

# Serum Magnezyum Düzeylerinin Tayini için Kullanılan Xylidyl Blue ve Calmagite Boya Bağlama Yöntemlerinin Karşılaştırılması

[The Comparison of Xylidyl Blue and Calmagite Dye Binding Methods Used to Determine Serum Magnesium Levels]

Mevhibe Balk  
Doğan Kızıllarlan  
Gülsevım Saydam  
Aygül Türkmen  
Tuğrul Himmetođlu

Türkiye Yüksek İhtisas Eğitim ve Araştırma Hastanesi Biyokimya Laboratuvarı, Ankara, Türkiye

**Yazışma Adresi**  
[Correspondence Address]

Türkiye Yüksek İhtisas Eğitim ve Araştırma Hastanesi Biyokimya Laboratuvarı, Ankara, Türkiye  
Tel: 90-312-310 30 80/1070  
e-mail: mevhibeb@hotmail.com

Kayıt tarihi 15 Haziran 2001; kabul tarihi 10 Nisan 2003  
[Received 15 June 2001; accepted 10 April 2003]

## ÖZET

Serumda ve idrarda magnezyum tayini için kullanılan referans yöntem atomik absorpsiyon spektrofotometresidir (AAS). Ancak, klinik laboratuvarların çoğunda AAS cihazı bulunmadığından bu yöntem yerine kompleksimetrik boya bağlama yöntemleri daha sıklıkla kullanılmaktadır. Manuel yöntemlerin otoanalizörlere uyarlanması, yaygın olarak Calmagite ve Xylidyl blue boya ile magnezyumun kompleksler oluşturulmasına dayanmaktadır. Bu çalışmanın amacı, 120 kişiden oluşan sağlıklı kontrol grubunun ve hemodiyalize giren 40 hastanın serum total magnezyum düzeylerini, Hitachi 911 otoanalizöründe Calmagite ve Xylidyl blue yöntemleri ile tayin ederek, yöntemlerin karşılaştırılması, yöntemlerin linearite, presizyon ve verimlilik (recovery) değerlerinin belirlenmesidir.

Calmagite yöntemi ile kontrol grubunun serum magnezyum düzeyleri,  $0.89 \pm 0.07$  mmol/L, olarak bulundu. Xylidyl blue yöntemi ile kontrol grubu serum magnezyum düzeyleri  $0.90 \pm 0.09$  mmol/L, olarak bulundu. Magnezyum sülfat ile çizilen kalibrasyon eğrisinin, Xylidyl blue yöntemi için 0.0 – 2.0 mmol/L arasında, Calmagite yöntemi için 0.0 – 3.0 mmol/L arasında lineer olduğu bulundu. Serumda magnezyumun verimlilik değerleri, her iki yöntem içinde %97.7-%104.4 arasında bulundu. Presizyon çalışmasında (n=20) Calmagite ve Xylidyl blue yöntemleri için varyasyon katsayıları normal kontrol serumunda sırası ile gün içinde %1.40 ve %1.37, günler arasında %2.82 ve %1.64, anormal kontrol serumunda ise gün içinde %0.74 ve %0.82, günler arasında %2.91 ve %2.09 olarak bulundu. Calmagite ve Xylidyl blue yöntemleri ile yapılan çalışmada (n=160), serum magnezyum değerleri arasında oldukça iyi ve anlamlı bir korelasyon olduğu bulundu ( $r=0.9883$ ,  $p<0.001$ ). Her iki yöntemin de “discrete” otoanalizörlerde serum magnezyum düzeylerinin tayini için linearite, presizyon ve verimlilik bakımından kullanıma uygun olduğu, ancak reaktif stabilitesi açısından Xylidyl blue yönteminin daha kullanışlı olabileceği sonucuna varıldı.

**Anahtar Kelimeler:** magnezyum, xylidyl blue, calmagite, kronik böbrek yetmezliği

## ABSTRACT

The reference method for determination of magnesium in serum and urine is atomic absorption spectrophotometry (AAS). However, since many clinical laboratories lack such an instrumentation dye-binding compleximetric methods such as Calmagite and Xylidyl blue are often used instead. Adaptations of manual methods to automated analyzers are widely based on magnesium complexes with the dyes Calmagite and Xylidyl blue.

The purpose of this study was to compare the different methods and to find the linearity, the precision and the recovery values of the methods by determining the serum total magnesium levels with Calmagite and Xylidyl blue methods using Hitachi 911 autoanalyzer in 120 persons consisting the healthy control group and in 40 hemodialysis patients..

