

JOTCSA, volume 2, issue 2, 2015



**TURKISH CHEMICAL SOCIETY**  
Journal of the Turkish Chemical Society, Section A: Chemistry

Owned by the Turkish Chemical Society

Correspondence e-mail: [jotcsa@turchemsoc.org](mailto:jotcsa@turchemsoc.org)

Founded in February, 2014

## **MAGNETIC MEASUREMENTS OF $Ni_{72}Mn_{27}Ti_1$ AND $Ni_{72}Mn_{25}Ti_3$ ALLOYS**

### **$Ni_{72}Mn_{27}Ti_1$ VE $Ni_{72}Mn_{25}Ti_3$ ALAŞIMLARININ MANYETİK ÖLÇÜMLERİ**

Fatma GÖZÜAK <sup>1\*</sup>, Ertuğrul KARACA <sup>2</sup>, Sinan KAZAN <sup>2</sup> and Mustafa ÖZDEMİR <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Istanbul Medeniyet University Department of Physics Engineering, Istanbul, Turkey

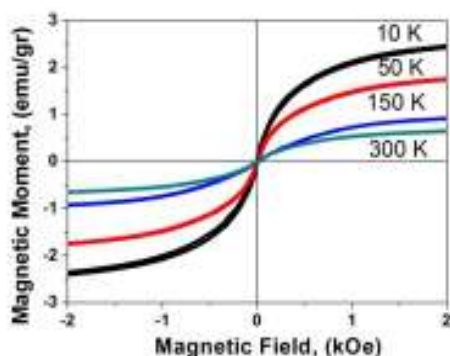
<sup>2</sup> Gebze Institute of Technology Department of Physics, Kocaeli, Turkey

<sup>3</sup> Marmara University Department of Physics, Göztepe, Turkey

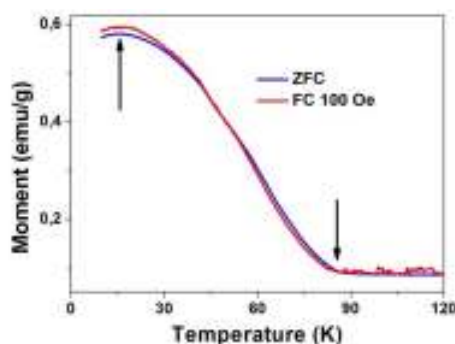
\*Corresponding author. [kazan@gyte.edu.tr](mailto:kazan@gyte.edu.tr)

**ABSTRACT**

$Ni_{1-x}Mn_x$  alloys have been extensively investigated so far, mainly because of their unusual physical properties [1]. Most obvious and common behavior of  $Ni_{1-x}Mn_x$  alloy is the sequence of magnetic phase transitions from paramagnetic at higher temperature, to ferromagnetic-like at intermediate temperatures and spin-glass-like properties with decreasing temperature. These behaviors are believed to originate from the competing interactions between ferromagnetic Ni-Ni, Ni-Mn and antiferromagnetic Mn-Mn pairs. Some similar work has been shown that the magnetic states and the electrical properties are significantly changed, especially at low temperatures, by the addition of a few atomic per cent of nonmagnetic Ti impurities to NiMn alloy. Magnetic measurements have been carried out for both  $Ni_{72}Mn_{27}Ti_1$  and  $Ni_{72}Mn_{25}Ti_3$  sample by using vibrating sample magnetometer (VSM).



**Figure 1.** M-H curves for different temperatures for  $Ni_{72}Mn_{25}Ti_3$ .



**Figure 2.** M-T curve of  $Ni_{72}Mn_{25}Ti_3$  with applied field of 100 Oe.

As can be seen from Fig.1, the value of magnetization sharply increases with the external magnetic field strength at low field region and, however, it can not reach a saturation state yet in the presence of a relatively strong magnetic field of even 5 kOe. The high field side of the curves are almost linear with the external field. The measured value of saturation magnetization decreases with increasing temperature as well. The non-saturated magnetization suggests the existence of strong antiferromagnetic inter-cluster interactions mixed with ferromagnetic interactions inside the clusters [2,3,4]. By increasing the applied field, the ferromagnetic part tends to saturate, whereas the antiferromagnetic part increases linearly.

Fig. 2 displays the M-T curves of the sample at the applied field of 100 Oe, respectively. It is found that for the ZFC curve start to increase at critical temperature of 90 K showing a phase transition. Then with decreasing temperature, exhibits a maximum at around 16K

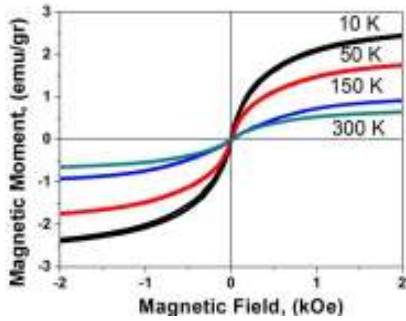
and start to decrease below this temperature. The decrease in magnetization below this temperature may indicate that there are strong antiferromagnetic inter-cluster interactions between the particles [2,4,5].

