

# POLİMER

## GÖZLE GÖRÜLEMİYEN DEV BİR MOLEKÜL

Prof. Dr. Önder PEKCAN

*Khas öğretim üyesi*



Evlerimizin duvarlarının, otomobillerimizin kaportalarının boyanmasından onlar sorumlular. Sürdüğümüz boyanın dayanıklı olup olmamasına da. Ya da fotokopi makinasından, bilgisayar yazıcısından çıkan renkli veya siyah-beyaz şekilleri de onlar yapıyorlar. Kısacası hayatımızın hemen her yerindedir. Peki kim bunlar? Katı fazdayken bir tenceredeki spagettiye benzeyen, nano teknik ile gözlenebilen sürüngen dev moleküller. Bilim ona kısaca 'Polimer' diye hitap ediyor.

Her gün kullandığınız kab kapağın, büro ve ev eşyalarının bir takım polimer tozların kalıplara dökülmesi ile elde edilebildiğini biliyor olabilirsiniz. Çatlayan plastik bir oyuncak veya bir su borusunu belli bir sıcaklığa getirerek nasıl onarılabileceğini de.

Özellikle çevre bilincinin çok geliştiği bugünlerde, çevreye barışık su bazlı boya endüstrisinin nasıl kurulabileceği ve girdilerinin ne olacağı önemli bir endüstriyel problemdir. Çünkü su bazlı boyalarla kaportaların antikorozyon kaplanması, yani hem çevre hem taşıt dostu boyalar istenir. İşte tüm bu endüstriyel kazanımların ve kolaylıkların arkasında çok heyecanlı bir akademik birikim var. Sıraladığımız tüm örneklerde görev yapan dev moleküllere 'polimer' deniyor.

Eğer hidrojen atomunun kütlesi bir alınrsa, polimer molekülünün kütlesi 50 bin, 100 bin veya 1 milyon olabilir. Bu kadar büyük moleküllerin hareketlerinin de hidrojen veya oksijen molekülü gibi basit olmayacaktır.

## POLİMER NANO TEKNİKLE GÖZLENİR

**GEM:** Geçirmeli Elektron Mikroskop'u (GEM) polimer film oluşumunun çalışılmasında önemli bir aygıttır.

**DKGEM:** Dondurup Kesme GEM (DKGEM) Yöntemi de film oluşumu sürecini çalışmada kullanılabilir. Bu yöntemde film sıvı azotta (-180 derece) dondurulur, sonra bir jilet ile kesilip GEM ile fotoğrafı çekilir.

**KANS ve ZÇF:** Küçük Açılı Nötron Saçılma (KANS) ve Zaman Çözümlü Floresans (ZÇF) Yöntemleri de polimer film oluşumu süreçlerinin çalışıldığı tekniklerdir. Ancak bu tekniklerin kullanılması için polimer zincirleri döteryum ve/veya organik floresan adı verilen moleküllerle etiketlenmelidir.

Böylece, örneğin floresans ışığı takip ederek polimer zincirinin gezintisi gözlemlenebilir. Bu son yöntem polimer zincirlerinin hareketini moleküler düzeyde inceler yani 1 ile 5 nanometre (nm) arasındaki mesafelerde zincirlerin ne yaptığını anlayabilir.

KANS Yöntemi ZÇF'e göre çok daha pahalı ve deneyleri zaman alıcıdır. Çünkü bir atom reaktörüne ihtiyaç vardır. Bu yöntemleri kullanarak polimer zincirlerin sürünme katsayıları ve zincir bel kemiğinin hareketi için gerekli enerji tayin edilebilir.

Bu değerlerin bilinmesinde akademik olduğu kadar endüstriyel talep de fazladır. Örneğin püskürtmeden sonra kaportanın ne kadar tavlanaacağı veya polimerin molekül ağırlığının ne olacağı yukarıdaki parametrelerin bir ölçüsüdür.

**KFT:** Kararlı Floresans Teknik (KFT) yıllardır polimer film kaplamalarının çalışılmasında tarafımızdan kullanılıyor. Bu tekniğin temelinde; naftalin, antresen veya piren gibi organik moleküllerin polimer zincirlere kovalent bağ (iki atom arasında, bir veya daha fazla elektronun paylaşılmasıyla karakterize edilen kimyasal bağ) ile etiketlenmesi yatar.

## POLİMERDEN HABER ALMAK MÜMKÜN

Böylece polimer zinciri nereye gitse bu ışık veren moleküller vasıtasıyla ondan haber almak mümkündür. Bu organik moleküller uygun dalga boyundaki (280-400 nanometre) bir foton ile uyartılabilirler. Daha sonra nanosaniye (ns) gibi bir süre içerisinde bu molekül bir foton yayımlar. Bu yayımlanan ışığa, 'floresans ışık' denir.

Polimetil Metakrilat (PMMA) lateks parçacıklar piren molekülleri ile etiketlenir ve 345 nanometre de uyartılan bu molekül 350-500 nanometre arasındaki bölgede floresans ışımaya yapar. Bu küresel lateks parçacıkların yüzde 96'sı camsı PMMA'dan oluşur.

