada, Batman ili içme sularında ölçülen klinik olarak önemli bazı mikro element düzeyleri ile bu suyu tüketen normal kilolu, kilolu ve

obez çocukların vücut kompozisyonları arasındaki ilişkinin incelenmesi amaçlanmıştır.

## Materyal ve Metot

Çalışma öncesinde hastane etik kurulundan çalışma için etik kurul onayı alınmıştır. Ayrıca, çocukların ebeveynlerine çalışma hakkında bilgi verilerek, gönüllü onam formu imzalatılmıştır. Çalışmaya 2015 Temmuz- 2015 Eylül tarihleri arasında Batman Bölge Devlet Hastanesi diyet polikliniğine başvuran; içme suyu, yemek hazırlanması ve diğer ihtiyaçları için şebeke suyunu ve özel şahıs kuyularına ait yeraltı suyunu kullanan ailelerin yaşları 13-18 yaş arası olan 60 kız çocuğu dahil edilmiştir. Çocuklardan Türkiye çocukları için belirlenmiş olan persentil ve VKİ değerlerine göre, normal, kilolu ve obez olarak 20'şer kişilik üç grup oluşturuldu. 5 ile 85 persentil arasında olan çocuklar kontrol, 95 persentilin üzerindeki ise obez grubu olarak belirlendi<sup>18</sup>.

Basit ve güvenilir bir yöntem olan biyoelektrik impedans analizi (BİA) yöntemi, vücut kompozisyonunu tahmin etmek başta olmak üzere genel hastalık durumu hakkında bilgi sağlayan bir yöntemdir<sup>19,20</sup>. Çalışmamızda vücut kompozisyonlarının ölçümünde, 8 elektrotlu, 50 kHz sabit akımla çalışan, 5 ayrı akım dalgası ile beş ayrı bölge için (sağ ve sol kol, sağ ve sol bacak, gövde) yağ oranı ve yağsız kütle değerlerini ölçen Tanita BC 418 MA cihazı kullanıldı<sup>21,22</sup>.

Batman mahallelerinde içme su amacıyla kullanılan kuyular tespit edildi. Çalışma gruplarına katılan çocukların ebeveynlerinden adres bilgileri alınıp, çocukların tükettikleri içme suyunun hangi depodan geldiği belirlendi ve içme suyunda ölçülen mineral düzeyleri ile çocuklar vücut kompozisyonları eşleştirildi. Su örnekleri, Amerikan Birliği Standartlarına göre toplandı ve analiz anına kadar uygun steril kaplarda ve sıcaklıkta saklandı. Kaynağına bakılmaksızın, her bir su örneği %10'luk hidroklorik asit içeren pH seviyesi 2'nin altında olan steril kaplarda saklandı. İçme suyu mineral düzeyleri kimyasal induktif eşleşmiş plazma spektrometresi kullanılarak analiz edildi<sup>22</sup>.

İstatistiksel analizler SPSS paket programı 15,0 ve sigma Stat 3,5 kullanılarak değerlendirildi. Verilerin normal dağılıma uygun olup olmadıkları Kolmogorov-Smirnov testi ile yapıldı. Gruplar arası farklılıkları araştırmak için tek yönlü ANOVA testi, kategorikal değişkenlerin değerlendirilmesinde ise Chi-square testi kullanıldı. İçme suyu mikro element düzeyleri ile çocuklara ait vücut kompozisyonları arasındaki ilişkinin incelenmesinde Pearson ve Spearman korelasyon

testleri kullanıldı. Katagorikal değişkenler sayı ile, sürekli değişkenler ise ortalama±standart sapma ( $X\pm SS$ ) ya da median (25th–75th) şeklinde gösterildi. İstatistiksel anlamlılık düzeyi 0,05 olarak belirlendi.

