

Gıdaların Dizaynında 3 Boyutlu Yazıcı Teknolojisi Uygulamaları

Emine Aksan Aldanmaz¹, Rıza Sever¹

¹Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü
aksan.emine@gmail.com, riza.sever@gmail.com

Özet: 3 boyutlu yazıcı teknolojileri, gıda sektöründe büyük bir potansiyel oluşturmaktadır. Bu yazıcı teknolojileri kullanarak, karmaşık geometriler, detaylandırılmış dokular ve özel beslenme içerikleri olan yapılar üretilmesi mümkün olacaktır ve özellikle yaşlılar, çocuklar ve atletler gibi tüketici grupları için özel içerikli gıdaların tasarımı yapılabilecektir. Ayrıca bu teknolojinin kullanım ile gıdalarda, katkı maddeleri, farklı tatlar ve özel kimyasal ve yapısal özelliklere sahip vitaminlerin işlenmesine olanak sağlayacaktır. Bu nedenle de, 3 boyutlu yazıcı teknolojisi gıda endüstrisinde büyük yenilikler getirmektedir. Bu derleme, üç boyutlu yazıcı teknolojilerinin gıda materyallerinin dizaynında kullanımını ile ilgili araştırmalar derlenmiş ve bu yazıcı teknolojisinde kullanılabilen gıdaların ve bileşenlerinin özelliklerinin belirtilmiştir.

Anahtar Kelimeler: 3 Boyutlu yazıcı, Gıdalar, Dizayn



Abstract:The use of 3-Dimensional (3D), technology in food sector has a great potential to fabricate 3D constructs with complex geometries, elaborated textures and tailored nutritional contents. The design of food which meets the unique demand of special consumer categories, such as, elderly, children and athletes, has raised the need for new technologies usable in the processing of additives, flavours and vitamins with tailored chemical and structural characteristics. For this reason, 3D technology is driving major

innovations in food industry. Here, we review the use of 3D printing techniques to design food materials. Our discussions bring a new insight into how essential food material properties behave during application of 3D printing techniques.

Keywords: 3D Printing, Food, Design

1.GİRİŞ

Üç boyutlu yazıcılar, katı serbest form üretimi olarak adlandırılan katkı maddesi üretimi, katmanlar halinde materyallerin biriktirilmesiyle fiziksel parçalar veya yapılar oluşturmak için uygulanan teknikleri içeren bir yöntemdir. Üç boyutlu yazıcılar, başlangıçta, kompleks parçalarının imalatının metaller, seramikler ve polimerler gibi malzemeleri kullanarak tek bir adımda gerçekleştirmeyi amaçlayarak üç boyutlu nesnelere oluşturmak için üretilmiştir (Godoi ve ark., 2016, Feng ve ark., 2015).

Üç boyutlu yazıcıların keşfinden sonra, geliştirilen tekniklerle hem gıda ambalajlamada hem de gıdaların üretiminde kullanılmaya başlanmıştır. İlk olarak 2001 yılında “Nanotek Enstrümanları” firması tarafından özel tasarlanmış bir pasta üç boyutlu yazıcılar kullanılarak üretim patenti alınmıştır (Sun ve ark., 2015, Lipton ve ark., 2015).

Gıdalarda üç boyutlu yazıcıların kullanılması ile, sadece tek bir adımda üç boyutlu gıdaların üretilmesi amaçlanmamakta, aynı zamanda gıdaya yeni yapısal özellikler kazandırılmakta ve besin içeriği artırılmaktadır. Ayrıca yaşlılara çiğneme ve yutma sorunlarında yardımcı olabilmek yapıda yeni ürünler, yaşlılar, atletler için protein ve yağ gibi çeşitli gıda bileşenlerinin düzenlendiği özel gıdalar hazırlanabilmektedir. Üç boyutlu gıda yazıcıları, özellikle küçük boyutta çeşitli bileşenlerle geliştirilmiş ürünlerin üretiminde önemli avantajlara sunmaktadır. Ayrıca üç boyutlu yazıcılar, gıda ambalajlarında da farklı formlarda üretime olanak sağlayacaktır (Sun ve ark., 2015, Lipton ve ark., 2015).

