

T.C.  
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**KOMBİLERDE TS EN 677'YE GÖRE DENEY  
DÜZENEĞİNİN KURULMASI VE EMİSYON  
DEĞERLERİNİN ÖLÇÜMÜ**

**Hazırlayan**  
Osman ULULAR

**Danışman**  
Yrd. Doç. Dr. Faruk KÖSE

KONYA – 2008

**ÖZET****Yüksek Lisans Tezi****KOMBİLERDE TS EN 677'YE GÖRE DENEY DÜZENEGİNİN  
KURULMASI VE EMİSYON DEĞERLERİNİN ÖLÇÜMÜ****Osman ULULAR****Selçuk Üniversitesi****Fen Bilimleri Enstitüsü****Makine Mühendisliği Anabilim Dalı****Danışman: Yrd. Doç. Dr. Faruk KÖSE****2008, 52 sayfa****Jüri: Prof. Dr. Kemal ALTINIŞIK****Yrd. Doç. Dr. Faruk KÖSE****Yrd. Doç. Dr.Selçuk DARICI**

Kombilerde sistem veriminin belirlenmesi hem kullanıcılar hem de üreticiler açısından önem arz etmektedir. Bu nedenle, bu çalışmada, emisyon değerlerinin yoğunlaşmalı ve yoğunlaşmaz kombilerde sistem verimini nasıl etkilediğini belirlemek amacıyla TS EN 677 Standardına uygun olan bir kombi deney tesisatı tasarlandı. Yapılan deneyler sonucunda, yoğunlaşmalı ve yoğunlaşmaz iki adet kombi cihazı için farklı hacimsel debilerdeki verim değerleri saptandı. Cihazların emisyon değerleri ile birlikte sistem verimini etkileyen faktörler ve emisyon değerlerinin sistem verimine etkileri belirlendi. Buna göre, yüksek verimli yoğunlaşmalı kombilerin daha az yakıt sarf ettiği gözlenmiş, dünyadaki tükenbilir enerji kaynaklarıyla çalışan kombi cihazlarının yüksek verimli olarak tercih edilmesinin, hem tüketicinin kullanım maliyetini hem de ithal edilen enerji kaynaklarına ödenen milli gideri azaltacağı anlaşılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Yoğunlaşmalı kombi, emisyon

**ABSTRACT****M.Sc. Thesis****INSTALLATION OF TEST MECHANISM  
FOR COMBIES ACCORDING TO TS EN 677 AND  
MEASUREMENT OF THE EMISSION VALUES****Osman ULULAR****Selcuk University****Graduate School of Natural and Applied Sciences****Department of Mechanical Engineering****Supervisor: Assist. Prof. Dr. Faruk KÖSE****2008, 52 pages****Jury: Prof. Dr. Kemal ALTINIŞIK****Assist. Prof. Dr. Faruk KÖSE****Assist. Prof. Dr. Selçuk DARICI**

The determination of the system efficiency of the combies has great importance in terms of users and manufacturers. Therefore, in this study, in order to determine the effects of the emission values on the system efficiency of the condensed and uncondensed combies, a combi test mechanism was designed according to TS EN 667 Standard. At the end of the tests, the efficiency values of the condensed and uncondensed combies for different volumetric discharges, the emission values of the combies, the factors affecting the efficiency of the system and the effects of the emission values on the system efficiency were determined. Then, it is observed that the condensed combies of high efficiency consumed less fuel. Therefore, it is understood that preferring the combies of high efficiency working with exhausting fuels will reduce the cost of the user and the national cost paid for the imported energy resources.

**Key Words:** condensing combi, emission

## ÖNSÖZ

Türkiye’de satılan kombiler ithal ikamesine dayanmaktadır. Sadece sac aksamı ithalat firmaları tarafından yapılmaktadır. Piyasada bulunan kombilerin emisyon testleri, üretim merkezlerinde (yurtdışında) yapıp CE alındıktan sonra ithal edilmektedir.

Türkiye’de test merkezi olarak sadece TSE İstanbul Bölge Laboratuvarlarında Fransa tarafından getirilerek kurulmuş bir merkez bulunmaktadır. Böyle bir test ünitesinin fakülteye kazandırılması, ithalatçı firmaların gerektiğinde müracaat edecekleri bir merkez olarak önemli görülmektedir.

Ayrıca yoğuşmalı ve yoğuşmasız kombilerde emisyon değerlerinin ve sistem veriminin belirlenmesi hem kullanıcılar hem de üreticiler yönünden önem arz eder.

Bu çalışmamda tüm desteğini benden esirgemeyen Sayın Hocam Prof. Dr. Kemal ALTINIŞIK ve danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Faruk KÖSE’ye teşekkürü bir borç bilirim.

## İÇİNDEKİLER

|  |     |
|--|-----|
| ÖZET .....   | i   |
| ABSTRACT .....   | ii  |
| ÖNSÖZ .....  | iii |
| İÇİNDEKİLER.....   | iv  |
| ŞEKİLLER DİZİNİ .....                                    | v   |
| SİMGE VE KISALTMALAR.....                                | vi  |
| <b>BÖLÜM 1</b>   |     |
| KOMBİ SİSTEMLERİ .....                                   | 1   |
| 1.1.GİRİŞ .....  | 1   |
| 1.2 Kombiler Hakkında Genel Bilgi .....                  | 1   |
| 1.3 Yoğuşmalı Kombiler .....                             | 5   |
| <b>BÖLÜM 2</b>   |     |
| 2. KAYNAK ARAŞTIRMASI.....                               | 6   |
| <b>BÖLÜM 3</b>   |     |
| 3. MATERYAL VE METOD .....                               | 8   |
| 3.1 Materyal.....  | 8   |
| 3.1.1 Basınç ölçerler.....                               | 12  |
| 3.1.2 Basınç düşürme vanaları.....                       | 12  |
| 3.1.3 Solenoid vana .....                                | 12  |
| 3.1.4 Emniyet ventilleri.....                            | 13  |
| 3.1.5 Isı değiştiricileri.....                           | 13  |
| 3.1.6 Kapalı genleşme deposu .....                       | 13  |
| 3.1.7 Sirkülasyon pompaları.....                         | 14  |
| 3.1.8 Gaz basınç düşürücüleri.....                       | 14  |
| 3.1.9 Filtre.....  | 14  |
| 3.1.10 Otomatik hava tahliye cihazı .....                | 15  |
| 3.1.11 Radyatör vanaları.....                            | 15  |
| 3.2. Metod.....  | 15  |
| <b>BÖLÜM 4</b>   |     |
| 4. TEORİ .....   | 16  |
| 4.1 Anma Isı Girdisinde Faydalı Verim.....               | 17  |
| 4.2 Kısmi Yükte Faydalı Verim .....                      | 18  |
| 4.3. Baca Gazları Emisyon Değerleri ve Özellikleri ..... | 18  |
| 4.4. Karbondioksit.....                                  | 19  |
| 4.5. Karbonmonoksit.....                                 | 19  |
| 4.6. Azot Oksitler.....                                  | 20  |
| <b>BÖLÜM 5</b>   |     |
| 5. DENEYSEL ÇALIŞMA .....                                | 21  |
| <b>BÖLÜM 6</b>   |     |
| 6. NÜMERİK DEğERLENDİRME VE DENEY SONUÇLARI.....         | 22  |
| <b>BÖLÜM 7</b>   |     |
| 7. SONUÇ .....   | 28  |
| <b>BÖLÜM 8</b>   |     |
| 8. KAYNAKLAR.....  | 29  |
| EKLER .....  | 30  |

## ŞEKİLLER DİZİNİ

- Şekil 3.1 Yoğuşmalı Kombinin Çalışma Prensibi
- Şekil 3.2 Kombi Deney Tesisatı
- Şekil 3.3 Basınç düşürme vanası
- Şekil 4.1 % 90 Verime Sahip Bir Kombinin Enerji Dağılımı
- Şekil 6.1 Yoğuşmalı kombilerde faydalı verimin zamana göre değişimi
- Şekil 6.2 Yoğuşmasız kombilerde faydalı verimin zamana göre değişimi
- Şekil 6.3 Yoğuşmalı kombilerde faydalı verimin farklı hacimsel debilerine göre değişimi
- Şekil 6.4 Yoğuşmasız kombilerde faydalı verimin farklı hacimsel debilerine göre değişimi

## SİMGE VE KISALTMALAR

|                   |                                       |
|-------------------|---------------------------------------|
| $h$               | Özgül entalpi, kJ/kg                  |
| $\bar{h}_f^\circ$ | Oluşum (formasyon) entalpisi, kJ/kmol |
| $\bar{h}_{fg}$    | Buharlaşıma entalpisi, kJ/kmol        |
| $I$               | Toplam tersinmezlik, kJ               |
| $m$               | Kütle, kg                             |
| $\dot{m}$         | Kütle debisi, kg/h                    |
| $M$               | Mol kütle, kg/kmol                    |
| $P$               | Basınç, kPa                           |
| $P_v$             | Buhar basıncı, kPa                    |
| $R$               | Gaz sabiti, kJ/kmol K                 |
| $R_u$             | Üniversal gaz sabiti, kJ/kmol K       |
| $s$               | Özgül entropi, kJ/kg K                |
| $t$               | Zaman, s                              |
| $T$               | Sıcaklık, K                           |
| $T_o$             | Çevre sıcaklığı, K                    |

**Yunan Harfleri**

- q Birim kütle için ısı geçişi, kJ/kg
- Q Toplam ısı geçişi, kJ
- $\dot{Q}$  Birim zamanda ısı geçişi, kJ/h
- $v$  Özgül hacim, m<sup>3</sup>/kg
- $\eta$  Verim
- $\rho$  Yoğunluk, kg/m<sup>3</sup>

**Alt İndisler**

- $f_g$  Özeliğin doymuş sıvı ile doymuş buhar arasındaki farkı
- o Çevre hali, ölü hal
- u Üniwersal
- $v$  Su buharı

**Üst İndisler**

- h Isı
- o Standart referans hali
- Birim mol için
- .



