

attension

UYGULAMA NOTU 10

Tensiyometre ile inkjet yazıcı uygulamaları

Bu uygulama notu inkjet yazıcı teknolojilerinin geliştirilmesinde Attension Theta Optik Tensiyometre ve pikolitre dispenserinin nasıl kullanılabileceğini gösterir.

Giriş

İnkjet yeni ancak gelişen bir yazıcı teknolojisidir. İnkjetin çalışma mantığı dijital bilgi aktarımına dayanır. Resim üzerindeki noktalar mürekkep damlası gibi düşünülebilir ve bu damlalar yazıcı üzerinden yüksek hızla substrat yüzeyine drop-on-demand ya da continuous yöntemiyle enjekte edilir.¹ Bu şekilde ofset baskı gibi dijital olmayan sıkıştırılmış yazıcı formatları ile çalışmak zorunda kalınmaz. İnkjetin en büyük avantajı çok yönlü olmasıdır. Bu sayede birçok farklı mürekkep ve substrat ile çalışılabilir. Genellikle inkjet küçük çaplı renkli baskılarda ve düşük maliyetli data yazıcılarda kullanılır. Diğer ticari yöntemlerle karşılaştırıldığında çok avantajlı olması nedeniyle endüstriyel yazıcı ve paketleme endüstrisinde de kullanılmaya başlanmıştır.² Ayrıca yazdırılmış elektronik

malzemelerde de kullanım örnekleri olduğu bilinmektedir.

İnkjet yazıcı kalitesi kullanılan mürekkep, kağıt ve ikisinin etkileşimine bağlıdır. İnkjet yazıcının ana bileşenleri araç (su, solvent, UV ya da yağ), renklendiriciler, bağlayıcı ve yapıştırıcılardır. Genellikle, mürekkepler çok düşük viskozite (2-30 mPas) ve yüksek yüzey gerilimine (25-40 mN/m) sahiptir. Mürekkepler, içersindeki rengin boya bazlı ya da pigment bazlı olmasına göre ikiye ayrılır. İnkjet yazıcılarda kullanılan mürekkepler düşük viskozite ve yüksek nüfuz edici özellikte olduğundan substratın yüzey özellikleri önem kazanır. Yüzey enerjisi, yüzey yükü, pürüzlülük ve porozite yazıcıdan elde edilen edilen sonuçlarda anahtar özelliklerdir.

İnkjet yazıcıların ıslatabilirlik özelliği tensiyometre ile belirlenebilir.³⁻⁶ Mürekkebin yüzey gerilimi ve substratın serbest yüzey enerjisi substrat ve mürekkep arasındaki tutunma ve ıslanma özelliklerinde önemli parametrelerdir. Baskılar mürekkep damlalarıyla oluşturulduğu için temas açısı ölçümü inkjet yazıcıların kalitesini belirlemede önemli rol oynar. Temas açısının zamanla değişimi ve damlacık boyutları ölçülerek mürekkebin dağılımı ve absorlanması analiz edilebilir.

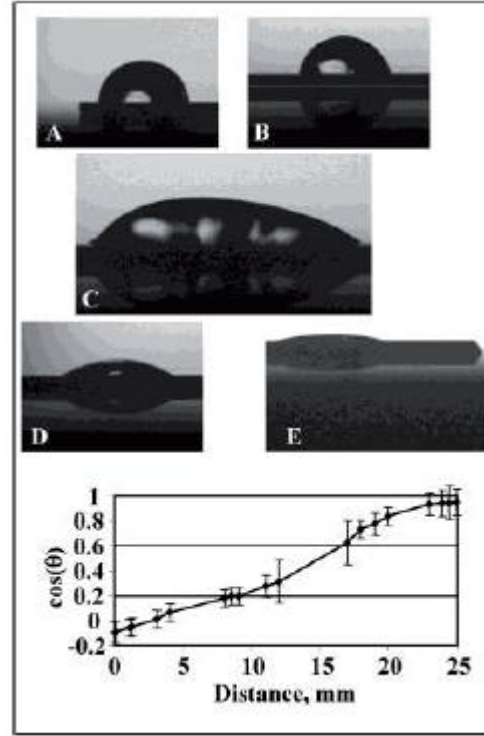


Theta Optik Tensiyometre

Örnek çalışma 1: İnkjet yöntemiyle oluşturulan protein dizilerinin ve tek tabakaların karakterizasyonu

