

FORMATION OF THE MANGANESE FLOWERS ON THE SURFACE OF THE MANGANESE ORE

Mehmet BAYIRLI*

* Bahçeli Evler Mh. Zübeyde Hanım Sk. No:12/6, Balıkesir, TURKEY

Ziya MERDAN

Gaziosmanpaşa University, Faculty of Arts and Sciences, Department of Physics, Taşlıçiftlik 60250 Tokat, TURKEY , e-mail:zmerdan@gop.edu.tr

ABSTRACT

In this study, the mechanism for the growth of manganese flowers on surfaces of magnesite ore is studied by comparing them with the aggregates obtained by simulations according to the diffusion limited aggregation (DLA) model. For this purpose the pictures of the naturally occurring manganese flowers of different forms encountered on the samples of magnesite ore are obtained by a scanner. These pictures are used for computing the exponents of the density correlation functions ($\alpha = 0.341 \pm 0.004$) and the fractal dimensions ($D = 1.61 \pm 0.005$). The results, which are obtained for two different possibilities, are compared with DLA model. The results indicate that magnetite aggregates have the dendrite structure.

Key Words: Monte Carlo Method, Scanning Method, Magnesite Ore and Manganese Flowers.

MANYEZİT CEVHERİ YÜZEYİNDEKİ MANGAN ÇİÇEKLERİNİN OLUŞUMU

ÖZET

Bu çalışmada, manyezit cevheri yüzeylerindeki mangan kümelerinin oluşumu ve büyümesi, görüntü tarama yöntemi ve difüzyonla sınırlı kümeleşme (DLA) modeli kullanılarak incelenmektedir. Bu amaçla, manyezit cevheri içinde oluşmuş bir mangan kümesi görüntü tarayıcısı ile bilgisayar ortamına aktararak, yoğunluk korelasyon fonksiyon üssü ($\alpha = 0.341 \pm 0,004$) ve fraktal boyutu ($D = 1.61 \pm 0,05$) hesaplanmış ve DLA modeli ile iki farklı olasılık şartı kullanılarak elde edilen sonuçlar ile karşılaştırılmıştır. Sonuçlar mangan kümelerinin dentritik bir yapıya sahip olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Monte Carlo Yöntemi, Tarama ile Görüntüleme Yöntemi, Manyezit Cevheri ve Mangan Çiçekleri

1. GİRİŞ

Doğadaki yapılar farklı geometrik şekillere (desenlere) sahiptir. Her bir yapı ortamdaki temel yapı taşlarına göre farklı bir tanecikler kümesidir. Heterojen çevre şartları ve düzensizlik olmasına rağmen kümelerin nasıl olup da düzenli, simetrik yada kısmen simetrik özellikler taşıdığı temel bilim araştırmalarına konu teşkil etmiştir (1-3).

Organik azoik (cansız) yapılar için tanecik kümeleşmesinin bir örneği, manyezit cevheri üzerindeki düzlem ve arayüzeylerinde oluşmuş mangan kümeleri (çiçekleri, dentritleri) dir.

Kümeleler, cevherdeki düzlem ve ara düzlemlerde mangan içerikli bileşik moleküllerinin (MnO) herhangi bir çekirdeğin etrafında birikmesi ile oluşur. Kümelelerin temel

1. INTRODUCTION

The patterns in nature have different geometrical shapes. Every pattern is the aggregate of the particles that are not the main structure particles. Although there are both the heterogeneous surrounding conditions and disorder in environment, how are the particles formed the aggregate of symmetrical or semi-symmetrical and regular structure? These states are constituted the subject of the fundamental science (1-3).

One of the particle aggregation samples in inorganic azoic (lifeless) systems is the manganese aggregates (dendrite, flowers) which form on surface or interface of the magnetite ore.

The aggregate forms surrounding a seed particle on the

özelliği çekirdekten dışa doğru uzanan beş yada altı dallı seyrek yapıdır. Fraktal karakterlidir (4).

Mangan çiçekleri (dendrit, küme) doğal manyezit cevherinin üst, iç ve ara katmanlarındaki düzlem yüzeylerde gözlenmektedir. Katı manyezit cevheri doğal şartlarda oluşmuş sanayi ve teknolojik uygulamaları olan bir maden cevheridir. Cevher, Türkiye’de Eskişehir ve Kütahya (Beşçam bölgesi) civarında çıkarılıp, çevrede bulunan tesislerde işlenmektedir.

Manyezit cevheri, hidrotermal maden yatağı oluşumu grubuna girer. Yani, magnezyum iyonları içeren sıcak suların, serpantin ana kayacının kırık ve çatlaklarında çökmesi, yığılması sonucunda oluşurlar.

surface and the interface of the manganite ore while the atoms of manganite oxide ions are collapsed and coagulated with high temperature.