## **BÖLÜM 1**

### **KOMBİ SİSTEMLERİ**

#### **1.1. Giriş**

Kombiler, bireysel kullanıma yönelik sistemlere üyedirler. Kat kalorifer kazanlarında olduğu gibi depolanmış bir su kütlesinin ısıtılmasından farklı olarak kombiler şofbenlerdeki gibi bir boru demetinden akan suyun ısıtılması prensibine dayanmakta olup, çok az yer kaplarlar. Sıcak su temini cihaz içindeki boyler veya ani su ısıtıcısı ile sağlanır.

Kömür, petrol, doğalgaz gibi yenilenemeyen enerji kaynaklarının rasyonel ve akılcı kullanımı için yeni çözümlerin aranması, son yıllarda endüstri ve bilim alanlarında yeni teknolojilerin ortaya çıkmasını sağlamıştır. Ekonomiklik boyutunun yanında çevrenin korunmasında son yıllarda önemli ölçüde ön plana çıkmıştır. Sonuç olarak, kullanılan enerjiden daha iyi faydalanılmakta ve elde edilen daha düşük enerji sarfiyatı ile aynı zamanda daha düşük zararlı madde emisyonları sağlanmaktadır.

Kondenzasyon ( yoğuşma ) tekniğinin geliştirilmesi ile ısı tekniğinde maksimum faydalanma yönünde önemli bir adım atılmıştır. Kondensasyon tekniği, gaz sarfiyatının azaltılması bakımından apartmanlarda, müstakil evlerde, ticari binalarda, endüstri ve resmi yapılarda özel imkanlar sunmaktadır.

#### **1.2 Kombiler Hakkında Genel Bilgi**

Kombi, merkezi ısıtma ve sıcak kullanım suyu temini amacıyla müstakil evler ve apartman dairelerinde kullanılabilen gazlı bir cihazdır. Cihaz duvara montaj tipi olup, ekstra montaj mahalline(kazan dairesi, kat kaloriferi odası vb.)ihtiyacı yoktur. Bu özellik sayesinde, özellikle eski evlerin modernizasyonunda, yani sonradan kalorifer tesisatı döşenmesi halinde, büyük kolaylık söz konusudur. Cihaz, komple bir ünite olup, merkezi ısıtma ve sıcak kullanım suyu fonksiyonları için gerekli tüm komponentleri bünyesinde bulundurmaktadır ( sirkülasyon pompası, genişleme tankı, emniyet ventili, regülasyon ve emniyet donanımları ve sıcak su hazırlayıcısı gibi).

Bir oda veya dış hava termostatu ve kombi cihazının sürekli ve kademesiz modülasyon özelliği ile bağlantılı olarak üstün bir konfor elde edilmektedir.

Cihazın gücü, regülasyon sahası dahilinde, kademesiz olarak, aktüel ısı ihtiyacına uyum sağlayabilmektedir. Cihaza, entegre tip dış hava termostatu ve program saati montajı mümkündür.

Doğal gazlı kat kaloriferi uygulamalarında kullanılan ısı üretim cihazlarından biri de duvar tipi kombi cihazlarıdır. Duvar tipi şofben prensibi ile çalışan kombi cihazlarında hem ısıtma sıcak suyu hem de kullanma sıcak suyu birlikte üretilir. Cihazlar atmosferik brülörlü olup, ısıtma ve ısı değiştirgeci yüzeyleri paslanmaz çelik, bakır veya bronz malzemelerden yapılabilmektedir.

Şekil olarak şofbenlere benzer ve duvara asılarak monte edilir.

Bu cihazların avantajları:

Alternatiflerine göre ucuzdur.

Hem ısıtma hem de kullanma suyu sağlamak aynı zamanda olasıdır.

Duvara monte edildiği için az yer kaplar.

Sirkilasyon pompası ve kapalı genişleme tankı üzerindedir.

Dezavantajları ise;

Servis ve yedek parça giderlerinin fazla olması (her ısıtma mevsimi sonunda bazı parça değişikliklerine ihtiyaç göstermesi).

Kapasitelerinin sınırlı olması

Verimlerinin daha düşük olması.

Otomatik kontrol sisteminin sınırlı olması

Tam güvenlik sisteminin sınırlı olması.

İki kata kadar olan binalarda kombi cihazı daha pratik olabilir. Ancak üç kat ve daha fazla katlı yapılarda servis sıklığı, baca problemleri ve binanın yangın güvenliği açısından merkezi sistem daha doğru çözümdür. Özellikle yangın güvenliği açısından çok katlı yapılarda kombi cihazı kullanılması ciddi riskler oluşturacaktır.

Şofbenin ekonomik ömrünün 8–10 yıl olduğu ve günde ortalama yarım saat kullandıkları düşünülürse, ısıtma mevsiminde günde ortalama 20 saat çalışan kombi cihazlarının ömürlerinin cihaz kalitesine ve kullanıma bağlı olarak 5 yıl kadar olması doğaldır.

Hermetik kombide çift cidarlı olan duman kanalı en fazla 2,5 m. uzunlukta olabilir. Daha uzun olursa ters yönde olan sıcak baca gazları ile hava ısındığı için fan durabilir ve yanma bozulur. Ayrıca sıcak hava fan kalitesini her durumda etkilemektedir.

Sonuç olarak, duvar tipi şofben prensibiyle çalışan kombi cihazları en fazla iki veya üç katlı yapılarda, kazan monte edilecek yeri olmayan 80-100 m<sup>2</sup> daireler için dezavantajlarına rağmen pratik olmaktadır.

Günümüzde kullanılan kombileri dört sınıfa ayırabiliriz:

Bacalı pilotlu kombiler.

Bacalı elektronik kombiler.

Hermetik pilotlu kombiler.

Hermetik elektronik kombiler.

Genel anlamda tarif etmek gerekirse bacalı ve hermetik kombiler arasında en önemli fark; hermetik kombinin bacaya bağlanma probleminin ortadan kalkmış olması ve bir fan yardımıyla baca gazı dışarı atılıp, iç içe geçmiş iki borudan dışta olanı ile içtekinin arasından temiz yanma havası girişi sağlanmasıdır.

Pilotlu elektronik kombiler ise ilk çalıştırma, devreye girme ve devrede kalma esnasında ateşleme sisteminin konumu ile ilgili durumu belirtir. Pilotlu kombilerde ilk çalıştırmada dışarıdan müdahale ile gaz verilir, manuel olarak ateşleme ayılırken, pilot durumunda kalma süresince yanma devam eder.

Termostat gereken ısıyı hissedip gazı kesse bile pilot ateşi sabit olarak yanar. Elektronik kombilerde bu işlem, zaman ayarlayıcı ile kendi kendine elektriksel akım üretilmesi yoluyla yapılır. Dışarıdan tek müdahale kontrol düğmesinin açılmasıdır.

Tutuşma olunca elektriksel akım kesilir ve ateşleme sona erer. Devamlı bir pilot alevi söz konusu değildir. Termostat istenen sayı hissettiğinde gazı keser ve hiçbir yanma olayı olmaz. Soğuma gerçekleştiğinde tekrar çalıştırma kombi tarafından otomatik olarak yapılır. Kombi aygıtlarının ilk yatırım maliyeti diğer ısıtma sistemlerine göre daha yüksektir.

Kat kaloriferinden farkı, şofbenlerde olduğu gibi bir boru demetinden akan suyun ısıtılmasıdır. Yani akış durumundaki bir suyun anında ısıtılması söz konusudur. Daha az yer kaplar, duvara monte edilir. Baca sorunu daha kolay çözümlenir. Sıcak su kullanımı için musluk açıldığında ısıtma işlemine ara verilir, sıcak su kullanımı bittiğinde musluk kapanınca tekrar ısıtma işlemine geçer.

Isıtma eşanjörü bakır, çelik ve döküm olan tipleri vardır. Sıcak su gereksinimi kombi aygıtı içindeki boyler veya ani su ısıtıcısı ile sağlanır. Pilot alevli kombide manyetolu çakmak kullanılarak pilot alevin oluşturması sağlanır. Pilot alev sürekli olarak yanar. Elektronik ateşlemeli aygıt açıldığında otomatik olarak ateşleme yapılır. Kombi cihazlarının montajına, sadece kapalı ısıtma sistemleri için izin verilmektedir.

Cihazın işletilebilmesi için asgari bir sirkülasyon suyu debisi söz konusu değildir. Bir oda termostatının kullanılması halinde, referans olarak seçilerek odadaki radyatörlerde termostatik radyatör vanası bulunmamalıdır.

En olumsuz işletme şartlarında dahi, cihazı arızaya geçmesini önlemek amacıyla kalorifer tesisatı gidiş suyu hattındaki bir sıcaklık sınırlayıcısı yüksek ısıtma suyu sıcaklıklarında regülasyon işletmesini devreye sokmaktadır. Otomatik hava tahliyesi cihazı devreye alma işlemini kolaylaştırmaktadır.

### **1.3 Yoğuşmalı Kombiler**

Baca gazını yoğuşturarak baca gazından kaybedilen atık ısıyı (gizli ısı) geri kazanma sistemine göre çalışan cihazlarda yoğuşmalı cihaz, bunların aynı cihaz içinde hem ısıtma yapan, hem de sıcak kullanım suyu sağlayanlarına yoğuşmalı kombi denir.