Serum magnesium levels of the control group were found  $0.89 \pm 0.07$  mmol/L by using Calmagite method. In addition, we found serum magnesium level  $0.90 \pm 0.09$  mmol/L in control group, by using Xylidyl blue method. Calibration curves plotted with magnesium sulfate was linear between 0.0 – 2.0 mmol/L for Xylidyl blue method and 0.0 – 3.0 mmol/L for Calmagite method. The recoveries of magnesium for two methods in serum were between 97.7% - 104.4%. Imprecision (n=20) gave respective coefficients of variation 1.40% and 1.37% within day and 2.82% and 1.64% between days for the normal control serum and 0.74% and 0.82% within day and 2.91% and 2.09% between days for the abnormal control serum by Calmagite and Xylidyl blue methods, respectively. A fairly good and significant correlation (n=160) was found between the serum magnesium levels by the Calmagite and Xylidyl blue methods ( $r=0.9883$ ,  $p<0.001$ ). In conclusion, the two methods used in discrete autoanalyzer for serum magnesium measurements were suitable from the point of view linearity, precision and recovery but the Xylidyl blue method was more useful regarding the reagents stability.

**Key Words:** magnesium, xylidyl blue, calmagite, chronic renal failure,

## GİRİŞ

Magnezyum insan vücudunda sodyum, potasyum ve kalsiyumdan sonra en çok bulunan dördüncü katyondur. İntraselüler bölümde ise potasyumdan sonra en çok bulunan ikinci katyondur. İnsan vücudunda magnezyumun büyük bir kısmı kemikte iskelet kasında ve yumuşak dokuda bulunurken, total vücut magnezyumunun sadece yaklaşık olarak %1'i ekstraselüler alanda bulunur. İnsanlarda ortalama serum magnezyum konsantrasyonu yaklaşık 0.85 mmol/L'dir (1). Magnezyum serumda proteine bağlı, serbest ve kompleks halde bulunur. Magnezyumun yaklaşık olarak 1/3'ü proteinlere bağlıdır. Plazma magnezyumunun 2/3'ü ultrafiltre edilebilmektedir bunun %92'si serbest halde ve %8'i ise fosfat, sitrat ve diğer anyonlar ile kompleks halde bulunur (2).

Magnezyum ATP'nin yer aldığı tüm transfosforilasyon reaksiyonlarında kofaktör olarak rol alır, yaklaşık olarak 300 farklı enzimin de aktivatörüdür. Bu nedenle insan vücudundaki enerji metabolizmasında oldukça önemlidir (3). Magnezyum dengesindeki bozukluklar, santral sinir sistemi, nöromusküler, kardiyak ve metabolik sistemi etkilemektedir (4).

Magnezyum eksikliğinin ateroskleroz, miyokard infarktüsü, hipertansiyon ve premenstruel sendromla ilişkisini gösteren çalışmalar vardır (1,5). Hipermağnezeminin en sık nedeni akut renal yetmezliktir. Kronik böbrek yetmezlikli hastalarda serum total magnezyum düzeylerinin arttığı gösterilmiştir. Bu hastaların serum magnezyum düzeylerinin normalize edilmesinde diyalizin etkili bir yöntem olduğu bilinmektedir (6,7).

Magnezyumun klinik öneminden dolayı magnezyum tayini için kullanılan ölçüm yöntemleri de önem kazanmıştır. Klinik laboratuvarlarda atomik absorpsiyon spektrofotometresi (AAS) referans yöntem olarak kabul edilmesine rağmen, magnezyum tayini için boya bağlama yöntemleri (Calmagite, Methylthymol blue, Xylidyl blue, Titan yellow) daha yaygın olarak kullanılmaktadır (1).

Bu çalışmanın amacı, Hitachi 911 otoanalizöründe Calmagite ve Xylidyl blue yöntemleri ile kontrol grubunda ve hemodiyalize giren hasta grubunda serum total magnezyum düzeylerini belirlemek, her iki yöntemi karşılaştırarak aralarındaki ilişkiyi göstermek, yöntemlerin presizyon, verimlilik (recovery) ve linearesini belirleyerek, otomasyona en uygun yöntemi saptamaktır.

## GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışmada, böbrek, karaciğer, kalp hastalığı ve diyabet gibi hiç bir kronik hastalığı olmayan ve rutin biyokimya testleri normal olan yaşları 25-64 (ortalama 42) arasında değişen, 51'i kadın ve 69'u erkek olmak üzere toplam 120 sağlıklı kişiden kan alındı. Hasta grubunu ise Türkiye Yüksek İhtisas Hastanesi'nde hemodiyalize giren yaşları 25-72 (ortalama 58) olan 22'si erkek, 18'i kadın olmak üzere kronik böbrek yetmezlikli toplam 40 kişi oluşturdu.

Serum total magnezyum ölçümü için kullanılacak kan örnekleri, venöz staz olmamasına dikkat edilerek 10 ml'lik "vacutainer" tüplere alındı. Hemolizli kanlar

çalışılmadı. Kanlar 3000 g'de 10 dakika santrifüj edilerek serumlar temiz tüplere alındı ve bekletilmeden Calmagite ve Xylidyl blue yöntemleri ile Hitachi 911 otoanalizöründe çalışıldı.

Serum total magnezyum ölçümü için Calmagite yöntemi : Bu yöntem magnezyumun alkali ortamda Calmagite (3-hidroksi-4-(2-hidroksi-5-methylphenizol)-1-naftalen sulfanic asit) ile oluşturduğu kompleksin 520 nm'deki absorbansının ölçümüne dayanır. Oluşan kompleksin pembe renginin şiddeti, serumdaki magnezyum konsantrasyonu ile orantılıdır (8).

Boya reaktifi : Calmagite 0.16 mmol/L, KCl 375 mmol/L, triethanolamine HCl 1 ml/L

Baz reaktifi : KCN 30 mmol/L, KOH 280 mmol/L, EGTA 1.1 mmol/L

Çalışma reaktifi : 10 hacim boya reaktifi, 1 hacim baz reaktifi ile karıştırılarak hazırlandı.

Deney şartları: Test 37 °C'de çalışıldı; örnek hacmi 5 µl, reaktif hacmi 300 µl, dalga boyu 700/520 (sub/main), reaksiyon süresi 5 dakika, reaksiyon tipi son nokta (end point) olarak seçildi.

Serum total magnezyumu ölçümü için Xylidyl blue yöntemi: Xylidyl blue ve magnezyum alkali ortamda suda çözünen pembe kırmızı renkli bir şelat oluştururlar, oluşan rengin absorbansı 505 nm'de okunur ve serumdaki magnezyum konsantrasyonu ile orantılıdır (9).

Çalışma reaktifi : Xylidyl blue 0.1 mmol/L, Brij 35 500 µl/L, Tris (hydroxymetil) aminometan 200 mmol/L, K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 77 mmol/L, EGTA 0.045 mmol/L.

Deney şartları: Test 37 °C'de çalışıldı, örnek hacmi 3 µl, reaktif hacmi 300 µl, dalga boyu 700/505 (sub/main), reaksiyon süresi 5 dakika, reaksiyon tipi son nokta (end point) olarak seçildi.

Presizyon çalışması: Her iki yöntem için de gün içi ve günler arası çalışmalarda normal ve anormal kontrol serumları (Roche Diagnostics) 20 kez kullanılarak yapıldı.

Verimlilik (Recovery) çalışması: Her iki yöntem ile normal ve anormal kontrol serumları (Roche Diagnostics) üzerine 0.45 ve 0.90 mmol/L magnezyum sülfat ilave ederek yapıldı.

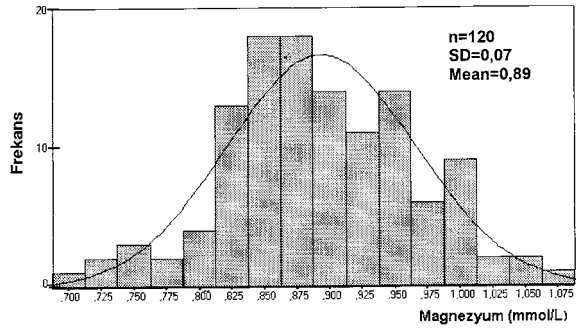
Linearite çalışması: Her iki yöntemle linearite çalışması için 10 mmol/L magnezyum sülfat kullanıldı. Bu çözeltiden 0.25, 0.5, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0, 5.0mmol/L çalışma standartları hazırlandı.

