İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

$(1-x)\ TeO_2 + x\ CdCl_2$ (x=0,15, 0,25, 0,30) CAMLARININ OPTİK ÖZELLİKLERİ, TERMAL VE YAPISAL İNCELEMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ser Müh. Hasan Gökhan Aydemir

Anabilim Dalı : METALURJİ MÜHENDİSLİĞİ

Programı : SERAMİK

TEMMUZ 2002

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

(1-x) TeO_2 + x $CdCl_2$ (x=0,15, 0,25, 0,30) CAMLARININ OPTİK ÖZELLİKLERİ, TERMAL VE YAPISAL İNCELEMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ser Müh. Hasan Gökhan Aydemir
506991057

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 5 Ağustos 2002
Tezin Savunulduğu Tarih : 31 Temmuz 2002

Tez Danışmanı : Prof. Dr. M. Lütfi ÖVEÇOĞLU
Diğer Jüri Üyeleri Prof Dr. Serdar ÖZGEN
Prof.Dr. Gönül ÖZEN

TEMMUZ 2002

ÖNSÖZ

Tez çalışmalarımda bana yol gösteren ve yardımlarını esirgemeyen hocam Prof. Dr. M. Lütfi Öveçoğlu' na, İ.T.Ü. Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, Elektron Mikroskobu Labaratuarı olanaklarını sunan Malzeme Anabilim Dalı başkanı sayın Prof. Dr. Erman Tulgar' a, deneysel çaloşmalarımda kullandığım cam malzemelerimi hazırlamada yardımcı olan sayın Prof. Dr. Gönül Özen, çalışmalarım sırasında desteklerini esirgemeyen Kimya Müh. Nurten Dinçer' e , Ser. Yük. Müh. Şeniz Reyhan Kuşhan'a ve Prof. Dr. Hasan Mandal' a teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Tüm hayatım boyunca bana destek olan ve inana aileme ve dostlarıma teşekkür ederim.

TEMMUZ - 2002 Hasan Gökhan AYDEMİR

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ **ii**
KISALTMALAR **iv**
TABLO LİSTESİ **v**
ŞEKİL LİSTESİ **vı**
SEMBOL LİSTESİ **ix**
ÖZET **x**
SUMMARY **xi**

1. GİRİŞ **1**

2. TEORİK BİLGİLER **4**
2.1. Termal Analiz 4
2.1.1.Aktivasyon enerjisinin hesabı 6
2.2. Microyapısal Karakterizasyon 11
2.2.1. X-ışınları 11
2.2.1.1. Bragg kanunu 13
2.2.1.2. X-ışınları difraksiyonu 13
2.2.2. Taramalı elektron mikroskobu 16
2.3. Optik Analizler 18

3. KULLANILAN MALZEME VE YÖNTEM **21**
3.1. Optik Ölçümler 21
3.2. Termal Analiz ve Microyapısal Karakterizasyon 23
3.3. Optik Analizler 18

4. DENEYSEL SONUÇLAR **24**
4.1. Optik Ölçümler 24
2.2. Termal Analiz ve Microyapısal Karakterizasyon 25
5. SONUÇLAR VE TARTIŞMA **33**

KAYNAKLAR **35**

EKLER **38**

ÖZGEÇMİŞ **60**

KISALTMALAR

TCd1: %70 TeO_2 + %30 $CdCl_2$ cam numunesi.

TCd2: %85 TeO_2 + %15 $CdCl_2$ cam numunesi.

TCd3: %75 TeO_2 + %25 $CdCl_2$ cam numunesi.

SEM: Taramalı Elektrom Mikroskobu.

DTA: Diferansiyel Termal Analiz.

XRD: X-Işınları Difraktometresi.

TABLOLAR LİSTESİ

Sayfa No

Tablo (2.1.1.1). Farklı kristalizasyon mekanizmaları için n,m,k değerleri…… …...…..9

Tablo (2.3). Spektroskobik yöntemlerin adlandırılması…….18

Tablo 4.1. cam numunelerinin optik bant aralıkları ve eşik enerjileri…….....25

Tablo 4.2. cam numulerinin 10^{o}C/dak ısıtma hızındaki sıcaklık değerleri…….....26

Tablo 4.3. TCd1 cam numunesinin ısıtma oranı(B), cam geçiş sıcaklığı ve kristallenme pik ıcaklıkları…….....…….....…..26

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa No:

Şekil 4.1. 490^{o}C' de 10^{o}C/dak.ısıtma hızıyla tavalınmış %70 mol TeO_2 + %30 mol $CdCl_2$ bileşenli camının x1000 büyütmedeki SEM fotoğrafı…….....……...…..….29
Şekil 4.2. 490^{o}C' de 10^{o}C/dak.ısıtma hızıyla tavalınmış %70 mol TeO_2 + %30 mol $CdCl_2$ bileşenli camının x2000 büyütmedeki SEM fotoğrafı…….....……..…...….29
Şekil 4.3. 490^{o}C' de 10^{o}C/dak.ısıtma hızıyla tavalınmış %70 mol TeO_2 + %30 mol $CdCl_2$ bileşenli camının x7500 büyütmedeki SEM fotoğrafı…….....……..….....30
Şekil 4.4. 490^{o}C' de 10^{o}C/dak.ısıtma hızıyla tavalınmış %70 mol TeO_2 + %30 mol $CdCl_2$ bileşenli camının x1500 büyütmedeki kesit alan SEM fotoğrafı…….....….30
Şekil 4.5. 490^{o}C' de 10^{o}C/dak.ısıtma hızıyla tavalınmış %70 mol TeO_2 + %30 mol $CdCl_2$ bileşenli camının x1500 büyütmedeki kesit alan SEM fotoğrafı…….....….31
Şekil 4.6. 395^{o}C' de 10^{o}C/dak.ısıtma hızıyla tavalınmış %75 mol TeO_2 + %25 mol $CdCl_2$ bileşenli camının x2000 büyütmedeki SEM fotoğrafı…….....….31
Şekil 4.7. %85 mol TeO_2 + %15 mol $CdCl_2$ bileşenli camının x2000 büyütmedeki SEM fotoğrafı…….....….32
Şekil 4.8. %85 mol TeO_2 + %15 mol $CdCl_2$ bileşenli camının x5000 büyütmedeki SEM fotoğrafı……..……..….....32
Ek 1.1. %1 Er^{+3} iyonu katkılı %70 mol TeO_2 + %30 mol $CdCl_2$ bileşenli cam numunesinin oda sıcaklığındaki apsorpsiyon spektrometresi. …….....…….....38
Ek 1.2. %1 Er^{+3} iyonu katkılı %85 mol TeO_2 + %15 mol $CdCl_2$ bileşenli cam numunesinin oda sıcaklığındaki apsorpsiyon spektrometresi…….....…….....39
Ek 1.3. %1 Er^{+3} iyonu katkılı %75 mol TeO_2 + %25 mol $CdCl_2$ bileşenli cam numunesinin oda sıcaklığındaki apsorpsiyon spektrometresi…….....…….40

Sayfa No:

Ek 1.4. %1 Er^{+3} iyonu katkılı %70 mol TeO_2 + %30 mol $CdCl_2$ bileşenli cam numunesinin oda sıcaklığındaki optik absorpsiyon bant aralığı…….....41
Ek 1.5. %1 Er^{+3} iyonu katkılı %75 mol TeO_2 + %25 mol $CdCl_2$ bileşenli cam numunesinin oda sıcaklığındaki optik absorpsiyon bant aralığı…….....42
Ek 1.6. %1 Er^{+3} iyonu katkılı %85 mol TeO_2 + %15 mol $CdCl_2$ bileşenli cam numunesinin oda sıcaklığındaki optik absorpsiyon bant aralığı…….....43
Ek 1.7. %1 Er^{+3} iyonu katkılı %75 mol TeO_2 + %25 mol $CdCl_2$ bileşenli cam numunesinin oda sıcaklığındaki Eşik enerjisinin hesaplanması…….....44
Ek 1.8. %1 Er^{+3} iyonu katkılı %85 mol TeO_2 + %15 mol $CdCl_2$ bileşenli cam numunesinin oda sıcaklığındaki enerjisinin hesaplanması.....45
Ek 1.9. %1 Er^{+3} iyonu katkılı %75 mol TeO_2 + %25 mol $CdCl_2$ bileşenli cam numunesinin oda sıcaklığındaki eşik enerjisinin hesaplanması….....46
Ek 1.10. %70 mol TeO_2 + %30 mol $CdCl_2$ bileşenli cam numunesinin diferansiyel termal analizi……..……...…...47
Ek 1.11. %85 mol TeO_2 + %15 mol $CdCl_2$ bileşenli cam numunesinin diferansiyel termal analizi…..……...…...48
Ek 1.12. %75 mol TeO_2 + %25 mol $CdCl_2$ bileşenli cam numunesinin diferansiyel termal analizi……..……...……..……..…49
Ek 1.13. %70 mol TeO_2 + %30 mol $CdCl_2$ bileşenli camın x-ışınları difaraksiyon paterni……...……...…..50
Ek 1.14. %75 mol TeO_2 + %25 mol $CdCl_2$ bileşenli camın x-ışınları difaraksiyon paterni……...……...….51
Ek 1.15. %85 mol TeO_2 + %15 mol $CdCl_2$ bileşenli camın x-ışınları difaraksiyon paterni……..……...….52
Ek 1.17. 395^oC' de 10^oC/dak.ısıtma hızıyla tavalınmış %85 mol TeO_2 + %15 mol $CdCl_2$ bileşenli camın x-ışınları difaraksiyon paterni…….....……..……..…53
Ek 1.18. 435^oC' de 10^oC/dak.ısıtma hızıyla tavalınmış %85 mol TeO_2 + %15 mol $CdCl_2$ bileşenli camın x-ışınları difaraksiyon paterni…….....……...……54

Sayfa No:

Ek 1.19. 395^{o}C' de 10^{o}C/dak.ısıtma hızıyla tavalınmış %70 mol TeO_2 + %30 mol $CdCl_2$ bileşenli camın x-ışınları difaraksiyon paterni…….....……..…55
Ek 1.20. 490^{o}C' de 10^{o}C/dak.ısıtma hızıyla tavalınmış %70 mol TeO_2 + %30 mol $CdCl_2$ bileşenli camın x-ışınları difaraksiyon paterni….....……...……56
Ek 1.21. 395^{o}C' de 10^{o}C/dak.ısıtma hızıyla tavalınmış %5 mol TeO_2 + %25 mol $CdCl_2$ bileşenli camın x-ışınları difaraksiyon paterni…….....….....…57
Ek 1.22. 490^{o}C' de 10^{o}C/dak.ısıtma hızıyla tavalınmış %75 mol TeO_2 + %25 mol $CdCl_2$ bileşenli camın x-ışınları difaraksiyon paterni…….....…..……58
Ek 1.23. 490^{o}C' de 10^{o}C/dak.ısıtma hızıyla tavalınmış %70 mol TeO_2 + %30 mol $CdCl_2$ aktivasyon enerjisinin belirlenmesi….....59

SEMBOLLER LİSTESİ

Cp: Numune ve numune taşıyıcısının ısıl kapasitesi.

ΔT : Referans madde ile numunenin sıcaklık farkı.

T: Zaman**.**

ΔH: Kristalizasyonda açığa çıkan ısı miktarı.

N: Isıtma sırasında birim hacimde oluşan kristallerin çekirdek sayısı.

r: Kristal parçacığı yarıçapı.

Ao: Moleküller çap.

$\mathbf{D^H}$ **:** Kristal sıvı ara yüzeyinden taşınımı için difüzyon katsayısı.

B: Isıtma Hızı.

n,m,k: Kristalizasyon mekanizmasına bağlı olan nümerik katsayılar.

Xo: Tp' deki kristallerin hacim oranı.

Tg: Cam geçiş sıcaklığı.

Tp: Cam kristallenme sıcaklığı.

H: Planck sabiti**.**

c: Işık hızı.

λ: Dalga boyu**.**

$\mathbf{h^*}$ **w:** Foton enerjisi**.**

(1-x) TeO_2 + x $CdCl_2$ (x=0,15, 0,25, 0,30) CAMLARININ OPTİK ÖZELLİKLERİ, TERMAL VE YAPISAL İNCELEMESİ

ÖZET

Telürit camlar, düşük ergime sıcaklığı, düşük cam geçiş sıcaklığı, yüksek dielektrik sabiti, yüksek kırılma indisi, üçüncü derecede lineer olmayan hassassiyet ve iyi kızıl ötesi geçirgenlik gibi bazı fiziksel özelliklerinden dolayı, silikat ve borat camlarına kıyasla daha çok avantajlara sahiptirler ve birçok teknolojik uygulamalar için uygun malzemelerdir. Bunların yanında yakın ultraviole- orta kızılötesi bölgede yüksek geçirgenliğe sahiptirler. Bunalara ek olarak atmosferik neme karşı dirençli ve nadir toprak iyonları ile geniş konsantrasyonlarda matris içine katılabilirler.

TeO_2 esaslı camların ısıl,optik ve piziksel özellikleri ile ilgili birçok çalışmaya literatürde rastlanmaktadır ve saf TeO_2 ve M_2O-TeO_2 (M=Cd, Li, Na, K, Rb and Cs) camları X-ışınları difrakrometresi, nötron difraktometresi, NMR, ZAFS ve Mösbauer spektroskobu theknikleri kullanılarak karacterize edilmişlerdir. Ama TeO_2-$CdCl_2$ cam sistemi kristal faz dizilimi ile ilgili hiçbir çalışmaya litaratüre rastlanmamaktadır ve de bu camları kristallenme kinetikleri ile ilgili hiçbir çalışmada litaratürde bulunmamaktadır. Bu çalışmada bu görevlerin hepsini belirlemek hedeflenmiştir.

Bu çalışma (1-x) TeO_2- x $CdCl_2$ (x=0.3, 0.25, 0.15) sisteminin microyapısal karakteristiklerinin ve kristalin fazın kristallenme kinetiğinin belirlenmesine odaklanılmıştır. Üç farklı cam kompozisyonu, %70 mol TeO_2 + %30 mol $CdCl_2$, %75 mol TeO_2 + %25 mol $CdCl_2$, %85 mol TeO_2 + %15 mol $CdCl_2$ camları DTA, X-ışınları difraktometresi ve taramalı elektron mikroskobu kullanılarak araştırılmıştır. Ayrıca farklı ısıtma oranalarınadaki DTA analiz sonuçları kullanılarak aktivasyon enerjisi hesaplanılmıştır.