Bu çalışmada TS EN 677 standartlarına uygun olarak kısmi yük verimleri anma ısı girdisinde faydalı verim ve kısmi yükte faydalı verimler matematiksel olarak ifade edildi. Ayrıca deneysel olarak yoğuşmalı ve yoğuşmasız iki kombinin faydalı verim değerleri ve hacimsel debileri karşılaştırıldı.

## BÖLÜM 2

### 2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Bugüne kadar yoğuşmalı kombilerle ilgili olarak literatürde atık ısının geri kazandırılması, boyutları büyütmeden sistem verimin artırılması ve yoğuşmanın iyileştirilmesi üzerine çalışmalar yapıldı.

Gordon, J.S., (1983), kombilerin kullanım maliyetleri, yoğuşmalı ve yoğuşmasız kombiler arasındaki spesifik özelliklerin farklılıklarını incelemiştir. Doğalgazın yoğuşma teknolojisi ile çalışan kombilerdeki kullanım avantajları deneysel ve matematiksel yöntemlerle ispatlamıştır.

Field A.A., (1974), doğalgazın yoğuşmalı cihazlarda kullanımının verimliliğini incelemiştir. Özellikle baca sıcaklıkları ile cihaz verimlilikleri kıyaslanmıştır. Bireysel kullanım için yoğuşmalı kombilerin ekonomik olup olmadığını incelemiştir.

Noir D, (1982), yaptıkları çalışmada ısı geri kazanımındaki teknolojik gelişmeleri incelemiştir.

Shook J.R.,(1991), ısı geri kazanımı için baca gazı değerleri inceleyerek ekonomik kullanım maliyetlerini araştırmıştır. Sistem veriminin artırabilmesi için neler yapılabileceğini araştırmıştır.

Streatfield L.,(1984), bireysel ısıtma sistemlerdeki sistem seçimlerini araştırmıştır. Enerji ekonomisi, sistem verimliliği ve kullanım avantajlarını kıyaslayarak bireysel sistem çözümlerinin nasıl yapılması gerektiğini araştırmıştır. Alternatif yakıcı cihazlar ve alternatif yakıtları araştırmıştır.

Dann R.,(1984), bireysel ısıtma sistemleri için teknolojik kontrol elemanlarını inceleyip, yoğuşmalı kombi teknolojisinin enerji ekonomisindeki avantajlarını tespit etmiştir. Teknolojik kontrol elemanları kullanımı ile sistem verim değişimlerini incelemiştir. Bu sayede yakıt ekonomisindeki değişimleri saptamıştır.

Pickup G.,(1983), bireysel ısıtma teknolojisinde kullanılan yeniliklerin sistem verimine etkilerini araştırmıştır.

Ruston M.J.,(1985), ısıtma enerjisinde kullanılan teknolojik yenilikler ve bu yeniliklerin ekonomik kullanım perspektifini ortaya koymuştur. Isıtma sistemlerinde kullanılabilcek alternatif yakıtları tespit etmiştir.

Olesen B.W.,(1994), ısıtma sistemlerinde kullanılan panel radyatör ve ısıtıcıların performans eğrilerini yaptığı deney sonuçları ile ortaya koymuştur. Farklı malzemelerin ısı iletiminde kullanılabilirliğini araştırmıştır.

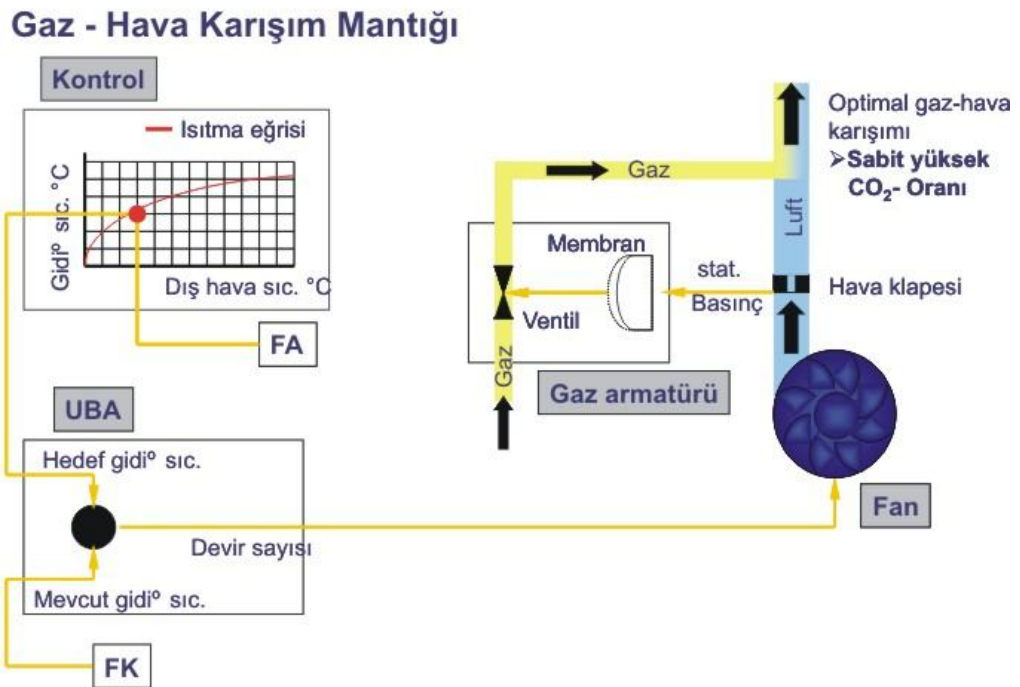
Svedberg G.,(1986), baca gazından ısı geri kazanımının kullanım maliyetlerine yansıyan avantajlarını araştırmıştır.

## BÖLÜM 3

### 3. MATERYAL VE METOD

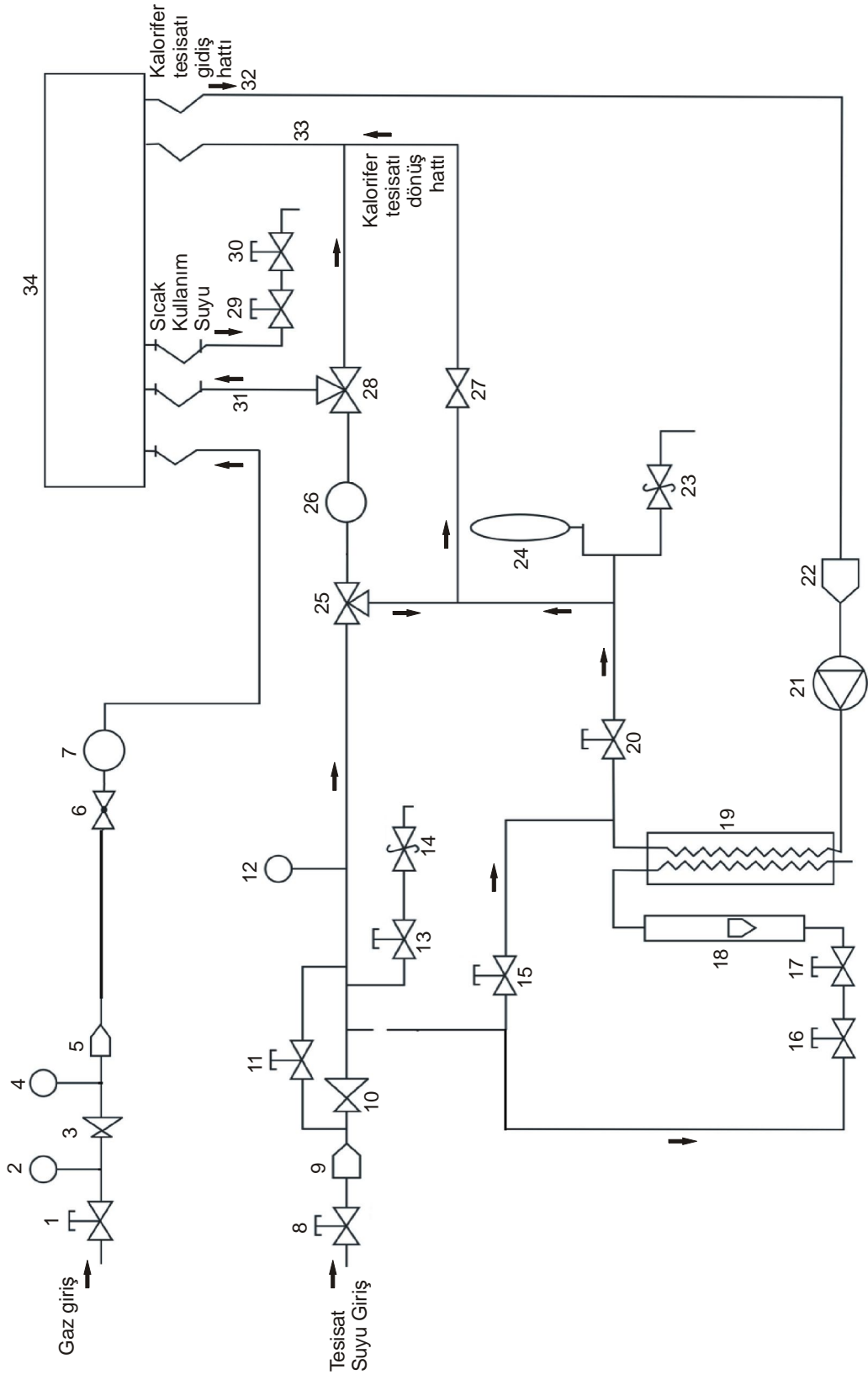
#### 3.1 Materyal

Bir kombinin çalışma prensibi Şekil 3.1’de gösterilmektedir. Oda sıcaklığı ve dış hava sıcaklığına göre hesaplanan bir eğri üzerinde, o anki dış hava sıcaklığına göre bir hedef gidiş suyu sıcaklığı belirlenir Bu bilgi UBA’ya gönderilir. UBA’ya kazan sensöründen de o anki kazan suyu sıcaklığı bilgisi gelir. UBA iki değeri karşılaştırır ve fana istediği kazan kapasitesi kadar bir gerilim gönderir. Kazan o kapasitede yanar. Yanma için gerekli olan gaz, fan ile kontrol edilen gaz armatürü vasıtasıyla ayarlanır



Şekil 3.1 Yoğuşmalı kombinin çalışma prensibi

Deneysel çalışmada kullanılan ekipmanlar Şekil 3.2’de gösterilmiştir.



