

**T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**Bi₂O₃-Tm₂O₃ İKİLİ SİSTEMİNDE BAZI KATI
ELEKTROLİTLERİN SENTEZLENMESİ
ve KARAKTERİZASYONLARI**

**TEZİ HAZIRLAYAN
Filiz ÖZSOY**

**TEZİ YÖNETEN
Prof. Dr. Tefik Rıza KÖK**

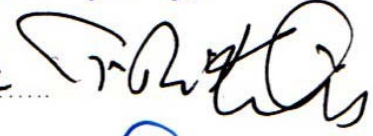
**Kimya Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi**

**EYLÜL 2005
KAYSERİ**

Prof.Dr. Tevfik Rıza KÖK danışmanlığında **Filiz ÖZSOY** tarafından hazırlanan "**Bi₂O₃-Tm₂O₃ İkili Sisteminde Bazı Katı Elektrolitlerin Sentezlenmesi ve Karakterizasyonları**" adlı bu çalışma, jürimiz tarafından Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Anabilim Dalında **Yüksek Lisans** tezi olarak kabul edilmiştir.

16 / 09 / 2005

JÜRİ:

Başkan : Prof. Dr. Ahmet ÜLGEN 
Üye : Prof. Dr. Tevfik Rıza KÖK 
Üye : Doç. Dr. Orhan Türkoğlu 

ONAY :

Bu tezin kabulü Enstitü Yönetim Kurulunun 23/09/2005. tarih ve 2005/35-05 sayılı kararı ile onaylanmıştır.



23 / 09 / 2005

N. Ayyıldız
Prof. Dr. Nusret AYYILDIZ
Enstitü Müdürü

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans çalışmamda tez danışmanlığımı üstlenen, bu çalışmalar esnasında ilgi ve yardımını esirgemeyen sayın hocam Prof. Dr. Tevfik Rıza KÖK'e en içten saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Yine laboratuvar çalışmalarım sırasında bana yol gösteren ve benimle ilgilenen sayın hocam Doç.Dr. Orhan TÜRKOĞLU'na sonsuz saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca çalışmalarımda ilgi, destek ve manevi yardımlarını esirgemeyen sayın Serdar YILMAZ'a ve tez arkadaşlarımla Özlem DİLBAS ve Uğur ÜZEK'e teşekkür ederim.

Erciyes Üniversitesi Teknoloji Araştırma ve Geliştirme Merkezi Müdürlüğü çalışanlarından sayın İhsan AKŞİT'e XRD ve SEM ölçümlerinde gösterdiği kolaylıktan dolayı teşekkür ederim.

Bütün eğitim ve öğretim hayatım boyunca her zaman maddi ve manevi yönden desteğim olan, beni yetiştiren canım aileme teşekkür ederim.

**Bi₂O₃-Tm₂O₃ İKİLİ SİSTEMİNDE BAZI KATI ELEKTROLİTLERİN
SENTEZLENMESİ ve KARAKTERİZASYONLARI**

Filiz ÖZSOY

Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü

Yüksek Lisans Tezi, Ağustos 2005

Tez Danışmanı: Prof.Dr. Tevfik Rıza KÖK

ÖZET

Bu çalışmada bizmut trioksit-tulyum trioksit ikili sisteminde Bi₂O₃ polimorfları sentezlenmeye çalışıldı. Çalışmada Bi₂O₃ ve Tm₂O₃' den hazırlanan katı karışımlar 48 saatlik sürelerle porselen kayıkçıklar içerisinde 600 °C-800 °C arasında ısıtılarak katı hal reaksiyonlarına tabi tutuldular. Açık atmosferde yürütülen tepkimelerde elde edilen ürünler X-ışınları toz difraksiyonu yöntemi ile karakterize edildi. X-ışınları toz difraksiyon sistemi ile alınan toz desenlerinin indislemeleri yapılarak birim hücre tipleri ve birim hücre parametreleri saptandı. Yapılan değerlendirmeler sonucunda ikili sistemin bazı bölgelerinde homojen katı çözelti aralıklarının var olduğu gözlenirken bazı bölgelerinde de heterojen katı karışım aralıklarının varlığı gözlemlendi. 725 °C-800 °C arasında 0,01<X Tm₂O₃<0,02 mol aralığında eklenen tulyum trioksit miktarlarında α+β heterojen katı karışımları, 725 °C' de 0,04< X Tm₂O₃<0,1 aralığında, 750 °C-800 °C arasında ise 0,02<X Tm₂O₃<0,1 aralığında β-Bi₂O₃ tipinde tetragonal katı çözelti bölgesi ve 725 °C-800 °C arasında 0,11<X Tm₂O₃<0,15 aralığında δ-Bi₂O₃ tipinde kübik katı çözelti bölgelerinin bulunduğu tespit edildi.

Anahtar Kelimeler: Bi₂O₃, Tm₂O₃, Katı çözelti, X-ışınları toz difraksiyonu (XRD)

**SYNTHESIS AND CHARACTERISATION SOME SOLID ELECTROLYTES IN
Bi₂O₃-Tm₂O₃ BINARY SYSTEM**

Filiz ÖZSOY

Erciyes University, Graduate School of Natural and Applied Sciences

M.S. Thesis, August 2005

Thesis Supervisor: Professor Tefik Rıza KÖK

SUMMARY

In this study, the synthesis of bismuth trioxide polymorph in the Bi₂O₃-Tm₂O₃ binary system were investigated. Solid state reactions of the pure oxides were performed for a period of 48 hours, at 600 °C - 800 °C. The reactions products obtained in an open atmosphere were characterized by X-ray powder diffraction. As a result of the experimental work, Tm₂O₃ addition smaller than 2 mole % leads to the coexistence of a heterogen solid mixture of α and β phases, β -Bi₂O₃ type tetragonal solid solution region between 0,02<% Tm₂O₃<0,1 and δ -Bi₂O₃ type cubic solid solution region in the 0,11<% Tm₂O₃<0,15 were determined.

Keywords: Bi₂O₃, Tm₂O₃, Solid Solution, X-ray powder diffraction (XRD)

SEMBOL VE KISALTMALAR

a, b, c	: Birim Hücre Boyutları
α	: b ve c Eksenleri Arasındaki Açık
β	: a ve c Eksenleri Arasındaki Açık
γ	: a ve b Eksenleri Arasındaki Açık
$\text{CuK}\alpha$	: X-Işınları Bakır Tüpüne Ait Spektral $\text{K}\alpha$ Hattı
$\text{\AA}$	: Angstrom
d	: Kristal Düzlemler Arasındaki Mesafe
$d_{\text{düz}}$	: En Küçük Kareler Yöntemine Göre Düzeltilmiş Düzlemler Arası Mesafe
d_{hes}	: Bragg Yasası İle Hesaplanan Düzlemler Arası Mesafe
h, k, l	: Miller İndisleri
n	: Mol Sayısı
ASTM	: American Standards of Testing Materials
I	: Difraksiyon Pik Şiddetleri
I_0	: En Şiddetli Difraksiyon Pik Şiddeti
λ	: Dalga Boyu
kV	: Kilovolt
mA	: Miliamper
Θ	: Bragg Difraksiyon Açısı
$\Theta_{\text{düz}}$	: En Küçük Kareler Yöntemine Göre Düzeltilmiş Bragg Yansıma Açısı
Θ_{hes}	: Hesaplanan Yansıma Açısı
V	: Birim Hücre Hacmi
a.s	: Ani Soğutma
$X_{\text{Tm}_2\text{O}_3}$	: Tm_2O_3 Mol Miktarı

İÇİNDEKİLER

ONAY	HATA! YER İŞARETİ TANIMLANMAMIŞ.
TEŞEKKÜR	II
ÖZET.....	III
SUMMARY	IV
SEMBOL VE KISALTMALAR.....	V
TABLolar LİSTESİ.....	VII
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	VIII
BÖLÜM 1 GİRİŞ	1
BÖLÜM 2 GENEL BİLGİLER.....	6
2.1. KULLANILAN ALETLER	6
2.1.1. X-Işınları Toz Difraksiyon Çalışmaları (XRD)	6
2.1.1.1. X-ışınları Toz Difraktometresi.....	6
2.1.1.2 Sistemdeki Fazların Analizi	7
2.1.3. Kullanılan Diğer Aletler.....	10
BÖLÜM 3 DENEYSEL BÖLÜM.....	11
3.1. BAŞLANGIÇ MADDELERİ	11
3.1.2. Tulyum Trioksit	11
3.1.2. Bizmut Trioksit	14
3.1.3. Karışımların Hazırlanması	19
3.1.4 Fazların Sentezlenmesi.....	21
BÖLÜM 4 SONUÇ VE TARTIŞMALAR.....	22
4.1. $0.01 < \% \text{ Tm}_2\text{O}_3 < 0.1$ STOKİYOMETRİK ARALIĞI	22
4.2. $0.11 < \% \text{ Tm}_2\text{O}_3 < 0.15$ STOKİYOMETRİK ARALIĞI	34
KAYNAKLAR	42
EK-1.....	44
EK-2.....	96

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 3.1	Saf Tm_2O_3 'in XRD Toz Deseni Verileri	13
Tablo 3.2	Saf $\alpha\text{-Bi}_2\text{O}_3$ ' in XRD Toz Deseni Verileri	16
Tablo 3.3	Hazırlanan Stok Karışımlar ve Bileşenleri	19
Tablo 3.4	Her Bir Yüzdelik Katı Karışım İçin Bi_2O_3 ve Tm_2O_3 Miktarı	20
Tablo 4.1	$0.01 < \% \text{Tm}_2\text{O}_3 < 0.1$ Sisteminde Gözlenen Fazlar	22
Tablo 4.2	%6 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (β -Fazı) 725°C ' de Isıl İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri	27
Tablo 4.3	% 6mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (β -Fazı) 750°C ' de Isıl İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri	28
Tablo 4.4	% 6mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (β -Fazı) 775°C ' de Isıl İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri	29
Tablo 4.5	%6 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (β -Fazı) 800°C ' de Isıl İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri	30
Tablo 4.6	$0.11 < \% \text{Tm}_2\text{O}_3 < 0.15$ Sisteminde Gözlenen Fazlar	35
Tablo 4.7	%14 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (δ -Fazı) 725°C ' de Isıl İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni	39
Tablo 4.8	%14 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (δ -Fazı) 750°C ' de Isıl İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri	39
Tablo 4.9	%14 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (δ -Fazı) 775°C ' de Isıl İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri	40
Tablo 4.10	%14 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (δ -Fazı) 800°C ' de Isıl İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri	40

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1. Bizmut Trioksit Bileşiğinin Faz Dönüşümleri.....	2
Şekil 2.1. Goniometre Ünitesi	8
Şekil 2.2. X-Işınları Toz Difraksiyon Sistemi	9
Şekil 3.1. Saf Tm_2O_3 ' in XRD Toz Deseni	12
Şekil 3.2. Saf Bi_2O_3 ' in XRD Toz Deseni	15
Şekil 4.1. 725 °C'de %1 Mol, 750 °C'de %1 Mol, 775 °C'de %1 Mol Tm_2O_3 Katkılanan Bi_2O_3 Karışımlarının Toz Deseni Verileri	23
Şekil 4.2. 725 °C'de %2 Mol, %3 Mol, %4 Mol Tm_2O_3 Katkılanan Bi_2O_3 Karışımlarının Toz Deseni Verileri	24
Şekil 4.3. 725 °C, 750 °C, 775 °C ve 800 °C'de %6 Mol Tm_2O_3 Katkılanan Bi_2O_3 Karışımlarının Toz Deseni Verileri	26
Şekil 4.4. 750 °C' de $0.01 < Tm_2O_3 < 0.1$ Aralığında Elde Edilen Katı Çözeltinin % Tm_2O_3 Miktarının Hücre Parametresi (a)'ne Bağlılığı	31
Şekil 4.5. 775 °C' de $0.01 < Tm_2O_3 < 0.1$ Aralığında Elde Edilen Katı Çözeltinin % Tm_2O_3 Miktarının Hücre Parametresi (a)'ne Bağlılığı	31
Şekil 4.6. 800 °C' de $0.01 < Tm_2O_3 < 0.1$ Aralığında Elde Edilen Katı Çözeltinin % Tm_2O_3 Miktarının Hücre Parametresi (a)'ne Bağlılığı	32
Şekil 4.7. 750 °C' de $0.01 < Tm_2O_3 < 0.1$ Aralığında Elde Edilen Katı Çözeltinin % Tm_2O_3 Miktarının Hücre Parametresi (c)'ne Bağlılığı	33
Şekil 4.8. 775 °C' de $0.01 < Tm_2O_3 < 0.1$ Aralığında Elde Edilen Katı Çözeltinin % Tm_2O_3 Miktarının Hücre Parametresi (c)'ne Bağlılığı	33
Şekil 4.9. 800 °C' de $0.01 < Tm_2O_3 < 0.1$ Aralığında Elde Edilen Katı Çözeltinin % Tm_2O_3 Miktarının Hücre Parametresi (c)'ne Bağlılığı	34
Şekil 4.10. Kübik Birim Hücre Sabiti (a)'nin Katkılanan Tm_2O_3 Konsantrasyonuna Bağlı Değişimi	36
Şekil 4.11. Kübik Birim Hücre Sabiti (a)'nin Katkılanan Tm_2O_3 Konsantrasyonuna Bağlı Değişimi	36
Şekil 4.12. Kübik Birim Hücre Sabiti (a)'nin Katkılanan Tm_2O_3 Konsantrasyonuna Bağlı Değişimi Ani Soğutma İşlemi Yapılan Örnekler).....	37
Şekil 4.13. Kübik Birim Hücre Sabiti (a)'nin Katkılanan Tm_2O_3 Konsantrasyonuna Bağlı Değişimi (Ani Soğutma İşlemi Yapılan Örnekler).....	37

Şekil 4.14. 725 °C, 750 °C, 775 °C ve 800 °C’de %14 Mol Tm ₂ O ₃ Katkılanan Bi ₂ O ₃ Karışımlarının Toz Deseni Verileri	38
--	----

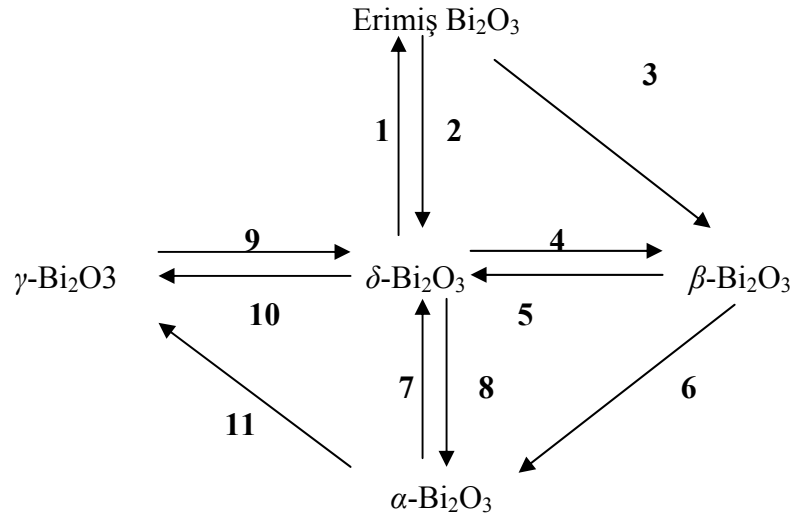
BÖLÜM 1

GİRİŞ

Bizmut trioksit (Bi_2O_3) bileşiğinin polimorflarının sentez edilmesi, karakterize edilmesi ve bazı endüstriyel uygulamaları ile ilgili bilimsel araştırmalar uzun süreden beri devam etmektedir. Her geçen gün polimorfların endüstriyel ve bilimsel önemlerinden dolayı araştırmaların yoğunluğunda artmaktadır. Polimorflar elektriksel iletkenlik bakımından oldukça ilginç özelliklere sahip olup, bu özelliklerinden dolayı endüstride bazı katı elektrolitlerin üretiminde temel malzeme olarak kullanılmalarının yanında, katı elektrokimyasal hücrelerde de kullanılmaktadırlar. Diğer yandan bizmut trioksit bileşiğinin polimorfları kristal yapı özelliklerinden dolayı oksijen iyonik iletkenliği göstermektedirler. Fazların elektriksel iletkenliklerinin ortamın oksijen gazı kısmi basıncına ve sıcaklığına bağlı olarak değiştiği bilinmektedir. Bu nedenle fazlar oksijen dedektörlerinin üretiminde de yaygın kullanım alanına sahiptirler. Diğer taraftan Bi-tabanlı süper iletkenlerin sentezlenmesinde ve süper iletken teknolojisinde yalıtım malzemesi olarak kullanılmaları ile ilgili bazı araştırmaların varlığıda bilinmektedir [1-8].

Literatürde şu ana kadar yapılmış olan çalışmalardan edinilen bilgilere göre; bizmut trioksit (Bi_2O_3) bileşiğinin dört ayrı allotropunun var olduğu belirlenmiştir. Bunlar; monoklinik ($\alpha\text{-Bi}_2\text{O}_3$) fazı, tetragonal ($\beta\text{-Bi}_2\text{O}_3$) fazı, yüzey merkezli kübik (*fcc*) ($\delta\text{-Bi}_2\text{O}_3$) fazı, iç merkezli kübik (*bcc*) ($\gamma\text{-Bi}_2\text{O}_3$) fazlarıdır. Monoklinik formu saf bizmut trioksitin oda sıcaklığında kararlı olan fazı olup, diğer formlar yüksek sıcaklıklarda oluşan oda sıcaklığında kararsız olan polimorflardır. Şayet saf $\alpha\text{-Bi}_2\text{O}_3$ fazı yaklaşık 730 °C' ye kadar ısıtılacak olursa, yüksek sıcaklıkta kararlı olan $\delta\text{-Bi}_2\text{O}_3$ fazına dönüşümü gerçekleşmektedir. $\delta\text{-Bi}_2\text{O}_3$ fazı ise oda sıcaklığına doğru soğutulurken,

650 °C civarında β -fazına ve daha düşük sıcaklıklarda (~639 °C) ise γ - Bi_2O_3 fazına dönüşmektedir. Diğer taraftan β -fazı aynı zamanda erimiş halde bulunan Bi_2O_3 'in 650 °C' ye soğutulmasıyla da oluşabilmektedir. Her iki fazda (β - ve γ -) daha da düşük sıcaklıklara kadar soğutulacak olursa, yaklaşık 500 °C civarında tekrar α - Bi_2O_3 fazına dönüşmektedirler. Aşağıdaki diyagramda, Bi_2O_3 bileşiğine ait faz dönüşümleri ve sıcaklıkları toplu olarak görülmektedir [3-8-14-23].



Şekil 2.1. Bizmut Trioksit Bileşiğinin Faz Dönüşümleri.

1. 825 °C' ye kadar ısıtılmasıyla görülen dönüşümdür.
2. Aşırı hızlı soğutulmasıyla görülen dönüşümdür.
3. Hızlı soğutulmasıyla görülen dönüşümdür.
4. 775 °C' den 646 °C' ye soğutulmasıyla gözlenen dönüşümdür.
5. 660 °C' den 670 °C' ye ısıtılmasıyla gözlenen dönüşümdür.
6. 620 °C' den 605 °C' ye soğutulmasıyla gözlenen dönüşümdür.
7. 745 °C' den 700 °C' ye soğutulmasıyla gözlenen dönüşümdür.
8. 730 °C' ye ısıtılmasıyla gözlenen değişimdir.
9. 825 °C' den açık atmosferde 635 °C' ye soğutulmasıyla gözlenen dönüşümdür.
10. 630 °C' den 645 °C' ye yavaş yavaş ısıtılmasıyla gözlenen dönüşümdür.
11. 625 °C' ye yavaş yavaş ısıtılmasıyla gözlenen dönüşümdür.

Literatürde şimdiye kadar Bi_2O_3 bileşiği üzerinde yapılan çalışmalarda bileşiğin saf halde iken kararsız modifikasyonlarını oda sıcaklığında kararlı hale getirmek mümkün

olmamıştır. Ancak bu fazlar diğer oksit bileşiklerinin, katı hal reaksiyonları ile saf Bi_2O_3 içerisine safsızlık maddesi olarak katılanmasıyla oda sıcaklığında kararlı hale getirilebilmektedirler. Örneğin saf Bi_2O_3 içerisine MoO_3 , ZrO_2 , Y_2O_3 , CoO , WO_3 , SrO , CaO , La_2O_3 , SeO_2 , V_2O_5 , Eu_2O_3 , Gd_2O_3 , Sb_2O_3 ve Dy_2O_3 gibi oksitler katılanacak olursa, oda sıcaklığında kararlı hale gelebilmektedir. Örnek olarak verilen oksit bileşiklerinin saf Bi_2O_3 ile verdikleri katı hal reaksiyonları ile ilgili daha önceden yapılan çalışmalara göre; katılanmış oksit bileşiğinin cinsi, katılanan oksit bileşiğinin konsantrasyonu, katı hal reaksiyonunun süresi, uygulanan ısı işlem sıcaklığı ve soğutma hızı v.b. parametreler, sentezlenecek fazın tipini, birim hücre sabitlerini, stokiyometrik bileşimini, yüzey özelliklerini v.s. etkilemektedir [1-2-9-11-21].

Literatürden edinilen bilgilere göre; X-ışınları yüksek sıcaklık toz difraksiyon tekniği ile yapılan bazı çalışmalar sonucunda, *bcc* γ -fazının *I23* uzay grubunda bulunan Sillenite tipi bir faz olduğu belirlenmiştir. γ -fazı aynı zamanda yine iç merkezli kübik kristal sistemine sahip olan $\text{Bi}_{24}\text{Si}_2\text{O}_{40}$, $\text{Bi}_{25}\text{FeO}_{40}$, $\text{Bi}_{38}\text{ZnO}_{60}$ gibi fazları ile izomorf yapıya sahiptir. Verilen formüller stokiyometrik bileşime karşın olan formüller olup, *bcc* tipi birim hücreye sahip saf bizmut trioksitin kristal formülü Bi_2O_3 olarak verilmekte olup, formül yine stokiyometrik formüle karşılık gelmektedir. Stokiyometrik bileşime sahip *bcc* fazı için kristal örgünün kusursuz olduğu bulunmuştur. Buna göre; birim hücrede oksijen anyonları kübün köşelerine ($\{0,0,0\}$ konumları) ve kübün hacim merkezine ($\{1/2,1/2,1/2\}$ konumları) yerleşirken Bi katyonları tetrahedral konumlara yerleşmektedirler. Literatürde yapılan diğer bazı çalışmalar ise γ -fazının non-stokiyometrik bileşimde de oluşabileceğini ortaya koymaktadır. Buna örnek olarak yapılan bir çalışma sonucunda önerilen $\text{Bi}_{26}\text{O}_{39}$ şeklindeki kristal formülü ve birim hücresi verilebilmektedir. Non-stokiyometriye sahip olan *bcc* fazı birim hücre kristal yapı hatası içermekte olup, bu yapısal hatalar daha çok kristal örgüdeki oksijen iyon eksikliğinden kaynaklanan yapısal kusurlardır. Buna göre kristal örgüde katyonlar bakımından bir kusur söz konusu değilken, anyonlar bakımından bazı yapısal hatalar söz konusudur. Bu yapısal kusurlar ise fazın fiziksel özelliklerinden birisi olan elektriksel iletkenliğini büyük oranda değiştirmektedir. Kristal örgüde oluşan O^{2-} iyonu boşluklarının miktarının katılanan yabancı madde derişimi ile değişmesinden dolayı, elektriksel iletkenliğin mertebesi de değişim göstermektedir [9-11-21-23].

Bi_2O_3 fazının bir diğer polimorfu olan $\beta\text{-Bi}_2\text{O}_3$, safsızlık katkılanmış Bi_2O_3 'ün ani soğutulması sonucunda veya diğer ısıt işlemler sonucunda oda sıcaklığında kararlı hale getirilmektedir. Faz $P42_1c$ uzay grubunda bulunmakta olup birim hücre sabitleri $a = 7.74 \text{ \AA}$ ve $c = 5.63 \text{ \AA}$ olarak hesaplanmıştır. Bununla birlikte β -fazının da örneğin $\beta\text{-Bi}_2\text{O}_{2.5}$ formülüyle gösterilebilen ve birim hücre parametreleri $a = 7.75 \text{ \AA}$, $c = 5.63 \text{ \AA}$ olan non-stokiyometrik formda da bulunabileceği gözlenmiştir. Sentezleri gerçekleştirilen diğer non-stokiyometrik fazlara örnek olarak $\beta\text{-BiO}_{1.5}$ ($a = 10.95 \text{ \AA}$, $c = 5.63 \text{ \AA}$) olduğu ve $\beta\text{-BiO}_{1.75}$ ($a = 10.96 \text{ \AA}$, $c = 5.64 \text{ \AA}$) fazları örnek olarak gösterilebilir. Stokiyometrik olan fazlar için kristal örgüde bizmut iyonları bakımından yerleşimi tam iken, oksijen iyonları bakımından kristal örgü boşluklarının oluşumu vardır [16-18-21-23].

Öte yandan yapılan bir araştırmada, saf Bi_2O_3 içerisine yabancı madde katkısıyla da β -fazının kristal örgüsünde oksijen iyonu boşluklarının oluşabildiği belirlenmiştir. Buna örnek olarak $(\text{Bi}_2\text{O}_3)_{1-x}(\text{Dy}_2\text{O}_3)_x$ ikili sisteminde sentezlenen β tipinde kristallenen katı çözelti örnek gösterilebilir. Bi_2O_3 ile Dy_2O_3 'ün birbirleriyle oluşturdukları katı hal reaksiyonları sonucunda; stokiyometrik bileşimi $\text{Bi(III)}_{2-2x}\text{Dy(II)}_{2x}\text{O}_{3-x}\square_x$ ($\square$: oksijen iyonu boşluğu) olan tetragonal birim hücre tipine sahip katı çözelti aralığının varlığı bulunmuştur. Katı çözelti formülünden de görülebileceği gibi non-stokiyometriye sahip olup, örgüde oksijen iyonu eksikliğinden kaynaklanan yapısal hatalara sahiptir. Bu yüzden β -fazı da belli oranda elektriksel iletkenlik gösterebilmektedir [16].

Bizmut trioksit'in diğer bir kübik birim hücre tipine sahip olan, δ -fazı yukarıda da belirtildiği gibi $730 \text{ }^\circ\text{C}$ ' de faz dönüşümü ile oluşan ve Bi_2O_3 'in erime noktası olan $825 \text{ }^\circ\text{C}$ ' ye kadar var olan polimorfudur. δ -fazı' nın $Pn3m$ uzay grubunda bulunduğu, florit tipinde kristallendiği ve birim hücre sabitinin $5,66 \text{ \AA}$ olduğu bulunmuştur. Diğer polimorflarda olduğu gibi bu fazda kristal örgüsünde oksijen iyonları boşlukları içerebilmektedir. Polimorflar içerisinde en fazla kristal örgü boşlukları içeren faz olduğu ve bu yüzden de en yüksek elektriksel iletkenliği gösterdiği bulunmuştur [22-24].

Yapılan bu çalışmada, $\text{Bi}_2\text{O}_3\text{-Tm}_2\text{O}_3$ ikili sisteminde katı hal reaksiyonları ve bu reaksiyonlar sonucu oluşabilecek fazların nitelikleri araştırıldı. Faz oluşumunda etkin

olabilecek reaksiyon sıcaklığı, süresi, soğutma hızı, stokiometrik katkı miktarı gibi değişkenlerin etkileri incelendi. Sistemde oluşması muhtemel olan heterojen katı karışım ve katı çözelti bölgeleri belirlenerek, bunların kristalografik, stokiometrik bileşim gibi özellikleri çalışıldı. Birim hücre sabitlerinin Tm_2O_3 konsantrasyonuna bağlı değişimleri ve maksimum/minimum çözünürlük noktaları araştırıldı.

BÖLÜM 2

GENEL BİLGİLER

2.1. Kullanılan Aletler

2.1.1. X-Işınları Toz Difraksiyon Çalışmaları (XRD)

2.1.1.1. X-ışınları Toz Difraktometresi

X-ışınları toz difraksiyon desenleri Erciyes Üniversitesi Teknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezinde bulunan Bruker AXS D8 Advance tipi difraktometre ile yapıldı. Şekil 2.2.' de blok şeması verilen sistem Bragg Brentano geometrisine göre çalışan bir sistem olup, ölçümlerde 40 kV ve 40 mA' de elde edilen $\text{CuK}\alpha$ ışınları kullanıldı. Sistemde monokromatize x-ışını elde etmek için grafit monokromatör veya filtreler kullanılmaktadır. Ölçümler $10^\circ \leq 2\theta \leq 90^\circ$ aralığında 0.002° (2θ)'lık aç tarama miktarı ile yapıldı. X-ışını demetinin kalınlığını uygun hale getirmek için difraktometre girişine 1 mm' lik ve çıkışına da 0.1 mm' lik slitler yerleştirildi. Numuneden difrakte olan x-ışınları NaI (Tl) tipi sintilasyon dedektörü ile toplanmakta ve sisteme bağlı bulunan bilgisayar ünitesi yardımıyla değerlendirilmektedir. Şekil 2.2.' de görülen sinyal işleyici ünitesi, sayıcıdan gelen elektronik pulslardan istenmeyen pulsları ayırmak, difraksiyon piklerinin genliğini arttırmak, pulsların şiddetlerini sayısal değerlere çevirmek, bunları voltaj akım değerlerinde bilgisayara göndermek için kullanılmıştır.

2.1.1.2 Sistemdeki Fazların Analizi

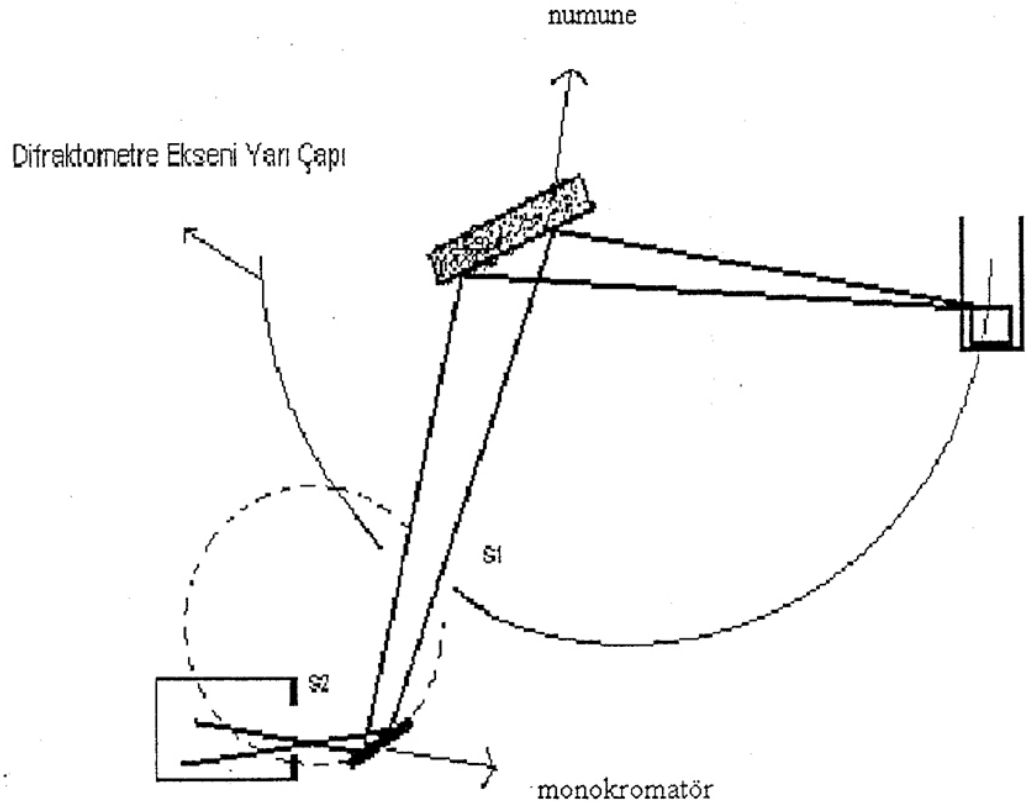
Değişik mol oranlarındaki katı karışımların belirli sıcaklıklarda fırınlanmalarından sonra faz/fazların oluşup oluşmadığı x-ışınları toz difraksiyon yöntemiyle yapılan ölçümler sonucunda belirlendi. Katı karışımların XRD toz desenleriyle başlangıç maddelerinin toz desenleri karşılaştırıldığında;

1. Başlangıç maddelerinden elde edilen toz desenlerinin karışım halindeki yeni bir ürünü tekrar oluşturmuyorsa reaksiyon süresinin veya reaksiyon sıcaklığının yeterli derecede olmadığı,
2. Başlangıç maddelerinden elde edilen toz desenlerinin farklı şekillerdeki difraksiyon piklerinin bütünüyle tek bir türün birim hücre tipinde indekslenmesi ile saf bir faz olarak meydana geldiği,
3. Başlangıç maddelerinden elde edilen toz desenlerinin farklı şekillerdeki difraksiyon piklerinin bütünüyle tek bir türün birim hücre tipinde indekslenmesi ile saf bir faz olarak meydana gelmesi toz desenlerinin belirli aralıklarda gözlenen difraksiyon piklerinin difraksiyon açısına bağlı olarak belirli bir yönde kayma gösterdiği ve bu kaymanın sürekli olması durumunda homojen halde olan katı bir çözelti aralığının oluştuğu,
4. Bir toz desen birden fazla birim hücre tipinde kristallenen fazlara ait difraksiyon piklerinin varlığı; birden fazla fazın bir arada olduğu,
5. 4. maddede bahsedilen durumda fazlara ait toz desenlerin pik açısı sabit kalarak pik şiddetinin değişen değerlere göre değişmesi pikin birden fazla kristal sistemde indekslenmesi ve heterojen olarak katı çözelti ağırlığının meydana geldiği kanısına varıldı.

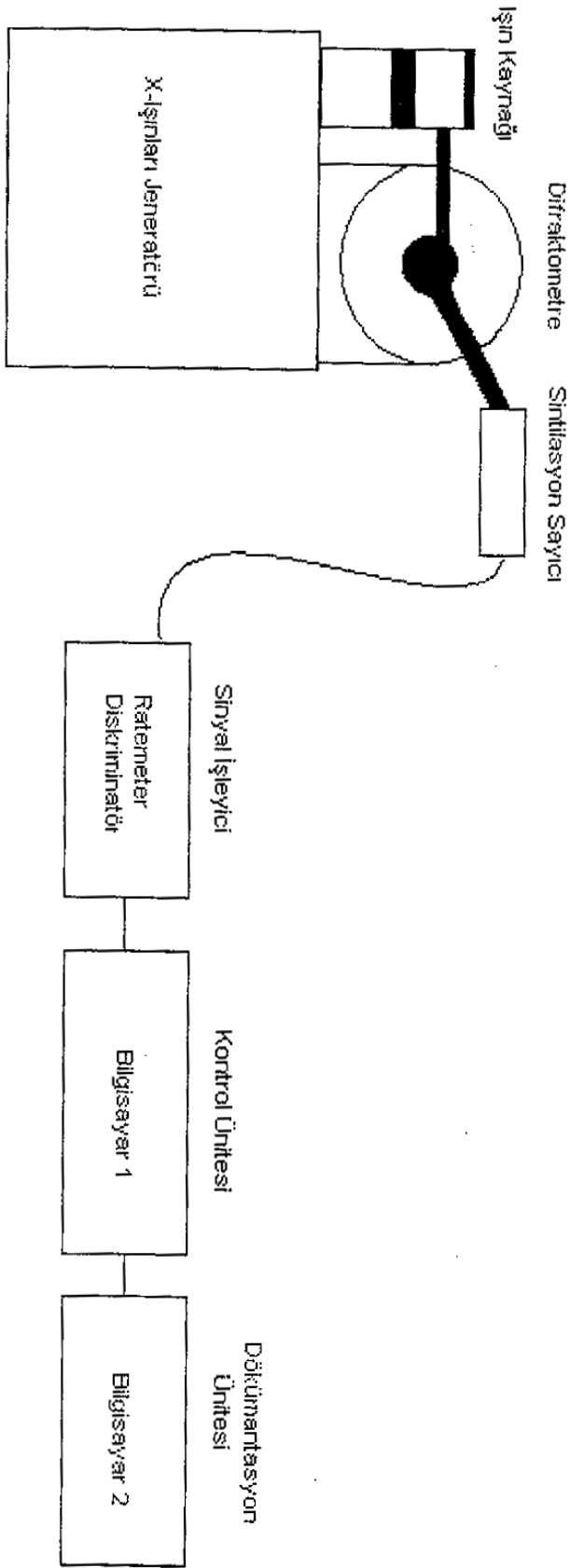
Ölçülen x-ışınları toz desenlerindeki zemin ışınlarını varsa β ışınlarını elimine etmek ve ön değerlendirme işlemleri yapmak için Diffrac Plus Eva paket programı kullanıldı [24]. Toz desenlerindeki difraksiyon piklerinin indekslenmesi için Diffrac Plus Win-Index Professional Powder Indexing hazır paket programı kullanıldı. [25]. Tek bir kristal sistemine sahip olan örneklerin birim hücre sabitlerinin %mol Tm_2O_3 bağlı değişimleri grafiğe aktarılarak, değişimin niteliği incelendi. XRD toz desenlerinin hangi birim hücre tipine karşılık geldiği, XRD verilerinin literatür verileri ile karşılaştırılması yapılarak bulundu [23].