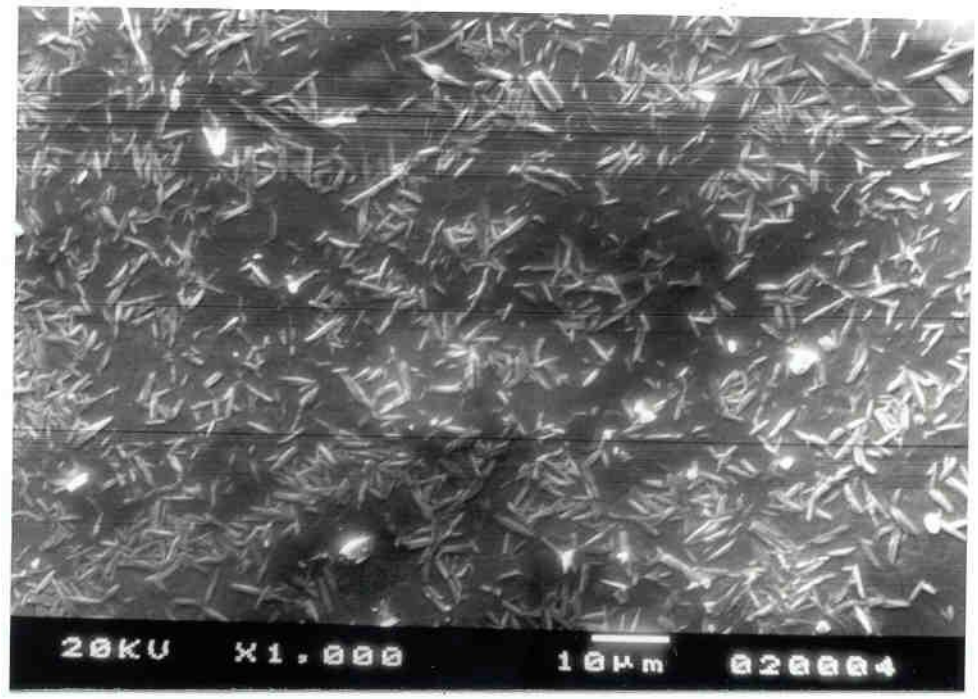
(1-x) TeO_2 + x $CdCl_2$ (x=0,15, 0,25, 0,30) CAMLARININ OPTİK ÖZELLİKLERİ, TERMAL VE YAPISAL İNCELEMESİ

SUMMARY

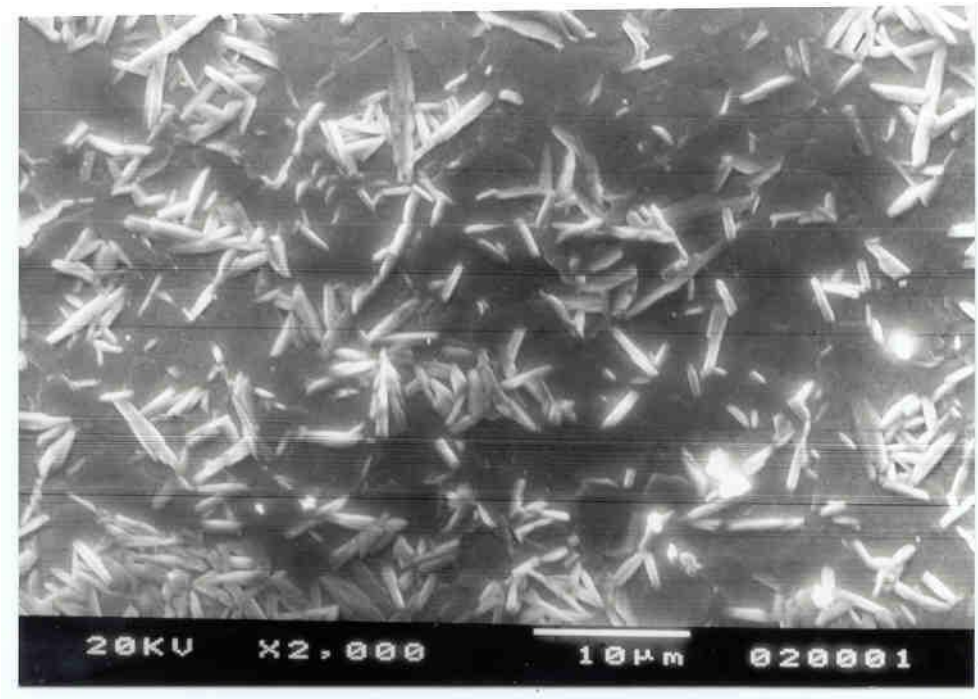
In comprasion with silicate and borate glasses, tellurite glasses have more advantages as frequancy upconversion laser hosts due to thier physical properties such as low melting temperature, high dielektrik constant, high refractive index, large third order nonlinear susceptibility and better infared transmissivity. Furthermore, they present large transparency between the near ultraviolet to the middle infared region. İn addition they are resistant to atmospheric moisture and capable of incorporating large concentrations of rare earth ions such as Tm^{+3} into the matrix.

Currently there exist a substantial amount of liteture which reported the thermal, optical and physical properties of TeO_2 based glasses and regarding the structure of pure TeO_2 and M_2O-TeO_2 (Which M=Cd, Li, Na, K, Rb and Cs) glasses characterized by using X-ray diffraction, neatron diffraction, NMR, ZAFS and Mösbauer spectroscopy techniques. However, no reported literature is avaliable on the formation of crystalline phases in TeO_2-$CdCl_2$ glass systems and thus no detailed studies related the crystallization kinetics have been conducted. The present study study aims to fulfill this task.

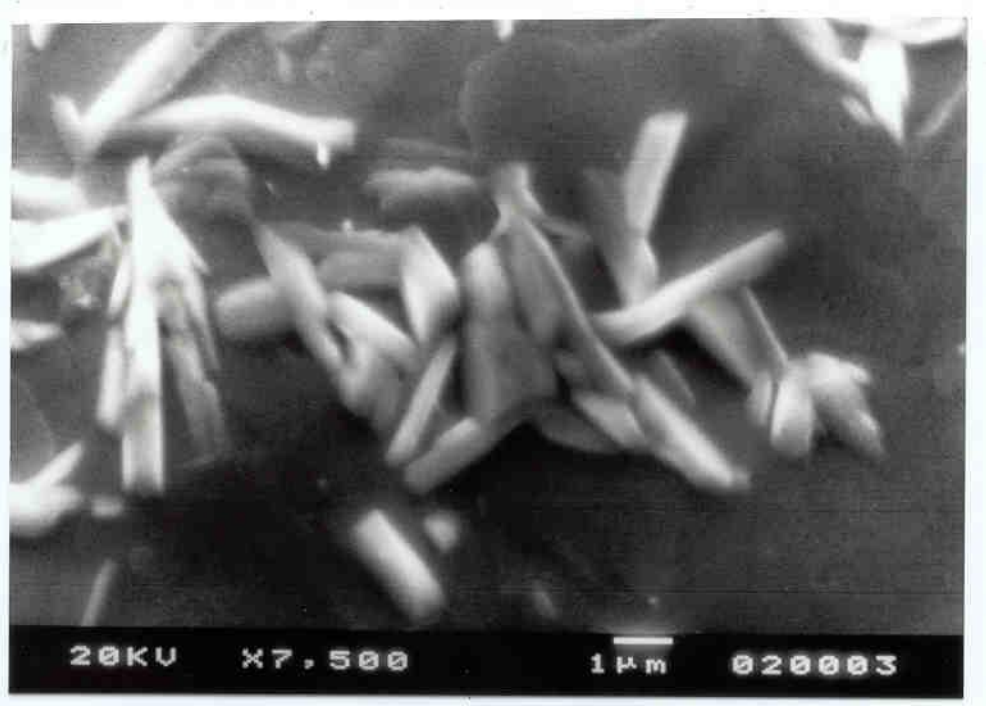
The present study focuses on the microstructural characterization and the crystallization kinetics of the crytallizing phase in the (1-x) TeO_2- x $CdCl_2$ (x=0.3, 0.25, 0.15) binary system. Three different glass compositions, %70 mol TeO_2 + %30 mol $CdCl_2$, %75 mol TeO_2 + %25 mol $CdCl_2$, %85 mol TeO_2 + %15 mol $CdCl_2$ glasses, were invastigated using DTA, X-ray diffractometry and SEM techniques. Further, DTA analyses at different heating rates were used to determine the activation energy.



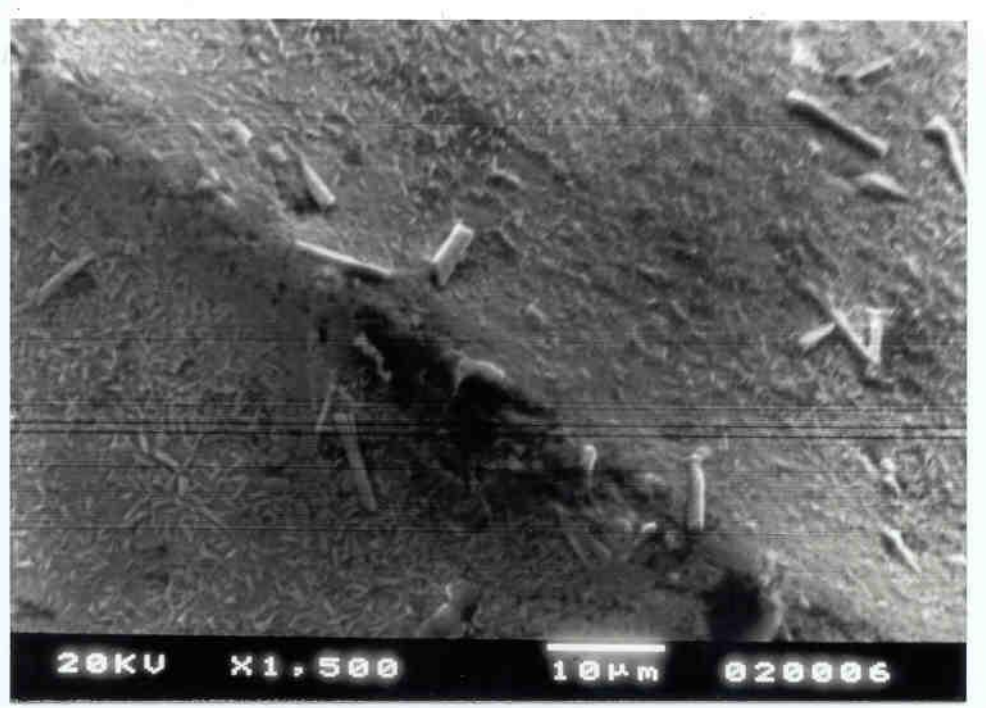
Şekil 4.1. 490^{o}C' de 10^{o}C/dak.ısıtma hızıyla tavalnmış %70 mol TeO_2 + %30 mol $CdCl_2$ bileşenli camının x1000 büyütmedeki SEM fotoğrafı



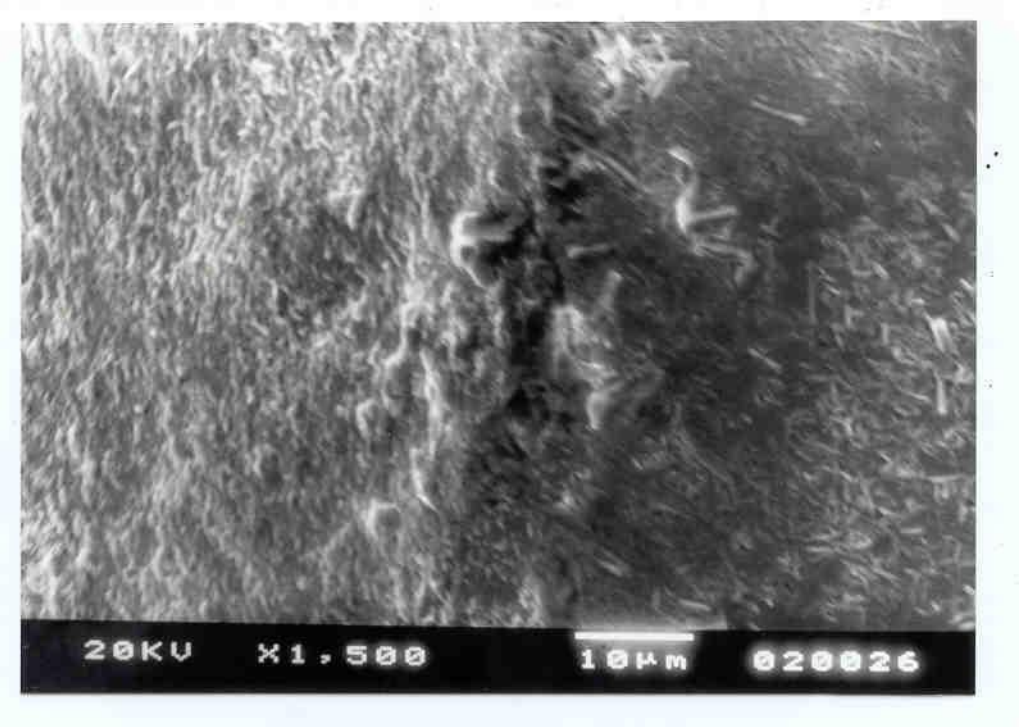
Şekil 4.2. 490^{o}C' de 10^{o}C/dak.ısıtma hızıyla tavalnmış %70 mol TeO_2 + %30 mol $CdCl_2$ bileşenli camının x2000 büyütmedeki SEM fotoğrafı



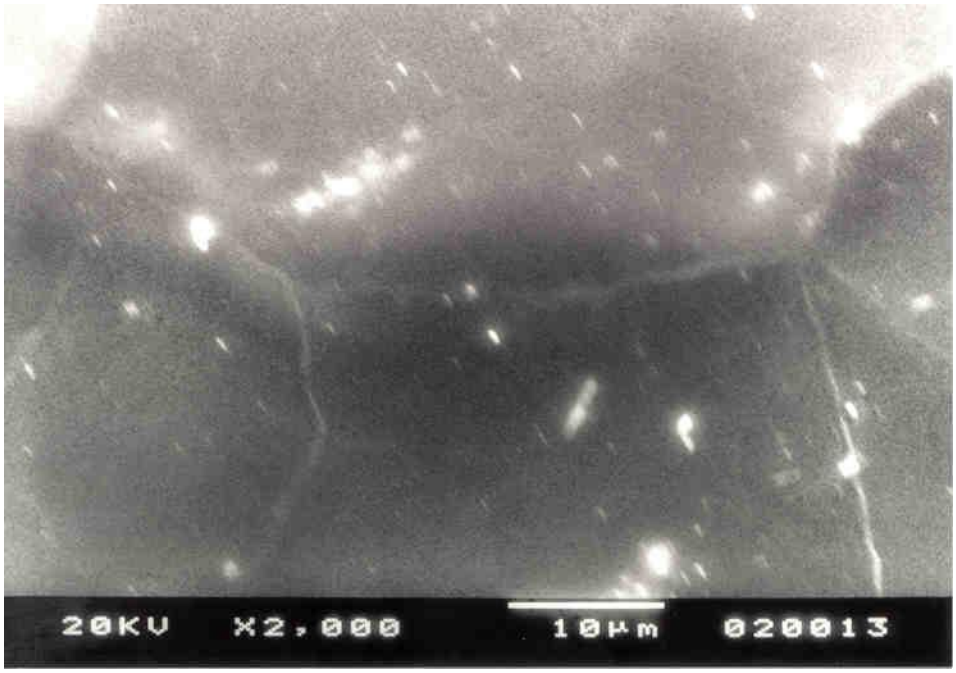
Şekil 4.3. 490^{o}C' de 10^{o}C/dak.ısıtma hızıyla tavalnmış %70 mol TeO_2 + %30 mol $CdCl_2$ bileşenli camının x7500 büyütmedeki SEM fotoğrafı



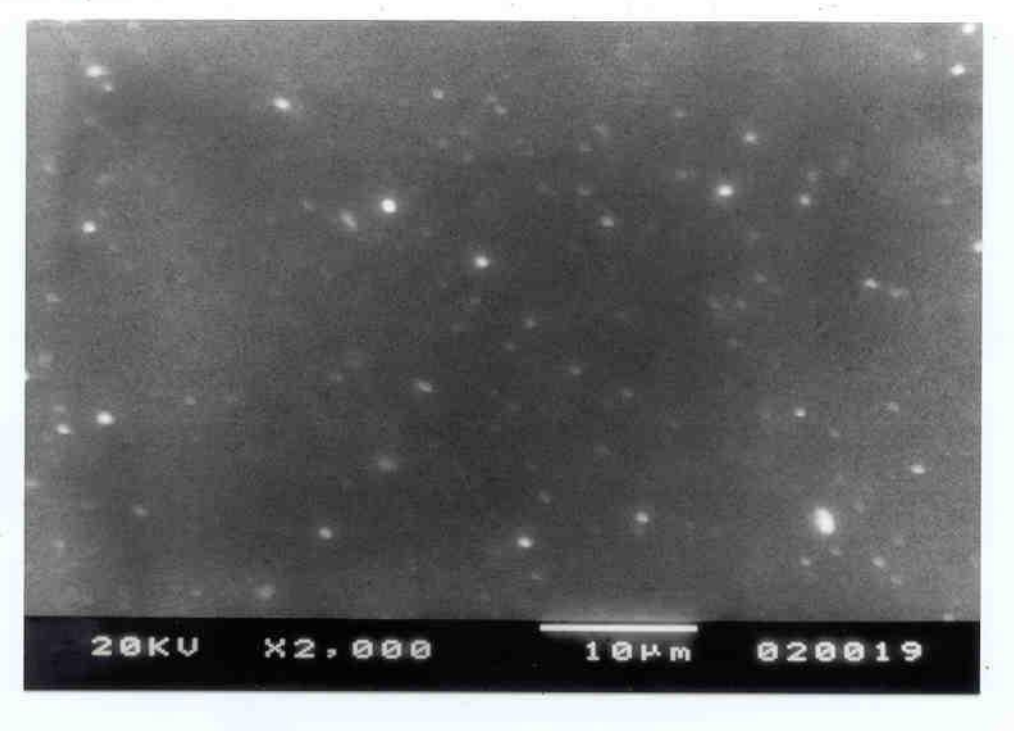
Şekil 4.4. 490^{o}C' de 10^{o}C/dak.ısıtma hızıyla tavalnmış %70 mol TeO_2 + %30 mol $CdCl_2$ bileşenli camının x1500 büyütmedeki kesit alan SEM fotoğrafı.



