

Tip 2 Diyabetli Bireylerde Serum D Vitamini, Kalsiyum ve Magnezyum Düzeylerinin Beslenme Durumu ile İlişkisinin Belirlenmesi

An Investigation of the Relationship between Nutritional Status and Serum D Vitamin, Calcium and Magnesium Levels in Patients with Type 2 Diabetes

Özlem Özpak Akkuş¹, Mendane Saka²

Geliş tarihi/Received: 25.08.2020 • Kabul tarihi/Accepted: 28.12.2020

ÖZET

Amaç: Bu çalışmada, tip 2 diyabetli bireylerde serum D vitamini, kalsiyum ve magnezyum düzeyleri ile beslenme durumu arasındaki ilişkinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Bireyler ve Yöntem: Çalışma, Hakkari Devlet Hastanesi Dahiliye polikliniğinde takip edilen, 25-45 yaş arası, 51 tip 2 diyabetli ve 51 sağlıklı bireyle yürütülmüştür. Bireylerin demografik özellikleri araştırmacılar tarafından hazırlanan anket ile sorgulanmıştır. Diyetle magnezyum ve kalsiyum alım miktarları 24 saatlik besin tüketim sıklığı anketi ile elde edilmiştir. Bireylerin antropometrik ölçümleri (vücut ağırlığı, boy uzunluğu, bel çevresi) alınmış ve serum D vitamini, iyonize kalsiyum ve magnezyum düzeyleri analiz edilmiştir. D vitamininin esas kaynağı güneş ışınları olduğu için çalışma aynı mevsim içerisinde yapılmıştır.

Bulgular: Çalışmaya 48 erkek (28 tip 2 diyabetli) ve 54 kadın (23 tip 2 diyabetli) birey katılmıştır. Tip 2 diyabetli ve sağlıklı erkek bireylerin günlük kalsiyum alımlarının sırasıyla %10.7, %45.0'inin <1000 mg olduğu saptanmıştır (p<0.05). Tip 2 diyabetli (%84.3) ve sağlıklı bireylerin (%86.7) serum D vitamini düzeyinin çoğunlukla eksiklik düzeyinde olduğu (p>0.05); iyonize kalsiyum (sırasıyla %82.3, %84.3) (p>0.05) ve magnezyum (sırasıyla %82.3, %64.7) (p<0.05) düzeylerinin ise normal sınırlarda olduğu saptanmıştır. Tip 2 diyabetli bireylerin beden kütle indeksi (BKİ) değeri 25-29.9 kg/m² arasında olanların ve tip 2 diyabetli kadınların bel çevresi ≥88 cm olanların serum D vitamini düzeyleri sağlıklı bireylerden daha düşüktür (sırasıyla p=0.002; p=0.009). Sağlıklı bireylerin magnezyum alımı ile vücut ağırlığı (r=0.353) ve BKİ değerleri (r=0.282) arasında pozitif anlamlı ilişki saptanmıştır.

Sonuç: Tip 2 diyabetli bireylerin serum D vitamini, kalsiyum ve magnezyum düzeylerinin düşük olduğu, yüksek BKİ ve bel çevresi değerlerinin hem tip 2 diyabetle hem de düşük serum D vitamini düzeyleri ile ilişkili olduğu gözlenmiştir.

Anahtar kelimeler: D vitamini, kalsiyum, magnezyum, obezite, tip 2 diyabet

ABSTRACT

Aim: To investigate the relationship between nutritional status and serum vitamin D, calcium, and magnesium levels in healthy individuals and patients with type-2 diabetes.

1. **İletişim/Correspondence:** Toros Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Mersin, Türkiye
E-posta: dytozlemozpak@hotmail.com • <https://orcid.org/0000-0002-1471-8000>

2. Başkent Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Ankara, Türkiye • <https://orcid.org/0000-0002-5516-426X>

Subjects and Method: The study was conducted with fifty-one 25-45-year-old diabetic patients and 51 healthy individuals admitted to the Internal Medicine outpatient clinic of Hakkari State Hospital. The demographic characteristics of the individuals were interviewed with a questionnaire prepared by the researchers. Dietary magnesium and calcium intakes were obtained via a 24-hour food frequency questionnaire. Anthropometric measurements (body weight, height, waist circumference) were taken, and serum vitamin D, ionized calcium, and magnesium levels were analyzed. Since the main source of vitamin D is sunlight, the study was conducted in a single season.

Results: Forty-eight men (type-2 diabetic:28) and 54 women (type-2 diabetic:23) participated in the study. Male patients' and healthy subjects' daily calcium intake (10.7%, 45.0%, respectively) was <1000 mg ($p<0.05$). Serum vitamin D levels of the patients (84.3%) and healthy individuals (86.7%) were mostly at the deficiency level ($p>0.05$). Their ionized calcium (82.3%, 84.3%, respectively) ($p>0.05$) and magnesium (82.3%, 64.7%, respectively) ($p<0.05$) levels were found to be within normal limits. Serum vitamin D levels of the patients with a BMI range of 25-29.9 kg/m² and female patients with a waist circumference ≥ 88 cm were lower than those of healthy individuals ($p=0.002$; $p=0.009$, respectively). A positive significant relationship was found between the magnesium intake of healthy individuals and body weight ($r=0.353$) and BMI values ($r=0.282$).

Conclusion: It was observed that serum vitamin D, calcium, and magnesium levels of type 2 diabetic patients were low and BMI and waist circumference values were high, which are indicators of obesity, and they are associated with both type 2 diabetes and low serum vitamin D levels.

