

Mutfaklarımız

Birer Kimya Laboratuvarı



"Kimyanın günlük hayatımızdaki yeri ve önemi nedir?"
diye düşününce cevabı bulmak için çok uzağa gitmeye gerek yok.
Evimizin mutfacı aslında bir kimya laboratuvarından pek farklı değil.
Mutfakta her gün yaptığımız işin
yani yemek pişirmenin özünde kimya kuralları yatıyor.
Yemek pişirirken kendinizi bir kimyacı olarak düşünebilirsiniz.
Bir tarifi uygularken aslında
asitlerle, bazlarla, çözeltilerle deney yapıyorsunuz.
Proteinleri parçalıyor, bileşikleri kristalize ediyor, sübstratları
enzimlerle tepkimeye sokuyorsunuz.

“Eğer kimya diye bir bilim dalı olmasaydı, çikolatanın, kahvenin, etin ve daha başka pek çok yiyeceğin ve içeceğin tadını bilmiyor olacaktık”. Bu ifade moleküler gastronomi konusunda çalışan kişilere ait. Dünyadaki pek çok restoran, mutfaklarında artık daha bilimsel bir yaklaşım kullanıyor; belki de bu nedenle dünyanın sayılı restoranları arasına giriyorlar.

Bir yemeğin tadının güzel, diğerinin berbat olmasını sağlayan ne? Malzemelerin seçimi doğru mu? Yemeğin pişirilme ya da servis edilme şeklinin lezete bir etkisi oluyor mu? Aslında bu etkenlerin hepsinin yemek hazırlarken önemli rolleri olduğu biliniyor. Fakat tüm bu farklı etkenlerin merkezinde kimya var. Bazı biyokimyacılar ve aşçılar pişirmenin tamamen kimyasal tepkimelerden ibaret olduğunu söylüyor. Bu konuda temel bilgi edinmenin, kötü sonuçlar ortaya çıkmasını önleyebileceği belirtiliyor.



Kimyasal Tepkime Malzemeleri Doğrarken Başlıyor

Biliyoruz ki yemek pişirmenin genellikle ilk basamağı malzemeleri küçük küçük doğramak. İşte bu basamakta bile değişimler başlıyor: Hücre duvarları yıkılıyor, tadı değiştiren pek çok tepkimeyi başlatacak enzimler salınmaya başlıyor. Örneğin turpgiller ailesindeki bazı bitkilerin acı tadını glikozitlerin yıkılması sonucu ortaya çıkan ürünler veriyor. Rendeleme, ezme, kırma gibi mekanik işlemlerle bozulan bitki dokusunda glukozitler mirosinaz enzimi ile izotiyosiyanat denen maddelere parçalanıyor. Benzer bir işlem soğan, pırasa, sarımsak gibi *Allium* türlerinde de görülüyor, kendilerine has kokuları alliinaz enziminin salınması sonucunda ortaya çıkıyor. Bu işlem sırasında salınan alliinaz enzimi sülfür içeren kokusuz aminoasitleri parçalıyor; yakan ve göz yaşartan, pıruvat, amonyak ve sülfür içeren uçucu maddeler açığa çıkıyor. Gördüğünüz gibi pişirmenin ilk adımında pek çok kimyasal tepkime devreye giriyor.

Sıra Polimerlerin Parçalanmasında

Yiyeceklerimizdeki beslenme açısından önemli moleküllerin çoğu büyük polimerlerdir. Bunlar kısmen çözünebilir ya da uçucudur. Uçucu olduklarında yemeğe tat ve koku olarak katkıları çok azdır. Bu büyük moleküller (karbonhidrat, protein ve yağ molekülleri) daha küçük moleküllere parçalandıklarında, yiyeceklere koku ve tatlarını veren özellikleri ortaya çıkar. Parçalanma farklı mekanizmalarla gerçekleşir, bunlardan biri hidrolizdir. Bu üç ana bileşen su ile tepkimeye girerek küçük moleküllere parçalanır, bu küçük moleküller bazen yiyeceklere hoş bir koku verirken bazen de istenmeyen koku ve tatlar ortaya çıkar. Karbonhidratlar küçük şeker moleküllerinin birbirlerine glikozidik bağlarla bağlanması sonucu oluşan polimerlerdir. Şeker molekülleri arasındaki glikozidik bağlar asit ya da bir enzim yardımıyla kopar ve daha küçük şeker molekülleri ortaya çıkar. Örneğin peynir yapımı sırasında ya da et haşlanırken diğer bir polimer olan proteinler parçalanır ve bu işlem sırasında daha kısa peptit zincirleri oluşur, daha sonra bu kısa peptit zincirleri de aminoasitlere ayrılır. Bir yiyeceğin tadı acıysa genel olarak ortamda daha fazla hidrofobik (suyu sevmeyen) aminoasit var demektir. Hidrofilik (suyu seven) aminoasitler ise yiyeceğin tatsız veya şekerimsi bir tatta olmasını sağlar. Hidrofobik aminoasitlerin özel bileşimleri sonucu oluşan peptitler yiyeceğe son derece acı bir tat verir, örneğin peynirde fazla miktarda bu peptitlerden olması tadının fena halde bozulmasına neden olur.

