

T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
BİLİMSEL ARAŞTIRMA PROJELERİ
KOORDİNASYON BİRİMİ



**GERÇEK MANYETİK MATERYALLERE PROTOTİPİK MODEL
OLUŞTURAN TRIANGULAR ÖRGÜ ÜZERİNDE SAF VE KARMA SPİN
İSİNG SİSTEMLERİNİN DİNAMİK DAVRANIŞLARININ
İNCELENMESİ**

Proje No: 5188 Dış Kaynaklı Proje

Proje Türü
Araştırma Projesi

SONUÇ RAPORU

Proje Yürütücüsü
Doç. Dr. Mehmet ERTAŞ
Fen Fakültesi / Fizik Bölümü

Araştırmacı
Dr. Ersin KANTAR
Dr. Yusuf KOCAKAPLAN
Fen Fakültesi / Fizik Bölümü

Kasım 2016

KAYSERİ

ÖNSÖZ

Bazı gerçek manyetik materyallere prototipik model oluşturan, düşük sıcaklık ve yüksek dejenere durumlarında farklı davranışlar gösteren triangular örgü yapısı üzerinde, Ising sistemlerinin dinamik özellikleri incelenmiştir. Bu amaç için birçok fiziksel kooperatif sistemlerin termodinamik davranışlarını incelemeye kullanılan saf spin-1/2 ve spin-1 ile saf spin sistemlerine göre daha az öteleme simetrisine sahip olmaları ve moleküler tabanlı manyetik malzemelere model oluşturmaları gibi önemli özelliklerinden dolayı karma spin (1/2, 1/2, 1) Ising modelleri seçildi. Seçilen bu modellerin dinamik faz geçiş sıcaklıkları, dinamik faz diyagramları, dinamik histerik özellikleri gibi dinamik davranışları Glauber-tipi stokastik dinamik temelli etkin alan teorisi (DEAT) ve Glauber-tipi stokastik dinamik temelli ortalama alan yaklaşımı (DOAY) kullanılarak kapsamlıca incelendi.

İlk olarak, sistemlerin dinamik davranışlarını tanımlayan denklemler elde edildi ve daha sonra, bu denklemler Adams-Moulton kestirme-düzeltilme, Runge-Kutta, vb, gibi nümerik yöntemlerle çözülecek ve düzen parametrelerinin zamana göre değişimleri incelenerek sistemlerde oluşan fazlar tespit edildi. İkinci olarak, dinamik düzen parametrelerini veren denklemler Adams-Moulton kestirme düzeltilme yöntemi ve Romberg integrasyon yöntemi beraber kullanılarak çözüldü ve dinamik düzen parametrelerinin sıcaklığa göre değişimleri kapsamlıca incelenerek, sistemlerde meydana gelen faz geçişlerinin tabiatı (birinci- veya ikinci-derece) karakterize edildi ve aynı zamanda dinamik faz geçiş (DFG) sıcaklıkları bulundu. Daha sonra, hesaplanan DFG sıcaklıkları kullanılarak sistemlerin dinamik faz diyagramları farklı düzlemlerde sunularak literatürdeki mevcut sonuçlarla karşılaştırıldı ve güzel, kuantatif, uyum gözlendi. Son olarak sistemin dinamik histerik özelliklerini anlamak için yukarıda bahsedilen nümerik metotlarla dinamik düzen parametrelerinin salınımlı dış manyetik alanla değişimleri incelendi ve yine literatürdeki mevcut sonuçlarla karşılaştırıldı ve güzel, kuantatif, uyum gözlendi.

Proje dâhilinde SCI indeksinde taranan Journal of Magnetism and Magnetic Materials dergisinde 1 adet, Physica A: Statistical Mechanics and its Applications dergisinde 1 adet, Journal of Superconductivity and Novel Magnetism dergisinde 1 adet olmak üzere 3 adet makale kabul edilerek yayımlanmıştır. Yine 1 adet çalışmamız Journal of Superconductivity and Novel Magnetism dergisinde kabul edilmiş olup bu anda basım aşamasındadır. İki adet

makale ise yayınlanmak üzere Phase Transitions ve Chinnese Physics B dergilerinde yayımlanmak üzere gönderilmiş olup bu anda çalışmalar inceleme aşamasındadır. Aynı zamanda, 1 adet poster bildiri Ulusal toplantıda sunulmuştur. Ümit ederiz ki, bu proje ve çıktıları dinamik sistemler üzerine çalışan teorik ve deneyci meslektaşlarımıza faydalı olur ve aynı zamanda yeni ve daha kaliteli çalışmalara ışık tutar.

Bu kapsamlı proje; Erciyes Üniversitesi tarafından 5188 proje kodu ile desteklenmiştir. Ayrıca bu proje TÜBİTAK tarafından 3001 - Başlangıç Ar-Ge Projeleri Destekleme Programı kapsamında 114F008 proje kodu ile desteklenmiştir. Bu anlamda verdiği maddi desteklerden dolayı TÜBİTAK'a ve Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimine en içten teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca projede bursiyer olarak görev alan Dr. Yusuf KOCAKAPLAN'a ve proje hak sahiplerinden olan Dr. Ersin KANTAR'a en içten teşekkürlerimi sunarım.

Kasım, 2016

Mehmet Ertaş

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	ii
ÖZET	2
ABSTRACT	3
1. BÖLÜM	
1.1 Giriş.	4
2. BÖLÜM	
2.1 Triangular Örgü Yapısı Üzerinde Spin-1/2 Ising Sisteminin Dinamik Faz Geçiş Sıcaklıkları ve Dinamik Faz Diyagramları.	7
3. BÖLÜM	
3.1 Triangular Örgü Yapısı Üzerinde Spin-1 Ising Sisteminin Denge Manyetik Özellikleri.	8
3.2 Triangular Örgü Yapısı Üzerinde Spin-1 Ising Sisteminin Dinamik Faz Geçiş Sıcaklıkları ve Dinamik Faz Diyagramları.	8
3.3 Triangular Örgü Yapısı Üzerinde Spin-1 Ising Sisteminin Dinamik Histerisis Davranışları.	9
4. BÖLÜM	
4.1 Triangular Örgü Yapısı Üzerinde Karma Spin (1/2, 1/2, 1) Ising Sisteminin Dinamik Dinamik Faz Geçiş Sıcaklıkları ve Dinamik Faz Diyagramları.	10
5. BÖLÜM	
5.1. Spin-3/2 Ising Sisteminin Dinamik Histerisis Özelliklerinin incelenmesi.....	11
6. BÖLÜM	
6.1 Sonuç ve Öneriler.	12
KAYNAKLAR	16
EKLER	23

ÖZET

Saf spin-1/2 ve spin-1 Ising modelleri birçok fiziksel kooperatif sistemlerin termodinamik davranışlarını incelemek için kullanılan önemli sistemlerdir. Bununla birlikte, karma spin Ising modelleri de potansiyel teknolojik uygulamaları, saf spin sistemlerine göre daha az öteleme simetrisine sahip olmaları ve moleküler tabanlı manyetik malzemelere model oluşturmaları gibi özelliklerinden dolayı son yıllarda en fazla çalışılan konular arasındadır. Diğer taraftan, CsCoX_3 ($X = \text{Cl}$ veya Br) ve $\text{Ca}_3\text{Co}_2\text{O}_6$ benzeri spin-zincir bileşikler gibi bazı gerçek manyetik materyallere prototipik model oluşturması ve düşük sıcaklık ve yüksek dejenere durumlarında farklı davranışlar göstermesinden dolayı, triangular örgü yapısı giderek büyük ilgi çekmektedir.

