

# Obez Çocuklarda Serum Magnezyum Düzeyinin İnsülin Direnci ile Olan İlişkisi

## Serum Magnesium Level and Its Relation with Insulin Resistance in Obese Children

Ayhan Abacı, Şamil Hızlı\*  
Osman Özdemir\*\*  
Cem Hasan Razi\*\*, Mesut Koçak\*\*  
Okhan Akın\*\*\*, Nimet Kabakuş\*\*

Keçiören Eğitim ve Araştırma Hastanesi  
Çocuk Endokrinoloji Ünitesi  
Ankara, Türkiye

\*Keçiören Eğitim ve Araştırma Hastanesi  
Çocuk Gastroenteroloji, Hepatoloji ve  
Beslenme Ünitesi, Ankara, Türkiye

\*\*Keçiören Eğitim ve Araştırma Hastanesi  
Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Bölümü  
Ankara, Türkiye

\*\*\*Keçiören Eğitim ve  
Araştırma Hastanesi, Biyokimya Ünitesi  
Ankara, Türkiye

### ÖZET

**Giriş:** Obez çocuklarda serum magnezyum düzeyinin metabolik (lipid profili, glukoz, insülin, insülin direnç indeksi) ve antropometrik parametreler (VKİ, VKİ SDS) ile olan ilişkisini ortaya koymak.

**Gereç ve Yöntem:** Çalışmaya, kilo artışı şikayeti ile başvuran vücut kitle indeksi (VKİ) percentili 95 p üzerinde olan (obez çocuklar) ve VKİ percentili <85p olan çocuklar (obez olmayan) alındı. Obeziteye neden olabilecek herhangi bir kronik hastalığı, ilaç kullanım öyküsü olan, endokrin patolojisi saptanan ve sendromik kaynaklı obezite düşünülen vakalar çalışma dışı bırakıldı. Antropometrik verilerin karşılaştırılması için hastaların vücut ağırlığı ve boyları ölçüldü. Laboratuvar parametrelerin değerlendirilmesi için, açlık kan şekeri, insülin, lipid profili ve serum magnezyum düzeyleri ölçüldü. Grupların karşılaştırılmasında student T test, değişkenlerin birbiri ile olan ilişkisi için pearson korelasyon analizi kullanıldı.  $p<0,05$  anlamlı kabul edildi.

**Bulgular:** Çalışmaya toplam 80 obez (ortalama yaş:  $10,2\pm 2,7$  yıl; 40 erkek) ve 60 sağlıklı ( $10,9\pm 2,6$ , 30 erkek) çocuk alındı. Obez vakaların verileri kontrol grup ile karşılaştırıldığında serum magnezyum düzeyi, insülin, HOMA-IR, total kolesterol, trigliserid ve HDL kolesterol düzeyleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanırken ( $p<0,05$ ), LDL kolesterol, glukoz düzeyleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı ( $p>0,05$ ). Obez grupta serum magnezyum düzeyi yalnız VKİ-SDS ile anlamlı ters korelasyon gösterirken ( $p>0,05$ ), VKİ, total kolesterol, trigliserid, HDL, LDL kolesterol, açlık glukoz ve insülin parametreler ile anlamlı korelasyon göstermediği saptanmıştır ( $p>0,05$ ).

**Sonuç:** Bu çalışma literatürdeki veriler ile benzer şekilde obez çocuklarda serum magnezyum düzeyinin sağlıklı çocuklara göre düşük olduğunu desteklemektedir. Ancak bu çalışmada serum magnezyum düzeyi ile insülin direnci ve lipid profilleri arasında anlamlı korelasyon gösterilememiştir. Sonuç olarak, düşük magnezyum düzeyi ile ilişkili komplikasyonların önlenmesi için obez çocuklar yeterli miktarlarda magnezyum tüketmelidirler. (*Güncel Pediatri 2010; 8: 24-9*)

**Anahtar kelimeler:** Obezite, insülin direnci, magnezyum

### SUMMARY

**Introduction:** To determine the relation of serum magnesium level with metabolic and clinical parameters in obese children.