The manganese aggregate or dendrites are called the black points form on the surface and interface of the natural magnesite ore. The basic structure of this aggregate pattern (manganese dendrite) is formed with main branches connected to the central seed particle and the sub-branches formed randomly. Dendrites have both the self-similar and the fractal structure (4).

The manganese flowers are observed on surface layer of the natural magnesite ore. The magnesite, forms under the natural environmental condonation and used in both technological and industry, is the mine ore. The ore is produced in Eskişehir and Kütahya (the Beşçam Area) in Turkey and processed at the surrounding factories.

The magnesite ore is examined in the group of the mineral stratum of the hydrothermal. It means that the magnesite ore forms on the surface and the interface of the main serpentine rocky when magnesium ions are collapsed and coagulated with high temperature smaller particles in the cold water.

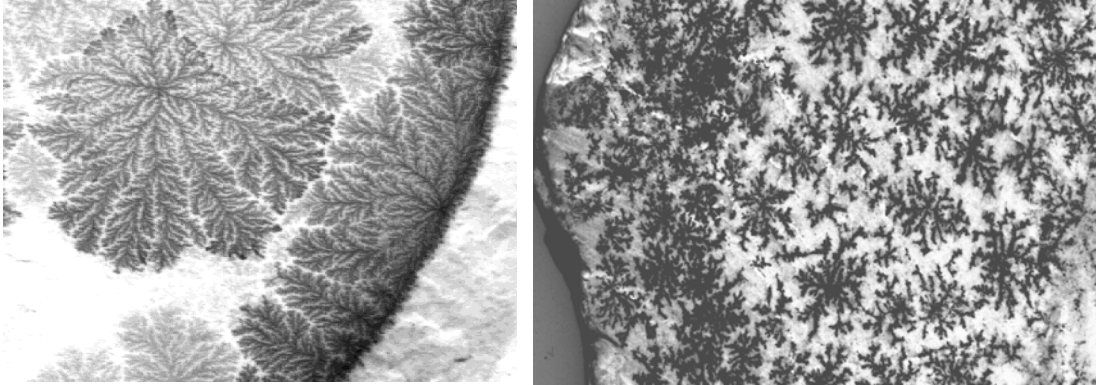


Figure 1. The images of the manganese flowers that form on the surface magnesite ore are obtained with scanner
Şekil 1. Manyezit cevheri üzerinde oluşan mangan çiçeklerinin tarayıcı kullanılarak elde edilen görüntüleri.

Manyezit cevherinin üzerinde bulunan siyah noktalı desenler, madencilik ve mineralojide mangan çiçekleri (dendritleri) olarak isimlendirilmektedir (Şekil 1). Mangan çiçeklerinin, manyezit cevherinin oluşumu sırasında cevherin arayüzeylerinde olduğu gözlenmektedir. Mangan oksitinin (MnO), manyezit cevheri içerisindeki oranı eser miktardadır. Bundan dolayı cevherin kimyasal analizi yapıldığında MnO miktarı ihmal edilmektedir.

Manyezit ana minerali ile birlikte silika bileşikleri, kalker, dolomit ve hematit minerallerinin bir araya gelerek oluşturdukları mineral topluluklarına manyezit cevheri denir. Oluşum ortamına bağlı olarak değişmek üzere genel olarak, %85-90 manyezit minerali ile %10-15 diğer minerallerden oluşur. Buna göre tipik bir manyezit cevherinin kimyasal bileşimi (kompozisyonu) ; %MgO : 46-47, %SiO₂ : 0.2-1.0, %CaO : 0.80-2.0, %Fe₂O₃ : 0.05- 0.10, %Al₂O₃ : 0.05, %CO₂ : 44-46 şeklinde

The amount of manganite oxide (MnO) is extremely little in natural manganese flowers. Thus, the quantity of manganite oxide is neglected in the result of analysis in the magnetise ore.

The magnesite ore forms on the surface and the interface of the main serpentine rocky when magnesium ions are collapsed and coagulated with high temperature smaller particles in the cold water. It is called that the magnesite ore makes up with compose silica (the dioxide form of silicon, SiO₂), calcar, dolomite (calcium magnesium carbonate, CaMg (CO₃)₂) and the mineral of the haematite (ferric oxide, Fe₂O₃) form of particles. The natural of the structure of ore is very hard. In generally, the manganite ore is structured the magnesite mineral of percentage 85-90 and from the other of percentage 15-10 MnO. The quantitative of the manganese is completely little to take into consideration.

verilebilir (8).