Şekil 3.2 Kombi doney tesisatı

Aşağıda deney düzeneğimizde kullanılan elemanlar şekil 3.2 ye göre numaralandırılmıştır.

- 1 Küresel vana
- 2 Manometre
- 3 Basınç düşürücü
- 4 Manometre
- 5 Filtre
- 6 Selenoid Vana
- 7 Debi ölçer
- 8 Küresel vana
- 9 Filtre
- 10 Basınç düşürücü
- 11 Küresel vana
- 12 Manometre
- 13 Küresel vana
- 14 Emniyet Ventili
- 15 Küresel vana
- 16 Küresel vana
- 17 Küresel vana
- 18 Debi ölçer
- 19 Isı değiştiricisi
- 20 Küresel vana
- 21 Sirkülasyon Pompası
- 22 Filtre
- 23 Emniyet Ventili
- 24 Genleşme deposu

|    |                              |
|----|------------------------------|
| 25 | Üç yollu vana                |
| 26 | Debi ölçer                   |
| 27 | Küresel vana                 |
| 28 | Üç yollu vana                |
| 29 | Küresel vana                 |
| 30 | Küresel vana                 |
| 31 | Soğuk su tesisat giriş hattı |
| 32 | Kalorifer gidiş hattı        |
| 33 | Kalörifer dönüş hattı        |
| 34 | Kombi                        |

Ölçme elemanlarının detaylı bilgileri eklerde sunulmuştur. Cihaz kalibrasyonları Konya TSE Sojuztest Metroloji ve Kalibrasyon merkezinde periyodik olarak yapılabilmektedir.

### 3.1.1 Basınç ölçerler

Yüksek ölçüm hassasiyeti gerektirmeyen yerlerde kullanılırlar.

Kalite sınıfları KL 2,5 KL 4,0'dır.

Fiyat bakımından ekonomik mamüllerdir.

Bakır alaşımlarını aşındırıcı olmayan sıvı ve gazların basınç ölçümlerinde kullanılırlar.

### 3.1.2 Basınç düşürme vanaları



Su, zararsız sıvılar, sıkıştırılmış hava ve nitroje uygulamaları için kullanılan Honeywell basınç düşürme vanaları, konutlarda, apartmanlarda, ticari ve endüstriyel tesisatta yüksek basıncın neden olabileceği hasarların önüne geçer, su tüketimini azaltarak tasarruf sağlar.

#### Şekil 3.3 Basınç düşürme vanası

DN15-DN50 arası dişli DN50-DN200 arası flanşlı ve 0.2-12 bar kontrol aralıklarındaki tüm basınç düşürücüleri, dengeli yatak prensibine göre çalışarak giriş basıncı ve debiden bağımsız olarak çıkış basıncını sabit tutar. Basınç düşürücü, filtre kombinasyonları ile yerden ve işçilikten tasarruf edilir. Tesisatı sökmeden son derece hızlı servis yapılabilen basınç düşürücüler, kendi alanında Avrupa'nın en büyük kurulu kapasitesine sahip olan ve sektördeki ilk ISO 9001 belgesine 1991'de hak kazanan Almanya'daki Honeywell Braukmann tesislerinde üretilir.

### 3.1.3 Solenoid vana

Solenoid valfler, AC veya DC elektrik enerjisiyle çalışan ve çeşitli akışkan hatlarının kontrolü işlevini gören iki veya üç yollu vanalardır. Bobin, çekirdek, kovan ve gövdeden oluşmaktadır. Akışkan hattının kontrolü, elektrik enerjisi verilmesiyle bobin üzerinde meydana gelen elektromanyetik kuvvetin bobin çekirdeğini hareket ettirmesiyle yapılmaktadır.

Konumlarına göre solenoid valfler normalde açık ve normalde kapalı olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Bobin enerjilendirildiğinde kapalı olan hattı açmaya yarayan valfler normalde kapalı (N.K.); açık olan hattı bobine enerji verildiğinde kapatmaya yarayan valfler ise normalde açık solenoid valf olarak adlandırılmaktadır.

### **3.1.4 Emniyet ventilleri**

Isıtma, soğutma ve sıhhi tesisat sistemlerinde oluşan aşırı basıncın tahliye edilmesinde kullanılır.

Boyerli sıcak su ısıtma sistemlerinde aşırı basınç tahliyesi için kullanılır.

Elektrikli termisifonlarda, su şebekesinden kaynaklanan aşırı basınç yüklemelerini önlemek amacıyla kullanılır.

Kalorifer sistemlerinde, hat emniyeti amacıyla kullanılırlar.

### **3.1.5 Isı değiştiricileri**

Mühendislik uygulamalarının en önemli ve en çok karşılaşılan işlemlerinden birisi, farklı sıcaklıklardaki iki veya daha fazla akışkan arasındaki ısı değişimidir. Bu değişimin yapıldığı cihazlar, ısı değiştirici ve eşanjör olarak adlandırılmakta olup, pratikte termik santrallerde, kimya endüstrilerinde, ısıtma, iklimlendirme, soğutma tesisatlarında, elektronik cihazlarda, alternatif enerji kaynaklarının kullanımında ısı depolanması vb. birçok yerde bulunabilmektedir.

Genelde ısı değiştiricilerinde akışkanlar, birbiriyle karıştırılmadan ısı geçişinin doğrudan yapıldığı çoğunlukla metal malzeme olan katı bir yüzey ile birbirinden ayrılırlar. Bu tip ısı değiştiricileri yüzeyli veya reküparatif olarak adlandırılır. Pratikte çok değişik tiplerde bulunabilen ısı değiştiricileri , ısı geçiş şekline , konstrüksiyon özelliklerine , akış düzenlenmesine , akışkan sayısına veya akışkanların faz değişimlerine göre , çeşitli şekillerde sınıflandırılabilir.

### **3.1.6 Kapalı genişleme deposu**

Açık genişleme depolu sistemler atmosfere açık olarak çalışmaktadırlar. Bu sebepten Isıtma tesisatına sürekli hava (oksijen) girişi söz konusudur. Bunun sonucu olarak ısıtma kazanı, genişleme deposu, borular, vanalar ve diğer sistem ekipmanları zaman içerisinde korozyona maruz kalır ve çürür. Açık genişleme depoları çatı katına yerleştirildiğinden ve zamanla korozyondan dolayı çürüdüklerinden binaların üst

katlarını su basma riski vardır. Açık genişleme depolarının hacmi uygun hesaplanmamış ise ya da en üst kottaki radyatör ile arasındaki mesafesi yeteri kadar bırakılmamış ise, havalık borularından açık genişleme deposuna su sirkülasyonu olur. Bu da enerji kaybı yanı sıra pompa basıncını düşürür ve bu sebepten tesisattaki kritik devrenin ısınmama problemi ortaya çıkabilir. Kapalı genişleme depolu sistemler atmosfer ortamına kapalı olduklarından sisteme oksijen girişi olmaz ve sistemdeki tüm elemanların ömrü uzar

Kapalı genişleme depoları Azot gazı ile basınçlandırılmıştır. Gaz basıncı zaman içerisinde düşmez ve bakım aralığı uzar.

Kapalı genişleme depolarının membranı butil kauçuk malzemeden yapılmıştır, Bu membran diğer lastik membranlara göre daha dayanıklı ve uzun ömürlüdür.

### **3.1.7 Sirkülasyon pompaları**

Pompalar kat kaloriferi ve kombi ısıtma sistemleri için kullanılabilir.. Bu seri 3m<sup>3</sup>/h-1,8mSS kapasitesine ulaşmaktadır. 1" rakorlu, monofaze, ve 3 hız kademeli olarak üretilmiştir. Pompaların suyla temas eden hareketli parçaları paslanmaz malzemeden üretilmiştir. Bu pompaların sessiz çalışma, yüksek kalkış torku, motoru koruyan bronz filtre, düşük elektrik tüketimi gibi özellikleri bulunmaktadır.

### **3.1.8 Gaz basınç düşürücüleri**

Gaz hatlarında ortaya çıkan ani basınç yükselmeleri, tesisat boru hatlarında sızdırma ve patlatma sorunlarına yol açmakta, kullanılan armatür elemanlarının zarar görmesine sebep olmaktadır.

Bundan dolayı, yukarıdaki sorunları gidermek amacıyla binalarda gaz sayaçları öncesi basınç regülatörlerinin montajı tavsiye edilir.

### **3.1.9 Filtre**

Tesisatta bulunan ya da oluşabilecek pisliklerin tesisat elemanlarına zarar vermemesi için geçişini engelleyen mekanik elemanlardır.

### 3.1.10 Otomatik hava tahliye cihazı

Su ile çalışan tüm ısıtma sistemlerinde tesisat içindeki havayı boşaltmak ,önemli bir sorundur.Boşaltma yapılmaz aşağıdaki sorunlara yol açar.

- 1) Devir daim sorunları.
- 2) Hava bulunan yüzeylerde paslanma.
- 3) Sistem aşınması.