Keywords: Vitamin D, calcium, magnesium, obesity, type 2 diabetes

GİRİŞ

Dünya Sağlık Örgütü'nün (WHO) verilerine göre tüm dünyada 2000 yılında 171 milyon diyabetli birey sayısının 2030 yılında 366 milyon diyabetli bireye ulaşacağı öngörülmektedir (1). Türkiye'de ise 2000 yılındaki 2.92 milyon diyabetli birey sayısının 2030 yıllarında 6.42 milyona ulaşacağı tahmin edilmektedir (2).

Obezite, insülin direnci ile arasında güçlü bir bağ olmasından dolayı, tip 2 diyabet ile de yakından ilişkilidir (3). Özellikle vücut yağının karın bölgesi çevresinde toplanması olarak tanımlanan, bel çevresinde artışa neden olan santral tipte obezite, tip 2 diyabet gelişme riskini artırmaktadır (4,5). Yapılan bir çalışmada, tip 2 diyabetli ve sağlıklı obez kadınların beden kütle indeksi (BKİ) ve bel çevresi ölçümleri değerlendirilmiş; BKİ değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmazken, sağlıklı kadınların ortalama bel çevresinin tip 2 diyabetli gruba göre anlamlı düzeyde daha düşük olduğu belirtilmiştir (6).

Tip 2 diyabetin gelişmesinde etkili diğer bir faktör beslenme alışkanlığı olup, yüksek enerji ve doymuş yağ, düşük posa içeren diyetlerin ve düzensiz öğün

tüketiminin bu riski arttırdığı bildirilmektedir (7) Son yıllarda yapılan çalışmalar ayrıca serum D vitamini, kalsiyum ve magnezyum düzeylerinin insülin direnci ve tip 2 diyabetteki önemini vurgulamaktadır (8,9).

D vitamini yetersizliğinin kemik mineralizasyonu ve metabolik fonksiyonlar ile ilişkisinin yanı sıra diyabetojenik bir faktör olabileceği de belirtilmektedir. D vitamini, β hücre fonksiyonunu iyileştirerek, hedef hücrelerde insülin duyarlılığını artırarak ve sistemik inflamasyon üzerindeki olumlu etkileri yoluyla doğrudan (10), hücre dışı kalsiyumu düzenleyerek ve sitozolik kalsiyum dengesini sağlayarak dolaylı yoldan insülin düzeyi üzerinde olumlu etkiler gösterebilmektedir (9). Serum D vitamini ve tip 2 diyabet arasındaki ilişkinin 6 yıl süre ile izlendiği bir çalışmada artan serum D vitamini düzeylerinin, azalan insülin direnci ve tip 2 diyabet prevalansı ile ilişkili olduğu tespit edilmiştir (11). Bu çalışmanın aksine Yeni Zelanda'da obez bireylerle yapılan bir çalışmada ise serum D vitamini düzeyleri ile diyabet parametreleri arasında bir ilişki saptanmadığı bildirilmiştir (12).

Tip 2 diyabet için en önemli risk faktörü olan obezite sıklıkla D vitamini eksikliği ile birlikte görülmektedir. Obezitede artan adipoz doku, depolanan D vitamini miktarını artırarak D vitamininin aktif hale dönüşmesini engellemekte ve bu durumda da adipozitlerde intrasellüler kalsiyum artışına bağlı olarak lipogenezin uyarılmasıyla vücut ağırlık artışına neden olmaktadır (13). Mekanizması tam olarak kesinleşmemekle birlikte intrasellüler kalsiyum düzeylerinin uzun dönemde yüksek olmasının adipoz dokunun insülin kullanımını ve reseptör aktivitesini azaltarak tip 2 diyabet gelişimine neden olabileceği belirtilmektedir (11). Yapılan çalışmalar da D vitamini ve kalsiyum eksikliği ile glukoz intoleransı ve insülin yetersizliği arasında pozitif korelasyon olduğunu göstermektedir (13,14).

Magnezyum eksikliğinin tip 2 diyabet ve obezite ile ilişkisi, magnezyumun insülin reseptörlerinin ve karbonhidrat metabolizmasındaki enzimlerin fosforilasyonunda önemli bir kofaktör olması nedeniyle, ikinci olarak da düşük serum veya eritrosit magnezyum düzeylerinin hormon reseptör afinitesini azaltarak ya da membran mikro viskozitesini artırarak insülin ile reseptörü arasındaki etkileşimi değiştirebilmesi nedeniyle açıklanmaktadır (15). Yapılan çalışmalarda tip 2 diyabetli bireylerin magnezyum eksikliğine sahip olduğu ve bu eksikliğin glisemik kontrol ve metabolik kontrol parametrelerini olumsuz yönde etkilediği belirtilmiştir (16,17).

Diyabetik hastalarda ozmotik değişkenlik, asit-baz dengesizlikleri, kullanılan ilaçlar, insülin yetersizliği, böbrekfonksiyonbozukluğuvegastrointestinalemilim kapasitesinde azalma (hipokalemi, hipomagnesemi, hiperkalemi, hipernatremi vb.) elektrolit bozukluklarına neden olmaktadır. İntrasellüler ve ekstrasellüler elektrolit bozukluklarının diyabet süresi ve komplikasyonları ile ilgili olduğu görüşü de kabul edilmektedir (18).

Bu çalışma, tip 2 diyabetli bireylerle sağlıklı bireylerin serum D vitamini, kalsiyum ve magnezyum düzeyleri ile beslenme durumları arasındaki ilişkinin değerlendirilmesi amacıyla planlanmış ve yürütülmüştür.