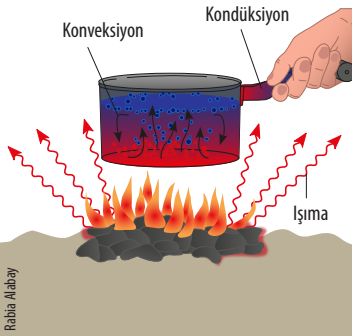
Moleküler Gastronomi

Moleküler gastronomi ile yakından ilgilenen bilim insanları ve aşçılar bir yemeği lezzetli, bir diğerini lezzetsiz yapan etkenin ne olduğunu, içeriğindeki maddelerin seçiminin doğruluğunun, sebzelerin yetiştirilme biçimlerinin ya da yemeğin servis edilmiş şeklinin yemeğin lezzetine olan etkilerini merak ediyor. Bunu araştırmak için araştırmacılar ilk olarak mutfakları ciddi bilimsel çalışmaların yapıldığı bir yere dönüştürmüş. İlgiilenen konu ise lezzet. Çeşitli bilim dallarıyla, örneğin kimya ile ortak çalışmalar sonucu ortaya çıkmış olan “moleküler gastronomi” akımı dünyada hızla yayılıyor. Bu yeni mutfağın en önemli özelliği, teknolojiyi kullanmak suretiyle malzemelerin moleküler yapılarıyla oynamak ve bir araya gelmesi düşünülemeyecek malzemeleri birlikte sunmak.



Pişirme ve Pişirmenin Beş Yolu

Pek çok gıda çoğunlukla su, yağ, protein ve karbonhidrattan oluşur. Pişirme ısının bir enerji kaynağından yemeğe aktarılması işlemidir. Pişirme sonucunda gıdada gerekli kimyasal değişiklikler meydana gelir. Pişirme işlemiyle gıdanın güvenilir, sindirilebilir, istenilen tatta, yapıda, yoğunlukta, görünüşte olması amaçlanır. Pişirme sırasında sıcaklık yükseldikçe moleküller o kadar hızlı titreşir ki yemek ısınır. Pişirme ısının gıdaya farklı yollarla aktarılmasıyla olur. Bunlardan birinde, ısı gıdaya ısı kaynağı ile temas halindeyken aktarılır. Diyelim ki sucuklu sandviç yapmak istiyorsunuz. Sucuğu sıcak bir tavada pişirirseniz sucuk ısı kaynağıyla doğrudan temas halinde olacaktır (kondüksiyon). Diğer bir pişirme yolu ısının gıdaya hava, su veya yağ gibi bir akışkan aracılığıyla aktarılmasıdır (konveksiyon). Sucuğu sıcak hava ile dolu bir fırında pişirmek isterseniz, kızgın bir tavada pişirmek için gerekenden daha fazla zaman ayırmanız gerekecek. Işıma da başka bir pişirme yolu. Bu yöntemde ısı gıdanın ışına kaynağına doğrudan temasıyla aktarılır. Sıcak kömür üzerinde sucuk ızgara yaparken, pişirme (sucuğun sıcak ızgaraya temas eden bölümleri hariç) ışına ısıyla gerçekleşir. Mikrodalga fırınla pişirme, uyarımla pişirme yöntemine bir örnektir.



