YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Değişik alevl. met. ısı ilet. kıy.

Yüksek Lisans Tezi

Ayfer Saraç

YILDIZ ÜNİVERSİTESİ
GENEL KİTAPLIĞI

R 361
86

Kot : .....
Alındığı Yer : Fen Bilimleri Enst.
Tarih : 12/12/1980
Fatura : ------
Fiatı : 10.000 TL
Ayniyat No : 1/28
Kayıt No : 47409
UDC : 54 378.242
Ek : .....

YILDIZ ÜNİVERSİTESİ
D.B. No. 45068

YILDIZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DEĞİŞİK ALEVLERDEN METALLERE ISI İLETİMİNİN KIYASLANMASI İÇİN ALEVİN METAL VE CAM ÇUBUKLARI KESME SÜRELERİNE DAYALI BİR YÖNTEM

86

(YÜKSEK LİSANS TEZİ)

KİM.MÜH. AYFER SARAÇ

İSTANBUL - 1990

DEĞİŞİK ALEVLERDEN METALLERE ISI İLETİMİNİN
KIYASLANMASI İÇİN ALEVİN METAL VE CAM ÇUBUKLARI
KESME SÜRELERİNE DAYALI BİR YÖNTEM

Bu tez, Yıldız Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı'na Yüksek Lisans
Derecesi İçin Sunulmuştur.

Tez Savunma Tarihi : 26 Ocak 1990

Tez Yöneticisi : Prof. Dr. Neşet KADIRGAN

JÜRİ ÜYELERİ

BU TEZ YILDIZ ÜNİVERSİTESİ ARAŞTIRMA FONUNCA
DESTEKLENMİŞTİR+

+"Gaz Prosesleri Açısından Doğal Gazın Asetilen, LPG
ve Hidrojenle Kıyaslanması ve Doğal Gazın Bu Konudaki
Performansının Arttırılmaya Çalışılması"
Proje No: 87-B-01-02-02

ÖZET

Asetilen, hidrojen, propan, sıvılaştırılmış petrol gazları, doğal gaz gibi yakıtların oksijenle yanmasından elde edilen alevler kaynak, lehim, yüzey temizleme, yerel tavlama, su verme ve oksijenle kesme gibi alev işlemlerinde kullanılmaktadırlar. Bu alevlerden metalik yüzeylere ısı iletimi teorik olarak alev sıcaklığına, yanma hızına, iç koninin ucundaki kimyasal radikallerin (H,OH) konsantrasyonuna bağlıdır.

Gaz yakıtların oksijenle yakıldığı alevler çok sıcak olduklarından (3000°C) bu alevlerden metallere ısı iletimi klâsik yöntemlerle incelenememektedir. Bu tür alevlerden ısı iletimini kıyaslamak için, alevlerin metal ve cam çubukları kesme sürelerinin ölçülmesi düşünülmüştür. Önce bu yöntemin geçerliliği,

- Aynı çubukla, aynı alevle ve alevi çubuğun aynı noktasına uygulayarak kesme süreleri, başlıca bir deyişle yöntemin kendi kendini tekrarlama özelliği,

- Alev çubuğa dik hareket ettirildiği zaman kesme süresinin değişimi,

- Alev çubuğa göre yatay hareket ettirildiği zaman kesme süresinin değişimi,

- Aynı zenginlikte ve yakıt debisinde alevlerin değişik hamlaç uçlarıyla kesme süreleri,

- Aynı zenginlikte ve aynı hamlaç ucunda yanan alevlerin kesme sürelerinin yakıt debisiyle değişimi, incelenerek saptanmıştır. Bu yöntemin ısı iletimlerini kıyaslamak için geçerli bir yöntem olduğu sonucuna varılmıştır.

Daha sonra asetilen için aynı yakıt debisinde yakıtça zenginliğin (ya da hava fazlalık katsayısının) kesme süresi üzerine etkisi ölçülmüştür. Metal çubuk kullanıldığı zaman en hızlı kesmenin yakıtça fakir, oksijence zengin alevlerde olduğu saptanmıştır. Aynı ölçümler cam gibi oksitlenmeyen çubuklarda yapıldığında ise en hızlı kesme yakıtça az zengin alevlerle gerçekleşmektedir. Aradaki farkın metalin oksijen fazlasıyla oksitlenmesinden dolayı olduğu sonucuna varılmıştır.

SUMMARY

Flames obtained by burning fuels such as acetylene, hydrogen, propan, LPG and natural gas with oxygen are used in flame works such as for welding, gouging, scarfing, flame cleaning, metal surfacing, flame hardening and cutting with oxygen. The transfer of heat from such flames to metallic surfaces, theoretically, is related to the flame temperature, Burning velocity, concentration of chemical radicals ($H^{\cdot}$,$OH^{\cdot}$) in front of flame.

Heat transfer from fuel gases-oxygen flames burning with oxygen can not be studied by classical methods because these flames are very hot (3000°C). Measuring the periods necessary for cutting metal and glass rods with flames was decided upon in order to compare the heat transfer from such flames. First, the validity of this method was determined by studying,

- The cutting-times using the same rod and flame and applying the flame on the same point of the rod, in other words, the reproductibility property of the method,
- The chauges in cutting-times when the flame is moved perpendicularly to the rod,
- The changes in cutting-times when the flame is moved horizontally to the rod,
- The cutting-times of flames using different nozzle but the same richness (or oxygen excess ratio) and the same fuel flow rates,
- The changes in cutting-times of flames due to changes in fuel flow rates using the same nozzle and the same richness.

It was determined that this method was a proper method for comparing the heat transfers.

Then, using the same fuel flow rate, the effect of richness on the cutting periods was measured for acetylene. It was determined that when using metal rods the quickest cutting was obtained with flames rich in oxygen and poor in fuel. When the same measurements were done on non-oxidable rods such as glass, the quickest cutting was obtained with flames poor in fuel. It was decided that this difference was due to the oxidation of metals with the excess of oxygen.

İÇİNDEKİLER

SAYFA NO

TEŞEKKÜR
ÖZET
İÇİNDEKİLER
TABLO LİSTESİ
ŞEKİL LİSTESİ
GRAFİK LİSTESİ

I. GİRİŞ 1

II. YANMA ve ALEV ÜZERİNE GENEL BİLGİLER 2

II.1. YANMA ve ALEV..... 2

II.1.1. Kararlı ve Kararsız Yanma 2

II.1.2. Homojen ve Heterojen Yanma..... 3

II.1.3. Homojen Ön-Karıştırmalı Alevler ve Difüzyon Alevleri 3

II.1.4. Laminer ve Türbülanslı Ön-Karıştırmalı Gaz Alevleri 5

II.1.5. Oksijen yada Hava ile Yanan Alevlerin Özellikleri 5

II.2. ÖN-KARIŞTIRMALI LAMİNER ALEVLERİN YAPISI ... 6

- İç Koni
- Primer Yanma Bölgesi
- Sekonder Yanma Bölgesi

II.3. ÖN-KARIŞTIRMALI, LAMİNER, OKSİJENLE YANAN ALEVLERİN İNDİRGEN ve YÜKSELTGEN ÖZELLİKLERİ 7

II.4. ALEVLERİN SICAKLIĞI 8

- Adyabatik Hesapla Yapılan
- Deneysel Olarak Bulunan

II.5. ALEVDEN METALE ISI İLETİMİ 10

II.6. ALEVLENME LİMİTLERİ ve HIZI 13

II.7. ALEV ve OKSİJEN İŞLEMLERİ..... 15

II.8. GAZ YAKITLARIN ALEV İŞLEMLERİ AÇISINDAN SINIFLANDIRILMASI 16

SAYFA NO

III. DENEY SONUÇLARININ İSTATİSTİK METOTLARLA İNCELENMESİ..... 18

III.1. HATALARIN SINIFLANDIRILMASI..... 18

III.2. ÖRNEK ve POPÜLASYON..... 19

III.3. ORTALAMA..... 20

III.4. DEĞİŞİM ÖLÇÜLERİ..... 21

IV. YÖNTEM ve DENEYSEL ÇALIŞMALAR..... 22

IV.1. DENEY DÜZENEĞİ..... 22

IV.2. KALİBRASYON ÇALIŞMALARI..... 25

IV.3. DENEYSEL ÇALIŞMALAR..... 29

IV.4. DENEYLERİN KENDİNİ TEKRARLAMA ÖZELLİĞİNİN İNCELENMESİ..... 31

IV.5. EKSENLERDE HAREKETİN KESME SÜRESİNE ETKİSİ. 33

IV.6. HAMLAÇ ÇAPININ KESME SÜRESİNE ETKİSİ..... 46

IV.7. YAKITÇA ZENGİNLİĞİN KESME SÜRESİNE ETKİSİ.. 47

V. SONUÇ ve ÖNERİLER..... 49

KAYNAKLAR..... 51

ÖZGEÇMİŞ

TABLO LİSTESİ

SAYFA NO

Tablo 1. Gaz Yakıtların Alt ve Üst Alevlenme Limitleri..... 13

Tablo 2. Belirlenen Debi Değerleri..... 31

Tablo 3. Hamlaç Ucu ile Çubuk Arası Uzaklığın 0,5 cm Olduğu Durumda, Değişik Konumlarda Kesme Süreleri..... 34

Tablo 4. Hamlaç Ucu ile Çubuk Arası Uzaklığın 1,0 cm Olduğu Durumda, Değişik Konumlarda Kesme Süreleri..... 35

Tablo 5. Hamlaç Ucu ile Çubuk Arası Uzaklığın 1,5 cm Olduğu Durumda, Değişik Konumlarda Kesme Süreleri..... 35

Tablo 6. Hamlaç Ucu ile Çubuk Arası Uzaklığın 2,0 cm Olduğu Durumda, Değişik Konumlarda Kesme Süreleri..... 36

Tablo 7. Hamlaç Çapı ile Kesme Süresi Değişimi..... 47

ŞEKİL LİSTESİ

SAYFA NO

Şekil 1. Ön-Karıştırmalı Alev..... 4

Şekil 2. Difüzyon Alevi..... 4

Şekil 3. Ön-Karıştırmalı Laminer Alevlerin Yapısı..... 7

Şekil 4. Hesaplanmış Adyabatik Alev Sıcaklıkları..... 9

Şekil 5. Sıcaklık Farkının Etkisi..... 12

Şekil 6. Brülör Yada Hamlaç Ucunda Yanma Hızının Bulunması..... 14

Şekil 7. Deney Düzeneği..... 22

Şekil 8. Milimetrik Hamlaç Kılavuzu..... 24

Şekil 9. Kalibrasyon Düzeneği..... 25

Şekil 10.a. Asetilen Gazının Kalibrasyon Eğrisi..... 28

Şekil 10.b. Oksijen Gazının Kalibrasyon Eğrisi..... 28

Şekil 11. Kesme Düzeneği..... 32

Şekil 12. Önerilen Döner Kesme Düzeneği..... 50

GRAFİK LİSTESİ

SAYFA NO

Grafik 1. Yanma ve Alevin Genel Sınıflandırılması..... 2

Grafik 2. Yatay Eksenden 2 mm Yukarıdaki Kesme Sürelerinin Hamlaç Ucu-Çubuk Arası Uzaklıkla Değişimi..... 37

Grafik 3. Yatay Eksendeki Kesme Sürelerinin Hamlaç Ucu-Çubuk Arası Uzaklıkla Değişimi..... 38

Grafik 4. Yatay Eksenden 2 mm Aşağıdaki Kesme Sürelerinin Hamlaç Ucu-Çubuk Arası Uzaklıkla Değişimi..... 39

Grafik 5. Yatay Eksenden 4 mm Aşağıdaki Kesme Sürelerinin Hamlaç Ucu-Çubuk Arası Uzaklıkla Değişimi..... 40

Grafik 6. Dikey Eksendeki Kesme Sürelerinin Hamlaç Ucu-Çubuk Arası Uzaklıkla Değişimi..... 41

Grafik 7. Hamlaç Ucu-Çubuk Arası Uzaklığın 0,5 cm Olduğu Durumda Yatay Eksene Uzaklıkla Kesme Süresinin Değişimi..... 42

Grafik 8. Hamlaç Ucu-Çubuk Arası Uzaklığın 1,0 cm Olduğu Durumda Yatay Eksene Uzaklıkla Kesme Süresinin Değişimi..... 43

Grafik 9. Hamlaç Ucu-Çubuk Arası Uzaklığın 1,5 cm Olduğu Durumda Yatay Eksene Uzaklıkla Kesme Süresinin Değişimi..... 44

Grafik 10. Hamlaç Ucu-Çubuk Arası Uzaklığın 2.0 cm Olduğu Durumda Yatay Eksene Uzaklıkla Kesme Süresinin Değişimi..... 45

SAYFA NO

Grafik 11. Hamlaç Ucu Değişiminin Kesme Süresine Etkisi..... 46

Grafik 12. Yakıtça Zenginlikle Kesme Süresinin Değişimi..... 48

I. GİRİŞ

Genel olarak; gaz yakıtların düşük basınçtaki alevleri denemenin kolaylığından ötürü, hava ile yakılan atmosferik basınçtaki alevleri ise çok kullanılmaları nedeniyle kimyasal bileşimleri, sıcaklıkları ve ısı iletimleri açısından yaygın olarak incelenmişlerdir. Ancak atmosferik basınçtaki yakıt-oksijen alevleri konusundaki çalışmalar çok azdır.

Bu çalışma çok daha geniş kapsamlı bir projenin ilk aşamasıdır. Genel projede amaç kaynak, lehim, oksijenle kesme, yüzey temizleme v.b. gibi alev işlemlerinde kullanılan ön karıştırmalı oksijen-gaz yakıt alevlerinin yanma hızlarını ve bu alevlerden ısı iletimini ölçmektir. Bulunan değerlerin, literatürde yer alan (1) (2), sıcaklık ve kimyasal kompozisyon verileri ile ilişkileri incelenecektir. Son olarak her alev işlemi için gaz yakıtlar birçok yönden kıyaslanacaktır.

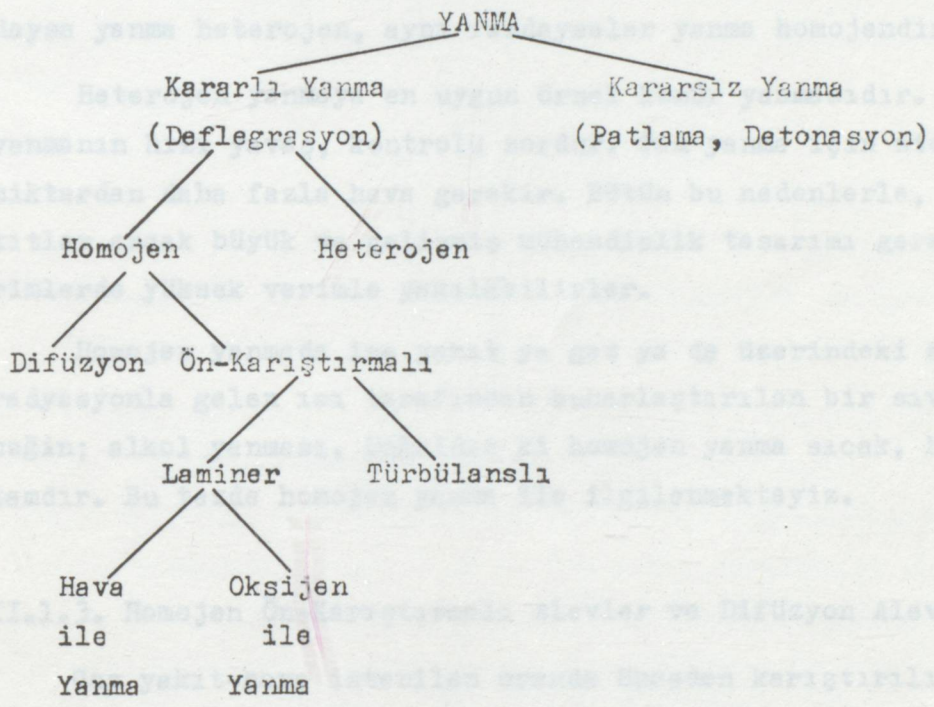
Ön karıştırmalı gaz yakıt-oksijen alevleri 3000°C dolayında olduklarından bu alevlerden göreli olarak soğuk (1500°C) metallere ısı iletimi klâsik yöntemlerle incelenememektedir. Genel projenin gerçekleştirdiğimiz bu ilk bölümünde, ısı iletimi açısından kıyaslama yapabilmek için pirinç ve cam çubukları kesmeye dayalı bir yöntemin geçerliliği araştırılmaktadır.

BÖLÜM II

YANMA VE ALEV ÜZERİNE GENEL BİLGİLER

II.1. YANMA VE ALEV

Yanma; karbon, hidrojen ve bazı diğer elementleri içeren yakıtın oksijenle hızlı yükseltgenme reaksiyonudur. Gaz fazında, ortamdaki partiküllerin çarpışması ve enerji transferi ile gerçekleşir. Yanma için en uygun oksijen kaynağı havadır. Ancak hava yerine saf oksijen de kullanılabilir (Grafik 1).



Grafik 1. Yanma ve Alevin Genel Sınıflandırılması.

II.1.1. Kararlı ve Kararsız Yanma

Kimyasal bakımından alev, dar bir reaksiyon bölgesinde meydana gelen ekzotermik bir reaksiyon olarak düşünülür. Gaz bileşimi ve sıcaklık gibi aleve ait birçok karakteristikler bölge içinde değişimler gösterir. Alev,"yanma hızı" adı verilen karakteristik bir hızla ilerler.

Alevi oluşturacak gaz karışımı tel, elektrik kıvılcımı ya da

alev ile ateşlenebilir. Gaz karışımı, patlama olmadan önce " ateşleme sıcaklığı" denilen belirli bir sıcaklığa ısıtılmalıdır. Bu sıcaklık kullanılan gazın cinsi, akış hızı v.b.. gibi birçok etkene bağlıdır.

II.1.2. Homojen ve Heterojen Yanma

Yakıt ve oksijen yanma reaksiyonu sırasında değişik fazlardaysa yanma heterojen, aynı fazdaysalar yanma homojendir.

Heterojen yanmaya en uygun örnek kömür yanmasıdır. Heterojen yanmanın hızı yavaş, kontrolü zordur. Tam yanma için stokiometrik miktardan daha fazla hava gerekir. Bütün bu nedenlerle, katı yakıtlar ancak büyük ve gelişmiş mühendislik tasarımı gerektiren birimlerde yüksek verimle yakılabilirler.

Homojen yanmada ise yakıt ya gaz ya da üzerindeki alevden radyasyonla gelen ısı tarafından buharlaştırılan bir sıvıdır. Örneğin; alkol yanması. Doğaldır ki homojen yanma sıcak, hızlı ve tamdır. Bu tezde homojen yanma ile ilgilenmekteyiz.

II.1.3. Homojen Ön-Karıştırmalı Alevler ve Difüzyon Alevleri

Gaz yakıt-hava istenilen oranda önceden karıştırılıp brülöre gönderilirse, bu alevlere "ön-karıştırmalı alevler" denir. Böyle alevler sıcaktır, sınırları bellidir, mavi renklidirler, yanma tam olur. Örnek olarak Bunsen beki ya da mutfak ocağı alevi verilebilir (Şekil 1).