Sistemin tüm mekanik kontrol ve ayarları otomatik olarak sistem bilgisayarı ile yapılmaktadır. Sinyal işleyici ünitesine bağlı bilgisayar-1, gelen sayısal pulsarı dijital olarak saymak, hafızaya depo etmek ve verilen komutlara göre difraktometrenin çalışmasını düzenlemek için kullanılmıştır. X-ışınları toz deseni veri değerlendirmeleri ise veri değerlendirme ve işlemlerini içeren hazır paket programlarla, merkezde bulunan veri değerlendirme ve bilgisayar-2 ile yapıldı.

Standart ölçüm modunda ölçüm süresi 60 dakikadır. Sistem yüksek sıcaklık toz difraksiyon ölçümleri için de donanımlı olup XRD ölçümleri oda sıcaklığı ile 1600 °C sıcaklık aralığında yapılabilmektedir. Bu ölçümler sonunda kristalografik faz dönüşümleri, faz geçiş sıcaklıkları, termal genleşme gibi özellikler incelenebilmektedir. Sistem sıcaklığa bağlı olarak oluşan zemin düzeltmesini otomatik olarak düzeltmektedir.



Şekil 2.1. Goniometre Ünitesi.



Şekil 2.2. X-ışınları Toz Difraksiyon Sistemi.

2. 2.1.3. Kullanılan Diğer Aletler

Porselen krezelerin sabit tartıma getirilmesinde Elektromag marka kül fırını kullanıldı. Katı hal reaksiyonları porselen krezeler içinde Nüve Marka MF 120 model kül fırınında gerçekleştirildi. Çalışmada kullanılan Nüve Marka MF 120 model fırının sıcaklığının $\pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ ' lik sapmayla doğru olduğu belirlendi.

Ani soğutma ısıt işlemleri Thermolyne marka 2110 model dikey tüp fırını kullanılarak, su-buz karışımı içerisinde ve gümüş krezelerde yapıldı. Tüp fırının kalibrasyonu sonucunda fırın set sıcaklıklarının $\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ' lik hata oranıyla doğru olduğu bulundu.

Bütün karışımların her fırınlamadan önce ve sonra tartımları yapılarak kütlelerinde meydana gelen değişimler kontrol edildi. Tartımlar için AND marka HR-200 model dijital terazi kullanıldı.

BÖLÜM 3

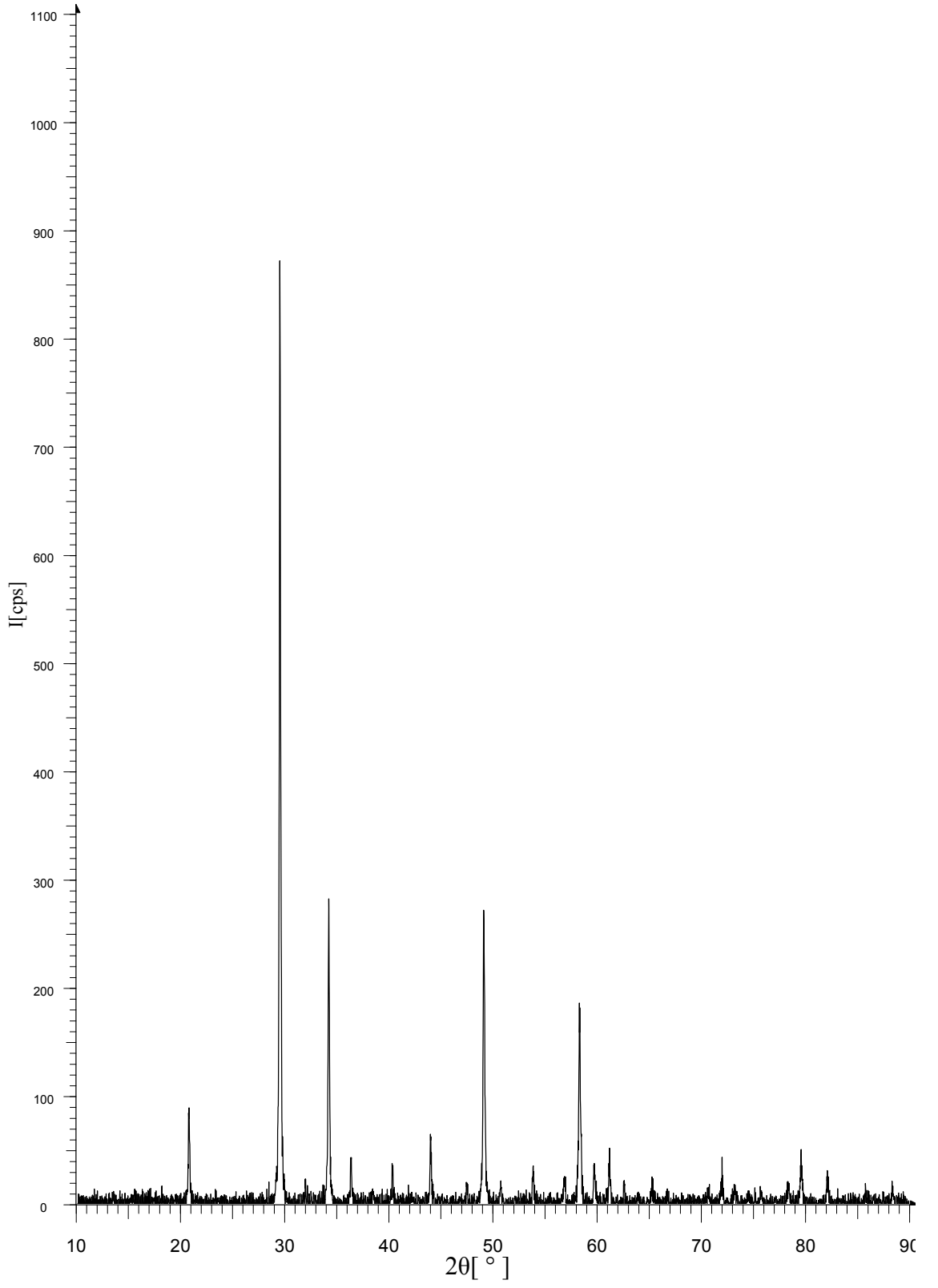
DENEYSEL BÖLÜM

3.1. Başlangıç Maddeleri

3.1.2. Tulyum trioksit

Lantanitler sınıfında yer alan tulyumun atom numarası 69, kütle numarası 168.93' dir. 20 °C' deki yoğunluğu 9.321 g/cm³' tür. Pahalı olması sebebiyle kullanım alanları henüz sınırlıdır. Nükleer reaktörlerde bombardımana uğratılan Tm-169 izotopu, portatif x-ışını ekipmanında radsasyon kaynağı olarak kullanılabilir. Doğal tulyum, seramik manyetik maddeler olan ferritlerde ve mikrodalga ekipmanında kullanılır[29].

Çalışmada %99.9 saflıkta beyaz renkli tulyum trioksit kullanıldı. Tulyum trioksinin erime noktası 2425 °C ve yoğunluğu 8.6 g/ml' dir. Saf tulyum trioksinin toz deseni ölçülerek sonuçların ASTM indekslerinde mevcut tulyum trioksitle uyum içinde olduğu belirlendi. Bileşiğin x-ışınları toz difraksiyon desen verileri, literatür değerleri ile beraber Tablo 3.1 görülmektedir. Toz deseni Şekil 3.1.' de görülmektedir. Tulyum trioksit kübik kristal sistemindedir.



Şekil 3.1. Saf Tm_2O_3 ' in XRD Toz Deseni.

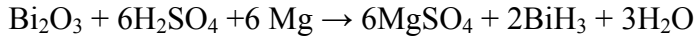
Tablo Ek 3.1 Saf Ti_2O_3 ' in XRD Toz Deseni Verileri.

Nr	h k l	$2\Theta_{\text{göz}}$	$2\Theta_{\text{hes}}$	$d_{\text{göz}}[\text{\AA}]$	$d_{\text{hes}}[\text{\AA}]$	dlit	I/I _o
1	2 1 1	20.715	20.730	4.2844	4.2814	4.2845	10.1
2	2 2 2	29.463	29.481	3.0292	3.0274	3.0273	100.0
3	3 2 1	31.896	31.904	2.8035	2.8028	2.8036	2.7
4	4 0 0	34.164	34.172	2.6224	2.6218	2.6223	32.2
5	3 3 0	36.292	36.315	2.4733	2.4719	2.4734	4.6
6	4 2 0	38.360	38.354	2.3447	2.3450	2.3450	1.5
7	3 3 2	40.307	40.305	2.2358	2.2359	2.2358	4.0
8	4 2 2	42.174	42.180	2.1410	2.1407	2.1411	1.1
9	5 1 0	43.976	43.991	2.0574	2.0567	2.0573	7.0
10	5 2 1	47.437	47.445	1.9150	1.9147	1.9149	2.1
11	4 4 0	49.091	49.102	1.8543	1.8539	1.8542	30.9
12	5 3 0	50.709	50.718	1.7989	1.7985	1.7989	2.3
13	6 1 1	53.828	53.845	1.7017	1.7013	1.7017	3.9
14	6 2 0	55.382	55.362	1.6576	1.6582	1.6576	1.1
15	5 4 1	56.847	56.851	1.6183	1.6182	1.6183	2.8
16	6 2 2	58.320	58.316	1.5809	1.5810	1.5809	20.7
17	6 3 1	59.738	59.758	1.5467	1.5463	1.5462	4.2
18	4 4 4	61.180	61.179	1.5137	1.5137	1.5136	5.8
19	7 1 0	62.588	62.581	1.4830	1.4831	1.4830	2.5
20	6 4 0	63.981	63.966	1.4540	1.4543	1.4540	1.0
21	7 2 1	65.334	65.334	1.4271	1.4271	1.4272	2.6
22	6 5 1	70.669	70.670	1.3319	1.3319	1.3320	1.6
23	8 0 0	72.010	71.975	1.3104	1.3109	1.3107	4.8
24	8 1 1	73.279	73.271	1.2908	1.2909	1.2904	1.8
25	8 2 0	74.568	74.558	1.2716	1.2718	1.2716	1.1
26	6 5 3	75.840	75.837	1.2534	1.2535	1.2533	1.3
27	7 5 0	78.377	78.374	1.2191	1.2191	1.2190	2.0
28	6 6 2	79.630	79.633	1.2030	1.2030	1.2030	5.7
29	8 4 0	82.151	82.138	1.1724	1.1725	1.1723	3.4
30	9 2 1	85.825	85.869	1.1313	1.1309	1.1309	1.7
31	9 3 0	88.350	88.345	1.1054	1.1054	1.1055	2.2

3.1.2. Bizmut Trioksit

5A grubu olan bizmutun atom numarası 83 ve kütle numarası 208.980 birimdir. 6. periyotta bulunur. Metalik özellik göstermektedir. Elektronik konfigürasyonu $[Xe]4f^{14}5d^{10}6s^26p^3$ 'dir. Bizmut bileşiklerinde +3 ve +5 yükseltgenme basamaklarında bulunur. Metalik bizmut rombohedral kristaller oluşturur. Bu metal açık gri renkli, sert ve kırılkan olup, ısıyı çok az iletir. Erime noktası 544.5 °C, kaynama noktası 1560 °C ve 20 °C' deki yoğunluğu 9.80 g/cm³ tür [28].

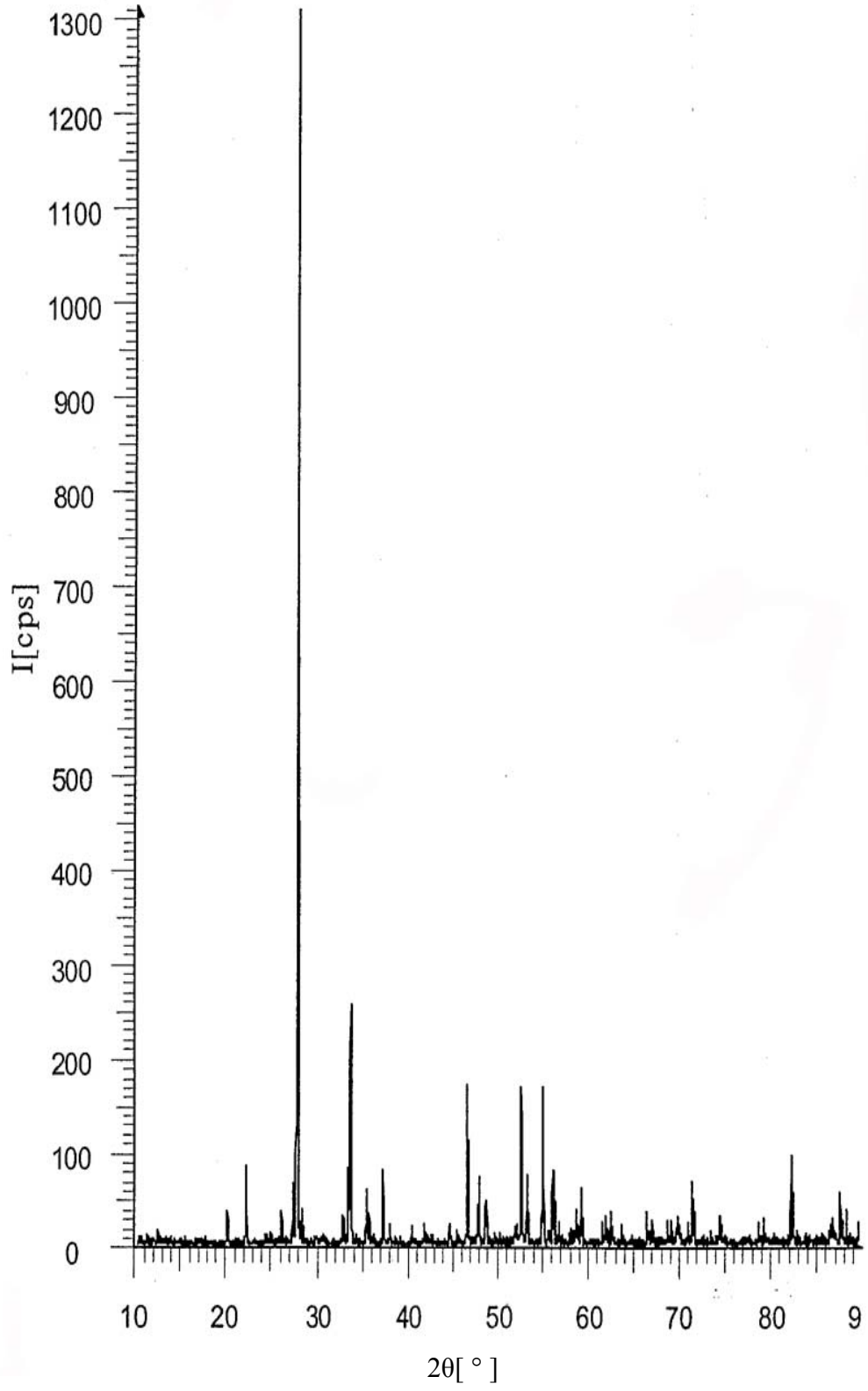
Bizmut doğada Bizmutinit (Bi_2S_3), Bizmit (Bi_2O_3) ve birde karbonatı olan Bizmutit[(BiO)₂CO₃] halinde bulunur. Bizmutun hidrojenli bileşiği BiH_3 tür ve Bizmutin adını alır. Bizmutun metalik özelliğinin fazla olması nedeniyle BiH_3 kararsızdır. Aşağıdaki reaksiyonla elde edilir [28]:



Bizmutun MX_3 genel formülünde trihalojenürleri olup, penta halojenür olarak ise BiF_5 bulunur. BiF_5 renksiz iğne şeklinde kristallenir, 550 °C' de süblimleşir. Bizmut(5) florür kuvvetli bir florlama aracıdır [28].

Bizmut(5)oksit Bi_2O_5 kırmızı-kahverengi bir tozdur. Bu oksit zayıf alkali asit çözeltisinde süspansiyon halinde bulunan bizmut trioksite hipoklorit(OCl^-) gibi çok kuvvetli oksitleyicilerin etkisi ile elde olunur [28].

Çalışmada başlangıç maddesi olarak %99,9 saflıkta bizmut trioksit kullanıldı. Bizmut trioksit polimorf yapıda ve sarımsı bir tozdur. Zayıf bazik karakterli ve asitlerde iyi çözünür [27]. Bileşiğin erime noktası 825 °C ve yoğunluğu 8.9 g/ml' dir. Saf bizmut trioksitin ölçülen XRD toz deseni Şekil 3.2.' de görülmektedir.



Şekil 3.2. Saf Bi_2O_3 'in XRD Toz Deseni.

Bu toz deseninde elde edilen verilerle piklerin tamamı monoklinik kristal sisteminde indekslenmiştir. Monoklinik birim hücre tipine sahip bizmut trioksit, bileşiğin oda sıcaklığında kararlı olan fazı olup, α -Bi₂O₃ şeklinde gösterilmektedir

Toz deseninin değerlendirilmesiyle elde edilen verilerin literatürden alınan verilerle uyum içinde olduğu görülmüştür. Toz deseninden elde edilen ve literatürden alınan veriler Tablo 3.2’ de görülmektedir.

Tablo 3.2 Saf α -Bi₂O₃’ in XRD Toz Deseni Verileri.

Nr	h k l	$2\Theta_{\text{göz}}$	$2\Theta_{\text{hes}}$	$d_{\text{göz}}[\text{\AA}]$	$d_{\text{hes}}[\text{\AA}]$	$d_{\text{lit}}[\text{\AA}]$	I/I ₀
1	$\bar{1}$ 1 1	19.640	19.720	4.5160	4.4980	4.4980	2.0
2	0 2 2	21.680	21.760	4.0960	4.0830	4.0840	4.0
3	$\bar{1}$ 0 2	24.480	24.560	3.6340	3.6220	3.6220	3.0
4	0 0 2	25.680	25.760	3.4640	3.4560	3.4560	4.0
5	1 1 1	26.860	26.940	3.3170	3.3060	3.3100	9.0
6	$\bar{1}$ 2 0	27.340	27.380	3.2630	3.2530	3.2530	100.0
7	0 1 2	27.920	28.000	3.1920	3.1820	3.1840	6.0
8	$\bar{2}$ 1 1	32.420	32.500	2.7590	2.7520	2.7590	5.0
9	1 2 1	32.980	33.060	2.7130	2.7070	2.7080	16.0
10	2 0 0	33.180	33.260	2.6980	2.6910	2.6930	8.0
11	0 2 2	33.860	33.960	2.6450	2.6380	2.6380	3.0
12	$\bar{2}$ 1 2	34.960	35.040	2.2650	2.5590	2.5590	8.0
13	0 3 1	35.340	35.420	2.5380	2.5320	2.5320	3.0
14	1 0 2	35.840	35.920	2.5030	2.4980	2.4990	2.0
15	1 3 0	36.900	36.980	2.4340	2.4290	2.4290	7.0
16	1 1 2	37.540	37.640	2.3940	2.3890	2.3900	5.0
17	$\bar{2}$ 2 0	40.020	40.100	2.2510	2.2470	2.2440	3.0
18	$\bar{1}$ 3 2	41.380	41.460	2.1790	2.1760	2.1760	3.0
19	0 2 3	45.080	45.160	2.0100	2.0070	2.0060	3.0
20	0 4 1	46.260	46.340	1.9610	1.9580	1.9580	27.0
21	$\bar{1}$ 4 1	47.520	47.600	1.9120	1.9090	1.9100	4.0

Tablo 3.2 ' in Devamı.

Nr	h k l	$2\Theta_{göz}$	$2\Theta_{hes}$	$d_{göz}[\text{Å}]$	$d_{hes}[\text{Å}]$	$d_{lit}[\text{Å}]$	I/I _o
22	$\bar{1}$ 0 4	48.520	48.600	1.8750	1.8720	1.8720	5.0
23	1 1 3	49.920	49.980	1.8250	1.8230	1.8240	1.0
24	2 1 2	51.680	51.740	1.7670	1.7650	1.7660	3.0
25	3 2 $\bar{2}$	52.320	52.380	1.7480	1.7450	1.7460	8.0
26	2 3 1	52.960	53.040	1.7270	1.7250	1.7280	6.0
27	$\bar{2}$ 4 1	54.740	54.800	1.6760	1.6740	1.6750	18.0
28	2 2 2	55.460	55.540	1.6550	1.6530	1.6540	3.0
29	3 2 0	55.860	55.940	1.6440	1.6420	1.6450	4.0
30	0 2 4	57.840	57.000	1.5930	1.5910	1.5920	4.0
31	3 1 1	59.020	59.080	1.5640	1.5620	1.5650	4.0
32	2 4 $\bar{3}$	61.420	61.480	1.5090	1.5070	1.5100	3.0
33	3 3 $\bar{3}$	61.840	61.840	1.5010	1.4990	1.5080	3.0
34	1 5 1	62.340	62.340	1.4900	1.4880	1.4890	3.0
35	2 1 3	63.500	63.580	1.4640	1.4620	1.4670	3.0
36	4 1 $\bar{1}$	66.240	66.320	1.4100	1.4080	1.4090	3.0
37	2 2 3	66.860	66.940	1.3980	1.3970	1.3970	4.0
38	1 5 $\bar{3}$	68.480	68.580	1.3690	1.3670	1.3680	5.0
39	0 6 0	68.860	68.940	1.3620	1.3610	1.3620	5.0
40	3 4 0	69.640	69.720	1.3490	1.3480	1.3480	4.0
41	1 6 $\bar{1}$	71.360	71.440	1.3220	1.3200	1.3200	7.0
42	1 6 $\bar{2}$	74.340	74.400	1.2750	1.2740	1.2760	3.0
43	1 1 $\bar{5}$	78.640	79.920	1.2160	1.2150	1.2170	4.4
44	3 5 $\bar{1}$	79.120	79.220	1.2100	1.2090	1.2090	1.0
45	1 6 $\bar{3}$	80.160	80.240	1.1960	1.1950	1.1950	2.0
46	4 4 $\bar{3}$	82.140	82.220	1.1730	1.1720	1.1710	5.0
47	4 4 $\bar{4}$	86.420	86.500	1.1250	1.1240	1.1240	2.0

Tablo 3.2 ' in Devamı.

Nr	h	k	l	$2\Theta_{göz}$	$2\Theta_{hes}$	$d_{göz}[\text{\AA}]$	$d_{hes}[\text{\AA}]$	$d_{lit}[\text{\AA}]$	I/I _o
48	5	2	$\bar{3}$	86.760	86.840	1.1220	1.1210	-	1.0
49	3	6	$\bar{2}$	87.580	87.660	1.1130	1.1120	-	6.0

Birim Hücre Parametreleri :Gözlenen değerler :

$$a=5.847 \pm 3.5 \times 10^{-3} [\text{\AA}]$$

$$b=8.166 \pm 4.1 \times 10^{-3} [\text{\AA}]$$

$$c=7.510 \pm 4.8 \times 10^{-3} [\text{\AA}]$$

$$\beta=113.014 \pm 5.4 \times 10^{-3} [\text{\AA}]$$

$$V=330.010 [\text{\AA}]$$

$$\Delta\Theta=0.039 \pm [\text{\AA}]$$

Literatür değerleri :[16,23]

$$a=5.850 [\text{\AA}]$$

$$b=8.166 [\text{\AA}]$$

$$c=7.150 [\text{\AA}]$$

$$\beta=112.940 [\text{\AA}]$$

$$V=330.39 [\text{\AA}]$$

3.1.3. Katı Karışımların Hazırlanması

%99 saflıktaki Bi_2O_3 ve Tm_2O_3 bileşikleri önce $125\text{ }^\circ\text{C}$ ' de 24 saat süre ile etüvde kurutuldu. Hazırlanacak katı karışımlar için gerekli olan Bi_2O_3 ve Tm_2O_3 miktarları hesaplandı. Her bir yüzdelik katı karışım için tartılan Bi_2O_3 ve Tm_2O_3 miktarları Tablo 3.4' de verilmiştir. %1-15 mol oranlarında Tm_2O_3 içeren Bi_2O_3 katı karışımları uygun stokiometrik miktarlarda tartılarak agat havan içinde homojen bir karışım elde edilecek şekilde öğütülerek hazırlandı. Katı hal reaksiyonları $600\text{ }^\circ\text{C}$ - $800\text{ }^\circ\text{C}$ sıcaklık aralığında ve reaksiyon süresi her ısıtım işlem sıcaklığında 48 saat olacak şekilde yapıldı. Bu karışımların fırınlamadan önce ve sonra tartımları yapılarak kütlelerindeki değişimler izlendi.

Katı hal tepkimelerinde difüzyon hızı tepkime ısısından çok taneciklerin temas yüzeyine bağlı olduğu için mümkün olduğu kadar fazla öğütme işlemi yapıldı. Öğütme sırasında katı karışımlara safsızlık karışmasını önlemek için agat havan kullanıldı.

Tablo 3.3 Hazırlanan Stok Karışımlar ve Bileşenleri.

Stok No	% Tm_2O_3	Stok No	% Tm_2O_3
1	0.01	9	0.09
2	0.02	10	0.1
3	0.03	11	0.11
4	0.04	12	0.12
5	0.05	13	0.13
6	0.06	14	0.14
7	0.07	15	0.15
8	0.08		

Tablo 3.4 Her Bir Yüzdelik Katı Karışım İçin Bi₂O₃ ve Tm₂O₃ Miktarı.

Dope Maddesinin "Ma"		Tm ₂ O ₃	385,87
Temel Maddenin "Ma"		Bi ₂ O ₃	465,96
Toplam Karışım Kütlesi			5
Dope Mol Yüzdesi	Dope Miktarı (g)	Temel Madde Miktarı (g)	Temel Madde Mol Yüzdesi
1	0,04148	4,95852	99
2	0,08310	4,91690	98
3	0,12486	4,87514	97
4	0,16677	4,83323	96
5	0,20882	4,79118	95
6	0,25102	4,74898	94
7	0,29337	4,70663	93
8	0,33587	4,66413	92
9	0,37851	4,62149	91
10	0,42130	4,57870	90
11	0,46424	4,53576	89
12	0,50734	4,49266	88
13	0,55058	4,44942	87
14	0,59398	4,40602	86
15	0,63753	4,36247	85

3.1.4 Fazların Sentezlenmesi

Katı hal reaksiyonları Nüve Marka MF 120 model kül fırınında yapıldı. Reaksiyon sırasında sıcaklığa dayanıklı ve bileşiklerle reaksiyon vermeyen porselen alümina krozeler kullanıldı.

Reaksiyonlar için uygun zaman (saat), sıcaklık (derece santigrat) ve bileşim (mol yüzdesi) parametreleri tespit edildi.

Katı hal tepkimeleri, katı fazlardaki atomik difüzyon hızına bağlı olduğundan reaksiyon hızı, sıcaklık ve fırınlama süresi ile yakından ilgilidir. Bunlar göz önüne alınarak reaksiyon parametrelerinden reaksiyon süresi minimum 48 saat, reaksiyon sıcaklığı ise 600 °C ile 800 °C arasında sıcaklık taraması yapılarak belirlenmeye çalışıldı. Stokiyometrik oran taraması ise %1-15 mol arasında Tm_2O_3 içeren 15 (on beş) farklı katı karışım hazırlandı. Bu çalışmada hazırlanan karışımlar ve bunların bileşimleri Tablo 3.3' de verilmiştir.

Tablo 3.3' de verilen stok karışımlardan uygun miktarlarda (~5 g) tartılarak alınan örnekler, 650 °C' de 24 saat süre ile bir ısıtma işlemi tutulup, sonra kütle kontrolü yapılarak madde kaybı olup olmadığı tespit edildi. Tekrar öğütülen karışımlar sırası ile 700 °C, 725 °C, 750 °C, 775 °C, 800 °C 'deki sıcaklıklarda 48' er saat süreyle reaksiyona tabii tutuldular. Bu ısıtma işlemlerden sonra karışımlardan alınan ~1g' lık numuneler dikey tüp fırınında ısıtma işlem sıcaklıklarında 750 °C, 775 °C ve 800 °C' de 15 dakika fırımlandıktan sonra saf su-buz karışımına aniden atılarak ani soğutuldular.

BÖLÜM 4

SONUÇ VE TARTIŞMALAR

$\text{Bi}_2\text{O}_3\text{-Tm}_2\text{O}_3$ ikili sisteminde katı hal reaksiyonları sonucunda elde edilen fazlar ve özellikleri, iki stokiyometrik aralığa bölünerek incelendi.

4.1. $0.01 < X \text{ Tm}_2\text{O}_3 < 0.1$ Stokiyometrik Aralığı

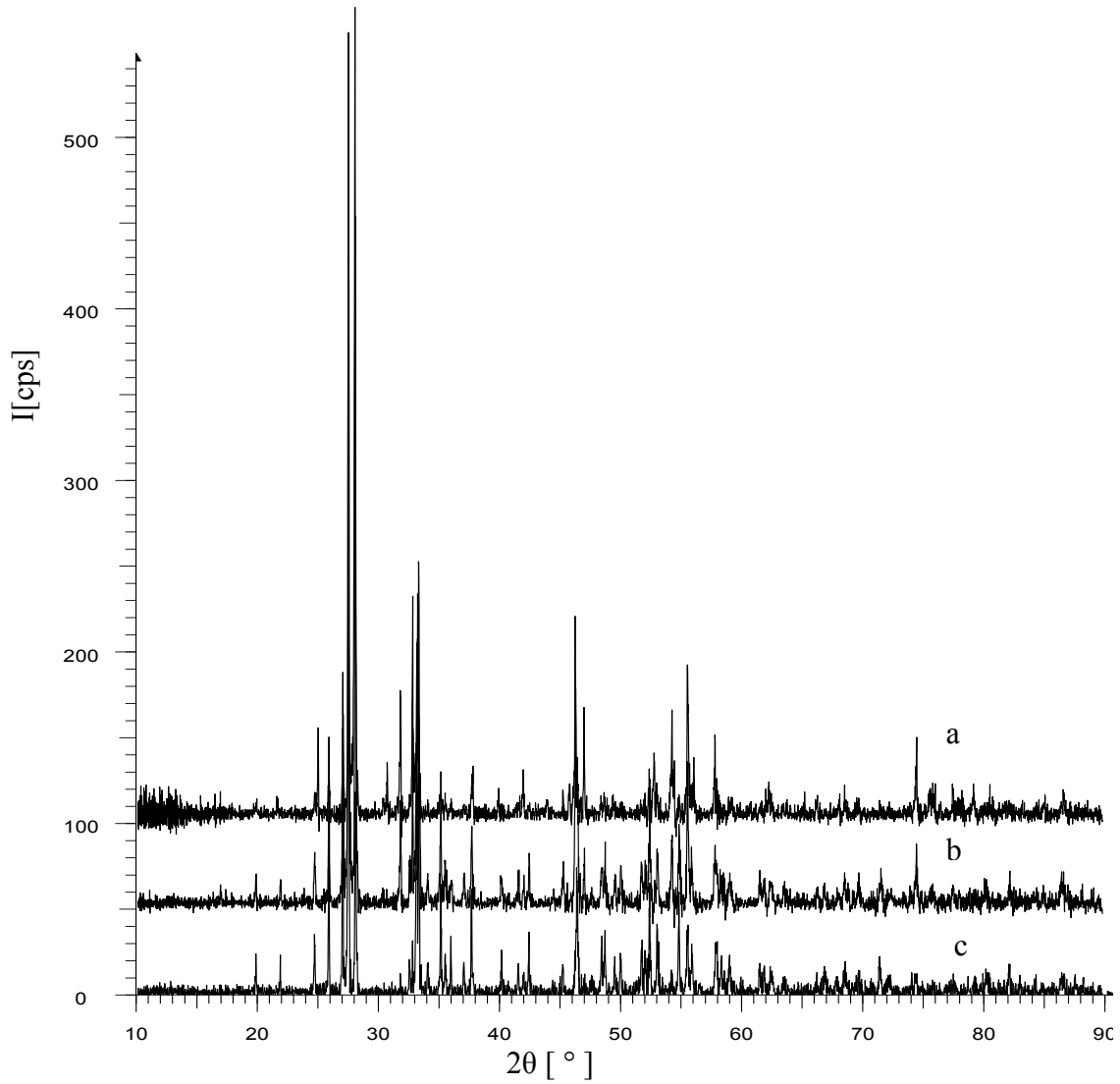
$X \text{ Tm}_2\text{O}_3$ ' in 0.01 ile 0.1 olduğu katkı oranlarına karşılık gelen aralıkta, katı hal reaksiyonları sonucunda, gözlenen fazlar ve reaksiyon sıcaklıkları aşağıdaki Tablo 4.1'de verilmiştir.

Tablo 4.1 $0.01 < X \text{ Tm}_2\text{O}_3 < 0.1$ Sisteminde Gözlenen Fazlar.

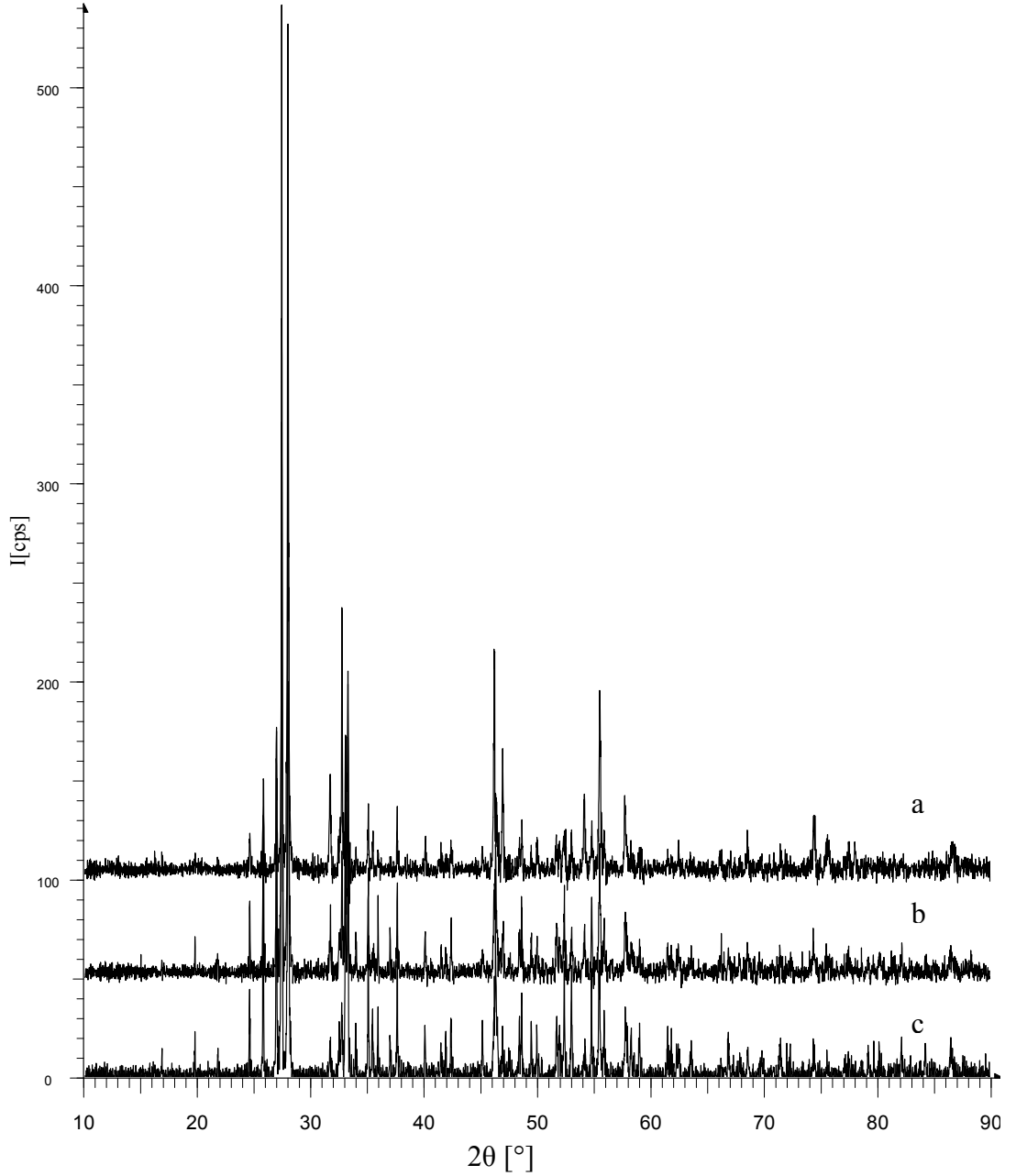
T(°C)	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.1
700°C	$\alpha+\beta$	$\alpha+\beta$	$\alpha+\beta$	$\alpha+\beta$	$\alpha+\beta$	$\alpha+\beta$	$\alpha+\beta$	$\alpha+\beta$	$\alpha+\beta$	$\alpha+\beta$
725°C	$\alpha+\beta$	$\alpha+\beta$	$\alpha+\beta$	$\alpha+\beta$	β	β	β	β	β	$\delta+\beta$
750°C	$\alpha+\beta$	β	β	β	β	β	β	β	β	$\delta+\beta$
775°C	$\alpha+\beta$	β	β	β	β	β	β	β	β	$\delta+\beta$
800°C	$\alpha+\beta$	β	β	β	β	β	β	β	β	$\delta+\beta$
750°C a.s.	$\alpha+\beta$	$\alpha+\beta$	$\alpha+\beta$	$\alpha+\beta$	β	β	β	β	β	$\delta+\beta$
775°C a.s.	$\alpha+\beta$	$\alpha+\beta$	$\alpha+\beta$	$\alpha+\beta$	$\alpha+\beta$	β	β	β	β	$\delta+\beta$
800°C a.s.	$\alpha+\beta$	$\alpha+\beta$	$\alpha+\beta$	$\alpha+\beta$	$\alpha+\beta$	β	β	β	β	$\delta+\beta$

Tm_2O_3 'in miktarının az olduğu %1'lik bölgede çalışılan sıcaklıklarda reaksiyon ürünlerinin XRD incelemeleri tek fazlı ürün oluşmadığını gösterdi. %1 Tm_2O_3 ile 725 °C, 750 °C, 775 °C ve 800 °C' de yapılan katı hal tepkime sonuçlarının

değerlendirilmesi sonucunda alınan x-ışınları toz difraksiyon desenlerinin değerlendirilmesi ile α ve β Bi_2O_3 fazlarının karışımından oluşan heterojen bir bölgenin varlığı tespit edildi. Yine 725 °C’ de %2, %3 ve %4 Tm_2O_3 içeren örneklerde sıcaklık yeterli olmadığı için α ve β Bi_2O_3 fazlarının karışımından oluşan heterojen bir bölgenin oluştuğu tespit edilmiştir. Bu bölgelere ait toz desenleri Şekil 4.1. ve Şekil 4.2.’ de görülmektedir.



