



Gıda Mühendisliği ve Gastronomi Bilimi: Ortak Yaklaşımlar ve Ortak Gelişim (Food Engineering and Gastronomy: Common Approaches and Joint Development)

* İzzet TÜRKER^a , Hilal İŞLEROĞLU^a 

^a Tokat Gaziosmanpaşa University, Faculty of Engineering and Architecture, Department of Food Engineering, Tokat/Turkey

Makale Geçmişi

Gönderim Tarihi: 12.04.2020

Kabul Tarihi: 18.06.2020

Anahtar Kelimeler

Gıda mühendisliği
Moleküler gastronomi
Pişirme
Temel işlemler
3-D gıda yazıcıları

Keywords

Food engineering
Molecular gastronomy
Cooking
Unit operations
3-D food printers

Makalenin Türü

Derleme Makale

Öz

Sosyal yaşam koşulları tüketicilerin yeme içme alışkanlıklarını gün geçtikçe değiştirmektedir. Tüketicilerin sağlıklı ve kişiselleştirilmiş gıda konularına yönelmeleri gıda endüstrisini farklı bir noktaya getirmiştir. Gıda Mühendisliği çoğunlukla gıdaların endüstriyel süreçleri ile ilgilenirken, Gastronomi genel anlamda turizm ile etkileşim içerisinde olan sosyal bir bilim ve sanat dalı olarak görülmektedir. Gıda mühendisleri endüstriyel süreçlerde ve laboratuvar çalışmalarında, Gastronomi biliminde şefler ise mutfakta görev almaktadırlar. Buna karşın her iki bilim dalının da temel konusu gıdadır. Bu derleme çalışmasının amacı, gıda mühendisleri ve şeflerin ortak noktada buluşarak vizyonlarını genişletebilecekleri konulara değinmek ve gelecekte Gıda Mühendisliği ve Gastronomi alanında yapılacak çalışmalara dayanak sağlamaktır. Günümüzde teknolojinin gelişmesi ile birlikte çeşitli ekipman ve tekniklerin mutfaklara girmesi ve Moleküler Gastronomi kavramının önem kazanması ile sağlık odaklı ve sürdürülebilir yiyeceklerin üretimi yapılabilmektedir. Çalışmada Gıda Mühendisliği, Gastronomi ve Moleküler Gastronomi kavramları her iki paydaşın da ilgi göstereceği şekilde detaylı bir şekilde açıklanmış, mutfaka giren mühendislik, temel işlemler, ölçme teknikleri ve malzeme bilimi hakkında bilgiler verilmiştir. Ayrıca Gıda Mühendisliği ve Gastronomi alanlarında yenilikçi teknolojiler detaylandırılmış ve 3-D gıda yazıcıları hakkında bilgi verilmiştir.

Abstract

Social lifestyle has led changes of the consumers' eating habits day by day. Consumers' orientation towards healthy food and personalized food has brought the food industry to a different point. Whereas food engineering is mostly concerned with the industrial processes of foods, gastronomy is generally considered as a social science and arts branch that interacts with tourism. While food engineers take part in industrial processes and laboratory studies, chefs in gastronomy work in the kitchen. On the other hand, the main subject of both branches of science is food. The purpose of this review study is to address issues where food engineers and chefs can meet at a common point and broaden their vision and provide a basis for future studies in food engineering and gastronomy. Today, with the development of technology, health-focused and sustainable foods can be produced with the introduction of various equipment and techniques into the kitchens and the concept of molecular gastronomy which is gaining importance. In the study, the concepts of food engineering, gastronomy and molecular gastronomy were explained in detail in order to take interest of both partners, and information was given about engineering, unit operations, measuring techniques and material science that take part in the kitchens. In addition, innovative technologies in the fields of food engineering and gastronomy were detailed and information was also given about 3-D food printers.

* Sorumlu Yazar

E-posta: izzet.turker@gop.edu.tr (İ. Türker)

DOI: 10.21325/jotags.2020.621

GİRİŞ

Yaklaşık 1.5 milyon yıl önce, ateşin bulunması ve kontrol edilebilmesi sayesinde ‘pişirme’ gibi insan hayatını etkileyen önemli bir işlem ortaya çıkmıştır (Wrangham & Carmody, 2010). Ateşin ve dolayısı ile yemek pişirmenin bulunması, sosyal ve kültürel etkilerinin yanı sıra ilk gıda işleme tekniği olarak karşımıza çıkan teknolojik bir gelişmedir (Aguilera, 2018). Yemek pişirmenin bilim ve mühendislik ile ilişkisi XVIII. yüzyılın sonlarına doğru ortaya çıkmıştır. 1794 yılında, sobayı icat ettiği bilinen fizikçi Benjamin Thompson, kimya ve mekanik gibi bilim dallarındaki gelişmelerin yemek pişirme sanatına uygulanmasının avantaj sağlayabileceğini belirtmiştir (This, 2013). Buna karşın yemek pişirmenin açıkça bilimsel bir bakış açısı ile incelenmesi ilk olarak 1984 yılında gerçekleşmiştir. Bilimin yemek pişirmeyi ilginç ve daha modern hale getirebileceği ifade edilmiş, gıda biliminin yemek pişirmeye uygulanması adına şeflerin sistematik olarak yaptıkları işlemlerin detaylı olarak incelenmesi gerektiği ortaya konulmuştur (McGee, Long & Briggs, 1984).

Dünya genelinde, gıda mühendislerinin yaptığı araştırmalar ve şeflerin yemek pişirme şekilleri ortak noktada buluşarak çeşitli restoran ve laboratuvarlarda kullanılmaya başlanmıştır (Vega & Ubbink, 2008). Bu gelişme şeflerin yüksek kalitede yemek pişirirken gıda bileşimlerini göz önünde bulundurması ve çeşitli mühendislik ekipmanlarını kullanması, Gıda Mühendisliği alanında çalışan araştırmacıların ise çeşitli işleme tekniklerinin gıdalar üzerindeki etkilerini bilimsel anlamda incelemesi ile ortaya çıkmıştır. Endüstriyel gıda üretiminde kullanılan teknolojik cihazların kullanımı ve gıdaların bilimsel yapısının araştırılması ile göze ve damağa hitap eden, başarılı yemekler şefler tarafından önemli restoranlarda tüketicilere sunulmaktadır. Günümüzde Gıda Mühendisliğinde kullanılan yenilikçi üretim tekniklerinin Gastronomiye adaptasyonu hem akademik hem de ticari anlamda giderek daha fazla ilgi görmeye başlamıştır (Aguilera, 2018).

Günümüzde pişirme, mühendislik ve Gastronomi alanları tek tek incelendiğinde birçok çalışmanın bulunduğu gözlenirse de bu alanların aynı çatı altında birleştiği çalışmaların sayısı oldukça sınırlıdır (Aguilera, 2018). Bilimsel literatüre göre pişirme, mühendislik ve Gastronomi birbirleriyle tam anlamı ile ilişkili değillerdir. Buna karşın Gastronomi ve Gıda Mühendisliği her geçen gün ortak alanlarını artırmaktadır. Hazırlanan derleme çalışması ile Gastronomi ve Gıda Mühendisliği arasındaki ilişki, mutfakta kullanılan mühendislik uygulamaları ve Gıda Mühendisliğinin bilim dallarından biri olan temel işlemlerin mutfakta kullanılan teknikleri ile detaylı şekilde açıklanacaktır. Ayrıca mutfakta ölçüm teknikleri ve malzeme bilimi ile yemek pişirme arasındaki ilişki açıklanacak ve Gastronomide kullanılan yenilikçi teknolojilerden bahsedilecektir. Ek olarak, bu derleme ile gıda mühendislerinin pişirme ve Gastronomi konusundaki farkındalık düzeyi yükseltilerek bu iki alanda ortak çalışma sayılarının artırılması hedeflenmektedir. Gıdayı konu alan iki bilim dalının ortak geleceği göz önünde bulundurulduğunda bu derleme çalışmasının hem gıda bilimi ile uğraşan akademisyenlere hem de restoran şeflerine fayda sağlayacağı düşünülmektedir.

Mühendislik ve Gıda

Gıda Mühendisliği, temel fen bilimleri ve mühendislik bilgileri yardımıyla gıdaların güvenilir bir şekilde üretimini, hazırlanmasını, işlenmesini, paketlenmesini, dağıtılmasını ve gıdalardan uygun bir şekilde yararlanmayı sağlayan bir mühendislik dalıdır. Gıda Mühendisliğinin amacı insanların beslenme unsurlarının tümünün sağlıklı ve

ekonomik bir şekilde üretilebilmesini sağlamaktır. Ülkemizde Gıda Mühendisliği ilk olarak 1954 yılında Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi bünyesinde ‘Ziraat Teknolojisi’ adı altında ortaya çıkmıştır. Gıda üretimlerinin zamanla daha modern hale gelmesi ve gıda üretiminin artık bir mühendislik olarak görülmesi sonucunda aynı bölüm, Yükseköğretim Kurumu (YÖK) kararı ile 1994 yılında ‘Gıda Mühendisliği’ olarak isim değiştirmiştir. Sonrasında ülkemizde birçok üniversite Gıda Mühendisliği eğitimi vermeye başlamıştır. Türkiye’de 2019-2020 yılı itibarı ile devlet ve vakıf üniversitelerinde toplam Gıda Mühendisliği bölümü sayısı 83’tür ve 2019 yılı Ağustos ayında 56 bölüm öğrenci alımı gerçekleştirmiştir (Yükseköğretim Kurumu [YÖK], 2020).

Gıda endüstrisinde fizik, kimya ve matematik gibi temel bilimler Gıda Mühendisliğinde uygulanan birçok işlemin ana prensibini oluşturmaktadır. Örnek olarak bir gıda mühendisinden ısıtma ve soğutma işlemlerini içeren bir tasarım yapması istenildiğinde, mühendisin ısı transferinin fiziksel prensiplerine hâkim olması gerekmektedir. Bu noktada mühendisin yapacağı çalışma nicel olacaktır, yani mühendisin matematiği kullanması gerekmektedir. Ayrıca tasarımlarda gıdaların işleme sonucunda fiziksel, kimyasal, enzimatik veya mikrobiyolojik değişimlere uğrama durumlarının öngörülmesi/tahminlenmesi gerekmektedir. İşleme sırasında genel olarak meydana gelen kimyasal değişimlerin kinetiği incelenir ve bu şekilde elde edilen sayısal bilgiler gıda işleme süreçlerinin analizinde ve tasarımında oldukça önemlidir. Kamuoyundaki genel kanının aksine, endüstride uygulanması gerekenler ve tasarım süreçleri göz önüne alındığında, bir gıda mühendisi yalnızca gıda teknolojisinden değil, temel mühendislik konularından da sorumludur (Singh & Heldman, 2014).

Gıda Mühendisliğinde entegre yaklaşımlar, işlemlerin başarı ile uygulanması ve kaliteli ürünlerin üretimi açısından oldukça önemli hale gelmiştir. Bu nedenle Gıda Mühendisliğinde temel mühendislik bilgileri doğrultusunda ekipmanların ve makinelerin kullanımı endüstriyel anlamda giderek değer kazanmaktadır (Gutiérrez-López, Welte-Chanes & Parada-Arias, 2008).

