

Karbon Nano Tüplerin Dispersiyonuna SDS Yüzey Aktif Maddesinin Etkisi

Effect of SDS Surfactant on Dispersion of Carbon Nano Tubes

Miraç ALAF^{1*}, Ubeyd TOÇOĞLU², Fuat KAYIŞ³, Hatem AKBULUT⁴

Özet- Bu çalışmada karbon nano tüplerin (KNT) suda disperse olmasına sodyum dodesil sülfat (SDS) yüzey aktif maddesinin etkisi incelenmiştir. Karbon nano tüpler farklı derişimlerde ki sodyum dodesil sülfat çözeltilerine ultrasonikasyon işlemi ile disperse edilmiş ve bu çözeltilerin zeta potansiyelleri ölçülmüştür.

Anahtar Kelimeler- karbon nano tüp, dispersiyon, sodyum dodesil sülfat, zeta potansiyeli

Abstract- In this study, effect of sodium dodecyl sulfate (SDS) surfactant on dispersion of carbon nano tubes (CNT) in water was investigated. Carbon nano tubes were dispersed in sodium dodecyl sulfate solutions at different concentration by ultra-sonication and zeta potential of these solutions was measured.

Keywords- carbon nano tube, dispersion, sodium dodecyl sulfate, zeta potential

I. GİRİŞ

Karbon nano tüpler (KNT) eşsiz fiziksel ve kimyasal özellikleri ve çok çeşitli potansiyel kullanım alanlarından dolayı multidisipliner araştırmaların yoğun olarak ilgisini çekmektedir. Ancak yüksek van der Waals kuvvetlerinden dolayı KNT'ler yığınlar halinde agregat olma problemi onların sulu çözeltileri içinde dispersiyonunu zorlaştırır. Bu sorunu aşmaya yönelik literatürde mekanik ve kimyasal temelli dispersiyon teknolojisi gelişimi ile ilgili bir çok çalışma mevcuttur. Ultrasonikasyon işlemi ile mekanik karıştırma KNT'lerin geçici olarak dispersiyonunu sağlasa da aglomerasyon problemi devam eder. Kimyasal yaklaşım ise KNT duvarlarının yüzey enerjisini değiştirmek üzere yapılırlar [1].

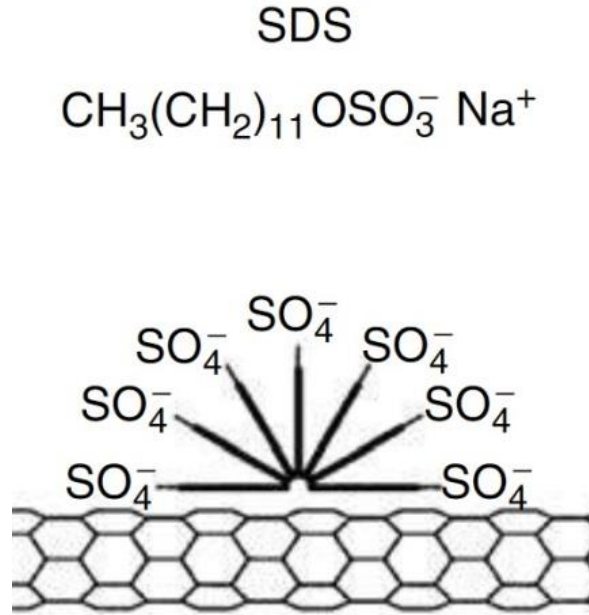
Karbon nano tüplerin suda homojen olarak dağıtılması yüzey aktif maddeler ile sağlanabilir. Yüzey aktif maddeler nano tüplerin yüzeyinde birikerek kararlı koloidal dağılım oluşmasına yardımcı olurlar. Bu kararlı dağılım karbon nano tüp yüzeylerinde elektriksel çift tabakanın meydana gelmesidir. Yüzey aktif maddeden gelen itici kuvvet karbon yüzeylerin arasındaki van der Waals etkileşiminin üstesinden gelir ve bu zayıf bağdan dolayı karbon nano tüplerin birleşerek aglomere olmalarını engeller. Moleküler formülü $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{11}\text{OSO}_3\text{Na}$ olan sodyum dodesil sülfat (NaDDS veya SDS) nano tüplerin çözeltilerde askıda durmasına yardım eden ve kullanılan ve en bilinen yüzey aktif maddelerden biridir. Düşük SDS konsantrasyonlarında ultrasonikasyondan sonra bile büyük ve yoğun nano tüp kümelenmeleri görmek mümkündür. Yüksek konsantrasyonlarda siyah ve görünüşte homojen çözeltiler haftalarca kararlılığını korumaktadır. Ancak yüzey aktif maddenin nano tüp yüzeyinden uzaklaştırılması karşılaşılan önemli bir problemdir. Şekil 1 nano tüp yüzeyine absorbe olan yüzey aktif madde molekülünün şematik resmini göstermektedir [2].

