

Anadolu Üniversitesi
Mimarlık ve Mühendislik Fakültesi
Kimya Mühendisliği Bölümü

SODA - KİREÇ'İN FİZİKSEL ve
KİMYASAL TESTLERİ

Selaaddin Önçek
(Yüksek Lisans Tezi)

Eskişehir
1984

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ
ÖZET
GİRİŞ

BİRİNCİ BÖLÜM

I.1	GAZ ABSORPSİYONU HAKKINDA GENEL BİLGİLER	2
I.2	GAZLARIN KATILAR TARAFINDAN ADSORPLANMASI	3
I.2.1	Adsorpsiyon tipleri	4
I.2.2	Adsorpsiyon izotermeleri	6
I.2.3	Freundlich izotermi	7
I.3.1	Absorpsiyon prosesi	8
I.3	KARBONDİOKSİT ABSORPLAMA TEKNİĞİ	9
I.3.2	Soda-Kireç	10
I.3.3	Absorplama kapasitesi	11
I.3.4	İndikatörler	12
I.3.5	Anesteziyolojide absorber sistemler	13
I.4	AKID-METRELER	13
I.4.1	Yağ Gazometre	14
I.4.2	Kuru Gazometre	15
I.4.3	Köpüklü Gaz Ölçer	16
I.5	SERTLİK	17
I.5.1	Mohs sertlik dizisi	17
I.5.2	Rocwell sertlik testi	18
I.5.3	Brinel sertlik deneyi	18
I.5.4	Mikro sertlik deneyi	19

İKİNCİ BÖLÜM

II.	DENEYSEL ÇALIŞMALAR	20
II.1	SODA-KİREÇ GRANÜLLERİNİN FİZİKSEL TESTLERİ	20
II.1.1	Turnusol kağıdı ile	20
II.1.2	Alev Denemesi	20
II.1.3	Kuruma ile kaybın hesaplanması	20
II.1.4	Nem absorpsiyonu	20
II.1.5	Tanecik boyutu	21
II.1.6	Sertlik Testi	21
II.2	SODA-KİREÇ GRANÜLLERİNİN KİMYASAL TESTİ	23
II.3	KİMYASAL TEST DÜZENİĞİNİN KURULMASI	25
II.4.1	Karbondioksit gazının yoğunluğunun hesaplanması	26
II.4.2	Karbondioksit gazının "U" tüpünden,geçerken geçiş debisinin hesaplanması	28
II.5	SODA-KİREÇ'İN ADSORPSİYON İZOTERMI	29

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

III.	DENEY SONUÇLARI	30
III.1	ALEV DENEMESİ SONUÇLARI	30
III.2	TURNUSOL KAĞIDI TESTİ	30
III.3	TANECİK BOYUTU	30
III.4	SERTLİK TESTİ	31
III.A	SABİT BİLEŞİMDE YAPILAN DENEYSEL ÇALIŞMALAR	32
III.B	SABİT NEMDE YAPILAN DENEYSEL ÇALIŞMALAR	47
III.C	ADSORPSİYON İZOTERMINİ BELİRLEMEK İÇİN YAPILAN ÇALIŞMALAR	55

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

IV.	DENEYSEL SONUÇLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ	60
	SONUÇ	63
	LİTERATÜR	65

ÖNSÖZ

Bu araştırmada İnhalasyon aneshtezisinde kullanılan, CO₂ absorplayıcı Soda-Kireç'in kliniksel şartlara uygunluğunu belirlemek amacıyla fiziksel ve kimyasal deneyler yapılmıştır.

Bu çalışmada, Soda-Kireç granüllerinin CO₂ absorplama verimleri, sertlik dereceleri, ufalanma ve tozlaşma oranlarını belirledim. Çalışma ile arzu edilen verime ve oranlara ulaştığım kanısındayım.

Doç. Dr. Tarık Pekel tarafından yürütölen bu çalışmam, 10. Haziran 1982 - 22. Ekim. 1983 tarihleri arasında Anadolu Üniversitesi Mimarlık ve Mühendislik Fakölteesi Kimya Mühendisliği Bölümünde yapılmıştır.

Tez konusunda ve çalışmalarım sırasında yakın ilgi ve yardımlarını esirgemiyen Sayın Hocam Doç. Dr. Tarık Pekel'e teşekkürü borç bilirim.

Başta Dekanımız Sayın Prof. Dr. Musa şenel olmak üzere, öğretim üye ve yardımcılardan çalışmalarım süresince gördüğim yakın ilgi ve yardımı memnuniyetle belirtir, kendilerine teşekkürlerimi sunarım.

Selaaddin ÖNÇEK

ÖZET

Bu çalışmada karbondioksidi absorbe eden Soda-Kireç adını verdimiz maddenin anesthesiye uygunluk testleri yapılmış olup; Absorplama verimi, sertlik ve tozlaşma, nem faktörü ayrı ayrı denenmiştir.

Çalışmalarımızda, sabit Soda-Kireç bileşiminde; Nem miktarının absorpsiyon verimine ve sertlik, tozlaşma üzerine etkisi ile sabit nem miktarında, farklı Soda-Kireç bileşimlerinin absorpsiyon verimlerini ve sertliklerini inceledik. Ayrıca sabit sıcaklıkta Soda-Kireç granülleri tarafından absorplanan CO₂ gazı miktarı ile denge basıncı arasında ki adsorpsiyon izoterm eğrisini çizmek için çalışmalar yapıldı.

Bu çalışmalarda şartlar optimize edilmiş, anesthesiye daha uygun Soda-Kireç yapımı için öneriler verilmiştir.

Absorplama veriminde, sertlik derecesinde arzu edilen değerlere ulaşılmış, tozlaşma kontrol altına alınabilmiştir.

GİRİŞ

Ağrının dindirilmesi veya yapılacak müdahalelerle hastanın ağrı luymamasını sağlamak, başka bir deyimle ağrısız müdahale yapılması işi asırlarca insan beynini meşgul etmiş sayısız çalışma ve araştırmalara konu olmuştur.

Anestezi deyimi 1847 yılında Boston'lu Oliver Wendell Holmes tarafından kullanılmıştır. Bütün vücutta hissiyatın ortadan kalkması anlamında kullanılmaktadır.

Karbondiyoksitin absorpsiyon olanağını ilk olarak düşünen 1850'de John Snow olmuştur. Ancak Hazard Dennis Jackson'un hayvanlarda çalışması (1915), emme tekniğinin kullanımı ve laboratuvar deneylerinde alkali hidroksitlerle araştırmalar yaptı.

1. Dünya Savaşında Prof. Robert E. Wilson¹ çalışmalarıyla, aynı zamanda kimyasal harp sanayisine de hizmet etmiş oldu. Sadece sodyum hidroksit ile yaptığı çalışmalar sonucunda çok fazla ısı açığa çıktığından, Soda-Kir eç karışımını denedi.

1923'te Waters^{20.a} emme tekniğini ilk kez insana uyguladı ve ilk kez klinik raporu 1926'da yayınladı^{20.b}.

1. Dünya Savaşından sonra Wilson ile çalışmalar yapan Dewey ve Almy'e özel lisans verildi. Yeni üretilen bu maddeye "Sodasorb" adını verdiler. 1953'te Dewey ve Almy, Grace Company'de üretime başladılar.

1915'den bu güne bir çok kimyasal değişiklikler ve karışıma yeni madde ilaveleri olmuşsa da esas kimyasal karışımın içeriğinde büyük bir değişiklik olmamıştır.

Bu çalışmada solunum anesteziinde hastanın ekspirasyon havasındaki karbondiyoksiti absorbe eden Soda-Kireç adını verdiğimiz maddenin, absorplama kapasitesi ve sertlik tayinleri yapılmış, kliniksel sonuçlarla uygunluğu karşılaştırılmıştır.

BİRİNCİ BÖLÜM

I.1 GAZ ABSORPSİYONU HAKKINDA GENEL BİLGİLER

Kimya mühendisliğinde, bir faz sınırında difüzyon yoluyla kütlenin aktarıldığı önemli temel işlemlerden biri gaz absorpsiyonudur. Bu işleme, bir gaz karışımındaki öğelerden biri veya birkaçı bir sıvının yada katının içine absorplanır. Kullanılan katının uygunluğunu, absorplanacak gazın o katı içindeki çözünürlüğü, ya da gaz katı ile kimyasal reaksiyona giriyorsa bu reaksiyonun hızı tespit eder².

Bütün kitle aktarım işlemlerinde olduğu gibi absorpsiyonda da geniş bir alan yaratarak fazların birbirinde dağılmalarını sağlamak esastır.

Absorpsiyon işlemi denge durumu ile sınırlanır. Çözünme işlemi ve kimyasal reaksiyon dengeye gelinceye kadar devam edebilir. Sıcaklık arttıkça çözünürlük hızla azalır. Bu yüzden, eğer absorpsiyon işlemi ekotermik ise absorpsiyonun yapılabilmesi için canister² de soğutucu gereçlerin kullanılması ve çözünürlüğün yüksek tutulması gerekir.³

Absorpsiyon olayı ile adsorpsiyon olayını karıştırmamak gerekir. Adsorpsiyon olayı katı maddenin sınır yüzeyinde moleküller arasında ki yüzey gerilim kuvvetlerinin denkleşmiş olmasından ileri gelir. Absorpsiyon olayında, absorplanan madde absorplayıcı maddenin içine doğru yayılır. Örneğin; Suyun bir sünger tarafından, su buharının kalsiyum klorür tarafından soğurulması absorpsiyon olaylarıdır. Absorpsiyonda madde cismin içine doğru yayılır, adsorpsiyonda ise sınır yüzeyinde bir birleşme olur⁴.

Soda-Kireç karışımının, karbondioksiti tutması esnasında hem absorpsiyon olur.
2 canister: Anestezi sisteminde Soda-Kirecin bulunduğu işlem kabının adı.

iyon, hem de adsorpsiyon olaylarının ikisinde olmaktadır.

I.2 GAZLARIN KATILAR TARAFINDAN ADSORPLANMASI

Hemen bütün katılar az çok bütün gazları adsorplar. En iyi adsorpana; geniş, gözenekli bir yüzeye sahip olan adsorban maddelerle yapılır. Düz yüzeylerde adsorpsiyon olur, ama daha azdır¹¹.

Katılar tarafından gazların adsorpsiyonu bazı özellikler gösterir:

1. Adsorpsiyon (selektif) seçimsel bir olaydır; aynı bir adsorban tarafından bazı gazlar az veya çok, bazıları ise hiç adsorplanmazlar.
2. Adsorpsiyon olayı başlangıçta çok hızlı bir olaydır. Adsorbanın doymuşluğa yaklaşması oranında hız azalır. Bir gaz maskesinden geçirilen havadan 0.01 saniyede yabancı maddeler adsorplanır. Kritik sıcaklığına yakın veya daha aşağı sıcaklıklarda olan gazların adsorplanmaları fazladır. Örneğin; oda sıcaklığında oksijen, kömür tarafından pek az (oksijenin kritik sıcaklığı -119°C 'dir.), oysa ki amonyak gazı (Kritik sıcaklığı $+132^{\circ}\text{C}$) ve çoğu öteki harp gazları çok adsorplanırlar.¹²
3. Adsorpsiyon sadece adsorbanın yüzey alanına değil, bunun kimyasal yapısına ve geçirmiş olduğu bir takım işlemlere de bağlıdır. Gözenek ve tanelerin yüzeylerinin adsorplayici güçleri çok fazladır.
4. Adsorpsiyon birim kütlesi veya hacmi tarafından adsorplanan gaz miktarı, gazın konsantrasyonu veya kısmi basıncı ile orantılıdır. Sadece adsorban doyduğunda gazın basıncının arttırılmasının etkisi yoktur.
5. Adsorpsiyon iki yönlü bir olaydır. Eğer gazın basıncı azaltılırsa adsorplanmış gaz serbest bırakılır. O halde adsorplanmış ve adsorplanmamış gaz arasında bir denge vardır. Kimyasal reaksiyon halinde denge bozulur.

Aşağıdaki cetvel 1. de 15°C de ve 1 atmosfer basınçta 1 gr. aktif kömür tarafından bazı gazların adsorplanması verilmiştir⁵.

Gaz	Adsorplanan hacim (cm ³ .)
Ülkürtdioksit (SO ₂)	380
Flor (Cl)	285
Amonyak (NH ₃)	181
Hidrojen Sülfür (H ₂ S)	99
Hidrojen klorür (HCl)	72
KARBONDİOKSİT (CO ₂)	48
Metan (CH ₄)	16.2
Karbonmonoksit (CO)	9.3
Oksijen (O ₂)	8.2
Azot (N ₂)	8.0
Hidrojen (H ₂)	4.7

Cetvel 1. Aktif kömür tarafından bazı gazların adsorplanması.

I.2.1 ADSORPSİYON TIPLERİ

Gazların katılar tarafından adsorplanmasının incelenmesi sonucunda, esas itibariyle iki tip adsorpsiyonun varlığı tespit edilmiştir. Fiziksel adsorpsiyon ve Kimyasal adsorpsiyon.

Fiziksel adsorpsiyonda, adsorplanmış molekülleri adsorban yüzeyine bağlı tutan kuvvetler, gaz molekülleri arasında bulunan Van der Waals kuvvetleri cinsindedir. Az seçimseldir, katının bütün yüzeyini ilgilendirir. Fiziksel adsorpsiyonda adsorpsiyon ısısı düşük olup çoğu gazlarda sıvılaştırma ısısı mertebesinde. Adsorplanmış mol başına 10000 cal. kadardır. Adsorpsiyon dengesi tersinirdir ve çabuktur. Bu tür adsorpsiyon da, adsorplanmış tabaka birden fazla molekül kalınlığındadır.

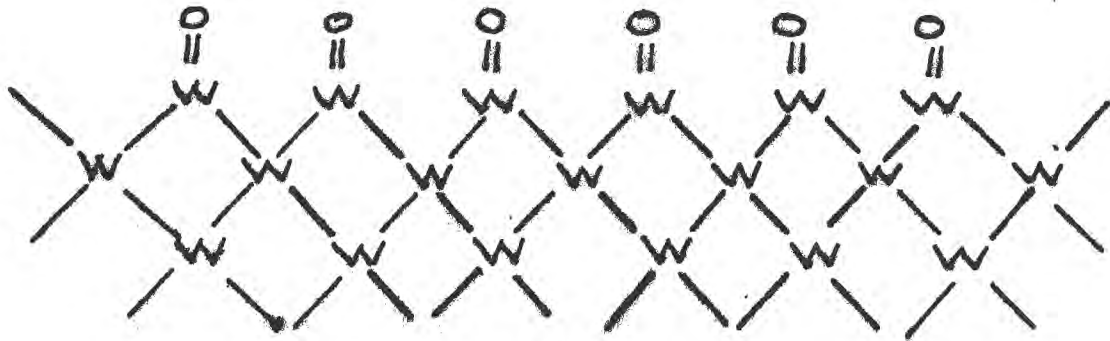
Kimyasal adsorpsiyon, adsorplanan molekülleri adsorbanın yüzey molekülü ya da atomları arasında ki gerçek bir reaksiyondan ileri gelir. Adsorpsiyon aktivasyon enerjisi bir kimyasal reaksiyonunkinin mertebesinde olup 20 - 100 kcal/mol mertebesinde dir. O halde kimyasal adsorpsiyon hızı emperatürle artar. Bu halde adsorplanmış tabaka monomoleküler bir tabakadır.

Bir çok hallerde gaz, molekül halinde adsorplanır. Bazı hallerde ise adsorplanan gaz molekülleri disossiye alurlar. Gerçekten Sievert ve Laagenacker, 822 ile 923°C arasında nikel tarafından adsorplanan hidrojen miktarının, gazın basıncının karekökü ile orantılı olduğunu göstermişlerdir ki bu da;



disosiyasyonunu gerektirir. Bir çok gaz atomik halde çok aktiftir, gaz reaksiyonlarda katalizörlerin katalitik etkileri buradan ileri gelir.

Katı yüzeyinde birleşmeler çoğu zaman bilinen bileşik tiplerinden farklıdır. Örneğin, sıcakta tungsten tarafından oksijenin adsorplanmasında 1200°C da buharlaşan WO₃ değil, 3000°C de bile kalabilen WO oluşur.⁶ Bu olay şöyle şemalaştırılabilir⁴:

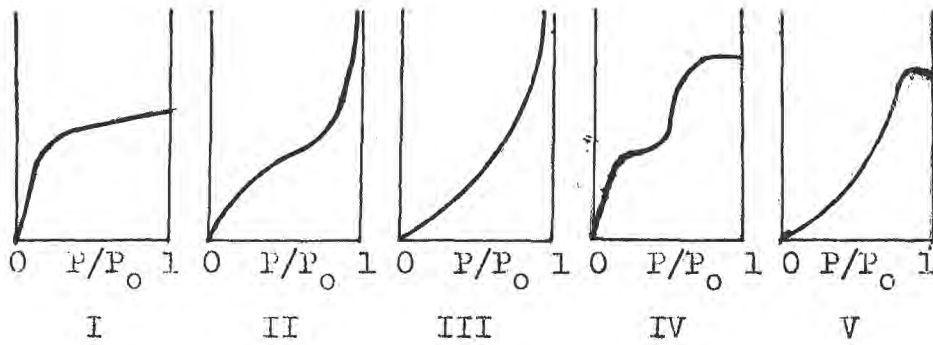


Kimyasal adsorpsiyon için başka örnek olarak karbonmonoksidin tungsten; oksijenin gümüş; altın; platin; karbon tarafından adsorplanması verilebilir. Bir çok adsorpsiyon hallerinde bu iki tip adsorpsiyon birlikte olur. Bazı sistemler düşük sıcaklıklarda fiziksel, yüksek sıcaklıklarda kimyasal adsorpsiyon gösterirler. Hidrojenin nikel üzerindeki adsorpsiyonunda durum böyledir. Genellikle kimyasal adsorpsiyon fiziksel adsorpsiyona nazaran daha özgüldür ve gaz ile katı arasında bir reaksiyon iliminin bulunduğu hallerde kendini gösterir.

