

2095

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ * KİMYA - METALURJİ FAKÜLTESİ

**Al_2O_3 - BaO - CaO - SiO_2 DÖRTLÜ SİSTEMİNDE
KATI HALDE FAZ BAĞINTILARI**

**İ.T.Ü FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜNCE
"DOKTOR"**

Ünvanının verilmesi için kabul edilen tezdır.

Emine TOPÇU

Tezin Fen Bilimleri Ens. verildiği tarih : 21. 12. 1983
Tezin savunulduğu tarih : 23. 2. 1984

**Doktorayı Yöneten
Öğretim Üyesi**

: Prof. Dr. H. Erman TULGAR

Diğer Jüri Üyeleri

**: Doç. Dr. Ergin N. ÇAVUŞOĞLU
Doç. Dr. Feridun DİKEÇ**

ŞUBAT 1984

**T. C.
Yükseköğretim Kurulu
Dokümantasyon Merkezi**

İ Ç İ N D E K İ L E R

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	I
SUMMARY	1
1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
2. BUNDAN ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	3
2.1. İki Bileşenli Sistemler	3
2.1.1. Al_2O_3 -BaO İkili Denge Diyagramı	3
2.1.2. Al_2O_3 -CaO İkili Denge Diyagramı	5
2.1.3. Al_2O_3 - SiO_2 İkili Denge Diyagramı	9
2.1.4. BaO - CaO İkili Denge Diyagramı	13
2.1.5. BaO - SiO_2 İkili Denge Diyagramı	13
2.1.6. CaO - SiO_2 İkili Denge Diyagramı	16
2.2. Üç Bileşenli Sistemler	19
2.2.1. Al_2O_3 -BaO-CaO Üçlü Denge Diyagramı	19
2.2.2. Al_2O_3 -BaO- SiO_2 Üçlü Denge Diyagramı	21
2.2.3. Al_2O_3 -CaO- SiO_2 Üçlü Denge Diyagramı	23
2.2.4. BaO-CaO- SiO_2 Üçlü Denge Diyagramı	28
2.3. Al_2O_3 -BaO-CaO- SiO_2 Dörtlü Sistemi	31
3. ARAŞTIRMADA KULLANILAN KİMYASAL MADDELER, AYGITLAR, DİĞER MALZEMELER VE UYGULANAN YÖNTEM	32
3.1. Deneyde Kullanılan Kimyasal Maddeler	32
3.1.1. Alüminyum Oksit (Al_2O_3)	32
3.1.2. Baryum Karbonat ($BaCO_3$)	33
3.1.3. Kalsiyum Karbonat ($CaCO_3$)	33
3.1.4. Silisyum Dioksit (SiO_2)	34
3.2. Araştırmada Kullanılan Aygıtlar, Numunelerin Hazırlanması ve Uygulanan Yöntem	35

	<u>Sayfa</u>
4. DENEYSSEL ÇALIŞMALAR, SONUÇLARI VE BUNLARIN İRDELENMESİ	39
4.1. Birinci Grup Deneyler, Sonuçları ve Bunların İrdelenmesi	40
4.2. İkinci Grup Deneyler, Sonuçları ve Bunların İrdelenmesi	54
5. GENEL SONUÇLAR	93
6. YARARLANILAN KAYNAKLAR	96
7. TEŞEKKÜR	
8. ÖZGEÇMİŞ	

Ö Z E T

Bu araştırmada $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{BaO} - \text{CaO} - \text{SiO}_2$ dörtlü sistemini oluşturan $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{CaO} - \text{SiO}_2$; $\text{BaO} - \text{CaO} - \text{SiO}_2$; $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{BaO} - \text{CaO}$ ve $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{BaO} - \text{SiO}_2$ üçlü sisteminin katı halde faz bağın-tıları incelenmiş olup, deneysel çalışmalar iki grup içinde yürütülmüştür.

Birinci grup deneysel çalışmalar içinde ikili denge diyagramları tek tek ele alınmış ve her bir sistemde varolan ara kimyasal bileşikler ayrı ayrı incelenmiştir.

İkinci grup deneysel çalışmalar içerisinde ise, üçlü denge diyagramları tek tek ele alınarak Alkemade doğru ve üçgenlerinin durumu saptanmıştır.

Araştırma konusu dörtlü sistemin Alkemade doğru ve üçgenlerinin saptanmasında Philips marka (PW 1140/90) X-ışınları difraktometresi kullanılmıştır. X-ışınları difraktometre cihazı, bakır hedef maddeli X-ışınları tübü ile 40 Kv-30 mA de çalıştırılmıştır.

II

Kristal yapıdaki kimyasal bileşiklerin X-ışınları difraktometresi ile incelenmesinde öngörülen ana prensip, her kristalin maddenin bir diğerinden farklı karakteristik bir diyagram vermesi esasına dayanır. İncelemesi yapılan numunenin birden fazla kimyasal bileşik içermesi halinde elde edilen X-ışınları diyagramında, her bir kimyasal bileşiği simgeleyen karakteristik çizgiler bulunacaktır.

Alkemade doğrularının birbirini kesmeyeceği ve gerçek bir Alkemade doğrusunda Alkemade doğrusunun köşelerini oluşturan kimyasal bileşiklerin karakteristik X-ışınları verilerinin, söz konusu Alkemade doğrusu üzerinde alınan herhangi bir alışımda var olması gerektiği hususları, araştırma boyunca göz önünde tutulmuştur. Gerçek olduğu varsayılan bir Alkemade üçgeninin içinde ise seçilen herhangi bir numunenin X-ışınları verilerinin, söz konusu Alkemade üçgeninin köşelerini oluşturan kimyasal bileşiklerin X-ışınları verilerinden ibaret olması gerekmektedir. Numunede başlangıç maddelerinin veya iki (Alkemade doğrusu) ve üçten (Alkemade üçgeni) fazla kimyasal bileşiğin X-ışınları verilerinin bulunması halinde, denge koşulları yerine getirilememiş demektir. Bu durumda numunenin yeniden öğütülerek farklı ısı işlemlere tabi tutulması gerekir.

Bu amaçla araştırma sırasında, 1200°C sıcaklığa kadar Heraeus marka KR-170 tipi, 1500°C sıcaklığa kadar Heraeus marka KS-120 tipi ve 1700°C sıcaklığa kadar Lindberg marka CF-IR tipi fırın kullanılmıştır.

Alkemade doğru ve üçgenlerinin saptanması amacıyla hazırlanan 400 den fazla numunede tartım hata oranı $\pm 0,01$ mertebesinde tutulmuştur.

III

Al_2O_3 , BaO (BaCO_3), CaO (CaCO_3) ve SiO_2 oranları hesaplanan ve tartımları yapılan numuneler, agat havan içerisinde öğütölüp karıştırılarak plâtin krözelerde ve atmosfer basıncı altında ısıtılma tabi tutulmuştur. Fırından çıkartılarak soğutulan herbir numune tekrar öğütölümüş ve daha önce saptanan ergime sıcaklığının 50 ilâ 100°C altındaki bir sıcaklıkta yeniden bir ısıtılma tabi tutulmuştur. Denge koşullarının sağlanabilmesi amaciyle farklı sıcaklıklarda ısıtılma tabi tutulan numuneler, değişik zaman aralıklarında fırından çıkartılarak öğütölümüş ve yeniden fırına verilmiştir. Reaksiyon tamamlanıncaya kadar sürdürülen bu işlemlerden sonra, numune fırında soğutulmuş ve agat havan içerisinde toz haline getirilerek X-ışınları difraksiyon diyagramları alınmıştır.

Deneyisel çalışmalar sonunda elde edilen sonuçlar 13 madde halinde özetlenmiştir.

S U M M A R Y

In this study, the solid state relationships of the ternary systems $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{CaO} - \text{SiO}_2$; $\text{BaO} - \text{CaO} - \text{SiO}_2$; $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{BaO} - \text{CaO}$ and $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{BaO} - \text{SiO}_2$ which form the quaternary system of $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{BaO} - \text{CaO} - \text{SiO}_2$ were investigated and the experimental procedures concerned were carried out in two stages.

At the first stage, binary phase diagrams were considered one by one and the intermediate chemical compounds of each system were discussed separately.

At the second stage, ternary phase diagrams were also investigated separately in the purpose to determine the Alkemade lines and triangles of these systems.

A Philips (PW 1140/90) X-ray diffractometer with a copper target tube operated at 40 Kv-30 mA was used for the determination of Alkemade lines and Alkemade triangles of the quaternary system of this research.

The investigation of crystalline chemical compounds by X-ray diffraction method is based on the principle that crystalline materials give characteristic X-ray diffraction lines different from each other. In case the investigated sample contains more than one chemical compound, characteristic lines defining each chemical compound will be seen on the X-ray diffraction diagram obtained. All along the present investigation, the facts that Alkemade lines cannot be intersected and that on a real Alkemade line, characteristic X-ray data of the chemical compounds which form the ends of the Alkemade line should also be found at any point of that Alkemade line were taken into consideration. The X-ray data of any sample chosen in an Alkemade triangle considered as real should be composed of the X-ray data of chemical compounds which form the corners of the said Alkemade triangle. The equilibrium conditions are not established when the X-ray diagram of a sample contains the X-ray data of the raw materials or the X-ray data of more than two (Alkemade line) and three (Alkemade triangle) chemical compounds. In such a case the sample must be reground and heat-treated again at different temperatures.

In this purpose, for temperatures up to 1200°C a Heraeus KR-170 type furnace, for temperatures up to 1500°C a Heraeus KS-120 type furnace, and for those up to 1700°C a Lindberg CF-IR type furnace were used. More than 400 samples, prepared to determine the Alkemade lines and triangles were weighed at an accuracy of $\pm 0,01\%$. These samples of which the ratios of Al_2O_3 , $\text{BaO}(\text{BaCO}_3)$, $\text{CaO}(\text{CaCO}_3)$ and SiO_2 had been computed were ground in an agate mortar and heated in platinum crucibles under atmospheric pressure. Each sample, allowed

to cool outside the furnace, was reground and re-fired to a temperature $50^{\circ}\text{--}100^{\circ}\text{C}$ below the fusion temperature determined beforehand. The samples which were heat treated at different temperatures were taken at various intervals out of the furnace, reground and re-fired in order to get the solid state equilibrium conditions established. After these experimental procedures carried out until completion of the reaction, the sample was quenched by natural cooling of the furnace, was reground in an agate mortar to a fine grained powder of which the X-ray diffraction diagram was obtained.

The results get at the end of the experiments are mentioned below :

- In the quaternary system $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{BaO} - \text{CaO} - \text{SiO}_2$ 4 pure, 18 binary and 7 ternary chemical compounds are present.
- New X-ray diffraction data of BaO (different from those mentioned actually on ASTM cards) are presented as an originality of this research work.
- It is determined that the binary compounds B_4A , B_5A , B_7A , B_8A and B_{10}A (the presence of which was pretended by other investigators) do not exist in the binary system $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{BaO}$.
- It is also determined that the binary intermediate compounds C_3A_5 and C_5A_3 proposed by other investigators do not exist in the binary system $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{CaO}$.
- It is proved in this research work that the

binary intermediate compounds B_3S_5 and B_5S_8 , which were pretended by other investigators to be existent in the intermediate region $B_2S_3 - BS_2$ of the binary equilibrium diagram $BaO - SiO_2$, are not present in the system and that the said area is a region of solid solution.

- It is proved that the ternary intermediate chemical compound B_3CA proposed by other investigators is not existent in the ternary system $Al_2O_3 - BaO - CaO$.
- The solid state relationships of the ternary system $Al_2O_3 - BaO - CaO$ are presented as an originality of this investigation.
- It is proved in this research work that the Alkemade triangle $BS_2 - BC_2S_3 - B_2S_3$ of the ternary system $BaO - CaO - SiO_2$ is a region of solid solution.
- It is proved in this investigation that the Alkemade triangle $BS_2 - B_2S_3 - BAS_2$ of the ternary system $Al_2O_3 - BaO - SiO_2$ is a region of solid solution.
- New X-ray data, different from those mentioned actually on ASTM cards, of the ternary intermediate compound BAS_2 agreed by other investigators to be existent in the ternary system $Al_2O_3 - BaO - SiO_2$ are given as an originality of this research work.
- The solid state relationships of the ternary system $Al_2O_3 - BaO - SiO_2$ are presented as an originality of this investigation.

- The existence of 81 Alkemade lines and 54 Alkemade triangles in the ternary systems $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{CaO} - \text{SiO}_2$; $\text{BaO} - \text{CaO} - \text{SiO}_2$; $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{BaO} - \text{CaO}$ and $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{BaO} - \text{SiO}_2$ which form the quaternary system $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{BaO} - \text{CaO} - \text{SiO}_2$ is proved in this study.
- The layout of the phase diagram (schematic) showing the solid state relationships of the quaternary system $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{BaO} - \text{CaO} - \text{SiO}_2$ is given as an originality in this research work.

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Kalsiyum oksit ve silisyum dioksit, metalürji sanayiinde elde edilen bütün curuflarda ana madde olarak rol oynamaktadır. $Al_2O_3 - CaO - SiO_2$ üçlü denge diyagramı ise, uygulaması en fazla olan denge diyagramlarından biridir. Metalürji ve seramik endüstrilerinde ikili, üçlü ve dörtlü denge diyagramlarının önemi her geçen gün artmaktadır. Sanayide kullanılan herhangi bir alaşımın katılaşma sonunda hangi nihai kristalleri içereceğinin önceden bilinmesi birçok soruna çözüm getirebilir. Katılaşma sonunda oluşabilecek nihai kristallerin önceden bilinmesi, denge diyagramlarındaki katı halde faz bağıntılarının araştırılmış olmasına bağlıdır. Değişik seramik madde yapılarında az miktarda baryum oksit sık sık kullanılmaktadır. Baryum oksidin yukarda sözü geçen oksitlerle faz bağıntıları hakkında yeterli araştırma yapılmamıştır.

$Al_2O_3 - BaO - CaO$ ve $Al_2O_3 - BaO - SiO_2$ üçlü denge diyagramlarının katı halde faz bağıntıları incelenmemiş olup BaO 'in söz konusu oksit-

lerle oluşturduğu ikili denge diyagramlarında varlığı ileri sürölen ikili ara kimyasal bileşikler hakkında tartişmalar mevcuttur.

Metalürji ve seramik sanayiinde kullanılabilecek üçlü denge diyagramlarının katı halde faz bağıntılarını tamamlayabilmek ve BaO in Al_2O_3 , CaO ve SiO_2 ile oluşturduğu ikili denge diyagramlarında varlığı ileri sürölen ikili ara kimyasal bileşiklerin durumlarını açıklığa kavuşturabilmek amaciyle bu araştırmada Al_2O_3 - BaO - CaO - SiO_2 dörtlü denge diyagramını oluşturan Al_2O_3 - BaO - CaO, Al_2O_3 - BaO - SiO_2 , Al_2O_3 - CaO - SiO_2 ve BaO - CaO - SiO_2 üçlü denge diyagramlarının katı halde faz bağıntılarının saptanması amaç edinilmiştir.

2. BUNDAN ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Al_2O_3 - BaO - CaO - SiO_2 sisteminin iki ve üç bileşenli denge diyagramları üzerinde yapılmış daha önceki araştırmalar sırasıyla aşağıda belirtilmiştir.

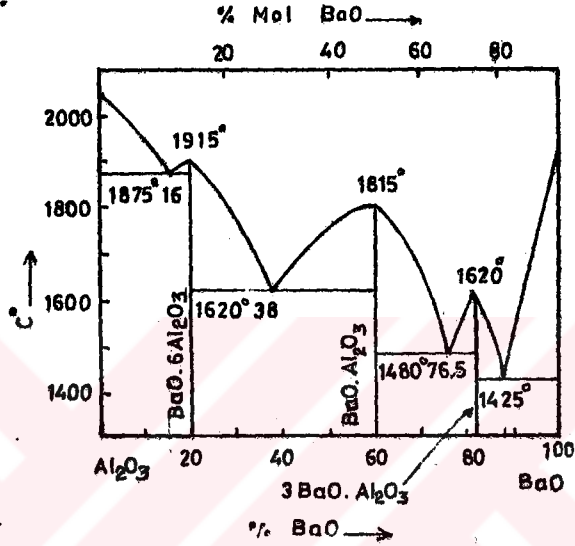
2.1. İki Bileşenli Sistemler

2.1.1. Al_2O_3 - BaO İkili Denge Diyagramı

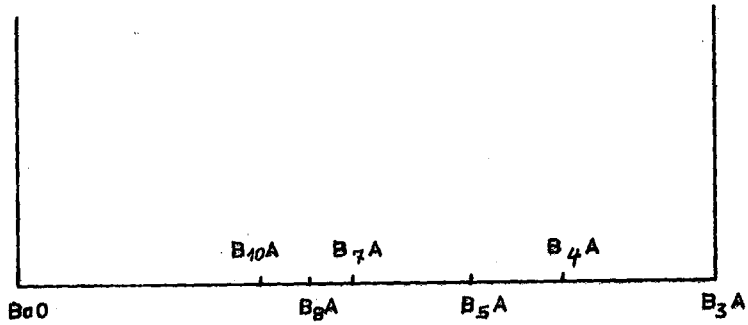
Bu ikili sistem üzerinde ilk çalışma TOROPOV, N. A. ve GALAKHOV, F. Ya(1) tarafından 1952 yılında yapılmıştır. Daha sonra PURT, G. (2) Al_2O_3 - BaO ikili sisteminde çalışmış ve $\text{BaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ - $3\text{BaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ ve $\text{BaO} \cdot 6\text{Al}_2\text{O}_3$ ara kimyasal bileşiklerinin varlığını saptamıştır. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar Şekil: 2.1'de gösterilmiştir.

Daha sonra APPENDINO, P. (3) tarafından yapılan araştırmalarda (1971) $\text{Ba}_3\text{Al}_2\text{O}_6$ ara kimyasal bileşiği ile BaO arasında $4\text{BaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ - $5\text{BaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ - $7\text{BaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ - $8\text{BaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ - $10 \text{BaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ ara kimyasal

bileşiklerinin varlığı saptanmış olup, X-ışınları dataları yayınlanmıştır. Bu ara kimyasal bileşiklerin yerleşimi Şekil:2.2'de şematik olarak gösterilmiştir.



Şekil:2.1 - Al₂O₃ - BaO ikili denge diyagramı(2).



Şekil:2.2 - BaO-3BaO.Al₂O₃ bölgesinde bulunan ara kimyasal bileşiklerin şematik gösterilişi.

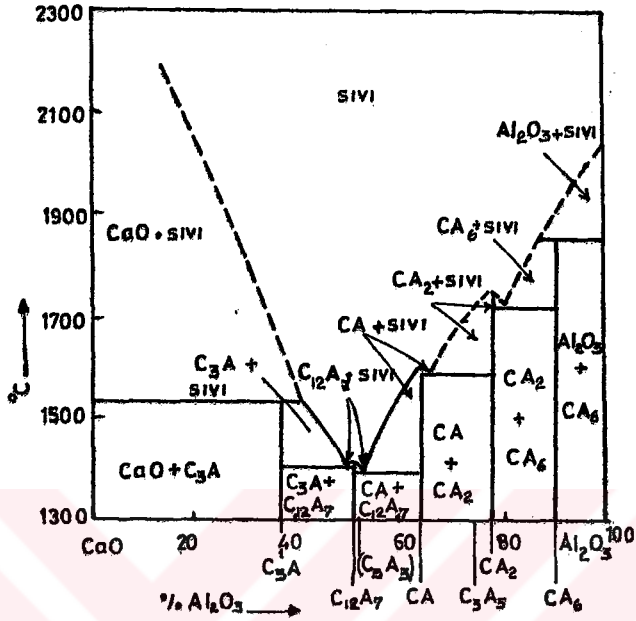
2.1.2. Al_2O_3 - CaO İkili Denge Diyagramı

Bu ikili sistem üzerine ilk çalışmalar 1909 yılında SHEPHERD, E.S ve arkadaşları (4) tarafından yapılmış olup, bu çalışmalar sonucunda $3CaO \cdot Al_2O_3$, $5CaO \cdot 3Al_2O_3$, $CaO \cdot Al_2O_3$ ve $3CaO \cdot 5Al_2O_3$ ara kimyasal bileşiklerinin varlığı saptanmıştır. RANKIN, G.A ve WRIGHT, F.E (5) bu ikili sistem üzerindeki çalışmalarına devam etmişler ve elde ettikleri sonuçları yayınlamışlardır. Daha ilerki yıllarda da Al_2O_3 - CaO ikili sistemi üzerinde LAGERQUIST, N.K., WALIMARK, S. ve WESTGREN, A (6) X-ışınları ile çalışma yaparak $3CaO \cdot 5Al_2O_3$ ara kimyasal bileşiğinin varoldığını, bunun yerine $CaO \cdot 2Al_2O_3$ ara kimyasal bileşiğinin bulunduğunu kanıtlamışlardır.

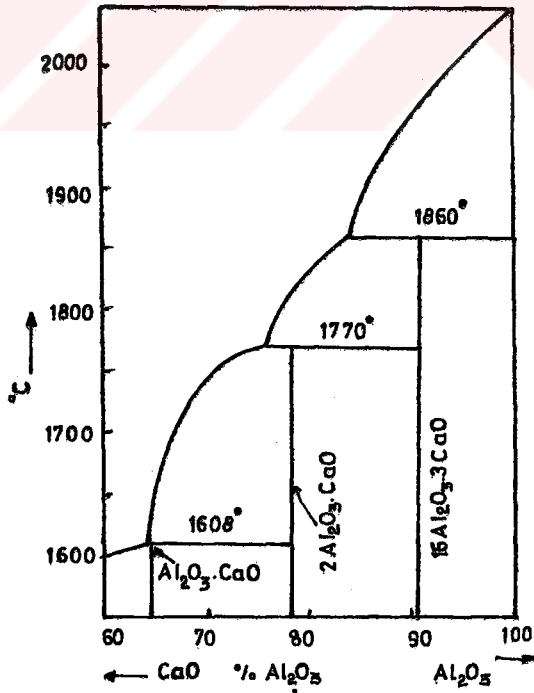
FILONENKO, N.E. (7) çalışmalarında, yeni bir ara kimyasal bileşik olarak $CaO \cdot 6Al_2O_3$ nın da varolduğunu göstermiştir. WISNYI, L.G. (8) doktora tezinde Filonenko'nun bulduğu bu yeni ara kimyasal bileşiğinin varlığını kanıtlamıştır.

LEA, F.M. ve arkadaşları (9) yayınladıkları $CaO-Al_2O_3$ ikili denge diyagramında (Şekil:2.3) yeni bir ara kimyasal bileşiğin ($C_{12}A_7$) varlığını ileri sürmüşlerdir.

AURIOL, A., HAUSER, G ve WURM, J.G. (10) ile 1961 yılında yapılan özel mülakat sonunda Al_2O_3 -CaO ikili sisteminde yeni bir ara kimyasal bileşiğinin ($A_{16}C_3$) varlığından söz edilmiştir. Auriol ve arkadaşları ile yapılan özel mülakat sonunda elde edilmiş ve "Phase Diagrams for Ceramists, 1964" de yayınlanmış olan CA - A ikili denge diyagramı Şekil:2.4'de verilmiştir.

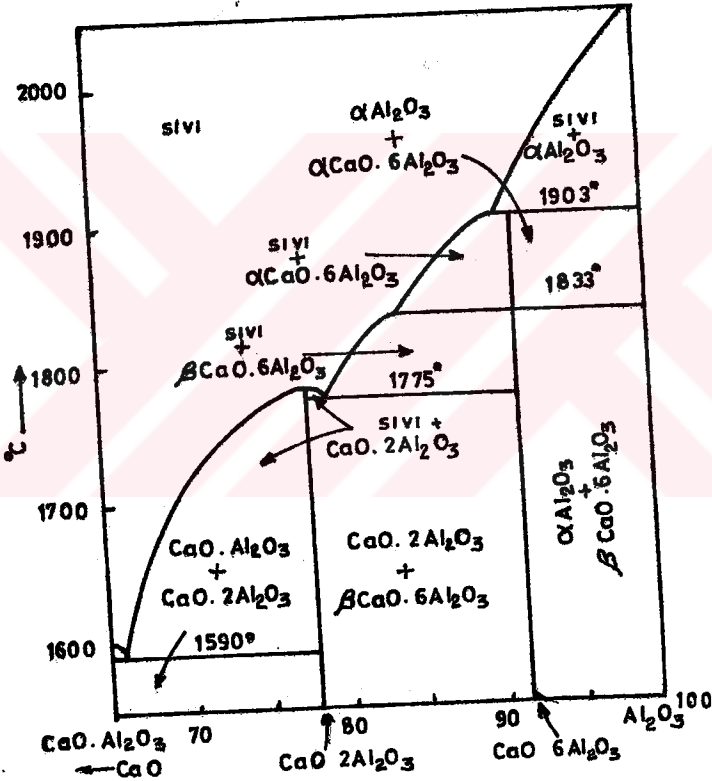


Şekil: 2.3 - CaO-Al₂O₃ ikili denge diyagramı(9)



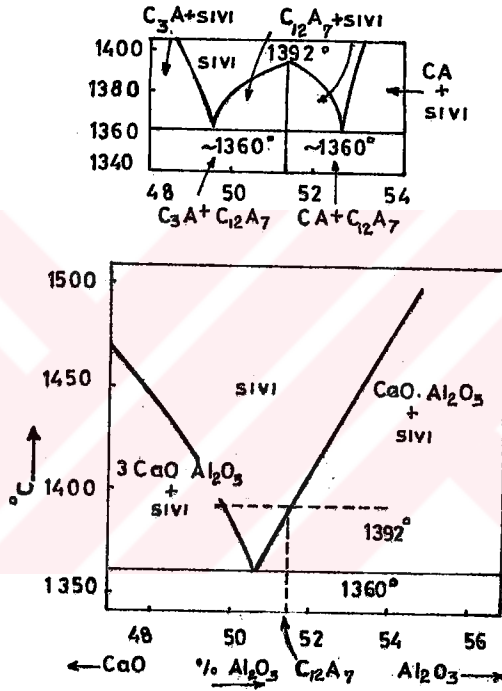
Şekil:2.4 - CaO-Al₂O₃ ikili sisteminde CA-A bölgesi(10)

THANH, P.H. (11) doktora tezinde, $\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3$ ikili sisteminde $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{Al}_2\text{O}_3$ ara kimyasal bileşikleri aralığında Ca_6 ara kimyasal bileşiğinin α ve β şekillerine değinmiştir. Yayınlamış olduğu diyagram Şekil:2.5'de verilmiştir.



Şekil: 2.5 - $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{Al}_2\text{O}_3$ ikili denge diyagramı (11).

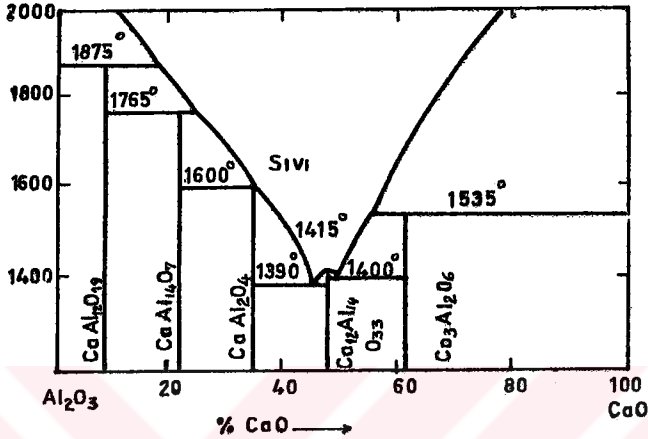
NURSE, R.W, WELCH, J.H. ve MAJUMDAR A.J. (12) yapmış oldukları çalışmalarda %51 Al_2O_3 içeren bölgenin likidüs eğrisini düzenlemişler ve C_{12}A_7 ara kimyasal bileşiğinin varlığını iddia etmişlerdir. Yayınlamış oldukları ikili denge diyagramı Şekil: 2.6'da verilmiştir.



Şekil:2.6 - $\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3$ sistemli %51 Al_2O_3 içeren bölgenin likidüs düzeni (12).

Daha sonraki yıllarda CHATTERJEE, A.K. ve ZHMÖIDIN, G.I. (13) tarafından yapılan çalışmalar sonucunda $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 - 12\text{CaO} \cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{CaO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{CaO} \cdot 6\text{Al}_2\text{O}_3$ ara kimyasal bileşiklerinin varlığı kesinlik kazanmıştır.

Bu ara kimyasal bileşikleri içeren $\text{CaO} - \text{Al}_2\text{O}_3$ denge diyagramı Şekil:2.7'de verilmiştir.



Şekil:2.7 - $\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3$ ikili denge diyagramı(13).

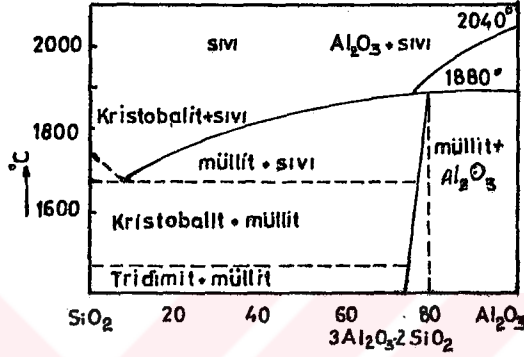
$\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3$ sistemi üzerinde son çalışmalar DEMİRKESEN, E. (14) tarafından yapılmıştır.

2.1.3. $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$ ikili Denge Diyagramı

$\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ ikili sistemi üzerinde ilk çalışmalar BOWEN, N.L. ve GRIEG, J.W. (15) tarafından yapılmıştır. BAUER, GORDON ve MOORE (16) müllit tek kristalini elde etmişlerdir. Bu sistem SHEARS, E.C. ve ARCHIBALD, W.A. (17) tarafından da çalışılmıştır.

$\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ sistemi ve sistemde mevcut müllit ara kimyasal bileşiği ($3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$) üzerinde ROOKSBY, H.P. ve PARTRIDGE, J.H. (18) ROY, R. ve OSBORN, E.F. (19) ile TRÖMEL, G., OBST, K.H. ve PATZAK, I. (20) de çalışmışlardır. WELCH, J.W. (21) nin $\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ sistemi üzerindeki çalışmalar "Nature" der-

gisinde yayınlanmış olup, bu çalışmalardan elde edilen sonuçlar Şekil:2.8'de gösterilmiştir.



Şekil:2.8 - Al₂O₃ - SiO₂ ikili denge diyagramı(21).

