

Bilimsel Sonuçlarda İncelik Üzerine

İlbeyi AĞABEYOĞLU*

Gördüğümüz bilimsel yayınların pekçoğunda yapılan bir hata var: Sonuçların istatistiksel açıdan tutarsız ve de iddialı bildirim. Birkaç örnekle gösterelim:

Örnek 1:

x ve y isimli yazarlar piyasada bulunan ve hepsi de z etken maddesini içeren müstahzarlar üzerinde bir araştırma yapıyorlar ve bulgularını yayınlıyorlar. Diyelim ki bulguları müstahzarın içerdiği etken madde miktarı olsun. Çalışmada spektrofotometrik yöntemler kullanıyorlar ve sonuçları şöyle açıklıyorlar:

a ticari preparatı 95.456 mg etken madde içermektedir.

b ticari preparatı 101.48 mg etken madde içermektedir.

c ticari preparatı 83.8765 mg etken madde içermektedir.

Örnek 2:

Bir biyoyararlanım çalışması yapılmış ve yazarlar bu çalışmada HPLC yöntemi kullanmışlar. Sonuç:

d müstahzarının mutlak biyoyararlanımı % 98.345'tir.

e müstahzarlarının mutlak biyoyararlanımı % 105.3333'tür.

Örnek 3:

Bir etken maddenin sentezi yapılmış ve kullanılan yöntemine göre % 63.123 verim elde edilmiştir.

Örnek 4:

f etken maddesinin spektrofotometrik miktar tayini geliştirilmiş ve aşağıdaki kalibrasyon denklemi bulunmuştur:

$$y = 2.34567x - 0.00739297 \quad r^2 = 0.9997$$

Örnek 5:

g ilacın dayanıklılığı (stabilitesi) incelenmiş ve bozunma aktivasyon enerjisi 23471.45637 kcal/mol bulunmuştur.

Yukarıdaki örneklerin hepsindeki ortak yanlış nokta, sonuç değerlerin çok fazla anlamlı haneli verilmiş olmasıdır. Konuyu daha fazla işlemeyen önce "anlamlı hane" ve "virgülden sonra hane" ile ne kastedildiğini açıklayalım:

Anlamlı hane: Verilen sayının içerdiği ve sıfırdan farklı olan hanelerin sayısı (Eğer sıfır aradaysa, o da anlamlı olarak sayılır). Örneğin 123.456 sayısı, altı anlamlı hane, -0.0011 sayısı iki anlamlı hane içermektedir.

Virgülden sonra hane: Sayıda ondalık virgül (veya nokta) varsa, bu virgülün sağındaki hane sayısı. Örneğin 123.456 sayısı üç ve -0.0011 sayısı dört hane içermektedir.

Şimdi verdiğimiz örneklerin kaçar tane hane içerdiklerini inceleyelim:

Örnek 1: a ve b sonuçları müstahzarları beşer ve c müstahzarı altı anlamlı hane içerirken, virgülden sonra a üç, b iki ve c dört hane içermektedir.

Örnek 2: d sonucu beş, e sonucu yedi anlamlı hane içerirken, d sonucu virgülden sonra üç ve e sonucu da virgülden sonra dört hane içermektedir.

Örnek 3: Sonuç, beş anlamlı ve virgülden sonra üç hane içermektedir.

(*) Gazi Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, Farmasötik Teknoloji Anabilim Dalı, 06330-Etiler/ANKARA.

Örnek 4: Denklem parametreleri altı anlamlı haneden oluşmaktadır. Ayrıca eğim, virgülden sonra beş, kesişim virgülden sonra sekiz hane içermektedir. Determinasyon katsayısı r^2 , hem anlamlı hane olarak, hem de virgülden sonra hane olarak dört hane içermektedir.

Örnek 5: Sonuç, on anlamlı haneden oluşmakta ve virgülden sonra beş hane içermektedir.

Gelelim yapılan hataya: Yukarıdaki değerlendirmeler, spektrofotometre, HPLC, GC ve benzeri yöntemlerle yapılmıştır. Analiz cihazlarının hemen tümü, sonuçlarını azami üç anlamlı hane olarak verirler. Dolayısıyla bu aletlerin kullanılmasıyla elde edilen sonuçlar da azami üç anlamlı hane içerebilirler. Bundan daha fazla yazılması, istatistiksel ve bilimsel olarak yanlış olup, hatta aşırı iddiaya girmektedir. Bir tek, sadece terazi kullanarak yapılan gravimetrik çalışmalarda daha fazla anlamlı haneye yer verebilir; o da çok dikkatli olmak kaydıyla! Bunun dışında, sintilasyon sayıcılarının altı haneli değerleri verdiğini görmekteyiz. Ancak bu okunan değerlerin altı hanesi de anlamlı değildir. Aynı ölçümü tekrarlıyorsak, bu sefer dördüncü haneden itibaren değişen yeni değerler okuruz. Dolayısıyla, sintilasyon ölçümü sonunda elde edilen sonuçlar da üç anlamlı hane kuralına uymalıdır. Yukarıdaki yanlış örnekleri düzeltirsek,

Örnek 1: a preparatı 95.5 mg
b preparatı 101 mg
c preparatı 83.9 mg

Örnek 2: d müstahzarı % 98.3
e müstahzarı % 105

Örnek 3: Verim % 63.1

Örnek 4: Kalibrasyon denklemi
 $y = 2.35x - 0.00739$ $r^2 = 1.00$

Örnek 5: Aktivasyon enerjisi 23500 kcal/mol olacaktır. Doğrusu da budur.

Güven aralıkları : Yayınlanmış makalelerde sık gördüğümüz diğer bir yanlış, tekrarlanmış deney sonuçlarını verirken standart sapma veya güven aralıklarında yapılan yanlışlardır. Örnek verelim:

Örnek 6: $x = 12.1 \pm 0.456$

Burada ilk değerden sonra verilen standart sapma, ortalamanın standart hatası veya % 95 olasılıklı güven aralıkları durumunda olan değer, üç hane olarak verilmiş ki, yanlıştır. Bu değer virgülden sonraki hane sayısı, ana değer virgülden sonraki hane sayısını tutmalıdır. Yani yukarıdaki verilmiş olan sonuç,

$$x = 12.1 \pm 0.5$$

şeklinde verilmek zorundadır. Aksi takdirde ana değer virgülden sonraki hane sayısını artırarak bozacaktır. Konunun daha iyi anlaşılması için birkaç örnek veriyoruz.

Yanlış	Doğru
$2,540 \pm 1.21$	$2,540 \pm 1$
78.95 ± 2.346	78.95 ± 2.35
0.00456 ± 0.0000358	0.00456 ± 0.00004
128 ± 0.111	128 ± 0
0.876 ± 0.000444	0.876 ± 0.000
$1,230,000 \pm 21,789$	$1,230,000 \pm 20,000$

Hane sayısını küçültürken, bir önceki hane 5 veya yukarısı ise, bir sonraki haneye mutlaka 1 eklemeyi unutmamak gerekmektedir.

Bilimsel makale yazarken veya poster hazırlarken yukarıdaki hususlara dikkat etmek gerekmektedir. FABAD'a gönderilecek yazılarda da bu hususa dikkat edilmesini özellikle öneririz.