Referans aralık: 120 kişiden oluşan sağlıklı kontrol grubunda her iki yöntemle magnezyum düzeyleri belirlendi, dağılım grafikleri çizildi ve referans aralık ortalama ±2 SD olarak hesaplandı.

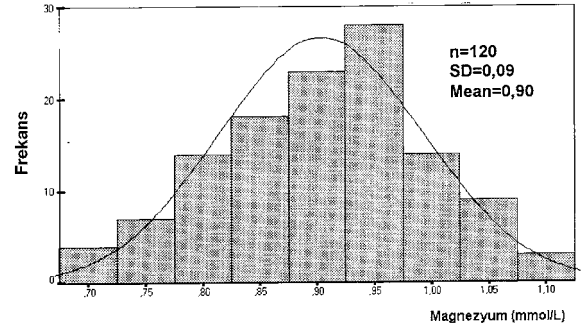
İstatistiksel çalışmalar "SPSS 9.01 for windows" istatistik programı kullanılarak değerlendirildi. Sağlıklı kontrol grubu ve hasta grubunda her iki yöntemle elde edilen serum magnezyum değerleri arasındaki ilişkiyi belirlemek için lineer regresyon analizi uygulandı.

## BULGULAR

Bu çalışmada, Calmagite yöntemi ile kontrol grubunda (n = 120) serum magnezyumu için



**Şekil 1** Calmagite yöntemi ile sağlıklı kontrol grubunda elde edilen magnezyum değerlerinin dağılım grafiği



**Şekil 2** Xylidyl blue yöntemi ile sağlıklı kontrol grubunda elde edilen magnezyum değerlerinin dağılım grafiği

**Tablo 1** Calmagite yöntemi ile normal ve anormal kontrol serumlarında yapılan verimlilik (recovery) çalışması.

	Ölçülen Değer Magnezyum (mmol/L)	İlave Edilen Değer Magnezyum (mmol/L)	Elde Edilen Değer Magnezyum (mmol/L)	RECOVERY (%)
Normal Kontrol Serumu n = 5	1.04	0.45	1.51	104.4
	1.04	0.90	1.96	102.2
Anormal Kontrol Serumu n = 5	1.52	0.45	1.96	97.7
	1.52	0.90	2.41	98.8

**Tablo 2** Xylidyl blue yöntemi ile normal ve anormal kontrol serumlarında yapılan verimlilik (recovery) çalışması.

	Ölçülen Değer Magnezyum (mmol/L)	İlave Edilen Değer Magnezyum (mmol/L)	Elde Edilen Değer Magnezyum (mmol/L)	RECOVERY (%)
Normal Kontrol Serumu n = 5	0.97	0.45	1.39	97.7
	0.97	0.90	1.91	102.2
Anormal Kontrol Serumu n = 5	1.57	0.45	2.04	104.4
	1.57	0.90	2.41	98.8

$X \pm SD$  değerleri  $0.89 \pm 0.07$  mmol/L, Xylidyl blue yöntemi ile  $0.90 \pm 0.08$  mmol/L olarak bulundu. Kontrol grubunda her iki yöntem ile elde edilen ortalama serum magnezyum değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamsız bulundu ( $p > 0.05$ ).

Referans aralığı belirlemek için, Calmagite ve Xylidyl blue yöntemleri ile sağlıklı kontrol grubunda elde edilen magnezyum değerlerinin dağılımının ( $X \pm 2SD$ ), normal dağılım grafiğine uygun olduğu bulundu (Şekil 1 ve 2).

Magnezyum sülfat ile yapılan çalışmada, Xylidyl blue yönteminin  $0.0 - 2.0$  mmol/L arasında, Calmagite yönteminin ise  $0.0 - 3.0$  mmol/L arasında lineer olduğu bulundu. Verimlilik çalışması ( $n=5$ ), kontrol serumlarına  $0.45$  ve  $0.9$  mmol/L magnezyum sülfat ilave edilerek yapıldı. Elde edilen değerler Tablo 1 ve 2'de gösterildi.

Gün içi ve günler arası presizyon çalışması, magnezyum konsantrasyonları  $1.0$  ve  $1.7$  mmol/L olan iki farklı kontrol serumu ( $n=20$ ) ile yapıldı. Bulunan sonuçlar Tablo 3 ve 4'de gösterildi. Calmagite ve Xylidyl blue yöntemleri ile sağlıklı kontrol grubu ve hasta grubuna ait 160 serum örneğinde elde edilen magnezyum değerleri arasında oldukça kuvvetli ve anlamlı bir korelasyon bulundu

**Tablo 3** Calmagite ve Xylidyl blue yöntemleri ile normal ve anormal kontrol serumlarında yapılan gün içi presizyon çalışması.