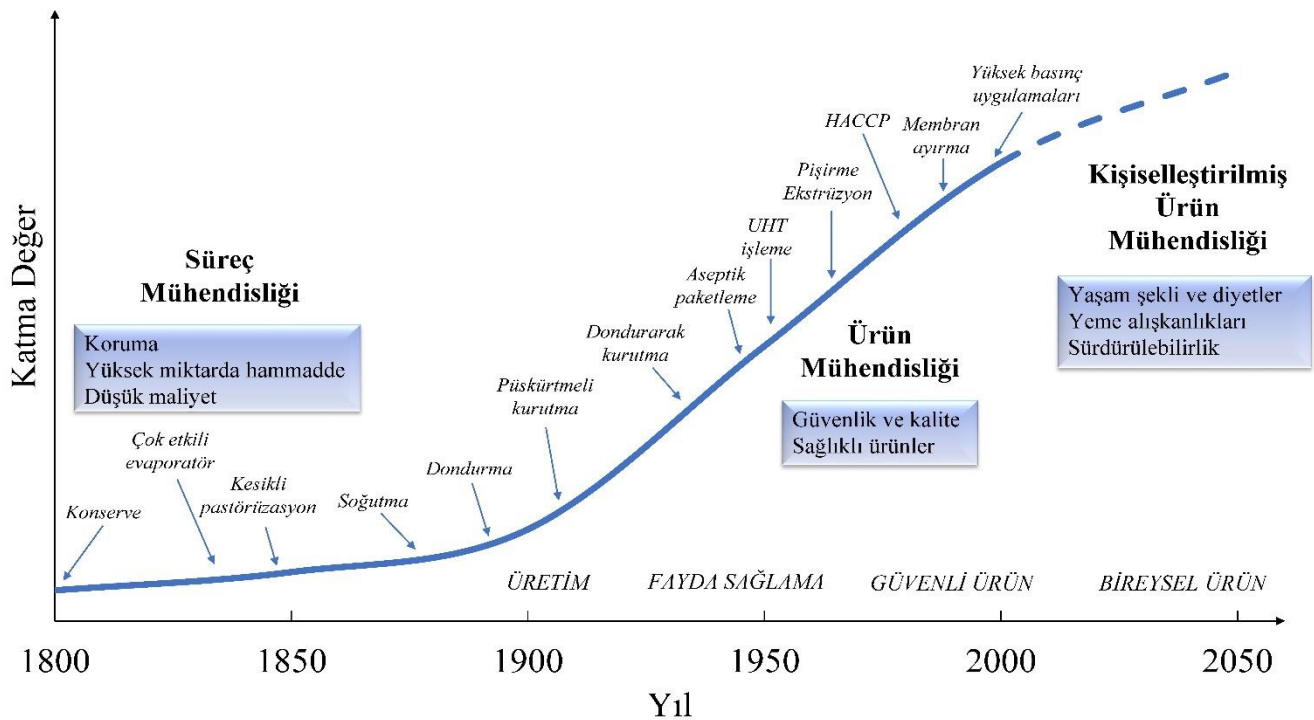
Daha önce bahsedildiği gibi Gıda Mühendisliği, gıda biliminin endüstriyel gıda üretimine uygulanmasıdır (Heldman & Lund, 2010). Dünyanın gıda uzmanları konusunda önde gelen profesyonel organizasyonlarından olan Gıda Uzmanları Teknoloji Enstitüsü (Institute for Food Technologists)’ne göre Gıda Mühendisliği, gıdaların üretiminde veya üretimin herhangi bir aşamasında karşılaşılan güçlükleri çözmeyi hedefleyen ve gıda ürünlerini sağlıklı şekilde tüketiciye ulaştırmayı amaçlayan, birkaç farklı temel bilimin ortak kullanımı sonucunda ortaya çıkmış bir mühendislik dalıdır (Heldman, 2006). Gıda Mühendisliği, gıdaların ve bileşenlerinin güvenli ve besleyici ürünlere dönüşmesini, ayrıca bu ürünlerin tüketici ile buluşturulmasını sağlamak amacı ile kimya, fizik, biyokimya, mikrobiyoloji, genetik, istatistik, beslenme ve sağlık gibi bilim dallarından faydalanmaktadır (Smithers, 2016).

Gıda Mühendisliği, akademik anlamda 1950’li yıllarda gıda endüstrisinde mühendislik uygulamaları doğrultusunda ortaya çıkmaya başlamıştır. Buna karşın başlangıçta, Türkiye’de olduğu gibi Gıda Mühendisliği kavramı dünyada genel anlamda oturmamıştır. Gıda Mühendisliği, birçok üniversitede mühendislik fakülteleri yerine ziraat fakültelerinde okutulmuş, uzun yıllar Gıda Teknolojisi, Gıda Bilimi veya Ziraat Mühendisliği bünyesinde kalmıştır (Aguilera, 2017). Aslında Gıda Mühendisliği, öncelikli olarak Kimya Mühendisliğinde olduğu gibi temel işlemler, süreçlerde kütle ve enerji denklemleri ve aktarım olayları ile ilgilenmektedir. Gıda Mühendisliği, temel işlemlerin termodinamiğin temelleri, fizikokimya, gıda mikrobiyolojisi ve gıda kimyası ile tamamlanması sonucunda şekillenmeye başlamıştır (Heldman & Lund, 2010; Singh, 1997; Walstra, 2002). Gıda mühendisleri, biyolojik

sistemlerde aktarım olayları, gıdalara uygulanan temel işlemler (kurutma, ekstraksiyon, destilasyon, pişirme vb.) ısı-kütle transferi ve reaksiyon kinetiğinin ortak kullanımı, substratlardan ürün elde etmek için enzim kullanımı, biyomateryallerin ekstrüzyonu, ışınlama, ısıl işlem modelleri ve optimizasyonu ve kolay bozunur materyallerin ambalajlanması gibi konularda önemli gelişmeler sağlamışlardır (Aguilera, 2017; Charm, 1971; Karel, 1997).

Gıda endüstrisinin genişlemesi, yüksek miktarlarda ürün üretimi ve maliyeti azaltma çabaları sonucunda Gıda Mühendisliği bir disiplin olarak ortaya çıktığı andan itibaren gelişmeye başlamıştır. XX. yüzyılın sonlarına doğru ise akademide ve endüstride görevli gıda mühendisleri vurgulu elektrik alan, yüksek basınç uygulamaları, ohmik ısıtma, süperkritik akışkan ekstraksiyonu ve püskürtmeli-dondurarak kurutma gibi dikkat çeken yenilikçi uygulamaları başarılı şekilde endüstriye entegre etmeye başlamışlardır (Ishwarya, Anandharamakrishnan & Stapley, 2015; Knorr vd., 2011; Sun, 2014). Gıda Mühendisliği, ayrıca ürün geliştirme konusunda bilimsel bir temel oluşturulmasında etkili olmuştur. Kimya Mühendisliğine kıyasla, gıdaların yapısal özelliklerinin ürünün performansına ve değerine etkisi, Gıda Mühendisliğinde daha hızlı bir şekilde keşfedilmiştir (Hill, 2004). Buna karşın, günümüzde dahi Gıda Mühendisliğinin önemi henüz net olarak anlaşılammıştır. Gıda Mühendisliği, firmalarda ilerleme için stratejik bir güç olmaktan çok rutin analizlerin gerçekleştirildiği bir hizmet sağlayıcı olarak düşünülmektedir (Aguilera, Lillford & Watzke, 2008; Niranjan, 2017).

Gıdaların muhafazası adına üretimlerin başladığı 1800'lü yıllardan itibaren, gıda endüstrisi birçok farklı alanda kendini ileri götürmüştür. Şekil 1'de gıda endüstrisinde kullanılan işlemlerin tarihsel süreci ve katma değerleri arasındaki ilişki gösterilmektedir (Aguilera, 2017). Genel hedefi gıdaların raf ömrünü artırmak ve güvenlik olan gıda endüstrisi, tüketici talepleri doğrultusunda zamanla sağlık odaklı ve kişiselleştirilmiş ürünleri üretmeye yönelmiştir. Günümüzde gıda üretim süreçleri tüketicilerin yaşam tarzlarına uygun, sürdürülebilir gıda üretimi üzerine yoğunlaşmaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. Gıda endüstrisinin tarihsel süreci (Aguilera, 2017)

Günümüzde gıda mühendisleri ve gıda bilimcileri hem gıda bilimi ile ilgili olarak hem de gıda sistemlerine uygulanan diğer bilim ve mühendislik disiplinlerine ilişkin çok çeşitli referans bilgi ve verilere hazır erişime ihtiyaç duymaktadır. Bu doğrultuda oluşturulan ‘Gıda Bilimlerinde Elsevier Referans Modülü (*Elsevier Reference Module in Food Science*)’ modern bilim insanların bu talebini karşılayacak niteliktedir. Modül, gıda disiplinlerini içeren 12 ana başlık etrafında hiyerarşik bir veri tabanı kullanılarak oluşturulmuştur. Tablo 1’de, modül çerçevesinde gıda bilimi kapsamındaki temel bilim ve mühendislik disiplinlerinin sınıflandırılması yapılmıştır ve bu sınıfların çalıştığı konular özetlenmiştir. Modül, çevrimiçi olarak erişilebilir ve indirilebilir durumdadır. Gıda alanında çalışan bilim insanları ve endüstride çalışan mühendisler için günümüzde oldukça önemli bir kaynaktır (Smithers, 2016).

Tablo 1. Gıda Bilimlerinde Elsevier Referans Modülü yapısal organizasyonu (Smithers, 2016)

Bölüm Başlığı	Özet
Gıda Kimyası ve Gıda Analizleri	Çeşitli gıda bileşenlerinin analizi, majör ve minör gıda bileşenlerinin belirlenmesi, duyu analizi, istatistiksel teknikler
Gıda İşleme Mühendisliği	Gıdaların mühendislik ile ilişkisi, geleneksel ve modern temel işlemler, ısı olmayan ve yenilikçi işleme teknikleri, gıda süreç modellemeleri, işletme ve proses tasarımları ve optimizasyon
Gıda Ambalajlama	Gıda ambalajlamanın temelleri, cam, plastik, karton ve biyo ambalajlar, aktif ve akıllı paketleme, modifiye atmosferde paketleme, Gıda Mühendisliğinde ambalaj sistemleri, ambalajlama ve raf ömrü, ambalajlama ile ilgili yasal düzenlemeler, ambalajlama ve sürdürülebilir gıda, atık yönetimi
Gıda Güvenliği ve Gıda Mikrobiyolojisi	Patojenik ve bozulma etmeni mikroorganizmalar, viral etmenler, gıda koruma ve gıda güvenliğinin sağlanması, fermantasyon mikrobiyolojisi, mikroflora, gıdaların fiziksel ve kimyasal risk unsurları
Gıda Kalitesi, Gıdaların Depolanması ve Taşınma Süreçleri	Gıda kalitesinin tanımı ve ölçümü, depolamanın gıda kalitesi üzerine etkisi, depolama ve taşıma gereksinimleri, izlenebilirlik, soğutma ve dondurma amaçlı depo tasarımları, üretimleri ve kullanımları, donuk veya taze ürün taşıma
Gıda Yönetimi, Politikalar ve Yasal Düzenlemeler	Gıda üretimi ve işleme ile ilgili ekonomi yönetimi, yerel ve ulusal gıda trendleri, hükümetlerin gıda politikaları, çevre düzenleme hükümleri
Beslenme ve Sağlık	Spesifik makro-mikro gıda bileşenleri ve sağlık, diyet ve hastalıklar, doğuştan gelen ve metabolik rahatsızlıklar, salgın hastalıklar ve halk sağlığı, moleküler beslenme, klinik beslenme, insan sağlığı ve psikolojisi
Gıda Ürünleri ve Gıda Bileşenleri	Temel gıda üretimi, süt, tahıl ve baklagiller, et ve deniz ürünleri, şekerleme ürünleri, gıdaların yapısı, reolojisi ve gıdaların tekstürel özellikleri, Moleküler Gastronomi
Gıda Biyoloji Bilimi	Biyomateryaller, geleneksel ıslah ve genetik, gen aktarımı, gıda biyoteknolojisi, gıda biyobilimi fikri mülkiyeti ve tüketici hakları, tüketici algısını ve seçimini değiştiren gıda duyu parametreleri
Tüketici Davranışları ve Gıda Pazarlama	Tüketici davranışlarının tahminlenmesi ve gıda pazarı fırsatları, gıda ürünlerinin ve markaların pazarlanması, tüketici araştırması ve pazarlama stratejileri
Sürdürülebilir Gıda ve Küresel Değişimin Etkileri	Politika, ekonomi ve demografi, sürdürülebilir tarım ve gıda üretimi, gıda hammaddelerinin korunması, ekosistemin korunması, iklim değişikliğinin gıda zincirine etkisi
Tarımsal Gıda Üretimi	Gıdaların ve gıda hammaddelerinin tarımsal üretimi, gıda ve gıda katkı maddelerinin üretiminde alternatif yaklaşımlar, çiftlik uygulamalarının gıda ve gıda hammaddelerinin üretimine etkisi

Günümüzde tüketim alışkanlıklarının değişmesi doğal olarak gıda endüstrisini farklı bir amaca yönlendirmiştir ve beslenme konusu Gıda Mühendisliğinin önemli konularından biri haline gelmiştir. Böylece, yeme-içme sektörü için önem arz eden bir konu olan Gastronomi ile Gıda Mühendisliği arasındaki ortak süreç yıllar önce başlamıştır ve hali hazırda gelişimini devam ettirmektedir.

Gastronomi Bilimi

Tarihsel süreçte beslenme ile yaşam arasında önemli bir bağlantı bulunmaktadır. Yemek yemenin temel bir ihtiyaç olmasının yanı sıra statüyü ve sosyalleşmeyi ifade etmesi, bu olgunun toplumsal kuralların bir parçası olduğunu göstermektedir (Latifoğlu, 2020). İnsanın varoluş sürecinde ateşin bulunmasından önce doğada bulunan sebze, meyve ve bitkiler tüketilmekteyken, ateşin bulunması ile birlikte Gastronomi kavramı ortaya çıkmaya başlamıştır (Özgen, 2016). Gastronomi kelimesine ilk olarak Antik Yunan kültüründe rastlanmıştır (Hunter & Koukouzika, 2015). Günümüzde Gastronomi, temel olarak yiyecek ve içecek kültürünün sanata dönüştürülmesi olarak ifade edilmektedir (Bucak & Aracı, 2013). Daha geniş bir tanımla Gastronomi, gıdaların, yiyecek ve içeceklerin tarihsel süreci gözetilerek özelliklerinin araştırılmasını, yemeklerin üretim aşamalarının tespitini, ülkesel veya bölgesel faktörlere göre yemek hazırlama tekniklerini içeren ve yemeklerin sosyo-ekonomik yönlerini inceleyen bir bilim dalıdır (Chaney & Ryan, 2012; Kivela & Crofts, 2006; Santich, 2004). Gastronomi biliminde yemek ve kültür arasındaki ilişki incelenir, gıdaların hijyenik olma ancak sağlıklı olma şartı aranmadan göz ve damak zevkini en üst düzeyde tutacak şekilde tüketime hazır hale getirilmesi amaçlanır (Vega & Ubbink, 2008).