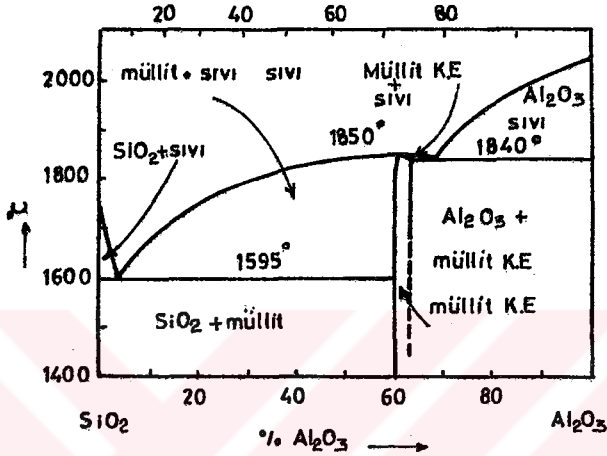
Al₂O₃ - SiO₂ ikili sistemi üzerinde aynı yıllarda TOROPOV, N.A. ve GALAKHOV, F.Y.A. (22) da çalışmışlardır. ARAMAKI, S ve ROY, R (23) sistemi yeniden gözden geçirmişler ve Al₂O₃ - SiO₂ sistemi için yeni bir diyagram önermişlerdir. Tashih edilmiş bu ikili denge diyagramı Şekil:2.9'da verilmiştir.

Al₂O₃ - SiO₂ ikili sistemi müllit (3Al₂O₃. 2SiO₂), silis (SiO₂), (kuvars- α), kristobalit- α , tridimit- α ve Al₂O₃ kimyasal bileşiklerini içermektedir.

Müllit (3Al₂O₃. 2SiO₂) ortorombik sistemde kristalleşmektedir. Şebeke sabiti, $a_0 = 7,5456 \text{ Å}$, $b_0 = 7,6898 \text{ Å}$ ve $c_0 = 2,8842 \text{ Å}$ dır (24).

(Kuars- α); SiO₂ - Hekzagonal sistemde kristalleşmekte olup şebeke sabiti $a_0 = 4,913 \text{ Å}$, $c_0 = 5,405 \text{ Å}$ dır. (25).

(Kristobalit- α); SiO_2 - Tetragonal sistemde kristalleşir ve şebeke sabiti $a_0 = 4,971 \text{ Å}$, $c_0 = 6,918 \text{ Å}$ dır(26).

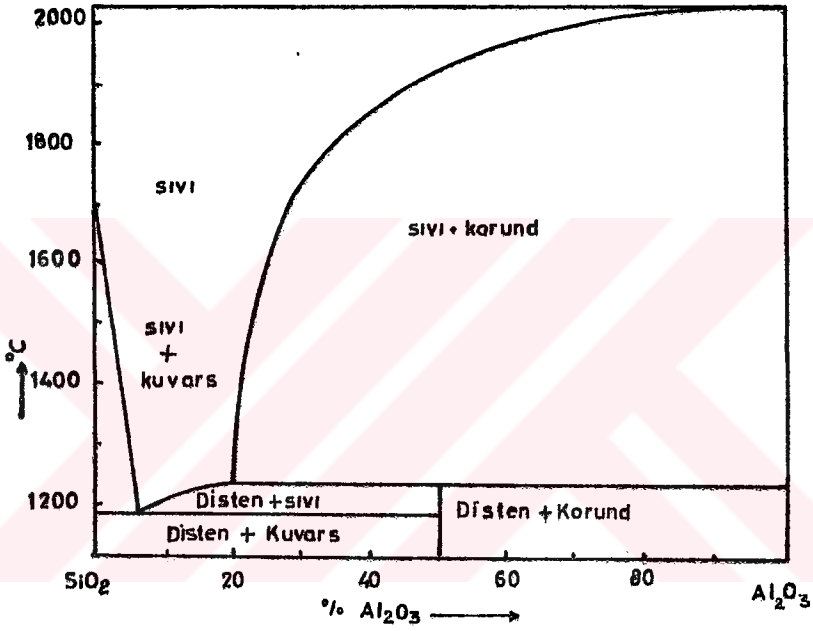


Şekil:2.9 - Al_2O_3 - SiO_2 ikili denge diyagramı(23).

Tridimit- α ; SiO_2 - Monoklinik sistemde kristalleşir ve şebeke sabiti $a_0 = 10,04 \text{ Å}$, $b_0 = 17,28 \text{ Å}$ ($\beta = 91^\circ 50'$), $c_0 = 8,20 \text{ Å}$ dür (27).

Korund (α - Al_2O_3), trigonal sistemde kristalleşir ve şebeke sabiti $a_0 = 4,758 \text{ Å}$, $c_0 = 12,491 \text{ Å}$ dür (28).

Ayrıca sistem üzerinde HASKELL, R.W. ve DeVRIES, R.C.(29) de 1964 yılında çalışmış olup yüksek basınçta elde ettikleri diyagram Şekil: 2.10'da verilmiştir.



Şekil: 2.10 - 25.2 k.bar basınç altındaki SiO_2 - Al_2O_3 ikili denge diyagramı (29).

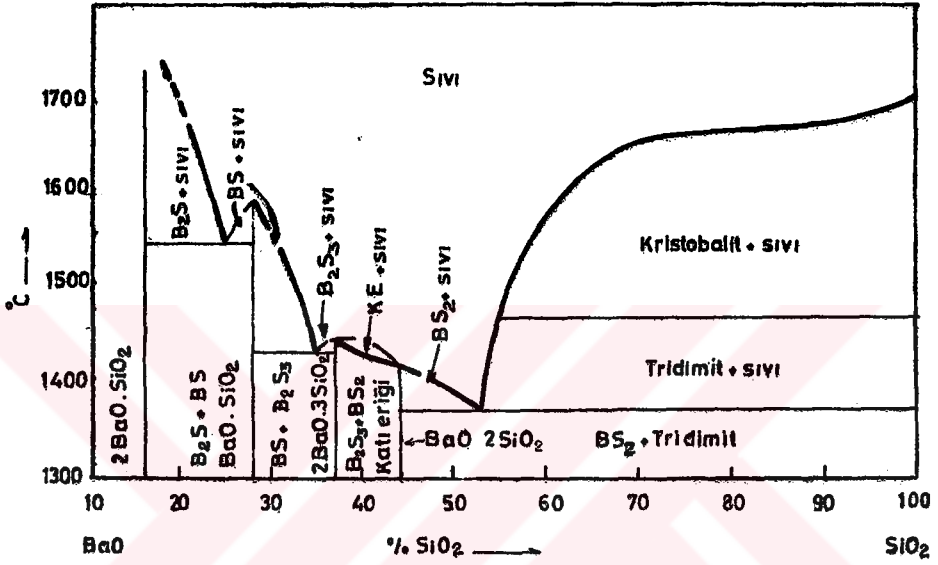
2.1.4. BaO - CaO İkili Denge Diyagramı

BaO'in farklı oksitlerle oluşturduğu ikili sistemler (Dy_2O_3 , Fe_2O_3 , Ga_2O_3 , Y_2O_3 , Yb_2O_3 , TiO_2 , MoO_3 , WO_3 , MnO , Al_2O_3 , B_2O_3 , Bi_2O_3 , V_2O_5 , SnO_2 , SiO_2 , PtO_2 , P_2O_5 , NiO , Cr_2O_3 , GeO_2 , La_2O_3 , MgO , Nb_2O_5 , CeO_2 , BeO)(30,31,32,33) incelenmiş ve ilgili denge diyagramları yayınlanmış olmasına rağmen CaO ile ilgili denge diyagramı yayınlanmamıştır. Yukarda bahsedilen denge diyagramları incelendiğinde, BaO 'in ergime sıcaklığının 1915 ilâ 1950°C arasında bulunduğu saptanmıştır.

2.1.5. BaO - SiO_2 İkili Denge Diyagramı

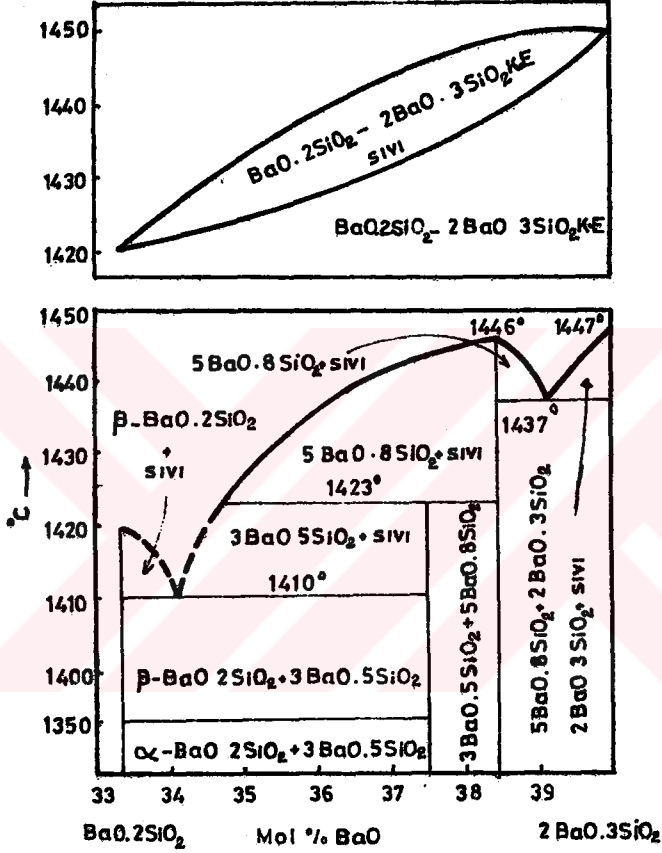
BaO - SiO_2 ikili sistemi üzerinde ilk çalışmalar ESKOLA,P.(34) tarafından yapılmıştır. Daha sonraki yıllarda aynı konuda GRIEG,J.W.(35) tarafından yürütülen çalışmalar sonunda Şekil: 2.11'de verilen diyagram yayınlanmıştır. Bu çalışmada sonunda BaO - SiO_2 ikili denge diyagramında $2\text{BaO} \cdot \text{SiO}_2$ - $\text{BaO} \cdot \text{SiO}_2$ - $2\text{BaO} \cdot 3\text{SiO}_2$ ve $\text{BaO} \cdot 2\text{SiO}_2$ ara kimyasal bileşiklerinin varlığı kanıtlanmıştır.

ROTH,R.S. ve LEVIN,E.M.(36), BaO - SiO_2 ikili denge diyagramında yapmış oldukları çalışmada, daha önceki araştırmacılar tarafından sürekli katı eriyik bölgesi olarak gösterilen $2\text{BaO} \cdot 3\text{SiO}_2$ - $\text{BaO} \cdot 2\text{SiO}_2$ ara kimyasal bileşikleri aralığında yeni $3\text{BaO} \cdot 5\text{SiO}_2$ ve $5\text{BaO} \cdot 8\text{SiO}_2$ ara kimyasal bileşiklerinin mevcut olduğunu ileri sürmüşlerdir.



Şekil:2.11 - BaO - SiO₂ ikili denge diyagramı(35)

Yine aynı çalışmada BaO.2SiO₂ ara kimyasal bileşiğinin α ve β formları halinde bulunduğunu belirterek Şekil:2.12'de verilen diyagram yayınlanmıştır.



Şekil:2.12 - BaO - SiO₂ ikili denge diyagramında
BaO.2SiO₂ - 2BaO.3SiO₂ bölgesi (36).

Roth, R.S. ve Levin E.M.⁽³⁶⁾ tarafından varlığı ileri sürülen iki yeni ara kimyasal bileşiğin X-ışınları verileri de neşredilmiş ve bu veriler ASTM kartlarına girmiştir.

BRISI ve APPENDINO (37) ile BUDNIKOV ve KULIKOVA (38), yapmış oldukları çalışmalarda $BaO-SiO_2$ ikili denge diyagramında yeni bir ara kimyasal bileşiğin varlığını ileri sürmüşler ve birbirinden farklı olan X-ışınları verilerini yayınlamışlardır.

1976 yılında yayınlanan (39) çalışmada ise, $3BaO.SiO_2$ ve $3BaO.5SiO_2$ ara kimyasal bileşiklerinin yeni X-ışınları verileri sunulmuştur.

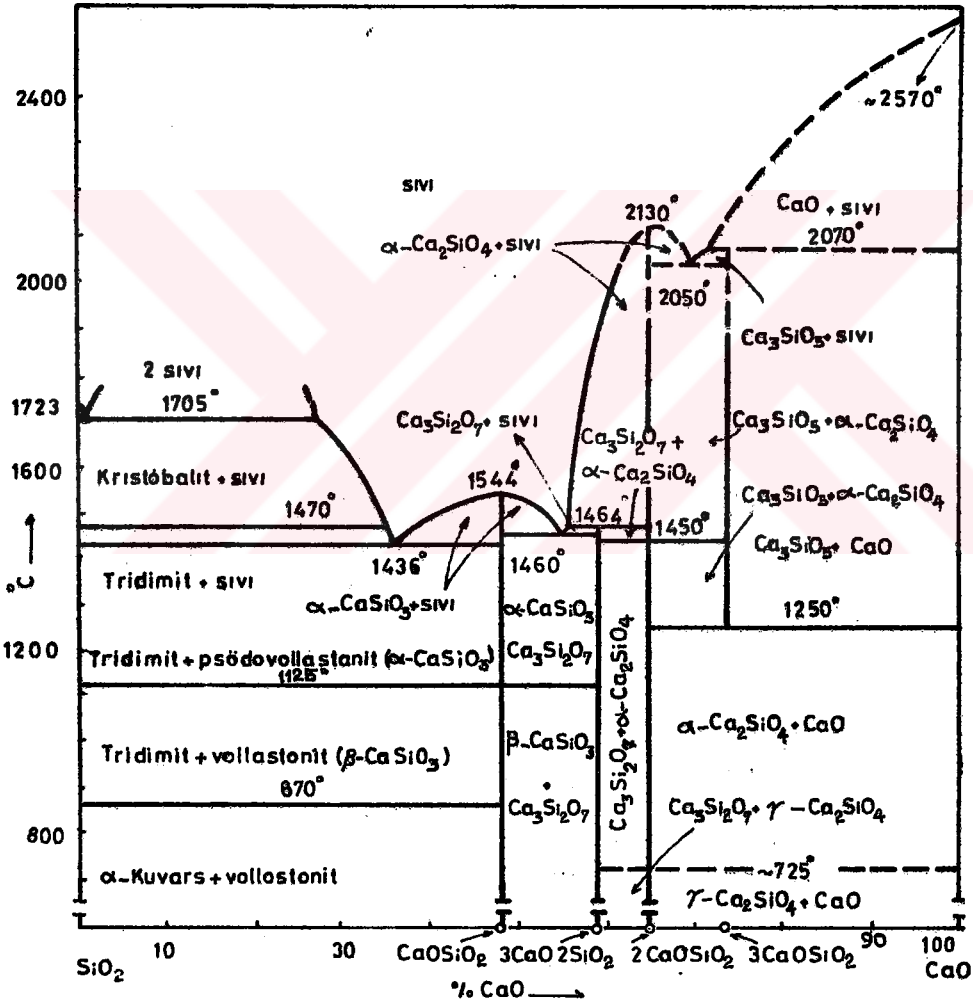
2.1.6. $CaO - SiO_2$ İkili Denge Diyagramı

1915 yılından itibaren birçok araştırmacı tarafından geniş bir şekilde incelenmiş olan $CaO - SiO_2$ ikili denge diyagramı dört ara kimyasal bileşiği içermektedir. Bu ikili sistem üzerinde ilk çalışmalar RANKIN, G.A ve WRIGHT, E.E. (40) ile GRIEG, J.W. (41) tarafından yapılmıştır.

ROY, D.M. (42), WELCH, J.H. - GUTT, W. (43) ve PHILLIPS, B. ve MUAN, A. (44) ın yayınlamış oldukları veriler, trikalsiyum ve dikalsiyum silikatların denge durumlarını saptamıştır.

$CaO - SiO_2$ ikili sisteminde $CaO.SiO_2$ - $3CaO.2SiO_2$ - $2CaO.SiO_2$ ve $3CaO.SiO_2$ ara kimyasal bileşikleri mevcut olup bunlar Şekil:2.13' de gösterilmiştir.

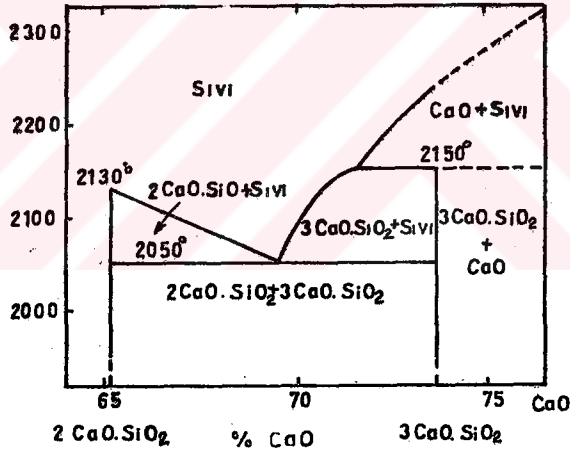
Bu ara kimyasal bileşiklerin kristalografik özellikleri incelenmiş ve X-ışınları difraksiyon diyagramı verileri yayınlanmıştır (45,46, 47,48,49,50).



Şekil:2.13 - CaO - SiO₂ ikili denge diyagramı(44).

GUTT, W.nin (51) özel yüksek sıcaklık mikroskopu tekniği kullanarak yapmış olduğu çalışmalar sonunda anormal ergiyen bir ara kimyasal bileşik olan $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ nin ergime sıcaklığında ve likidüs eğrisinde değişiklik saptanmıştır.

$\text{C}_2\text{S} - \text{C}_3\text{S}$ bölgesindeki bu değişiklik Şekil:2.14'de verilmiştir.



Şekil:2.14 - $\text{CaO} - \text{SiO}_2$ ikili denge diyagramının yeniden düzenlenen $\text{C}_2\text{S} - \text{C}_3\text{S}$ bölgesi (51).

2.2. Üç Bileşenli Sistemler

2.2.1. Al_2O_3 - BaO - CaO Üçlü Denge Diyagramı

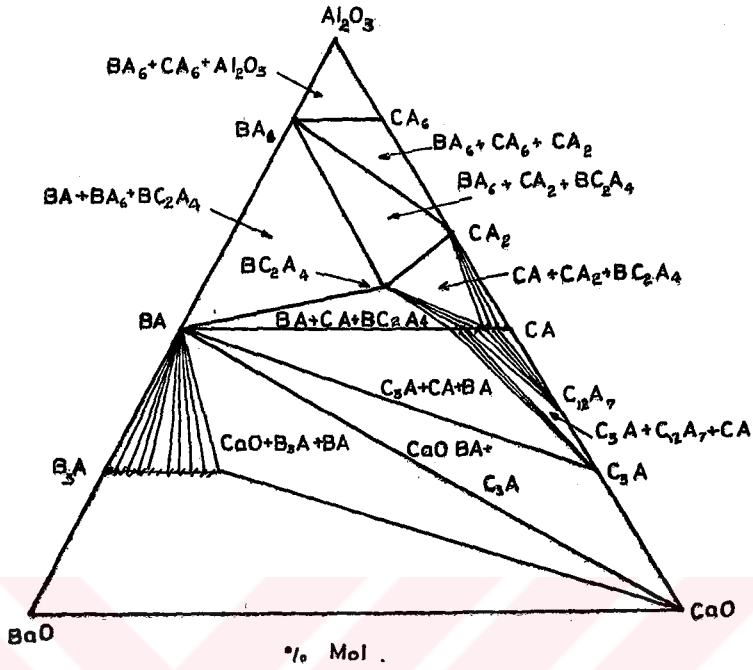
Al_2O_3 - BaO - CaO üçlü sisteminde değişik tarihlerde birçok araştırma yapılmış fakat sistemin katı halde faz bağıntılarını açıklayabilen bir sonuca varılamamıştır.

Al_2O_3 - BaO - CaO üçlü denge diyagramının $\text{BaO}.\text{Al}_2\text{O}_3$ - CaO - BaO bölgesinde çalışmalar yapmış olan MARLAKOV ve OSTAPCHENKO(52), $5\text{BaO}.\text{CaO}.$ $2\text{Al}_2\text{O}_3$ üçlü ara kimyasal bileşiğinin varlığını ileri sürmüşler ve söz konusu kimyasal bileşiğin X-ışınları verilerini neşretmişlerdir.

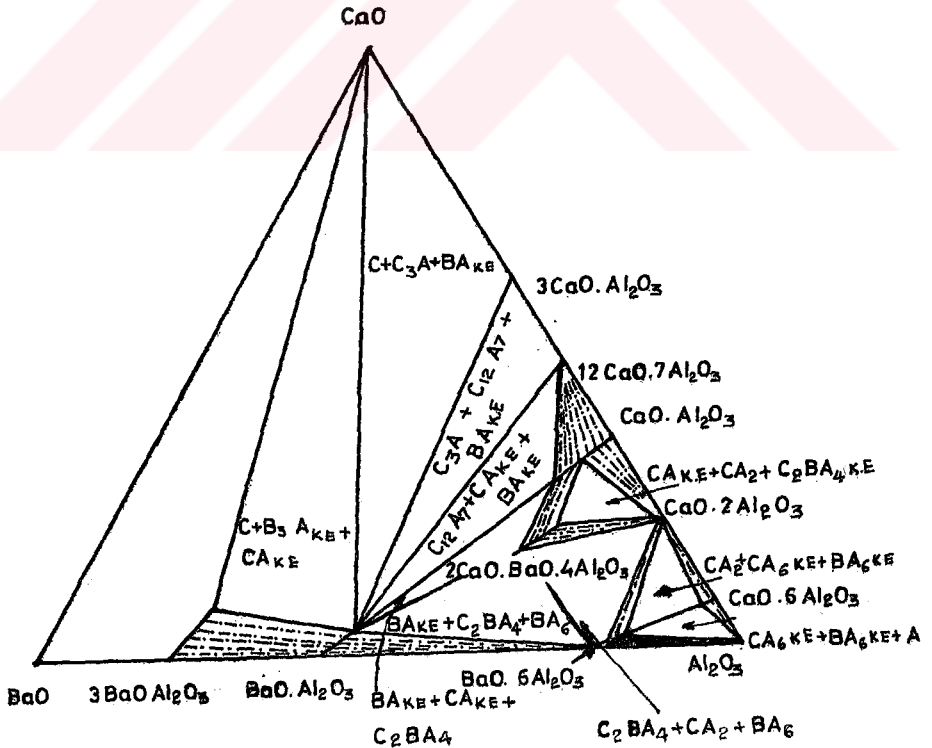
BRISI, C. ve MONTORSI, M.A.(53) Al_2O_3 -BaO-CaO sisteminin 1250°C yatay kesitinde çalışmışlar ve yeni $\text{BaO}.\text{CaO}.\text{Al}_2\text{O}_3$ ara kimyasal bileşiğinin verilerini yayınlamışlardır. BaO- Al_2O_3 -CaO üçlü sisteminin 1250°C yatay kesiti Şekil:2.15'de verilmiştir.

MASSAZA, F.(54) aynı sistemin 1400°C yatay kesitinde çalışmış ve daha önceki araştırmacılar tarafından varlığı ileri sürülen BC_2A_4 ara kimyasal bileşiği yayınlamış olduğu kesitte belirtmiştir. BaO-CaO- Al_2O_3 üçlü sisteminin 1400°C yatay kesiti Şekil:2.16'da verilmiştir.

APPENDINO, P.(55), BaO-CaO- Al_2O_3 sisteminin 1250°C yatay kesiti üzerinde yapmış olduğu çalışmalar sonunda, dar bir alanda $3\text{BaO}.\text{CaO}.\text{Al}_2\text{O}_3$ üçlü ara kimyasal bileşiğinin varlığını ileri sürmüştür. Bu yaklaşım, baryum ve kalsiyumun belirli sınırlar içinde birbirinin yerini alması esasına dayanmaktadır. Nitekim araştırmacı kalsiyumun,



Şekil:2.15 - BaO- Al_2O_3 -CaO üçlü denge diyagramının (1250°C) yatay kesiti (53).



Şekil:2.16 - BaO-CaO- Al_2O_3 üçlü denge diyagramının 1400°C yatay kesiti (54).

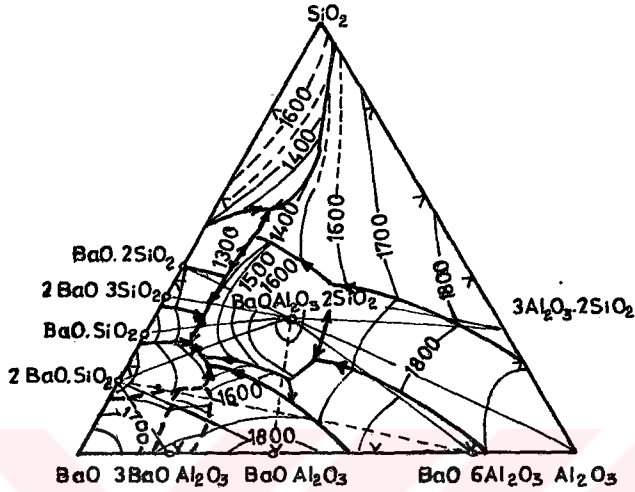
$4\text{BaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ ara kimyasal bileşiğinde %10 a ve $8\text{BaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ ara kimyasal bileşiğinde ise %2.5 a kadar baryumun yerini alabileceğini ileri sürmüştür.

2.2.2. Al_2O_3 - BaO - SiO_2 Üçlü Denge Diyagramı

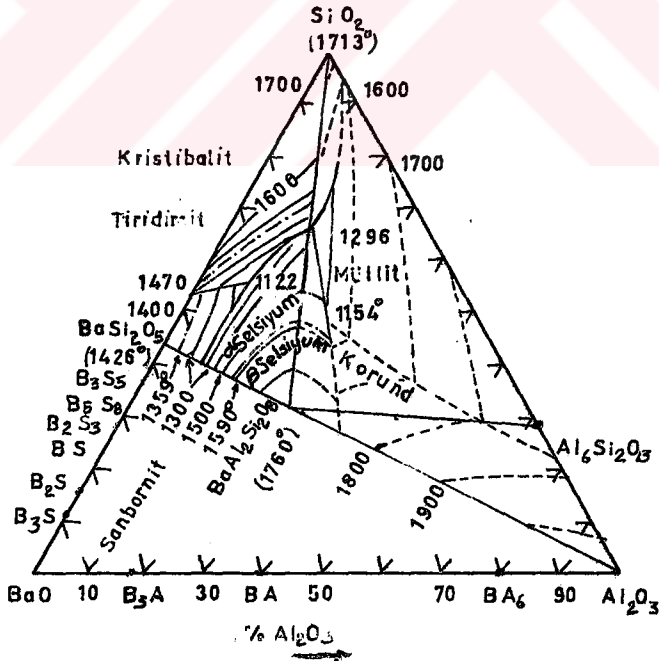
Al_2O_3 - BaO - SiO_2 sisteminde ilk çalışmalar THOMAS, R.A. (56) tarafından yapılmış olup, sistemde mevcut $\text{BaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ üçlü ara kimyasal bileşiğinin X-ışınları verileri çeşitli araştırmacılar tarafından farklı olarak yayınlanmıştır. SMITH (57) BaSi_2 üçlü ara kimyasal bileşiğinin varlığını, X-ışınları verilerini yayınlayarak ileri sürmüştür. TAKEUCHI (58), çalışmalarında BaSi_2 nin, kristal yapısına bağlı olarak α ve β olmak üzere iki ayrı biçimde oluştuğunu ileri sürmüş ve her iki formun X-ışınları verilerini yayınlamıştır. SORRELL (59), IVUKINA ve PANOVA (60), GAY (61), ROY, N.N. (62), KOCKEL ve OEHLSCHEGEL, N. (63) ve ISAACS, T. (64) da Al_2O_3 - BaO - SiO_2 sistemi üzerinde çalışmışlar ve BaSi_2 ara kimyasal bileşiğinin X-ışınları verilerini yayınlamışlardır.

Al_2O_3 - BaO - SiO_2 üçlü sisteminin katı halde faz bağıntılarını içeren diyagramı TOROPOV, N.A. ve arkadaşları (65) tarafından yayınlanmıştır. Değişik araştırmacılar tarafından varlıkları ileri sürülen, ikili ara kimyasal bileşikler içermeyen bu üçlü denge diyagramında Alkemade doğrularına da yer verilmiştir. Söz konusu üçlü denge diyagramı Şekil:2.17'de verilmiştir.

BaO - Al_2O_3 - SiO_2 sisteminin SiO_2 - $\text{BaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ - BaSi_2O_5 bölgesi LIN, H.G. ve FOSTER, W.R. (66), $\text{BaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ - Al_2O_3 - SiO_2 bölgesi ise SEMLER, C.E. ve FOSTER, W.R. (67) tarafından araştırılmış olup elde edilen sonuçlar Şekil:2.18'de verilmiştir.



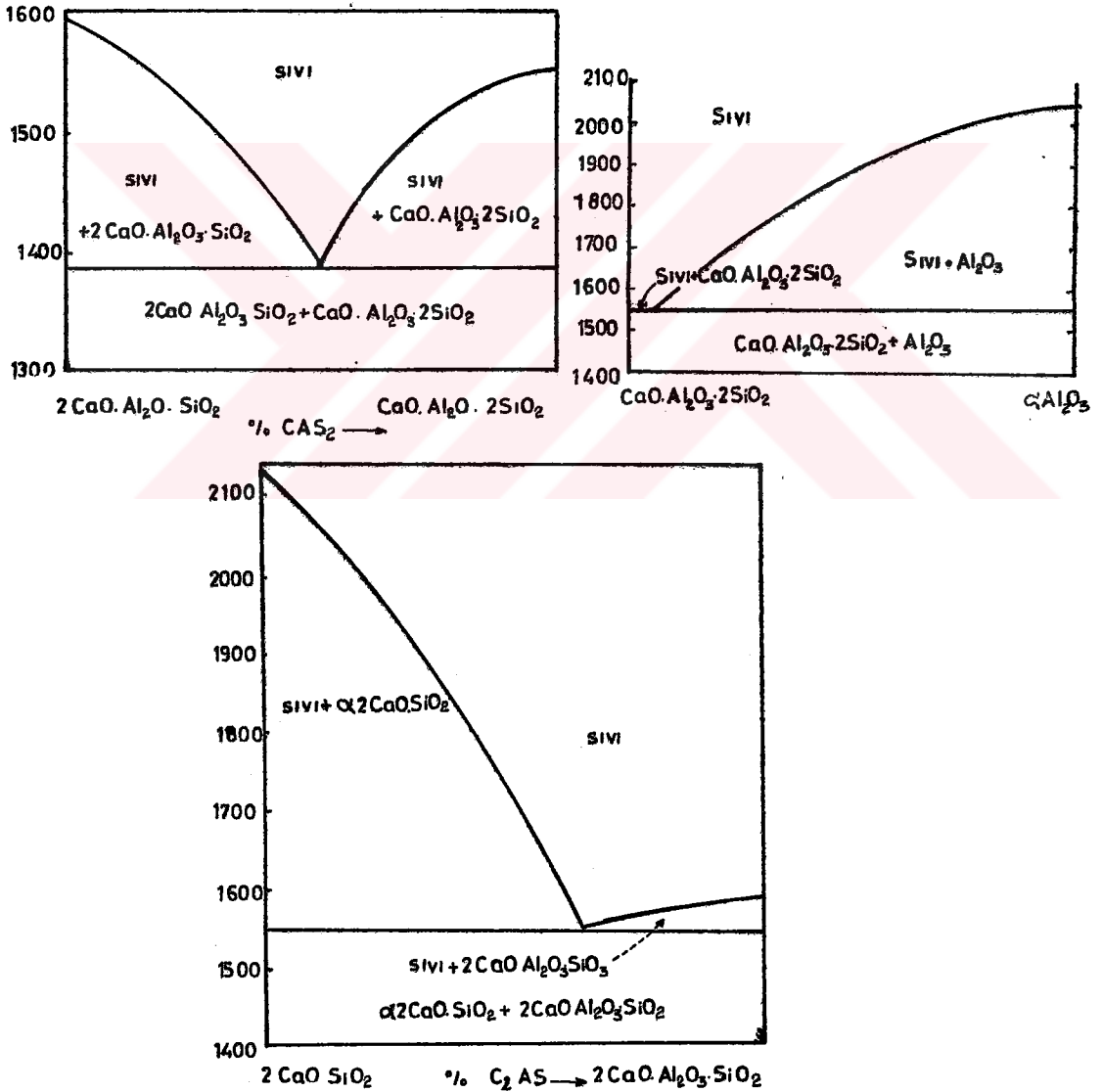
Şekil: 2.17 - BaO - Al₂O₃ - SiO₂ üçlü sistemi(65)



Şekil:2.18 - BaO - Al₂O₃ - SiO₂ üçlü denge diyagramı (66,67).

