

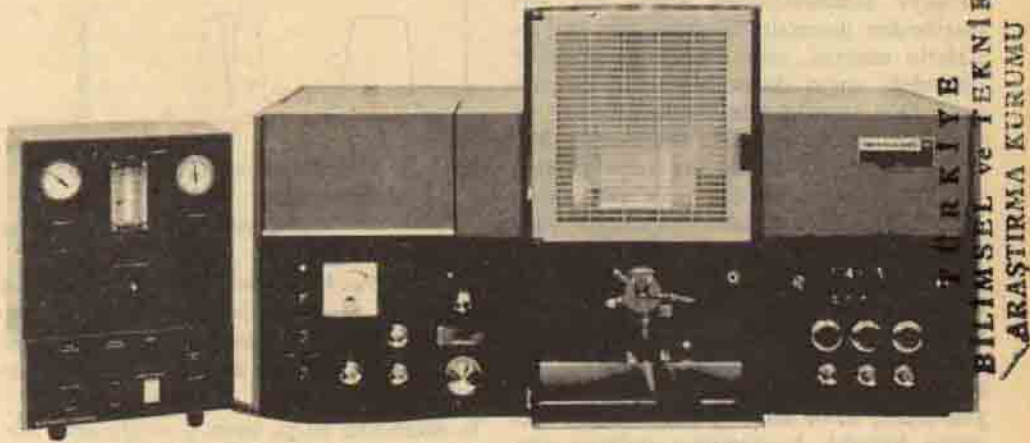
# ELEMENTLERİN ALEV YARDIMIYLA ANALİZİ

Dr. ENDER ERDİK  
A.Ü. Fen Fakültesi

**B**azı metal bileşikleri, bir plâtin telin ucunda havagâzi alevine tutulduklarında alevi karakteristik renklere boyarlar; meselâ, bir sodyum tuzu, alevi sarıya boyar ve bu ışık bir spektroskop ile incelenirse parlak sarı bir çizgi (veya ayırma gücü yüksek bir spektroskop ile iki yakın sarı çizgi) görülür. Spektroskopi ile nicel analizi yapılan bu elementler sodyum, potasyum lityum ve daha az sık olarak kalsiyum, stronsiyum ve baryumdur. Fakat, geliştirilen iki enstrümental analiz tekniği ile, —atomik absorpsiyon spektroskopisi ve alev fotometrisi— bugün, çeşitli maddelerde eser halde bulunabilen pek çok elementin alev yardımıyla nicel ve nitel analizini yapmak mümkündür. Alev fotometrisi özelli-

le biyolojik dokularda ve sıvılarda bulunan sodyum ve potasyumun analizi için kullanılır. Fakat atomik absorpsiyon spektroskopisi ile şimdiye kadar 68 elementin analizi yapılabilmüş ve numunedeki eser metal konsantrasyonunun doğrudan okunabildiği çeşitli cihazlar geliştirilmiştir. Bu metodun diğer analitik metodlara nazaran üstünlüğü, hiç bir ön kimyasal ayırma, v.b. işlemine gerek göstermemesi, çok düşük konsantrasyonlarda çalışılabilmesi, sonuçların % 0,2 den daha duyar olması, kolaylığı ve çabukluğudur.

Atomik absorpsiyon spektroskopisinin, kimyasal analizlere uygulanması 1955 de Walsh, Alkemade ve Milatz ile başlamıştır. Yakın zamanlara kadar, eser metal-



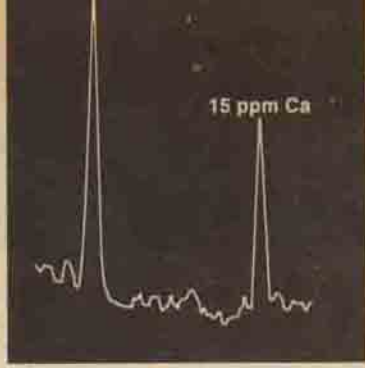
Modern bir atomik absorpsiyon spektrofotometresi. Solda otomatik kontrol aletleri, ortada alevin elde edildiği kısım ve sağda dijital konsantrasyon kaydedici cihaz görülmüyor.

