Nanoferromanyetik kaplı kil kompozitleri ile hedeflendirilmiş ilaç modellemesi

Bir hastanın hasarlı ve sorunlu bölgelerinin tanı ve tedavisi için kullanılan ilaçlar çoğu zaman sadece hasta bölgeye değil, vücudun her yerine etki etmektedir. Dolayısıyla hasta üzerinde pek çok istenmeyen yan etkiler ve geri dönüşü olmayan hasarlar meydana gelmektedir. Bunun en ölümcül örneği kanser hastalarının kemoterapiden değil, bu tedavinin sonucu oluşan yan etkilerden ötürü kaybedilmesidir.

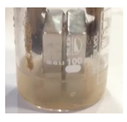
Son yıllarda ilaçların yan etkilerinden kaynaklanan bu tarz problemleri azaltmak için "hedeflendirilmiş ilaç" araştırmaları üzerine yoğunlaşılmıştır.

Bu çalışmada hedeflendirilmiş ilaçlar için basit bir kaplama malzemesi modeli olarak nanoferromanyetik kaplı kil kompozitleri hazırlanmış ve farklı yoğunluktaki sıvılarda bu kompozitlerin manyetik alan yardımı ile hareketleri gözlemlenmiştir. Nanoferromanyetik sıvı hazırlamak için FeCl2 ve FeCl3 çözeltileri hazırlanıp karıştırıldı ve kil kompoziti olarak seçilen bentonit kilinin yüzeyine manyetik karıştırıcıda karıştırmak suretiyle kaplandı. Süzme ve kurutma işleminden sonra ferromanyetik özelliği kazanmış kil kompozitleri su, yağ, gliserin ve jelatin içerisinde nebyum mıknatıs yardımıyla hareket ettirilerek görsel kayıtlar alındı.

Parçacıklar su, yağ ve çok yoğun olan gliserinin içinde mıknatısa doğru hareketlenmiş ve bir dakikadan daha kısa bir sürede mıknatısın etrafında toplanmıştır. Ancak jelatin içinde mıknatısa doğru hareketlenmedikleri gözlemlenmiştir. Bu durumda ferromanyetik bentonite kompozitinin doku içinde manyetik alana duyarlılık sağlamadığı ancak, çok yoğun olan gliserin gibi sıvılarda hareketin ve toplanmanın başarı ile sağlandığı görülmüştür. Bu çalışma basit bir taslak model olarak düşünülmüş ve başarıya ulaşmıştır.

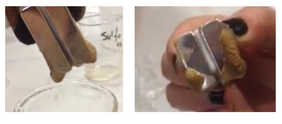
Ferromanyetik bentonit parçacıklarının *su* içindeki hareketleri ve ayrıştırılması

Ferromanyetik bentonit parçacıklarının suyun içinde çok kolay şekilde hareket ettiği gözlemlendi. Suda çökelti olarak veya süspansiyon şeklinde asılı duran kilin, suya batırılan neobyum mıknatısının etrafında çok kısa bir sürede toplandığı ve sudan ayrıştığı gözlemlenmiştir. Aşağıda 0., 20., 40. saniyelerde kilin mıknatıs üzerinde toplanmasının fotoğrafları (şekil 4, 5, 6, 7) görülmektedir. Fotoğraflarda da görüldüğü üzere mıknatısın üzerinde ferromanyetik kil başarı ile toplanmıştır.



Şekil 4
Ferromanyetik bentonit parçacıklarının suda t=0 saniyede neobyum mıknatıs ile teması

Şekil 5
Ferromanyetik bentonit parçacıklarının suda t=20 saniyede neobyum mıknatısın etrafında toplanması



Şekil 6
Ferromanyetik bentonit parçacıklarının suda t=40 saniyede neobyum mıknatısın etrafında amamıyla toplanması ve sudan ayrışması

Ancak bu işlem sonrasında su istenilen berraklığa ulaşamamış, kilin az bir kısmı süspansiyon şeklinde su içinde kalmıştır.