Eğer gaz yakıt brülöre tek başına geliyor, yanma yakıtla çevredeki havanın karıştığı alanda oluyorsa, bunlar "difüzyon alevleri" dir. Örneğin mum ya da hava girişi kapatılmış Bunsen beki alevi (Şekil 2).

Yanmanın tam olması, alevde sarı bölge görülmemesi için kısmen de olsa bir ön karıştırma yararlıdır. Yanma için gerekli havanın fazlası ise difüzyonla gelir.

Difüzyon alevlerinin teorik tartışması ön-karıştırmalı alevlerden çok daha zordur.

Şekil 1. Ön-Karıştırmalı Alev

Şekil 2. Difüzyon Alevi

II.1.4. Laminer ve Türbülanslı Ön-Karıştırmalı Gaz Alevleri

Aleve gazın akışı laminer ya da türbülanslı olabilir ve boyutsuz Reynolds (Re) sayısı ile karakterize edilir.

$$Re = \frac{2.v.r_t}{\eta_k} \qquad (1.1)$$

Bu ifade de v gazın ortalama hızı (tüp kesitinde), r_t tüp yarıçapı ve η_k gazın kinematik viskozitesi (viskozite/yoğunluk) dir.

$Re < 2300 \Rightarrow$ Laminer akış

$Re > 3200 \Rightarrow$ Türbülanslı akış'tır. Bu sınırlayıcı değerler arasında akış, alev karakteristiğinde meydana gelen bir değişim ile bir tipten diğerine geçebilir.

Ön-karıştırmalı alev ve difüzyon alevi laminer ya da türbülanslı olabilir. Laminer alevin sınırları ve bölgeleri bellidir, soğuk ve sıcak bölgeleri kesin sınırlarla ayrılmıştır. Oldukça küçük hacimdedir. Mutfak ocaklarının alevleri laminer alevlerdir. Türbülanslı alevler daha dağınıktır. Alevin bir noktasında önemli bileşim ve sıcaklık oynamaları olur. Türbülanslı alevler daha çok kazanlarda yeğlenirler.

II.1.5. Oksijen ya da Hava ile Yanan Alevlerin Özellikleri

Yakıt; hava ya da saf oksijenle yakılabilir. Saf oksijen ile yapılan yanma sıcak, hızlı ve yoğundur. Yalnız özel alev işlemlerinde, yüksek sıcaklık eldesi amacıyla kullanılır. Konvansiyonel ısıtmada yakıt, doğal oksijen kaynağı olan havayla yakılır. Hava ile yanan alevin boyutları, aynı debide yakıtın saf oksijenle yandığı aleve göre çok daha büyüktür. Alev daha soğuk ve daha yaygındır. Aynı miktar yakıtın hava ya da saf oksijenle yanması aynı miktar ısıyı açığa çıkarır. Ancak saf oksijenle yanma sırasında ortamda azot bulunmadığından açığa çıkan yanma ısısı çok daha az sayıda

yanma ürünü arasında dağılır. Dolayısı ile de alev ufak ve çok sıcak olur.

II.2. ÖN-KARIŞTIRMALI LAMİNER ALEVLERİN YAPISI

Gazların yanması tamamıyla gaz fazında olduğundan homojen yanmadır. Alevin yapısının en iyi görüldüğü dolayısı ile de yanma mekanizmasını en iyi anlamamıza yardım eden alev; ön karıştırmalı, homojen, laminer alevdir.

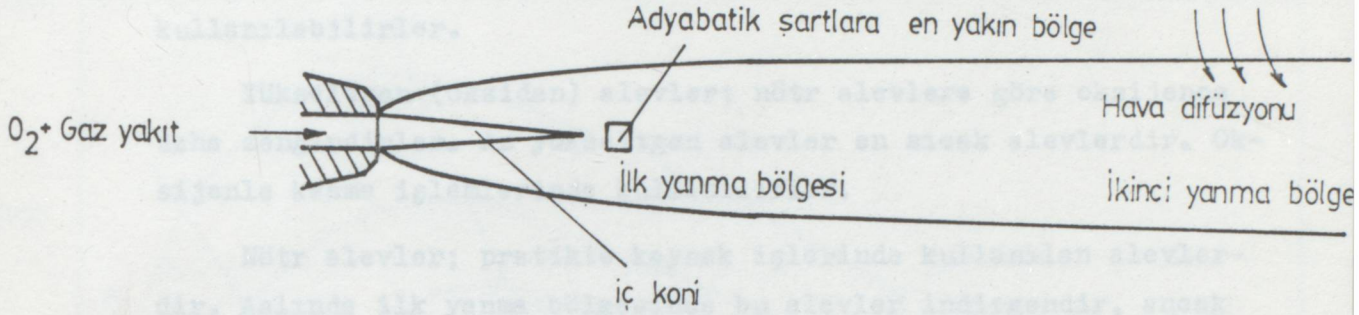
Homojen, ön-karıştırmalı laminer, gaz yakıt-O_2 alevleri üç farklı bölgeden oluşmuştur (Şekil 3):

-İç koni: Sıcaklığı 250°C'nin altında, göreli olarak soğuk ve indirgen bir bölgedir. İçinde çok ufak is partikülleri olduğundan beyaz-sarı renktedir. Bu bölgede; primer yanma bölgesinden gelen ısının etkisiyle $C_2^{\cdot}$, $C_3^{\cdot}$, $CH^{\cdot}$, $ROO^{\cdot}$ v.b. gibi kimyasal radikaller oluşur ve yanma reaksiyonu başlar.

- İlk(primer)yanma bölgesi "2": Brülörden gelen oksijen ve yakıtın yandığı, alevin en sıcak (3000°C) bölgesidir. "Alev mantosu"adı ile de bilinen bu bölge $H^{\cdot}$ ve $OH^{\cdot}$ radikallerince zengindir.

- İkinci (sekonder) yanma bölgesi "3"'nde yakıt fazlası difüzyonla aleve karışan hava oksijeni tarafından yakılır. Bu bölgede sıcaklık 2000°C dolaylarına iner ve CO_2, H_2O gibi kararlı yanma ürünleri oluşur.

Oksijenle yakılan asetilen, propan ve hidrojen gazlarının alevlerinde iç koninin ucunda sıcaklık 3000°C dolayında olduğu için adyabatik bölgede, konvansiyonel hava-yakıt alevlerinden farklı olarak yalnız CO, CO_2, H_2O, H_2 gibi kararlı bileşimler değil; $H^{\cdot}$, $O^{\cdot}$, $OH^{\cdot}$ gibi normal sıcaklıklarda kararsız olan radikaller de bulunur.



Şekil 3. Ön-Karıştırmalı Laminer Alevlerin Yapısı

II.3. ÖN-KARIŞTIRMALI, LAMİNER OKSİJENLE YANAN ALEVLERİN İNDİRGEN ve YÜKSELTGEN ÖZELLİKLERİ

Metalurjik proseslerde; iki önemli konudan biri, alevin sıcaklığı, ikincisi alevin çeşitli bölgelerindeki radikal ve moleküllerin bileşimi yani alevin yükseltgen ya da indirgen özelliğidir. Bu da ya yakıtça zenginlik (R) ya da hava fazlası (α) ile ölçülür.

$$\text{Yakıtça zenginlik} = R = \frac{\text{1 mol yakıt için stokiometrik } O_2}{\text{1 mol yakıt için kullanılan } O_2} \qquad (1.2)$$

$R > 1 \Rightarrow$ Yakıtça zengin (oksijence fakir) alev

$R = 1 \Rightarrow$ Stokiometrik alev

$R < 1 \Rightarrow$ Yakıtça fakir (oksijence zengin) alev

$$\text{Stokiometrik } O_2 \text{ oranı} = \text{Hava fazlası} = O_2 \text{ fazlası} = \alpha = \frac{1}{R} \qquad (1.3)$$

Alevler kimyasal yapı bakımından şöyle sınıflanabilir:

- İndirgen Alevler
- Yükseltgen (Oksidan) Alevler
- Nötr Alevler
- Stokiometrik Alevler

İndirgen alevler; nötr alevlerden yakıtça daha zengindirler. Çok indirgen alevler isli olduklarından kullanılamazlar. Az indirgen alevler ise metalik yüzeylerden oksitleri gidermek amacıyla kullanılabilirler.

Yükseltgen (oksidan) alevler; nötr alevlere göre oksijence daha zengindirler. Az yükseltgen alevler en sıcak alevlerdir. Oksijenle kesme işlemlerinde kullanılırlar.

Nötr alevler; pratikte kaynak işlerinde kullanılan alevlerdir. Aslında ilk yanma bölgesinde bu alevler indirgendir, ancak ikinci yanma bölgesinde havanın katkısıyla nötr olurlar. Nötr alevlerde yakıtça zenginlik asetilen için R=2,27; propan için R=1,33; metan için R=1,14 dür. Pratikte kullanılan nötr alevler en sıcak alevler değildirler. Ancak metalleri oksitlemedikleri için yükseltgen alevlere yeğlenirler.

Stokiometrik alevler'de yakıt ve oksijen stokiometrik oranlarda (1 mol C_2H_2+2,5 mol O_2; 1 mol H_2+0,5 mol O_2; 1 mol CH_4+2 mol O_2 v.b..) önceden karıştırılır. Difüzyonla gelen havanın etkisiyle çok yükseltgendirler. Ancak hava almayan işlemlerde kullanılabilirler.

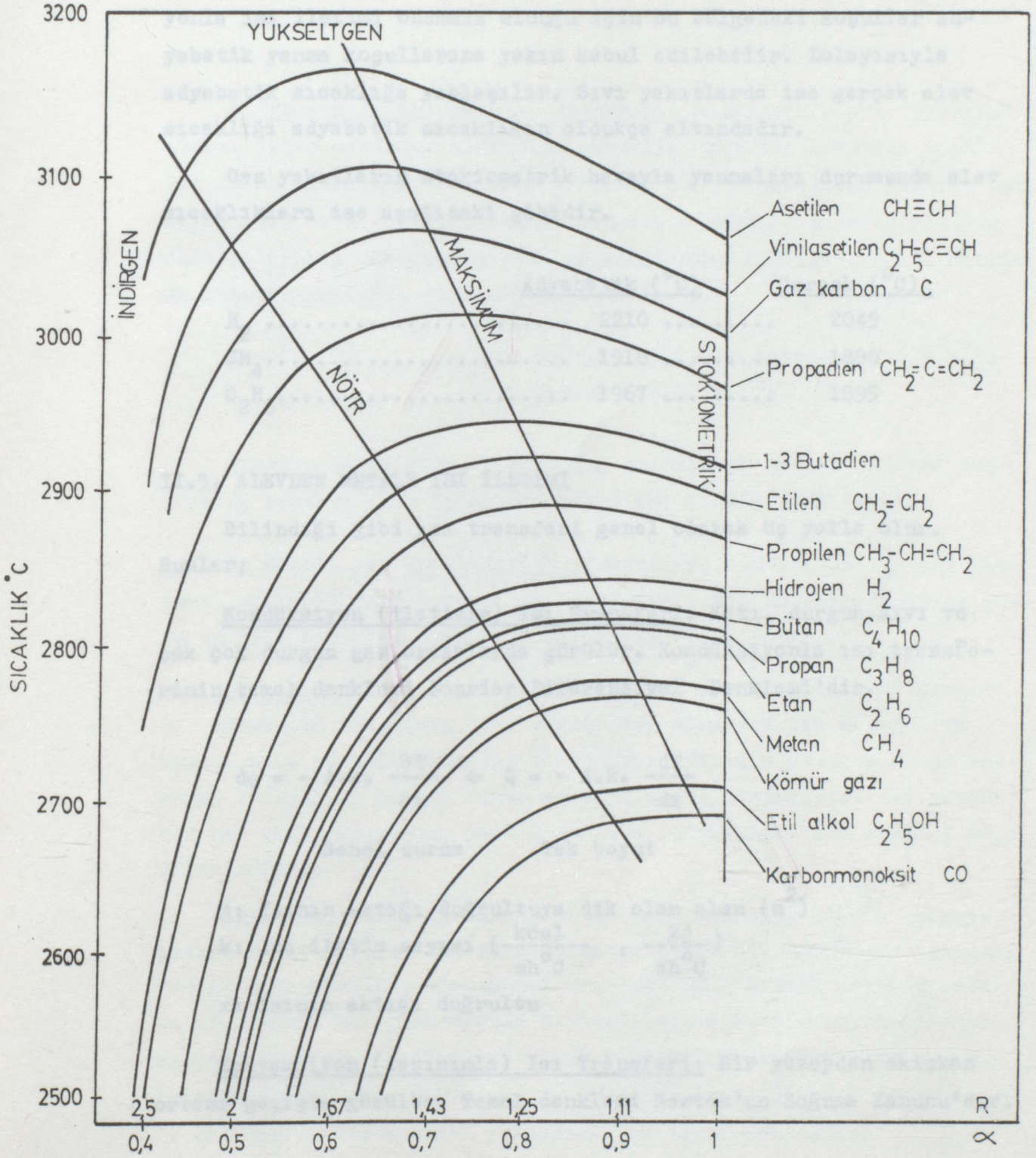
II.4. ALEVLERİN SICAKLIĞI

Alev sıcaklığı, endüstriyel uygulamalarda önemli bir etkendir. Eğer yanmadan açığa çıkan ısı tümüyle yanma ürünlerini ısıtmak için kullanılmış dışarıya hiç ısı iletimi olmamışsa ($\Delta H=0$), elde edilen sıcaklık adyabatik yanma (alev) sıcaklığıdır. Adyabatik sıcaklıkta serbest entalpiyi en düşük değerine götüren (minimize eden) ürün konsantrasyonlarına da "adyabatik konsantrasyonlar" denir.

- Adyabatik Hesapla Yapılan :

Yakıt-oksijen karışımlarının adyabatik yanması varsayımında, yanma enerjisi kısmen ürünleri ısıtmak kısmen de $\dot{H}$, $\dot{OH}$ v.b. gibi radikallere ayrıştırmak için harcanır. Şekil 4'de çeşitli O_2-ya-

kıt karışımlarının yakıtça zenginlik (R)'nin fonksiyonu olarak adyabatik sıcaklıkları verilmektedir.



Şekil 4. Hesaplanmış Adyabatik Alev Sıcaklıkları.

- Deneysel Olarak Bulunan Adyabatik Sıcaklık:

Gaz yakıtların alevlerinde, iç koninin ucunda bile radyasyonla ısı iletimi önemsiz olduğu için bu bölgedeki koşullar adyabatik yanma koşullarına yakın kabul edilebilir. Dolayısıyla adyabatik sıcaklığa yaklaşılır. Sıvı yakıtlarda ise gerçek alev sıcaklığı adyabatik sıcaklığın oldukça altındadır.

Gaz yakıtların stokiometrik havayla yanmaları durumunda alev sıcaklıkları ise aşağıdaki gibidir.

	Adyabatik (^oC)	Gerçek (^oC)
H_2	2210	2045
CH_4	1918	1880
C_2H_6	1967	1895

II.5. ALEVDEN METALE ISI İLETİMİ

Bilindiği gibi ısı transferi genel olarak üç yolla olur. Bunlar;

Kondüksiyon (iletimle) Isı Transferi: Katı, durgun sıvı ve çok çok durgun gaz ortamlarda görülür. Kondüksiyonla ısı transferinin temel denklemi Fourier Diferansiyel Denklemi'dir.

$$dq = - A.k. \frac{\partial T}{\partial x} \Rightarrow Q = - A.k. \frac{dT}{dx}$$

Genel durum Tek boyut

A: Isının aktığı doğrultuya dik olan alan (m^2)

k: Isı iletim sayısı ($\frac{kcal}{mh^oC}$, $\frac{kj}{mh^oC}$)

x: Isının aktığı doğrultu

Konveksiyon (taşınımla) Isı Transferi: Bir yüzeyden akışkan ortama geçişte görülür. Temel denklemi Newton'un Soğuma Kanunu'dur.

$$Q = \alpha \cdot A \cdot \underbrace{(T_1 - T_2)}_{\Delta T} \qquad T_1 > T_2$$

α: Yüzey film sayısı $\left(\frac{kcal}{m^2 h\,^oC}\right)$

A: Isının aktığı dik yüzey (m^2)

ΔT: Yüzeyle ortam arasındaki sıcaklık farkı

<u>Radyasyon (ışınımla) Isı Transferi</u>: Radyasyonla ısı transferi olması için; cisimler birbirini görmeli, cisimler arasında sıcaklık farkı olmalıdır. Cisimler arasında bir ortama gerek yoktur. Ama saydam gaz veya sıvı ortamlarda radyasyon vardır. Radyasyonla ısı iletimi ayrıca yüzeylerin renk ve kalitesine bağlıdır. Temel denklemi Stephan-Boltzman Kanunu'dur.

$$Q = \delta \cdot T^4$$

δ: Stephan Boltzman sabiti ($kcal/m^2 h\,^oC$)

T: Mutlak sıcaklık (^oK)

Alevden açığa çıkan enerjinin, ısıtılacak metale iletimi başlıca üç şekilde olur (çalışmamızdaki ısı iletim şekilleri).

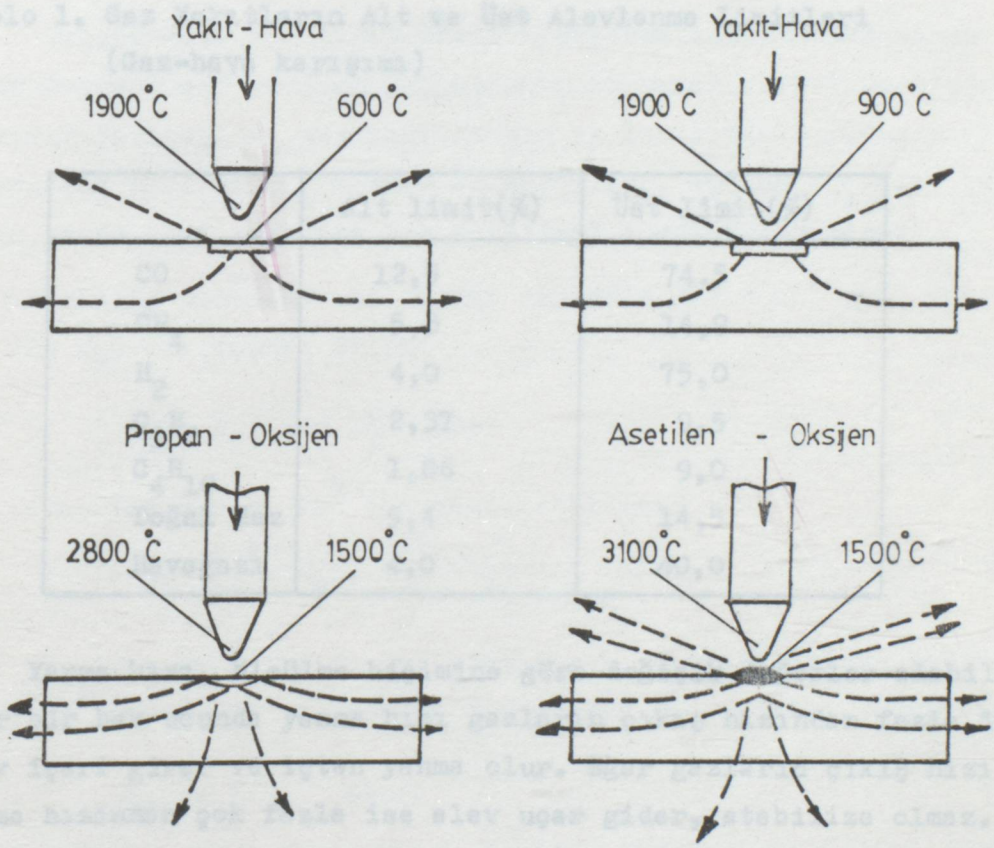
En önemli pay <u>konveksiyona</u> (taşınıma) aittir. Bu tip ısı iletimi, gazların sıcaklığının ve brülörden çıkış hızının dolayısı ile de bu hızı sınırlayan yanma hızının bir fonksiyonudur.