	GÜN İÇİ Magnezyum (mmol/L)	
	CALMAGITE YÖNTEMİ	XYLIDYL BLUE YÖNTEMİ
<b>Normal Kontrol Serumumu</b> (n = 20)		
Ortalama, mmol/L	0.926	0.947
SD, mmol/L	0.013	0.013
CV, %	1.40	1.37
<b>Anormal Kontrol Serumumu</b> (n = 20)		
Ortalama, mmol/L	1.735	1.702
SD, mmol/L	0.013	0.014
CV, %	0.74	0.82

**Tablo 4** Calmagite ve Xylidyl blue yöntemleri ile normal ve anormal kontrol serumlarında yapılan günler arası presizyon çalışması.

	GÜN ARASI Magnezyum (mmol/L)	
	CALMAGITE YÖNTEMİ	XYLIDYL BLUE YÖNTEMİ
<b>Normal Kontrol Serumu (n = 20)</b>		
Ortalama, mmol/L	1.042	1.036
SD, mmol/L	0.030	0.017
CV, %	2.82	1.64
<b>Anormal Kontrol Serumu (n = 20)</b>		
Ortalama, mmol/L	1.717	1.715
SD, mmol/L	0.050	0.036
CV, %	2.91	2.09

( $r=0.9883$ ,  $p<0.001$ ). Korelasyon sonuçları Şekil 3'de gösterildi.

## TARTIŞMA

Magnezyumun klinik öneminden dolayı, serum total magnezyum tayini için kullanılan yöntemler üzerindeki çalışmalarda önem kazanmıştır. Bu yöntemler çeşitli gruplar altında sınıflandırılabilir: Alev emisyon fotometresi, atomik absorpsiyon spektrofotometresi (AAS), kompleksometrik titrasyon, fluorometri, enzimatik ve boya bağlama yöntemlerini içeren çeşitli spektrofotometrik teknikler (10).

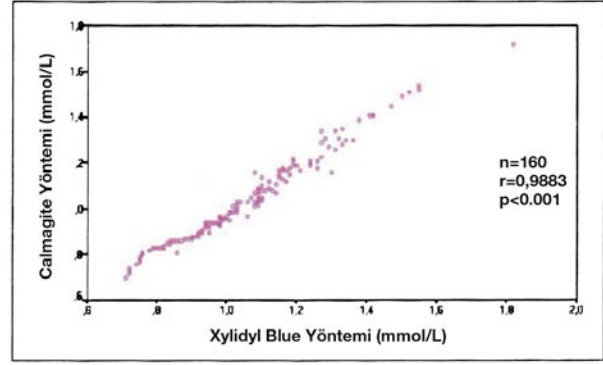
Klinik laboratuvarlarda magnezyum tayini için referans yöntemin AAS olduğu bilinmektedir. Bu yöntemin en önemli avantajı hassasiyeti ve doğruluğudur, ancak teknik özellikleri, yanıcı gazların kullanılması, pahalı olması da dezavantajlarıdır. (11).

Bir çok klinik laboratuvarında magnezyum tayini için Methylthymol blue, Titan yellow, Calmagite ve Xylidyl blue gibi boya bağlama yöntemleri yaygın olarak kullanılmaktadır (8, 9).

Mark T. Martin ve arkadaşları, AAS ile kontrol grubunda yaptıkları çalışmada ortalama serum magnezyum değerini 0.9 mmol/L olarak bulmuşlardır (11). Abernethy ve arkadaşları, Calmagite yöntemi ile serum magnezyum değerlerinin referans aralığını 0.6 - 1.2 mmol/L, Diamandis ve arkadaşları ise 0.7 - 1.0 mmol/L olarak bildirmişlerdir (12, 13).

Biz 120 kişilik sağlıklı kontrol grubunda, Calmagite yöntemi ile serum magnezyum değerlerinin referans aralığını 0.74 - 1.03 mmol/L olarak belirledik.