I.2.2 ADSORPSİYON İZOTERMLERİ

Sabit sıcaklıklarda adsorbant tarafından adsorplanan madde miktarı ile denge basıncı veya konsantrasyonu arasındaki bağıntıya adsorpsiyon izotermi adı verilir.

Gazların katılar tarafından adsorpsiyonuna ait beş genel izoterm tipi gözlemlenmiştir. Bunlar Şekil 1. de verilmiştir. Bu beş izotermde I tipi kimyasal adsorpsiyonda rastlanır, oysa fiziksel adsorpsiyonda her beş tipe rastlanır.



Şekil 1. Adsorpsiyon İzoterm Eğrileri

I.2.3 FREUNDLICH İZOTERMI

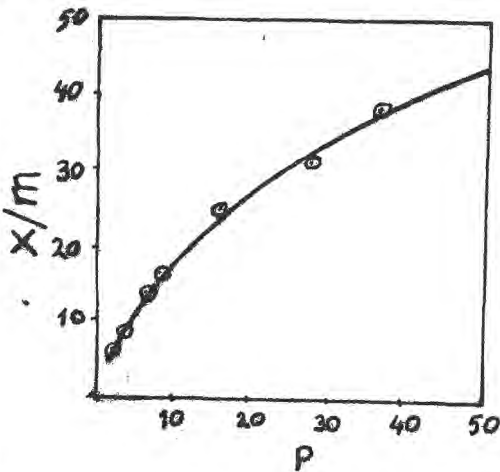
I tipi izotermelerinde belli miktarda adsorban tarafından adsorplanan gaz miktarı basınçla hızla artar ve sonra katı yüzeyinin gaz molekülleriyle doymasıyla daha yavaş artış gösterir. Bu değişmeyi göstermek için Freundlich, Freundlich izotermi denilen şu ifadeyi önermiştir⁷.

$$x/m = kp^n \quad (1.1)$$

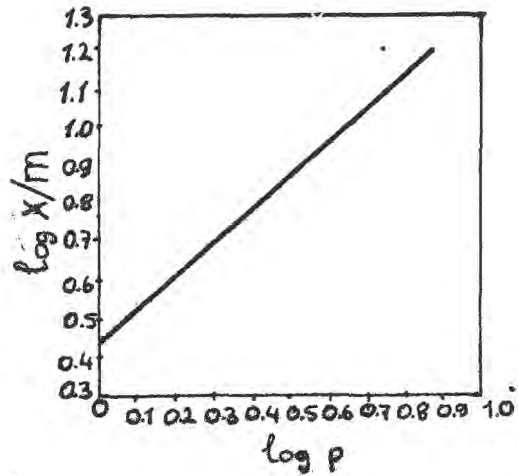
burada x, m kütesinin adsorpladığı gaz miktarı; p adsorplanan gazın kısmi basıncı; k ve n sabit miktarlar olup şu şekilde tayin edilebilir.(1.1) ifadesinin logaritması alınır;

$$\log x/m = \log k + n \log p \quad (1.2)$$

bulunur. Eğer absise log p, ordinata da log x/m değerlerini koyup bir grafik çizersek, bir doğru elde ederiz. Bu doğrunun eğimini n'yi verir. Ordinatı kestiği yerde log k'yı verir. Şekil 2. ve Şekil 3. de 20°C de odun kömürünün karbondioksite ait adsorpsiyon izotermeleri verilmiştir. Şekil 3 den log k=0.43, k=2.69 ve n=0.845 bulunur. n değeri; x, m ve p'nin birimlerine bağlıdır. n birden küçüktür ve temperatur artınca bire yaklaşır.



Şekil 2. 293°K de CO₂'in odun kömürü tarafından adsorpsiyon izotermi.



Şekil 3. Şekil 2'deki sonuçlara göre değişim.

-) Sıkıştırılmış gazlar ve regülatörler.
-) İğneli subop ve flowmetre.
-) Sıvılar için buharlaştırıcılar(Vaporizerler)
-) Solunum devresi için tevzi tipleri.
-) Absorber ve tek yönlü valfler.
-) Depo.
-) Fazla gazlar için tahliye subopu.
-) Soluyan kimseler ile minimum ölü boşluğun birleşimi.
-) Minimal resistans ile serbest hava yolu.
- 0) Sızıntısız sıkı sistem.

I.3.1 ABSORPSİYON PROSESİ

I.3.1.a. Absorpsiyonun Kimyasal Yapısı: CO_2 'in absorpsiyonu özellikle kimyasal nötralizasyon reaksiyondur¹⁷. Bu asit ve bazlar arasında bir reaksiyondur. Asit, su ile CO_2 'in birleşiminden oluşan karbonikasittir ve iyonlaştığında H-iyonları verir. Baz, absorplayıcıdır ve bunlarda alkali metal hidroksitleri (sodyum hidroksit, potasyum hidroksit, lityum hidroksit) ile alkali metallerdir (baryum, kalsiyum, magnezyum, stransyum).

Alkali metal hidroksitleri kimyasal olarak, alkali metallere daha aktiftir ve yüksek derecede su emicidir (Hidroskopik). Klinik amaçlar için bu karışım pratik ve ucuz bulunmuştur.

I.3.1.b. Nem Faktörü: Absorplama yüzeyde fiziksel bir olaydır²¹. Absorberin dış yüzeyi küçük, fakat gözeneklerden dolayı yüzey alanı yaklaşık 100 kez büyümüştür¹¹. Soda-Kireç için optimum nem oranı %10 ile %22 arasındadır. Gözeneklere daha fazla nem doldurdukları absorplama için yüzey alanı azalır. Nemin az olması ise absorplama ömrünü kısaltır. Çünkü kireç reaksiyona girip tamamen kullanılmadan kurur.

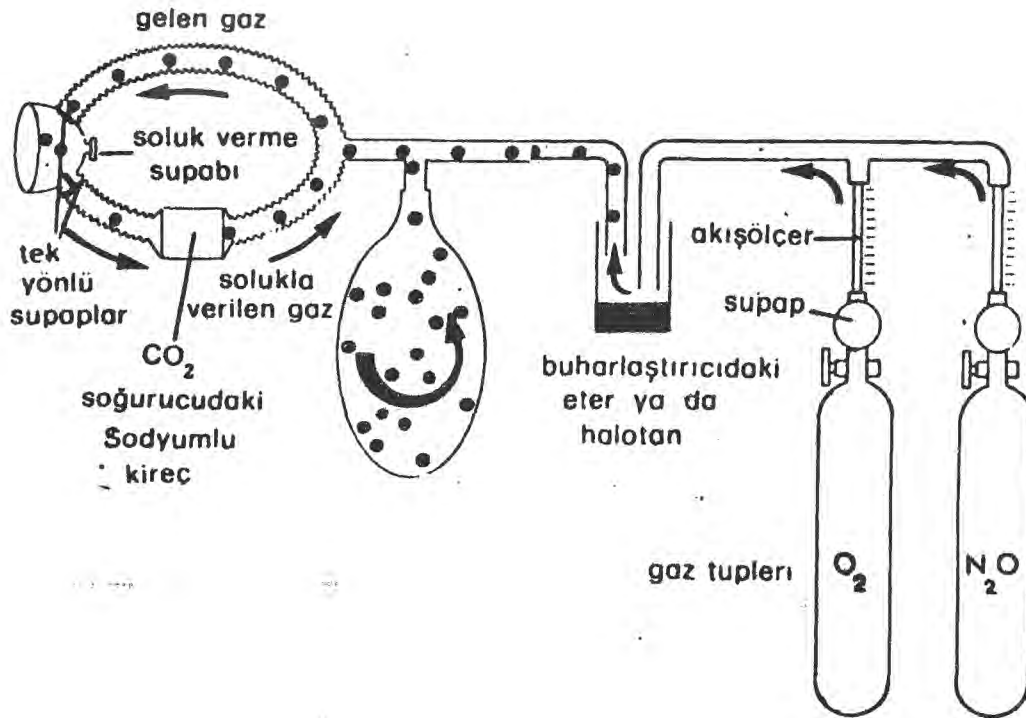
reundlich izoterminden başka, Langmuir izotermi ve Brunauir, Emmett ve Hendershott izotermi gibi adsorpsiyon izotermi de vardır⁸.

I.3 KARBONDİOKSİT ABSORPLAMA TEKNİĞİ

Anestezi kapalı sistem tekniği, anestezi karışımların teneffüsünü oluşturur. Teknik gazların kaçmamasını sağlar. Sürekli oksijen tüketimi esnasında karbondioksit gazı üretilir. Nefes alınan gazın da bir kısmı oksijendir ve nefes verme esnasında bu oksijen, karbondioksit ile yer değiştirir. Sonunda bu artık üretim, sistemde toplanacaktır. Bu nedenle sisteme sürekli oksijen ilave edilmeli ve solunumdan önce, sistemde toplanan karbondioksit gazı sistemden uzaklaştırılmalıdır.

Absorpsiyon tekniğinin uygulanması için belirli kurallar gözlenmeli ve belirli cihaz, teçhizat gereklidir.

Absorpsiyon teknolojisinde kullanılan cihazlar:



3.1.c. Adsorban Granüller: Anesteziye 4 - 8 mesh'lik Soda-Kireç granüllerini kullanılır. Aktivite, tanecik boyutu küçüldükçe artar. Hava akım resistansının artması granüllerin gözenek özelliğiyle yakından ilgilidir.

3.1.d. Hava Akım Resistansı: Absorber boyunca aşağıdaki formül ile tahin edilebilir²².

$$R = \frac{KLV}{A}$$

- : Resistansı,
- : Hava akımının hızını,
- : Kanisterin (işlem kabının) uzunluğunu,
- : Absorberin, absorblama kesit alanı,
- : Absorberin, spesifik resistansı,

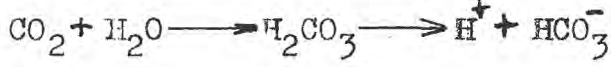
bu resistans değeri solunum tüplerinin etkinliğini, tek yönlü valfleri ilgilendirmez.

I.3.2 SODA-KİREÇ

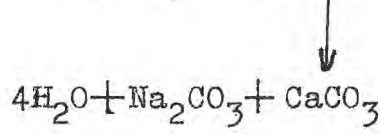
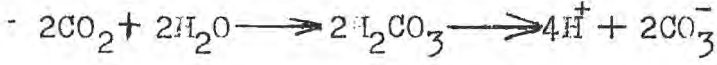
Soda-Kireç temel olarak gözenekli kireç taşı granüllerinden oluşur. Bu karışıma alkali metaller ilave edilerek, CO₂ gazını daha iyi absorplaması sağlanır. Potasyum hidroksit, sodyum hidroksitten ve kalsiyum hidroksitten absorplama için daha iyi aktivatördür¹⁹. Böylece Soda-Kireç, potasyum hidroksit, sodyum hidroksit, kalsiyum hidroksitten oluşur. Sodyum hidroksit ve potasyum hidroksit %4-5, olarak, karışımın %95'ini ise kalsiyum hidroksit tamamlar²³. Kalsiyum hidroksit karışımın eriyip su olma eğilimini azaltır. Karışımı sertleştirmek ve alkalilerin toz formasyonu - bu önlemek için az miktarda (≈%2) silisyum dioksit karışıma eklenir.

Soda-Kireç granüllerinin yüzeyindeki nemli film tabakasında CO₂

çözülerek karbonik asit ve karbonik asitte, hidrojen iyonlarına (H^+) ve bikarbonat iyonlarına (HCO_3^-) ayrışır.



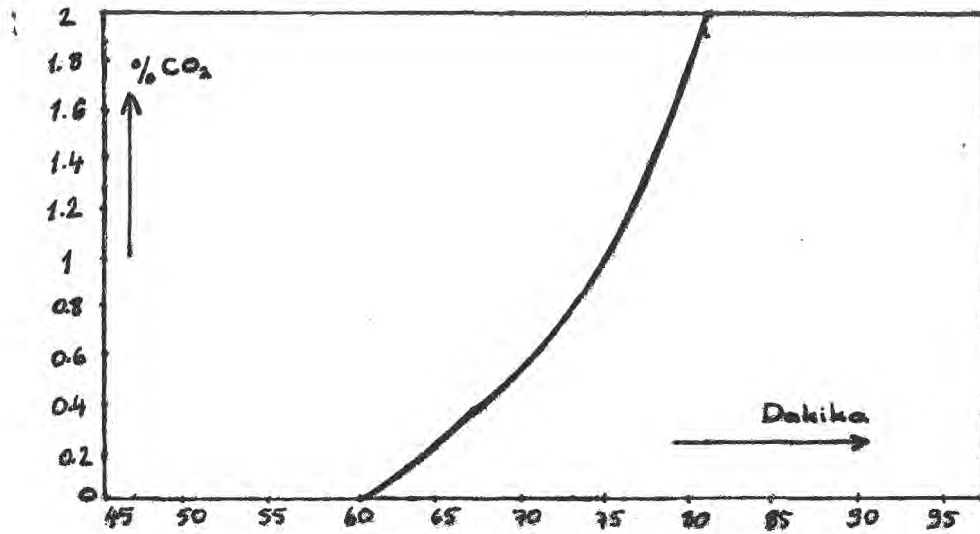
Kalsiyum hidroksitte, kalsiyum ve hidroksit iyonları verir.



Bu nötürleşme reaksiyonları sonunda, karbondioksitin bir molünün (44 gr.) absorplanması ile 13500 cal. lik ısı açığa çıkar.

I.3.3 ABSORPLAMA KAPASİTESİ

Karbondioksitin absorplamada ki "kırılma noktası" absorplanmayan karbondioksitin, absorber boyunca geçmeye başladığı zamandır.



Şekil 2.3.3 Soda-Kireç'in Absorplama Kapasitesi
(4-8 mesh, %16 H₂O)

Avanın CO₂ içeriği : %4

Avayı nemlendiren suyun temperaturü : 35°C

Absorberin (Soda-Kireç'in) ağırlığı : 250 gram

Avanın akım hızı : 10 lt./dak.

Avanın temperaturü : 20°C

Avanın nem eşdeğeri : % 85

Yukarıdaki şartlara bağlı kalınarak Şekil 2.3.3 çizilmiştir.

1.3.4 İNDİKATÖRLER

Kimyasal indikatörler granüllerin içine karıştırılmıştır. İndikatörler, absorberin; absorplama aktivitesini göstermek için eklenir²⁴. İndikatörler, etil violet (etil menekşesi) yada klayton sarısı gibi pH'ı 2'nin altında renk değiştiren (kimyasal maddeler) boyalardır. Karbonik sit birikmesine bağlı olarak indikatör granüller üzerinde aşağıdaki gibi renk değiştirir.

-) Etil Violet : Renksiz bir bazdır. Karbonik ağitle reaksiyona girerek renkli karbonata dönüşür. Renk, menekşe rengidir ve pH : 10.3'ün altında olur.
-) Klayton Sarısı : Pembe renklidir ve yüksek pH'da rengi sarıya dönüşür (asidik yapısı). pH : 6.5'in altındadır.

Absorberler, bu çeşit indikatörler için aktif kullanım boyunca özlennmelidir. Çünkü bu indikatörler renk değiştirmelerinden sonra, bekletildiklerinde eski orjinal renklerine dönerler. Tekrar kullanma ile indikatörün rengi acele olarak değişir. Absorberin aktif kullanımının tüketiminin diğer ispatları ise reaksiyon bölgesinde ki ısı azalması ve nem oğunluğunun reaksiyon bölgesinden yavaşça akıntı yönüne dönmesidir. İndikatörde ki renk değişimini ile nem halkası absorberin kütlesi boyunca

evan eder. Bundan dolayı indikatörün ve nem halkasının, absorberin en alt düzeyine ulaşması, absorberin tükendiğini gösterir.

I.3.5 ANESTEZİYOLOJİ'DE ABSORBER SİSTEMLER

A) TO AND PRO SİSTEMİ

Canister solunum kesesi ile yüz maskesi veya endotrakeal tüp altına yerleştirilmiştir. Taze gazlar yüze yakın bir kısımdan devreye sokulduğu için hastaya giden gaz konsantrasyonunda hiç bir değişiklik olmaz. Hastanın solunum yoluna bu kadar yakın bir canisterin bulunması ısı ve nem kaybını ihmal edilebilir bir dereceye indirirse de CO₂ absorpsiyonunun yeterli olmayışı aygıtın hastanın başına bu kadar yakın olmasının ortaya çıkardığı kullanışsızlık, toz zerrecelerinde solunum gazlarına karışabilme olasılığı nedenlerinden dolayı kullanışlı olmayan bir sistemdir. Standart bir "To and Pro" canisteri silindir biçiminde olup 8x13 cm. dir. Hava boşluğu, ideal olarak hastanın tidal hacmine eşit olmalıdır.^{10,30,32}

B) DEVRE SİSTEMİ

Bu sistemde gazlar borular boyunca uzun bir yol katetme zorunda bulunduğu için akım hızı "To and Pro" aygıtındakinden daha düşük olur. Sistemde tek yönlü valf bulunması aynı zamanda gazın ve sistemin direncini artırır. Ancak geniş yüzey alanlı olarak usulüne uygun surette inale edilmiş ve bu direnç en aza iner. Absorberin kapasitesi en az hastanın tidal hacmine eşit olacak şekilde yapılmalıdır.^{31,33}

I.4 AKIM - METRELER

Akım - metreler akan akışkanın ağırlık veya hacmi yerine akım hızını ölçen aletlerdir. Akım - metreler :

) Cupmetre,

) Propellermetre,

İnmak üzere ikiye ayrılırlar. Bu sınıflardan çeşitli aletler piyasada mevcuttur. Fakat hepsinin çalışma prensipleri aynıdır. Hepsinde mümkün olduğu kadar az bir sürtünme ile dönen bir kısım vardır. Bunun dönme hızı akanın hızı ile orantılıdır.