<u>Radyasyonla</u> ısı iletimi, eğer alevde yanmamış katı parçacıklar varsa çok önemlidir. Gaz yakıtların alevleri ise homojen ve içinde katı partikül olmayan alevlerdir. Böyle alevlerde dalga boyunun fonksiyonu olarak ışıma sürekli değil kesiklidir. İyi yanan bir gaz yakıt alevinde, 3000°C de bile radyasyonla ısı iletimi %8,5 dolayındadır.

Çalıştığımız alevlerde iç koninin ucunda alev 3000°C dolayındadır. Metal parçası ise daha soğuktur (1500°C). 3000°C'de kimyasal radikallere ayrılmış olan yanma ürünleri 1500°C'deki metal üzerinde egzotermik bir reaksiyonla birleşirler ve metale ısı iletirler. Bu şekildeki ısı iletiminden büyük ölçüde çok difüzif olan H radikalleri sorumludur. Örnek olarak ($H + H \rightleftharpoons H_2$ + ısı) dengesi sıcak alevde sol taraf, soğuk metal yüzeyinde sağ taraf lehinedir.

Alevler ancak metale ısı iletebilirlerse yararlıdırlar. Bunun için de metal yüzeyi alevden önemli derecede soğuk olmalıdır. 1500-2000°C'deki hava-yakıt alevleri metalik yüzeyleri ancak 500-1000°C dolayına kadar ısıtabilir. Isı, alevden alıcı yüzeyine geçince yüzey ısınır ve çevresine radyasyon, kondüksiyon ve konveksiyon ile ısı yayar. Zamanla alev/metal sıcaklık farkı azalır. Metal/çevre sıcaklık farkı artar ve bir dengeye ulaşılır (Şekil 5).

Ayrıca kaynak yapmak için metali eritmek de gereklidir. Bu da, 1500°C'de eriyen çelik için 3000°C'lik bir alev sıcaklığı gerektirir. Bu yüzden kaynak yalnız asetilen oksijen aleviyle yapılabilir. Daha az sıcaklık isteyen diğer işlemlerde ise çeşitli gaz yakıtlar kullanılabilir.



Şekil 5. Sıcaklık Farkının Etkisi

a. Parçaya ısı gelişi, ısı kaybından fazla. Parça ısınır.

b. Parçaya gelen ısı, giden ısıya eşit. Sistem dengededir.

c. Isı gelişi, ısı kaybına eşit.

d. Isı gelişi, ısı kaybından fazla, Parça erir.

II.6. ALEVLENME LİMİTLERİ ve HIZI

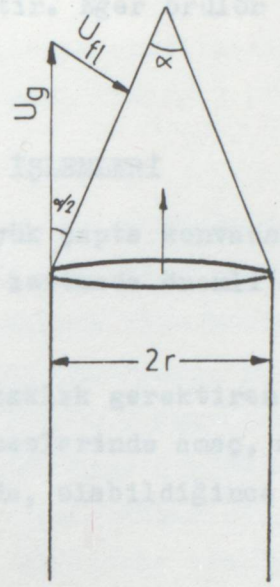
Bir gaz yakıtı kendi başına yanıcı ya da patlayıcı değildir. Yanma ya da patlamanın olabilmesi için önce yakıt gaz ile havanın patlayıcı bir karışım oluşturması, sonra da tutuşma sıcaklığına kadar çıkarılmaları gerekir.

Çeşitli yakıt gazlarının alt ve üst alevlenme limitleri, yakıtça yüzde olarak aşağıda verilmiştir. Karışım bu iki limitin arasındaysa yanma ya da patlama olur, dışındaysa olmaz.

Tablo 1. Gaz Yakıtların Alt ve Üst Alevlenme Limitleri
(Gaz-hava karışımı)

	Alt limit(%)	Üst limit(%)
CO	12,5	74,5
CH_4	5,3	14,9
H_2	4,0	75,0
C_3H_8	2,37	9,5
C_4H_{10}	1,86	9,0
Doğal Gaz	5,4	14,5
Havagazı	4,0	40,0

Yanma hızı, ölçülme biçimine göre değişik değerler alabilir. Eğer bir bek ucunda yanma hızı gazların çıkış hızından fazla ise alev içeri girer ve içten yanma olur. Eğer gazların çıkış hızı yanma hızından çok fazla ise alev uçar gider, stabilize olmaz. Eğer gazların çıkış hızı, yanma hızından biraz fazlaysa alev brülörün ucunda stabilize edilebilir (Şekil 6).



Şekil 6. Brülör Ya da Hamlaç Ucunda Yanma Hızının Bulunması (7)

Primer hava ile yanan böyle alevlerde koninin yapısında "alev cephesi" adı verilen yoğunlaşmış kimyasal reaksiyon oluşur. Borunun yarıçapı r, gaz karışımının ve karışımdaki yanma hızı U_g, alevlenme hızı da U_{fl} olarak adlandırılır. Burada U_{fl} alev yüzeyine ya da koni yüzeyine dik kesitteki alevlenme hızıdır.

Koninin ucundaki açı , yan dikmenin altındaki açı $\frac{\alpha}{2}$ ve U_g ile U_{fl} arasındaki ilişki;

$$U_{fl} = U_g \cdot \sin \frac{\alpha}{2} \text{ dir.}$$

Her iki taraf πr^2 ile genişletilirse:

$$U_{fl} = \pi r^2 \cdot U_g \cdot \frac{\sin \alpha/2}{\pi r^2} \text{ olur.}$$

Bu ifadedeki ilk terim, eşit zaman biriminde geçen gaz hacmi $\dot{V}$ ve $\pi r^2/(\sin \alpha/2)$ de koninin dış yüzeyi F'e eşittir. Böylelikle

$$U_{fl} = \dot{V}/F \quad \text{olur.}$$

Gaz hızının belirlenmesi ve koninin ölçülmesiyle yanma hızı

U_{fl} hesaplanabilir. Gerçek yanma hızı brülör kenarlarında düşük, koninin ucunda yüksektir. Eğer brülör ısıtılırsa kenarlardaki yanma hızı yükselir.

II.7. ALEV ve OKSİJEN İŞLEMLERİ

Yakıt gazları büyük çapta konvansiyonel ısıtma için kullanılırlar. Konvansiyonel ısıtmada önemli olan yüksek ısıl verim elde etmektir.

Burada yüksek sıcaklık gerektiren alev proseslerinden söz edilecektir. Alev proseslerinde amaç, alevin ucunda mümkün olduğunca küçük bir hacimde, olabildiğince büyük bir güç açığa çıkarmaktır.

Yüksek sıcaklık gerektiren yerel ısıtma prosesleri ya da alev prosesleri iki başlık altında toplanırlar:

1. Alev Prosesleri : Yalnızca alev etkisiyle yapılan işlemlerdir. Endüstriyel uygulamaları şunlardır:

- Otojen kaynak; iki metal parçasını, eriterek birleştirme tekniğidir. Büyük çapta çelik kaynağı için kullanılan bu işlem çok yüksek sıcaklık gerektirir. Bronz için 1000°C'ye ısıtmak yeterlidir.

- Lehim, heterojen bir birleştirme yöntemidir. İki metalik parça arasında erime sıcaklığı daha düşük olan başka bir metal eritilerek birleştirme yapılır. Lehimin mekanik özellikleri kaynaktan kötüdür.

-Alevle yüzeysel tavlama'da işlem bir alev yardımıyla 3 mm derinlikte bir yüzey tabakasında yapılır.

- Alevle temizleme, metallerin yüzeyindeki oksitlerin ani ısıtmanın verdiği termik şok ile temizlenmesidir. Pas hızla ısıtılınca, ortamı terkeden su buharı, demir oksitleri toz haline getirir ve döker.

- Alevle metal kaplama sırasında alevle birlikte, kaplanacak

metal , toz halinde püskürtülür.

- Bir takım metallerin eritilmesine, bu sırada metalin oksitlenmesini önlemek için, indirgen bir doğal gaz aleviyle eşlik edilebilir.

2. Oksijen Prosesleri sırasında önce metalin bir noktası erime sıcaklığının altında bir sıcaklığa kadar ısıtılır, sonra oksijen verilir. Metalin ısınmış olan noktası oksitlenir; oksitler erir ve basınçlı oksijen tarafından püskürtülürler. Oksijenle kesme eğer metalin oksidinin erime noktası, metalin erime noktasından düşükse mümkündür. Oysa birçok metal için durum böyle değildir. Metal oksidin erime noktasının; metalinkinden yüksek olduğu böyle durumlarda, oksijenle birlikte bir demir tozu püskürtülür. Demirin oksidi, metalin oksidiyle birlikte, erime sıcaklığı demirden düşük olan bir ötektik oksid karışımı oluşturur.

II.8. GAZ YAKITLARIN ALEV İŞLEMLERİ AÇISINDAN SINIFLANDIRILMASI

Gaz yakıtlar yapıları ve alevlerinin sıcaklıkları açısından dört büyük gruba ayrılırlar:

- 3200°C dolayındaki en sıcak alevi asetilen grubu verir. Bunlar içinde üçlü bağ bulunan bileşiklerdir. Asetilen dışındakiler patlayıcıdır, kullanılamaz. Asetilen, her türlü alev işlemi için uygundur. Ancak pahalıdır ve depolanması zordur. Bu gazın asetondaki çözeltisi ponza taşında depolanır.

- İkinci grup, molekülünde bir ya da iki çifte bağ olan gaz yakıtlardır. Adyabatik sıcaklıkları 2900°C dolaylarındadır. Bunları içeren teknik karışımlar petrol ürünlerinin krakinginden elde edilir ve ticari adlarla piyasaya verilirler. Kritik sıcaklıkları sıfırın üzerinde olduğu için sıvı halde depolanabilirler.

-Doymuş hidrokarbonlar ucuz ve bol bulunurlar. Metan dışında depolanmaları kolaydır. Yapılan kararlı bileşikler olduklarından alevlerinin sıcaklığı ilk iki gruba erişemez.

-İçinde C-O bağı olan bileşikler, bu bağ çok sağlam olduğu için, en soğuk alevleri verirler.

Doğal gazın en önemli bileşeni metan simetrik yapısı ile en kararlı hidrokarbondur. Bu nedenle doğal gaz-oksijen alevi göreli olarak soğuktur (2780°C). Bu alevin yapısında bol miktarda $\dot{H}$ radikali bulunduğundan, sıcaklığının ötesinde bir ısı iletimi göstermesi beklenir ve çelik kaynağı dışında bütün yüksek sıcaklık gerektiren alev proseslerinde kullanılabilir. Avantajı ucuz ve dağıtım şebekesinin olduğu her yerde kolay bulunur olmasıdır. Kritik sıcaklığı 0°C'nin çok altında olduğundan sıvılaştırılamadığı için su altındaki alev işlemlerinde de kullanılabilir.

BÖLÜM III

DENEY SONUÇLARININ İSTATİSTİK METODLARLA İNCELENMESİ

III. DENEY SONUÇLARININ İSTATİSTİK METODLARLA İNCELENMESİ

Kimyasal bir deney çok kere yinelendiğinde, deney sonuçlarının, genellikle birbirinden farklı olduğu görülür. Yapılan deneyin doğruluk derecesi, deney sonuçları istatistik metodlarla incelenerek saptanabilir.

III.1. HATALARIN SINIFLANDIRILMASI

Bütün deney ve hesaplamalarda hata olur. Genel olarak bu hatalar iki ayrı gruba ayrılırlar (9).

i) Belirli Hatalar: Büyüklüğü ve işareti bilinen hatalardır. Örneğin, normal bir termometre ile değişik sıcaklık ölçümleri yapılmış olsun. Bu değerlerdeki hatanın büyüklüğü ve işareti, standart bir referans ile saptanabilir.

ii) Belirsiz Hatalar: Büyüklüğü ve işareti bilinmeyen hatalardır. Belirsiz hataları da üç grupda incelemek mümkündür.

ii.1) Raslantısal ölçme hataları: Bu tip hatalar, belirsiz hataların önemli bir bölümünü kapsar. Rastlantısal hataları açıklamak için, bir krozenin 0.1 mg hassaslıkta olan bir terazi ile çok sayıda tartımlarının yapıldığını düşünebiliriz. Tartım işlemi çok dikkatli yapılmış olsa bile, tartım sonuçları birbirinden 0.1 mg mertebesinde farklı olurlar. Yapılan bu deney, bütün ölçmelerde bu tür hataların kaçınılmaz olduğunu göstermektedir. Bu hatalar, incelemelerdeki veya ölçmede kullanılan aletin hassaslığındaki küçük değişmelerden ileri gelmektedir.

ii.2) Sabit hataları: Rastlantısal hatalar bölümünde incelenen örnekde, tartımlar 1 mg hassasiyetinde yapıldığında birbirine eşit olabilir. Bu durumda da ölçmelerde hata olmadığını söyleyemeyiz. Bu hatalar, genellikle kullanılan aletden kaynaklanırlar. Terazi kollarının uzunluklarının eşit olmaması veya kullanılan metal ağırlıkların kalibrasyonundaki küçük farklılıklar bu hataya neden

olurlar. Bu tür hataların, aynı metal ağırlıklar kullanılarak aynı terazide tekrarlanan tartımlarla farkına varılamaz. Sabit hataların varlığı, ancak farklı aletler ve metodlarla ölçme yaparak görülebilir.

ii.3) Yöntem hataları: Yöntem hataları, deney sonuçlarının hesaplanmasında kullanılan denklemlerin dayandığı teorilerde yapılan yaklaşımlar veya varsayımlardan kaynaklanır. Bu tür hatalar belirsizdirler ve ancak uzun araştırmalardan sonra büyüklükleri hakkında bir fikir edinilebilir.

III.2. ÖRNEK ve POPÜLASYON

Örnek ve popülasyon (yığın) arasındaki ilişkilerin incelenmesi, istatistik teorisinin ve pratiğinin en önemli problemlerinden biridir.

Popülasyon, bizi ilgilendiren bütün ölçmelerin bir topluluğudur. Örneğin, bir torbaya konmuş numaralı fişlerin tümü bir popülasyondur.

Örnek ise, popülasyon içinden alınmış bir elemanlar grubudur. Örnek almaktan amaç popülasyon hakkında bilgi edinmektir.

Popülasyonu tam olarak temsil edebilecek bir örnek almak için rastlantısal bir şekilde örnek alarak işi şansa bırakmak gerekir. Bu şekilde, bütün elemanların numuneye girme şansları eşit kılınmış olur. Bu da elemanların karıştırılmasıyla sağlanır. Genellikle, rastlantısal bir şekilde alınan numune, temsil ettiği popülasyona benzer. Bu benzerlik, popülasyon özelliklerine, örnek hacmine ve şansa bağlıdır.

III.3. ORTALAMA

Bir deney, birçok kere tekrarlandığında, elde edilen sonuçlar, yukarıda açıklanan hatalardan dolayı farklıdır. Fakat, bu farklı değerlerin etrafında toplanma eğilimi gösterdikleri özel bir değer mevcuttur. Bu esas değere "ortalama" denir. Ortalamalar, bir sayı takımının merkezinin nerede bulunduğunu gösteren objektif ve basit araçlardır.

Bir deney n defa tekrarlanmış ve deney sonuçları X_1, X_2, X_3, ...,X_n değerleriyle verilmiş ise, bu değerlerin aritmetik ortalaması $\bar{X}$,

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + \ldots\ldots + X_n}{n} \qquad (1.4)$$

eşitliği ile tanımlanır. İstatistikte işlemler, çok büyük sayıda değerlerle yapıldığından, kısaltılmış işaretlerin kullanılması daha faydalı olmaktadır. Buna göre, aritmetik ortalama;

$$\bar{X} = \frac{\sum^{n} X}{n}$$

şeklinde gösterilir.

Yapılan deney sayısı sonsuz olduğunda bu sonsuz elemanlı grup, popülasyon olarak tanımlanır. Böyle bir popülasyon için ortalama;

$$\bar{\bar{X}} = \lim_{n \to \infty} \frac{\sum^{n} X}{n} \qquad (1.5)$$

eşitliği ile tanımlanır.

X değerlerindeki değişimlerin nedeni, küçük rastlantısal ve bağımsız hatalar ise, popülasyon ortalaması $\bar{\bar{X}}$, bulunması istenen X'in en iyi ve en büyük olasılıkla doğru olan değeridir. X değerlerindeki değişimler, metod hatalarından ileri geliyorsa, popülasyon ortalaması $\bar{\bar{X}}$, X'in gerçek değerinden çok farklı olabilir. Bu durumda deneysel sonuçların dağılımı normal bir dağılım değildir.

III.4. DEĞİŞİM ÖLÇÜLERİ

İstatistikte deney sonucunda bulunan X değerlerinin merkezsel X değerine göre değişimi (dağılımı) genellikle "varyans" ve "standart sapma" ölçüleriyle gösterilir. Bu ölçüler, bir deneysel ölçme sırasında meydana gelebilecek rastlantısal hataların tahmininde kullanılırlar. n elemanlı bir örnek için varyans, bu değerlerin sapmalarının karelerinin ortalamasıdır. Bu tanımda, ortalamadan pozitif ve negatif sapmaların ikisi de gözönüne alınmıştır.

$$\text{Numune Varyansı} = \bar{\sigma}^2 = \frac{\sum^{n}(X-\bar{X})^2}{n}$$

$$\bar{\sigma}^2 = \frac{\sum^{n} X^2-(\sum^{n}X)^2/n}{n} \qquad (1.6)$$

Güvenilir hesaplamaların gerektiği durumlarda, (1.6) eşitliğinin son şeklinin kullanılması daha uygundur.

Varyansın kare kökünün alınmasıyla elde edilen ölçüye "standart sapma" denir.

Numunenin Standart Sapması $= \bar{\sigma} = \sqrt{\bar{\sigma}^2}$ (1.7) eşitliği ile gösterilir.