Şekil 4.1. Ölçülen XRD Toz Desenlerinden Bazıları (a: %1 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 725 °C’de Fırınlanmadan Sonra, b: %1 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 750 °C’de Fırınlanmadan Sonra, c: %1 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 775 °C’de Fırınlanmadan Sonra).

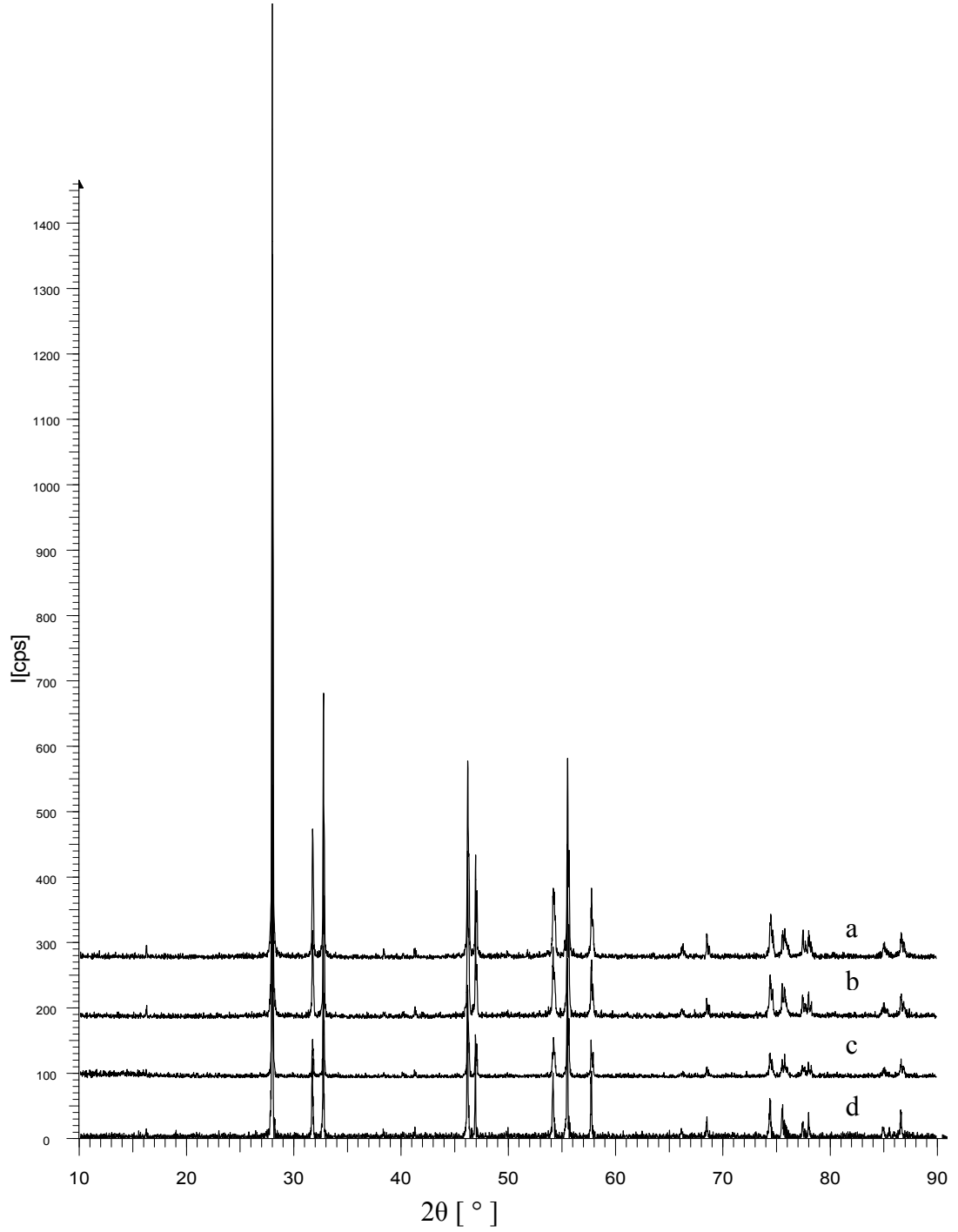


Şekil 4.2. Ölçülen XRD Desenlerinden Bazıları (a: %2 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 725°C 'de Fırınlamadan Sonra, b: %3 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 725°C 'de Fırınlanmadan Sonra, c: %4 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 725°C 'de Fırınlanmadan Sonra).

% Tm_2O_3 ' in %2 ile %10 olduğu Tm_2O_3 katkı oranlarına karşılık gelen aralıkta, katı hal reaksiyonları sonucunda elde ürünlerin XRD incelemeleri saf bir ürünün oluştuğunu gösterdi. Bu bölgede 725 °C, 750 °C, 775 °C, 800 °C'de yapılan katı hal reaksiyonları sonucunda elde edilen ürünlerin XRD desenlerinin değerlendirilmesi ile $\beta\text{-Bi}_2\text{O}_3$ fazında kristallenen bir bölge elde edilmiştir. Bu bölgede yer alan ve 725 °C, 750 °C, 775 °C, 800 °C'de 48 saat fırınlanan ürünlerin toz desenleri ve verileri sırası ile Şekil 4.3. ve Tablo 4.2, 4.3, 4.4, 4.5' de verilmektedir.

725 °C, 750 °C, 775 °C, 800 °C' deki β fazına ait XRD toz desenlerindeki difraksiyon piklerinin indekslenmesi sonucunda birim hücre sabiti a' nın 7,7245-7,7565 aralığında, birim hücre sabiti c' ninde 5,6181-5,6444 aralığında oldukları tespit edildi. 725 °C, 750 °C, 775 °C, 800 °C'de yapılan reaksiyonlar sonucunda bu bölgenin altında heterojen katı karışım niteliğinde bir bölgenin oluştuğu gözlemlendi. Bu bölgenin üzerinde katılanan Tm_2O_3 miktarının arttığı bölgede fcc birim hücre tipinde kristallenen bir bölgede elde edildi. Ani soğutmalar sonucunda ise 750 °C'de %4 mol Tm_2O_3 'den sonra, 775 °C ve 800 °C' de ise %5 mol Tm_2O_3 katkı oranlarından sonra β fazında, tek fazdan oluşan stokiometrik bir bölge tespit edildi. Daha düşük %mol Tm_2O_3 oranlarında α ve β Bi_2O_3 fazlarının karışımından oluşan heterojen bir bölgenin oluştuğu tespit edildi.

Bu bölgede 725 °C, 750 °C, 775 °C, 800 °C' de normal ısıtma işlem ve ani soğutma ile elde edilen fazların toz desenleri verileri Ek 1' de verilmiştir.



Şekil 4.3. β -Fazına Ait Ölçülen XRD Spektrumlarından Bazıları (a: %6 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 800°C 'de Fırınlamadan Sonra, b: %6 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 775°C 'de Fırınlamadan Sonra, c: %6 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 750°C 'de Fırınlamadan Sonra, c: %6 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 750°C 'de Fırınlamadan sonra, d: %6 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 725°C 'de Fırınlamadan Sonra).

Tablo 4.2 %6 Mol Tm₂O₃ İçeren Örneğin (β -fazı) 725 °C’ de Isıl İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

Nr	h k l	$2\Theta_{\text{göz}}$	$2\Theta_{\text{hes}}$	$d_{\text{göz}}[\text{\AA}]$	$d_{\text{hes}}[\text{\AA}]$	I/I ₀
1	1 1 0	16.191	16.191	5.4700	5.4699	1.0
2	2 0 1	27.949	27.947	3.1898	3.1900	100.0
3	0 0 2	31.699	31.699	2.8205	2.8205	9.4
4	2 2 0	32.717	32.718	2.7350	2.7349	22.6
5	2 1 2	41.267	41.265	2.1859	2.1860	1.0
6	2 2 2	46.198	46.198	1.9634	1.9634	17.7
7	4 0 0	46.946	46.946	1.9339	1.9339	9.6
8	2 0 3	54.195	54.195	1.6911	1.6911	7.6
9	4 2 1	55.525	55.523	1.6537	1.6537	21.3
10	4 0 2	57.758	57.757	1.5949	1.5950	6.4
11	0 0 4	66.217	66.216	1.4102	1.4102	1.0
12	4 4 0	68.570	68.569	1.3675	1.3675	2.2
13	4 2 3	74.470	74.472	1.2730	1.2730	4.0
14	6 0 1	75.594	75.596	1.2569	1.2569	3.3
15	4 4 2	77.515	77.514	1.2305	1.2305	1.4
16	6 2 0	78.071	78.069	1.2231	1.2231	2.8
17	4 0 4	85.067	85.068	1.1395	1.1395	1.0
18	6 2 2	86.700	86.701	1.1221	1.1221	3.0

Tablo 4.3 % 6 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (β -fazı) 750 °C' de Isıl İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

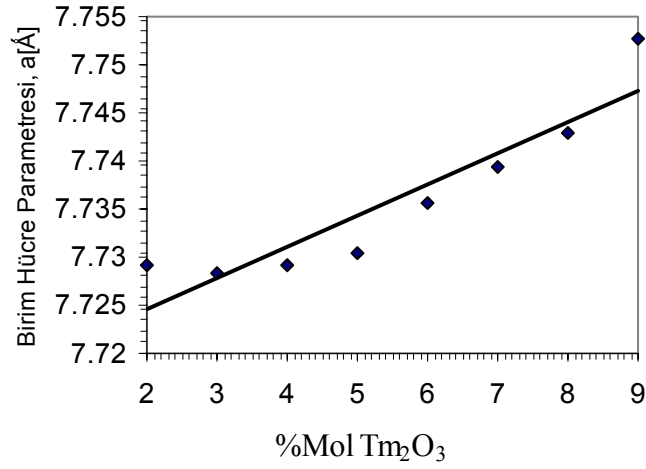
Nr	h k l	$2\Theta_{\text{göz}}$	$2\Theta_{\text{hes}}$	$d_{\text{göz}}[\text{\AA}]$	$d_{\text{hes}}[\text{\AA}]$	I/I_0
1	1 1 0	16.185	16.191	5.4719	5.4699	1.4
2	2 0 1	27.949	27.949	3.1898	3.1898	100.0
3	0 0 2	31.705	31.704	2.8200	2.8200	12.3
4	2 2 0	32.717	32.717	2.7350	2.7350	32.0
5	3 0 1	38.354	38.352	2.3450	2.3451	1.0
6	2 1 2	41.271	41.269	2.1858	2.1858	2.0
7	2 2 2	46.203	46.202	1.9632	1.9633	31.6
8	4 2 1	46.943	46.945	1.9340	1.9339	16.2
9	2 0 3	54.201	54.203	1.6909	1.6909	7.6
10	4 2 1	55.522	55.524	1.6538	1.6537	32.9
11	4 0 2	57.758	57.760	1.5949	1.5949	13.1
12	4 4 0	68.567	68.568	1.3675	1.3675	3.0
13	4 2 3	74.479	74.478	1.2729	1.2729	8.6
14	6 0 1	75.595	75.596	1.2569	1.2569	6.3
15	4 4 2	77.517	77.516	1.2304	1.2304	4.0
16	6 2 0	78.069	78.068	1.2231	1.2231	4.7
17	4 0 4	85.078	85.078	1.1393	1.1393	2.8
18	6 2 2	86.703	86.703	1.1221	1.1221	5.6

Tablo 4.4 % 6 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (β -fazı) 775 °C' de Isıl İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

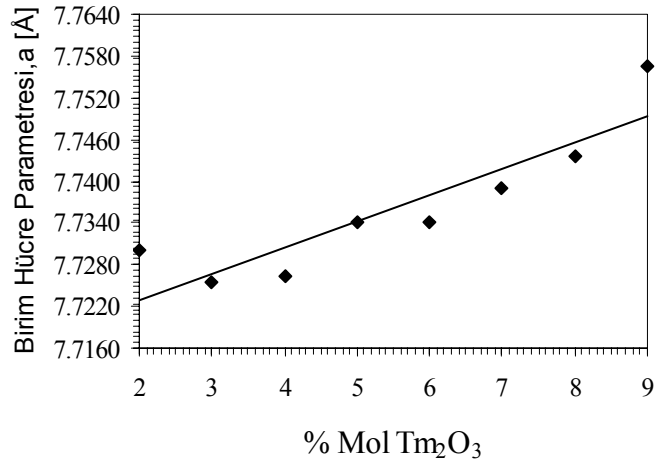
Nr	h k l	$2\Theta_{\text{göz}}$	$2\Theta_{\text{hes}}$	$d_{\text{göz}}[\text{\AA}]$	$d_{\text{hes}}[\text{\AA}]$	I/I ₀
1	1 1 0	16.203	16.194	5.4661	5.4689	1.0
2	2 0 1	27.952	27.951	3.1894	3.1895	100.0
3	0 0 2	31.697	31.700	2.8207	2.8204	11.6
4	2 2 0	32.722	32.723	2.7346	2.7345	27.8
5	2 1 2	41.269	41.269	2.1858	2.1858	1.2
6	2 2 2	46.204	46.203	1.9632	1.9632	24.0
7	4 0 0	46.956	46.954	1.9355	1.9336	14.0
8	2 0 3	54.201	54.199	1.6909	1.6910	9.4
9	2 1 3	55.533	55.533	1.6535	1.6535	24.4
10	4 0 2	57.766	57.765	1.5947	1.5948	6.6
11	0 0 4	66.215	66.218	1.4103	1.4102	0.8
12	1 1 4	68.581	68.583	1.3673	1.3672	1.8
13	4 2 3	74.481	74.481	1.2729	1.2729	5.4
14	6 0 1	75.612	75.611	1.2566	1.2566	4.2
15	4 4 2	77.527	77.527	1.2303	1.2303	2.8
16	6 2 0	78.084	78.086	1.2229	1.2229	2.5
17	4 0 4	85.078	85.076	1.1393	1.1394	1.8
18	6 2 2	86.717	86.717	1.1220	1.1220	2.6

Tablo 4.5 %6 Mol Tm₂O₃ İçeren Örneğin (β -fazı) 800 °C’ de Isıl İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

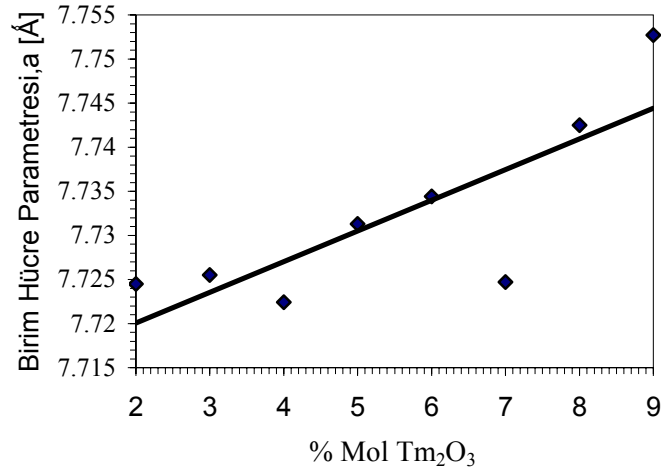
Nr	h k l	$2\Theta_{göz}$	$2\Theta_{hes}$	$d_{göz}[\text{Å}]$	$d_{hes}[\text{Å}]$	I/I_0
1	1 1 0	16.196	16.194	5.4684	5.4691	1.1
2	2 0 1	27.958	27.958	3.1888	3.1888	100.0
3	0 0 2	31.726	31.726	2.8182	2.8181	12.7
4	2 2 0	32.724	32.723	2.7344	2.7345	27.8
5	3 0 1	38.363	38.362	2.3445	2.3445	1.2
6	2 1 2	41.293	41.289	2.1846	2.1846	1.1
7	2 2 2	46.220	46.221	1.9626	1.9625	21.5
8	4 0 0	46.953	46.953	1.9336	1.9336	10.9
9	2 0 3	54.234	54.236	1.6900	1.6899	7.0
10	4 2 1	55.538	55.536	1.6533	1.6534	21.7
11	4 0 2	57.782	57.780	1.5943	1.5944	7.4
12	0 0 4	66.277	66.278	1.4091	1.4091	1.1
13	4 4 0	68.581	68.581	1.3673	1.3673	2.2
14	4 2 3	74.513	74.512	1.2724	1.2724	3.5
15	6 0 1	75.611	75.612	1.2566	1.2566	1.9
16	4 4 2	77.538	77.540	1.2302	1.2301	2.3
17	6 2 0	78.083	78.083	1.2229	1.2229	2.2
18	4 0 4	85.130	85.130	1.1388	1.1388	1.3
19	6 2 2	86.729	86.729	1.1218	1.1218	2.1



Şekil 4.4. Tetragonal Birim Hücre Sabiti (a)'nın Katkılanan Tm₂O₃ Konsantrasyonuna Bağlı Değişimi. (♦: 750 °C'de Isıl İşlem Yapıldıktan Sonra Fırında Kendi Halinde Soğutulmuş).

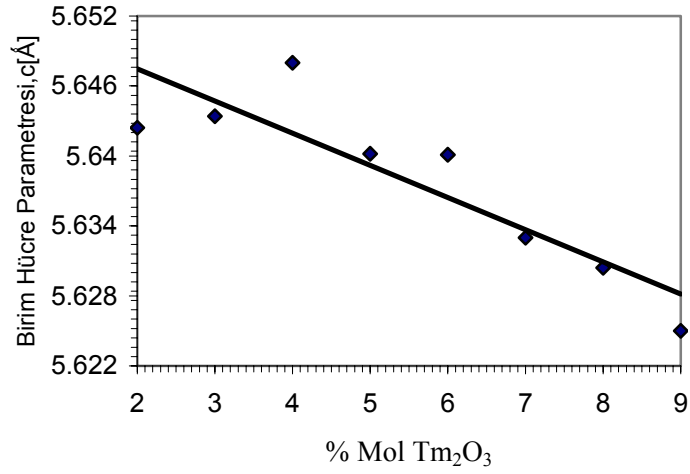


Şekil 4.5. Tetragonal Birim Hücre Sabiti (a)'nın Katkılanan Tm₂O₃ Konsantrasyonuna Bağlı Değişimi. (♦: 775 °C'de Isıl İşlem Yapıldıktan Sonra Fırında Kendi Halinde Soğutulmuş).

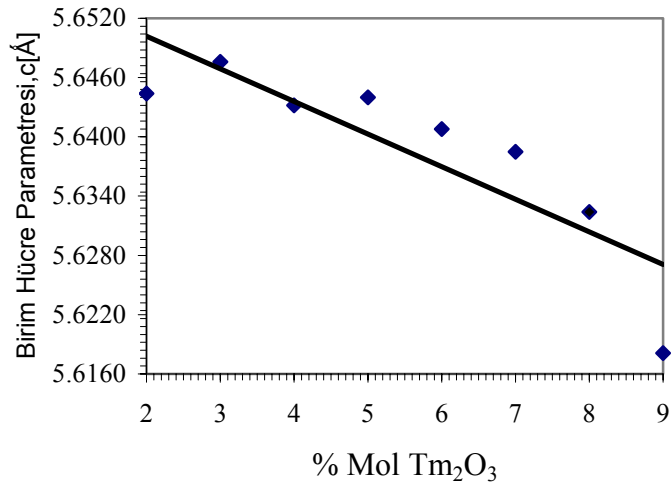


Şekil 4.6. Tetragonal Birim Hücre Sabiti (a)'nın Katkılanan Tm_2O_3 Konsantrasyonuna Bağlı Değişimi. (♦: 800 °C'de Isıl İşlem Yapıldıktan Sonra Fırında Kendi Halinde Soğutulmuş).

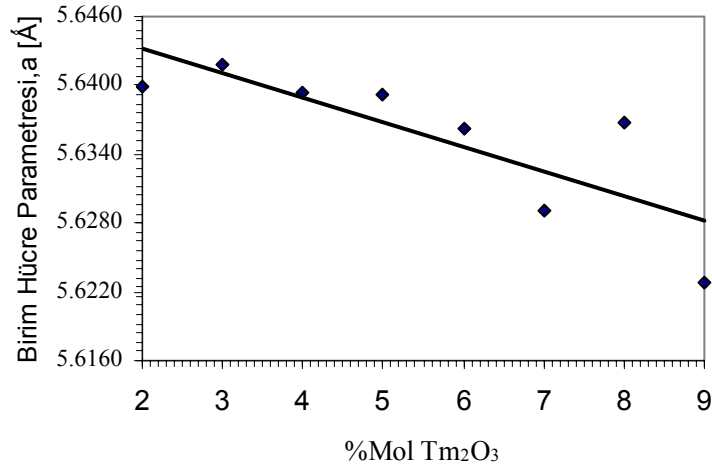
Şekil 4.4., 4.5. ve 4.6.' da 750 °C, 775 °C, 800 °C' de yapılan ısıl işlem sonrasında XRD ölçümlerinden hesaplanan birim hücre sabitlerinin katkılanan safsızlık konsantrasyonuna bağlı değişimi görülmektedir. Çalışılan reaksiyon sıcaklığında oluşan β fazının örgü sabiti a' nın, katkı miktarı arttıkça büyüme gösterdiği tespit edildi. Bu durum Tm_2O_3 ' in çözündüğünü ve diğer stokiometrik aralıklara göre çözünme aralığının daha geniş olduğunu göstermektedir. Buna göre bahsedilen stokiometrik aralıkta tetragonal birim hücre tipinde kristallenen bir katı çözelti aralığı oluşmaktadır. Eğer katkılanan madde miktarı aralığın daha altında olursa, heterojen katı karışım bölgeleri oluşmaktadır. Katkılanan Tm_2O_3 miktarının daha fazla olduğu durumda ise önce $\beta + \delta$ Bi_2O_3 fazlarının karışımından oluşan heterojen bir bölge oluştu. %11mol Tm_2O_3 katkı oranından sonra tek fazlı fcc (δ -fazı) birim hücre tipinde kristallenen bir katı çözelti aralığı elde edildi. Bu ise çalışılan reaksiyon sıcaklığında ve şartlarında, limit çözünürlük noktasının %mol Tm_2O_3 için 0.02 olduğunu göstermektedir.



Şekil 4.7. Tetragonal Birim Hücre Sabiti (c)'nin Katkılanan Tm_2O_3 Konsantrasyonuna Bağlı Değişimi. (♦: 750 °C'de Isıl İşlem Yapıldıktan Sonra Fırında Kendi Halinde Soğutulmuş).



Şekil 4.8. Tetragonal Birim Hücre Sabiti (c)'nin Katkılanan Tm_2O_3 Konsantrasyonuna Bağlı Değişimi. (♦: 775 °C'de Isıl İşlem Yapıldıktan Sonra Fırında Kendi Halinde Soğutulmuş).



Şekil 4.9. Tetragonal Birim Hücre Sabiti (c)'nin Katkılanan Tm₂O₃ Konsantrasyonuna Bağlı Değişimi. (♦: 800 °C'de Isıl İşlem Yapıldıktan Sonra Fırında Kendi Halinde Soğutulmuş).

Şekil 4.7., 4.8., 4.9. 'da 750 °C, 775 °C, 800 °C' de yapılan ısıl işlem sonrasında XRD ölçümlerinden hesaplanan birim hücre sabitlerinin katkılanan safsızlık konsantrasyonuna bağlı değişimi görülmektedir. Çalışılan reaksiyon sıcaklığında oluşan β fazının örgü sabiti c' nin, katkı miktarı artıkça azalma gösterdiği tespit edildi. Bu durum Tm₂O₃' in çözündüğünü ve diğer stokiyometrik aralıklara göre çözünme aralığının daha geniş olduğunu göstermektedir. Buna göre bahsedilen stokiyometrik aralıkta tetragonal birim hücre tipinde kristallenen bir katı çözelti aralığı olduğu tespit edildi.

4.2. 0.11 < % Tm₂O₃ < 0.15 Stokiyometrik Aralığı

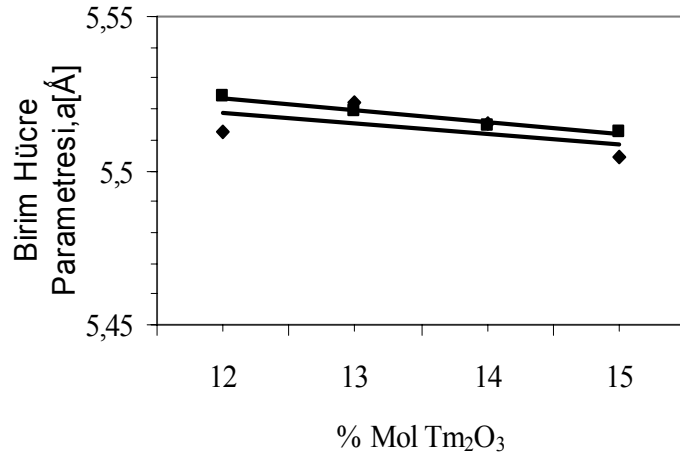
% Tm₂O₃' in 0.01 ile 0.1 olduğu katkı oranlarına karşılık gelen aralıkta, katı hal reaksiyonları sonucunda, gözlenen fazlar ve reaksiyon sıcaklıkları aşağıdaki Tablo 4.6'da verilmiştir.

Tablo 4.6 0.11 < %Tm₂O₃ < 0.15 Sisteminde Gözlenen Fazlar.

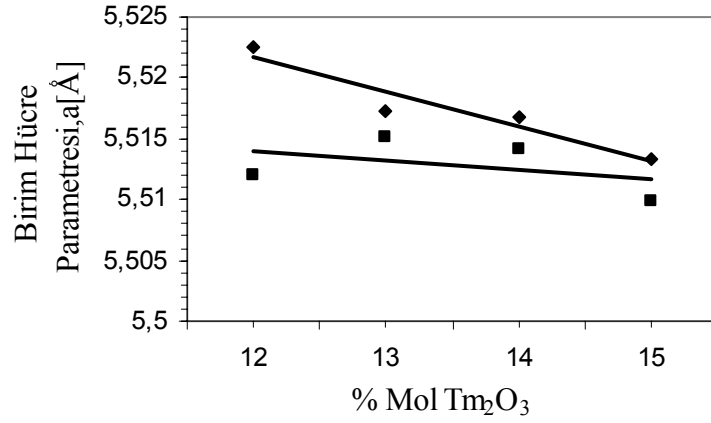
T(°C)	0.11	0.12	0.13	0.14	1.15
700°C	$\delta+\beta$	δ	δ	δ	δ
725°C	$\delta+\beta$	δ	δ	δ	δ
750°C	$\delta+\beta$	δ	δ	δ	δ
775°C	$\delta+\beta$	δ	δ	δ	δ
800°C	$\delta+\beta$	δ	δ	δ	δ
750°C a.s.	$\delta+\beta$	δ	δ	δ	δ
775°C a.s.	$\delta+\beta$	δ	δ	δ	δ
800°C a.s.	$\delta+\beta$	δ	δ	δ	δ

Tulyum trioksit miktarının fazla olduğu bu bölgede 0.1 mol Tm₂O₃ katkı oranında bir geçiş bölgesi yaşanırken 0.12 mol Tm₂O₃ katkı oranından sonra daha saf fazlar elde edildi. 0.10 ve 0.11 mol tulyum trioksit eklendiğinde β - δ Bi₂O₃ fazında tetragonal faz yanında yüzey merkezli kübik bir fazın elde edildiği görüldü. Eklenen tulyum trioksit miktarının artırılmasıyla faz yüzey merkezli kübik (δ -Bi₂O₃) şekline dönüştüğü görüldü. Bu bölgeye ait %14 mol Tm₂O₃ içeren örneklerin 725 °C, 750 °C, 775 °C ve 800 °C 'de normal ısıtma işlem ve ani soğutma işlemlerinden sonra elde edilen toz desenleri ve verileri Tablo 4.7, 4.8, 4.9, 4.10 ve Şekil 4.10.' da verilmiştir. Bu bölgeye ait 725 °C, 750 °C, 775 °C ve 800 °C' deki fırınlama ürünlerinin toz desenleri verileri Ek 2'de verilmektedir.

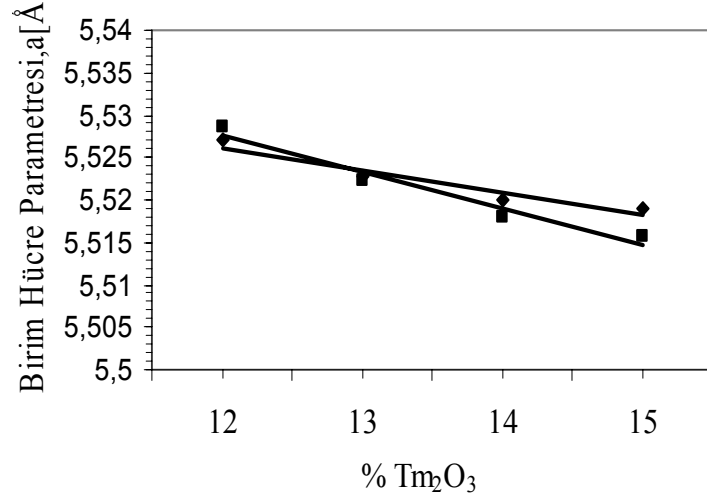
Şekil 4.10., 4.11., 4.12. ve 4.13' de 750 °C, 775 °C, 800 °C' de yapılan ısıtma işlem ve ani soğutma işlemleri sonrasında XRD ölçümlerinden hesaplanan birim hücre sabitlerinin katkılanan safsızlık konsantrasyonuna bağlı değişimi görülmektedir. Çalışılan reaksiyon sıcaklığında oluşan δ -fazının örgü sabiti a' nın, katkı miktarı artıkça azalma gösterdiği tespit edildi.



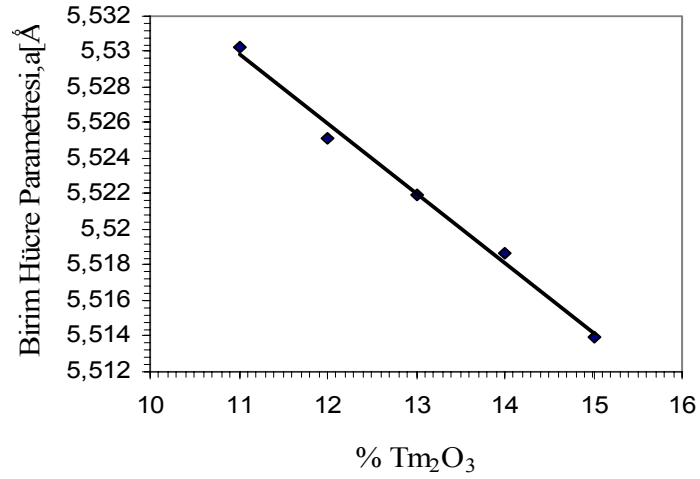
Şekil 4.10. Kübik Birim Hücre Sabiti (a)'nin Katkılanan Tm_2O_3 Konsantrasyonuna Bağlı Değişimi. (♦: 725 °C' de Isıl İşlem Yapıldıktan Sonra Fırında Kendi Halinde Soğutulmuş ■: 750 °C' de Isıl İşlem Yapıldıktan Sonra Fırında Kendi Soğutulmuş).



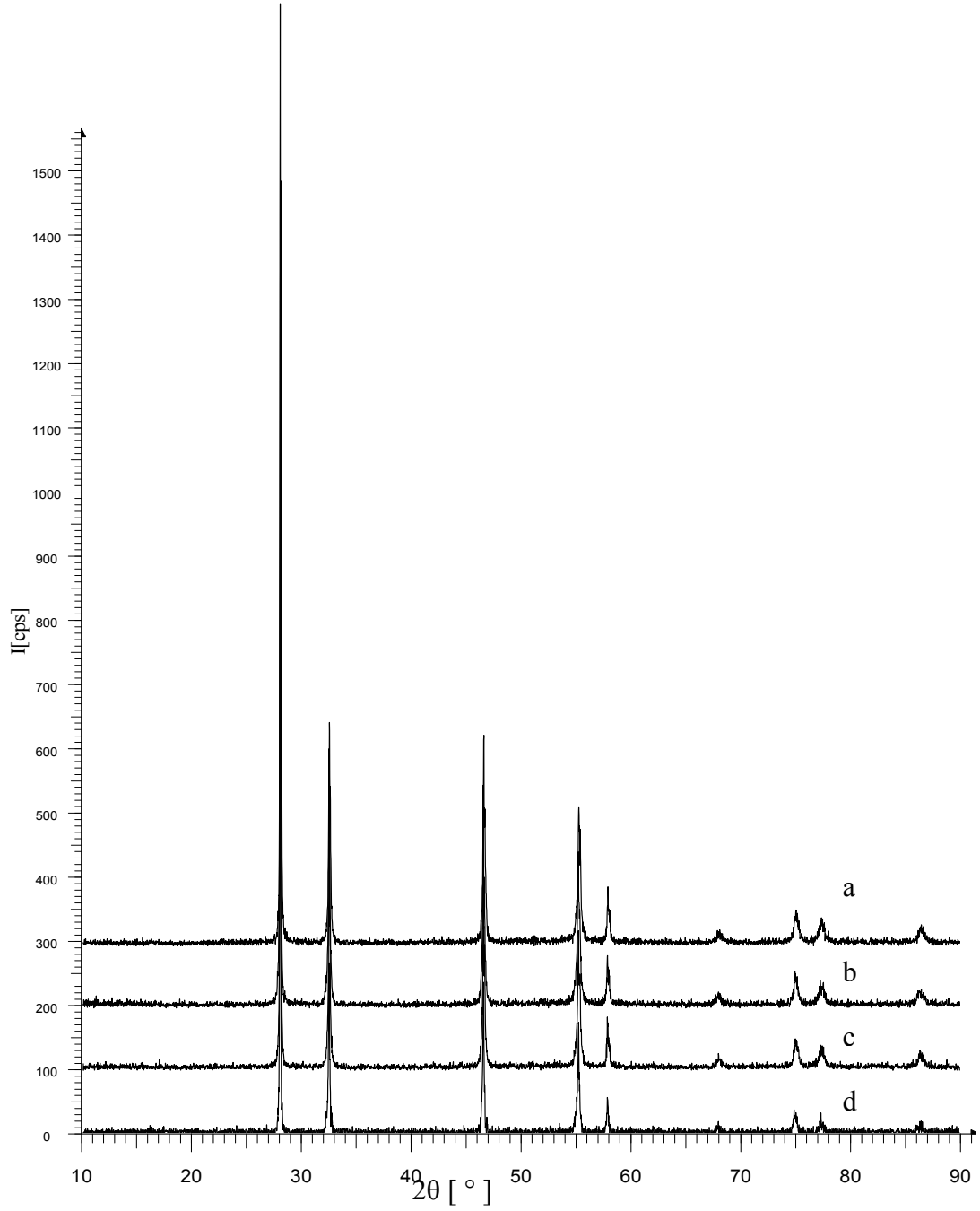
Şekil 4.11. Kübik Birim Hücre Sabiti (a)'nin Katkılanan Tm_2O_3 Konsantrasyonuna Bağlı Değişimi. (♦: 775 °C' de Isıl İşlem Yapıldıktan Sonra Fırında Kendi Halinde Soğutulmuş ■: 800 °C' de Isıl İşlem Yapıldıktan Sonra Fırında Kendi Soğutulmuş).