2.Üç Boyutlu Gıda Yazıcıları

Gıda yazıcıları, temelde bir XYZ üç eksen kademesinden (Kartezyen koordinat sistemi), dağıtma / sinterleme ünitelerinden ve kullanıcı ara yüzünden oluşmaktadır. Bilgisayarla kontrol edilen üç eksenli motorize kademe ve malzeme besleme sistemi ile bu tür platformlar gıdaları gerçek zamanlı olarak manipüle edilmektedir. Gıda bileşenleri, bilgisayarlı bir tasarım modellemesi ve yol planlamasına göre, esas olarak noktadan ve tabakadan tabakaya çöktürülebilmekte/sinterlenebilmektedir. Bu uygulamada sadece geleneksel gıda üretim sürecini otomatikleştirmek amaçlanmamakta, aynı zamanda yeni gıdalar üretilerek, kişiye özgün olarak ölçme, karıştırma, dağıtma ve pişirme yapılabilmektedir (Godoi ve ark., 2016, Wegrzyn ve ark., 2012).

Ürünlerin şekli, bileşimi ve bileşenleri, gıdanın dizayn tasarımında önemli derecede kontrol sağlanabilmekte ve böylece tüketiciye özgün gıdalar tasarlayabilmektedir. Böylece bu yazıcılarla, kremli fıstık ezmesi, jöle ve krem çikolatanın, peynir, çikolata ve şekerler gibi gıdaları üç boyutlu yapıları oluşturulabilmektedir (Godoi ve ark., 2016).

2.1. Üç Boyutlu Gıda Yazıcılarında Baskı Malzemeleri Olarak Kullanılan Gıdalar

Günümüzde tükettiğimiz gıda maddelerini, gıda yazıcılarında basılabilirliklerine göre yazılabilir gıdalar ve yazdırılmaz gıdalar olarak iki urupta toplanabilir.

Hidrojel yapıda olan, peynir, humus ve çikolata gibi gıdalar, gıda yazıcı enjektöründen düzgün şekilde ekstrüzyona tabi tutulabilmektedir. Şekerler, nişasta ve patates püre karışımı, üç boyutlu yazıcıda toz formunda kullanılabilen ve hamur karışımları (makarna) üretilmektedir. Yazıcılarda, yazdırılabilir gıdalarla yapılan ürünlerin, tat, besin değeri ve tekstür özellikleri tamamen kontrol edilebilmektedir, bazıları şekli tutacak kadar kararlıdır. Gıda yazıcıları ile üretilen kompozit formülasyonlar, yazdırma işlemi sonrası ısı işlem uygulanmaktadır (Sun ve ark., 2015).

Pirinç, et, meyve ve sebzeler gibi yiyecekler yazdırılmaz gıdalar olarak guruplandırılmaktadır. Bu ürünlere ekstrüzyon

yeteneğini kazandırmak için, hidrokolloid katkıları (ksantan gum ve transglutaminaze) kullanılmakta ve böylece farklı geometriler ve yeni formülasyonlar üretilmektedir. Yazdırma işleminden sonra bu gıdaların çoğunluğunda, fırınlama, buharda pişirme veya kızartma gibi, işlemler uygulanmaktadır (Sun ve ark., 2015).

2.4. Üç Boyutlu Gıda Yazıcı Teknolojileri Uygulamaları

Üç boyutlu gıda yazıcılarda kullanılan gıdalar, sıvı, toz ve hücre kültürü olarak 3 grup altında sınıflandırılmaktadır. Sıvı gıdaların üç boyutlu yazıcılar kullanılarak üretiminde, sinterleme, ekstrüzyon ve mürekkep püskürtme işlemleri ile gerçekleştirilmektedir. Toz özelliğindeki gıdalar ise, bir ısı kaynağı (lazer veya sıcak hava) veya parçacık bağlayıcının uygulanması ile yazıcıda üretilmektedir. Hücre kültürlerinin (et ve benzeri yapılar) ise, yazıcıda üretimi gerçekleştirilmektedir (Wegrzyn ve ark., 2012).