Mamül ile birlikte monte edilen emniyet sübabı,sistem devrede iken sökülüp takılma olanağı sağlar. Belli kullanım yerleri,ısıtma sistemi hattının en yüksek noktaları ve radyatör peteklerinin üst kısmıdır.

### 3.1.11 Radyatör vanaları

Isıtma sistemlerinde, ısıtıcıların girişine ve çıkışına takılarak ısıtıcıya giren akışkanın debisini ayarlamak için kullanılırlar.

Termostatik tipler, ısıtılan ortamların belirli bir sıcaklıkta sabit tutulması için kullanılırlar.

Termostatik uyumlu tipler, daha sonra termostatik vanaya dönüşüm yapabilmek içindir.

Radyatör geri dönüşüm vanaları, ısıtma sistemlerinde, ısıtıcıların dönüş suyunun debisini ayarlama amaçlı kullanılırlar.

Standart radyatör vanaları, diğer makina ve sistemlerde de debi ayarlamak amaçlı olarak da kullanılabilirler.

## 3.2 Metod

Sistemin verim hesabı TS EN 483 nolu standartta bulunan verim hesaplama yöntemlerinden faydalanılarak yapılmıştır.

Bir kimyasal reaksiyon sırasında moleküllerin atomları arasındaki bağlar bozulur ve yerlerine yenileri oluşur. Bu bağlarla ilişkili olan kimyasal enerji genellikle yanma işlemine giren ve yanma işleminden çıkan maddeler için farklıdır. Bu nedenle, içinde bir kimyasal reaksiyonun gerçekleştiği hal değişiminde, enerji korunumunda gözönüne alınması gereken kimyasal enerjiler söz konusu olur. belirli bir halde bulunan bir maddenin, kimyasal bileşiminden kaynaklanan entalpisi oluşum entalpisidir.

Enerjinin korunumu bağntısında oluşum entalpileri de dikkate alınmıştır.

## BÖLÜM 4

### 4. TEORİ

$T_o$  sıcaklık ve  $P_o$  basınçtaki  $n$  kmol yakıtın sürekli akışlı adyabatik bir yanma odasında aynı halde bulunan oksijenle stokiometrik olarak yandığı kabul edilmiştir.

Bir yakıtın tam olarak yanması için gerekli en az hava miktarına, stokiometrik veya teorik hava adı verilir. Böylece bir yakıt teorik havayla tam olarak yandığı zaman yanma sonu ürünleri arasında serbest oksijen bulunmaz. Yakıtın teorik havayla tam olarak yandığı ideal bir yanma işlemi, yakıtın stokiometrik veya teorik yanması diye bilinir.

Tablo 4.1 den elde edilecek değerler ise TS EN 677 standardında ki formüllerle kontrol edilir.

**Tablo 4.1** Faydalı kısmi yük veriminin hesaplanması

|                       |  |  |                         |   |
|-----------------------|--|--|-------------------------|---|
| % 30 kısık debi       | $Q_2 = 0,3 \cdot Q_n$  | $t_2 = 600$  | $\eta_2$                | $\eta_u = \eta_2$   |
| Tam debi<br>Kapanma   | $Q_i = Q_n$<br>$Q_3 =$ Sürekli<br>ateşleme brülörü             | $t_1 = \frac{180Q_1 - 600Q_3}{Q_1 - Q_3} t_2$<br>$= 600 - t_1$             | $\eta_1$<br>$P_s$       | $\eta_u = \frac{\eta_1 \times Q_1 \times t_1 + 0,8 \times Q_3 \times t_3 - P_s \times t_3}{Q_1 \times t_1 + Q_3 \times t_3}$                |
| Kısık debi<br>Kapanma | $Q_2 > 0,3 \square Q_n$<br>$Q_3 =$ Sürekli<br>ateşleme brülörü | $t_{21} = \frac{180Q_{21} - 600Q_3}{Q_{21} - Q_3}$<br>$t_{21} = 600 - t_1$ | $\eta_{21}$<br>$P_s$    | $\eta_u = \frac{\eta_{21} \times Q_{21} \times t_{21} + 0,8 \times Q_3 \times t_3 - P_s \times t_3}{Q_{21} \times t_{21} + Q_3 \times t_3}$ |
| Tam debi<br>Kapanma   | $Q_i = Q_n$<br>$Q_2 < 0,3 \square Q_n$                         | $t_1 = \frac{180Q_1 - 600Q_{22}}{Q_1 - Q_{22}}$<br>$t_{22} = 600 - t_1$    | $\eta_1$<br>$\eta_{22}$ | $\eta_u = \frac{\eta_1 \times Q_1 \times t_1 + \eta_{22} \times Q_{22} \times t_{22}}{Q_1 \times t_1 + Q_{22} \times t_{22}}$               |

**Tablo 4.1** in devamı

|              |   |  |             |  |
|--------------|---|--|-------------|--|
| Kısıc debi 1 | $Q_2 > 0,3 \square Q_n$                 | $t_{21} = \frac{180Q_{21} - 600Q_{22}}{Q_{21} - Q_{22}}$ | $\eta_{21}$ | $\eta_U = \frac{\eta_{21} \times Q_{21} \times t_{21} + \eta_{22} \times Q_{22} \times t_{22}}{Q_{21} \times t_{21} + Q_{22} \times t_{22}}$               |
| Kısıc debi 2 | $Q_2 < 0,3 \square Q_n$                 | $t_{22} = 600 - t_{21}$                                  | $\eta_{22}$ |  |
| Tam debi     | $Q_i = Q_n$                             | $t_{21} = \frac{(180t_1)Q_1 - (600t_1)Q_3}{Q_1 - Q_3}$   | $\eta_{11}$ | $\frac{\eta_{11} \times Q_1 \times t_1 + \eta_{22} \times Q_2 \times t_2 + 0,8Q_3 t_3 - P_s \times t_3}{Q_1 \times t_1 + Q_2 \times t_2 + Q_3 \times t_3}$ |
| Kısıc debi   | $Q_2$                                   |  | $\eta_{22}$ |  |
| Kapanma      | $Q_3 = \text{Sürekli ateşleme brülörü}$ | $t_3 = 600 - (t_1 - t_2)$                                | $P_s$       |  |

#### 4.1 Anma Isı Girdisinde Faydalı Verim

Anma ısı girdisinde veya ısı girdisi ayarlanabilen kazanlar için en yüksek ısı girdisinde faydalı verim (%), en az;

$$\eta = 91 + \log P \quad (4.1)$$

$\log P$  % olarak verilir.

Burada;

$P_a$  : İmalâtçı tarafından belirtilen en yüksek ve en düşük faydalı ısı çıktısının aritmetik ortalamasıdır (kW).

## 4.2 Kısmi Yükte Faydalı Verim

Anma ısı girdisinin % 30'una (veya ısı girdisi ayarlanabilen kazanlar için en yüksek ve en düşük ısı girdisinin aritmetik ortalamasına) karşılık gelen bir yük için faydalı verim (%), en az;

$$\eta = 97 + \log P \quad (4.2)$$

Burada logP % olarak verilir.

Pi : Anma ısı çıktısı Pn veya ısı girdisi ayarlanabilen kazanlar için, imalâtçi tarafından belirtilen en yüksek ve en düşük faydalı ısı çıktısının aritmetik ortalaması Pa dır.

## 4.3. Baca Gazları Emisyon Değerleri ve Özellikleri

Yakıt gazları tutuşturuldukları zaman havanın oksijeni ile birleşerek yanarlar . Bir gazın yanması, gaz içerisinde bulunan kimyasal enerjinin kuvvetli bir sıcaklık ve ışık üreterek ortaya çıktığı kimyasal ve fiziksel bir olaydır.

Doğal gaz başlıca metan gazından oluşmuştur. Metan (CH4) havanın oksijeni ile birleşerek karbondioksit gazı ve su buharı oluşturur . Eğer baca kesiti, konstrüksiyonu, malzemesi ve yalıtımı yeterli değerleri sağlamıyorsa ; baca gazındaki su buharının baca içinde yoğuşmasına neden olur.

Baca gazlarından tüm canlılar etkilenmektedir. Tehlike yaratan emisyonların zararlı olmaması için max. değerler belirlenmiştir. Bu değerler ppm yada mg/m3 olarak verilmiştir (Şekil4 ) . Tehlike yaratan baca gazı emisyonları

a) Yakıtı bağlı emisyonlar;

Tozlar, halojenler ve ağır metaller

Karbondioksit (CO2)

Kükürtdioksit (SO2)

b) Prosese bağlı emisyonlar;

Karbonmonoksit (CO)

Karbonhidrojen (CXHY)

c) Yakıt ve Prosese bağlı emisyonlar; Tozlar, halojenler ve ağır metaller Azot oksitler ( NOX) şeklindedir.

|   | Yakma Isıl Gücü 100 MW'ın altında olan tesislerde (% 3 O <sub>2</sub> ) | Yakma Isıl Gücü 100 MW'ın üstünde olan tesislerde (% 3 O <sub>2</sub> ) |
|---|---|---|
| CO<br>(Karbonmonoksit) miktarı                | 100 mg/m <sup>3</sup><br>80 ppm<br>0,008 %                              | 100 mg/m <sup>3</sup><br>80 ppm<br>0,008 %                              |
| NO <sub>x</sub><br>(Azot Oksitleri) miktarı   | 800 mg/m <sup>3</sup> 390 ppm   | 500 mg/m <sup>3</sup><br>243 ppm<br>0,024 %                             |
| SO <sub>x</sub><br>(Kükürt Oksitleri) miktarı | 100 mg/m <sup>3</sup><br>34 ppm<br>0,0034 %                             | 60 mg/m <sup>3</sup><br>21 ppm<br>0,0021 %                              |
| Aldehit<br>(Formaldehit olarak, HCHO miktarı) | 20 mg/m <sup>3</sup>  | Herhangi bir sınırlama yoktur.  |