Bu proje kapsamında: Triangular örgü üzerinde, (i) saf spin-1 Ising sisteminin denge davranışları etkin alan teorisi (EAT) kullanılarak kapsamıca incelendi. Spin-1 Ising sisteminin mıknatıslanma, alınganlık, faz diyagramları ve histerisis davranışları gibi denge manyetik özellikleri üzerine Hamiltonyen parametrelerinin etkileri ayrıntılı bir şekilde çalışıldı. Sistemin faz diyagramları iki farklı dzlemde sunuldu. Fiziksel parametrelere bağlı olarak üçlü kritik nokta ve bazı özel kritik noktalar bulundu. Ayrıca sistemde tekli ve ikili histerisis davranışlar gözlemlendi. (ii) saf spin-1/2, spin-1 ve karma spin (1/2, 1/2, 1) Ising sistemlerinin dinamik davranışları Glauber-tipi stokastik dinamik temelli etkin alan teorisi (DEAT) ve ortalama alan yaklaşımı (DOAY) kullanılarak kapsamıca incelendi. Bu sistemlerin dinamik faz geçiş sıcaklıkları, dinamik faz diyagramları, dinamik histerik özellikleri gibi dinamik davranışları kapsamıca incelendi. Dinamik faz diyagramlarının, sistemlere ve sistem parametrelerine bağlı olarak, dinamik üçlü kritik nokta, farklı dinamik özel noktalar ve reentrant davranış sergiledikleri gözlemlendi. Bununla birlikte sistemlerde sadece tekli histerisis davranış gözlemlendi.

Anahtar Kelimeler: Triangular örgü, Etkin alan teorisi, Ortalama alan yaklaşımı, Denge ve dinamik özellikler, Faz geçişleri, Histerisis davranış

ABSTRACT

The pure spin-1/2 and spin-1 Ising models are important systems that have been used to investigate the thermodynamic behaviors of many physical co-operative systems. Moreover, in recent years the mixed spin Ising models are most extensively studied from the reason that their potential technological applications, less translational symmetry than pure spin systems and to be modeling to the molecular-based magnetic materials. On the other hand, the triangular lattice structure increasingly attractive more interest due to the fact that it has been prototypical modeling to the some real magnetic materials like CsCoX_3 ($X = \text{Cl}$ or Br) and $\text{Ca}_3\text{Co}_2\text{O}_6$ spin-chain compounds and for low-temperature and high-degenerate case show different behaviors.

In the scope of this project: On the triangular lattice, (i) the equilibrium behaviors of the pure spin-1 Ising system by means of effective-field theory (EFT) were examined comprehensively. The effects of the Hamiltonian parameters on the equilibrium magnetic properties of the spin-1 Ising system, such as magnetization, susceptibility, phase diagram and hysteresis behaviors, are investigated in detail. The phase diagrams of the system are presented in two different planes. The tricritical point and some special points are found to depend on the physical parameters of the system. In the system, the single and double hysteresis loops behaviors are also observed. (ii) the dynamic behaviors of the pure spin-1/2, spin-1 and mixed spin (1/2, 1/2, 1) Ising systems by means of the Glauber-type stochastic dynamics based on effective-field theory (DEFT) and mean-field theory (DMFT) were examined comprehensively. The dynamic phase transition temperatures, dynamic phase diagrams and dynamic hysterical behaviors of these systems were examined in detail. The dynamic tricritical point, different special points and reentrant behavior were observed to depend on the systems and physical parameters of the dynamic phase diagrams. Moreover, the system showed only the single hysteresis loops behavior.

Keywords: Triangular Lattice, Effective-field theory, Mean Field Approach, Equilibrium and nonequilibrium properties, Phase transitions, Hysteresis behavior

1. BÖLÜM

1.1 Giriş

Ising modellerine ve onların birçok varyasyonlarına fiziğin değişik alanlarında karşılaşılmaktadır; istatistik fizik ve yoğun madde fiziğinde de üzerinde en fazla çalışılan problemlerden biri ve aynı zamanda birçok değişik sistemleri incelemede en fazla kullanılan modellerden birisidir ve halen kullanılmaya devam edilmektedir. Bu kapsamda bu model kullanılarak, nano yapıları malzemelerin (nanotel, nanotüp, nanoparçacık, vb) [1-15], ince filmlerin [16-19], bazı gerçek moleküller ile uyumlu örgü yapısına sahip (Örneğin, triangular örgü yapısındaki CsCoX_3 ($X = \text{Cl}$ veya Br) ve $\text{Ca}_3\text{Co}_2\text{O}_6$ gibi [20, 21] veya Shastry-Sutherland örgü yapısındaki $\text{SrCu}_2(\text{BO}_3, \text{TmB}_4, \text{ErB}_4, \text{Yb}_2\text{Pt}_2\text{Pb}$ gibi [22-24]) malzemelerin manyetik özellikleri üzerine çalışmalar yapılmaya başlanmıştır. Saf spin-1/2, spin-1 ve karma spin Ising sistemleri birçok fiziksel kooperatif sistemlerin termodinamik davranışlarını incelemek için kullanılan önemli sistemlerdir.

Diğer taraftan, Ising modelleri içinde en basit ve en yaygın olarak kullanılan model, spin-1/2 Ising modelidir. Bu model ilk defa Lenz tarafından 1927 de tanımlanmıştır. Bu model tek düzen parametrelili ve iki durumlu bir sistem olup akışkan konsantrasyonu, gazların soğurulması, ikili sıvı veya gazların faz geçişleri, ikili alaşımlardaki düzenli-düzensiz faz geçişleri, vb. gibi sistemlerin incelenmesinde kullanılmıştır [25, 26]. Bu sistem günümüzde birçok farklı fiziksel sistem veya olayları incelemede kullanılmaktadır [27, 28 ve içindeki kaynaklar]. İkinci derece basit sistem olan Spin-1 Ising modeli 1960'lı yıllarda tanımlanmış [29, 30]. Bu model, üçlü durumlu ve iki düzen parametrelili bir sistemdir. Bu iki model zamanımıza kadar kullanılmış ve halen de kullanılmaya devam etmektedir [31-38]. Bununla birlikte, potansiyel teknolojik uygulamaları, saf spin sistemlerine göre daha az öteleme simetrisine sahip olmaları ve moleküler tabanlı manyetik malzemelere model oluşturmaları gibi özelliklerinden dolayı karma spin Ising modelleri de son yıllarda en fazla çalışılan konular arasındadır [39, 40 ve içindeki kaynaklar].