2.4.1. Sinterleme Teknolojisi: Şekerler ve şeker açısından zengin toz gıdaların ve yağ esaslı malzemelerin, çeşitli geometrik şekilleri oluşturularak sinterlenebilmektedir. Toz formundaki gıdalar tabaka olarak yayıldıktan sonra, toz parçacıklarını kaynaştırmak için bir sinterleme kaynağı (sıcak hava veya lazer) kullanılmakta ve X ve Y eksenleri boyunca hareket ettirilerek toz formundaki gıdalar birbirlerine bağlanarak katı bir tabaka oluşturulmaktadır. Bu işlem, gıdanın eriyen yüzeyine yeni bir toz formundaki gıda tabakası katmanı ilave edilerek, üç boyutlu gıdanın tamamlanmasına kadar tekrarlanarak devam edilmektedir. Bu yöntemde, her katmanda farklı gıda maddesi bileşenleri kullanılması mümkündür ve böylece çok katmanlı gıda matrisi oluşturmak için uygulanabilmektedir. (Godoi ve ark., 2016, Sun ve ark., 2015).

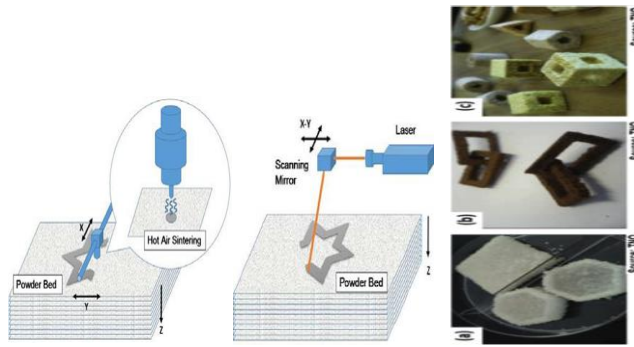
2.4.2. Ekstrüzyon Teknolojisi: Bu teknolojiye, eritilmiş yarı-katı termoplastik özelliğine sahip gıdalar, hareketli bir yazıcı kafasında düzleştirilir (haddelenir) ve daha sonra bir alt tabaka üzerine aktarılır. Bu gıdalar ekstrüzyon uygulamasından hemen sonra katılır ve bir önceki tabakalara kaynaşacak şekilde erime noktasının biraz üzerinde ısı işlem uygulanmaktadır. Bu

uygulamada yumuşak yapıdaki gıdaların (hamur, şekerleme kurabiyeleri, hindi eti-püresi, et pastası ve işlenmiş peynir gibi) ekstrüzyonu ile farklı gıda tabakaları karıştırarak ve üst üste biriktirerek üç boyutlu yapıları yazdırılmaktadır. Ayrıca bu teknoloji ile, temel karbonhidratları, proteinler, et pürelerinin üretimi, algler ve böcekler gibi çeşitli kaynaklardan kaynaklardan ekstrakte edilen besin maddelerini kullanarak çok yönlü gıdalar yazdırılması mümkün olmaktadır (Godoi ve ark., 2016, Sun ve ark., 2015).

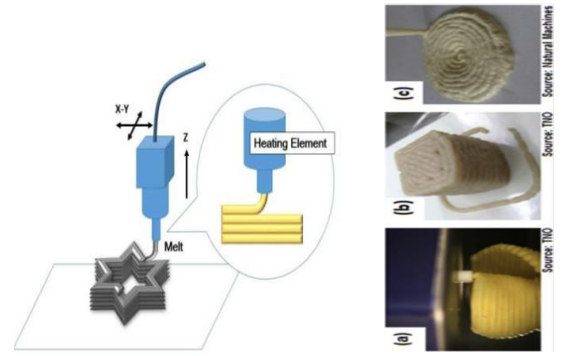
2.4.3. Toz Yatağı Cilt Jeti Teknolojisi: Toz yapıdaki gıdalar, üretim platformu boyunca eşit olarak dağıtılmakta ve iki ardışık toz gıda tabakasını bağlamak için sıvı bağlayıcı spreyler kullanılmaktadır. Toz materyali, genellikle bağlayıcı maddenin boşaltılması sonucu neden olduğu bozulmaları en aza