Ülkemizde Gastronomi anlamında ilk yüksekokul, 1997 yılında açılan Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Mengen Meslek Yüksekokuludur. YÖK istatistiklerine göre, 2019 yılı itibarı ile Gastronomi ile Gastronomi ve Mutfak Sanatları olmak üzere iki farklı isimde devlet ve vakıf üniversitelerimizde yüksekokul ve fakülte bazında toplam 101 aktif bölüm bulunmaktadır (YÖK, 2020). Ülkemizde Gastronomi bölümü sayısının her yıl artış göstermesi, tüketici alışkanlıklarının değişmesine bağlı olarak restoran ve gıda işletmelerinde fakülte mezunu çalışanlara olan ihtiyaç ve özellikle turistik bölgelerde sayısı artan otellerin mutfaklarında görevlendirilmek üzere daha fazla personel istihdam edilmesi ile açıklanabilmektedir.

Gastronomi, her şeyden önce temel olarak gıdayı konu alması nedeni ile multidisipliner bir bilim dalıdır (Öney, 2013). Buna karşın Gastronominin kültür ile etkileşimi, onun ayrıca insan ile ilgili olduğunu da göstermektedir. Gastronomi bir bilim olarak ifade edilirken tarihsel, kültürel ve psikolojik etmenler göz önünde bulundurulmalıdır. Yemeklerin hazırlanışını, pişirilme tekniklerini, sunumunu ve göze ve damağa nasıl hitap ettiğini araştıran Gastronomi, bir bilim dalı olduğu kadar sanat dalı olarak da tanımlanır (Gillespie & Cousins, 2001; Sarıışık & Özbay, 2015).

Teknolojik gelişmeler doğrultusunda her alanda olduğu gibi Gastronomi bilimi de bu gelişmelerden etkilenmiştir. XX. yüzyılın sonlarında, yemek pişirme sanatında yenilikçi uygulamaların araştırılması ve şeflere farklı bakış açılarının kazandırılabilmesi amacıyla bilimsel yöntemlerin bu alana entegrasyonu sonucunda 'Moleküler Gastronomi' terimi ortaya çıkmıştır (Caporaso & Formisano, 2016; This, 2006). Çeşitli restoranlar, gıda işleme endüstrisinde düzenli olarak kullanılan bazı bileşenleri, ekipmanları ve teknikleri bünyelerinde kullanmaya başlamışlardır ve moleküler pişirme prensiplerini kullanan bu restoranlar dünyadaki sayılı restoranlar arasına girmeyi başarmışlardır (Aguilera, 2018). Hatta günümüzde, Gastronomi eğitimi veren dört yıllık bölümlerde gıda bilimi ve endüstriyel gıda üretimi ile ilgili dersler verilmektedir. Ayrıca bu bölümler Gıda Mühendisliği bölümleri ile ortak çalışmalar yürütebilmektedir (Aguilera, 2018; Cheng, Ogbeide & Hamouz, 2011; Rodgers, 2009). Tablo 2'de Gıda Mühendisliği ve Gastronomi bölümlerinde ortak olarak verilen dersler ve bu derslerin içerikleri verilmiştir.

Tablo 2. Gıda Mühendisliği ve Gastronomi bölümlerinde verilen bazı ortak dersler ve içerikleri

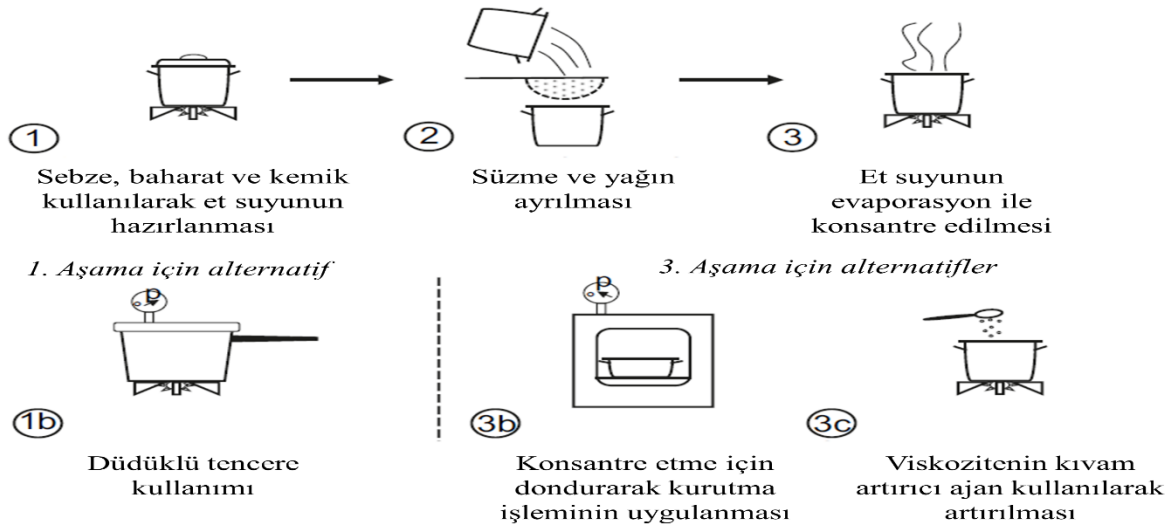
Ortak Dersler	Ders İçerikleri
Gıda Formülasyonu ve Duyusal Analiz	Yiyecek-içecek sektöründe özgünlüğün önemi, özel ürünler, çeşitli özel bileşenlerin elde edilebilmesi amacıyla uygulanacak işlemler, gıdalarda kalite karakteristikleri. Duyusal değerlendirme ve önemi, gıda sanayi ve yiyecek içecek işletmelerinde duyusal değerlendirmenin kullanım amaçları. Duyusal değerlendirmede kullanılan skalalar, lezzet profili diyagramlarının oluşturulması, doku profili analizi, duyusal testlerin tüketici tercih çalışmalarında kullanılması.
Gıda Mikrobiyolojisi	Temel anlamda mikroorganizma-gıda ilişkisi, gıdalarda mikrobiyal bozulmalar ve mikrobiyal bozulmalara karşı gıda muhafaza yöntemleri.
Gıda Güvenliği ve Personel Hijyeni	Gıda güvenliğinin ve çalışan hijyeninin sağlanması amacıyla kritik kontrol noktalarının yönetimine ilişkin teorik ve pratik yeterliklerin kazandırılması.
Beslenme ve İlkeleri	Beslenmenin önemini, kapsamını ve etkilerini kavratmak, besin öğeleri ve besin maddelerinin vücuttaki görevleri hakkında bilgi vermek, besinlerin kaynakları ve günlük tüketim miktarlarına ilişkin yeterlikleri kazandırmak.
Gastronomi ve Gıda Bilimine Giriş	Temel gıda bileşenleri, gıda bileşenlerinin özellikleri ve işleme ve depolama sırasında gıda bileşenlerindeki değişimler ile ilgili bilgilerin verilmesini sağlamak.
Gıda Teknolojisi	Gastronomi ve mutfak sanatlarında kullanılan gıdalar ile bu gıdaların yapısı, yemeklerin uygun pişirme yöntemleriyle hazırlanması, gıdaların işlenmesi, temel işlemler, et, süt, tahıl, meyve-sebze ve yağ işleme teknolojileri.
Alkollü ve Alkolsüz İçecekler Teknolojisi	Alkollü ve alkolsüz içeceklerin türleri, üretim yöntemleri ve hazırlanışları hakkında bilgi verilmesi.
Gıda Mevzuatı	Gıda mevzuatı ve gıda düzenlemeleri ile ilgili genel bir bakış açısı kazandırılması.

Moleküler Gastronomi, pişirme ve bilimin ortak bir çatı altında buluşması ile pişirme sırasında meydana gelen temel olayların bilimsel mekanizmasının ortaya çıkmasını sağlar. Düşünülenin aksine, Moleküler Gastronomi aslında bir pişirme türü değildir (Vega & Ubbink, 2008). Bazı şeflerin bilimsel uygulamaların kendi pişirme tekniklerini yansıtmadığını savunması, moleküler Gastronominin günümüzde dahi önemini anlaşılamamasına neden olmaktadır (Aguilera, 2018). En iyi tanımı ile Moleküler Gastronomi, yenilebilir materyallerin pişirme işlemleri sırasında geçirdiği fizikokimyasal dönüşümlerin incelenmesi ve tüketimleri ile ilgili duyusal özelliklerinin tespit edilmesidir (This, 2013).

Moleküler Gastronomide multidisipliner bir yaklaşım uygulanmaktadır ve gıdalarda pişme işlemi ile meydana gelen değişiklikler incelenmektedir. Bu yaklaşıma dayanarak Moleküler Gastronomide başarı sağlamak adına ortaya çıkan sorular şu şekildedir (Vega & Ubbink, 2008): (a) Üretim tekniği son ürünün tadını ve dokusal özelliklerini nasıl etkiler? (b) Gıda bileşenleri farklı pişirme tekniklerinden ne ölçüde etkilenir? (c) Beynimiz yiyeceğin tadını tüm duyularımızı yorumlayarak nasıl ifade eder? (d) Gıdaların dokusal özellikleri ile tadının iyileştirilmesi adına yeni pişirme teknikleri tasarlanabilir mi?

Moleküler Gastronomi için önemli olan soruların cevaplanabilmesi, ancak bilimsel tekniklerin uygulanması ve çeşitli denemelerin yapılması ile mümkün olabilmektedir. Bu doğrultuda bir yemek hazırlanırken daha iyi sonuçlar elde edilebilmesi amacı ile pişme sırasında meydana gelen fiziksel ve kimyasal değişimlerin incelenmesi gerekmektedir. Şekil 2’de mutfakta geleneksel yöntemle hazırlanan et suyu şematik olarak gösterilmiştir. Ayrıca,

farklı üretim basamaklarında kaliteyi artırmak adına uygulanabilecek alternatif yöntemler de belirtilmiştir (Vega & Ubbink, 2008).



Geleneksel yöntem:

1. Aroma bileşenleri ve jelatinin ekstraksiyonu
2. Süzme ve yağların ayrılması
3. Evaporasyon ile konsantre etme. Bu aşamada aroma bileşenleri ve değerli bileşikler parçalanabilir ve besinsel değer kaybına uğrayabilir. Ancak farklı reaksiyonlar ile bazı aroma bileşenleri oluşabilir.

1. Aşama için alternatif yöntem:

- 1b. Daha hızlı ve etkili bir ekstraksiyon işlemi için düdüklü tencere kullanımı

3. Aşama için alternatif yöntemler:

- 3b. Orijinal aroma bileşenleri dondurarak kurutma ile neredeyse tamamen korunur. Buna karşın evaporasyon işleminde gerçekleşen reaksiyonlar mevcut olmayacağı için aroma profili farklı olabilir.
- 3c. Kıvam artırıcı ajanlar kullanılarak daha kısa sürede konsantre ürün elde edilerek temel aroma bileşenlerinin kaybı engellenebilir.

Şekil 2. Et suyu hazırlanışı şematik diyagramı (Vega & Ubbink, 2008).

Günümüzde modern tekniklerin her alanda uygulanabilirliğinin artması, mutfaktaki üretkenliği de aynı şekilde etkileyerek şeflerin çalışma şekillerini değiştirmektedir. Moleküler Gastronomi ile gıda endüstrisinde rutin olarak kullanılan teknoloji mutfağa girmeye başlamıştır. Gıda Mühendisliği ve Gastronomi arasında oluşan bağ, Moleküler Gastronomi uygulamaları ile giderek kuvvetlenmektedir. Mutfakta mühendislik uygulamaları, aslında Gıda Mühendisliğinde temel işlemlerden biri olan pişirme işlemine bağlı olarak şekillenmektedir. Şeflerin konuya olan ilgilerinin artması ve gıda mühendislerinin Gastronomi konusundaki çalışmaları sonucunda mutfakta çeşitli modeller kullanılmaya başlanmıştır.

Mutfakta Mühendislik ve Modellerin Kullanımı

Gıda işlemlerinde uygulanan birçok işlem ısı, kütle ve momentum transferi temellerine dayanmaktadır. Gıda Mühendisliğinin önemli konuları olan aktarım olayları aslında mutfaklarda küçük ölçekli olarak geçerliliğini

sürdürmektedir. Aktarım olayları hakkında temel bilgiler, yemek pişirme sanatına fayda sağlayarak üretkenliği artırabilir ve gıdalarda gerçekleşen değişimlerin anlaşılması kolaylaşabilir (Aguilera, 2018).

Gıda endüstrisinde uygulanan pastörizasyon, sterilizasyon, soğutma, dondurma, ticari sterilizasyon ve kurutma gibi işlemler Gıda Mühendisliğinin temel konularından biri olan ısı transferi ile ilişkilidir. Isı transferi temel olarak iletim, taşınım ve ışınım olmak üzere üç temel mekanizma ile gerçekleşir (Singh & Heldman, 2014). Mutfakta ise ısıtmayı içeren pişirme yöntemleri ısı transferinin gerçekleştiği ortama ve sıcaklığa göre sınıflandırılmaktadır. Pişirme yöntemleri sıcak hava ile pişirme (fırlama), sıcak su ile pişirme (haşlama), kızgın yağda pişirme (kızartma) ve direkt ateşte pişirme (ızgara, barbekü) olarak sınıflandırılabilir (Crosby, 2012). Temel pişirme işlemlerine ek olarak, mikrodalga ısıtma, ohmik ısıtma ve manyetik alan ısıtma gibi yenilikçi teknikler pişirme işlemlerinde kombine veya direkt kullanılabilir (Jittanit vd., 2017; Parker & Volmer 2004; Sweeney, Dols, Fortenbery & Sharp, 2014).