Lipolitik (yağları parçalayan) enzimler yağları hidroliz eder ve yağ asidi oluşturur. Bu tepkimeler özellikle sıvı ve katı yağların bozulması göz önünde bulundurulduğunda önemlidir. Örneğin zeytinyağı lipid içeriği fazla olan zeytin posasından üretilir, bu lipidler enzimler tarafından kolayca hidroliz edilir. Bu yüzden zeytinyağı önemli miktarda serbest yağ asidi içerir. Yağdaki yüksek orandaki serbest yağ asidi yağın ısıl kararlılığını düşürerek lezzetini bozar. Tereyağındaki süt yağının hidrolizi sonucu kısa yağ zincirlerinin (örneğin bütirikasit) oluşmasıyla tereyağın tadının bozulması da benzer bir durumdur.

Kötü Yemeğin Nedeni: Oksidasyon

Besin moleküllerinin parçalanmasında ikinci süreç oksidasyondur. Bütün oksidasyon tepkimelerinin, yiyeceklerde istenmeyen tatların oluşmasında rolü vardır. Bu yüzden normal olarak taze katkı maddelerinin ya da bileşenlerinin işlenmesi ve depolanması sırasında oksidasyon mümkün olduğunca azaltılmaya ya da önlenmeye çalışılır. Oksidasyon yiyeceğin besin değerini, tadını, rengini değiştirebilir. Mutfakta özellikle yağlarda başta olmak üzere pek çok oksidasyon tepkimesi gerçekleşir. Özellikle balıklardan elden edilen yağlar oksidasyona aşırı hassastır. Diğer hayvan yağları ise daha az hassastır. Bitkisel yağlar ise orta derecede hassastır. Elmanın kahverengiye dönüşmesini sağlayan polifenollerin oksidatif polimerizasyonu, oksidasyon tepkimesine başka bir örnektir. Elma bir kez ısırıldığında, elmaya asidimsi tadını veren tanen asidi havayla temas eder ve oksitlenir. Oksijenle birleşen tanen asidi, kahverengi polifenol bileşiklerine dönüşür. Elmanın ısırılan kısmı havayla ne kadar çok temas ederse, rengi o kadar çok kararır.

Yemek pişirirken gerçekleşen tepkimeler ısının etkisiyle tetiklenir. Maillard tepkimeleri pişirilen etin özgün tadından tatlılardaki karamel tadına, ekmeğin kabuğundaki tattan çikolatanın ve kahvenin tadına kadar pek çok tattan sorumludur. Maillard tepkimeleri proteinlerin, serbest aminoasitlerin ve peptid zincirlerinin serbest amino grupları ile indirgen şekerler (serbest aldehid veya keton grubu içeren şekerler) arasında gerçekleşir. Bir dizi tepkimeden sonra esmer renkli melanoidinler oluşur. Gıda sanayisi için çok önemli bir tepkime olan Maillard tepkimeleri ekmek ve diğer fırıncılık ürünlerinde arzu edilen renk ve kokunun oluşması için gereklidir. Ancak bazı süt ve süt ürünlerinde arzu edilmeyen tat ve aroma gelişmesine neden olur.

Haydi, Et Suyuna Çorba Pişirelim

Mutfakta en çok pişirilen yemeklerden biri et suyuna çorbadır. Bu çorbanın en iyi nasıl pişirileceğine dair pek çok bilimsel çalışma yapılmış. Tabii bu bilimsel çalışmalarda çorba pişerken gerçekleşen kimyasal tepkimeler üzerinde yoğunlaşmış. Bazısında et, kemik ve sebzeler birlikte pişirilmiş, bazısında ise sebze konmadan sadece kemik ve et pişirilmiş. Et suyuna çorba pişirilirken bizlerin aklına hiçbir zaman gelmeyecek sorular da sıralanmış. İşte bu sorulardan bazıları: Pişirme işlemine başlarken soğuk su mu, sıcak su mu kullanılmalı? Pişirme zamanının etkisi ne? Kemik ve et oranı lezzeti nasıl etkiler? Çalışmalar sonucunda ortaya çıkan tarifler genellikle pişirmeye soğuk suyla başlanması gerektiğini söylüyor. Soğuk suyla başlanınca çözülebilir proteinler suya geçerek topak haline geliyor, yüzeye çıkıyor ve kolayca sıyrılıp alınabiliyor. Kaynama başladıktan sonra yüzeyde biriken yağı ve oluşan toprakları düzenli olarak almak gerekiyor. Sıcak suyla başladığında ise protein parçacıkları çorbada asılı halde bulunuyor ve çorbanın bulanık görünmesini neden oluyor. Diğer yandan tencerenin kapağının kapalı olmaması suyun buharlaşmasına ve yüzeyin daha düşük sıcaklıkta olmasına neden oluyor. Bu nedenle çorba daha uzun sürede kaynıyor.