**Materials and Methods:** Children presenting with weight gain whose BMI was over 95<sup>th</sup> percentile (obese children) and children with BMI lower than 85<sup>th</sup> percentile (non-obese) were included to the study. Taking drugs or having a history or evidence of chronic diseases, syndromal or endocrine causes of obesity were excluded. Weight and height were measured for comparing the anthropometric values. For laboratory evaluation, fasting serum glucose, insulin, lipid profile and serum magnesium levels were measured. We compared the differences in between obese and lean groups with Student's t-test and Pearson's correlation analysis was used to compare the variables. The value of  $p<0.05$  was considered statistically significant.

**Results:** A total of 80 obese children ( $10.2\pm 2.7$  years of age, 40 male patients) and 60 age and gender matched lean children ( $10.9\pm 2.6$ , years of age, 30 male patients) were

### Yazışma Adresi/Address for Correspondence

Dr. Ayhan Abacı  
Keçiören Eğitim ve Araştırma Hastanesi,  
Çocuk Endokrin Bölümü, Ankara, Türkiye  
Tel.: +90 312 356 90 00  
Faks: +90 312 356 90 02  
E-posta: ayhanabaci@gmail.com

Geliş Tarihi/Received: 01.09.2009  
Kabul Tarihi/Accepted: 08.12.2009

© Güncel Pediatri Dergisi, Galenos Yayınevi tarafından basılmıştır.

© The Journal of Current Pediatrics, published by Galenos Publishing.

included in this study. The obese subjects had significantly higher serum magnesium, insulin, HOMA-IR, total cholesterol, triglyceride, and HDL-cholesterol levels than the lean subjects ( $p<0.05$ ), while there were no significant differences between glucose and LDL-cholesterol levels ( $p>0.05$ ). In obese group serum magnesium level significantly correlated with only SDS-BMI ( $p<0.05$ ), while there were no correlation between BMI, total cholesterol, triglyceride, HDL-cholesterol, LDL-cholesterol, fasting glucose, and insulin levels ( $p>0.05$ ).

**Conclusions:** In accordance with previous studies, the present study supports the finding that serum magnesium levels are lower in children with obesity compared to healthy controls. On the other hand, we did not find a correlation between serum magnesium levels and insulin resistance and lipid levels. In conclusion, obese children should ingest adequate amounts of magnesium in order to prevent complications associated with low magnesium levels. (*Journal of Current Pediatrics 2010; 8: 24-9*)

**Key words:** Obesity, insulin resistance, magnesium

## Giriş

Obezite, çocukluk ve adolesan yaş grubunda son 20 yılda 3 kat artış gösteren kardiyovasküler ve aterosklerotik değişikliklerle ilişkili kronik metabolik bir hastalıktır (1-3). Birçok çalışmada obezitenin ileri dönemde hipertansiyon, dislipidemi, tip 2 diyabet ve kanser gibi ciddi komplikasyonlara neden olduğu gösterilmiştir (3,4).

Magnezyum, 300 den fazla enzim aktivasyonunda ve karbonhidrat metabolizmasında görevli enzimler için önemli kofaktör rolü üstlenmiş önemli hücre içi katyonlardan biridir (5-7). Obez çocuklarda insülin direncinin gelişim mekanizmasının nedeni halen tam açıklık kazanmamıştır. Son yıllarda, hipomagnezeminin hipertansiyon, tip 2 diyabet (insülin direnci), metabolik sendrom ve aterosklerotik değişiklikler ile olan ilişkisi birçok çalışmada gösterilmiştir (5,6,8-11). Özellikle, magnezyum insülin reseptörlerinin fosforilasyonunda ve ATP oluşumunda önemli kofaktör rolü oynamaktadır (6). Düzeyi birçok faktör tarafından etkilenmekte olup bunlardan en önemlisi insülin dir (5). İnsülin plazma membranındaki adenosin trifosfat pompasını aktive ederek hücre içi ve hücre dışı magnezyum konsantrasyonunun dar bir aralıkta sabit kalmasını sağlamaktadır (6). Magnezyum da hücre içi insülinin etkisinin göstermesinde ve insülin aracılıklı hücre içi glukoz girişinde önemli görevi olduğu öne sürülmektedir (5).