Gıda işlemede ısı transferi ile ilgili literatürde birçok çalışma olmasına karşın, direkt olarak pişirme işleminde ısı transferine dair çalışmaların sayısı sınırlıdır. Farklı boyutlardaki patateslerin haşlama işlemi sonucunda pişme durumları Fourier İletim Yasası kullanılarak tahminlenmiştir (Derbyshire & Owen, 1988). Bir başka çalışmada buhar destekli hibrit bir fırın kullanılarak dana nuar kasları pişirilmiş ve eş zamanlı ısı ve kütle transferi modellemesi COMSOL Multiphysics programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir (İsleroglu & Kaymak-Ertekin, 2016). Benzer şekilde Sadeghi, Hamdami, Shahedi ve Rafe (2016) hacimsel değişiklikleri gözetenek ekmeğin pişirilmesi sırasında ısı transferini COMSOL Multiphysics programını kullanılarak nümerik olarak modellemiştir. Mutfakta ısı transferi genel olarak yüksek sıcaklıklarda gerçekleşen işlemler olarak nitelendirilse de soğutma ve dondurma işlemleri de ısı transferinin konusudur. Et, balık, meyve ve sebzelerde dondurma işleminin etkinliği ürün kalitesini doğrudan etkilemektedir. Pişme kaybı, dokusal özellikler ve renk, yavaş dondurma sonucunda oluşan büyük buz kristalleri ile doğrudan ilişkilidir (Aguilera & Stanley, 1999). Soğutma ve dondurma işlemleri gıda güvenliği açısından ayrıca büyük önem arz etmektedir. Mutfağa girecek olan veya mutfağa giren ürünlerinin denetimini yapan şefler, soğutma ve dondurma işlemleri ile ilgili temel bilgiye sahiptir.

Konsantrasyon farkı sebebiyle moleküllerin hareketi kurutma ve ekstraksiyon işlemlerinde en önemli konudur. Gıdalarda kütle transferinde temel mekanizmalar ve oluşturulan eşitlikler genel olarak gıdada bulunan nemin hareketi ile ilişkilidir (Srikiatden & Roberts, 2007). Şeflerin mutfakta kullandığı tuzlama, salamura, dumanlama, maserasyon ve marinasyon gibi işlemler temel olarak difüzyon ve kütle transferi mekanizmaları ile gerçekleşir. Buna karşın, literatürde pişirme sırasında kütle transferi ile ilgili az sayıda çalışma bulunmaktadır. Karizaki (2016), pirincin pişirilmesi işleminde efektif difüzyon katsayısı gibi kütle transferi parametrelerini belirlemiş ve kinetik modeller kullanarak difüzyon işlemini tanımlamıştır. Ayrıca Blikra, Skipnes ve Feyissa (2019), konvektif bir fırında pişirilen mezzit filetosunda meydana gelen kütle transferini modellemiştir.

Mutfaklarda ve gıda işletmelerinde birbiri içerisinde dağılmış fazların oluşturulmasında kullanılan boyut küçültme, emülsifikasyon ve karıştırma gibi işlemlerde temel mekanizma momentum transferidir. Mutfakta özellikle karıştırma işlemi, emülsiyonların oluşumu ve viskoelastik yapıda hamur üretiminde oldukça önemlidir (Dickinson, 2006). Mutfakta momentum transferini içeren diğer işlemler çırpma, yoğurma, kesme, dilimleme, öğütme, sıkma ve harmanlama gibi işlemlerdir (Thomas, Norman & Katsigris, 2014). Bu işlemlerin birçoğu katı, sıvı veya gazları

birlikte içeren köpük, hamur, krema, sos ve jel gibi disperse sistemleri oluşturmaktır (van der Sman & van der Goot, 2009). Bu işlemlerin temel prensiplerinin şefler tarafından mutfakta kullanılması ve gıda mühendisleri tarafından çeşitli ürünlere uygulanması ile kaliteli yiyeceklerin üretimi gerçekleştirilebilmektedir.

Gıdalarda ısı, kütle ve momentum transferine dayanan karmaşık matematiksel modeller mühendisler tarafından oluşturulur, uygulanır ve çözülür. Buna karşın reaksiyon kinetiğine bağlı kinetik modeller daha basit matematiksel eşitliklerdir ve kolaylıkla grafiklere dönüştürülerek ifade edilebilirler (Aguilera, 2018). Gıda Mühendisliğinde kinetik modeller ilk olarak 1970'li yıllarda gıdaların işleme ve depolama sırasındaki kalite kayıplarının tespit edilmesi ve ısı işlemler ile mikrobiyal inaktivasyon sonucunda gıda bileşenlerinin ve gıdaların duyu özelliklerinin muhafazasının tahminlenmesi amacıyla kullanılmıştır (Kessler, 1981; Labuza, 1984). Daha sonraki yıllarda kinetik modelleme işlemi, istatistiksel yazılımlar kullanılarak elde edilen deneysel verilerin matematiksel kinetik eşitliklere uydurulmasına kadar indirgenmiştir. Gıdaların oldukça karmaşık sistemler olması ve kinetik modellerin meydana gelen değişimlerin mekanizmasını tam anlamı ile çözmediği düşünülse de bu modellerin laboratuvar koşullarından gerçek gıda sistemlerine kadar birçok koşulda başarı sağladıkları tespit edilmiştir (van Boekel, 2009). Bu doğrultuda, kinetik modellerin çeşitli sıcaklık, pH, boyut ve ön işlem koşullarında tekstür, renk ve aroma gibi kalite parametrelerinin tahminlenmesinde kullanılabilmesi şefler için ayrıca önem arz etmektedir. Grafiklere dönüştürülebilen matematiksel modeller ile gıdalarda meydana gelen fiziksel değişikliklerin tespiti yapılabilmektedir. Pişme işlemi ile ilgili kinetik modellemelere ait literatürde bulunan bazı çalışmalar Tablo 3 ile gösterilmiştir. Mutfak koşullarında gerçekleştirilen pişme işlemlerini takiben sıcaklık-zaman parametreleri doğrultusunda yapılan modelleme çalışmaları gıda mühendisleri ve şefler arasında ortak bir alan olarak düşünülmeli ve bu çalışmaların sayısı artırılmalıdır.

Tablo 3. Pişme işlemi ile ilgili kinetik çalışmalar

Ürün	Modellenen Özellikler	Referanslar
Et dilimleri	Kızartma işleminde renk değişimleri ve pişme kayıpları	Kondjoyan, Portanguen, Duchêne, Mirade & Gandemer (2018)
Somon	Farklı sıcaklık ve sürelerde renk değişimi	Brookmire, Mallikarjunan, Jahncke & Grisso (2013)
Patates	Pişme derecesi ve tekstür	Flick (2014)
Pirinç	Farklı pirinç tipleri için farklı pişme koşullarında boyut değişimi	Shinde, Vijayadwhaja, Pandit & Joshi (2014)
Makarna	Pişme sırasında su tutma	Horigane vd. (2006)
Ekmek	Kabuk oluşumu ve ağırlık kaybı	Hadiyanto (2013)
Çikolata	Erime ve kristalizasyonda sıcaklığın tahminlenmesi	Le Révérend, Fryer & Bakalis (2009)
Nohut	Pişme süresine bağlı su adsorpsiyonu	Ibarz, Gonzalez & Barbosa-Cánovas (2004)
Fasulye	Pişme süresi	Laurent, Jean-Blaise & Carl (2008)
Ispanak	Farklı fırınlarda pişirilen ürünlerin renk, toplam klorofil ve askorbik asit değişimleri	İsleroglu, Sakin-Yilmazer, Kemerli-Kalbaran, Üren & Kaymak-Ertekin (2017)

Mutfakta Temel İşlemler

Günümüzde bazı şefler, yenilikçi teknikleri ve ekipmanları kendi gıda bileşenlerini oluşturmak ve yemek pişirme metotlarını geliştirmek amacıyla mutfaklarına entegre etmişlerdir (Loss & Bouzari, 2016). Çeşitli mutfaklarda, genellikle gıda işletmelerinde ve gıda laboratuvarlarında bulunan rotary evaporatör, homojenizatör, dondurarak kurutucu ve püskürtmeli kurutucu gibi ekipmanlar kullanılmaktadır. Bu ekipmanların mutfaka girişiyle beraber ürünlerin kalitesi ve yemeklerin çeşitliliği artmış, tüketici algısı sağlık ve beslenme açısından olumlu yönde etkilenmiştir (Rodgers & Young, 2008).

Gıda endüstrisinde katı-sıvı ekstraksiyonu sıklıkla kullanılan bir işlemdir. Mutfakta şefler, ekstraksiyon işlemini *anfloraj* ile yani bitkilerden veya farklı materyallerden aroma bileşenlerini almak amacı ile ürünün saf hayvansal veya bitkisel yağda bekletilmesi şeklinde uzun yıllardır gerçekleştirmektedir (Aguilera, 2018). Destilasyon ise Gıda Mühendisliğinde bir diğer önemli işlemdir. Gıda endüstrisinde destilasyon, konsantre uçucu bileşenlerin elde edilmesi ve yağların koku giderme işlemlerinde kullanılmaktadır. Mutfakta ise şefler, hazırladıkları aromatik ekstraktları buhar destilasyonu veya rotary evaporatör kullanarak elde etmektedirler (Loss & Bouzari, 2016). Gıda Mühendisliğinde fiziksel yöntemler kullanılarak katı ve sıvı fazların ayrılması işlemi, gerçekleştirilen temel işlemlerden biridir. Faz ayırma için kullanılan temel yöntemler filtrasyon, santrifügasyon ve membran ayırma teknikleridir (Pouliot, Conway & Leclerc, 2014). Şefler ise mutfakta faz ayırma işlemlerini çeşitli boyutlardaki süzgeçler kullanarak gerçekleştirmektedir. Ayrıca bazı şefler et suyundan yağları ve partikülleri ayırmak için santrifüj işlemini kullanmaktadır (Aguilera, 2018). Ek olarak, 2005 yılında membran filtrasyon işlemi kullanılarak süzülen ‘Gazpaço’ (karışık sebzelerden yapılan soğuk bir çorba türü), sunulduğu konferansta büyük beğeni toplamıştır (García-Segovia vd., 2014). Faz ayırma işleminin yemek pişirme sanatında da önemli bir yere sahip olması, bu konuda farklı tekniklerin mutfaklara gelecekte adapte edilebileceğini göstermektedir.

Kurutma işlemleri gıda endüstrisinin en önemli konularındandır ve gıdaların en az hasarla kurutma işlemlerinden ayrılması Gıda Mühendisliğinin yıllardır süren çalışma alanlarından biridir. Bu noktada dondurarak kurutma, gıdaların şeklinin ve yapısının büyük oranda korunarak kurutulduğu ve son ürün kalitesinin oldukça yüksek olduğu bir işlem olarak karşımıza çıkmaktadır (King, 1971). Endüstride büyük ölçekli kullanılan dondurarak kurutucuların daha küçük ölçekli versiyonları, şefler tarafından mutfakta yoğurt ve sosların konsantre edilmesinde kullanılabilmektedir (Carvalho, Pérez-Palacios & Ruiz-Carrascal, 2017). Hızlı dondurma işlemi (IQF) gıda işletmelerinde küçük boyutlu meyve ve sebzelerin dondurulmasında kullanılırken mutfakta da kullanım alanı bulmuştur. Sıvı azot gibi kriyojenik sıvılar mutfakta dondurma üretiminde kullanılmaktadır. Bu yöntemle elde edilen dondurmalar 20 µm’den küçük boyutta buz kristallerine sahip olduğundan pürüzsüz yapısı ve kadifemsi tekstürü ile tüketicileri etkilemektedir (Cassi, 2004). Genel olarak kullanılan temel işlemlere ek olarak enkapsülasyon, gıda endüstrisinde çabuk bozulabilen değerli bileşenlerin raf ömrünü artırmada kullanılan bir tekniktir ve enkapsüle aroma bileşenleri bazı şefler tarafından mutfaklarda kullanılmaktadır (García-Segovia, Barreto-Palacios & Martínez-Monzó, 2011).