Günümüze kadar Ising modelleri kullanılarak sistemlerin hem denge hem de dinamik davranışları farklı metotlar kullanılarak incelenmiş ve incelenmeye devam edilmektedir. Dinamik davranışlar üzerine yapılan çalışmalar matematiksel zorluklarından dolayı denge davranışları üzerine yapılan çalışmalara göre daha az sayıdadır. Dinamik sistemlerdeki ilginç

problemlerden birisi, dengesiz veya dinamik faz geçiş (DFG) sıcaklıklarının hesaplanması ve dinamik faz diyagramlarının elde edilmesidir. Dinamik faz geçişlerine sebep olan mekanizma kesin olarak keşfedilmediğı gibi temel fenomenolojisi de halen çok az geliştirilebilmiştir ve bundan dolayı da üzerinde çok çalışılan ve çalışılması gerekli konulardan birisi olmuştur. DFG sıcaklıkları, deneysel olarak ilk defa, çok ince Co/Cu (001) ferromanyetik filmlerinde gözlenmiştir [41, 42]. Bu çalışmalara ilaveten, ferroik sistemlerde (ferromağnet, ferroelektrik ve ferroelastik) [43], YbaCuO filmlerde [44], C₁₀E₃/D₂O sisteminde [45], aşırı ince Fe/Au(001) filmlerde [46, 47], [Co/Pt]₃ manyetik çok tabakalı sisteminde [48], ince polikristal Ni₈₀Fe₂₀ filmlerde [49], photoinduced faz geçişlerinde [50], yüksek sıcaklık Bi₂Sr₂CaCu₂O_y süperilerken bileşğinde [51] ve PEN (polietilen naftalin) nano bileşiklerinde [52] DFG sıcaklıkları gözlenmiştir

Spin-zincir bileşikleri gibi bazı gerçek manyetik materyallere prototipik model oluşturmaları ve düşük sıcaklık ve yüksek dejenere durumlarında farklı davranışlar göstermesinden dolayı, triangular örgü yapısı üzerine yapılan çalışmalar son iki yılda artmaya başlamış ve bu alışmalar Nature Physics, Physical Review E, Physics Letters A, Physica A gibi alanında saygınlığı yüksek dergilerde yayımlanmıştır [53-59]. Struck ve arkadaşları, triangular örgü üzerinde Ising XY spin sisteminin manyetik faz geçişleri gibi manyetik özelliklerini yapay değışken alanları kullanarak incelediler [53]. Zukovi ve Bobak [54], Blume-Capel antiferromanyetik sisteminin faz geçişlerini triangular örgü üzerinde Monte-Carlo simülasyonu kullanarak araştırdılar. Bu çalışmada kristal alan etkileşme parametresine bağılı olarak iki faz geçişi gözlemlendiler. Borovsky ve arkadaşları [55], seyreltilmiş triangular Ising antiferromanyetik sisteminin kritik ve üçlükritik davranışlarını dış manyetik alan varlığında Monte-Carlo simülasyonunu kullanarak incelediler. Antiferromanyetik durum için, triangular örgü üzerinde, düşük sıcaklıklarda yarı kararlı denge durumları [56] ve faz diyagramları ile taban durum mıknatıslanmaları üzerine olasılığın etkisi, Zukovi ve arkadaşları tarafından araştırıldı [57]. Theodorakis ve Fytas [58], triangular Blume-Capel modeli üzerine bağılı rastgeleliğin etkisini MC simülasyonu kullanarak incelediler ve sistemin hem birinci hem de ikinci derece faz geçişi sergilediğini gözlemlerler. Bu kapsamlı çalışmalara rağmen, en iyi bilgilerimiz dâhilinde literatürde, triangular örgü üzerinde saf ve karma spin Ising sistemlerinin dinamik faz geçiş sıcaklıkları, dinamik faz diyagramları, dinamik histerisis gibi dengesiz davranışlarını açıklayan herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Bununla birlikte denge özellikleri üzerine sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır.

Beş bölümden oluşan bu projenin ilk bölümü giriş bölümü olup, 2. Bölüm’de triangular örgü yapısı üzerinde spin-1/2 Ising sisteminin dinamik özellikleri incelenmiştir. 3. Bölüm’de triangular örgü yapısı üzerinde spin-1 Ising sisteminin denge ve dinamik özellikleri incelenmiştir. 4. Bölümde karma spin $(1/2, 1/2, 1)$ Ising sisteminin dinamik faz geçiş sıcaklıkları ve dinamik faz diyagramları elde edilmiştir. 5. Bölümde spin-3/2 Ising sisteminin dinamik histerisis özelliklerinin incelenmesi

Her bölümün arkasında sonuç ve tartışma kapsamıca verildiğinden, gereksiz tekrarlamalardan kaçınmak için, son bölümde çok kısa ve maddeler halinde sonuç ve öneriler sunulmuştur.

2. BÖLÜM

2.1 Triangular Örgü Yapısı Üzerinde Spin-1/2 Ising Sisteminin Dinamik Faz Geçiş Sıcaklıkları ve Dinamik Faz Diyagramları

Triangular örgü yapısı üzerinde, en basit sistem olan spin-1/2 Ising sisteminin dinamik manyetik özellikleri ile ilgili çalışmada, sistemin dinamik faz geçiş sıcaklıkları, dinamik faz diyagramları ve dinamik histerik özellikleri (dinamik histerezis çevrimi, dinamik coercivity ve dinamik artık mıknatıslanma) elde edilmiştir. İlk olarak sistemin dinamik davranışını tanımlayan dinamik denklemler Glauber geçiş oranları temelli etkin-alan teorisi, kısaca dinamik etkin alan teorisi (DEAT) kullanılarak elde edildi. Sistemde mevcut olan fazları elde etmek için ortalama mıknatıslanımın zamana bağlı davranışları nümerik yöntemler kullanılarak incelendi. Bu inceleme sonucunda etkileşme sabitlerine bağlı olarak, sistemin paramanyetik (p), ferromanyetik (f) temel fazlarının yanı sıra $f + p$ karma fazını içerdiği görülmüştür. Daha sonra dinamik faz geçiş sıcaklıklarını bulmak ve dinamik faz geçişlerin doğasını (birinci-veya ikinci-derece) karakterize etmek için dinamik düzen parametrelerinin indirgenmiş sıcaklığa (T/J) göre davranışı incelenmiştir. Dinamik faz geçiş sıcaklıkları elde edildikten sonra sistemin dinamik faz diyagramları (T/J , h_0/J) düzleminde sunulmuştur. Faz diyagramları, etkileşme sabitlerine bağlı olarak dinamik üçlükritik nokta, dinamik sıfır sıcaklık kritik nokta ve dinamik üçlü nokta gibi bazı özel kritik noktalar içermektedir. Aynı zamanda reentrant davranışta sergilemektedir. Son olarak sistemin dinamik histerezis çevrimi, dinamik coercivity ve dinamik artık mıknatıslanma gibi dinamik histerik özelliklerinin sıcaklığa ve konsantrasyona bağlı davranışları kapsamlıca incelenmiştir. Çalışma **Physica A: Statistical Mechanics and its Applications 444, 732-743 (2016)** dergisine yayınlanmıştır. Daha kapsamlı bilgiler yayımlanmak üzere gönderilen bu çalışmadan elde edilebilir.