BİREYLER VE YÖNTEM

Araştırmanın Yeri, Zamanı ve Örneklem Seçimi

Bu çalışma, Şubat-Mart 2014 tarihleri arasında Hakkari Devlet Hastanesi Dahiliye polikliniğinde takip edilen, diyabet yaşı 5 yıl ve daha az olan, kan glukoz regülasyonları insülin ve oral antidiyabetik ilaçlarla sağlanan, 25-45 yaş arası 51 tip 2 diyabetli ve 51 sağlıklı (kontrol) kadın ve erkek birey üzerinde yürütülmüştür. Kontrol grubundaki bireylerin çalışma grubu ile aynı yaş aralığında olmasına ve herhangi bir kronik hastalığı olmamasına dikkat edilmiştir. Ayrıca hem çalışma hem de kontrol grubu için vitamin-mineral desteği kullananlar ile menopoza girmiş olan kadınlar çalışma dışı bırakılmıştır. Bu çalışma için, Başkent Üniversitesi Tıp ve Sağlık Bilimleri Araştırma Kurulu tarafından KA14/02 no'lu ve 07.02.2014 tarihli 'Etik Kurul Onayı' ve ayrıca bireylerden çalışmaya gönüllü katıldıklarına dair yazılı gönüllü onam formu alınmıştır.

Araştırmanın Genel Planı

Bireylerin genel özelliklerini saptamak amacıyla araştırmacılar tarafından hazırlanan 30 sorudan oluşan bir anket formu bireylerle yüz yüze görüşme yöntemi ile uygulanmıştır. Anket formu; sosyo-demografik özellikler, antropometrik ölçümler ve beslenme alışkanlıklarına ilişkin bilgileri içermektedir.

Bireylerin vücut ağırlıkları hassas tartı ile boy uzunlukları ise esnemeyen mezür ile yöntemine uygun olarak ölçülmüştür. Bireylerin beden kütle indeksi (BKİ) değeri, vücut ağırlığı ve boy uzunlukları kullanılarak $BKİ (kg/m^2) = \frac{Vücut\ ağırlığı\ (kg)}{Boy\ uzunluğu\ (m)^2}$ formülü ile hesaplanmıştır. Elde edilen değer $<18.5\ kg/m^2$ ise zayıf; $18.5-24.9\ kg/m^2$ normal kilolu, $25.0-29.9\ kg/m^2$ ise fazla kilolu; $\geq 30.0\ kg/m^2$ obez olarak değerlendirilmiştir. Bireylerin bel çevresi ölçümleri alınırken kollarının iki yanda ve ayaklarının birleşik durumda olmasına dikkat edilerek, alt kaburga kemiği ile kristailiyak arası bulunup orta noktasından geçen çevre, esnek olmayan

mezür ile ölçülmüş ve kadınlar için (<80 normal; 80-87 artmış risk; ≥88 yüksek risk) erkekler için (<94 normal; 94-101 artmış risk; ≥102 yüksek risk) olarak değerlendirilmiştir (19).

Bireylerin kalsiyum ve magnezyum alımlarını saptamak amacıyla, besin tüketim sıklığı formu kullanılmıştır. Besin tüketim sıklığı alınırken, tüketilen besinlerin miktarları da sorgulanıp bir günlük besin tüketim miktarları hesaplanmıştır. Günlük diyetle alınan kalsiyum ve magnezyum, Türkiye için geliştirilen “Bilgisayar Destekli Beslenme Programı (BEBİS)” kullanılarak analiz edilmiştir (20). Hesaplanan besin öğeleri verileri yaşa ve cinsiyete göre önerilen Diyetle Referans Alım Düzeyi (DRI)’ne göre değerlendirilmiştir (21).

Bu çalışmada analiz edilmiş olan D vitamini, iyonize kalsiyum, magnezyum düzeyleri hastanede rutin olarak bakılan kan parametrelerindedir. Bu çalışmada serum D vitamini (eksiklik <10.0 ng/mL, yetersizlik 10.0-24.99 ng/mL, optimal doz 25.0-79.99 ng/mL, toksisite ≥80.0 ng/mL) (22), iyonize kalsiyum (düşük <1.1 mmol/L, normal 1.1-1.34 mmol/L, yüksek ≥1.35 mmol/L) (23) ve serum magnezyum (düşük <1.6 mg/dL, normal 1.6-2.5 mg/dL, yüksek ≥2.6 mg/dL) (24) düzeyleri için hastanenin de referans olarak kabul ettiği değerler kullanılmıştır. Bu parametrelerin analizi için akşam yemeğini takiben bir gecelik (10-12 saatlik) açlık sonrası sabah, hemşire tarafından alınan kan örnekleri, Hakkari Devlet Hastanesi Biyokimya Laboratuvarı’nda çalışılmıştır. D vitamini sıvı kromatografi-kütle spektrometresi/kütle spektrometresi (LC-MS/MS) yöntemi ile iyonize kalsiyum iyon selektif elektrod (ISE) yöntemi ile magnezyum kalmagit kompleko yöntemi ile çalışılmıştır.

D vitamininin esas kaynağı güneş ışınlarıdır. Coğrafi konum, kış mevsimi, hava kirliliği, kapalı giyim şekli gibi faktörler güneş ışığının deriye temasını azaltarak deride D vitamini sentezi azaltmaktadır (25). Bu nedenle serum D vitamini düzeylerinin mevsimsel değişikliklerden etkilenmemesi için çalışmaya dahil edilecek hasta ve kontrol grubu bireyler aynı mevsim (kış) içinde çalışmaya dahil edilmişlerdir.

Verilerin İstatistiksel Değerlendirmesi

Örneklem sayısını belirleme aşamasında istatistiksel güç analizi kullanılmıştır. Çalışmada Cohen’in geniş etki büyüklüğü üzerinden toplam 100 gözlem ile çalışıldığında %98.7 düzeyinde bir güç değerine ulaşılmaktadır.