Mutfakta Ölçme

Gıda Mühendisliği ve Gastronomi biliminin kesişim noktalarından olabilecek bir diğer konu ölçüm teknikleridir. Aşçılıkta üretimlerin birçoğu mühendislik doğasından uzak, deneme-yanılma yöntemi doğrultusunda yapılmaktadır. Örneğin yemek tarifleri ve prosedürler aslında bulanık mantık yolu ile çalışır. Orta ateşte pişirme ve yavaşça karıştırma gibi kavramlar kesinlikten uzak ve özünde belirsiz kavramlardır. Gıda mühendisleri ve şefler, bilimsel yöntemler kullanarak deneysel mutfaklarda bir yemeğin tarifi için sistematik bir metot oluşturma konusunda birlikte çalışma yapabilirler (Aguilera, 2017). Bazı test mutfaklarında halihazırda temel laboratuvar ekipmanları (hassas terazi, mezür, büret, pH metre, dijital termometre, renk ölçüm cihazı, refraktometre) bulunmaktadır (Lister & Blumenthal, 2005). Bazı şefler ise çeşitli araştırma merkezleri veya akademik personeller ile anlaşarak reometre, tekstür analiz cihazı, kalorimetre ve mikroskoplar gibi cihazlara erişim sağlayabilmektedirler. Bu cihazlar ile elde edilen veriler mühendisler ve şefler tarafından bilimsel açıdan yorumlanarak duyuşal özellikler ve kalite ile

ilişkilendirilir (Aguilera, 2018). Görüntü işleme teknikleri gıda endüstrisinde kullanılan ve mutfaklara entegre edilebilecek sistemlerdendir (Sun, 2014). Görüntü işleme yöntemleri, pizza, patates cipsi ve et gibi pişmiş ürünlerde kullanım alanı bulmuştur (Du, Iqbal & Sun, 2016; Edreschi, Mery, Mendoza & Aguilera, 2004; Mery vd., 2010). Günümüzde ayrıca yapay zekâ teknikleri kullanılarak yemeklerde bulunan bileşenlerin iki boyutlu modelleri oluşturulmakta ve hatta en uygun tarife göre yemek görsel olarak modellenebilmektedir (Mizrahi vd., 2016; Reynolds, 2017).

Pişirme ve Malzeme Bilimi

Pişirme işleminde meydana gelen ve çoğunluğu Maillard reaksiyonları tarafından tetiklenen kimyasal değişimler gıdaların renk ve tatlarını değiştirmektedir. Pişirme işleminde ayrıca fiziksel ve yapısal değişiklikler de eş zamanlı olarak oluşmaktadır. Protein denatürasyonu, nişastanın jelatinizasyonu ve yağ kristalizasyonu pişirme işlemi sırasında meydana gelen en önemli mikroyapısal değişimlerdir. Buna karşın jel oluşturma, köpük oluşturma ve emülsifikasyon gibi işlemler ile farklı bileşenlerden yeni yapılar meydana gelmektedir (Barham vd., 2010). Tablo 4'te, gıda mühendisleri tarafından pişirme işlemi ile ürün özelliklerindeki yapısal değişimleri gösteren bazı çalışmalar verilmiştir.

Tablo 4. Malzeme bilimi yaklaşımı ile pişirme işlemlerine örnekler

Kavram	Uygulamalar	Referanslar
Şekerin kristalizasyonu	Şekerleme ürünlerinin üretimi ve stabilitesi (Örneğin, karamel) ve şekerli tatlılar	Hartel, Ergun & Vogel (2011), Miller & Hartel (2015)
Yağların kristalizasyonu	Çatlama, parlaklık ve depolama dengesini sağlamak için çikolatanın temperlenmesi	Debaste, Kegelaers, Liégeois, Amor & Halloin (2008)
Camsı yapıdan kauçuğa geçiş	Düşük nemli ürünlerin stabilitesi ve dokusu (örneğin, gevreklik)	Tunick vd. (2013), Vilgis (2015)
Yumuşak halden gevrek hale geçiş	Baharatların kriyojenik öğütülmesi, Düşük nemli gıdaların yumuşaması	Murthy & Bhattacharya (2008), Payne & Labuza (2005)
Polimer viskozitesi	Soslar ve roux'un (yağ ve un karışımı) kalınlaşması	Krasnow, Hirson & Shoemaker (2011), Saha & Bhattacharya (2010)
Polimer reolojisi	Domates soslarının akış davranışları (kıvam), soslar ve mayonez	Bayod, Willers & Tornberg (2008)
Jelleşme	Aljinat jellerinin sferifikasyonu (küçük küreler oluşturma)	Fu vd. (2014)
Ara yüzey olayları	Köpük üretmek için yüzey aktif maddelerin kullanımı	Cassi (2004)
Polimer çözeltilerin karıştırılması	Emülsiyonların ve jellerin yapılandırılması	Mezzenga, Schurtenberger, Burbidge & Michel (2005), Tolstoguzov, (2003)
Kompozitler	Damakta benzersiz hisleri uyarmak için bileşenlerin katmanlanması	Scholten (2017)
Faz ayrıştırma	Hücrelerin (fasulye) ve liflerin (et) pişirme sırasında yumuşaması	Aguilera & Stanley (1985), Tornberg (2013)
Katı köpükler	Formülasyon yoluyla mikro yapı ve mekanik özelliklerin kontrolü	Corradini & Peleg (2008), Licciardello, Frisullo, Laverse Muratore & Del Nobile (2012)
Mikro yapı	Çok ölçekli yapıları pişirme etkisi ve yemeklerin özellikleri ile ilişkilendirme	Aguilera (2012), Vilgis (2013)

Gastronomide Kullanılan Yenilikçi Teknikler

Bazı şefler, tüketiciye farklı deneyimler yaşatma arayışındadır ve bu amaçla farklı teknikler ve farklı malzemeler kullanarak yenilikçi ürünler meydana getirirler. Şeflerin bu yaratıcılıkları gıda endüstrisinin de dikkatini çekmiştir ve yetenekli şeflerden bazıları ‘araştırma şefi’ veya ‘mutfak bilimcisi’ olarak önemli gıda şirketlerinin araştırma-geliştirme (Ar-Ge) departmanlarında görev yapmaktadır (Valdovinos, 2010). Ancak mutfakta yenilikçi uygulamaların araştırılması, mühendislik uygulamaları ile bazı farklılıklar göstermektedir. Öncelikle mutfakta geliştirme aşaması genel olarak çalışan personel arasında gerçekleşen tadım ve denemeler ile ortaya çıkmaya başlar (Aguilera, 2018). Buna karşın mühendislik uygulamalarında olduğu gibi detaylı analiz sonuçlarının ve istatistiki verilerin incelenmesine çoğunlukla fırsat bulunamamaktadır. Ayrıca, Gıda Mühendisliği uygulamalarından farklı olarak, mutfakta uygulanan yeni ürün çalışmaları veya yenilikçi tekniklerin gerçekleştirilmesinde çoğunlukla ölçek büyütme durumunun düşünülmesine gerek duyulmamaktadır. Bunların dışında, yenilikçi sistemlerin ve Gıda Mühendisliği uygulamalarının mutfaklarda Ar-Ge çalışmalarında kullanımı maliyeti artırabilmektedir. Her ne kadar gelişim süreçleri yönünden farklılıklar içerseler dahi, Gastronomi ve Gıda Mühendisliği sürekli bir etkileşim içerisindedir. Gıda Mühendisliği ve Gastronomi için ortak ve ortak olmayan noktalar düşünülerek alınacak tedbirler ve farklı bilim dallarının birbirine sağladığı katkılar gözetilerek Gastronomide yeni uygulamalar ve yenilikçi tekniklerin kullanımı artırılabilir.

Restoranlar ve ev tipi mutfaklarda teknolojik gelişmeler hızla artış göstermektedir. İnsanlar günümüzde yemek tariflerini ve pişirme deneyimlerini internet aracılığı ile kolayca paylaşmakta ve telefonla uygulamalar üzerinden sipariş vermektedirler. Mutfakta bulunan cihazlar da benzer şekilde akıllı cihazlar haline gelmektedir. Mutfak gereçlerinin kontrolü akıllı telefonlar ile WiFi ve Bluetooth bağlantıları kullanılarak gerçekleştirilebilmektedir (Aguilera, 2018).

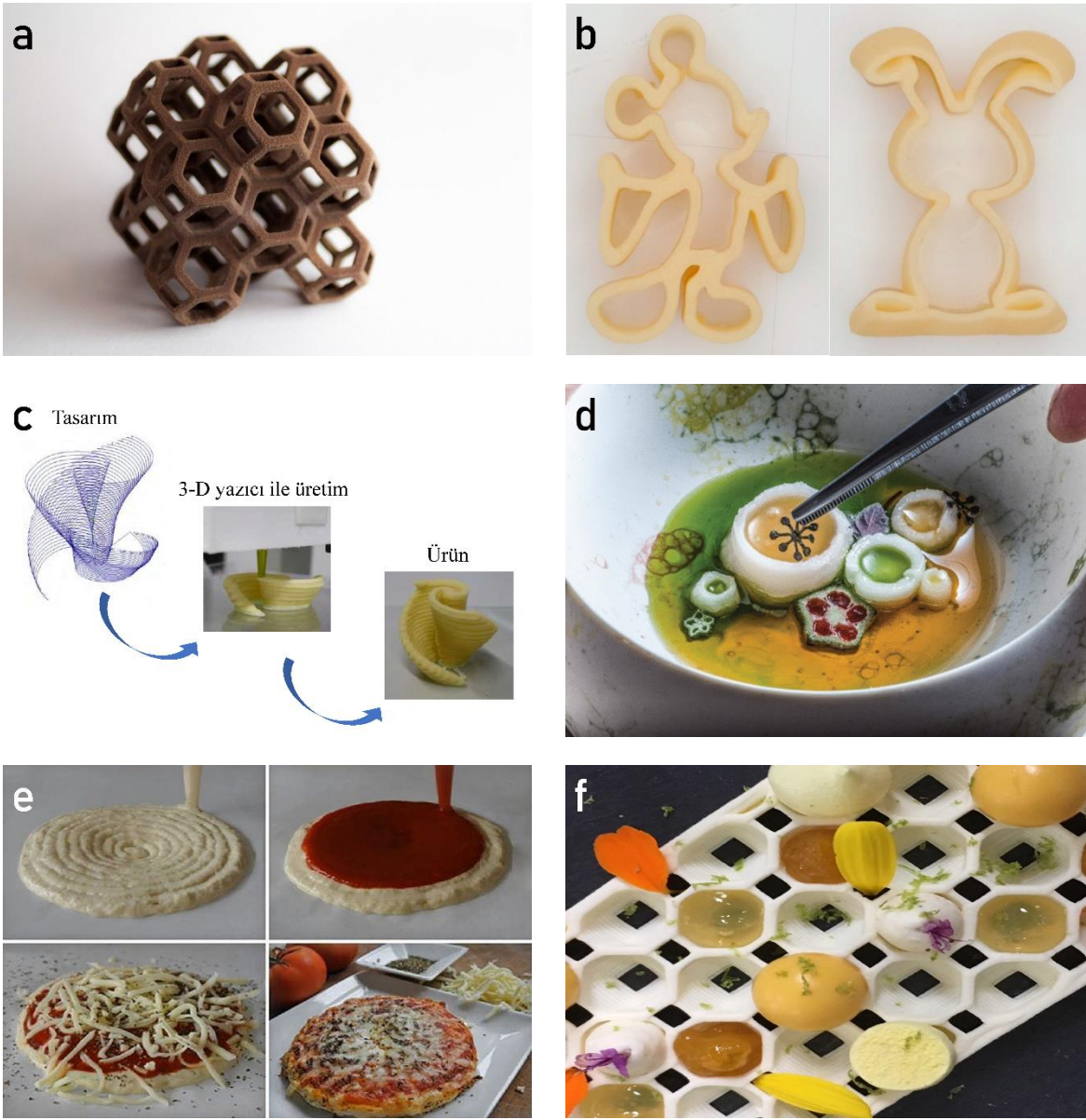
Gıda endüstrisinde ve Gastronomi biliminde yeni oluşan kavramlardan biri üç boyutlu (3-D) gıda baskısıdır. 3-D baskı, özellikle Gastronomi alanında oldukça dikkat çeken bir konu haline gelmeye başlamıştır (Dankar, Haddarah, Omar, Sepulcre & Pujolà, 2018). 3-D baskı temel olarak dijital ortamda dizaynı yapılan ürünün robotik bir işlem sonucunda üretilmesidir (Kietzmann, Pitt & Berthon, 2015). 3-D model oluşturulduktan sonra, dizaynın bilgisi yazıcıya gönderilir, yazıcı modeli katmanlar haline getirerek enine kesitler oluşturur ve bunları daha sonra birleştirir (Galdeano, 2014). Gıda endüstrisi ve Gastronomi alanları için 3-D baskı teknolojisi ile tüketicinin damak tadı, bütçesi ve beslenme alışkanlıklarına hitap eden yiyecek ve gıda ürünlerinin üretimi sağlanabilecektir. Gıdalar çeşitli fizikokimyasal özelliklere sahip kompleks sistemler olsalar dahi 3-D baskı işleminin çeşitli gıda ürünlerine uygulanabilirliği ortaya konmuştur (Dankar vd., 2018). 3-D gıda yazıcılarının çalışma prensibi açıkça tespit edilmiştir ancak mevcut durumda hangi ürünlerin üretileceği konusunda belirsizlik bulunmaktadır (Tess, 2016). 3-D gıda baskısı kullanılarak çikolata (Hao vd., 2010), kurabiye ve mısır gevreği (Hamilton, Alici & in het Panhuis, 2018; Severini, Derossi & Azzolini, 2016), toz şeker (Liu, Zhang, Bhandari & Yang, 2018), işlenmiş peynir (Le Tohic vd., 2018), işlenmiş et (Wang, Zhang, Bhandari & Yang, 2018) ve bazı meyve-sebzelerin (Severini, Derossi, Ricci, Caporizzi & Fiore, 2018; Yang, Zhang, Bhandari & Liu, 2018) üretimleri gerçekleştirilmiştir. Ayrıca 3-D yazıcılar ile üretimi gerçekleştirilen gıdalar için bazı örnekler Şekil 3 ile gösterilmiştir. Gıdaların 3-D yazıcı ile üretilmesi için, gıda temel bileşenlerinin baskı teknolojisini nasıl etkileyeceğinin bilinmesi bir zorunluluktur. Yazıcıya beslenen

gıdanın akabilir olması gerekmektedir. Protein, yağ ve karbonhidrat oranlarındaki değişiklikler gıdaların plastikleşme, camsılık ve erime durumlarını etkilemektedir (Godoi, Prakash & Bhandari, 2016). 3-D baskı teknolojisi ile yutma güçlüğü yaşayan yaşlı bireylerin tüketebileceği, optimum şekle ve yapıya sahip ürünlerin üretimi de gerçekleştirilebilmektedir. 3-D gıda baskı teknolojisi hem Gıda Mühendisliği hem de Gastronomi bilimi için oldukça önemli olabilecek bir teknolojidir ve ortak çalışmalar ile sürecin gelişimi desteklenebilir.