indirmek için su buharı ile dengelenmektedir. Yapışmayı daha da güçlendirmek için daha yüksek sıcaklıklar uygulanabilmektedir (Godoi ve ark., 2016, Sun ve ark., 2015)

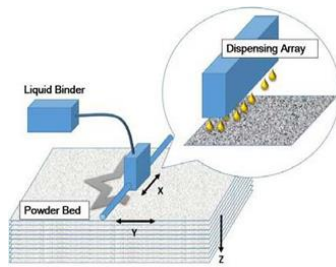
2.4.3. Inkjet baskı Teknolojisi: Mürekkep püskürtmeli üç boyutlu gıda yazılımında, damlatmalı şırınga tipi baskı kafasından akışı/damlacıkları dağıtılmaktadır. Mürekkep püskürtmeli yazıcılar genellikle termal veya piezoelektrik yazıcı kafaları kullanarak çalıştırılmaktadır. Bu yazıcılarda genellikle düşük viskoziteli gıdalar (çikolata, sıvı hamur, şekerleme, et, macunu, peynir, reçel, jel) kullanılmaktadır. Çerezler, kekler veya hamur işleri gibi üç boyutlu yenilebilir gıda ürünleri, üretimden önce kalıplanarak katmanlı bir yapıda oluşturulmaktadır (Godoi ve ark., 2016, Sun ve ark., 2015).



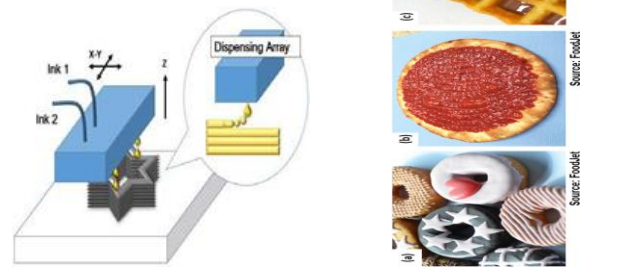
a) Sıcak Hava Sinterleme b) Lazer Sinterleme
Şekil 1. Seçici Sinterleme Teknolojisi (a) Şeker, (b) Nesquik (c) Şeker küpleri, biber Piramidi, Tarçın Silindir yapıları



Şekil 2: Sıcak Eritmeli Ekstrüzyon Teknolojisi (a) makarna (b) domuz püresi ve (c) pizza hamuru



Şekil 6. Toz Yatağı Cilt Jeti Teknolojisi



Şekil 7. Mürekkep Püskürtmeli Baskı (a) grafik dekorasyon, (b) yüzey doldurma (c) dolgu

3. Gıda Maddelerinin Temel Bileşenlerinin Üç Boyutlu Yazıcıda Kullanılabilirliği

Gıdaların, üç boyutlu yazıcılarda yazdırılması için akabilir yapıda (sıvı veya toz formunda) olmalıdır. Katı gıdalarda akabilir yapı özelliği, plastikleştirme ve eritme ile sağlanabilmektedir. Yüksek moleküler ağırlıklı polimerik karbonhidratlar modifiye edilmeksizin veya su ve/veya jelleştirme maddesi ilavesi olmadan yazdırılmaz. Özellikle katı gıdaların yazdırılması esnasında dokunun plastikleşme ve eritme özellikleri üzerinde ürünün camsı geçiş sıcaklığı önemli bir etkidir.