2. MATERYAL VE METOD

2.1. Difüzyon İle Sınırlı Tanecik Kümeleşme (DLA) Modeli

İki boyutlu uzayda dentritik (dallı ve alt dallı) özellik taşıyan seyrek tanecikli yapılar için difüzyon ile sınırlı tanecik kümeleşme modeli (diffusion-limited aggregation (DLA)) 1981 yılında T.Witten ve L.M.Sender tarafından takdim edilmiştir. Kapalı örgü modelidir. Modelde; kapalı bir örgünün merkezine bir çekirdek tanecik yerleştirilir. İkinci tanecik merkezden uzakta bulunan herhangi bir kenar örgü gözünden bırakılarak rasgele (random) hareket ettirilir. Bu tanecik çekirdeğin etrafındaki herhangi bir komşu göze ulaşınca kümenin elemanı olur. Daha sonraki tanecikler için aynı algoritma tekrarlanır. Eğer tanecik "random" hareketi esnasında kapalı örgünün dışına çıkarsa o tanecik iptal edilir. Daha sonra aynı işlem yeni ve farklı tanecikler için uygulanır (2,3). Küme oluşturulur. Günümüze kadar DLA modeli simülasyon çalışmalarında bir kümedeki tanecik sayısı 10^2 den 10^7 ye kadar ulaşmıştır. Ayrıca iki ya da çok boyutlu uzayda bulunan kümeler için de çalışma yapılmaktadır (4- 6).

2.2. Yoğunluk Korelasyon Fonksiyonu

Bir kümenin yoğunluk korelasyon fonksiyonu ($C(r)$), benzer küme topluluğundan elde edilen ortalama korelasyon fonksiyonuna bir yaklaştırma olarak, aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır:

$$C(r) = N^{-1} \sum_{\vec{r}} \rho(\vec{r}') \rho(\vec{r}' + \vec{r}) \quad [1]$$

N kümedeki tanecik sayısı ve $\rho(\mathbf{r})$ ise \mathbf{r} konumlu hücredeki tanecik yoğunluğudur. Bu fonksiyonun yalnızca iki örgü gözünü ayıran r uzaklığına bağlı olduğu kabul edilmektedir; bu kabul r nin değeri kümenin boyutlarından küçük ise geçerlidir. Bir fraktal kümenin korelasyon fonksiyonu,

$$C(r) = Kr^{-\alpha} \quad [2]$$

r nin bir kuvveti şeklinde değişir. Bu ifadedeki K bir sabit, α ise yoğunluk korelasyon fonksiyon üssü olup log-log grafiğinin ($\log(C)$ nin $\log(r)$ ye karşı grafiği) eğimi bulunarak hesaplanır. Dolayısı ile korelasyon yoğunluk fonksiyon üssü ile topolojik boyut arasında,

If the manganese dendrites are differently observed on the surface of the magnesite ore, they are seen to be different the quantitative, symmetry and the branch density.

2. MATERIAL and METHOD

2.1. The Model of the Diffusion-Limited Aggregation

In two dimensional space, the diffusion-limited aggregation model for the dendritic patterns that are formed rarely construction was introduced by T. A. Witten and L. M. Sender in 1981. This is off-lattice model. In this model, the seed particle is put into placed central of the off-lattice. The second particle that is fitted the edge site of off-lattice is moved randomly on the surface of the off-lattice. If this particle is reached to neighbour site of the seed particle, it settles down to there. Next, this algorithm is applied for another particle and so on.

If the particles are exteriorised in during "random" movements on the surface of off-lattice these are ignored and the new and different particles are proposed (2,3). The aggregates are formed.

The particle numbers of an aggregate have been reached from 10^2 to 10^7 in the DLA model studies. Moreover, these studies have been extended to two and greater dimensions aggregates (4-6).

2.2. The Density Correlation Function

The density correlation function ($C(r)$) which is an approximation to average correlation function obtained from similar aggregates is described as follows

where N is the particle numbers and $\rho(\mathbf{r})$ is the particles density with the r location particle. It is assumed that this function only depends on r that is the distance between two-sites. This assumption is valid if the value of r is smaller than the dimensions of the aggregate. A fractal aggregate correlation function has of the form

which changes a power of r. In Eq.2, K is a constant and α is the exponent of the density correlation function. The exponent α is the slope of the line of $\log C(r)$ and $\log r$ variations computed for the density correlation function.

There is a relation between the exponent of density correlation function and topological dimension for the aggregates. This is expressed as

$$D = d - \alpha \quad [3]$$

ilişkisi vardır. Burada d Öklit boyutudur.

2. 3. Topolojik Boyut

Kapalı kare örgü tamamen nesnelere ile doldurulmuş ise örgü boyut Öklit boyutu d ile tanımlanır. Bu durumda Öklit boyutu 1, 2, 3... gibi tam değerler alır. Bir küme en uç durumda kendine ait içinde bulunduğu uzayı tamamen doldurabildiğinden dolayı kümenin topolojik boyutu D , içinde bulunduğu uzay Öklit boyutu d ve $D \leq d$ ilişkisini sağlamak zorundadır.