Son yıllarda özellikle erişkin çalışmalarında insülin direnci ve serum magnezyum düzeyi arasında ilişki rapor edilmektedir (11-13). Çocukluk yaş grubunda serum magnezyum ve insülin direnci arasındaki ilişkiyi irdeleyen sınırlı sayıda çalışma mevcuttur. Bu nedenle, bu çalışmamızda daha yüksek vaka popülasyonu ile obez çocuklarda serum magnezyum düzeyinin metabolik (lipid profili, glukoz, insülin, insülin direnç indeksi) ve antropometrik parametreler [Vücut kitle indeksi (VKİ), VKİ standart deviasyon skoru (SDS)] ile olan ilişkisini ortaya koymayı amaçladık.

## Gereç ve Yöntem

Çalışmaya, Keçiören Eğitim ve Araştırma hastanesine kilo artışı şikayeti ile başvuran VKİ persentili 2000 CDC (Centers for Disease Control and Prevention) verilerine göre 95 p üzerinde olan obez çocuklar alındı (14). Yaş ve cinsiyet açısından obez gruba benzeyen VKİ persentili <85 p olanlar sağlıklı çocuklar kontrol grubuna alındı. VKİ standart deviasyon skorunun (SDS) hesaplanmasında sağlıklı Türk çocuklarının verileri kullanıldı (15).

Hastalar çalışmaya kabul edilmeden önce ayrıntılı olarak fizik muayeneleri ve olası bir endokrin patoloji açısından laboratuvar tetkikleri (tiroid fonksiyon testleri, kortizol v.s) yapıldı. Obeziteye neden olabilecek herhangi bir kronik hastalığı (kardiyovasküler, gastrointestinal, solunumsal v.s), ilaç kullanım öyküsü olan (steroid, antipsikotik, v.s), endokrin patolojisi (Cushing sendromu, hipotiroidizm v.s) saptanan ve sendromik kaynaklı (Prader Willi, Laurence-Moon Biedl sendromu v.s) obezite düşünülen vakalar çalışma dışı bırakıldı.

Açlık kan örnekleri hastaların en az 12 saatlik açlık durumundan sonra venöz damardan alındı. Açlık serum glukoz düzeyi otomatik analizörde enzimatik yöntem (Lot No: D426, Konelab) ile ölçüldü (Konelab 60I, Thermo Scientific, Finland). Açlık insülin düzeyi immunoluminometrik (ILMA) yöntem ile ölçüldü (DiaSorin). Total kolesterol (Lot No. B540, Konelab) ve trigliserid (Lot No. C186, Konelab) düzeyleri enzimatik kalorimetrik yöntem ile ölçüldü. Düşük dansiteli lipoprotein (LDL) (lot no. C435, Konelab), yüksek dansiteli lipoprotein (HDL) (lot no. C136, Konelab) ve serum magnezyum düzeyleri (Normal: 0,69-0,94 mmol/L) homojen enzimatik kalorimetrik yöntem ile ölçüldü. Dislipidemi için sağlıklı çocuklar için tanımlanmış >95 persentil değerleri, bozulmuş açlık glukoz için uluslararası tanımlanmış kriterler kullanıldı (16,17).

İnsülin direncini değerlendirmek amacıyla "Homeostasis model assessment" (HOMA) indeks kullanıldı. İnsülin direnci için prepubertal ve pubertal dönemler için farklı "cut-off" değerler alındı (Prepubertal HOMA-IR >2,5 ve pubertal HOMA-IR >4) (18).

Pubertal gelişim bulguları Tanner evresine göre değerlendirildi. Erkeklerde testis hacmi  $\geq 4$  ml, kızlarda meme gelişiminin Tanner'a göre evre 2 ve üzeri olması pubertal gelişim bulgusu olarak değerlendirildi.

Boy 0,1 cm ölçme hassasiyetine sahip Harpender stadiometresi ile kilo 0,1 kg ölçme hassasiyetine sahip SECA tartısı ile ölçüldü. Hastaların kiloları, iç çamaşırları hariç, bütün elbiseleri çıkartıldıktan sonra değerlendirildi. Elde edilen verilerden çocukların vücut kitle indeksi [ağırlık (kg)/boy<sup>2</sup> (m)] değerleri hesaplandı.