Gastronomi biliminin Gıda Mühendisliği ile interaksyonu sonucunda mutfaklarda çeşitli ekipmanlar kullanılmaya başlanmıştır. Mutfaklarda kullanılan gıda endüstrisine ait ekipmanlar ve prensipleri Tablo 5 ile gösterilmiştir.

Tablo 5. Gıda endüstrisine ait ekipmanların mutfaklarda kullanımı (Aguilera, 2018)

Ekipman	Prensip	Referans
<i>Laboratuvar ekipmanları</i>		
Sıcaklık kontrollü su banyosu	100°C'nin altında vakum ambalajlanmış gıdalarda yumuşak tekstür elde edilebilmesi	Baldwin (2012)
Vakumlu rotary evaporatör	Aromatik madde ekstraksiyonu	Ruiz, Calvarro, Sánchez del Pulgar & Roldán (2013)
Kriyojenik dondurma	Dondurma üretimi	Cassi (2011)
<i>Evde kullanılabilir ekipmanlar</i>		
Kombine mikrodalga fırın	Sıcak hava ile birlikte ortak kullanım ve daha hızlı ısıtma/pişirme	Datta & Rakesh (2013)
Çok fonksiyonlu mikser	Programlanabilir farklı aparatlar içeren sistemler	Aguilera (2018)
Kahve yapma makinesi	Yüksek basınç ve sıcaklıkta kahve üzerine su gönderen cihaz	King (2008)
<i>Restoranda kullanılan ekipmanlar</i>		
Buhar destekli konvektif fırın	Nemli veya kuru havanın fırın içinde sirkülasyonunun sağlanarak üstün tekstürel yapı ve aroma sağlama	İsleroglu & Kaymak-Ertekin (2016)
Vakum paketlenme makineleri	Raf ömrünü uzatan ve pişme kayıplarını en aza indiren, ortamdaki havayı alarak paketlenme yapan sistem	Perdue & Marcondes (2010)



Şekil 3. 3-D gıda baskısı kullanarak üretilen çeşitli ürünler a- çikolata (Lipton, Cutler, Nigl Cohen & Lipson, 2015), b- soya proteini izolatu, sodyum aljinat ve jelatin kullanılarak üretilen hamur (Chen vd., 2019), c- makarna (Baiano, 2020), d- Pho çorbası (Zoran, 2019) e- pizza (Güneş, Bayram, Özkan & Nizamlioğlu, 2018) f- kalıp haline getirilmiş krem peynir (Guo, Zhang & Bhandari, 2019).

Sonuç ve Öneriler

Şehirlerde yaşayan insanların çoğunluğu, genel olarak ev ortamında hazırlanmayan gıdaları tüketmektedirler ve iyi tada sahip, standart ürünleri tüketmeyi beklenti haline getirmişlerdir. Aynı zamanda pişirme işlemleri zaman ilerledikçe daha bilimsel bir yapı kazanmaktadır ve en usta şefler artık yalnızca restoranlarda değil, gıda servisi yapan farklı firmalarda da çalışmaya başlamışlardır. Gıda mühendislerinin de mutlaka bu süreçlerin içerisinde yer alması gerekmektedir. Gıda mühendisleri her ne kadar gıdaların yapısı ve pişirme işlemleri ile ilgili farklı çalışmalar ile Gastronomiye katkı yapsalar da şefler ile uzun vadede çalışmaları bulunmamaktadır ve birlikte üretilen çalışmaların sayısı oldukça sınırlıdır. Şefler ise alanlarında uzman olmalarına karşın, Gıda Mühendisliği ile ilgili çalışmalardan uzak durmaktadırlar. Gıda Mühendisliği ve Gastronomi bilimlerinin birlikte uygulanabilmesi bilgi ve donanım gerektirmektedir. Ayrıca Gastronomide Gıda Mühendisliği uygulamalarının kullanımı genel anlamda maliyeti artırıcı

yönde etki etmektedir. Şefler, mutfakta oldukça hızlı kararlar alarak tüketici memnuniyetini sağlamaya çalışır ancak, mühendislik uygulamaları zaman alabilmektedir ve bu durum uygulamada sorunlar yaratabilmektedir. Buna karşın olumlu yönleri ve tüketici alışkanlıkları doğrultusunda, Gıda Mühendisliğinde uygulanan ve çalışılan temel işlemler, malzeme bilimi, matematiksel modelleme ve yenilikçi teknolojiler günümüz mutfaklarında da kullanılabilir hale gelmiştir ve mutfaklarda gelişim her gün artarak devam etmektedir. Şeflerin Gıda Mühendisliği konularını takip etmesi ile yaratıcılıkları artabilecek, gıda mühendislerinin şefleri takip etmesi ile ise sosyal problemlere ve yeme alışkanlıklarına bakış açıları farklılaşabilecektir. Gıda mühendisleri ve şeflerin ortak bir paydada buluşarak yapacakları çalışmalar ile gelecekte yenilikçi yöntemlerin artırılacağı ve her iki alanda da olumlu gelişmeler sağlanabileceği düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

- Aguilera, J. M. (2012). The engineering inside our dishes. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 1(1), 31-36. doi:10.1016/j.ijgfs.2011.11.006
- Aguilera, J. M. (2017). The emergence of gastronomic engineering. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 41, 277-283. doi:10.1016/j.ifset.2017.03.017
- Aguilera, J. M. (2018). Relating food engineering to cooking and gastronomy. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 17(4), 1021-1039. doi:10.1111/1541-4337.12361
- Aguilera, J. M., & Stanley, D. W. (1985). A review of textural defects in cooked reconstituted legumes—the influence of storage and processing. *Journal of Food Processing and Preservation*, 9(3), 145-169. doi:10.1111/j.1745-4549.1985.tb00716.x
- Aguilera, J. M., & Stanley, D. W. (1999). *Microstructural principles of food processing and engineering* (2nd ed.). Gaithersburg, MD: Aspen Publishers Inc.
- Aguilera, J. M., Lillford, P. J., & Watzke, H. (2008). Why food materials science?. In J. M. Aguilera, P. J. Lillford (Eds.), *Food Materials Science* (pp. 3-10). New York: Springer. doi:10.1007/978-0-387-71947-4_1
- Baiano, A. (2020). 3D Printed Foods: A comprehensive review on technologies, nutritional value, safety, consumer attitude, regulatory framework, and economic and sustainability issues. *Food Reviews International*, 1-31. doi:10.1080/87559129.2020.1762091
- Baldwin, D. E. (2012). Sous vide cooking: A review. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 1(1), 15-30. doi:10.1016/j.ijgfs.2011.11.002
- Barham, P., Skibsted, L. H., Bredie, W. L. P., Bom Frøst, M., Møller, P., Risbo, J., ... Mortensen, L. M. (2010). Molecular gastronomy: a new emerging scientific discipline. *Chemical Reviews*, 110(4), 2313-2365. doi:10.1021/cr900105w

- Bayod, E., Willers, E. P., & Tornberg, E. (2008). Rheological and structural characterization of tomato paste and its influence on the quality of ketchup. *LWT-Food Science and Technology*, 41(7), 1289-1300. doi:10.1016/j.foodcont.2019.03.001
- Blikra, M. J., Skipnes, D., & Feyissa, A. H. (2019). Model for heat and mass transport during cooking of cod loin in a convection oven. *Food Control*, 102, 29-37. doi:10.1016/j.foodcont.2019.03.001
- Brookmire, L., Mallikarjunan, P., Jahncke, M., & Grisso, R. (2013). Optimum cooking conditions for shrimp and Atlantic salmon. *Journal of Food Science*, 78(2), S303-S313. doi:10.1111/1750-3841.12011
- Bucak, T., & Aracı, Ü. E. (2013). Türkiye’de gastronomi turizmi üzerine genel bir değerlendirme. *Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 16(30), 203-216. <https://dergipark.org.tr/en/pub/baunsobed/issue/50175/645684> adresinden alınmıştır.
- Caporaso, N., & Formisano, D. (2016). Developments, applications, and trends of molecular gastronomy among food scientists and innovative chefs. *Food Reviews International*, 32(4), 417-435. doi:10.1080/87559129.2015.1094818
- Carvalho, M. J., Pérez-Palacios, T., & Ruiz-Carrascal, J. (2017). Physico-chemical and sensory characteristics of freeze-dried and air-dehydrated yogurt foam. *LWT-Food Science and Technology*, 80, 328-334. doi:10.1016/j.lwt.2017.02.039
- Cassi, D. (2004). Science and cooking combine at gastronomic physics lab in Italy. *Physics Education-London*, 38(1), 108-108. doi: 10.1088/0031-9120/39/1/M06
- Cassi, D. (2011). Science and cooking: the era of molecular cuisine. *EMBO Reports*, 12(3), 191-196. doi:10.1038/embor.2011.18
- Chaney, S., & Ryan, C. (2012). Analyzing the evolution of Singapore's World Gourmet Summit: An example of gastronomic tourism. *International Journal of Hospitality Management*, 31(2), 309-318. doi:10.1016/j.ijhm.2011.04.002
- Charm, S. E. (1971). *The fundamentals of food engineering* (2nd edition). Westport, Connecticut, USA: AVI Publishing Co., Inc..
- Chen, J., Mu, T., Goffin, D., Blecker, C., Richard, G., Richel, A., & Haubruge, E. (2019). Application of soy protein isolate and hydrocolloids based mixtures as promising food material in 3D food printing. *Journal of Food Engineering*, 261, 76-86. doi:10.1016/j.jfoodeng.2019.03.016
- Cheng, M., Ogbeide, G. C. A., & Hamouz, F. L. (2011). The development of culinary arts and food science into a new academic Discipline-Culinology®. *Journal of Culinary Science & Technology*, 9(1), 17-26. doi:10.1080/15428052.2011.558461
- Corradini, M. G., & Peleg, M. (2008). Solid food foams. In J. M. Aguilera, P. J. Lillford (Eds.), *Food Materials Science* (pp. 169-202). Springer, New York: Springer. doi: 10.1007/978-0-387-71947-4_10

- Crosby, G. (2012). *The science of good cooking: Master 50 simple concepts to enjoy a lifetime of success in the kitchen*. Brookline, MA: America's Test Kitchen.
- Dankar, I., Haddarah, A., Omar, F. E., Sepulcre, F., & Pujolà, M. (2018). 3D printing technology: The new era for food customization and elaboration. *Trends in Food Science & Technology*, 75, 231-242. doi:10.1016/j.tifs.2018.03.018
- Datta, A. K., & Rakesh, V. (2013). Principles of microwave combination heating. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 12(1), 24-39. doi:10.1111/j.1541-4337.2012.00211.x
- Debaste, F., Kegelaers, Y., Liégeois, S., Amor, H. B., & Halloin, V. (2008). Contribution to the modelling of chocolate tempering process. *Journal of Food Engineering*, 88(4), 568-575. doi:10.1016/j.jfoodeng.2008.03.019
- Derbyshire, P. M., & Owen, I. (1988). Transient heat transfer in a boiled potato: a study related to food process engineering. *International Journal of Heat and Fluid Flow*, 9(2), 254-256. doi:10.1016/0142-727X(88)90081-1
- Dickinson, E. (2006). Colloid science of mixed ingredients. *Soft Matter*, 2, 642–652. doi:10.1039/B605670A
- Du, C. J., Iqbal, A., & Sun, D. W. (2016). Quality measurement of cooked meats. In D. Sun, (Ed.), *Computer vision technology for food quality evaluation* (2nd edition) (pp. 195-212). Connecticut, MA: Academic Press. doi: 10.1016/B978-0-12-802232-0.00008-6
- Edreschi, F. P., Mery, D., Mendoza, F., & Aguilera, J. M. (2004). Classification of potato chips using pattern recognition. *Journal of Food Science*, 69(6), E264-E270. doi:10.1111/j.1365-2621.2004.tb10996.x
- Flick, D. (2014). Les transferts thermiques en cuisine. In C. Lavelle (Ed.), *Science culinaire: Matière, procédés, dégustation* (pp. 265–296). Paris: Belin.
- Fu, H., Liu, Y., Adrià, F., Shao, X., Cai, W., & Chipot, C. (2014). From material science to avant-garde cuisine. The art of shaping liquids into spheres. *The Journal of Physical Chemistry B*, 118(40), 11747-11756. doi:10.1021/jp508841p
- Galdeano, J. A. L. (2014). 3D Printing Food: The Sustainable Future. (Master Thesis, Kaunas University of Technology, Institute of Environmental Engineering, 2004). <https://core.ac.uk/reader/41817540> adresinden alınmıştır.
- García-Segovia, P., Barreto-Palacios, V., Bretón, J., & Martínez-Monzó, J. (2011). Microencapsulation of essential oils using β -cyclodextrin: Applications in gastronomy. *Journal of Culinary Science & Technology*, 9(3), 150-157. doi:10.1080/15428052.2011.594728
- García-Segovia, P., Garrido, M. D., Vercet, A., Arbolea, J. C., Fiszman, S., Martínez-Monzo, ... Ruiz, J. (2014). Molecular Gastronomy in Spain. *Journal of Culinary Science & Technology*, 12(4), 279-293. doi:10.1080/15428052.2014.914813
- Gillespie, C., & Cousins, J. A. (2001). *European gastronomy into the 21st century*. Oxford: Butterworth-Heinemann (Elsevier).