Cup aneometreler, daha çok çerçevesiz olarak rüzgar hızını ölçmek için kullanılırlar. Cup aneometrelere bir çerçeve içinde giriş borusu; kışkan jetinin doğrudan doğruya pervaneye çarpması sağlanacak şekilde yerleştirilirse, sıvı akım miktarlarının ölçülmesinde de kullanılır, fakat türbin-metre adını alır.

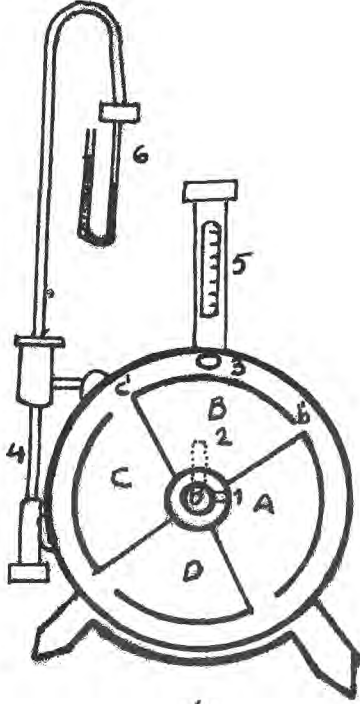
Propeller-metreler sıvı ve gazlar için kullanılabilirler.

Bir çok ölçü aletlerinde, gaz akımının ölçülmesi için dönen bölmeler (kompartmentlar) vardır.

I.4.1 YAŞ GAZOMETRE

Yaş gazometre, bir silindir içinde dönen kompartmentlara ayrılmış bir tamburdan ibaret olup, silindir kısmen su ile doldurulmuştur. Şekil I.4.1 bir yaş gazometreyi göstermektedir. Herbir kompartment sabit bir besleme borusunda bulunan gaz giriş yarığından, gaz ile dolar. Suyu batmış olan kompartment yükselir. Böylece, tamburdan silindir içinde döner ve diğer bir kompartment sıvı seviyesinin altına girer. Şekil I.4.1'de gaz A kompartmentına girer, B ve C kompartmentlarından b' ve c' çıkışlarından çıkar. Sıvı olarak genellikle su kullanılabilirse de gaz absorplamayan ve az ile reaksiyona girmeyen, kaynama noktası oldukça yüksek olan bir sıvı ile kullanılabilir. Yaş gazometre her zaman gerekli seviyeye kadar sıvı ile doldurulmuş olmalı ve yatay seviyede olup olmadığı kontrol edilmelidir.

gazometrede yağ gaz hacmi ölçülür. Hassas çalışmalarda kullanılan sıvının buharlaşma basıncı için gerekli düzeltme yapılmalıdır. Yağ gazometreler genellikle laboratuvarlarda kullanılırsa da, gaz üreten fabrikalarda kullanılmak üzere büyük çapta olanları da vardır²⁵.



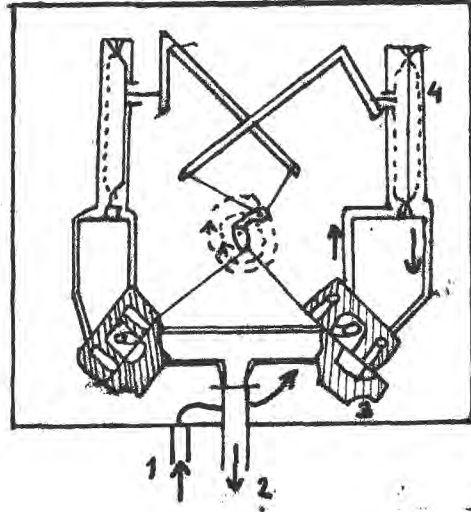
1. Gaz Giriş Yarığı
2. Arkadaki Giriş
3. " Çıkış
4. Su Göstergesi
5. Termometre
6. Manometre

Şekil I.4.1 Yağ Gazometre

I.4.2 Kuru GAZOMETRE

Gaz akımının ölçülmesinde kuru gazometre veya diyafram metreler kullanılır. Burada, yağ gazometrede ki gibi sıvı kullanılmaz. Doğrudan doğruya gaz hacmi okunur. Aletin esası Şekil I.4.2'de verilmiştir.

Alette iki sabit kamara bulunur. Bunlardan her biri esnek bir diyafram ile ikiye bölünmüştür. Gaz önce diyaframın bir tarafına sonra diğer tarafına alınır. Bundan sonra diğer kamaraya alınır. Şekil I.4.2'de gaz



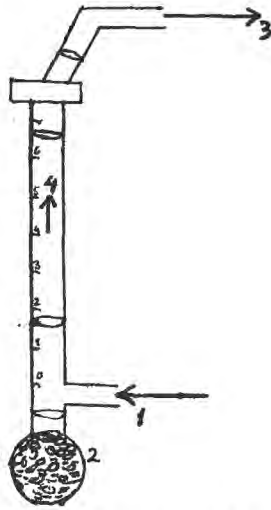
1. Gaz Girişi
2. Gaz Çıkışı
3. Kaydırmalı Valf
4. Diyafram

Şekil I.4.2 Kuru Gazometre

ağdaki kamaranın diyaframının sol tarafını önce doldurmaktadır. Sol taraftaki kamara bu arada aktif değildir.²⁵

I.4.3 KÖPÜKLÜ GAZ ÖLÇER

Şekil I.4.3'de, aletin esası verilmiştir. Uzun ölçekli cam boru e altta bir köpük haznesinden oluşmuştur. Alttan giren gaz cam boruda yükselirken beraberinde köpük de sürükler. Köpük rotometrideki yüzücü görevini görür. Köpüğün cam boruda belirli bir zamanda, ne kadar yol aldığı ölçerek gazın hacimsel akış debisi bulunur.



1. Gaz Girişi
2. Köpük Haznesi
3. Gaz Çıkışı
4. Köpüğün Yükselişi

Şekil I.4.3 Köpüklü Gaz Ölçer

I.5 SERTLİK

Sertlik, genellikle bir cismin daha sert bir diğer cismin kendisine etki etmesine karşı gösterdiği direnç olarak tarif edilir²⁶. Bir mineralin sertliğinin tayini, onun moleküler kohezyon kuvvetinin ölçümüdür. Bu ölçmeler laboratuvarlarda sclerometre denilen özel aletlerle yapılır²⁷. Sertliğin tayin ve belirlenmesinde bir çok alet ve metodlar kullanılırsa da bunların arasında en basiti, aşındırma deneyidir. Herhangi bir madde diğer bir maddeyi aşındırır. Bu esnada kendisinde hiç bir aşınma olmaz ise halde aşınmayan madde diğerine göre daha serttir²⁸.

I.5.1 MOHS SERTLİK DİZİSİ

Minerallerin sertliğini ölçmede, Mohs sertlik dizisinden yararlanır. Dizide mineraller artan sertlik derecelerine göre 1'den 10'a kadar sıralanmışlardır. Böylece her mineral kendinden sonra gelenden daha yumuşak, kendinden önce gelenden ise daha serttir ve onu çizer. Unutulmamalıdır ki Mohs sertlik dereceleri minerallerin gerçek sertliklerini ifade etmezler. Şekil I.5.1'de minerallerin gerçek sertliklerinin karşılaştırmalı bir diyagramı verilmiştir²⁷.

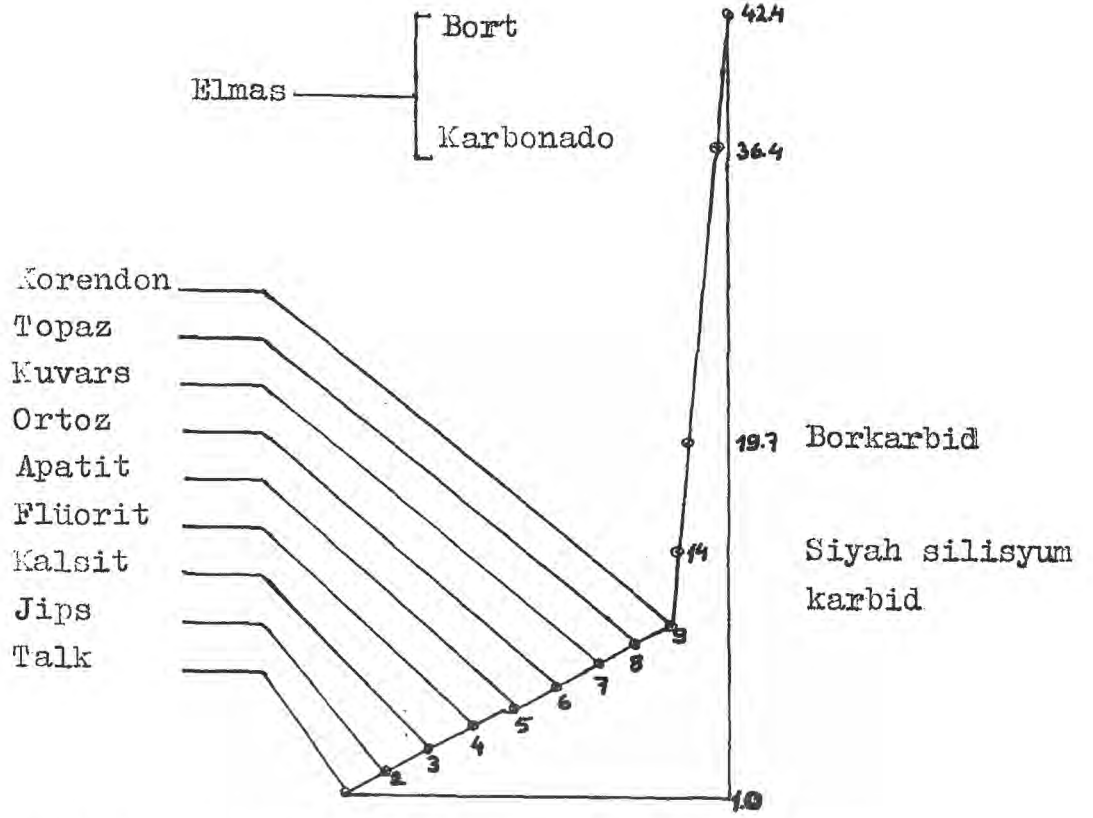
Pratikte minerallerin sertliği hakkında çabucak bir fikir edinebilmek için tırnak, bakır para, çakı ve camdan yararlanırız.

Tırnakla çizilen mineraller iki veya daha az sertliğe sahiptirler.

Bakır para ile çizilenlerin sertliği 3 veya daha azdır.

Çakı ile çizilen mineraller 5.5 veya daha az sertliğe sahiptirler.

rneğin kuvars, kalsit, jips gibi üç minerali sertlik testiyle şu şekilde ayırt edebiliriz. Kuvars (Mohs sertliği:7) çakı ile çizilmez, fakat camı çizer. Kalsit (Mohs sertliği:3) çakı ile çizilir, fakat tırnakla çizilmez. Jips ise hem çakı ve hem de tırnakla çizilebilir.



Şekil I.5.1 Mohs Sertlik Dizisinde ki Minerallerin Gerçek Sertliklerinin Karşılaştırılması.

I.5.2 ROCWELL SERTLİK TESTİ

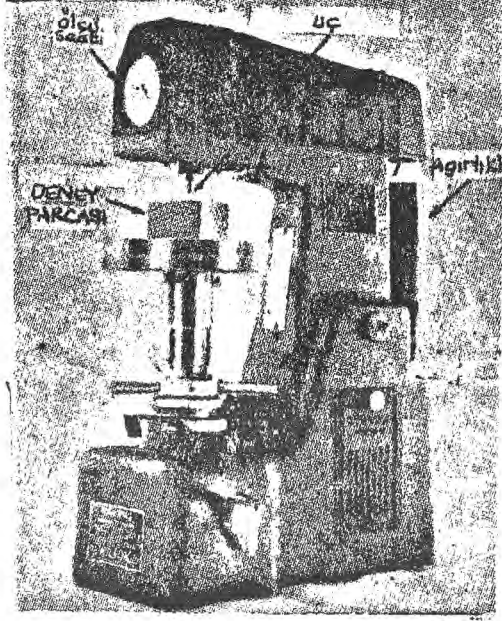
Rockwell sertlik deney makinası şekil I.5.2'de görülmektedir. Bu makina ile sertlik sayısı belirlemede şöyle bir yol izlenir. Deney parçası sert uç ile temasa getirilir. Daha sonra belirli bir ağırlık uygulanmak suretiyle uç parçaya bastırılır. Ağırlık kaldırıldığı zaman ölçü saati acun içe girebildiği, derinliğe karşılık eden bir sayısı gösterir²⁶.

I.5.3 BRINEL SERTLİK DENEYİ

Brinel deney aleti seri halindeki imalat sırasında krank milleri gibi büyük parçaların sertliklerinin ölçülmesinde kullanılır. Bu deneylerle, deney yüzeyinin minimum ön haçirlamağa gereksinmesi vardır²⁶.

I.5.4 MİKRO SERTLİK DENEYİ

Mikro sertlik deneyi bir alaşım içinde ki fazların her birinin, ayrı ayrı sertliklerini ölçmede kullanılır. Örneğin 0.25 mm. çapında bir faz parçasının sertliği bu yöntemle ölçülebilir²⁶.



Şekil I.5.2 Endüstride kullanılan tipten Rockwell sertlik deney makinası.

İKİNCİ BÖLÜM

II. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Deneysel çalışmalarımızda soda-kireç granüllerinin fiziksel, kimyasal testleri yapılmış olup; kliniksel testlere uygunluğu incelenmiştir.

II.1 SODA-KİREÇ GRANÜLLERİNİN FİZİKSEL TESTLERİ

II.1.1 Turnusol Kağıdı ile:

Soda-Kireç granülleri, hafif nemlendirilmiş kırmızı turnusol kağıdının üstüne koyduğumuzda, turnusol kağıdının rengi derhal maviye dönüşüyor.

II.1.2 Alev Denemesi:

Soda-Kireç granülleri bunzen alevine tutulup kobalt camı ile bakıldığında menekşe rengine dönüşen, aslında sarı renkte olan bir alev verir.⁹

II.1.3 Kuruma ile Kaybın Hesaplanması:

Darası alınmış tartım kabına 105°C'te, yaklaşık 10gram Soda-Kireç granüllerinden koyup, tartalım (a_1). 2 saat bekleyip, oda sıcaklığına gence tekrar tartalım (a_2).

$$a = a_1 - a_2$$

$$b = 100 \cdot a / a_1$$

:Ağırlıkta ki % değişim.

Ağırlıkta ki değişim, %12'den az; %19'dan fazla olmamalıdır¹⁴.

II.1.4 NEM ABSORPSİYONU

Tartım kabı: 50 ml.lik 50mm. çapında, 30mm. yüksekliğinde olmalıdır. Tartım kabına Soda-Kireç granüllerinden yaklaşık 10 gram konulur. Bu kabı 4 saat boyunca %85 relatif nem içeren kapalı bir kaptan tutarız¹⁰. Bu relatif nem; gravitesi 1.16 olan sülfürik asitle eşdeğerlidir. Tekrar tartı-

Çıkmışta ağırlıkta ki artma %7.5'den fazla olmamalıdır.

II.1.5 TANECİK BOYUTU

Soda-Kireç taneciklerinin, maximum %7'si 4 meshlik bölümde , geri kalanının %7'sinin de 8 meshlik bölümden geçmesine izin verilir. Test, 200 rpm Soda-Kireç granüllerinin (Ro-Top makinasında 175 rpm. standartında ,6,8 meshlik bölmelerinde ve "fines" bölmelerinde) 5 dakika çalkalanması ile yapılır. 4,6,8 meshlik bölmelerde tutulan Soda-Kireç granülleri %65' den az olmamalıdır. Veya osilasyon frekansı 285 - 3 dev./dakika olan mekanik bir elekte alınan örnek 3 dakika sallanır(4-8 meshlik elek serisinde). Elek üstünde kalan %75'den az olmamalıdır. Soda-Kireç granülleri 2 nolu standart mesh eleğinden tamamen geçmeli, 40 nolu mesh eleğinden % 2'sinden fazlası geçmemelidir¹⁹.

