

# Tıbbi Mikrobiyoloji Laboratuvarında Preanalitik Hataların Sigmametrik Değerlendirilmesi

Nihan ÇEKEN\*, Esin AVCI\*\*, Hülya DURAN\*

\*Balıkesir Devlet Hastanesi Tıbbi Mikrobiyoloji Laboratuvarı, Balıkesir

\*\*Pamukkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Tıbbi Biyokimya Anabilim Dalı, Denizli

## ÖZ

**Amaç:** Tıbbi laboratuvar hatalarının %70'inden fazlası preanalitik evrede gerçekleşmektedir. Hataların analizi ve kayıt altına alınması, durum değerlendirilmesi ve hataların önlenmesi için gereklidir. Çalışmamızda mikrobiyoloji laboratuvarı preanalitik evre hataları değerlendirilerek altı sigma yaklaşımı ile değerlendirilmesi sınıflanması amaçlandı.

**Gereç ve Yöntem:** Tıbbi Mikrobiyoloji Laboratuvarı'nda analiz için uygun olmadığı saptanan numuneler, hata kategorileri, örneklerin geldiği hastane birimleri ve analizi gerçekleştirilen laboratuvar alanları olmak üzere üç ana başlık altında sınıflandırıldı. Bunun için milyonda hata oranı saptanarak sigmametrik hesaplama yapıldı. Hesaplanan değerler  $\geq 5.0$  ise çok iyi,  $4.0 < 5.0$  arasında ise iyi,  $3.0 < 4.0$  arasında ise minimum ve  $< 3.0$  kabul edilemez olarak sınıflandırıldı.

**Bulgular:** Sigmametrik değerlendirmeye göre kabul edilemez ve minimum hata yoktu.  $\geq 5.0$  sigma değerine sahip olanlar hata kategorilerine göre yapılan analizde pıhtılı, Lipemik, yetersiz, yanlış kaba alınması, hatalı barkot, laboratuvar analiz birimlerinden ise seroloji idi.  $4.0 < 5.0$  arasında olanlar ise hata kategorilerine göre yapılan analizde hemolizli ve uygun olmayan numune, tüm örnek gelen hastane birimleri (poliklinik, servis ve yoğun bakım), laboratuvar analiz birimlerinden ise nefelometre, ELISA ve bakteriyoloji olarak saptandı.

**Sonuç:** Sürekli veri analizi preanalitik evre hatalarının kontrol altına alınması için kaçınılmazdır. Preanalitik faz ile ilgili eğitimlerin sürekliliğinin sağlanması ve teknolojik alt yapının güçlendirilmesi bu evrenin kontrolünü sağlayacak temel faktörlerdir.

**Anahtar kelimeler:** Preanalitik evre, mikrobiyoloji, sigmametrik analiz

## ABSTRACT

**Sigmametric Evaluation of Preanalytical Errors in a Medical Microbiology Laboratory**

**Objective:** More than 70% of medical laboratory errors occur in the pre-analytical phase. Analysis and recording of errors are necessary for evaluation and prevention of errors. We aimed to evaluate the phases of pre-analytical errors of microbiology laboratory and classify them according to six sigma approaches.

**Material and Methods:** Samples which were considered inappropriate for the analysis at the medical microbiology laboratory were evaluated under the three headings as error categories, hospital units and laboratory areas where the analyses were done. Error ratio in one million was determined, and expressed on a sigma scale. The calculated sigma values were classified as follows: "very good",  $\geq 5.0$ ; good,  $4.0 < 5.0$ ; minimum,  $3.0$  and  $< 4.0$ , and unacceptable  $< 3.0$ .

**Results:** There were no unacceptable or minimum errors according to sigmametric evaluation. Samples that were evaluated as having a sigma value of  $\geq 5.0$  according to error categories were clotted, lipemic, inadequate samples, samples collected in inappropriate containers, faulty barcodes, and those sent from units of serologic analysis. Those with a sigma value between  $4.0 < 5.0$  according to error categories were samples with hemolysis, inappropriate samples, the samples sent from all hospital units namely outpatient clinics, wards and intensive care units, laboratory analysis units as nephelometry, ELISA and bacteriology units.