**Tablo 4.2.** Baca gazı emisyon sınır değerleri

#### 4.4. Karbondioksit

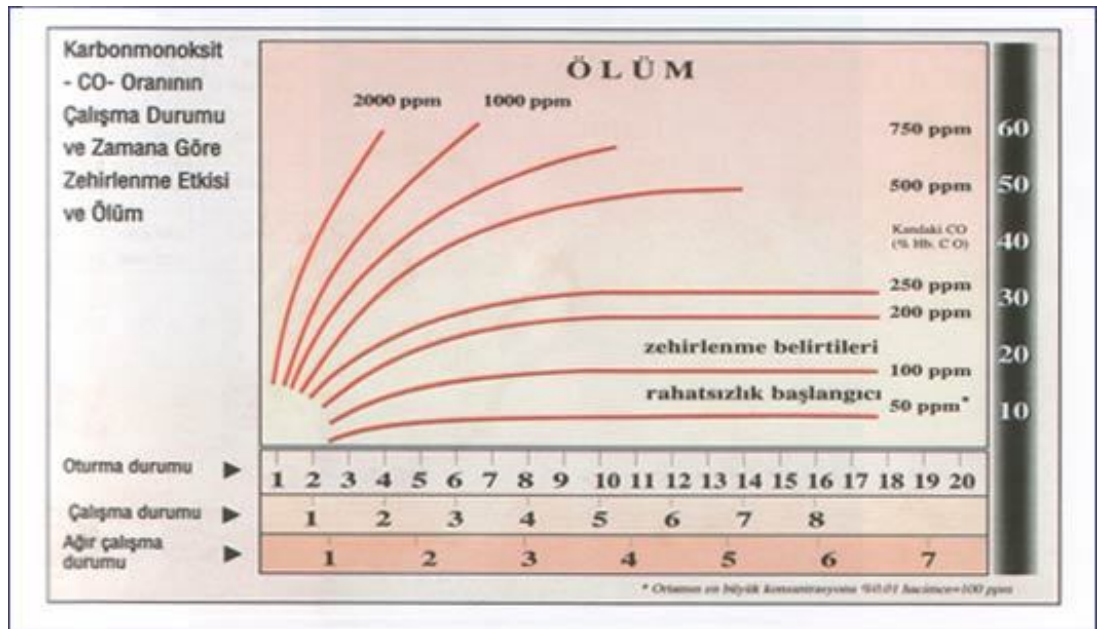
Karbondioksitin yüksek konsantrasyonu beyin hücrelerini uyuşturur. Düşük konsantrasyonu ise nefes alma zorluğuna sebep olur. Atmosferde % 0,0314 (314 PPM) olan değer, çalışılan ortamlarda % 0,5 (5000 PPM) olduğunda insan organizması için zararlıdır.

#### 4.5. Karbonmonoksit

Doğal gaz yapısı gereği zehirlenme özelliği olan bir gaz türü değildir. Ancak tam yanmanın oluşmaması halinde, yüksek zehirleyici özelliğe sahip karbonmonoksit gazı oluşur. Çalışılan ortamlarda CO sınır değeri; 30 PPM yani, %0,003 tür. Karbonmonoksit renksiz ve kokusuz olup başlangıç aşamasında hissedilmez, kandaki hemoglobinin ile hızla birleşerek karboksihemoglobin oluşturur. Solunum halinde, hayati önem taşıyan kandaki oksijeni bloke ederek ani bayımlara neden olur. Solunum havasında 300 PPM değerinde CO olması halinde 2 saat içerisinde kandaki hemoglobinin % 20'si ile birleşir ve iş göremez hale gelmesine neden olur(Şekil 5). Çalışma durumunda veya ağır çalışma durumunda insanın daha fazla solumaya ihtiyacı olacağı için zehirlenme süresi kısalmır. Bu oran % 60'a ulaştığında ölümcül olur.

#### 4.6. Azot Oksitler

- Azot renksiz ve tatsız bir gazdır
- Çok yavaş reaksiyon gösterir.
- Yanma olayına katılmaz
- Belli sıcaklıklarda O<sub>2</sub> ile birleşerek NOX'leri oluşturur
- NOX'ler çok zehirlidir
- NO<sub>2</sub> için çalışılan ortamlarda max. sınır değeri 5 PPM dir.



Şekil 4.1. CO oranının çalışma durumu ve zamana göre zehirlenme ve ölüm etkisi

## BÖLÜM 5

### 5. DENEYSEL ÇALIŞMA

Deney on dakikalık zaman dilimleri içinde farklı debilerde gerçekleştirilir. Kazandan giden ve dönen suyun sıcaklıkları ölçülerek suya verilen enerji

$$Q = \dot{m} \cdot c \cdot \Delta T \quad (5.1)$$

bağıntısıyla elde edilir.

Bu enerji gaz debi ölçerden aldığımız değerle

$$M = 3,6 \frac{Q}{H_i} \quad (5.2)$$

bağıntısını kullanarak tekrardan elde edeceğimiz değer Tablo 4.1 deki formüller de yerine koyarak verim hesaplaması yapılır.

Tüm deney seti montajı yapıldı, deney setinde bulunan ölçüm cihazlarından elde edilen datalar tespit edildi. Ölçülen tüm değerler belirli zaman aralıklarında kaydedildi. Bu süre içerisinde faydalı verim, zamana göre ve farklı hacimsel debilere göre hesaplandı. Elde edilen değerler formüllerde yerine koyularak hesaplamalar yapıldı. Hesaplanan tüm değerler tablolar halinde gösterilip kıyaslamalar yapıldı. Emisyon değerleri emisyon ölçüm cihazı ile ölçüldü. Standartlarda belirtilen uygun değerleri aşmadan deney setinin çalışması sağlandı.

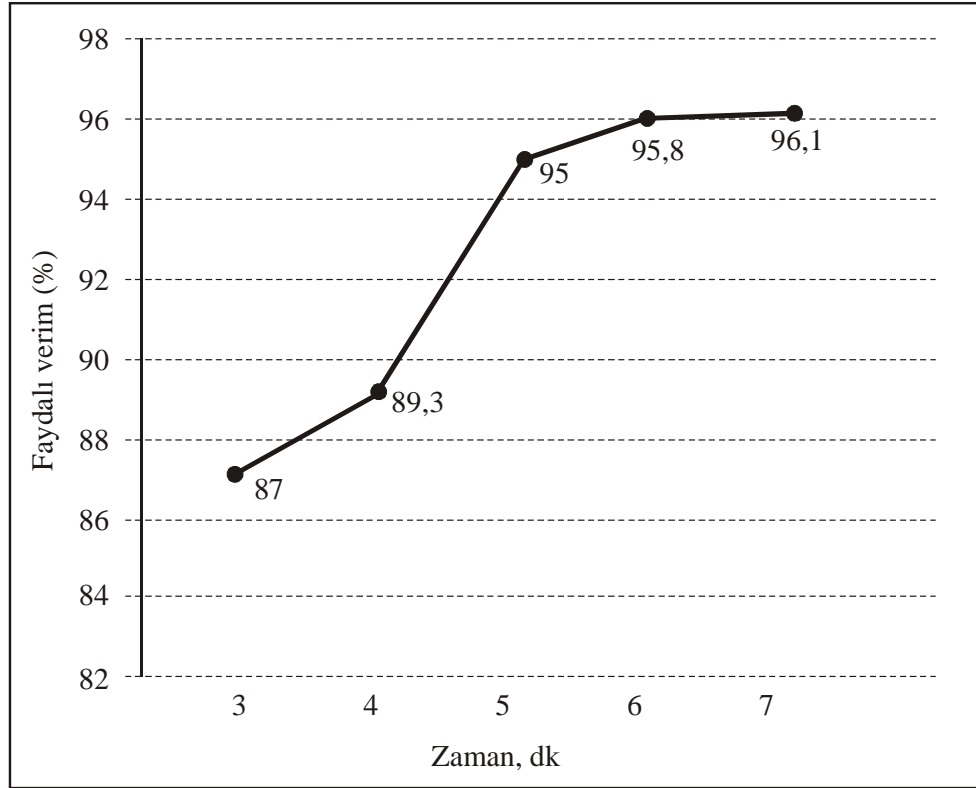
## BÖLÜM 6

### 6. NÜMERİK DEĞERLENDİRME VE DENEY SONUÇLARI

Laboratuvarımızda kurulan deney düzeneğinde TSEN 677 standartlarına göre yapılan test sonuçları aşağıda belirtildiği gibi iki farklı cihaz için yapıldı.