## Bulgular

Tablo 1'de çalışma gruplarına ait temel karakteristik özellikler ve biyoelektrik impedans analiz ölçümleri verilmiştir. Tanımlayıcı değerler göz önüne alınarak, kilolu, obez ve kontrol grubu karşılaştırıldığında, yaş ve boy değerleri açısından üç grup arasında istatistiksel olarak

bir fark yoktur ( $p>0,05$ ). Diğer yandan kilolu çocukların bazal metabolizma hızı ve vücut suyu ağırlığının kontrol grubu değerlerine göre yüksek olduğu bulundu. Obez çocuklara ait yağ ağırlığı ve vücut suyu ağırlıklarının kontrol grubu değerlerine göre yüksek olduğu tespit edildi. Bununla birlikte, obez çocuklara ait yağ ağırlığı, yağ oranı ve aktivite kalorisi değerlerinin kilolu çocukların değerlerine göre yüksek olduğu belirlendi.

Tablo 2'de ise içme suyu depolarının mikro element içeriği ile çocuklara ait vücut kompozisyonları arasındaki ilişki değerlendirildi ve içme suyu Fe seviyeleri ile

**Tablo 1.** Bağımsız değişkenlerin gruplar üzerine dağılımı

Parametreler	Çalışma Grupları			Karşılaştırma		
	Kilolu (n=20)	Obez (n=20)	Kontrol (n=20)	Kilolu-Kontrol	Obez-Kontrol	Kilolu Obez
Yaş	15,0±1,82	16,7±1,25	15,3±1,96	p=0,954	p=0,452	p=0,371
Boy	161,2±2,5	163,5±7,89	161,5±4,92	p=0,997	p=0,839	p=0,832
Vücut Ağırlığı	72,0±2,5	86,8±6,0	76,7±43,9	p=0,026	p<0,001	p=0,013
VKİ	27,6±2,22	32,4±1,30	23,1±1,60	p=0,005	p<0,001	p=0,006
Yağ Dışı Kilo	46,8±0,86	50,6±3,2	42,3±2,77	p=0,045	p<0,001	p=0,130
Kemik Ağırlığı	2,27±0,15	2,55±0,28	2,10±0,16	p=0,409	p=0,015	p=0,183
Yağ Ağırlığı	25,2±6,81	36,1±3,38	17,7±2,82	p=0,058	p<0,001	p=0,013
Yağ Oranı	34,5±5,84	41,6±1,69	29,4±2,82	p=0,131	p<0,001	p=0,049
Mineral Miktarı	2,43±0,41	2,63±0,16	2,20±0,14	p=0,044	p<0,001	p=0,129
Protein Miktarı	10,1±0,20	10,9±0,70	9,13±0,61	p=0,051	p<0,001	p=0,139
İç yağlanma	1,01±0,01	1,0±0,003	1,02±0,006	p=0,135	p<0,001	p=0,057
Vücut yoğunluğu	40,0±4,64	44,4±1,08	34,4±2,17	p=0,031	p<0,001	p=0,117
BMH	1629,5±141,5	1686,5±76,0	1441,0±89,4	p=0,040	p=0,009	p=0,723
Aktivite Kalorisi	197,6±12,1	161,1±12,5	206,6±11,3	p=0,495	p<0,001	p=0,003
Toplam Aktivite Kalorisi	1826,9±149,4	1423,2±841,4	1647,6±89,2	p=0,814	p=0,441	p=0,727
Vücut Suyu Ağırlığı	34,3±0,61	37,1±2,32	30,9±2,0	p=0,044	p<0,001	p=0,127
Vücut Sıvı Oranı	47,9±4,27	42,7±1,24	51,6±2,0	p=0,127	p<0,001	p=0,051