**Keywords**

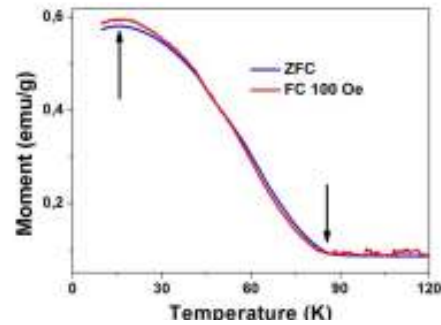
Magnetic phase, exchange bias, inter-cluster interactions, spin glass, ferromagnetic, superparamagnetic, paramagnetic.

## ÖZET

$Ni_{1-x}Mn_x$  alaşımları sıradışı fiziksel özelliklerinden dolayı, bugüne kadar yaygın bir şekilde incelenmiştir.  $Ni_{1-x}Mn_x$  alaşımının en bariz ve yaygın davranışı yüksek sıcaklıkta paramanyetik, orta sıcaklıklarda ferromanyetik ve sıcaklık düşüşü ile birlikte spin camı özelliklerini göstermesidir. Bu davranışlar ferromanyetik Ni-Ni, Ni-Mn ve antiferromanyetik Mn-Mn çiftleri arasındaki rekabet etkileşimlerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Buna benzer bir çalışmada, özellikle düşük sıcaklıklarda NiMn alaşımına manyetik olmayan Ti safsızlık atomlarından çok az miktarda ilave edilmesiyle manyetik durumların ve elektriksel özelliklerin önemli ölçüde değiştiğini gözlenmiştir. Manyetik ölçümler, titreşimli magnetometere (VSM) kullanarak  $Ni_{72}Mn_{27}Ti_1$  ve  $Ni_{72}Mn_{25}Ti_3$  numuneleri için yapılmıştır.



**Fig. 1.** Farklı sıcaklıklarda  $Ni_{72}Mn_{25}Ti_3$  alaşımı için M-H grafiği.



**Fig. 2.** 100 Oe uygulanan manyetik alan için  $Ni_{72}Mn_{25}Ti_3$  alaşımının M-T grafiği.

Şekil 1'de görüldüğü gibi, düşük alan bölgelerinde manyetizasyon değeri uygulanan manyetik alan gücü ile birlikte keskin bir şekilde artarken, en yüksek manyetik alan bölgelerinde (5 kOe) dahi doyuma ulaşmamaktadır. Eğrilerin yüksek alan tarafı neredeyse uygulanan alan ile doğrusal artmaktadır. Ölçülen doygunluk mıknatıslanma değeri de artan sıcaklık ile azalır. Doyuma ulaşmayan mıknatıslanma, örnek içerisinde antiferromanyetik yapı ile ferromanyetik yapı arasındaki iç etkileşimlerin karışık ve güçlü olduğunu göstermektedir [2,3,4]. Uygulanan manyetik alanın artırılmasıyla birlikte, ferromanyetik kısım doyuma ulaşırken, antiferromanyetik kısım doğrusal olarak artar.

Fig. 2'de 100 Oe'lik bir manyetik alanın uygulandığı M-T grafiği görülmektedir. Grafikte, ZFC eğrisinin faz geçişini gösteren kritik sıcaklık olan 90 K civarında artmaya başladığı görülmektedir. Sonra sıcaklığın azalmasıyla 16 K'de bir maximum verir ve bu noktadan sonra azalmaya başlar. Bu sıcaklığın altında mıknatıslanmadaki azalma parçacıklar arasında güçlü antiferromanyetik etkileşimleri olduğunu gösterir [2,4,5].

**Anahtar Kelimeler**

Manyetik faz, değiş-dokuş etkileşmesi, küme etkileşmeleri, spin camı, ferromagnetik, süperparamagnetik, paramagnetik

**Kaynaklar / References**

- [1] B. Aktas, M. Ozdemir, R. Yilgina, Y. Oner, T. Satod, T. Andoe, *Physica B* 305 (2001) 298
- [2] Y. Köseoęlu, A. Baykal, M. S. Toprak, F. Gözüak, A. C. Basaran, B. Aktaş, *Journal of Alloys and Compounds*, 462 (2008) 209.
- [3] R.N. Bhowmik, R. Ranganathan, *J. Magn. Mater.* 248 (2002) 101.
- [4] D. Fiorani, S. Vitiocoli, J.L. Dorman, J.L. Tholence, A.P. Murani, *Phys. Rev. B* 30 (1984) 2776.
- [5] H. Xue, Z. Li, X. Wang, X. Fu, *Mater. Lett.* 61 (2007) 347.