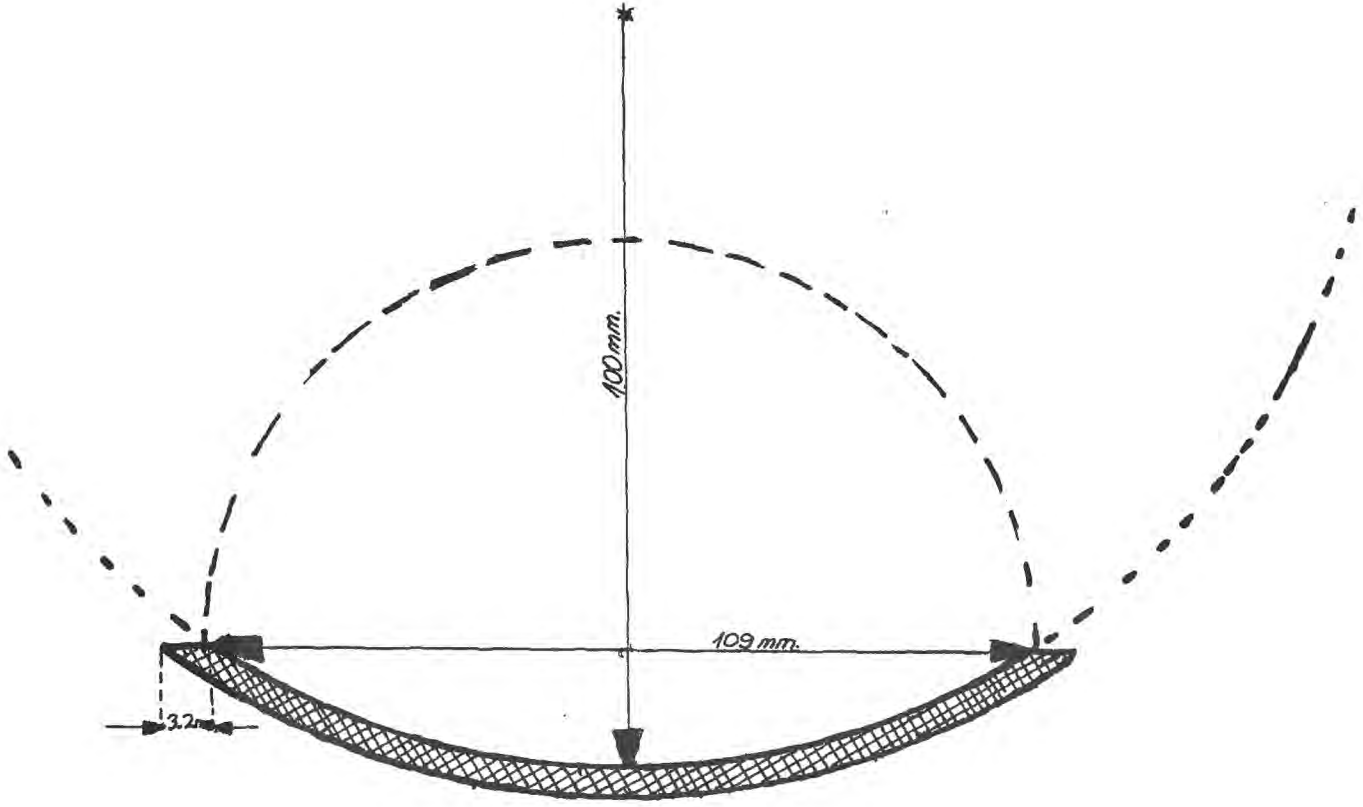
II.1.6 SERTLİK TESTİ

Sertlik, absorpsiyon oranına bağlı olan indirekt bir bağlantıdır. Soda-Kireç'in sertlik faktörü önemle göz önüne alınır. Bunun nedeni, çok yumuşak veya çok uçucu bir Soda-Kireç, ulaşımın zorlanması altında fiziksel olarak kırılarak, 8 meshlik bölümden geçmesi için %7'den fazla standartta, çok küçük tanecikler oluşur. İstenen optimal sertlik 80-100 aralığında olmalıdır^{11,13}.

II.1.6.a HİDROLİK BASINÇLI ÇELİK SİLİNDİRDE SERTLİK TESTİ

Ro-Top makinasının 6-8 meshlik bölmelerinde kalan 50 gram örnek alınarak, içinde kapalı piston ve (bir dakikada 45 libre gauge basınca sahip) hidrolik basınç bulunan bir çelik silindire yerleştirilir. Sonra silindirin içindeki örnek Ro-Top makinasının 10 meshlik bölümüne konup, çalkalanırlar. Orjinal örneğin minimum %80'i, yada 40 gram örnek 10 meshlik bölümün üzerinde kalmış olması gerekir.

II.1.6.b SERTLİK KABI (HARDNESS-PAN) İLE SERTLİK TESTİ



Şekil II.1. Sertlik Kabi.

Bu kabın içine 7.9mm. çapında, 15 tane çelik bilya ve 8 mesh'lik eleğin üstünde kalan 50 gram Soda-Kireç granülleri ile birlikte konup, 30 dakika çalkalanır. Çelik bilyalar çıkarılır. Kap içindekiler ziyan edilmeyecek şekilde fırçalanarak alınır ve tekrar osilasyon frekansı 285 ± 3 devir/dakika olan, 8 mesh'lik mekanik bir elekte 3 dakika sallanır. Elek üstünde kalan Soda-Kireç granülleri %75'den az olmamalıdır. Bu da sertliği gösterir.

II.2 SODA-KIREÇ GRANÜLLERİNİN KİMYASAL TESTİ

Soda-Kireç granüllerinin kimyasal testi, karbondioksit emme kapasitesinin denenmesidir.^{15,16}.

Test, cam bir "U" tüpte yapılır.

Cam "U" tüb: İç çapı 15 mm., yüksekliği 15 cm.'dir. "U" tübün altına tam ortaya cam yünü konur (şekil II.2).

Tübün bir koluna susuz kalsiyum klorür (CaCl_2)'den konur (5gr.). Diğer koluna ise Soda-Kireç örneğinden (10gr.) konur. Kalsiyum klorür'ün konma nedeni, nötralizasyon reaksiyonu (Soda-Kireç granüllerinin, CO_2 gazını absorplaması) esnasında üretilen nemin tutulması içindir. Daha önceki bir başka kurutma tübü yönünden (içi CaCl_2 dolu), karbondioksit gazı Soda-Kireç üzerinden 20 dakika geçirilir. Karbondioksit gazının geçiş debisi 75 ml./dak. olmalıdır. "U" tüp oda sıcaklığına gelinceye kadar soğutulur ve tekrar tartılır¹⁷. Ağırlık artışı %19'dan az olmamalıdır¹⁸.

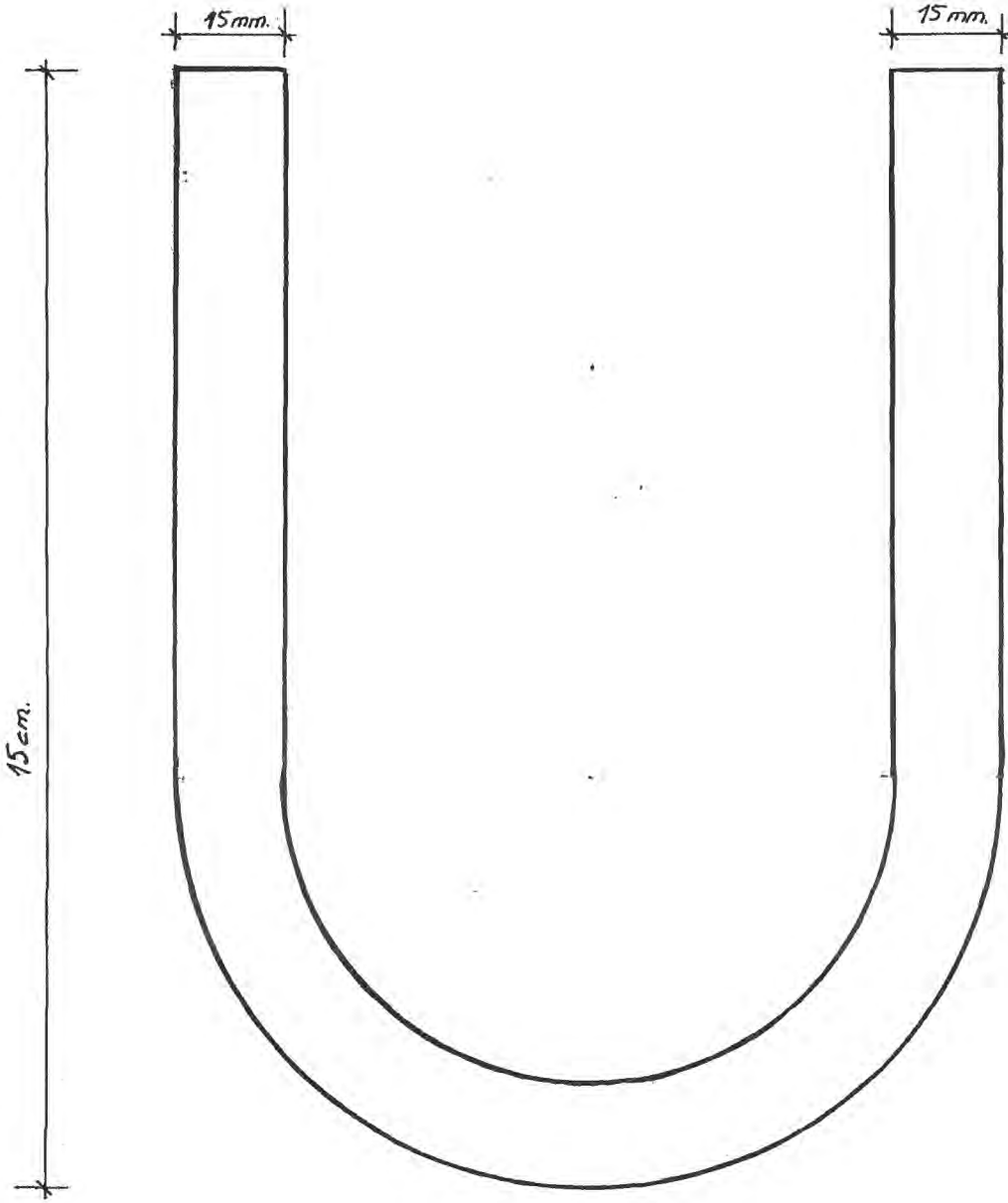
Kimyasal test, çalışma düzeni şekil II.3'de görüldüğü gibi şu sıra ile hazırlandı.

Reduction valf: Çift musluklu, (Teleoptik, Yugoslav malı) birinci musluk göstergesi 300 atm., ikinci musluğun göstergesi 16 atm.'e kadar olan basıncı gösterebilmektedir.

Musluk: Vidalı, metal kısıkaç kullanıldı.

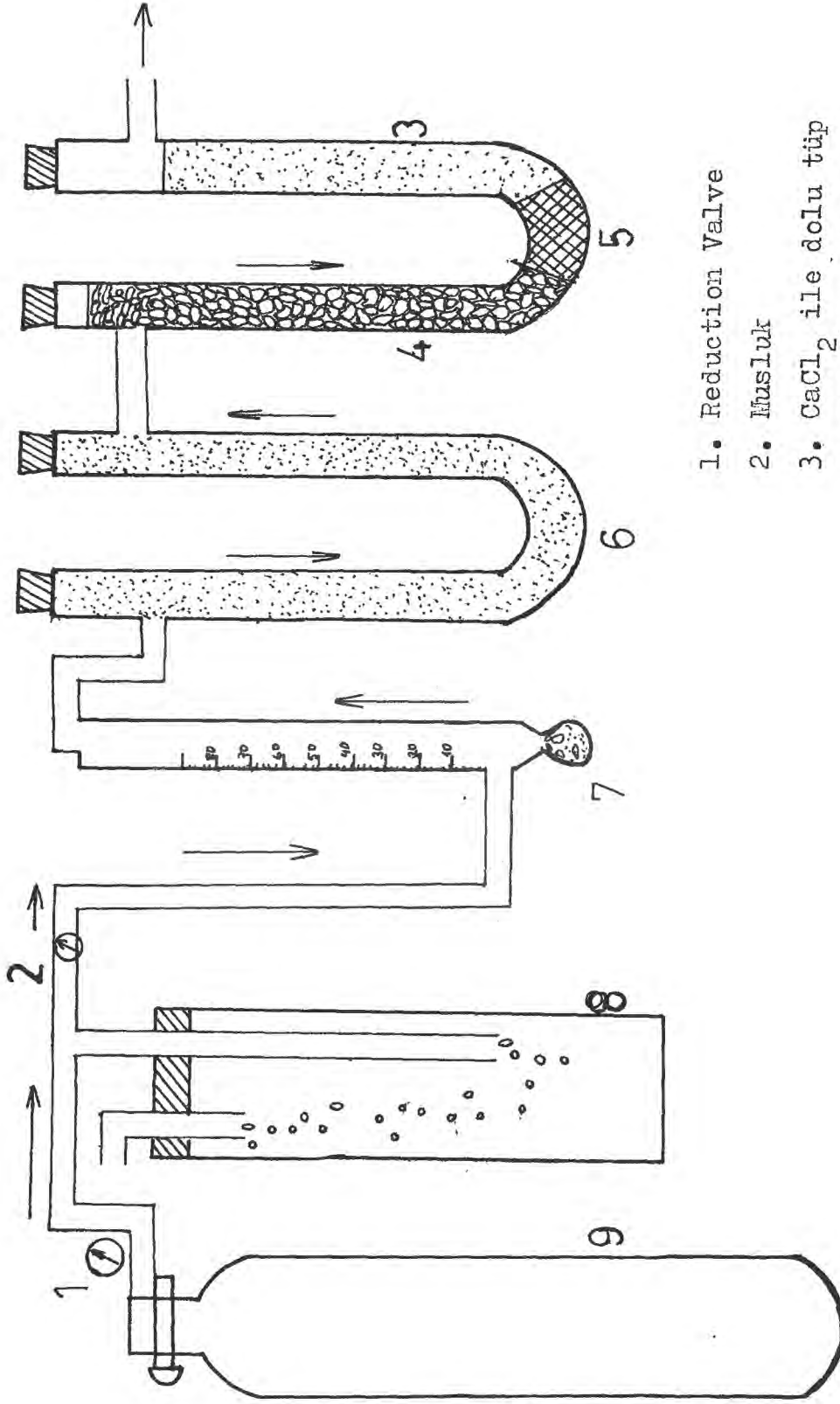
"U" cam tüpler: Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi ve Anadolu Üniversitesi cam atölyelerinde; iç çapı 15 mm., yüksekliği 15 cm. olarak yaptırıldı.

Flow-metre (akım-metre): Cam bir büretin, alt girişine lastik bir balon bağladık. İçine sabun köpüğü doldurduk. Büretin altta ki musluk deliklerinden birisini kapatıp, diğerinden CO_2 gazı girişini sağladık. Kranometre ile CO_2 gazının beraberinde sürüklediği köpüğün zamana göre yükselişini ölçüp, CO_2 gazının geçiş hacimsel debisini cm^3 ./dak. olarak hesapladık.



Şekil II.2 "u" Tip.

II.3 KİMYASAL TEST DÜZENİĞİNİN KURULMASI



1. Reduction Valve
2. Musluk
3. CaCl_2 ile dolu tüp
4. Soda-Kireç dolu tüp
5. Cam Yünü
6. CaCl_2 dolu "U" tüp
7. Flow-Metre
8. 1000 ml.'lik emniyet balonu
9. CO_2 Tankı

ŞEKİL II.3 DÜZENEK

Emniyet balonu: 1000 ml.'lik cam bir balonun içini su doldurduk.
O₂ Tankı: %99.5 saflıkta, çelik ve sanayii tüplerinden kullandık.
Bağlantılar, lastik ve cam borularla yapıldı.
CaCl₂ : Merck, Art:2385

II.4.1 KARBONDİOKSİT GAZININ YOĞUNLUĞUNUN HESAPLANMASI

Çok büyük olmayan basınçlarda ve düşük olmayan sıcaklıklarda ideal gaza en yakın olan gazlar helyum, hidrojen, oksijen, azot, karbon-monoksit, karbondioksit'tir⁴.

Bu çalışmamızda karbondioksit gazının yoğunluğunu ideal gazlar formülünden (2.1) yararlanarak bulacağız.

$$PV = nRT \quad (2.1)$$

P : Gazın basıncı (atm.)

V : n mol gazın hacmi (cm³.)

R : Molar gaz sabiti (82.05 cm³.-atm./mol.°K)

T : Gazın sıcaklığı (°K).

Eğer M gram yerine (M, gram olarak mol tartısıdır.), g gram gaz alınırsa

$$n = g/M$$

olduğundan (2.1) formülü şu şekli alır:

$$PV = \frac{gRT}{M}$$

$$PM = \frac{g}{V} RT = dRT$$

$$d = \frac{PM}{RT} \quad (2.2)$$

d: Gazın yoğunluğu (gr./cm³.)

(2.2) formülünü karbondioksit gazının yoğunluğunun hesaplamada kullanacağız.