**Tablo 2.** Çocuklara ait vücut kompozisyon değerleri ile içme suyu mikro element seviyelerinin korelasyon değerleri

Parametreler	Fe	Cu	Co	Zn	Mn	Mo	Se	Cr	Br
Yaş	0,055	0,159	0,258	0,272	0,365	-0,068	-0,011	0,144	0,324
Boy	0,055	0,038	0,219	0,031	0,033	-0,057	-0,139	0,079	-0,003
Vücut Ağırlığı	0,388	0,052	0,336	-0,074	-0,185	-0,120	-0,260	-0,293	-0,051
VKİ	<b>0,475**</b>	0,058	<b>0,730**</b>	-0,137	-0,124	0,191	-0,674	-0,105	-0,232
Yağ Dışı Kilo	<b>0,459*</b>	0,087	<b>0,629**</b>	-0,022	-0,077	0,221	<b>-0,503*</b>	-0,160	-0,124
Kemik Ağırlığı	0,292	0,080	<b>0,585**</b>	0,121	0,006	0,100	-0,243	-0,154	0,006
Yağ Ağırlığı	0,391	0,045	<b>0,746**</b>	-0,160	-0,122	0,108	<b>-0,696**</b>	-0,022	-0,248
Yağ Oranı	0,440	0,030	<b>0,629**</b>	-0,220	-0,167	0,136	<b>-0,696**</b>	-0,065	-0,276
Mineral Ağırlığı	<b>0,462*</b>	0,083	<b>0,628**</b>	-0,016	-0,069	0,220	<b>-0,497*</b>	-0,157	-0,119
Protein Ağırlığı	<b>0,452*</b>	0,089	<b>0,628*</b>	-0,016	-0,069	0,220	<b>-0,497*</b>	-0,157	-0,119
İç Yağlanma	-0,444	-0,028	-0,613	0,225	0,172	-0,142	0,693	0,069	0,278
Vücut Yoğunluğu	0,463*	0,064	<b>0,636**</b>	-0,201	-0,139	0,186	<b>-0,733**</b>	-0,054	-0,262
BMH	<b>0,388</b>	0,052	0,336	-0,074	-0,185	-0,120	-0,260	-0,293	-0,051
Aktivite Kalorisi	0,203	0,327	-0,228	0,210	0,228	0,244	0,033	-0,259	0,235
Total Aktivite Kalorisi	<b>0,461*</b>	0,086	<b>-0,629**</b>	-0,024	-0,079	0,221	<b>-0,504*</b>	-0,161	-0,126
Vücut Suyu Ağırlığı	-0,441	-0,032	<b>-0,629**</b>	0,218	0,165	-0,137	<b>-0,695**</b>	0,068	0,273
Vücut Sıvı Oranı	-0,022	-0,257	0,247	<b>-0,607**</b>	-0,179	0,394	<b>-0,840**</b>	<b>0,547*</b>	<b>-0,652**</b>

BMH: Bazal metabolizma hızı, VKİ: Vücut kütle indeksi, \*p<0,05, \*\*p<0,01

çocuklara ait VKİ değerleri arasında pozitif korelasyon bulundu. Ayrıca içme suyu Fe seviyelerinin, çocuklara ait yağ dışı kilo, mineral ağırlığı, protein ağırlığı ve total aktivite kalori değerleri ile pozitif korelasyon gösterdiği bulundu. Diğer taraftan içme suyunda bulunan Co seviyelerinin çocuklara ait VKİ, yağ kütlesi, mineral miktarı ve protein miktarı ile pozitif korelasyon gösterdiği belirlendi. İçme suyu Co düzeyleri ile çocuklara ait total aktivite kalori değerleri arasında negatif korelasyon bulundu. İçme suyu Se düzeyleri ile vücut yağ kütlesi, yağ yüzdesi ve vücut yoğunluğu değerleri arasında negatif korelasyon olduğu belirlendi. Bunun yanı sıra Se ile yağ dışı kilo, mineral miktarı, protein miktarı ve total aktivite kalorisi arasından negatif korelasyon olduğu belirlendi.

## Tartışma

Çalışmada, içme suyu Fe ve Co düzeylerinin, çocuklara ait VKİ değerleri ile, Se düzeylerinin ise çocuklara ait yağ ağırlığı, yağ yüzdesi ve vücut yoğunluğu değerleri ile istatistiksel olarak anlamlı düzeyde korelasyon gösterdiği bulunmuştur. Bu bulgular, içme suyu Fe, Co ve Se düzeylerinin, bu suyu tüketen çocukların vücut kompozisyonlarına olan etkisinin bir kanıtı olabilir.