Çalışmadan elde edilen verilerin değerlendirilmesi ve tabloların oluşturulması amacıyla SPSS 20 programı kullanılmıştır. Kategorik değişkenlerin (nitel değişkenler) sunumu için frekans ve yüzde değerler kullanılmış, değerlendirilmesinde ise ki-kare (X^2) testi kullanılmıştır. Nicel değişkenlerin karşılaştırılmasında sayısal ölçümlerin Shapiro-Wilk normallik testi ile normal dağılım koşulunu sağladıkları belirlenmiştir. İki grubun karşılaştırılmasında parametrik test koşullarının sağlandığı değişkenler için Student’s t testi kullanılmıştır, değişkenler arasındaki ilişki ise iki yönlü korelasyon testi (Pearson) ile araştırılmıştır. Bütün istatistiksel analizlerde önemlilik düzeyi olarak $p<0.05$ ve $p<0.01$ olarak kabul edilmiştir.

BULGULAR

Tablo 1’de tip 2 diyabetli erkek bireylerin %32.1’sinin fazla kilolu, %67.9’unun obez, tip 2 diyabetli kadın bireylerin ise %13.0’ünün fazla kilolu, %87.0’sinin obez olduğu belirlenmiştir. Cinsiyet ve gruplara göre BKİ değerlerinin dağılımları arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Tip 2 diyabetli kadın bireylerin tümünün bel çevresi ölçümleri ≥88 cm olduğu belirlenirken, sağlık kadın bireylerin %67.7’sinin bel çevresi ölçümlerinin ≥88 cm olduğu saptanmıştır. Ortalama bel çevresi değerinin tip 2 diyabetli kadınlarda sağlıklı kadınlara göre önemli düzeyde daha yüksek olduğu saptanmıştır ($p=0.005$).

Tip 2 diyabetli bireylerin serum D vitamini, iyonize kalsiyum ve serum magnezyum düzeyi ortalamalarının sağlıklı bireylere göre daha düşük olduğu saptanmıştır (Tablo 2, $p>0.05$). Serum D vitamini ve iyonize kalsiyum düzeylerinde tip 2 diyabet ve sağlıklı bireyler arasında farklılık saptanmaz iken ($p>0.05$), serum magnezyum düzeyleri normal aralıkta olanlar tip 2 diyabetli bireylerin oranı, sağlıklı bireylerden daha fazla bulunmuştur ($p<0.05$).

Tablo 1. Tip 2 diyabetli ve sağlıklı bireylerin genel özellikleri

	Tip 2 DM'li bireyler (n:51)				Sağlıklı bireyler (n:51)			
$\bar{X}\pm SS$	39.2±3.0				33.0±5.0			
	p:0.000**							
Cinsiyet	S		%		S		%	
Erkek	28		54.9		20		39.2	
Kadın	23		45.1		31		60.8	
	X²=2.519; p=0.113							
	Erkek		Kadın		Erkek		Kadın	
	S	%	S	%	S	%	S	%
BKİ (kg/m²)								
Zayıf (<18.5)	--	-	-	-	-	-	2	6.5
Normal (18.5-24.9)	-	-	-	-	8	40.0	9	29.0
Fazla kilolu (25.0-29.9)	9	32.1	3	13.0	8	40.0	9	29.0
Obez (≥30.0)	19	67.9	20	87.0	4	20.0	11	35.5
	Erkek X²=17.499; p=0.000*				Kadın X²=15.838; p=0.000*			
	S		%		S		%	
Erkek bel çevresi								
<94cm	1		3.6		2		10.0	
94 – 101 cm	-		-		3		15.0	
≥102 cm	27		96.4		15		75.0	
	X²=5.159; p=0.069							
	S		%		S		%	
Kadın bel çevresi								
<80 cm	-		-		8		25.8	
80 - 87 cm	-		-		2		6.5	
≥88 cm	23		100		21		67.7	
	X²=9.155; p=0.005*							

BKİ: Beden Kütle İndeksi, DM: Diabetes Mellitus

*p<0.05; **p<0.01

Tablo 3'de görüldüğü üzere, BKİ değeri 25.0-29.9 kg/m² arasında tip 2 diyabetli bireylerin ve bel çevresi ≥88 cm olan tip 2 diyabetli kadınların D vitamini düzeylerinin sağlıklı bireylere göre daha düşük olduğu saptanmıştır (p<0.05).

Tip 2 diyabetli erkek ve kadın bireylerin (sırasıyla %10.7, %34.8) ve sağlıklı erkek ve kadın bireylerin (sırasıyla %45.0, %12.9) günlük kalsiyum alımlarının <1000 mg olduğu görülmektedir. Sadece erkek bireyler arasındaki farklılığın istatistiksel açıdan önemli olduğu saptanmıştır (p<0.05, Tablo 4).

Tablo 5'te tip 2 diyabetli bireylerin kalsiyum alımı ve iyonize kalsiyum düzeyleri arasında pozitif yönlü zayıf

şiddetli, tip 2 diyabetli bireylerin magnezyum alımı ve serum D vitamini düzeyleri arasında ise pozitif yönlü zayıf bir ilişki olduğu saptanmıştır (p<0.05). Ayrıca sağlıklı bireylerin magnezyum alımı ile vücut ağırlığı ve BKİ değerleri arasında pozitif yönlü zayıf şiddetli bir ilişki olduğu bulunmuştur (p<0.05).