lerin (% 0,01 den daha düşük konsantrasyonda) analizi, maddenin uygun bir çözünücüde çözülmesini, yalnız bu metal iyonlarıyla karakteristik bir renk veren organik bir maddenin ilâvesini ve rengin şiddetinin veya ışık absorpsiyonunun ölçülmesini gerektiriyordu. Fakat yalnız bir cins metal iyonuyla karakteristik renk veren kimyasal bir reaksiyon bulmanın zorluğundan dolayı önceden çok çeşitli

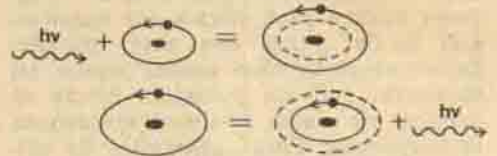
ve uzun kimyasal işlemlerde bu metal iyonunu diğerlerinden ayırmak gerekiyordu. Dolayısıyla bu metod hem zaman alıcı ve hem de pahalıydı. Atomik absorpsiyon spektroskopisinde ise numune bir alev içinde yakılarak yüksek sıcaklığa kadar ısıtılır. Alevin sıcaklığında, moleküller arasındaki kimyasal bağlar parçalanarak serbest metal atomları oluşur ve bu atomlar bir ışımaya kaynağından

çıkarak alevden geçen mor ötesi veya görünür bölgedeki ışınları absorblarlar. Absorbsiyonun yapıldığı dalga boyu her element için karakteristiktir. Meselâ, bir numunedeki kalsiyum konsantrasyonu bulunmak istenirse, uygun bir kaynaktan gelen ışık, numunenin yakıldığı alevden geçirilir; kaynak bu takdirde katodu kalsiyum olan bir katod ışınları tüpüdür. Alevde çarpan ışın enerjisinin bir kısmı numunedeki kalsiyum konsantrasyonuna bağlı olarak absorblanır ve cihaz bu absorbsiyon şiddetini ölçerek kaydeder. Şek. 1 de absorbsiyon şiddetine bağlı olarak absorbsiyon piklerinin yüksekliğinin değiştiği görülüyor, 15 ppm ve 25 ppm sırasıyla numunede «milyonda 15 ve 25» konsantrasyonunda (yani % 0,0015 ve % 0,0025) kalsiyum bulunduğunu belirtiyor (ppm : parts per million, milyonda kısım cinsinden bir konsantrasyon birimi).

Atomik absorbsiyon spektroskopisi, ışın enerjisinin gaz halinde nötral atomlar tarafından absorbsiyonuna dayanır. Bir element atomunun absorbsiyon spektrumu, dış yörüngelerinde bulunan elektronların «elektronik geçiş» lerinden yani yörünge değiştirerek tekrar eski yörüngeye dönmelerinden doğan bir seri çizgilerden ibarettir. Metaller için bu geçişlerin enerjisi, mor ötesi veya görünür bölgedeki ışığın dalga boylarına karşılık gelir. Oda sıcaklığında bütün atomlar temel (uyarılmamış) halde bulunurlar. Meselâ sodyum atomunun dış yörüngesinde tek bir elektron vardır, ve alevde sıcaklığında bu elektron daha yüksek yörüngelere geçebilir. Böyle uyarılmış bir atomun yaşama süresi çok kısadır,  $10^{-9}$  sn den az ve bir ışın yayınlıyarak tekrar temel hale döner; buna alev emisyonu denir. Tipik bir yaz alevinde ( $T = 2500$  °K) böyle uyarılmış sodyum atomlarının sayısı azdır; 10000 temel halde sodyum atomuna karşılık 1 uyarılmış sodyum atomu. Temel halde bulunan sodyum atomlarının ise, dış elektronları elektronik uyarılma yani bir üst yörüngeye geçme için gerekli enerjiye karşılık gelen dalga boyundaki ışığı absorblıyabilirler; buna ise alevde atomik absorbsiyon denir. Şek. 2 de üstte ışık absorbsiyonu ile bir atomun uyarılması, altta uyarılmış bir atom tarafından ışık emisyonu, şematik olarak gösterilmiştir.  $E = h\nu$ , bir fotonun enerjisi olup,  $h$  planck sabiti ve  $\nu$  frekanstır, bu kuantlanmış ışın  $\lambda$ : lâmbda enerjisini absorblıyan atom, temel ha-