^{1*}Sorumlu yazar iletişim: mirac.alaf@bilecik.edu.tr

^{2,3,4} İletişim: utocoglu@sakarya.edu.tr, fkayis@sakarya.edu.tr, akbulut@sakarya.edu.tr

^{1*} Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Gülümbe Kampüsü, Bilecik

^{2,3,4} Metalurji ve Malzeme Mühendisliği, Sakarya Üniversitesi, Esentepe Kampüsü, Sakarya



Şekil 1. Nano tüp yüzeyine absorbe olan yüzey aktif madde molekülünün şematik resmi[2]

Partiküllerin suda disperse olmalarını ölçme yollarında çözeltilerin biri zeta potansiyellerini ölçmektir. Her partikülün etrafında iki kısımdan oluşan elektriksel çift tabaka bulunmaktadır. Bu kısımlar; iyonların kuvvetli bir şekilde bağlandığı bir iç tabaka (Stern tabaka) ve iyonların daha gevşek olduğu bir dış (difüze) bölgedir. Bu difüze bölge içinde, her partikülün tek bir varlık gibi davrandığı kavramsal bir sınır bulunmaktadır. Bu sınırdaki potansiyel zeta (ζ) potansiyelidir. Zeta potansiyelinin büyüklüğü, koloidal sistemin potansiyel kararlılığı hakkında bir fikir verir. Eğer süspansiyon içerisindeki tüm partiküller büyük negatif ya da pozitif zeta potansiyeline sahipse bunlar birbirini itme eğilimi içerisinde olur ve partiküllerin bir araya gelmesini sağlayan bir eğilim bulunmaz yani dağılma kararlılığı vardır. Eğer partiküllerin düşük zeta potansiyeli değerleri varsa, partiküllerin bir araya gelmesi ve flokülasyon oluşumunu engelleyen bir kuvvet bulunmaz ve dağılma kararsızlığı oluşur. Zeta potansiyeli etkileyen parametreler; i) pH değişiklikleri, ii) iletkenlik (tuzun tipi ve/veya konsantrasyonu), iii) katkı maddesinin konsantrasyonundaki değişiklikler (örneğin yüzey aktif maddeler, polimerler). Bir partikül dağılımının zeta potansiyelinin yukarıdakilerden herhangi birinin bir fonksiyonu olarak ölçülmesi, ürünün formülasyonunda maksimum kararlılık veya sistemin flokülasyonu için uygun optimum koşulları belirlemede kullanılır [3].

Bu çalışmada farklı derişimlerde SDS çözeltileri hazırlanmış ve eşit miktarda KNT bu çözeltilerde ultrasonikasyon ile disperse edilmiştir. KNT disperse edilmiş bu çözeltilerin zeta potansiyellerindeki derişimler ölçülmüştür.

II. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Karbon nano tüpler Arry Nano Materials and Nanotechnology firmasından temin edilmiş boyu 10 μm 'den büyük, çapı 50 nm, % 95 saflıkta ve amorf karbon oranı % 3'den az olan çok duvarlı karbon nano tüplerdir. Moleküler formülü $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{11}\text{OSO}_3\text{Na}$ olan sodyum dodesil sülfat (NaDDS veya SDS) Merck markadır. Çözeltileri hazırlamak için bidestile su kullanılmıştır. Ultrasonikasyon işlemi Hielscher marka sonikatör ve zeta potansiyeli ölçümleri de Malvern marka cihazla yapılmıştır.