#### İstatistiksel Analiz

İstatistiksel analiz SPSS 16.0.1 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) programı kullanılarak hesaplandı (Tüm veriler ortalama $\pm$ SD olarak verildi). Verilerin homojen dağılımı Kolmogorov-Smirnov testi kullanılarak değerlendirildi. Grupların karşılaştırılmasında (obez ve kontrol, insülin direnci olan ve olmayan) Student T testi kullanıldı. Bağımsız parametrelerin birbiri ile olan ilişkisinin değerlendirilmesinde Pearson korelasyon analizi kullanıldı. Grupların karşılaştırılmasında elde edilen p değerinin <0,05 olması istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

Bu çalışmaya, Helsinki kılavuz kurallarına uygun olarak Keçiören Eğitim ve Araştırma Hastanesi yerel etik kurulundan izin alındıktan sonra başlandı. Çalışmaya katılan her bir hastanın ebeveyninden çalışmaya katılmadan önce onam formu alındı.

## Bulgular

Çalışmaya toplam 80 obez (ortalama yaş: 10,2 $\pm$ 2,7 yıl; 40 erkek) ve 60 sağlıklı (10,9 $\pm$ 2,6, 30 erkek) çocuk alındı. Obez grubun verileri kontrol grup ile karşılaştırıldığında, serum magnezyum düzeyi, insülin, HOMA-IR, total kolesterol, trigliserid ve HDL kolesterol düzeyleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanırken (p<0,05), LDL kolesterol, glukoz düzeyleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı (p>0,05). Obez ve kontrol grubunun antropometrik ve laboratuvar parametreleri Tablo 1'de özetlenmiştir. Obez grupta iki vaka serum magnezyum düzeyi normal sınırın altında saptanırken, kontrol grubundaki vakaların magnezyum düzeyleri normal aralıkta saptanmıştır. Vakalar insülin direncine göre değerlendirildiğinde, insülin direnci saptanan (38 vaka) ve saptanmayan (42 vaka) obez grupta, serum magnezyum düzeyleri açısından istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı (sırasıyla, 0,76 $\pm$ 0,06 mmol/L, 0,77 $\pm$ 0,10 mmol/L, p=0,475).

Obez grupta serum magnezyum düzeyinin yalnız VKİ-SDS ile anlamlı ters korelasyon gösterirken (p>0,05), VKİ, total kolesterol, trigliserid, HDL, LDL kolesterol, açlık glukoz ve insülin parametreler ile anlamlı korelasyon göstermediği saptanmıştır (p>0,05) (Tablo 2). Serum magnezyum ve VKİ düzeyi arasındaki grafiksel ilişki Şekil 1'de verilmiştir. Kontrol grubunda ise serum magnezyum düzeyinin laboratuvar ve antropometrik parametreler ile korelasyon göstermediği saptanmıştır (p>0,05).

**Tablo 1. Obez ve kontrol grubundaki hastaların antropometrik ve laboratuvar parametrelerinin karşılaştırmalı sonuçları**

	Obez grup (n=80)	Kontrol grup (n=60)	p*
Yaş (yıl)	10,26 $\pm$ 2,64	10,69 $\pm$ 2,51	0,334
VKİ (kg/m <sup>2</sup> )	27,69 $\pm$ 4,03	17,63 $\pm$ 2,34	0,001
VKİ SDS	2,22 $\pm$ 0,39	0,01 $\pm$ 0,84	0,001
Magnezyum (mmol/L)	0,77 $\pm$ 0,09	0,81 $\pm$ 0,07	0,001
Total kolesterol (mg/dL)	162,07 $\pm$ 27,87	152,7 $\pm$ 26,84	0,047
Trigliserid (mg/dL)	133,38 $\pm$ 58,02	89,81 $\pm$ 51,33	0,001
HDL (mg/dL)	43,72 $\pm$ 10,25	56,76 $\pm$ 18,11	0,001
LDL (mg/dL)	92,76 $\pm$ 24,54	85,65 $\pm$ 18,43	0,062
Glukoz (mg/dL)	89,31 $\pm$ 6,94	90,85 $\pm$ 7,85	0,223
İnsülin (IU/mL)	16,48 $\pm$ 9,79	8,88 $\pm$ 5,15	0,001
HOMA-IR	3,69 $\pm$ 2,31	1,96 $\pm$ 1,14	0,001