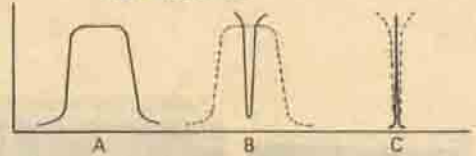
Şekil 1. 15 ve 25 ppm kalsiyumun absorbsiyon spektrumu.



Şekil 2. Atomik absorbsiyonun şematik gösterilmesi.

Üstte : Işığın absorbsiyonu (Atomun uyarılması)

Altta : Uyarılmış bir atom tarafından ışık emisyonu.



Şekil 3. Absorbsiyon emisyon pikleri (şematik).

A : Monokromotorun verdiği ışın bandı.

B : A'ya oranla çok dar olan atomik absorbsiyon çizgisi.

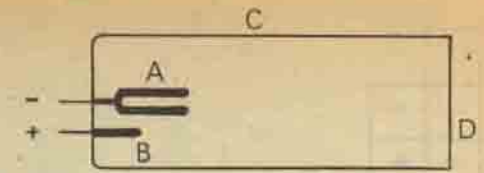
C : Katot lâmbasının verdiği B'ye nazaran daha dar spektrum çizgisi.

le dönerken dalga boyu  $\lambda = c/\nu$  olan bir ışın yayınlar ( $c$ : Işığın hızı) Meselâ sodyumun absorbsiyon pikleri  $5890 \text{ \AA}^*$  ve  $5896 \text{ \AA}^*$  ( $\text{ \AA}^* = 10^{-8} \text{ cm}$ ) dedir ve uyarılmış sodyum atomları ise bu dalga boylarında emisyon yaparlar, sodyumun alevde gözlenen sarı ışığı budur. Potasyum alevde açık mor, lityum kırmızı, baryum açık yeşil, v.b. ışın verirler ve bu metallerin ışık absorbsiyonu da bu ışınalara ait dalga boylarında yani görünür ışın bölgesinde olur. Diğer elementler ise mor ötesi bölgede absorpsiyon yaptıklarından gözle görünür renkli alev emisyonları da yoktur. (Şekil 2).



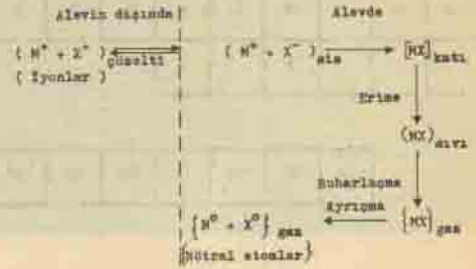
Atomik absorpsiyon spektroskopisi, temel halde bulunan atomların, alev fotometrisi ise uyarılmış atomların alevdeki davranışlarına dayanır. Alev fotometrisinde uyarılmış atomlar tarafından yayılan ışımaya, bu atomların konsantrasyonuna bağlıdır, ancak çok düşük olan bu konsantrasyon, sıcaklığın bir fonksiyonudur; dolayısıyla alev emisyonu şiddeti alevin sıcaklığıyla doğrudan ilgilidir. Atomik absorpsiyon şiddeti ise uyarılmamış atomların sayısına bağlıdır ve sıcaklıkla doğrudan ilgili değildir. Atomik absorpsiyon spektroskopisi, bundan dolayı ve daha az hatalı tarafları olması bakımından çoğunlukla alev fotometrisi (= alev emisyon spektroskopisi)'ne üstün tutulan ve daha çok kullanılan bir metoddur ve bütün atomik absorpsiyon spektrofotometrelerinde küçük bir kaç ilâve ile alev emisyonunu da ölçmek olanı vardır.