İnkjet teknolojisi DNA mikrodizileri, protein biriktirme, iletken altın yollar ve optik mikrolensler gibi çeşitli fonksiyonel dizinler oluşturmak için kullanılmaktadır. *Pardo et al.*³ Attension'un (eski KSV Instruments) optik tensiyometresi CAM 200 ü kullanarak gold substrat üzerindeki protein filmleri karakterize etmiştir. Bu çalışma drop-on-demand (DOD) inkjet teknolojisinin hücre bazlı sensörler gibi ucuz ve derişik biyodizilerin oluşturulması ve protein çalışmaları için uygun olabileceğini göstermiştir. Su temas açısı ölçüm sonuçları DOD yöntemi ile damlaların uzaysal yoğunluğu

değiştirildiğinde kimyasal gradientler oluşturulabileceğini göstermiştir. (Şekil 1)



Şekil 1. Uzaklığın fonksiyonu olarak artan su temas açısının cosinüsü. Uzaklık protein dizilerinin uzaysal yoğunluğunun gradient olarak değiştiği kenardan ölçülmüştür.³

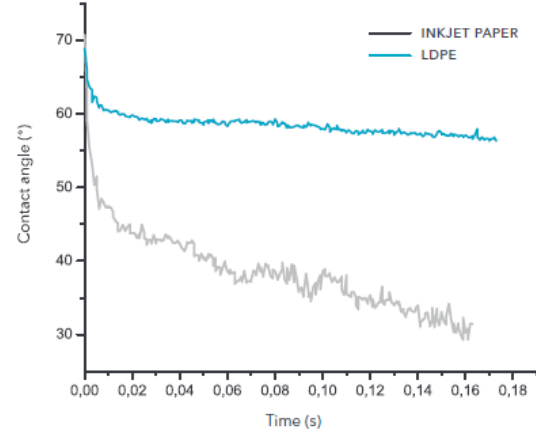
Örnek çalışma 2: Pigment bazlı inkjet mürekkebinin kağıt ve polimer yüzey üzerine dağılması ve absorplanmasının temas açısı ölçümüyle belirlenmesi

Pikolitre mertebesindeki damlalar birçok çalışmada avantaj sağlamaktadır. Uzaysal çözünürlüğü yüksek olan pikolitre dispenserler tek fiber ya da mikrodiziler gibi küçük alana sahip örneklerle çalışma fırsatı verir. Standart dispenserler birkaç mikrolitrelik damla oluşturabildiği için çalışmalarda pikolitre dispenser gerçek inkjet yazıcı prosesini yansıtabilir.

Pikolitre temas açısı ölçümü için yapılan çalışmada kaplanmış inkjet kağıdı (HP, everyday photo paper, 170 g/m²) ve düşük yoğunluklu polietilen (LDPE) kaplanmış kağıt kullanılmıştır. Substratların serbest yüzey enerjisi su, diiyodometan (DIM) ve etilenglikol (EG) ile temas açısı ölçülerek belirlenmiştir. Yüzey enerjileri Theta SFE yazılımı ve extended Fowkes⁷ ile *Oss et al.* acid-base⁸ yaklaşımı ile hesaplanmıştır. Sonuçlar Tablo 1 de gösterilmektedir. Ticari inkjet mürekkebi (HP 56, black) 180 pL hacimde kullanılmıştır. Yapılan ölçümlerde mürekkep düşük viskoziteli, kağıt substratta çok poröz olduğu için absorpsiyon çok hızlı gerçekleşmiştir. Bu nedenle Theta optik tensiyometre ile 1550 fps yüksek hızlı kamera kullanılmıştır.