3.1.Karbonhidratlar

Gıdaların camsı geçiş sıcaklığı, gıdanın bileşimindeki basit şekerler (örneğin glukoz), disakaritler (ör. sukroz ve laktoz) veya maltodekstrinler gibi karbonhidrat fraksiyonuna göre değişmektedir. Maltodekstrinler, gibi yüksek molekül ağırlıklı karbonhidratlar, basit şekerlerden daha yüksek camsı geçiş sıcaklığı'na (saf nişasta için 100 °C ila 243 °C arasında değişen) sahiptir. Basit şekerler, örn. glikoz ve früktoz, sırasıyla yaklaşık 31°C ve 5°C'de camsı geçiş sıcaklığı değerlerine sahiptir. Su ve sıcaklık, nişastanın moleküller arası bağlarını parçalanarak hidrojen bağlama alanlarının daha fazla suya (jelatinizasyon) geçmesine olanak sağlamaktadır. Şeker de, su içeriği düşük ortamlarda eriyerek plastikleştirici etki gösterebilmektedir. Camsı geçiş sıcaklığının kontrolü, yazdırılan gıdanın yapısında çökmelerin oluşmadan bütünlüğü sağlamada da önem taşımaktadır. Ayrıca şekerlerin kristalleşme durumu gıdaların yazdırılmasında önem taşımaktadır. Şekerler, ayrıca toz formundaki gıda katmanlarını birbirine bağlamada ana bileşenini oluşturmaktadır (Godoi ve ark., 2016).

3.2.Proteinler

Protein polimerleri, parçacık temelli jelasyon ve hidrojel ürünlerin kullanıldığı sıvı bazlı yazıcılar için çok uygun bir özelliktir. Bu yazıcılarda, jelatin ve alginat gibi polisakkarit kullanılarak protein katmanlarının bir arada kullanılması mümkündür. Ayrıca, proteinlerin

enzim yada asitlerle parçalanması sonucu elde edilen jelatin gibi ürünlerde üç boyutlu yazıcılarda gıda bileşeni olarak kullanılmaktadır (Godoi ve ark., 2016).

3.2.Yağlar

Özellikle özel geliştirilen et ürünlerinde yağ asitleri içeriği ayarlanarak, yüksek kaliteli et ürünleri elde edilebilmektedir. Doymuş yağ asitleri daha yüksek erime noktasına, doymamış yağ asitleri de daha düşük erime noktasına sahiptir. Bu nedenle yazdırılan gıdanın yağ asidi bileşeni ürünlerin erime noktalarını düzenlemekte önemlidir. Ayrıca, ekstrüzyon teknolojisi kullanılan yazıcılarda, yağ asitleri üründe lezzeti artırmak katılaştırmak, organoleptik ve fiziksel özellikleri iyileştirmek amacıyla kullanılmaktadır (Godoi ve ark., 2016).

Sonuç olarak üç boyutlu yazıcılar, diğer sektörlerde olduğu gibi gıda üretiminde de önemli bir potansiyeline sahiptir.

Kaynaklar

- Feng, P., Meng, X., Chen, J., Ye, L., 2015. Mechanical Properties Of Structures 3D Printed With Cementitious Powders, Construction And Building Materials 93: 486–497.
- Godoi, F.C., Prakash, S., Bhandari, B.R., 2016. Review, 3D Printing Technologies Applied For Food Design: Status And Prospects, Journal of Food Engineering 179: 44 - 54.
- Lipton J.I. Cutler M. Nigl F. Cohen D. Lipson H. 2016. Additive Manufacturing For The Food Industry, Trends in Food Science & Technology 43: 114 - 123.
- Soylu, M., 2016. Gıda Sektöründe Üç Boyutlu Yazıcıların Kullanım Olanakları, Dünya Gıda, Sun J. Peng Z. Zhou W. Fuh J.Y.H. Hong G.S. Chiu A. 2015. A Review On 3D Printing For Customized Food Fabrication, Procedia Manufacturing Volume 1, , Pages 308-319
- Wegrzyn , T.F., Golding, M., Archer, H.R., 2012. Food Layered Manufacture: A New Process For Constructing Solid Foods Trends in Food Science & Technology 27, 66-72