Yapılan bu çalışma Batman ilinde ikamet eden 13–18 yaş aralığındaki çocukları kapsamaktadır. Türkiye genelinde hazır su tüketim oranının yüksek olmasına karşın Batman ilinde gerek sosyoekonomik durum gerekse kültürel faktörlerden dolayı çoğunlukla içme suyu olarak şebeke suyu kullanılmaktadır. Çalışmada Batman merkez belediyesinin şebeke su dağıtımını yaptığı su depolarından alınan örneklerden klinik olarak önemli görülen mikro element düzeyleri analiz edildi.

Elementler ve elementsel parçacıklar, lipid ve glukoz metabolizmasında yer alan enerji homeostazi dahil olmak üzere birçok farklı biyolojik fonksiyonlarda kullanılır<sup>23</sup>. Elementlerin yağ dokusu büyüklüğü ve işlevleri üzerinde muhtemel etkinliği olduğu bulunmuştur. Literatürde esansiyel olan ve olmayan elementlerin adipositlerdeki etkinliği hakkında çalışmalar yapılmıştır<sup>24</sup>. Ancak bu konuda çelişkili bulgular mevcuttur. Örneğin, Cr suplementasyonunun açlık durumuna etki edip, vücut kütlesinde ve vücut yağında azalmaya sebep olduğu belirlenmiştir. Bununla beraber Cr, insülin metabolizmasına etki ederek, insülin direnci ve obezite gelişimde önemli bir rol oynamaktadır<sup>25</sup>.

Çalışmada içme suyu Cr seviyeleri ile çocuklara ait vücut kompozisyonları arasında anlamlı bir ilişki

bulunmamasına rağmen, içme suyunda bulunan diğer önemli bir element olan Fe düzeyleri ile çocuklara ait VKİ, mineral miktarı, protein miktarı ve total aktivite kalori değerlerinin istatistiksel olarak anlamlı düzeyde pozitif ilişkili olduğu bulundu.

Literatürde yapılan çalışmalar incelendiğinde, obez çocuklara içme suyu Fe düzeylerinin etkisi konusunda herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Diğer taraftan yapılan deneysel çalışmalarda diyet Fe düzeyi ile lipid metabolizmasının ilişkili olabileceği ifade edilmiştir. Bu çalışmalarda, Fe eksikliğine bağlı anemide lipid sentezinin arttığı ve hiperlipidemiye neden olduğu da rapor edilmiştir<sup>26</sup>. Benzer şekilde, Bristow-Craig ve ark. yaptıkları deneysel çalışmada, diyetle Fe alımının lipid seviyesini etkilediğini ve yüksek Fe düzeyinin yüksek kolesterolle ilişkili olduğunu göstermişlerdir<sup>27</sup>. Neymotin ve ark. kadınlar üzerinde yaptıkları çalışmalarında kan demir Fe ile BMI arasında negatif bir ilişki olduğunu bildirmişlerdir<sup>28</sup>.

Öte yandan bazı araştırmacılar, çalışmalarında aşırı adiposit miktarının Fe durumunu negatif yönde etkilediği bulgusunu rapor etmişlerdir<sup>29</sup>. Ausk ve ark. VKİ değerlerindeki her 1 kg/m<sup>2</sup> artışın, serum ferritin düzeylerinde 2,2 ng/ml artışla ilişkili olduğunu göstermiştir<sup>30</sup>. ABD’de erişkinlerde yapılan geniş katımlı çalışmalarda obezlerde serum ferritin düzeylerinin yüksek olduğu tespit edilmiştir<sup>31</sup>. Çocuklarda yapılan çalışmalarda erişkinlere benzer şekilde ferritin düzeyleri ile obezite arasında pozitif korelasyonun varlığını göstermiştir<sup>32</sup>. Yapılan deneysel çalışmalarda Fe eksikliğinin karnitin eksikliğine yol açarak yağ yıkımını azatlığı, hiperlipidemiye ve obeziteye neden olduğu öne sürülmüştür<sup>26</sup>.