**Conclusion:** Continuous data analysis is indispensable for controlling preanalytical phase errors. Continuity of education on the preanalytical phase and strengthening the technologic infrastructure are fundamental factors in the control of this phase.

**Keywords:** Preanalytical phase, microbiology, sigmametric evaluation

**Alındığı tarih:** 05.03.2018

**Kabul tarihi:** 28.04.2018

**Yazışma adresi:** Nihan Çeken, Balıkesir Devlet Hastanesi, E Blok, Tıbbi Mikrobiyoloji Laboratuvarı, Balıkesir

**e-posta:** nihanceken@gmail.com

## GİRİŞ

Sağlık hizmeti sunumu birçok bileşeni içinde barındırmaktadır<sup>(1)</sup>. Bu hizmetin önemli bir bileşeni olan tıbbi laboratuvarların total test sürecinde, en çok hata preanalitik evrede gerçekleşmektedir<sup>(2)</sup>. Preanalitik evre hataları analitik ve postanalitik evreyi etkileyerek doğru, zamanında ve kaliteli sonuç verilmesi için bir engel oluşturmaktadır. Her bir tıbbi laboratuvarın preanalitik evredeki hataları sınıflandırması, belli aralıklarla değerlendirilerek doğru kayıt altına alması gerekmektedir. Arşivleme hangi hatanın, hangi sıklıkta yapıldığını, hangi birimlerce hangi hatanın daha sık yinelediğini, kısacası hatanın kaynağının anlaşılması için vazgeçilmezdir<sup>(3)</sup>. Bu noktada yeni bir perspektif olan 6 sigma yaklaşımı ile değerlendirme yararlı olmaktadır.

Endüstri alanındaki hataların değerlendirilmesinde kullanılan bu yöntem laboratuvar hatalarını değerlendirmede sıklıkla kullanılmaktadır. Altı sigma hataları değerlendirmek ya da hata oranlarını saptamak için uygulanabilecek bir dizi kuraldır. Böylece elimizdeki veri üzerinde daha efektif plan yapılarak hata kaynakları gerçekçi bir şekilde ortaya konulabilir<sup>(4,5)</sup>.

Sigmametrikte hata sayısı ya da milyonda gerçekleşen hata bir laboratuvarın performansının ölçüsü olarak değerlendirilir. Sigmametri, kalite ölçüsünün evrensel bir uygulamasıdır. Buna göre 0-6 arası bir değerlendirme skalası kullanılır. Altıya yakın değerler hatanın en az olduğu analitik performansın istenilen düzeyde olduğunu gösterirken, 0'a yakın değerler ise hatanın arttığını ve analitik performansın iyi düzeyde olmadığını göstermektedir<sup>(5,6)</sup>.

Çalışmamızda Balıkesir Devlet Hastanesi Tıbbi Mikrobiyoloji Laboratuvarı 2016 yılı boyunca kayıt altına alınan preanalitik hatalar, tüp ret nedenleri, numunelerin geldiği hastane birimi ve laboratuvar analiz birimlerine göre sınıflandırılarak, 6 sigma yaklaşımı ile ortaya konulmaya çalışılmıştır.

## GEREÇ ve YÖNTEM

2016 yılı Balıkesir Devlet Hastanesi Tıbbi Mikrobiyoloji Laboratuvarı'na gelen ve analiz için uygun olmadığı saptanan numuneler, numune ret kriterlerine göre ret edildi. Laboratuvara her ay gelen toplam numune sayısı laboratuvar bilgi sisteminden alındı. Çalışma için Balıkesir İl Sağlık Müdürlüğü'nden 21.02.2018 tarihli Girişimsel Olmayan Klinik Araştırma İzni alınmıştır.