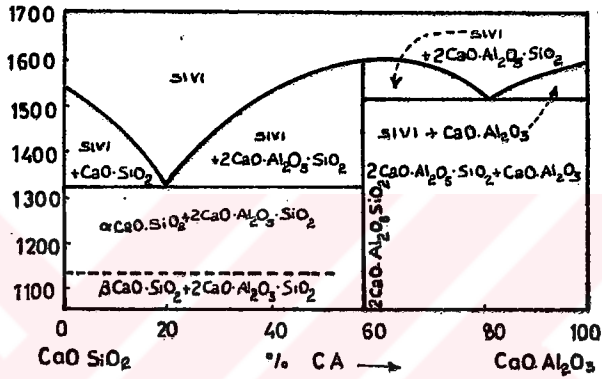
2.2.3. $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{CaO} - \text{SiO}_2$ Üçlü Denge Diyagramı

Geniş bir şekilde araştırılmış olan $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{CaO} - \text{SiO}_2$ üçlü sistemi üzerindeki ilk çalışmalar RANKIN, G.A. ve WRIGHT, F.E. (68) tarafından yapılmıştır. Elde edilen sonuçların bir kısmı Şekil:2.19'da verilmiştir.



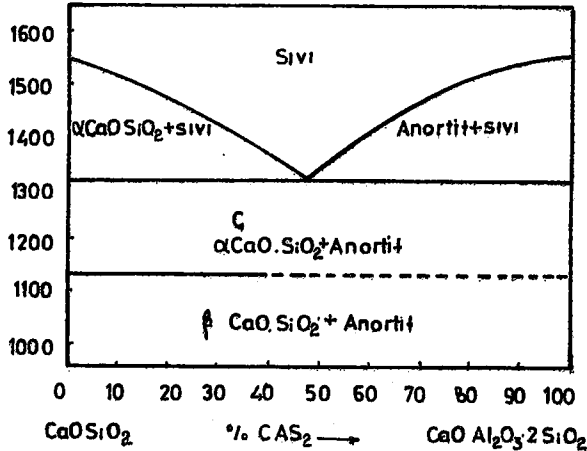
Şekil:2.19 - $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{CaO} - \text{SiO}_2$ üçlü denge diyagramı (68)

$\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 - \text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ dikey kesitinde çalışmalar yapan OSBORN, E.F. ve SCHAIRER, J.F. (69) Rankin ve arkadaşlarının aynı kesitteki çalışmalarında bazı değişiklikler yapmışlardır. Bu değişiklikleri içeren CS - CA dikey kesiti Şekil:2.20 de verilmiştir.



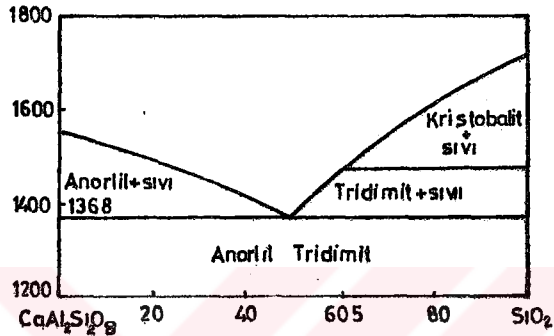
Şekil:2.20 - $\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ üçlü sisteminde $\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 - \text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ dikey kesiti (69)

OSBORN, E.F. (70) in $\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 - \text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ dikey kesitinde yapmış olduğu çalışma Şekil:2.21'de verilmiştir.



Şekil:2.21 - $\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ üçlü sisteminde $\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 - \text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ dikey kesiti (70)

SCHAIRER, J.F. ve BOWEN, N.L. (71) in $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ üçlü sisteminin $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ (anortit)- SiO_2 (silis) dikey kesiti üzerindeki çalışmaları Şekil:2.22'de verilmiştir.



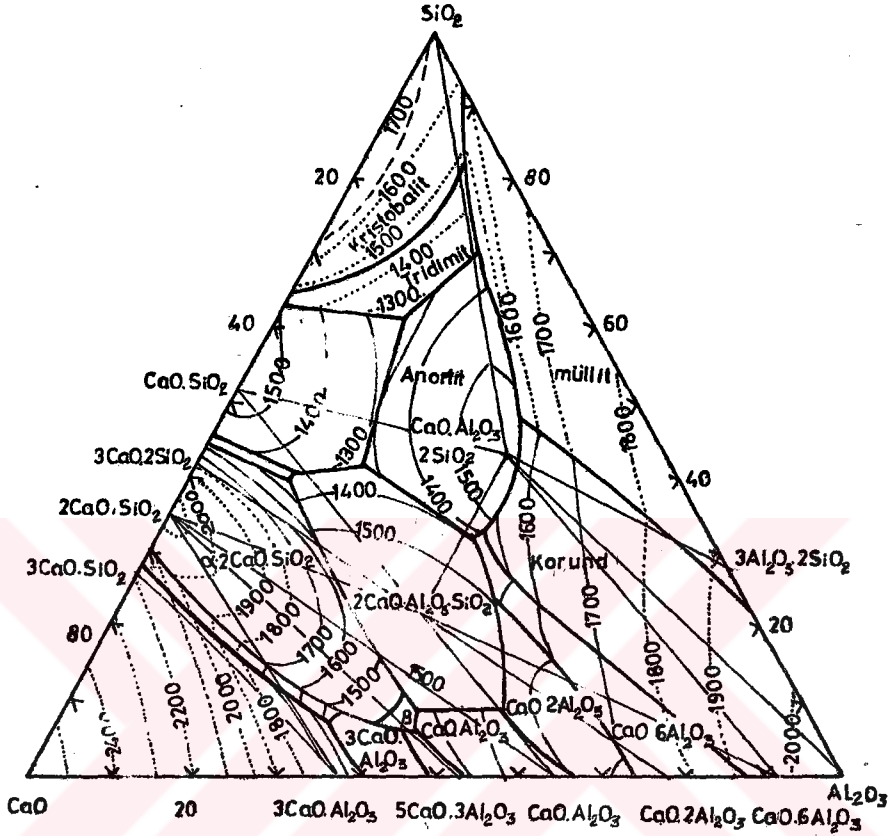
Şekil:2.22 - $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ üçlü sisteminde $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8\text{-SiO}_2$ dikey kesiti (71).

Al_2O_3 - SiO_2 - CaO üçlü sisteminde TOROPOV.N. A. ve GALAKHOV, F.Y. (72), WELCH, J.H. ve GUTT, W. (43) ARAMAKI, S. ve ROY, R. (73) da çalışmıştır.

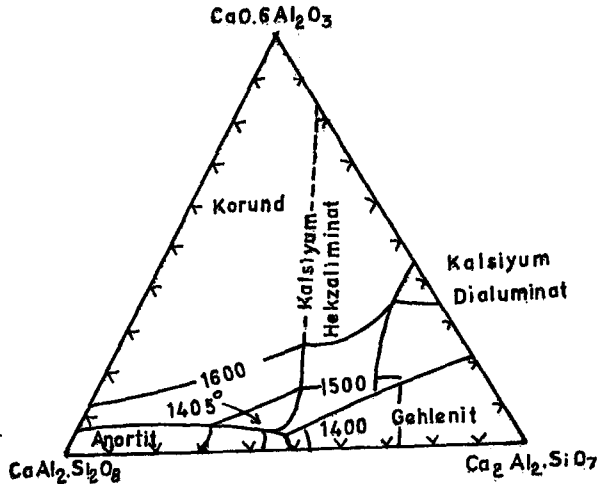
Daha sonraki yıllarda OSBORN, E.F. ve MUAN, A. (74) sistemi yeniden gözden geçirmişlerdir.

GENTILE, A.L. ve FOSTER, W.R. (75) de Al_2O_3 - CaO - SiO_2 üçlü sistemi üzerinde çalışmış olup katı halde faz bağıntılarını da içeren üçlü denge diyagramı ve Ca_6 - CAS_2 - C_2AS bölgesi diyagramı Şekil: 2.23 ve 2.24'de verilmiştir.

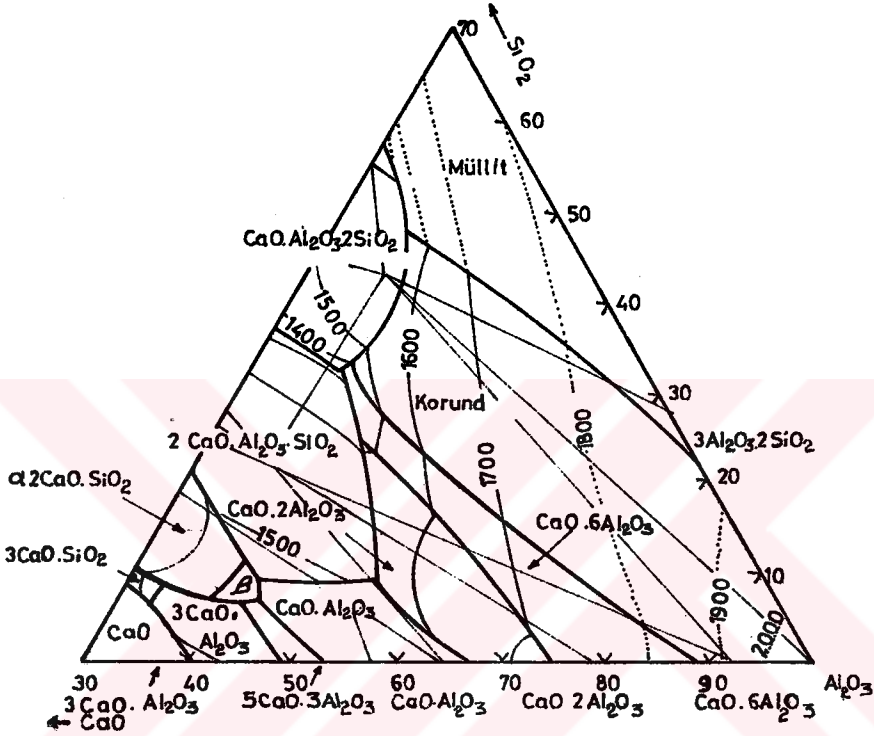
Daha sonra GENTILE, A.L ve FOSTER, W.R. (76) $\text{CaO} \cdot 6\text{Al}_2\text{O}_3$ ara kimyasal bileşiğinin ilk kristalleşme bölgesini yeniden incelemişlerdir. Düzeltilmiş bölgeyi içeren diyagram Şekil:2.25'de



Şekil:2.23 - Al_2O_3 - CaO - SiO_2 üçlü denge diyagramı (75)



Şekil:2.24 - Al_2O_3 - CaO - SiO_2 sisteminin Ca_6 - CaS_2 - C_2AS bölgesi (75).

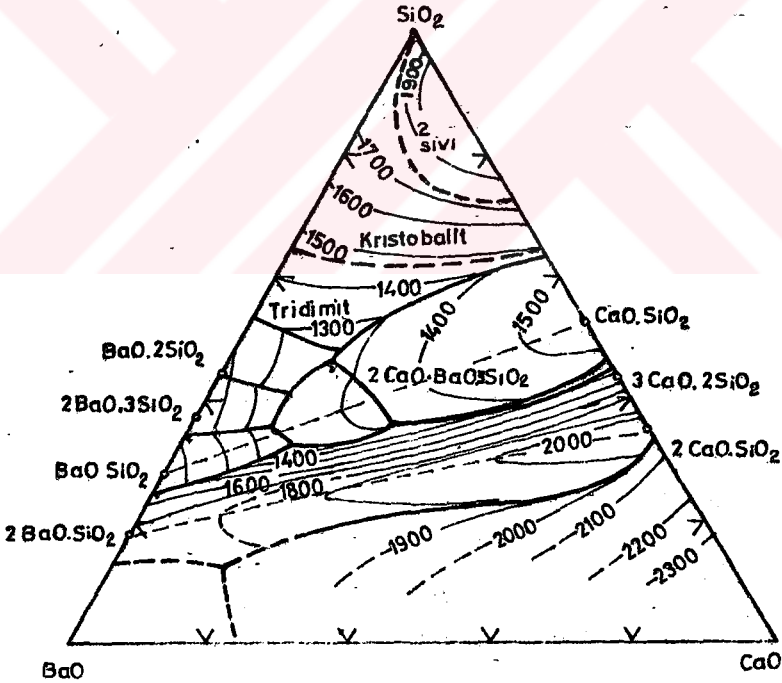


Şekil:2.25 - $\text{CaO} \cdot 6\text{Al}_2\text{O}_3$ ara kimyasal bileşiğinin yeniden sırtlanmış ilk kristalleşme bölgesi (76).

$\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{CaO} - \text{SiO}_2 - \text{TiO}_2$ dörtlü denge diyagramı üzerinde çalışan KOZ, M. (77) de A - C - S sistemini incelemiştir.

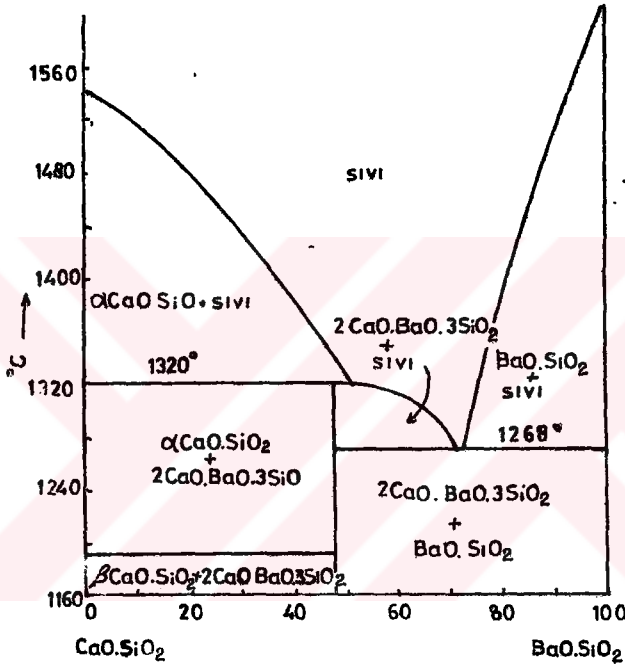
2.2.4. BaO - CaO - SiO₂ Üçlü Denge Diyagramı

BaO-CaO-SiO₂ üçlü sistemi ilk olarak TOROPOV, N.A., GALAKHOV, F.Y ve BONDER, I.A. (78) tarafından araştırılmıştır. Araştırmacılar, 2CaO.BaO.3SiO₂ üçlü ara kimyasal bileşiğinin varlığını mikroskopla saptamışlar ve dolayısıyla bu kimyasal bileşiğin X-ışınları verilerini yayınlayamamışlardır. Bu çalışma sonunda elde edilen BaO - CaO - SiO₂ üçlü denge diyagramı Şekil:2.26'da verilmiştir.



Şekil:2.26 - BaO - CaO - SiO₂ üçlü denge diyagramı (78).

Eskola, P. (34) BaO - CaO - SiO₂ üçlü den-
ge diyagramının CS - BS dikey kesiti üzerinde
çalışmış olup, elde ettiği sonuçlar Şekil:2.27
de verilmiştir.

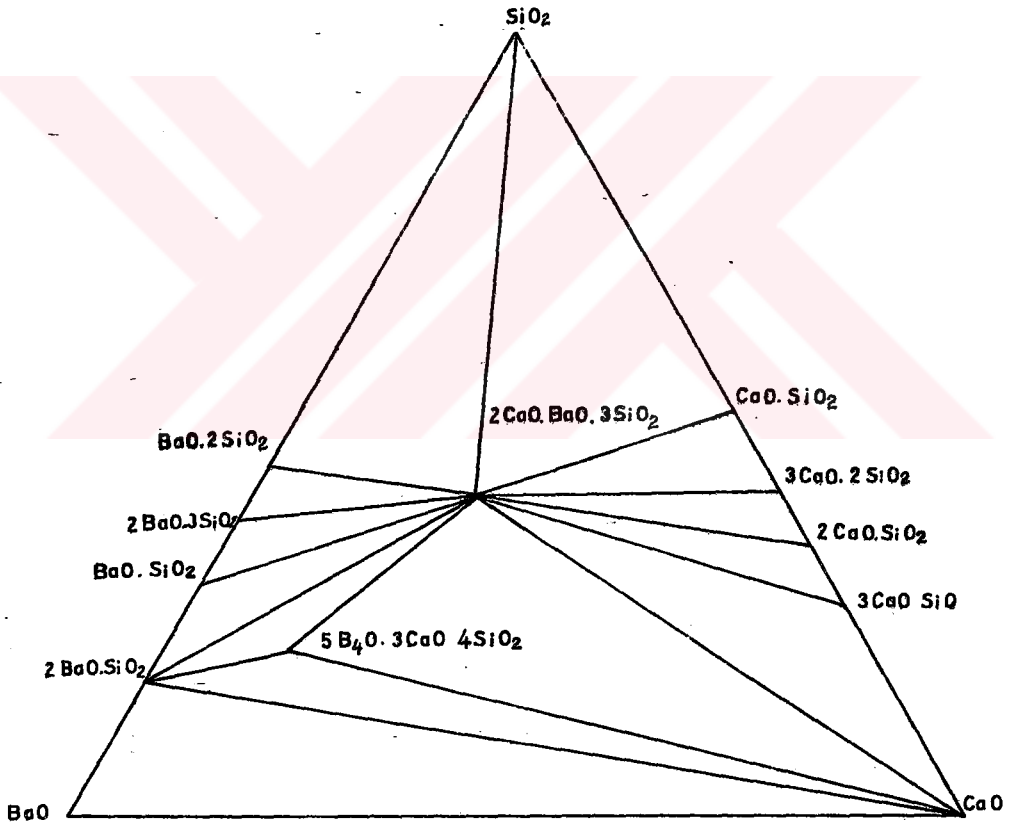


Şekil:2.27 - BaO-CaO-SiO₂ üçlü sisteminde CS-BS
dikey kesiti (34).

NADACHOWSKI, F. ve GRYLECKI, M. (79) BaO-CaO-SiO₂ üçlü sisteminin 2BaO.SiO₂ ve 2CaO.SiO₂ kimyasal bileşikleri arasındaki bölgeyi incelemişler ve yeni bir üçlü ara kimyasal bileşiğin (5BaO.3CaO.4SiO₂) varlığını ileri sürmüşlerdir.

TULGAR, H. E. (80), BaO-CaO-SiO₂ sisteminin katı halde faz bağıntılarını incelemiş ve sistemde

ki Alkemade doğru ve üçgenlerini saptamıştır. bu çalışma sonunda elde edilen $\text{BaO} - \text{CaO} - \text{SiO}_2$ üçlü sisteminin katı halde faz bağıntıları Şekil: 2.28'de verilmiştir.



Şekil:2.28 - $\text{BaO} - \text{CaO} - \text{SiO}_2$ üçlü sisteminde katı halde faz bağıntıları (80).

2.3. $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{BaO} - \text{CaO} - \text{SiO}_2$ Dörtlü Sistemi

Şimdiye kadar $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{BaO} - \text{CaO} - \text{SiO}_2$ dörtlü sisteminde hiçbir çalışma yapılmamıştır.



3. ARAŞTIRMADA KULLANILAN KİMYASAL MADDELER, AYGITLAR, DİĞER MALZEMELER VE UYGULANAN YÖNTEM

3.1. Deneyde Kullanılan Kimyasal Maddeler

Bu araştırma sırasında toz halinde silisyum dioksit (SiO_2), alüminyum oksit (Al_2O_3) ile baryum karbonat (BaCO_3) ve kalsiyum karbonat (CaCO_3) kullanılmıştır.

3.1.1. Alüminyum Oksit (Al_2O_3)

Bu araştırmada kullanılan Al_2O_3 ün(Riedel-de Haenag Seelze,Hannover/Deutschland firmasından temin edilmiş olan) X-ışınları spektrometresi ile yapılan analizi sonunda herhangi bir yabancı madde içermediği saptanmıştır.

Aynı numunenin X-ışınları difraktometresi

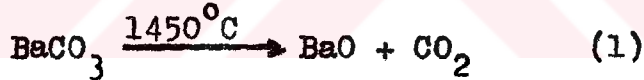
ile yapılan analizinde ise, alüminyum okside ait olmayan herhangi bir karakteristik çizgiye rastlanmamıştır.

3.1.2. Baryum Karbonat (BaCO_3)

Ferak Berlin firmasından temin edilen baryum karbonat'ın X-ışınları spektrometresi ile yapılan analizinde herhangi bir yabancı maddeye rastlanmamıştır.

Baryum karbonat, atmosfer basıncı altında 1450°C da karbon dioksidini kaybettiğinden, 1500°C a kadar ısıtılmıştır.

Baryum karbonatın ısıtılması sırasında oluşan reaksiyon aşağıda verilmiştir :



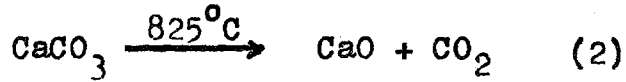
Başlangıç maddesi baryum karbonat ile yukardaki reaksiyon neticesinde elde edilen baryum oksidin X-ışınları difraksiyon diyagramları elde edilmiş ve bunların incelenmesi esnasında baryum karbonat veya baryum okside ait olmayan herhangi bir karakteristik çizgiye rastlanmamıştır.

3.1.3. Kalsiyum Karbonat (CaCO_3)

MERCK firmasından sağlanan toz kalsiyum karbonatın X-ışınları spektrometresi ile yapılan

analizinde herhangi bir yabancı maddeye rastlanmamıştır.

Kalsiyum karbonat atmosfer basıncı altında ve 825°C da karbon dioksidini kaybettiğinden, hazırlanan numune 1000°C a kadar ısıtılmıştır. Kalsiyum karbonatın ısıtılması sırasında oluşan reaksiyon aşağıda verilmiştir:



Kalsiyum karbonat ve deney sonucu elde edilen kalsiyum oksidin X-ışınları difraksiyon diyagramları alınmış ve bunların incelenmesinde kalsiyum karbonat ve kalsiyum okside ait olmayan herhangi bir karakteristik çizgiye rastlanmamıştır.

3.1.4. Silisyum Dioksit (SiO_2)

Deneylerde kullanılan silisyum dioksidin belirli bir miktarı 1000°C a ısıtılmış ve yanma kaybının sıfır olduğu görülmüştür. Böylece, orijinal maddede (SiO_2) karbonat, hidrat ve kilin bulunmadığı tesbit edilmiştir. Numunenin X-ışınları spektrometresi ile yapılan analizinde herhangi bir yabancı madde saptanmamıştır. Orijinal numunenin X-ışınları difraktometresi ile elde edilen diyagramında, silisyum diokside ait olmayan herhangi bir karakteristik çizgiye rastlanmamıştır.

3.2. Araştırmada Kullanılan Aygıtlar, Numunelerin Hazırlanması ve Uygulanan Yöntem

Araştırma sırasında başlangıç maddelerinin arılığını tesbit edebilmek için Philips marka (PW 1523/10) X-ışınları spektrometresi kullanılmıştır. Normal atmosferde, vakum altında veya %90 Argon %10 Metan karışımı gaz altında çalışabilen X-ışınları spektrometresi, tungsten hedef madde-li X-ışınları tübü ile 44 KV - 22 mA de çalıştırılmıştır.

Al_2O_3 - BaO - CaO - SiO_2 dörtlü sisteminin Alkamade doğru ve üçgenlerinin saptanması çalışmalarında ise Philips marka (PW 1140/90) X-ışınları difraktometresi kullanılmıştır. X-ışınları difraktometre cihazı, bakır hedef maddeli X-ışınları tübü ile 40 KV - 30 mA de çalıştırılmıştır.

Katı halde faz bağıntılarının saptanması amacıyla hazırlanan numuneler, farklı sıcaklıklarda işleme tabi tutulmuştur. Bu amaçla araştırma sırasında değişik sıcaklıklarda çalışan fırınlar kullanılmıştır. Başlangıç maddesi olarak $CaCO_3$ ve $BaCO_3$ içeren numuneler, 1200°C sıcaklığa kadar çalışan Heraeus marka KR-170 tipi fırında işleme tabi tutulmuştur. Karbonatları ayrıştırılmış numuneler ise daha sonra, max. sıcaklığı 1500°C (Heraeus marka KS-120 tipi fırın) ve 1700°C (Lindberg marka CF-IR tipi tüp fırın) olan fırınlarda işleme alınmıştır.

Araştırma konusu dörtlü sistemin katı halde faz bağıntılarının saptanması amacıyla hazırla-

nan bütün numuneler platin krözelerde ısıtılma tabi tutulmuştur.

Alkemade doğru ve üçgenlerinin saptanması için hazırlanan numunelerde tartım hata oranı %0,01 düzeyinde tutulmuştur. Herbir numuneyi oluşturan Al_2O_3 , BaO ($BaCO_3$), CaO ($CaCO_3$) ve SiO_2 oranları hesaplanan ve tartımları yapılan numuneler agat havan içerisinde öğütülerek karıştırılmış ve platin krözelerde atmosfer basıncı altında, KR-170 tipi fırında ısıtılarak karbonatların ayrışması sağlanmıştır. Fırından çıkartılarak soğutulan herbir numune tekrar öğütülmüş ve daha önce saptanan ergime sıcaklığının 50 ilâ 100°C altındaki bir sıcaklıkta yeniden bir ısıtılma tabi tutulmuştur. Denge koşullarının sağlanması amacıyla farklı sıcaklıklarda ısıtılma tabi tutulan numuneler, değişik zaman aralıklarında fırından çıkartılarak öğütülmüş ve yeniden fırına verilmiştir. Böylece reaksiyona girmemiş tanelerin birbirleriyle temas etmeleri sağlanmıştır. Reaksiyon tamamlanıncaya kadar sürdürülen bu işlemlerden sonra numune, fırında soğutulmuş ve agat havan içerisinde toz haline getirilerek X-ışınları difraksiyon diyagramı alınmıştır.

Kristal yapıdaki kimyasal bileşiklerin X-ışınları difraktometresi ile incelenmesinde öngörülen ana prensip, her kristalin maddenin bir diğerinden farklı karakteristik bir diyagram vermesi esasına dayanır. İncelemesi yapılan numunenin birden fazla kimyasal bileşik içermesi halinde elde edilen X-ışınları diyagramında, herbir kimyasal bileşiği simgeleyen karakteristik çizgiler bulunacaktır.

Al_2O_3 - BaO - CaO - SiO_2 dörtlü sisteminin

katı halde faz bağıntılarının saptanabilmesi için sistemde mevcut Alkemade doğru, üçgen ve tetraedrlerinin belirlenmesi gerekir.

Alkemade doğrularının (faz denge doğrularının) belirleyebilmek için sistemde mevcut kimyasal bileşikler, ikiye ikiye olmak üzere gruplandırılmıştır. Alkemade doğrularının birbirini kesemeyeceği ve gerçek bir Alkemade doğrusunda, Alkemade doğrusunun köşelerini oluşturan kristallerin karakteristik X-ışınları verilerinin, söz konusu Alkemade doğrusu üzerinde alınan herhangi bir alışımda mevcut olması gerektiği hususları araştırma boyunca göz önünde tutulmuştur. Bu amaçla hazırlanan her bir numunenin bileşimi, gruptaki kimyasal bileşiklerin ağırlık olarak yarı yarıya karıştırılması sonucu elde edilmiştir. Bir Alkemade doğrusu üzerinde bulunması gereken ve ısı ile işleme tabi tutulan herhangi bir numunenin X-ışınları verileri başlangıç maddelerinin X-ışınları difraksiyon verilerini içerdiği takdirde, denge koşulları sağlanamamış demektir. Böyle bir durumla karşılaşıldığında, hazırlanan numunenin yeniden öğütülerek daha yüksek bir sıcaklıkta veya ilk işlem sıcaklığında daha uzun bir zaman ısı ile işleme tabi tutulması gerekir (80,81,82,83,84).

Alkemade üçgen ve tetraedrlerinin saptanmasında ise, Alkemade doğrularının elde edilmesinde uygulanan yöntem izlenmiştir. Ancak bir Alkemade üçgeninin varlığının saptanmasında, Alkemade üçgeninin köşelerini oluşturan kimyasal bileşiklerin X-ışınları verileri göz önünde tutulmuştur. Gerçek olduğu varsayılan bir Alkemade üçgeninin içinde seçilen herhangi bir numunenin

X-ışınları verilerinin, söz konusu Alkemade üçgeninin köşelerini oluşturan kimyasal bileşiklerin X-ışınları verilerinden ibaret olması gerekir. Numunede başlangıç maddelerinin veya üçten fazla kimyasal bileşiğin X-ışınları verilerinin bulunması halinde, denge koşulları yerine getirilememiştir demektir. Bu durumda numunenin yeniden öğütülerek farklı ısıtma işlemlere tabi tutulması gerekir. Oksit sistemlerde katı halde reaksiyonlar genellikle çok hızlı gelişmektedir. Ancak bazı hallerde, özellikle üçlü ötektik, üçlü peritektik ve katı eriyik bölgelerinde reaksiyon hızı büyük ölçüde düşmektedir. Böyle hallerde denge koşullarının sağlanabilmesi için aynı numunenin 40 defa ısıtma işleme tabi tutulması gerekmiştir.