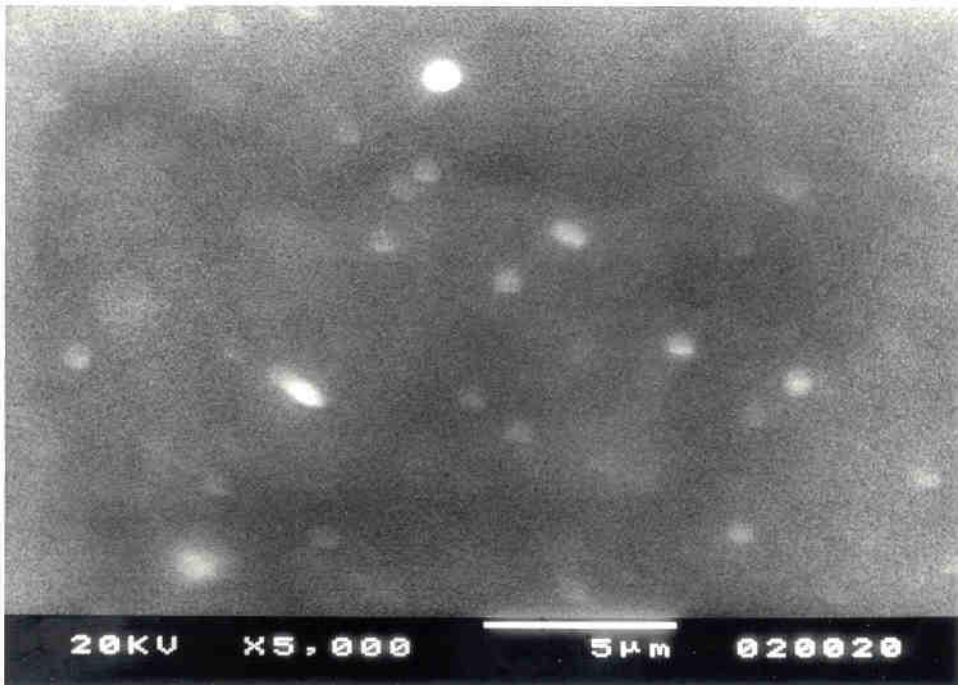
Şekil 4.5. 490^{o}C' de 10^{o}C/dak.ısıtma hızıyla tavalnmış %70 mol TeO_2 + %30 mol $CdCl_2$ bileşenli camının x1500 büyütmedeki kesit alan SEM fotoğrafı.



Şekil 4.6. 395^{o}C' de 10^{o}C/dak.ısıtma hızıyla tavalnmış %75 mol TeO_2 + %25 mol $CdCl_2$ bileşenli camının x2000 büyütmedeki SEM fotoğrafı



Şekil 4.7. %85 mol TeO_2 + %15 mol $CdCl_2$ bileşenli camının x2000 büyütmedeki SEM fotoğrafı.



Şekil 4.8. %85 mol TeO_2 + %15 mol $CdCl_2$ bileşenli camının x5000 büyütmedeki SEM fotoğrafı.

5. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Son yıllarda TeO_2 esaslı cam malzemelerin gerek fiber optik malzemesi olarak gerekse de üst dönüşüm lazer yüklenicisi olarak kullanımı üzerine yapılan araştırmalar büyük hız kazanmıştır. Bu malzemelerin üst-dönüşüm lazer olarak kullanılması için Tm^{+3} gibi nadir toprak elementlerinin kirlilik düzeyinde katılması gerkmektedir.

Bu çalışmada ulaşılmak istenilen amaçlar (1-x) TeO_2 + x CdO cam siteminin DTA, XRD ve SEM çalışmalarından yararlanarak karakterize edilmesidir.

Çalışmada ilk göze çarpan DTA analiz sonuçlarında her kompozisyon için kristalin pikinin görülmesi ve bu piklerin çok şiddetli olmasıdır. Hatta sistemdeki 10^oC/dak. Isıtma hızıyla çekilen DTA eğrideki kristalin pikleri diğer DTA çekme hızlarındaki kristalin pik alanlarından daha geniş olmasıdır. Çünkü bu oaly literatürde bahsedilen DTA çekme hızlarıyla ile ilgili bilgiyle çelişmektedir. Çünkü Literatürde artan DTA çekme hızlarıyla pik alanlarının ya artması ya azalması yada değişmesi gerektiğini söylemektedir. Ama bu çalışmada 5^oC/dak çekm hızından sonra ki çekme hızı olan 10^oC/dak.çekme hızında pik alanı artmış ama daha sonraki çekme hızı olan 15^oC/dak..tekrar pik alanının azaldığı görülmektedir. Bu olay üç cam numunesi konsantrasyonunda da aynı sonucu vermektedir. Belki bu alışılmamış durumdan dolayı avrami katsayısı hesaplanıldığında beklenen sonucun çok üzerinde avrami (n) sabiti bulunmuştur. Çalışmada avrami sabiti ortalama 7 civarında çıkmıştır ve buna karşılık literatürde bir k değeri (kristallenme katsayısı) bulunmamaktadır. Bundan dolayı da DTA amaçlanan aktivasyon enerjisinin hesaplanması yapılamamıştır. Bu hesap SEM çalışması ile Dta eğrilerinde görülen ikinci pikin SEM fotoğraflarından yüzeysel kristaller olduğu görülmüş ve Sittinger denkleminde gerekli değerler girilip aktivasyon enerjisi 219,996 kJoule/mol bulunmuştur.

SEM fotoğraflarından 490^oC' deki kristallerin tane boyutu 4-5 μm bu tanelerin enleri ise 0,55-0,65 μm. hesaplanılmıştır. Bu tanelerin boyutlarının ufak olması bizim kristallenme için gerekli süreyi iyi ayarlayamadığımız görülmektedir. Çünkü kristaller çekirlenme olayından sonra yeterince kristal büyümesi göstermemiştir. Bundan dolayı da diğer cam bileşenlerinde kristallenme görülememiştir. Çünkü yeterli tavlama süresi

verilememiş ve kristaller bu yüzden çok ufak tane boyutlarında oluşmuş ve biz bu küçük tane boyutlu kristalleri SEM fotoğraflarında göremedik. Bir daha ki çalışmalarda tavlaama bekleme süresinin 10 dakikadan daha fazla tutulması bu konu da önerilebilir.

10^oC/dak. ısıtma hızıyla 395^0C ye kadar ısıtılan %85 mol TeO_2 + %5 mol CdO cam numunesina ait X-ışınları difraksiyon paterni burada ki en şiddetli üç pik paratellürit (α-TeO_2) tamamen uyumlu olduğu görülmektedir. Paratellüritin latis parametreleri a=0,481 ve c=0,761 olup, tetragonasistemde kristallenmektedir. Diğer uymayan pikler ise yeni yarı kararlı TeO_2 fazının değerleri ile uyumludur. Bu yarı kararlı TeO_2 fazı ilk olarak S. Blanchadin ve grubu tarafından belirlendi ve γ-TeO_2 olarak adlandırldı. 490^oC' deki XRD sonuçları ise paratellürit ile uyumlu pikleri göstermektedir.

Ayrıca yapılan optik ölçümlerden cam numularinin optik bant aralığı ve eşik enerjiside belirlenmiştir. Burada ki sonuçlarda göze çarpan noktalardan biri bu camın mavi ışıkta kullanılamıyacağıdır. Çünkü absorpsiyon spektrumlarında mavi ışık bölgesinde şiddetli piklerin olduğu görülmektedir. Optik ölçümler de optik bant aralığı 3,05- 2,9 eV. arasında eşik enerjisi de 0,2-0,33 eV olarak hesaplanılmıştır. Bu sonuçların farklılıklar apsorsiyon spekturum eğrilerinin optimum olarak piklerinin giderilmemesinden kaynaklanılmıştır.

KAYNAKLAR

[1] El Sahifi Optical absorption and infrared studies of some glasses. J. Mat. Sci. 1996,32,5182-5189

[2] Nargeno, Y. Takedo H. Effect of modifier ions on fluolorasance absobtion of Eu. J. Non. Crys. Solids. 1994,196,288-294.

[3] Nargeno, Y. Takedo H. Correlation between radiative transition probalities of Nd. J. Am. Ser. Soc. 1993,76(12),3081-3086

[4] Stanford J.E. Tellurit glasses. Nature,1952,196,581-582

[5] Wang,J.S. Vogel E. M. And Sbitzer E. Tellürit glasses.Opt.Mater. 1994,3,187-203.

[6] Kim S. H. Yoko T., Nonlinear optical properties of tellürit glasses, J. Am. Ser. SOC. 1995,78,1061-1065

[7] Burger H. Vogel W. IR tranmition and properties of glasses in the tellurid okside. İnfared Phy. 1995,7,395-401.

[8] Tanaka K Yoko T. Structure and ionic conductivity of $LiCl_2$-TeO_2 glasses. J. Non. Cryz. Solids. 1994,196,288-298.

[9]Skavata F. Satava V. Kinetics data from Dta measurents. J. Thermal Anal. 1970,15,137-140.

[10] Brady G. W. Xray study of tellurium oxide glasses. J. Chem. Phys.1956,24,300-303

[11] Brady G. W. Structure of tellurium oxide glasses. J. Chem. Phys. 1957,27,405-410.

[12] Nishida T. Yamada M. İde H. Correlation between the structure and glsses transion temperature. J. Mater. Sci. 1990,25,3546-3550.

[13] Sakida S. Hyawaka S. And Yoko T. Te NMR study of M_2O-TeO_2 glasses. J. Non Crys. Solids. 1999,243,13-25.

[14] Öveçoğlu L.M. Özen G. Genç A. Thermal and optical properties of Tm doped Tellurium glasses. Spec. Acta. 2000,21,1654-1660.

[15] Rawson H. Properties and application of glass Elsevier. 1,2, 1980

[16] Y. Himel, A.Osaka, T. Nanba, Y.Nıura,J. Non Crys. Solids,177,164-169,1994

[17]Y. Dimitriev, Chimica Chronica, New series,23,361-366,1994

[18] E. Kim T. Yoko, J. Am.Cer.Soc. 78(4),1061-1064,1995

[[19] M. Imakoa, T. Yamazaki.J. Cer. Soc. Jpn.76,160,1968

[20] S. H. Kım. T. Yoko J. Am Cer Soc. 36,217,1982.

[21] G. Özen J-P Denis, M. Genotella. J. Phys. Con. Mat. 7,1995,4325-4329.

[22] J.C. Michel , D. Morin and F. Auzel, Rev. Pyh. App. 13,859,1978

[23] J.E. Stanworth , Nature 169,581,1952

[24] T. Danias , Thermal Analyses, Kogan Page Limited, İsbn 850380340,1973

[25] H.E. Kissinger, Reaction Kin. İN. Thermal Anal Chem, 291702,1957

[26] K. Matusita, S. Sakka, Y. Matsiu Determination Act. For Kri. Growth by DTA, C. Matter . Sci. 10,961-966,1975

[27] Avromi M. Tellurite Glasses (1940) J. Chem Physics. 8, 212

[28] Kissinger H.E Variation Of Peak Temperature With Heating Rate DTA 1956, C.Rest Not. Bur. Stand. 57 217-221

[29] T. Osawa, Kinetix of Non İzhothermal Crystalization 12.150,158,1971

[30] A. Kaminski, Crystalian Lazer

[31] Kisssinger H.E Reaction Kinetix İn DTA, anal.Chem. 1957 29-1702-1706

[33] N. Ay ,E .Erkmen, H.Ayman, XRD And XRF Teori ve Uygulama Seminer Notları 1996 24, 33

[34] Yakhkind , A. K, Tellurite Glasses J.Am. Ceram . Soc. 1966 49(12) 670-675

[35] IN Levini Physical Chemistry, ISBN :0-07-037-528-3, 1995

[36] Safonov V.V Ovcharenko , N.V Bayandin . d.v İnteraction And the properties of glasses.

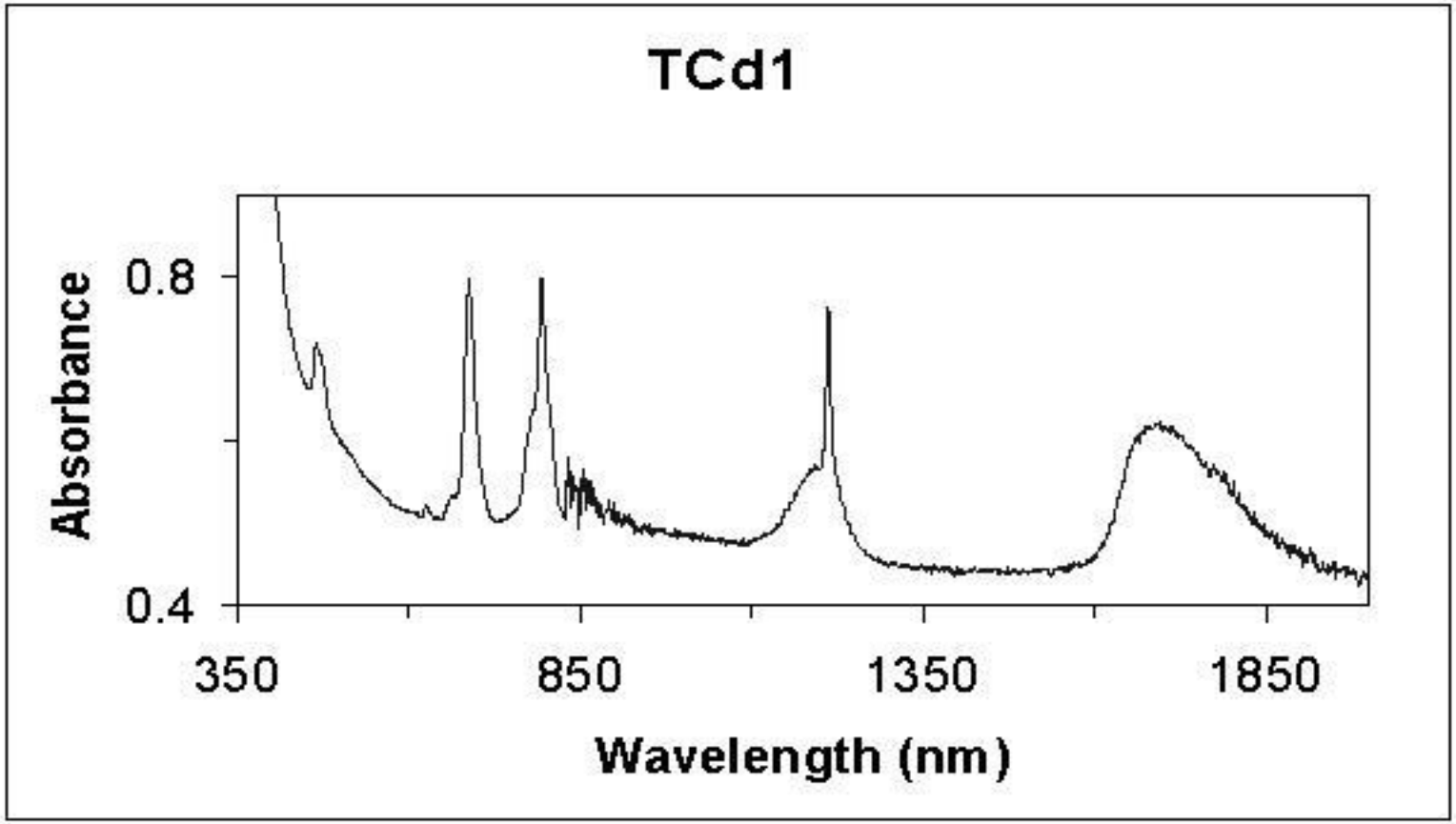
[37] Singh.R Glass transition temperature and the structure of $TeO_2 – F_2 O_3$ Glasses C.Phys. D. Appl. Phys . 1987,548,551

[38] Ford , N. And Holland , D. Optical and physical properties of glasses in teh systems. GeO_2- $Bi_2 O_3$ –Pbo and TeO_2 –$Bi_2 0_3$-WO_2 Glasses 1987,28 (2), 106-113