Parçacığın diğer yüzde 4'ü ise Poliisobutilen (PIB)'dir. Parçacıkların çapı 2 µm civarındadır. PIB aynı zamanda PMMA cam küresi içinde bir ağ (network) oluşturur. Daha doğrusu lateks parçacığın yapısı bir 'iç içe geçmiş ağ' yapısıdır.

## POLİMER NASIL TAVLANIR?

Bizler yıllarca çalışarak, bu yapının gerçekte 1.9 boyutlu bir Fraktal (kendine benzerlik ve kesirli boyutluluk) yapı olduğunu öğrendik. Lateks Film oluşumu sürecinde PIB ağının Fraktal boyutunun küçülerek 1.3'e kadar düştüğü gözlenmiştir. Bu lateks film şişirilirse fraktal boyut 3'e doğru yaklaşır.

Bu Fraktal küreciklerden film yapmak için, heptan içinde dağıtılan

piren etiketli lateks parçacıklar 1x1 santimetrekare büyüklüğünde bir cam üzerine damlatılır, buharlaşan heptan geriye tozdan bir film bırakır. Bu toz film artan sıcaklıklarda eşit zaman aralıklarında tavlama tabii tutulur. PMMA'nın camsı geçiş sıcaklığı 105 derece olduğundan, tavlama bu sıcaklığın üstündeki sıcaklıklarda gerçekleştirilir.

Her tavlama sonucu lateks film bir 'floresans spektrometre'nin içine yerleştirilir ve piren moleküllerinin floresans şiddeti ölçülür. Bu cihazda sürekli olarak ışık veren bir lamba mevcuttur. Bu gelen ışık bir dalgaboyu seçici (monokrometre) ile dalga boylarına ayrılır ve istenilen 345 nanometrelik ışık lateks film üzerine düşürülür.

Lateks parçacıklar içinde bu ışık ile uyartılmış piren molekülleri, floresan ışımaya yaparlar. Çıkan bu ışık yine bir dalga boyu seçici ile ışık şiddetine göre analiz edilir. Elde edilen bu şiddete karşı dalga boyu grafiği, piren molekülünün floresans spektrumudur. Burada ışık şiddeti, bir foto çoğaltıcı tüp ile ölçülür, dalga boyu ise monokrometre ile takip edilir.

Bu deneyde; tavlama sırasında PMMA'nın hareketlendiği ama oda sıcaklığına dönüldüğünde, cam duruma geri geldiğinden, polimerin hareketi sanki flaş ile çekilmiş bir fotoğraf gibi takip edilir.

Başlangıçta toz lateks film durumunda, fotonun ortalama yolu çok kısadır ve foton film içine fazla girmeden saçılıp dışarı çıkar. Piren molekülleri ile buluşamayan fotonlar yüzünden uyartılma olmaz. Bu nedenle düşük sıcaklıklarda, floresans şiddet düşük değerler verir.

Artan tavlama sıcaklıklarında katı polimer akmağa başlar, bu akış viskoz (bal ve gliserin gibi akıcılığı yavaş) bir sıvının akışı gibidir ve polimer akarak lateks kürecikleri deforme eder. Bu akış yüzünden lateks küreler arasındaki boşluklar dolar ve deforme olan kürecikler arasında tam bir ıslanma (wetting) meydana gelir.

## HEYECANLI BİR AKADEMİK BEKLEYİŞ

Bu aşamada bir polimer-polimer ara kesiti oluşur ve çok heyecanlı bir akademik bekleyiş başlar. Bu durumda fotonun yolu en uzundur, artık fotonlar piren molekülleri ile çok çok buluşup onları uyartabilirler, böylece floresans şiddet artar ve maksimuma ulaşır. İşte tam bu noktada, minor zincirler başlarını tüpten çıkartarak polimer-polimer ara kesitini kaynaştırmağa başlarlar. Daha doğrusu bu kaynaşma probleminden minor zincirler sorumludur.

Tavlama sıcaklığı arttıkça, polimer zinciri bütün bel kemiği ile birlikte sürünerek, polimer-polimer ara kesiti geçer işte bu olaya 'interdifüzyon' deriz. Bu aşama sonunda artık sınırlar tamamen yok olmuş ve mekanik olarak güçlü, optik olarak saydam bir polimer film elde edilmiştir.

Floresans şiddet, bu durumda azalır çünkü fotonun yolu çok kısalmıştır ve fotonlar filme girip arka yüzeyinden çıkar giderler, artık pirenler ile buluşma olasılıkları azalmıştır, pirenin floresans şiddeti düşer.

Sonuç olarak; elde edilen bu akademik sonuçların günlük endüstriyel hayatımız için ne kadar önemli olduklarını vurgulamamız gerekiyor. Bir polimer endüstri tasarımcısı veya mühendisi elde ettiğimiz bu sonuçlara bakarak çevre kirlenmesinden, kaplama problemindeki korozyona kadar olan birçok planlamada ciddi kararlar almaya çalışır.