3. BÖLÜM

3.1 Triangular Örgü Yapısı Üzerinde Spin-1 Ising Sisteminin Denge Manyetik Özellikleri

Projemizde belirtildiği gibi, triangular örgü yapısı üzerinde saf spin sistemlerinin denge davranışları ya hiç incelenmemiş ya da kapsamlıca incelenmemiştir. Bu gibi sistemlerin dengesiz davranışlarını incelemeden önce, dengeli davranışlarını incelememiz daha uygun olacağından, bu konuda aşağıdaki çalışma yapılmıştır:

Triangular örgü yapısı üzerinde spin-1 Ising sisteminin denge durumundaki mıknatıslanma, alınganlık, histerezis çevrimi ve faz diyagramı gibi termodinamik ve manyetik özellikleri korelayonlu Etkin-Alan Teorisi (EAT) kullanılarak kapsamlıca incelendi. İlk olarak sistemin model ve formülasyonu tanımlandı ve bundan yararlanarak sistemin düzen parametreleri için EAT denklemleri elde edildi. Düzen parametrelerinden yararlanarak termodinamik ve manyetik nicelikler için gerekli olan denklemler elde edildi. Birbirlerine bağlı bu çiftlenimli denklemler numerik olarak çözüldü ve sistemin düzen parametreleri ile termodinamik ve manyetik niceliklerinin termal davranışları sistem parametrelerinin çeşitli değerleri için elde edildi. Düzen parametrelerinin sıcaklığın fonksiyonu olarak davranışları incelenerek faz geçiş sıcaklıkları tespit edildi ve aynı zamanda faz geçişlerinin doğası (kesikli veya sürekli yani birinci- veya ikinci-derece faz geçişleri) karakterize edildi. Faz diyagramları, (D, T) ve (p, T) düzlemlerinde sunuldu. Son olarak sistemin histerik özellikleri kapsamlıca incelendi. Çalışma **J. Magn. Magn. Mater. 386, 1-7 (2015)** dergisinde yayımlanmıştır. Daha kapsamlı bilgiler bu çalışmadan elde edilebilir. Çalışma aynı zamanda, 26 Aralık 2014 tarihlerinde, **20. Yoğun Madde Fiziği Ankara Toplantısı, Hacettepe Üniversitesi, Ankara, BİLDİRİ** olarak sunulmuştur.

3.2 Triangular Örgü Yapısı Üzerinde Spin-1 Ising Sisteminin Dinamik Faz Geçiş Sıcaklıkları ve Dinamik Faz Diyagramları

Triangular örgü yapısı üzerinde, spin-1 Ising sisteminin dinamik davranışını veren denklemler Glauber geçiş oranları temelli etkin alan teorisi, kısaca dinamik etkin alan teorisi (DEAT) kullanılarak elde edildi ve bilgisayar programları yazılarak test edilmesi işlemi tamamlandı.

Sistemin dinamik faz geçiş sıcaklıkları ve dinamik faz diyagramlarının elde edilmesi aşamasına geçildiğinde programın çok çok yavaş çalıştığı görüldü (1 veri için yaklaşık 5 dk. bekleniyor) Bu durumun projenin belirtilen zamanda bitirilmesini olumsuz yönde etkileyeceği düşünöldüğünden, başvuru sırasında Risk Yönetimi Tablosunda B planı olarak belirttiğimiz Glauber geçiş oranları temelli ortalama alan yaklaşımı, yani dinamik ortalama alan yaklaşımı (DOAY) kullanıldı ve sistemin dinamik davranışını veren ortalama alan dinamik denklemleri elde edildi. Sistemde mevcut olan fazları elde etmek için bu denklemler nümerik olarak çözüldü ve sistemde paramanyetik, (1 1 1) temel fazlarını yanında (1 1 1) + p karma fazının olduğu gözlemlendi. Sistemin dinamik faz geçiş sıcaklıkları elde edildikten sonra sistemin dinamik faz diyagramları (T/J, h_0/J) düzleminde elde edildi. Salınlımlı dış manyetik alan frekansının ve kristal alan etkileşme parametresinin sistemin dinamik faz diyagramları üzerine etkisi kapsamlıca incelendi. Bu inceleme sonucunda sistemin frekansın büyük değerlerinde ve kristal alanın düşük değerlerinde daha zengin ve ilginç davranışlar sergilediği gözlemlendi. Çalışma **Journal Superconductivity and Novel Magnetism**, 128, 3037-3044, 2015 dergisinde yayımlanmıştır. Daha kapsamlı bilgiler bu çalışmadan elde edilebilir.

3.3 Triangular Örgü Yapısı Üzerinde Spin-1 Ising Sisteminin Dinamik Histerisis Özellikleri

Sistemin dinamik histerik özelliklerinin (dinamik çevrim bölgesi, dinamik coercivity ve dinamik artık mıknatıslanma) elde edilmesi dinamik faz geçiş sıcaklıkları ve dinamik faz diyagramlarının elde edilmesinden çok çok daha kısa sürede tamamlanabildiğinden yöntem olarak Glauber geçiş oranları temelli etkin alan teorisi, kısaca dinamik etkin alan teorisi kullanıldı (DEAT). Değiş tokuş parametresinin (J), kristal alan etkileşme parametresinin (D), sıcaklığın (T) ve salınım frekansının (ω) sistemin histerisis davranışları üzerine etkisi detaylıca incelendi. Sonuçlar literatürdeki mevcut diğer dinamik sonuçlarla karşılaştırıldı ve güzel, kuantatif, uyum gözlemlendi. Çalışma **Chinese Physics B** dergisinde sunulmuştur. Daha kapsamlı bilgiler yayımlanmak üzere hazırlanan bu çalışmadan elde edilebilir.