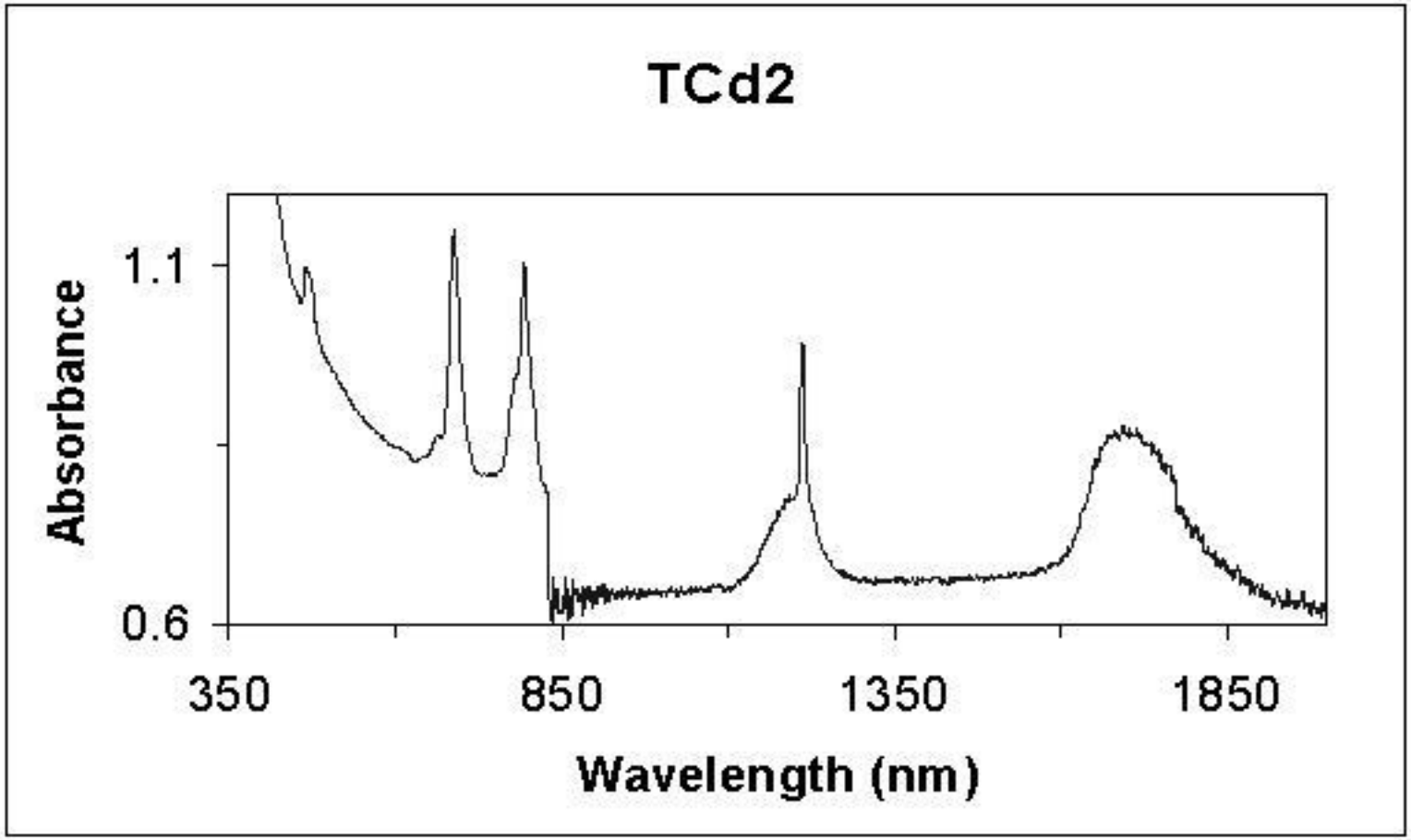
[39] www.aldrich.com

[40] Özen Gönül Ders Notları.

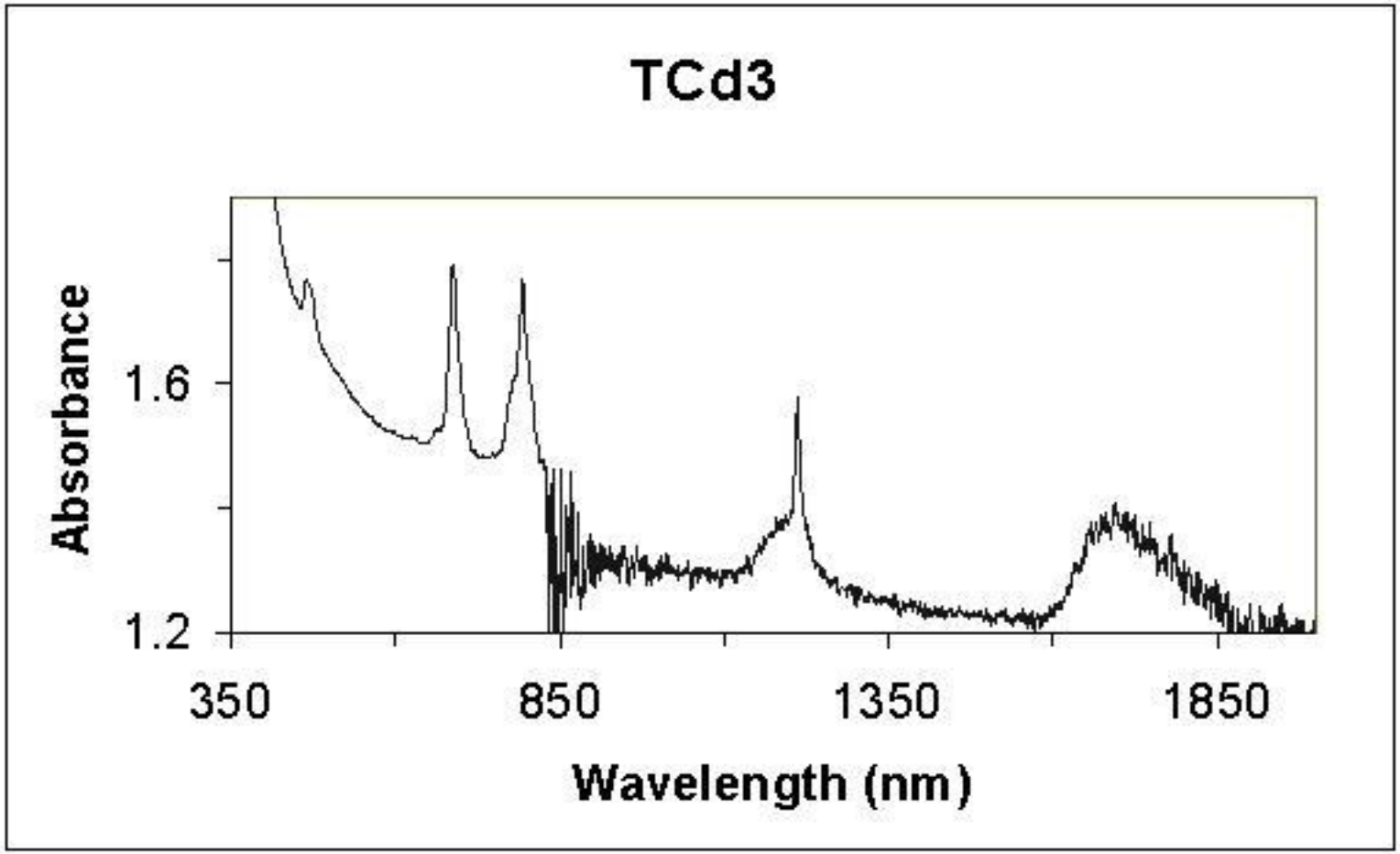
[41] Kim Hg Komatsu T. Shioya Transparent tellurite based Glass-ceramics with second harmonic generation.



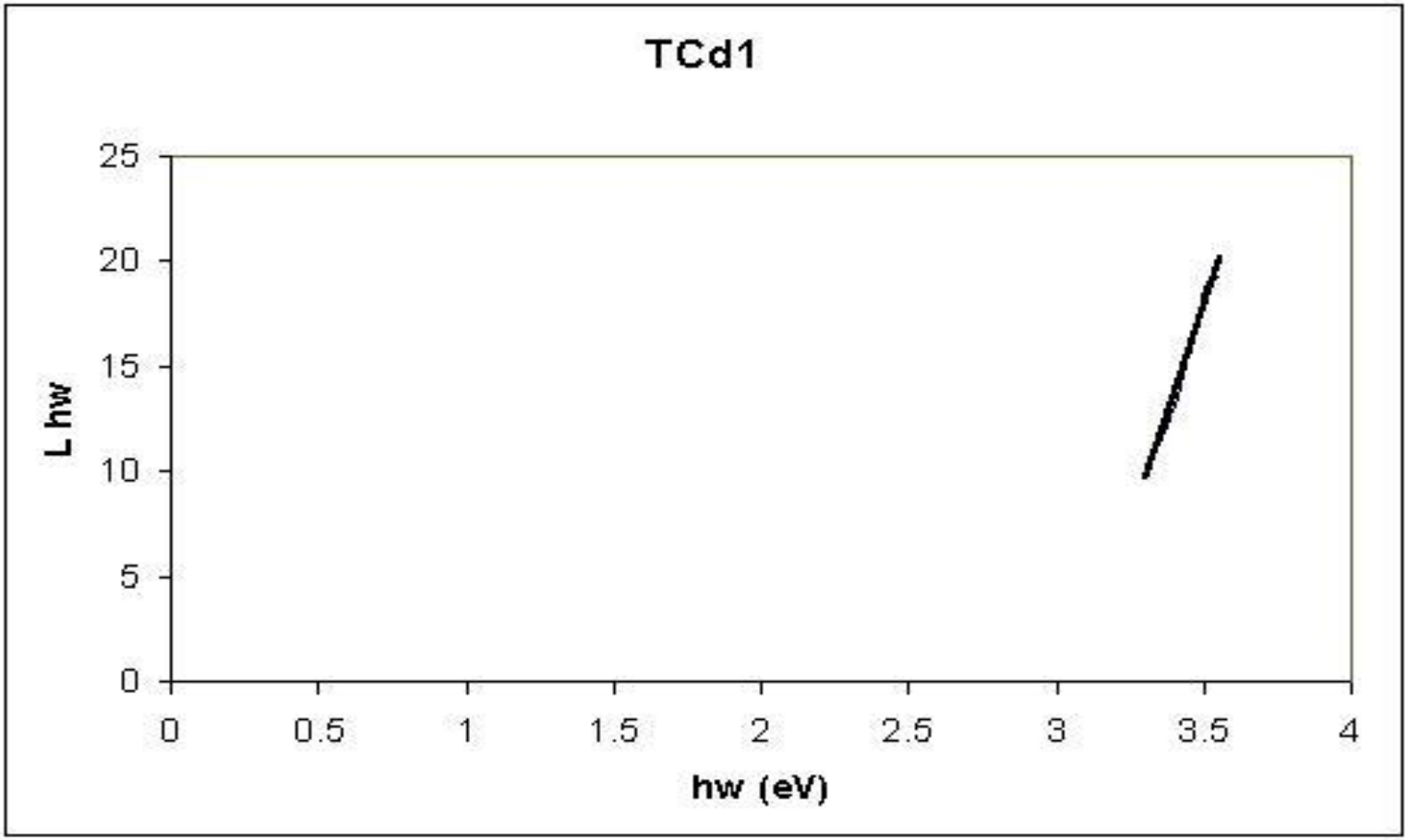
Ek 1.1. %1 Er^{+3} iyonu katkılı %70 mol TeO_2 + %30 mol $CdCl_2$ bileşenli cam numunesinin oda sıcaklığındaki apsorpsiyon spektrometresi.



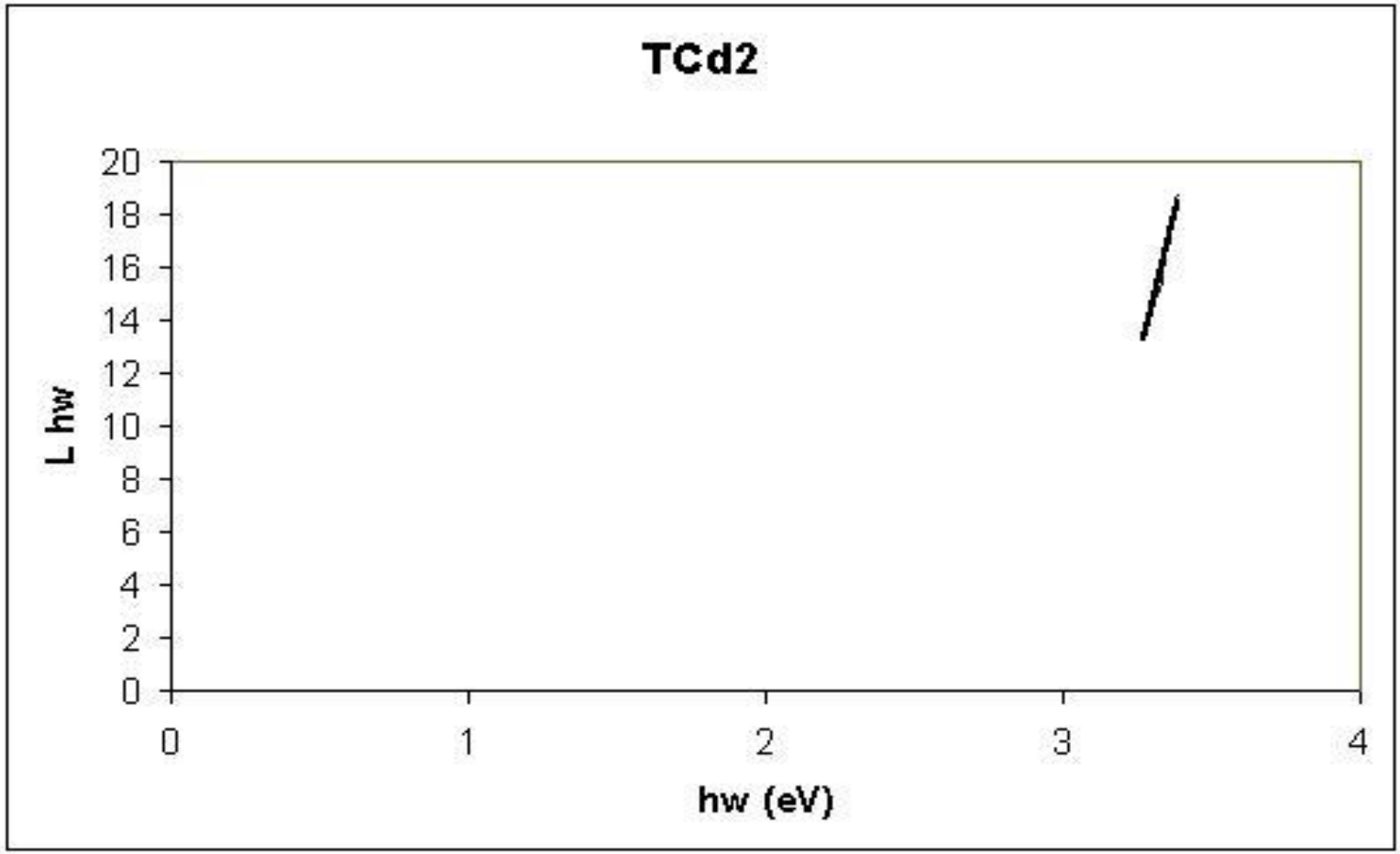
Ek 1.2. %1 Er^{+3} iyonu katkılı %85 mol TeO_2 + %15 mol CdO bileşenli cam numunesinin oda sıcaklığındaki apsorpsiyon spektrometresi.



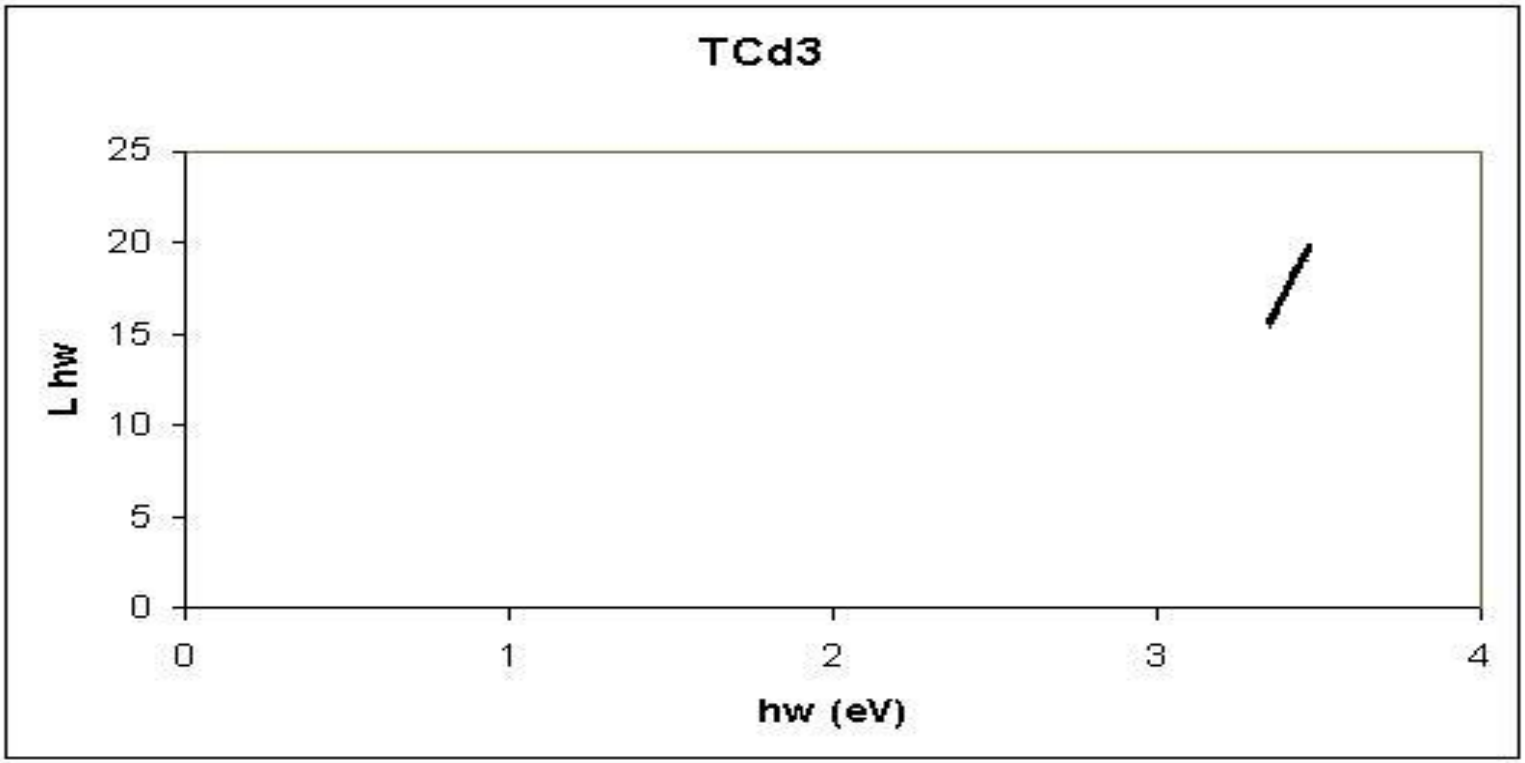
Ek 1.3. %1 Er^{+3} iyonu katkılı %75 mol TeO_2 + %25 mol $CdCl_2$ bileşenli cam numunesinin oda sıcaklığındaki apsorpsiyon spektrometresi.