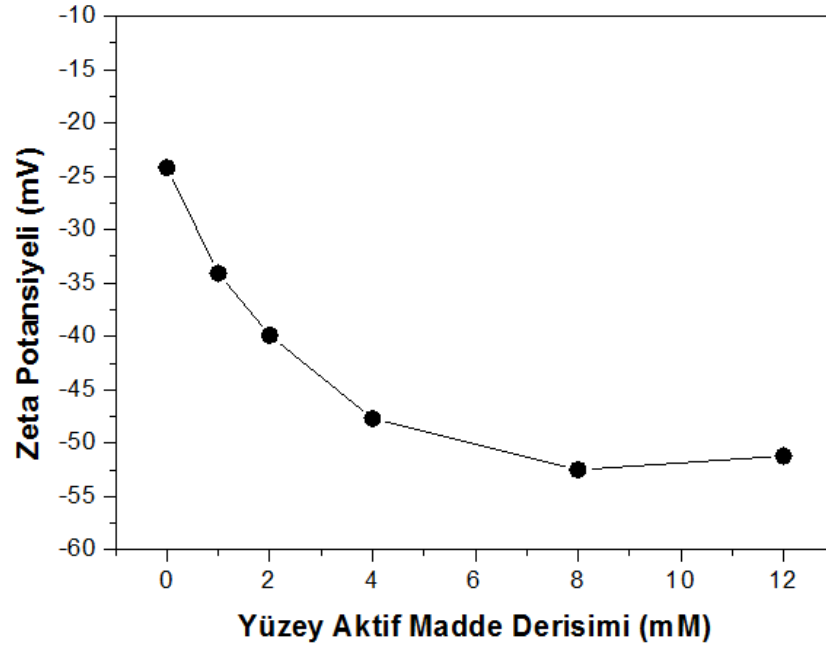
0 mM, 1 mM, 2 mM, 4 mM, 8 mM ve 12 mM olmak üzere 6 farklı SDS çözeltisi saf su ile hazırlanmıştır. Her bir çözeltiye 1mg/1ml oranında KNT ilave edilmiş ve 1 saat süre ile ultrasonikasyon işlemi yapılmıştır. Ardından bu çözeltilerin zeta potansiyelleri ölçülmüştür. Her ölçüm 5 kez tekrarlanmış ve değerlerin ortalamaları alınmıştır.

III. DENEYSEL SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Karbon nano tüp kağıt (buckypaper) üretimi, KNT katkılı kompozit üretimi, solüsyon esaslı yöntemlerle KNT katkılı filmlerin üretimi gibi bir çok uygulamada KNT'lerin çözelti içinde iyi disperse olması ve belirli bir

süre askıda kalmasına ihtiyaç duyulur [4-5]. Yüzey aktif maddelerin de katkısı ile partiküllerin dağılma kararlılığı zeta potansiyeli ile ölçülebilir.

Bu çalışmada SDS miktarının zeta potansiyeline etkisi ile nano tüplerin dağılma kararlılığı incelenmiştir. Şekil 2 SDS derişimine göre zeta (ζ) potansiyelindeki değişim grafiğini vermektedir. Ölçümler 1 saat ultrasonik sonikasyondan sonra alınmıştır ve her test 5 kez tekrarlanmış ortalama değerleri alınmıştır. Negatif değerde artan zeta potansiyeli artan yüzey aktif madde miktarı ile ilişkilidir. Artan (-) yük miktarı daha az aglomerasyon eğilimini gösterir. -30 mV'dan daha küçük (mutlak değerce büyük) sayılar dispers partiküllerin aglomere olmayacağını ifade etmektedir [6]. Yüzey aktif maddenin giderilmesi gerektiği için kullanılacak derişim kullanım alanına göre de değişiklik göstermekle birlikte 2 mM civarında bir değer seçilebilir.



Şekil 2. SDS derişimine göre zeta (ζ) potansiyelindeki değişim

Şekil 3 saf su ile 1 mg/ml derişiminde hazırlanmış KNT çözeltilerinde yüzey aktif maddenin etkisini göstermektedir. Sağdaki beherde yüzey aktif maddenin varlığı ile KNT'ler iyi bir şekilde disperse olmuştur. yüzey aktif maddenin bulunmadığı soldaki beherde partiküller dibe çökme eğilimindedir ve aglomere olmuşlardır.



Şekil 3. KNT çözeltilerinde yüzey aktif maddenin etkisi

KAYNAKLAR

- [1] Duan, W.H., Wang, Q., Collins, F., "Dispersion of carbon nanotubes with SDS surfactants: a study from a binding energy perspective," *Chemical Science*, vol. 2, pp.1407-1403, 2011.

- [2] Gogotsi, Y., *Nanotubes and Nanofibers*, CRC Press, USA, 2006.
- [3] Kosmulski, M., Prochniak, P., Rosenholm, J.B., "Solvents, in which ionic surfactants do not affect the zeta potential," *Journal of Colloid and Interface Science*, 342, 110–113, 2010.
- [4] Tocoglu, U., Alaf, M., Cevher, O., Guler, M.O., Akbulut, H., "The Effect of Oxidants on the Formation of Multi-Walled Carbon Nanotube Buckypaper" *Journal of Nanoscience and Nanotechnology*, vol. 12 pp. 9169–9174, 2012
- [5] Liu X., Huang Z.D., Oh S.W., Zhang B., Ma P., Yuen M.M.F., Kim J., "Carbon nanotube (CNT)-based composites as electrode material for rechargeable Li-ion batteries", *Composites Science and Technology*, vol. 72, pp. 121–144, 2012.
- [6] Tummala, N.R., Striolo, A., "SDS Surfactants on Carbon Nanotubes: Aggregate Morphology", *ACS Nano*, vol. 3, pp. 595-602. 2009.