		LDPE	INKJET PAPER
Contact angle	water	101,2	28,8
	DIM	73,4	33,6
	EG	53,6	35,2
Surface energy (Extended Fowkes)	γ^{tot}	31,5	59,7
	γ^d	31,3	31,9
	γ^p	0,2	27,7
Surface energy (Acid-base)	γ^{tot}	32,5	45,7
	γ^{LW}	32,2	41,9
	γ^{AB}	0,0	3,8

Tablo 1. LDPE kaplı ve inkjet kağıdı üzerinde ölçülen temas açısı, serbest yüzey enerjisi ve bileşenleri (γ^{tot} = toplam yüzey enerjisi, γ^d/γ^{LW} =dispersion bileşeni ve γ^p/γ^{AB} = polar bileşen)



Şekil 2. LDPE ve inkjet kağıdı üzerindeki zamana bağlı değişen temas açıları



Şekil 3. Yüksek hızlı kamera pikolitre mertebesindeki damlanın yüzeye temas ettikten hemen sonra dağılma ve absorplanmasını görüntüleyebilir.

Sonuç

İnkjet yazıcılar küçük ölçekli evlerden büyük ölçekli endüstriyel yazıcılara kadar birçok farklı alanda kullanılan teknolojilerdir. Mürekkep ve kağıt arasındaki etkileşimin kaliteyi etkilediği bilindiğinden tensiyometre bu alanda kullanılmaya başlanmıştır. Mürekkep ve substrat arasındaki etkileşim mürekkebin yüzey gerilimine ve substratın serbest yüzey enerjisine bağlıdır. Damlacığın dağılması ve absorplanması temas açısı ölçümüyle karakterize edilebilir. Theta optik tensiyometresi ile kullanılabilen pikolitre dispenser ve piezo mekanik teknolojisi ile gerçek zamanlı mürekkep damlası oluşturulup üzerinde çalışılabilir.

Referanslar

- [1] Leach, R.H. and Pierce, R.J. (1999), The Printing Ink Manual, Fifth Edition, Dordrecht (Netherland), Kluwer Academic Publishers, 993P.
- [2] Svanholm, E., (2007), Printability and Ink-Coating Interactions in Inkjet Printing, Doctoral Thesis, Karlstad University, Sweden.
- [3] Pardo, L., Wilson, W.C. and Boland, T., Characterization of Patterned Self-Assembled Monolayers and Protein Arrays Generated by the Ink-Jet Method, *Langmuir* 19 (2003), 1462–1466.
- [4] Arin, M., Lommens, P., Avci, N., Hopkins, S.C., De Buysser, K., Arabatzis, I.M., Fasaki, I., Poelman, D. and Van Driessche, I. Inkjet Printing of Photocatalytically Active TiO₂ Thin Films from Water Based Precursor Solutions, *Journal of the European Ceramic Society* 31 (2011), 1067-1074.
- [5] Roth, E.A., Xu, T., Das, M., Gregory, C., Hickman, J.J. and Boland, T., Inkjet Printing for High-Throughput cell patterning, *Biomaterials* 25 (2004), 3707-3715.
- [6] Saarinen, J.J., Ihalainen, P., Määttänen, A., Bollström, R. and Peltonen, J., Printed Sensor and Liquid Actuation on Natural Fiber Based Substrate, *NSTI-Nanotech, Vol 2* (2010), 527–530.
- [7] Fowkes, F.M., Determination of Interfacial Tensions, Contact Angles, and Dispersions Forces in Surfaces by Assuming Additivity of Intermolecular Interactions in Surfaces, *J. Phys. Chem.* 66 (1962) 382.
- [8] van Oss, C.J., Chaudhury, M.K. and Good, R.J., Interfacial Lifshitz-van der Waals and Polar Interactions in Macroscopic Systems, *Chem. Rev.* 88 (1988) 927.

İletişim Bilgileri

Terralab Laboratuvar Malzemeleri San. ve Tic. A.Ş.

Ankara: T: +90 312 472 73 96

F: +90 312 472 73 98

İstanbul: T: +90 216 327 52 70

F: +90 216 327 57 02