Şekil 4.12. Kübik Birim Hücre Sabiti (a)'nin Katkılanan Tm₂O₃ Konsantrasyonuna Bağlı Değişimi (♦: 750 °C'de Ani Soğutma İşlemi Yapılan Örnekler ■: 775 °C'de Isıl İşlem Yapılan Örnekler)



Şekil 4.13. Kübik Birim Hücre Sabiti (a)'nin Katkılanan Tm₂O₃ Konsantrasyonuna Bağlı Değişimi (♦: 800 °C'de Ani Soğutma İşlemi Yapılan Örnekler)



Şekil 4.14. β -Fazına Ait Ölçülen XRD Spektrumlarından Bazıları (a: %14 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 800 °C' de Fırınlamadan Sonra, b: %14 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 775 °C' de Fırınlamadan Sonra, c: %14 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 750 °C' de Fırınlamadan Sonra, c: %14 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 750 °C' de Fırınlamadan Sonra, d: %14 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 725°C' de Fırınlamadan Sonra)

Tablo 4.7 %14 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (δ -fazı) 725 °C’ de Isıl İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

Nr	h k l	$2\Theta_{göz}$	$2\Theta_{hes}$	$d_{göz}[\text{Å}]$	$d_{hes}[\text{Å}]$	I/I_0
1	1 1 1	27.997	27.998	3.1844	3.1843	100.0
2	2 0 0	32.439	32.441	2.7578	2.7576	26.4
3	2 2 0	46.534	46.536	1.9500	1.9499	23.3
4	3 1 1	55.197	55.190	1.6627	1.6629	16.4
5	2 2 2	57.871	57.870	1.5921	1.5921	5.3
6	4 0 0	67.928	67.927	1.3788	1.3788	1.0
7	3 3 1	75.003	75.004	1.2653	1.2653	2.8
8	4 2 0	77.305	77.307	1.2333	1.2333	1.9
9	4 2 2	86.348	86.349	1.1258	1.1258	1.6

Tablo 4.8 %14 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (δ -fazı) 750 °C’ de Isıl İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

Nr	h k l	$2\Theta_{göz}$	$2\Theta_{hes}$	$d_{göz}[\text{Å}]$	$d_{hes}[\text{Å}]$	I/I_0
1	1 1 1	28.002	28.001	3.1838	3.1839	100.0
2	2 0 0	32.446	32.444	2.7572	2.7574	27.8
3	2 2 0	46.542	46.541	1.9497	1.9498	24.8
4	3 3 1	55.197	55.196	1.6627	1.6628	16.1
5	2 2 2	57.874	57.876	1.5920	1.5920	5.2
6	4 0 0	67.932	67.935	1.3787	1.3787	0.8
7	3 3 1	75.010	75.013	1.2652	1.2652	2.8
8	4 2 0	77.315	77.316	1.2331	1.2331	2.2
9	4 2 2	86.363	86.359	1.1257	1.1257	1.2

Tablo 4.9 %14 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (δ -fazı) 775 °C’ de Isıl İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

Nr	h k l	$2\Theta_{\text{göz}}$	$2\Theta_{\text{hes}}$	$d_{\text{göz}}[\text{\AA}]$	$d_{\text{hes}}[\text{\AA}]$	I/I ₀
1	1 1 1	27.989	27.990	3.1853	3.1851	100.0
2	2 0 0	32.431	32.431	2.7585	2.7584	25.6
3	2 2 0	46.521	46.521	1.9506	1.9505	21.5
4	3 1 1	55.173	55.173	1.6634	1.6634	13.4
5	2 2 2	57.854	57.852	1.5925	1.5926	4.5
6	3 3 1	74.981	74.980	1.2656	1.2656	2.4
7	4 2 0	77.281	77.281	1.2336	1.2336	1.8
8	4 2 2	86.319	86.319	1.1261	1.1261	1.0

Tablo 4.10 %14 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (δ -fazı) 800 °C’ de Isıl İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

Nr	h k l	$2\Theta_{\text{göz}}$	$2\Theta_{\text{hes}}$	$d_{\text{göz}}[\text{\AA}]$	$d_{\text{hes}}[\text{\AA}]$	I/I ₀
1	1 1 1	28.005	28.004	3.1836	3.1836	100.0
2	2 0 0	32.447	32.447	2.7572	2.7571	27.9
3	2 2 0	46.548	46.546	1.9495	1.9496	26.2
4	3 1 1	55.204	55.202	1.6625	1.6626	16.6
5	2 2 2	57.883	57.882	1.5918	1.5918	4.4
6	4 0 0	67.942	67.942	1.3786	1.3786	1.0
7	3 3 1	75.021	75.021	1.2651	1.2650	2.7
8	4 2 0	77.324	77.324	1.2330	1.2330	1.5
9	4 2 2	86.369	86.370	1.1256	1.1256	1.7

TARTIŞMA VE YORUM

Bu çalışmalarda hazırlanan 15 stok karışım 700 °C, 725 °C, 750 °C, 775 °C ve 800 °C sıcaklıklarda 48 saat süreyle porselen reaksiyon kaplarında ısıtılmalara tabii tutuldu. Ayrıca bu ısıtılmalardan sonra karışımlardan alınan ~1 g'lık örneklerin 750 °C, 775 °C ve 800 °C'de gümüş krozelerde ani soğutma işlemleri yapıldı.

Elde edilen fırınlama ürünleri X-ışınları Toz Difraksiyon yöntemiyle incelendi. Toz desenindeki difraksiyon piklerinin indislenmesi sonucu her bir örneğin birim hücre tipi ve birim hücre sabitleri belirlendi. Birim hücre sabitlerinin Tm_2O_3 bağlı değişimleri grafiklerle gösterildi. Katkılanan Tm_2O_3 'deki Tm^{+3} 'ün Bi_2O_3 kristal örgüsüne Tm^{+2} şeklinde yerleştiği ve birim hücre sabitlerini değiştirdiği belirlendi. Tamamı açık atmosferde yapılan bu çalışmada literatürde önceden bilinmeyen yeni çözelti bölgelerinin varlığı tespit edildi.

Sonuçta iki farklı bölge belirlendi. 0.01 mol içeren Tm_2O_3 $\alpha+\beta$ Bi_2O_3 tipinde saf olmayan heterojen bir karışım olduğu, $0.01 < \%Tm_2O_3 < 0.1$ aralığında β - Bi_2O_3 tipinde tetragonal saf bir faz ve $0.11 < \%Tm_2O_3 < 0.15$ aralığında δ - Bi_2O_3 tipinde yüzey merkezli kübik bir faz elde edildi.

Kısacası α - Bi_2O_3 içerisine Tm_2O_3 eklenerek oda sıcaklığında kararsız olan β - Bi_2O_3 ve δ - Bi_2O_3 yüksek sıcaklık fazlarının düşük sıcaklıklarda da kararlı hale gelmesi sağlandı.

KAYNAKLAR

1. Takashi T., Esaka T. and Iwahara H., Oxide Ion Conduction in the Sintered Oxides of MoO_3 -Doped Bi_2O_3 , *Journal of Applied Electrochemistry*, 7, 31-35, 1977.
2. Miyayama M., Katsuta S., Suenaga Y. and Yanagida H., Electrical Conduction in β - Bi_2O_3 Doped with Sb_2O_3 , *Journal of the American Society*, 66, 585, 1982.
3. Chiodelli G., Magistris A., Spinolo G., Tomasi C., Antonucci V. and Giordano N., Electrical Properties in the Bi-rich part of the Bi, Mo/O system, *Solid State Ionics*, 74, 37-45, 1994.
4. Arora N., Deo G., Wachs I.E. and Hirt A.M., Surfaces Aspects of Bismuth-Metal Oxide Catalysts, *Journal of Catalysis*, 159, 1-13, 1996.
5. Sreenivasu D. and Chandramouli, Spectroscopic and Transport Studies of Cu^{2+} Ion Doped in $(40-x)\text{Li}_2\text{O}-x \text{ LiF}-60 \text{ Bi}_2\text{O}_3$ glasses, *Bulltein Material of Science*, 23, 509-513, 2000.
6. Belenli I. and Turkoglu O., Insulation Coating of Silver Tapes using an Organometalic Solution of Zr and Ca for Application to Bi-based Superconductors, *Superconductor Science and Tecnology*, 16, 39-44, 2003.
7. Turkoglu O. and Belenli I., Thermal Electrical Conductivity of γ - Bi_2O_3 - V_2O_5 Solid Solution, *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, Article in Pres, 2003.
8. Jiang N., Wachsman E.D. and Jung S.H., Ahigher Conductivity Bi_2O_3 -Based Electrolyte, *Solid State Ionics*, 150, 347-353, 2002.
9. Harwig H.A. and Gerards A.G., Electrical Properties of the α , β , γ and δ Phases of Bismuth Sesquioxide, *Journal of Solid State Chemistry*, 26, 265-274, 1978.
10. Miyayama M. and Yanagida H., Oxygen Ion Conduction in γ - Bi_2O_3 Doped with Sb_2O_3 , *Journal of Materials Science*, 21, 1233-1236, 1986.
11. Oniyama E. and Wahlbeck P.G., Phase Equilibra in the Bismuth-Oxygen System, *Journal of Physical Chemistry*, 102, 4418-4425, 1998.
12. France M.R., Buchanan J.W., Robinson J.C., Pullins S.H., Tucker J.L., King R.B. and Duncan M.A., Antimony and Bismuth Oxide Clusters: Growth and Decomposition of New Magic Number Clusters, *Journal of Physical Chemistry*, 101, 6214-6221, 1997.

13. Turkoglu O., Gumus A. and Belenli I., Synthesis of Bi_2O_3 Polymorphs Doped with V_2O_5 , *Balkan Physics Letters*, 6, 34-40, 1998.
14. Turkoglu O., Soylak M. and Belenli I., Synthesis and characterization of β Type Solid Solution in the Binary System of Bi_2O_3 - Eu_2O_3 , *Bulletin Material Science*, 25, 583-588, 2002.
15. Turkoglu O., Arı M., Soylak M., Belenli I., Synthesis and Properties of β Type $\text{Bi(III)}_{2-2x}\text{Dy(II)}_{2x}\text{O}_{3-x}\square_x$ Solid Solution, *Journal of Materials Science*, 40, 2951-2957, 2005.
16. Turkoglu O. and Soylak M., Synthesis of the β and δ Phases of Bi_2O_3 Stabilized by Gd_2O_3 , *Asian Journal of Chemistry*, 14, 3-4, 2002.
17. Turkolu O., The Investigation of the Phase Diagram of the Binary System of Bi_2O_3 - Sb_2O_3 , Ph.D. Thesis, Erciyes University, Kayseri-Turkey, 1995.
18. Kendall K.R., Navas C., Thomas J.K. and Loye H.C., Recent Developments in Oxide Ion Conductors: Aurivillius Phases, *Chemical Material*, 8, 642-649, 1996.
19. Yordanov S., Dimitriev Y., Ivanova Y. and Lakov L., Phase Equilibrium in the SeO_2 - Bi_2O_3 System, *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 65, 971-974, 2001.
20. Harwig H.A., On the Structure of Bismuthsesquioxide: the α, β, γ and δ -Phase, *Zeitschrift Für Anorganische und Allgemeine Chemie*, 444, 151-166, 1978.
21. Medernach J.W. and Snyder R., Powder Diffraction Patterns and Structures of the Bismuth Oxides, *Journal of The American Ceramic Society*, 61, 494-497, 1978.
22. Sammes N.M., Tompestt G.A., Nafe H. and Aldinger F., Bismuth Based Oxide Electrolytes-Structure and Ionic Conductivity, *Journal of the European Ceramic Society*, 19, 1801-1826, 1999.
23. Gattow G. and Schütze D., *Zeitschrift Für Anorganische und Allgemeine Chemie*. Band, 328, 44-68, 1964.
24. Bruker AXS GmbH, Diffracplus PDF Maint Powder Diffraction Database Manager Software, Printed in the Federal Republic of Germany, 2000.
25. Bruker AXS GmbH, Diffracplus EVA XRD Evaluation Software, Printed in the Federal Republic of Germany, 2000.
26. Bruker AXS GmbH, Diffracplus WIN-INDEX Professional Powder Indexing Software, Printed in the Federal Republic of Germany, 1998.

27. Skoog D.A., Holler F.J. and Nieman T.A., Enstrümantal Analiz İlkeleri, (Ed) Kılıç E., Köseoğlu F., Yılmaz H., s: 549-551 Bilim Yayıncılık, Ankara, 1999.
28. İ. Özdemir, Genel Anorganik ve Temel Kimya, Matbaa Teknisyenleri Basımevi, İstanbul, 1981.
29. [http:// www.biltek.tubitak.gov.tr](http://www.biltek.tubitak.gov.tr)

EK-1

Şekil Ek 1.1. a: %2 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 800 °C’ de Fırınlamadan Sonra, b: %2 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 775 °C’ de Fırınlamadan Sonra, c: %2 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 750 °C’ de Fırınlamadan Sonra Elde Edilen XRD Desenleri.

Tablo Ek 1.1 %2 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (β -Fazı) 750 °C’ de Isıl İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

Tablo Ek 1.2 %2 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (β -Fazı) 775 °C’ de Isıl İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

Tablo Ek 1.3 %2 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (β -Fazı) 800 °C’ de Isıl İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

Şekil Ek 1.2. a:%3 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 800 °C’de Fırınlamadan Sonra, b: %3 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 775 °C’de Fırınlamadan Sonra, c: %3 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 750 °C’de Fırınlamadan Sonra Elde Edilen XRD Desenleri.

Tablo Ek 1.4 %3 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (β -Fazı) 750 °C’ de Isıl İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

Tablo Ek 1.5 %3 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (β -Fazı) 775 °C’de Isıl İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

Tablo Ek 1.6 %3 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (β -Fazı) 800 °C’ de Isıl İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

Şekil Ek 1.3. a: %4 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 800 °C’ de Fırınlamadan Sonra, b: %4 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 775 °C’ de Fırınlamadan Sonra, c: %4 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 750 °C’ de Fırınlamadan Sonra Elde Edilen XRD Desenleri.

Tablo Ek 1.7 %4 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (β -Fazı) 750 °C’de Isıl İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

Tablo Ek 1.8 %4 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (β -Fazı) 775 °C’ de Isıl İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

Tablo Ek 1.9 %4 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (β -Fazı) 800 °C’ de Isıl İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

Şekil Ek 1.4 a: %5 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 800 °C’ de Fırınlamadan Sonra, b: %5 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 775 °C’ de Fırınlamadan Sonra, c: %5 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 750 °C’ de Fırınlamada Sonra, d: %5 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 725 °C’ de Fırınlamadan Sonra Elde Edilen XRD Toz Desenleri.

Tablo Ek 1.10 %5 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (β -Fazı) 725 °C’ de Isıl İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

Tablo Ek 1.11 %5 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (β -Fazı) 750 °C’ de Isıl İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

Tablo Ek 1.12 %5 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (β -Fazı) 775 °C’ de Isıl İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

Tablo Ek 1.13 %5 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (β -Fazı) 800 °C’ de Isıl İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

Şekil Ek 1.5. a: %6 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 800 °C’ de Ani Soğutma İşlemi Sonrası, b: %6 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 775 °C’ de Ani Soğutma İşlemi Sonrası, c: %6 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 750 °C’ de Ani Soğutma İşlemi Sonrası Elde Edilen XRD Toz Desenleri.

Tablo Ek 1.14 %6 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (β -Fazı) 750 °C’ de Ani Soğutma İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

Tablo Ek 1.15 %6 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (β -Fazı) 775 °C’ de Ani Soğutma İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

Tablo Ek 1.16 %6 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (β -Fazı) 800 °C’ de Ani Soğutma İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

Şekil Ek 1.6. a: %7 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 800 °C’ de Ani Soğutma İşlemi Sonrası, b: %7 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 775 °C’ de Ani Soğutma İşlemi Sonrası, c: %7 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 750 °C’ de Ani Soğutma İşlemi Sonrası Elde Edilen XRD Toz Desenleri.

Tablo Ek 1.17 %7 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (β -Fazı) 750 °C’ de Ani Soğutma İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

Tablo Ek 1.18 %7 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (β -Fazı) 800 °C’ de Ani Soğutma İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

Şekil Ek 1.7. a: %7 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 800 °C’de Fırınlamadan Sonra, b: %7 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 775 °C’de Fırınlamadan Sonra, c: %7 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 750 °C’de Fırınlamadan Sonra, d: %7 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 725 °C’de Fırınlamadan Sonra Elde Edilen XRD Toz Desenleri.

Tablo Ek 1.19 %7 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (β -Fazı) 725 °C’ de Isıl İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

Tablo Ek 1.20 %7 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (β -Fazı) 750 °C’ de Isıl İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

Tablo Ek 1.21 %7 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (β -Fazı) 775 °C’ de Isıl İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

Tablo Ek 1.22 %7 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (β -Fazı) 800 °C’ de Isıl İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

Şekil Ek 1.8 a: %8 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 800 °C’de Ani Soğutma İşlemi Sonrası, b: %8 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 775 °C’de Ani Soğutma İşlemi Sonrası, c: %8 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 750 °C’de Ani Soğutma İşlemi Sonrası Elde Edilen XRD Toz Desenleri.

Tablo Ek 1.23 %8 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (β -Fazı) 750 °C’ de Ani Soğutma İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

Tablo Ek 1.24 %8 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (β -Fazı) 775 °C’ de Ani Soğutma İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

Tablo Ek 1.25 %8 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (β -Fazı) 800 °C’ de Ani Soğutma İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

Şekil Ek 1.9. a: %8 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 800 °C’de Fırınlamadan Sonra, b: %8 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 775 °C’de Fırınlamadan Sonra, c: %8 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 750 °C’de Fırınlamadan Sonra, d: %8 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 725 °C’de Fırınlamadan Sonra Elde Edilen XRD Toz Desenleri.

Tablo Ek 1.26 %8 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (β -Fazı) 725 °C’ de Isıl İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

Tablo Ek 1.27 %8 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (β -Fazı) 750 °C’ de Isıl İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

Tablo Ek 1.28 %8 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (β -Fazı) 775 °C' de Isıl İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

Tablo Ek 1.29 %8 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (β -Fazı) 800 °C' de Isıl İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

Şekil Ek 1.10.a: %9 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 800 °C'de Ani Soğutma İşlemi Sonrası, b: %9 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 775 °C'de Ani Soğutma İşlemi Sonrası, c: %9 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 750 °C'de Ani Soğutma İşlemi Sonrası Elde Edilen XRD Toz Desenleri.

Tablo Ek 1.30 %9 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (β -Fazı) 750 °C' de Ani Soğutma İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

Tablo Ek 1.31 %9 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (β -Fazı) 775 °C' de Ani Soğutma İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

Tablo Ek 1.32 %9 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (β -Fazı) 800 °C' de Ani Soğutma İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

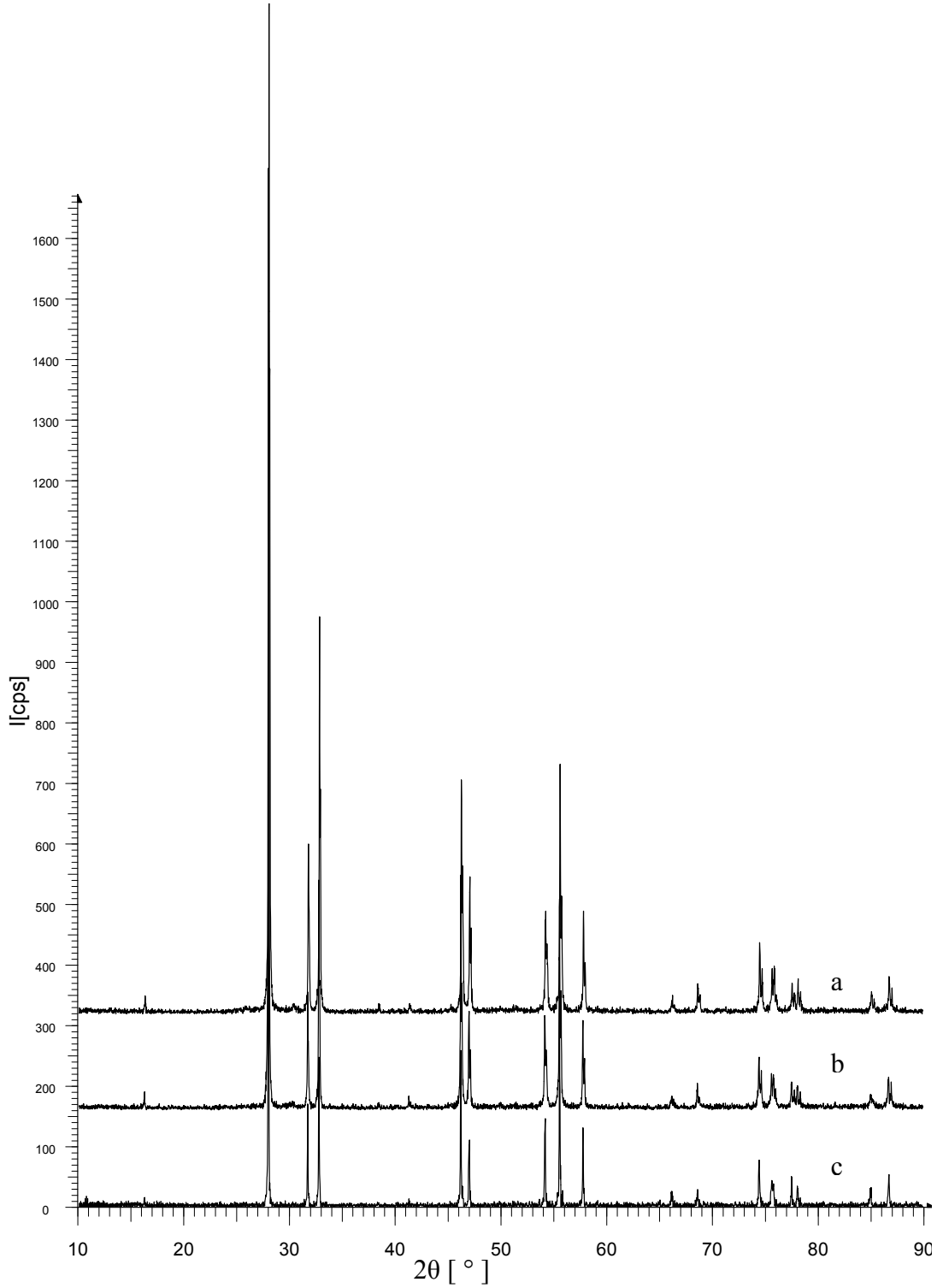
Şekil Ek 1.11. a: %9 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 800 °C'de Fırınlamadan Sonra, b: %9 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 775 °C'de Fırınlamadan Sonra, c: %9 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 750 °C'de Fırınlamadan Sonra, d: %9 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 725 °C'de Fırınlamadan Sonra Elde Edilen XRD Toz Deseni.

Tablo Ek 1.33 %9 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (β -Fazı) 725 °C' de Isıl İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

Tablo Ek 1.34 %9 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (β -Fazı) 750 °C' de Isıl İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

Tablo Ek 1.35 %9 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (β -Fazı) 775 °C' de Isıl İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

Tablo Ek 1.36 %9 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (β -Fazı) 800 °C' de Isıl İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.



Şekil 1.1. Ölçülen XRD Spektrumlarından Bazıları (a: %2 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 800 °C' de Fırınlamadan Sonra, b: %2 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 775 °C' de Fırınlamadan Sonra, c: %2 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 750 °C' de Fırınlamadan Sonra).

Tablo Ek 1.1 %2 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (β -Fazı) 750 °C’ de Isıl İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

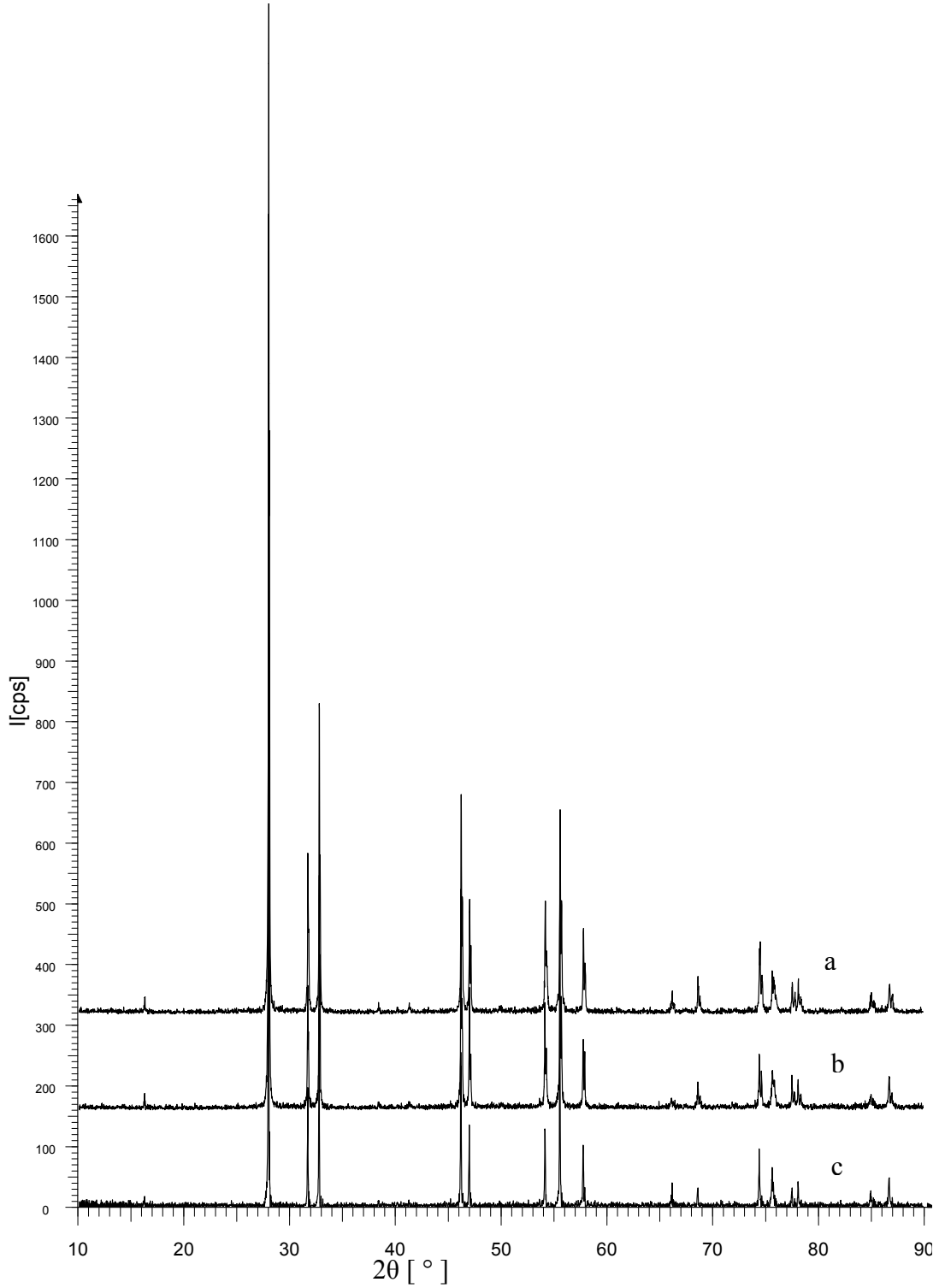
Nr	h k l	$2\Theta_{\text{göz}}$	$2\Theta_{\text{hes}}$	$d_{\text{göz}}[\text{\AA}]$	$d_{\text{hes}}[\text{\AA}]$	I/I ₀
1	1 1 0	16.205	16.205	5.4653	5.4653	1.4
2	2 0 1	27.962	27.961	3.1884	3.1884	100.0
3	0 0 2	31.690	31.691	2.8212	2.8212	17.0
4	2 2 0	32.746	32.746	2.7326	2.7326	24.8
5	2 1 2	41.274	41.273	2.1856	2.1856	1.3
6	2 2 2	46.213	46.213	1.9629	1.9628	25.7
7	4 0 0	46.986	47.988	1.9323	1.9323	10.1
8	2 0 3	54.193	54.193	1.6911	1.6911	13.7
9	4 2 1	55.566	55.569	1.6526	1.6525	32.0
10	4 0 2	57.786	57.788	1.5942	1.5942	13.0
11	0 0 4	66.199	66.197	1.4106	1.4106	1.6
12	1 1 4	68.661	68.663	1.3659	1.3658	2.7
13	4 2 3	74.502	74.501	1.2726	1.2726	7.7
14	6 0 1	75.670	75.666	1.2558	1.2559	3.5
15	4 4 2	77.572	77.572	1.2297	1.2297	4.4
16	6 2 0	78.148	78.148	1.2221	1.2221	2.7
17	4 0 4	85.080	85.081	1.1393	1.1393	2.3
18	6 2 2	86.771	86.773	1.1214	1.1214	4.7

Tablo Ek 1.2 %2 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (β -Fazı) 775 °C' de Isıl İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

Nr	h k l	$2\Theta_{\text{göz}}$	$2\Theta_{\text{hes}}$	$d_{\text{göz}}[\text{\AA}]$	$d_{\text{hes}}[\text{\AA}]$	I/I_0
1	1 1 0	16.203	16.203	5.4660	5.4660	1.6
2	2 0 1	27.955	27.956	3.1891	3.1890	100.0
3	0 0 2	31.679	31.679	2.8222	2.8222	11.7
4	2 2 0	32.741	32.742	2.7330	2.7330	24.1
5	2 1 2	41.261	41.262	2.1862	2.1862	1.5
6	2 2 2	46.203	46.202	1.9632	1.9633	25.7
7	4 0 0	46.982	47.981	1.9325	1.9325	10.7
8	2 0 3	54.175	54.175	1.6917	1.6917	9.8
9	4 2 1	55.561	55.560	1.6527	1.6527	22.8
10	4 0 2	57.776	57.775	1.5945	1.5945	9.8
11	0 0 4	66.171	66.171	1.4111	1.4111	1.2
12	1 1 4	68.638	68.636	1.3663	1.3663	2.6
13	4 2 3	74.480	74.481	1.2729	1.2729	5.1
14	6 0 1	75.653	75.653	1.2560	1.2560	3.5
15	4 4 2	77.557	77.556	1.2299	1.2299	2.2
16	6 2 0	78.135	78.136	1.2222	1.2222	2.2
17	4 0 4	85.052	85.052	1.1396	1.1396	1.5
18	6 2 2	86.756	86.755	1.1216	1.1216	3.3

Tablo Ek 1.3 %2 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (β -Fazı) 800 °C’ de Isıl İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

Nr	h k l	$2\Theta_{\text{göz}}$	$2\Theta_{\text{hes}}$	$d_{\text{göz}}[\text{\AA}]$	$d_{\text{hes}}[\text{\AA}]$	I/I ₀
1	1 1 0	16.228	16.215	5.4576	5.4620	1.0
2	2 0 1	27.991	27.977	3.1851	3.1867	100.0
3	0 0 2	31.735	31.705	2.8174	2.8200	16.6
4	2 2 0	32.787	32.766	2.7293	2.7310	39.5
5	2 2 2	46.250	46.239	1.9614	1.9618	23.4
6	4 0 0	47.037	47.017	1.9304	1.9311	12.4
7	2 0 3	54.217	54.220	1.6904	1.6904	9.1
8	2 1 3	55.613	55.613	1.6513	1.6513	25.5
9	4 0 2	57.818	57.823	1.5934	1.5933	9.7
10	0 0 4	66.229	66.230	1.4100	1.4100	1.1
11	4 4 0	68.677	68.681	1.3656	1.3655	2.9
12	4 2 3	74.547	74.547	1.2719	1.2719	6.6
13	6 0 1	75.716	75.718	1.2552	1.2551	4.5
14	4 4 2	77.622	77.624	1.2290	1.2290	2.9
15	6 2 0	78.200	78.203	1.2214	1.2213	3.3
16	4 0 4	85.131	85.133	1.1388	1.1387	2.0
17	6 2 2	86.830	86.835	1.1208	1.1207	3.1



Şekil 1.2. Ölçülen XRD Spektrumlarından Bazıları (a: %3 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 800°C ' de Fırınlamadan Sonra, b: %3 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 775°C ' de Fırınlamadan Sonra, c: %3 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 750°C ' de Fırınlamadan Sonra).

Tablo Ek 1.4 %3 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (β -Fazı) 750 °C’de Isıl İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

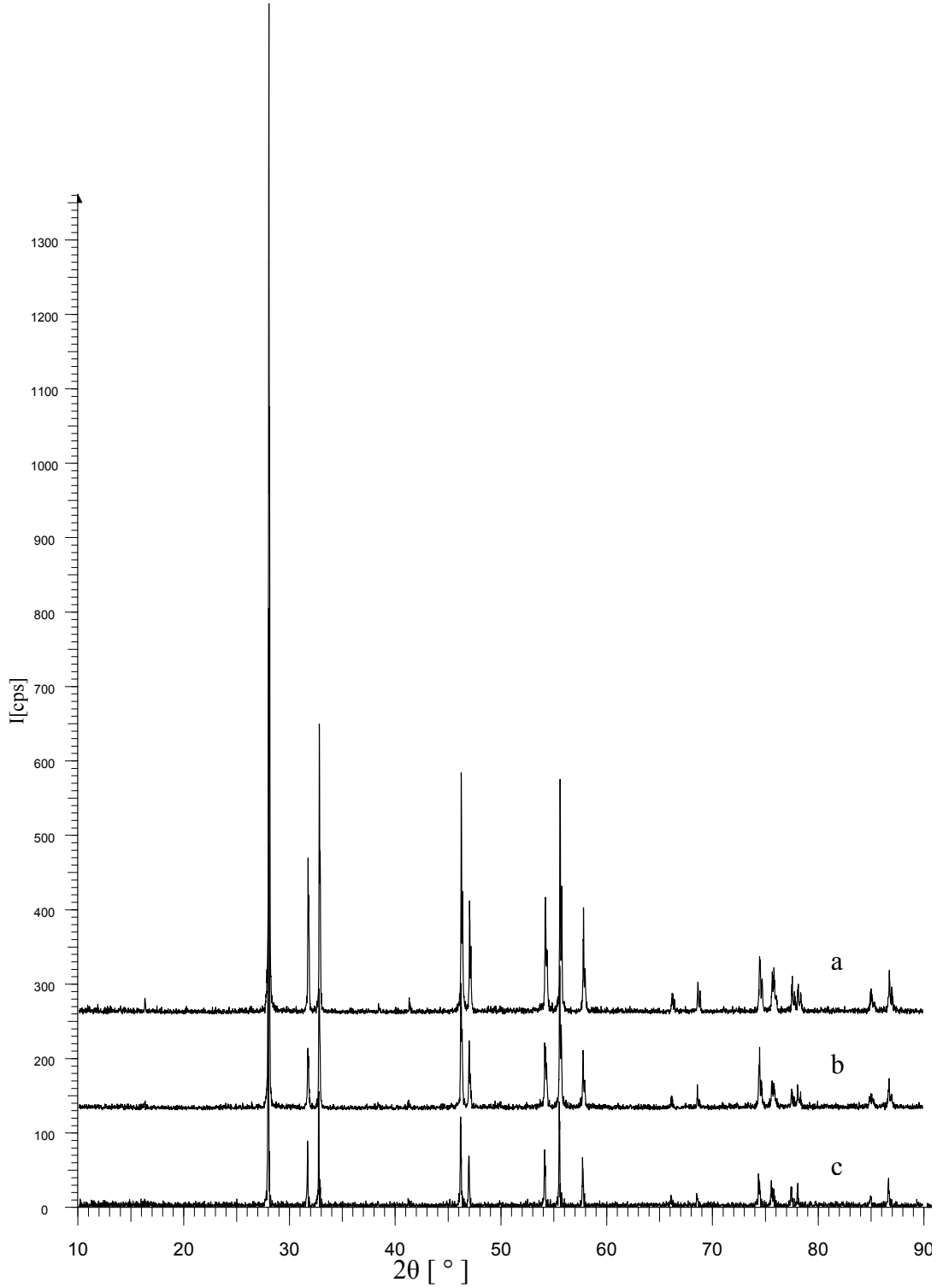
Nr	h k l	$2\Theta_{\text{göz}}$	$2\Theta_{\text{hes}}$	$d_{\text{göz}}[\text{\AA}]$	$d_{\text{hes}}[\text{\AA}]$	I/I ₀
1	1 1 0	16.207	16.207	5.4647	5.4647	1.3
2	2 0 1	27.952	27.962	3.1895	3.1883	100.0
3	0 0 2	31.685	31.685	2.8217	2.8217	19.6
4	2 2 0	32.751	32.749	2.7322	2.7324	32.0
5	2 1 2	41.271	41.270	2.1857	2.1858	0.8
6	2 2 2	46.214	46.212	1.9628	1.9629	22.6
7	4 0 0	46.994	46.993	1.9320	1.9321	12.4
8	2 0 3	54.187	54.185	1.6913	1.6914	12.2
9	2 1 3	55.578	55.577	1.6522	1.6523	33.3
10	4 0 2	57.790	57.789	1.5942	1.5942	9.8
11	0 0 4	66.183	66.184	1.4109	1.4109	1.1
12	1 1 4	68.650	68.650	1.3660	1.3661	2.4
13	4 2 3	74.495	74.449	1.2727	1.2726	8.4
14	6 0 1	75.674	75.674	1.2558	1.2558	4.2
15	4 4 2	77.576	77.577	1.2296	1.2296	1.7
16	6 2 0	78.158	78.157	1.2219	1.2219	4.0
17	4 0 4	85.074	85.072	1.1394	1.1394	2.3
18	6 2 2	86.781	86.780	1.1213	1.1213	4.7

Tablo Ek 1.5 %3 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (β -Fazı) 775 °C' de Isıl İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

Nr	h k l	$2\Theta_{\text{göz}}$	$2\Theta_{\text{hes}}$	$d_{\text{göz}}[\text{\AA}]$	$d_{\text{hes}}[\text{\AA}]$	I/I ₀
1	1 1 0	16.210	16.213	5.4637	5.4627	1.2
2	2 0 1	27.961	27.962	3.1884	3.1883	100.0
3	0 0 2	31.663	31.661	2.8236	2.8238	12.6
4	2 2 0	32.760	32.762	2.7315	2.7313	26.4
5	2 1 2	41.256	41.258	2.1865	2.1864	0.7
6	2 2 2	46.204	46.204	1.9632	1.9632	25.0
7	4 0 0	47.011	47.012	1.9314	1.9313	14.1
8	2 0 3	54.156	54.155	1.6922	1.6923	12.2
9	4 2 1	55.592	55.590	1.6519	1.6519	23.1
10	4 0 2	57.792	57.790	1.5941	1.5941	7.7
11	0 0 4	66.128	66.128	1.4119	1.4119	1.0
12	4 4 0	68.674	68.672	1.3656	1.3657	2.7
13	4 2 3	74.488	74.487	1.2728	1.2728	6.3
14	6 0 1	75.701	75.703	1.2554	1.2553	4.0
15	4 4 2	77.591	77.592	1.2295	1.2294	3.5
16	6 2 0	78.192	78.192	1.2215	1.2215	3.0
17	4 0 4	85.034	85.035	1.1398	1.1398	1.3
18	6 2 2	86.803	86.801	1.1211	1.1211	3.6

Tablo Ek 1.6 %3 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (β -Fazı) 800 °C’ de Isıl İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

Nr	h k l	$2\Theta_{\text{göz}}$	$2\Theta_{\text{hes}}$	$d_{\text{göz}}[\text{\AA}]$	$d_{\text{hes}}[\text{\AA}]$	I/I ₀
1	1 1 0	16.211	16.213	5.4631	5.4627	1.5
2	2 0 1	27.969	27.971	3.1875	3.1873	100.0
3	0 0 2	31.692	31.693	2.8211	2.8210	15.8
4	2 2 0	32.763	32.762	2.7313	2.7314	32.2
5	3 0 1	38.395	38.393	2.3426	2.3427	1.0
6	2 2 2	46.228	46.227	1.9623	1.9623	22.4
7	4 0 0	47.010	47.011	1.9314	1.9314	11.3
8	2 0 3	54.200	54.202	1.6909	1.6909	11.4
9	4 2 1	55.596	55.595	1.6518	1.6518	21.2
10	4 0 2	57.809	57.810	1.5937	1.5937	8.6
11	0 0 4	66.204	66.203	1.4105	1.4105	2.0
12	4 4 0	68.671	68.671	1.3657	1.3657	3.6
13	4 2 3	74.528	74.527	1.2722	1.2722	6.4
14	6 0 1	75.703	75.706	1.2553	1.2553	4.0
15	4 4 2	77.610	77.608	1.2292	1.2292	2.8
16	6 2 0	78.191	78.191	1.2215	1.2215	3.4
17	4 0 4	85.103	85.103	1.1391	1.1391	1.9
18	6 2 2	86.818	86.817	1.1209	1.1209	2.7



Şekil 1.3. Ölçülen XRD Spektrumlarından Bazıları (a: %4 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin $800^\circ C$ ' de Fırınlamadan Sonra, b: %4 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin $775^\circ C$ ' de Fırınlamadan Sonra, c: %4 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin $750^\circ C$ ' de Fırınlamadan Sonra).