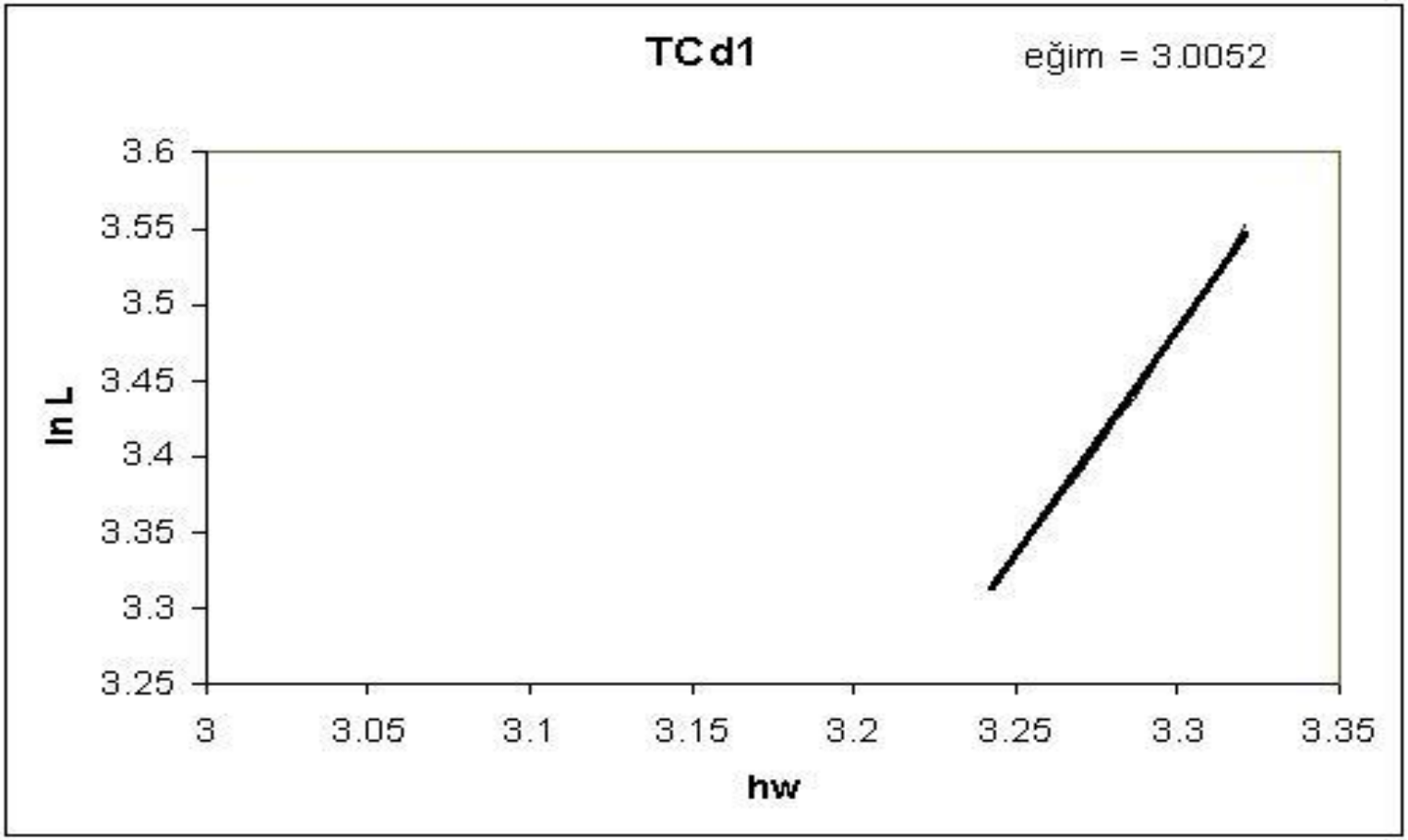
Ek 1.4. %1 Er^{+3} iyonu katkılı %70 mol TeO_2 + %30 mol $CdCl_2$ bileşenli cam numunesinin oda sıcaklığındaki optik absorpsiyon bant aralığı.



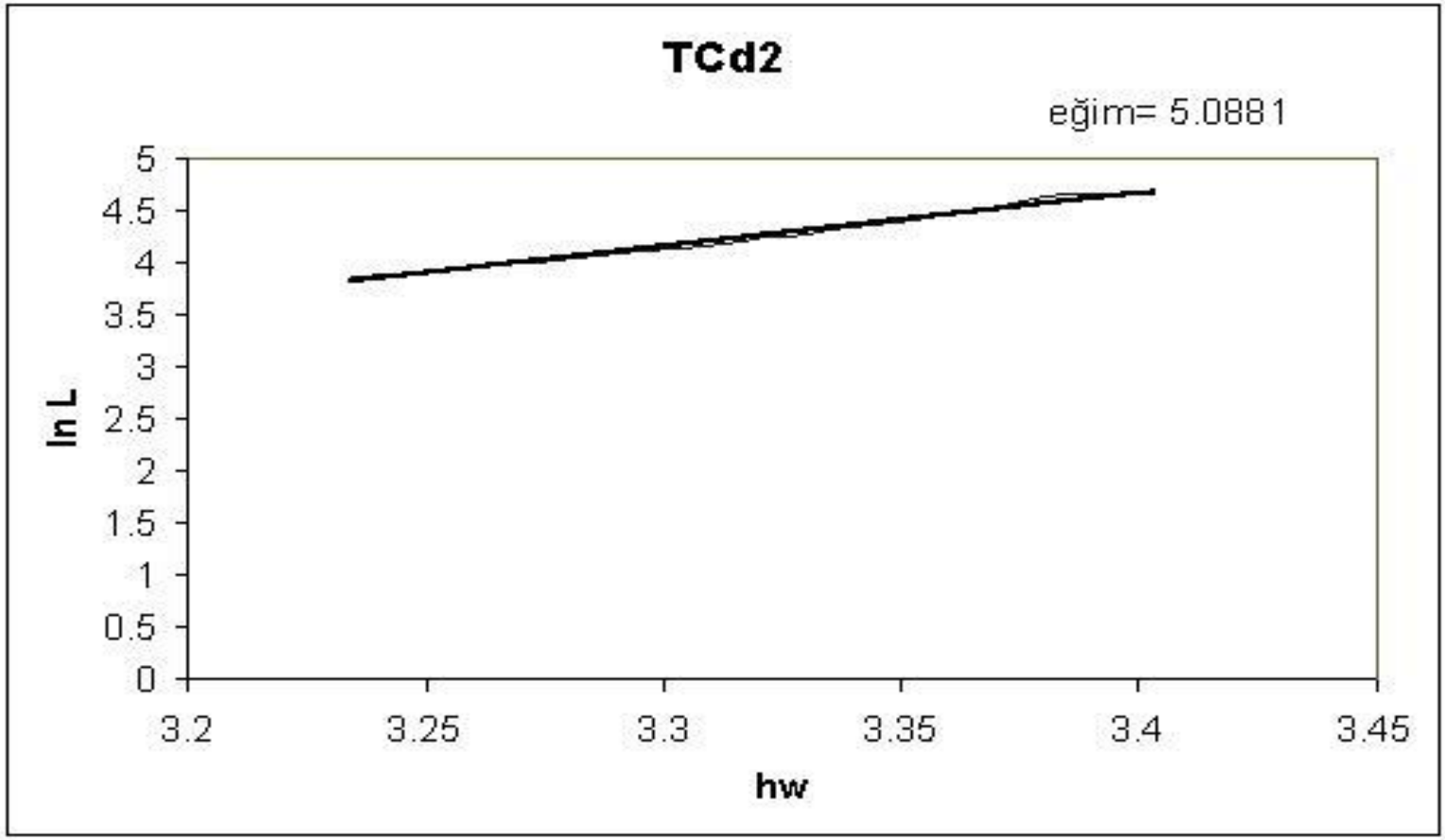
Ek 1.5. %1 Er^{+3} iyonu katkılı %75 mol TeO_2 + %25 mol $CdCl_2$ bileşenli cam numunesinin oda sıcaklığındaki optik absorpsiyon bant aralığı.



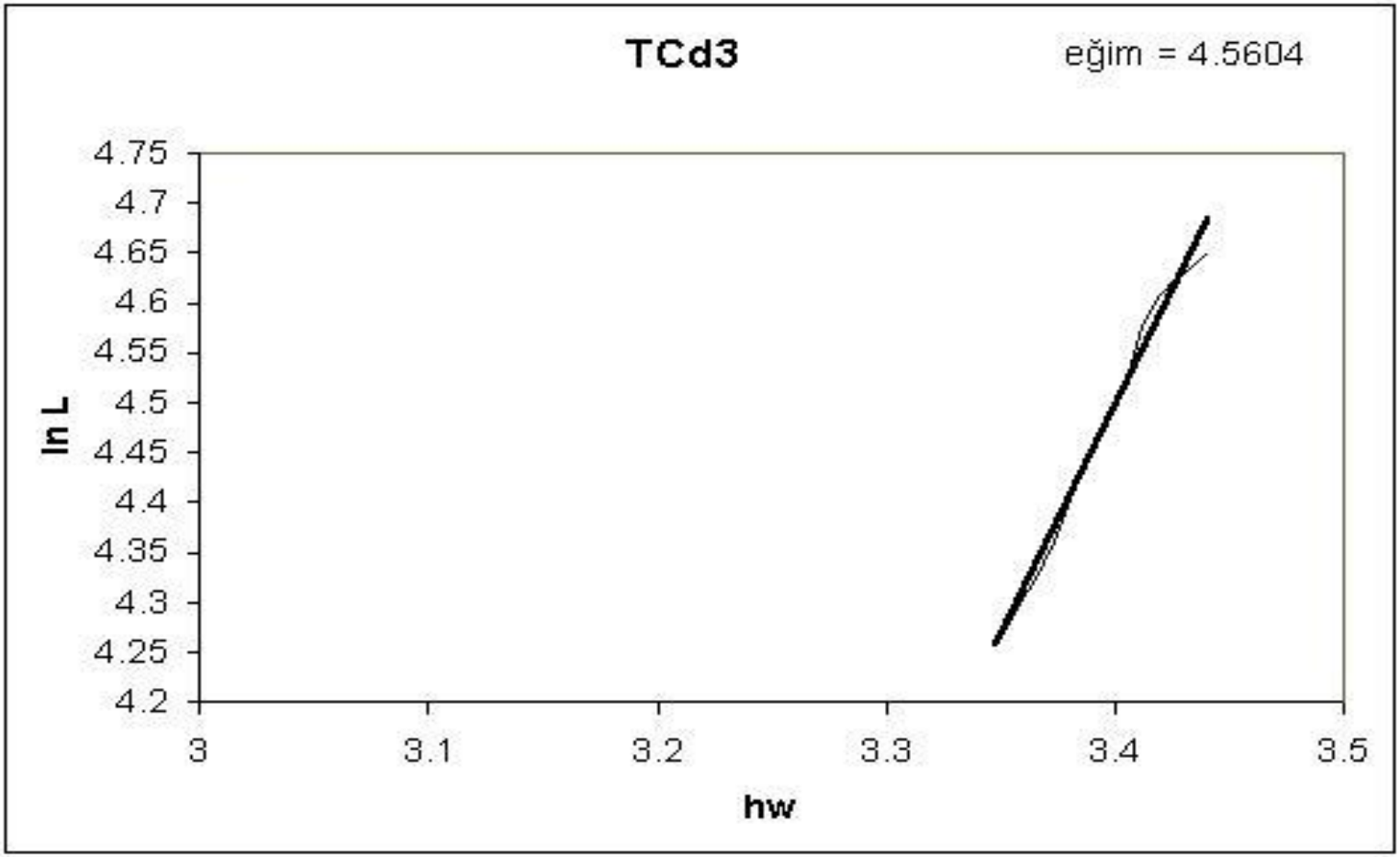
Ek 1.6. %1 Er^{+3} iyonu katkılı %85 mol TeO_2 + %15 mol $CdCl_2$ bileşenli cam numunesinin oda sıcaklığındaki optik absorpsiyon bant aralığı.



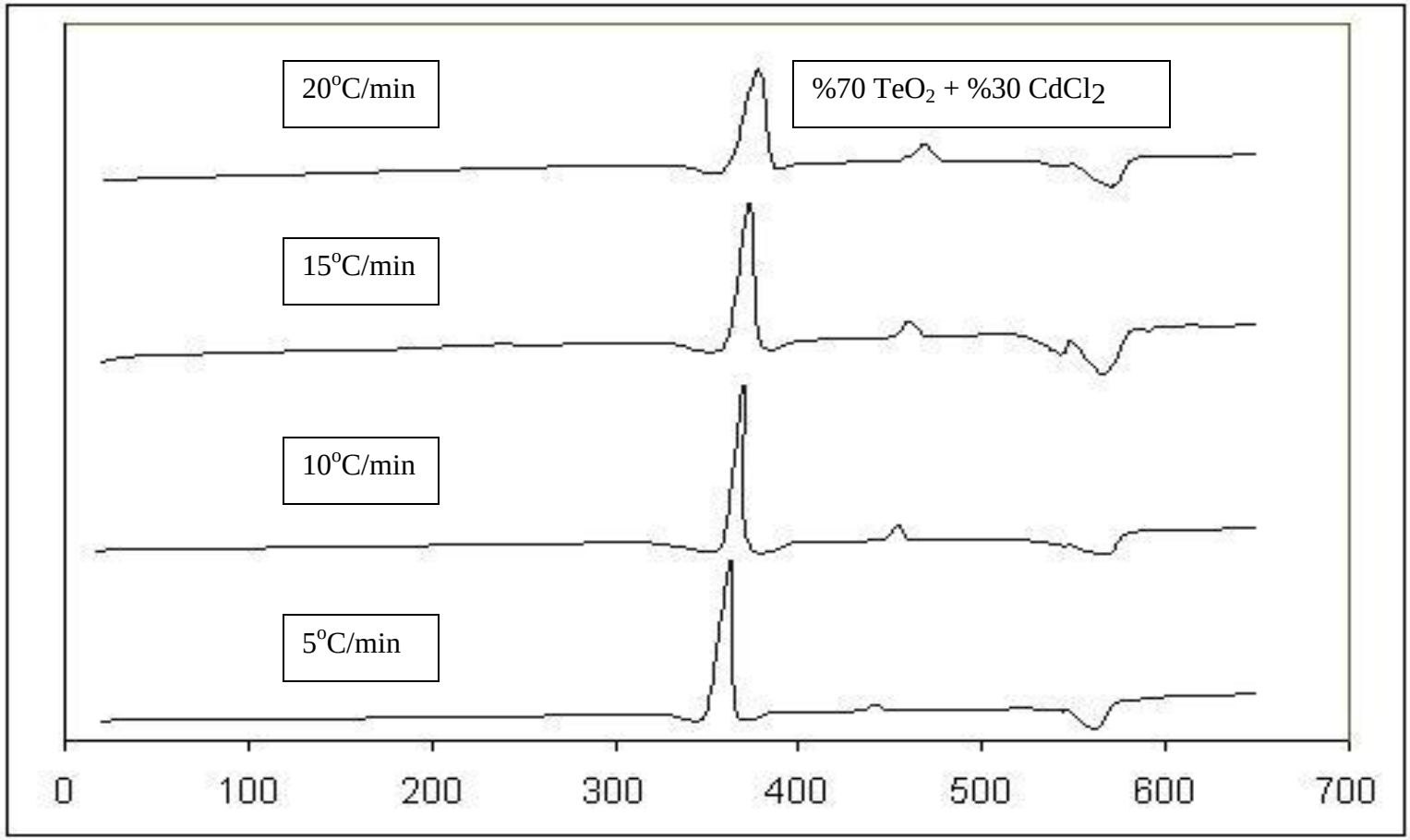
Ek 1.7. %1 Er^{+3} iyonu katkılı %75 mol TeO_2 + %25 mol $CdCl_2$ bileşenli cam numunesinin oda sıcaklığındaki Urbach Yasasına göre Eşik enerjisinin hesaplanması