- Godoi, F. C., Prakash, S., & Bhandari, B. R. (2016). 3d printing technologies applied for food design: Status and prospects. *Journal of Food Engineering*, 179, 44-54. doi:10.1016/j.jfoodeng.2016.01.025
- Guo, C., Zhang, M., & Bhandari, B. (2019). Model building and slicing in food 3D printing processes: a review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 18(4), 1052-1069. doi:10.1111/1541-4337.12443
- Gutiérrez-López, G. F., Welti-Chanes, J., & Parada-Arias, E. (2008). *Food engineering: integrated approaches*. New York: Springer Science & Business Media.
- Güneş, E., Bayram, Ş. B., Özkan, M., & Nizamlioğlu, H. F. (2018). Gastronomy four zero (4.0). *International Journal of Environmental Pollution and Environmental Modelling*, 1(3), 77-84.
- Hadiyanto, H. (2013). Experimental validation of product quality model for bread baking process. *International Food Research Journal*, 20(3), 1427-1434.
- Hamilton, C. A., Alici, G., & in het Panhuis, M. (2018). 3D printing Vegemite and Marmite: Redefining “breadboards”. *Journal of Food Engineering*, 220, 83-88. doi:10.1016/j.jfoodeng.2017.01.008
- Hao, L., Mellor, S., Seaman, O., Henderson, J., Sewell, N., & Sloan, M. (2010). Material characterisation and process development for chocolate additive layer manufacturing. *Virtual and Physical Prototyping*, 5(2), 57-64. doi:10.1080/17452751003753212
- Hartel, R. W., Ergun, R., & Vogel, S. (2011). Phase/state transitions of confectionery sweeteners: Thermodynamic and kinetic aspects. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 10(1), 17-32. doi:10.1111/j.1541-4337.2010.00136.x
- Heldman, D. R. (2006). President's Message IFT and the Food Science Profession. *Food Technology-Chicago*, 60(10), 11-11.
- Heldman, D. R., & Lund, D. B. (2010). The beginning, current, and future of food engineering: A perspective. In J. Aguilera., R. Simpson, J. Welti-Chanes, D. Bermudez-Aguirre, Barbosa-Cánovas G. (Eds.), *Food Engineering interfaces* (pp. 3-18). New York: Springer. doi: 10.1007/978-1-4419-7475-4_1
- Hill, M. (2004). Product and process design for structured products. *AIChE Journal*, 50(8), 1656-1661. doi:10.1002/aic.10293
- Horigane, A. K., Naito, S., Kurimoto, M., Irie, K., Yamada, M., Motoi, H., & Yoshida, M. (2006). Moisture distribution and diffusion in cooked spaghetti studied by NMR imaging and diffusion model. *Cereal Chemistry*, 83(3), 235-242. doi:10.1094/CC-83-0235
- Hunter, R., & Koukouzika, D. (2015). Food in Greek Literature. In J. Wilkins, R. Nadeau (Eds.), *A companion to food in the ancient world* (pp. 19-29). Chichester: John Wiley & Sons. doi:10.1002/9781118878255.ch1
- Ibarz, A., Gonzalez, C., & Barbosa-Cánovas, G. V. (2004). Kinetic models for water adsorption and cooking time in chickpea soaked and treated by high pressure. *Journal of Food Engineering*, 63(4), 467-472. doi:10.1016/j.jfoodeng.2003.09.008

- Ishwarya, S. P., Anandharamakrishnan, C., & Stapley, A. G. (2015). Spray-freeze-drying: a novel process for the drying of foods and bioproducts. *Trends in Food Science & Technology*, 41(2), 161-181. doi:10.1016/j.tifs.2014.10.008
- Isleroglu, H., & Kaymak-Ertekin, F. (2016). Modelling of heat and mass transfer during cooking in steam-assisted hybrid oven. *Journal of Food Engineering*, 181, 50-58. doi:10.1016/j.jfoodeng.2016.02.027
- Isleroglu, H., Sakin-Yilmazer, M., Kemerli-Kalbaran, T., Üren, A., & Kaymak-Ertekin, F. (2017). Kinetics of colour, chlorophyll, and ascorbic acid content in spinach baked in different types of oven. *International Journal of Food Properties*, 20(11), 2456-2465. doi:10.1080/10942912.2016.1240689
- Jittanit, W., Khuenpet, K., Kaewsri, P., Dumrongpongpaiboon, N., Hayamin, P., & Jantarangsri, K. (2017). Ohmic heating for cooking rice: Electrical conductivity measurements, textural quality determination and energy analysis. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 42, 16-24. doi:10.1016/j.ifset.2017.05.008
- Karel, M. (1997). The history and future of food engineering. In Fito, P., Ortega, E., Barbosa-Cánovas, G. V., (Eds), *Food Engineering 2000* (pp. 3-19). New York: Chapman & Hall.
- Karizaki, V. M. (2016). Kinetic modeling and determination of mass transfer parameters during cooking of rice. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 38, 131-138. doi:10.1016/j.ifset.2016.09.017
- Kessler, H. G. (1981). *Food engineering and dairy technology*. Fresing: Verlag A. Kessler.
- Kietzmann, J., Pitt, L., & Berthon, P. (2015). Disruptions, decisions, and destinations: Enter the age of 3-D printing and additive manufacturing. *Business Horizons*, 58(2), 209-215. doi:10.1016/j.bushor.2014.11.005
- King, C. J. (1971). *Freeze-drying of foods*. London, UK: Butterworth & Co.(Publishers) Ltd..
- King, W. D. (2008). The physics of a stove-top espresso machine. *American Journal of Physics*, 76(6), 558-565. doi:10.1119/1.2870524
- Kivela, J., & Crotts, J. C. (2006). Tourism and gastronomy: Gastronomy's influence on how tourists experience a destination. *Journal of Hospitality & Tourism Research*, 30(3), 354-377. doi:10.1177/1096348006286797
- Knorr, D., Froehling, A., Jaeger, H., Reineke, K., Schlueter, O., & Schoessler, K. (2011). Emerging technologies in food processing. *Annual Review of Food Science and Technology*, 2, 203-235. doi:10.1146/annurev.food.102308.124129
- Kondjoyan, A., Portanguen, S., Duchène, C., Mirade, P. S., & Gandemer, G. (2018). Predicting the loss of vitamins B3 (niacin) and B6 (pyridoxamine) in beef during cooking. *Journal of Food Engineering*, 238, 44-53. doi: 10.1016/j.jfoodeng.2018.06.008
- Krasnow, M. N., Hirson, G. D., & Shoemaker, C. F. (2011). Effects of cooking temperatures and starch source on the gelatinization and thickening power of roux. *Journal of Culinary Science & Technology*, 9(4), 247-260. doi:10.1080/15428052.2011.627251
- Labuza, T. P. (1984). Application of chemical kinetics to deterioration of foods. *Journal of Chemical Education*, 61, 348-354. doi:10.1021/ed061p348

- Latifoğlu, A.H. (2020). Sokak yemeklerinin bilinirlik, beğeni, gastronomik hareketlilik ve gıda güvenliği açısından incelenmesi. (Yüksek Lisans Tezi, Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Gastronomi ve mutfak sanatları Anabilim Dalı, Bolu, 2020). <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp> adresinden alınmıştır (Tez no.: 612726).
- Laurent, B., Jean-Blaise, T., & Carl, M. M. (2008). PC-based instrumentation system for the study of bean cooking kinetic. *Journal of Applied Sciences*, 8(6), 1103-1107. doi:10.3923/jas.2008.1103.1107
- Le Révérend, B. J. D., Fryer, P. J., & Bakalis, S. (2009). Modelling crystallization and melting kinetics of cocoa butter in chocolate and application to confectionery manufacturing. *Soft Matter*, 5(4), 891-902. doi:10.1039/B809446B
- Le Tohic, C., O'Sullivan, J. J., Drapala, K. P., Chartrin, V., Chan, T., Morrison, A. P., ... Kelly, A. L. (2018). Effect of 3D printing on the structure and textural properties of processed cheese. *Journal of Food Engineering*, 220, 56-64. doi:10.1016/j.jfoodeng.2017.02.003
- Licciardello, F., Frisullo, P., Laverse, J., Muratore, G., & Del Nobile, M. A. (2012). Effect of sugar, citric acid and egg white type on the microstructural and mechanical properties of meringues. *Journal of Food Engineering*, 108(3), 453-462. doi:10.1016/j.jfoodeng.2011.08.021
- Lipton, J. I., Cutler, M., Nigl, F., Cohen, D., & Lipson, H. (2015). Additive manufacturing for the food industry. *Trends in Food Science & Technology*, 43(1), 114-123. doi:10.1016/j.tifs.2015.02.004
- Lister, T., & Blumenthal, H. (2005). *Kitchen chemistry*. London: Royal Society of Chemistry.
- Liu, Z., Zhang, M., Bhandari, B., & Yang, C. (2018). Impact of rheological properties of mashed potatoes on 3D printing. *Journal of Food Engineering*, 220, 76-82. doi:10.1016/j.jfoodeng.2017.04.017
- Loss, C. R., & Bouzari, A. (2016). On food and chemesthesis—food science and culinary perspectives. In S. T. McDonald, D. A. Bolliet, J. E. Hayes (Eds.), *Chemesthesis: Chemical touch in food and eating* (pp. 250-267). Oxford: John Wiley & Sons.
- McGee, H. J., Long, S. R., & Briggs, W. R. (1984). Why whip egg whites in copper bowls?. *Nature*, 308, 667-668. doi:10.1038/308667a0
- Mery, D., Chanona-Pérez, J. J., Soto, A., Aguilera, J. M., Cipriano, A., Veléz-Rivera, N., ... Gutiérrez-López, G. F. (2010). Quality classification of corn tortillas using computer vision. *Journal of Food Engineering*, 101(4), 357-364. doi:10.1016/j.jfoodeng.2010.07.018
- Mezzenga, R., Schurtenberger, P., Burbidge, A., & Michel, M. (2005). Understanding foods as soft materials. *Nature Materials*, 4(10), 729-740. doi:10.1038/nmat1496
- Miller, E., & Hartel, R. W. (2015). Sucrose crystallization in caramel. *Journal of Food Engineering*, 153, 28-38. doi:10.1016/j.jfoodeng.2014.11.028

- Mizrahi, M., Golan, A., Mizrahi, A. B., Gruber, R., Lachnise, A. Z., & Zoran, A. (2016). Digital gastronomy: Methods & recipes for hybrid cooking. In *Proceedings of the 29th Annual Symposium on User Interface Software and Technology* (pp. 541-552). New York: Association for Computing Machinery.
- Murthy, C. T., & Bhattacharya, S. (2008). Cryogenic grinding of black pepper. *Journal of Food Engineering*, 85(1), 18-28. doi:10.1016/j.jfoodeng.2007.06.020
- Niranjan, K. (2017). Re-engineering food engineering. *The Chemical Engineer*, 909, 30-33. <http://centaur.reading.ac.uk/70389/> adresinden alınmıştır.
- Öney, H. (2013). Gastronomi turizmi. S. Bahçe (Ed.) *Alternatif turizm* (1. Baskı) (pp.158-189). Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Yayınları 158.
- Özgen, I. (2016). Uluslararası gastronomiye genel bakış. M. Sarıışık (Ed.) *Uluslararası gastronomi* (pp. 1-32). Ankara: Detay Yayıncılık. 1-2.
- Parker, K., & Vollmer, M. (2004). Bad food and good physics: the development of domestic microwave cookery. *Physics Education*, 39(1), 82-90. doi:10.1088/0031-9120/39/1/007
- Payne, C. R., & Labuza, T. P. (2005). The brittle-ductile transition of an amorphous food system. *Drying Technology*, 23(4), 871-886. doi:10.1081/DRT-200054235
- Perdue, R., & Marcondes, J. (2010). Vacuum packaging. In K. L. Yam (Ed.), *The Wiley encyclopedia of packaging technology* (pp. 1259–1264). Hoboken, NJ: John Wiley & Sons. doi:10.1002/9780470541395.ch21
- Pouliot, Y., Conway, V., & Leclerc, P. L. (2014). Separation and concentration technologies in food processing. In S. Clark, S. Jung, B. Lamsan (Eds.), *Food processing: principles and applications* (pp. 33-60). Chichester: John Wiley & Sons. doi:10.1002/9781118846315.ch3
- Reynolds, M. (2017). AI suggests recipe for a dish just by studying a photo of it. *New Scientist*, 235(3136), 10.
- Rodgers, S. (2009). The state of technological sophistication and the need for new specialised tertiary degrees in food services. *International Journal of Hospitality Management*, 28(1), 71-77. doi:10.1016/j.ijhm.2008.04.001
- Rodgers, S., & Young, N. W. (2008). The potential role of latest technological developments including industrial gastronomy in functional meal design. *Journal of Culinary Science & Technology*, 6(2-3), 170-187. doi:10.1080/15428050802338977
- Ruiz, J., Calvarro, J., Sánchez del Pulgar, J., & Roldán, M. (2013). Science and technology for new culinary techniques. *Journal of Culinary Science & Technology*, 11(1), 66-79. doi:10.1080/15428052.2013.755422
- Sadeghi, F., Hamdami, N., Shahedi, M., & Rafe, A. (2016). Numerical modeling of heat and mass transfer during contact baking of flat bread. *Journal of Food Process Engineering*, 39(4), 345-356. doi: 10.1111/jfpe.12227
- Saha, D., & Bhattacharya, S. (2010). Hydrocolloids as thickening and gelling agents in food: a critical review. *Journal of Food Science and Technology*, 47(6), 587-597. doi:10.1007/s13197-010-0162-6

