

**❖ Genel Bilgiler**

- Sulardaki bakır kirliliğinin temel kaynakları endüstriyel faaliyetler ve evsel kullanımlardır. Endüstriyel kaynaklar metal kaplama işlemleri, elektrikli cihaz üretimi, pestisit formülasyonları, ahşap koruyucu maddeler ve boya katkı malzemeleri yer almaktadır. Evsel kaynaklar: konutlardaki sıhhi tesisat sistemlerinin korozyonu nedeniyle suya karışan bakır.
- Bakır maruziyeti, insan sağlığı ve çevre üzerinde çeşitli olumsuz etkilere yol açabilir. Kısa vadeli etkilerde sindirim sistemi sorunları, örneğin mide bulantısı, kusma ve karın ağrısı mevcut iken uzun vadeli etkilerde kronik ve birikimli maruziyet sonucu karaciğer ve böbreklerde kalıcı hasar bırakabilmektedir. Çevresel etkileri incelendiğinde ise yavru balıklar için toksik olan bakır, sucul ekosistemlerin dengesini bozabilir. İçme sularında bakır konsantrasyonunun yasal üst sınırı 2 mg/L olarak belirlenmiştir. Bu sınır, insan sağlığını ve çevreyi korumak amacıyla sıkı bir şekilde denetlenmektedir.

**❖ Numunenin Alınması ve Hazırlanması**

- Numuneyi bekletmeden analiz ediniz. Numunenin korunması için litre başına 1 mL %65'lik HNO<sub>3</sub> ekleyiniz.
- Çözünmemiş veya kompleks halde bulunan bakır, uygun çözündürme işleminden sonra bu yöntemle tayin edilebilir.
- Numunenin başlangıç pH değeri 4 ile 10 arasında olmalıdır. Gerekirse 1 M NaOH veya 1 M HCl ile pH ayarlaması yapınız.
- Bulanık numuneleri analiz öncesinde süzünüz.

**❖ Prosedür:**

<b>5 ml numuneyi pipet ile test tüpüne alınız.</b>
<b>Üzerine 0.25 ml Cu-1 reaktifi ilave ediniz.</b>
<b>Test tüp kapağını kapatıp içeriğini homojen olana kadar karıştırınız.</b>
<b>Reaksiyon süresi olarak 5 dakika bekleyiniz.</b>
<b>Uygulama Seçenekleri bölümünde gösterilen yöntemlerden biri tercih edilerek okuma yapılır.</b>

**❖ Uygulamalar**

- İçme, yeraltı ve yüzey suları; evsel ve endüstriyel atık sular,

**❖ Metot**

- Amonyaklı ortamda, Cu (II) iyonları küprizone ile reaksiyona girerek mavi renkli bir kompleks oluşturur. Bu metot, oluşan kompleksin konsantrasyonunu fotometrik olarak belirler ve yalnızca Cu<sup>2+</sup> iyonlarının kantitatif tayinine olanak sağlar. Kompleks bağlı, çözünmemiş bakır veya Cu(I) iyonlarının tayini ise çözünürleştirme işlemi sonrasında gerçekleştirilir.
- Bu yöntem, ISO 17381 (Su Kalitesi- Kullanıma Hazır Test Kit Metotlarının Su Analizlerinde Seçimi ve Uygulanması) standardına uygun olarak kantitatif fotometrik küvet/tüp test metodu kategorisinde yer alır. ISO 17381 standardında belirtilen analitik kalite güvencesi kriterlerine göre, içme suyu ve atık sulardaki bakır konsantrasyonlarının yasal limitlere uygunluğunu kontrol etmek amacıyla kullanılır.
- Ölçüm işlemi için test kitiyle birlikte temel laboratuvar ekipmanlarına ihtiyaç duyulur: fotometre veya spektrofotometre cihazı ile 1 mL ve 5 mL hacim transferi için tercihen tek kullanımlık veya iyi temizlenmiş cam pipetler.

**❖ Analitik Kalite Güvencesi**

- Fotometrik ölçüm sistemini ve çalışma yöntemini kontrol etmek için (test reaktifleri, ölçüm cihazı, metodun uygulanması), standart bakır çözeltisi kullanılabilir.
- S.B İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik ve 98/83/EC sayılı Konsey Direktifine göre istenen metod performans değerleri partametrik limit değer olan 2 mg/L Cu<sup>2+</sup> seviyesinde aşağıdaki gibidir:

<b>Metot Performansı [Parametrik değer'in %'si] olarak</b>	<b>Değer mg / L Cu</b>
<b>Gerçeklik (Trueness)</b>	±%10
<b>Tekrarlanabilirlik standart sapması</b>	±% 3
<b>Tespit Limiti</b>	0.03

- Yaklaşık 20 sonucun ortalaması (2 mg/L Cu) civarında olan HNO<sub>3</sub> asitle korunmuş ihtiyaç halinde spike yöntemiyle elde edilen gerçek numune ortamının, laboratuvar şartlarında elde edilen tekrarlanabilirlik değeri kullanılarak Kalite kontrol kartıyla izlenmesi tavsiye edilir.