4. BÖLÜM

4.1 Triangular Örgü Yapısı Üzerinde Karma Spin (1/2, 1/2, 1) Ising Sisteminin Dinamik Dinamik Faz Geçiş Sıcaklıkları ve Dinamik Faz Diyagramları

Glauber geçiş oranları temelli ortalama alan yaklaşımı, yani dinamik ortalama alan yaklaşımı (DOAY) kullanılarak, karma spin (1/2, 1/2, 1) Ising sisteminin dinamik fazlar, dinamik faz geçiş sıcaklıkları ve dinamik faz diyagramları gibi dinamik manyetik özellikleri triangular örgü üzerinde kapsamlıca incelendi. Sistemin dinamik manyetik özellikleri üzerine Hamiltonyen parametrelerinin etkisi kapsamlıca incelendi. İlk olarak ortalama mıknatıslanmaların zamana bağlı davranışları ve dinamik mıknatıslanmaların sıcaklığa bağlı davranışları incelendi. Sistemin dinamik faz diyagramları (h_0 , T) ve (d , T) düzlemlerinde sunuldu. Faz diyagramlarında etkileşim parametrelerine bağlı olarak dinamik üçlü kritik nokta, sıfır sıcaklık kritik nokta gibi özel noktalar bulundu. Bununla beraber sistemde ferrimagnetik (i), paramanyetik (p), manyetik olmayan (nm) temel fazların yanı sıra $i + p$, $nm + p$ karma fazları bulundu. Çalışma **Journal Superconductivity and Novel Magnetism** dergisinde kabul edilmiştir. Daha kapsamlı basılmakta olan bu çalışmadan elde edilebilir.

5. BÖLÜM

5.1. Spin-3/2 Ising Sisteminin Dinamik Histerisis Özelliklerinin incelenmesi

Dinamik spin-3/2 Ising siseminin dinamik histerik özellikleri (dinamik çevrim bölgesi, dinamik coercivity ve dinamik artık mıknatıslanma) elde edilmesi Glauber geçiş oranları temelli ortalama alan yaklaşımı kısaca dinamik ortalama alan yaklaşımı kullanılarak incelendi. Değiş tokuş parametresinin (J), kristal alan etkileşme parametresinin (D), sıcaklığın (T) ve salınım frekansının (w) sistemin histerisis davranışları üzerine etkisi detaylıca incelendi. Sonuçlar literatürdeki mevcut diğer dinamik sonuçlarla karşılaştırıldı ve güzel, kuantatif, uyum gözlendi. Çalışma **Phase Tranistions** dergisine yayımlanması için gönderilmiştir. Daha kapsamlı basılmakta olan bu çalışmadan elde edilebilir.

6. BÖLÜM

6.1 Sonuç ve Öneriler

Her bir sistem için bulunan sonuçlar ve teklif edilen öneriler, yapılan yayınların sonuç ve tartışma bölümlerinde kapsamlıca verildiğinden; burada sonuç ve öneriler, özetle maddeler halinde verilecektir.

Bulunan sonuçlar:

a- Spin-1/2 Ising sisteminin Dinamik Manyetik Özelliklerinin incelenmesi sonucu elde edilen sonuçlar:

- 1) Etkileşme sabitlerine bağlı olarak, sistemin paramanyetik (p), ferromanyetik (f) temel fazlarının yanı sıra $f + p$ karma fazını içerdiği görülmüştür.
- 2) Sistemde dinamik faz geçiş sıcaklıkları olarak birinci- veya ikinci-derece faz geçişi gözlenmiştir.
- 3) $(T/J, h_0/J)$ düzleminde sunulan dinamik faz diyagramlarının etkileşme sabitlerine bağlı olarak dinamik üçlükritik nokta, dinamik sıfır sıcaklık kritik nokta ve dinamik üçlü nokta gibi bazı özel kritik noktalar içerdikleri bulunmuştur. Aynı zamanda reentrant davranışta sergilemektedir.
- 4) Sistemin dinamik histerezis çevrimi, dinamik coercivity ve dinamik artık mıknatıslanma gibi dinamik histerik özelliklerinin sıcaklığa ve konsantrasyona bağlı davranışları kapsamlıca incelenmiş ve yalnızca tekli histerisis davranış gözlenmiştir.

b- Spin-1 Ising Sisteminin Denge Manyetik Özelliklerinin incelenmesi sonucu elde edilen sonuçlar:

- a) Faz diyagramları, (D, T) ve (p, T) düzlemlerinde sunuldu. Faz diyagramlarında birinci- ve ikinci-derece faz geçişi ve üçlükritik noktanın varlığı gözlemlenmiştir. Ayrıca, sistemlerin reentrant davranış sergilediği tespit edilmiştir.
- b) Termodinamik niceliklerden, manyetik alınganlık (χ) hesaplanmış ve bu niceliklerin sıcaklığa göre davranışı incelenmiştir. Artık mıknatıslanmanın sıfır

olduğu değerlerde sistemin alinganlığının maksimum değer olduğu gözlemlenmiştir. Elde edilen sonuçların literatürle uyumlu sonuçlar verdiği bulunmuştur.

c- Spin-1 Ising Sisteminin Dinamik Faz Geçiş Sıcaklıklarının ve Dinamik Faz Diyagramlarının incelenmesi sonucu elde edilen sonuçlar:

- 1) Sistemde birinci- veya ikinci-derece dinamik faz geçiş sıcaklıkları gözlenmiştir.
- 2) Faz diyagramları, $(T/J, h_0/J)$ düzleminde elde edildi. Faz diyagramlarında paramanyetik, $(1 \ 1 \ 1)$ temel fazlarını yanında $(1 \ 1 \ 1) + p$ karma fazının olduğu gözlemlendi.
- 3) Salınımlı dış manyetik alan frekansının ve kristal alan etkileşme parametresinin sistemin dinamik faz diyagramları üzerine etkisi kapsamlıca incelendi ve sistemin frekansın büyük değerlerinde ve kristal alanın düşük değerlerinde daha zengin ve ilginç davranışlar sergilediği gözlemlendi.

d- Spin-1 Ising Sisteminin Dinamik Histerisis Özelliklerinin incelenmesi sonucu elde edilen sonuçlar:

Etkileşme parametrelerinin farklı değerleri için yazılızca tekli histerisis davranış bulunmuştur.

e- Karma Spin $(1/2, 1/2, 1)$ Ising Sisteminin Dinamik Dinamik Faz Geçiş Sıcaklıkları ve Dinamik Faz Diyagramlarının incelenmesi sonucu elde edilen sonuçlar:

- 1) Sistemde dinamik birinci- veya ikinci-derece faz geçiş sıcaklıkları bulunmuştur.
- 2) (h_0, T) ve (d, T) düzlemlerinde sunulan dinamik faz diyagramlarının etkileşme sabitlerine bağlı olarak dinamik üçlükritik nokta, dinamik sıfır sıcaklık kritik nokta gibi özel kritik noktalar içerdikleri bulunmuştur.
- 3) Etkileşme sabitlerine bağlı olarak, sistemin paramanyetik (p), ferrimanyetik (i), non-manyetik (nm) temel fazlarının yanı sıra $i + p$ ve $nm + p$ karma fazlarında içerdikleri görülmüştür.

f- Spin-3/2 Ising Sisteminin Dinamik Histerisis Özelliklerinin incelenmesi sonucu elde edilen sonuçlar:

Etkileşme parametrelerinin farklı değerleri için hem tekli hem de üçlü histerisis davranış bulunmuştur.