TARTIŞMA

Son yıllarda diyabetojenik faktör olarak gösterilen düşük D vitamini düzeyinin kan glukoz düzeyi, insülin direnci ve tip 2 diyabet ile arasında bir ilişki olduğu öne sürülmektedir (25). Tip 2 diyabetli 171 bireyin yaklaşık 10 yıl boyunca takip edildiği bir çalışmada,

Tablo 2. Tip 2 diyabetli ve sağlıklı bireylerin serum D vitamini, kalsiyum ve magnezyum düzeyleri

	Tip 2 DM'li bireyler (n:51)		Sağlıklı bireyler (n:51)		p
	$\bar{X}\pm SS$	Ortanca (Q1-Q3)	$\bar{X}\pm SS$	Ortanca (Q1-Q3)	
Serum D vitamini (ng/mL)					
Eksiklik <10.0	43	84.3	44	86.2	0.393
Yetersizlik 10.0-24.99	8	15.7	5	9.9	
Optimal düzey 25.0-79.99	-	-	2	3.9	
Toksosite ≥ 80.0	-	-	-	-	
$\bar{X}\pm SS$		6.9 \pm 3.5		7.1 \pm 5.2	0.554
İyonize kalsiyum (mmol/L)					
Düşük <1.1	9	17.6	7	13.7	0.321
Normal 1.1-1.34	42	82.4	41	80.4	
Yüksek ≥ 1.35	-	-	3	5.9	
$\bar{X}\pm SS$		1.1 \pm 0.1		1.1 \pm 0.2	0.421
Serum magnezyum (mg/dL)					
Düşük <1.6	9	17.6	18	35.3	0.043*
Normal 1.6-2.5	42	82.4	33	64.7	
Yüksek ≥ 2.6	-	-	-	-	
$\bar{X}\pm SS$		1.6 \pm 0.2		1.7 \pm 0.2	0.344

DM: Diabetes Mellitus

*p<0.05

Tablo 3. Bireylerin serum D vitamini, iyonize kalsiyum düzeylerine göre BKİ ve bel çevresi ölçümleri

	Serum D vitamini			İyonize Kalsiyum		
	Tip 2 DM'li bireyler (n:51)	Sağlıklı bireyler (n:51)	p	Tip 2 DM'li bireyler (n:51)	Sağlıklı bireyler (n:51)	p
	$\bar{X}\pm SS$	$\bar{X}\pm SS$		$\bar{X}\pm SS$	$\bar{X}\pm SS$	
BKİ (kg/m²)						
<18.5	-	6.3 \pm 1.2	-	-	9.6 \pm 0.3	-
18.5-24.9	-	8.3 \pm 4.7	-	-	9.1 \pm 2.1	-
25.0-29.9	5.6 \pm 2.5	12.3 \pm 6.2	0.002*	9.4 \pm 0.7	9.5 \pm 0.3	0.453
≥ 30.0	7.5 \pm 4.4	8.8 \pm 7.2	0.531	9.5 \pm 0.4	9.7 \pm 0.3	0.148
Bel çevresi (cm)						
Kadın						
80-88	-	7.2 \pm 0.0	-	-	9.9 \pm 0.0	-
≥ 88	5.5 \pm 2.3	9.3 \pm 6.9	0.009*	9.6 \pm 0.5	9.7 \pm 0.4	0.365
Erkek						
<94	11.6 \pm 6.1	11.6 \pm 5.6	0.998	9.7 \pm 0.2	9.5 \pm 0.4	0.204
94-102	9.5 \pm 0.0	15.6 \pm 0.0	-	9.3 \pm 0.0	9.5 \pm 0.0	-
≥ 102	6.8 \pm 3.5	9.9 \pm 5.1	0.053	9.4 \pm 0.6	9.1 \pm 2.2	0.546

BKİ: Beden Kütle İndeksi, DM: Diabetes Mellitus

*p<0.05

Tablo 4. Bireylerin kalsiyum ve magnezyum alımlarına göre dağılımı

Alım	Tip 2 DM'li bireyler (n:51)		Sağlıklı bireyler (n:51)		p
	S	%	S	%	
Kalsiyum					
Erkek					
<1000 mg	3	10.7	9	45.0	0.007*
≥1000 mg	25	89.3	11	55.0	
Kadın					
<1000 mg	8	34.8	4	12.9	0.056
≥1000 mg	15	65.2	27	87.1	
Magnezyum					
Erkek					
Yetersiz	1	3.6	2	13.3	0.563
Yeterli	27	96.4	18	86.7	
Kadın					
Yetersiz	-	-	-	-	-
Yeterli	23	100	31	100	

DM: Diabetes Mellitus

*p<0.01

Tablo 5. Bireylerin kalsiyum ve magnezyum alımı ile vücut ağırlığı, BKİ ölçümleri arasındaki ilişki

Değişkenler	Kalsiyum alımı (mg)				Magnezyum alımı (mg)			
	Tip 2 DM'li bireyler		Sağlıklı bireyler		Tip 2 DM'li bireyler		Sağlıklı bireyler	
	r	p	r	p	r	p	r	p
Serum D vitamini (ng/mL)	0.259	0.067	0.060	0.675	0.319	0.022*	-0.027	0.849
İyonize Ca (mg/dL)	0.296	0.035*	-0.502	0.000**	-0.117	0.414	-0.094	0.514
Vücut ağırlığı (kg)	-0.134	0.349	0.110	0.443	-0.028	0.847	0.353	0.011*
BKİ (kg/m²)	0.136	0.340	0.083	0.563	-0.111	0.436	0.282	0.045*

BKİ: Beden Kütle İndeksi, DM: Diabetes Mellitus

*p<0.05; **p<0.01

bireylerin %73'ünde D vitamini eksikliği, %8.2'sinde ise D vitamini yetersizliği tespit edilmiştir. D vitamini yetersizliği olan hastaların ise açlık kan glukoz, insülin, postprandiyal glukoz ve HbA1c düzeylerinin optimal D vitamini düzeylerine sahip olanlara göre daha yüksek olduğu bulunmuştur (26). Bu çalışmanın aksine Hindistan'da yapılan bir çalışmada serum D vitamini düzeyi ile HbA1c, insülin direnci ve açlık kan glukozu düzeyleri arasında bir ilişki bulunmamıştır (27).

