

Oksijen Monitörleri, Kaliteyi ve Aromayı Optimize Eder

1. BÖLÜM: Amperometrik ve Optik Sensörler

Giriş

Oksijen: Oksijenli şişeleme yapılamaz; oksijen olmadan fermantasyon olmaz.

Bir bira üreticisi için çok az şey oksijen kadar sorun yaratır. Yanlış zamanda eklenen küçük miktarda oksijen bile oksidasyona neden olur. Ancak, oksijen fermantasyon sürecinde önemli bir elemandır. Bira yapım sürecinde, boşa harcanan bira yapım malzemeleri ve operatör kaynaklı eksik aromaların neden olabileceği olumsuz tüketici deneyimlerine kadar oksijen konusunda dikkatli olmak için pek çok neden vardır. Fakat, tüm bira yapım süreci boyunca oksijeni izlemek ve ölçmek için doğru araçlar kullanıldığında bir bira fabrikası mükemmel aroma düzeylerini yakalayabilir ve ürünler mağaza raflarında daha uzun süre korunabilir.

Bira yapımı endüstrisine yönelik oksijen ölçümünde 40 yıllık deneyiminden yararlanan Hach (Orbisphere markası ile çalışmaktadır) hem amperometrik hem de optik teknolojileri değerlendirmek için iyi bir konumdadır. Bu iki bölümlü uygulama serisi, oksijen izleme araçlarını ve yöntemlerini inceleyerek ürünler fabrikadan çıktıktan çok sonra bile bira fabrikalarının ürün kalitesini garanti etmelerine yardımcı olur.^{1,2}

Bu serinin 1. BÖLÜMÜNDE, bir oksijen sensörü seçerken dikkate alınması gereken önemli konulara yer verilmektedir; örneğin:

- Bira yapım sürecinde oksidasyonun etkileri
- Amperometrik ve optik oksijen sensörleri
- Oksijen ölçümünü etkileyen proses koşulları.

Bu serinin 2. BÖLÜMÜNDE ise günlük operasyonlar için önemli olan konular ele alınmaktadır; örneğin:

- Oksijen sensörleri için gerçek sıfır noktası
- Sapma ve sensör stabilitesi
- Sensör kalibrasyonu
- Sensör bakımı.



Oksidasyon Kaynakları

Uygun oksijen düzeylerinin korunmasının önemini yanı sıra, bira üretiminin farklı aşamalarında oksijenin etkisi başka raporlarda ayrıntılarıyla incelenmiştir.^{3,4} Fermantasyon adımı tamamlandıktan sonra, nihai ürünün kalitesi, lezzeti ve raf ömrünün korunması için biranın daha fazla oksitlenmesi önlenmelidir.

Uzmanların katıldığı tadım panellerinde oksitlenmiş biralar hemen anlaşılır. Çözünmüş oksijen düzeyleri çok yüksek olduğunda ambalajlamadan hemen sonra fark edilebilir değişiklikler meydana gelir. Bu değişikliklere, renk ve aroma dengesizlikleri de eşlik eder. Oksidasyondan kaynaklanan aroma eksikliklerinde en belirgin şekilde hissedilen durum, yüksek oksijen düzeyleri nedeniyle ortaya çıkan "mukavva" veya "ıslak kağıt" tadıdır. Bunun aksine, bira fabrikada dikkatle işlendiğinde, ambalajdaki çözünmüş oksijen değerleri en fazla 20 µg/l olur. Bu düzeyde raf ömrü oldukça uzundur. Yani, bira üretim prosesi sırasında oksijen düzeylerinin kontrol edilmesi gerekiyorsa oksijenin izlenmesi de gerekir.

Açık renkli birada havadan geçen kirlenmenin en büyük kaynağı, biranın fıçıdan fıçıya aktarılmasıdır. Her depo aktarımından veya filtrasyon gibi bir işlemde sonra, bira kontrol edilerek oksijen düzeylerinin değişip değişmediği denetlenmelidir.