Bir tanecik kümesinin topolojik boyutunu hesaplamada kullanılan metotlardan ikincisi kutu sayma (box counting) yöntemidir. Kümeye ait nesnelere bulunduğu r yarıçaplı bölge içinde $N(r)$ deki gözler sayılır.

where D and d denote topological dimension and Euclidean dimension, respectively.

2. 3. Topological Dimension

If the particles are completely filled in off-lattice, the lattice dimension is defined by Euclidean dimension d . In this case Euclidean dimension has the integer values such as 1, 2, etc.

If the aggregate patterns are filled in off square lattice, their statistical parameter is called topological dimension (D). The space in which the aggregate lies has Euclidean dimension (d). The relation between Euclidean and topological dimensions has to satisfy the inequality $D \leq d$.

The second method to compute the topological dimension for a particle aggregate is the box-counting method. $N(r)$ that is the full sites in region with the radius r is counted for the aggregates and satisfies the following relation:

$$N(r) = (1/r)^D = r^{-D} \quad [4]$$

bağıntısının log - log grafiğinin ($\log N$ nin $\log 1/r$ 'ye bağlı değişim grafiği) eğimi topolojik boyutu (D) verir (5, 6). Dolayısı ile 3 ve 4 eşitlikleri, fraktal cisimlerin boyutlarını elde etmek için iki bağımsız ifade olup, aynı değeri vermeleri gerekir.

2. 4. Tarama Yöntemi

Magnezit cevheri üzerindeki mangan kümelerinin (çiçekleri, dentritleri) topolojik boyutunu hesaplamak için en önemli yöntemlerden biri tarama yöntemidir.

Tarama yönteminde; yüzeyde bulunan doğal kümelerin tarayıcı (scanner) ile görüntüsü elde edilir (Şekil 1). Bilgisayar ortamına taşınan ve seçilen herhangi bir kümenin etrafındaki kümeye ait olmayan oluşumlar temizlenir. Kümeye ait tüm alan belirlendikten sonra kapalı kare örgü içerisine taşınır. Küme kapalı kare örgüde doğal görünümü ne olursa olsun siyah-beyaz olacak şekilde haritalandırılır. Yazılım yardımı ile kapalı kare örgüdeki her gözün doluluk oranı belirlenir. Örgü gözünün herhangi biri siyah renkle dolu ise tanecik yoğunluğu 1, eğer boş ise (beyaz) 0 alınır. Daha sonra örgü içindeki toplam dolu gözler saydırılır. Dolu gözlerin sayısı kümeyi meydana getiren toplam tanecik sayısı olarak atanır. Kutu-sayma (box-counting) yöntemi kullanılarak Eş.3'deki r yarıçaplı (radius of gyration) bölgede tanecik miktarı $N(r)$ alınarak logaritmaların değişiminin oluşturduğu doğrunun limit değerindeki eğimi (D) hesaplanır (2).

The limited-worth of the line slope of $\log N(r)$ (the particle numbers in the field of diameter r) and $\log 1/r$ (radius of gyration) variations are computed for the topological dimension (5,6). Thus, the Eqs 3 and 4 are independent expressions in order to calculate the dimension for the fractal patterns and have to give the same value.

2. 4. Scanning Method

One of the important methods that are used to determine the topological dimension for the manganese aggregate (dendrites, flowers) on the surface of the natural magnesite ore is the scanning method.

In this method, the spectra of an aggregate on the natural pattern surface are obtained with scanner (Figure 1). The strange substance surrounding of environment of transporting and choosing whatever aggregate are cleaned in the computer. After all map of the aggregate have designated it is transported on off-lattice. The aggregates are determined as black-white sites on all surface of aggregate without caring their natural color. The filled range every site on the surface aggregate is determined by software that is prepared for present study. If black sites on the surface of aggregate are get full, it is given 1, untoward 0. Next, the all black sites are counted on the aggregate surface in the off-lattice. These are the total particle numbers of the natural aggregates.

The topological dimension (D) is calculated by the limited worth of the line slope of $\log N(r)$ (particle numbers in the field of diameter r) and $\log r$ (radius of gyration) variations. The box-counting method (2) is used in the Eq.3.

3. BULGULAR

Bu çalışmada, Monto Carlo (MC) simülasyon yöntemi kullanıldı. Difüzyon ile sınırlı tanecik kümeleşme (DLA) modeli için hazırlanan algoritmaya göre Delphi-Demo bilgisayar dilinde yazılan program (yazılım) ile bilgisayarda, mangan dentritleri benzeri oluşumlar elde edildi. Oluşumlar kapalı kare örgüde haritalandı. Örgü

→ içinde dolu olan gözler için tanecik yoğunluğu $\rho(\mathbf{r})=1$,

→ boş olan gözler için ise $\rho(\mathbf{r})=0$ alınarak yoğunluk korelasyonu fonksiyonun üssü hesaplandı.