\*Student T testi, Veriler ortalama $\pm$ SD olarak verilmiştir

## Tartışma

Literatürde serum magnezyum düzeyinin erişkin obez ve metabolik sendromlu vakalarda sağlıklı vakalara göre düşük ve bunun da metabolik bozukluklarla ilişkili olduğu bildirilmektedir (8,12,19). Çocukluk yaş grubunda serum magnezyum düzeyinin metabolik ve antropometrik parametrelerle ilişkisini inceleyen sınırlı sayıda çalışmalar mevcuttur. Bu çalışmalarda, obez çocuklarda hücre içi ve serum magnezyum düzeyinin düşük olduğu rapor edilmiştir (11,20,21). Diyabetik olmayan 24 obez çocuğun 24 sağlıklı kontrol grubu ile değerlendirildiği çalışmada serum magnezyum düzeyinin kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı düşük olduğu saptanmıştır (sırasıyla,  $0,748 \pm 0,015$  mmol/L &  $0,801 \pm 0,012$  mmol/L,  $p=0,009$ ). Yakıncı ve ark. da çocukluk yaş grubu obez çocuklarda yaptıkları çalışmada serum magnezyum düzeyini obez vakalarda (41 vaka) kontrol grubuna göre (41 vaka) düşük saptamışlardır (sırasıyla,  $1,78 \pm 0,03$  mg/dL &  $2,14 \pm 0,04$  mg/dL,  $p<0,01$ ) (21). Bu çalışmamızda da obez çocuklarda serum magnezyum düzeyi kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı düşük saptanmıştır. Ancak kontrol grubuna göre fark saptanmasına karşın obez grupta 2 olgu dışında serum magnezyum düzeyleri normal aralıkta saptanmıştır. Düşük serum magnezyum düzeyinin obez vakalarda kronik sistemik sublinik inflamasyon ile ilişkili olduğu öne sürülmektedir (22). Bu bulgu, obez vakalarda nutrisyonel parametrelerde magnezyum alımına da dikkat edilmesi gerekliliğini desteklemektedir.

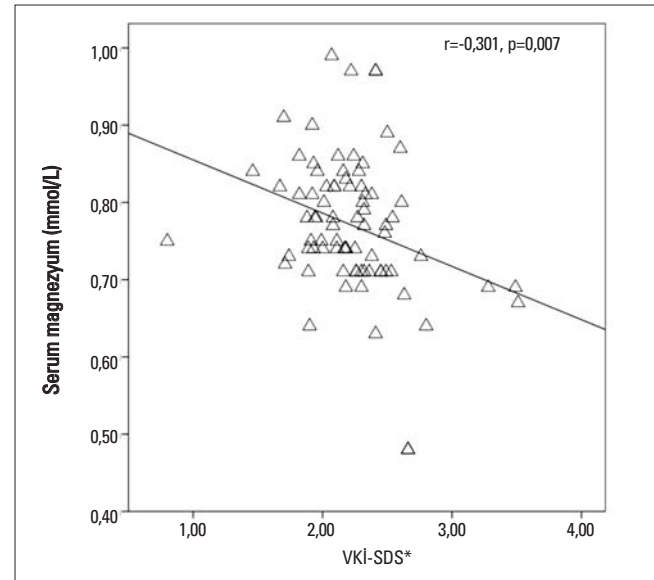
Serum magnezyum düzeyi enerji metabolizmasındaki enzimatik reaksiyonlarda ve hücre membranında glukoz transportunda önemli rol oynamaktadır (6,23). Bunun yanı sıra insülin sentezinde, sekresyonunda ve etkisinin gösterilmesinde de önemli rolleri mevcuttur (6,23). Eriş-