Yapılan deney sayısı arttıkça, varyans değeri daha güvenilir olur ve yapılan deneyin doğruluk derecesi çok sayıdaki deneysel veriler üzerinden hesaplanan varyans değeriyle gösterilir. Elde edilen deneysel bulguların sayısı sonsuz olduğu zaman, bu sonsuz elemanlı grup popülasyon olduğundan;

$$\text{Popülasyon Varyansı} = \sigma^2 = \lim_{n\to\infty} \frac{\sum^{n}(X-\bar{\bar{X}})^2}{n} \qquad (1.8)$$

dir. Popülasyon standart sapması ise, varyansının kare köküdür ve,

$$\text{Popülasyon Standart Sapması} = \sigma = \sqrt{\sigma^2} \qquad (1.9)$$

ile gösterilir.

BÖLÜM IV

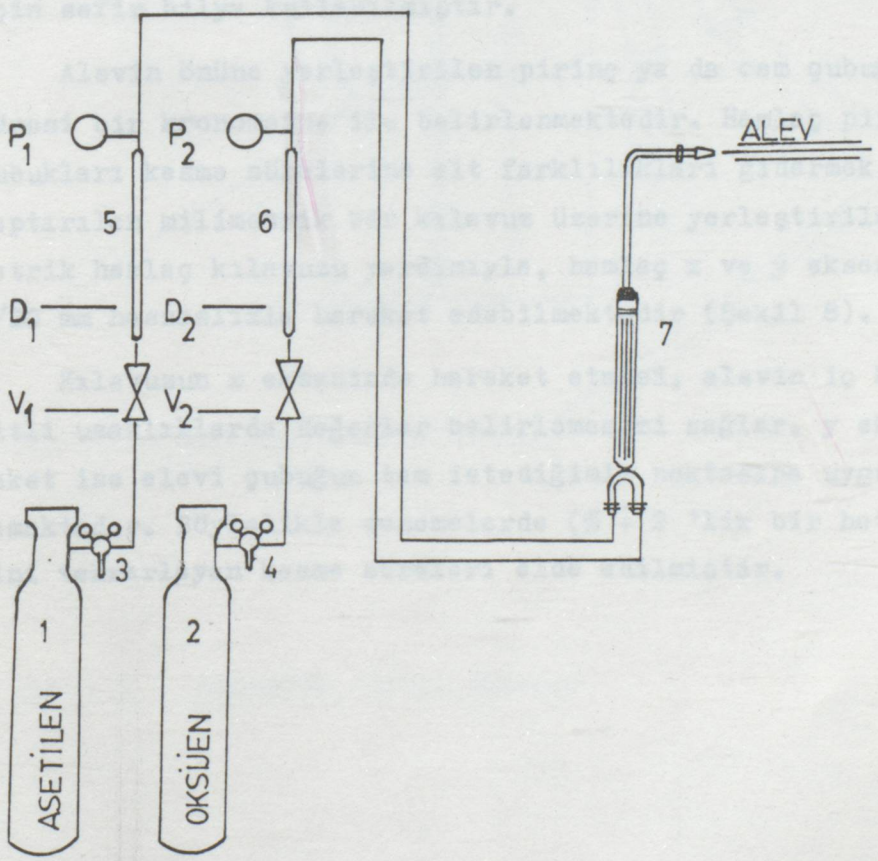
YÖNTEM VE DENEYSEL ÇALIŞMALAR

IV. YÖNTEM ve DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Gaz yakıt-oksijen alevleri çok sıcak olduğundan bu tür alevlerden metallere ısı iletimini kıyaslamak için, asetilen-oksijen alevlerinin metal ve cam çubuğu kesme sürelerinin ölçülmesi düşünülmüş ve bu yöntemin geçerliliğini incelemek için yapılan deneysel çalışmalar anlatılmıştır.

IV.1. DENEY DÜZENEĞİ

Deneylerde O_2-C_2H_2 gaz karışımı kullanılmıştır. Asetilen çeşitli oranlarda oksijen ile karıştırılarak hamlaçta yakılmıştır. Alevden metale relatif ısı transferi, alevlerin metal ve cam çubuğu kesme hızı ile ölçülmeye çalışılmıştır. Kullanılan pirinç çubuğun kalınlığı 0.6010 mm, cam çubuğun kalınlığı ise 0.42 mm'dir. Kesme işlemleri sırasında gazların debilerinin belirlenmesi amacıyla debimetrelerde anlatılan kalibrasyon işlemleri yapılmıştır.



Şekil 7. Deney Düzeneği

Deney düzeneğinde yer alan aletler:

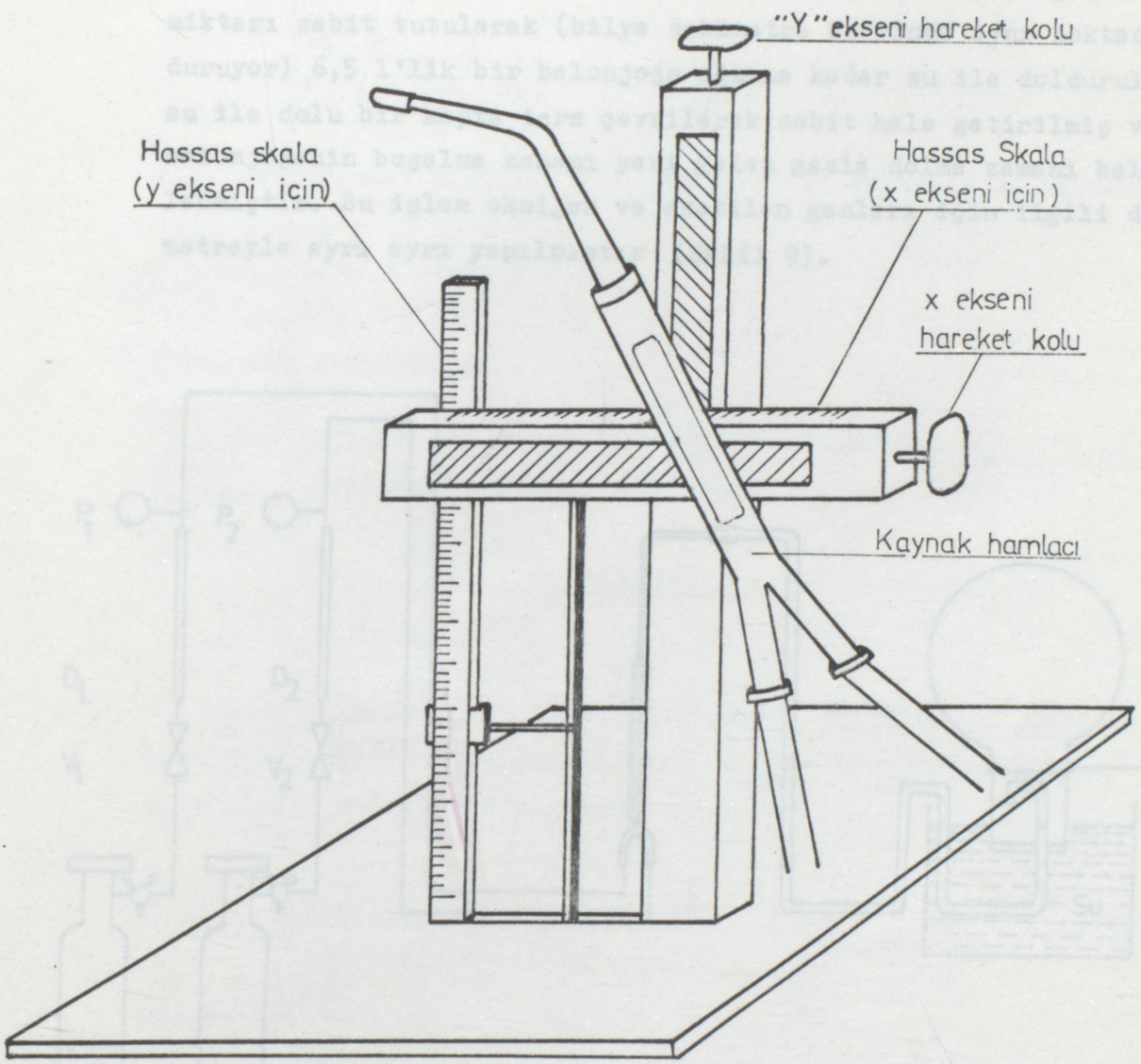
1. Asetilen tüpü
2. Oksijen tüpü
3. Asetilen regülatörü
4. Oksijen regülatörü
5.6. Debimetreler (igne vanalı, bilyalı)
7. Hamlaç

V_1, V_2: Vanalar
P_1, P_2: Manometreler
D_1, D_2: Bilyeli debimetreler

Şekil 7'de görüldüğü gibi tüplerden çıkan gazların debisi bir debimetre ile basıncı da bir manometre ile ölçülmekte daha sonra oksijen ve asetilen bir hamlacın ucunda yakılmaktadır. Debimetrelerin kalibrasyonunda; oksijen için tantal bilya, asetilen için safir bilya kullanılmıştır.

Alevin önüne yerleştirilen pirinç ya da cam çubuğun kesilme süresi bir kronometre ile belirlenmektedir. Hamlaç pirinç ve cam çubukları kesme sürelerine ait farklılıkları gidermek amacıyla yaptırılan milimetrik bir kılavuz üzerine yerleştirilmiştir. Milimetrik hamlaç kılavuzu yardımıyla, hamlaç x ve y ekseni boyunca 1/20 mm hassaslıkla hareket edebilmektedir (Şekil 8).

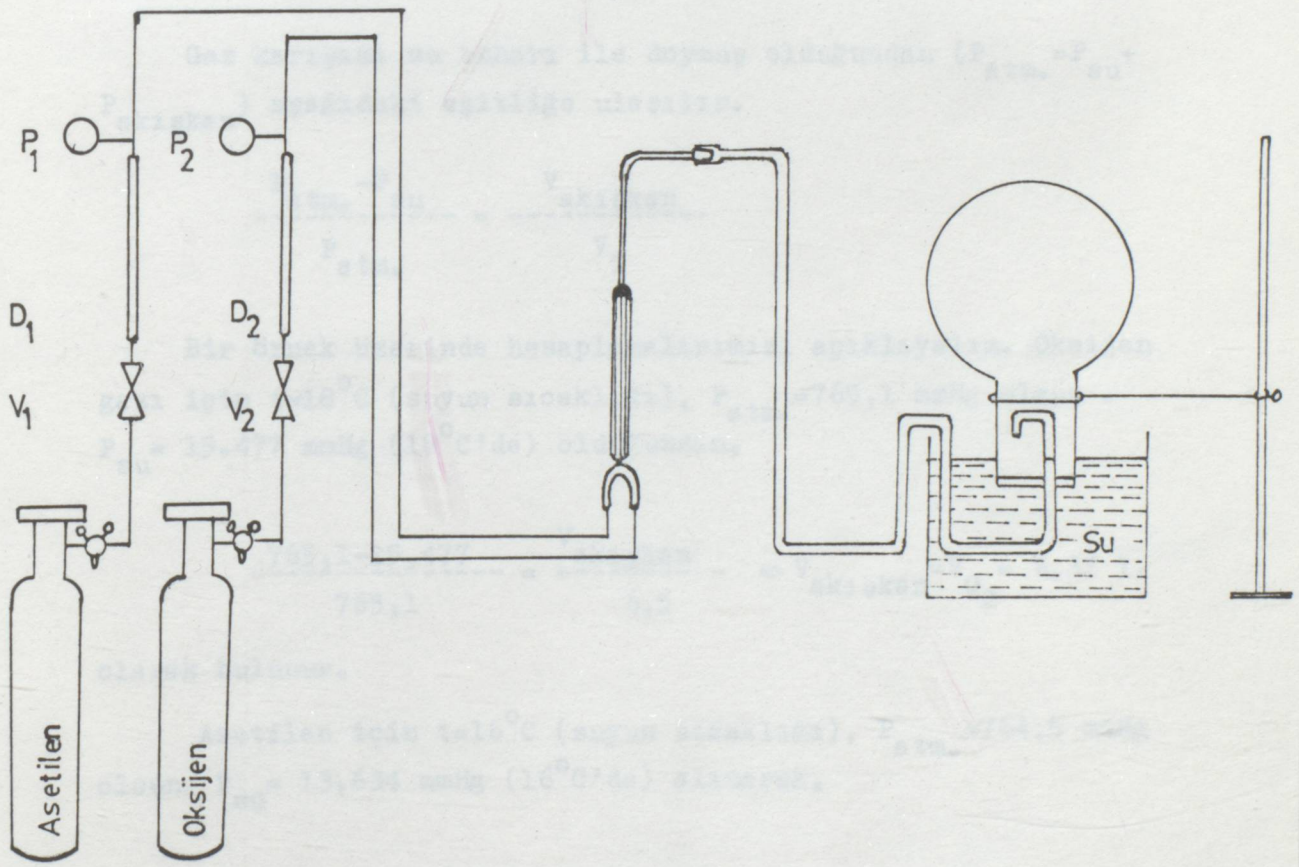
Kılavuzun x ekseninde hareket etmesi, alevin iç konisinden çeşitli uzaklıklarda değerler belirlememizi sağlar. y eksenindeki hareket ise alevi çubuğun tam istediğimiz noktasına uygulamamıza yaramaktadır. Böylelikle denemelerde (% $\mp$ 2 'lik bir hata ile) birbirini tekrarlayan kesme süreleri elde edilmiştir.



Şekil 8. Milimetrik Hamlaç Kılavuzu

IV.2. KALİBRASYON ÇALIŞMALARI

Çalışmada, satın alınan debimetreler kullanılarak geçen gaz miktarı sabit tutularak (bilya debimetre üzerinde aynı noktada duruyor) 6,5 l'lik bir balonjoje ağzına kadar su ile doldurularak, su ile dolu bir kapta ters çevrilerek sabit hale getirilmiş ve balonjojenin boşalma zamanı yani gelen gazla dolma zamanı belirlenmiştir. Bu işlem oksijen ve asetilen gazları için ilgili debimetreyle ayrı ayrı yapılmıştır (Şekil 9).



Şekil 9. Kalibrasyon Düzeneği

Kalibrasyon çalışmasında hesaplamalar şöyle yapılmıştır.

İdeal gaz denkleminden;

$$\frac{P_i \cdot V_T}{P_T \cdot V_T} = \frac{n_i \cdot R \cdot T}{n_T \cdot R \cdot T} \Rightarrow \frac{P_i}{P_T} = \frac{n_i}{n_T}$$

elde edilir. Mol sayıları (n), hacimle (V) orantılı olduğundan,

$$\frac{P_i}{P_T} = \frac{n_i}{n_T} = \frac{V_i}{V_T}$$

bağıntısı yazılabilir.

Gaz karışımı su buharı ile doymuş olduğundan ($P_{atm.} = P_{su} + P_{akışkan}$) aşağıdaki eşitliğe ulaşılır.

$$\frac{P_{atm.} - P_{su}}{P_{atm.}} = \frac{V_{akışkan}}{V_T}$$

Bir örnek üzerinde hesaplamalarımızı açıklayalım. Oksijen gazı için t=18°C (suyun sıcaklığı), $P_{atm.}$=765,1 mmHg olsun. P_{su}= 15.477 mmHg (18°C'de) olduğundan,

$$\frac{765,1-15,477}{765,1} = \frac{V_{akışkan}}{6,5} \Rightarrow V_{akışkan} = V_{O_2} = 6,37 \text{ l.}$$

olarak bulunur.

Asetilen için t=16°C (suyun sıcaklığı), $P_{atm.}$=764,5 mmHg olsun. P_{su}= 13,634 mmHg (16°C'de) alınarak,

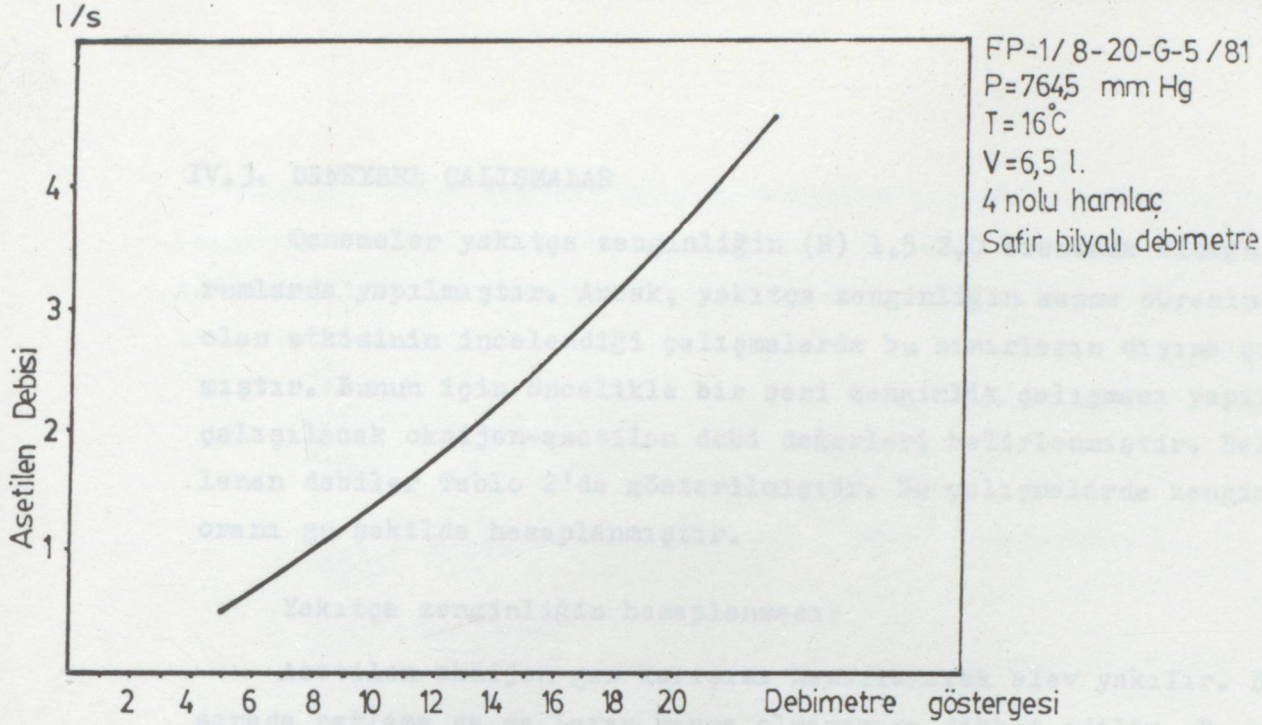
$$V_{akışkan} = V_{C_2H_2} = 6,38 \text{ l.}$$

bulunur.