**Tablo 6. 1** Yoğuşmalı kombilerde belirli zaman aralığında ölçülen debiler

| $V_1$ | $V_2$   | $T_{1(dk)}$ | $\eta_{faydalı}$ |
|-------|---------|-------------|------------------|
| 1     | KAPANMA | 3           | 87               |
| 1     |         | 4           | 89,3             |
| 1     |         | 5           | 95               |
| 1     |         | 6           | 95,8             |
| 1     |         | 7           | 96,1             |



Şekil 6.1 Yoğuşmalı kombilerde faydalı verimin zamana göre değişimi

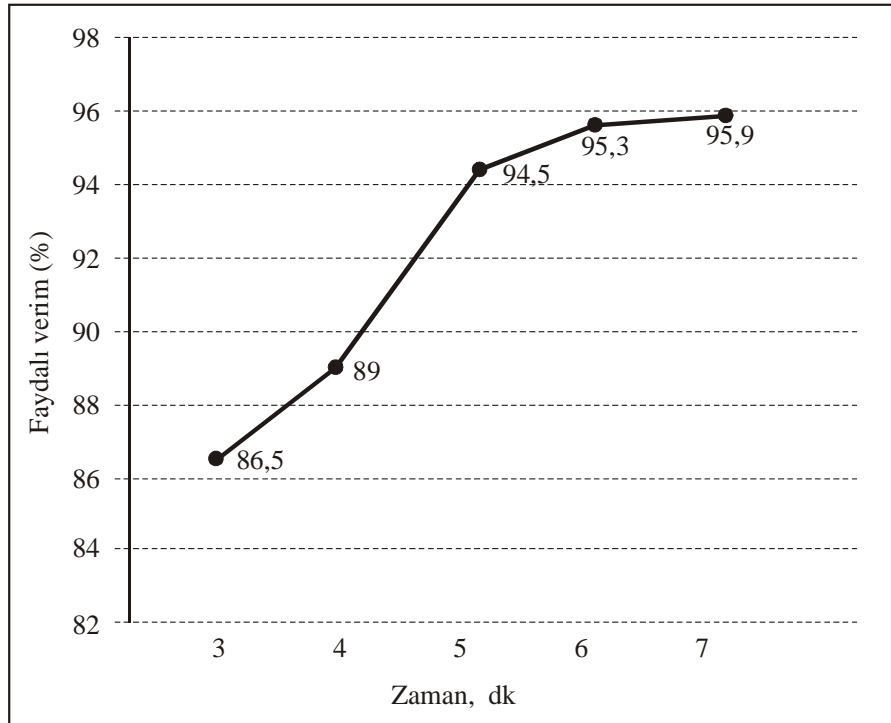
**Tablo 6.2.** Yoğuşmalı kombilerde ölçülen emisyon değerleri

|                                 |       |      |       |      |      |
|---------------------------------|-------|------|-------|------|------|
| Baca gazı sıcaklığı $^{\circ}C$ | 104.5 | 103  | 104.5 | 102  | 96   |
| CO, ppm                         | 1.8   | 1.9  | 1.93  | 1.96 | 1.99 |
| Verim %                         | 96.1  | 95.8 | 95    | 89.3 | 87   |
| NO, ppm                         | 37.6  | 37.8 | 38.2  | 38.3 | 38.2 |
| CO <sub>2</sub> , %             | 8.01  | 7.99 | 7.88  | 7.86 | 7.82 |
| Yakıt Cinsi                     | LPG   | LPG  | LPG   | LPG  | LPG  |

Yapılan deneylerden elde edilen sonuçlar 3. dk'dan itibaren kaydedilmiştir. Grafikte görüldüğü üzere 4. dk başlangıcına kadar verim değerinin yavaş bir şekilde arttığı gözlemlenmiştir. 4. ve 5. dk aralığında sistem rejime girmeye başlamakta ve bu süre içerisinde verimin hızlı bir artışı gözlemlenmiştir. 5. ile 6. dk lar aralığında sistem rejime girmiş verim değeri bu süre içinde çok yavaş artış göstermiştir. 7. dk sonuna kadar verim değeri çok ufak bir artış ile 96,1 değerine ulaştığı gözlemlenmiştir. Emisyon ölçümlerinde sistem rejime girene kadar yanma tam gerçekleşmediği için baca gazı sıcaklığı düşük değerdedir. Buna karşın CO oranı ve NO oranı tam yanmaya göre yüksek değerdedir. Tam yanma gerçekleşene kadar NO, CO değerlerinin yüksek olduğu saptanmıştır.

**Tablo 6.3** Yoğuşmasız kombilerde belirli zaman aralığında ölçülen debiler

| $V_1$ | $V_2$   | $T_{1(dk)}$ | $\eta_{\text{faydalı}}$ |
|-------|---------|-------------|-------------------------|
| 1     | KAPANMA | 3           | 86,5                    |
| 1     |         | 4           | 89                      |
| 1     |         | 5           | 94,5                    |
| 1     |         | 6           | 95,3                    |
| 1     |         | 7           | 95,9                    |



Şekil 6.2 Yoğuşmasız kombilerde faydalı verimin zamana göre değişimi

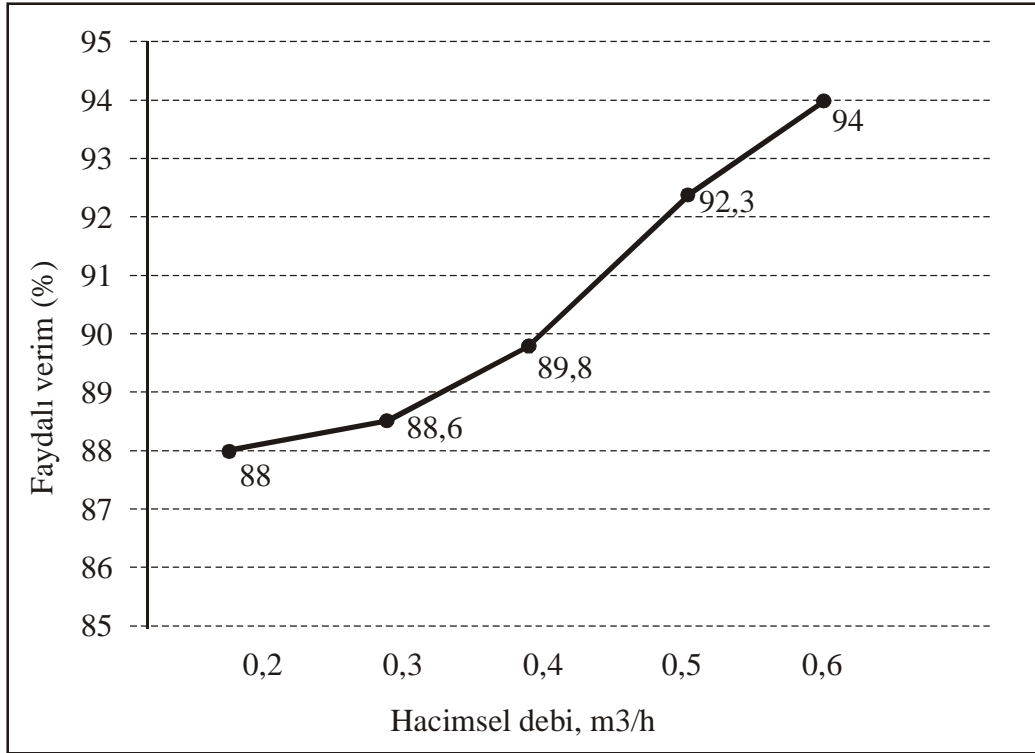
**Tablo 6.4.** Yoğuşmasız kombilerde ölçülen emisyon değerleri

|                        |       |      |      |      |      |
|------------------------|-------|------|------|------|------|
| Baca gazı sıcaklığı °C | 134.5 | 133  | 130  | 120  | 119  |
| CO, ppm                | 2     | 2,1  | 2,16 | 2,4  | 2,43 |
| Verim %                | 95,9  | 95,3 | 94,5 | 89   | 86,5 |
| NO, ppm                | 44    | 44,4 | 44,6 | 45,5 | 46,6 |
| CO <sub>2</sub> , %    | 9.02  | 9,0  | 8,9  | 8,6  | 8,57 |
| Yakıt Cinsi            | LPG   | LPG  | LPG  | LPG  | LPG  |

Yapılan deneylerden elde edilen sonuçlar 3. dk'dan itibaren kaydedilmiştir. Grafikte görüldüğü üzere 4. dk başlangıcına kadar verim değeri yoğuşmalı kombiye göre daha hızlı bir şekilde arttığı gözlemlenmiştir. 4. ve 5. dk aralığında sistem rejime girmeye başlamakta ve bu süre içerisinde verimin hızlı bir artışı gözlemlenmiştir. 5. ile 6. dk lar aralığında sistem rejime girmiş verim değeri bu süre içinde çok yavaş artış göstermiştir. 7. dk sonuna kadar verim değeri çok ufak bir artış ile 95,9 değerine ulaştığı gözlemlenmiştir. Verim değerinin yoğuşmalı kombilerin daha düşük verimde olduğu tespit edilmiştir. Emisyon ölçümlerinde sistem rejime girene kadar yanma tam gerçekleşmediği için baca gazı sıcaklığı düşük değerdedir. Buna karşın CO oranı ve NO oranı tam yanmaya göre yüksek değerdedir. Tam yanma gerçekleşene kadar NO, CO değerlerinin yüksek olduğu saptanmıştır.