Literatürde içme suyu ve çocuklarla ilgili herhangi bir çalışmaya rastlanmasa da, yetişkinler üzerine yapılan çalışmalar ve deneysel çalışmalar göz önüne alınarak obezite ve Fe düzeyi arasında pozitif ilişki olduğu söylenebilir.

Çalışmadaki bulgulardan bir diğer önemli olanı ise Co seviyeleri ile vücut kütle indeksi, yağ kütlesi, mineral miktarı ve total aktivite kalorisi arasından istatistiksel olarak anlamlı düzeyde pozitif ilişkinin olmasıdır.

Literatürde yapılan çalışmalar incelendiğinde, benzer şekilde içme suyu Co düzeylerinin obez çocuklara ait vücut kompozisyonlarına etkisi inceleyen bir çalışmaya rastlanmamıştır. Diğer taraftan, yüksek yağlı diyetle beslenen fareler üzerinde yapılan deneysel bir çalışmada, CoCl<sub>2</sub>’ün lipid metabolizması üzerine olumlu etkileri olduğu, HDL kolesterol, leptin ve adiponektin düzeylerini arttırdığı öte

yandan LDL, serbest yağ asitleri ve trigliserit düzeylerinde ise azalmaya sebep olduğu belirtilmiştir<sup>33</sup>.

Padilla ve ark. obez kişilerde serum kobalt düzeyleri ile BMI ve bel çevresi arasında negatif bir ilişki olduğunu rapor etmişlerdir<sup>34</sup>. Lekhanova ve ark. rastgele seçilmiş 1521 kişi üzerinde yaptıkları çalışmalarında obezite ve hipertansiyon prevalansındaki artışın düşük kobalt düzeyi ile ilişkili olduğunu rapor etmişlerdir<sup>35</sup>. Tascilar ve ark. obez çocuklarda kontrol grubuna göre önemli düzeyde serum kobalt seviyelerinin düşük olduğunu bildirmişlerdir<sup>36</sup>. Ayrıca, yapılan araştırmalarda, Co elementinin de aralarında bulunduğu bazı metallerin adipositin büyüklüğünü ve fonksiyonunu etkileyebileceği gösterilmiştir. Çalışmamızda, Co elementi ile çocukların VKİ, yağ kütlesi arasında bulduğumuz bu pozitif ilişkinin tam olarak nedenini açıklamak mümkün olmamakla birlikte, daha önceki yapılan çalışmalar da<sup>24</sup>, göz önüne alındığında adiposit hücrelerinin büyüklüğünü ve fonksiyonlarını etkileyerek yağ kütlesinde bir artışa neden olduğu ileri sürülebilir.

Çalışmamızda içme suyu Fe ve Co seviyeleri ile obezite arasında pozitif ilişki bulunmasına karşın içme suyunda bir diğer eser element olan Se düzeylerinin çocuklara ait vücut yağ kütlesi, yağ yüzdesi ve vücut yoğunluğu değerleri ile istatistiksel olarak anlamlı derecede negatif ilişki gösterdiği bulundu.

Se vücudumuzda birçok enzimin kofaktörü olmakla birlikte yağ dokusu hariç diğer dokularda bir miktar bulunur. Buna bağlı olarak Se'dan zengin beslenen bireylerin obezite oranı daha düşüktür. Bizim çalışmamızda obezite Se arasında negatif ilişki bulunmuştur<sup>37</sup>.