- Santich, B. (2004). The study of gastronomy and its relevance to hospitality education and training. *International Journal of Hospitality Management*, 23(1), 15-24. doi:10.1016/S0278-4319(03)00069-0
- Sarıışık, M., & Özbay, G. (2015). Gastronomi turizmi üzerine bir literatür incelemesi. *Anatolia: Turizm Araştırmaları Dergisi*, 26(2), 264-278. doi:10.17123/atad.vol26iss218417
- Scholten, E. (2017). Composite foods: from structure to sensory perception. *Food & Function*, 8(2), 481-497. doi:10.1039/C6FO01099G
- Severini, C., Derossi, A., & Azzollini, D. (2016). Variables affecting the printability of foods: Preliminary tests on cereal-based products. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 38, 281-291. doi:10.1016/j.ifset.2016.10.001
- Severini, C., Derossi, A., Ricci, I., Caporizzi, R., & Fiore, A. (2018). Printing a blend of fruit and vegetables. New advances on critical variables and shelf life of 3D edible objects. *Journal of Food Engineering*, 220, 89-100. doi:10.1016/j.jfoodeng.2017.08.025
- Shinde, Y. H., Vijayadwhaja, A., Pandit, A. B., & Joshi, J. B. (2014). Kinetics of cooking of rice: a review. *Journal of Food Engineering*, 123, 113-129. doi:10.1016/j.jfoodeng.2013.09.021
- Singh, R. P. (1997). Food engineering curricula: North American and Asian perspectives. In P. Fito, E. Ortega, G. V. Barbosa-Cánovas (Eds.), *Food Engineering 2000* (pp. 367-375). New York: Chapman & Hall.
- Singh, R. P., & Heldman, D. R. (2014). *Introduction to food engineering*. Houston: Gulf Professional Publishing.
- Smithers, G. W. (2016). Food science-yesterday, today, and tomorrow. *Reference Module in Food Science*, 1-11. doi: 10.1016/B978-0-08-100596-5.03337-0
- Srikiatden, J., & Roberts, J. S. (2007). Moisture transfer in solid food materials: A review of mechanisms, models, and measurements. *International Journal of Food Properties*, 10, 739-777. doi:10.1080/10942910601161672
- Sun, D. W. (2014). *Emerging technologies for food processing*. London: Academic Press (Elsevier).
- Sweeney, M., Dols, J., Fortenbery, B., & Sharp, F. (2014). Induction cooking technology design and assessment. [Consulted August 20th, 2016] *ACEEE Summer Study on Energy Efficiency in Buildings* (pp 370-379).
- Tess, (2016). 3ders.org - columbia scientists are developing a 3D food printer that can cook your food | 3D Printer News & 3D Printing News. <http://www.3ders.org/articles/20160801-columbia-engineers-are-developing-a-3dfood-printer-that-can-cook-your-food.html>. adresinden alınmıştır.
- This, H. (2006). *Molecular gastronomy: exploring the science of flavor*. New York: Columbia University Press.
- This, H. (2013). Molecular gastronomy is a scientific discipline, and note by note cuisine is the next culinary trend. *Flavour*, 2(1), 1-8. doi:10.1186/2044-7248-2-1
- Thomas, C., Norman, E. J., & Katsigris, C. (2014). *Design and equipment for restaurants and foodservice: A management view*. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, Inc.

- Tolstoguzov, V. (2003). Some thermodynamic considerations in food formulation. *Food Hydrocolloids*, 17(1), 1-23. doi:10.1016/S0268-005X(01)00111-4
- Tornberg, E. (2013). Engineering processes in meat products and how they influence their biophysical properties. *Meat Science*, 95(4), 871-878. doi:10.1016/j.meatsci.2013.04.053
- Tunick, M. H., Onwulata, C. I., Thomas, A. E., Phillips, J. G., Mukhopadhyay, S., Sheen, S., ... Cooke, P. H. (2013). Critical evaluation of crispy and crunchy textures: a review. *International Journal of Food Properties*, 16(5), 949-963. doi:10.1080/10942912.2011.573116
- Valdovinos, M. (2010). Chef formulation and integration: Ensuring great food and food science together. In H. R. Moskowitz, I. S. Saguy, & T. Straus (Eds.), *An Integrated Approach to New Food Product Development* (pp. 303–316). Boca Raton, FL: CRC Press.
- van Boekel, M. A. J. S. (2009). *Kinetic modeling of reactions in foods*. Boca Raton, FL: CRC Press.
- van der Sman, R. G. M., & van der Goot, A. J. (2009). The science of food structuring. *Soft Matter*, 5, 501–510. doi:10.1039/b718952b
- Vega, C., & Ubbink, J. (2008). Molecular gastronomy: a food fad or science supporting innovative cuisine?. *Trends in Food Science & Technology*, 19(7), 372-382. doi:10.1016/j.tifs.2008.01.006
- Vilgis, T. A. (2013). Texture, taste and aroma: multi-scale materials and the gastrophysics of food. *Flavour*, 2(12), 1-5. doi:10.1186/2044-7248-2-12
- Vilgis, T. A. (2015). Soft matter food physics-the physics of food and cooking. *Reports on Progress in Physics*, 78(12), 124602. doi:10.1088/0034-4885/78/12/124602
- Walstra, P. (2002). *Physical chemistry of foods*. New York: Marcel Dekker Inc.
- Wang, L., Zhang, M., Bhandari, B., & Yang, C. (2018). Investigation on fish surimi gel as promising food material for 3D printing. *Journal of Food Engineering*, 220, 101-108. doi:10.1016/j.jfoodeng.2017.02.029
- Wrangham, R., & Carmody, R. (2010). Human adaptation to the control of fire. *Evolutionary Anthropology: Issues, News, and Reviews*, 19(5), 187-199. doi:10.1002/evan.20275
- Yang, F., Zhang, M., Bhandari, B., & Liu, Y. (2018). Investigation on lemon juice gel as food material for 3D printing and optimization of printing parameters. *LWT-Food Science and Technology*, 87, 67-76. doi:10.1016/j.lwt.2017.08.054
- Yükseköğretim Kurumu. (2020). <https://istatistik.yok.gov.tr/> adresinden alınmıştır.
- Zoran, A. (2019). Cooking With Computers: The Vision of Digital Gastronomy [Point of View]. *Proceedings of the IEEE*, 107(8), 1467-1473. doi:10.1109/JPROC.2019.2925262

Food Engineering and Gastronomy: Common Approaches and Joint Development**İzzet TÜRKER**

Tokat Gaziosmanpasa University, Faculty of Engineering and Architecture, Tokat/Turkey

Hilal İŞLEROĞLU

Tokat Gaziosmanpasa University, Faculty of Engineering and Architecture, Tokat/Turkey

Extensive Summary

Recently, lifestyle of consumers has been altered through industrial developments and increasing populations in urban life. These changes have also led some changes in eating habits of modern consumers. Nowadays, most of working people have meal from outside at least once in a day (Aguilera, 2018). Therefore, these modern consumers are mostly concerned about taste, quality and health effects of what they eat. Here, food engineering and gastronomy take place.

Food engineering applies the engineering principles to manufacturing operations in the food industry (Aguilera, 2017). It is a field of engineering including fundamentals of chemistry, physics, thermodynamics and microbiology (Heldman, 2011). Food engineering became more important in recent years due to the intention of production of safe, healthy and personalized food products.

Gastronomy practices art of cooking and deals with eating good food. It is a rapidly emerging science and art, depending on the fast growing of our cities, curiosity of chefs and demands of the consumers. Gastronomy is a historical science field which combines culture, history and food (Vega & Ubbink, 2008).

Recently, in the direction of scientific developments in cooking, the concept of molecular gastronomy has emerged. Molecular gastronomy mainly deals with the relationship between food science and cooking. It can be considered as a scientific approach to cooking which explains scientific interactions in cooking phenomena. Moreover, molecular gastronomy can help applying some tools present in food engineering field for development of some new kind of dishes. The real relation between food engineering and gastronomy science basically relies on this respect.

In the industrial processes, food engineering is mainly interested in heat, mass and momentum transfer. Transfer phenomena of heat, mass and momentum are the key factors for designing a food fabrication facility and are very important at almost every stages of food processing. Conduction, convection and radiation are main heat transfer mechanisms (Singh & Heldman, 2014). When processes such as pasteurization, sterilization, cooling and freezing are discussed, food engineers deal with heat transfer (Aguilera, 2018). Indeed, transfer phenomena are substantially significant in the kitchen, either. Cooking techniques are related with different mechanisms of heat transfer and this situation directly affects the quality of cooked meals. Thus, more studies need to be found in the literature explaining the relationship between heat transfer and cooking. Mass transfer is another important topic for food engineers which is very substantial for processes as drying and extraction (Aguilera & Stanley, 1999). In the kitchen, chefs apply operations such as marinating and salting which are related with the principal of mass transfer (Aguilera, 2018). Momentum transfer is also studied by food engineers in the industrial operations. Mixing, creating emulsions,

foaming and size reduction in the food industry mainly related with momentum transfer. Many of these operations are carried out by the chefs in the kitchens but in smaller sizes. More studies about momentum transfer in the kitchen scale should be conducted by food engineers and basic principles of momentum transfer may help chefs for obtaining better results in the kitchen. Kinetic studies might also be beneficial for chefs which are frequently studied by food engineers. Unit operations such as extraction, distillation and drying are frequently used in the food industry. Recently, some important chefs have implemented these techniques to their kitchens in order to get novel dishes. For these operations, chefs use rotary evaporators, homogenizers and different kind of dryers. Moreover, phase separation, cryogenic freezing and usage of encapsulated materials are techniques that have drawn the attention of chefs in the kitchen. Measuring is another topic which may be common for food engineers and chefs. For instance, recipes and cooking techniques can be systematized using scientific methods to make dishes of the same quality. Today, some chefs have started using basic laboratory instruments in order to analyze their foods in terms of quality. Also, image processing techniques, computer vision and some artificial intelligence tools can help determination of the quality of foods cooked in the kitchens. In addition to transfer phenomena, unit operations and measuring, the science of materials is another important common issue. Physical and chemical changes of food materials should be considered while cooking and some studies can be found in literature about chemical changes in foods related with cooking.

As a result of industrial developments, the use of technology in kitchens is also increasing. Smart tools and devices are increasingly being used in kitchens and this development is expected to increase rapidly in the coming years. One of these developments, which affected both food industry and restaurants, is 3-D food printing technology. 3-D printing is mainly production of a material by robotic techniques which designed digitally (Kietzmann, Pitt & Berthon, 2015). In 3-D food printing, the main material is food and the desired products can be produced depending on creativity. With usage of the 3-D printing technology, specialized foods through consumer demands can be produced. In order to produce foods using 3-D food printers, it is crucial to have information about how food properties affect printing process (Godoi, Prakash & Bhandari, 2016). Creativity is another important factor to produce unique foods by 3-D printers. The number 3-D food printing studies can be increased jointly by food engineers and chefs. In addition to new technologies and 3-D food printing, many tools and devices that are daily used in the food industry started to be implemented to the kitchens.

In this review, food engineering and gastronomy, two different fields dealing with one target, which is food, are explained in detail and their interactions are discussed. The common points of these areas are revealed. Some food engineering models used in kitchen were explained and unit operations related with cooking and kitchens were also presented. Moreover, the effect of food engineering techniques on measuring in kitchen were discussed and examples were given. The interaction between cooking and material science was also revealed by using some studies found in literature. Finally, latest techniques appeared in both food engineering and gastronomy were discussed and modern tools-methods that can be used in the kitchens were tabulated. By this review, food engineers which are mainly studying for food processing in the industry may develop a point of view in terms of cooking and chefs can implement some techniques to their kitchens for production of novel foods.