Hata kategorileri

1. Hemolizli
2. Pıhtılı
3. Lipemik
4. Uygun olmayan materyal
5. Yanlış kaba numune alınması
6. Yetersiz materyal
7. Hatalı barkot

### Hastane bölümleri

1. Poliklinik
2. Servis
3. Yoğun Bakım

### Tıbbi Mikrobiyoloji Laboratuvarı analiz birimleri

1. Nefelometre,
2. ELISA,
3. Seroloji,
4. Bakterioloji olarak sınıflandırıldı.

Elisa, seroloji ve nefelometre olarak belirtilen bölümlerde aynı hastadan her grup için ayrı tüplere kan alınmıştır. Hata oranları milyonda hata sayısı olarak

$$\text{Milyonda hata} = \frac{\text{hata sayısı} \times 1.000.000}{\text{toplam test istemi}}$$

formülü ile hesaplandı. Sözgelimi, Ocak ayı için laboratuvarımızda 11 örnek hemolizli olduğu

için reddetmişti ve o ay laboratuvarımıza ulaşan toplam örnek sayısı 12.540 idi.

$$\text{Milyonda hata} = 11 * 1.000.000 / 12540 = 877.2$$

İstatistiksel tablolarda milyonda hata 877.2'nin sigma karşılığı 4.7'dir.

<http://www.westgard.com/calculators/SixSigCalc.htm> adresinden milyonda hata girilerek sigma değeri bulunabilmektedir.

Sigmametrikte ise:

“Çok iyi”:  $\geq 5.0$  sigma

“İyi”:  $4.0 < 5.0$  sigma

“Minimum”:  $3.0 < 4.0$  sigma

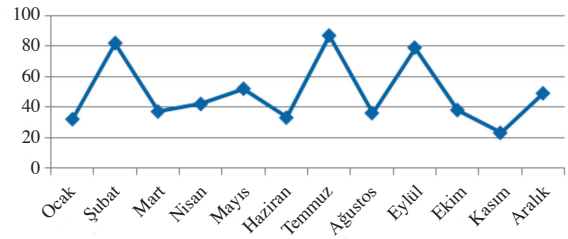
“Kabul edilemez”:  $< 3.0$  sigma olarak değerlendirilir.

## BULGULAR

2016 yılı boyunca Tıbbi Mikrobiyoloji Laboratuvarı'na 80725 numune kabul edilmiştir. 55.709 kan örneği (serum, plazma, tam kan), 25.016 örnek ise diğer numunelerdir. Diğer numuneler, gayta, idrar, burun sürüntüsü, balgam, eklem sıvısı, beyin omurilik sıvısı, yara yeri ile ilgili örneklerdir. Dört bin beş yüz altı idrar kültürü, 805 gayta kültürü, 504 yara kültürü, 783 burun kültürü, 311 balgam kültürü, 2.586 hemokültür ve 1.238 boğaz kültürü örneği bakteriyoloji birimine kabul edilmiştir (Tablo 1). En çok numune Aralık ayında ulaşırken en az

**Tablo 1. 2016 yılı boyunca Tıbbi Mikrobiyoloji Laboratuvarı'mıza ulaşan numune sayıları.**

Örnek türü	Gelen örnek sayısı
Kan örneği (serum, plazma, tam kan)	55709
İdrar kültürü	6008
Gayta kültürü	1073
Burun Kültürü	1044
Balgam Kültürü	783
Hemokültür	3448
Boğaz kültürü	1651
Trakeal Aspirat Kültürü	915