Kimmons ve ark. çalışmalarında aşırı kilolu ve obez kişilerde serum selenyum düzeylerinin kontrol grubuna göre düşük düzeylerde olduğunu rapor etmişlerdir<sup>38</sup>. Arnaud ve ark. 13017 kişi üzerinde yaptıkları çalışmada (7876 kadın ve 5141 erkek) sadece kadınlarda obezite ile düşük selenyum düzeylerini ilişkili bulmuşlardır<sup>39</sup>. Tascilar ve ark. ise obez çocuklar ve sağlıklı normal kilolu çocukların serum selenyum seviyeleri arasında herhangi bir fark bulamamışlardır<sup>36</sup>. Sanchez ve ark. çalışmalarında plazma selenyum düzeyi ile obezite arasında herhangi bir ilişki olmadığını bildirmişlerdir<sup>40</sup>. Xanthakos ve ark. Se eksikliğine sebep olarak obezlerin sebze ve meyveden fakir bir diyet ile beslenmeleri ve artmış adiposit havuzunun negatif etkileri olduğunu öne sürmüşlerdir<sup>41</sup>. İlaveten obezlerdeki artmış oksidatif strese paralel Se'un antioksidant görevinden ötürü bu kişilerde serum seviyesinin azalabileceği yönünde

hipotezler de öne sürülmektedir<sup>42</sup>. Vücut yağ oranı ve VKİ ile orantılı olarak obez bireylerde oksidatif hasar biyolojik belirteçleri daha yüksek bulunmuştur<sup>43</sup>. Obeziteye bağlı oksidatif stres artışı, adipoz dokunun artışı ile orantılıdır<sup>44</sup>.

Ancak literatürde obezite ile içme suyu Se seviyesi arasındaki ilişkiyi inceleyen yeteri kadar araştırma bulunmadığı için çalışmamızda elde edilen yerine daha ileri çalışmaların yapılması kanaati hâsıl olmuştur. Bununla birlikte Se antioksidan sistemin bir üyesi olması ve Se'nin yetersiz olduğu içme suyunu tüketen çocukların obeziteye yatkınlık göstermesi obezite ve oksidatif stres ilişkisinden kaynaklanabilir. İnsanda hayati öneme sahip olan içme suyu ve yine toplumun en önemli kısmını oluşturan çocuklar üzerine literatürde benzer bir çalışmaya rastlanmaması da bu noktadaki eksikliği göstermektedir. Çünkü çocuklar, bir toplumda beslenme yetersizliğinin veya beslenme ile ilişkili hastalıkların yansımalarının en hızlı şekilde gözlemlendiği hassas varlıklardır.

Sonuç olarak içme suyu Fe, Co ve Se düzeylerinin çocukların vücut kompozisyonları ile olan ilişkisinden yola çıkarak içme suyu Fe ve Co'nun yüksek düzeyleri ile Se'un düşük düzeylerinin 13–18 yaş aralığındaki çocuklarda obezite riski oluşturabileceği ve içme suyundaki bu elementlerin çocuklarda vücut yağ oluşumuna etki edebileceği düşünülmektedir. Bu etkiyi elementlerin adiposit hücrelerinin büyüklüğünü ve fonksiyonlarını etkileyerek, adipositlerdeki trigliserit yıkılımını azaltarak veya oksidan/antioksidan dengesinde değişiklik oluşturarak yaptığı kanaatine varıldı.

## Kaynaklar

1. Racette SB, Deusinger SS, Desusinger RH. Obesity. Overview of prevalence, etiology, and treatment. *Phys Ther* 2003;83(3):276–88.
2. Köksal G, Özel HG. Çocukluk ve Ergenlik Döneminde Obezite. TC. Sağlık Bakanlığı Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yay. Klasmat Matbaacılık, Ankara 2008.
3. Diamanti-Kandaraki E, Bergiele A. The influence of obesity on hyperandrogenism and infertility in the female. *Obes Rev* 2001;2(4):231–8.
4. Michelmores KF. Polycystic ovary syndrome in adolescence and early adulthood. *Hum Fertil* 2000;3(2):96–100.
5. Neymotin F, Sen U. Iron and obesity in females in the United States. *Obesity (Silver Spring)* 2011;19(1):191–9.
6. Manios Y, Moschonis G, Chrousos GP, Lionis C, Mougios V, Kantilafi M, et al. The double burden of obesity and iron deficiency on children and adolescents in Greece: the Healthy Growth Study. *J Hum Nutr Diet* 2013;26:470–8.