kin çalışmalarında, hücre içi magnezyum düşüklüğünün insülinin hücre içi aktivitesinde azalmaya neden olduğu ve tip 2 diyabet ile ilişkisi olduğu gösterilmiştir (6,12,13,24). Serum magnezyum düzeyi insülin etkisinin başlamasında ikincil mesaj görevi üstlenmektedir (24). Serum magnezyum ve insülin arasındaki ilişki gerçekte iki yönlüdür. Hücre içi magnezyum dengesinin sağlanmasında insülinin önemli etkisi olduğu gibi, hücre içi magnezyum düzeyindeki düşüş de insülinin etkisinin azalmasına neden olmaktadır (24). Birçok erişkin çalışmada da düşük serum magnezyum ve hücre içi magnezyum düzeylerinin insülin direnci, bozulmuş glukoz toleransı ve azalmış insülin sekresyonu ile olan ilişkisi gösterilmiştir (19,25-27). İnsülin direnci saptanan erişkin vaka grubunda insülin direnci saptanmayan vaka grubuna göre serum magnezyum düzeyinin düşük olduğu saptanmıştır (19). Kronik hipomagnezemili vakalara magnezyum tedavisi ile beta hücre fonksiyonlarında ve insülin etkisinde düzelme olduğu gözlemlenmiştir (24). Çocukluk yaş döneminde yapılan bir çalışmada serum magnezyum düzeyi ile açlık insülin ( $r=-0,43$ ,  $p=0,002$ ) ve insülin duyarlılık indeksi (QUICK) ( $r=0,43$ ,  $p=0,002$ ) ile istatistiksel olarak anlamlı korelasyon saptanmıştır (12). Aynı çalışmada düşük serum magnezyum düzeyi ve tip 2 diyabet ilişkisi vurgulanmış ve diyabet gelişiminin önlenmesi için obez çocuklarda diyetle alınması gereken magnezyum alımına dikkat çekilmiştir. Başka bir erişkin çalışmada diyetle alınan magnezyum düzeyi ile oral glukoz tolerans testindeki toplam insülin düzeyi arasında ters ilişki sap-

**Tablo 2. Obez grupta serum magnezyum düzeyinin antropometrik ve laboratuvar parametreleri ile olan ilişkisi**

	r	p*
VKI SDS	-0,301	0,007
VKI (kg/m <sup>2</sup> )	-0,093	0,411
Total Kolesterol (mg/dL)	0,086	0,446
Trigliserid (mg/dL)	-0,081	0,475
HDL (mg/dL)	0,167	0,140
LDL(mg/dL)	0,090	0,428
Glukoz (mg/dL)	-0,082	0,468
İnsülin (IU/mL)	-0,022	0,849
HOMA-IR	-0,027	0,810

\*Pearson korelasyon analizi (Bivariate)



**Şekil 1. Vücut kitle indeksi-standart deviasyon skoru**

\* Serum magnezyum ve VKI-SDS arasındaki ilişki

tanmıştır ( $r=-0,13$ ,  $p<0,05$ ) (28). Bu çalışmamızda obez vaka grubunda serum magnezyum düzeyi kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı düşük saptanmasına karşın literatürdeki bilgilerin aksine açlık insülin ( $r=-0,022$ ,  $p=0,849$ ) ve HOMA-IR ( $r=-0,027$ ,  $p=0,810$ ) ile anlamlı korelasyon saptanmamıştır.

Literatürde serum magnezyum düzeyi ve VKİ arasında yakın ilişki olduğu bildirilmektedir. Vaka sayısının az olduğu çocukluk yaş grubu obez çocuklarda yapılan bir çalışmada serum magnezyum düzeyinin VKİ ( $r=-0,44$ ,  $p=0,002$ ) ve VKİ-SDS ( $r=-0,42$ ,  $p=0,003$ ) ile anlamlı ters ilişkisi olduğu gösterilmiştir (11). Bu çalışmamızda obez grupta VKİ ile serum magnezyum düzeyi arasında anlamlı korelasyon saptanmaz iken, VKİ-SDS değeri ile anlamlı korelasyon saptanmıştır.