Atomik absorpsiyon pikleri, iyon ve moleküllerin çözeltilerinin absorpsiyonunda gözlenenlerden daha dar ve her element için belli bir veya birkaç çizgiden ibaret olduğundan atomik absorpsiyon spektroskopisi çok özel bir metoddur. Bazı elementler, ayrı dalga boyunda absorpsiyon yaparlarsa da (kobalt ve çivâ; demir ve platin gibi) birbiriyle çakışmayan ilâve absorpsiyon çizgileri yardımıyla bunları tanımak kolaydır. Eser metallerin nicel analizinde gittikçe önem kazanan atomik absorpsiyon spektrofotometre'sinde absorpsiyon şiddetinin nasıl ölçüldüğünü görelim: Atomik absorpsiyon çizgilerinin darlığı, çözelti absorpsiyonunda karşılaşılmayan bir güçlük yaratır. Çünkü Beer kanunu, monokromatik ışık (tek bir dalga boyundaki ışık) için geçerlidir ve eğer bir ışımaya bandının genişliği, absorpsiyon pikinin genişliğinden azsa absorpsiyon ile konsantrasyon arasında lineer bağıntı beklenir. Fakat hiç bir monokromatör (bir kaynağın yaydığı ışımaya tek bir dalga boyu ışımaya haline getiren âlet) atomik absorpsiyon piki kadar dar (0,02-0,05 Å) ışımaya bandı veremez. Şek. 3 A) da devamlı bir ışımaya kaynağının verdiği ve monokromatörden çıkan ışımaya bandı, B) de bununla beraber atomik absorpsiyon piki görülüyor. Walsh, bu problemi, analizi yapılacak metalle aynı dalga boyunda ışımaya yapan bir kaynak kullanarak çözmüştür. Bu ışımaya kaynağı alevdeki atomik absorp-

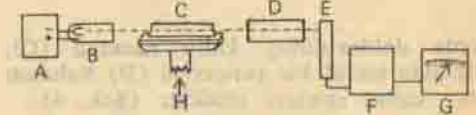


Şekil 4. Katot ışınları tüpü.

A : Boş katot, B : Anot, C : Cam tüp  
D : Silikadan yapılmış ön pencere.



Şekil 5. Alev atomizasyonu. Alevde atomların oluşmasını sağlayan işlemler.



Şekil 6. Atomik absorpsiyon spektrofotometresi.

A : Güç kaynağı  
B : Katot lambası  
C : Absorpsiyon alevi  
D : Monokromatör  
E : Detektör tüpü  
F : Amplifikatör  
G : Okuyucu-kaydedici cihaz  
H : Numune sisini taşıyan yanma gazları.

siyon çizgisiyle aynı özellikte fakat daha dar bir spektral çizgi yayınlıyan bir katot ışınları tüpüdür, bu takdirde yayılan ışımaya alev de atomik absorpsiyonunu ölçmek mümkündür, Şek. 3 C.

Bunun tek mahzuru, her elementin atomik absorpsiyon çizgisinin dalga boyunda ışımaya yapan bir kaynak bulmak zorunluluğudur, ancak bu tip lambalar kolayca temin edilebildiği gibi birden fazla elementin analizine yarıyan lambalar da yapılmıştır. Analiz edilecek metal (veya alaşımından) yapılmış bir içi boş silindirik bir katodu (A) ve tungsten tellinden anodu (B) olan, içi argon veya ne-





bi çok geniş bir alanda kullanılmaktadır. Atomik absorpsiyon spektroskopisi, basit kullanma tekniği yanında, çabukluğu ve ucuzluğu nedeniyle de gelecek yıllarda, eser metallerin analizinde yine ön sırayı alacaktır.

$$\log I_0/I = A = abc$$

Burada  $I_0$ , gelen ışığın, I, numuneden çıkan ışığın şiddeti, b, ışığın numune için-

den geçtiği yolun uzunluğu ve c, konsantrasyondur. A, absorpsiyon ve a, absorbtivite'dir;  $I/I_0$ 'a geçirgenlik (transmütans) denir.