7. Chung JH, Yum KS. Correlation of hair mineral concentrations with insulin resistance in Korean males. *Biol Trace Elem Res* 2012;150(1-3):26-30.
8. Azab SF, Saleh SH, Elsaed WF, Elshafie MA, Sherief LM, Esh AM. Serum trace elements in obese Egyptian children: a case-control study. *Ital J Pediatr* 2014;40:20.
9. Moschonis G, Chrousos GP, Lionis C, Mougios V, Manios Y. Healthy Growth Study group. Association of total body and visceral fat mass with iron deficiency in preadolescents: the Healthy Growth Study. *Br J Nutr* 2012;108(4):710-9.
10. Yerlikaya H, Aysun T. Obezite ve eser elementler. *Endokrinolojide Diyalog* 2012;9(2):64-70.
11. García OP, Ronquillo D, del Carmen Caamaño M, Martínez G, Camacho M, López V, et al. Zinc, iron and vitamins A, C and E are associated with obesity, inflammation, lipid profile and insulin resistance in Mexican school-aged children. *Nutr* 2013;5(12):5012-30.
12. Yang CY, Chiu HF. Calcium and magnesium in drinking water and the risk of death from hypertension. *Am J Hypertens*, 1999;12(1):894-9.
13. Piper AM. A Graphic procedure in geochemical interpretation of water analyses: *Am Geophys Union Transactions* 1944;25(1):914-23.
14. Novakova S, Nikolchev G, Mautner G, Angelieva R, Dinoeva S. Effect of several microelements contained in drinking water on the development of atherosclerosis. *Probl Khig* 1983; 8:121-31.
15. Edition F. Guidelines for Drinking-water Quality. WHO chronicle 2011;38(4):104-8.
16. Leão AL, dos Santos LC. Micronutrient consumption and overweight: is there a relationship? *Rev Bras Epidemiol* 2012;15(1):85-95.
17. Cetin I, Nalbantcilar MT, Tosun K, Nazik A. How Trace Element Levels of Public Drinking Water Affect Body Composition in Turkey. *Biol Trace Elem Res* 2017.
18. Bundak R, Furman A, Gunoz H, Darendeliler F, Bas F, Neyzi O. Body mass index for Turkish children. *Acta Pediatr* 2006;95(2):194-8.
19. Hughes JM, Li L, Chinn S, Rona RJ. Trends in growth in England and Scotland 1972 to 1994. *Arch Dis Child* 1997;76(3):182-9.
20. Fuller NJ, Fewtrell MS, Dewit O, Elia M, Wells JCK. Segmental bioelectrical impedance analysis in children aged 8-12y:2. The assessment of regional body composition and muscle mass. *Int J Obesity* 2002;26(5):692-700.
21. Sarıtaş N, Özkarağaç İ, Pepe O, Büyükepeççi S. Üniversiteli erkek öğrencilerin vücut yağ yüzdelerinin üç farklı yöntemle değerlendirilmesi. *J Health Sci* 2011;20(2):107-15.
22. Kyle UG, Bosaeus I, De Lorenzo AD, et al. Composition of the ESPEN Working Group. Bioelectrical impedance analysis—parts I: review of principles and methods. *Clin Nutr.* 2004; 23(5):1226-43.
23. Valko M, Morris H, Cronin MT. Metals, toxicity and oxidative stress. *Curr Med Chem* 2005;12(10):1161-208.
24. Kawakami T, Sugimoto H, Furuichi R, Kadota Y, Inoue M, Setzu K, et al. Cadmium reduces adipocyte size and expression levels of adiponectin and Pdgfr $\alpha$  in adipose tissue. *Toxicol* 2010;267(1-3):20-6.
25. Hasten DL, Rome EP, Franks BD, Hegsted M. Effects of chromium picolinate on beginning weight training students. *Int J Sport Nutr* 1992;2(4):343-50.
26. Bartholmey SJ, Sheerman AR. Carnitine levels in iron-deficient rat pups. *J Nutr* 1985;115(1):138-45.