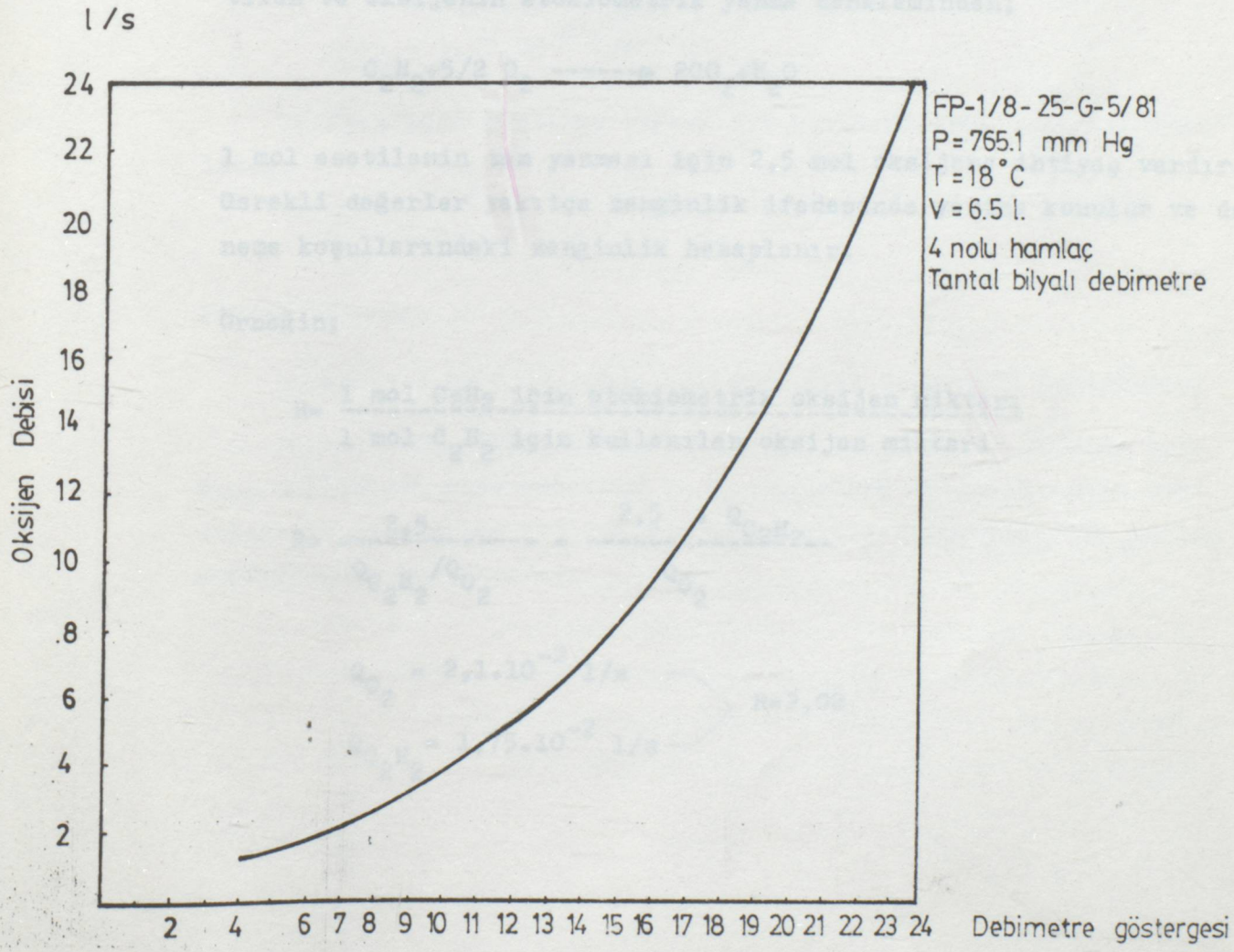
Kalibrasyon çalışması, denemenin hassaslığının arttırılması için 2 l. ve 6,5 l.'lik balonjojelerle yapılmıştır. Çalışmada,

6,5 l'lik balonjoje ile yapılan kalibrasyondaki hatanın 2 l' lik balonjoje ile yapılan kalibrasyon çalışmasına oranla daha az olacağı düşünülerek 6,5 l'lik balonjoje ile yapılan kalibrasyon çalışması sonuçları kullanılmıştır.

Oksijen ve asetilen gazlarına ait kalibrasyon eğrileri Şekil 10'da verilmektedir.



Şekil 10.a. Asetilen Gazının Kalibrasyon Eğrisi



Şekil 10.b. Oksijen Gazının Kalibrasyon Eğrisi

IV.3. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Denemeler yakıtça zenginliğin (R) 1,5-2,0 arasında olduğu durumlarda yapılmıştır. Ancak, yakıtça zenginliğin kesme süresine olan etkisinin incelendiği çalışmalarda bu sınırların dışına çıkılmıştır. Bunun için öncelikle bir seri zenginlik çalışması yapılarak çalışılacak oksijen-asetilen debi değerleri belirlenmiştir. Belirlenen debiler Tablo 2'de gösterilmiştir. Bu çalışmalarda zenginlik oranı şu şekilde hesaplanmıştır.

Yakıtça zenginliğin hesaplanması:

Asetilen-oksijen gaz karışımı hazırlanarak alev yakılır. Bu sırada patlama ya da içten yanma olmamasına dikkat edilir. Bu gazların debileri yani kullanılan miktarları, debimetre değerleri yardımıyla o gaza ait kalibrasyon eğrisinden bulunur. Boru içindeki basınç atmosfer basıncından farklı değilse yani gazlara ait manometrelerde hareket yoksa (1.2) eşitliği doğrudan kullanılır. Asetilen ve oksijenin stokiometrik yanma denkleminden;

$$C_2H_2 + 5/2\ O_2 \longrightarrow 2CO_2 + H_2O$$

1 mol asetilenin tam yanması için 2,5 mol oksijene ihtiyaç vardır. Gerekli değerler yakıtça zenginlik ifadesinde yerine konulur ve deneme koşullarındaki zenginlik hesaplanır.

Örneğin;

$$R = \frac{\text{1 mol } C_2H_2 \text{ için stokiometrik oksijen miktarı}}{\text{1 mol } C_2H_2 \text{ için kullanılan oksijen miktarı}}$$

$$R = \frac{2,5}{Q_{C_2H_2}/Q_{O_2}} = \frac{2,5 \cdot Q_{C_2H_2}}{Q_{O_2}}$$

$$\left.\begin{array}{l} Q_{O_2} = 2,1.10^{-2}\ l/s \\ Q_{C_2H_2} = 1,75.10^{-2}\ l/s \end{array}\right\} R = 2,08$$

Ancak, boru içindeki basınç, atmosfer basıncından farklı ise (manometrelerde belli bir değer okunuyor), (1.2) eşitliğine geçmeden debilerde düzeltme yapılması gerekir ve gerçek gaz debisi şöyle hesaplanır:

$$\frac{Q_{C_2H_2}}{Q_{Kal.}} = \sqrt{\frac{P}{P_{kal.}}}$$

$Q_{kal.} = Q_{kalibrasyon}$

$P_{kal.} = P_{kalibrasyon}$

$P_{gös.} = P_{gösterge}$

$P_{kal.} = 1$ atm.

$P = P_{atm.} + P_{gös.}$

$P_{atm.} = 758$ mmHg (Deney şartlarındaki atmosfer basıncı)

$P_{gös.} = 0.03$ atm. (C_2H_2 için)

$$P = \frac{758}{760} + 0.03$$

$P = 1.0274$ atm. $\Rightarrow \sqrt{P} = 1,01$ atm.

$$Q_{C_2H_2} = Q_{kal.} \times \sqrt{P}$$

$$= 1,75.10^{-2} . 1,01$$

$$Q_{C_2H_2} = 1,77.10^{-2} \text{ l/s}$$

Oksijen için gösterge değeri 0,2 alınarak aynı işlemler yapılırsa;

$$Q_{O_2} = 2,3.10^{-2} \text{ l/s}$$

olarak bulunur.

Buradan, daha önce ifade edildiği gibi zenginlik hesaplanır.

Denemelerde, debimetredeki bilyanın belirli bir değerde durması sağlanarak alev yakılmış ve bu değerlere karşılık gelen debi değerleri de yapılan kalibrasyon çalışmaları sonucunda elde edilen grafiklerden bulunmuştur.

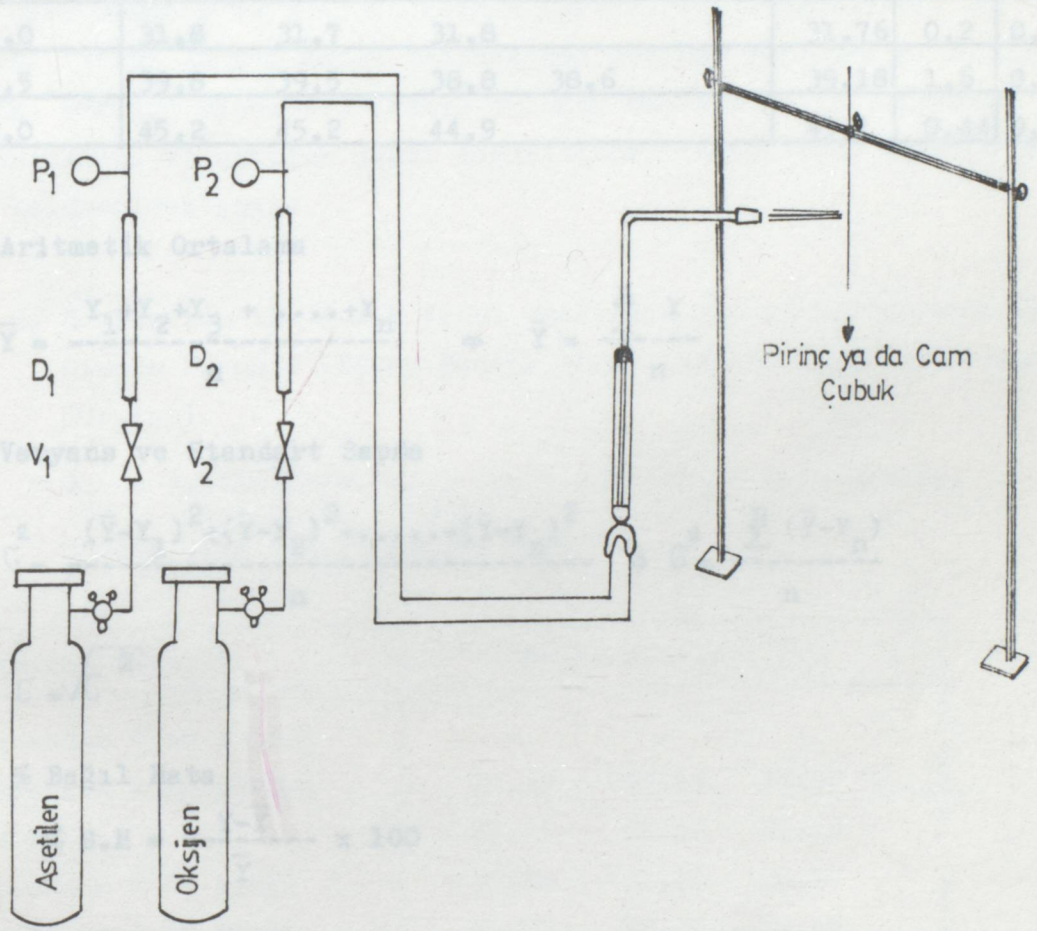
Tablo 2. Belirlenen Debi Değerleri

Q_{O_2} x10^2(l/s)	$Q_{C_2H_2}$ x10^2(l/s)	Zenginlik(R)	Hava Fazlası ( )
2.1	1.73	1.90	0.53
2.1	1.75	1.92	0.52
2.2	1.70	1.77	0.56
2.2	1.73	1.83	0.55
2.2	1.75	2.04	0.49
2.2	1.80	1.92	0.52
2.4	1.75	1.71	0.58
2.4	1.80	1.76	0.57
2.8	2.20	1.81	0.55
2.8	2.25	1.85	0.54
3.0	2.10	1.62	0.62
3.0	2.20	1.70	0.59
3.0	2.25	1.70	0.59
3.3	2.25	1.74	0.57
3.4	2.30	1.53	0.65

IV.4. DENEYLERİN KENDİNİ TEKRARLAMA ÖZELLİĞİNİN İNCELENMESİ

Denemelerin doğru olmaları elde edilen kesme sürelerinin güvenilir olması ve hassasiyetlerinin arttırılması amacıyla önce oksijen ve asetilen debisi sabit tutularak aynı kalınlıktaki pirinç çubuk üzerinde kesme çalışmaları yapılmıştır. Bunun için basit bir düzeneğe yerleştirilen pirinç çubuk birçok kez kesilmiş ve elde edilen kesme süreleri karşılaştırılmıştır (Şekil 11). Kesme sürelerindeki tutarsızlıkların giderilmesi ya da en aza indirilmesi amacıyla düzenekte bazı değişiklikler yapılmıştır. Belli bir debide ve zenginlikte yakılan alev, pirinç çubuğu kesme düzeneğine yerleştirilmeden önce kararlı hale getirilmekte ve bu nedenle meydana gelebilecek hata önlenmektedir. Ayrıca seçilen pirinç çubuğun hep aynı kalınlıkta olması sağlanmış ve kesme işle-

minden sonra pirinç çubuk doğal olarak soğumaya bırakılmıştır. Oksitlenmeden dolayı ortaya çıkabilecek etkiyi yok edebilmek için de 1,0-1,5 cm aralıklarla kesme yapılmıştır.



Şekil 11. Kesme Düzeneği

Aynı çubukla, aynı alevle ve alevin aynı yerini uygulayarak kesme süreleri ölçülmüştür. Bu koşullarda bulunan sonuçların ∓ % 2'lik bağıl hata ve standart sapmanın da 1,5 olabileceği ortaya çıkmıştır.

- Hata Hesaplamaları: (Grafik 3.a.'dan)

Uzaklık(X)	Süre (s) (Y)					$\bar{Y}$	%B.H	σ
0,5		25,2	24,8	23,6	23,2	24,0	4	1,01
1,0	31,8	31,7	31,8			31,76	0,2	0,05
1,5	39,8	39,5	38,8	38,6		39,18	1,6	0,5
2,0	45,2	45,2	44,9			45,1	0,44	0,14

Aritmetik Ortalama

$$\bar{Y} = \frac{Y_1+Y_2+Y_3+\ldots+Y_n}{n} \Rightarrow \bar{Y} = \frac{\sum^{n} Y}{n}$$

Varyans ve Standart Sapma

$$\sigma^2 = \frac{(\bar{Y}-Y_1)^2+(\bar{Y}-Y_2)^2+\ldots+(\bar{Y}-Y_n)^2}{n} \Rightarrow \sigma^2 = \frac{\sum^{n}(\bar{Y}-Y_n)}{n}$$

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2}$$

% Bağıl Hata

$$\% \text{ B.H} = \frac{Y-\bar{Y}}{\bar{Y}} \times 100$$

IV.5. EKSENLERDE HAREKETİN KESME SÜRESİNE ETKİSİ

Yaptırılan milimetrik hamlaç kılavuzu (Şekil 8'deki), x ve y eksenlerinde hareket ettirilerek kesme sürelerindeki değişim gözlenmeye çalışılmıştır. Hamlaç kılavuzu dikey pozisyonda hareket ettirilerek çubuk ile hamlaç ucu mesafe 0,5 cm, 1.0 cm, 1,5 cm, 2 cm iken ölçümler alınmıştır. Ayrıca bütün bu ölçümler; hamlaç kılavuzu yatay pozisyonda ve çubuk merkezinde, çubuk merkezinin 2 mm ve 4 mm yukarısına, çubuk merkezinden 2 mm ve 4 mm aşağısına getirilerek kesme süreleri ölçülmüştür. Bu denemelerde de yine deney sonuçlarının birbirini tekrarlama oranı belirlenmeye çalışılmıştır.

Bu çalışmalara örnek olarak aşağıda Tablo 3,4,5,ve 6'da Q_{O_2} = ($2,1x10^{-2}$ l/s) ve $Q_{C_2H_2}$ = ($1,75x10^{-2}$ l/s) debi değerleri için elde edilen kesme süreleri verilmiştir.

Milimetrik hamlaç kılavuzu, önce çubuğun eksenine göre ayarlanmakta daha sonra x ve y eksenlerinde hareket ettirilmektedir. Bu ayarlama işlemi de her kesme denemesinde yeniden yapılmaktadır. Böylelikle, çubuğun oynaması, alevin çubuğun tam istenilen noktasına uygulanamaması ve çubuğun şekil değişiminden doğabilecek hatalar ortadan kaldırılmaktadır.

Tablo 3. Hamlaç Ucu ile Çubuk Arası Uzaklığın 0,5 cm (Yatay Eksenden) Olduğu Durumda (Dikey Eksene Göre) Değişik Konumlarda Kesme Süreleri

Q_{O_2} = $2,1x10^{-2}$ l/s, $Q_{C_2H_2}$ = $1,75.10^{-2}$ l/s, 4 Nolu Hamlaç, Hamlaç Çapı = 1,95 mm, R= 1,92

Hamlacın Konumu	Kesme Süreleri (s)		
Eksenden 4 mm yukarı	-	-	-
Eksenden 2 mm yukarı	27.48	27.24	27.00
Eksende	25.24	25.42	25.12
Eksenden 2 mm aşağı	30.48	31.36	30.12
Eksenden 4 mm aşağı	49.00	50.36	50.48

Tablo 4. Hamlaç Ucu ile Çubuk Arası Uzaklığı 1.0 cm (Yatay Eksenden) Olduğu Durumda (Dikey Eksene Göre) Değişik Konumlarda Kesme Süreleri

$Q_{O_2} = 2,1.10^{-2}$ l/s, $Q_{C_2H_2} = 1,75.10^{-2}$ l/s, 4 Nolu Hamlaç, Hamlaç Çapı = 1,95 mm, R = 1,92

Hamlacın Konumu	Kesme Süreleri (s)		
Eksenden 4 mm yukarı	-	-	-
Eksenden 2 mm yukarı	37,36	37,24	37,00
Eksende	35,12	35,12	35,12
Eksenden 2 mm aşağı	40,48	40,12	40,36
Eksenden 4 mm aşağı	70,12	70,48	70,12

Tablo 5. Hamlaç Ucu ile Çubuk Arası Uzaklığın 1,5 cm (Yatay Eksenden) Olduğu Durumda (Dikey Eksene Göre) Değişik Konumlarda Kesme Süreleri

$Q_{O_2} = 2,1.10^{-2}$ l/s, $Q_{C_2H_2} = 1,75.10^{-2}$ l/s , 4 Nolu Hamlaç, Hamlaç Çapı= 1,95 mm, R=1,92

Hamlacın Konumu	Kesme Süreleri (s)		
Eksenden 4 mm yukarı	-	-	-
Eksenden 2 mm yukarı	47,00	49,00	49,00
Eksende	38,54	39,36	39,36
Eksenden 2 mm aşağı	41,48	41,36	41,42
Eksenden 4 mm aşağı	48,24	48,00	48,00

Tablo 6. Hamlaç Ucu ile Çubuk Arası Uzaklığın 2.0 cm (Yatay Eksenden) Olduğu Durumda (Dikey Eksene Göre) Değişik Konumlarda Kesme Süreleri

$Q_{O_2} = 2,1.10^{-2}$ l/s, $Q_{C_2H_2} = 1,75.10^{-2}$ l/s, 4 Nolu Hamlaç, Hamlaç Çapı = 1,95 mm , R = 1,92

Hamlacın Konumu	Kesme Süreleri (s)		
Eksenden 4 mm yukarı	-	-	-
Eksenden 2 mm yukarı	46,36	48,00	48,48
Eksende	43,24	43,36	44,00
Eksenden 2 mm aşağı	43,36	43,24	43,00
Eksenden 4 mm aşağı	49,36	49,24	49,24