**Şekil 1. Ret sayılarının aylara göre dağılımı.**

numune Eylül ayında gelmiştir (sırası ile 16525 ve 9.945). Tüm yıl boyunca 591 örnek reddedilmiş ve analize alınmamıştır. Ret oranı en yüksek Temmuz ayında saptanırken, en az ret ise Kasım ayında gerçekleşmiştir (Şekil 1). Reddedilen numunelerin hastane içindeki dağılımına bakıldığında, en çok polikliniklerden gelen örnekler ret edilirken bunu sırası ile servis ve yoğun bakım izlemiştir (sırası ile 310, 165 ve 133). Tıbbi mikrobiyoloji laboratuvarı bölümleri olarak baktığımızda ise en çok nefelometre analizlerinin yapıldığı bölümde ret sayısı saptanırken, bu sayı burun kültüründe en azdır (sırası ile 333 ve 1). İdrar kültürü bitiminde 42, gayta kültüründe 4, yara kültüründe 8, balgam kültüründe 38, hemokültürde 11 ve boğaz kültüründe 10 örnek reddedilmiştir. Numune ret nedenleri temel alınarak yapılan sınıflandırmaya göre en çok hata hemolizli numunede en az hata ise pıhtılı numunede saptanmıştır (sırası ile 422 ve 1). Hata kategorileri başlığı altındaki sigmametrik analiz sonucunda en çok hata hemolizli numunede saptanmıştır (4, “iyi”). Bunu 4.8 “iyi” ile uygunsuz numune takip etmiştir. Bu başlık altındaki diğer

**Tablo 2. 2016 yılı kültür dışı istem sayısı, milyonda hata oranı (DPM), sigmametrik karşılığı ve düzeyi.**

Hata kategorileri	Gelen Örnek Sayısı	Hata sayısı	DPM	Sigma	Sigma düzeyi
Hemolizli	55709	422	7575	4	İyi
Pıhtılı	55709	1	18	5.7	Çok İyi
Lipemik	55709	3	54	5.4	Çok İyi
Uygun olmayan numune	55709	80	48	4.8	İyi
Yetersiz numune	55709	22	133	5.2	Çok İyi
Yanlış kaba alınmış numune	55709	55	332	5	Çok İyi
Hatalı barkot	55709	8	48	5.4	Çok İyi

**Tablo 3. 2016 yılı örnek gelen birimlere göre hata sayısı, milyonda hata oranı (DPM), sigmametrik karşılığı ve düzeyi.**

Hastane bölümlerine göre	Hata sayısı	DPM	Sigma	Sigma düzeyi
Poliklinik	310	1873	4.4	İyi
Servis	165	997	4.6	İyi
Yoğun bakım	133	804	4.7	İyi

**Tablo 4. 2016 yılı analiz yapan Tıbbi Mikrobiyoloji Laboratuvarı birimlerine göre hata sayısı, milyonda hata oranı (DPM), sigmametrik karşılığı ve düzeyi.**

Laboratuvar birimlerine göre	Hata sayısı	DPM	Sigma	Sigma düzeyi
Nefelometre	333	2012	4.4	İyi
ELISA	119	719	4.7	İyi
Seroloji	21	127	5.2	Çok İyi
Bakteriyoloji	134	810	4.7	İyi

tüm hata kategorileri “çok iyi”  $\geq 5$  olarak hesaplanmıştır (Tablo 2). Hastane birimlerine göre yapılan sigmametrik analizde ise poliklinik sigma düzeyi 4.4 “iyi”, servis 4.6 “iyi” ve yoğun bakım 4.7 “iyi” idi (Tablo 3). Analiz yapılan Tıbbi Mikrobiyoloji Laboratuvarı bölümlerine göre yapılan analiz sonucu en yüksek sigma düzeyinin 5.2 “çok iyi” ile serolojide, en düşük sigma düzeyinin ise 4.4 ile nefelometrede olduğunu göstermiştir (Tablo 4). Kültür birimine gelen sigma oranları, ilgili bölüme gelen örnek farklılığı nedeni ile ayrı hesaplandı (Tablo 5). İdrar kültürü 4.5 “iyi”, gayta kültürü 5.1 “çok iyi”, yara kültürü 4.9 “iyi”, burun kültürü 5.5 “çok iyi”, balgam kültürü 4.4 “iyi”, hemokültür 4.8 “iyi”, TAK 5.2 “çok iyi” ve boğaz kültürü 4.8 “iyi” olarak değerlendirildi.