Şekil 7
Suyun içinde kalan ferromanyetik kil parçacıkları gözlemlenmiştir.

Ferromanyetik bentonit parçacıklarının *yağ* içindeki hareketleri ve ayrıştırılması

Ferromanyetik bentonit parçacıkları sudan daha az akışkan olan yağda da kolaylıkla hareket etmişler ve mıknatısın üzerine başarı ile toplanmışlardır. Suda toplanan parçacıklarla aynı sürede toplanmışlardır. Ancak suda bir süspansiyon şeklinde parçacıklar kalmışken, yağdaki bütün parçacıklar mıknatısın etrafına başarı ile toplanmıştır. (Şekil 8, 9, 10)

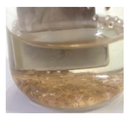
Şekil 8
Ferromanyetik bentonit parçacıklarının yağda t=0 saniyede neobyum mıknatıs ile teması

Şekil 9
Ferromanyetik bentonit parçacıklarının yağda t=20 saniyede neobyum mıknatıs üzerinde toplanması

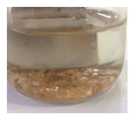
Şekil 10
Ferromanyetik bentonit parçacıklarının yağda t=40 saniyede neobyum mıknatısın etrafına tamamen toplanması

Ferromanyetik bentonit parçacıklarının *gliserin* içindeki hareketleri ve ayrıştırılması

Ferromanyetik parçacıkların gliserin içinde daha zor hareket ettikleri gözlemlenmiştir. Parçacıkların toplanma hızı, su ve yağdaki toplanma hızına oranla çok daha yavaştır. Ancak sürenin sonunda tüm parçacıkların tamamıyla mıknatısın üzerinde toplandığı gözlemlenmiştir.

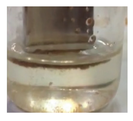


Şekil 11
Ferromanyetik bentonit parçacıklarının gliserinde t=0 saniyede neobyum mıknatıs üzerinde toplanması

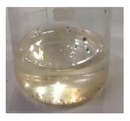


Şekil 12
Ferromanyetik bentonit parçacıklarının gliserinde t=20 saniyede neobyum mıknatıs üzerinde toplanması

Şekil 13
Ferromanyetik bentonit parçacıklarının gliserinde t=40 saniyede neobyum mıknatıs üzerinde toplanması



Şekil 14
Ferromanyetik bentonit parçacıklarının gliserinde t=50 saniyede neobyum mıknatıs üzerinde toplanması



Şekil 15
Ferromanyetik bentonit parçacıklarının gliserinde t=60 saniyede neobyum mıknatısın etrafına tamamen toplanması

Parçacıkların hareketi ve toplanması jelatin içinde de denenmiş ancak mıknatısa doğru hareketlenmedikleri gözlemlenmiştir. Bu durumda ferromanyetik bentonit kompozitinin katı bir doku içinde mıknatısa doğru hareketi sağlamadığı, ancak çok yoğun olan gliserin gibi sıvılarda hareketin ve toplanmanın başarı ile sağlandığı görülmüştür.
Bu çalışma basit bir taslak model olarak düşünülmüş ve hazırlanan ferromanyetik bentonit kompozitinin sıvıların içinde manyetik alanda hareketi başarıyla sağlanmıştır. Bu çalışmanın devamında sentezlenen ferromanyetik bentonit kompozitlerinin karakterizasyonu ve fiziksel özellikleri test edilebilir. Ayrıca elde edilen kompozitin ağırlığı toplanmadan önce ve sonra olarak ölçülerek, toplanmanın verimliliği hesaplanabilir.
İlaç salınımını kontrollü bir şekilde yaptığı bilinen bentonit, benzeri diğer nanokiller ile de denenebilir, verimlilikleri karşılaştırılabilinir.