Ülkemizin de yer aldığı 23° 27'- 66° 33' enlemleri arasında yer alan ülkelerde yaşayan bireylerin, Şubat-

Mart aylarındaki serum D vitamini düzeylerinin araştırıldığı bir çalışmada, bireylerin serum D vitamini eksikliğinin (<10 ng/mL) %26-51, yetersizliğinin (10-20 ng/mL) ise %90'ın üzerinde olduğu bulunmuştur (28). Bu çalışmada ise tip 2 diyabetli bireylerde optimal D vitamini düzeyine sahip kimse bulunmazken, sağlıklı bireylerin sadece %3.9'unun serum D vitamini düzeylerinin optimal düzeyde olduğu görülmüştür (p>0.05, Tablo 2). Bu sonucun nedenleri arasında çalışmanın kış aylarında yapılmış olması, hava kirliliği, geleneksel kapalı giyim tarzının benimsenmiş olması gibi faktörlerle güneş ışığından yeteri kadar yararlanamama olarak gösterilebilir.

Hipomagnezemi, diyabet öncesinde ortaya çıkan bir durum olan insülin direncini kötüleştirir ya da insülin direncinin sonucu da olabilir (29). Hindistan'da 50 yetişkin birey ile yapılan bir çalışmada HbA1c değeri ile serum magnezyum düzeyleri arasında negatif yönde anlamlı bir ilişki bulunmuştur (30). Bu çalışmanın aksine yapılan başka bir çalışma da ise tip 2 diyabette glisemi ölçümleri ile serum magnezyum düzeyleri arasında anlamlı bir korelasyon saptanmıştır (31). Bu çalışmada ise literatüre uyumlu olarak tip 2 diyabetli bireylerin serum magnezyum düzeyleri sağlıklı bireylere göre daha düşük bulunmuş fakat istatistiksel açıdan anlamlılık saptanmamıştır ($p>0.05$, Tablo 2). Bunun nedeninin çalışmaya katılan hem tip 2 diyabetli hem de sağlıklı bireylerin çoğunun diyetle magnezyumu yeterli almaları olarak düşünülmüştür (Tablo 4).

Obezitenin değerlendirilmesinde genellikle BKİ değerleri kullanılmaktadır. Bel çevresi ölçümleri ise santral obezitenin önemli göstergesidir ve BKİ'ye oranla tip 2 diyabet ile daha yakın ilişkili olduğu düşünülmektedir (32). Yapılan bir çalışmada, zamanla BKİ değerinde artış olan kadınların insülin direncinin genel obeziteden farklı olarak santral obezite ile ilişkili olduğu gösterilmiştir (6). Bu çalışmada da literatüre uyumlu olarak tip 2 diyabetli erkek ve kadın bireylerin BKİ dağılımları anlamlı olarak daha yüksek saptanırken ($p=0.000$); bel çevresi ölçümlerinin sadece tip 2 diyabetli kadın bireylerde kontrol grubuna göre anlamlı olarak daha yüksek olduğu saptanmıştır ($p=0.005$, Tablo 1).

Obezite ve serum 25(OH)D₃ ile yapılan çalışmalar genellikle BKİ'ye göre değerlendirilmektedir (33). Lagunova et al. (34) tarafından yapılan bir çalışmada, bireylerin BKİ değerleri ve serum 25(OH)D₃ düzeyleri arasında negatif yönlü bir ilişki bulunmuştur. Obez yetişkin bireyler üzerinde yapılan bir çalışmada ise BKİ değeri arttıkça serum 25(OH)D₃ düzeylerinin azaldığı gösterilmiş ve BKİ değeri yüksek olan bireylerdeki D vitamini eksikliğinin artmış yağ dokusu miktarıyla ilişkili olduğu belirtilmiştir (35). ABD'de yapılan başka bir çalışmada ise vücut yağ kütlesi ve yağsız vücut kütlelerinin serum D vitamini

düzeyi ile ilişkisinin pozitif yönde olduğu ancak istatistiksel olarak önemli olmadığı gösterilmiştir (36). Bu çalışmada ise BKİ değeri 25.0-29.9 kg/m² olanlar ve bel çevresi ≥ 88 cm olan sağlıklı kadın bireylerin serum D vitamini düzeylerinin tip 2 diyabetli bireylere göre daha yüksek olduğu saptanmıştır ($p<0.05$, Tablo 3). Literatürle benzerlik gösteren bu verinin çalışmaya katılan tip 2 diyabetli bireylerin çoğunun hem bel çevresi hem de BKİ değerleri açısından obez oldukları ve obezitede D vitamini aktif forma dönüşmemesi ile ilişkili olduğu düşünülebilir.