4. DENEYSEL ÇALIŞMALAR, SONUÇLARI VE BUNLARIN İRDELENMESİ

Al_2O_3 - BaO - CaO - SiO_2 dörütlü sisteminde katı halde faz bağıntılarını saptamak amaciyle yürütölen deneyler, sonuçları ve bunların irdelenmesi 2 grup içinde toplanmıştır. Birinci grup içinde ikili denge diyagramları tek tek ele alınmış ve herbir sistemde mevcut ara kimyasal bileşikler ayrı ayrı irdelenmiştir. Kimyasal bileşiklerin araştırma sırasında elde edilen X-ışınları verileri ASTM kartları ile karşılaştırılmıştır.

İkinci grup içinde ise, üçlü denge diyagramları tek tek ele alınarak Alkemade doğru ve üçgenlerinin durumu saptanmıştır. Al_2O_3 - BaO - CaO - SiO_2 dörütlü sisteminde mevcut Alkemade doğru ve üçgenleri bir tablo halinde verildikten sonra, söz konusu dörütlü sistemin katı halde faz bağıntılarını içeren dörütlü diyagram yatırılmış olarak verilmiştir.

4.1. Birinci Grup Deneyler, Sonuçları ve Bunların İrdelenmesi

İncelenen Al_2O_3 - BaO - CaO - SiO_2 dörtlü sisteminde varlığı iddia edilen kimyasal bileşiklerin meydana getirdiği Alkemade doğrularını saptayabilmek için bilinen bir ve iki bileşenli kimyasal bileşikler, ham maddelerden (Al_2O_3 , BaCO_3 , CaCO_3 , SiO_2) gidilerek elde edilmiştir. Bu kimyasal bileşiklerin X-ışınları difraksiyon diyagramları hazırlanmış ve bunlar standard ASTM verileri ile kıyaslanmıştır. Al_2O_3 , BaCO_3 , BaO , CaCO_3 , CaO , SiO_2 ve $3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ (yapılan çalışmalar sonunda Al_2O_3 - SiO_2 ikili sisteminde yalnız $3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ ara kimyasal bileşiğinin mevcut olduğu saptanmıştır) kimyasal bileşiklerinin yüzde bileşimleri, işlem sıcaklıkları ve X-ışınları sonuçları Tablo 4.1 de verilmiştir.

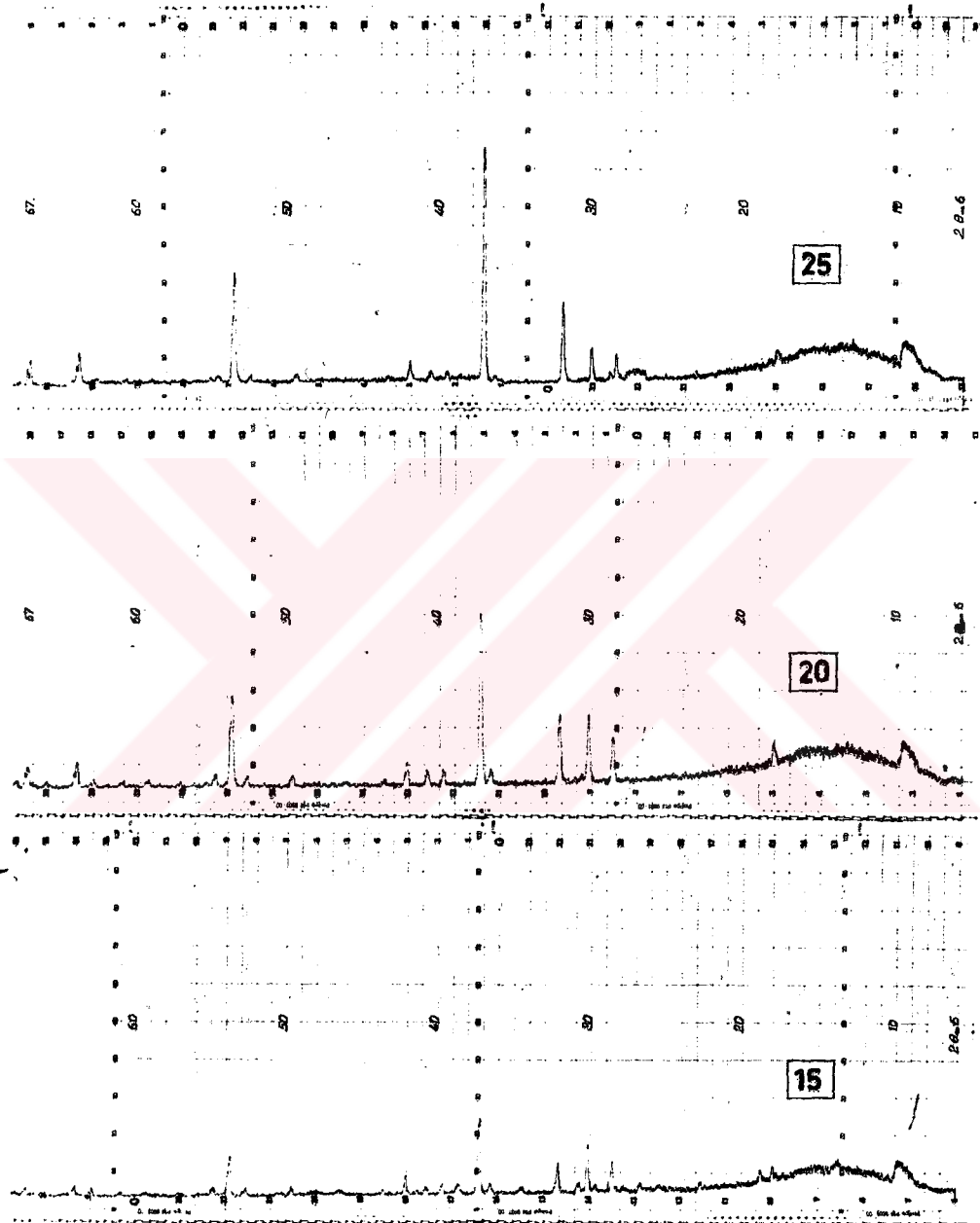
BaO 'in elde edilen X-ışınları verilerinin ASTM kartlarındaki verilerle uyuşmadığı görüldüğünde, araştırma konusu dörtlü sistemde ara kimyasal bileşik içermeyen BaO - CaO ikili denge diyagramı referans olarak alınmış ve elde edilen sonuçlar, araştırmada kullanılan BaO 'in X-ışınları verileri ile karşılaştırılmıştır. Bu araştırmada BaO - CaO ikili sisteminde herhangi bir ara kimyasal bileşiğe rastlanmamıştır. Değişik oranlarda CaO içeren numunelerin X-ışınları verileri, sistemde yalnız BaO ve CaO 'in bulunduğu kanıtlamıştır. Bileşime bağlı olarak CaO karakteristik pik şiddetlerindeki değişimleri gösteren 15, 20 ve 25 No.lu diyagramlar Şekil:4.1 de verilmiştir.

TABLO 4.1 : Al_2O_3 - BaO - CaO - SiO_2 dörütlü sistemindeki başlangıç maddeleri ve A_3S_2 nin X-ışınları sonuçları.

Arzu edilen kimyasal bileşik	Bileşim No.	% Bileşim				İşlem sıcaklığı $^{\circ}C$	X-ışınları ile elde edilen sonuçlar
		Al_2O_3	BaO	CaO	SiO_2		
A	1	100	-	-	-	1000	A
$BaCO_3$	2	-	77.70	-	-	1000	$BaCO_3$
B	3	-	100	-	-	1450	B
$CaCO_3$	4	-	-	56.08	-	100	$CaCO_3$
C	5	-	-	100	-	1000	C
S	6	-	-	-	100	100	S
A_3S_2	10	71.79	-	-	28.21	1500	A_3S_2

A = Al_2O_3 (101.961) B = BaO (153.339) C = CaO (56.079)

S = SiO_2 (60.084) $A_3S_2 = 3Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$



Şekil:4.1 - Bileşime bağlı olarak CaO karakteristik piklerindeki değişimler.

Yapılan çalışmalar sonunda farklı ASTM kartlarında yayınlanan BaO X-ışınları verilerine uymayan fakat Alkemade doğru ve üçgenlerinin sap-tanması sırasında belirlenen karakteristik BaO X-ışınları verileri Tablo 4.2 de verilmiştir.

TABLO : 4.2 - BaO'in bu araştırma sırasında belirlenen yeni X-ışınları verileri.

<u>2 θ</u>	<u>d</u>	<u>I/I₁</u>
18.00	4.9238	36
28.65	3.1131	66
30.28	2.9491	100
30.73	2.9069	9
31.12	2.8714	7
31.60	2.8289	5
36.65	2.4498	23
39.80	2.2629	22
40.84	2.2077	22
42.15	2.1420	34
43.64	2.0723	8
49.80	1.8294	16
52.81	1.7320	15
54.90	1.6709	18
57.25	1.6077	5
59.37	1.5553	9
61.00	1.5176	5
63.00	1.4742	11
66.13	1.4118	5
68.10	1.3757	7

Al₂O₃ - BaO ikili denge diyagramı araştı-
rıcılar tarafından değişik zamanlarda incelen-
miştir. Söz konusu ikili sistem bu araştırma sı-
rasında yeniden gözden geçirilerek Toropov'un(1)

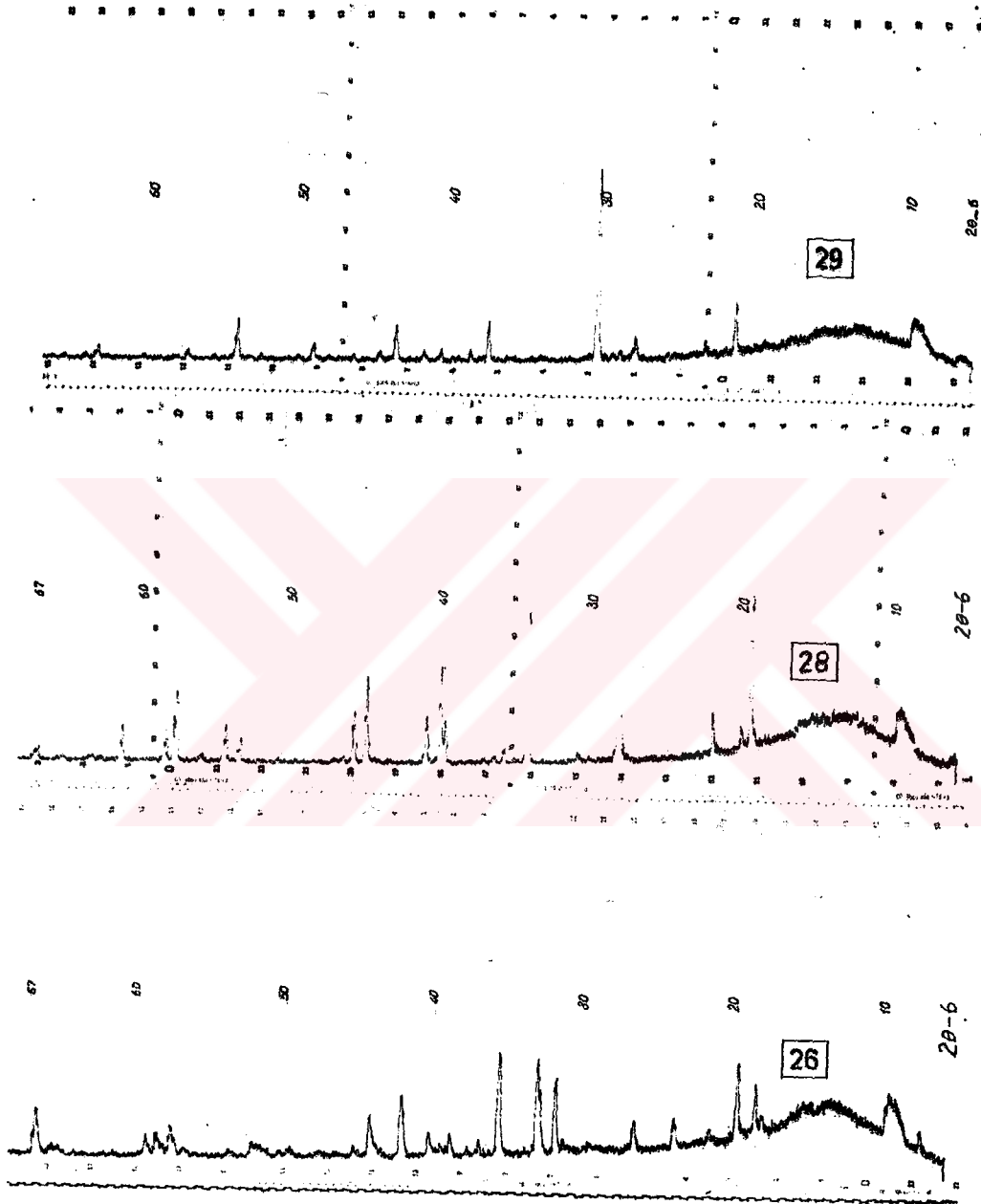
varlığını ileri sürdüğü BA_6 , BA ve B_3A ara kimyasal bileşiklerinin mevcut olduğu saptanmıştır. Şekil:4.2'de verilen 26,28 ve 29 No.lu X-ışınları diyagramları bu durumu kanıtlamaktadır.

Appendino(3), B_3A - B aralığında 4 yeni ara kimyasal bileşiğin varlığını ileri sürerek B_4A ($940^{\circ}C$ ın üstünde kararlı), B_5A ($940^{\circ}C$ ve altında kararlı), B_7A ($1050^{\circ}C$ ın altında kararlı) B_8A ($1050^{\circ}C$ ın üstünde kararlı) ve $B_{10}A$ nın ($1130^{\circ}C$ ın altında kararlı) X-ışınları verilerini yayınlamıştır.

Al_2O_3 - BaO ikili sisteminde varoldukları iddia edilen ara kimyasal bileşikler ve elde edilen sonuçlar Tablo 4.3 de verilmiştir.

TABLO: 4.3 - Al_2O_3 - BaO ikili sisteminde varlığı ileri sürülen ara kimyasal bileşikler ve elde edilen sonuçlar.

Arzu edilen kimyasal bileşik	Bileşim No.	% Bileşim		İşlem sıcaklığı $^{\circ}C$	X-ışınları ile elde edilen sonuçlar
		Al_2O_3	BaO		
BA_6	26	79.96	20.04	1450	BA_6
BA	28	39.94	60.06	1300	BA
B_3A	29	18.14	81.86	1400	B_3A
B_4A	32	14.25	85.75	1300	$B_3A + B$
B_5A	38	11.74	88.26	1000	$B_3A + B$
B_7A	45	8.68	91.32	1000	$B_3A + B$
B_8A	47	7.67	92.33	1000	$B_3A + B$
$B_{10}A$	50	6.23	93.77	1000	$B_3A + B$

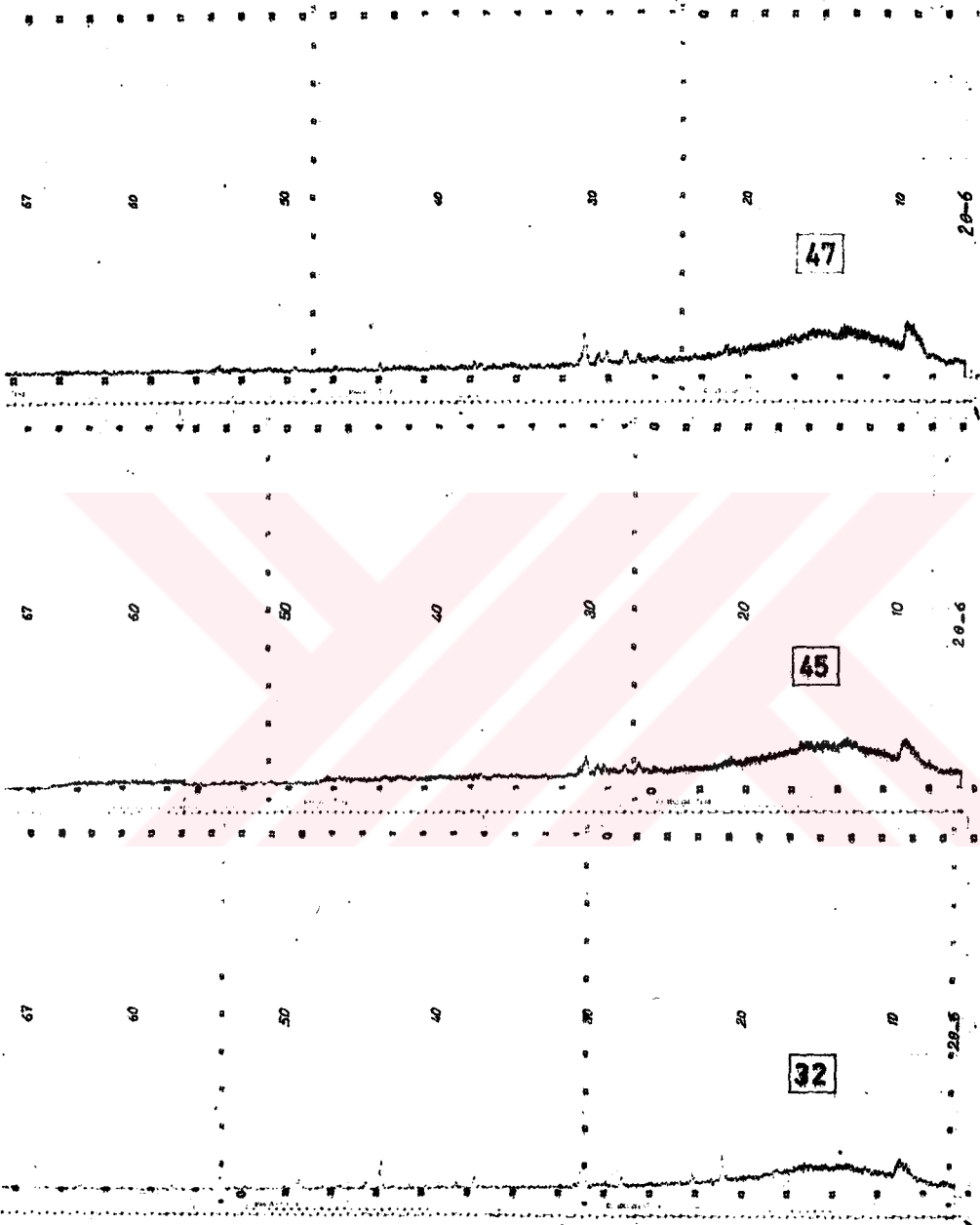


Şekil: 4.2.- B_3A , BA ve BA_6 ara kimyasal bileşiklerinin X-ışınları difraksiyon diyagramları.

Farklı sıcaklıkların altında veya üstünde kararlı oldukları ileri sürülen B_4A , B_5A , B_7A , B_8A ve $B_{10}A$ ara kimyasal bileşiklerinin Al_2O_3 - BaO ikili sisteminde mevcut olmadıkları saptanmıştır. Farklı sıcaklıklarda kimyasal reaksiyoun tam anlamıyla gelişmemesi veya numunelerin X-ışınları alınıncaya kadar desikatör'de bekletilmemesi halinde, X-ışınları diyagramlarında farklı sonuçlar elde edilmektedir. Gerekli önlemler alınmadığı takdirde numunelerde mevcut BaO hava ile temasta, $BaCO_3$ 'a dönüşme eğilimi göstermektedir. B_4A , B_5A , B_7A , B_8A ve $B_{10}A$ bileşimlerinde hazırlanan birçok numune farklı işlem sıcaklıklarında, desikatör içinde veya dışında bekletilme durumlarında reaksiyonun tam anlamıyla gelişmemesi nedeniyle X-ışınlarında farklı sonuçlar vermektedir. Özellikle 2. grup deneylerde açıklandığı gibi, Alkemade üçgenlerinin saptanması sırasında söz konusu ara kimyasal bileşiklere rastlanmamıştır.

B_3A - B aralığında hazırlanmış ve yalnız B_3A ara kimyasal bileşiğinin karakteristik X-ışınları pik'lerini veren 32, 45, 47 No.lu diyagramlar Şekil: 4.3 de verilmiştir.

Al_2O_3 - CaO ikili sistemi araştırmacılar tarafından değişik zamanlarda çok geniş bir şekilde incelenmiştir. Söz konusu ikili sistem araştırma sırasında da yeniden gözden geçirilmiş ve literatürdeki verilerle uygunluk sağlanmıştır. Bu çalışma sırasında kimyasal bileşiklerin X-ışınları difraksiyon diyagramları hazırlanmış ve elde edilen sonuçlar standard ASTM verileri ile karşılaştırılmıştır.



Şekil: 4.3 - B₃A - B aralığında hazırlanmış ve yalnız B₃A karakteristik pik'lerini veren diyageamlar.

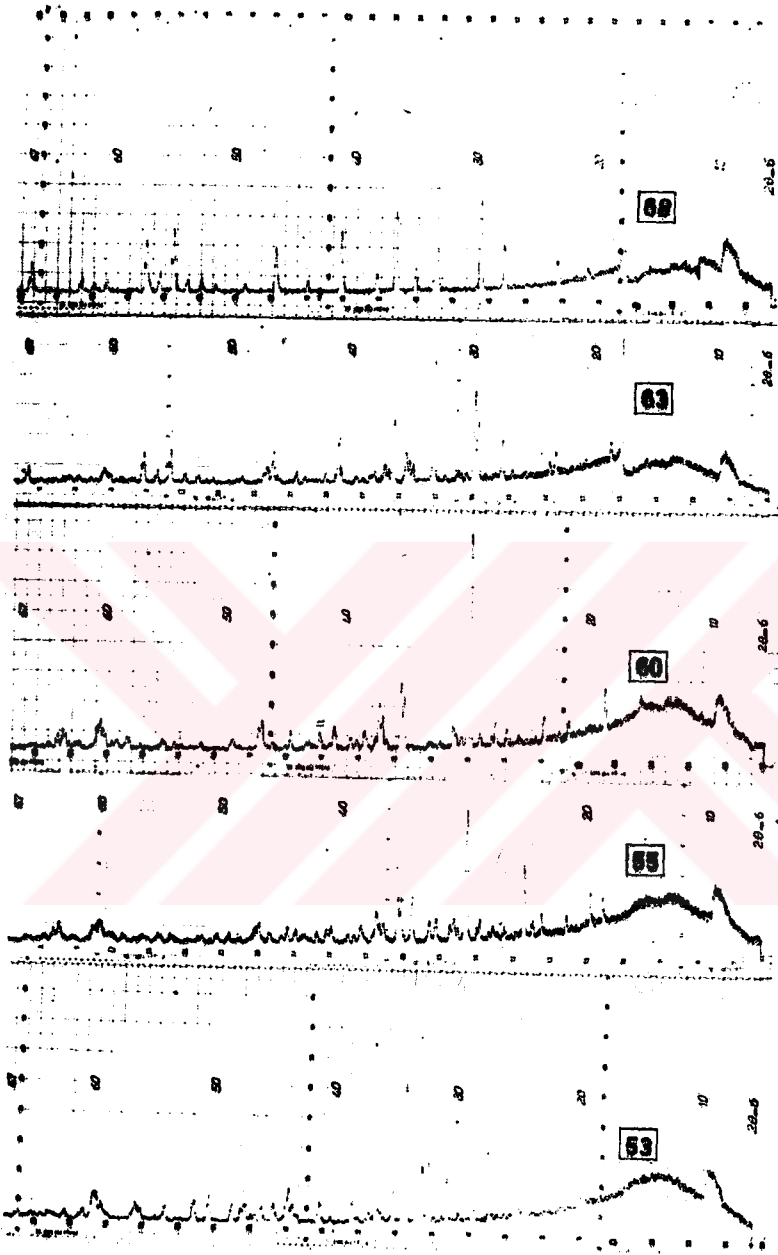
Al_2O_3 - CaO ikili sisteminde hazırlanan bileşikler ve elde edilen sonuçlar Tablo 4.4 de verilmiştir.

TABLO: 4.4 - Al_2O_3 - CaO ikili sisteminde varlığı ileri sürülen ara kimyasal bileşikler ve elde edilen sonuçlar.

Arzu edilen kimyasal bileşik	Bileşim No.	% Bileşim		İşlem sıcaklığı °C	X-Işınları ile elde edilen sonuçlar
		Al_2O_3	CaO		
CA_6	51	91.60	8.40	1450	CA_6
CA_2	53	78.43	21.57	1400	CA_2
C_3A_5	55	75.19	24.81	1350	$CA_2 + CA$
CA	60	64.52	35.48	1350	CA
C_5A_3	63	52.17	47.83	1350	$CA + C_{12}A_7$
$C_{12}A_7$	68	51.47	48.53	1350	$C_{12}A_7$
C_3A	70	37.74	62.26	1400	C_3A

Al_2O_3 - CaO ikili denge diyagramında CA_6 , CA_2 , CA , $C_{12}A_7$ ve C_3A ara kimyasal bileşikleri mevcuttur. C_3A_5 ve C_5A_3 ara kimyasal bileşiklerini ayrı ayrı incelendiğinde, sırasıyla $CA_2 + C$ ve $CA + C_{12}A_7$ nin karakteristik X-ışınları verileri elde edilmiştir.

C_3A_5 ve C_5A_3 ara kimyasal bileşiklerinin sistemde bulunmadığını kanıtlayan 53, 55, 60, 63, ve 68 No.lu X-ışınları diyagramları Şekil:4.4 de verilmiştir.



Şekil: 4.4 - C_3A_5 ve C_5A_3 ara kimyasal bileşik-
lerinin durumunu kanıtlayan X-
ışınları difraksiyon diyagramları.

Değişik araştırmacılar $\text{CaO} - \text{SiO}_2$ ikili sisteminde CS , C_3S_2 , C_2S ve C_3S ara kimyasal bileşiklerinin varolduğunu ileri sürmüşlerdir. Bu araştırma sırasında $\text{CaO} - \text{SiO}_2$ sisteminde hazırlanan ara kimyasal bileşikler ve elde edilen sonuçlar Tablo 4.5 de verilmiştir.

TABLO: 4.5 - $\text{CaO} - \text{SiO}_2$ ikili sisteminde varlığı ileri sürülen ara kimyasal bileşikler ve elde edilen sonuçlar.

Arzu edilen kimyasal bileşik	Bileşim No.	% Bileşim		İşlem sıcaklığı $^{\circ}\text{C}$	X-Işınları ile elde edilen sonuçlar
		CaO	SiO_2		
CS	71	48.28	51.72	1350	CS
C_3S_2	73	58.33	41.67	1350	C_3S_2
C_2S	75	65.12	34.88	1400	C_2S
C_3S	77	78.68	26.32	1300	C_3S

Hazırlanan ara kimyasal bileşiklerin karakteristik X-ışınları difraksiyon çizgilerinin, standard ASTM verilerini aynen içerdikleri saptanmıştır.

$\text{BaO} - \text{SiO}_2$ ikili sisteminde BS_2 , B_3S_5 , B_5S_8 , B_2S_3 , BS , B_2S ve B_3S ara kimyasal bileşiklerinin mevcut olduğu ileri sürülmüş olup, bu çalışma sırasında elde edilen sonuçlar Tablo 4.6 da verilmiştir.

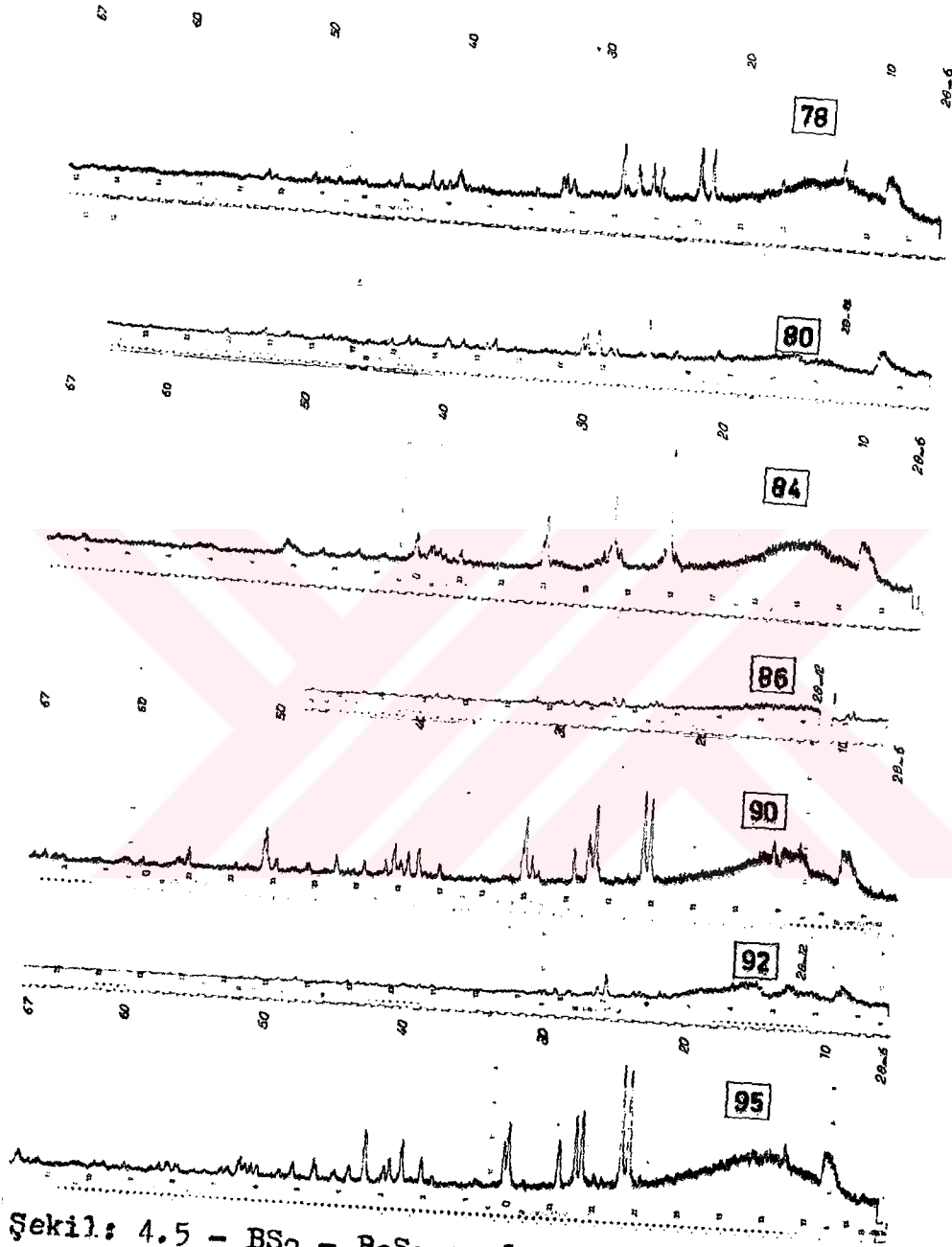
TABLO: 4.6 - BaO - SiO₂ ikili sisteminde varlığı ileri sürülen ara kimyasal bileşikler ve elde edilen sonuçlar.