Obezite, ateroskleroz gelişimi açısından bir risk faktörü olduğu için serum magnezyum ve lipid düzeyleri arasındaki ilişkisi önem kazanmaktadır. Deneysel hayvan çalışmasında yetersiz magnezyum alımının aterosklerotik plak gelişimine ve intima media tabakasında kalınlaşmaya neden olduğu gösterilmiştir (29). Magnezyumun yeterli alınmasının, aterosklerotik plak gelişimini damar duvarında lipid birikimini inhibe ederek önlediği öne sürülmektedir (30). Aterojenik serum lipid düzeyleri ile serum magnezyum düzeyleri arasında anlamlı ters ilişki metabolik sendromlu ve diyabetik vakalarda gösterilmiştir. Erişkin çalışmasında da magnezyumdan zengin diyet ile beslenen vaka grubunda total kolesterol, trigliserid ve LDL kolesterol düzeylerinde 6 haftalık tedavi sonrasında anlamlı düşüş gözlenerek magnezyum ve lipid ilişkisi vurgulanmıştır. Başka bir erişkin çalışmasında da 12 hafta boyunca magnezyumdan zengin diyet ile beslenen grupta total kolesterol düzeyinde %10,7, trigliserid düzeyinde %10,1, LDL kolesterol düzeyinde %10,5 düşüş gözlenmiştir (31). Bu çalışmamızda obez çocuk grubunda serum magnezyum düzeyi ile lipid düzeyleri arasında anlamlı korelasyon gözlenmemiştir.

Literatürde, obez çocuklarda düşük saptanan magnezyum düzeyi diyet ile ilişkilendirilmiş ve tip 2 diyabet gelişiminin önlenmesi için obez hastalara magnezyum desteğinin yapılması önerilmiştir (11). Ancak, bu çalışmamızda vakaların diyetle günlük tükettikleri magnezyum miktarları ölçülmemiştir. Bu bulgu çalışmamızın en önemli dezavantajını oluşturmaktadır.

Bu çalışma literatürde veriler ile benzer şekilde obez çocuklarda serum magnezyum düzeyinin sağlıklı çocuklara göre düşük olduğunu ve VKİ-SDS ile anlamlı korelasyonunu desteklemektedir. Ancak bu çalışmada serum magnezyum düzeyi ile insülin direnci ve lipid profilleri arasın-

da anlamlı korelasyon gösterilememiştir. Sonuç olarak, obez çocuklarda serum magnezyum düzeyi ile bu metabolik parametreler arasında anlamlı ilişki saptanmamış olmasına karşın kontrol grubuna göre düşük saptanan serum magnezyum düzeyleri nedeniyle obez vakalar serum magnezyum düzeyi açısından izlenmeli ve obez çocuklara olası obezite ile ilişkili komplikasyonların (insülin direnci, ateroskleroz vs) önlenmesi açısından magnezyumdan zengin beslenme önerilerinde bulunulmalıdır.

## Kaynaklar

1. Çoban E, Yılmaz A, Sarı R. The effect of weight loss on the mean platelet volume in obese patients. *Platelets* 2007;18:212-6.
2. Ebbeling CB, Pawlak DB, Ludwig DS. Childhood obesity: public-health crisis, common sense cure. *Lancet* 2002;360:473-82.
3. Spiotta RT, Luma GB. Evaluating obesity and cardiovascular risk factors in children and adolescents. *Am Fam Physician* 2008;78:1052-8.
4. Haslam DW, James WP. Obesity. *Lancet* 2005;366:1197-209.
5. Paolisso G, Barbagallo M. Hypertension, diabetes mellitus, and insulin resistance: the role of intracellular magnesium. *Am J Hypertens* 1997;10:346-55.
6. Takaya J, Higashino H, Kobayashi Y. Intracellular magnesium and insulin resistance. *Magnes Res* 2004;17:126-36.
7. Elin RJ. Magnesium metabolism in health and disease. *Dis Mon* 1988;34:161-218.
8. Guerrero-Romero F, Rodriguez-Moran M. Low serum magnesium levels and metabolic syndrome. *Acta Diabetol* 2002;39:209-13.
9. Tosiello L. Hypomagnesemia and diabetes mellitus. A review of clinical implications. *Arch Intern Med* 1996; 156:1143-8.
10. Sales CH, Pedrosa LF. Magnesium and diabetes mellitus: their relation. *Clin Nutr* 2006;25:554-62.
11. Huerta MG, Roemmich JN, Kington ML, Bovbjerg VE, Weltman AL, Holmes VF et al. Magnesium deficiency is associated with insulin resistance in obese children. *Diabetes Care* 2005;28:1175-81.
12. Lima ML, Cruz T, Rodrigues LE, Bomfim O, Melo J, Correia R et al. Serum and intracellular magnesium deficiency in patients with metabolic syndrome-evidences for its relation to insulin resistance. *Diabetes Res Clin Pract* 2009;83:257-62.
13. Nadler JL, Buchanan T, Natarajan R, Antonipillai I, Bergman R, Rude R. Magnesium deficiency produces insulin resistance and increased thromboxane synthesis. *Hypertension* 1993;21:1024-9.
14. National Center for Health Statistics-CDC Growth Charts: UnitedStates, 2002 [article online]. Available from <http://www.cdc.gov/nchs/about/major/nhanes/growth-charts/datafiles.htm>.
15. Bundak R, Furman A, Gunoz H, Darendeliler F, Bas F, Neyzi O. Body mass index references for Turkish children. *Acta Paediatr* 2006;95:194-8.