Patricia Burcer ve arkadaşları, Xylidyl blue yöntemi ile serum magnezyum değerlerinin referans aralığını 0.62 - 0.94 mmol/L olarak bildirmişlerdir (14). Bizim çalışmamızda Xylidyl blue yöntemi ile sağlıklı 120 kişiden oluşan kontrol grubunda referans aralık 0.72 - 1.08 mmol/L olarak belirlendi. Ayrıca, her iki yöntemle sağlıklı kontrol grubunda magnezyum değerlerinin dağılımının normal dağılım grafiğine uygun olduğu bulundu.



**Şekil 3** Calmagite ve Xylidyl blue yöntemleri ile sağlıklı kontrol grubu ve hasta grubunda elde edilen magnezyum değerleri arasındaki korelasyon

Her iki yöntem ile sağlıklı kontrol grubu ( $n=120$ ) ve hasta grubunda ( $n=40$ ) serum total magnezyum değerleri arasında oldukça iyi ve anlamlı bir korelasyon elde edildi ( $r=0.9883$ ,  $p<0.001$ ).

Abernethy ve arkadaşları, Calmagite yönteminin 0.0 - 5.0 mmol/L, Khayam Bashi ve arkadaşları 0.0 - 2.5 mmol/L, Diamandis ve arkadaşları ise 0.0 - 2.0 mmol/L arasında lineer olduğunu göstermişlerdir (8, 12, 13).

Dieter Ratge ve arkadaşları Xylidyl blue yöntemi ile, lineerite sınırlarını 0.0 - 2.0 mmol/L, Barbour ve arkadaşları ise 0.0 - 2.5 mmol/L arasında bulmuşlardır (9, 15).

Biz magnezyum sülfat ile yaptığımız çalışmada, Calmagite yönteminin 0.0-3.0 mmol/L Xylidyl blue yönteminin ise 0.0 - 2.0 mmol/L arasında lineer olduğunu bulduk.

Verimlilik (recovery) çalışması, normal ve anormal kontrol serumlarına son konsantrasyonu 0.45 ve 0.90 mmol/L olacak şekilde  $MgSO_4$  eklenerek yapıldı. Calmagite yöntemi ile normal kontrol serumunda analitik verimlilik sırası ile %104.4 ve %102.2 olarak, anormal kontrol serumunda ise %97.7 ve %98.8 olarak bulundu. Aynı şekilde, Xylidyl blue yöntemi ile normal kontrol serumunda analitik verimlilik %97.7 - %102.2, anormal kontrol serumunda ise %104.4 - %98.8 olarak bulundu.

Presizyon çalışmasında, Calmagite ve Xylidyl blue yöntemleri için varyasyon katsayıları normal kontrol serumunda sırası ile gün içinde %1.40, %1.37 ve günler arasında %2.82, %1.64, anormal kontrol serumunda ise gün içinde %0.74, %0.82, günler arasında %2.91, %2.09 olarak bulundu.

Elde edilen sonuçlar, her iki yöntemin normal değerlerinin normal dağılım grafiğine uyduğunu, presizyon ve analitik verimliliklerinin oldukça iyi olduğunu ve her iki yöntem arasında oldukça kuvvetli ve anlamlı bir korelasyon bulunduğunu göstermektedir.

Bu çalışmada çalışma süresince otomatik pipetler kullanılarak reaktiflerin cam ile teması önlenmiştir. Hemolizli ve lipemik serumlar çalışılmadı. Reaktiflerde EGTA, trietanolamin ve KCN kullanılarak kalsiyum, demir ve diğer ağır metallerin deneyi etkilemesi önlenmiştir.

Calmagite boya bağlama yöntemi hızlı, güvenilir ve otomasyona uygun bir yöntemdir. Baz ve boya reaktifi ayrı ayrı saklandığında oda sıcaklığında 8-10 hafta dayanıklıdır. Çalışma reaktifi (baz+boya reaktifi) ise

ancak 4-5 saat süre ile stabildir bu nedenle her çalışma öncesinde yeniden hazırlanmakta ve dolayısı ile yöntem sık kalibrasyon gerektirmektedir. Gindler ve arkadaşları, iki stabil solüsyonun karıştırılması ile hazırlanan çalışma reaktifinin bir kaç saat süre ile stabil olduğunu ileri sürmüşlerdir (16). Çalışma reaktifi havanın CO<sub>2</sub>'inden etkilenmekte ve pH değeri düşmektedir. Buna bağlı olarak da absorban değerleri zamanla azalmaktadır. Savory ve arkadaşları, alkali çalışma reaktifinin havadan CO<sub>2</sub>'i absorbe etmesi ile reaktifin pH'sının düştüğünü ve aynı zamanda oluşan karbonat iyonu ile birlikte son absorban okumalarını etkilediğini ileri sürmüşlerdir (10,17). Bizim çalışmamızda pH değişimini önlemek amacı ile hazırlanan reaktifler ağzı sıkı kapatılmış plastik şişelerde, karanlıkta ve oda sıcaklığında muhafaza edildi.