Hipomagnezeminin tip 2 diyabetle ilişkili olduğunu araştıran birçok çalışma glisemik kontrol ile serum magnezyum düzeyleri arasında ters bir ilişki olduğunu belirtmektedir (37,38). Çalışmalar genellikle diyabetin tek başına hipomagnezemiye neden olabileceğini ileri sürse de bazıları yüksek magnezyum alımının daha düşük tip 2 diyabet riski sağladığını rapor etmektedir (15,39). Tayvan'da yapılan bir çalışmada, tip 2 diyabetli bireyler magnezyum alım durumlarına göre dört gruba ayrılmış ve yüksek magnezyum alan grubun bel çevresi ölçümleri ve BKİ değerlerinin düşük magnezyum alan gruplara göre önemli oranda daha düşük olduğu görülmüştür (16). İran'da yapılan bir çalışmada ise magnezyum alımındaki artışın BKİ ve santral obezite üzerinde bir değişikliğe neden olmadığı gösterilmiştir (40). Bu çalışmada tip 2 diyabetli bireylerde magnezyum alımı ile BKİ ve vücut ağırlığı arasında negatif yönlü ancak anlamlı olmayan bir ilişki belirlenirken, sağlıklı kontrol grubunda magnezyum alımı ile vücut ağırlığı ($r=0.353$, $p=0.011$) ve BKİ değerleri ($r=0.282$, $p=0.045$) arasındaki ilişki anlamlı bulunmuştur (Tablo 5). Tip 2 diyabetli bireylerde BKİ, vücut ağırlığı ile magnezyum alımı arasında çıkan bu sonuç önemli bulunmamasına karşın, obezite ile ilişkili olan tip 2 diyabette bozulan insülin metabolizmasının magnezyum alımı ile düzelebileceğine işaret ettiği düşünülmektedir.

Sonuç olarak, tip 2 diyabetli bireylerde glisemik kontrolün sağlanmasında vücut ağırlığı denetimi öncelikli hedeflerden biridir. Literatüre uyumlu olarak bu çalışmada da tip 2 diyabetli bireylerin BKİ ve bel çevresi ölçümlerinin sağlıklı bireylere

göre daha yüksek olduğu saptanmıştır. Tip 2 diyabet ve obezitenin önlenmesi ve tedavisi için yeterli ve dengeli beslenmenin yanı sıra, D vitamini, kalsiyum ve magnezyum eksikliğinin de diyabet süresi ve komplikasyonları ile ilişkili olabileceği üzerinde durulmaktadır. Besinlerde çok az miktarda bulunan ve esas kaynağı güneş ışınları olan D vitamini düzeylerinin optimal aralıkta olmasına önem verilmelidir. Bu sağlanırken supleman kullanılacak ise D vitamini yağda eriyen bir vitamin olduğu için toksisite riski gösterebileceği göz ardı edilmemelidir. D vitamini ölçümlerinde güneş ışınlarının etkisini net değerlendirebilmek adına çalışmanın farklı mevsimlerde yapılamaması, her iki grupta da kapalı giyim tarzına sahip kadın bireylerin eşit sayıda olmaması çalışmanın kısıtlılıklarını oluşturmaktadır. D vitamini, kalsiyum ve magnezyum düzeyleri ve diyetle alımı ile tip 2 diyabetin önlenmesi ve tedavisindeki rolünü araştıran randomize kontrollü çalışmaların yapılması bu konuda daha anlamlı sonuçlara ulaşılmasını sağlayacaktır.

Çıkar çatışması • Conflict of interest: Yazarlar çıkar çatışması olmadığını beyan ederler. • *The authors declare that they have no conflict of interest.*

KAYNAKLAR

1. Wild S, Roglic G, Green A. Global prevalence of diabetes estimates for the year 2000 and projections for 2030. *Diabetes Care*. 2004;27:1047-53.
2. WHO prevalence of diabetes in the WHO European Region country and regional data, Available at: <https://www.euro.who.int>, Accessed: July 25, 2020.
3. Houlden R, Lau DCW. Management of obesity in diabetes. *Can J Diabetes*. 2008;32(1):77-81.
4. Kyrou I, Tsigos C. Obesity in the elderly diabetic patient is weight loss beneficial? *Diab Care*. 2009;32(2):403-9.
5. Kramer H, Cao G, Dugas L. Increasing BMI and waist circumference and prevalence of obesity among adults with type 2 diabetes: The National Health and Nutrition Examination Surveys. *J Diabetes Complications*. 2010;24(6):368-74.
6. Keskin MK, Taşkıran Tatar B. Diyabetik ve non-diyabetik kadınlarda dislipidemi için beden kütle indeksi ve bel çevresi ne kadar belirleyicidir? *Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*. 2009;35(2):69-72.
7. Satman İ. *Diabetes mellitus epidemiyolojisi*. 2. baskı. İmamoğlu Ş, editör. *Diabetes Mellitus*. İstanbul: Elif Ofset; 2006. s. 27-52.
8. Pittas AG, Lau J, Hu FB. The role of vitamin D and calcium in type 2 diabetes. A systematic review and meta-analysis. *J Clin Endocrinol Metab*. 2007;92(6):2017-29.
9. Danescu LG, Levy S. Vitamin D and diabetes mellitus. *Endocr*. 2009;35(1):11-7.
10. Christensen MHS, Scragg RK. Consistent ethnic specific differences in diabetes risk and vitamin D status in the National Health and Nutrition Examination Surveys. *J Steroid Biochem Mol Biol*. 2016;164:4-10.
11. Gagnon C, Lu ZX, Magliano DJ. Serum 25-hydroxyvitamin D, calcium intake, and risk of type 2 diabetes after 5 years: Results from a national, population-based prospective study (the Australian Diabetes, Obesity and Lifestyle study). *Diabetes Care*. 2011;34:1133-8.
12. Chatterjee R, Lin PH. Serum calcium and its complex association with incident type 2 diabetes. *The Am J Clin Nutr*. 2016;104(4):957-8.
13. Turhan-İyidir Ö, Eroğlu-Altınova A. Vitamin D ve diyabetes mellitus. *Turk Jem*. 2012;16:89-94.
14. Isaia G, Giorgino R, Adami S. High prevalence of hypovitaminosis D in female type 2 diabetic population. *Diabetes Care*. 2001;24(8):1496.
15. Takaya J, Higashino H, Kobayashi Y. Intracellular magnesium and insulin resistance. *Magnes Res*. 2004;17(2):126-36.
16. Huang JF, Lu YF, Cheng FC. Correlation of magnesium intake with metabolic parameters, depression and physical activity in elderly type 2 diabetes patients: A cross-sectional study. *Nutr J*. 2012;11:41.
17. Lecube A, Baena-Fustegueras JA. Diabetes is the main factor accounting for hypomagnesemia in obese subjects. *PLoS One*. 2012;7(1):305-99.
18. Sheth JJ, Shah A, Sheth FJ, Trivedi S. Does vitamin D play a significant role in type 2 diabetes. *Turk Neph Dial Transpl* 2017; 26 (3): 285-289.
19. WHO. Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO Consultation. WHO Technical Report Series 894. Geneva, 2000. Available at: https://www.who.int/nutrition/publications/obesity/WHO_TRS_894/en/, Accessed: July 25, 2020.
20. EbiSpro for Windows, Stuttgart, Germany; Turkish Version (BeBiS 8.2), Pasifik Elektrik Elektronik Ltd. Şti. (www.bebis.com.tr); İstanbul, 2019.
21. Dietary Reference Intakes (DRIs): Recommended Daily Allowances and Adequate Intakes, Available at: https://www.nal.usda.gov/sites/default/files/fnic_uploads/recommended_intakes_individuals.pdf, Accessed: January July 25, 2020.
22. Spiro A, Buttriss JL. Vitamin D: An overview of vitamin