Bu denemelerden çıkarılan sonuçlar şunlardır:

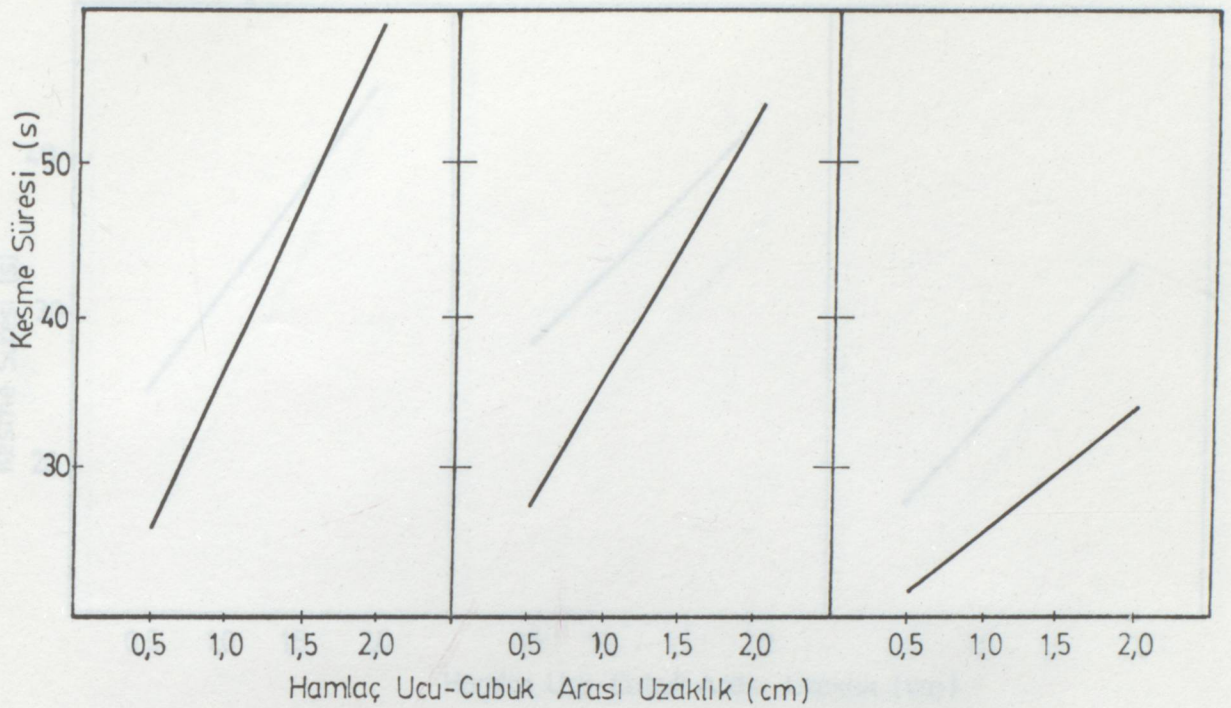
- Eksenden 4 mm yukarıda kesme işlemi yapılamamaktadır.
- Eksenden uzaklaşıldıkça (gerek x , gerekse y yönünde) kesme süreleri uzamaktadır.
- Alev, çubuğa yatay hareket ettirildiği zaman kesme sürelerinin değişimi Grafik 2,3,4 ve 5'de görülmektedir.

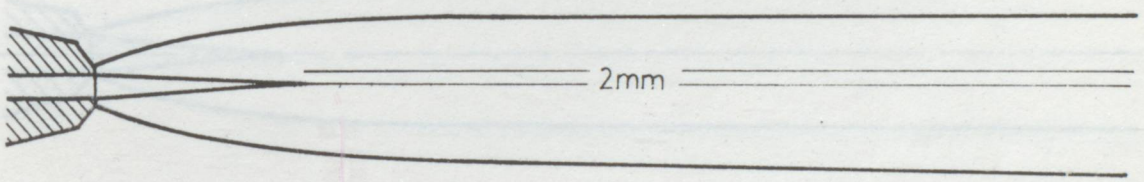
Bu grafiklerden de anlaşılacağı üzere en iyi kesme; çubuk, alevin ekseni üzerindeyken olmaktadır. Eksenden kaymalar önemli hatalara neden olmaktadır.

- Alevin; çubuk ekseni üzerinde, hamlaç ucuna çeşitli uzaklıklarda olduğu durumlarda yapılan kesme denemelerinden en hızlı kesmenin çubuğun alevin iç konisinin ucunda olduğu durumda meydana geldiği bulunmuştur (Grafik 6).

Deneme çeşitli zenginlik ve debideki alevle tekrarlanmıştır.

Grafik 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10'dan görüldüğü gibi eksen üzerindeki hareketlerin neden olduğu hata yine de yatay hareketle-



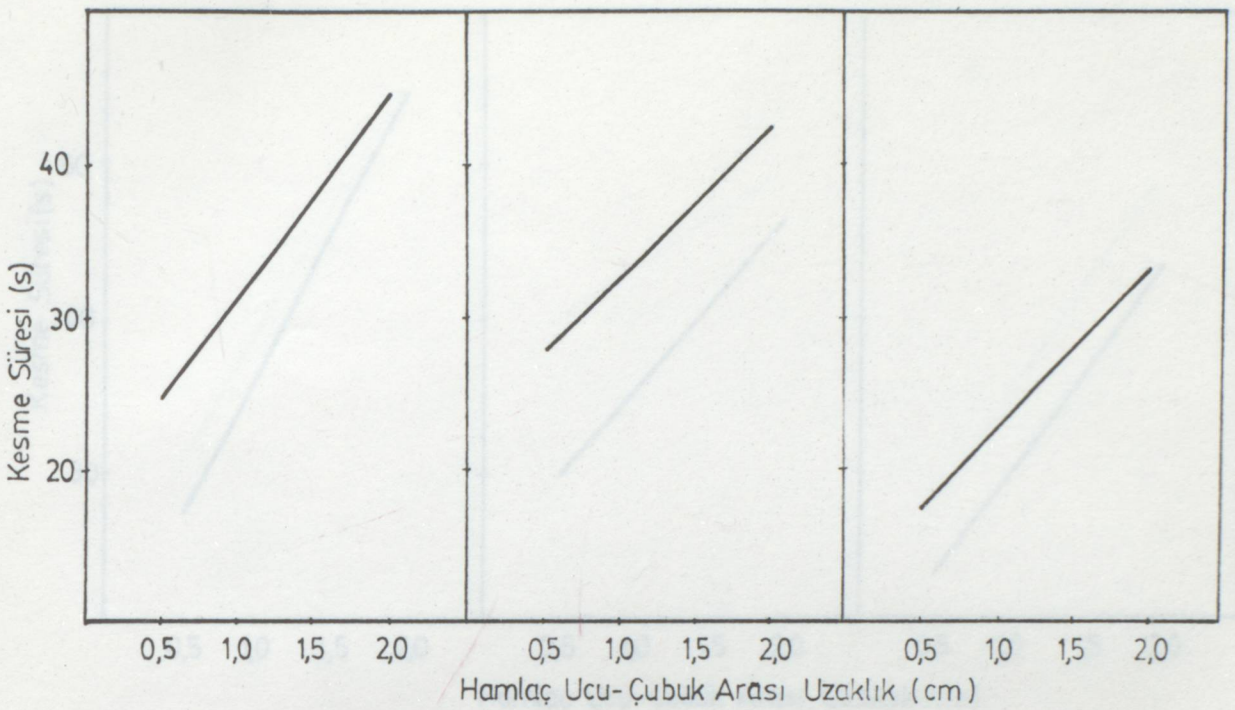


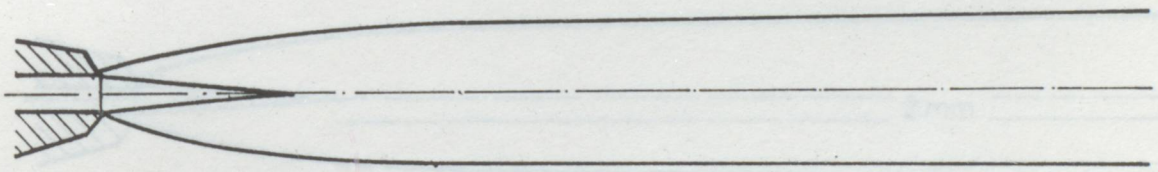
Grafik 2. Yatay Eksenden 2 mm Yukarıdaki Kesme Sürelerinin Hamlaç Ucu-Çubuk Arası Uzaklıkla Değişimi

a. $Q_{C_2H_2} = 1,73.10^{-2}$ l/s , $Q_{O_2} = 2,1.10^{-2}$ l/s, d= 1,95 mm, R= 1,90

b. $Q_{C_2H_2} = 1,75.10^{-2}$ l/s, $Q_{O_2} = 2,1.10^{-2}$ l/s, d= 1,95 mm, R= 1,92

c. $Q_{C_2H_2} = 1,73.10^{-2}$ l/s, $Q_{O_2} = 2,1.10^{-2}$ l/s, d= 1,80 mm, R= 1,90



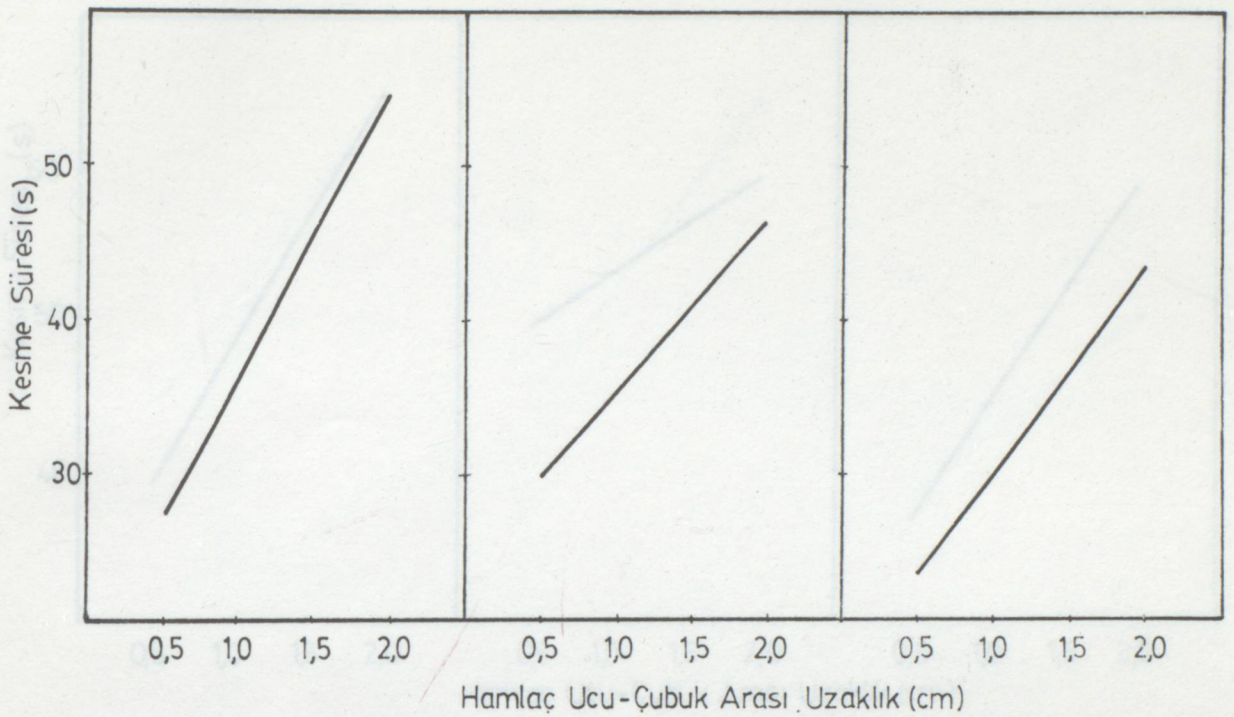


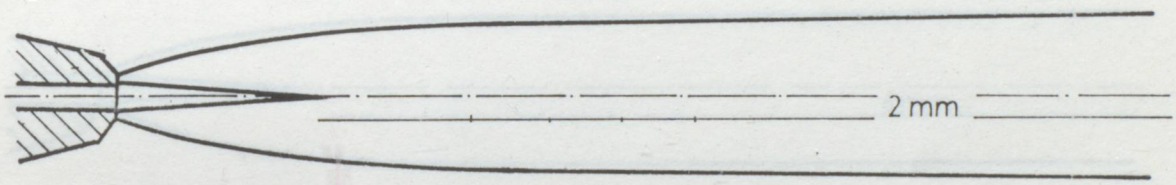
Grafik 3. Yatay Eksendeki Kesme Sürelerinin Hamlaç Ucu-Çubuk Arası Uzaklıkla Değişimi.

a. $Q_{C_2H_2} = 1,73.10^{-2}$ l/s, $Q_{O_2} = 2,1.10^{-2}$ l/s, Hamlaç Çapı: d= 1.95 mm, R= 1,90

b. $Q_{C_2H_2} = 1,75.10^{-2}$ l/s, $Q_{O_2} = 2,1.10^{-2}$ l/s, d= 1,95 mm, R= 1,92

c. $Q_{C_2H_2} = 1,73.10^{-2}$ l/s, $Q_{O_2} = 2,1.10^{-2}$ l/s, d= 1,80 mm, R= 1,90



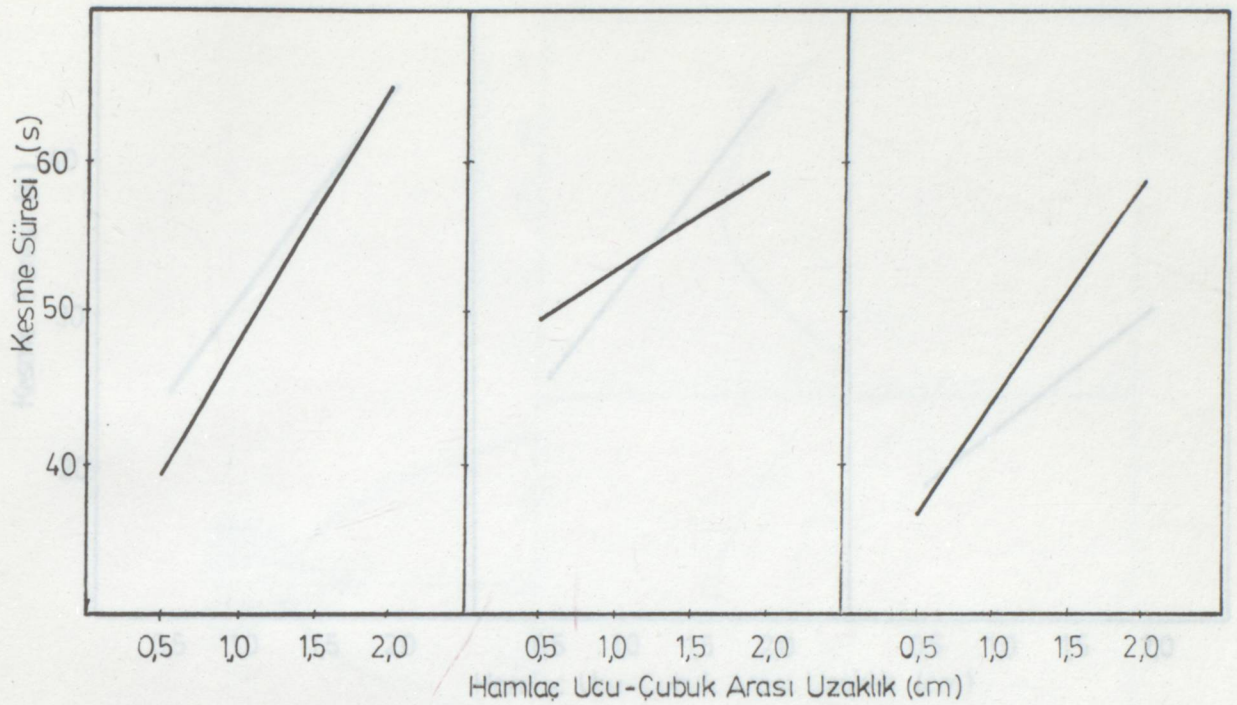


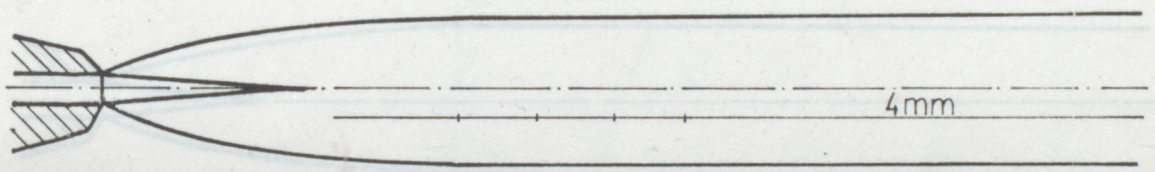
Grafik 4. Yatay Eksenden 2 mm Aşağıdaki Kesme Sürelerinin Hamlaç Ucu-Çubuk Arası Uzaklıkla Değişimi.

a. $Q_{C_2H_2} = 1,73.10^{-2}$ l/s, $Q_{O_2} = 2,1.10^{-2}$ l/s, d=1,95 mm, R= 1,90

b. $Q_{C_2H_2} = 1,75.10^{-2}$ l/s, $Q_{O_2} = 2,1.10^{-2}$ l/s, d= 1,95 mm, R= 1,92

c. $Q_{C_2H_2} = 1,73.10^{-2}$ l/s, $Q_{O_2} = 2,1.10^{-2}$ l/s, d= 1,80 mm, R= 1,90