## TARTIŞMA

Laboratuvar hatalarının %75 ini oluşturan preanalitik dönem hataları yanlış tanı konulması, uygun olmayan tedavi verilmesi, uzayan hastanede kalma süresi gibi sağlık hizmetlerinin başarısızlığına yol açmaktadır<sup>(6)</sup>. Çalışmamızda, tıbbi mikrobiyoloji laboratuvarı 1 yıllık pratiğinde preanalitik döneme ait büyük veriden analiz

**Tablo 5. 2016 yılı Kültür istem sayısı, hata sayısı, milyonda hata oranı (DPM), sigmametrik karşılığı ve düzeyi.**

Kültür birimlerine göre	Kültür istem Sayısı	Hata sayısı	DPM	Sigma	Sigma Düzeyi
İdrar kültürü	25016	37	1479	4.5	İyi
Gayta kültürü	25016	5	200	5.1	Çok iyi
Yara kültürü	25016	11	440	4.9	İyi
Burun kültürü	25016	1	40	5.5	Çok İyi
Balgam kültürü	25016	51	2039	4.4	İyi
Hemokültür	25016	15	600	4.8	İyi
Trakeal aspirat kültürü	25016	3	120	5.2	Çok iyi
Boğaz kültürü	25016	13	520	4.8	İyi

yaparak süreci değerlendirdik. Değerlendirmenin standardize olması için sigmametrik skala kullanıldı. Bunun için milyonda hata hesaplanarak <http://www.westgard.com/calculators/SixSigCalc.htm> adresinden sigma karşılığı hesaplandı. Veriler değerlendirildiğinde en çok hatanın hemolizli numune indikatöründe olduğunu gördük. Çalışmamıza benzer şekilde literatürde de hemoliz oranlarının %40-70 arasında olduğunu gösteren çalışmalar mevcuttur<sup>(7-9)</sup>.

Bu çalışmalar daha çok tıbbi biyokimya testleri ile yapılmasına karşın, aynı etki mekanizması ile mikrobiyoloji test analizlerinde de hemoliz interferans gerçekleştirerek ölçüm sonucunun yanlış çıkmasına neden olmaktadır. Beş yüz doksan bir reddedilen numunenin 422'sinin hemoliz nedeni ile gerçekleşmesi kan alımı ile ilgili bir sorunun varlığını bize göstermektedir. Yapılan bu analiz sonucunda, kan alımı ile ilgili eğitimin ilgili sağlık personeline verilmesi, teknik hataların giderilmesi ve eğitimlerin sürdürülebilirliğin sağlanması gerekmektedir<sup>(10)</sup>.

Çalışmamızda idrar kontaminasyonu nedeni ile 42 örnek reddedildi. Bakteriyoloji biriminde en çok reddedilen numuneler idrar kültür biriminde gerçekleşti. İdrar kültürlerinde kontaminasyon oranları literatürde %5.5 ile %18.1 arasında değişen oranlarda bildirilmektedir<sup>(11-13)</sup>. Ülkemizden yapılan bir çalışmada ise, idrar kültüründe kontaminasyon oranı %14.2 olarak bulunmuş

olup, kontaminasyon sıklığının özellikle hastaya örnek alınımının iyi anlatılmadığı durumlarda daha yüksek olduğu bildirilmiştir<sup>(12)</sup>.