Öneriler:

- 1- Glauber-tipi stokastik dinamik kullanılarak değişik ve özellikle de daha karmaşık fiziksel sistemlerin dinamik davranışları incelenebilir ve dinamik faz diyagramları elde edilebilir.
- 2- Hesaplamaların belli aşamasından sonra kullandığımız dinamik ortalama-alan yaklaşığı (DOAY), sistemlerdeki dalgalanmaların korrelasyonlarını içermediğinden dolayı, şayet sistem birinci dereceden enerji kuyusuna gelirse, buradan en düşük enerjili duruma geçemeyecektir. Çünkü DOAY da gürültü (noise) ve dalgalanmalar (fluctuations) hesaplamalar içine girmemektedir. Bundan dolayı da faz diyagramlarında bulunmuş olan bazı birinci-derece faz geçiş çizgileri ve dolayısıyla bazı özel noktalar, özellikle dinamik üçlükritik nokta, dinamik çift kritik son nokta ve dinamik kritik son nokta, muhtemelen ortalama-alan yaklaşığının bir yapay sonucu olabilir. Bu yüzden projenin belli aşamasında gürültü (noise) ve dalgalanmaları (fluctuations) hesaba katan dinamik etkin alan teorisi (DEAT) kullanıldı. Bununla beraber gürültü (noise) ve dalgalanmaları (fluctuations) hesaba katan DEAT'den başka dinamik yöntemlerde vardır. Bu ve benzeri sistemler aşağıda belirtilen ve DOAY'dan daha hassas ve DEAT'den kısmen daha hassas sonuç veren yöntemlerle incelenmesi önem arz etmektedir.
 - a) Dinamik Monte Carlo (DMC) hesaplamaları: Bu metot en hassas sonuç veren yöntemdir. Fakat bu yöntemin yüksek spinli, spin-1 ve spin-3/2, v.b. gibi sistemlere ve karma-spin sistemlerine uygulanması çok daha zordur. Özellikle, düzen parametrelerinin tanımlanması en büyük zorluk olarak karşımıza çıkmaktadır. Dolayısıyla, DMC kullanılırken düzen parametrelerinin tanımına dikkat edilmesi önem arz etmektedir.
 - b) Zamana bağlı çift yaklaşım (ZBÇY) yöntemi: Bu yöntem, gerçek fiziksel sistemler dâhil olmak üzere birçok farklı sistemlerin dengesiz davranışlarını incelemede

kullanılan önemli dinamik yöntemlerden birisidir. Dolayısıyla bu yöntem, DFG sıcaklıklarının hesaplanması ve dinamik faz diyagramlarının elde edilmesi araştırmalarında önemli bir dinamik yöntem potansiyeline sahiptir. Bu yöntemde, spin dalgalanmalarının ilişkileri (correlations) hesaplamalara katıldığından dinamik ortalama-alan yaklaşımından (DOAY) daha üstündür ve dolayısıyla bu yöntemde birinci-derece faz geçişleri ve bazı özel noktalar, özellikle dinamik üçlükritik nokta, dinamik çift kritik son nokta ve dinamik kritik son nokta, daha doğru olarak hesaplanabilmektedir. Bu sebeble, bu yöntem kullanılarak yapılacak çalışmalar önem arz etmektedir.

KAYNAKLAR

- 1) Kaneyoshi, T. 2013. "Thickness dependence in nano-scaled transverse Ising films with bond or site dilution at surfaces" *Physica E-Low-Dimensional Systems & Nanostructures*, 53, 14-21.
- 2) Kaneyoshi, T. 2013. "Shape dependences of magnetic properties in 2D Ising nanoparticles", *Phase Transitions*, 86, 404-410.
- 3) Masrour, R., Bahmad, L., Benyoussef, A. 2012. "Size effect on magnetic properties of a nano-graphene bilayer structure: A Monte Carlo study", *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, 324, 3991-3996.
- 4) Akıncı, Ü. 2012. "Effects of the randomly distributed magnetic field on the phase diagrams of Ising nanowire I: Discrete distributions", *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, 324, 3951-3960.
- 5) Akıncı, Ü. 2012. "Effects of the randomly distributed magnetic field on the phase diagrams of the Ising Nanowire II: Continuous distributions", *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, 324, 4237-4244, 2012.
- 6) Rocha, J.C.S., Costa, B.V., Coura, P.Z., Leonel, S. A., Dias, R.A. 2012. "Magnetic behavior of a nano-disk constrained in an antiferromagnetic substrate", *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, 324, 2342-2348.
- 7) Canko, O., Erdinç, A., Taşkın, F., Yıldırım, A.F. 2011. "Some characteristic behavior of mixed spin-1/2 and spin-1 Ising nano-tube", *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, 324, 508-513.
- 8) Kaneyoshi, T. 2011. "Magnetic properties of a cylindrical Ising nanowire (or nanotube)", *Physica Status Solidi (b)*, 248, 250-258.
- 9) Keskin, M., Şarli, N., Deviren, B. 2011. "Hysteresis behaviors in a cylindrical Ising nanowire", *Solid State Communications*, 151, 1025-1030.
- 10) Canko, O., Erdinc, A., Taşkın, F., and Atış, M., "Some characteristic behavior of spin-1 Ising nanotube", *Physics Letters A*, 375, 3547-3551, 2011
- 11) Kaneyoshi, T. 2010. "Magnetizations of a transverse Ising nanowire", *Journal of*

- Magnetism and Magnetic Materials, 322, 3410-3415.
- 12) Kaneyoshi, T. 2010. "Phase diagrams of a transverse Ising nanowire", Journal of Magnetism and Magnetic Materials, 322, 3014-3018.
 - 13) Zaim, A., Kerouad, M. 2010. "Monte Carlo simulation of the compensation and critical behaviors of a ferrimagnetic core/shell nanoparticle Ising model", Physica A, 389, 3435-3442.
 - 14) Zaim, A., Kerouad, M., Amraoui, Y.E. 2009. "Magnetic properties of a ferrimagnetic core/shell nanocube Ising model: A Monte Carlo simulation study", Journal of Magnetism and Magnetic Materials, 321, 1077-1083.
 - 15) Konstantinova, E. 2008. "Theoretical simulations of magnetic nanotubes using Monte Carlo method", Journal of Magnetism and Magnetic Materials, 320, 2721- 2729.
 - 16) Akıncı, U., Yuksel, Y. 2014. "Universality aspects of layering transitions in ferromagnetic Blume-Capel thin films", Physica B-Condensed Matter, 433, 96-101.
 - 17) Akıncı, U. 2013. "Effects of the randomly distributed magnetic field on the phase diagrams of the transverse Ising thin film", Journal of Magnetism and Magnetic Materials, 329, 178-187.
 - 18) Ertaş, M., Keskin, M. 2012. "Dynamic magnetic behavior of the mixed-spin bilayer system in an oscillating field", Physics Letters A, 376, 2455-2466.
 - 19) Ertaş, M., Keskin, M. 2013. "Dynamic magnetic behavior of the mixed spin (2, 5/2) Ising system with antiferromagnetic/antiferromagnetic interactions on a bilayer square lattice", Chinese Physics B, 22, 120506-120514.
 - 20) Zukovic, M., Mizisin, L., Bobak, A. 2012. "Low-temperature metastable states in a stacked triangular Ising antiferromagnet", Physics Letters A, 376, 1731-1735.
 - 21) Zukovic, M., Borovsky, M., Bobak, A. 2010. "Phase diagram of a diluted triangular lattice Ising antiferromagnet in a field", Physics Letters A, 374, 4260-4264.
 - 22) Dublenych, Yu. I. 2013. "Ground states of an Ising model on an extended Shastry-Sutherland lattice and the 1/2-magnetization plateau in some rare-earth-metal tetraborides", Physical Review E, 88, 022111-022124.