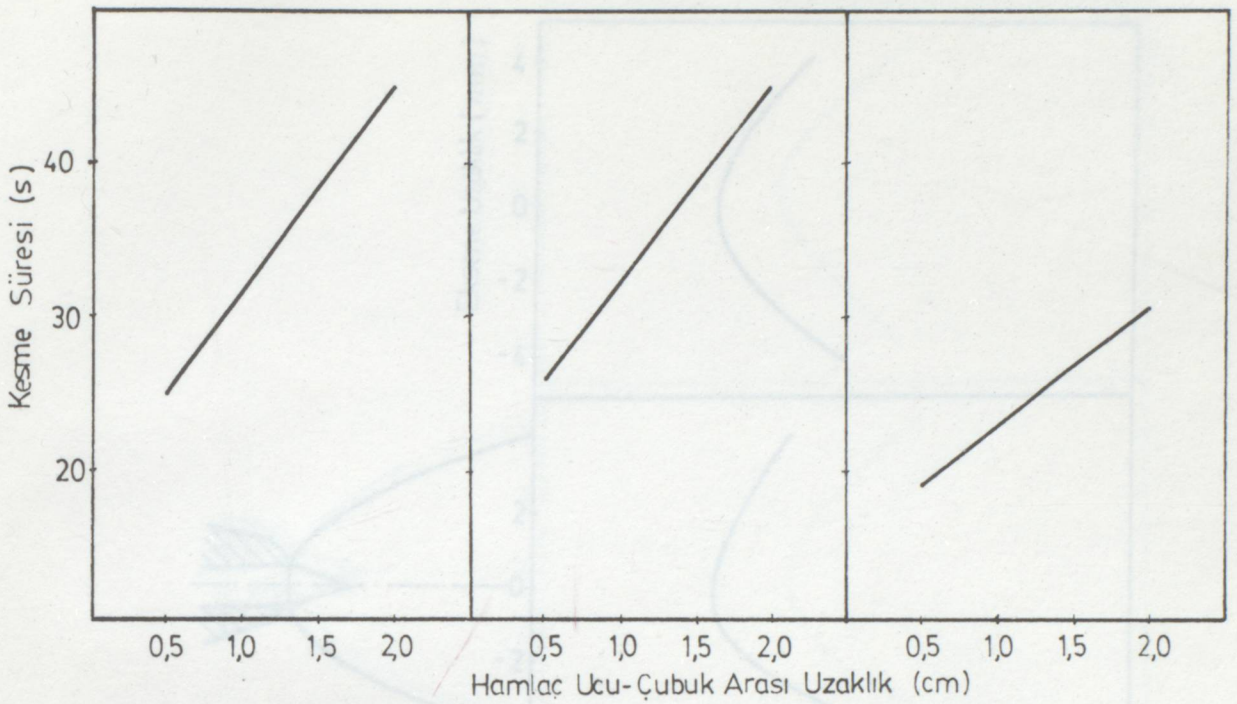


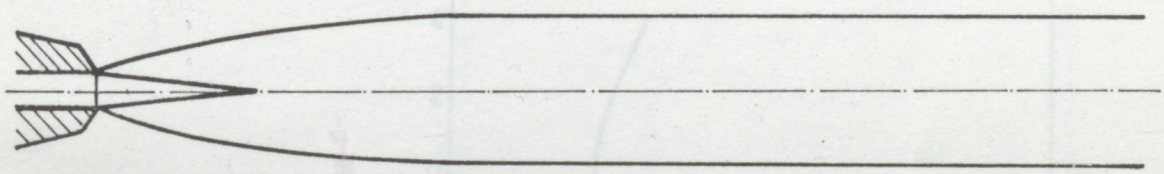
Grafik 5. Yatay Eksenden 4 mm Aşağıdaki Kesme Sürelerinin Hamlaç Ucu-Çubuk Arası Uzaklıkla Değişimi

a. $Q_{C_2H_2} = 1,73.10^{-2}$ l/s, $Q_{O_2} = 2,1.10^{-2}$ l/s, d=1,95 mm, R= 1,90

b. $Q_{C_2H_2} = 1,75.10^{-2}$ l/s, $Q_{O_2} = 2,1.10^{-2}$ l/s, d= 1,95 mm, R= 1,92

c. $Q_{C_2H_2} = 1,73.10^{-2}$ l/s, $Q_{O_2} = 2,1.10^{-2}$ l/s, d= 1,80 mm, R= 1,90



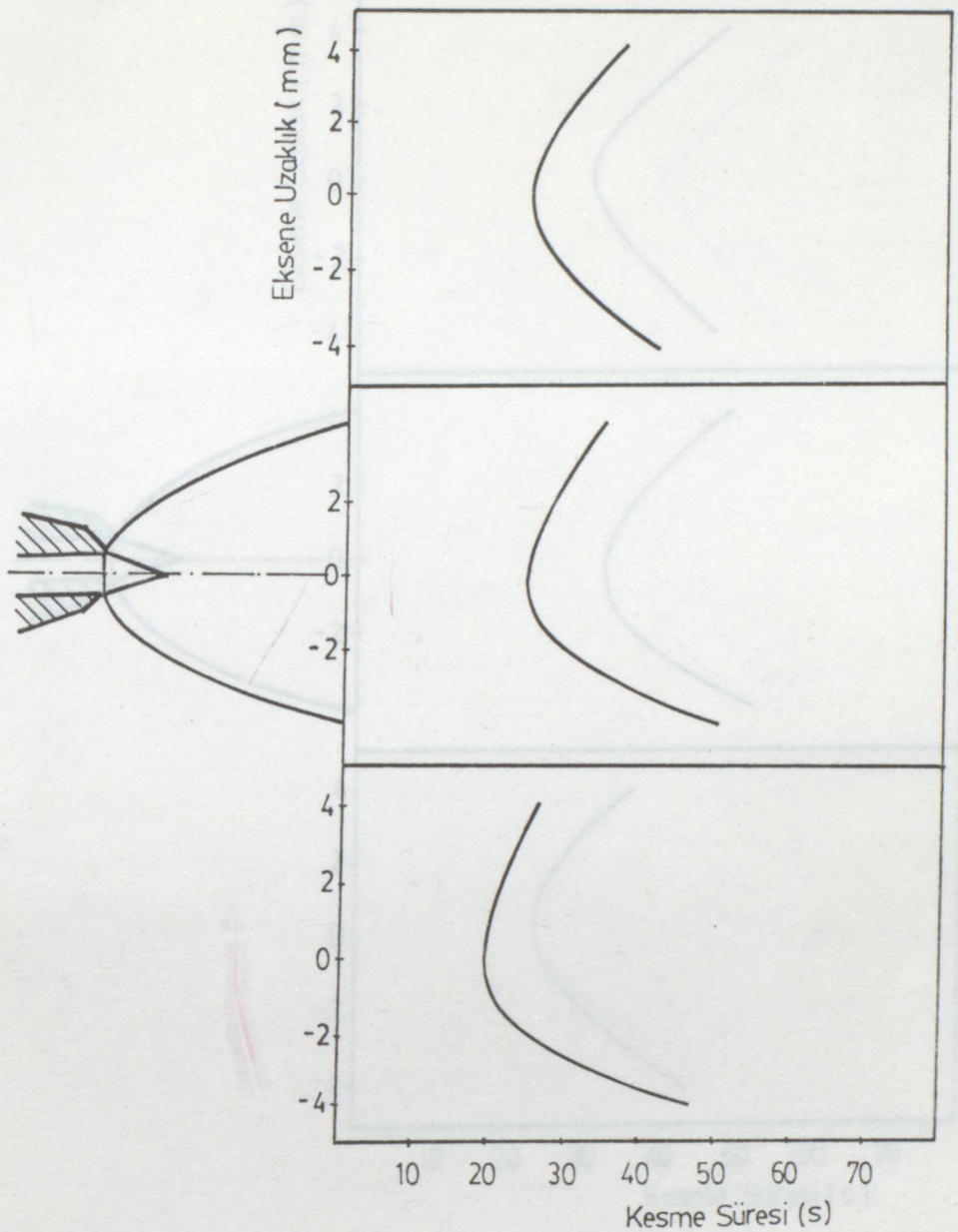


Grafik 6. Dikey Eksendeki Kesme Sürelerinin Hamlaç Ucu-Çubuk Arası Uzaklıkla Değişimi.

a. $Q_{C_2H_2} = 1,73.10^{-2}$ l/s, $Q_{O_2} = 2,1.10^{-2}$ l/s, d= 1,95 mm, R= 1,90

b. $Q_{C_2H_2} = 1,75.10^{-2}$ l/s, $Q_{O_2} = 2,1.10^{-2}$ l/s, d = 1,95 mm, R = 1,92

c. $Q_{C_2H_2} = 1,73.10^{-2}$ l/s, $Q_{O_2} = 2,1.10^{-2}$ l/s, d= 1,80 mm, R= 1,90

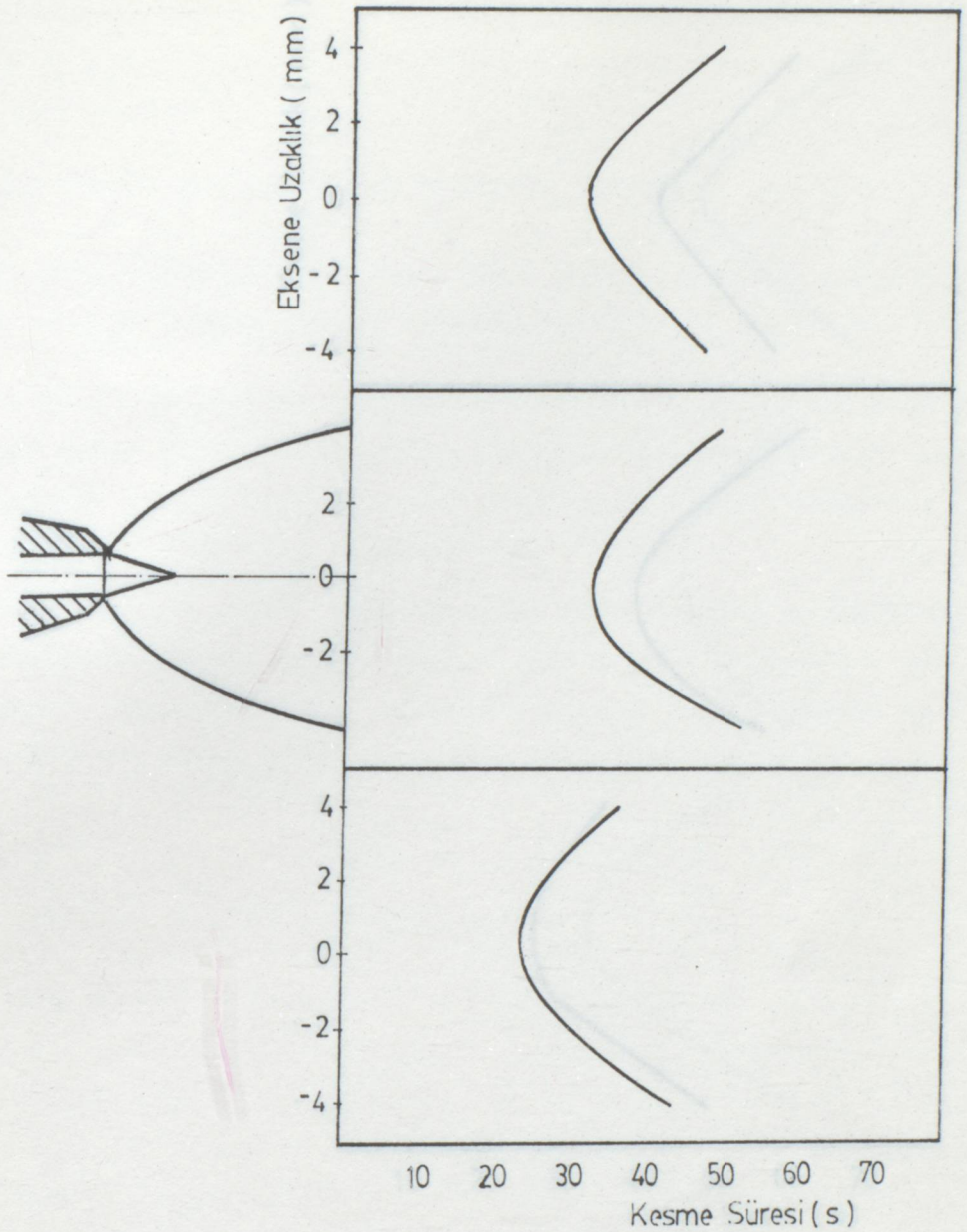


Grafik 7. Hamlaç Ucu-Çubuk Arası Uzaklığın 0,5 cm Olduğu Durumda Yatay Eksene Uzaklıkla Kesme Süresinin Değişimi:

a. $Q_T = 3{,}83.10^{-2}$ l/s, d=1,95 mm, R=1,90

b. $Q_T = 3{,}85.10^{-2}$ l/s, d=1,95 mm, R=1,92

c. $Q_T = 3{,}83.10^{-2}$ l/s, d=1,80 mm, R=1,90

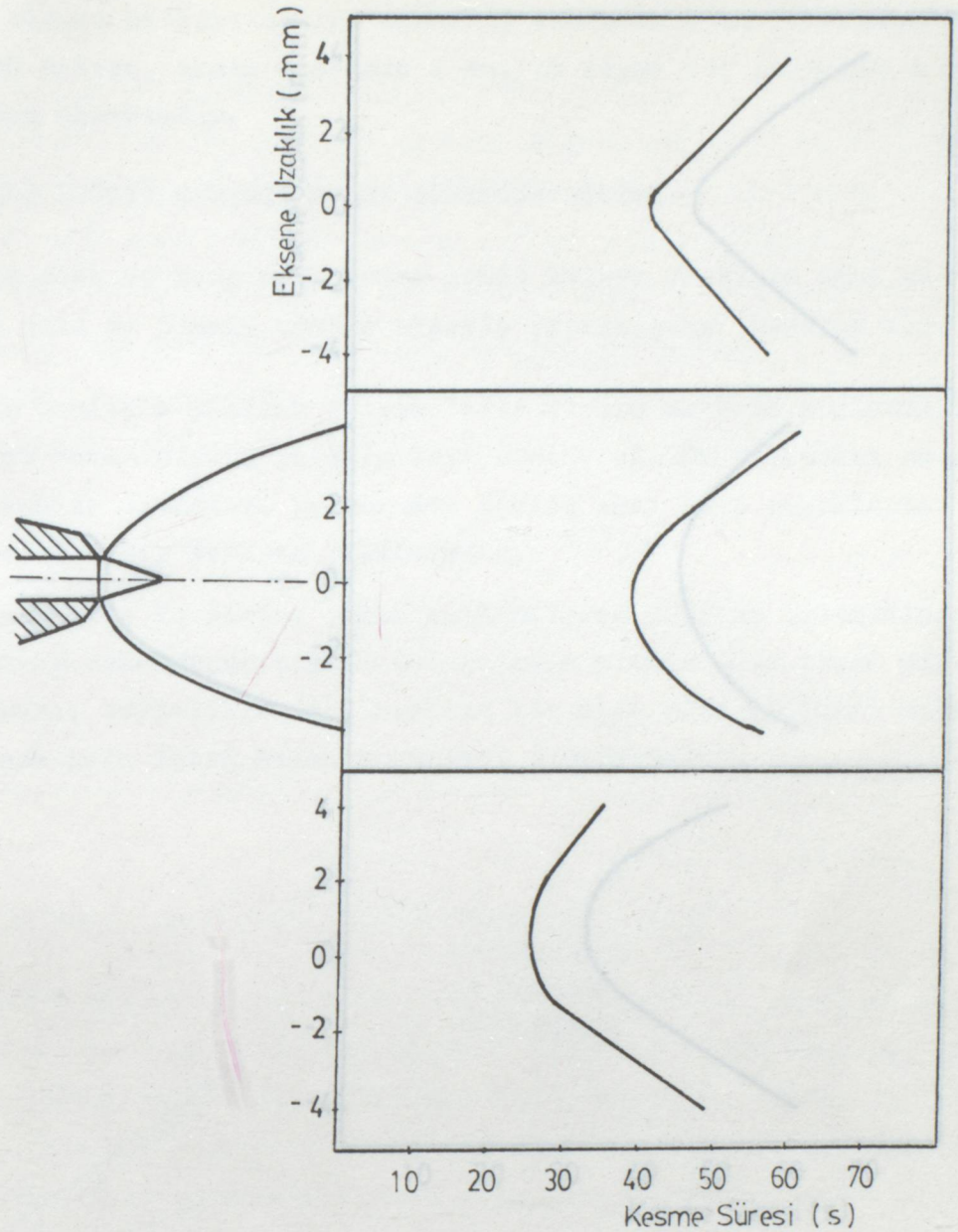


Grafik 8. Hamlaç Ucu-Çubuk Arası Uzaklığın 1,0 cm Olduğu Durumda Yatay Eksene Uzaklıkla Kesme Süresinin Değişimi.

a. $Q_T = 3,83.10^{-2}$ l/s, d=1,95 mm, R=1,90

b. $Q_T = 3,85.10^{-2}$ l/s, d=1,95 mm, R=1,92

c. $Q_T = 3,83.10^{-2}$ l/s, d=1,80 mm, R=1,90

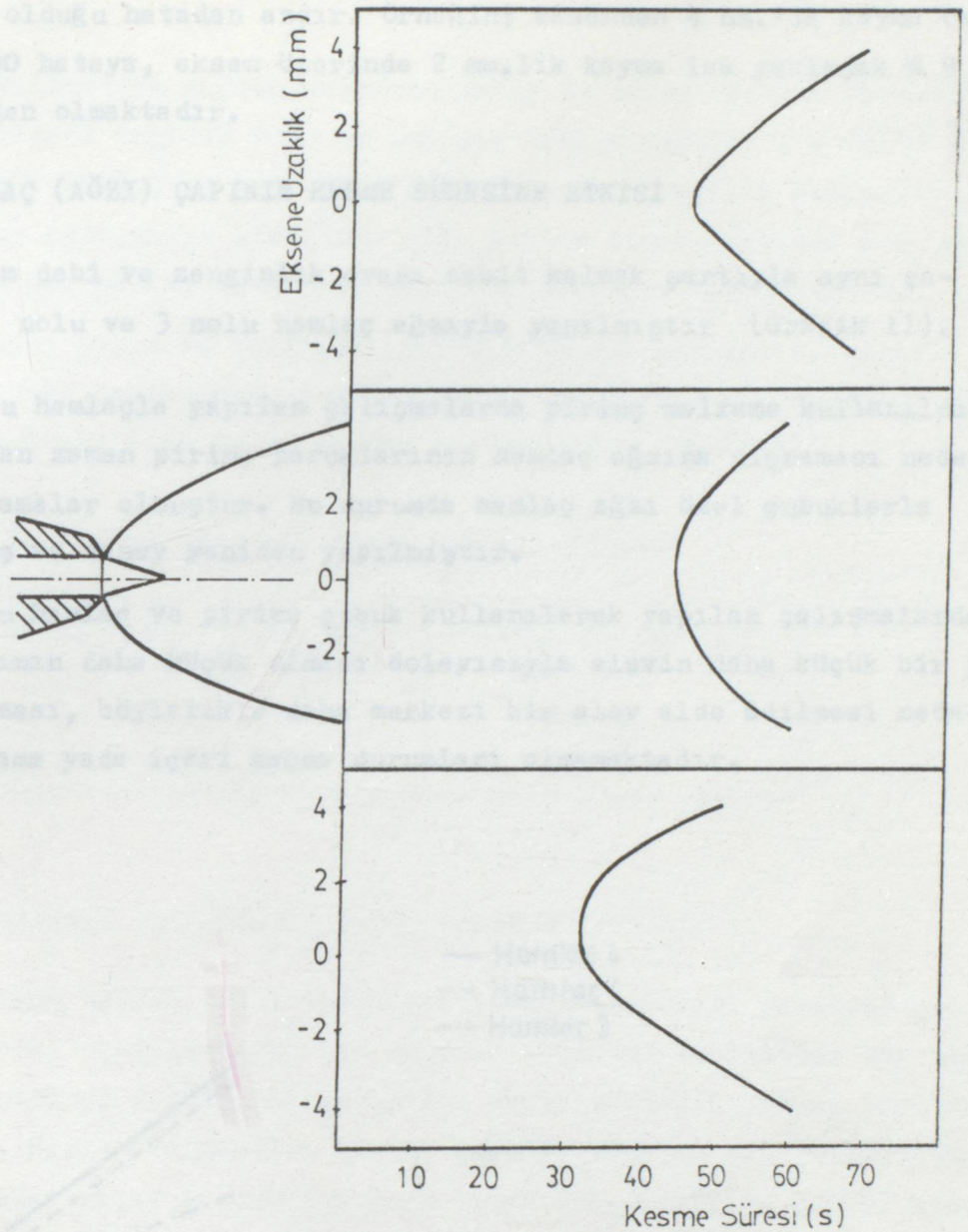


Grafik 9 . Hamlaç Ucu-Çubuk Arası Uzaklığın 1,5 cm Olduğu Durumda Yatay Eksene Uzaklıkla Kesme Süresinin Değişimi

a. $Q_T = 3{,}83 . 10^{-2}$ l/s, d=1,95 mm, R=1,90

b. $Q_T = 3{,}85 . 10^{-2}$ l/s, d=1,95 mm, R=1,92

c. $Q_T = 3{,}83 . 10^{-2}$ l/s, d=1,80 mm, R=1,90



Grafik 10. Hamlaç Ucu-Çubuk Arası Uzaklığın 2,0 cm Olduğu Durumda Yatay Eksene Uzaklıkla Kesme Süresinin Değişimi.