\* Lambert - Beer Kanunu : Gelen ışığın absorblanan kesri, ışığın geçtiği moleküllerin sayısı ile, yani konsantrasyon (c) ve nümunenin kalınlığı ile (b) orantılıdır.

# EKMEK

JEAN - PIERRE SERGENT

**S**on günlerde yapılan bir araştırma birçok Fransız göre ekmeğin bilinen eski ekmeği olmadığı sonucunu ortaya koymuştur. İyi pişmemiş, kuru ya da hamur ve dayanıksız (çabuk bayatlayan), işte ekmekte sık sık görülen nitelikler. Bazılarına göre ekmeğin artık eski tadı yoktur. Ve bazılarına göre de içinde çok miktarda böcek öldürücü madde tortusu vardır, hamuruna katılan bir kısım kimyasal maddelerle özelliğini yitirmiştir. Kısacası, Fransız ekmeği bugün dışarıda yine çok tutulmakla beraber (o kadar ki dünyanın dört bucağından ekmeçilik okullarımıza onun pişirilmesini öğrenmeğe geliyorlar.) çoğu yurttaşımız tarafından pek beğenilmiyor. Öte yandan ekmeğin evrimi çok esaslı olmuştur; öyle ki bugün elli yıl öncesine kıyasla iki kez, yüz yıl öncesine göre de dört kez daha az ekmeğin yenmektedir. Görünüşe göre geri döndürülemediği anlaşılan bu gidiş, yaşama düzeyindeki yükselişe bağlanmaktadır. Fakat kimi ekmeçilerle bu soruna kendini veren birçok laboratuvar araştırmacısına göre, buğdayın niteliği geliştirilmelidir ve de geliştirilebilir.

## Ekmeğin Yapımı :

Bugünün ekmeği 3.000 yıl önce olduğu gibi yine un, su, tuz ve bir mayadan meydana geliyor. Fakat yine de çok değişti...

Artık büyük küçük herkesin ağzında : ekmeğin eski tadı kalmadı. Gazeteler bunu her perdeden tekrarladılar. Tüketiciler

ler yakınıp duruyorlar; en başta da, bugün yediğimiz ekmekten gerçekten farklı bir ekmeği görmüş olabilecek kadar yaşlı ilerlemiş olanlar. Böyle bir ekmeği yemek fırsatını elde etmeğe olanak veremeyecek kadar yaşlı genç olanlar ise, belki de kir hayatından tamamen kopmuş olup, tekrar doğaya dönmeyi sayıklayan şehirliğin hayalinden başka bir yerde bulunmayan efsanemsi bir ekmeğe yeriniyorlar.

Paris büyük değirmenler (Grands Moulins de Paris) ekmeçisi okulunun müdürü M. Guinet, ekmeğin sembolik değerinin, bir besin olarak oynadığı rolü çok aştığını belirtiyor ve diyor ki, «geçmişin ekmeğine bu kadar yerinmek, üstü kapalı deyimle en iyi günler olan eski günlere yerinmektir.» Bu şekilde hayale de yer vermek gerekiyorsa, ekmeğin yirmi yıldan beri değiştiğini de belirtmek yerinde olur.

Geçmiş yüz yıllara gitmeksiz, hiç kimse, ekmeğin her zaman gelişme niteliğinde olmayan değişikliklere uğradığını yadsıyamaz. Ekmeğin bugün daha beyaz, daha kabarık ve daha havalı olup bunlar, tüketicilerin isteklerine cevap veren niteliklerdir. Fakat içi o kadar esnek değildir kabuğu çok kez ezilerek toz olmaktadır ve çok kez niteliklerini korumamaktadır. Özellikle tadı çok azalmıştır.

Uzun bir zaman ekmeğin tadı değerine bağlı sorunlar incelenmemiştir. Eskiden çok kez ekmeğin bazen güzel bazen de bozuk çıktığı fark ediliyor ve bu nitelik değişiklikleri kimi vakit buğdaya kimi vakit una ya da ekmeçiye verili-