Arzu edilen kimyasal bileşik	Bileşim No.	% Bileşim		İşlem sıcaklığı °C	X-Işınları ile elde edilen sonuçlar
		BaO	SiO ₂		
BS ₂	78	56.06	43.94	1300	BS ₂
B ₃ S ₅	84	60.50	39.50	1300	K.E. (x)
B ₅ S ₈	90	61.47	38.53	1350	K.E.
B ₂ S ₃	95	62.98	37.02	1350	B ₂ S ₃
BS	97	71.85	26.15	1300	BS
B ₂ S	99	83.62	16.38	1300	B ₂ S
B ₃ S	108	88.45	11.55	1350	B ₃ S

(x) K.E = Katı Eriyik

BaO - SiO₂ ikili sisteminde BS₂, B₂S₃, BS, B₂S ve B₃S ara kimyasal bileşikleri mevcuttur. B₃S₅ ve B₅S₈ ara kimyasal bileşiklerinin elde edilen X-ışınları verileri Roth, R.S. ve Levin, E. M. (36)nin yayınladıkları X-ışınları verileri ile tam bir uygunluk göstermiştir. Ancak sistemdeki Alk made doğrularının saptanması amacıyla hazırlanan (%50 B₃S₅ - %50 B₅S₈), (%50 BS₂ - %50 B₃S₅), (%50 B₅S₈ - %50 B₂S₃) ve yüzde (B₅S₈, B₃S₅, BS₂, B₂S₃) oranları değiştirilmiş numunelerin X-ışınları diyagramlarında görülen değişiklikler, karakteristik katı eriyik görünümü arzemiştir. Herhangi bir bölgenin katı eriyik içermesi halinde, katı eriyik bölgesini sınırlayan ara kimyasal bileşiklerin karakteristik X-ışınları ve-

rilerinde düzenli bir kayma olabileceği gibi, söz konusu kimyasal bileşiklerin X-ışınları verilerinde mevcut olmayan karakteristik pikler de elde edilebilir. Böyle bir durum yeterince incelenmediğinde, o bölgede yeni bir ara kimyasal bileşiğin varlığı ileri sürülebilir. Bu çalışma sırasında BS_2 - B_2S_3 bölgesi geniş bir şekilde incelenmiş ve varlığı ileri sürülen B_3S_5 , B_5S_8 ara kimyasal bileşiklerinin mevcut olmayıp, katı eriyik içeren bölgede bulundukları saptanmıştır. BS_2 - B_2S_3 aralığının katı eriyik içeren bir bölge olduğunu kanıtlayan 78,80,84,86, 90,92 ve 95 No.lu X-ışınları diyagramları Şekil:4.5 de verilmiştir.



Şekil: 4.5 - BS_2 - B_2S_3 aralığının katı eriyik içeren bir bölge olduğunu kanıtlayan X-ışınları difraksiyon diya-gramları.

4.2. İkinci Grup Deneyler, Sonuçları ve Bunların İrdelenmesi

İncelenen $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{BaO} - \text{CaO} - \text{SiO}_2$ dörtlü sisteminde varlığı iddia edilen üçlü ara kimyasal bileşiklerin, sistemdeki ikili ara kimyasal bileşiklerle oluşturduğu Alkemade doğru ve üçgenlerini saptayabilmek için bilinen üç bileşenli kimyasal bileşikler, ham maddelerden (Al_2O_3 , BaCO_3 , CaCO_3 , SiO_2) gidilerek elde edilmeye çalışılmıştır. Üçlü ara kimyasal bileşiklerin X-ışınları difraksiyon diyagramları hazırlanmış ve bunlar standard A.S.T.M. verileri ile kıyaslanmıştır. C_2AS , CAS_2 , BC_2S_3 , $\text{B}_5\text{C}_3\text{S}_4$, B_5CA_2 , BC_2A_4 , B_3CA ve BAS_2 ara kimyasal bileşiklerinin yüzde bileşimleri, işlem sıcaklıkları ve X-ışınları sonuçları Tablo:4.7 de verilmiştir.

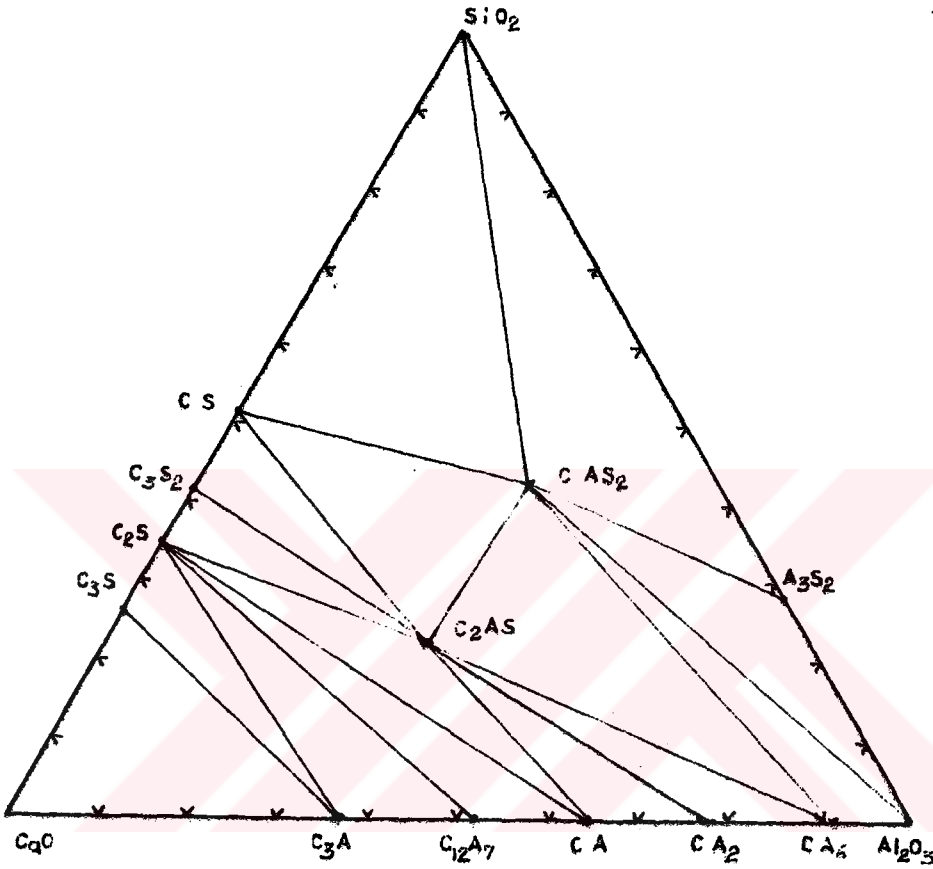
$\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{CaO} - \text{SiO}_2$ üçlü sistemi, çalışılan farklı dörtlü sistemler nedeniyle değişik araştırmacılar tarafından çok geniş bir şekilde incelenmiştir. Söz konusu üçlü sistemde 10 tane ikili ara kimyasal bileşik (CS , C_3S_2 , C_2S , C_3S , C_3A , C_{12}A_7 , CA , CA_2 , CA_6 , A_3S_2) ve iki tane üçlü ara kimyasal bileşik (C_2AS , CAS_2) mevcuttur. İkili ve üçlü ara kimyasal bileşiklerin kendi aralarında oluşturdukları Alkemade doğru ve üçgenlerinin saptanması ile ilgili çalışmalar Tablo:4.8 de özetlenmiştir. $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{CaO} - \text{SiO}_2$ üçlü sisteminde bu çalışma sonunda saptanan Alkemade doğru ve üçgenleri, daha önceki çalışmalarda saptananlarla tam bir uygunluk arz etmiştir. Söz konusu üçlü sisteminde 29 tane Alkemade doğrusu ve 15 tane Alkemade üçgeni bulunmaktadır. Elde edilen verilere göre çizilen $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{CaO} - \text{SiO}_2$ üçlü sisteminde katı halde faz bağıntıları Şekil:4.6 da verilmiştir.

TABLO 4.7 : Al_2O_3 -BaO-CaO-SiO₂ dörütlü sistemindeki
üç bileşenli ara kimyasal bileşikler

Arzu edilen kimyasal bileşik	Bileşim No.	% Bileşim				İşlem sıcak- lığı °C	X-ışınları ile elde edilen sonuçlar
		Al_2O_3	BaO	CaO	SiO ₂		
C_2AS	109	37.18	-	40.90	21.91	1350	C_2AS
CAS_2	110	36.64	-	20.15	43.21	1300	CAS_2
BC_2S_3	169	-	34.40	25.16	40.44	1225	BC_2S_3
$B_5C_3S_4$	170	-	65.24	14.31	20.45	1225	$B_5C_3S_4$
B_5CA_2	209	19.86	74.68	5.46	-	1500	B_5CA_2
BC_2A_4	210	60.57	22.77	16.66	-	1500	BC_2A_4
B_3CA	211	16.50	74.43	9.07	-	1500	B_5CA_2+C+B
BAS_2	265	27.16	40.84	-	32.00	1350	BAS_2

TABLO 4.8 : Al_2O_3 - CaO - SiO_2 üçlü sisteminde, Alkemade üçgenlerinin saptanmasında seçilen bileşimler ve elde edilen sonuçlar.

Bileşim No.	% Bileşim			X-ışınları ile elde edilen sonuçlar
	Al_2O_3	CaO	SiO_2	
111	15	20	65	S-CS-CAS_2
115	35	10	55	$\text{S-A}_3\text{S}_2\text{-CAS}_2$
119	60	10	30	$\text{A-A}_3\text{S}_2\text{-CAS}_2$
124	81	9	10	$\text{A-CA}_6\text{-CAS}_2$
127	55	25	20	$\text{C}_2\text{AS-CA}_6\text{-CAS}_2$
130	70	23	7	$\text{C}_2\text{AS-CA}_6\text{-CA}_2$
134	55	35	10	$\text{C}_2\text{AS-CA-CA}_2$
136	33	47	20	$\text{C}_2\text{AS-CA-C}_2\text{S}$
141	43	47	10	$\text{C}_{12}\text{A}_7\text{-CA-C}_2\text{S}$
145	35	55	10	$\text{C}_{12}\text{A}_7\text{-C}_3\text{A-C}_2\text{S}$
150	10	70	20	$\text{C}_3\text{S-C}_2\text{A-C}_2\text{S}$
153	15	75	10	$\text{C}_3\text{S-C}_3\text{A-C}$
157	5	60	35	$\text{C}_2\text{AS-C}_3\text{S}_2\text{-C}_2\text{S}$
162	5	52	43	$\text{C}_2\text{AS-C}_3\text{S}_2\text{-CS}$
168	25	35	40	$\text{C}_2\text{AS-CAS}_2\text{-CS}$



Şekil: 4.6 - Al_2O_3 - CaO - SiO_2 üçlü sisteminin, deney sonuçlarına göre çizilen katı haldeki faz bağıntıları diyagramı.

BaO - CaO - SiO_2 üçlü sisteminde 9 tane ikili ara kimyasal bileşik (BS_2 , B_2S_3 , BS , B_2S , B_3S , C_3S , C_2S , C_3S_2 , CS) ve iki tane üçlü ara kimyasal bileşik (BC_2S_3 , $\text{B}_5\text{C}_3\text{S}_4$) mevcuttur. Alkemade üçgenle-

rinin saptanması ile ilgili çalışmalar Tablo 4.9 da özetlenmiştir. $BaO-CaO-SiO_2$ üçlü sisteminde 27 tane Alkemade doğrusu ve 14 tane Alkemade üçgeni bulunmaktadır. $BaO-CaO-SiO_2$ üçlü sisteminde katı halde faz bağıntılarını inceleyen Tulgar, H.E. (80) Alkemade üçgeni sayısını 13 olarak vermiştir; çünkü araştırmacı, $BaO-SiO_2$ ikili sisteminde B_3S ikili ara kimyasal bileşiğinden söz etmemiştir. B_3S-C-B Alkemade üçgeninin varlığını kanıtlayan 20 (C+B), 108(B_3S), 172(C+B+ B_3S), 174(C+B+ B_3S) No.lu X-ışınları diyagramları Şekil:4.7 de verilmiştir.

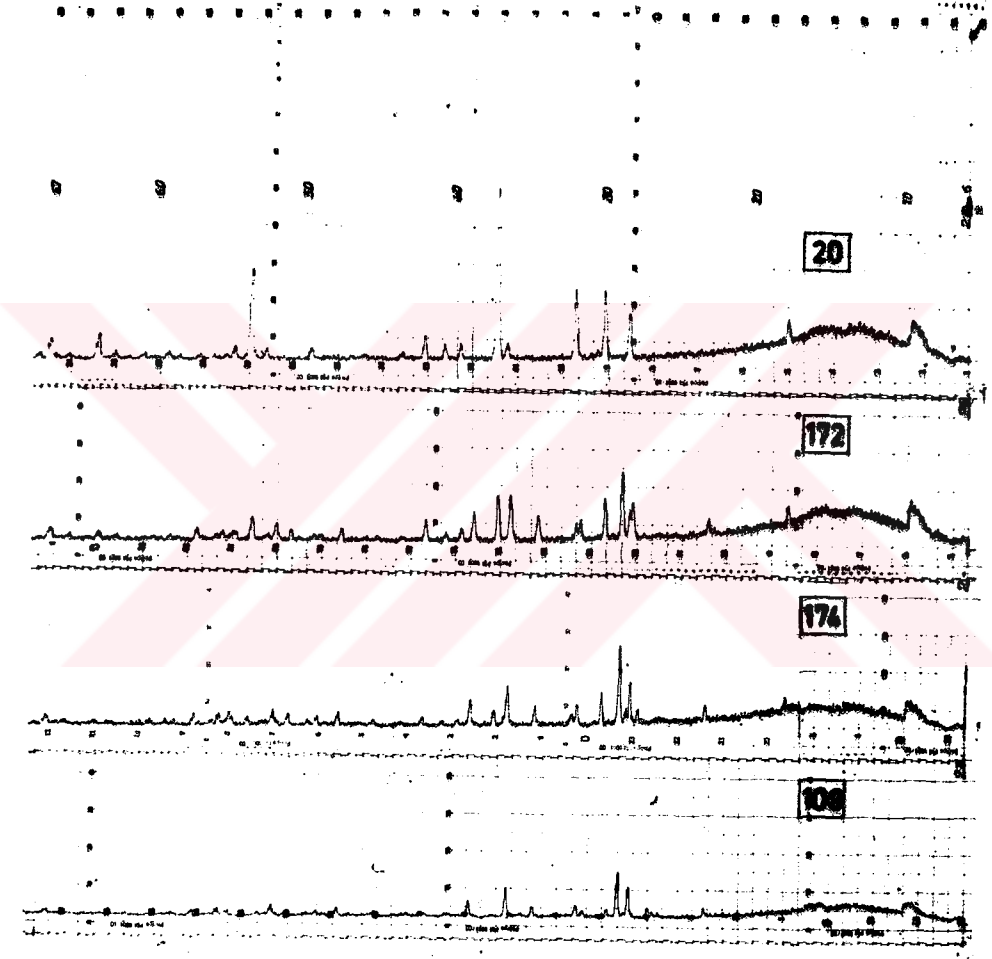
B_3S-B_2S-C Alkemade üçgeninin varlığını kanıtlayan 99(B_2S), 108(B_3S), 5(C), 178(C+ B_2S + B_3S) 180(C+ B_2S + B_3S) No.lu X-ışınları diyagramları Şekil:4.8 de verilmiştir.

Bu araştırma sırasında saptanan Alkemade doğru ve üçgenlerine göre çizilen $BaO-CaO-SiO_2$ üçlü sistemindeki katı halde faz bağıntıları Şekil:4.9 da verilmiştir.

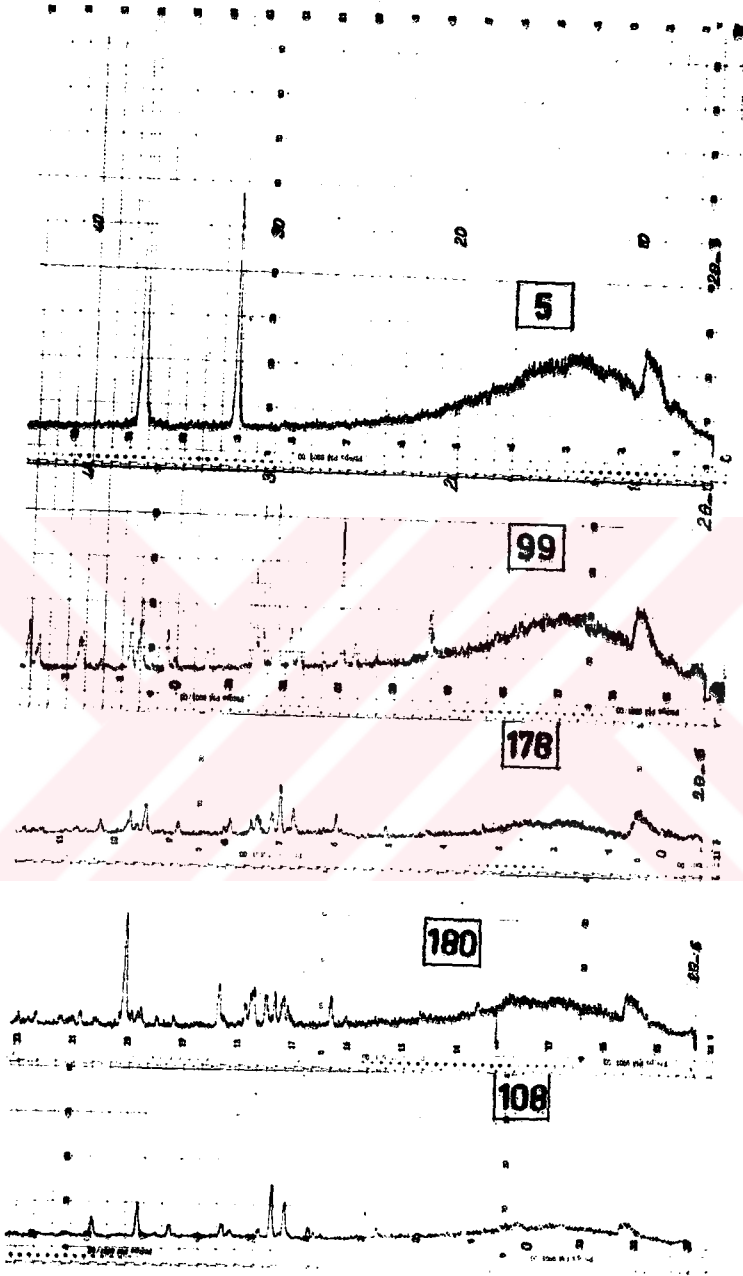
$Al_2O_3-BaO-CaO$ üçlü sistemi üzerinde birçok araştırma yapılmış olmasına rağmen, sistemin katı halde faz bağıntıları tamamlanmamıştır. Söz konusu üçlü sistemde BC_2A_4 , B_5CA_2 ve B_3CA üçlü ara kimyasal bileşiklerinin varlığı ileri sürülmüştür. Bu araştırma sırasında (Alkemade doğru ve üçgenleri saptanırken) $Al_2O_3-BaO-CaO$ üçlü sistemi, varlığı ileri sürülen üçlü ara kimyasal bileşikler göz önüne alınarak üç bölge halinde incelenmiştir. $A-BA_6-CA_6$ ve $CA_6-BA_6-CA_2$ Alk made üçgenlerinin varlığını belirleyen 26(BA_6), 212, 51(CA_6), 214, 53(CA_2) ve 1(A) No.lu X-ışınları difraksiyon diyagramları Şekil:4.10 da verilmiştir.

TABLO 4.9 : BaO-CaO-SiO₂ üçlü sisteminde,
Alkamade üçgenlerinin saptanmasında
seçilen bileşimler ve elde edilen
sonuçlar.

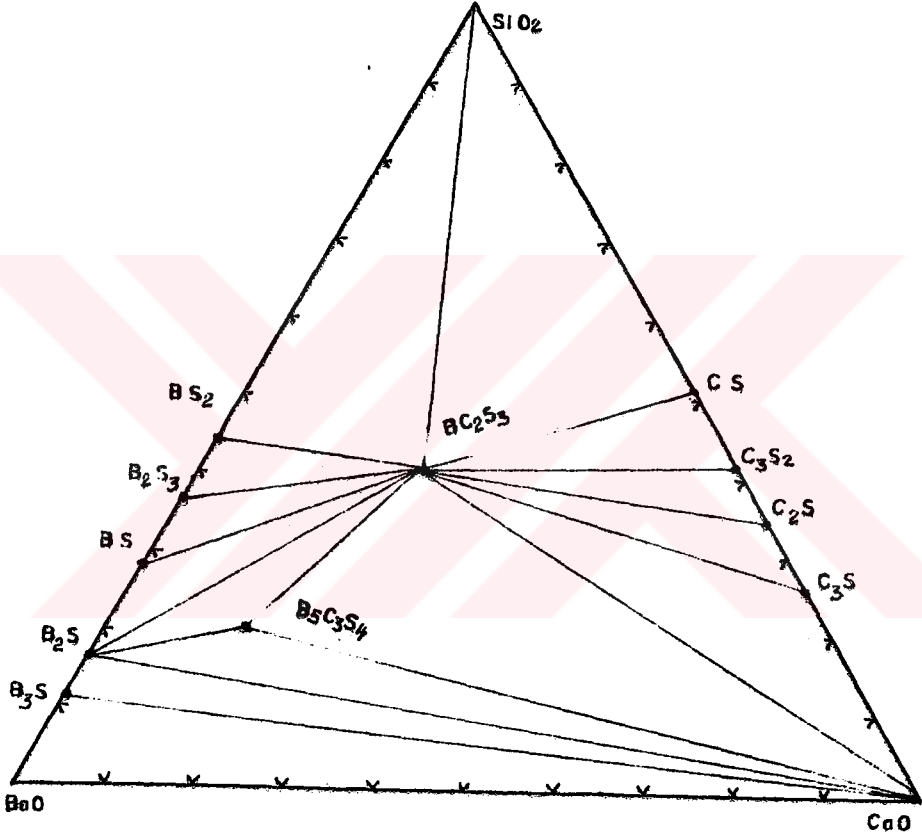
Bileşim No.	% Bileşim			X-Işınları ile elde edilen sonuçlar
	BaO	CaO	SiO ₂	
172	78	16	6	C-B ₃ S-B
178	79	9	12	C-B ₃ S-B ₂ S
184	67	19	14	C-B ₅ C ₃ S ₄ -B ₂ S
186	70	10	20	BC ₂ S ₃ -B ₅ C ₃ S ₄ -B ₂ S
187	70	5	25	BC ₂ S ₃ -BS-B ₂ S
188	61	5	34	BC ₂ S ₃ -BS-B ₂ S ₃
192	55	3	42	BC ₂ S ₃ -B ₂ S ₃ -BS ₂ (K.E)
196	30	10	60	BC ₂ S ₃ -BS ₂ -S
197	10	30	60	BC ₂ S ₃ -CS-S
199	10	45	45	BC ₂ S ₃ -CS-C ₃ S ₂
202	10	51	39	BC ₂ S ₃ -C ₂ S-C ₃ S ₂
205	10	56	34	BC ₂ S ₃ -C ₂ S-C ₃ S
206	10	70	20	BC ₂ S ₃ -C-C ₃ S
208	30	50	20	BC ₂ S ₃ -C-B ₅ C ₃ S ₄



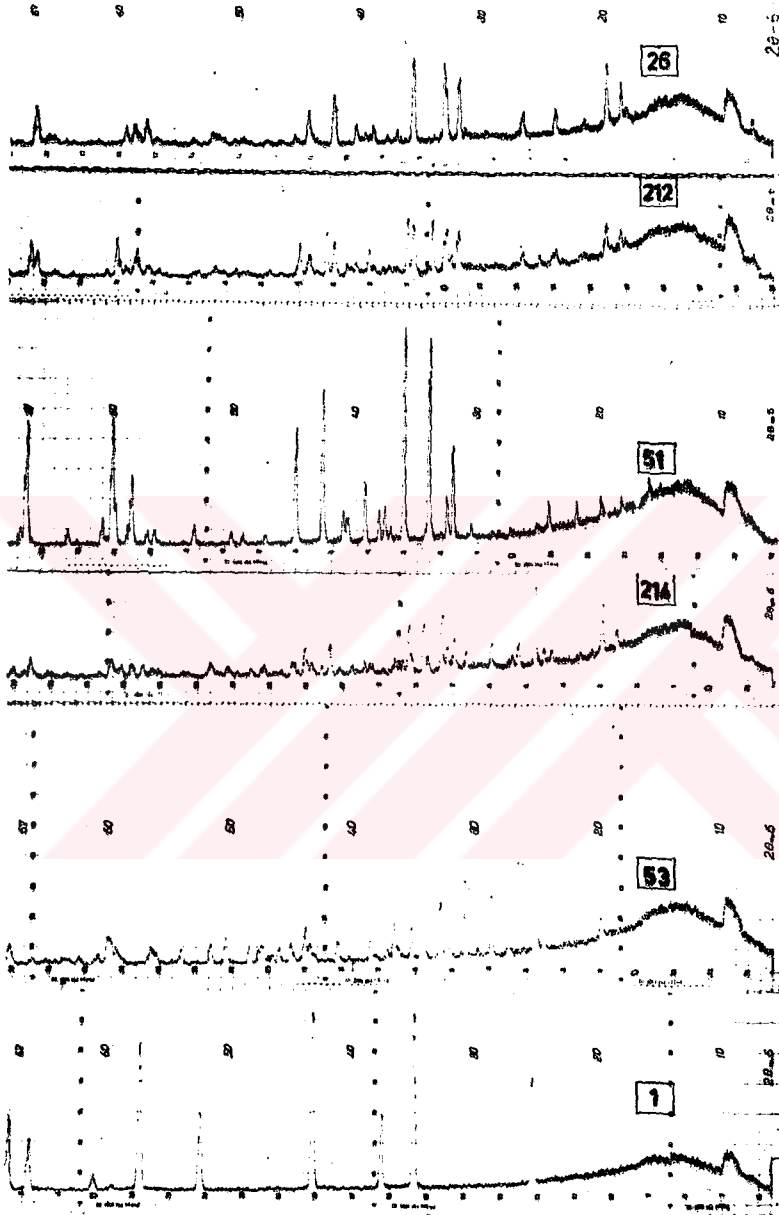
Şekil: 4.7- B_3S-C-B Alkamade üçgeninin varlığını kanıtlayan X-ışınları diyagramı.



Şekil 4.8 : B_3S-B_2S-C Alkamade üçgeninin varlığını kanıtlayan X-ışınları diyagramı.



Şekil 4.9 : BaO-CaO-SiO₂ üçlü sisteminin deney sonuçlarına göre çizilen katı haldeki faz bağıntıları diyagramı.



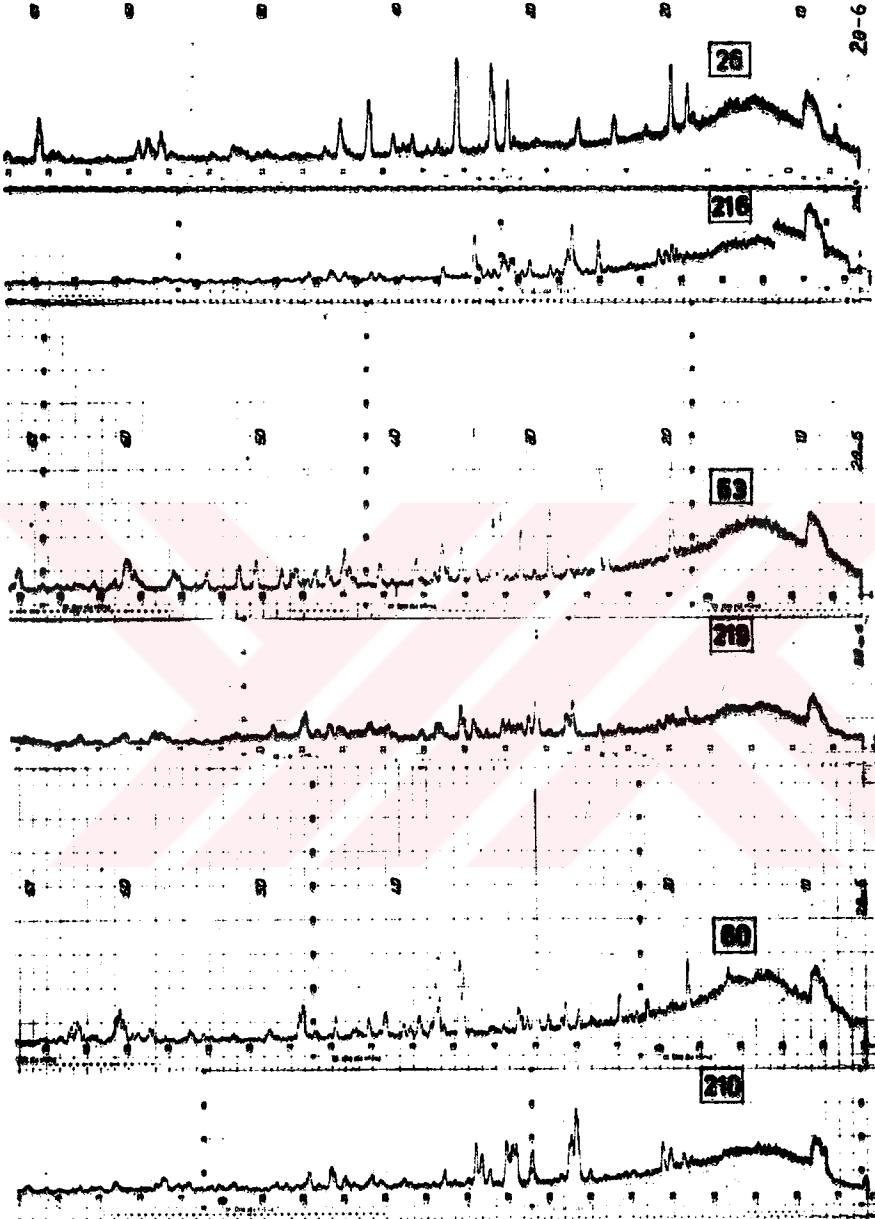
Şekil 4.10 : $A\text{-}BA_6\text{-}CA_6$ ve $CA_6\text{-}BA_6\text{-}CA_2$
 Alkemade üçgenlerinin varlığını
 belirleyen X-ışınları difraksi-
 yon diyagramları.

$BA_6-CA_2-BC_2A_4$ ve $BC_2A_4-CA_2-CA$ Alkemade üçgenlerinin varlığını saptayan 26(BA_6), 216, 53(CA_2), 219, 60(CA) ve 210(BC_2A_4) No.lu X-ışınları difraksiyon diyagramları Şekil: 4.11 de verilmiştir. $BA_6-BA-BC_2A_4$ ve $BC_2A_4-BA-CA$ Alkemade üçgenlerinin varlığını saptayan 26(BA_6), 231, 210(BC_2A_4), 229, 60(CA) ve 28(BA) No.lu X-ışınları difraksiyon diyagramları Şekil: 4.12 de verilmiştir. $CA-BA-C_{12}A_7$ ve $C_{12}A_7-BA-C_3A$ Alkemade üçgenlerinin varlığını belirleyen 60(CA), 221, 68($C_{12}A_7$), 223, 70(C_3A) ve 28(BA) No.lu X-ışınları difraksiyon diyagramları ise Şekil: 4.13 de verilmiştir.