a. $Q_T = 3{,}83.10^{-2}$ l/s, d=1,95 mm, R=1,90

b. $Q_T = 3{,}85.10^{-2}$ l/s, d=1,95 mm, R=1,92

c. $Q_T = 3{,}83.10^{-2}$ l/s, d=1,80 mm, R=1,90

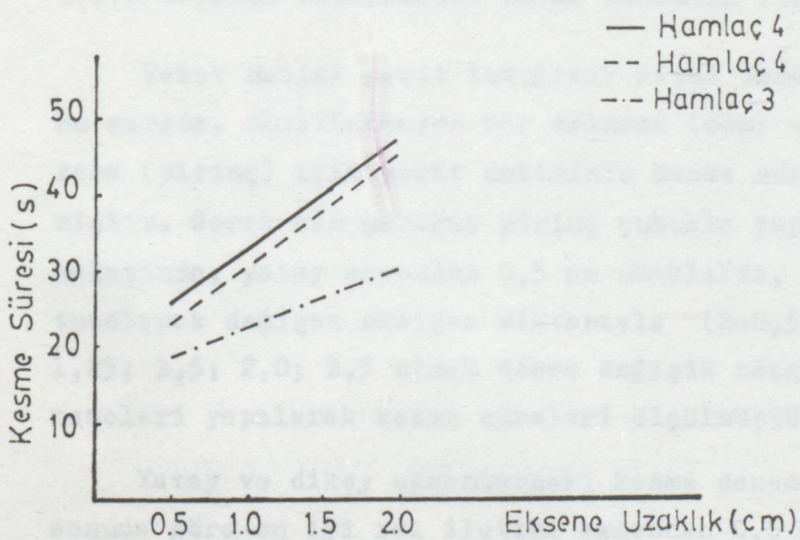
rin neden olduğu hatadan azdır. Örneğin; eksenden 4 mm.lik kayma ortalama % 90 hataya, eksen üzerinde 2 mm.lik kayma ise yaklaşık % 9 hataya neden olmaktadır.

IV.6. HAMLAÇ (AĞZI) ÇAPININ KESME SÜRESİNE ETKİSİ

Toplam debi ve zenginlik oranı sabit kalmak şartıyla aynı çalışmalar 4 nolu ve 3 nolu hamlaç ağzıyla yapılmıştır (Grafik 11).

4 nolu hamlaçla yapılan çalışmalarda pirinç malzeme kullanıldığında, zaman zaman pirinç parçalarının hamlaç ağzına sıçraması nedeniyle patlamalar olmuştur. Bu durumda hamlaç ağzı özel çubuklarla temizlenmiş ve deney yeniden yapılmıştır.

3 nolu hamlaç ve pirinç çubuk kullanılarak yapılan çalışmalarda; hamlaç ağzının daha küçük olması dolayısıyla alevin daha küçük bir yüzeye yayılması, böylelikle daha merkezi bir alev elde edilmesi nedeniyle patlama yada içeri kaçma durumları olmamaktadır.



Grafik 11. Hamlaç Ucu Değişiminin Kesme Süresine Etkisi

Milimetrik hamlaç kılavuzu yatay ve dikey eksende hareket ettirilerek değişik debi ve değişik hamlaç kolları ile (4 ve 3 numara), pirinç ve cam çubuk kullanılarak denemeler tekrarlanmıştır. Bu çalışmalar sırasında elde edilen kesme süreleri her uzaklık ve her hamlaç ağzı için ayrı bir grafikte toplanmıştır.

Aynı yakıt ve oksijen (aynı debide gaz karışımı), çeşitli çaplardaki hamlaçlarda yakıldığında, çap küçüldükçe alevin çıkış hızı arttığı için kesme süresi azalmaktadır (Tablo 7).

Tablo 7. Hamlaç Çapı ile Kesme Süresi Değişimi

Hamlaç (Ağzı) Çapı (mm)		Kesme Süresi (s)
No. 3	1,80	19,24
No. 4	1,95	24,48

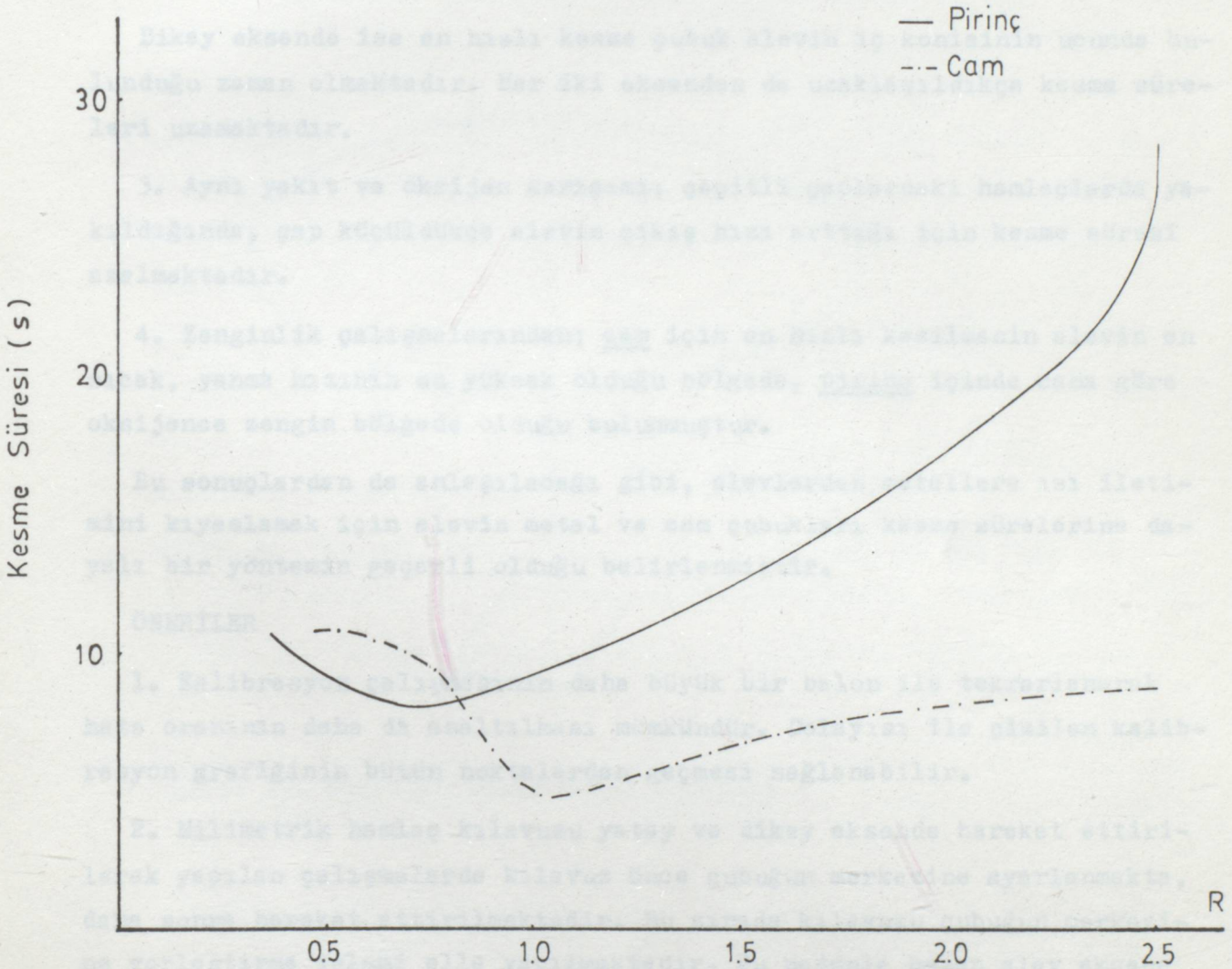
IV.7. YAKITÇA ZENGİNLİĞİN KESME SÜRESİNE ETKİSİ

Yakıt debisi sabit tutularak kesme denemeleri yapılmıştır. Bu sırada, oksitlenmeyen bir malzeme (cam) ve oksitlenen bir malzeme (pirinç) için yakıt debisinin kesme süresine etkisi incelenmiştir. Gerek cam gerekse pirinç çubukla yapılan zenginlik çalışmalarında; yatay eksenden 0,5 cm uzaklıkta, asetilen debisi sabit tutularak değişen oksijen miktarıyla (R=0,5; 0,75; 1,0; 1,14; 1,25; 1,5; 2,0; 2,5 olmak üzere değişik zenginliklerde) kesme denemeleri yapılarak kesme süreleri ölçülmüştür.

Yatay ve dikey eksenlerdeki kesme denemelerinden elde edilen sonuca göre en iyi ısı iletimi eksenden 0,5 cm uzaklıkta olmaktadır. Zenginlik çalışmalarında bu nedenle yalnız ısı iletimin en iyi olduğu durumda deneme yapılmıştır.

Yapılan çalışmalar sonucunda; cam için en hızlı kesmenin alevin en sıcak, yanma hızının da en yüksek olduğu "2" ve "3" bölgede meydana geldiği ortaya çıkmıştır. Pirinç için hızlı kesilme bölge-

si, cama göre oksijence zengin (yakıtça fakir) bölgelere doğru kaymaktadır. Bunun nedeninin, yükseltgen ortamda ve sıcakta metalin oksidasyonu olduğu düşünülmektedir (Grafik 12).



Grafik 12. Yakıtça Zenginlikle Kesme Süresinin Değişimi

V. SONUÇ ve ÖNERİLER

SONUÇLAR

1. Deney sonuçları ∓ % 2'lik bir hata ile kendini tekrarlamakta ve standart sapma da 1,5'u geçmemektedir.

2. Yatay eksende; en iyi kesme çubuk alev ekseni üzerinde iken olmakta, eksenden 4 mm yukarıda kesme yapılamamaktadır.

Dikey eksende ise en hızlı kesme çubuk alevin iç konisinin ucunda bulunduğu zaman olmaktadır. Her iki eksenden de uzaklaşıldıkça kesme süreleri uzamaktadır.

3. Aynı yakıt ve oksijen karışımı; çeşitli çaplardaki hamlaçlarda yakıldığında, çap küçüldükçe alevin çıkış hızı arttığı için kesme süresi azalmaktadır.

4. Zenginlik çalışmalarından; cam için en hızlı kesilmenin alevin en sıcak, yanma hızının en yüksek olduğu bölgede, pirinç içinde cama göre oksijence zengin bölgede olduğu bulunmuştur.

Bu sonuçlardan da anlaşılacağı gibi, alevlerden metallere ısı iletimini kıyaslamak için alevin metal ve cam çubukları kesme sürelerine dayalı bir yöntemin geçerli olduğu belirlenmiştir.

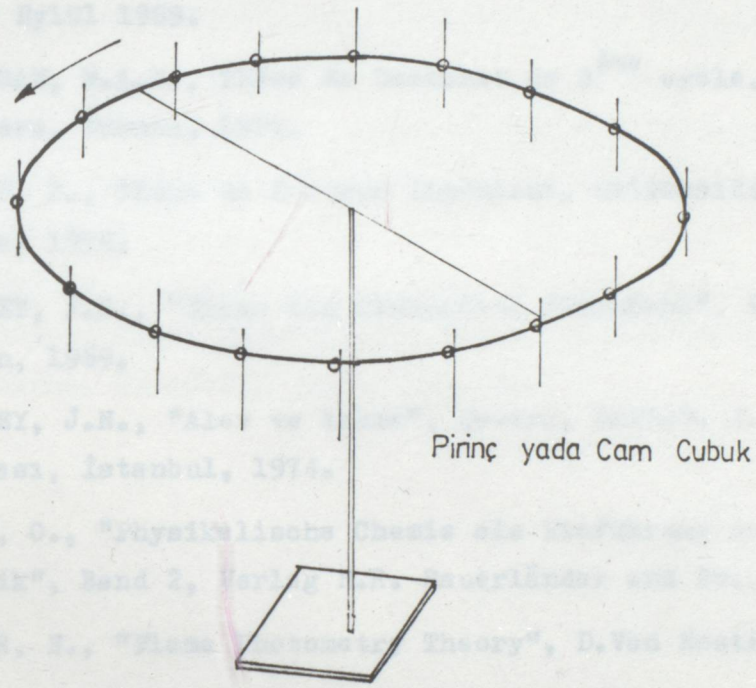
ÖNERİLER

1. Kalibrasyon çalışmasının daha büyük bir balon ile tekrarlanarak hata oranının daha da azaltılması mümkündür. Dolayısı ile çizilen kalibrasyon grafiğinin bütün noktalardan geçmesi sağlanabilir.

2. Milimetrik hamlaç kılavuzu yatay ve dikey eksende hareket ettirilerek yapılan çalışmalarda kılavuz önce çubuğun merkezine ayarlanmakta, daha sonra hareket ettirilmektedir. Bu sırada kılavuzu çubuğun merkezine yerleştirme işlemi elle yapılmaktadır. Bu nedenle bazen alev eksene tam oturmamakta, eksenden kaymalar olmaktadır. Bunun sonucunda kesme sürelerinde farklılık olmakla ve hatalar gözlenmektedir.

3. Pirinç yada çam çubuğun sürekli yanan bir alevle kesilmesi için döner bir düzenek düşünülmektedir (Şekil 12). Bir halkaya yerleştirilen

8-10 çubuk birbiri ardınca kesilme hem işlemlerin güvenirliliği hem de denemelerin sayısı artacaktır. Diğer bir öneri olarak; metal yada cam çubuk belirli bir sıcaklığa kadar soğuduğunda alev otomatik olarak devreye girmekte ve döner düzenekteki çubuklar aynı koşullarda(hep aynı başlangıç sıcaklığı ile) kesme yapılmaktadır. Ancak bu aşamada çok yeni bir çalışma olması, sürenin kısalığı ve yöntemin geçerliliği araştırıldığı için bu tür iyileştirmeler pek yapılamamıştır.



Şekil 12. Önerilen Döner Kesme Düzeneği

KAYNAKLAR

1. KADIRGAN, M.A.N., "Flammes Prémélangées de Combustibles Gazeux. Mise au Point de la Mesure, par Techniques Spectroscopiques IR et RPE, des Concentrations en Radicaux OH et H.", Doctorat és Sciences Physiques, Université de Poitiers, Fransa, 1983.

2. KADIRGAN, M.A.N., "Oksijen-Gaz Yakıt Alevlerinde Kimyasal Denge", İ.T.Ü İkinci Yanma Sempozyumu Bildirisi, Özet Kitabı, 3, İstanbul, 18-20 Eylül 1989.

3. KADIRGAN, M.A.N., Thése de Doctorat de 3éme cycle, Université de Poitiers, Fransa, 1979.

4. RUTTUN, B., Thése de Docteur Ingénieur, Université de Poitiers, Fransa, 1979.

5. BRADLEY, J.N., "Flame and Combustion Phenomena", Methuen Co., London, 1969.

6. BRADLEY, J.N., "Alev ve Yanma", Çeviri, BAYSAN, F., BORAT, O., İ.T.Ü Matbaası, İstanbul, 1974.

7. FUCHS, O., "Physikalische Chemie als Einführung in die chemische Technik", Band 2, Verlag H.R. Sauerländer and Co., Frankfurt, 1957.

8. PUNGOR, E., "Flame Photometry Theory", D.Van Nostrand Co., London, 1965.

9. DOĞAN, M., "Isı Etkisi ile Hızlandırılmış Reaksiyonlarda Konsantrasyon Saptanması", Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, Yıldız Üniversitesi, 1986.

10. KADIRGAN, M.A.N, "Doğal Gazın Yanma Özellikleri, Yanma Ürünleri ve Hava Kirliliği", K.M.O. İstanbul Şubesi, Doğal Gaz Okulu Ders Notları, İstanbul, 27 Şubat-3 Mart 1989.

11. GÜLEN, J., SARAÇ, A., KADIRGAN, M.A.N., "Gaz Yakıt-Oksijen Alevlerinin Metal Çubukları Kesme Sürelerini Ölçerek Bu Alevlerden Isı İletiminin Kıyaslanması", Kimya 89, VI. Kimya ve Kimya Mühendisliği Sempozyumu Bildirisi, 50-51, Kuşadası, 9-14 Ekim 1989.

12. GÜLEN, J., SARAÇ, A., KADIRGAN, M.A.N., "Gaz Yakıt-Oksijen Alevlerinden Metallere Isı İletiminin Ölçülmesi İçin Bir Yöntem", İ.T.Ü. İkinci Yanma Sempozyumu Bildirisi, 26, İstanbul.

13. BORAT, O., "Yanma Stokiometrisi", İ.T.Ü Makina Fakültesi Ofset Atölyesi, İstanbul, 1983.

14. GENCELİ, O., "Doğal Gaza İlişkin Genel Bilgiler", Makina Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi, Doğal Gaz Tesisatı ve Doğal Gaza Dönüşüm Seminer Notları, İstanbul, 9-13 Ocak 1989.

15. KADIRGAN, M.A.N., "Alev Proseslerinde, Gaz Yakıt-Oksijen Alevlerinin Yüksek Sıcaklık Eldesi Amacıyla Kullanılması", Kimya Mühendisleri Odası, Uluslararası Doğal Gaz Sempozyumu, İstanbul, 24-26 Ekim 1988.

16. SOYLU, S., "Doğal Gazın Yanması ve Diğer Yakıtlarla Karşılaştırılması, Kimya Mühendisleri Odası, Uluslararası Doğal Gaz Sempozyumu, İstanbul, 24-26 Ekim 1988.

ÖZGEÇMİŞ

1965 yılında İstanbul'da doğdum. İlköğrenimimi Yeşilköy Halil Vedat Fıratlı Pansiyonlu İlkokulu'nda, orta öğrenimimi İstanbul Kız Lisesi ve Etiler Lisesi'nde tamamladım. 1982 yılında girdiğim Yıldız Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Kimya Mühendisliği Bölümü'nü 1987'de bitirdim.

Aynı yıl Kimya Mühendisliği Bölümü'nde Yüksek Lisans eğitimime başladım ve 1988 Ekim ayından beri Yıldız Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü'nde araştırma görevlisi olarak çalışmaktayım.

007435