Bazı araştırmacılar sıcaklığın ve et parçalarının büyüklüğünün -örneğin ince ince mi kıyılmış yoksa küp şeklinde mi doğranmış- etkisini araştırmışlar. Doğrama şeklinin lezzet açısından önemli olmadığı görülmüş. En iyi lezzete çorba 85 °C'de pişirilince ulaşıldığı tespit edilmiş. Başka bir araştırmacı da et suyu ile ilgili daha detaylı bir çalışma yapmış ve pişirme sıcaklığının, pişirme süresinin, su ve et oranının ve tuz yoğunluğunun etkisini araştırmış. Pişirme sıcaklığının pişirme zamanından daha önemli rolü olduğu anlaşılmış ve en iyi sonuca 85 °C'de, 60 dakikada, 1'e 2 oranında et ve su oranı ile ve 7,5 g/l tuz yoğunluğunda ulaşıldığı görülmüş.

Kek Nasıl Kabarıyor?



Kek yaparken en çok kaygı duyulan şey kekin kabarıp kabarmayacağıdır. Hamur ürünlerinin kabarması, maya hücrelerinin veya kabartma tozlarının kimyasal faaliyeti sonucu hamurun içinde oluşan küçük CO₂ kabarcıklarının oluşması ile gerçekleşir. Kek yaparken kullanılan o küçük paketeki kabartma tozunun bileşimindeki etkin hammaddelerin başlıcası sodyum bikarbonattır (NaHCO₃), bunun yanı sıra potasyum hidrojen tartarat (C₄H₅O₆K) gibi başka bileşenler de bulunur. Sodyum bikarbonat ve tartarat hamurun nemi içinde hafifçe çözünüp ısının da etkisiyle karbonik asit oluşturur. Karbonik asit ise hayli kararsız bir bileşiktir. Isının etkisiyle karbondioksit ve suya parçalanır. İşte, kekin ısıtılması ile de oluşan karbondioksit genleşmeye çalışacak ve kekin içinde kabarcıklar oluşmasını yani kekin kabarmasını sağlayacaktır.



Menüde Et Varsa

Et suyuna çorba için ideal pişirme koşullarına bir göz attık. Şimdi sıra et pişirirken nelere dikkat etmemiz gerektiğinde. Et pişirilmeye başlandığında gevşek, yumuşak bir dokuya sahiptir. Pişirme sırasında en belirgin değişiklikler sıvı kaybı sonucu kas hacminde küçülme ve normalde çiğ ette olmayan sertliktir. Etteki yapısal değişiklikler lif ve bağ doku proteinlerinin parçalanmasıyla ilişkilidir. Bu proteinlerden miyozin 50 °C'de topaklaşır ve ete biraz sertlik verir. Su moleküllerinin bazıları hücre dışına çıkar. Bu aşamada et sert ve suludur. 60-65 °C civarında bağ dokusundaki kolajen proteinlerin parçalanması gerçekleşir. Kolajen proteinler büzülür ve suyu hücre dışına iter. Böylece et çok su salar, büzülür ve daha kuru bir hal alır. Fakat 70 °C'de kas lifleri daha kolay ayrılır hale gelir. Susuz ortamda pişen ette ısı yükseldikçe su kaybı artar ve et kurur. Sulu ortamda pişen etin bağ dokusu proteinlerinden kolajen hidrolize olur ve etin yumuşamasını sağlar. Fazla bağ dokusu içeren bir et pişirirken püf noktası kolajenin hidrolize olmasını ve liflerin ayrılmasını sağlamaktır. Böylece et daha yumuşak olur. Bu da etin su ile pişirilmesiyle sağlanır. Eğer biraz da asit (örneğin sirke) eklenirse hidroliz işlemi hızlanır. Aslında buharda pişirmek su ile pişirmekten daha etkindir. Eğer basınç altında pişirilirse sıcaklık kaynama noktasının üzerinde olacağından hidroliz çok hızlı gerçekleşir. Kolajen miktarı yüksek olan parçalar haşlama için uygun görülürken, düşük kolajen içeren parçalar kızartma için daha uygundur.