- 23) Shimura, Y., Sakakibara, T., Iwakawa, K., Sugiyama, K., Onuki, Y. 2012. “Low Temperature Magnetization of $\text{Yb}_2\text{Pt}_2\text{Pb}$ with the Shastry-Sutherland Type Lattice and a High-Rank Multipole Interaction”,
- 24) Vecchini, C., Adamopoulos, O., Chapon, L.C., Lappas, A., Kageyama, H., Ueda, Y., Zorko, A. 2009. “Structural distortions in the spin-gap regime of the quantum antiferromagnet $\text{SrCu}_2(\text{BO}_3)_2$ ”, *Journal of Solid State Chemistry*, 182, 3275-3281.
- 25) Ma, S.K., “Modern theory of critical phenomena, Benjamin”, New York, 1976.
- 26) Ma, S.K., “Statistical Mechanics, World Scientific Publishing Co”, 1985.
- 27) Vatansever, E., Aktaş, B.O, Yuksel, Y., Akici, U., Polat, H. 2012. “Stationary state solutions of a bond diluted kinetic ising model: an effective-field theory analysis”, *Journal of Statistical Physics*, 147, 1068-1076.
- 28) Gülpınar, G., Vatansever, E., 2012. “Critical behavior of AC antiferromagnetic and ferromagnetic susceptibilities of a spin-1/2 metamagnetic Ising system”, *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, 324, 983-990.
- 29) Blume, M. 1966. “Theory of the First-Order Magnetic Phase Change in UO_2 ”, *Physical Review*, 141, 517-524.
- 30) Capel, H.W. 1966. “On the possibility of first-order phase transitions in Ising systems of triplet ions with zero-field splitting”, *Physica*, 32, 966-988.
- 31) Shi XL, Wang L, Wei GZ. 2011. “Effective-field theory for kinetic Ising model on honeycomb lattice”, *Commun. Theor. Phys.*, 55, 715-720.
- 32) Shi XL, Wang L, Wei GZ. 2010. “Effective-field theory on the transverse Ising model under a time oscillating longitudinal field”, *Physics Letters A*, 374, 1885-1888.
- 33) Castabile E, de Sousa JR. 2012. “Phase transitions in a three-dimensional kinetic spin-1/2 Ising model with random field: Effective-field theory study”, *Physical Review E*, 85, 011121-011127.
- 34) Yüksel Y, Vatansever E, Akinci Ü, Polat H. 2012. “Nonequilibrium phase transitions and stationary-state solutions of a three-dimensional random-field Ising model under a time-dependent periodic external field”, *Physical Review E*, 85, 051123-051132.

- 35) Kaya, T., Yavuz, M. 2010. "Random field dynamic phase transition for the Spin-1 Blume-Capel model", *International Journal Modern Physics B* 24, 5771.
- 36) Shi, S., Wei, G., 2012. "Effective-field theory on the kinetic spin-1 Blume–Capel model", *Physica A* 391, 29-34.
- 37) Chen, Y., Jihong, Q., Qiang, G. 2014. "Magnetic properties of two-dimensional charged spin-1 Bose gases", *Physics Letters A*, 376, 421-425.
- 38) Kovalevsky, M.Y., Glushchenko, A.V. 2014. "Quantum states, symmetry and dynamics in degenerate spin image magnets", 355, 192-196.
- 39) Ertaş, M., Deviren, B., Keskin, M. 2012. "Nonequilibrium magnetic properties in a two-dimensional kinetic mixed Ising system within the effective-field theory and Glauber-type stochastic dynamics approach", *Physical Review E*, 86, 051110-051112.
- 40) Ertaş, M., Kocakaplan, Y., Keskin, M. 2013. "Effective-field theory for dynamic phase diagrams of the kinetic spin-3/2 Blume–Capel model under a time oscillating longitudinal field", *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, 348, 113-119.
- 41) Jiang, Q., Yang, H.N., Wang, G.C. 1995. "Scaling and dynamics of low-frequency hysteresis loops in ultrathin co films on a Cu (001) surface", *Physical Review B*, 52, 14911-14916.
- 42) Jiang, Q., Yang, H.N., Wang, G.C. 1996. "Field dependent resonance frequency of hysteresis loops in a few monolayer thick Co/Cu(001) films", *Journal of Applied Physics*, 79, 5122-5124.
- 43) Wolfgang, K., Braun, T., Dec, J. 2005. "Oleg Petravic Dynamic phase transitions in ferroic systems with pinned domain walls", *Phase Transitions*, 78, 811-816.
- 44) Samoilenko, Z.A., Okunev, V.D., Pushenko, E.I., Isaev, V.A., Gierlowski, P., Kolwas, K., Lewandowski, S.J. 2003. "Dynamic phase transitions in amorphous YbaCuO films under ar laser irradiation", *Inorganic Materials*, 39, 836-842.
- 45) Oliviero, C., Dynamic phase diagram and onion formation in the system $C_{10}E_3/D_2O$. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 228: 85-90, 2003.

- 46) He, Y.L., Wang, G.C., 1993. "Observation of dynamic scaling of magnetic hysteresis in ultrathin ferromagnetic Fe/Au(001) films", *Physics Review Letters*, 70, 2336- 2339.
- 47) He, Y.L., Liew, Y.F., Wang, G.C. 1994. "Growth and magnetic dynamic scaling of ultrathin ferromagnetic films Fe/Au(001)", *Journal of Applied Physics*, 75, 5580-5587.
- 48) Robb, D.T., et al., Evidence for a dynamic phase transition in [Co/Pt]₃ magnetic multilayers. *Physical Review B*, 78: 134422-134432, 2008.
- 49) Choi, B.C., et al., Dynamics of magnetization reversal in thin polycrystalline Ni₈₀Fe₂₀ films. *Physical Review B*, 60: 11906-11909, 1999.
- 50) Yamauchi, T., et al., Spectroscopic investigation of the dynamical behavior of the photoinduced phase transition of Na_{0.6}Co_{1.3}[Fe(CN)₆] · 4H₂O. *Physical Review B*, 72: 214425-214431, 2005.
- 51) Maeda, A., Togawa, Y., Kitano, H. 2002. "An experimental approach to understand dynamical phase diagram of driven vortices of High-T_c superconductors", *Physica C*, 369, 177-181.
- 52) Kanuga, K., Cakmak, M. 2007. "Dynamic phase diagram derived from large deformation non-linear mechano-optical behavior of polyethylene naphthalate nanocomposites", *Polymer*, 48, 7176-7192.
- 53) Struck, J, Weinberg, M., Ölschläger, C., Windpassinger, P., Simonet, J., Sengstock, K., Höppner, R., Hauke, P., Eckardt, A., Lewenstein, M., Mathey, L. 2013. "Engineering Ising-XY spin-models in a triangular lattice using tunable artificial gauge fields", *Nature Physics*, 9, 738-743.
- 54) Zukovic, M. Bobak, A. 2013. "Phase transitions in a triangular Blume-Capel antiferromagnet", *Physical Review E*, 87, 032121-032131.
- 55) Borovsky, M, Zukovic, M., Bobak, A. 2013. "Critical and tricritical behavior of a selectively diluted triangular Ising antiferromagnet in a field", *Physica A*, 392, 157-167.
- 56) Zukoğlu, M., Mizisin, L., Bobak, A. 2012. "Low-temperature metastable states in a stacked triangular Ising antiferromagnet", *Physics Letters A*, 376, 1731-1735.