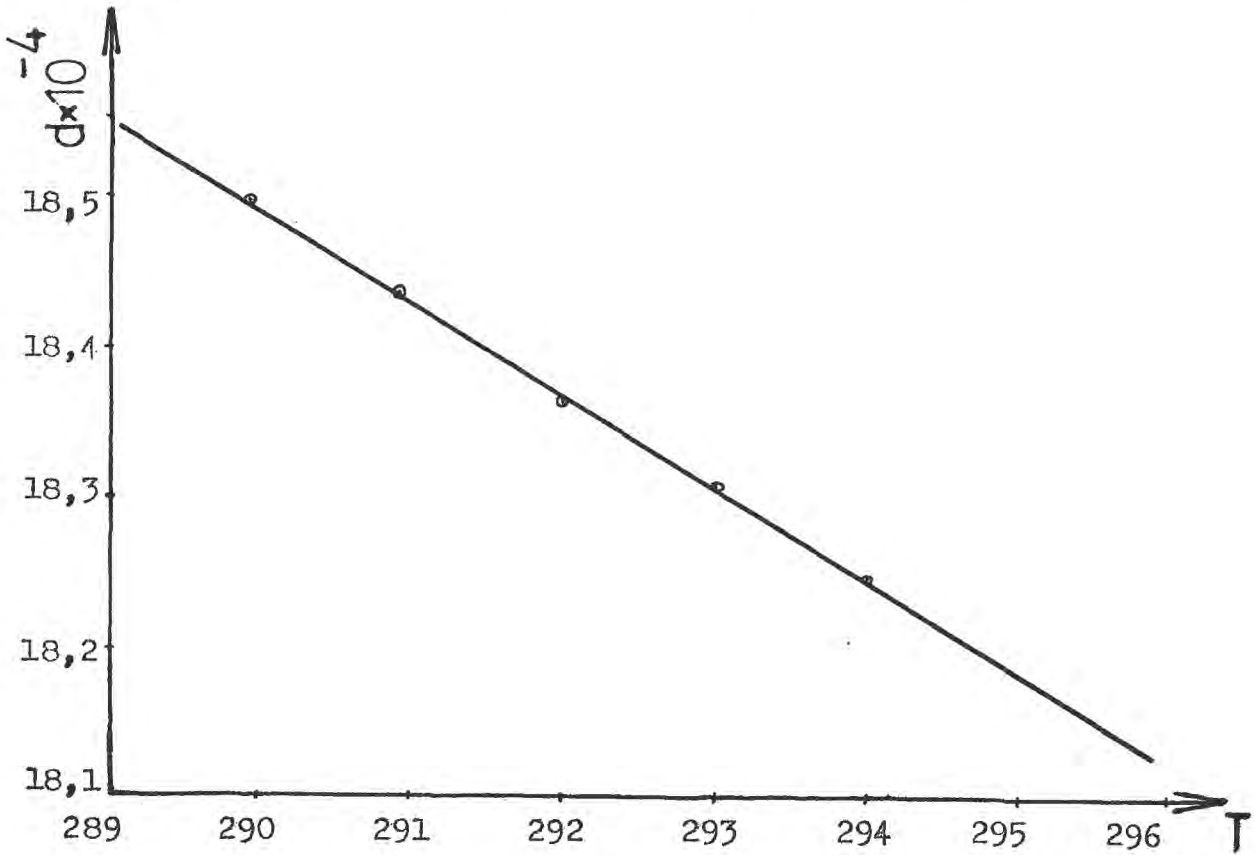
Sabit basınçta (P: 1 atm.), temperaturü değiştirirsek;

CETVEL II.4.1

CO₂ gazı için, sabit basınçta (P: 1 atm.), temperatur değişimi ile yoğunluk değişiminin 2.2 formülü yardımıyla bulunması;

<u>T (°K)</u>	<u>d (gr./cm³.)</u>
273	0.001964
283	0.001895
288	0.001862
290	0.001849
291	0.001843
292	0.001837
293	0.001830
294	0.001824
295	0.001818

cetvel II.4.1 sonuçları grafiğe geğirilirse;



II.4.2 KARBONDİOKSİT GAZININ "U" TÜBÜNDEN GEÇERKEN GEÇİŞ DEBİSİNİN HESAPLANMASI

Akım-metre yardımıyla ve reduction musluğuunu ayarlıyarak CO₂ gazının bir atmosfer basınçla, saniyede 75 cm³. hızla "U" tübünden geçmesini sağladık. Buna göre, CO₂ gazının , T temperaturünde ;

Hacimsel Debisi : 75cm³/sn. olur.

CO₂ gazının , bu T temperaturünde yoğunluğunun şekil II.4'den bulabiliriz. Böylece CO₂ gazının kütleli debisi:

$$w = Q \cdot d \quad (2.3)$$

w: CO₂ gazının kütleli debisi, (gr./sn.).

Q: CO₂ " hacimsel debisi, (cm³/sn.).

d: CO₂ " yoğunluğu, (gr./cm³).

"U" tüpü üzerinden, yukarıda belirtilen şartlarda (P:latm.,0:75 cm³/sn.,T: Belirlenen temperaturde) 20 dakika CO₂ gazını sürekli geçirirsek, "U" tübünden geçen toplam CO₂ gazının kütleli;

$$M = w \cdot t \quad (2.4)$$

M: "U" tübünden geçen CO₂ gazının kütleli,(gram).

t: CO₂ gazının "U" tübünden geçiş süresi,(saniye).

$$t = 20 \cdot 60 = 1200 \text{sn.}$$

II.4.3 SODA-KİREÇ GRANÜLLERİNİN ABSORPLAMA KAPASİTESİNİN HESAPLANMASI

"U" tüpün bir koluna 10 gram civarında Soda-Kireç granüllerinden, diğer koluna 5gram civarında kalsiyum klorür (CaCl₂) ve aralarına cam yünü koyup tartıyoruz (A₁). Daha sonra II.4.2'de belirtilen şartlarda CO₂ gazını "U" tüpün Soda-Kireç kolu tarafından, 20 dakika sürekli olarak geçiriyoruz. 20 dakika sonunda "U" tüpün oda sıcaklığına gelmesini bek-

ayip tekrar tartıyoruz (A_2)

$$A = A_2 - A_1 \quad (2.5)$$

20 dakika sonunda Soda-Kireç granüllerinin absorpladığı CO_2 gazı miktarı (gram).

10 dakika sonunda "U" tüpünden geçen toplam CO_2 gazının yüzde kaçının Soda-Kireç granülleri tarafından absorplandığını bulmak için;

$$E = 100 \frac{A}{M} \quad (2.6)$$

E: Soda-Kireç granüllerinin % absorplama kapasitesi.

Veya U.S.P. standartlarına göre Soda-Kireç granüllerinin kimyasal testleme sonucunda ağırlık artışının minimum %19 olması gerektiğine göre;

$$B = 100 \frac{A_1}{A} \quad (2.7)$$

B: Soda-Kireç granüllerinin üzerinden, 20 dakika süre ile CO_2 gazı geçişi sonucunda % ağırlık artışı.

II.5 SODA-KİREÇ'İN ADSORPSİYON İZOTERMİ

Sabit sıcaklıkta (deneylerinizi $19^\circ C$ 'te yaptık.) Soda-Kireç granülleri tarafından adsorplanan CO_2 gazı miktarı ile denge basıncı arasındaki ilişkiyi Soda-Kireç'in adsorpsiyon izotermi adını veriyoruz.

Deneylerinizi $19^\circ C$ sıcaklıkta, Soda-Kireç miktarını da 10 gram sabit tutup, 0.5 atmosferden başlayarak 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 3.5, 4.0 atmosferler için adsorplanan CO_2 gazı miktarlarını bulduk. Daha sonra bu verilerinizi grafiğe geçirdiğimizde şekil 1'deki I tipi adsorpsiyon izotermi tipini bulduk. Bu tip eğrilere genellikle kimyasal adsorpsiyonda rastlandığından, Soda-Kireç granüllerinin CO_2 gazını adsorplamasının yanında fiziksel adsorpsiyon da söz konusudur, diyebiliriz.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

III. DENEME SONUÇLARI

Bu çalışmada elde edilen deney sonuçları tablo I - 42.3' de gösterilmiştir.

TABLO (I - 30) : Değişik nem miktarlarının, sabit bileşimde ki Soda-Kireç granüllerinin CO₂ absorplama aktivitesine ve sertliğe etkisini belirlemek amacı ile yapılan bir seri çalışmaların sonuçlarıdır.

TABLO (31 - 42.3) : Sabit nem, farklı bileşimdeki Soda-Kireç granüllerinin CO₂ absorplama aktivitesinin ve etkisini belirlemek amacı ile yapılan çalışmaların sonuçlarıdır.

III.1 ALEV DENEMESİ SONUÇLARI

^x Bileşimdeki madde yüzdeleri bilinen bütün Soda-Kireç granüllerini bunzen alevine tuttuk ve hepsinde rengin sarıya dönüştüğünü gözledik.

III.2 TURNUSOL KAĞIDI TESTİ

^x Bileşimde ki madde yüzdeleri bilinen bütün Soda-Kireç granülleri, Hafif nemlendirilmiş kırmızı turnusol kağıdının üstüne koyduğumuzda rengi derhal maviye dönüştürülüyor.

III.3 TANECİK BOYUTU

Bileşimi bilinen Soda-Kireç granüllerini; 4,6,8 mesh'lik bölmelerde, osilasyon frekansız 285 - 3 dev/dak. olan mekanik elektre 3 dak. salladık. Deney sonuçları tablolarda (1 - 30'da) verilmiştir. Deneylerimizi 200 gr. Soda-Kireç granülleri ile yaptık. Soda-Kireç granülleri; 2 mesh'lik bölümden tamamen, 40 mesh'lik bölümden maximum %2 si geçecek şekilde granül şekline getirildikten sonra tanecik boyutu testi ve diğer testler-

rin yapılması için verildi²⁹.

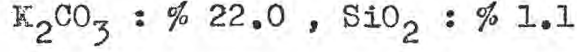
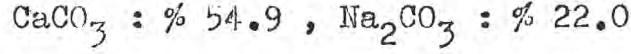
III.4 SERTLİK TESTİ

Sertlik testlerini, 10 mesh'lik eleğin içine 7.9 mm. çapında ki çelik bilyalardan 15 tane koyarak yaptık. Tablolarda (1 - 42.3) görüldüğü gibi farklı bileşimdeki ve farklı nemdeki Soda-Kireç granüllerinin birbiriyle sertliğini karşılaştırdık.

- x 1. Bileşim²⁹: %54.9 CaCO₃, %22.0 K₂CO₃, %22.0 Na₂CO₃, %1.1 SiO₂
- x 2. Bileşim²⁹: %55.14 CaCO₃, %22.06 K₂CO₃, %22.06 Na₂CO₃
- x 3. Bileşim²⁹: %93.5 CaO, %1 KOH, %5 NaOH, %0.5 SiO₂
- x 4. Bileşim²⁹: %93.78 CaO, %1 KOH, %5 NaOH, %0.22 SiO₂
- x 5. Bileşim²⁹: %93.5 CaO, %1 KOH, %5 NaOH, %0.5 CMC
- x 6. Bileşim²⁹: %92.0 CaO, %1 KOH, %5 NaOH, %2 CMC

III.A SABİT BİLEŞİMLERDE YAPILAN DENEYSEL ÇALIŞMALAR

a) Soda-Kirecin bileşimini aşağıdadır²⁹.



Bu bileşimde ki Soda-Kireç granülleri ile aşağıda ki deneyler yapılmış ve sonuçları Tablo 1, Tablo 2, Tablo 3'de gösterilmiştir.

TABLO 1

NEM MİKTARININ CO₂ ABSORPSİYON VERİMİNE ETKİSİ

<u>Nem Miktarı²⁹</u> <u>%</u>	<u>CO₂ Abs. Verimi</u> <u>% , (E)</u>	<u>CO₂ Abs.'dan sonra ki</u> <u>Verimlik Artışı % , (B)</u>
9.65	-	-
13.50	41.74	15.04
19.61	55.40	20.36
24.11	62.76	23.07
28.49	61.26	22.90
33.61	55.61	20.44
36.02	52.18	19.18
43.72	25.46	9.36

TABLO 2

NEMİN KURUMA KAYBINA ETKİSİ

<u>Nem Miktarı²⁹</u> <u>%</u>	<u>Kuruma ile Ağırlık</u> <u>kaybı, %</u>	<u>4,8 mesh ve elek</u> <u>üstünde kalan, %</u>
9.65	7.51	82
13.50	10.93	75
19.61	15.28	71
24.11	18.01	63
28.49	22.22	56
33.61	25.27	39
36.02	28.48	34
43.72	35.20	27

TABLO 3

NEMİN SERTLİK ÜSTÜNE ETKİSİ

<u>Nem Miktarı²⁹</u> <u>%</u>	<u>Sertlik Testi</u> <u>%</u>
9.65	70
13.52	61
19.61	48
24.11	40
28.49	32
33.61	23
36.02	14
43.72	12

b) Soda-Kirecin bileşimi aşağıdadır²⁹.

CaO : % 93.5 , NaOH :%5.0

KOH : % 1.0 , SiO₂ : % 0.5

Bu bileşimde ki Soda-Kireç granülleri ile aşağıda ki deneyler yapılmış ve sonuçları Tablo 4, Tablo 5, Tablo 6'da gösterilmiştir.

TABLO 4

NEM MİKTARININ CO₂ ABSORPSİYON VERİMİNE ETKİSİ

<u>Nem Miktarı²⁹</u> <u>%</u>	<u>CO₂ Abs. Verimi</u> <u>%, (E)</u>	<u>CO₂ Abs.'dan sonra ki</u> <u>Ağırlık Artışı %, (B)</u>
13.42	86.38	31.52
13.95	78.31	28.33
17.66	77.44	27.56

TABLO 5

NEMİN KURUMA KAYBINA ETKİSİ

<u>Nem Miktarı²⁹</u> <u>%</u>	<u>Kuruma ile Ağırlık</u> <u>kaybı, %</u>	<u>4,8 mesh ve elek</u> <u>üstünde kalan, %</u>
13.42	10.70	69
13.95	10.83	64
17.66	13.28	52

TABLO 6

NEMİN SERTLİK ÜSTÜNE ETKİSİ

Nem Miktarı ²⁹ %	Sertlik Testi %
13.42	54
13.95	51
17.66	39

c) Soda-Kirecin bileşimi aşağıdadır²⁹.

CaO : % 93.78 , NaOH : % 5.0

KOH : % 1.0 , SiO₂ : % 0.22

Bu bileşimdeki Soda-Kireç granülleri ile aşağıda ki deneyler yapılmış ve sonuçları Tablo 7, Tablo 8, Tablo 9'da gösterilmiştir.

TABLO 7

NEM MİKTARININ CO₂ ABSORPSİYON VERİMİNE ETKİSİ

Nem Miktarı ²⁹ %	CO ₂ Abs. Verimi % , (E)	CO ₂ Abs.'dan sonra ki Ağırlık Artışı % , (B)
10.87	83.16	29.85
11.21	84.18	29.76
12.58	90.47	29.02
12.92	91.88	28.93
16.14	80.74	27.15
17.34	79.22	26.44

TABLO 8

NEMİN KURUMA KAYBINA ETKİSİ

<u>Nem Miktarı²⁹</u> <u>%</u>	<u>Kuruma ile Ağırlık</u> <u>kaybı, %</u>	<u>4,8 mesh ve elek</u> <u>üstünde kalan, %</u>
10.87	7.86	63
11.21	8.14	55
12.58	8.49	54
12.92	9.08	53
16.14	11.23	52
17.34	13.26	49

TABLO 9

NEMİN SERTLİK ÜSTÜNE ETKİSİ

<u>Nem Miktarı²⁹</u> <u>%</u>	<u>Sertlik Testi</u> <u>%</u>
10.87	48
11.21	37
12.58	36
12.92	33
16.14	30
17.34	29

d) Soda-Kirecin bileşimi aşağıdadır²⁹.

CaO : % 93.5 , NaOH : % 5.0

KOH : % 1.0 , CMC : % 0.5

Bu bileşimdeki Soda-Kireç granülleri ile aşağıda ki deneyler yapılmış ve sonuçları Tablo 10, Tablo 11, Tablo 12'de gösterilmiştir.

TABLO 10

NEM MİKTARININ CO₂ ABSORPSİYON VERİMİNE ETKİSİ

<u>Nem miktarı²⁹</u> <u>%</u>	<u>CO₂ Abs. Verimi</u> <u>% v (E)</u>	<u>CO₂ Abs.'dan sonra ki</u> <u>Ağırlık Artışı % , (B)</u>
12.33	75.32	27.03
12.53	76.11	26.41
13.34	76.16	26.30
14.07	75.09	26.11

TABLO 11

NEMİN KURUMA KAYBINA ETKİSİ

<u>Nem Miktarı²⁹</u> <u>%</u>	<u>Kuruma ile Ağırlık</u> <u>kaybı, %</u>	<u>4,8 mesh ve elek</u> <u>üstünde kalan, %</u>
11.33	9.47	65
12.53	10.21	63
13.34	10.70	59
14.07	12.29	54

TABLO 12

NEMİN SERTLİK ÜSTÜNE ETKİSİ

Nem Miktarı ²⁹ %	Sertlik testi %
11.33	50
12.53	47
13.34	45
14.07	41

e) Soda-Kirecin bileşimi aşağıdadır²⁹.

CaO : % 92.0 , NaOH : % 5.0

KOH : % 1.0 , CMC : % 2.0

Bu bileşimdeki Soda-Kireç granülleri ile aşağıda ki deneyler yapılmış ve sonuçları Tablo 13, Tablo 14, Tablo 15'de gösterilmiştir.

TABLO 13

NEM MİKTARININ CO₂ ABSORPSİYON VERİMİNE ETKİSİ

Nem Miktarı ²⁹ %	CO ₂ Abs. Verimi % , (E)	CO ₂ Abs.'dan sonra ki Ağırlık Artışı % , (B)
13.47	77.17	27.66
14.55	79.13	28.87
16.07	76.56	27.74
18.14	73.79	25.28

TABLO 14

NEMİN KURUMA KAYBINA ETKİSİ

<u>Nem Miktarı²⁹</u> <u>%</u>	<u>Kuruma ile Ağırlık</u> <u>kaybı, %</u>	<u>4,8 mesh ve elek</u> <u>üstünde kalan, %</u>
13.47	10.65	61
14.55	12.18	55
16.07	13.37	51
18.14	13.94	45

TABLO 15

NEMİN SERTLİK ÜSTÜNE ETKİSİ

<u>Nem Miktarı²⁹</u> <u>%</u>	<u>Sertlik Testi</u> <u>%</u>
13.47	48
14.55	41
16.07	32
18.14	27

f) Soda-Kirecin bileşimi aşağıdadır²⁹.

CaO : %88.0 , NaOH : %5.0

KOH : %1.0 , Çimento : 8.0

Bu b leşimde ki Soda-Kireç granülleri ile aşağıdaki deneyler yapılmış ve sonuçları Tablo 16, Tablo 17, Tablo 18'de gösterilmiştir.

TABLO 16

NEM MİKTARININ CO₂ ABSORPSİYON VERİMİNE ETKİSİ

<u>Nem Miktarı²⁹</u> <u>%</u>	<u>CO₂ Abs. Verimi</u> <u>%, (E)</u>	<u>CO₂ Abs.'dan sonra ki</u> <u>Ağırlık Artışı %, (B)</u>
10.41	80.76	25.13
13.17	87.24	26.16
15.14	74.25	23.59

TABLO 17

NEMİN KURUMA KAYBINA ETKİSİ

<u>Nem Miktarı²⁹</u> <u>%</u>	<u>Kuruma ile Ağırlık</u> <u>kaybı, %</u>	<u>4,8 mesh ve elek</u> <u>üstünde kalan, %</u>
10.41	7.92	70
13.17	10.14	67
15.14	11.89	53

TABLO 18

NEMİN SERTLİK ÜSTÜNE ETKİSİ

Nem Miktarı ²⁹ %	Sertlik Testi %
10.41	54
13.17	49
15.14	40

g) Soda-Kirecin bileşimi aşağıdadır²⁹.