Pişirme sırasında ete rengini veren miyogloblin proteininin yapısı bozularak metmiyoglobine dönüşür. Bu olay etin kırmızı renginin kahverengiye dönüşmesine neden olur. Daha küçük parçalar halindeki et daha az bağ dokusu içereceğinden daha yumuşak olurken, büyük parçalar halindeki et daha fazla bağ doku içerdiğinden daha sert olur.

Pişirilen etin yumuşak olmasını sağlamak çoğu zaman zor olabilir. Çünkü istenen sıcaklık aralığı çok dardır ve bir parça etin her tarafında aynı sıcaklığı elde etmek zordur. Yüksek sıcaklıkta kızartırken ya da ızgara yaparken etin dışı ile ortası arasında bir sıcaklık farkı olacağından etin ortası istenen sıcaklığa ulaşmadan dışı kurur. Düşük sıcaklıkta uzun bir pişirme süresi ile bu sorun çözülebilir. Fakat etin dışının kahverengileşmesi için yüksek sıcaklığa gerek vardır. Bu nedenle etin dışının kısa bir sürede kahverengileşmesini sağlamak için yüksek sıcaklık kullanılıp ardından etin pişirilmesi düşük sıcaklıkla sonlandırılabilir. Etin ideal pişirme süresini etkileyen pek çok etken vardır. Örneğin başlangıç sıcaklığı, pişirme sıcaklığı, etin çevrilmesi, etin yağ içeriği, etteki kemik miktarı pişirme süresini etkiler. Bu nedenle ideal pişirme zamanını tahmin etmenin standart bir yolu maalesef yoktur.

Kızartılmış etin lezzeti öncelikle yağ içeriğine bağlıdır. Günümüzde kimyacılar ısı işleme uğramış gıdaların ana aromatik bileşenlerini oluşturan Maillard tepkimelerinde yağların belirleyici bir rol oynadığını doğruluyor. Tat oluşumunda en temel tepkimelerden biri şeker (glikoz vs) ve amino asit arasında gerçekleşen Maillard tepkimesidir. Tepkime kızarmış et tadının oluşumuna neden olur.

Etin “terbiyelenmesi” ifadesini mutlaka daha önce duymuşsunuzdur. Etin yumuşak olması için pişirmeden önce bir sosta bekletilmesi halk arasında terbiyeleme işlemi olarak bilinir. Etin sirke, limon gibi asidik bir ortamda bekletilmesi en sık kullanılan terbiye şeklidir. Etin ekşi bir karışımla terbiye edilmesi yumuşaklığını artırır, içeriğinde daha fazla su kalmasını sağlar. Terbiye işlemi daha fazla proteinin parçalanmasını ve etin daha yumuşak olmasını sağlar. Alkalin ortam kullanılarak yapılan terbiyeleme işlemi ise yaygın olarak Çin ve Hindistan mutfağında kullanılır.

Mutfak kimyasından birkaç örneği burada sizlerle paylaşmak istedik. Elbette hepsi bundan ibaret değil. Mutfakla, yemek pişirmekle özel olarak ilgilenmek istiyorsanız biraz kimya öğrenmek yemeklerinizin lezzetine lezzet katacaktır. Tariflerde artık “biraz kimya” da var, haberiniz olsun.

Kaynaklar

- Barham, P., Skibsted, L. H., Bredie, W. L. P., Frost, M. B., Moller, P., Risbo, J., Smitkjaer, P., Mortensen, L. M., “Molecular Gastronomy: A New Emerging Scientific Discipline”, *Chemical Reviews*, Cilt 110, s. 2313-2365, 2010.
 Vega, C., Ubbink, J., “Molecular gastronomy: a food fad or science supporting innovative cuisine?”, *Trends in Food Science & Technology*, Cilt 19, s. 372-382, 2008.
 Humphries, C., “Delicious science”, *Nature*, Cilt 486, s. 10-11, Haziran 2012.