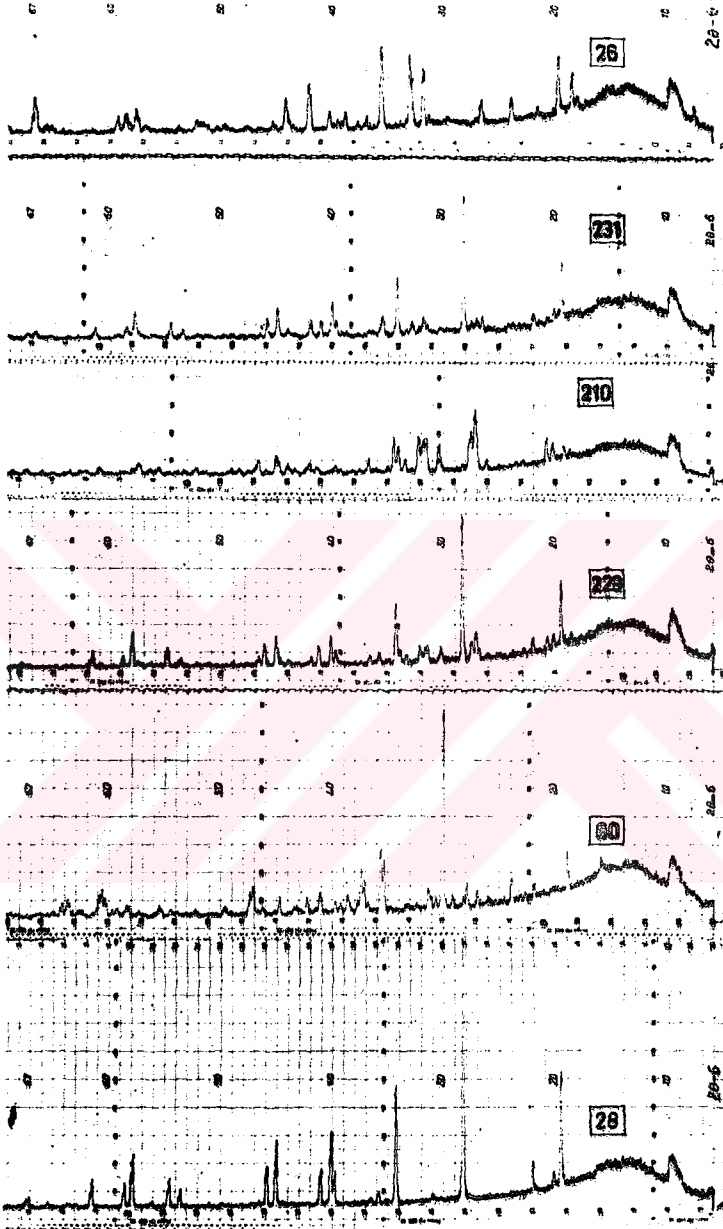
B_5CA_2 üçlü ara kimyasal bileşiği civarındaki Alkemade doğru ve üçgenlerinin saptanması işlemine B_5CA_2-BA , $B_5CA_2-B_3A$ ve $B_5CA_2-C_3A$ Alkemade doğruları ile başlanmıştır. Yapılan çalışmalar sonunda B_5CA_2-BA ve $B_5CA_2-B_3A$ Alkemade doğrularının varlığı, $B_5CA_2-C_3A$ Alkemade doğrusunun ise var olmadığı kanıtlanmıştır. $BA-C_3A-C$ Alkemade üçgeninin varlığını kanıtlayan 28(BA), 226, 228, 70(C_3A) ve 5(C) No.lu X-ışınları difraksiyon diyagramları Şekil: 4.14 de verilmiştir.

$B_5CA_2-BA-B_3A$ Alkemade üçgeninin varlığını belirleyen 28(BA), 209(B_5CA_2), 233 ve 29(B_3A) No.lu X-ışınları difraksiyon diyagramları Şekil: 4.15 de verilmiştir.

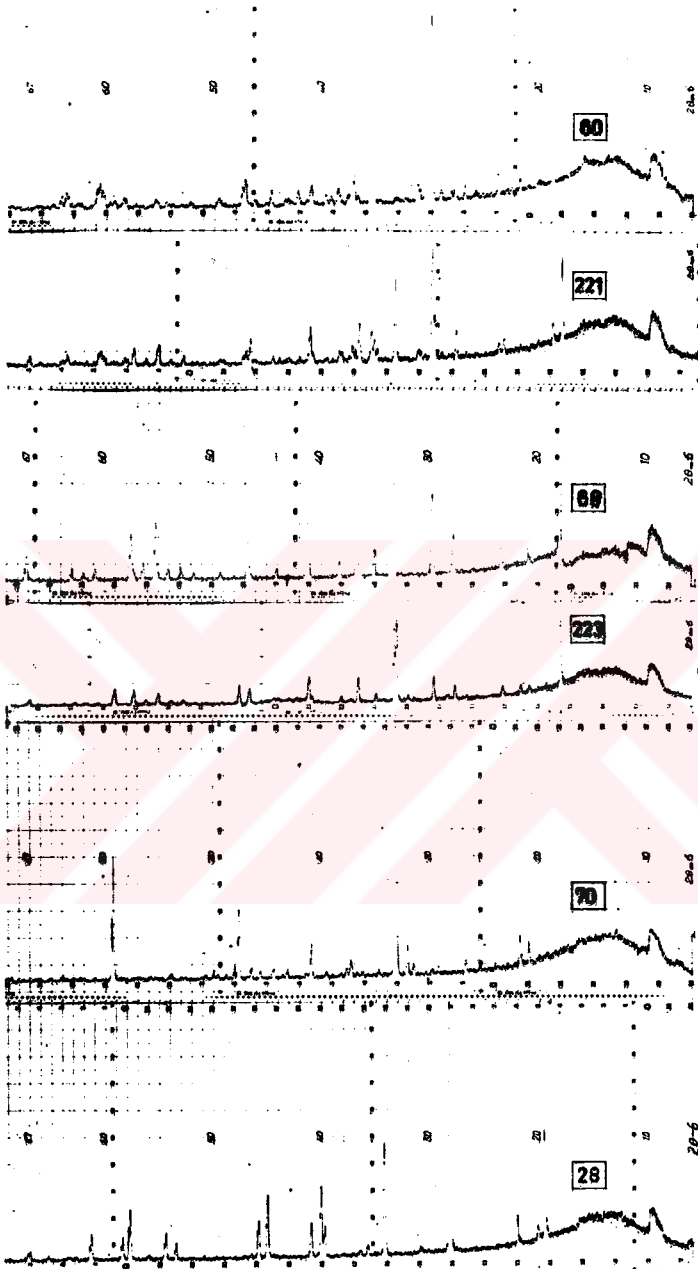
Araştırmanın bu aşamasında, B_3CA üçlü ara kimyasal bileşiğinin B_5CA_2 ara kimyasal bileşiğine çok yakın olması nedeniyle Alkemade doğrularının tek tek belirlenmesi yoluna gidilmiştir. B_5CA_2-C kesitinde hazırlanan numunelerin X-ışınları difraksiyon diyagramları incelendiğinde



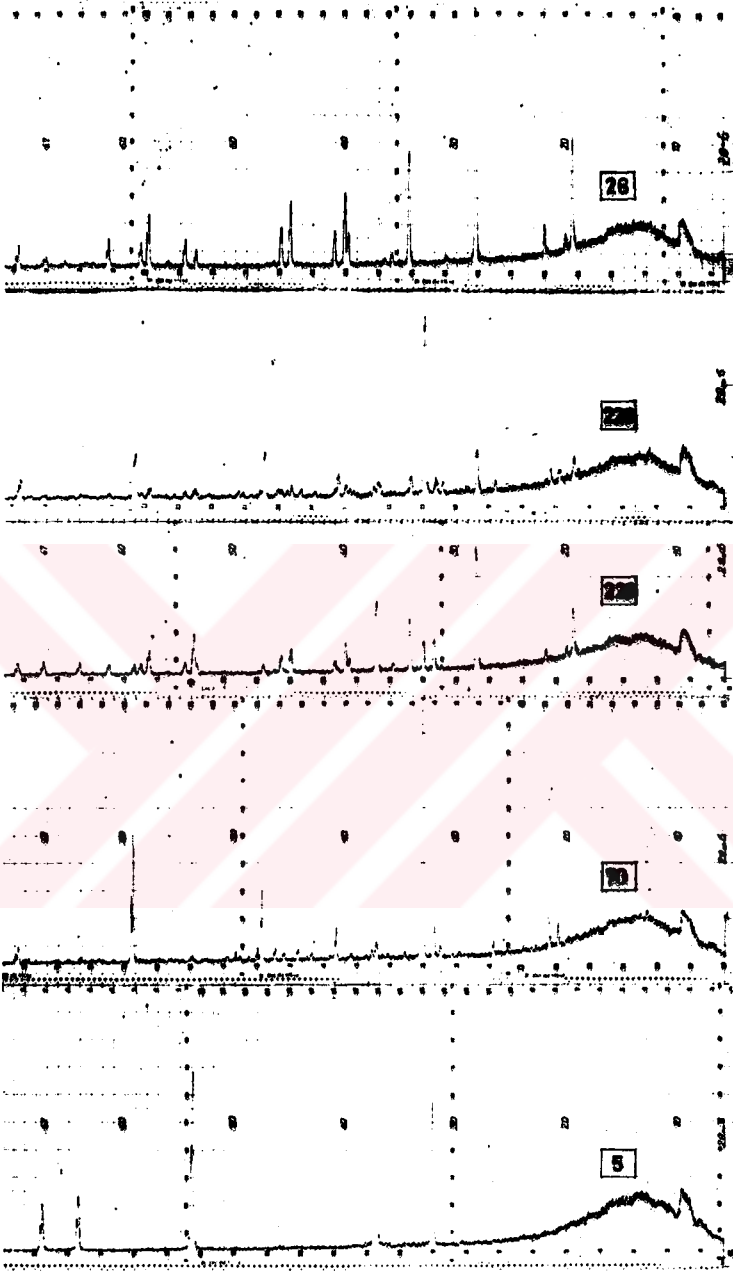
Şekil 4.11 : $\text{Ba}_6\text{-Ca}_2\text{-BC}_2\text{A}_4$ ve $\text{BC}_2\text{A}_4\text{-Ca}_2\text{-CA}$ Alkemade üçgenlerinin varlığını belirleyen X-ışınları difraksiyon diyagramları.



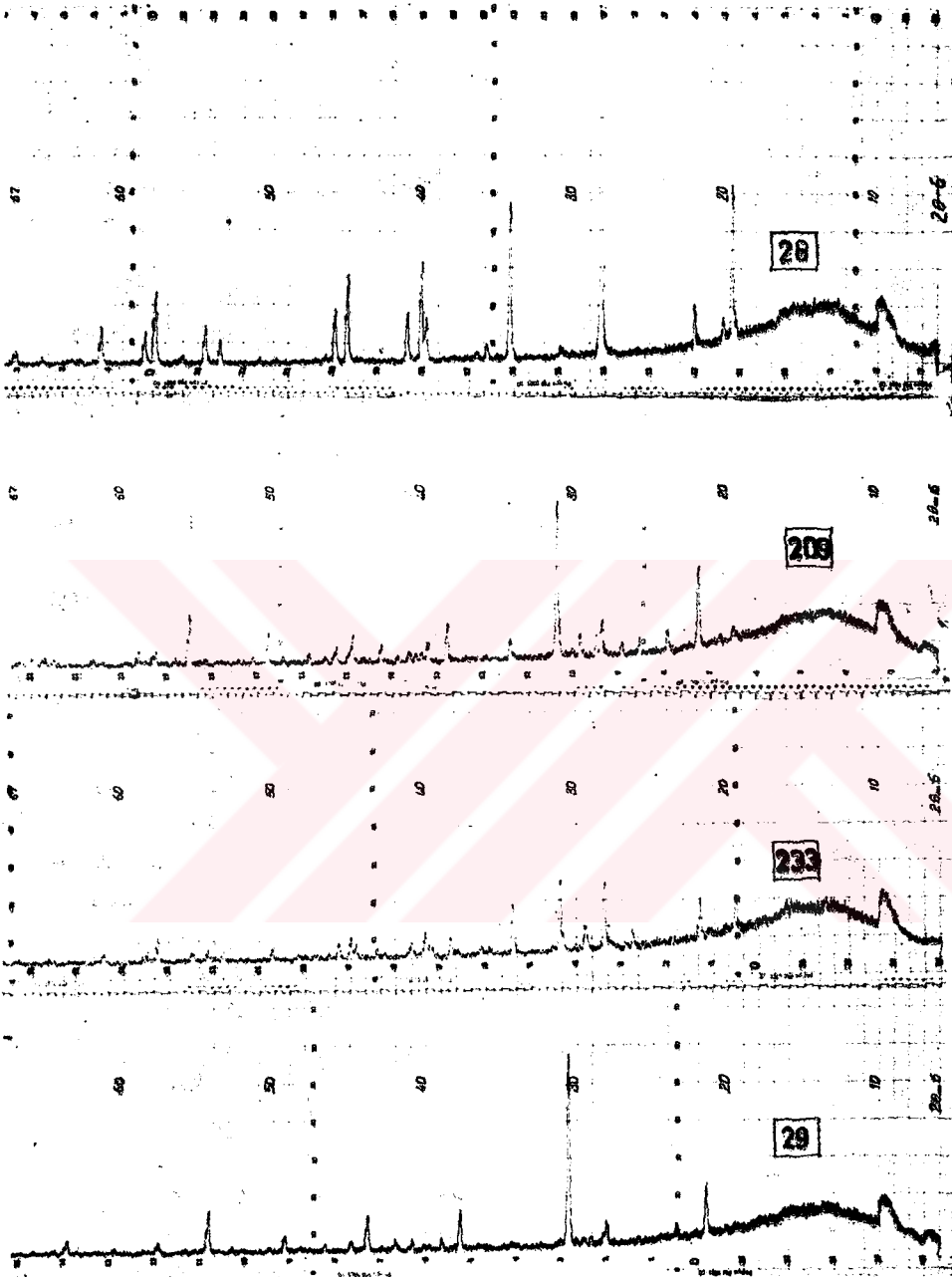
Şekil 4.12 : $\text{BA}_6\text{-BA-BC}_2\text{A}_4$ ve $\text{BC}_2\text{A}_4\text{-BA-CA}$ Alkemade üçgenlerinin varlığını belirleyen X-ışınları difraksiyon diyagramları.



Şekil 4.13 : CA-BA- $C_{12}A_7$ ve $C_{12}A_7$ -BA- C_3A Alkemade üçgenlerinin varlığını belirleyen X-ışınları difraksiyon diyagramları.



Şekil 4.14 : BA-C₃A-C Alkemade üçgeninin varlığını kanıtlayan X-ışınları difraksiyon diyagramları.



Şekil 4.15 : B_5CA_2 -BA- B_3A Alkemade üçgeninin varlığını kanıtlayan X-ışınları difraksiyon diyagramları.

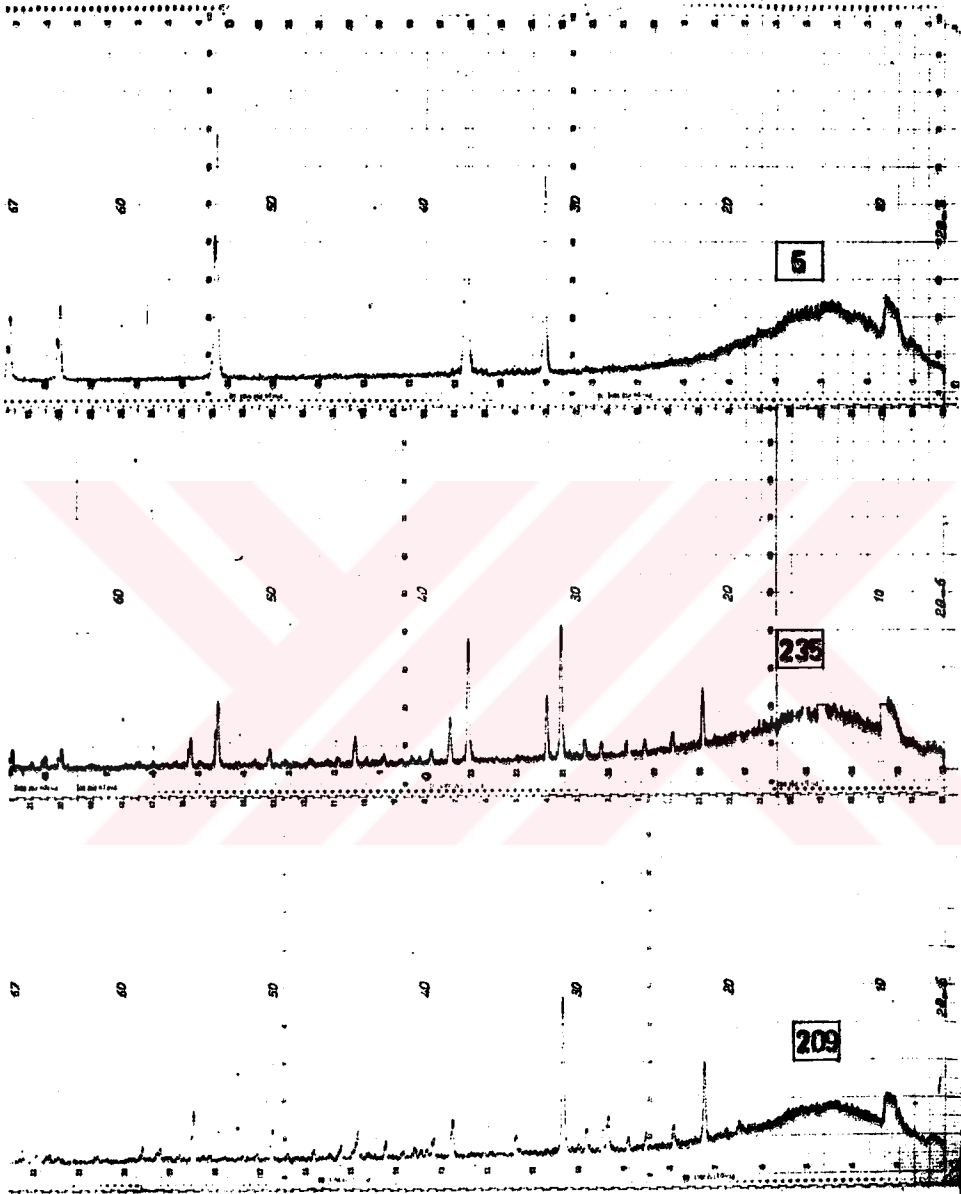
B_5CA_2 ve C nin karakteristik X-ışınları difraksiyon piklerine rastlanmıştır. B_5CA_2 -C Alkemade doğrusunun varlığını kanıtlayan 5(C), 235 ve 209(B_5CA_2) No.lu X-ışınları difraksiyon diyagramları Şekil:4.16 da verilmiştir.

B_5CA_2 -BA-C Alkemade üçgeninin varlığını kanıtlayan 28(BA), 236, 240, 209(B_5CA_2) ve 5(C) No.lu X-ışınları difraksiyon diyagramları Şekil: 4.17 de verilmiştir.

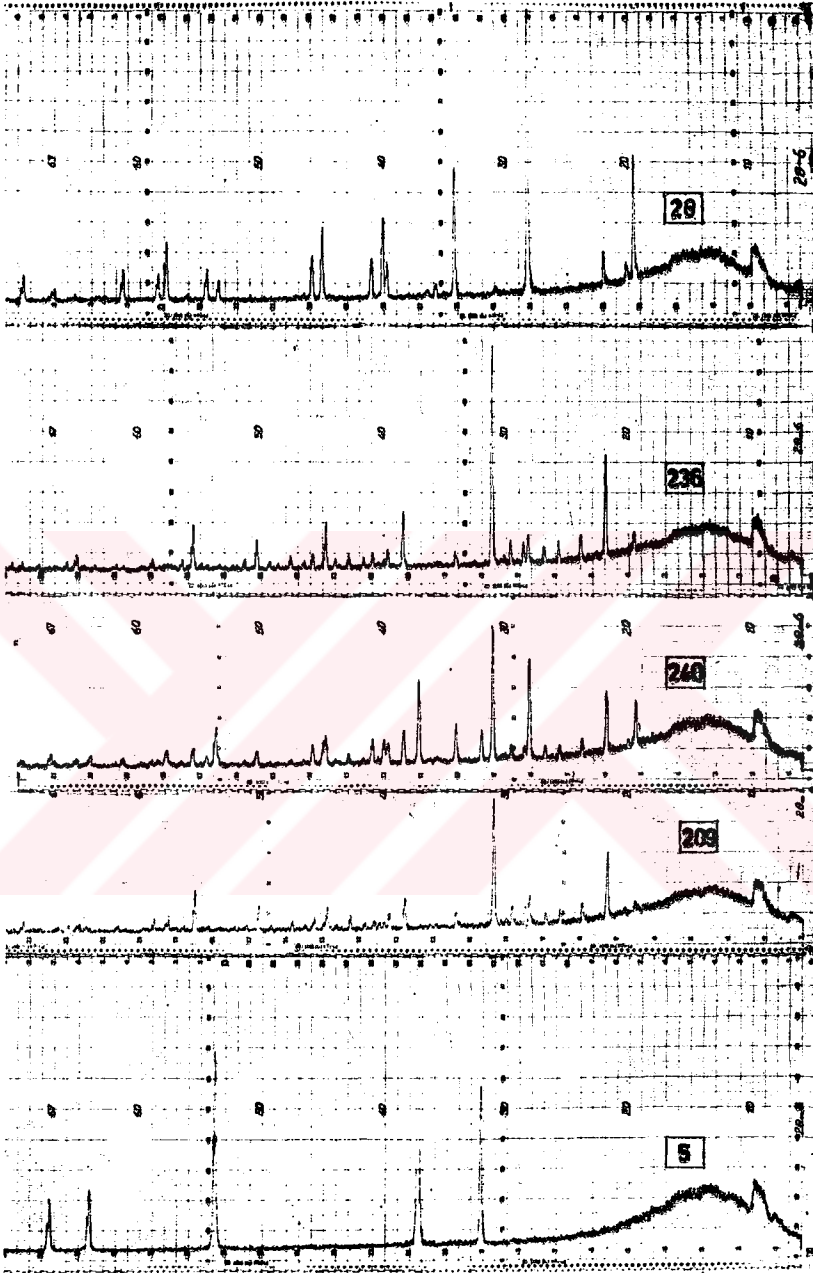
Appendino,P(55) tarafından dar bir alanda varlığı ileri sürülen B_3CA üçlü ara kimyasal bileşiği, ham maddelerden gidilerek hazırlanmış ve farklı sıcaklıklarda (1200°C ilâ 1500°C arasında) ısıtılarak X-ışınları difraksiyon diyagramları alınmıştır. B_3CA - B_5CA_2 , B_3CA -C, B_3CA - B_3A ve B_5CA_2 -B kesitlerinde numuneler hazırlanarak X-ışınları difraksiyon diyagramları alınmıştır. Araştırma sonunda B_3CA üçlü ara kimyasal bileşiğinin gerçekte B_5CA_2 -B ve C nin karışımından ibaret olduğu kanıtlanmıştır. B_5CA_2 -B-C Alk made üçgeninin varlığını kanıtlayan 20(B+C), 211, 260 ve 209(B_5CA_2) No.lu X-ışınları difraksiyon diyagramları Şekil:4.18 de verilmiştir.

Al_2O_3 -BaO-CaO üçlü sisteminde 8 tane ikili ara kimyasal bileşik (CA_6 , CA_2 , CA, $C_{12}A_7$, C_3A , B_3A , BA, BA_6), 2 tane üçlü ara kimyasal bileşik (BC_2A_4 , B_5CA_2), 25 tane Alkemade doğrusu ve 13 tane Alkemade üçgeni bulunmaktadır.

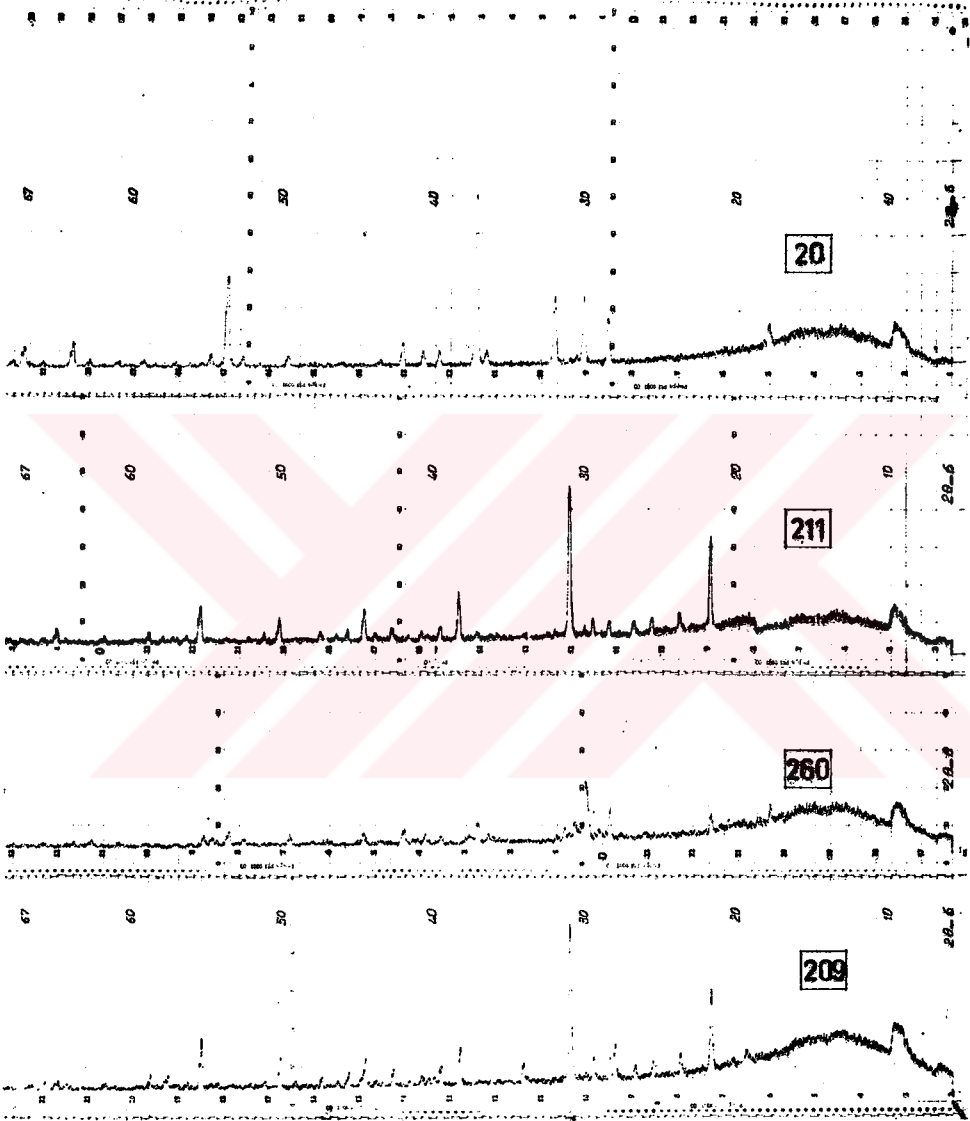
Alkemade üçgenlerinin saptanması ile ilgili çalışmalar Tablo: 4.10 da özetlenmiştir.



Şekil 4.16 : B_5CA_2-C Alkemade doğrusunun varlığını kanıtlayan X-ışınları difraksiyon diyagramları.



Şekil 4.17 : B_5CA_2 -BA-C Alkemade üçgeninin varlığını kanıtlayan X-ışınları difraksiyon diyagramları.

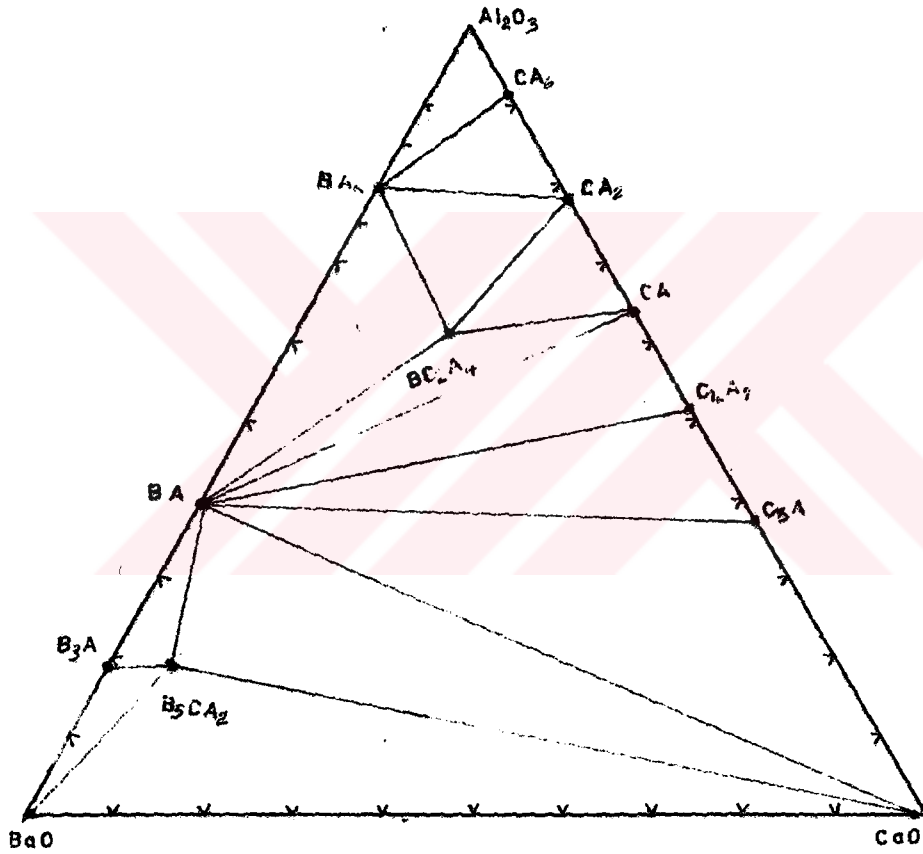


Şekil 4.18 : B_5CA_2 -B-C Alkemade üçgeninin varlığını kanıtlayan X-ışınları difraksiyon diyagramları.

TABLO 4.10 : Al_2O_3 - BaO - CaO üçlü sisteminde Alkemade üçgenlerinin saptanmasında seçilen bileşimler ve elde edilen sonuçlar.