Seksen numune uygunsuz numune nedeni ile reddedilmiştir. Analiz için uygunsuz numuneye en sık karşılaştığımız sorun beklemiş gayta örneği, balgam örneği yerine tükürük örneğinin gelmesi, santrifüje edilmeden örneklerin uzun süre bekletilmesi örnek verilebilir. Yanlış kaba alınmış 55 numune 2016 yılı boyunca reddedilen bir diğer indikatördür. Hemogram tüpüne serum örneği ile analizi yapılacak parametreler için örnek alınması, idrar kültürü kabına gaita örneğinin alınması yanlış kaba alınmış numune olarak değerlendirildi. Ocak ayında yanlış kaba numune alınması nedeni ile ret sayımızın 13 olması üzerine geri bildirimlerin yapılması üzerine yıl sonuna doğru giderek azalmış. Aralık ayında bu indikatörden ret yapılmamıştır. Sözel geri bildirim ve hata konusunda bilgilendirme hataların azalmasında etkin olmuştur.

Verilerimize genel bir bakış açısı ile baktığımızda, ret sayılarının çok yüksek olmadığı, preanalitik evre hatalarının sigma olarak değerlendirildiği<sup>(13,14)</sup> diğer çalışmalar ile uyumlu olduğu görülmüştür.

Hastane birimlerine göre sigma düzeylerine bakıldığında, en çok hatanın polikliniklerden gelen örneklerde olduğu görülmektedir (4.4, “iyi”). Bunu sırası ile servis ve yoğun bakım izlemektedir (sırası ile 4.6 “iyi”, 4.7 “iyi”). Polikliniklerden gelen hastaların örneklerinin alındığı kan alma biriminde personel değişiminin sık olmasına bağladık. Özcan ve ark.<sup>(11)</sup> yaptıkları çalışmada, hastaneye yeni personel alım dönemlerinde hatanın arttığını, eğitim dönemlerinden sonra hataların giderek azaldığını göstermişlerdir.

Mikrobiyoloji laboratuvarının kültür birimi sigma oranlarının diğer örneklerle analiz yapan bölümler ile paralellik gösterdiğini görmekteyiz.

Beş buçuk “çok iyi” ile değerlendirilen burun kültürü iken, 4.4 “iyi” ile balgam kültürü en düşük sig-ma oranı olarak karşımıza çıkmıştır. Çalışmamız-da Temmuz ayı ret oranlarının diğer aylara göre daha yüksek olmasının nedeninin, bu ayda izinli personel yerine geçici görevli personelin yer alması ve ilgili bölümlerde iş yükünün aynı kalmasına rağmen, çalışan sayısının az olmasının neden olabileceğini düşünmekteyiz.

Yine Avcı ve ark.<sup>(10)</sup> preanalitik evreye yönelik aile hekimleri ve kan alma elemanlarına verdikleri eğitim sonucunda hataların giderek azaldığını kalite indikatörleri başlığı altında ortaya koymuşlardır.

Bütün preanalitik evre çalışmaları bu evredeki hataların hiçbir zaman sıfıra indirilemeyeceğini ancak azaltılabileceğini desteklemektedir. Bunun da ancak etkin ve doğru bir preanalitik evre eğitim protokolünün oluşturulması, eğitimlerin ilgili kişilere görsel teknik uygulamalar ile anlatılması ve eğitimlerin devamlılığın sağlanması ile olası kılınabilecektir<sup>(10,14)</sup>. Yine laboratuvar-klinisyen-numune alan sağlık personeli arasındaki iletişimin etkin hâle getirilmesinin de ret oranlarını azaltılabileceğini düşünmekteyiz. Literatürde, Mikrobiyoloji Laboratuvarı preanalitik evre hatalarının analizi ile ilgili çok az çalışma bulunmakta olup, sigmametrik değerlendirme gerçekleştirilmemiştir. Tıbbi Mikrobiyoloji laboratuvarı dinamiklerini dâhil ederek gerçekleştirilecek preanalitik evre değerlendirme ve iyileştirme çalışmalarına gereksinim duyulmaktadır. Çalışmamızın bu konuda bir kaldırım taşı olacağını düşünmekteyiz.