Tablo Ek 1.7 %4 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (β -Fazı) 750 °C' de Isıl İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

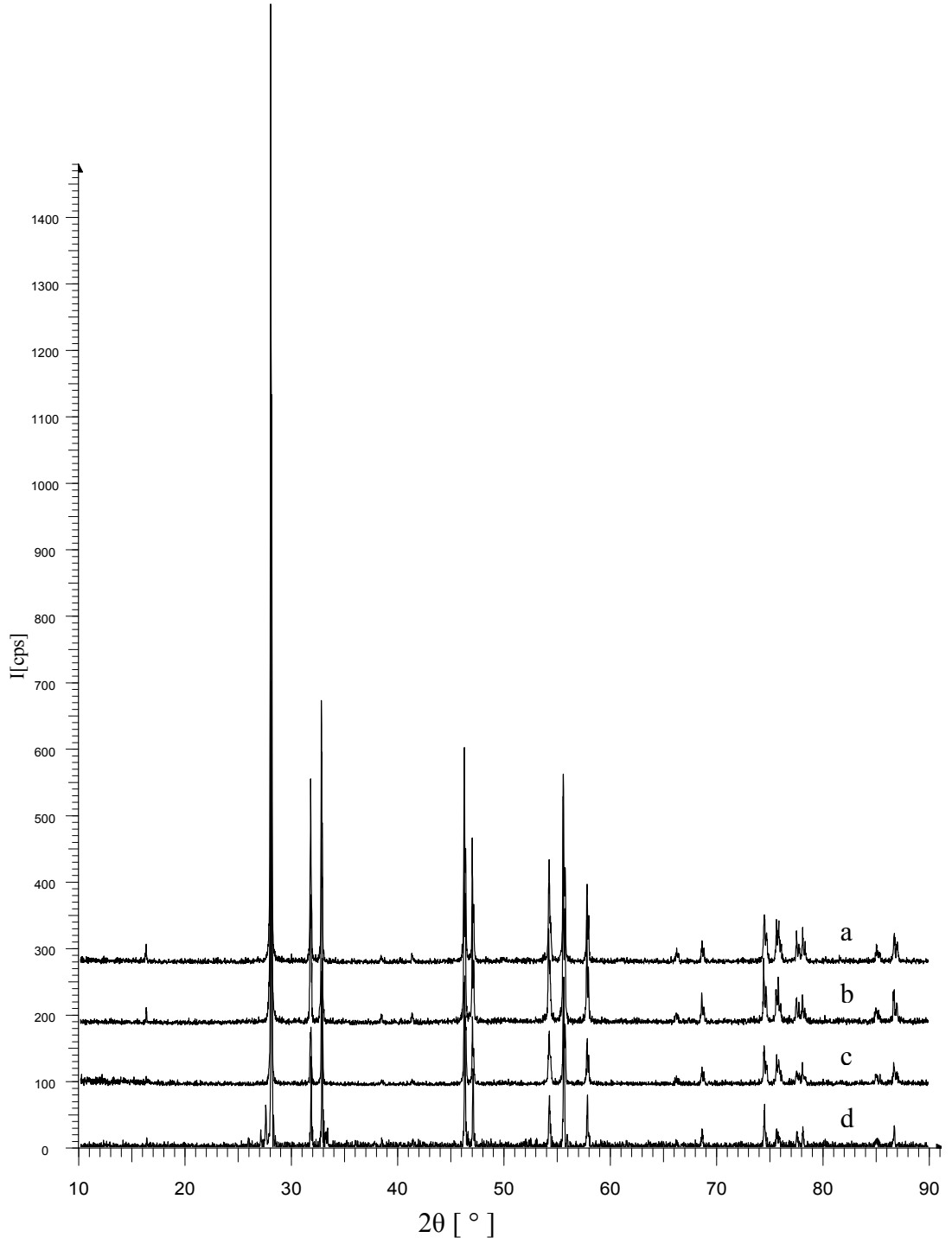
Nr	h k l	$2\Theta_{\text{göz}}$	$2\Theta_{\text{hes}}$	$d_{\text{göz}}[\text{\AA}]$	$d_{\text{hes}}[\text{\AA}]$	I/I ₀
1	1 1 0	16.204	16.205	5.4656	5.4653	1.7
2	2 0 1	27.953	27.952	3.1893	3.1894	100.0
3	0 0 2	31.658	31.658	2.8241	2.8241	17.3
4	2 2 0	32.745	32.746	2.7337	2.7337	31.6
5	2 1 2	41.236	41.247	2.1875	2.1869	1.0
6	2 2 2	46.189	46.189	1.9638	1.9638	23.0
7	4 0 0	46.987	46.988	1.9323	1.9323	13.4
8	2 0 3	54.145	54.145	1.6925	1.6925	15.2
9	2 1 3	55.539	55.537	1.6533	1.6534	28.6
10	4 0 2	57.768	57.768	1.5947	1.5947	10.7
11	0 0 4	66.121	66.122	1.4120	1.4120	3.0
12	1 1 4	68.590	68.588	1.3671	1.3671	2.9
13	4 2 3	74.460	74.461	1.2732	1.2732	5.9
14	6 0 1	75.662	75.662	1.2559	1.2559	4.8
15	4 4 2	77.555	77.555	1.2299	1.2299	3.6
16	6 2 0	78.149	78.148	1.2221	1.2221	5.5
17	4 0 4	85.014	85.012	1.1400	1.1401	1.7
18	6 2 2	86.757	86.756	1.1216	1.1216	7.5

Tablo Ek 1.8 %4 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (β -Fazı) 775 °C' de Isıl İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

Nr	h k l	$2\Theta_{\text{göz}}$	$2\Theta_{\text{hes}}$	$d_{\text{göz}}[\text{\AA}]$	$d_{\text{hes}}[\text{\AA}]$	I/I ₀
1	1 1 0	16.211	16.211	5.4634	5.4633	0.9
2	2 0 1	27.968	27.967	3.1876	3.1877	100.0
3	0 0 2	31.685	31.686	2.8217	2.8216	11.7
4	2 2 0	32.759	32.758	2.7315	2.7317	25.0
5	2 1 2	41.276	41.276	2.1855	2.1855	1.5
6	2 2 2	46.219	46.219	1.9626	1.9626	26.5
7	4 0 0	47.008	47.006	1.9315	1.9316	13.9
8	2 0 3	54.190	54.191	1.6912	1.6912	11.6
9	2 1 3	55.582	55.583	1.6521	1.6521	31.5
10	4 0 2	57.803	57.801	1.5938	1.5939	11.6
11	0 0 4	66.186	66.187	1.4108	1.4108	2.6
12	1 1 4	68.655	68.655	1.3660	1.3660	4.3
13	4 2 3	74.512	74.513	1.2724	1.2724	7.7
14	6 0 1	75.695	75.696	1.2555	1.2554	5.2
15	4 4 2	77.597	77.597	1.2294	1.2294	3.6
16	6 2 0	78.181	78.181	1.2216	1.2216	4.1
17	4 0 4	85.087	85.085	1.1392	1.1393	2.8
18	6 2 2	86.802	86.804	1.1211	1.1211	6.4

Tablo Ek 1.9 %4 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (β -Fazı) 800 °C' de Isıl İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

Nr	h k l	$2\Theta_{\text{göz}}$	$2\Theta_{\text{hes}}$	$d_{\text{göz}}[\text{\AA}]$	$d_{\text{hes}}[\text{\AA}]$	I/I ₀
1	1 1 0	16.217	16.219	5.4612	5.4606	1.3
2	2 0 1	27.986	27.983	3.1856	3.1860	100.0
3	0 0 2	31.708	31.708	2.8197	2.8197	15.0
4	2 2 0	32.774	32.775	2.7304	2.7303	30.0
5	3 0 1	38.409	38.410	2.3418	2.3417	1.1
6	2 1 2	41.301	41.302	2.1842	2.1842	1.6
7	2 2 2	46.248	46.248	1.9614	1.9614	25.0
8	4 0 0	47.028	47.031	1.9307	1.9306	11.6
9	2 0 3	54.228	54.228	1.6901	1.6901	11.7
10	4 2 1	55.619	55.619	1.6511	1.6511	24.0
11	4 0 2	57.833	57.836	1.5931	1.5930	10.6
12	0 0 4	66.235	66.237	1.4099	1.4098	1.9
13	4 4 0	68.701	68.702	1.3652	1.3651	3.0
14	4 2 3	74.564	74.564	1.2717	1.2717	4.5
15	6 0 1	75.742	75.741	1.2548	1.2548	4.1
16	4 4 2	77.646	77.646	1.2287	1.2287	3.4
17	3 1 4	78.233	78.232	1.2210	1.2210	2.6
18	4 0 4	85.151	85.149	1.1386	1.1386	1.6
19	6 2 2	86.862	86.861	1.1205	1.1205	3.8



Şekil 1.4. Ölçülen XRD Spektrumlarından Bazıları (a: %5 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin $800^\circ C$ 'de Fırınlamadan Sonra, b: %5 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin $775^\circ C$ 'de Fırınlamadan Sonra, c: %5 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin $750^\circ C$ 'de Fırınlamadan Sonra, d: %5 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin $725^\circ C$ 'de Fırınlamadan Sonra).

Tablo Ek 1.10 %5 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (β -Fazı) 725 °C' de Isıl İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

Nr	h k l	$2\Theta_{\text{göz}}$	$2\Theta_{\text{hes}}$	$d_{\text{göz}}[\text{\AA}]$	$d_{\text{hes}}[\text{\AA}]$	I/I_0
1	1 1 0	16.226	16.213	5.4582	5.4626	1.0
2	2 0 1	28.005	27.979	3.1836	3.1865	100.0
3	0 0 2	31.725	31.718	2.8182	2.8188	11.4
4	2 2 0	32.782	32.762	2.7297	2.7313	24.5
5	2 1 2	41.311	41.303	2.1837	2.1841	1.0
6	2 2 2	46.245	46.245	1.9615	1.9615	17.5
7	4 0 0	47.020	47.012	1.9310	1.9313	9.8
8	2 0 3	54.237	54.238	1.6899	1.6898	6.8
9	4 2 1	55.599	55.600	1.6517	1.6516	22.7
10	4 0 2	57.827	57.826	1.5932	1.5932	6.8
11	0 0 4	66.262	66.260	1.4094	1.4094	1.0
12	4 4 0	68.675	68.673	1.3657	1.3657	2.1
13	4 2 3	74.559	74.558	1.2717	1.2718	5.7
14	2 2 4	75.906	75.906	1.2525	1.2525	1.1
15	4 4 2	77.621	77.623	1.2290	1.2290	2.0
16	6 2 0	78.192	78.193	1.2215	1.2215	2.0
17	4 0 4	85.152	85.156	1.1385	1.1385	1.0
18	6 2 2	86.831	86.832	1.1208	1.1208	2.3

Tablo Ek 1.11 %5 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (β -Fazı) 750 °C’ de Isıl İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

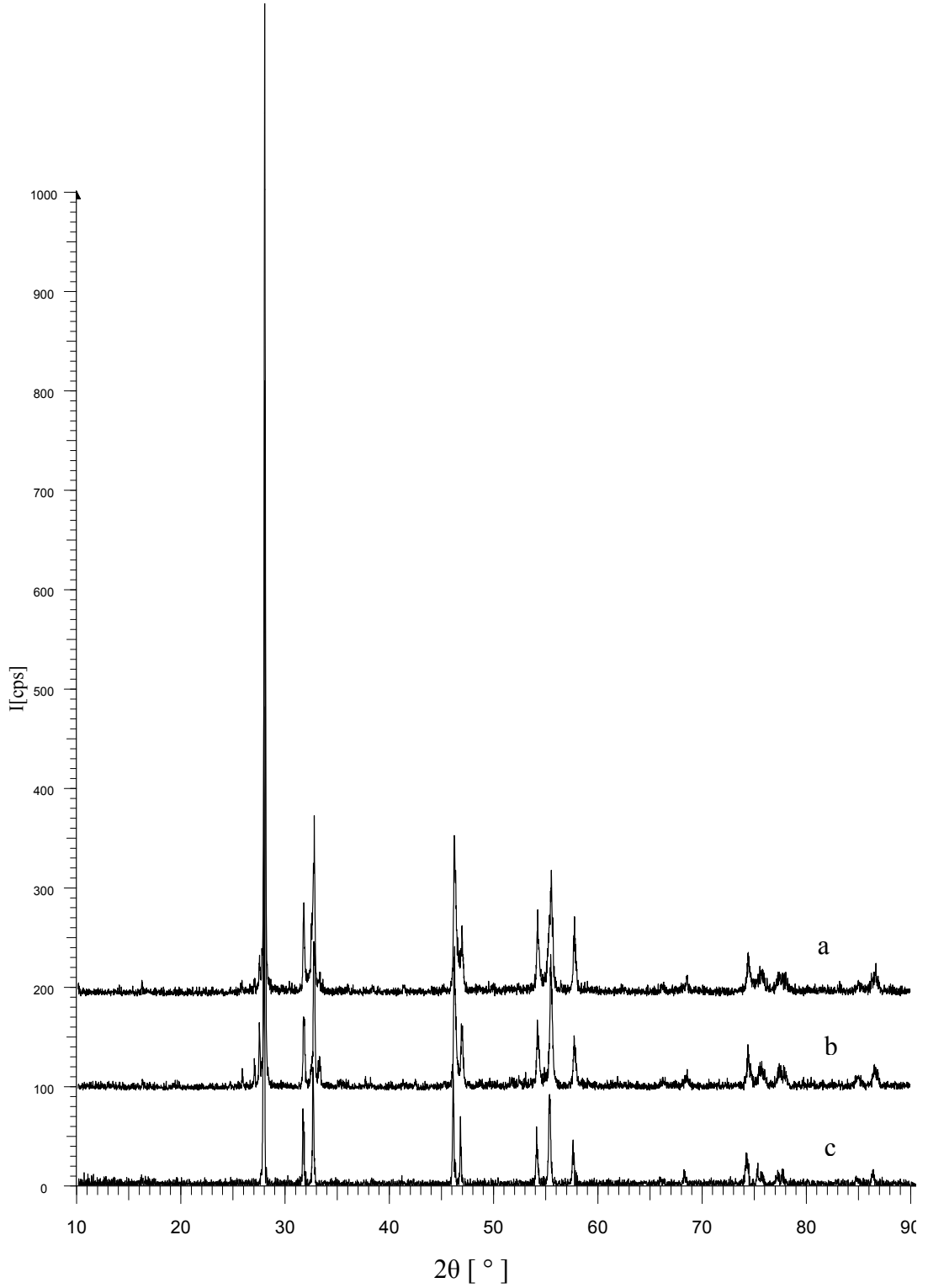
Nr	h k l	$2\Theta_{\text{göz}}$	$2\Theta_{\text{hes}}$	$d_{\text{göz}}[\text{\AA}]$	$d_{\text{hes}}[\text{\AA}]$	I/I ₀
1	1 1 0	16.201	16.202	5.4667	5.4663	1.7
2	2 0 1	27.960	27.962	3.1885	3.1884	100.0
3	0 0 2	31.702	31.703	2.8202	2.8201	11.5
4	2 2 0	32.742	32.740	2.7329	2.7331	29.4
5	3 0 1	38.374	38.374	2.3438	2.3438	1.1
6	2 1 2	41.280	41.280	2.1853	2.1853	1.4
7	2 2 2	46.220	46.218	1.9625	1.9626	26.8
8	4 0 0	46.978	46.978	1.9326	1.9326	17.8
9	2 0 3	54.211	54.210	1.6906	1.6907	12.0
10	2 1 3	55.559	55.560	1.6527	1.6527	24.2
11	4 0 2	57.791	57.788	1.5941	1.5942	10.3
12	0 0 4	66.226	66.227	1.4100	1.4100	2.3
13	4 4 0	68.619	68.620	1.3666	1.3666	4.6
14	4 2 3	74.509	74.508	1.2725	1.2725	9.9
15	6 0 1	75.654	75.652	1.2560	1.2561	7.1
16	4 4 2	77.565	77.565	1.2298	1.2298	3.2
17	6 2 0	78.129	78.130	1.2223	1.2223	5.3
18	4 0 4	85.101	85.101	1.1391	1.1391	1.8
19	6 2 2	86.762	86.763	1.1215	1.1215	4.1

Tablo Ek 1.12 %5 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (β -Fazı) 775 °C’ de Isıl İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

Nr	h k l	$2\Theta_{\text{göz}}$	$2\Theta_{\text{hes}}$	$d_{\text{göz}}[\text{\AA}]$	$d_{\text{hes}}[\text{\AA}]$	I/I_0
1	1 1 0	16.201	16.201	5.4667	5.4671	1.7
2	2 0 1	27.942	27.953	3.1905	3.1894	100.0
3	0 0 2	31.683	31.681	2.8218	2.8220	10.5
4	2 2 0	32.736	32.735	2.7335	2.7335	27.3
5	3 0 1	38.364	38.365	2.3444	2.3443	1.2
6	2 1 2	41.262	41.260	2.1862	2.1863	1.0
7	2 2 2	46.198	46.198	1.9634	1.9634	20.1
8	4 0 0	46.971	46.972	1.9329	1.9329	11.9
9	2 0 3	54.177	54.176	1.6916	1.6916	9.5
10	4 2 1	55.551	55.549	1.6530	1.6530	23.5
11	4 0 2	57.768	57.768	1.5947	1.5947	10.7
12	0 0 4	66.177	66.176	1.4110	1.4110	0.8
13	4 4 0	68.609	68.609	1.3668	1.3668	3.0
14	4 2 3	74.469	74.475	1.2731	1.2730	6.3
15	6 0 1	75.639	75.637	1.2562	1.2563	3.3
16	4 4 2	77.543	77.543	1.2301	1.2301	2.2
17	6 2 0	78.118	78.118	1.2225	1.2225	2.6
18	4 0 4	85.051	85.050	1.1396	1.1396	1.4
19	6 2 2	86.740	86.739	1.1217	1.1217	3.0

Tablo Ek 1.13 %5 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (β -Fazı) 800 °C’ de Isıl İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

Nr	h k l	$2\Theta_{\text{göz}}$	$2\Theta_{\text{hes}}$	$d_{\text{göz}}[\text{\AA}]$	$d_{\text{hes}}[\text{\AA}]$	I/I_0
1	1 1 0	16.198	16.200	5.4676	5.4668	1.5
2	2 0 1	27.956	27.961	3.1890	3.1884	100.0
3	0 0 2	31.708	31.709	2.8297	2.8196	18.9
4	2 2 0	32.736	32.736	2.7335	2.7334	28.0
5	2 1 2	41.273	41.283	2.1856	2.1851	1.0
6	2 2 2	46.218	46.219	1.9627	1.9626	22.6
7	4 0 0	46.973	46.974	1.9329	1.9328	13.0
8	4 2 1	54.218	54.216	1.6904	1.6905	10.6
9	2 1 3	55.554	55.556	1.6529	1.6528	20.1
10	4 0 2	57.787	57.787	1.5942	1.5942	8.1
11	0 0 4	66.239	66.239	1.4098	1.4098	1.5
12	4 4 0	68.613	68.613	1.3667	1.3667	2.1
13	4 2 3	74.513	74.510	1.2724	1.2725	5.0
14	2 2 4	75.870	75.872	1.2530	1.2530	2.0
15	4 4 2	77.560	77.561	1.2299	1.2298	3.3
16	6 2 0	78.122	78.121	1.2224	1.2224	3.1
17	4 0 4	85.110	85.109	1.1390	1.1390	1.8
18	6 2 2	86.757	86.757	1.1216	1.1216	2.6



Şekil Ek 1.5. Ölçülen XRD Spektrumlarından Bazıları (a: %6 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin $800^\circ C$ 'de Ani Soğutma İşlemi Sonrası, b: %6 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin $775^\circ C$ 'de Ani Soğutma İşlemi Sonrası, c: %6 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin $750^\circ C$ 'de Ani Soğutma İşlemi Sonrası).

Tablo Ek 1.14 %6 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (β -Fazı) 750 °C’de Ani Soğutma İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

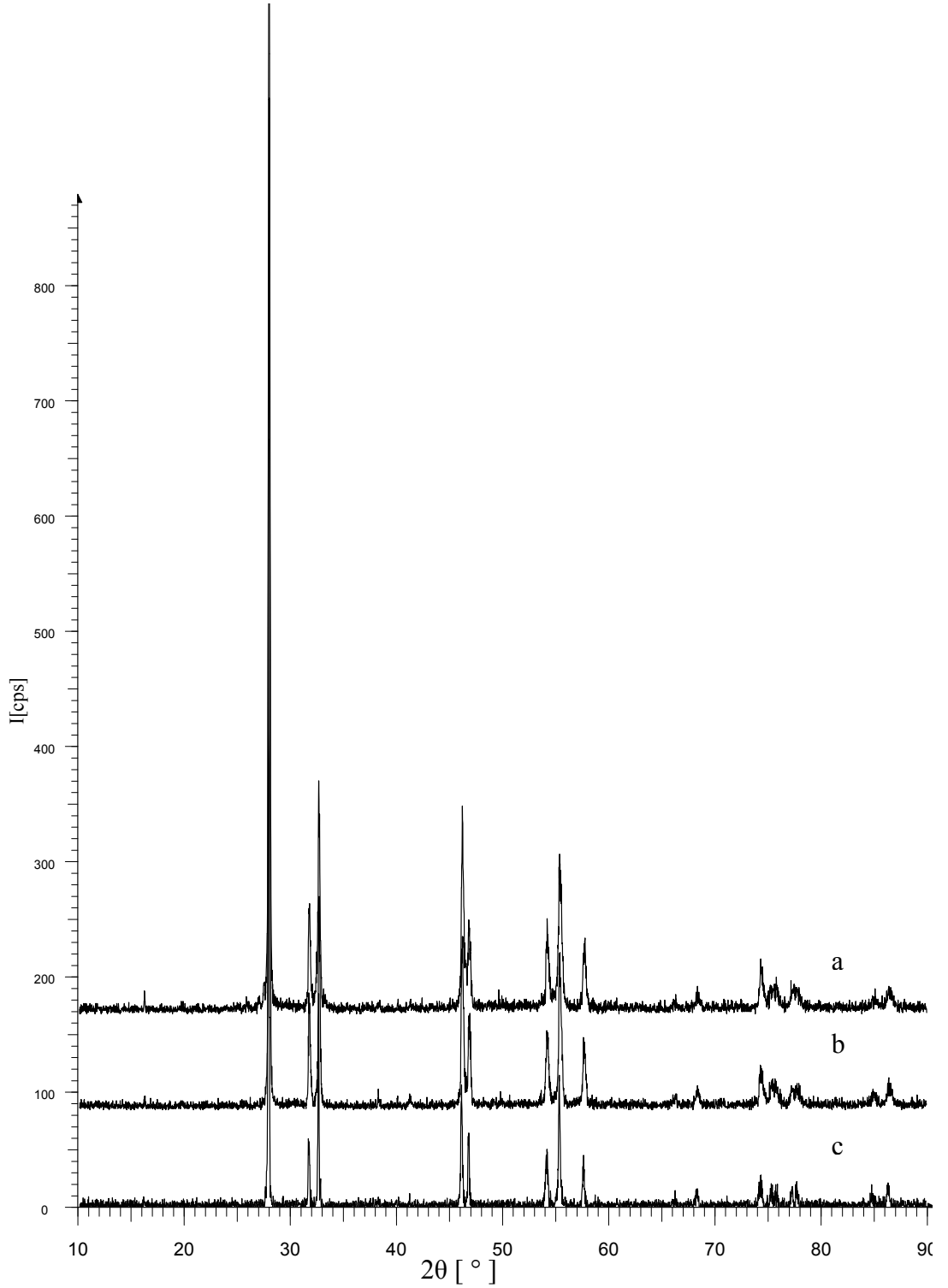
Nr	h k l	$2\Theta_{\text{göz}}$	$2\Theta_{\text{hes}}$	$d_{\text{göz}}[\text{\AA}]$	$d_{\text{hes}}[\text{\AA}]$	I/I_0
1	1 1 0	16.133	16.136	5.4895	5.4884	1.9
2	2 0 1	27.867	27.867	3.1989	3.1990	100.0
3	0 0 2	31.649	31.644	2.8248	2.8252	14.9
4	2 2 0	32.598	32.604	2.7447	2.7442	22.1
5	3 0 1	38.231	38.229	2.3523	2.3524	1.4
6	2 1 2	41.153	41.164	2.1917	2.1912	1.6
7	2 2 2	46.075	46.074	1.9684	1.9684	23.0
8	4 0 0	46.778	46.778	1.9405	1.9404	13.5
9	2 0 3	54.082	54.079	1.6943	1.6945	12.0
10	4 2 1	55.329	55.329	1.6591	1.6591	18.4
11	4 0 2	57.579	57.578	1.5995	1.5995	8.6
12	0 0 4	66.086	66.091	1.4127	1.4126	1.2
13	4 4 0	68.305	68.306	1.3721	1.3721	2.0
14	6 1 0	74.266	74.267	1.2760	1.2760	4.5
15	6 0 1	75.303	75.304	1.2610	1.2610	3.2
16	4 4 2	77.243	77.234	1.2341	1.2342	2.4
17	6 2 0	77.754	78.757	1.2273	1.2272	2.7
18	4 0 4	84.833	85.830	1.1420	1.1420	1.7
19	6 2 2	86.364	86.366	1.1256	1.1256	2.3

Tablo Ek 1.15 %6 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (β -Fazı) 775 °C’ de Ani Soğutma İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

Nr	h k l	$2\Theta_{\text{göz}}$	$2\Theta_{\text{hes}}$	$d_{\text{göz}}[\text{\AA}]$	$d_{\text{hes}}[\text{\AA}]$	I/I_0
1	1 1 0	16.169	16.170	5.4774	5.4770	1.0
2	2 0 1	27.923	27.924	3.1927	3.1926	100.0
3	0 0 2	31.696	31.704	2.8207	2.8201	9.5
4	2 2 0	32.672	32.674	2.7386	2.7385	21.9
5	2 1 2	41.247	41.247	2.1870	2.1870	1.2
6	2 2 2	46.170	46.169	1.9646	1.9646	19.8
7	4 0 0	46.878	47.881	1.9365	1.9364	8.4
8	2 0 3	54.182	54.188	1.6915	1.6913	9.0
9	4 2 1	55.453	55.453	1.6557	1.6557	18.4
10	4 0 2	57.706	57.704	1.5963	1.5963	7.4
11	0 0 4	66.230	66.227	1.4100	1.4100	1.5
12	4 4 0	68.466	68.468	1.3693	1.3692	1.2
13	4 2 3	74.414	74.417	1.2739	1.2738	5.7
14	6 0 1	75.487	75.487	1.2584	1.2584	2.1
15	4 4 2	77.421	77.420	1.2284	1.2284	3.7
16	6 2 0	77.949	78.949	1.2317	1.2317	2.7
17	4 0 4	85.031	85.031	1.1399	1.1399	1.2
18	6 2 2	86.586	86.586	1.1233	1.1233	3.4

Tablo Ek 1.16 %6 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (β -Fazı) 800 °C’ de Ani Soğutma İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

Nr	h k l	$2\Theta_{\text{göz}}$	$2\Theta_{\text{hes}}$	$d_{\text{göz}}[\text{Å}]$	$d_{\text{hes}}[\text{Å}]$	I/I_0
1	1 1 0	16.140	16.183	5.4870	5.4726	1.2
2	2 0 1	27.935	27.933	3.1913	3.1916	100.0
3	0 0 2	31.699	31.683	2.8204	2.8219	8.5
4	2 2 0	32.702	32.701	2.7362	2.7363	16.3
5	3 0 1	38.321	38.322	2.3469	2.3463	1.0
6	2 1 2	41.222	41.244	2.1882	2.1871	1.1
7	2 2 2	46.177	46.174	1.9643	1.9644	16.9
8	2 0 3	54.204	54.166	1.6908	1.6919	8.8
9	4 2 1	55.497	55.493	1.6545	1.6546	11.3
10	4 0 2	57.677	57.725	1.5970	1.5958	6.5
11	4 4 0	68.557	68.530	1.3677	1.3682	1.6
12	4 2 3	74.403	74.428	1.2740	1.2737	4.0
13	6 0 1	75.560	75.551	1.2574	1.2575	2.3
14	4 4 2	77.443	77.468	1.2314	1.2311	1.5
15	6 2 0	78.058	78.023	1.2233	1.2237	2.2
16	4 0 4	85.034	85.015	1.1398	1.1400	1.2
17	6 2 2	86.624	86.647	1.1229	1.1227	1.7



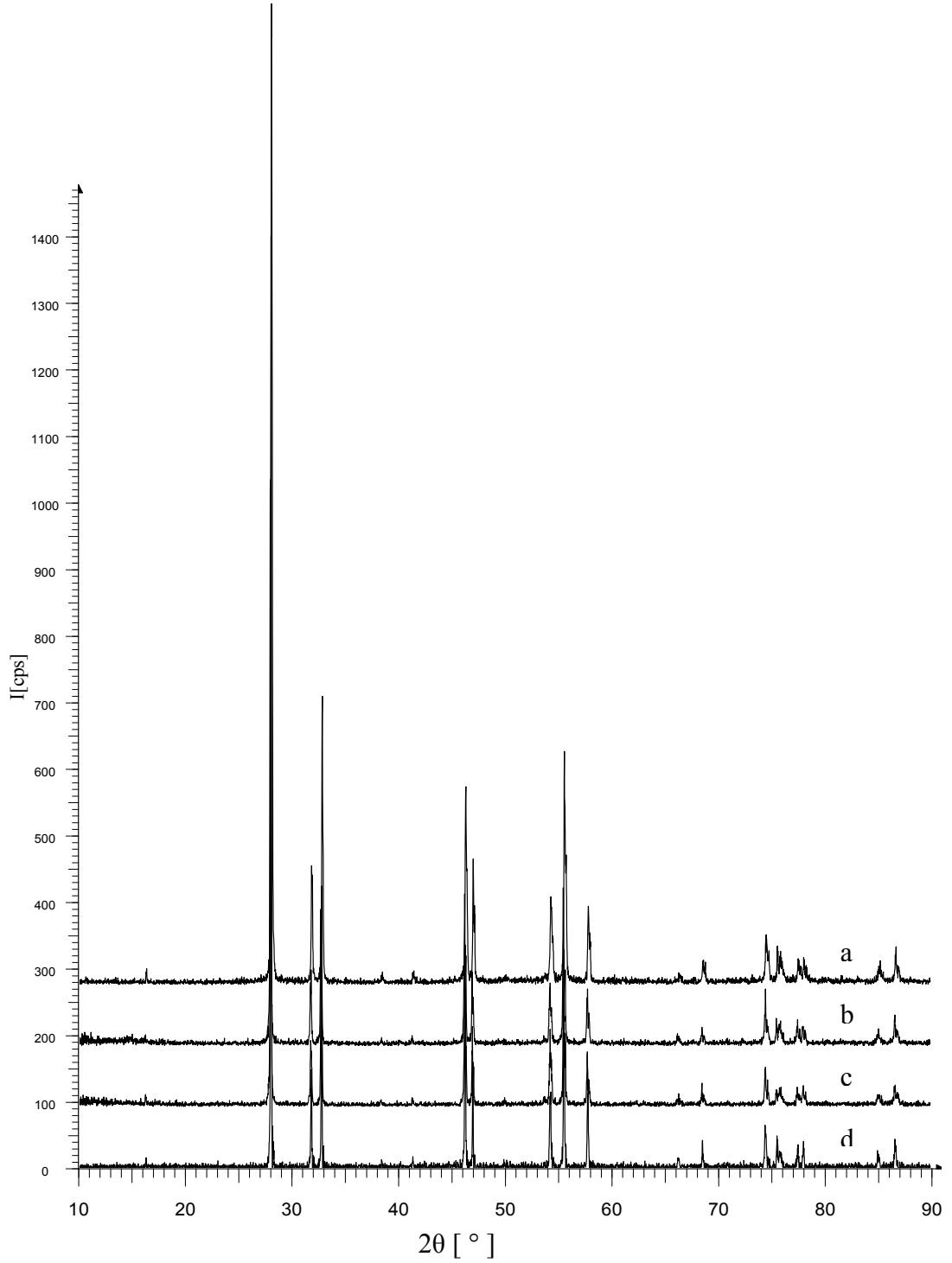
Şekil Ek 1.6. Ölçülen XRD Spektrumlarından Bazıları (a: %7 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 800 °C'de Ani Soğutma İşlemi Sonrası, b: %7 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 775 °C'de Ani Soğutma İşlemi Sonrası, c: %7 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 750 °C'de Ani Soğutma İşlemi Sonrası).

Tablo Ek 1.17 %7 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (β -Fazı) 750 °C’ de Ani Soğutma İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

Nr	h k l	$2\Theta_{\text{göz}}$	$2\Theta_{\text{hes}}$	$d_{\text{göz}}[\text{\AA}]$	$d_{\text{hes}}[\text{\AA}]$	I/I_0
1	1 1 0	16.073	16.130	5.5098	5.4905	1.0
2	2 0 1	27.849	27.860	3.2010	3.1997	100.0
3	0 0 2	31.652	31.648	2.8245	2.8249	8.0
4	2 2 0	32.591	32.591	2.7453	2.7453	27.4
5	2 1 2	41.164	41.160	2.1912	2.1914	1.5
6	2 2 2	46.070	46.067	1.9686	1.9687	15.6
7	4 0 0	46.758	46.759	1.9412	1.9412	9.4
8	2 0 3	54.083	54.080	1.6943	1.6944	6.6
9	4 2 1	55.308	55.309	1.6597	1.6596	16.7
10	4 0 2	57.564	57.564	1.5999	1.5999	4.8
11	4 4 0	68.275	68.276	1.3726	1.3726	1.8
12	6 1 0	74.234	74.233	1.2765	1.2765	2.4
13	6 0 1	75.272	75.272	1.2615	1.2615	2.1
14	4 4 2	77.209	77.207	1.2346	1.2346	1.3
15	6 2 0	77.722	77.721	1.2277	1.2277	2.6
16	4 0 4	84.821	85.824	1.1421	1.1421	2.0
17	6 2 2	86.334	86.333	1.1260	1.1260	2.1

Tablo Ek 1.18 %7 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (β -Fazı) 800 °C’ de Ani Soğutma İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

Nr	h k l	$2\Theta_{\text{göz}}$	$2\Theta_{\text{hes}}$	$d_{\text{göz}}[\text{\AA}]$	$d_{\text{hes}}[\text{\AA}]$	I/I_0
1	1 1 0	16.140	16.142	5.4871	5.4863	1.8
2	2 0 1	27.880	27.881	3.1975	3.1974	100.0
3	0 0 2	31.666	31.671	2.8233	2.8229	8.9
4	2 2 0	32.596	32.617	2.7449	2.7432	21.5
5	2 1 2	41.225	41.192	2.1881	2.1898	0.8
6	2 2 2	46.159	46.102	1.9650	1.9673	19.1
7	4 0 0	46.783	46.797	1.9403	1.9397	7.6
8	2 0 3	54.156	54.121	1.6922	1.6932	9.1
9	4 2 1	55.341	55.354	1.6588	1.6584	14.1
10	4 0 2	57.658	57.611	1.5975	1.5987	6.1
11	0 0 4	66.107	66.152	1.4123	1.4115	1.0
12	4 4 0	68.361	68.335	1.3711	1.3716	2.4
13	6 1 0	74.336	74.299	1.2750	1.2755	4.5
14	6 0 1	75.302	75.339	1.2610	1.2605	2.0
15	2 2 4	75.745	75.723	1.2548	1.2551	1.4
16	4 4 2	77.245	77.276	1.2341	1.2337	1.7
17	4 0 4	84.883	85.900	1.1415	1.1413	1.4
18	6 2 2	86.436	86.414	1.1249	1.1251	2.3



Şekil 1.7. Ölçülen XRD Spektrumlarından Bazıları (a: %7 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 800°C 'de Fırınlamadan Sonra, b: %7 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 775°C 'de Fırınlamadan Sonra, c: %7 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 750°C 'de Fırınlamadan Sonra, d: %7 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 725°C 'de Fırınlamadan Sonra).