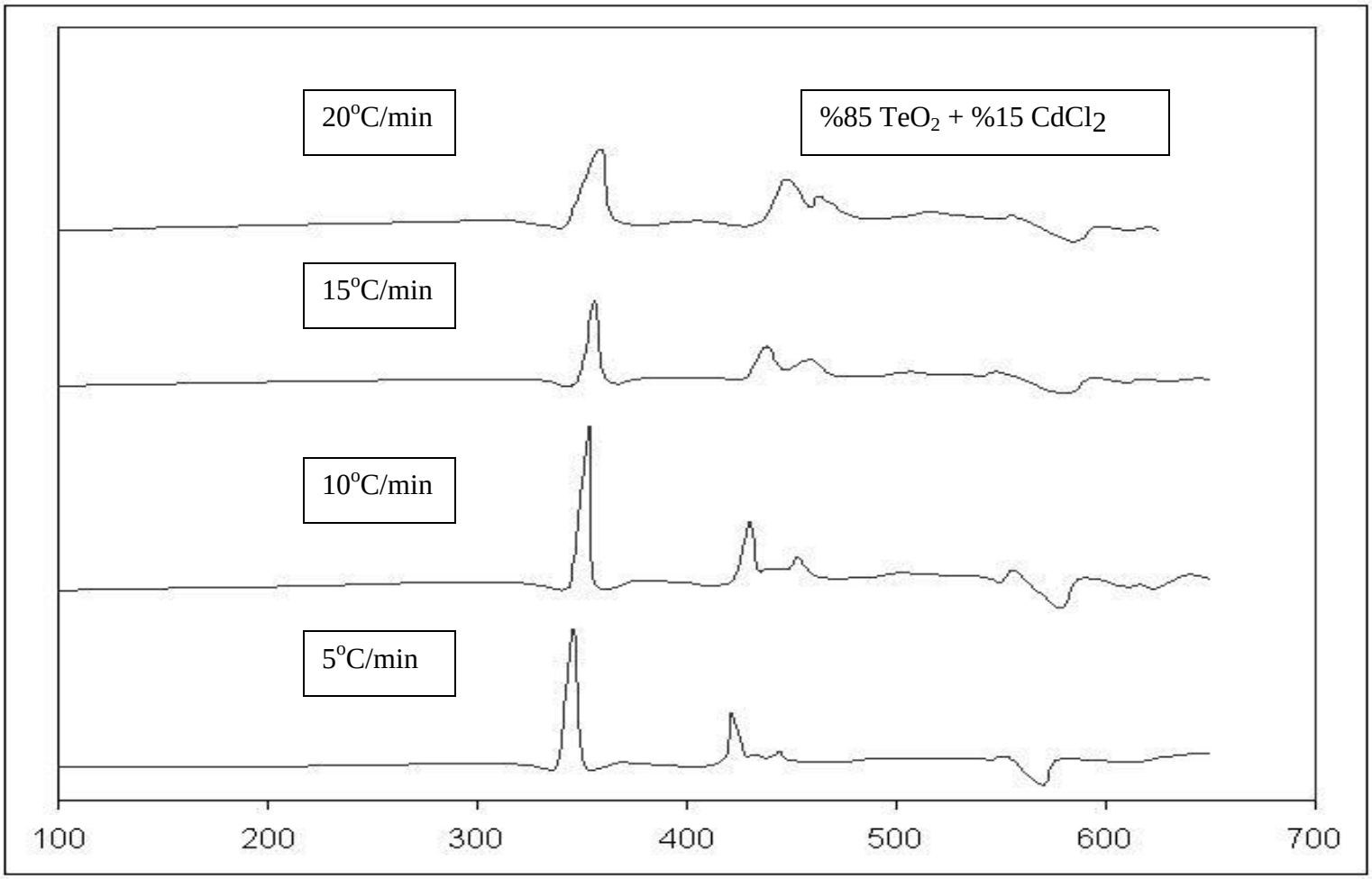
Ek 1.8. %1 Er^{+3} iyonu katkılı %85 mol TeO_2 + %15 mol $CdCl_2$ bileşenli cam numunesinin oda sıcaklığındaki Urbach Yasasına göre Eşik enerjisinin hesaplanması.



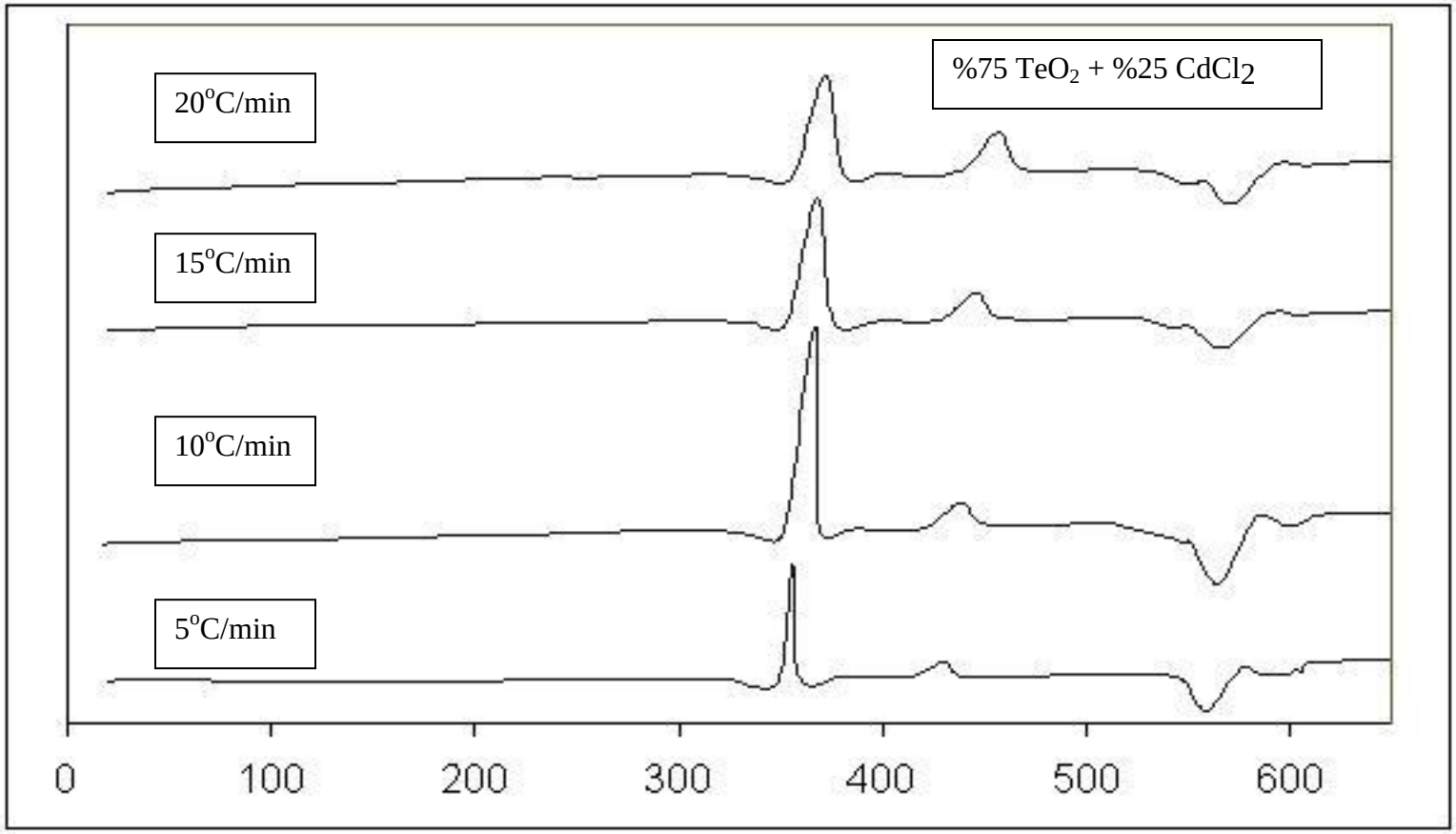
Ek 1.9. %1 Er^{+3} iyonu katkılı %75 mol TeO_2 + %25 mol $CdCl_2$ bileşenli cam numunesinin oda sıcaklığındaki Urbach Yasasına göre Eşik enerjisinin hesaplanması.



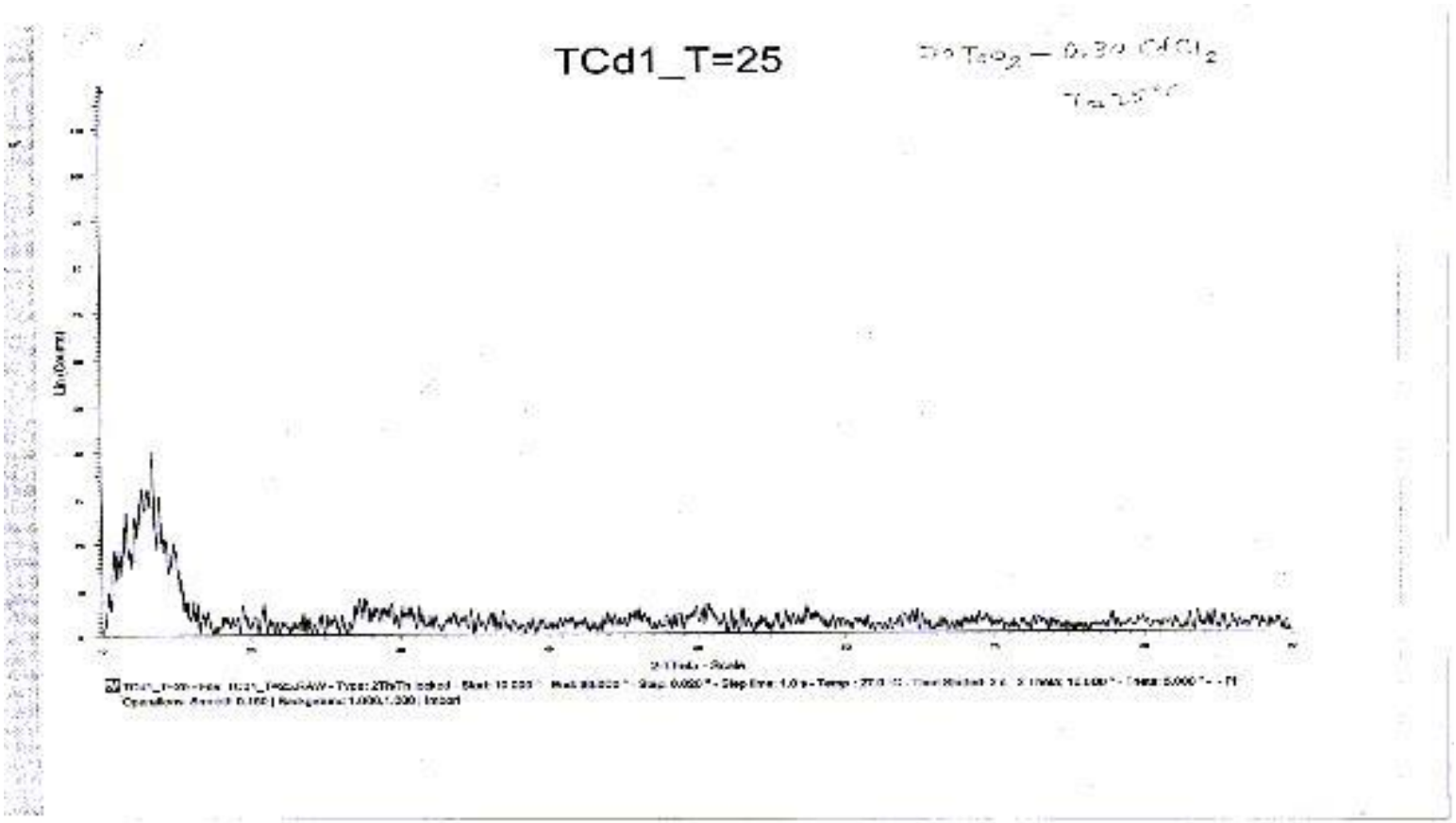
Ek 1.10. %70 mol TeO_2 + %30 mol $CdCl_2$ bileşenli cam numunesinin diferansiyel termal analizi.



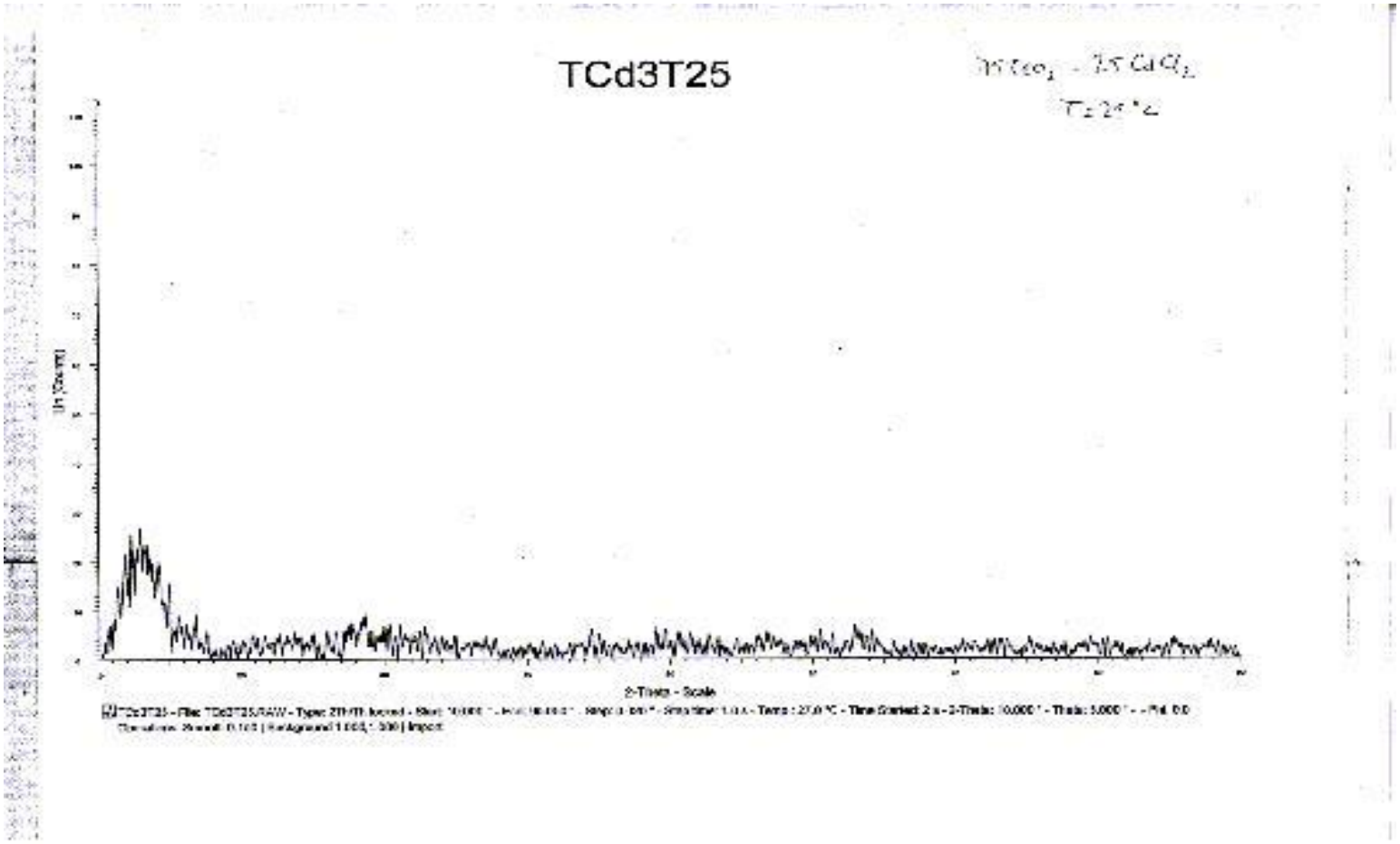
Ek 1.11. %85 mol TeO_2 + %15 mol $CdCl_2$ bileşenli cam numunesinin diferansiyel termal analizi