16. American Academy of Pediatrics. National Cholesterol Education Program: Report of the Expert Panel on Blood Cholesterol Levels in Children and Adolescents Pediatrics 1992;89: 525-84.
17. Genuth S, Alberti KG, Bennett P, Buse J, Defronzo R, Kahn R, et al. Follow-up report on the diagnosis of diabetes mellitus. Diabetes Care 2003;26:3160-7.
18. Valerio G, Licenziati MR, Iannuzzi A, Franzese A, Siani P, Riccardi G et al. Insulin resistance and impaired glucose tolerance in obese children and adolescents from Southern Italy. Nutr Metab Cardiovasc Dis 2006;16:279-84.
19. Rodriguez-Hernandez H, Gonzalez JL, Rodriguez-Moran M, Guerrero-Romero F. Hypomagnesemia, insulin resistance, and non-alcoholic steatohepatitis in obese subjects. Arch Med Res 2005;36:362-6.
20. Takaya J, Higashino H, Kotera F, Kobayashi Y. Intracellular magnesium of platelets in children with diabetes and obesity. Metabolism 2003;52:468-71.
21. Yakinci C, Pac A, Kucukbay FZ, Tayfun M, Gul A. Serum zinc, copper, and magnesium levels in obese children. Acta Paediatr Jpn 1997;39:339-41.
22. Guerrero-Romero F, Rodriguez-Moran M. Relationship between serum magnesium levels and C-reactive protein concentration, in non-diabetic, non-hypertensive obese subjects. Int J Obes Relat Metab Disord 2002;26:469-74.
23. Chaudhary DP, Sharma R, Bansal DD. Implications of Magnesium Deficiency in Type 2 Diabetes: A Review. Biol Trace Elem Res 2009.
24. Paolisso G, Scheen A, D'Onofrio F, Lefebvre P. Magnesium and glucose homeostasis. Diabetologia 1990;33:511-4.
25. Rosolova H, Mayer O, Jr., Reaven GM. Insulin-mediated glucose disposal is decreased in normal subjects with relatively low plasma magnesium concentrations. Metabolism 2000;49:418-20.
26. Rosolova H, Mayer O, Jr Reaven G. Effect of variations in plasma magnesium concentration on resistance to insulin-mediated glucose disposal in nondiabetic subjects. J Clin Endocrinol Metab 1997;82:3783-5.
27. Alzaid AA, Dinneen SF, Moyer TP, Rizza RA. Effects of insulin on plasma magnesium in noninsulin-dependent diabetes mellitus: evidence for insulin resistance. J Clin Endocrinol Metab 1995;80:1376-81.
28. Humphries S, Kushner H, Falkner B. Low dietary magnesium is associated with insulin resistance in a sample of young, nondiabetic Black Americans. Am J Hypertens 1999;12:747-56.
29. King JL, Miller RJ, Blue JP Jr, O'Brien WD Jr, Erdman JW Jr. Inadequate dietary magnesium intake increases atherosclerotic plaque development in rabbits. Nutr Res 2009;29:343-9.
30. Ouchi Y, Tabata RE, Stergiopoulos K, Sato F, Hattori A, Orimo H. Effect of dietary magnesium on development of atherosclerosis in cholesterol-fed rabbits. Arteriosclerosis 1990;10:732-7.
31. Singh RB, Rastogi SS, Sharma VK, Saharia RB, Kulshretha SK. Can dietary magnesium modulate lipoprotein metabolism? Magnes Trace Elem 1990;9:255-64.