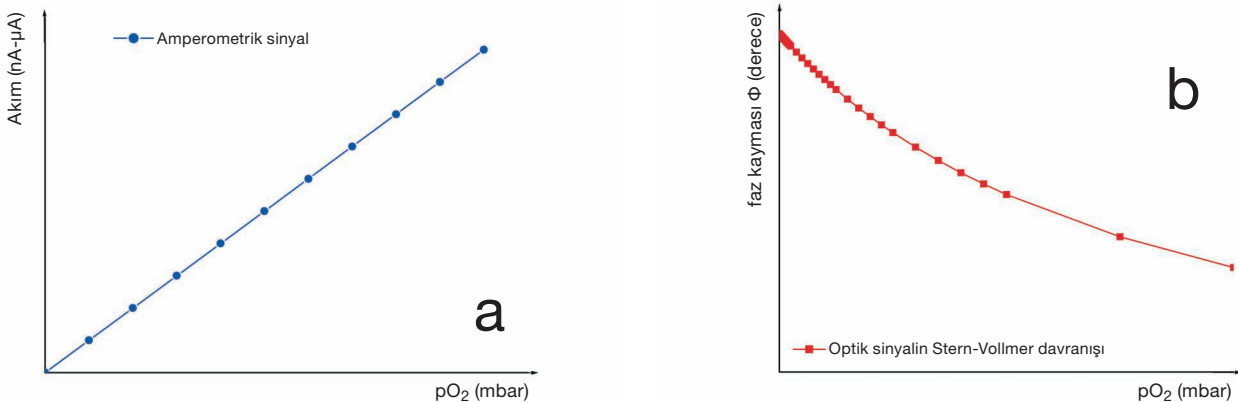
Havadan geçen kirlenmenin ve oksijen artışının diğer nedenleri arasında yeterli derecede temizlenmemiş fıçılar, sızıntı yapan pompa contaları veya valfleri ile filtre destekli dozaj pompaları sayılabilir. Proses boyunca ölçüm yaparak oksijen kirlenmesinin kaynağını belirlemek mümkündür. Bu şekilde bira yapıcıları kirliliği azaltma olanağı bulabilirler.

Oksijeni İzlemek için Kullanılan Yöntemler

Bira yapımı ve diğer sektörlerde geleneksel olarak kullanılan çözünmüş oksijen (DO) sensörleri, membranla kaplı amperometrik sensörlerdir. Oksijen membrandan geçerek yayılır ve elektrokimyasal reaksiyonla üretilen elektrik akımı numunedeki oksijenin kısmi basıncıyla doğrudan orantılıdır. Orantı sabiti, bilinen kısmi oksijen basıncı kaynağı olarak hava kullanılarak uygun bir kalibrasyon prosedürüyle saptanabilir.

Son on yıldır oldukça popüler olan optik oksijen sensörleri, şu anda içecek sektöründe en çok kullanılan sensörlerdir. Optik oksijen sensörleri içecek sektöründe kullanılmaya başladığından bu yana, oksijenin optik olarak algılanmasında boyar madde/ışıkla aydınlatılan göstergenin ışınım ölçümü esas alınmaktadır. Bu boyar maddenin ışınımı oksijenin varlığıyla bastırılır (Ne kadar fazla oksijen varsa ışınım o kadar hızlı kaybolur). Böylece, ışınım yoğunluğunun zayıflama süresi ölçülerek oksijen konsantrasyonu hesaplanabilir. Oksijen konsantrasyonu ne kadar yüksekse zayıflama süresi o kadar kısaldır. Eksitasyon modüle edilerek bozunma süresi, modüle edilen ışınım sinyalinin faz kaymasına dönüştürülür. Bu, ışınım yoğunluğundan, dolayısıyla da eskime potansiyelinden bağımsızdır.