CaO : % 86.0 , NaOH : % 5.0

KOH : % 1.0 , Çimento : % 6.0

Bu bileşimdeki Soda-Kireç granülleri ile aşağıdaki deneyler yapılmış ve sonuçları Tablo 19, Tablo 20, Tablo 21'de gösterilmiştir.

TABLO 19

NEM MİKTARININ CO₂ ABSORPSİYON VERİMİNE ETKİSİ

Nem Miktarı ²⁹ %	CO ₂ Abs. Verimi % , (E)	CO ₂ Abs.'dan sonra ki Ağırlık Artışı % , (B)
11.45	91.46	26.51
12.27	91.27	26.53
14.91	78.15	23.42

TABLO 20

NEMİN KURUMA KAYBINA ETKİSİ

<u>Nem Miktarı²⁹</u> <u>%</u>	<u>Kuruma ile Ağırlık</u> <u>kaybı, %</u>	<u>4,8 mesh ve elek</u> <u>üstünde kalan, %</u>
11.45	8.58	68
12.27	9.29	65
14.91	12.93	57

TABLO 21

NEMİN SERTLİK ÜSTÜNE ETKİSİ

<u>Nem Miktarı²⁹</u> <u>%</u>	<u>Sertlik Testi</u> <u>%</u>
11.45	45
12.27	44
14.91	38

h) Soda-Kir ecin bileşimi aşağıdadır²⁹.

CaO : % 84.0 , NaOH : % 5.0

KOH : % 1.0 , Aliminyum Hidrat : % 10.0

Bu bileşimdeki Soda-Kireç granülleri ile aşağıdaki deneyler yapılmış ve sonuçları Tablo 22, Tablo 23, Tablo 24'de gösterilmiştir.

TABLO 22

NEM MİKTARININ CO₂ ABSORPSİYON VERİMİNE ETKİSİ

<u>Nem Miktarı²⁹</u> <u>%</u>	<u>CO₂ Abs. Verimi</u> <u>%, (E)</u>	<u>CO₂ Abs.'dan sonra ki</u> <u>Ağırlık Artışı %, (B)</u>
12.32	84.85	29.65
14.70	84.98	28.43
19.13	82.21	28.59

TABLO 23

NEMİN KURUMA KAYBINA ETKİSİ

<u>Nem Miktarı²⁹</u> <u>%</u>	<u>Kuruma ile Ağırlık</u> <u>kaybı, %</u>	<u>4,8 mesh ve elek</u> <u>üstünde kalan, %</u>
12.32	10.21	71
14.70	12.87	63
19.13	15.32	51

TABLO 24

NEMİN SERTLİK ÜSTÜNE ETKİSİ

<u>Nem Miktarı²⁹</u> <u>%</u>	<u>Sertlik Testi</u> <u>%</u>
12.32	54
14.70	48
19.13	26

1) Soda-Kirecin bileşimi aşağıdadır²⁹.

CaO : % 79.0 , NaOH : % 5.0

KOH : % 1.0 , Aliminyum Hidrat : % 15.0

Bu bileşimdeki Soda-Kireç granülleri ile aşağıdaki deneyler yapılmış ve sonuçları Tablo 25, Tablo 26, Tablo 27'de gösterilmiştir.

TABLO 25

NEM MİKTARININ ABSORPSİYON VERİMİNE ETKİSİ

<u>Nem Miktarı²⁹</u> <u>%</u>	<u>CO₂ Abs. Verimi</u> <u>% , (E)</u>	<u>CO₂ Abs.'dan sonra ki</u> <u>Ağırlık Artışı % , (B)</u>
8.14	81.23	27.47
9.02	85.65	28.63
11.62	74.87	26.83

TABLO 26

NEMİN KURUMA KAYBINA ETKİSİ

<u>Nem Miktarı²⁹</u> <u>%</u>	<u>Kuruma ile Ağırlık</u> <u>kaybı, %</u>	<u>4,8 mesh ve elek</u> <u>üstünde kalan, %</u>
8.14	5.29	78
9.02	6.10	73
11.62	8.91	67

TABLO 27

NEMİN SERFLİK ÜSTÜNE ETKİSİ

Nem Miktarı ²⁹ %	Sertlik Testi %
8.14	60
9.02	55
11.62	53

j) Soda-Kirecin bileşimi aşağıdadır²⁹.

CaO : % 76.36 , NaOH : % 4.54

KOH : % 0.91 , Aliminyum Hidrat : % 18.18

Bu bileşimdeki Soda-Kireç granülleri ile aşağıdaki deneyler yapılmış ve sonuçları Tablo 28, Tablo 29, Tablo 30'da gösterilmiştir.

TABLO 28

NEM MİKTARININ CO₂ ABSORPSİYON VERİMİNE ETKİSİ

Nem Miktarı ²⁹ %	CO ₂ Abs. Verimi % , (E)	CO ₂ Abs.'dan sonra ki Ağırlık Artışı %, (B)
7.60	80.94	23.02
9.27	84.67	27.35
10.07	74.16	26.13

TABLO 29

NEMİN KURUMA KAYBINA ETKİSİ

<u>Nem Miktarı²⁹</u> <u>%</u>	<u>Kuruma ile Ağırlık</u> <u>kaybı, %</u>	<u>4,8 mesh ve elek</u> <u>üstünde kalan,%</u>
7.60	5.08	80
9.27	6.81	75
10.07	7.93	73

TABLO 30

NEMİN SERTLİK ÜSTÜNE ETKİSİ

<u>Nem Miktarı²⁹</u> <u>%</u>	<u>Sertlik Testi</u> <u>%</u>
7.60	61
9.27	56
10.07	51

III.B SABİT NEMDE YAPILAN DENEYSSEL ÇALIŞMALAR

a) Bu çalışmalarda kullanılan Soda-Kireç granüllerinin nem miktarı (ortalama) % 13.09'dur²⁹.

TABLO 31

SiO₂'nin ABSORPSİYON VERİMİNE ETKİSİ

<u>Soda-Kireçteki</u> <u>% SiO₂</u>	<u>CO₂ Abs.Verimi</u> <u>%, (E)</u>	<u>Ağırlıktaki Artış Miktarı</u> <u>%, (B)</u>
0.22	91.88	31.52
0.50	86.38	28.93
1.10	78.31	28.33

TABLO 32

SiO₂'nin SODA-KİRECİN SERPLİĞİNE ETKİSİ

<u>Soda-Kireçteki</u> <u>% SiO₂</u>	<u>Sertlik Testi</u> <u>%</u>
0.22	43
0.50	54
1.10	61

b) Bu çalışmalarda kullanılan Soda-Kireç granüllerinin nem miktarı (ortalama) % 18.20'dir²⁹.

TABLO 33

SiO₂'nin ABSORPSİYON VERİMİNE ETKİSİ

<u>Soda-Kireçteki</u> <u>% SiO₂</u>	<u>CO₂ Abs.Verimi</u> <u>% , (E)</u>	<u>Ağırlıktaki Artış Miktarı</u> <u>% , (B)</u>
0.22	79.22	27.56
0.50	77.44	26.44
1.10	55.40	20.36

TABLO 34

SiO₂'nin SODA-KİREÇİN SERTLİĞİNE ETKİSİ

<u>Soda-Kireçteki</u> <u>% SiO₂</u>	<u>Sertlik Testi</u> <u>%</u>
0.22	29
0.50	39
1.10	48

c) Bu çalışmalarda kullanılan Soda-Kireç granüllerinin nem miktarı (ortalama) % 12.58'dir²⁹.

TABLO 35

CMC'ın ABSORPSİYON VERİMİNE ETKİSİ

<u>Soda-Kireçteki</u> <u>% CMC</u>	<u>CO₂ Abs.Verimi</u> <u>%, (E)</u>	<u>Ağırlıktaki Artış Miktarı</u> <u>%, (B)</u>
^x 2.00	83.16	30.44
^{xx} 1.25	81.27	29.21
0.50	77.16	28.87
^{xxx} 0.50+1.25	76.14	27.68
2.00	73.17	26.30

TABLO 36

CMC'un SODA-KİRECİN SERTLİĞİNE ETKİSİ

<u>Soda-Kireçteki</u> <u>% CMC</u>	<u>Sertlik Testi</u> <u>%</u>
^x 2.00	39
^{xx} 1.25	37
0.50	45
^{xxx} 0.50+1.25	45
2.0	48

^x % 2 CMC fiziksel olarak Soda-Kireç granüllerine karıştırıldı²⁹.

^{xx} % 1.25 CMC çözeltisi, granülleri nemlendirmek için püskürtüldü²⁹.

^{xxx} % 0.50 CMC Soda-Kirecin bileşimine, %1.25 CMC çözeltisi ise Soda-Kireç üzerine nemlendirmek için püskürtüldü²⁹.

d) Bu çalışmalarda kullanılan Soda-Kireç granüllerinin nem miktarı (ortalama) % 14.47'dir²⁹.

TABLO 37

CMC'un ABSORPSİYON VERİMİNE ETKİSİ

<u>Soda-Kireçteki % CMC</u>	<u>CO₂ Abs.Verimi %, (E)</u>	<u>Ağırlıktaki Artış Miktarı %, (B)</u>
^x 2.00	90.47	30.24
^{xx} 1.25	84.56	26.63
0.50	75.09	26.11
^{xxx} 0.50 1.25	74.69	25.83
2.00	73.77	25.28

TABLO 38

CMC'un SODA-KİREÇİN SERTLİĞİNE ETKİSİ

<u>Soda-Kireçteki % CMC</u>	<u>Sertlik Testi %</u>
^x 2.00	35
^{xx} 1.25	33
0.50	41
^{xxx} 0.50 1.25	42
2.00	44

^x % 2 CMC fiziksel olarak Soda-Kireç granüllerine karıştırıldı²⁹.

^{xx} % 1.25 CMC çözeltisi, granülleri nemlendirmek için püskürtüldü²⁹.

^{xxx} %0.50 CMC Soda-Kireçin bileşimine, %1.25 CMC çözeltisi ise Soda-Kireç üzerine nemlendirmek için püskürtüldü²⁹.

e.1) Bu çalışmalarda kullanılan Soda-Kireç granüllerinin nem miktarı (ortalama) % 10.93'tür²⁹.

TABLO 39.1

ÇİMENTONUN ABSORPSİYON VERİMİNE ETKİSİ

<u>Soda-Kireçteki</u> <u>% , Çimento</u>	<u>CO₂ Abs.Verimi</u> <u>% , (E)</u>	<u>Ağırlıktaki Artış</u> <u>Miktarı , % (B)</u>
6.0	91.27	26.51
8.0	80.76	25.13

TABLO 40.1

ÇİMENTONUN SODA-KİREÇİN SERTLİĞİNE ETKİSİ

<u>Soda-Kireçteki</u> <u>% , Çimento</u>	<u>Sertlik Testi</u> <u>%</u>
6.0	45
8.0	54

e.2) Bu çalışmalarda kullanılan Soda-Kireç granüllerinin nem miktarı (ortalama) % 12.78'dir²⁹.

TABLO 39.2

ÇİMENTONUN ABSORPSİYON VERİMİNE ETKİSİ

<u>Soda-Kireçteki</u> <u>% , Çimento</u>	<u>CO₂ Abs.Verimi</u> <u>% , (E)</u>	<u>Ağırlıktaki Artış</u> <u>Miktarı , % (B)</u>
6.0	91.46	26.53
8.0	80.76	26.15

TABLO 40.2

ÇİMENTONUN SODA-KİREÇİN SERTLİĞİNE ETKİSİ

<u>Soda-Kireçteki</u> <u>% , Çimento</u>	<u>Sertlik Testi</u> <u>%</u>
6.0	44
8.0	49

e.3) Bu çalışmalarda kullanılan Soda-Kireç granüllerinin nem miktarı (ortalama) % 15.03'dür²⁹.

TABLO 39.3

ÇİMENTONUN ABSORPSİYON VERİMİNE ETKİSİ

<u>Soda-Kireçteki</u> <u>% , Çimento</u>	<u>CO₂ Abs.Verimi</u> <u>% , (E)</u>	<u>Ağırlıktaki Artış</u> <u>Miktarı , % (B)</u>
6.0	78.15	23.59
8.0	73.26	23.42

TABLO 40.3

ÇİMENTONUN SODA-KİREÇİN SERTLİĞİNE ETKİSİ

<u>Soda-Kireçteki</u> <u>% , Çimento</u>	<u>Sertlik Testi</u> <u>%</u>
6.0	38
8.0	40

f.1) Bu çalışmalarda kullanılan Soda-Kireç granüllerinin nem miktarı (ortalama) % 7.87'dir²⁹.

TABLO 41.1

ALÜMİNYUM HİDRATIN ABSORPSİYON VERİMİNE ETKİSİ

<u>Soda-Kireçteki</u> <u>Al.Hid., %</u>	<u>CO₂ Abs.Verimi</u> <u>% , (E)</u>	<u>Ağırlıktaki Artış</u> <u>Miktarı , % (B)</u>
15.00	81.23	27.47
18.18	80.94	23.02

TABLO 42.1

ALÜMİNYUM HİDRATIN SODA-KİREÇ SERTLİĞİNE ETKİSİ

<u>Soda-Kireçteki</u> <u>Al.Hid. %</u>	<u>Sertlik Testi</u> <u>%</u>
15.00	60
18.18	62

f.2) Bu çalışmalarda kullanılan Soda-Kireç granüllerinin nem miktarı (ortalama) % 9.14'dür²⁹.

TABLO 41.2

ALÜMİNYUM HİDRATIN ABSORPSİYON VERİMİNE ETKİSİ

<u>Soda-Kireçteki</u> <u>Al.Hid., %</u>	<u>CO₂ Abs.Verimi</u> <u>% , (E)</u>	<u>Ağırlıktaki Artış</u> <u>Miktarı, % (B)</u>
15.00	85.60	28.63
18.18	84.67	27.35

TABLO 42.2

ALÜMİNYUM HİDRATIN SODA-KİREÇ SERTLİĞİNE ETKİSİ

Soda-Kireçteki Al.Hid. %	Sertlik Testi %
15.00	55
18.18	56

f.3) Bu çalışmalarda kullanılan Soda-Kireç granüllerinin nem miktarı (ortalama) % 11.33'tür²⁹.

TABLO 41.3

ALÜMİNYUM HİDRATIN ABSORPSİYON VERİMİNE ETKİSİ

Soda-Kireçteki Al.Hid., %	CO ₂ Abs.Verimi %, (E)	Ağırlıktaki Artış Miktarı, % (B)
10.00	84.84	29.65
15.00	74.87	26.83
18.18	74.16	26.13

TABLO 42.3

ALÜMİNYUM HİDRATIN SODA-KİREÇ SERTLİĞİNE ETKİSİ

Soda-Kireçteki Al.Hid., %	Sertlik Testi %
10.00	54
15.00	52
18.18	51

III.C ADSORPSİYON İZOTERMINİ BELİRLİMEK İÇİN YAPILAN

DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Çalışmalarımızı özellikleri, aşağıda belirtilmiş olan Soda-Kireç granülleri ile sabit sıcaklıkta yaptık ve sonuçları Tablo 43'de gösterilmiştir.