- D status and intake in Europe. *Nutr Bull.* 2014;39:322-50.
23. Burtis CA, Ashwood ER, Bruns DE. *Tietz Textbook of Clinical Chemistry and Molecular Diagnostics.* Elsevier Health Sciences; 2012.p.1422-90.
 24. Azad KM, Sutradhar SR, Khan NA, Haque MF, Sumon SM, Barman TK, et al. Serum magnesium in hospital admitted diabetic patients. *Mymensingh Med J.* 2014;23:28-34.
 25. Binkley N, Novotny R, Kruguer D. Low vitamin D status despite abundant sun exposure. *J Clin Endocrinol Metab.* 2007;92:2130-5.
 26. Yilmaz H, Kaya M, Sahin M, Delibaşı T. Is vitamin D status a predictor glycaemic regulation and cardiac complication in type 2 diabetes mellitus patients? *Diabetes Metab Syndr.* 2012;6(1):28-31.
 27. Sheth JJ, Shah A, Sheth FJ. Does vitamin D play a significant role in the type 2 diabetes? *BMC Endocrine Disorders* 2015;15:5.
 28. Tylavsky FA, Cheng S. Strategies to improve vitamin D status in Northern European children: Exploring the merits of vitamin D fortification and supplementation. *J Nutr.* 2006;136(4):1130-4.
 29. Alam MK, Begum N. Relationship of serum ionized calcium and magnesium concentration with parasympathetic nerve function in type 2 diabetes mellitus. *JBSP.* 2016;11(2):70-3.
 30. Ramadass S, Basu S, Srinivasan A. Serum magnesium levels as an indicator of status of diabetes mellitus type 2. *Diabetes Metab Syndr.* 2015;9(1):42-5.
 31. El-said NH, Sadik NA, Mohammed NA. Magnesium in type 2 diabetes mellitus and its correlation with glycemic control. *Int J Res Med Sci.* 2015;3(8):1958-63.
 32. Vetter ML, Amaro A, Volger S. Nutritional management of type 2 diabetes mellitus and obesity and pharmacologic therapies to facilitate weight loss. *Postgrad Med.* 2014;126(1):139-52.
 33. Need AG, O'Loughlin PD, Horowitz M. Relationship between fasting serum glucose, age, body mass index and serum 25 hydroxyvitamin D in postmenopausal women. *Clin Endocrinol.* 2005;62(6):738-41.
 34. Lagunova Z, Porojincu C, Lindberg F. The tendency of vitamin D status on body mass index, gender, age and season. *Anticancer Res.* 2009;7:3713-20.
 35. Bischof MG, Heinze G, Vierhapper V. Vitamin D status and its relation to age and body mass index. *Horm Res.* 2006;66(5):211-5.
 36. Weng FL, Shults J, Leonard MB. Risk factors for low serum 25-hydroxyvitamin D concentrations in otherwise healthy children and adolescents. *Am J Clin Nutr.* 2007;86(1):150-8.
 37. Hrugby A, Meigs JB, O'donnell C. Higher magnesium intake reduces risk of impaired glucose and insulin metabolism and progression from prediabetes to diabetes in middle-aged Americans. *Diabetes Care.* 2014;37:419-27.
 38. Chetan HP, Sialy R, Bansal DD. Magnesium deficiency and diabetes mellitus. *Curr Sci.* 2002;83(12):1456-63.
 39. Shaikh MK, Devrajani BR, Soomro AA. Hypomagnesemia in patients with diabetes mellitus. *WASJ.* 2011;12(10):1803-6.
 40. Aslanabadi N, Asl BH, Bakhshalizadeh B. Hypolipidemic activity of a natural mineral water rich in calcium, magnesium and bicarbonate in hyperlipidemic adults. *APB.* 2014;4(3):303-7.