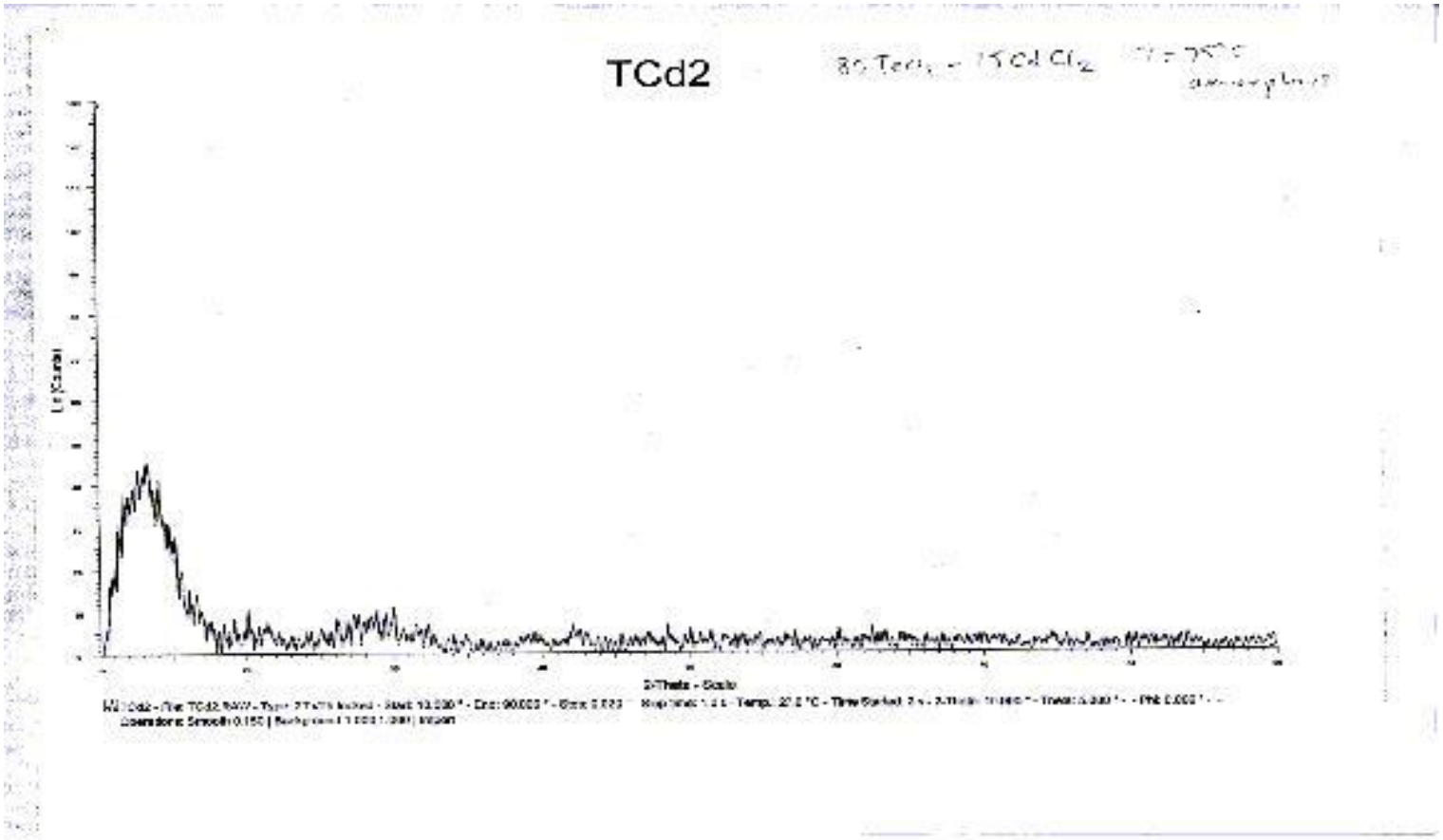
Ek 1.12. %75 mol TeO_2 + %25 mol $CdCl_2$ bileşenli cam numunesinin diferansiyel termal analizi.



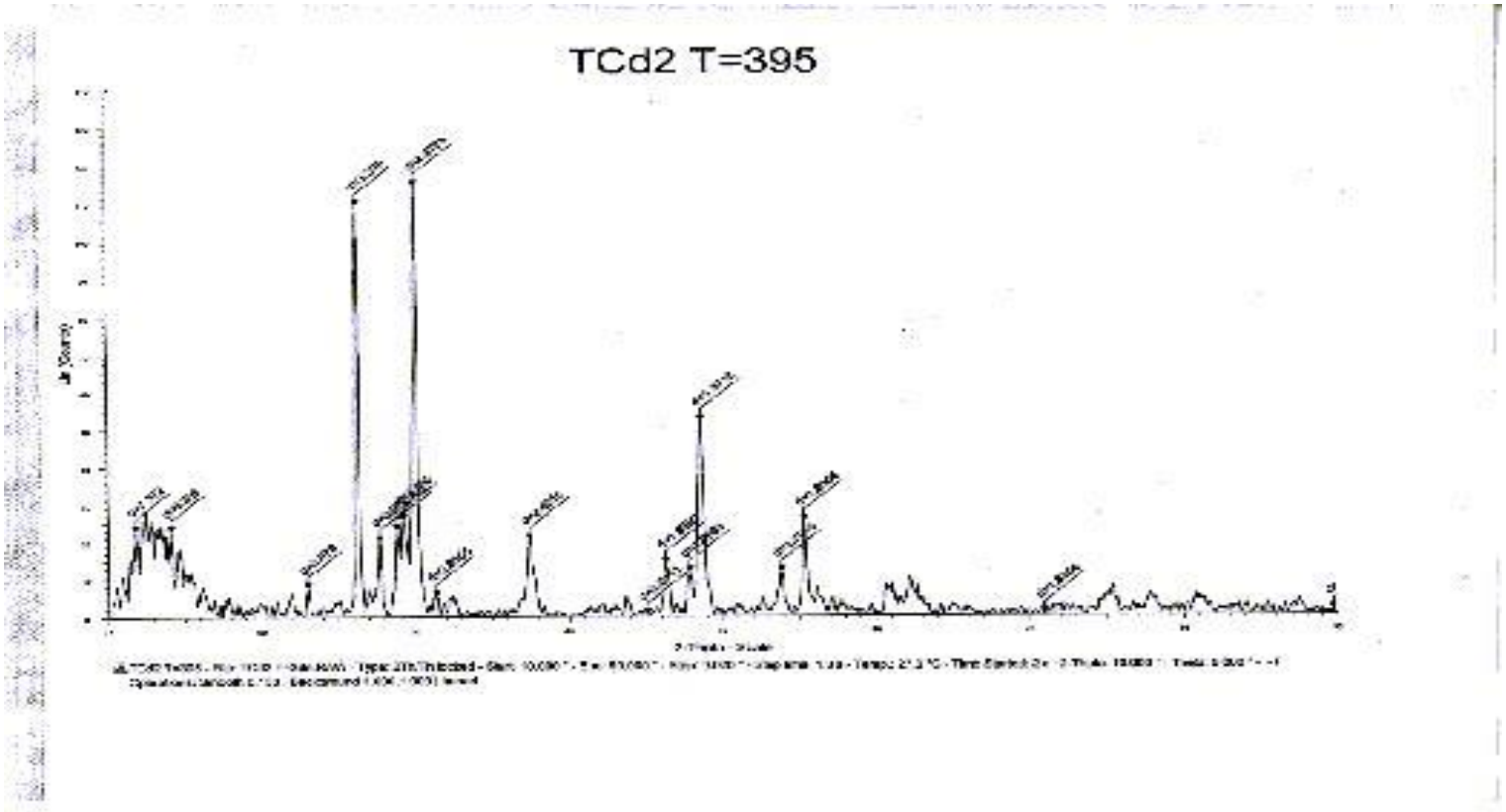
Ek 1.13. %70 mol TeO_2 + %30 mol $CdCl_2$ bileşenli camın x-ışınları difaraksiyon paterni.



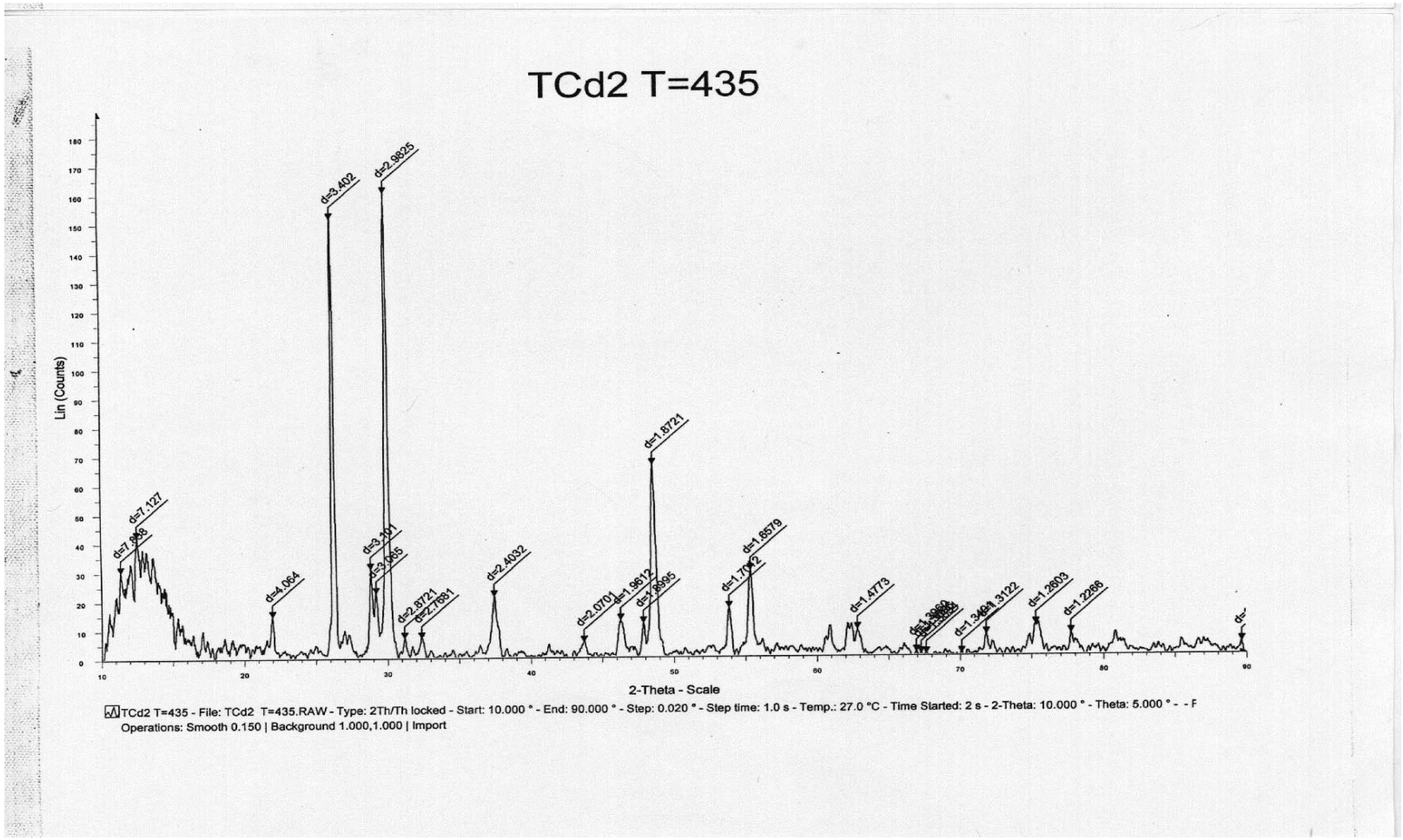
Ek 1.14. %75 mol TeO_2 + %25 mol $CdCl_2$ bileşenli camın x-ışınları difaraksiyon paterni.



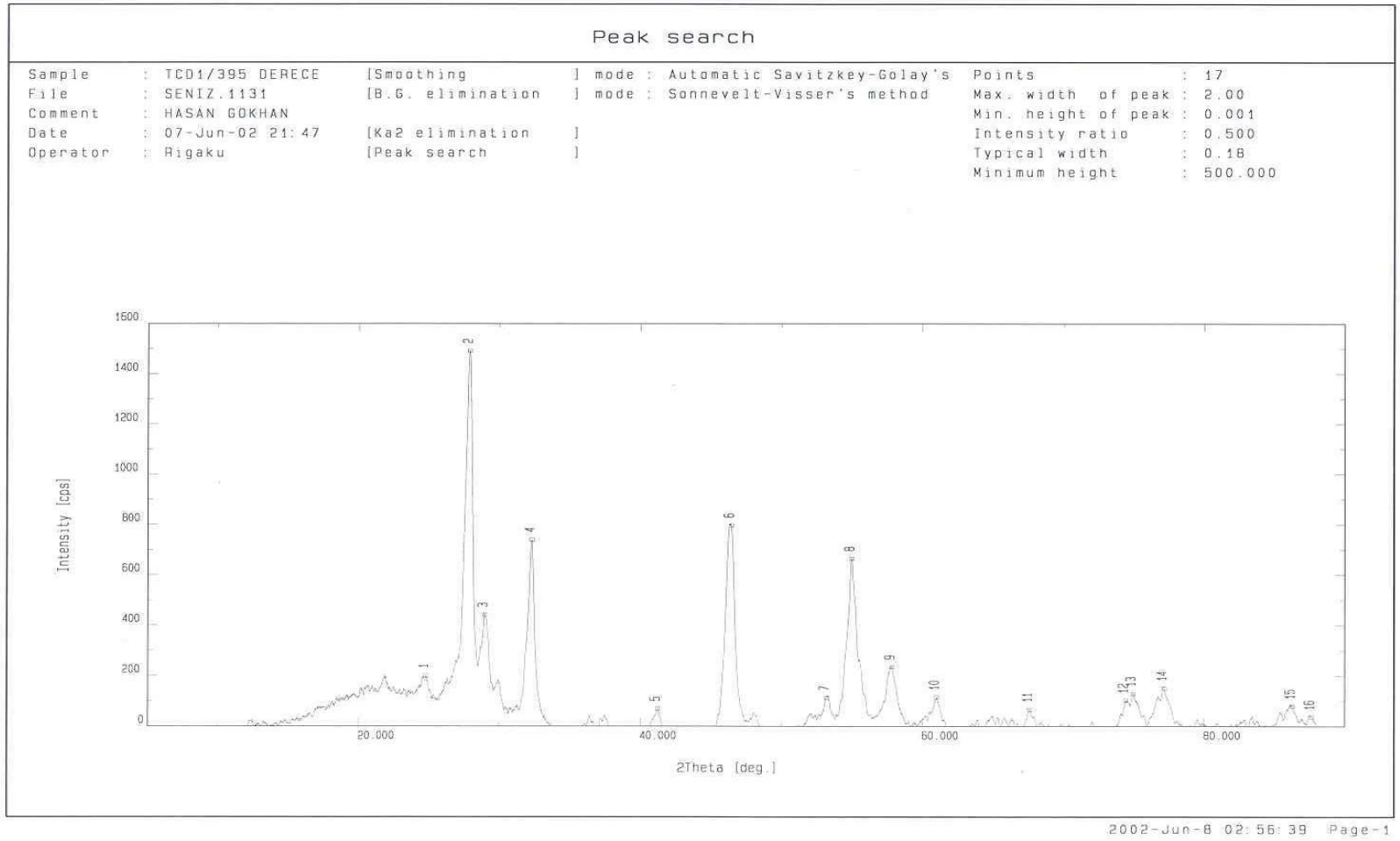
Ek 1.15. %85 mol TeO_2 + %15 mol $CdCl_2$ bileşenli camın x-ışınları difaraksiyon paterni.