Çalışma sıcaklığı: 19°C

Soda-Kireç granüllerinin bileşimi:

CaO: % 93.5 , NaOH: % 5.0 , KOH: % 1.0 , SiO₂: % 0.5

Nem miktarı: % 13.42

x : Absorplanan CO₂ gazı miktarı

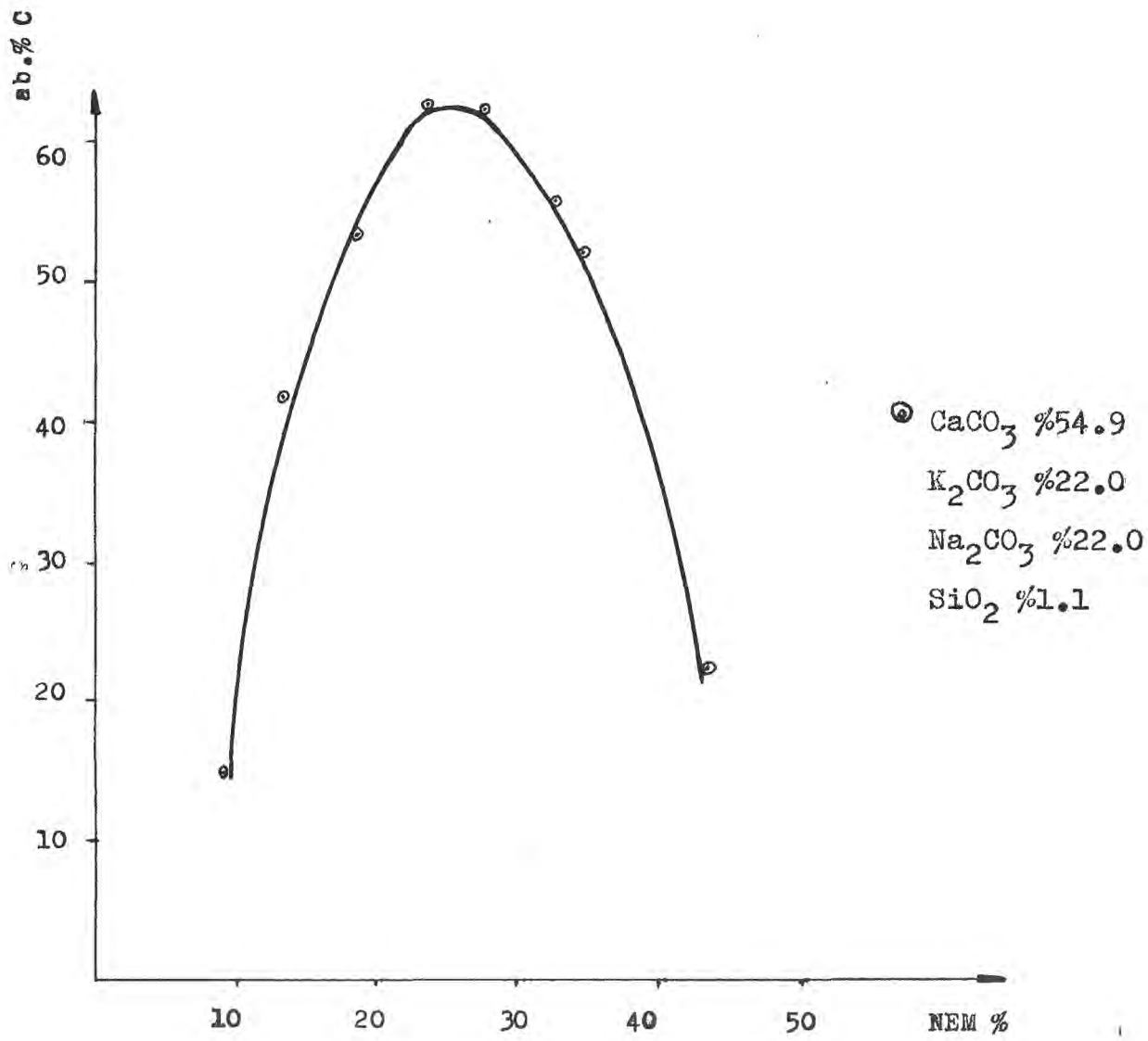
m : "U" tüpteki Soda-Kireç granüllerinin miktarı

P : CO₂ gazının kısmi basıncı

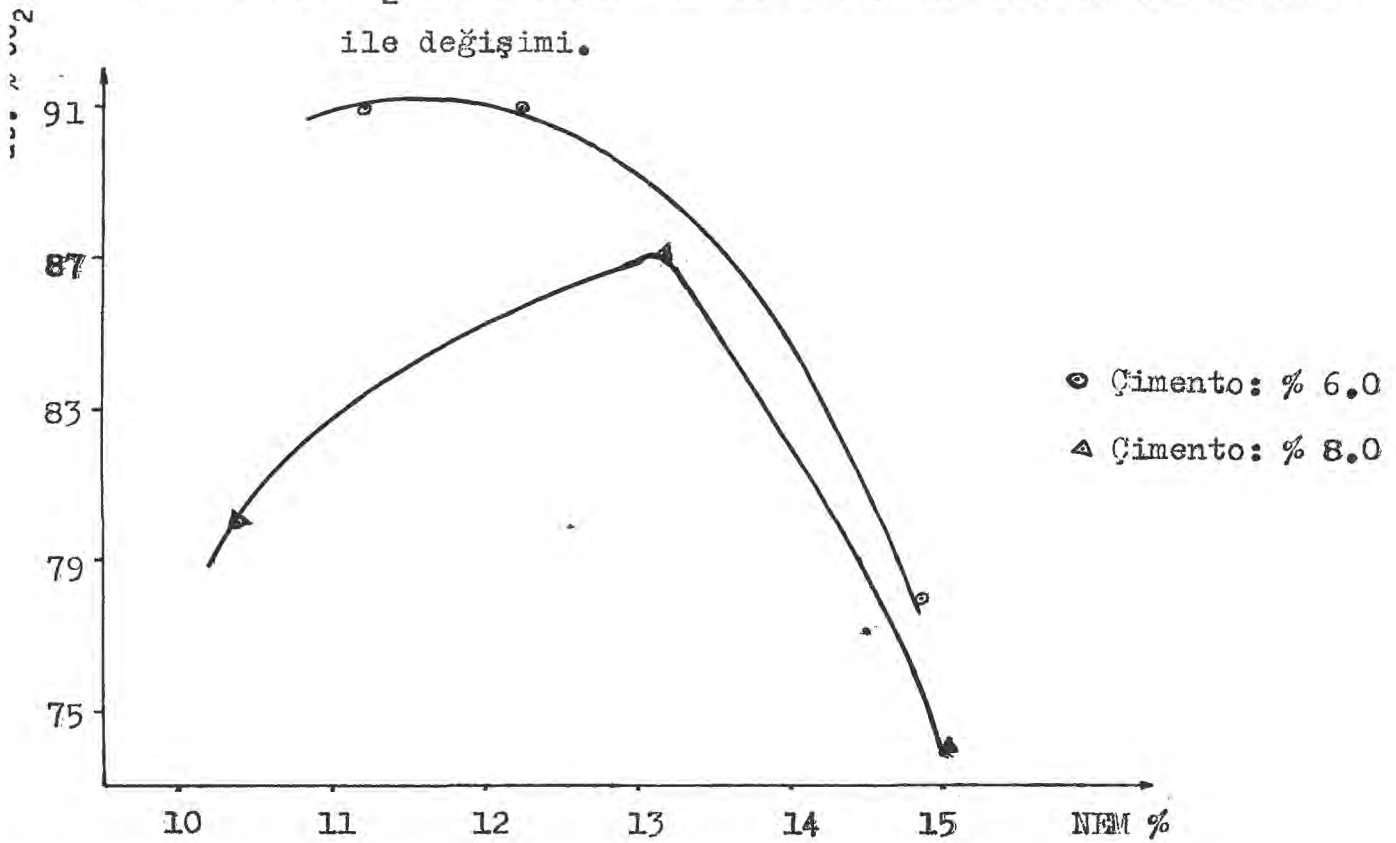
P₀ : Tanktaki CO₂ gazının basıncı

TABLO 43

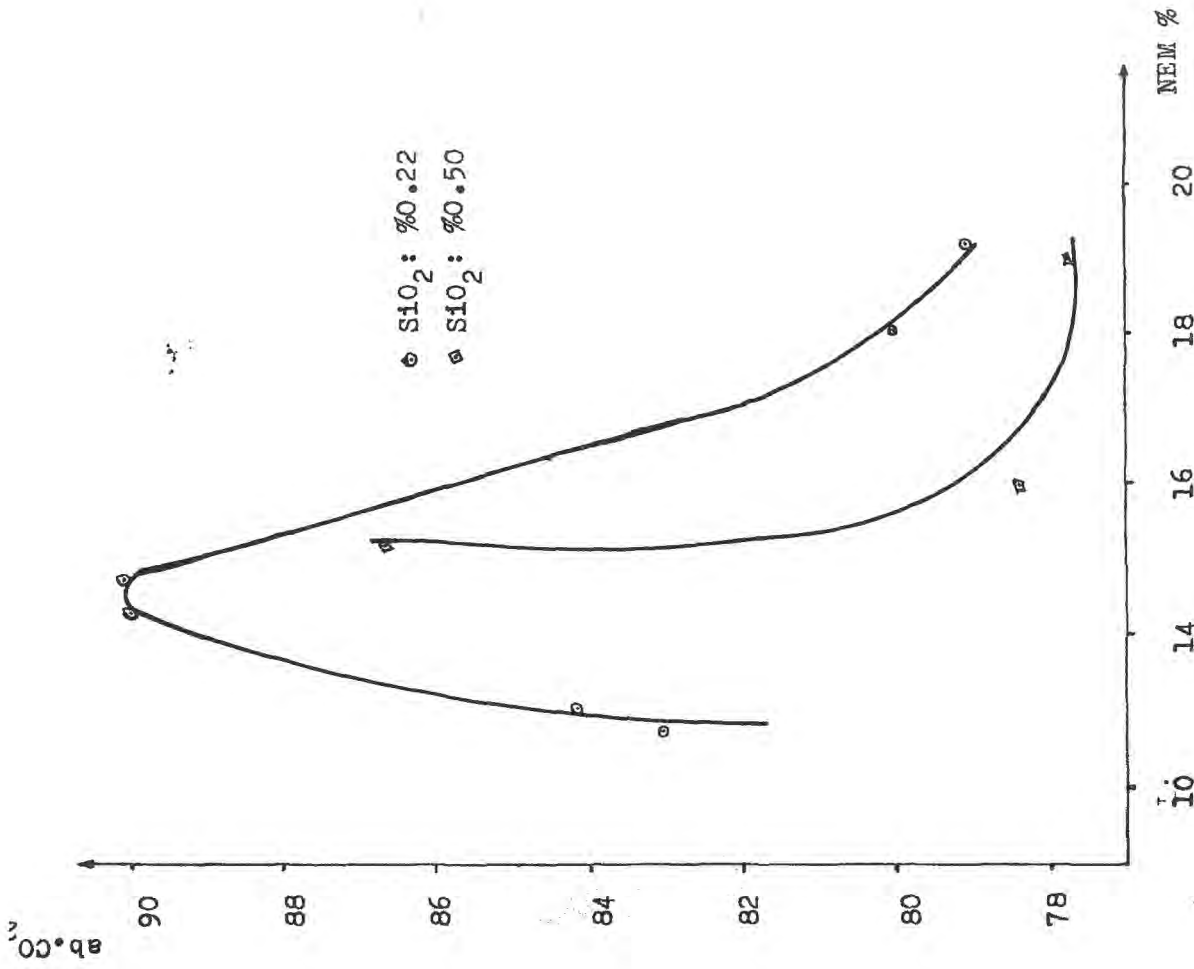
<u>Deney No</u>	<u>x/m</u>	<u>P/P₀</u>
1	0.252	0.0203
2	0.266	0.0270
3	0.330	0.0338
4	0.338	0.0405
5	0.339	0.0541



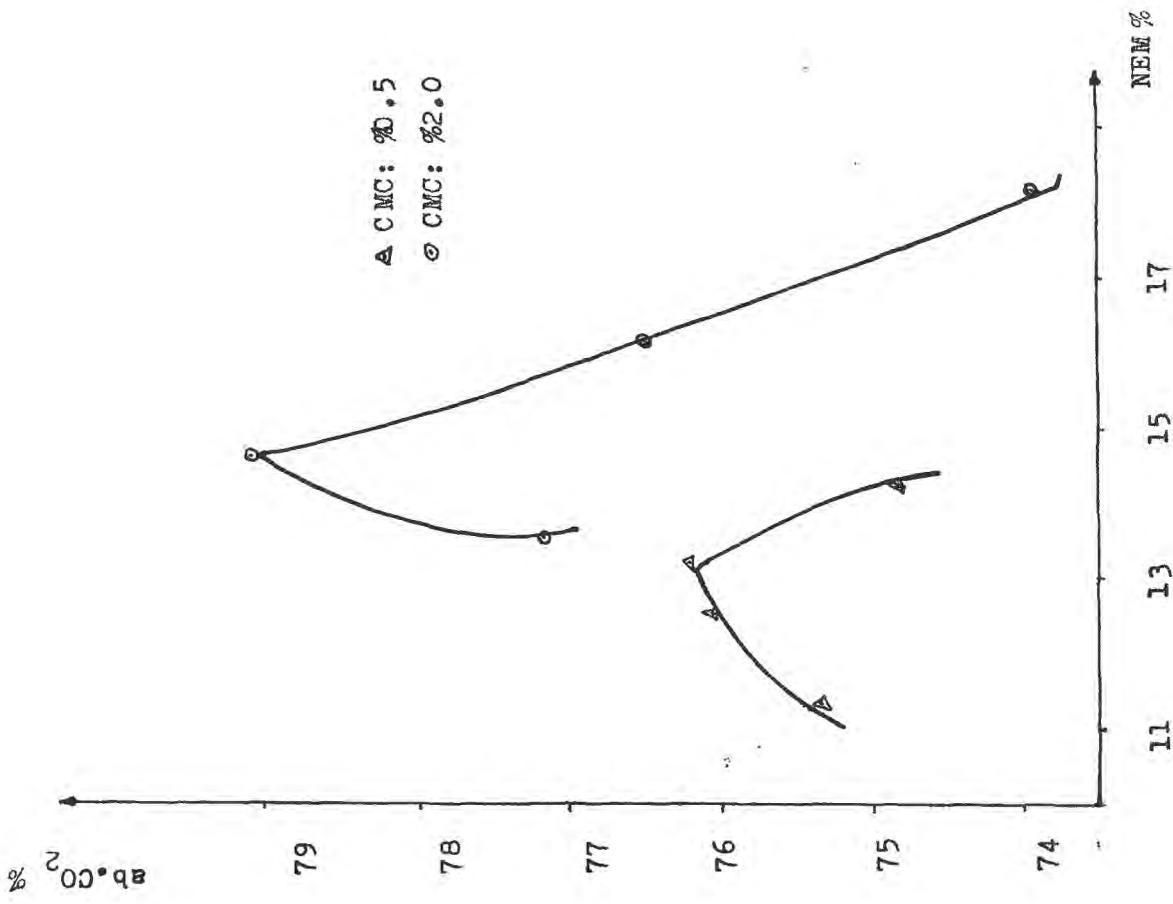
Şekil 4.1: CO₂ Absorpsiyon yüzdesinin granüllerdeki nem miktarı ile değişimi.



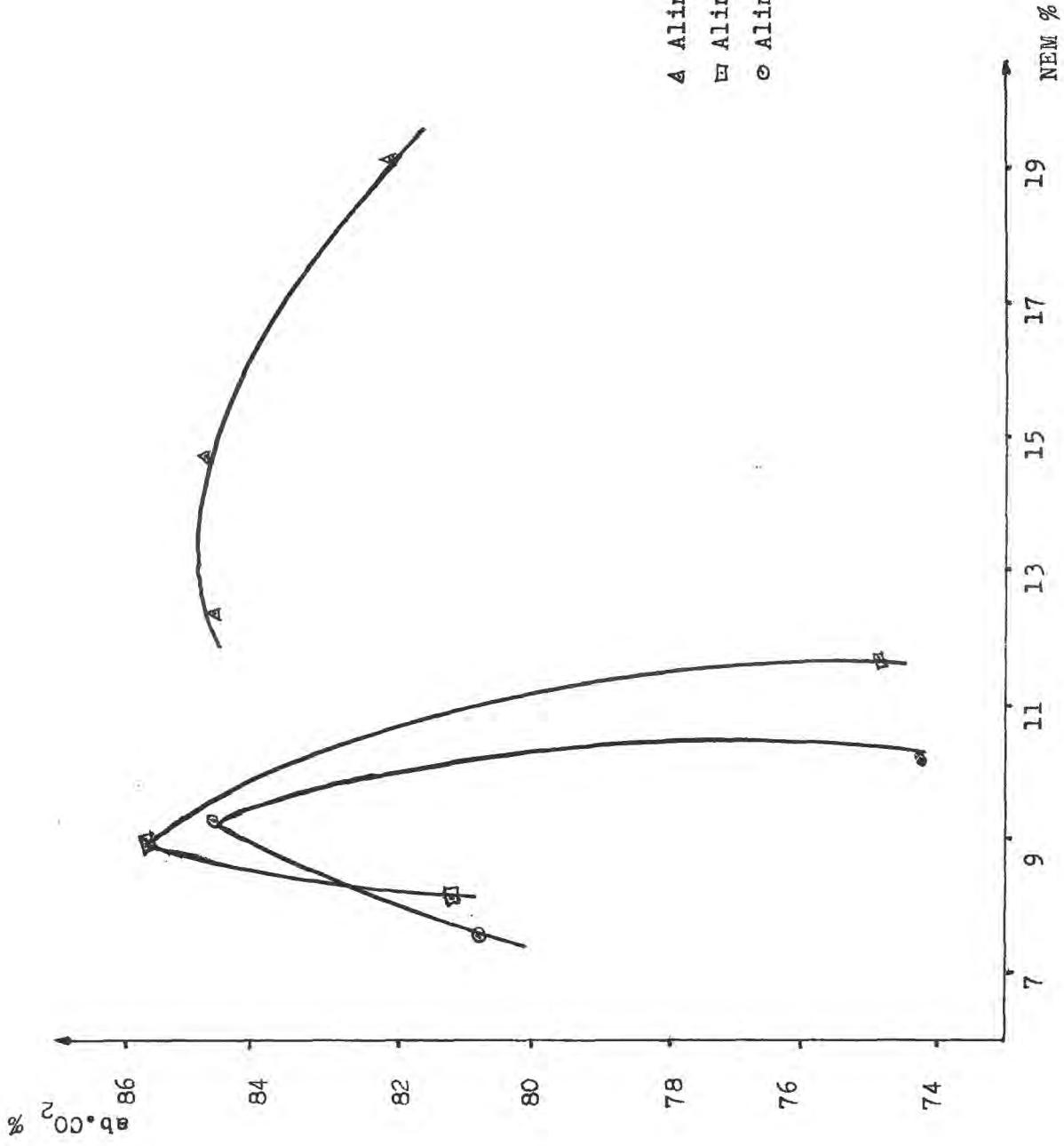
Şekil 4.2: CO₂ Absorpsiyon yüzdesinin nem miktarı ile değişimi.



Şekil 4.3: CO₂ Absorpsiyon yüzdesinin granüllerdeki nem miktarı ile değişimi.