27. Bristow-Craig HE, Strain JJ, Welch RW. Iron status, blood lipids and endogenous antioxidants in response to dietary iron levels in male and female rats. *Int J Vit Nut Res* 1994;64(4):324-9.
28. Neymotin F, Sen U. Iron and obesity in females in the United States. *Obesity (Silver Spring)* 2011;19(1):191-9.
29. Zimmermann MB, Zeder C, Muthayya S, Winichagoon P, Chaouki N, Aeberli I, et al. Adiposity in women and children from transition countries predicts decreased iron absorption, iron deficiency and a reduced response to iron fortification. *Int J Obes (Lond)* 2008;32(7):1098-104.
30. Ausk KJ, Ioannou GN. Is obesity associated with anemia of chronic disease? A population-based study. *Obesity (Silver Spring)* 2008;16(10):2356-61.
31. Jehn M, Clark JM, Guallar E. Serum ferritin and risk of the metabolic syndrome in U. S. adults. *Diabetes Care* 2004;27(10):2422-8.
32. Gilbert-Diamond D, Baylin A, Mora-Plazas M, Villamor E. Chronic inflammation is associated with overweight in Colombian school children. *Nutr Met Cardiovasc Dis* 2012;22(3):244-51.
33. Kawakami T, Hanao N, Nishiyama K, Kadota Y, Inoue M, Sato M, et al. Differential effects of cobalt and mercury on lipid metabolism in the white adipose tissue of high-fat diet induced obesity mice. *Toxicol Appl Pharmacol* 2012;258(1):32-42.
34. Padilla MA, Elobeid M, Ruden DM, Allison DB. An examination of the association of selected toxic metals with total and central obesity indices: NHANES 99-02. *Int J Environ Res Public Health* 2010;7(9):3332-47.
35. Lekhanova EN, Bakhtina EA, Buganov AA. Effect of cobalt on risk factors for chronic noninfectious diseases in Yamal dwellers. *Gig Sanit* 2010;(1):4-6.
36. Tascilar ME, Ozgen IT, Abaci A, Serdar M, Aykut O. Trace elements in obese Turkish children. *Biol Trace Elem Res* 2011;143(1):188-95.
37. Aksoy M. Beslenme Biyokimyası Kitabı. "Beslenme Biyokimyası ve İz Elementler", Ankara, 2000.
38. Kimmons JE, Blanck HM, Tohill BC, Zhang J, Khan LK. Associations between body mass index and the prevalence of low micronutrient levels among US adults. *Med Gen Med* 2006;8(4):59.
39. Arnaud J, Bertrais S, Roussel AM, Arnault N, Ruffieux D, Favier A, et al. Serum selenium determinants in French adults: the SU.VI.M. AX study. *Br J Nutr* 2006;95(2):313-20.
40. Sánchez C, López-Jurado M, Aranda P, Llopis J. Plasma levels of copper, manganese and selenium in an adult population in southern Spain: influence of age, obesity and lifestyle factors. *Sci Total Environ* 2010;408(5):1014-20.
41. Xanthakos SA. Nutritional deficiencies in obesity and after bariatric surgery. *Pediatr Clin North Am* 2009;56(5):1105-21.
42. Alasfar F, Ben-Nakhi M, Khoussheed M, Kehinde EO, Alsalem M. Selenium is significantly depleted among morbidly obese female patients seeking bariatric surgery. *Obes Surg* 2011;21(11):1710-13.
43. Chen MD, Lin PY. Zinc-induced hyperleptinemia relates to the amelioration of sucrose-induced obesity with zinc repletion. *Obes Res* 2000;8(7):525-9.
44. Avignon A, Hokayem, Bisbal C, Lambert K. Dietary antioxidants: do they have a role to play in the on going fight against abnormal glucose metabolism? *Nutr* 2012;28(7-8):715-21.