Her iki yöntem için de Henry kanununda [William Henry (Kimyager), 1803] numunedeki kısmi basınç ile çözünen konsantrasyon arasındaki bağlantı verilir. Şekil 1'de, amperometrik ve optik yöntemler için oksijen içeriği karşısındaki ham sinyal davranışının temel farklılıkları gösterilmektedir.



Şekil 1: Her iki sensörde oksijen içeriği karşısındaki ham sinyal davranışı

Proses koşullarının ölçüm üzerindeki etkisi

Amperometrik teknoloji, ölçülen oksijeni tükettiğinden, doğru çalışabilmesi için belli bir akış gerekir. Akışın yeterli yükseklikte olduğu normal koşullarda bu durum, bira yapım prosesinde bir sorun oluşturmaz. Ancak üretim hattı durduğunda, akışın, dolayısıyla da oksijenin olmaması düşük oksijen okuma değerleri alınmasına neden olur. Standart amperometrik sensörler, hat içinde bulunan basınç koşullarına adapte edilir; ancak, akış veya basınçta oluşan değişimler membranın titremesine ve ölçülen sinyalde parazit oluşmasına yol açar. Valflerin açılması veya kapatılmasıyla oluşan basınç şokları, süresi tamamen sensör tasarımına bağlı olan oksijen sinyalinde ani yükselmeler oluşturabilir.

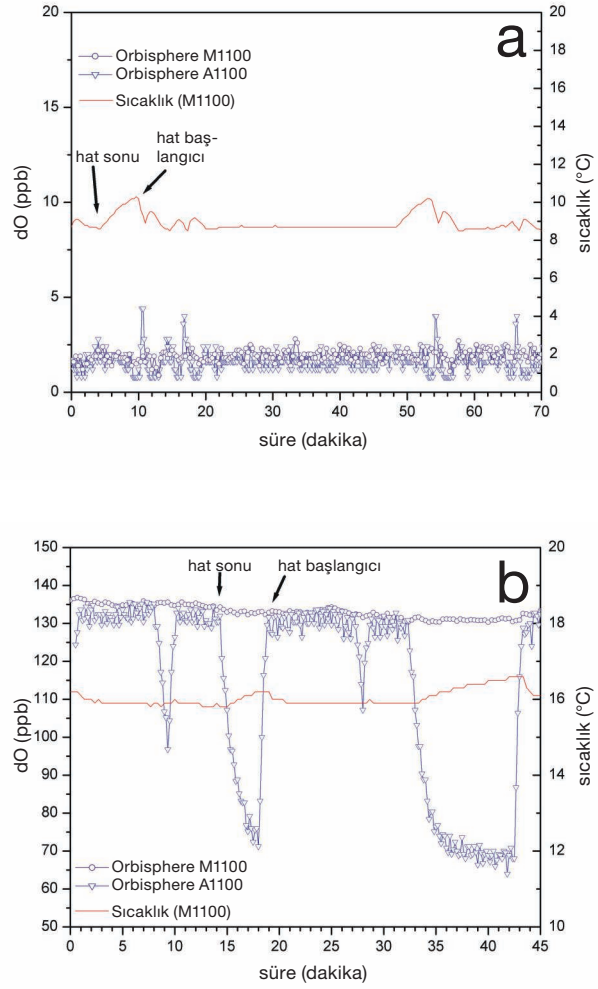
Akışın olmaması, akıştaki varyasyon ve ani basınç değişikliklerinin etkileri Şekil 2’de gösterilmektedir. Şekil 2a’da, bir dolum valfinin açılmasıyla oluşan ani yükselmeler; Şekil 2b’de ise akış olmadığında amperometrik okuma değerinin nasıl düştüğü görülebilir.

Doğaları gereği optik sensörlerde doğru ölçüm yapmak için akış gerekmemesine rağmen, bölgedeki oksijeni tazelemek ve temsili numune sonuçları sağlamak için minimum düzeyde akış gerekir. Amperometrik sensörlerin aksine, statik basınç ve basınç değişimlerinin ölçüm üzerinde hiçbir etkisi yoktur.