Tablo Ek 1.19 %7 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (β -Fazı) 725 °C’ de Isıl İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

Nr	h k l	$2\Theta_{\text{göz}}$	$2\Theta_{\text{hes}}$	$d_{\text{göz}}[\text{\AA}]$	$d_{\text{hes}}[\text{\AA}]$	I/I_0
1	1 1 0	16.219	16.191	5.4606	5.4698	1.0
2	2 0 1	27.986	27.962	3.1856	3.1883	100.0
3	0 0 2	31.754	31.750	2.8157	2.8160	8.4
4	2 2 0	32.751	32.718	2.7322	2.7349	30.2
5	2 1 2	41.318	41.307	2.1833	2.1839	1.0
6	2 2 2	46.234	46.236	1.9620	1.9619	19.5
7	4 0 0	46.964	46.946	1.9332	1.9339	10.5
8	2 0 3	54.270	54.271	1.6889	1.6889	7.7
9	4 2 1	55.547	55.532	1.6531	1.6535	22.8
10	4 0 2	57.788	57.790	1.5942	1.5942	7.7
11	0 0 4	66.336	66.335	1.4080	1.4080	1.0
12	4 4 0	68.565	68.570	1.3675	1.3675	2.7
13	4 2 3	74.533	74.536	1.2721	1.2721	3.6
14	2 2 4	75.950	75.952	1.2519	1.2518	1.7
15	4 4 2	77.538	77.543	1.2301	1.2301	1.8
16	6 2 0	78.066	78.071	1.2231	1.2231	2.7
17	4 0 4	85.177	85.177	1.1383	1.1383	1.5
18	6 2 2	86.724	86.729	1.1219	1.1218	2.5

Tablo Ek 1.20 %7 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (β -Fazı) 750 °C’ de Isıl İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

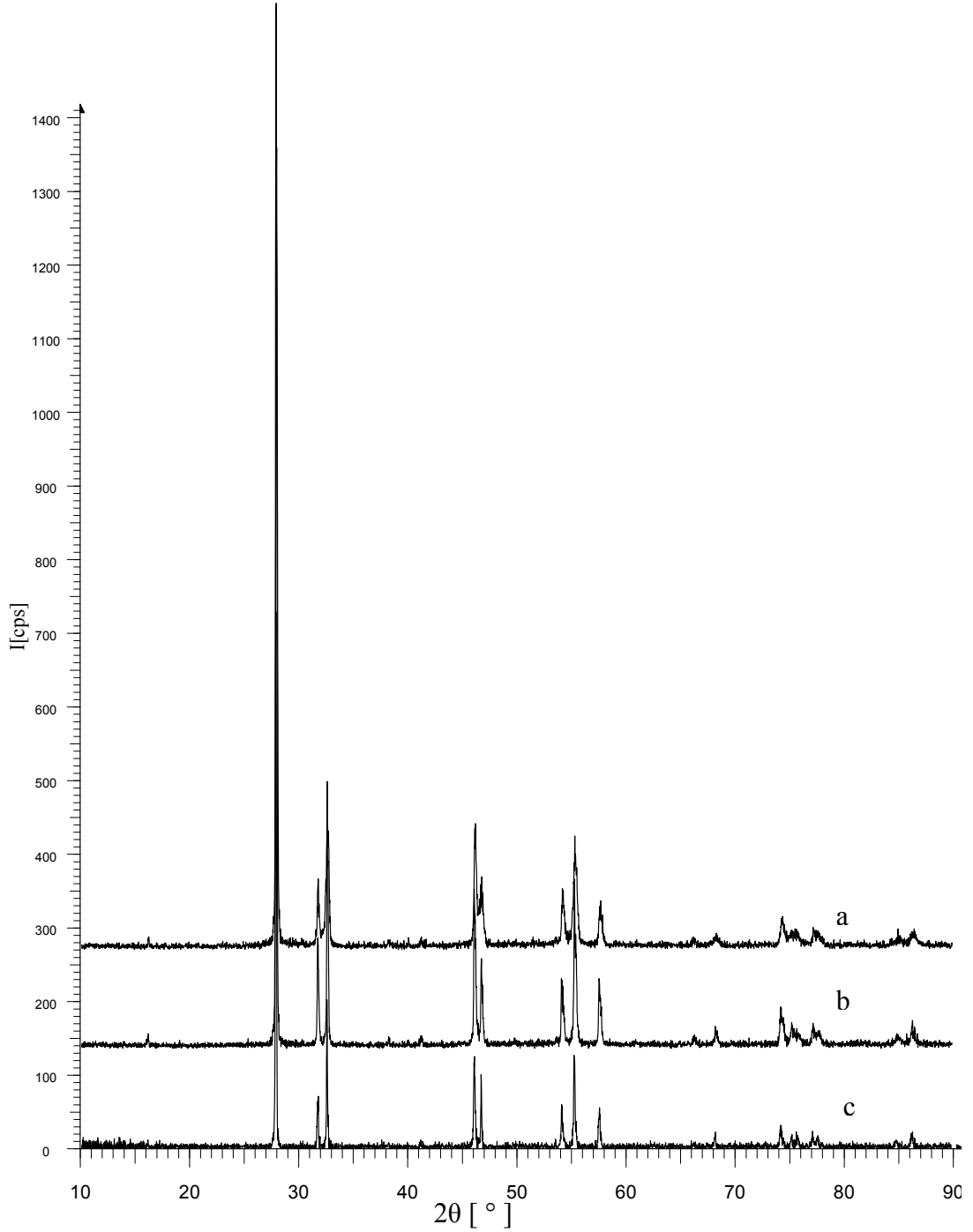
Nr	h k l	$2\Theta_{\text{göz}}$	$2\Theta_{\text{hes}}$	$d_{\text{göz}}[\text{\AA}]$	$d_{\text{hes}}[\text{\AA}]$	I/I_0
1	1 1 0	16.182	16.183	5.4729	5.4725	1.5
2	2 0 1	27.948	27.951	3.1899	3.1895	100.0
3	0 0 2	31.743	31.745	2.8167	2.8165	10.8
4	2 2 0	32.700	32.702	2.7364	2.7362	26.9
5	3 0 1	38.344	38.346	2.3456	2.3455	1.1
6	2 1 2	41.293	41.294	2.1846	2.1846	1.1
7	2 2 2	46.231	46.220	1.9621	1.9626	25.1
8	4 0 0	46.922	46.922	1.9348	1.9348	13.8
9	2 0 3	54.258	54.257	1.6893	1.6993	13.9
10	2 1 3	55.506	55.505	1.6542	1.6542	21.8
11	4 0 2	57.767	57.765	1.5947	1.5948	10.8
12	0 0 4	66.319	66.322	1.4083	1.4082	1.8
13	1 1 4	68.527	68.532	1.3682	1.3681	4.2
14	4 2 3	74.503	74.506	1.2726	1.2725	6.2
15	6 0 1	75.563	75.562	1.2573	1.2573	1.7
16	4 4 2	77.502	77.503	1.2306	1.2306	3.0
17	6 2 0	78.026	78.025	1.2237	1.2237	3.3
18	4 0 4	85.146	85.147	1.1386	1.1386	1.7
19	6 2 2	86.683	86.682	1.1223	1.1223	3.1

Tablo Ek 1.21 %7 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (β -Fazı) 775 °C' de Isıl İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

Nr	h k l	$2\Theta_{\text{göz}}$	$2\Theta_{\text{hes}}$	$d_{\text{göz}}[\text{\AA}]$	$d_{\text{hes}}[\text{\AA}]$	I/I ₀
1	1 1 0	16.195	16.184	5.4687	5.4722	1.0
2	2 0 1	27.929	27.943	3.1921	3.1904	100.0
3	0 0 2	31.714	31.713	2.8191	2.8193	9.8
4	2 2 0	32.689	32.703	2.7373	2.7361	23.8
5	3 0 1	38.340	38.340	2.3458	2.3458	0.8
6	2 1 2	41.269	41.269	2.1858	2.1858	1.5
7	2 2 2	46.198	46.198	1.9634	1.9635	26.7
8	4 0 0	46.924	46.925	1.9347	1.9347	12.9
9	2 0 3	54.210	54.211	1.6907	1.6909	9.9
10	4 2 1	55.501	55.502	1.6543	1.6543	28.9
11	4 0 2	57.747	57.747	1.5952	1.5952	7.5
12	0 0 4	66.249	66.248	1.4096	1.4096	1.9
13	4 4 0	68.538	68.536	1.3680	1.3681	2.6
14	6 1 0	74.523	74.523	1.2723	1.2723	9.8
15	6 0 1	75.563	75.562	1.2573	1.2573	3.1
16	4 4 2	77.489	77.490	1.2308	1.2308	2.5
17	6 2 0	78.030	78.030	1.2236	1.2236	3.1
18	4 0 4	85.082	85.082	1.1393	1.1393	1.2
19	6 2 2	86.671	86.670	1.1224	1.1225	4.7

Tablo Ek 1.22 %7 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (β -Fazı) 800 °C’ de Isıl İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

Nr	h k l	$2\Theta_{\text{göz}}$	$2\Theta_{\text{hes}}$	$d_{\text{göz}}[\text{\AA}]$	$d_{\text{hes}}[\text{\AA}]$	I/I ₀
1	1 1 0	16.225	16.215	5.4586	5.4618	1.0
2	2 0 1	28.000	27.994	3.1841	3.1848	100.0
3	0 0 2	31.802	31.762	2.8116	2.8150	10.9
4	2 2 0	32.799	32.767	2.7284	2.7309	27.0
5	2 1 2	41.344	41.341	2.1826	2.1822	1.0
6	2 2 2	46.293	46.281	1.9597	1.9601	18.2
7	4 0 0	47.025	47.019	1.9308	1.9311	12.7
8	2 0 3	54.305	54.305	1.6879	1.6879	7.4
9	4 2 1	55.616	55.615	1.6512	1.6512	22.9
10	4 0 2	57.862	57.860	1.5923	1.5924	8.2
11	0 0 4	66.349	66.362	1.4077	1.4075	0.9
12	4 4 0	68.693	68.684	1.3653	1.3655	1.4
13	4 2 3	74.625	74.619	1.2708	1.2709	4.3
14	6 0 1	75.716	75.729	1.2552	1.2550	2.3
15	4 4 2	77.664	77.658	1.2285	1.2286	1.5
16	6 2 0	78.215	78.206	1.2212	1.2213	1.0
17	5 2 3	85.070	85.054	1.1394	1.1396	1.0
18	6 2 2	86.837	86.869	1.1207	1.1204	1.7



Şekil Ek 1.8. Ölçülen XRD Spektrumlarından Bazıları (a: %8 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 800 °C’de Ani Soğutma İşlemi Sonrası, b: %8 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 775 °C’de Ani Soğutma İşlemi Sonrası, c: %8 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 750 °C’de Ani Soğutma İşlemi Sonrası).

Tablo Ek 1.23 %8 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (β -Fazı) 750 °C’ de Ani Soğutma İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

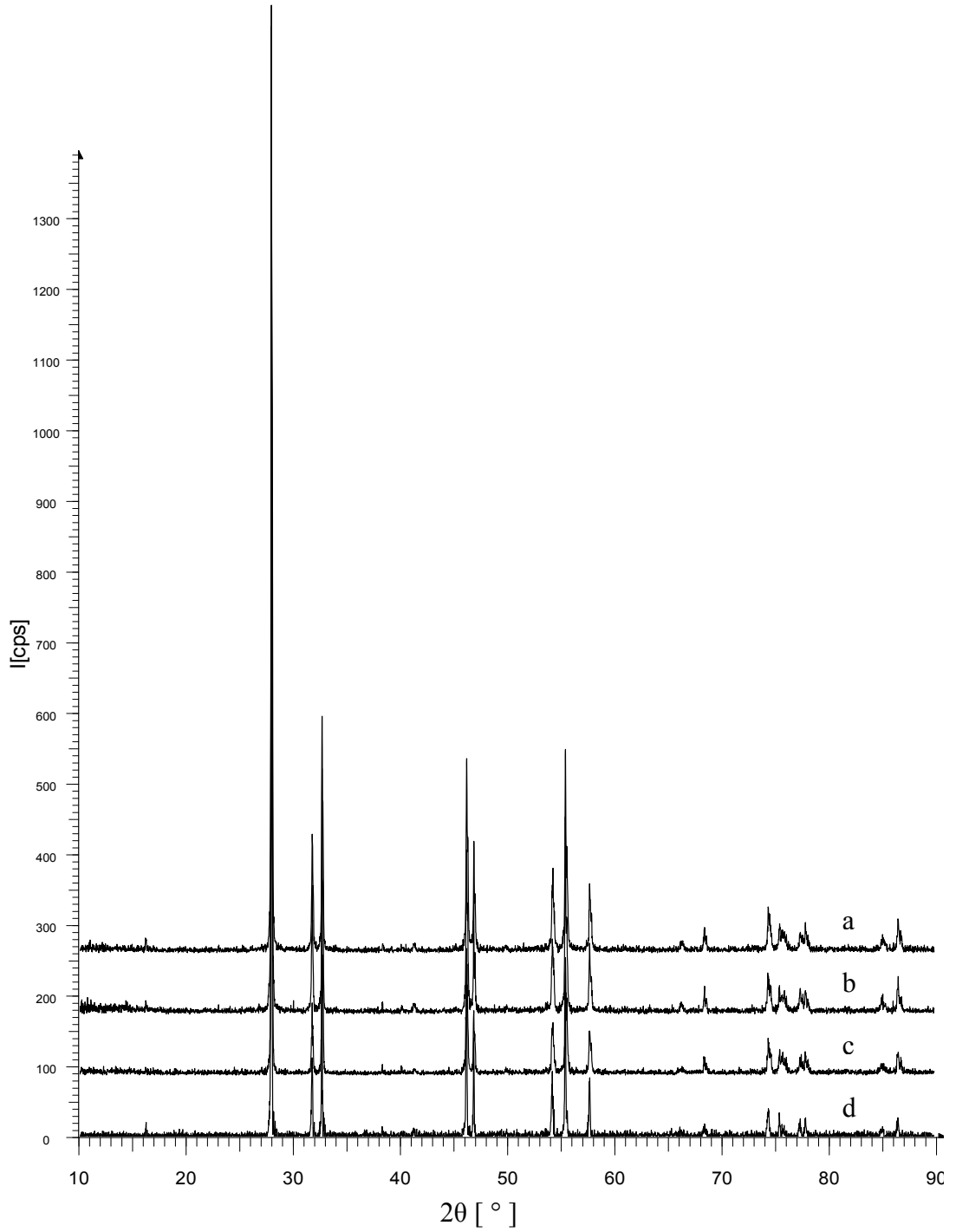
Nr	h k l	$2\Theta_{\text{göz}}$	$2\Theta_{\text{hes}}$	$d_{\text{göz}}[\text{\AA}]$	$d_{\text{hes}}[\text{\AA}]$	I/I_0
1	1 1 0	16.121	16.121	5.4936	5.4936	1.1
2	2 0 1	27.863	27.864	3.1994	3.1993	100.0
3	0 0 2	31.700	31.699	2.8204	2.8205	8.6
4	2 2 0	32.571	32.572	2.7469	2.7468	27.3
5	2 1 2	41.167	41.191	2.1910	2.1898	1.0
6	2 2 2	46.090	46.089	1.9678	1.9678	16.8
7	4 0 0	46.731	46.731	1.9423	1.9423	13.3
8	2 0 3	54.132	54.147	1.6929	1.6925	7.1
9	4 2 1	55.284	55.286	1.6603	1.6603	16.7
10	4 0 2	57.574	57.571	1.5996	1.5997	6.6
11	4 4 0	68.231	68.232	1.3734	1.3734	2.6
12	4 2 3	74.271	74.268	1.2760	1.2760	3.7
13	6 0 1	75.231	75.232	1.2620	1.2520	2.0
14	2 2 4	75.764	77.759	1.2545	1.2546	1.4
15	4 4 2	77.193	77.193	1.2348	1.2348	2.3
16	4 0 4	84.914	85.910	1.1411	1.1412	1.0
17	6 2 2	86.310	86.309	1.1262	1.1262	2.1

Tablo Ek 1.24 %8 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (β -Fazı) 775 °C’ de Ani Soğutma İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

Nr	h k l	$2\Theta_{\text{göz}}$	$2\Theta_{\text{hes}}$	$d_{\text{göz}}[\text{\AA}]$	$d_{\text{hes}}[\text{\AA}]$	I/I_0
1	1 1 0	16.142	16.126	5.4865	5.4920	1.1
2	2 0 1	27.858	27.866	3.2000	3.1991	100.0
3	0 0 2	31.688	31.685	2.8214	2.8217	9.4
4	2 2 0	32.572	32.582	2.7468	2.7460	25.4
5	2 1 2	41.175	41.185	2.1906	2.1901	1.1
6	2 2 2	46.085	46.087	1.9680	1.9679	15.2
7	4 0 0	47.747	47.746	1.9417	1.9417	8.2
8	2 0 3	54.140	54.130	1.6927	1.6930	6.0
9	4 2 1	55.309	55.300	1.6596	1.6599	16.4
10	4 0 2	57.596	57.575	1.5991	1.5996	6.2
11	0 0 4	66.191	66.183	1.4107	1.4109	0.9
12	4 4 0	68.240	68.255	1.3733	1.3730	1.6
13	4 2 3	74.269	74.265	1.2760	1.2760	3.7
14	6 0 1	75.253	75.255	1.2617	1.2617	2.1
15	2 2 4	75.734	75.734	1.2549	1.2549	1.5
16	4 4 2	77.188	77.207	1.2348	1.2346	1.5
17	6 2 0	77.724	77.697	1.2277	1.2280	1.1
18	4 0 4	85.880	85.891	1.1415	1.1414	0.8
19	6 2 2	86.323	86.328	1.1261	1.1260	2.1

Tablo Ek 1.25 %8 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (β -Fazı) 800 °C' de Ani Soğutma İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

Nr	h k l	$2\Theta_{\text{göz}}$	$2\Theta_{\text{hes}}$	$d_{\text{göz}}[\text{\AA}]$	$d_{\text{hes}}[\text{\AA}]$	I/I_0
1	1 1 0	16.128	16.130	5.4911	5.4907	1.3
2	2 0 1	27.906	27.881	3.1946	3.1974	100.0
3	0 0 2	31.695	31.723	2.8208	2.8184	7.8
4	2 2 0	32.581	32.590	2.7461	2.7453	15.9
5	3 0 1	38.178	38.232	2.3554	2.3522	1.0
6	2 1 2	41.206	41.219	2.1890	2.1883	1.1
7	2 2 2	46.149	46.120	1.9654	1.9666	15.4
8	4 0 0	46.779	46.758	1.9404	1.9412	8.6
9	2 0 3	54.200	54.188	1.6909	1.6913	7.4
10	4 2 1	55.337	55.319	1.6589	1.6594	13.3
11	4 0 2	57.638	57.609	1.5980	1.5987	5.3
12	0 0 4	66.244	66.271	1.4097	1.4092	1.2
13	4 4 0	68.300	68.274	1.3722	1.3727	1.6
14	4 2 3	74.354	74.323	1.2747	1.2752	3.0
15	6 0 1	75.281	75.280	1.2613	1.2613	1.5
16	4 4 2	77.273	77.245	1.2337	1.2337	2.4
17	6 2 0	77.673	78.718	1.2283	1.2277	1.8
18	6 2 2	86.337	86.370	1.1259	1.1256	1.5



Şekil 1.9. Ölçülen XRD Spektrumlarından Bazıları (a: %9 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 800°C 'de Fırınlamadan Sonra, b: %9 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 775°C 'de Fırınlamadan Sonra, c: %9 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 750°C 'de Fırınlamadan Sonra, d: %9 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 725°C 'de Fırınlamadan Sonra).

Tablo Ek 1.26 %8 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (β -Fazı) 725 °C' de Isıl İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

Nr	h k l	$2\Theta_{\text{göz}}$	$2\Theta_{\text{hes}}$	$d_{\text{göz}}[\text{\AA}]$	$d_{\text{hes}}[\text{\AA}]$	I/I_0
1	1 1 0	16.174	16.173	5.4757	5.4761	1.3
2	2 0 1	27.937	27.942	3.1911	3.1906	100.0
3	0 0 2	31.750	31.758	2.8160	2.8154	9.5
4	2 2 0	32.680	32.679	2.7380	2.7381	31.9
5	3 0 1	38.328	38.326	2.3465	2.3466	1.0
6	2 1 2	41.294	41.293	2.1846	2.1846	1.0
7	2 2 2	46.208	46.212	1.9630	1.9629	20.1
8	4 0 0	46.888	46.889	1.9361	1.9361	12.2
9	2 0 3	54.259	54.269	1.6892	1.6890	7.4
10	4 2 1	55.471	55.470	1.6552	1.6552	21.7
11	4 0 2	57.742	57.745	1.5953	1.5953	6.6
12	4 4 0	68.481	68.480	1.3690	1.3690	1.6
13	4 2 3	74.486	74.491	1.2728	1.2727	3.4
14	6 0 1	75.507	75.508	1.2581	1.2581	2.9
15	4 4 2	77.459	77.461	1.2312	1.2312	1.8
16	6 2 0	77.966	77.964	1.2245	1.2245	1.9
17	4 0 4	85.158	85.151	1.1385	1.1386	1.0
18	6 2 2	86.627	86.628	1.1229	1.1229	2.1

Tablo Ek 1.27 %8 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (β -Fazı) 750 °C’ de Isıl İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

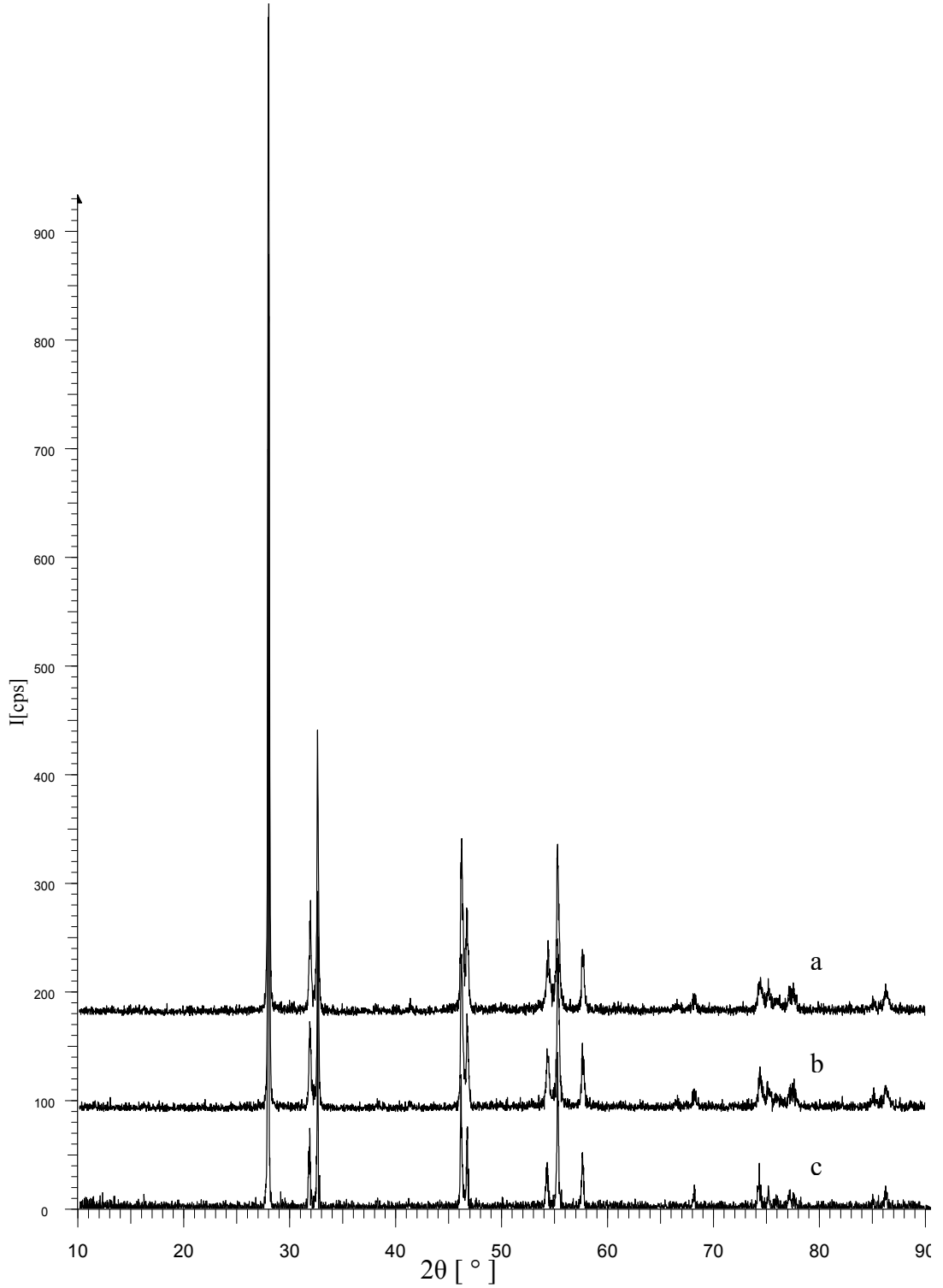
Nr	h k l	$2\Theta_{\text{göz}}$	$2\Theta_{\text{hes}}$	$d_{\text{göz}}[\text{\AA}]$	$d_{\text{hes}}[\text{\AA}]$	I/I_0
1	2 0 1	27.938	27.946	3.1910	3.1901	100.0
2	0 0 2	31.758	31.760	2.8153	2.8152	12.4
3	2 2 0	32.684	32.686	2.7377	2.7375	22.5
4	3 0 1	38.330	38.334	2.3464	2.3462	1.7
5	2 1 2	41.299	41.298	2.1843	2.1844	1.0
6	2 2 2	46.219	46.219	1.9626	1.9626	16.9
7	4 0 0	46.898	46.899	1.9358	1.9357	12.5
8	2 0 3	54.273	54.274	1.6888	1.6888	9.6
9	4 2 1	55.481	55.481	1.6549	1.6549	24.6
10	4 0 2	57.754	57.755	1.5950	1.5950	9.3
11	4 4 0	68.495	68.496	1.3688	1.3688	2.8
12	4 2 3	74.501	74.503	1.2726	1.2726	6.7
13	6 0 1	75.525	75.525	1.2579	1.2579	4.0
14	4 4 2	77.476	77.477	1.2310	1.2310	3.0
15	6 2 0	77.984	77.982	1.2242	1.2243	3.0
16	4 0 4	85.163	85.162	1.1384	1.1384	1.1
17	6 2 2	86.649	86.648	1.1227	1.1227	4.5

Tablo Ek 1.28 %8 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (β -Fazı) 775 °C' de Isıl İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

Nr	h k l	$2\Theta_{\text{göz}}$	$2\Theta_{\text{hes}}$	$d_{\text{göz}}[\text{\AA}]$	$d_{\text{hes}}[\text{\AA}]$	I/I ₀
1	1 1 0	16.194	16.174	5.4758	5.4756	1.0
2	2 0 1	27.940	27.941	3.1908	3.1907	100.0
3	0 0 2	31.748	31.748	2.8162	2.8163	12.0
4	2 2 0	32.681	32.682	2.7379	2.7378	25.7
5	3 0 1	38.326	38.327	2.3466	2.3466	0.9
6	2 1 2	41.285	41.286	2.1850	2.1850	0.8
7	2 2 2	46.208	46.207	1.9631	1.9631	16.7
8	4 0 0	46.892	46.894	1.9360	1.9359	11.2
9	2 0 3	54.254	54.255	1.6894	1.6894	6.9
10	4 2 1	55.472	55.473	1.6551	1.6551	20.5
11	4 0 2	57.743	57.742	1.5953	1.5954	7.2
12	0 0 4	66.327	66.328	1.4081	1.4081	1.0
13	4 4 0	68.487	68.487	1.3689	1.3689	2.6
14	6 1 0	74.466	74.469	1.2731	1.2731	3.6
15	6 0 1	75.515	75.514	1.2580	1.2580	2.5
16	4 4 2	77.462	77.462	1.2312	1.2312	1.9
17	6 2 0	77.971	77.972	1.2244	1.2244	1.9
18	4 0 4	85.133	85.132	1.1387	1.1388	1.3
19	6 2 2	86.632	86.631	1.1229	1.1229	3.4

Tablo Ek 1.29 %8 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (β -Fazı) 800 °C’ de Isıl İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

Nr	h k l	$2\Theta_{\text{göz}}$	$2\Theta_{\text{hes}}$	$d_{\text{göz}}[\text{\AA}]$	$d_{\text{hes}}[\text{\AA}]$	I/I ₀
1	1 1 0	16.161	16.177	5.4800	5.4748	1.0
2	2 0 1	27.936	27.937	3.1913	3.1911	100.0
3	0 0 2	31.728	31.723	2.8180	2.8184	11.9
4	2 2 0	32.688	32.688	2.7374	2.7374	25.3
5	2 1 2	41.252	41.269	2.1867	2.1858	1.0
6	2 2 2	46.195	46.193	1.9636	1.9636	21.0
7	4 0 0	46.901	46.902	1.9357	1.9356	11.8
8	2 0 3	54.225	54.221	1.6902	1.6903	6.2
9	2 1 3	55.477	55.478	1.6550	1.6550	22.2
10	4 0 2	57.734	57.734	1.5956	1.5956	7.4
11	0 0 4	66.263	66.272	1.4094	1.4092	1.0
12	1 1 4	68.498	68.500	1.3687	1.3687	2.4
13	4 2 3	74.462	74.460	1.2732	1.2732	4.9
14	6 0 1	75.525	75.524	1.2579	1.2579	2.8
15	4 4 2	77.462	77.461	1.2312	1.2312	1.4
16	6 2 0	77.986	78.987	1.2242	1.2242	2.4
17	4 0 4	85.091	85.086	1.1392	1.1393	1.1
18	6 2 2	86.633	86.633	1.1228	1.1228	3.6



Şekil Ek 1.10. Ölçülen XRD Spektrumlarından Bazıları (a: %9 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 800 °C'de Ani Soğutma İşlemi Sonrası, b: %9 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 775 °C'de Ani Soğutma İşlemi Sonrası, c: %9 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 750 °C'de Ani Soğutma İşlemi Sonrası).

Tablo Ek 1.30 %9 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (β -Fazı) 750 °C' de Ani Soğutma İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

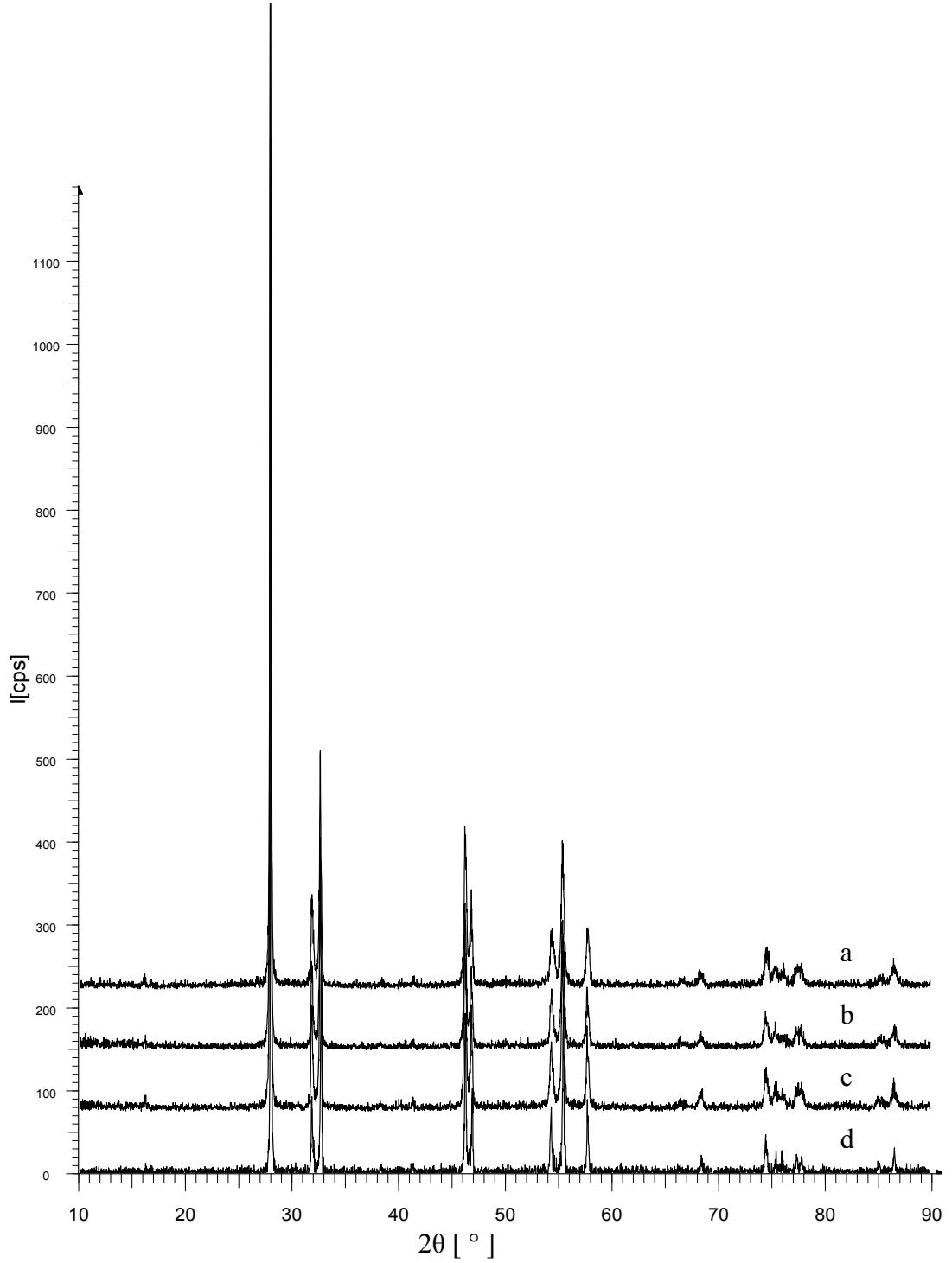
Nr	h k l	$2\Theta_{\text{göz}}$	$2\Theta_{\text{hes}}$	$d_{\text{göz}}[\text{\AA}]$	$d_{\text{hes}}[\text{\AA}]$	I/I ₀
1	1 1 0	16.120	16.115	5.4938	5.4957	1.8
2	2 0 1	27.879	27.881	3.1976	3.1974	100.0
3	0 0 2	31.790	31.786	2.8126	2.8129	10.1
4	2 2 0	32.560	32.560	2.7478	2.7479	33.9
5	3 0 1	38.215	38.215	2.3532	2.3532	1.3
6	2 2 2	46.141	46.144	1.9657	1.9656	17.9
7	4 0 0	46.711	46.712	1.9431	1.9430	10.4
8	2 0 3	54.271	54.271	1.6889	1.6889	5.8
9	4 2 1	55.272	55.279	1.6607	1.6605	20.1
10	4 0 2	57.609	57.610	1.5987	1.5987	7.2
11	4 4 0	68.203	68.202	1.3739	1.3739	3.0
12	4 2 3	74.359	74.358	1.2747	1.2747	6.0
13	6 0 1	75.214	75.212	1.2623	1.2623	3.0
14	4 4 2	77.212	77.212	1.2345	1.2345	1.9
15	6 2 0	77.636	77.634	1.2288	1.2289	1.7
16	4 0 4	85.082	85.082	1.1393	1.1393	1.8
17	6 2 2	86.318	86.320	1.1261	1.1261	2.1

Tablo Ek 1.31 %9 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (β -Fazı) 775 °C’ de Ani Soğutma İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

Nr	h k l	$2\Theta_{\text{göz}}$	$2\Theta_{\text{hes}}$	$d_{\text{göz}}[\text{\AA}]$	$d_{\text{hes}}[\text{\AA}]$	I/I_0
1	2 0 1	27.884	27.874	3.1970	3.1982	100.0
2	0 0 2	31.796	31.779	2.8121	2.8136	9.6
3	2 2 0	32.547	32.550	2.7488	2.7486	25.4
4	3 0 1	38.201	38.205	2.3541	2.3538	1.2
5	2 1 2	41.239	41.244	2.1874	2.1871	1.0
6	2 2 2	46.143	46.131	1.9656	1.9661	18.0
7	4 0 0	46.698	46.698	1.9436	1.9436	11.4
8	2 0 3	54.262	54.257	1.6891	1.6893	6.2
9	4 2 1	55.277	55.262	1.6605	1.6609	19.7
10	4 0 2	57.599	57.593	1.5990	1.5991	7.3
11	0 0 4	66.399	66.400	1.4068	1.4068	1.0
12	4 4 0	68.181	68.181	1.3743	1.3743	1.8
13	4 2 3	74.364	74.336	1.2746	1.2750	3.9
14	6 0 1	75.180	75.187	1.2628	1.2627	1.8
15	2 2 4	75.891	75.920	1.2527	1.2523	1.4
16	4 4 2	77.197	77.187	1.2347	1.2349	2.4
17	6 2 0	77.581	77.608	1.2296	1.2292	2.2
18	4 0 4	85.058	85.056	1.1396	1.1396	1.1
19	6 2 2	86.298	86.291	1.1263	1.1264	2.2

Tablo Ek 1.32 %9 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (β -Fazı) 800 °C’ de Ani Soğutma İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

Nr	h k l	$2\Theta_{\text{göz}}$	$2\Theta_{\text{hes}}$	$d_{\text{göz}}[\text{\AA}]$	$d_{\text{hes}}[\text{\AA}]$	I/I_0
1	2 0 1	27.885	27.883	3.1970	3.1972	100.0
2	0 0 2	31.804	31.842	2.8114	2.8081	8.4
3	2 2 0	32.535	32.536	2.7499	2.7498	28.6
4	2 1 2	41.317	41.287	2.1834	2.1849	1.2
5	2 2 2	46.163	46.167	1.9648	1.9647	16.0
6	4 0 0	46.673	46.677	1.9446	1.9444	10.1
7	2 0 3	54.358	54.344	1.6864	1.6868	5.3
8	4 2 1	55.242	55.249	1.6615	1.6613	16.2
9	4 0 2	57.598	57.615	1.5990	1.5986	6.6
10	0 0 4	66.557	66.546	1.4038	1.4041	1.2
11	4 4 0	68.140	68.148	1.3750	1.3749	1.4
12	4 2 3	74.381	74.394	1.2743	1.2742	2.4
13	6 0 1	75.195	75.160	1.2626	1.2631	3.1
14	3 0 4	77.220	77.206	1.2344	1.2346	1.6
15	6 2 0	77.560	77.569	1.2299	1.2297	2.3
16	4 0 4	85.167	85.174	1.1384	1.1383	1.0
17	4 1 4	86.302	86.301	1.1263	1.1263	2.5



Şekil 1.11. Ölçülen XRD Spektrumlarından Bazıları (a: %9 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin $800^\circ C$ 'de Fırınlamadan Sonra, b: %9 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin $775^\circ C$ 'de Fırınlamadan Sonra, c: %9 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin $750^\circ C$ 'de Fırınlamadan Sonra, d: %9 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin $725^\circ C$ 'de Fırınlamadan Sonra).