## KAYNAKLAR

1. Aksay K, Orhan F, Kurutkan MN. Sağlık hizmetlerinde bir risk yönetimi tekniği olarak FMEA: Laboratuvar sürecine yönelik bir uygulama. Sağlıkta Performans ve Kalite Dergisi. 2012;4(2):121-42.
2. Gajjar M, Patel A, Jain S. Monitoring of quality indicators in pre analytical phase of testing in the clinical biochemistry laboratory of a tertiary care hospital

- attached with Government Medical College. IOSR-JDMS. 2016;15(7):62-8.  
<http://doi.org/10.9790/0853-150756268>
3. Hammerling JA. A review of medical errors in laboratory diagnostics and where we are today. *Lab Med.* 2012;43(2):41-4.  
<http://doi.org/10.1309/LM6ER9WJR1IHQAUY>
  4. Plebani M, Sciacovelli L, Aita A, Padoan A, Chiozza ML. Quality indicators to detect pre-analytical errors in laboratory testing. *Clin Chim Acta.* 2014;432:44-8.  
<http://doi.org/10.1016/j.cca.2013.07.033>
  5. Coşkun A, Ünsal İ, Serteser M, Inal T. Six sigma as a quality management tool: Evaluation of performance in laboratory medicine, quality management and six sigma, Abdurrahman Coskun (Ed.), InTech. <https://www.intechopen.com/books/quality-management-and-six-sigma/six-sigma-as-a-quality-management-tool-evaluation-of-performance-in-laboratory-medicine>. (Erişim Tarihi: Mart 2018)  
<http://doi.org/10.5772/9928>
  6. Grecu DS, Vlad DC, Dumitrascu V. Quality indicators in the preanalytical phase of testing in a stat laboratory. *Lab Med.* 2014;45(1):74-81.  
<http://doi.org/10.1309/LM9ZY92YBZRFPFQY>
  7. Green SF. The cost of poor blood specimen quality and errors in preanalytical processes. *Clin Biochem.* 2013;46(13-14):1175-9.  
<http://doi.org/10.1016/j.clinbiochem.2013.06.001>
  8. Lippi G, Blanckaert N, Bonini P, et al. Haemolysis: an overview of the leading cause of unsuitable specimens in clinical laboratories. *Clin Chem Lab Med.* 2008;46(6):764-72.  
<http://doi.org/10.1515/CCLM.2008.170>
  9. Söderberg J, Jonsson PA, Wallin O, Grankvist K, Hultdin J. Haemolysis index-an estimate of preanalytical quality in primary health care. *Clin Chem Lab Med.* 2009;47(8):940-4.  
<http://doi.org/10.1515/CCLM.2009.227>
  10. Avcı E, Çeken N, Kangal Z, et al. Approach to pre-analytical errors in a public health laboratory. *Turk J Biochem.* 2017;42(1):59-63.  
<http://doi.org/10.1515/tjb-2016-0197>
  11. Özcan O, Güreşer AS. Tetkik öncesi hata kaynakları ve eğitim. *Dicle Tıp Derg.* 2012;39(4):524-30.  
<http://doi.org/10.5798/diclemedj.0921.2012.04.0194>
  12. Yaylı G, Ergin Ç, Gülen H. Bakteriyolojik kültürlerde kontaminasyonun mali analizi. *Klinik Derg.* 2001;14(3):154-8.
  13. Chawla R, Goswami B, Tayal D, Mallika V. Identification of the types of preanalytical errors in the clinical chemistry laboratory: 1-Year Study at G.B. Pant Hospital. *Lab Med.* 2010;41(2):89-92.  
<https://doi.org/10.1309/LM9JXZBMLSVJT9RK>
  14. Öz L, Koçer D, Buldu S, Karakükcü Ç. Kayseri Eğitim ve Araştırma Hastanesi Klinik Biyokimya Laboratuvarında pre-preanalitik hataların analizi. *Türk Klinik Biyokimya Derg.* 2017;15(3):119-28.