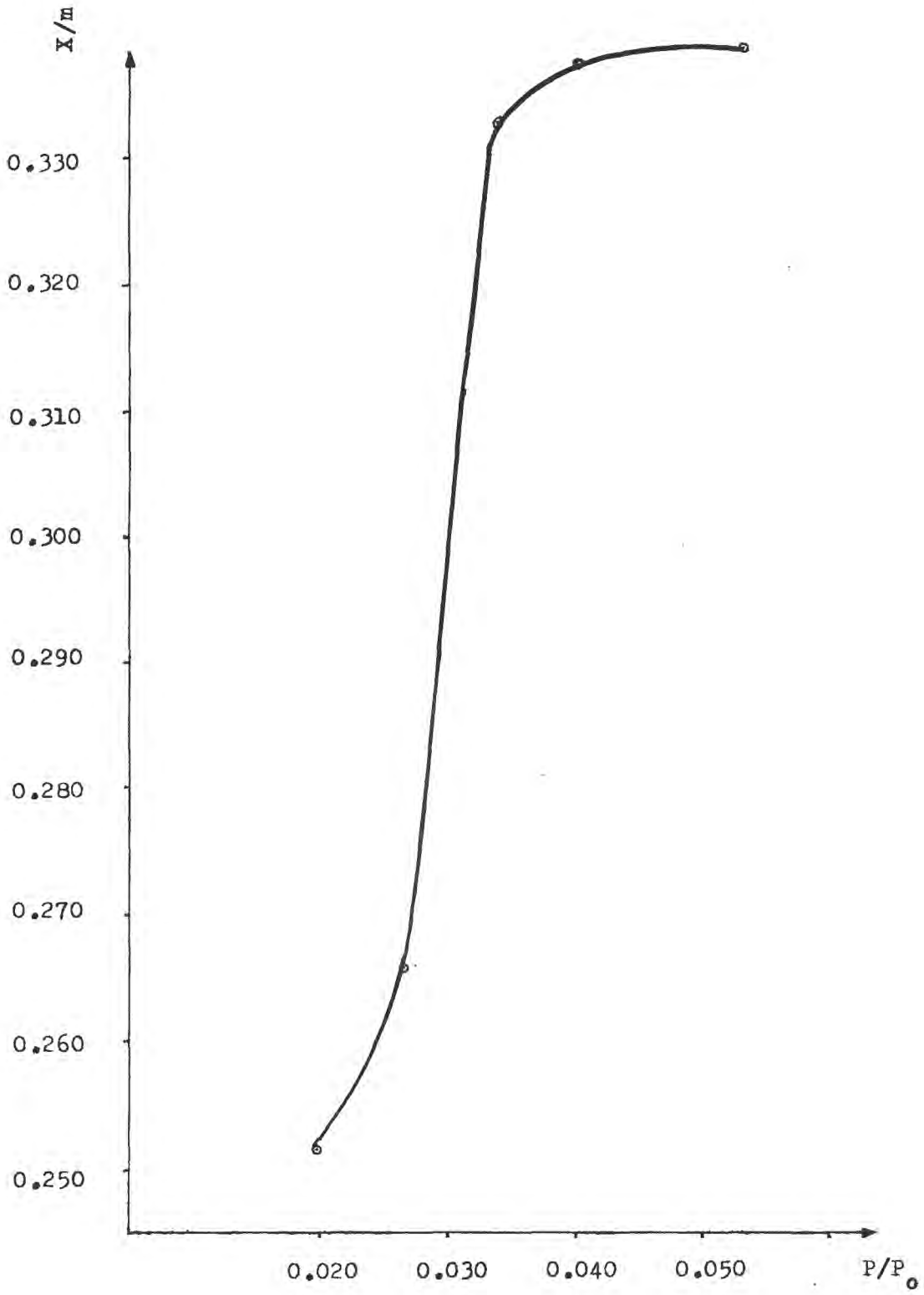


Şekil 4.4: CO₂ Absorpsiyon yüzdesinin granüllerdeki nem miktarı ile değişimi.



Δ Alüminyum Hidrat
 ◻ Alüminyum Hidrat
 ○ Alüminyum Hidrat

Şekil 4.5: CO₂ Absorpsiyon yüzdesinin granüllerdeki nem miktarına göre değişimi.



Şekil 4.6 I tipi Adsorpsiyon İzoterm Eğrisi

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

4. DENEYSEL SONUÇLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

Bölüm III'de verilen deneysel sonuçlardan da görüleceği gibi bu çalışmada üç tip deney yapılmıştır. Bunlar sırası ile;

- 1) Sabit bileşimde, değişik nem oranlarında ki Soda-Kireç granülleri ile yapılan çalışmalar,
- 2) Sabit nem, farklı bileşimde ki Soda-Kireç granülleri ile yapılan çalışmalar,
- 3) Sabit bileşimde ki Soda-Kireç granülleri ile adsorpsiyon izotermi-belirlenmek için yapılan çalışmalar.

Yapılan çalışmalarda, Soda-Kireç granüllerinin bileşiminde ki CaCO_3 , Na_2CO_3 , K_2CO_3 ve SiO_2 miktarlarını sabit tutup; Granüllerin sahip olduğu değişik nem yüzdelere karşılık CO_2 absorpsiyon verimi sonuçları "U" tipü testiyle belirlenmiş Tablo 1'de gösterilmiştir.

Şekil 4.1'de granüllerin sahip olduğu nem miktarlarına karşı, CO_2 absorpsiyon veriminde oluşan değişimi, grafik olarak vermektedir. Tablo 1'de ve grafikte görüldüğü gibi nem miktarının artması ile önce artan CO_2 absorpsiyon verimi daha sonra azalmaktadır. Nem oranı % 24.11 olduğunda CO_2 absorpsiyon verimi % 62.76'ya yükselmiştir. % 24.11'in üzerindeki nem oranı granüllerdeki tanelerin tıkanmasına ve bunun içinde CO_2 absorpsiyonunun azalmasına neden olmaktadır. Çok düşük nem oranı ise hemen reaksiyonun başlamasını sağlayamadı için granüllerin absorplama verimi küçük görülmüştür. Burada ulaşılan % 76'lık verim klinik şartlarda yeterli görülmediğinden granüller kullanılamaz. Aynı zamanda nem oranının yüksek olması nedeniyle kuruma ile ağırlık kaybı çok fazla olmaktadır. Tablo 2'de görüldüğü gibi nem oranının artışı, kuruma ile ağırlık kaybını arttırmaktadır. Tablo 3'de görüldüğü gibi nem oranının artması ile sertlik derecesinde de bir azalış gözlenmektedir. Nem oranının

kek olması nedeniyle istenilen sertlik derecesi oluşmamakta, kırılma, ufalanna ve tozlaşma fazla olduğundan granüller hasta için her zaman tehli- oluşturabilmektedir.

Bölüm III.A- a,b,c,d,e,f,g,h,i,j gruplarında yapılan çalışmalarda r bir grupta Soda-Kireç granüllerinin bileşimleri sabit tutulup nem oranı değiştirilmiş ve CO₂ absorplama verimlerinde ki değişimler gözlenmiştir. Her uptaki çalışmalarda nem oranının artması ile önce CO₂ absorpsiyon verimi tmiş, daha sonra ise yukarıda açıkladığımız nedenlerle verim azalmıştır. n oranının artışıyla sertlik derecesinde de bir azalış gözlenmiştir.

Tablo 1 ile tablo 4 karşılaştırıldığında anlaşılacağı gibi yaklaşık ni nem oranında Tablo 4'deki bileşim daha çok CO₂ absorplayabilmektedir. kat buna karşılık Tablo 2 - Tablo 5 ve Tablo 3 - Tablo 6'nın karşılaştırıl- undan görüleceği gibi elek üstünde kalan miktarda ve sertlik derecesinde r azalna olmakta, aynı zamanda ufalanna ve tozlaşma artmaktadır.

Soda-Kireç granüllerinin bileşimindeki SiO₂ miktarını değiştirdiğimiz- absorpsiyon veriminde, sertlik derecesinde ve ufalanna oranında değişiklik naktadır. Tablo 4 - Tablo 6'yı karşılaştırdığımızda veye şekil 4.3'de rüldüğü gibi granüllerin bileşimindeki SiO₂ miktarının artmasıyla absorp- yon verini azalmaktadır. Tablo 31 ve Tablo 33'de aynı nem oranındaki granül rin bileşimindeki SiO₂'in artması ile CO₂ absorpsiyon veriminde bir azalış naktadır. Ancak SiO₂'in artışı sertlik derecesini arttırmaktadır. Tablo 32 Tablo 34'de görüldüğü gibi.

Şekil 4.3, Tablo 4 ve Tablo 7'deki verilerin granüllerdeki yüzde nem ununun, CO₂ absorpsiyon veriminde oluşturduğu değişimin grafiğidir. Bu gra- ste % 12.92'lik nem oranına karşılık % 91.88'lik bir absorpsiyon elde edil- stir. Böyle bir absorpsiyon verimine ulaşılması uygun porozite ve nem sağ- abilmiş olmasından ileri gelmektedir. Uygun porozite ve nem sağlanabilmiş asısına rağmen granüller fazla dayanıklı değildir. Sertlik derecesi Tablo 9

görüldüğü gibi 33'tir. Bu nedenle kırılma ve ufalanma kolaylıkla olabilir.

Kırılma ve ufalanmayı azaltabilmek için Soda-Kireç granüllerinin bileşimine % 0.5 ve % 2.0 oranlarında karboksi metil seluloz (CMC) katılması sonunda elde edilen granüllerin değişen nem oranlarında ki CO₂ absorpsiyon verimleri Tablo 10 ve Tablo 13'te verilmiş olup, bu verilerde şekil 4.4 'te grafik olarak gösterilmiştir. CO₂ absorpsiyon veriminin % 75.0'in üzerine çıkması, granüllere kliniksel şartlarda kullanılabilirlik kazandırmış, fakat Tablo 36 ve Tablo 38'de görüldüğü gibi sertlik derecelerinde önemli bir artış sağlamıştır. Ufalanma ve tozlaşma olmaktadır. Olusan bu tozlaşmayı giderebilmek için % 0.5 CMC içeren Soda-Kireç granülleri nemlendirilme esnasında % 15'lik CMC çözeltisi ile kaplatılmış, ancak absorpsiyon verimi azalmasına rağmen tozlaşma tabii olarak önlenememiştir.

Kırılma ve ufalanmayı önleyebilmek ve sertlik derecesini arttırabilmek için % 6 ve % 8 oranlarında beyaz çimento Soda-Kireç granüllerinin bileşimine eklenmiş ve değişik nem oranlarında, CO₂ absorpsiyon verimi sonuçları Tablo 17 ve Tablo 19'da gösterilmiştir. Bu veriler şekil 4.2'de grafik olarak gösterilmiştir. Çimento oranı % 6 olduğunda daha iyi CO₂ absorpsiyon verimleri elde edilmiştir. Tablo 39.1, Tablo 39.2 ve Tablo 39.3'de görüldüğü gibi. Ancak sertlik derecesi çimento oranının artması ile artmaktadır. Tablo 40.1, Tablo 40.2 ve Tablo 40.3'de çimento oranının artışı ile sertlik derecesinin artışı açıkça görülmektedir.

Sertleştirme işlemi için bağlayıcı madde olarak Soda-Kireç granüllerinin bileşimine % 10, % 15, % 18.18 oranlarında alüminyum hidrat eklendiğinin

Değişen nem oranlarında ki CO₂ absorpsiyon verimi Tablo 22, Tablo 25, Tablo 28'de verilmiştir. Bu veriler değişen nem oranlarına karşılık, CO₂ absorpsiyon verimindeki değişimi gösteren grafiklerin çizilmesinde kullanılmıştır (Şekil 4.5). Grafiklerden de anlaşılacağı gibi alüminyum hidratin %15

klenmesi halinde CO₂ absorpsiyon verimi, düşük nem oranında % 85.65'e kadar yükselbilmektedir. Ve nem oranının düşük olmasından dolayıda sertlik ve ufalanma daha az olmaktadır. Tozlaşmada da bir azalma vardır. Sertlik derecesi Tablo 41.2'de görüldüğü gibi % 55'dir. Ve arzu edilen sertlik derecesine ulaşılabilmektedir. Aliminyum hidrat oranının % 15'den, % 18.18'e çıkması sertlik derecesinde önemli bir artış sağlayamamıştır. Granüller üzerine nemlendirme esnasında toz halinde % 2 CMC fiziksel olarak karıştırılarak ufalanma ve tozlaşma daha iyi önlenmiş ve CO₂ absorpsiyon veriminde bir değişim olmamıştır. Bu Soda-Kireç granülleri kliniksel şartlarda kullanılabilir olduğu görülmüştür.

Adsorpsiyon izotermi belirlemek için de çalışmalar yapılmış ve sonuçları Tablo 43'de verilmiştir. Bu veriler grafik kağıdına geçirildiğinde ekil 4.6 elde edilmiştir. Buda CO₂ absorpsiyonu esnasında, kimyasal adsorpsiyonun varlığını göstermektedir.

SONUÇ:

Yukarıdaki açıklamalardan da anlaşılacağı gibi bu çalışmada Inhalasyon anesteziğinde kullanılan CO₂ absorplayıcı, Soda-Kireç adı verilen maddenin kliniksel şartlara uygunluğunu anlamak için fiziksel ve kimyasal testleri yapılmıştır.

Bu çalışmalar sonucunda:

1) Soda-Kireç granüllerinin CO₂ absorpsiyon verimini düşürmeden en iyi sertleştirme, granüllerin bileşimine % 15 oranında aliminyum hidrat eklenerek elde edilmektedir.

2) Granüllerdeki nem oranı % 10 ile %19 arasında olmalıdır. Nem oranının artması, sertlik derecesini ters yönde etkilemektedir.

3) Soda-Kireç granüllerinin bileşiminde % 5 oranında alkali maddenin olması sertlik derecesi üzerinde olumlu etki yaratmaktadır.

4) Soda-Kireç granülleri fiziksel olarak % 2 CMC ile karıştırılırsa zlaşma önlenmektedir.

5) 1.0 oranında KOH absorpsiyon verimini arttırmaktadır.

LITERATUR

1. Wilson, R.E., Soda Lime as Absorbent for Industrial Purposes. Ind. Eng. Chem., 12, 1000, (1920).
2. G.H. Barrow, Physical Chemistry. Mc. Graw - Hill, (1966).
3. Mc. Cabe and Smith, J.C., Unit Operations for Chemical Engineering. (19).
4. Prof. Dr. A.R. Berkem, Modern Fiziko Kimya, (1972).
5. Wilson, Newcomb, Dinero, Hicket, Experimental in Physical Chemistry. Pergaman, (1962).
6. Crockford, Nowel, Laboratory Manual of Physical Chemistry. John Wiley, (1956).
7. L. Saunders, Principles of Physical Chemistry. Oxford University, Press (1966).
8. Maron, Pruton, Principles of Physical Chemistry. Macmillan, (1965).
9. U.S.P. Pharmacopea, XVIII. (1974).
10. E.S. Brown, Bakamjiyan, V., and A.M. Sniff, Performance of Absorbents Effects of Moisture, Anesthesiology, 20, 613, (1959). Performance of Absorbents, Continuous Flow. Anesthesiology, 20, 41, (1959).
11. E.S. Brown, The Activity and Surface Area of Fresh Soda Lime. (1958).
12. Wang, Tsen, C., Temperature Effects on Baralyme, Sodasorb and Lithium Hydroxide. (Harbor Branch Pound Lab., Fort Pierce, Fla.) Ind. Eng. Chem., Process Des. Dev. (1975), 14(2), 191-3 (Eng.).
13. G.V. Medoks and E.M. Soshestvenskaya, Preparation of Soda Lime with a Silika base. Tr. Saratov Sel.-Khoz Inst. 1(12), 277-83 (1966) (Russ).
14. E.W. Summers, Moisture In Soda Lime. Chem. Analyst 19, 23, (1916).
15. W.A. Conroy and Seevers, M.H. Studies in Carbon Dioxide Absorption. Anesthesiology, 4, 160, (1943).
16. J. Adriani and M.L. Byrd, A Study of Carbon Dioxide Absorption Appliances for Anesthesia. The Canister Anesthesiology, 2, 450, (1941).

7. J.Adriani and E.A.Rovenstine, Experimental Studies on Carbon Dioxide Absorption for Anesthesia. *Anesthesiology*, 2,1,(1941).
8. E.S.Brown, A.M.Seniff and J.O.Elam, Carbon Dioxide Elimination in Semiclosed Systems. *Anesthesiology*, 25,31,(1964).
9. H.R.J.Letts, Preparation and Properties of Granular Carbon Dioxide Absorbents. Part I., Soda Lime Granules. Porton Technical Paper No. 101 (May) 1949.
10. a. R.M.Waters, Clinical Scope and Utility of Carbon Dioxide Filtration in Inhalation Anesthesia. *Anest.Anal.*, 3,20, (1924).
10. b. R.M.Waters, Advantages and Technique of Carbon Dioxide Filtration with Inhalation Anesthesia. *Anesth. Anal.*, 5,160,(1926).
11. J.Adriani, The Effect of Varying the Moisture Content of Soda Lime Upon the Efficiency of Carbon Dioxide Absorption. *Anesthesiology*, 6,163, (1945).
12. J.O.Elam, The Design of Circle Absorbers. *Anesthesiology*,19,99,(1958).
13. L.W.Isam, Dewey and Almy Chemical Company. Personal Communication, (1946).
14. J.Adriani, Soda Lime Containing Indicators. *Anesthesiology*,5,45,(1945).
15. M.Alpaz, Ünit Operasyon Ders Notları. (1980).
16. Prof.Dr.Doğan Gücer, Fiziksel Metalurjinin Esasları. (1972).
17. Prof.Dr.H.E.Çoğulu, Petrografi ve Petroloji. (1976)
18. Prof.Dr.İ. Hakdiyen, Genel Kimya. (1970).
19. F.Uysal, Soda-Kireç Granüllerinin elde edilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi (1983).
20. J.O.Elan, Channeling and Overpacking in Carbon Dioxide Absorbers.(1958).
21. B.C.Sward, Closed Circle Method of Administration of Gas Anesthesia. *Anesthesia and Anal.* 2,190, (1930).