Tablo Ek 1.33 %9 Mol Ti_2O_3 İçeren Örneğin (β -Fazı) 725 °C’ de Isıl İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

Nr	h k l	$2\Theta_{\text{göz}}$	$2\Theta_{\text{hes}}$	$d_{\text{göz}}[\text{\AA}]$	$d_{\text{hes}}[\text{\AA}]$	I/I ₀
1	1 1 0	16.195	16.181	5.4688	5.4734	1.0
2	2 0 1	27.973	27.959	3.1875	3.1886	100.0
3	0 0 2	31.791	31.785	2.8125	2.8130	7.3
4	2 2 0	32.704	32.696	2.7360	2.7367	21.6
5	2 1 2	41.311	41.323	2.1837	2.1831	0.9
6	2 2 2	46.244	46.245	1.9616	1.9616	15.8
7	4 0 0	46.918	46.914	1.9350	1.9351	8.2
8	2 0 3	54.306	54.315	1.6879	1.6876	5.3
9	4 2 1	55.506	55.502	1.6542	1.6543	17.5
10	4 0 2	57.785	57.783	1.5943	1.5943	5.4
11	4 4 0	68.530	68.518	1.3682	1.3684	1.5
12	4 2 3	74.542	74.548	1.2720	1.2719	4.0
13	2 2 4	76.024	76.016	1.2508	1.2510	1.9
14	4 4 2	77.516	77.512	1.2304	1.2305	1.4
15	6 2 0	77.987	78.009	1.2242	1.2239	1.2
16	4 0 4	85.220	85.227	1.1378	1.1377	1.1
17	6 2 2	86.695	86.688	1.1222	1.1223	1.8

Tablo Ek 1.34 %9 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (β -Fazı) 750 °C’ de Isıl İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

Nr	h k l	$2\Theta_{\text{göz}}$	$2\Theta_{\text{hes}}$	$d_{\text{göz}}[\text{\AA}]$	$d_{\text{hes}}[\text{\AA}]$	I/I ₀
1	1 1 0	16.156	16.155	5.4818	5.4820	1.0
2	2 0 1	27.932	27.931	3.1916	3.1918	100.0
3	0 0 2	31.791	31.791	2.8125	2.8125	8.5
4	2 2 0	32.644	32.643	2.7410	2.7410	19.9
5	2 1 2	41.289	41.301	2.1848	2.1842	0.9
6	2 2 2	46.212	46.210	1.9629	1.9630	15.4
7	4 0 0	46.837	46.836	1.9381	1.9382	8.0
8	2 0 3	54.306	54.306	1.6879	1.6879	4.4
9	4 2 1	55.417	55.417	1.6567	1.6567	11.7
10	4 0 2	57.719	57.720	1.5959	1.5959	7.5
11	4 4 0	68.396	68.397	1.3705	1.3705	1.4
12	4 2 3	74.485	74.482	1.2728	1.2729	3.1
13	6 0 1	75.423	75.422	1.2593	1.2593	1.2
14	4 4 2	77.399	77.400	1.2320	1.2320	1.7
15	6 2 0	77.863	77.864	1.2258	1.2258	1.3
16	6 2 2	86.549	86.549	1.1237	1.1237	2.2

Tablo Ek 1.35 %9 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (β -Fazı) 775 °C’ de Isıl İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

Nr	h k l	$2\Theta_{\text{göz}}$	$2\Theta_{\text{hes}}$	$d_{\text{göz}}[\text{Å}]$	$d_{\text{hes}}[\text{Å}]$	I/I_0
1	2 0 1	27.931	27.932	3.1918	3.1916	100.0
2	0 0 2	31.830	31.831	2.8092	2.8090	7.6
3	2 2 0	32.627	32.627	2.7423	2.7423	23.1
4	2 1 2	41.325	41.325	2.1830	2.1830	0.9
5	2 2 2	46.228	46.227	1.9622	1.9623	14.8
6	4 0 0	46.810	46.812	1.9392	1.9391	6.8
7	2 0 3	54.358	54.359	1.6864	1.6864	4.3
8	4 2 1	55.396	55.396	1.6572	1.6572	12.9
9	4 0 2	57.724	57.724	1.5958	1.5958	6.6
10	0 0 4	66.520	66.520	1.4045	1.4045	1.2
11	4 4 0	68.360	68.359	1.3711	1.3712	1.1
12	4 2 3	74.509	74.508	1.2725	1.2725	3.3
13	6 0 1	75.388	75.387	1.2598	1.2598	1.1
14	4 4 2	77.386	77.385	1.2322	1.2322	1.7
15	6 2 0	77.818	78.820	1.2264	1.2264	1.1
16	4 0 4	85.249	85.249	1.1375	1.1375	1.0
17	0 0 5	86.557	86.558	1.1236	1.1236	1.7

Tablo Ek 1.36 %9 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (β -Fazı) 800 °C’ de Isıl İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

Nr	h k l	$2\Theta_{\text{göz}}$	$2\Theta_{\text{hes}}$	$d_{\text{göz}}[\text{Å}]$	$d_{\text{hes}}[\text{Å}]$	I/I ₀
1	1 1 0	16.134	16.155	5.4891	5.4820	1.2
2	2 0 1	27.933	27.934	3.1915	3.1914	100.0
3	0 0 2	31.804	31.804	2.8114	2.8114	7.3
4	2 2 0	32.643	32.643	2.7410	2.7410	20.8
5	2 2 2	46.218	46.219	1.9627	1.9626	15.8
6	4 0 0	46.836	46.836	1.9382	1.9382	9.0
7	2 0 3	54.323	54.324	1.6874	1.6874	3.5
8	4 2 1	55.418	55.419	1.6566	1.6566	12.3
9	4 0 2	57.728	57.727	1.5957	1.5957	5.1
10	0 0 4	66.441	66.457	1.4060	1.4057	0.9
11	4 4 0	68.394	68.397	1.3705	1.3705	1.3
12	4 2 3	74.497	74.497	1.2726	1.2727	2.5
13	6 0 1	75.423	75.424	1.2593	1.2593	0.8
14	4 4 2	77.406	77.406	1.2319	1.2319	1.4
15	6 2 0	77.864	77.865	1.2258	1.2258	1.2
16	4 0 4	85.224	85.209	1.1378	1.1379	0.8
17	6 2 2	86.555	86.556	1.1237	1.1236	2.3

EK-2

Şekil Ek 2.1. a: %12 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 800 °C’de Ani Soğutma İşlemi

Sonrası, b: %12 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 775 °C’de Ani Soğutma

İşlemi Sonrası, c: %12 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 750 °C’de Ani

Soğutma İşlemi Sonrası Elde Edilen XRD Toz Deseleri.

Tablo Ek 2.1 %12 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (δ -Fazı) 750 °C’ de Ani Soğutma İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

Tablo Ek 2.2. %12 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (δ -Fazı) 775 °C’de Ani Soğutma İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

Tablo Ek 2.3. %12 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (δ -Fazı) 800 °C’de Ani Soğutma İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

Şekil Ek 2.2. a: %12 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 800 °C’de Fırınlamadan Sonra, b: %12 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 775 °C’de Fırınlamadan Sonra, c: %12 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 750 °C’de Fırınlamadan Sonra, d: %12 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 725 °C’de Fırınlamadan Sonra Elde Edilen XRD Toz Deseni.

Tablo Ek 2.4. %12 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (δ -fazı) 725 °C’ de Isıl İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

Tablo Ek 2.5. %12 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (δ -fazı) 750 °C’ de Isıl İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

Tablo Ek 2.6. %12 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (δ -fazı) 775 °C’ de Isıl İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

Tablo Ek 2.7. %12 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (δ -fazı) 800 °C’ de Isıl İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

Şekil Ek 2.3. a: %13 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 800 °C’de Ani Soğutma İşlemi Sonrası, b: %13 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 775 °C’de Ani Soğutma İşlemi Sonrası, c: %13 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 750 °C’de Ani Soğutma İşlemi Sonrası Elde Edilen XRD Toz Desenleri.

Tablo Ek 2.8. %13 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (δ -Fazı) 750 °C’ de Ani Soğutma İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

Tablo Ek 2.9. %13 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (δ -Fazı) 775 °C’ de Ani Soğutma İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

Tablo Ek 2.10. %13 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (δ -Fazı) 800 °C' de Ani Soğutma İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

Şekil Ek 2.4. a: %13 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 800 °C'de Fırınlamadan Sonra, b: %13 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 775 °C'de Fırınlamadan Sonra, c: %13 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 750 °C'de Fırınlamadan Sonra, d: %13 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 725 °C'de Fırınlamadan Sonra Elde Edilen XRD Toz Desenleri.

Tablo Ek 2.11. %13 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (δ -fazı) 725 °C' de Isıl İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

Tablo Ek 2.12. %13 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (δ -fazı) 750 °C' de Isıl İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

Tablo Ek 2.13. %13 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (δ -fazı) 775 °C' de Isıl İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

Tablo Ek 2.14. %13 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (δ -fazı) 800 °C' de Isıl İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

Şekil Ek 2.5. a: %14 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 800 °C'de Ani Soğutma İşlemi Sonrası, b: %14 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 775 °C'de Ani Soğutma İşlemi Sonrası, c: %14 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 750 °C'de Ani Soğutma İşlemi Sonrası Elde Edilen XRD Toz Desenleri.

Tablo Ek 2.15. %14 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (δ -Fazı) 750 °C' de Ani Soğutma İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

Tablo Ek 2.16. %14 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (δ -Fazı) 775 °C' de Ani Soğutma İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

Tablo Ek 2.17. %14 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (δ -Fazı) 800 °C' de Ani Soğutma İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

Şekil Ek 2.6. a: %14 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 800 °C'de Fırınlamadan Sonra, b: %14 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 775 °C'de Fırınlamadan Sonra, c: %14 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 750 °C'de Fırınlamadan Sonra, d: %14 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 725 °C'de Fırınlamadan Sonra Elde Edilen XRD Toz Desenleri.

Tablo Ek 2.18. %14 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (δ -fazı) 725 °C' de Isıl İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

Tablo Ek 2.19. %14 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (δ -fazı) 750 °C' de Isıl İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

Tablo Ek 2.20. %14 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (δ -fazı) 775 °C' de Isıl İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

Tablo Ek 2.21. %14 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (δ -fazı) 800 °C' de Isıl İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

Şekil Ek 2.7. a: %15 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 800 °C'de Ani Soğutma İşlemi Sonrası, b: %15 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 775 °C'de Ani Soğutma İşlemi Sonrası, c: %15 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 750 °C'de Ani Soğutma İşlemi Sonrası Elde Edilen XRD Toz Desenleri.

Tablo Ek 2.22. %15 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (δ -Fazı) 750 °C' de Ani Soğutma İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

Tablo Ek 2.23. %15 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (δ -Fazı) 775 °C' de Ani Soğutma İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

Tablo Ek 2.24. %15 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (δ -Fazı) 800 °C' de Ani Soğutma İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

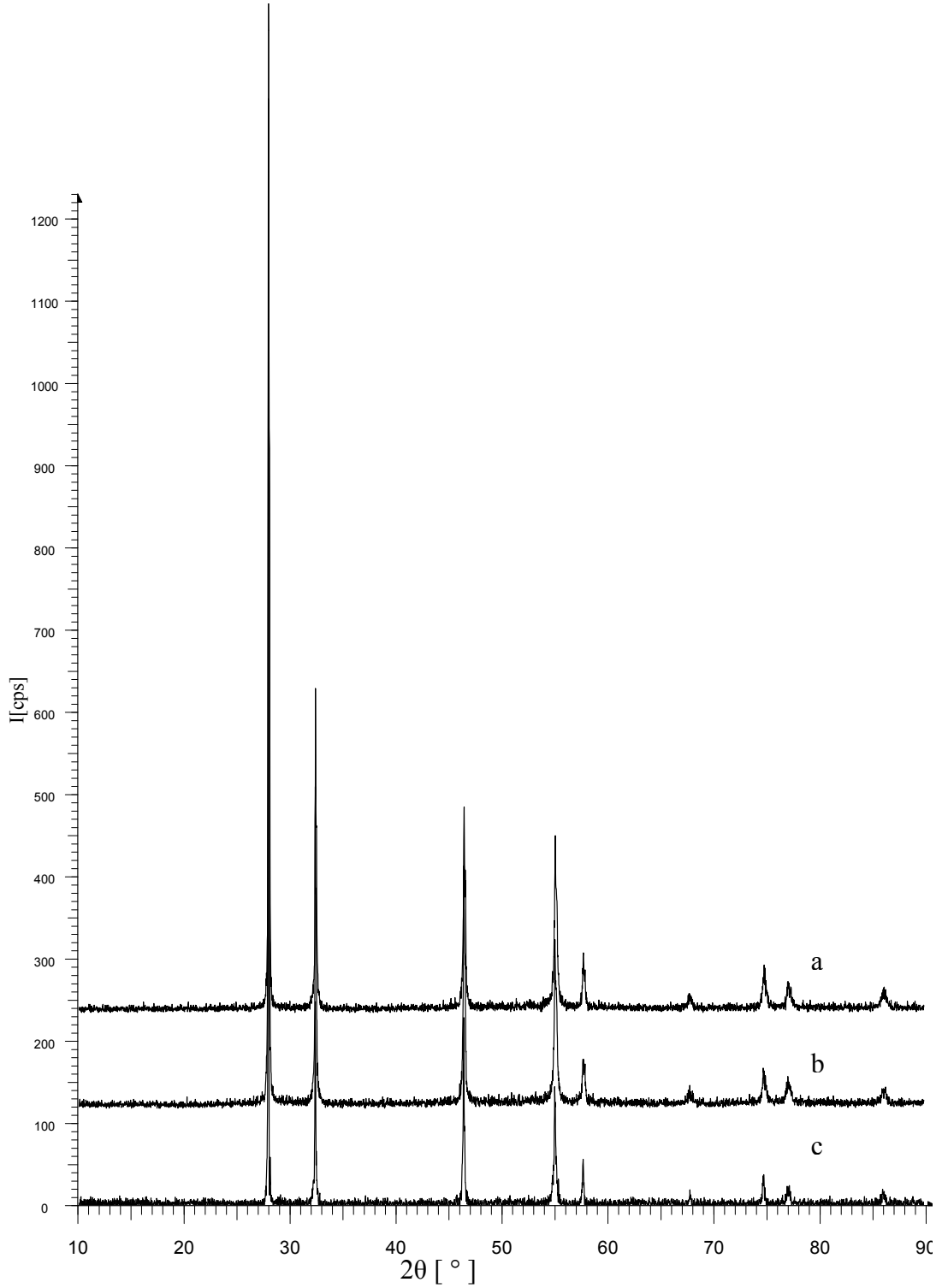
Şekil Ek 2.8. a: %15 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 800 °C'de Fırınlamadan Sonra, b: %15 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 775 °C'de Fırınlamadan Sonra, c: %15 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 750 °C'de Fırınlamadan Sonra, d: %15 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 725 °C'de Fırınlamadan Sonra Elde Edilen XRD Toz Desenleri.

Tablo Ek 2.25. %15 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (δ -fazı) 725 °C' de Isıl İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

Tablo Ek 2.26. %15 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (δ -fazı) 750 °C' de Isıl İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

Tablo Ek 2.27. %15 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (δ -fazı) 775 °C' de Isıl İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

Tablo Ek 2.28. %15 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (δ -fazı) 800 °C' de Isıl İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.



Şekil Ek 2.1. Ölçülen XRD Spektrumlarından Bazıları (a: %12 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 800 °C’de Ani Soğutma İşlemi Sonrası, b: %12 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 775 °C’de Ani Soğutma İşlemi Sonrası, c: %12 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 750 °C’de Ani Soğutma İşlemi Sonrası).

Tablo Ek 2.1 %12 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (δ -Fazı) 750 °C' de Ani Soğutma İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

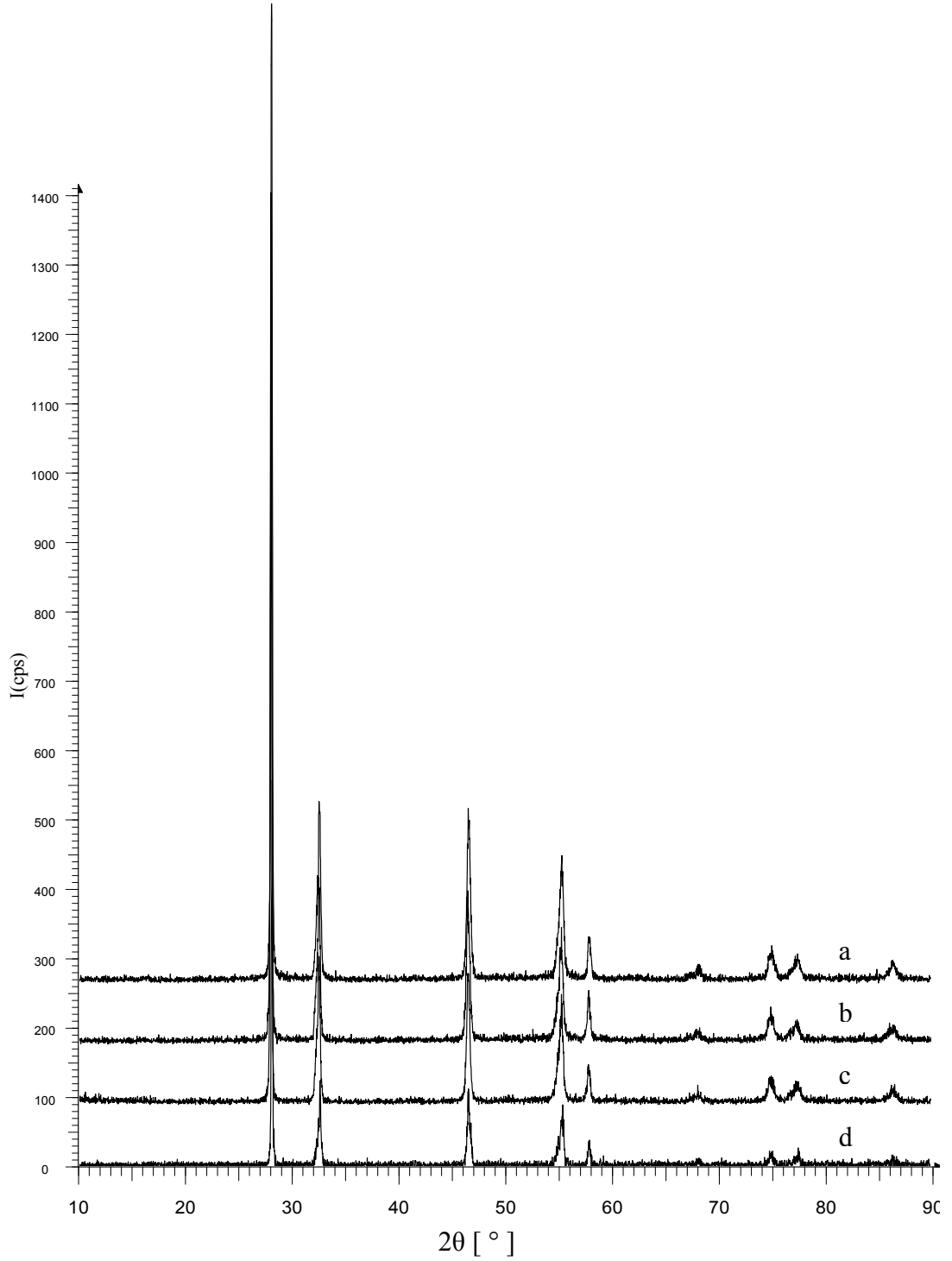
Nr	h k l	$2\Theta_{\text{göz}}$	$2\Theta_{\text{hes}}$	$d_{\text{göz}}[\text{\AA}]$	$d_{\text{hes}}[\text{\AA}]$	I/I_0
1	1 1 1	27.938	27.938	3.1910	3.1910	100.0
2	2 0 0	32.371	32.370	2.7634	2.7635	23.7
3	2 2 0	46.430	46.432	1.9542	1.9541	21.8
4	3 3 1	55.063	55.063	1.6665	1.6665	13.1
5	2 2 2	57.736	57.736	1.5955	1.5955	5.3
6	3 3 1	74.819	74.818	1.2680	1.2680	3.3
7	4 2 0	77.111	77.112	1.2359	1.2359	1.9
8	4 2 2	86.120	86.121	1.1282	1.1282	1.5

Tablo Ek 2.2 %12 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (δ -Fazı) 775 °C' de Ani Soğutma İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

Nr	h k l	$2\Theta_{\text{göz}}$	$2\Theta_{\text{hes}}$	$d_{\text{göz}}[\text{\AA}]$	$d_{\text{hes}}[\text{\AA}]$	I/I_0
1	1 1 1	27.919	27.929	3.1931	3.1920	100.0
2	2 0 0	32.364	32.360	2.7640	2.7643	30.7
3	2 2 0	46.423	46.417	1.9545	1.9547	23.3
4	3 3 1	55.065	55.046	1.6664	1.6669	15.1
5	2 2 2	57.722	57.717	1.5959	1.5960	4.1
6	4 0 0	67.706	67.741	1.3828	1.3822	1.2
7	3 3 1	74.819	74.792	1.2680	1.2684	2.9
8	4 2 0	77.062	77.085	1.2366	1.2362	1.4
9	4 2 2	86.100	86.090	1.1284	1.1285	1.4

Tablo Ek 2.3 %12 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (δ -Fazı) 800 °C’ de Ani Soğutma İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

Nr	h k l	$2\Theta_{\text{göz}}$	$2\Theta_{\text{hes}}$	$d_{\text{göz}}[\text{\AA}]$	$d_{\text{hes}}[\text{\AA}]$	I/I ₀
1	1 1 1	27.949	27.948	3.1898	3.1899	100.0
2	2 0 0	32.381	32.382	2.7626	2.7625	31.0
3	2 2 0	46.448	46.449	1.9534	1.9534	18.4
4	3 1 1	55.085	55.084	1.6659	1.6659	15.4
5	2 2 2	57.756	57.658	1.5950	1.5950	5.4
6	4 0 0	67.793	67.790	1.3812	1.3813	1.1
7	3 3 1	74.847	74.849	1.2676	1.2675	2.9
8	4 2 0	77.145	77.144	1.2354	1.2354	2.9
9	4 2 2	86.158	86.159	1.1278	1.1278	1.0



Şekil 2.2. Ölçülen XRD Spektrumlarından Bazıları (a: %12 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 800 °C’de Fırınlamadan Sonra, b: %12 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 775 °C’de Fırınlamadan Sonra, c: %12 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 750 °C’de Fırınlamadan Sonra, d: %12 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 725°C’de Fırınlamadan Sonra).

Tablo Ek 2.4 %12 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (δ -fazı) 725 °C’ de Isıl İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

Nr	h k l	$2\Theta_{\text{göz}}$	$2\Theta_{\text{hes}}$	$d_{\text{göz}}[\text{\AA}]$	$d_{\text{hes}}[\text{\AA}]$	I/I ₀
1	1 1 1	28.067	28.011	3.1766	3.1829	100.0
2	2 0 0	32.457	32.455	2.7563	2.7564	12.6
3	2 2 0	46.553	46.588	1.9493	1.9491	19.4
4	3 1 1	55.217	55.217	1.6622	1.6622	11.8
5	2 2 2	57.896	57.898	1.5915	1.5914	4.5
6	4 0 0	67.958	67.961	1.3783	1.3782	1.8
7	3 3 1	74.034	75.043	1.2649	1.2647	3.2
8	4 2 0	77.349	77.347	1.2327	1.2327	2.3
9	4 2 2	86.401	86.396	1.1253	1.1253	1.8

Tablo Ek 2.5 %12 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (δ -fazı) 750 °C’ de Isıl İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

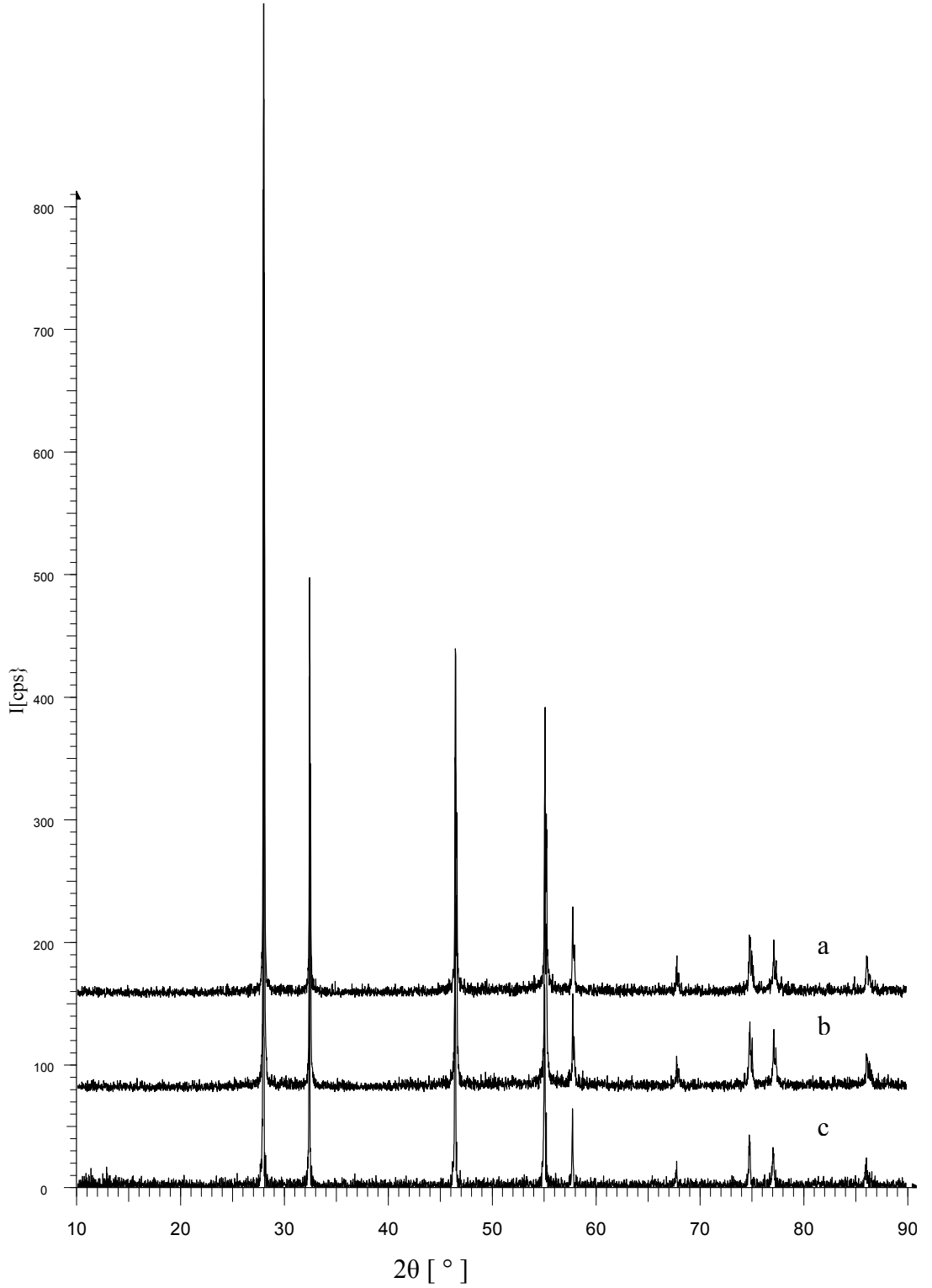
Nr	h k l	$2\Theta_{\text{göz}}$	$2\Theta_{\text{hes}}$	$d_{\text{göz}}[\text{\AA}]$	$d_{\text{hes}}[\text{\AA}]$	I/I ₀
1	1 1 1	27.954	27.952	3.1893	3.1895	100.0
2	2 0 0	32.410	32.386	2.7602	2.7622	14.5
3	2 2 0	46.456	46.455	1.9531	1.9532	14.8
4	3 3 1	55.093	55.092	1.6656	1.6657	5.1
5	2 2 2	57.768	57.766	1.5947	1.5947	4.3
6	4 0 0	67.789	67.800	1.3813	1.3811	1.0
7	3 3 1	74.859	74.860	1.2674	1.2674	1.8
8	4 2 0	77.156	77.156	1.2353	1.2353	1.4
9	4 2 2	86.176	86.172	1.1276	1.1277	1.1

Tablo Ek 2.6 %12 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (δ -fazı) 775 °C’ de Isıl İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

Nr	h k l	$2\Theta_{\text{göz}}$	$2\Theta_{\text{hes}}$	$d_{\text{göz}}[\text{\AA}]$	$d_{\text{hes}}[\text{\AA}]$	I/I_0
1	1 1 1	27.959	27.961	3.1887	3.1885	100.0
2	2 0 0	32.396	32.397	2.7613	2.7613	9.6
3	2 2 0	46.472	46.471	1.9525	1.9525	15.8
4	3 1 1	55.110	55.111	1.6652	1.6651	8.5
5	2 2 2	57.783	57.786	1.5943	1.5942	4.9
6	3 3 1	74.885	74.888	1.2670	1.2670	1.4
7	4 2 0	77.187	77.185	1.2349	1.2349	1.0
8	4 2 2	86.209	86.207	1.1273	1.1273	1.0

Tablo Ek 2.7 %12 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (δ -fazı) 800 °C’ de Isıl İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

Nr	h k l	$2\Theta_{\text{göz}}$	$2\Theta_{\text{hes}}$	$d_{\text{göz}}[\text{\AA}]$	$d_{\text{hes}}[\text{\AA}]$	I/I_0
1	1 1 1	28.015	28.015	3.1825	3.1824	100.0
2	2 0 0	32.460	32.460	2.7561	2.7560	17.0
3	2 2 0	46.565	46.566	1.9488	1.9488	12.4
4	3 1 1	55.226	55.226	1.6619	1.6619	10.4
5	2 2 2	57.908	57.908	1.5912	1.5912	3.9
6	4 0 0	67.971	67.973	1.3780	1.3780	1.0
7	3 3 1	75.058	75.056	1.2645	1.2645	2.8
8	4 2 0	77.361	77.361	1.2325	1.2325	1.8
9	4 2 2	86.413	86.413	1.1251	1.1251	1.9



Şekil Ek 2.3. Ölçülen XRD Spektrumlarından Bazıları (a: %13 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 800°C 'de Ani Soğutma İşlemi Sonrası, b: %13 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 775°C 'de Ani Soğutma İşlemi Sonrası, c: %13 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 750°C 'de Ani Soğutma İşlemi Sonrası).

Tablo Ek 2.8 %13 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (δ -fazı) 750 °C’ de Ani Soğutma İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

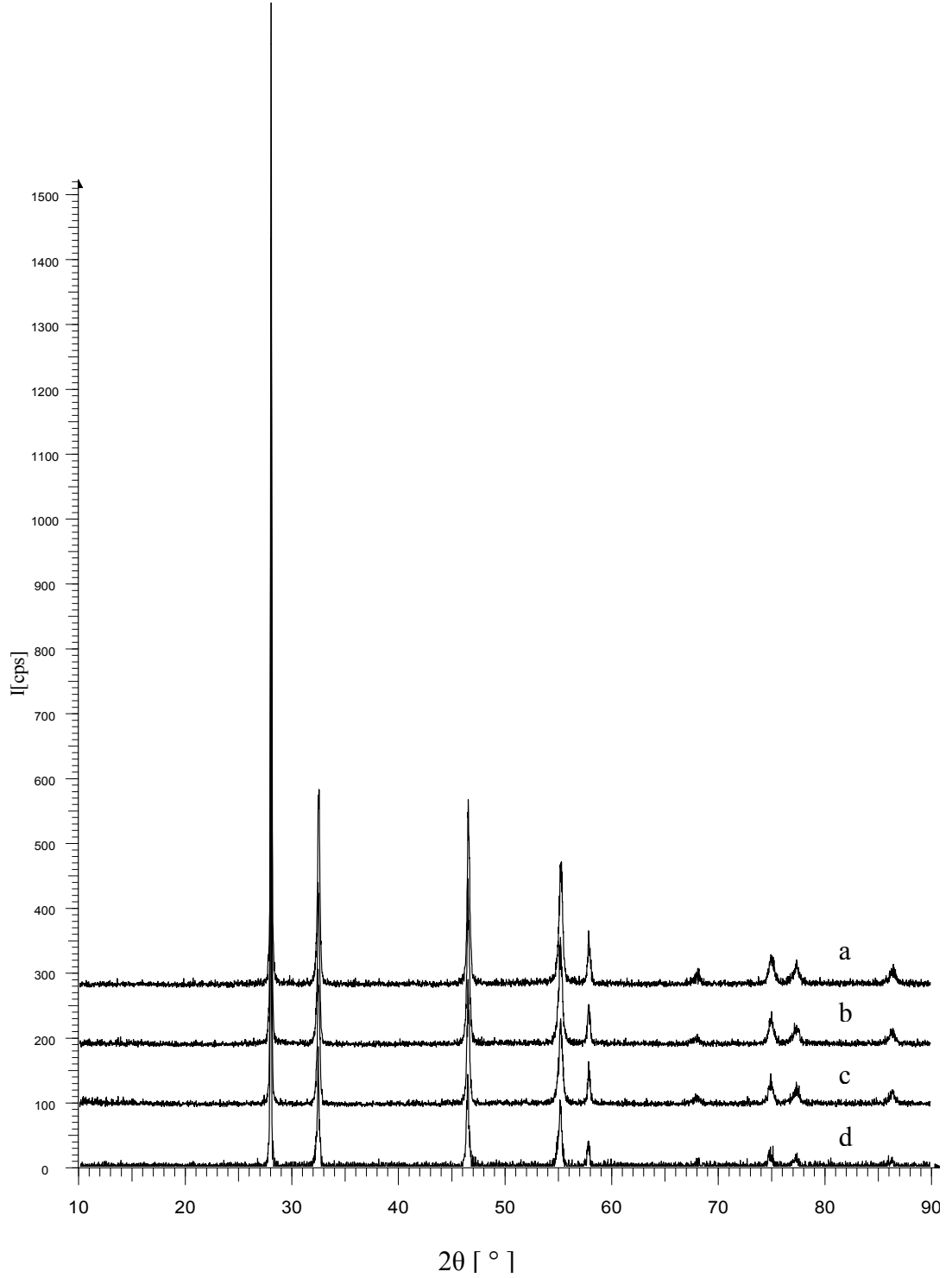
Nr	h k l	$2\Theta_{\text{göz}}$	$2\Theta_{\text{hes}}$	$d_{\text{göz}}[\text{\AA}]$	$d_{\text{hes}}[\text{\AA}]$	I/I ₀
1	1 1 1	27.959	27.960	3.1887	3.1885	100.0
2	2 0 0	32.397	32.396	2.7612	2.7613	33.3
3	2 2 0	46.469	46.470	1.9526	1.9526	26.5
4	3 3 1	55.109	55.110	1.6652	1.6652	19.8
5	2 2 2	57.786	57.785	1.5943	1.5943	7.8
6	4 0 0	67.823	67.824	1.3807	1.3807	2.2
7	3 3 1	74.890	74.887	1.2669	1.2670	4.1
8	4 2 0	77.185	77.184	1.2349	1.2349	3.2
9	4 2 2	86.202	86.205	1.1273	1.1273	1.3

Tablo Ek 2.9 %13 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (δ -Fazı) 775 °C’ de Ani Soğutma İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

Nr	h k l	$2\Theta_{\text{göz}}$	$2\Theta_{\text{hes}}$	$d_{\text{göz}}[\text{\AA}]$	$d_{\text{hes}}[\text{\AA}]$	I/I ₀
1	1 1 1	27.962	27.962	3.1883	3.1884	100.0
2	2 0 0	32.398	32.398	2.7612	2.7612	43.1
3	2 2 0	46.472	46.473	1.9525	1.9525	34.3
4	3 1 1	55.112	55.113	1.6651	1.6651	28.3
5	2 2 2	57.791	57.788	1.5941	1.5941	9.5
6	4 0 0	67.827	67.827	1.3806	1.3806	3.1
7	3 3 1	74.891	75.891	1.2669	1.2669	6.2
8	4 2 0	77.190	77.188	1.2348	1.2348	4.6
9	4 2 2	86.209	86.210	1.1273	1.1273	2.9

Tablo Ek 2.10 %13 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (δ -Fazı) 800 °C’ de Ani Soğutma İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

Nr	h k l	$2\Theta_{\text{göz}}$	$2\Theta_{\text{hes}}$	$d_{\text{göz}}[\text{\AA}]$	$d_{\text{hes}}[\text{\AA}]$	I/I_0
1	1 1 1	27.949	27.948	3.1898	3.1899	100.0
2	2 0 0	32.381	32.382	2.7626	2.7625	31.0
3	2 2 0	46.448	46.449	1.9534	1.9534	18.4
4	3 1 1	55.085	55.084	1.6659	1.6659	15.4
5	2 2 2	57.756	57.658	1.5950	1.5950	5.4
6	4 0 0	67.793	67.790	1.3812	1.3813	1.1
7	3 3 1	74.847	74.849	1.2676	1.2675	2.9
8	4 2 0	77.145	77.144	1.2354	1.2354	2.9
9	4 2 2	86.158	86.159	1.1278	1.1278	1.0



Şekil 2.4. Ölçülen XRD Spektrumlarından Bazıları (a: %13 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 800 °C’de Fırınlamadan Sonra, b: %13 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 775 °C’de Fırınlamadan Sonra, c: %13 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 750 °C’de Fırınlamadan Sonra, d: %13 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 725°C’de Fırınlamadan Sonra).