### ❖ Uygulama Seçenekleri:

Bu kit her marka fotometrede iki farklı şekilde kullanılabilir.

- 1) Kalibrasyon grafiğine dayalı kullanım
- 2) Laboratuvar şartlarında Metot validasyonu ile

Seçeneklere ait açıklamalar:

#### 1) Doğrudan Abs okuyarak

Numunenizin mg/L Cu<sup>2+</sup> değerini, cihazınızın 605 nm dalga boyunda absorbans değerini okuyarak  $C = k \times \text{Abs}$  formülü ile bulabilirsiniz. Formül terimleri: C: mg/L Cu<sup>2+</sup>; k: Kalibrasyon faktörü; Abs: İlgili dalga boyunda şahite karşı sıfırlandığında cihazınızdan okunan Absorbans değeridir. Örneğin: kite ait test tüpü ile okuma yapıldığında, cihazınızın 605 nm.de şahide karşı absorbansı 1.140 olsun; kite ait varsayılan k değeri, 16 mm tüp test için 3.50 olduğundan, mg/L Cu<sup>2+</sup> değeriniz  $C = 3.50 \times 1.140 = 3.99$  mg/L Cu<sup>2+</sup> olur.

#### 2) Metot Validasyonu ile

Matriks kitlerini kendi laboratuvar şartlarınıza özel kalibrasyonu ve ISO 8466-1'e göre hesaplayacağımız metot performans verileriyle kullanabilirsiniz. Ayrıntılı bilgi için uygulama dokümanı talep edebilirsiniz.

- En iyi ölçüm performansı için laboratuvarıda, bilinen standartlara karşı tercihan, 3 paralel sonuçla ortanca alınan, ölçüm aralığı boyunca eşit dağıtılmış en az 6 noktalı standard değere karşı kalibrasyonla kullanılması önerilir.
- Ölçüm kararlılığı 30 dakikadır.

Kalite Güvence Elemanı	Kontrol Limitleri	Uygulama Periyodu
<b>Metot Kalibrasyon Kontrolü</b>	Referans değerden maksimum sapma $\pm\% 10$ sapma.	Çalışma seansı başına 1 adet
<b>Paraleller arası Sapma Kontrolü</b>	<b>% 95 güven aralığında rastgele hata limiti:</b> İki paralel analiz sonucunun ortalamadan farkı % 4' den daha büyük olmamalıdır.	Çalışma seansı başına 1 numuneye uygulanır. Yasal Limit aşan tüm numunelere
<b>Raporlama Limit Kontrolü</b>	Ölçülebilen en küçük değer limiti  Metot Tespit Limiti (MTL) = $\pm 3.14$ Sr Metot Raporlama Limiti = $\pm 3$ MTL	6 ayda 1 uygulanması önerilir.

Sr= Tekrarlanabilirlik standart sapması

### ❖ Girişimler:

- İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmeliği'nde yer alan ve aşağıdaki tabloda listelenen kimyasalların gösterge/ parametrik değerlerinin 1.5 katı varlığında kombine etki incelenmiş olup, analiz sonucunda etkileşim gözlemlenmemiştir.
- Aşağıdaki mg/L seviyeleri alt girişim limit değerleri tek bir parametre varlığında incelenmiştir.

Alüminyum	Al <sup>3+</sup>	200
Amonyum	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	1000
Bor	B <sup>3+</sup>	1000
Demir	Fe <sup>3+</sup>	50
Klorür	Ca <sup>+2</sup>	500
Mangan	Mn <sup>+2</sup>	500
Siyanür	CN <sup>-</sup>	0.1
Sülfat	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	1000

- Ürün Güvenlik Formuna, web sitesinden ulaşabilirsiniz.

#### Ayrıntılı bilgi ve uygulama dokümanları için iletişim bilgileri:

www.matrikskimya.com ▪ [bilgi@matrikskimya.com](mailto:bilgi@matrikskimya.com)  
 Matriks Kimya Ltd. KASTAMONU/TÜRKİYE

### ❖ Metodun Karakteristik Verileri

Referans bir spektrofotometrede yapılan çalışmada, ISO 8466-1'e göre aşağıdaki metot performans verileri elde edilmiştir.

<b>Metodun Std. Sapması (mg/L Cu<sup>2+</sup>)</b>	0.03
<b>Metodun varyasyon katsayısı (% CV)</b>	1.2
<b>Güven aralığı (mg/L Cu<sup>2+</sup>)</b>	$\pm 0.1$
<b>Hassasiyet (mg/L Cu<sup>2+</sup>) / (0.010 Abs)</b>	0.03

### ❖ Notlar:

- Çok sayıda numune çalışırken reaktifler arası süre 10 dakikaya kadar uzatılabilir.
- Tüm test kitlerinin Lot spesifik kalibrasyon değerlerinin farklı olabileceğine dikkat ediniz.
- Test kiti lotları ile program uyumu arasındaki fark  $\pm \% 3$  toleransa sahiptir. Temel olarak Analitik kalite güvencesi bölümünde anlatılan tedbirlerle bu kit tek ölçümde maksimum  $\pm \% 10$  hata şartlarında kullanılabilir.