Bileşim No.	% Bileşim			X-ışınları ile elde edilen sonuçlar
	Al_2O_3	BaO	CaO	
212	86	10	4	$\text{A-Ba}_6\text{-Ca}_6$
214	81	8	11	$\text{Ca}_6\text{-Ba}_6\text{-Ca}_2$
216	72	11	17	$\text{Ba}_6\text{-Ca}_2\text{-BC}_2\text{A}_4$
219	65	8	27	$\text{Ca-Ca}_2\text{-BC}_2\text{A}_4$
221	56	5	39	$\text{Ca-Ba-C}_{12}\text{A}_7$
223	44	6	50	$\text{C}_{12}\text{A}_7\text{-Ba-C}_3\text{A}$
226	35	8	57	$\text{C-Ba-C}_3\text{A}$
229	52	37	11	$\text{Ca-Ba-BC}_2\text{A}_4$
231	58	39	3	$\text{Ba}_6\text{-Ba-BC}_2\text{A}_4$
233	23	75	2	$\text{Ba-B}_3\text{A-B}_5\text{Ca}_2$
236	21	73	6	$\text{Ba-C-B}_5\text{Ca}_2$
252	8	63	29	$\text{B-B}_3\text{A-B}_5\text{Ca}_2$
260	9	79	12	$\text{B-C-B}_5\text{Ca}_2$

Bu araştırma sırasında saptanan Alkemade doğru ve üçgenlerine göre çizilen Al_2O_3 -BaO-CaO üçlü sistemindeki katı halde faz bağıntıları Şekil: 4.19 da verilmiştir.

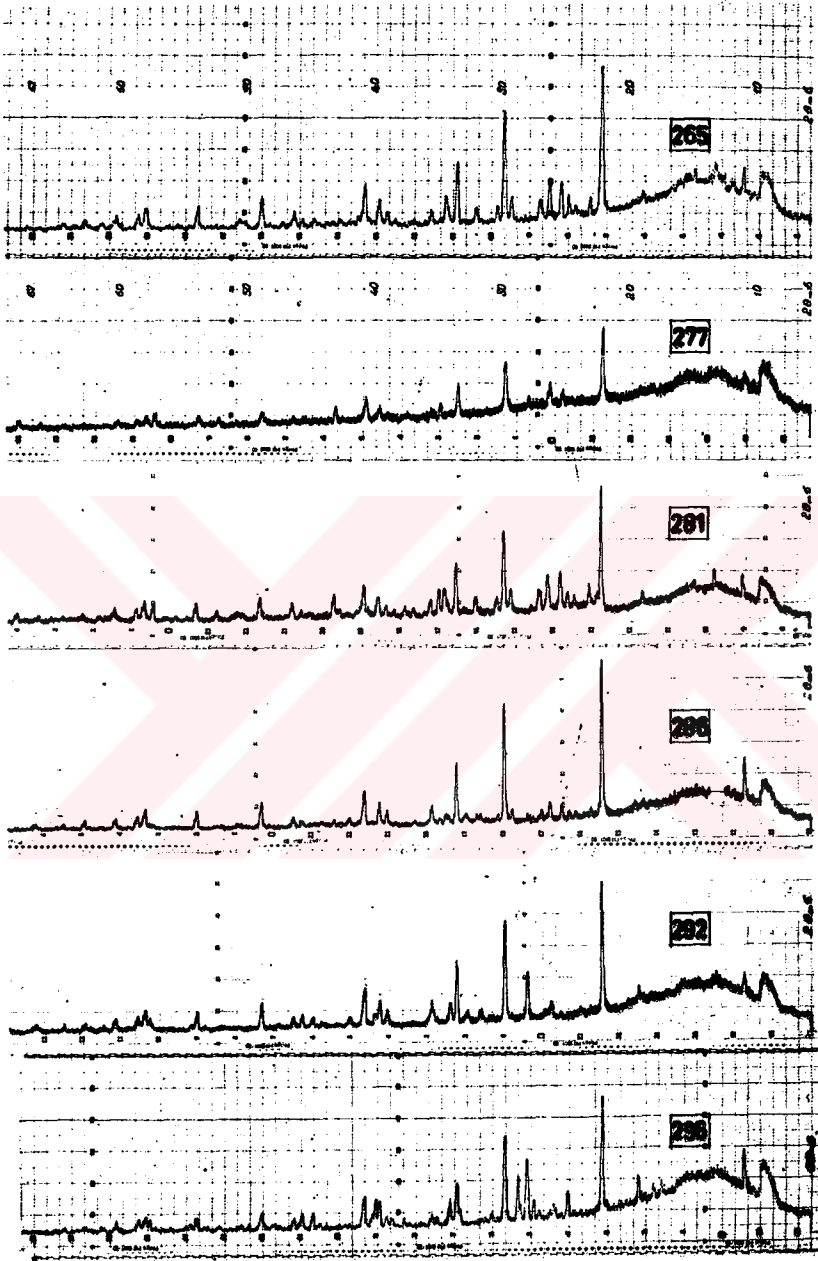


Şekil 4.19 : Al_2O_3 -BaO-CaO üçlü sisteminin deney sonuçlarına göre çizilen katı haldeki faz bağıntıları diyagramı.

$Al_2O_3 - BaO - SiO_2$ üçlü sisteminin, en son çalışmalar 1971 yılında yapılmış olmasına rağmen, katı halde faz bağıntıları sonuçlandıramamıştır. Üçlü sistemde 9 tane ($B_3S, B_2S, BS, B_2S_3, BS_2, A_3S_2, BA_6, BA, B_3A$) ve 1 tane (BAS_2) üçlü ara kimyasal bileşik mevcuttur. BAS_2 üçlü ara kimyasal bileşiği 1953 ilâ 1971 yılları arasında farklı araştırmacılar tarafından incelenmiş ve BAS_2 nin birbirinden farklı 10 değişik X-ışınları verileri yayınlanmıştır. Araştırmacıların dördü BAS_2 nin Monoklinik yapıda, diğer altısı ise Hekzagonal yapıda olduğunu ileri sürmüşlerdir. Bu araştırma sırasında BAS_2 nin hangi sistemde kristalleştiği üzerinde durulmamış fakat X-ışınları verilerinin saptanması esas alınmıştır. Bu araştırma sırasında elde edilen BAS_2 nin X-ışınları verilerinin, daha önce yayınlananların hiçbirisi ile uyuşmadığı saptanmıştır. Bu amaçla BAS_2 nin oluşturabileceği Alkemade üçgenlerinde seçilen numunelerin X-ışınları diyagramları alınmış ve elde edilen veriler mevcutlarla kıyaslanmıştır. BAS_2 nin ve Alkemade üçgenlerini saptamak amacıyla seçilen numunelerden 5 tanesinin X-ışınları diyagramları Şekil:4.20 de verilmiştir.

Şekil:4.20 den de izlenebileceği gibi, BAS_2 üçlü ara kimyasal bileşiğinin karakteristik X-ışınları pikleri bütün numunelerin X-ışınları diyagramlarında açık bir şekilde görülebilmektedir. Bu araştırma sırasında oluşturulan BAS_2 nin X-ışınları verileri, orijinal bir çalışma olarak Tablo:4.11 de verilmiştir.

$Al_2O_3 - BaO - SiO_2$ üçlü sisteminde 24 tane Alkemade doğrusu ve 12 tane Alkemade üçgeni mevcuttur.



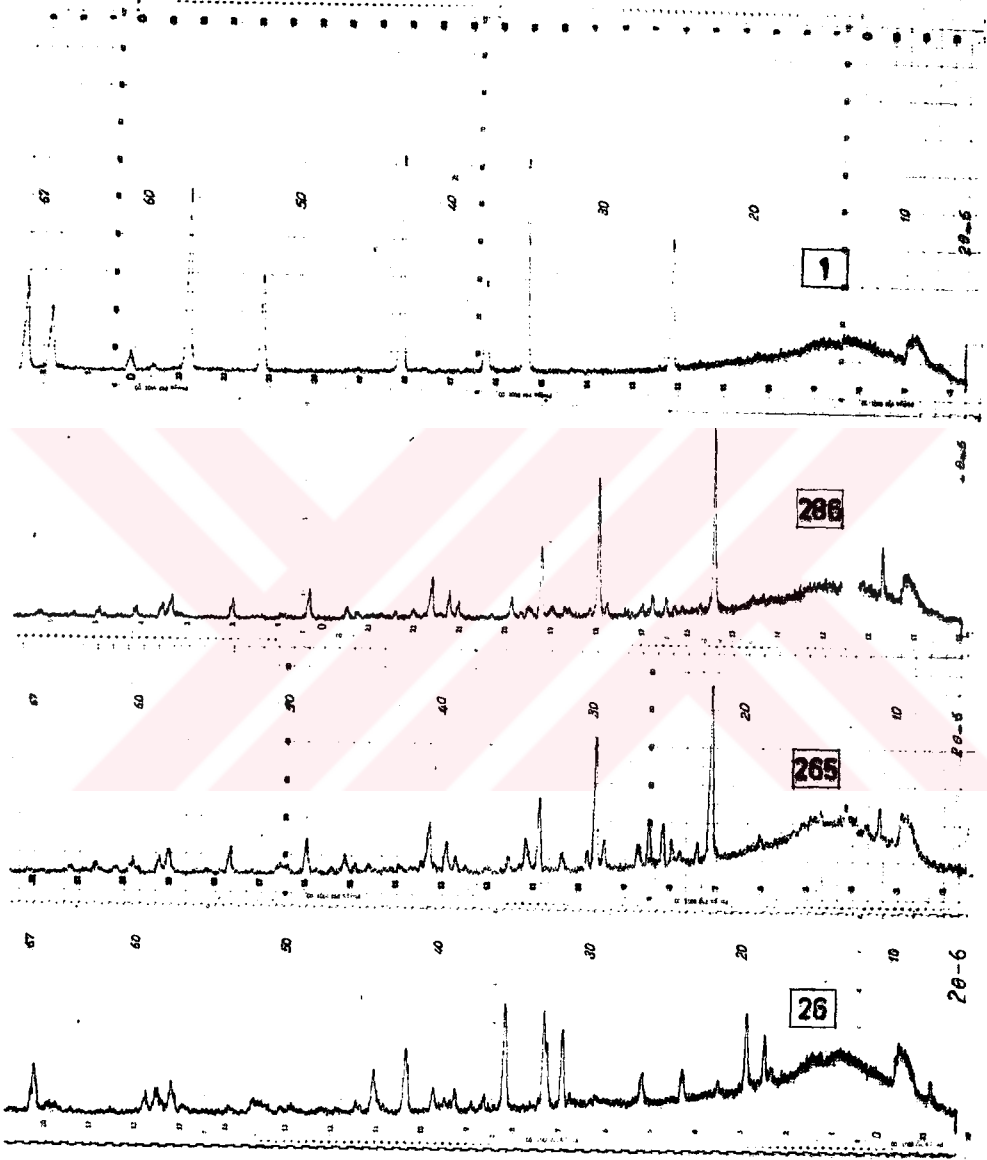
Şekil: 4.20 - Farklı bileşimdeki numunelerde BAS_2 'nin karakteristik X-ışınları piklerinin değişimi.

TABLO: 4.11 - BAS_2 üçlü ara kimyasal bileşiğinin bu araştırma sırasında belirlenen orijinal X-ışınları verileri.

2θ	d	I/I_1	2θ	d	I/I_1
11.28	7,8375	18	40.90	2,2046	26
13.48	6,5629	13	41.48	3,1751	4
19.20	4,6187	8	42.12	2,1435	3
22.40	3,9656	100	42.90	2,1063	4
23.30	3,8144	17	43.35	2,0854	3
24.46	3,6361	6	44.88	2,0179	4
24.98	3,5615	13	45.77	1,9807	5
25.56	3,4820	28	46.48	1,9521	10
26.46	3,3656	28	47.34	1,9186	4
27.20	3,2757	14	48.35	1,8808	3
29.40	3,0354	14	49.00	1,8574	20
30.00	2,9760	74	50.70	1,7990	6
30.55	2,9237	10	54.02	1,6960	15
32.17	2,7800	10	58.20	1,5838	12
33.71	2,6564	41	58.70	1,5715	7
34.57	2,5923	17	60.48	1,5294	8
35.73	2,5108	15	61.55	1,5053	4
38.55	2,3333	4	62.88	1,4767	6
39.12	2,3007	9	64.55	1,4425	3
39.78	2,2640	17	67.50	1,3864	3

Alkemade üçgenlerinin saptanması ile ilgili çalışmalar Tablo:4.12 de verilmiştir.

A - BAS_2 - BA_6 Alkemade üçgeninin varlığını belirleyen 1 (A), 286,265 (BAS_2) ve 26 (BA_6) No.lu X-ışınları difraksiyon diyagramları Şekil:4.21 de verilmiştir.



Şekil: 4.21 - A - BAS_2 - BA_6 Alkemade üçgeninin varlığını belirleyen X-ışınları difraksiyon diyagramları.

TABLO 4.12 : $Al_2O_3 - BaO - SiO_2$ üçlü sisteminde Alkemade üçgenlerinin saptanmasında seçilen bileşimler ve elde edilen sonuçlar.

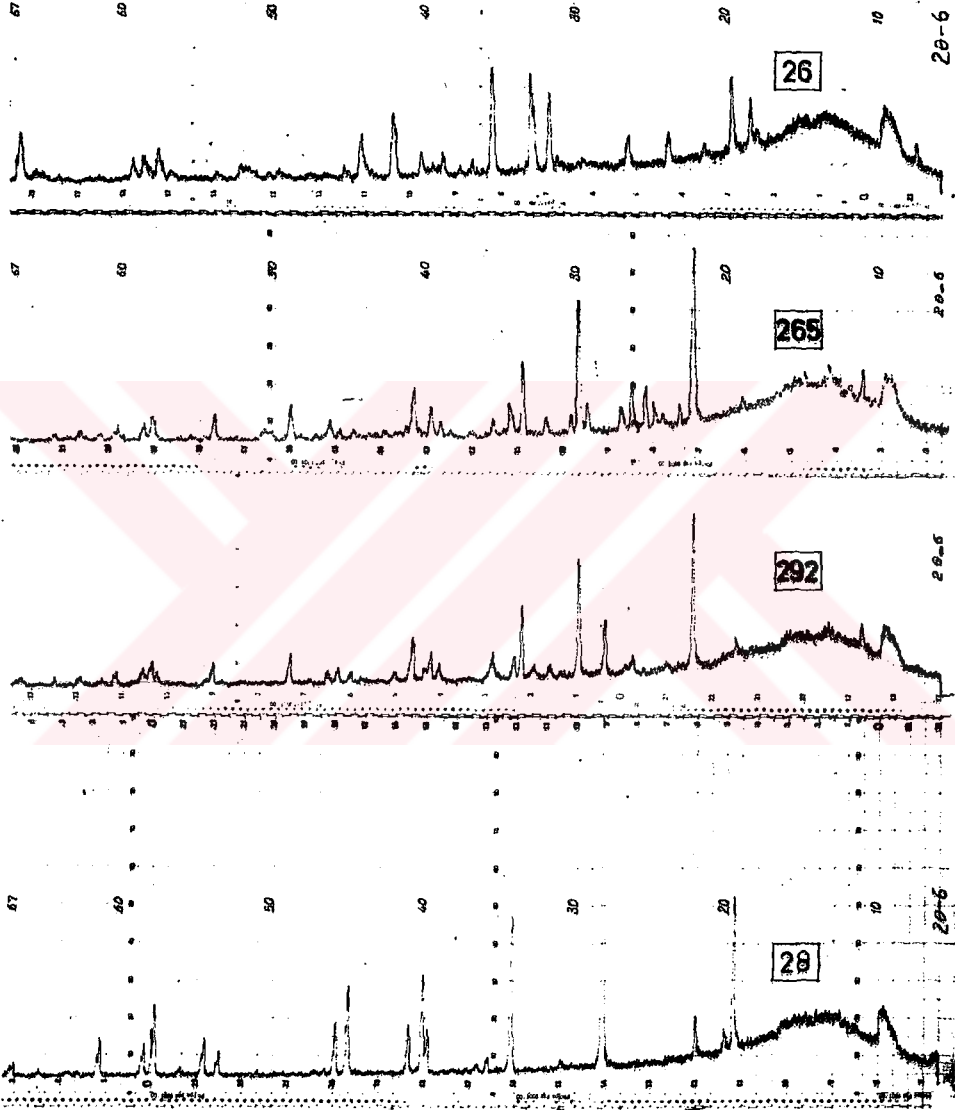
Bileşim No.	% Bileşim			X-ışınları ile elde edilen sonuçlar
	Al_2O_3	BaO	SiO_2	
277	25.00	32.00	43.00	S-BAS ₂ -A ₃ S ₂
281	45.00	28.00	27.00	A-BAS ₂ -A ₃ S ₂
286	48.00	32.00	20.00	A-BAS ₂ -BA ₆
292	48.00	38.00	14.00	BA-BAS ₂ -BA ₆
299	20.00	75.00	5.00	BA-B ₃ A-B ₂ S
304	2.00	93.00	5.00	B-B ₃ A-B ₃ S
313	22.00	65.00	13.00	BA-BAS ₂ -B ₂ S
320	11.00	63.00	26.00	BS-BAS ₂ -B ₂ S
321	5.00	62.00	33.00	BS-BAS ₂ -B ₂ S ₃
350	3.00	56.00	41.00	BS ₂ -BAS ₂ -B ₂ S ₃ K.E.
353	10.00	35.00	55.00	BS ₂ -BAS ₂ -S
360	6.00	85.00	9.00	B ₃ S-B ₂ S-B ₃ A

$BA_6 - BAS_2 - BA$ Alkemade üçgeninin varlığını belirleyen 26 (BA_6), 265 (BAS_2), 292 ve 28 (BA) No.lu X-ışınları difraksiyon diyagramları Şekil: 4.22 de verilmiştir.

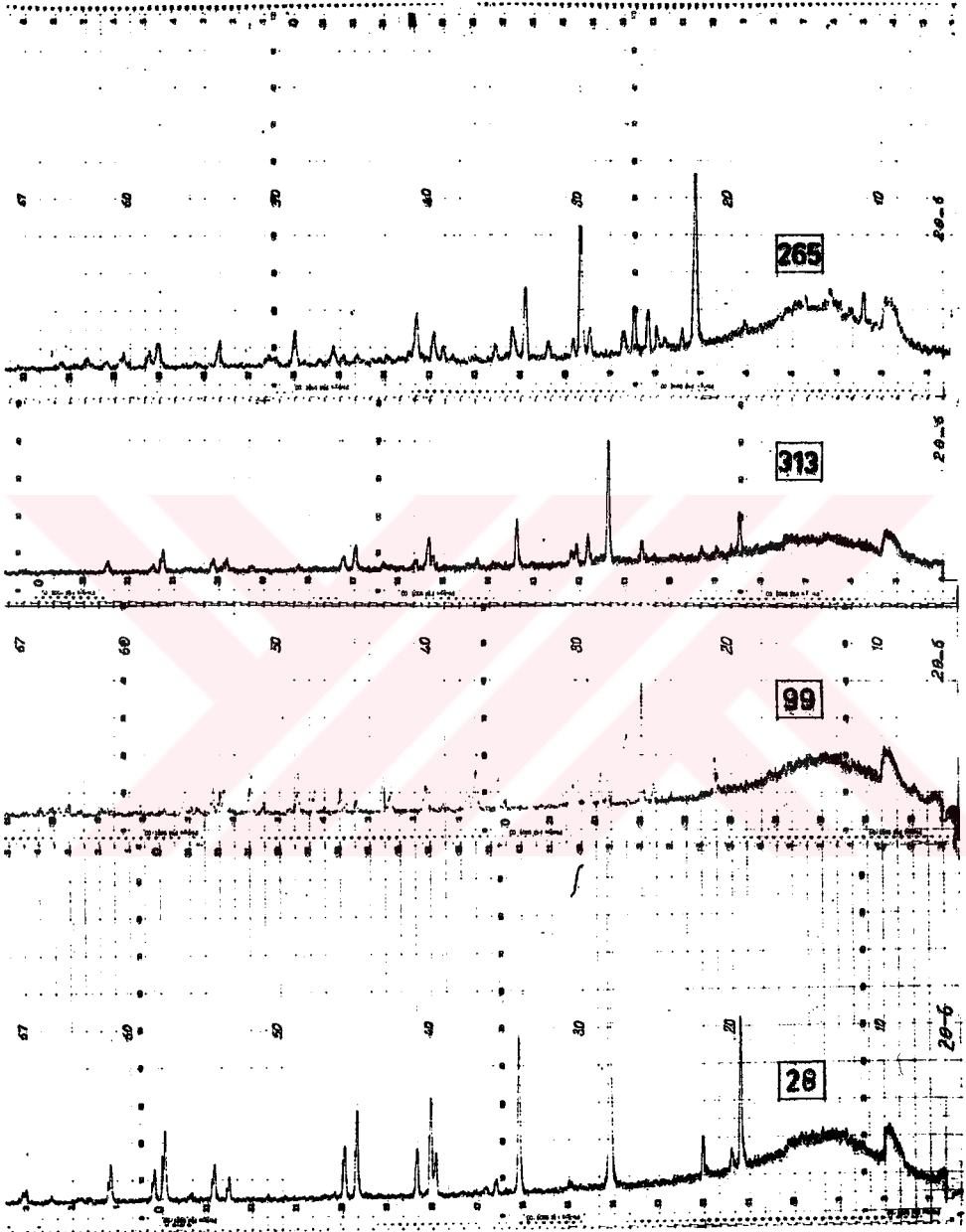
$BAS_2 - B_2S - BA$ Alkemade üçgeninin varlığını belirleyen 265 (BAS_2), 313, 99 (B_2S) ve 28 (BA) No.lu X-ışınları difraksiyon diyagramları Şekil: 4.23 de verilmiştir.

$B_2S - B_3S - BA$ Alkemade üçgeninin varlığını belirleyen 99 (B_2S) 299, 28 (BA) ve 29 (B_3A) No.lu X-ışınları difraksiyon diyagramları Şekil: 4.24 de verilmiştir.

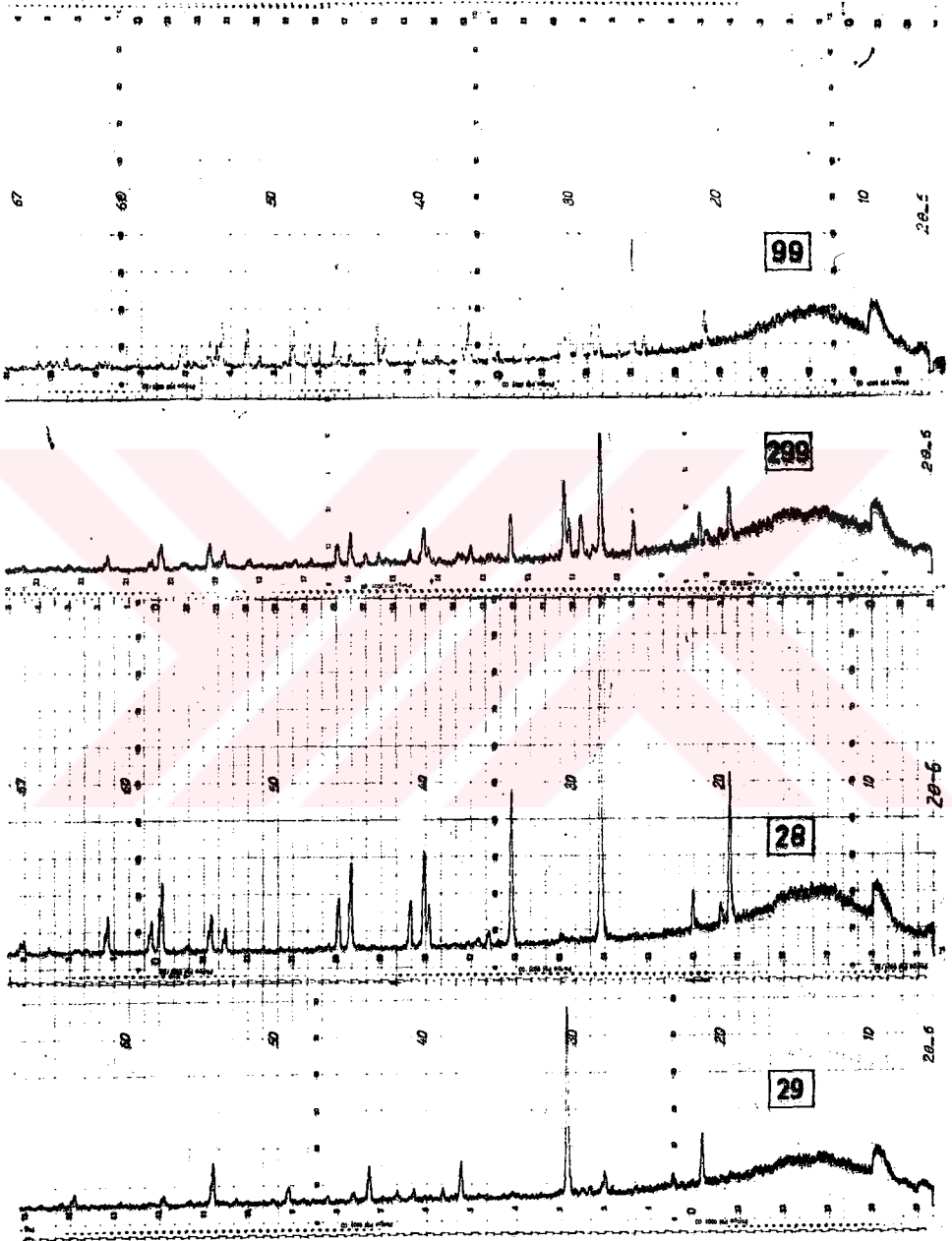
$B_2S_3 - BS_2 - BAS_2$ Alkemade üçgeninin varlığını belirlemek amacıyla hazırlanan ve farklı sıcaklıklarda ısıtılma işlemine tabi tutulan numuneler, birbirinden farklı X-ışınları diyagramları vermiştir. Bu bölgede 30 civarında farklı bileşimde numune hazırlanmış ve elde edilen X-ışınları difraksiyon diyagramlarının birbirinden değişik olduğu gözlenmiştir. Alkemade üçgeninin köşelerini oluşturan kimyasal bileşiklerin karakteristik X-ışınları difraksiyon piklerinin kayması veya yeni karakteristik piklerin oluşması, katı eriyiğin özel belirtileridir. Böyle bir durum, bileşimlere BAS_2 , BS_2 veya B_2S_3 köşelerine çok yakın olan numunelerde de kendini göstermiştir. $B_2S_3 - BS_2 - BAS_2$ Alkemade üçgeninin bir katı eriyik bölgesi oluşturduğunu kanıtlayan 350, 347, 342, 339, 335, 328 ve 322 No.lu X-ışınları difraksiyon diyagramları Şekil: 4.24 de verilmiştir.



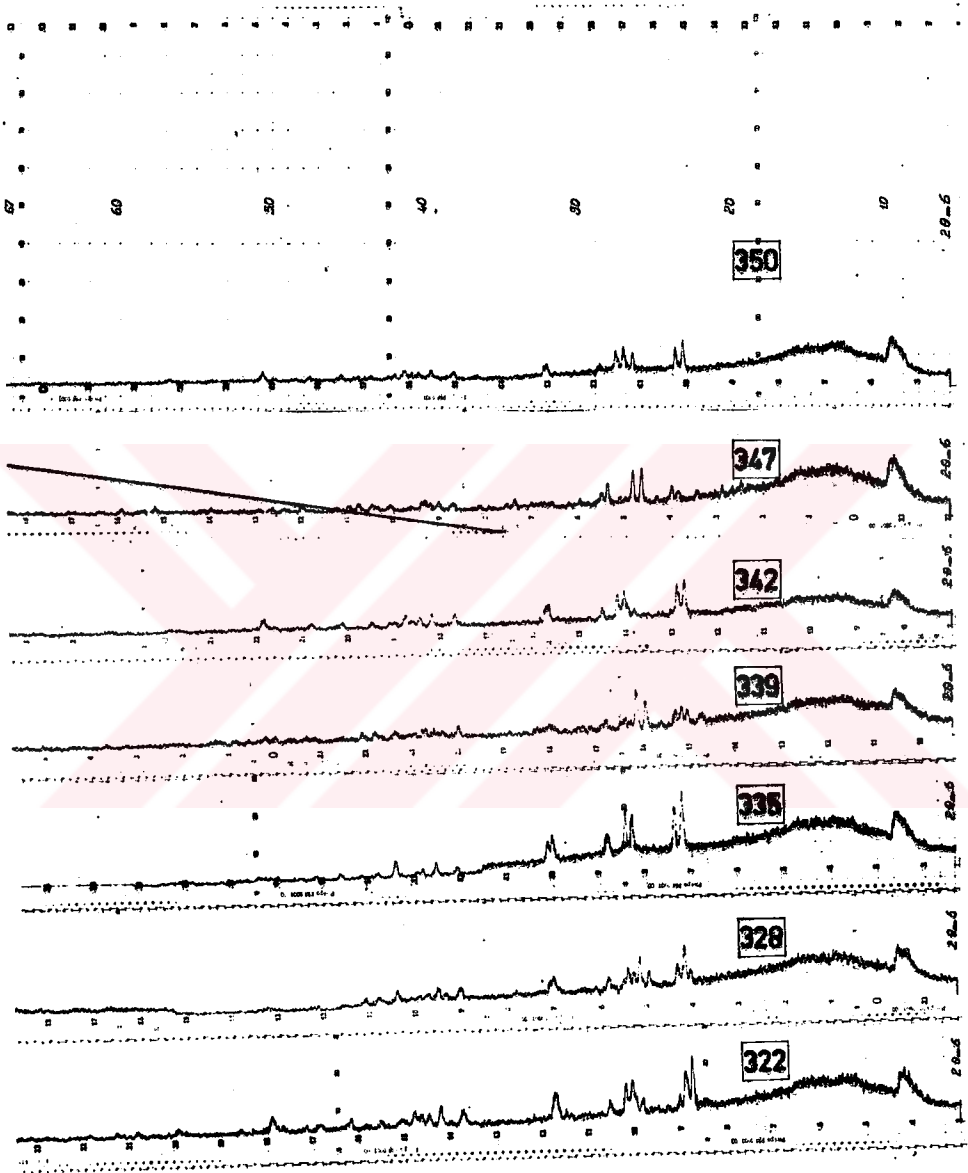
Şekil: 4.22 - BA_6 - BAS_2 - BA Alkemade üçgeninin varlığını belirleyen X-ışınları difraksiyon diyagramları.



Şekil: 4.23 - BAS_2 - B_2S - BA Alkemade üçgeninin varlığını belirleyen X-ışınları difraksiyon diyagramları.