Kümelerin topolojik boyut değerlerini hesaplamak için iki metod kullanıldı. Birinci metod; kümelerin korelasyon yoğunluk fonksiyonu üssü ile topolojik boyut arasında $D=d-2$ (Eş. 3) ilişkisinden yararlanıldı. İkinci metodta ise kutu-sayma yöntemi (Eş. 4) kullanıldı. Eş.3 ve 4 kullanılarak hesaplanan değerler karşılaştırıldı.

T.A. Witten ve L.M. Sender, kenar uzunluğu (300,300) nokta birimi (pixel) olan kapalı kare örgüde merkezi çekirdek koordinatı (150,150) nokta birimi (pixel) ve 3624 tanecikli bir küme için yoğunluk korelasyon fonksiyonun üssünü $0,343 \pm 0,005$ ve topolojik boyut değerini $1.67 \pm 0,05$ olarak hesaplamıştır (2).

Bu çalışmada simülasyon hesaplaması sonucunda korelasyon fonksiyon üssü $0.343 \pm 0,005$ ve topolojik boyut değeri $1.657 \pm 0,004$ olarak bulunmuştur. Bilgisayarda hazırlanan yazılımın sonuçları ile literatürdeki sonuçlar uyumludur. Böylece programın güvenilirliği sağlanmıştır (2, 3, 7).

Tarayıcı (scanner) kullanarak doğal manyezit cevheri yüzeyinde bulunan mangan dentritleri (kümeleri) bilgisayar ortamına taşındı. Seçilen herhangi keyfi mangan dentritlerinden bir kaç tanesi alınarak kümeye ait olmayan oluşumlar temizlenip, küme karelendi. Her bir karenin doluluk oranı belirlenerek dolu bir karenin (gözün) tanecik yoğunluğu 1, boşun ki 0 alındı. Daha sonra mangan kümelerinin yoğunluk korelasyon fonksiyon üssü ve topolojik boyut değerleri hesaplandı. Hesaplanan değerler Çizelge 1 de sunulmaktadır. Şekil 2 de S1, S2 bilgisayar ile oluşturulan simülasyon ve T1 ise tarayıcı ile elde edilen kümelerin görüntüleri verilmektedir.

3. FINDINGS

In this study Monte Carlo (MC) Simulation Method was used. The formations that look like the manganite dendrites are obtained by using a code that is written in Delphi-Demo with respect to the algorithm prepared for diffusion limited aggregation model. The map of formation is put into place on the square off-lattice. If the particle density for black sites on the surface of aggregate

→ is get full it is given $\rho(\mathbf{r})=1$,

→ untoward $\rho(\mathbf{r})=0$. Thus, the exponents of correlation function are calculated to all aggregates.

Two methods are used in order to calculate the topological dimension for each aggregate. In the first method, $D=d-2$ that is the relation between the exponent of density correlation function and the topological dimension is used Eq.3. The second method involves the box-counting method Eq.4 The results that are obtained using the Eq.s 3 and 4 are compared.

The exponent of the density correlations function $0,343 \pm 0,005$ and topological dimension 1.67 ± 0.05 for an aggregate were calculated by T.A. Witten and L.M. Sender in former study (2). In their work, the square lattice edge sizes are (300,300)-point unit (pixel), the coordinates of the seed particle are (150,150)-point unit (pixel) and the particle numbers of this aggregate is 3624.

In this study, we found that the exponent of density correlation function is 0.343 ± 0.005 and the topological dimension is 1.657 ± 0.004 . The results of the software to calculate the statistical parameter for the aggregate agree with former studies. Thus, it shows that the software is more dependable (2,3,7).

The spectra of an aggregate on the natural pattern surface are obtained with scanner in scanning method. Choosing arbitrary aggregate the strange substance surrounding of environment of transporting is cleaned in the computer after all map of the aggregate have designated and transported on off-lattice. The map of formation is put into place on the square off-lattice. The aggregates are squared. If the particle density for black sites on the surface of aggregate are get full, it is given 1, untoward 0. Later the exponent of density correlation function and topological dimension are calculated for aggregates. The competed values are introduced in Table 1. The spectra of the aggregates that are obtained with computer simulation method (S1, S2) and scanning method (T1) are presented in Figure 2.