- 57) Zukovic, M., Borovsky, M., Bobak, A. “Effects of selective dilution on phase diagram and ground-state magnetizations of an Ising antiferromagnet on triangular and honeycomb lattices”, *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, 324, 2687-2692.
- 58) Theodorakis, P.E., Nikolas, G.F. 2012. “Monte Carlo study of the triangular Blume-Capel model under bond randomness”, *Physical Review E*, 86, 011140-011149.
- 59) Shi, X., Wei, G. 2010. “Effective-field theory on the transverse Ising model under a time oscillating longitudinal field”, *Physics Letters A*, 374, 1885-1888.
- 60) Deviren, B., Canko, O., Keskin, M. 2010. “Kinetic Ising model in a time-dependent oscillating external magnetic field: effective-field theory”, *Chinese Physics B*, 19, 050518-050526.
- 61) Shi, X.L., Wang, L., Wei, G.Z. 2011. “Magnetic properties of transverse Ising model under a time oscillating longitudinal field”, *Communications in Theoretical Physics*, 55, 715-718.
- 62) Costabilei, E., Ricardo de Sousa, J. 2012. “Phase transitions in a three-dimensional kinetic spin-1/2 Ising model with random field: Effective-field-theory study”, *Physical Review E* 85, 011121-011127.
- 63) Yüksel, Y., Vatansever, E., Akıncı, Ü., Polat, H. 2012. “Nonequilibrium phase transitions and stationary-state solutions of a three-dimensional random-field Ising model under a time-dependent periodic external field”, *Physical Review E* 85, 051123-051132.
- 64) Akıncı, Ü., Yüksel, Y., Vatansever, E., Polat, H. 2012. “Effective field investigation of dynamic phase transitions for site diluted Ising ferromagnets driven by a periodically oscillating magnetic field”, *Physica A* 391, 5810-5817.
- 65) Gulpinar, G., Vatansever, E., Agartioglu, M. 2012. “Effective-field theory with the differential operator technique for a kinetic Blume–Capel model with random diluted single-ion anisotropy”, *Physica A* 391, 3574-3584.
- 66) Shi, X., Wei, G. 2012. “Effective-field theory on the kinetic spin-1 Blume–Capel model”, *Physica A* 391, 29-34.
- 67) Deviren, B., Keskin, M. 2012. “Dynamic magnetic hysteresis behavior and dynamic

- phase transition in the spin-1 Blume–Capel model”, *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, 324, 1051-1058.
- 68) Ertaş, M., Deviren, B., Keskin, M. 2012. “Dynamic phase transitions in the Spin-2 Ising system under an oscillating magnetic field within the Effective-Field Theory”, *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*. 324, 704-710.
- 69) Ertaş, M., Keskin, M., Deviren, B. 2012. “Dynamic phase transitions and dynamic phase diagrams in the kinetic spin-5/2 Blume-Capel model in an oscillating external magnetic field: effective-field theory and the Glauber-type stochastic dynamics approach”, *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, 324, 1503-1511.
- 70) Ertaş, M., Deviren, B., Keskin, M. “Nonequilibrium magnetic properties in a two-dimensional kinetic mixed Ising system within the effective-field theory and Glauber-type stochastic dynamics approach”, 2012. *Physical Review E*, 86, 051110-051112, 2012.
- 71) Ertaş, M., Kocakaplan, Y., Keskin, M. 2013. “Effective-field theory for dynamic phase diagrams of the kinetic spin-3/2 Blume–Capel model under a time oscillating longitudinal field”, *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, 348, 113-119.
- 72) Kaneyoshi, T., Fittipaldi, I.P., Honmura, R., Manabe, T. 1981. “New correlated-effective-field theory in the Ising model”, *Physical Review B*, 24, 481-484.
- 73) Kaneyoshi, T., Honmura, R., Tamura, I. 1984. “Amorphization of a crystalline diluted Ising ferromagnet”, *Physical Review B*, 29, 5121-5127.
- 74) Zernike, F. 1940. The propagation of order in Co-Operative phenomena: part I. the AB case. *Physica* 7, 565-585.
- 75) Kaneyoshi, T. 1986. “Critical temperatures and the compensation temperatures of disordered and amorphous ferrimagnetic Ising systems”, *Physical Review B*, 33, 7688-7699.

EKLER

I- Projeden Yapılan Makaleler

- 1- Ertaş, M., Kantar, E., Kocakaplan, Y. and Keskin, M., Dynamic magnetic properties in the kinetic Ising system on triangular lattice within the effective-field theory and using Glauber-type stochastic dynamics, **Physica A**, **444**, 732–743, 2016.
- 2- Ertaş, M., Kocakaplan, Y. and Kantar, E., Magnetic properties of a spin-1 Triangular Ising system, **Journal of Magnetism and Magnetic Materials**, **386**, 1-7, 2015.
- 3- Ertaş, M. and Kantar, E., The kinetic spin-1 Ising system on triangular lattice: The effects of crystal-field and frequency of oscillating external magnetic field, **Journal Superconductivity and Novel Magnetism**, **128**, 3037-3044, 2015.
- 4- Kantar E., and Ertaş M., Dynamic hysteresis behaviors in the kinetic Ising system on triangular lattice, **Chinesse Physics B**, gönderildi.
- 5- Kantar, E., Dynamic magnetic properties of mixed Ising ferromagnets on a triangular lattice, **Journal Superconductivity and Novel Magnetism**, baskıda.
- 6- Ertaş, M., Dynamic properties of kinetic spin-3/2 Ising ferromagnetic model in the presence of the crystal and the external oscillating magnetic fields, **Phase Transitions**, incelemede.

II- Sunulan Bildiriler

Ertaş, M., Kocakaplan, Y. and Kantar, E., Triangular Örgü Üzerinde Spin-1 Blume-Capel Ising Sisteminin Manyetik Özellikleri, 20. Yoğun Madde Fiziği Ankara Toplantısı, Ankara, 26 Aralık 2014. (POSTER)