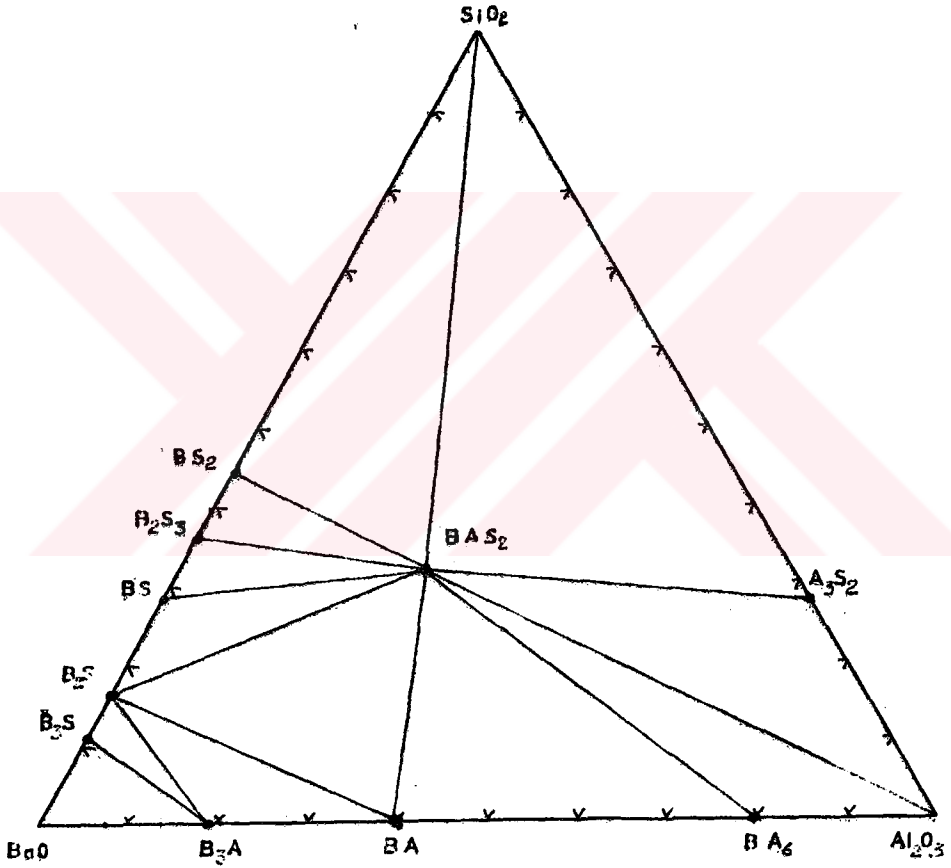


Şekil: 4.24 - B_2S - B_3A - BA Alkemade üçgeninin varlığını belirleyen X-ışınları difraksiyon diyagramları.



Şekil: 4.25 - B_2S_3 - BS_2 - BAS_2 Alkemade üçgeni-
nin bir katı eriyik bölgesi oluştur-
duğunu kanıtlayan X-ışınları diyagramı.

Bu araştırma sırasında saptanan Alkemade doğru ve üçgenlerine göre çizilen Al_2O_3 - BaO - SiO_2 üçlü sistemindeki katı halde faz bağıntıları Şekil: 4.26 da verilmiştir.



Şekil: 4.26 - Al_2O_3 - BaO - SiO_2 üçlü sisteminin deney sonuçlarına göre çizilen katı haldeki faz bağıntıları diyagramı.

$\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{BaO} - \text{CaO} - \text{SiO}_2$ dörütlü sistemini oluşturan $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-CaO-SiO}_2$, BaO-CaO-SiO_2 , $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-BaO-CaO}$ ve $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-BaO-SiO}_2$ üçlü sistemlerinde mevcut Alkemade doğru ve üçgenlerine ait bilgiler Tablo: 4.13 de gösterilmiştir,

Bu araştırma sırasında saptanan Alkemade doğru (81 tane Alkemade doğru) ve üçgenlerine (54 tane Alkemade üçgeni) göre çizilen, $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-BaO-CaO-SiO}_2$ dörütlü sistemindeki katı halde faz bağıntılarını gösteren yatırılmış denge diyagramı Şekil: 4.27 de verilmiştir.

TABLO 4.13 : $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{BaO} - \text{CaO} - \text{SiO}_2$ dörtlü sistemini oluşturan $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-CaO-SiO}_2$, BaO-CaO-SiO_2 , $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-BaO-CaO}$ ve $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-BaO-SiO}_2$ üçlü sisteminde mevcut Alkemade doğru ve üçgenleri

Alkemade Doğruları

- 1) S - CS
- 2) S - CAS_2
- 3) CS - CAS_2
- 4) S - A_3S_2
- 5) CAS_2 - A_3S_2
- 6) CAS_2 - A
- 7) A - A_3S_2
- 8) A - CA_6
- 9) CA_6 - CAS_2
- 10) CA_6 - C_2AS
- 11) C_2AS - CAS_2
- 12) C_2AS - CS
- 13) CS - C_3S_2
- 14) C_3S_2 - C_2AS
- 15) C_3S_2 - C_2S
- 16) C_2S - C_2AS
- 17) C_2S - CA
- 18) CA - C_2AS

Alkemade Üçgenleri

- 1) S - CS - CAS_2
- 2) S - CAS_2 - A_3S_2
- 3) A - CAS_2 - A_3S_2
- 4) A - CAS_2 - CA_6
- 5) C_2AS - CAS_2 - CA_6
- 6) CS - C_2AS - CAS_2
- 7) CS - C_2AS - C_3S_2
- 8) C_3S_2 - C_2AS - C_2S
- 9) C_2S - C_2AS - CA

Alkemade Doğruları

- 19) $C_2S - C_{12}A_7$
- 20) $C_{12}A_7 - CA$
- 21) $C_2S - C_3A$
- 22) $C_3A - C_{12}A_7$
- 23) $C_2S - C_3S$
- 24) $C_3S - C_3A$
- 25) $C_3S - C$
- 26) $C - C_3A$
- 27) $CA_6 - CA_2$
- 28) $CA_2 - C_2AS$
- 29) $CA - CA_2$
- 30) $S - BC_2S_3$
- 31) $BC_2S_3 - CS$
- 32) $BC_2S_3 - C_3S_2$
- 33) $BC_2S_3 - C_2S$
- 34) $BC_2S_3 - C_3S$
- 35) $BC_2S_3 - C$
- 36) $BC_2S_3 - B_5C_3S_4$
- 37) $B_5C_3S_4 - C$
- 38) $C - B_2S$
- 39) $B_2S - B_5C_3S_4$
- 40) $C - B_3S$

Alkemade Üçgenleri

- 10) $C_2S - C_{12}A_7 - CA$
- 11) $C_2S - C_{12}A_7 - C_3A$
- 12) $C_2S - C_3A - C_3S$
- 13) $C_3S - C - C_3A$
- 14) $C_2AS - CA - CA_2$
- 15) $C_2AS - CA - CA_2$
- 16) $S - CS - BC_2S_3$
- 17) $CS - BC_2S_3 - C_3S_2$
- 18) $C_3S_2 - BC_2S_3 - C_2S$
- 19) $C_2S - BC_2S_3 - C_3S$
- 20) $C_3S - BC_2S_3 - C$
- 21) $C - BC_2S_3 - B_5C_3S_4$
- 22) $C - B_2S - B_5C_3S_4$

Alkemade Doğruları

- 41) $B_3S - B_2S$
 42) $C - B$
 43) $B - B_3S$
 44) $B_2S - BC_2S_3$
 45) $B_2S - BS$
 46) $BS - BC_2S_3$
 47) $BS - B_2S_3$
 48) $B_2S_3 - BC_2S_3$
 49) $B_2S_3 - BS_2$
 50) $BS_2 - BC_2S_3$
 51) $BS_2 - S$
 52) $A - BA_6$
 53) $BA_6 - CA_6$
 54) $BA_6 - CA_2$
 55) $BA_6 - BC_2A_4$
 56) $BC_2A_4 - CA_2$
 57) $BA_6 - BA$
 58) $BA - BC_2A_4$
 59) $BC_2A_4 - CA$
 60) $BA - CA$
 61) $BA - C_{12}A_7$
 62) $BA - C_3A$

Alkemade Üçgenleri

- 23) $C - B_3S - B_2S$
 24) $C - B - B_3S$
 25) $B_2S - BC_2S_3 - B_5C_3S_4$
 26) $B_2S - BC_2S_3 - BS$
 27) $BS - BC_2S_3 - B_2S_3$
 28) $B_2S_3 - BC_2S_3 - BS_2$
 29) $BS_2 - BC_2S_3 - S$
 30) $A - BA_6 - CA_6$
 31) $CA_6 - BA_6 - CA_2$
 32) $CA_2 - BC_2A_4 - BA_6$
 33) $BA_6 - BA - BC_2A_4$
 34) $CA_2 - BC_2A_4 - CA$
 35) $BA - BC_2A_4 - CA$
 36) $BA - CA - C_{12}A_7$
 37) $C_{12}A_7 - BA - C_3A$

Alkemade Doğruları

63) $BA - C$

64) $BA - B_3A$

65) $B_3A - B_5CA_2$

66) $B_5CA_2 - BA$

67) $B_5CA_2 - C$

68) $B_5CA_2 - B$

69) $B_3A - B$

70) $BS_2 - BAS_2$

71) $S - BAS_2$

72) $B_2S_3 - BAS_2$

73) $BS - BAS_2$

74) $B_2S - BAS_2$

75) $B_3S - B_3A$

76) $B_3A - B_2S$

77) $B_2S - BA$

78) $BA - BAS_2$

79) $BAS_2 - BA_6$

80) $BAS_2 - A$

81) $BAS_2 - A_3S_2$

Alkemade Üçgenleri

38) $C_3A - BA - C$

39) $BA - B_3A - B_5CA_2$

40) $BA - B_5CA_2 - C$

41) $C - B_5CA_2 - B$

42) $B - B_5CA_2 - B_3A$

43) $S - BS_2 - BAS_2$

44) $BS_2 - B_2S_3 - BAS_2$

45) $B_2S_3 - BS - BAS_2$

46) $BS - B_2S - BAS_2$

47) $B - B_3S - B_3A$

48) $B_3S - B_2S - B_3A$

49) $B_3A - B_2S - BA$

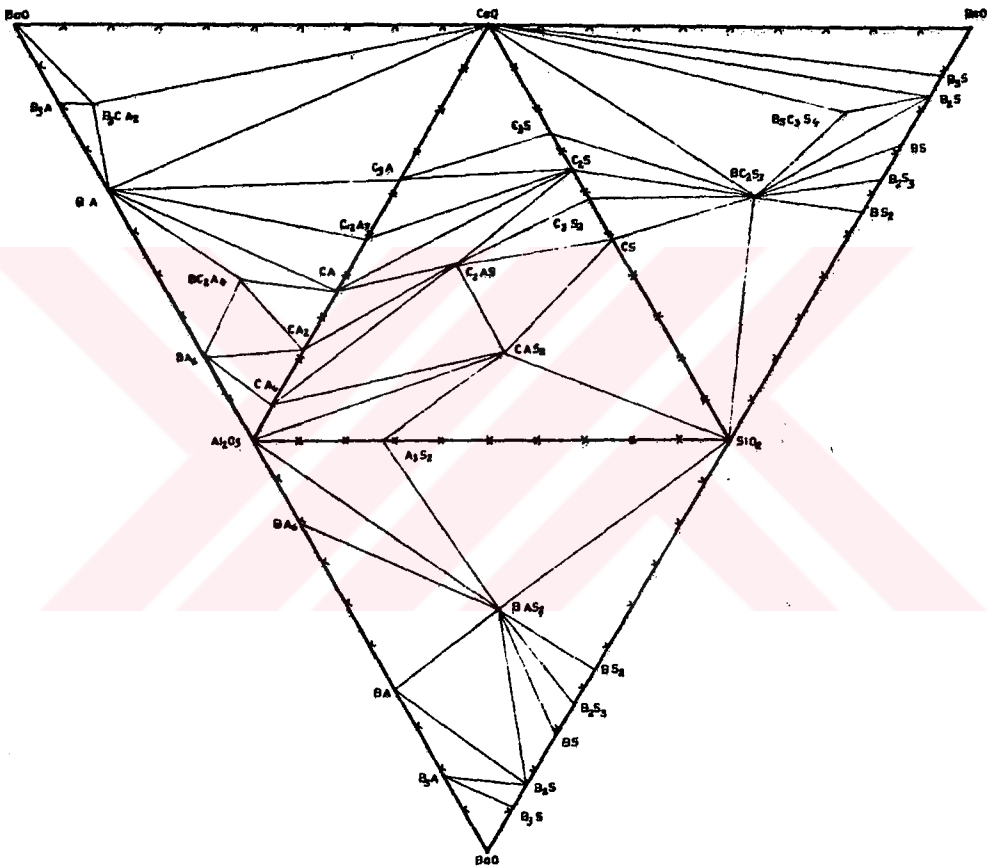
50) $BA - B_2S - BAS_2$

51) $BA - BAS_2 - BA_6$

52) $BA_6 - BAS_2 - A$

53) $A - BAS_2 - A_3S_2$

54) $S - BAS_2 - A_3S_2$



Şekil: 4.27 - $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-BaO-CaO-SiO}_2$ dörtlü sistemindeki katı halde faz bağıntılarını gösteren yatırılmış diyagram.

5. GENEL SONUÇLAR

1) $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{BaO} - \text{CaO} - \text{SiO}_2$ dördtlü sisteminde 4 tane arı, 18 tane ikili ve 7 tane üçlü kimyasal bileşik mevcuttur.

2) BaO in (A.S.T.M. kartlarında bulunan X-ışınları verilerinden farklı) yeni X-ışınları verileri, orijinal bir çalışma olarak bu araştırmada verilmiştir.

3) $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{BaO}$ ikili denge diyagramında, diğer araştırmacılar tarafından varlığı ileri sürülen B_4A , B_5A , B_7A , B_8A ve B_{10}A ikili ara kimyasal bileşiklerinin sistemde varolmadıkları saptanmıştır.

4) $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{CaO}$ ikili denge diyagramında, diğer araştırmacılar tarafından varlığı ileri sürülen C_3A_5 ve C_5A_3 ikili ara kimyasal bileşiklerinin sistemde varolmadıkları saptanmıştır.

5) Bu araştırma sırasında, $\text{BaO} - \text{SiO}_2$ ikili denge diyagramının $\text{B}_2\text{S}_3 - \text{BS}_2$ ara bölge-

sinde diğ er araştırıcılar tarafından varlıkları ileri sürülen B_3S_5 ve B_5S_8 ikili ara kimyasal bileşiklerinin sistemde mevcut olmayıp, söz konusu bölgenin katı eriyik içeren bir bölge olduğı kanıtlanmıştır.

6) $Al_2O_3 - BaO - CaO$ üçlü sisteminde, diğ er araştırıcılar tarafından varlığı ileri sürülen B_3CA üçlü ara kimyasal bileşiğinin mevcut olmadığı kanıtlanmıştır.

7) $Al_2O_3 - BaO - CaO$ üçlü sisteminin katı halde faz bağıntıları orijinal bir çalışma olarak bu araştırmada verilmiştir.

8) Bu araştırmada, $BaO - CaO - SiO_2$ üçlü sisteminde, $BS_2 - BC_2S_3 - B_2S_3$ Alkemade üçgeninin katı eriyik içeren bir bölge olduğı kanıtlanmıştır.

9) Bu araştırmada, $Al_2O_3 - BaO - SiO_2$ üçlü sisteminde $BS_2 - B_2S_3 - BAS_2$ Alkemade üçgeninin katı eriyik içeren bir bölge olduğı kanıtlanmıştır.

10) $Al_2O_3 - BaO - SiO_2$ üçlü sisteminde, varlığı diğ er araştırıcılar tarafından da kabul edilen BAS_2 üçlü ara kimyasal bileşiğinin yeni X-ışınları verileri orijinal bir çalışma olarak bu araştırmada verilmiştir.

11) $Al_2O_3 - BaO - SiO_2$ üçlü sisteminin katı halde faz bağıntıları orijinal bir çalışma olarak bu araştırmada verilmiştir.

12) $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{BaO} - \text{CaO} - \text{SiO}_2$ dörütlü siste-
mini oluşturan $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{CaO} - \text{SiO}_2$, $\text{BaO} - \text{CaO} -$
 SiO_2 , $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{BaO} - \text{CaO}$ ve $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{BaO} - \text{SiO}_2$
üçlü sisteminde 81 Alkemade doğruı ve 54
Alkemade üçgeninin varlığı kanıtlanmıştır.

13) $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{BaO} - \text{CaO} - \text{SiO}_2$ dörütlü siste-
mindeki katı halde faz bağıntılarını gösteren
yatırılmış denge diyagramı, orijinal bir çalışma
olarak bu araştırmada verilmiştir.

6. YARARLANILAN KAYNAKLAR

- 1- TOROPOV, N.A. - GALAKHOV, F.Ya.
Doklady Akad.Nauk.S.S.S.R.
82. (1) 70. 1952.
- 2- PURT, G. : "Radex Rundschau" No.4,
p.201. 1960.
- 3- APPENDINO, P. : Ann.Chim. (Rome)
61. 822-30 , 1971.
- 4- SHEPHERD, E.S. - RANKIN, G.A. ve WRIGHT, F.E.
"The binary system of
alumina with silica, lime
and magnesia".
Am.J.Sci. (4th Seires),
28(166) 293,333, 1909.
- 5- RANKIN, G.A. ve WRIGHT, F.E.
Amer.J.Sci. 39(229)4, 1915

- 6- LAGERQUIST, N.K. - WALIMARK, S. ve WESTGREN, A.

"X-ray study of the systems
 $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3$ and $\text{SrO-Al}_2\text{O}_3$ "
Ceram.Abstr., 18(1)37, 1939.

- 7- PILONENKO, N.E. - LAVROV, I.V.

"Calcium hexaluminate in the
system $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$ "
Ceram.Abstr. s.21, Ocak 1950.

- 8- WISNYI, L.G. - "High alumina phases in the
system lime-alumina".
Doctoral dissertation,
School of Ceramics, Rutgers,
The State University, 1955.

- 9- LEA, F.M. - DESH, C.H.

"The chemistry of cement and
concrete". 2ci Baskı, s.52
Edward Arnold Co.London, 1956.

- 10- AURIOL, A. - HAUSER, G. ve WURM, J.G.

"Phase diagrams for ceramists"
1964. Private communication,
Nov.19, 1961.

- 11- ROLIN, M. - THANH, P.H.

Rev.Hautes Temp.Refractaires,
2(2) 181, 1965.

- 12- NURSE, R.W. - WELCH, J.H. ve MAJUMDAR, A.J.

Trans.Brit.Ceram.Soc., 64(9)
413, 1965.

- 13- CHATTERJEE, A.K. - ZHMOIDIN, G.I.
J. Mater. Sci. 7(1)93, 1972
- 14- DEMİRKESEN, E. - " Al_2O_3 -CaO-MgO-TiO₂ dörtlü sisteminde katı halde faz bağıntıları" (Doktora Tezi)
İ.T.Ü. Metalürji Fak. 1980.
- 15- BOWEN, N.L. - GRIEG, J.W.
"The system Al_2O_3 - SiO_2 "
J. Amer. Ceram. Soc. 7(4)
238-54, 1924.
- 16- BAUER, W.H. - GORDON, I. ve MOORE, C.H.
"Flame fusion synthesis of mullite single crystals".
J. Amer. Ceram. Soc., 33(4)
140-43, 1950.
- 17- SHEARS, E.C. - ARCHIBALD, W.A.
Iron and Steel, 27(26)61,
1954.
- 18- ROOKSBY, H.P. - PARTRIDGE, J.H.
"X-ray study of natural and artificial mullites".
J. Soc. Glass Technol. 23(100)
338-46T, 1939.
Ceram. Abstr. 19(8)191, 1940.
- 19- ROY, R. - OSBORN, E.F.
"The system Al_2O_3 - SiO_2 - H_2O ".
Am. Mineralogist, 39(11/12)
853-85, 1954.
Ceram. Abstract, s.49b,
Şubat 1957.

- 20- TRÖMEL, G.- OBST, K.H.- KONOPICKY, K.- BAUER, H.
ve PATZAK, I.

"Investigations in the system
silica-alumina". Ber.Deutch
Keram.Ges. 34(12), 397-402
1957. Ceram.Abstr. s.161e
Haz.1968.

- 21- WELCH, J.W. - Nature, 186(4524) 546, 1960.

- 22- TOROPOV, N.A. - GALAKHOV, F.Y.A.

"New data for the system
 Al_2O_3 - SiO_2 ".
Doklady Akad.Nauk.S.S.S.R.
78(2) 299-302, 1951.
Ceram.Abstr. s.153 j, 1957.

- 23- ARAMAKI, S. - ROY, R.

"Revised phase diagram for=
the system Al_2O_3 - SiO_2 ".
J.Amer.Ceram.Soc. 45(5)
229-42, 1962.

- 24- ROBBIN, C. - "Standard X-ray diffraction
patterns".
NBS (U.S) Monograph 25,
Sec.3, 1964.

- 25- SWANSON ve FUYARD

"Standard X-ray patterns".
NBS(U.S) Circular 539.III
24-60, 1954.

- 26- SWANSON ve FUYARD

"Standard X-ray patterns".
NBS (U.S) Circular 339
10, 48, 1960.

- 27- SATO, N. - Mineral J. (Japan)
4, 215-225, 1964.
- 28- SWANSON ve FUYARD
"Standard X-ray patterns".
NBS(U.S) Circular 539 9,
1959.
- 29- HASKELL, R.W. - DeVRIES, R.C.
J. Amer. Ceram. Soc. 47(4),
203, 1964.
- 30- "Phase diagrams for ceramists".
The American Ceramic Society,
1964.
- 31- "Phase diagrams for ceramists".
Amer. Ceram. Soc. Supplement,
1969.
- 32- "Phase diagrams for ceramists".
Amer. Ceram. Soc. Suppl. 1975.
- 33- "Phase diagrams for ceramists".
Amer. Ceram. Soc. Vol. IV, 1981.
- 34- ESKOLA, P. - "The silicates of strontium
and barium". Amer. J. Sci.
5th Ser. 4, 345, 1922.
- 35- GRIEG, J.W. "The system BaO - SiO₂".
Amer. J. Sci. 5th Ser. 13,
27, 1927.
- 36- ROTH, R.S. - LEVIN, E.M.
J. Research Nat. Bur. Standards
62(5) 194, RP. 2953, 1959.
- 37- BRISI ve APPENDINO
Ricerca Scient. 36, 369,
1966.

38- BUDNIKOV ve KULIKOVA

Inorg. Materials 2,
1717-22, 1966.

39- NBS Monograph 25, Sec.13
15, 1976.

40- RANKIN, G.A. - WRIGHT, E.E.

Amer. J. Sci. 39, 5, 1915

41- GRIEG, J.W. - "Immiscibility in silicate
melts".
Amer. J. Sci. (5) 13, 15 133- 54,
1927.

42- ROY, D.M. - "Studies in the system CaO-
Al₂O₃- SiO₂- H₂O; III.
New data on the polymorphism
of Ca₂SO₄ and its stability
in the system CaO-SiO₂-H₂O".
J. Amer. Ceram. Soc. 41, 293-309,
1958.

43- WELCH, J.H. - GUTT, W.
"Tricalcium silicate and its
stability within the system
CaO-SiO₂".
J. Amer. Ceram. Soc. 42, 11-15,
1959.

44- PHILLIPS, B. - MUAN, A.
"Phase equilibria in the system
CaO-Iron Oxide-SiO₂ in air".
J. Amer. Ceram. Soc. 42, 413-23,
1959.

45- KIESSLING, R. - LANGE, N.
United Steel Co. Ltd. Research
and Development Dept. Swinden
Labs., Rotherdam, 1967.

- 46- HELLER ve TAYLOR "Crystal data for calcium silicates".
Oxford, p.8, London, 1956.
- 47- ROY, R. - The American Mineralogist
43, 1009-27, 1958.
- 48- MOODY, K. - Min.Mag. 30, 79, 1952.
- 49- YANNAQUIS, N. - Rev.Matériaux Construction
213, 1955.
- 50- REGOURD, M. - Bull.Soc.Franc.Min.Crist.
87, 241-72, 1964.
- 51- GUTT, W. - "Manufacture of Portland
Cement from phosphate raw
Materials".
Paper CP 90/68. s.5, 1968.
- 52- MARLAKOV ve OSTAPCHENKO
J.Struct.Chem. S.S.C.B.
1, 163, 1960.
- 53- BRISI, C. - MONTORSI, M.A.
Ann.Chim. (Rome), 52, 792
1962.
- 54- MASSAZZA, F. - Ann.Chim. (Rome), 53, 1016
1963.
- 55- APPENDINO, P. - Ceramurgia, (2)103-6, 1972.
- 56- THOMAS, R.A. - J.Amer.Ceram.Soc., 33(2),
43, 1950.
- 57- SMITH - Acta Cryst. 6, 613, 1953.
- 58- TAKEUCHI - Mineral J.(Japan) 2, 311
1958.
- 59- SORRELL, - Amer.Mineral J. 47, 291,
1962.

- 60- IVUKINA ve PANOVA -
Kristallografia, 9, 560,
1964.
- 61- GAY, - Mineral Mag. 34, 204-13
1965.
- 62- ROY, N.N. - Nature (206) 501, 1965.
- 63- KOCKEL ve OEHLSCHEGEL, N.
Jahrb.Min.Monat. 15-24, 1969.
- 64- ISAACS, T. - J. Electrochem. Soc. 118,
1009-11, 1971.
- 65- TOROPOV, N.A. - GALAKHOV, F.Ya. ve BONDAR, I.A.
Izvest. Akad. Nauk. S.S.S.R.
Otdel. Khim. Nauk. (5) 756,
1954.
- 66- LIN, H.G. - FOSTER, W.R.
J. Amer. Ceram. Soc. 53(10)
550, 1970.
- 67- SEMLER, C.E. - FOSTER, W.R.
J. Amer. Ceram. Soc. 53(11)
597, 1970.
- 68- RANKIN, G.A. - WRIGHT, F.E.
"The ternary system $\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$ ".
Amer. J. Sci. (4th serie)
39(229) 1-79, 1915.
- 69- OSBORN, E.F. - SCHAIRER, J.F.
Amer. J. Sci. 239, 721, 1941.
- 70- OSBORN, E.F. - Amer. J. Sci. 240-755, 1942.
- 71- SCHAIRER, J.F. - BOWEN, N.L.
Bull. Soc. Geol. de Finlande
20, 71, 1947.

- 72- TOROPOV, N.A. - GALAKHOV, F.Ya.
Voprosy Petrograf.i Mineral.
Akad.Nauk.S.S.S.R.
2, 245-55, 1953.
- 73- ARAMAKI, S. - ROY, R.
J.Amer.Ceram.Soc. 42,
644-45, 1959.
- 74- OSBORN, E.F. - MUAN, A.
"The system $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$;
Phase equilibrium diagrams
of oxide systems".
Amer.Ceram.Soc.Inc.Columbus,
Ohio, 1960.
- 75- GENTILE, A.L. - FOSTER, W.R.
"Calcium hexaluminate and its
stability relations in the
system $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ ".
J.Amer.Ceram.Soc. 46, No.2
74-76, 1961.
- 76- GENTILE, A.L. - FOSTER, W.R.
J.Amer.Ceram.Soc. 46(2),
76, 1963.
- 77- KOZ, M. - " $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-CaO-SiO}_2\text{-TiO}_2$ dörütlü
sisteminde katı halde faz
bağıntıları". (Doktora Tezi)
İ.T.Ü.Maden Fak., 1977.
- 78- TOROPOV, N.A. - GALAKHOV, F.Ya. ve BONDER, I.A.
Izvest.Akad.Nauk.S.S.S.R.
Otdel. Khim.Nauk. 6, 643,
1956.
- 79- NADACHOWSKI, F. - GRYLECKI, M.
"Phasen-Gleichgewichte im
System $2\text{BaO.SiO}_2\text{-2CaO.SiO}_2\text{-}$
 2MgO.SiO_2 ". Silikattechn.
10, 77-80, 1959.

- 80- TULGAR, H.E. - "BaO-CaO-MgO-SiO₂ dörtlü sisteminde katı halde faz bağıntıları" (Doktora Tezi) İ.T. . Maden Fak. 1966.
- 81- TULGAR, H.E. - HEROLD, P.G.
 "Solid state relationships in the system BaO-MgO-SiO₂". Thesis presented by the junior author for M.Sc.degree in Metallurgy at Colorado School of Mines, 1964.
- 82- TULGAR, H.E. - KOZ, M.
 "MnO-Al₂O₃-SiO₂ sisteminde katı halde faz bağıntıları". (Bitirme  devi), İ.T. . Maden Fak. İstanbul, 1971.
- 83- TULGAR, H.E. - "X-ray data of the compounds CaO.2B₂O₃-CaO.B₂O₃-2CaO.B₂O₃ and 3CaO.B₂O₃". Bull. of İstanbul Techn.Univ.25, 1, 22-30, 1972,
- 84- TULGAR, H.E. - RIGAUD, M.
 "Solid state relationships in the system CaO-Nb₂O₅". Papers presented for the 40th ACFAS Congress held in Ottawa, October 1972.

7. T E Ş E K K Ü R

Doktora çalışmalarına başlamama olanak sağlayan sayın Hocam Prof.Dr.Veli AYTEKİN'e içten teşekkürlerimi sunarım.

Doktoramı yönetmeyi kabul eden ve çalışmam boyunca ilgi ve düşüncelerinden yararlandığım çok kıymetli Hocam Prof.Dr.H.Erman TULGAR'a sonsuz şükranlarımı sunmayı borç bilirim.

Çalışma yapma olanağını sağlayan İ.T.Ü. Kimya-Metalürji Fakültesine, deneysel çalışmalarında bana yardımını esirgemeyen değerli arkadaşım Doç.Dr.Mehmet KOZ'a ve diğer arkadaşlarımla Metalürji Bölümünün tüm elemanlarına teşekkür ederim.

Tezimi büyük bir özenle yazan kıymetli arkadaşım İraid SAMYEL'e teşekkür ederim.

Emine TOPÇU

8. Ö Z G E Ç M İ Ş

Emine TOPÇU, 1946 yılında Ünye'de doğmuştur. İlk ve orta öğrenimini Ünye'de ve lise öğrenimini İstanbul Kız Lisesinde bitirerek, 1965-1966 ders yılında İ.Ü.Fen Fakültesi, Fizik-Matematik Bölümüne girmiş ve 1970 yılında Fizik Bölümünden mezun olmuştur. 1970-1973 yıllarında Işık-Mühendislik-Mimarlık Yüksek Okulunda asistan olarak çalıştıktan sonra, 1973 yılının Temmuz ayında İ.T.Ü. Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Fizik Kürsüsüne asistan olarak girmiştir.

1976 yılında doktora çalışmalarına başlayan Emine TOPÇU halen İ.T.Ü. Fen ve Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümünde görev yapmakta olup kendisi evli ve bir çocuk annesidir.