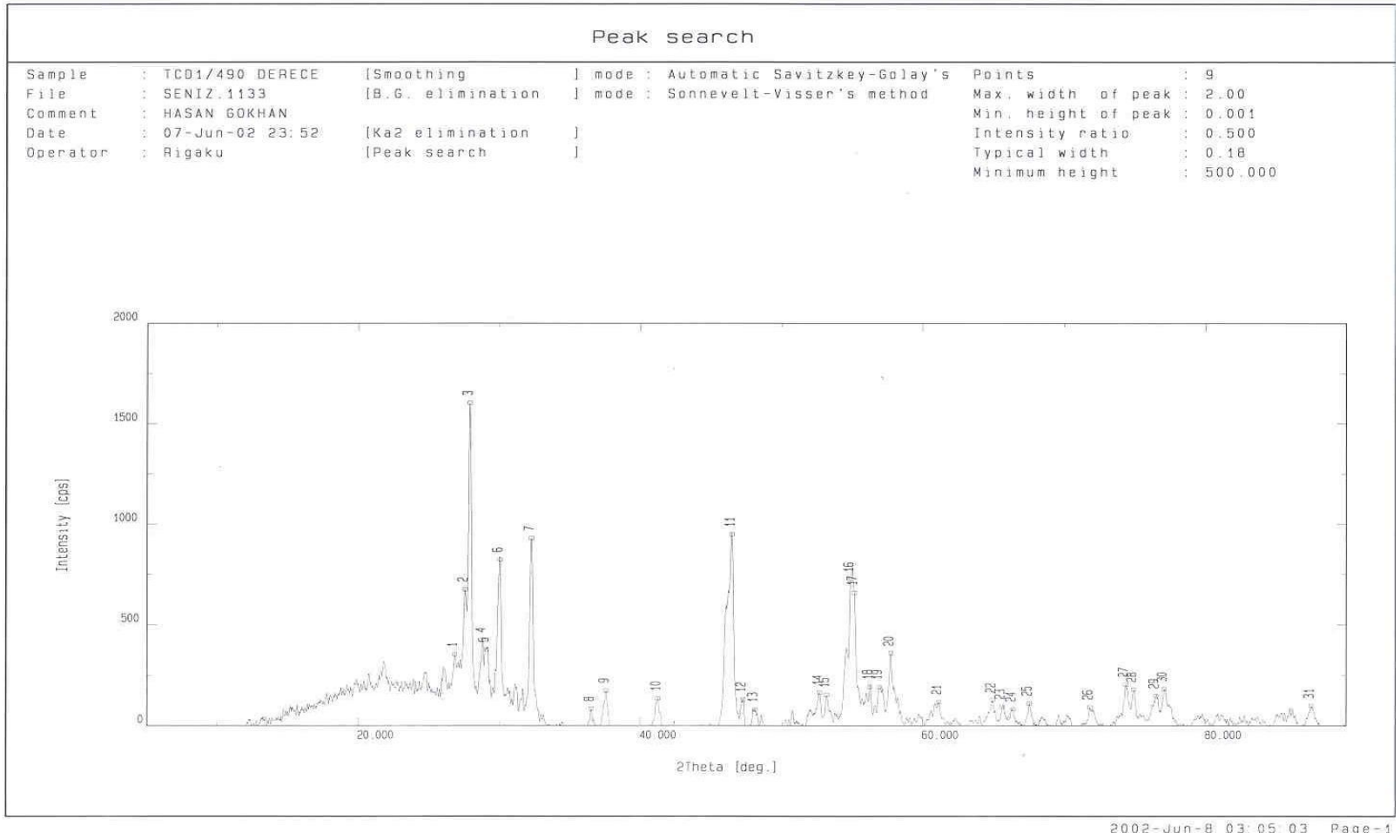
Ek 1.16. 395^{o}C' de 10^{o}C/dak.ısıtma hızıyla tavalnmış %85 mol TeO_2 + %15 mol $CdCl_2$ bileşenli camın x-ışınları difaraksiyon paterni.



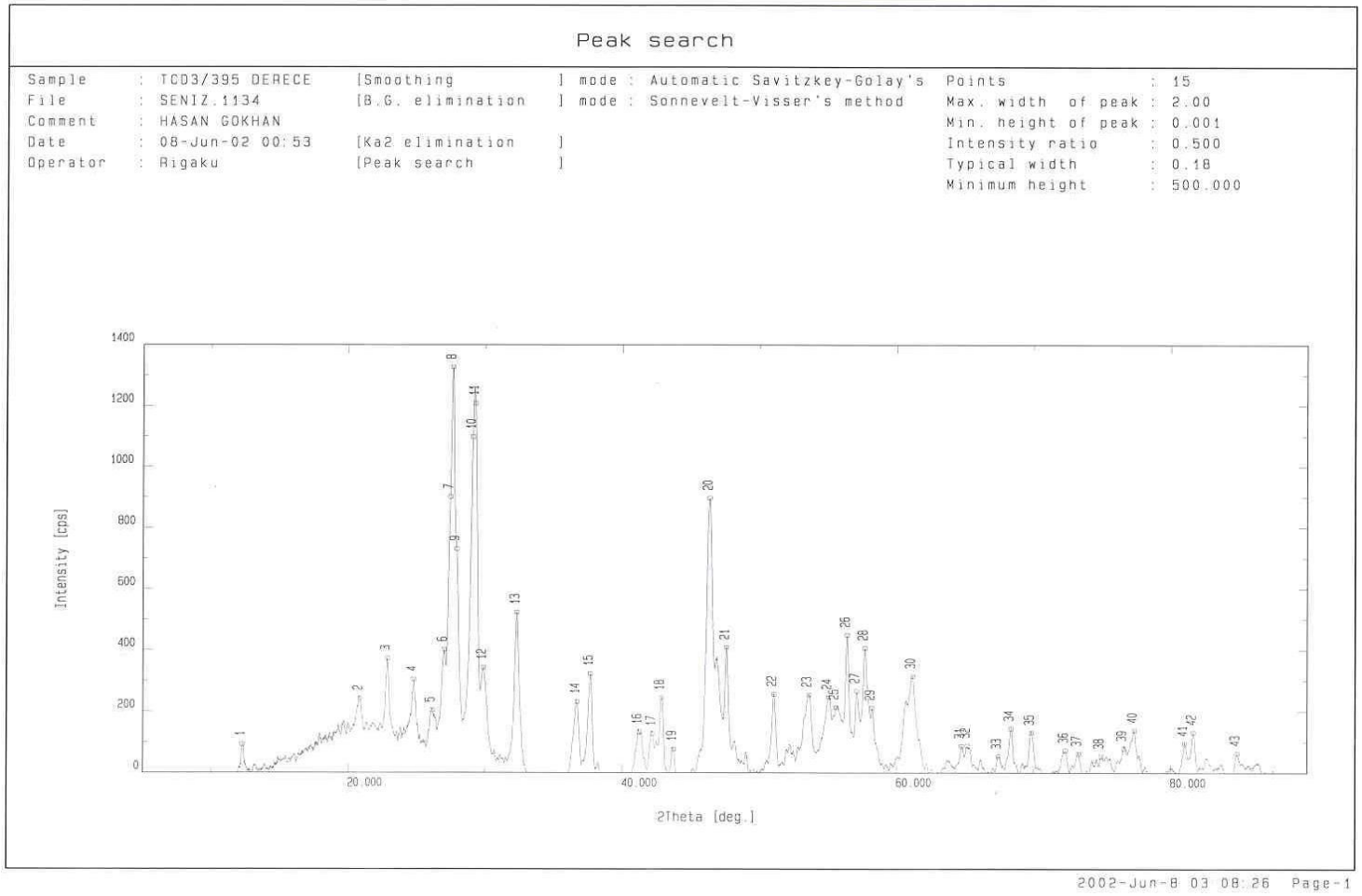
Ek 1.17. 435^{o}C' de 10^{o}C/dak.ısıtma hızıyla tavalnmış %85 mol TeO_2 + %15 mol $CdCl_2$ bileşenli camın x-ışınları difaraksiyon paterni.



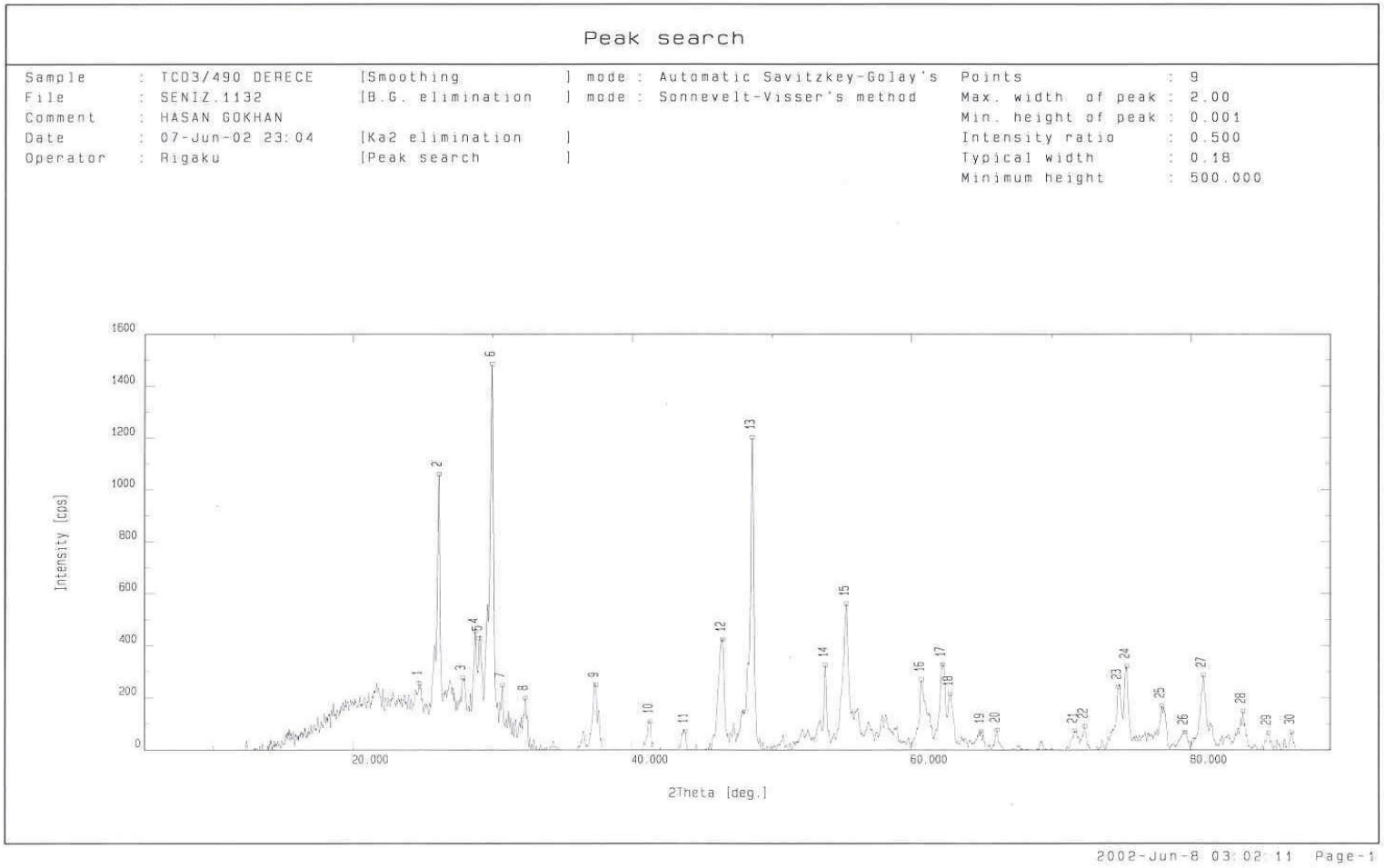
Ek 1.18. 395^{o}C' de 10^{o}C/dak.ısıtma hızıyla tavalnmış %70 mol TeO_2 + %30 mol $CdCl_2$ bileşenli camın x-ışınları difaraksiyon paterni.



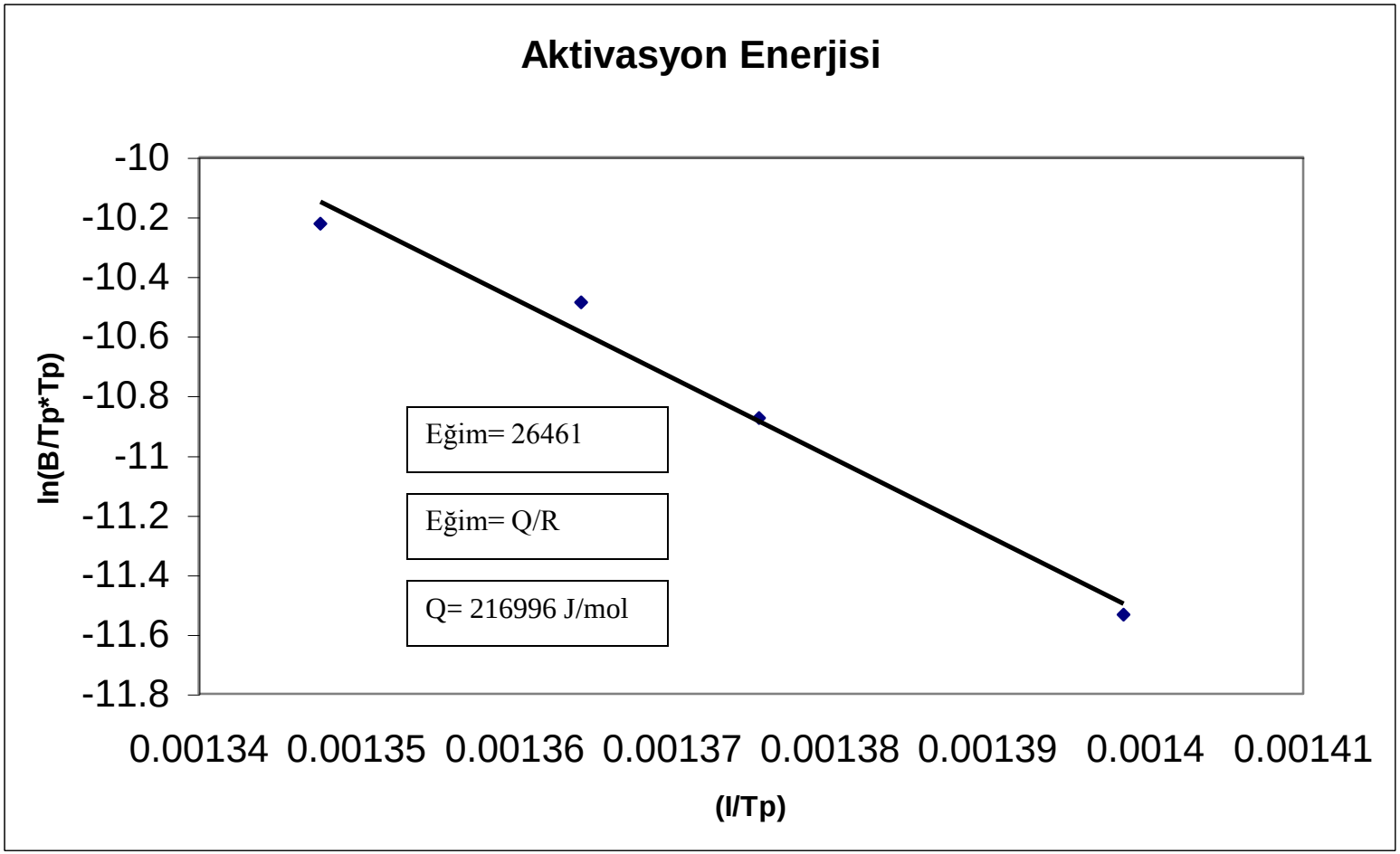
Ek 1.19. 490^{o}C' de 10^{o}C/dak.ısıtma hızıyla tavalnmış %70 mol TeO_2 + %30 mol $CdCl_2$ bileşenli camın x-ışınları difaraksiyon paterni.



Ek 1.20. 395^{o}C' de 10^{o}C/dak.ısıtma hızıyla tavalnmış %75 mol TeO_2 + %25 mol $CdCl_2$ bileşenli camın x-ışınları difaraksiyon paterni.



Ek 1.21. 490^{o}C' de 10^{o}C/dak.ısıtma hızıyla tavalnmış %75 mol TeO_2 + %25 mol $CdCl_2$ bileşenli camın x-ışınları difaraksiyon paterni.



Ek 1.22. 490^{o}C' de 10^{o}C/dakika ısıtma zıyla tavlanılmış %70 TeO_2 + %30 $CdCl_2$ camının aktivasyon enerjisinin belirlenmesi

ÖZGEÇMİŞ

1977 yılında Bandırma' da doğdum. Babamın asker olmasından dolayı anadolunun çeşitli yerlerde bulundum. İlkokula İzmir Ertuğrul Gazi İlkokulu' nda başladım. Burada 1 ve 2 sınıfları okudum. Daha sonra Malatya On İki Eylül İlkokuluna devam ettim ve bu okuldan mezun oldum. Daha sonra sıra ile Malatya Mehmet Akif Ersoy Ortaokulu' nu ve Bandırma Şehit Mehmet Gönenç Lisesi 1994 senesinde bitirdim. Üniversite sınavında Eskişehir Anadolu Üniversitesi Seramik Mühendisliğini 1994 senesinde kazandım ve 1999 yılında mezun oldum. 1999 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi Metalurji Malzeme Bölümünde Seramik Programında Yüksek Lisans Programına kabul edildim. Bir sene ingilizce dil hazırlığı okudum ve hala aynı okulda Yüksek Lisans Programına devam etmekteyim.