## Kaynaklar

1. Elin RJ. (1988) Magnesium metabolism in health and disease. Dis month. 34, 165-218
2. Speich M, Boumsquet B, Nicolas G. (1981) Reference values for ionized, complexed, and protein-bound plasma magnesium in men and women. Clin Chem. 27, 246-248.
3. Elin RJ. (1987) Assessment of Magnesium Status. Clin Chem. 33, 1965-1970.
4. Kingston ME, Al-Sibai MB, Skooge WC. (1986) Clinical manifestations of hypomagnesemia. Crit Care Med. 14, 950-954.
5. Davis WH, Leary WP, Reyes AJ, et al. (1984) Monotherapy with magnesium in creases abnormally low high density lipoprotein cholesterol: A clinical assay. Curr Ther Res. 36, 341-346.
6. Huijgen HJ, Sanders R, van Olden RW, Klous MG, Gaffar FR, Sanders GTB. (1998) Intracellular and extracellular blood magnesium fractions in hemodialysis patients; is the ionized fraction a measure of magnesium excess? Clin Chem. 44, 639-648.
7. Saha H, Harmoinen A, Pietila K, Mörsky P, Pasternack A. (1996) Measurement of serum ionized versus total levels of magnesium and calcium in hemodialysis patients. Clin Nephrol. 46, 326-331.
8. Khayam-Bashi H, Liu TZ, Walter V. (1977) Measurement of serum magnesium with a centrifugal analyzer. Clin. Chem. 23, 289-291
9. Ratge D, Kohse KP, Wisser H. (1986) Measurement of magnesium in serum and urine with a random access analyzer by use of a modified Xylidyl blue-1 procedure. Clin Chim Acta. 159, 197-203
10. Wills MR, Sunderman FW, Savory J. (1986) Methods for the estimation of serum magnesium in clinical laboratories. Magnesium 5, 317-327.
11. Martin MT, Shapiro R. (1988) Atomic absorption spectrometry of magnesium. Methods Enzymol. 158, 365-370
12. Diamandis EP, Hiffman BR. (1984) Total Mg<sup>2+</sup> measured in serum and urine in the Technicon RA-1000 random access analyzer by use of modified manual Calmagitee procedure. Clin. Chem. 30, 1262
13. Abernathy MH, Fowler RT. (1982) Micellar improvement of the Calmagitee compleximetric measurement of magnesium in plasma. Clin. Chem. 28, 520-522.
14. Burcar PJ, Boyle AJ, Mosher RE. (1964) Spectrophotometric Determination of Magnesium in Blood Serum Using Magon. Clin Chem. 10, 11.
15. Barbour HM, Davidson W. (1988) Studies on measurement of plasma magnesium: Application of magon dye method to the 'Monarch' centrifugal analyzer. Clin. Chem. 34, 2103-2105.
16. Gindler EM, Heth DA. (1971) Colorimetric determination with bound "Calmagite" of magnesium in human blood serum. Clin. Chem. 17, 662.
17. Savory J, Margrey KS, Shipe JR, Savory MG. (1985) Stabilization of the Calmagite reagent for automated measurement of magnesium in serum and urine. Clin. Chem. 31, 487-488.

Xylidyl blue yöntemi oldukça hassas ve otomasyona kolayca uyarlanabilen bir yöntemdir. Xylidyl blue yönteminin Calmagite yöntemine göre üstünlüğü alkali reaktif karışımının kullanıma hazır olması ve stabilitesidir. Bu nedenle günlük çalışma için sadece bir kalibrasyon yeterli olmaktadır. Bunun dışında örneğin ve reaktifin daha az miktarlarda kullanılması ve böylece daha ekonomik olması yöntemin diğer önemli üstünlükleri arasında sayılabilir. Yaptığımız bu çalışmada, kullanılan her iki yöntemin de klinik kimya otoanalizörlerinde serum magnezyum düzeylerinin tayini için uygun olduğu ancak reaktif stabilitesi açısından Xylidyl blue yönteminin daha kullanışlı olabileceği sonucuna varıldı.