Tablo Ek 2.11 %13 Mol Tm₂O₃ İçeren Örneğin (δ -fazı) 725 °C’ de Isıl İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

Nr	h k l	$2\Theta_{göz}$	$2\Theta_{hes}$	$d_{göz}[\text{Å}]$	$d_{hes}[\text{Å}]$	I/I ₀
1	1 1 1	27.960	27.964	3.1885	3.1881	100.0
2	2 0 0	32.396	32.401	2.7613	2.7610	19.3
3	2 2 0	46.472	46.477	1.9525	1.9523	16.6
4	3 1 1	55.114	55.118	1.6651	1.6649	7.8
5	2 2 2	57.785	57.794	1.5943	1.5940	3.3
6	3 3 1	74.888	74.898	1.2670	1.2668	2.9
7	4 2 0	77.186	77.196	1.2349	1.2347	1.1
8	4 2 2	86.229	86.219	1.1271	1.1272	1.1

Tablo Ek 2.12 %13 Mol Tm₂O₃ İçeren Örneğin (δ -fazı) 750 °C’ de Isıl İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

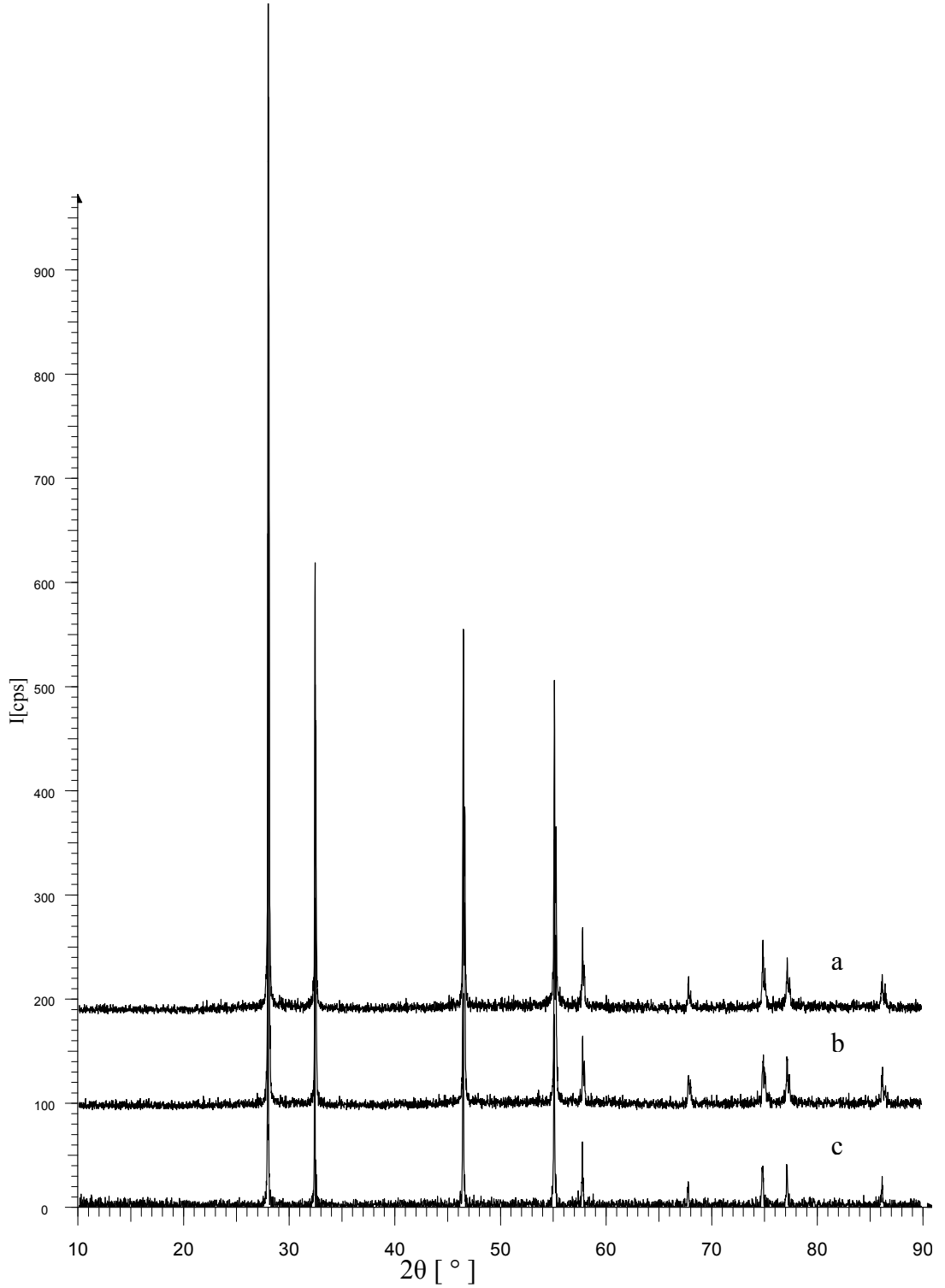
Nr	h k l	$2\Theta_{göz}$	$2\Theta_{hes}$	$d_{göz}[\text{Å}]$	$d_{hes}[\text{Å}]$	I/I ₀
1	1 1 1	27.979	27.979	3.1864	3.1865	100.0
2	2 0 0	32.417	32.417	2.7596	2.7596	20.3
3	2 2 0	46.499	46.502	1.9514	1.9513	17.0
4	3 3 1	55.148	55.148	1.6641	1.6641	10.3
5	2 2 2	57.828	57.826	1.5932	1.5932	5.0
6	4 0 0	67.870	67.873	1.3798	1.3798	0.6
7	3 3 1	74.942	74.943	1.2662	1.2662	3.4
8	4 2 0	77.244	77.243	1.2341	1.2341	1.8
9	4 2 2	86.275	86.274	1.1266	1.1266	1.1

Tablo Ek 2.13 %13 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (δ -fazı) 775 °C’ de Isıl İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

Nr	h k l	$2\Theta_{\text{göz}}$	$2\Theta_{\text{hes}}$	$d_{\text{göz}}[\text{\AA}]$	$d_{\text{hes}}[\text{\AA}]$	I/I ₀
1	1 1 1	27.987	27.989	3.1855	3.1853	100.0
2	2 0 0	32.430	32.429	2.7586	2.7586	19.6
3	2 2 0	46.519	46.520	1.9506	1.9506	18.9
4	3 1 1	55.169	55.170	1.6635	1.6635	9.3
5	2 2 2	57.849	57.849	1.5927	1.5927	4.6
6	3 3 1	74.977	74.974	1.2657	1.2657	2.1
7	4 2 0	77.276	77.276	1.2337	1.2337	1.9
8	4 2 2	86.311	86.312	1.1262	1.1262	1.1

Tablo Ek 2.14 %13 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (δ -fazı) 800 °C’ de Isıl İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

Nr	h k l	$2\Theta_{\text{göz}}$	$2\Theta_{\text{hes}}$	$d_{\text{göz}}[\text{\AA}]$	$d_{\text{hes}}[\text{\AA}]$	I/I ₀
1	1 1 1	27.998	27.999	3.1843	3.1842	100.0
2	2 0 0	32.440	32.442	2.7577	2.7576	18.0
3	2 2 0	46.534	46.538	1.9500	1.9499	17.1
4	3 1 1	55.189	55.192	1.6629	1.6629	11.2
5	2 2 2	57.868	57.872	1.5922	1.5921	5.2
6	4 0 0	67.944	67.929	1.3785	1.3788	1.1
7	3 3 1	75.003	75.007	1.2653	1.2653	2.8
8	4 2 0	77.307	77.309	1.2333	1.2332	1.4
9	4 2 2	86.351	86.352	1.1258	1.1258	1.4



Şekil Ek 2.5. Ölçülen XRD Spektrumlarından Bazıları (a: %14 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 800 °C'de Ani Soğutma İşlemi Sonrası, b: %14 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 775 °C'de Ani Soğutma İşlemi Sonrası, c: %14 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 750 °C'de Ani Soğutma İşlemi Sonrası).

Tablo Ek 2.15 %14 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (δ -Fazı) 750 °C’ de Ani Soğutma İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

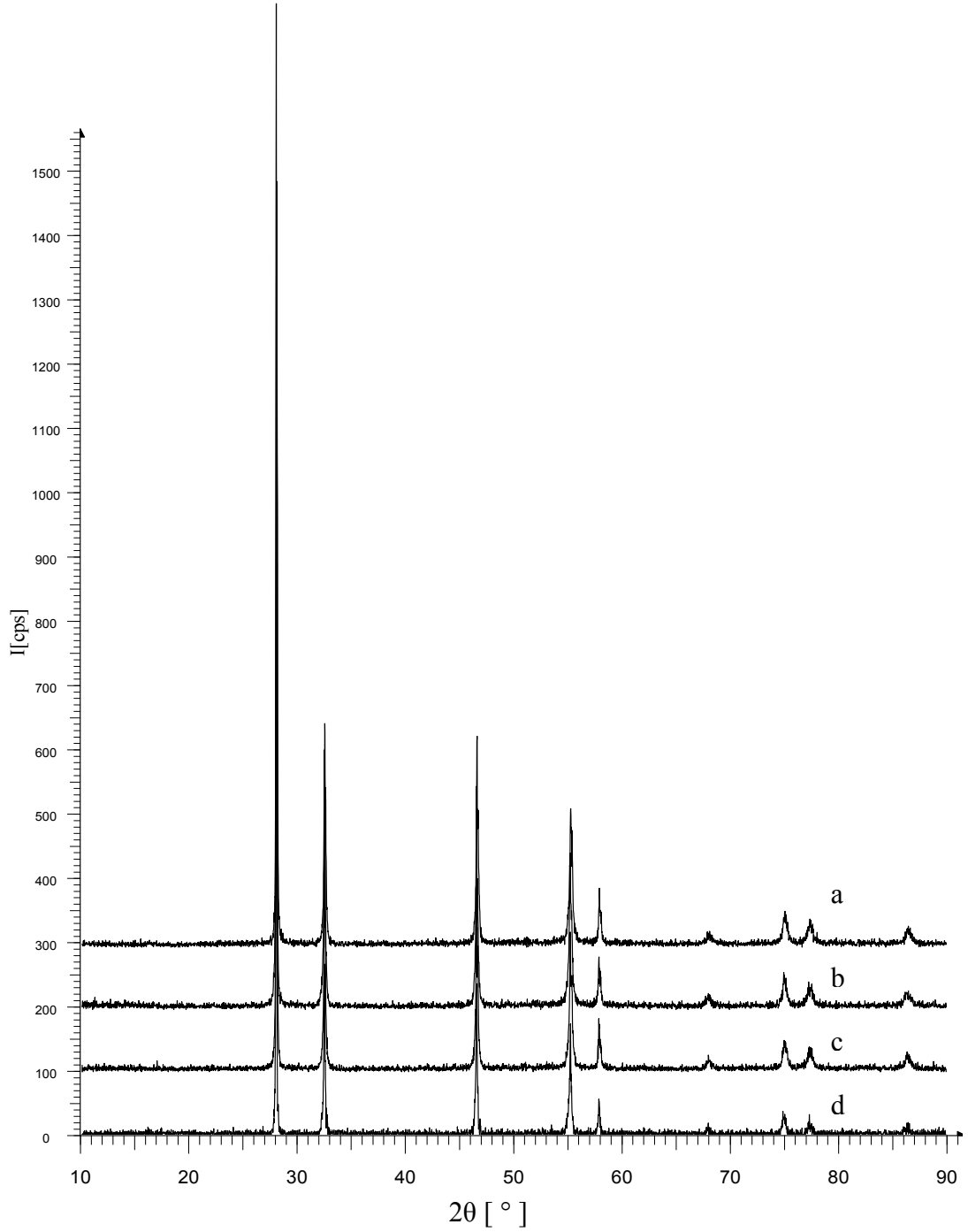
Nr	h k l	$2\Theta_{\text{göz}}$	$2\Theta_{\text{hes}}$	$d_{\text{göz}}[\text{\AA}]$	$d_{\text{hes}}[\text{\AA}]$	I/I ₀
1	1 1 1	27.974	27.974	3.1870	3.1870	100.0
2	2 0 0	32.411	32.412	2.7601	2.7600	45.8
3	2 2 0	46.495	46.495	1.9516	1.9516	31.6
4	3 3 1	55.140	55.139	1.6643	1.6643	28.3
5	2 2 2	57.815	57.816	1.5935	1.5935	9.4
6	4 0 0	67.862	67.861	1.3800	1.3800	3.7
7	3 3 1	74.927	74.930	1.2664	1.2664	5.9
8	4 2 0	77.229	77.229	1.2343	1.2343	5.8
9	4 2 2	86.259	86.258	1.1267	1.1268	3.7

Tablo Ek 2.16 %14 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (δ -Fazı) 775 °C’ de Ani Soğutma İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

Nr	h k l	$2\Theta_{\text{göz}}$	$2\Theta_{\text{hes}}$	$d_{\text{göz}}[\text{\AA}]$	$d_{\text{hes}}[\text{\AA}]$	I/I ₀
1	1 1 1	27.988	27.985	3.1854	3.1858	100.0
2	2 0 0	32.425	32.425	2.7590	2.7590	42.2
3	2 2 0	46.512	46.512	1.9509	1.9509	33.4
4	3 3 1	55.162	55.162	1.6637	1.6637	27.5
5	2 2 2	57.840	57.840	1.5929	1.5929	7.1
6	4 0 0	67.892	67.890	1.3795	1.3795	3.0
7	3 3 1	74.960	74.962	1.2659	1.2659	4.7
8	4 2 0	77.262	77.263	1.2339	1.2338	4.4
9	4 2 2	86.298	86.297	1.1263	1.1263	3.0

Tablo Ek 2.17 %14 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (δ -Fazı) 800 °C’ de Ani Soğutma İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

Nr	h k l	$2\Theta_{\text{göz}}$	$2\Theta_{\text{hes}}$	$d_{\text{göz}}[\text{\AA}]$	$d_{\text{hes}}[\text{\AA}]$	I/I_0
1	1 1 1	27.979	27.981	3.1864	3.1862	100.0
2	2 0 0	32.422	32.420	2.7592	2.7694	32.2
3	2 2 0	46.505	46.506	1.9512	1.9512	29.2
4	3 1 1	55.153	55.153	1.6640	1.6640	24.8
5	2 2 2	57.829	57.830	1.5932	1.5931	5.8
6	4 0 0	67.880	67.879	1.3797	1.3797	2.0
7	3 3 1	74.951	74.949	1.2661	1.2661	5.1
8	4 2 0	77.250	77.249	1.2340	1.2340	3.3
9	4 2 2	86.280	86.282	1.1265	1.1265	2.7



Şekil 2.6. Ölçülen XRD Spektrumlarından Bazıları (a: %14 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 800 °C’de Fırınlamadan Sonra, b: %14 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 775 °C’de Fırınlamadan Sonra, c: %14 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 750 °C’de Fırınlamadan Sonra, d: %14 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 725°C’de Fırınlamadan Sonra).

Tablo Ek 2.18 %14 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (δ -fazı) 725 °C’ de Isıl İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

Nr	h k l	$2\Theta_{\text{göz}}$	$2\Theta_{\text{hes}}$	$d_{\text{göz}}[\text{Å}]$	$d_{\text{hes}}[\text{Å}]$	I/I _o
1	1 1 1	27.997	27.998	3.1844	3.1843	100.0
2	2 0 0	32.439	32.441	2.7578	2.7576	26.4
3	2 2 0	46.534	46.536	1.9500	1.9499	23.3
4	3 1 1	55.197	55.190	1.6627	1.6629	16.4
5	2 2 2	57.871	57.870	1.5921	1.5921	5.3
6	4 0 0	67.928	67.927	1.3788	1.3788	1.0
7	3 3 1	75.003	75.004	1.2653	1.2653	2.8
8	4 2 0	77.305	77.307	1.2333	1.2333	1.9
9	4 2 2	86.348	86.349	1.1258	1.1258	1.6

Tablo Ek 2.19 %14 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (δ -fazı) 750 °C’ de Isıl İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

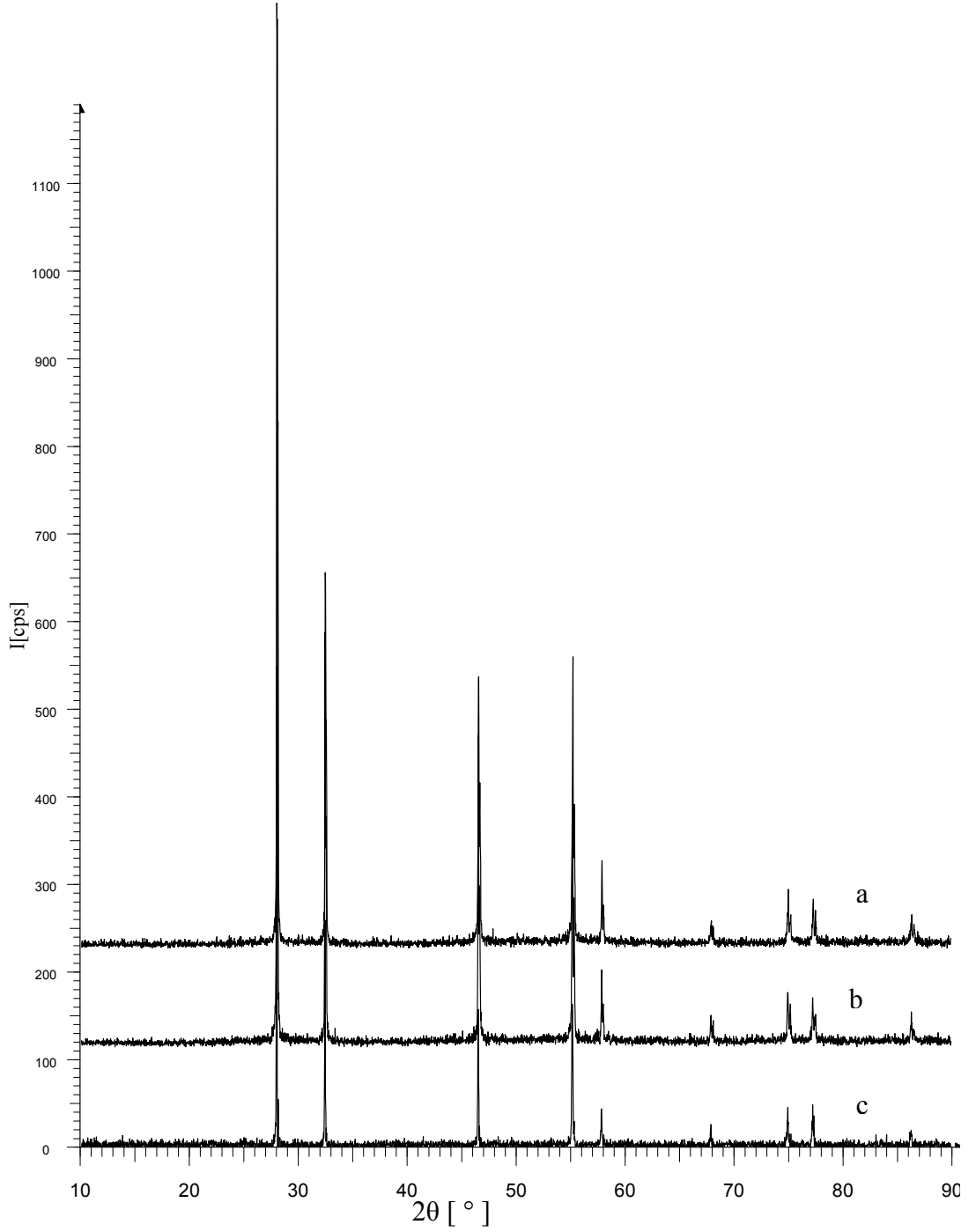
Nr	h k l	$2\Theta_{\text{göz}}$	$2\Theta_{\text{hes}}$	$d_{\text{göz}}[\text{Å}]$	$d_{\text{hes}}[\text{Å}]$	I/I _o
1	1 1 1	28.002	28.001	3.1838	3.1839	100.0
2	2 0 0	32.446	32.444	2.7572	2.7574	27.8
3	2 2 0	46.542	46.541	1.9497	1.9498	24.8
4	3 3 1	55.197	55.196	1.6627	1.6628	16.1
5	2 2 2	57.874	57.876	1.5920	1.5920	5.2
6	4 0 0	67.932	67.935	1.3787	1.3787	0.8
7	3 3 1	75.010	75.013	1.2652	1.2652	2.8
8	4 2 0	77.315	77.316	1.2331	1.2331	2.2
9	4 2 2	86.363	86.359	1.1257	1.1257	1.2

Tablo Ek 2.20 %14 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (δ -fazı) 775 °C’ de Isıl İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

Nr	h k l	$2\Theta_{\text{göz}}$	$2\Theta_{\text{hes}}$	$d_{\text{göz}}[\text{Å}]$	$d_{\text{hes}}[\text{Å}]$	I/I ₀
1	1 1 1	27.989	27.990	3.1853	3.1851	100.0
2	2 0 0	32.431	32.431	2.7585	2.7584	25.6
3	2 2 0	46.521	46.521	1.9506	1.9505	21.5
4	3 1 1	55.173	55.173	1.6634	1.6634	13.4
5	2 2 2	57.854	57.852	1.5925	1.5926	4.5
6	3 3 1	74.981	74.980	1.2656	1.2656	2.4
7	4 2 0	77.281	77.281	1.2336	1.2336	1.8
8	4 2 2	86.319	86.319	1.1261	1.1261	1.0

Tablo Ek 2.21 %14 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (δ -fazı) 800 °C’ de Isıl İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

Nr	h k l	$2\Theta_{\text{göz}}$	$2\Theta_{\text{hes}}$	$d_{\text{göz}}[\text{Å}]$	$d_{\text{hes}}[\text{Å}]$	I/I ₀
1	1 1 1	28.005	28.004	3.1836	3.1836	100.0
2	2 0 0	32.447	32.447	2.7572	2.7571	27.9
3	2 2 0	46.548	46.546	1.9495	1.9496	26.2
4	3 1 1	55.204	55.202	1.6625	1.6626	16.6
5	2 2 2	57.883	57.882	1.5918	1.5918	4.4
6	4 0 0	67.942	67.942	1.3786	1.3786	1.0
7	3 3 1	75.021	75.021	1.2651	1.2650	2.7
8	4 2 0	77.324	77.324	1.2330	1.2330	1.5
9	4 2 2	86.369	86.370	1.1256	1.1256	1.7



Şekil Ek 2.7. Ölçülen XRD Spektrumlarından Bazıları (a: %15 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 800 °C’de Ani Soğutma İşlemi Sonrası, b: %15 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 775 °C’de Ani Soğutma İşlemi Sonrası, c: %15 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin 750 °C’de Ani Soğutma İşlemi Sonrası).

Tablo Ek 2.22 %12 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (δ -Fazı) 750 °C’ de Ani Soğutma İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

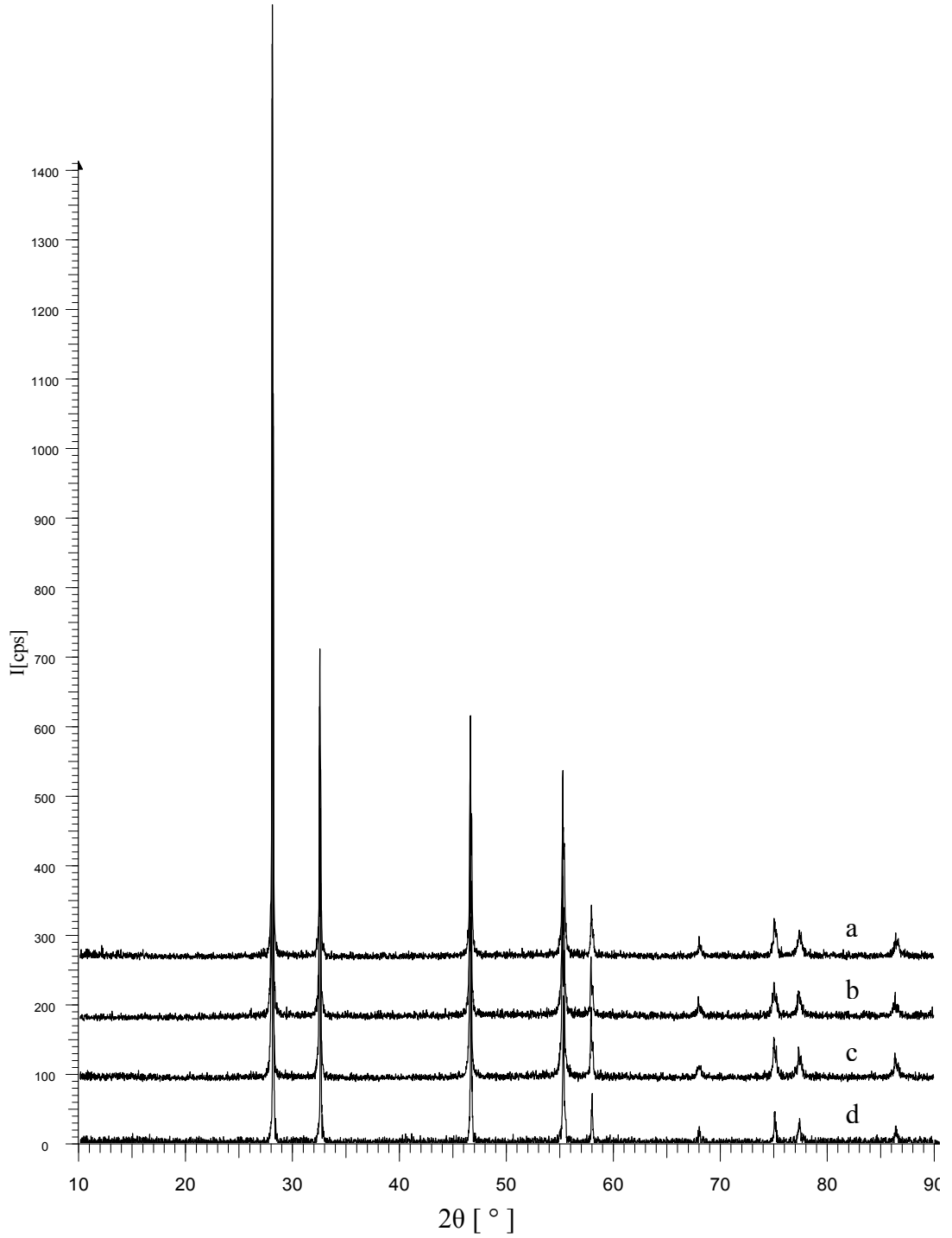
Nr	h k l	$2\Theta_{\text{göz}}$	$2\Theta_{\text{hes}}$	$d_{\text{göz}}[\text{\AA}]$	$d_{\text{hes}}[\text{\AA}]$	I/I_0
1	1 1 1	27.975	27.979	3.1868	3.1865	100.0
2	2 0 0	32.417	32.418	2.7596	2.7596	47.4
3	2 2 0	46.503	46.502	1.9513	1.9513	28.7
4	3 3 1	55.150	55.149	1.6640	1.6641	29.4
5	2 2 2	57.827	57.826	1.5932	1.5932	7.6
6	4 0 0	67.872	67.874	1.3798	1.3798	3.3
7	3 3 1	74.944	74.944	1.2662	1.2662	5.1
8	4 2 0	77.242	77.243	1.2341	1.2341	5.2
9	4 2 2	86.276	86.275	1.1266	1.1266	2.1

Tablo Ek 2.23 %15 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (-Fazı) 775 °C’ de Ani Soğutma İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

Nr	h k l	$2\Theta_{\text{göz}}$	$2\Theta_{\text{hes}}$	$d_{\text{göz}}[\text{\AA}]$	$d_{\text{hes}}[\text{\AA}]$	I/I_0
1	1 1 1	27.988	27.996	3.1854	3.1846	100.0
2	2 0 0	32.438	32.437	2.7578	2.7579	39.0
3	2 2 0	46.532	46.531	1.9501	1.9501	30.2
4	3 3 1	55.185	55.184	1.6631	1.6631	24.8
5	2 2 2	57.863	57.864	1.5923	1.5923	7.2
6	4 0 0	67.920	67.919	1.3789	1.3790	2.7
7	3 3 1	74.994	74.995	1.2654	1.2654	4.8
8	4 2 0	77.296	77.297	1.2334	1.2334	4.1
9	4 2 2	86.340	86.338	1.1259	1.1259	2.2

Tablo Ek 2.24 %15 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (δ -Fazı) 800 °C’ de Ani Soğutma İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

Nr	h k l	$2\Theta_{\text{göz}}$	$2\Theta_{\text{hes}}$	$d_{\text{göz}}[\text{\AA}]$	$d_{\text{hes}}[\text{\AA}]$	I/I_0
1	1 1 1	28.004	28.006	3.1837	3.1835	100.0
2	2 0 0	32.448	32.449	2.7571	2.7570	42.4
3	2 2 0	46.548	46.549	1.9495	1.9495	30.3
4	3 1 1	55.207	55.205	1.6625	1.6625	31.6
5	2 2 2	57.885	57.886	1.5918	1.5917	9.2
6	4 0 0	67.947	67.946	1.3785	1.3785	2.2
7	3 3 1	75.024	74.024	1.2650	1.2650	5.2
8	4 2 0	77.331	77.329	1.2329	1.2330	4.6
9	4 2 2	86.375	86.375	1.1255	1.1255	2.2



Şekil 2.8. Ölçülen XRD Spektrumlarından Bazıları (a: %15 Mol Tm₂O₃ İçeren Örneğin 800 °C’de Fırınlamadan Sonra, b: %15 Mol Tm₂O₃ İçeren Örneğin 775 °C’de Fırınlamadan Sonra, c: %15 Mol Tm₂O₃ İçeren Örneğin 750 °C’de Fırınlamadan Sonra, d: %15 Mol Tm₂O₃ İçeren Örneğin 725°C’de Fırınlamadan Sonra).

Tablo Ek 2.25 %15 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (δ -fazı) 725 °C’ de Isıl İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

Nr	h k l	$2\Theta_{\text{göz}}$	$2\Theta_{\text{hes}}$	$d_{\text{göz}}[\text{\AA}]$	$d_{\text{hes}}[\text{\AA}]$	I/I ₀
1	1 1 1	28.087	28.056	3.1745	3.1778	100.0
2	2 0 0	32.546	32.508	2.7490	2.7521	34.7
3	2 2 0	46.649	46.636	1.9455	1.9460	28.2
4	3 1 1	55.310	55.312	1.6596	1.6596	19.6
5	2 2 2	57.999	57.999	1.5889	1.5889	6.5
6	4 0 0	68.081	68.083	1.3761	1.3760	1.8
7	3 3 1	75.181	75.183	1.2628	1.2627	2.4
8	4 2 0	77.489	77.492	1.2308	1.2308	2.7
9	4 2 2	86.565	86.567	1.1236	1.1235	1.9

Tablo Ek 2.26 %15 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (δ -fazı) 750 °C’ de Isıl İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

Nr	h k l	$2\Theta_{\text{göz}}$	$2\Theta_{\text{hes}}$	$d_{\text{göz}}[\text{\AA}]$	$d_{\text{hes}}[\text{\AA}]$	I/I ₀
1	1 1 1	28.011	27.011	3.1828	3.1828	100.0
2	2 0 0	32.456	32.456	2.7563	2.7564	32.8
3	2 2 0	46.560	46.558	1.9490	1.9491	28.0
4	3 3 1	55.216	55.217	1.6622	1.6622	19.7
5	2 2 2	57.900	57.898	1.5914	1.5914	5.7
6	4 0 0	67.961	67.961	1.3782	1.3782	0.8
7	3 3 1	75.043	75.043	1.2647	1.2647	3.9
8	4 2 0	77.345	77.347	1.2327	1.2327	3.1
9	4 2 2	86.398	86.397	1.1253	1.1253	1.7

Tablo Ek 2.27 %15 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (δ -fazı) 775 °C’ de Isıl İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

Nr	h k l	$2\Theta_{\text{göz}}$	$2\Theta_{\text{hes}}$	$d_{\text{göz}}[\text{\AA}]$	$d_{\text{hes}}[\text{\AA}]$	I/I_0
1	1 1 1	28.008	28.009	3.1831	3.1831	100.0
2	2 0 0	32.453	32.453	2.7566	2.7557	31.5
3	2 2 0	46.553	46.554	1.9493	1.9493	24.0
4	3 1 1	55.212	55.212	1.6623	1.6623	19.1
5	2 2 2	57.891	57.893	1.5916	1.5916	6.1
6	4 0 0	67.956	67.954	1.3783	1.3783	1.7
7	3 3 1	75.034	75.035	1.2649	1.2648	3.2
8	4 2 0	77.340	77.339	1.2328	1.2328	2.6
9	4 2 2	86.387	86.387	1.1254	1.1254	1.6

Tablo Ek 2.28 %15 Mol Tm_2O_3 İçeren Örneğin (δ -fazı) 800 °C’ de Isıl İşlemi Sonrasında Ölçülen XRD Toz Deseni Verileri.

Nr	h k l	$2\Theta_{\text{göz}}$	$2\Theta_{\text{hes}}$	$d_{\text{göz}}[\text{\AA}]$	$d_{\text{hes}}[\text{\AA}]$	I/I_0
1	1 1 1	28.028	28.027	3.1809	3.1811	100.0
2	2 0 0	32.474	32.474	2.7549	2.7549	30.6
3	2 2 0	46.584	46.585	1.9481	1.9480	25.2
4	3 1 1	55.250	55.250	1.6613	1.6613	18.5
5	2 2 2	57.931	57.933	1.5906	1.5905	5.0
6	4 0 0	68.004	68.004	1.3775	1.3775	1.4
7	3 3 1	75.093	75.092	1.2640	1.2640	2.7
8	4 2 0	77.398	77.398	1.2320	1.2320	2.5
9	4 2 2	86.455	86.456	1.1247	1.1247	2.2

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Filiz ÖZSOY
Baba Adı : Osman
Anne Adı : Mülâyim
Doğum Yeri : Kayseri
Doğum Tarihi : 20.05.1981

1981 yılında Kayseri’de doğdu. İlk, orta ve lise tahsilini Kayseri’de tamamladı. 1998 yılında kayıt yaptırdığı Erciyes Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü’nden 2002 yılında mezun oldu. Eylül 2002 tarihinde Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Ana Bilim Dalı’nda lisansüstü eğitimine başladı. Halen eğitimine devam etmektedir.