Şekil 2a’da, bir valf açıldığında ya da hat durduğunda ölçüm üzerinde herhangi bir basınç etkisinin olmadığı gösterilmektedir. Şekil 2’de, aynı zamanda Orbisphere amperometrik sensörü karşısında oksijen okuma değerinin doğruluğu da görülmektedir. Yaklaşık 2 ppb oksijen içeriği bulunan daha büyük bir bira numunesinde her iki sensör de 1 ppb civarında ölçüm yapmaktadır (Şekil 2a). Yaklaşık 135 ppb oksijen içeriği bulunan daha büyük bir bira/şurup karışımında her iki sensör de 3 ppb civarında ölçüm yapmaktadır (Şekil 2b). Orbisphere A1100 referansına göre bu denli küçük sapmalar dikkate alındığında, Orbisphere M1100’ün bir optik sensör avantajı sağladığı söylenebilir.

Şekil 2b’de, akış olmadığında istikrarlı olarak doğru okuma değeri alındığı görülmektedir. Amperometrik sensörler, Yerinde Temizlik (CIP) gibi durumlarda olduğu gibi yüksek oksijen içeriği ve yüksek sıcaklığa maruz bırakıldığında bakım aralıkları kısaldırabilir. Ancak, yüksek sıcaklık koşullarında sensör bekleme moduna alınarak bu tip etkiler azaltılabilir.

Optik sensörler CIP ile uyumlu olduğu halde, sensörlerin yüksek oksijen düzeyleri ve yüksek sıcaklıklara maruz kalması sapmanın başlıca nedenidir ve bu durum, daha sık kalibrasyon yapılmasına neden olur. Yüksek sıcaklık koşullarında sensör kapatılarak uygun bir sistem yapılandırması ile amperometrik sensörler korunabilir.



Şekil 2: Akışın olmaması, akıştaki varyasyon ve ani basınç değişikliklerinin etkileri

Sonuç

M1100 sağladığı hassas ve doğru okumalar sayesinde bira üreticilerinin düşük oksijen düzeylerini güvenle korumalarına, dolayısıyla bira oksidasyonunu kontrol ederek aroma stabilitesini artırmalarına olanak tanır. Membransız veya elektrolitsiz güçlü optik teknoloji sayesinde M1100 sensörü, hızlı proseslere ve akış değişikliklerine direnç gösterir ve bakım işlemlerini azaltarak kolaylaştırır. Bu şekilde üretim çalışma süresinde artış, toplam sahip olma maliyetinde azalma sağlanır.

En iyi saptama limitini ($\pm 0,1$ ppb) ve en kolay kalibrasyon yöntemini (havada tek noktadan) sunan A1100 amperometrik sensör, yüksek düzeyde doğruluk gerektiren su uygulamaları için ideal bir çözümdür. Bununla birlikte, hızlı yanıt süresi, düşük düzeyde bakım ve kalibrasyon gereklilikleri ile güvenilirlik özellikleri sunan ve dolayısıyla biradaki oksijen düzeyini izlemek için maliyet bakımından en uygun çözüm olan Orbisphere M1100 optik sensör, bira yapımcılarının gereksinimlerini karşılayabilecek en iyi çözümdür.



Orbisphere M1100 Optik Çözünmüş Oksijen Sensörü



Orbisphere A1100 Amperometrik Çözünmüş Oksijen Sensörü

Referanslar

1. Dunand F.A., Ledermann N., Hediger S., PowerPlant Chemistry 2006, 8(10), s.603
2. Dunand F.A., Ledermann N., Hediger S., Haller M., Weber C., PowerPlant Chemistry 2007, 9(9), 518
3. Klein C., Dunand F.A.; Brewing and Beverage Industry International, 2008, N° 1, 22.
4. O'Rourke T.; The Brewer International, 2002, Mart, 45.