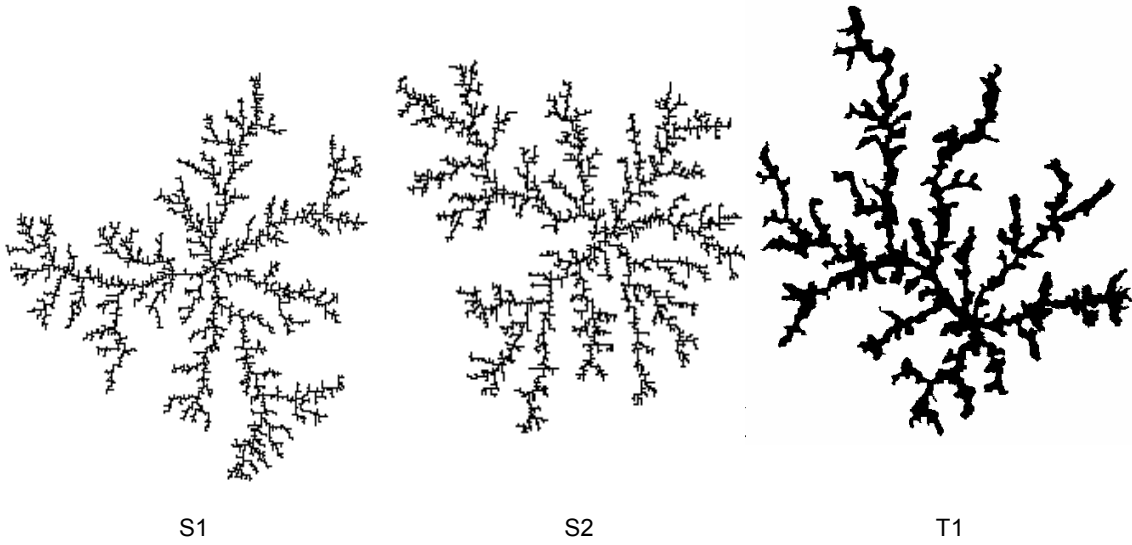


Figure 2. S1; The aggregate that is obtained by the simulation method involving 5001 particle numbers in off-lattice. The viscous probability is 1
 S2; The aggregate that is obtained by the simulation method involving 5001 particle numbers in off-lattice. The viscous probability is 0.6
 T1; The aggregate that is obtained by the scanning method involving 16248 particle numbers in off-lattice

Şekil 2. S1; Kapalı kare örgüde 5001 tanecikli simülasyon ile oluşturulan bir küme. Yapışma olasılığı 1 dir
 S2; Kapalı kare örgüde 5001 tanecikli simülasyon ile oluşturulan bir küme. Yapışma olasılığı 0.6 dir
 T1; Kapalı örgüde 16248 tanecikli tarama ile oluşturulan bir küme

Şekil 3 de yoğunluk korelasyon fonksiyonu $C(r)$ nin örgü sabiti r nin logaritmalarının ve Şekil 4 de ise kümenin tanecik sayısı $N(r)$, örgü sabitinin tersi $(1/r)$ nin logaritmanın doğruya karşılık gelen kısmın limit aralığında değişim grafiği sunulmaktadır.

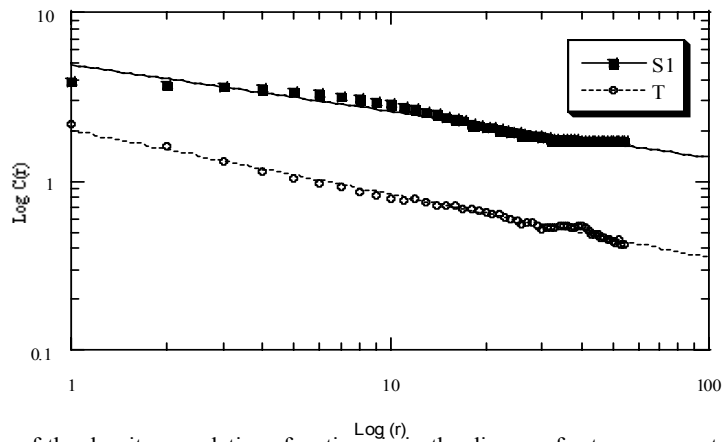


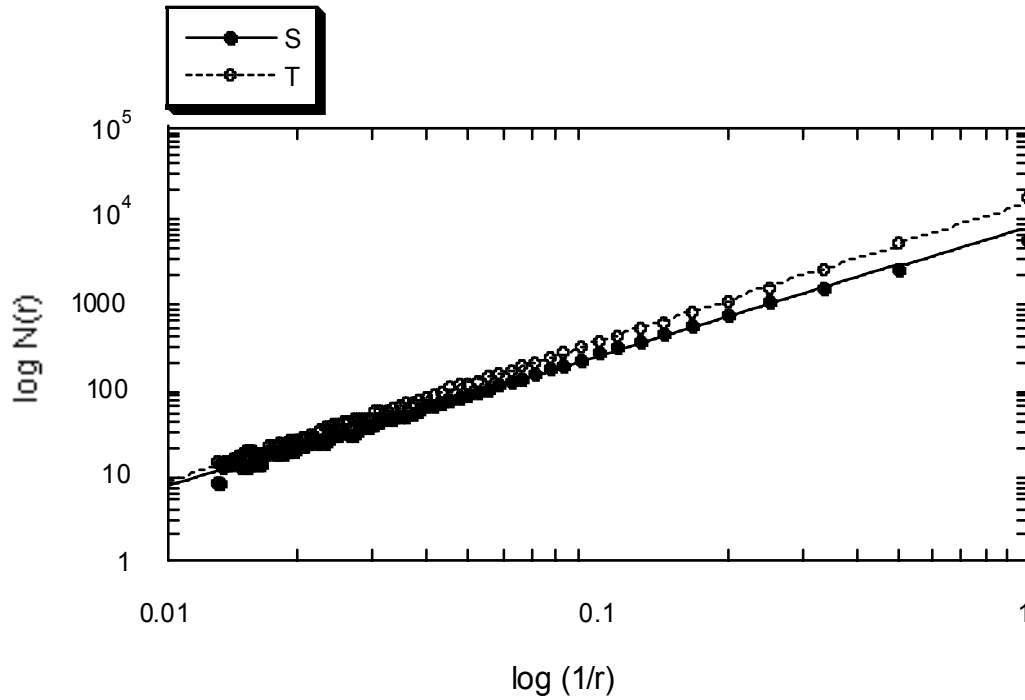
Figure 3. The variation of the density correlations functions is in the diagram for two aggregates that are obtained both scanning method and MC simulation method (S1; simulation method and T; scanning method)

Şekil 3. Tarama yöntemi ve bilgisayar simülasyonu ile elde edilen iki kümenin yoğunluk korelasyon fonksiyon değişimlerinin karşılaştırılması (S1; simülasyon ve T; tarama).

Table 1. The exponents of the density correlation function and the fractal dimensions for the natural manganese flowers and DLA method aggregate**Çizelge 1.** Bilgisayar simülasyonu ve tarama yöntemi ile elde edilen kümelerin yoğunluk korelasyon fonksiyon üsleri ile topolojik boyut değerleri

Symbols /Simge	Particles numbers /Tanecik sayısı	Fit of range /Fit aralığı	α	Topologic dimension (D ₂) /Topolojik boyutu	Topologic dimension (D ₁) D = d - α /Topolojik boyutu
S1	5001	2-40	0.343 ± 0.005*	1.617 ± 0.004	1.657 ± 0.005
S2	5001	3-27	0.346 ± 0.004	1.602 ± 0.004	1.654 ± 0.004
T1	16248	3-27	0.341 ± 0.004	1.61 ± 0.05	1.659 ± 0.004

It is only given the ratio of statistical error in results.
Sonuçlarda hata oranı yalnızca istatistik hata olarak verilmiştir.

**Figure 4.** The variations of the topological dimension in diagram are for two aggregates that are obtained both scanning method (T) and MC simulation method (S1)**Şekil 4.** Tarama ve simülasyon yöntemi ile elde edilen iki kümenin topolojik boyut değişimlerinin karşılaştırılması (S1; Simülasyon, T; Tarama)

3. TARTIŞMA VE SONUÇ

Manyezit cevheri üzerinde bulunan doğal mangan çiçekleri ayrı ayrı incelendiğinde, büyüklük ve simetri bakımından farklı oldukları görülür. Merkezi çekirdeğe bağlı beş ya da altı dallı ve bu dallara herhangi noktadan

3. DISCUSSIONS AND RESULTS

When the natural manganese flowers are separately investigated it is different seen from the features of greatness and symmetric. The basic structure of this aggregate pattern (manganese dendrite) is formed with

eklemler alt dallı ve bu dallara herhangi noktadan eklemli alt dallardan oluşmaktadır. Mangan çiçekleri seyrek yapı, kendine benzer (self – similarity), dentritik ve fraktal özellik gösterirler.

MC simülasyon yöntemi kullanılarak DLA modeli simülasyonu kümeleri ile doğal manyezit cevheri yüzeyinde bulunan mangan kümeleri (çiçekleri, dentritleri) ile aynı görünümündedir.

Literatürde yapılan çalışmalarda, dentritik yapılar için yoğunluk korelasyon fonksiyon üssü 0.343(2) ve topolojik boyut değeri 1.67(2,3) olarak hesaplanmıştır. Bu çalışmada simülasyon sonucunda korelasyon fonksiyon üssü 0.343 ve topolojik boyut değeri 1.657 olarak bulunmuştur. Dolayısı ile topolojik boyut için $d \geq D$ şartı sağlar ve kümeler kapalı kare örgü yüzeyini tam dolduramamaktadır.

Doğal mangan çiçekleri için tarama yöntemi kullanılarak hesaplanan korelasyon yoğunluk fonksiyon üssü, fraktal boyut değerleri ve literatür sonuçları Çizelge 2 de sunulmaktadır.

Table 2. The results of the exponent of the density correlation function and the fractal dimensions for the natural manganese flowers that are calculated in present study and former studies

Çizelge 2. Simülasyon ve tarama yöntemi kullanılarak oluşturulan mangan çiçeklerinin yoğunluk korelasyon fonksiyon üsleri ve topolojik boyut değerlerinin literatür sonuçları

Aggregate size /Küme parametreleri	Results of former /Literatür sonuçları	Results of simulation /Simülasyon sonuçları	Results of scanner /Tarama sonuçları
The exponent of the density correlation function (α)	0.343 (2)	~0.343 – 0.346	0.341
/Koralelasyon fonksiyon üssü The fractal dimensions (D) /Topolojik boyutu	1.67(2,3)	~1.657 – 1.654	1.659

Bu çalışmada DLA ve tarama yöntemi kullanılarak mangan kümeleri için elde edilen sonuçlar birbirleri ile ve literatür ile uyum içindedir. Bu durum Manyezit cevheri içerisinde kümelenen manganların dentritik bir yapı oluşturduğunu göstermektedir. Ayrıca iki boyutlu uzayda ($d=2$), manyezit cevheri yüzeyinde oluşan doğal mangan kümelerinin (çiçekleri, dentrit), difüzyonla sınırlı tanecik kümeleşme (DLA) modeli ile yapılaşma olasılığı 0.6 – 1 aralığı için simüle edilebileceği görülmüştür.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmada öneri ve katkılarından dolayı Sayın Nevzat AKTEKİN'e ve numunelerin içeriğini tespit eden katkılarından dolayı MTA kurumuna, ayrıca yapıcı eleştirilerinden dolayı Bülent KUTLU'ya teşekkür ederiz.

main branches connected to the central seed particle and the sub-branches formed randomly. Dendrites are both the self-similar and the fractal. Manganese flowers have the structure that is not dense, self – similar, dendritic and fractal.

The results indicate that DLA models' aggregates that are obtained by using Monte Carlo simulation method and the natural manganese aggregates (dendrites, flowers) look the same.

The exponent of the density correlation functions and fractal dimension were calculated as 0.343(2) and 1.67(2,3), respectively, for dendritic structure in former study. In this study, these values have been founded as 0.343 for the exponent and 1.657 for the fractal dimension 1.657 for the same structure. Thus, the condition $d \geq D$ for the topological dimension is satisfied. The aggregates are completely covered of the surface of the off-lattice.

Table 2. presents the exponent of the density correlation function and the value of the fractal dimensions that are calculated in present study for the natural manganese flowers and also the result of former study.

This work indicates that the results (exponents and fractal dimensions) that are obtained using both the DLA model and the scanner method for the manganese flowers are accommodated the former study. The manganese flowers on the surface of manganese ore are pointed out the dendritic structure in this state.

This study also indicates that the manganese aggregates (flowers, dendrites), which are formed on the natural magnesite ore, are explained with the diffusion limited aggregation model in the two dimension space ($d=2$). The aggregates are simulated among 0.6 – 1 of the viscous probability.

ACKNOWLEDGMENT

We would like to thank Nevzat Aktekin and Bülent Kutlu for helpful comments and discussions.

KAYNAKLAR/REFERENCES

1. Ben-Jacop, E., "From Snowflake Formation to Growth of Bacterial Colonies. Part I: Diffusive Patterning in Azoic Systems", *Comtemporary Physics*, 34:247-273 (1993).
2. Witten, T.A., Sander, L. M., "Diffusion-Limited Aggregation a Kinetic Critical Phenomenon", *Physical Review Letters*, 47:1400-1403 (1983).
3. Witten, T.A., Sander L. M., "Diffusion-Limited Aggregation", *Physical Review B*, 27:5686-5697 (1983).
4. Meakin, P., "Progress in DLA Research", *Physica D*, 86:104-112 (1995).
5. Meakin, P., "Formation of Fractal Clusters and Networks by Irreversible Diffusion – Limited Aggregation", *Physical Review Letters*, 51:1119-1122 (1983).
6. Meakin, P., "Off-lattice Simulations of Cluster-Cluster Aggregation in Dimensions 2-6", *Physics Letters*, 107A:269-272 (1985).
7. Bayırlı, M., "İki Boyutlu Uzayda Tanecik Kümeleşmesinin İncelenmesi", Doktora Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 50-86 (2003).
8. Erdoğan, N. ve Yıldız, R., Magnezit ve Bazik Refrakter Malzeme Teknolojisi, *Lale Ofset*, Kütahya (1995).

Received/ Geliş Tarihi: 05.03.2003 Accepted/Kabul Tarihi:08.03.2004