**Tablo 6.5** Yoğuşmalı kombilerde belirli zaman aralığında ölçülen debiler

| $V_1$ | $V_2$ | $T_{1(dk)}$ | $\eta_{\text{faydalı}}$ |
|-------|-------|-------------|-------------------------|
| 1     | 0,2   | 5           | 88                      |
| 1     | 0,3   | 5           | 88,6                    |
| 1     | 0,4   | 5           | 89,8                    |
| 1     | 0,5   | 5           | 92,3                    |
| 1     | 0,6   | 5           | 94                      |



Şekil 6.3 Yoğuşmalı kombilerde faydalı verimin farklı hacimsel debilere göre değişimi

**Tablo 6.6.** Yoğuşmalı kombilerde ölçülen emisyon değerleri

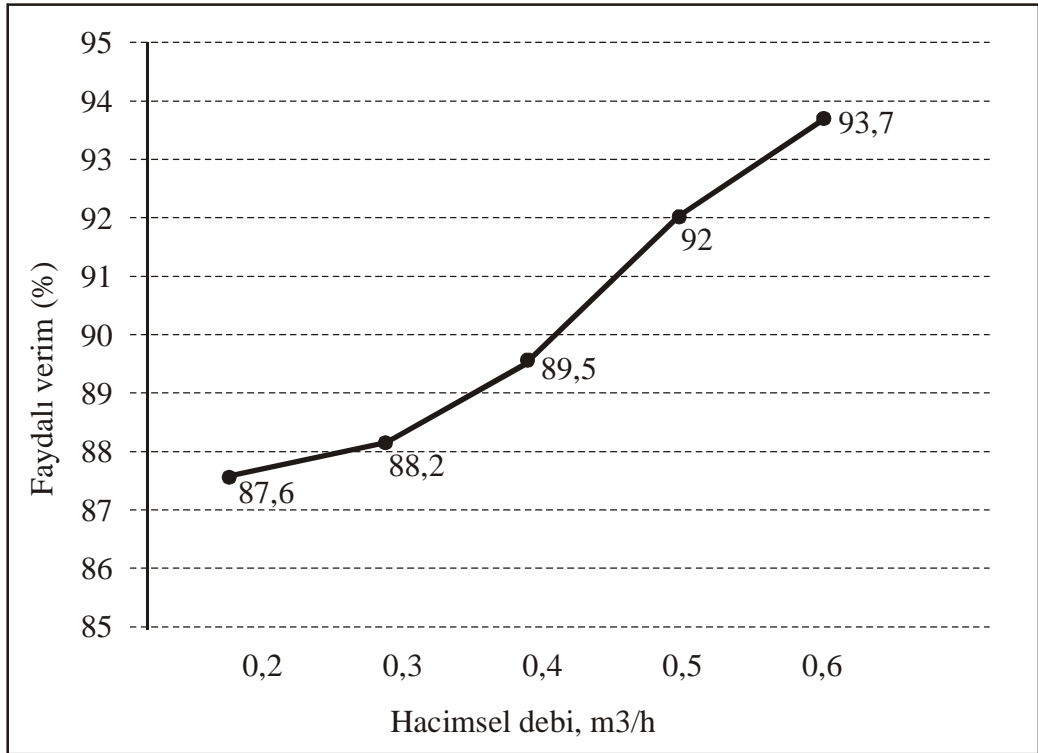
|  |       |      |       |      |      |
|--|-------|------|-------|------|------|
| Baca gazı sıcaklığı $^{\circ}\text{C}$ | 105,7 | 105  | 100,5 | 98   | 97   |
| CO, ppm                                | 1,8   | 1,82 | 1,94  | 1,96 | 1,97 |
| Verim %                                | 94    | 92,3 | 89,8  | 88,6 | 88   |
| NO, ppm                                | 38    | 37,4 | 37,6  | 37,8 | 37,9 |
| CO <sub>2</sub> , %                    | 8,02  | 8,01 | 7,88  | 7,86 | 7,87 |
| Yakıt Cinsi                            | LPG   | LPG  | LPG   | LPG  | LPG  |

Yapılan deneyde farklı hacimsel debilerde sistem verimleri 5'er dk lık zaman dilimleri içinde ölçülmüştür. 0,2 m<sup>3</sup> debi için ölçülen verim değeri 88 olarak ölçülmüştür. 0,3 m<sup>3</sup> debi için ölçülen değer küçük bir artış göstererek 88,6 dir. 0,4 m<sup>3</sup> debi için verim değeri 89,8 değerine yükselmiştir. 0,5 m<sup>3</sup> debi için ölçülen verim

değeri 92,3 değerine yükselmiştir. 0,6 m<sup>3</sup> debi için ölçülen değer en yüksek seviyesine yükselmiş ve 94 olarak ölçülmüştür. 0,3 m<sup>3</sup> ile 0,5 m<sup>3</sup> debiler arasında sistem rejime girmekte, bu sıradaki verim değeri hızlı bir şekilde artış göstermektedir. Emisyon ölçümlerinde sistem rejime girene kadar yanma tam gerçekleşmediği için baca gazı sıcaklığı düşük değerdedir. Buna karşın CO oranı ve NO oranı tam yanmaya göre yüksek değerdedir. Tam yanma gerçekleşene kadar NO, CO değerlerinin yüksek olduğu saptanmıştır.

**Tablo 6.7** Yoğuşmasız kombilerde belirli zaman aralığında ölçülen debiler

| V <sub>1</sub> | V <sub>2</sub> | T <sub>1(dk)</sub> | η <sub>faydalı</sub> |
|----------------|----------------|--------------------|----------------------|
| 1              | 0,2            | 5                  | 87,6                 |
| 1              | 0,3            | 5                  | 88,2                 |
| 1              | 0,4            | 5                  | 89,5                 |
| 1              | 0,5            | 5                  | 92                   |
| 1              | 0,6            | 5                  | 93,7                 |



Şekil 6.4 Yoğuşmasız kombilerde faydalı verimin farklı hacimsel debilere göre değişimi

**Tablo 6.8** Yoğuşmasız kombilerde ölçülen emisyon değerleri

|                                    |       |      |      |      |      |
|------------------------------------|-------|------|------|------|------|
| Baca gazı sıcaklığı <sup>0</sup> C | 135.7 | 135  | 127  | 125  | 120  |
| CO, ppm                            | 2     | 2,03 | 2,2  | 2,23 | 2,25 |
| Verim %                            | 93,7  | 92   | 89,5 | 88,2 | 87,6 |
| NO, ppm                            | 45    | 45,1 | 46   | 46,2 | 46,4 |
| CO <sub>2</sub> , %                | 9.39  | 9,36 | 9,2  | 9,19 | 9,18 |
| Yakıt Cinsi                        | LPG   | LPG  | LPG  | LPG  | LPG  |

Yapılan deneyde farklı hacimsel debilerde sistem verimleri 5'er dk lık zaman dilimleri içinde ölçülmüştür. 0,2 m<sup>3</sup> debi için ölçülen verim değeri 87,6 dır. 0,3 m<sup>3</sup> debi için ölçülen değer küçük bir artış göstererek 88,2 olarak ölçülmüştür. 0,4 m<sup>3</sup> debi için verim değeri 89,5 değerine yükselmiştir. 0,5 m<sup>3</sup> debi için ölçülen verim değeri 92 değerine yükselmiştir. 0,6 m<sup>3</sup> debi için ölçülen değer en yüksek seviyesine yükselmiş ve 93,7 olarak ölçülmüştür. 0,3 m<sup>3</sup> ile 0,5 m<sup>3</sup> debiler arasında sistem rejime girmekte, bu sıradaki verim değeri hızlı bir şekilde artış göstermektedir. Emisyon ölçümlerinde sistem rejime girene kadar yanma tam gerçekleşmediği için baca gazı sıcaklığı düşük değerdedir. Buna karşın CO oranı ve NO oranı tam yanmaya göre yüksek değerdedir. Tam yanma gerçekleşene kadar NO, CO değerlerinin yüksek olduğu saptanmıştır.

Verim değerinin yoğuşmalı kombilere göre daha düşük verim değerinde olduğu gözlemlenmiştir.

## BÖLÜM 7

### 7. SONUÇ

Pratikte yanma şartları ideal olmadığından iyi bir yanmanın oluşabilmesi için teorik olarak gerekli olandan daha fazla havaya ihtiyaç vardır. Gerçekte gerekli olan fazla hava miktarı yakıt tipi, brülörün dizayn ve çalışma koşullarına bağlı olarak değişir.

Bu amaç için ise belli miktarda fazla havaya ihtiyaç vardır. Bunun yanında, enerjinin yakıtın yanması için gerekli olmayan havanın ısıtılmasına harcanmaması için fazla hava miktarı minimum seviyede olmalıdır. Çok fazla miktarda fazla hava yaklaşık 20 °C'deki ortam sıcaklığındaki havanın, yaklaşık 150 °C'de baca sıcaklığı seviyesine yükseltir. Baca gazındaki oksijen miktarının düşük seviyelerde tutulması için düzenli şekilde kontrol gerekmektedir. Emisyon ölçümlerinin düzenli yapılarak ve her zaman iyi bir yanma gerçekleştirilerek cihazların yüksek verimde çalışması sağlanmalıdır.

Kombilerde sistem veriminin belirlenmesi hem kullanıcılar hem üreticiler yönünden önem arz etmektedir. Yapmış olduğumuz deneyler sonucunda yüksek verimli yoğuşmalı cihazların daha az yakıt sarfettiği gözlenmiştir. Kombiler dünyadaki tükenbilir enerji kaynaklarıyla çalıştığı için kullanılan kombi cihazlarının yüksek verimli olarak tercih edilmesi hem tüketicinin kullanım maliyetinin azalmasını sağlayacak, aynı zamanda ithal edilen enerji kaynaklarına ödenen milli giderin azalması sağlanacaktır.

## BÖLÜM 8

### 8. KAYNAKLAR

DANN R, “Domestic heating systems and controls for condensing boilers.” Heat Ventilator Engr 58(668):1–14, (1984).

Doğal Gaz Dergisi, Doğal gaz Teknolojisi, Cihaz ve Sistemleri S.113 Haziran 2006

FIELD A.A., “Heat in flue gases.” 46(11):85–7, (1974).

GORDON J.S., “Heat recovery with condensing heat exchangers” Am Dyest Rep, 10:23–4,(1983).

NOIR D, HOULLMAN N., “European technology in condensing flue-gas systems.” In: Symposium on Condensing Heat Exchangers Proceedings, vol. II, Atlanta, GA. p. 10-1–10-15 ,(1982).

OLESEN BW., “Comparative experimental study of performance of radiant floor-heating systems and a wall panel heating system under dynamic conditions.” ASHRAE Trans 100(1):1011–23, (1994).

PICKUP G., “Innovation in home heating.” Gas Eng Mgmt 23(5):171–8, (1983).

RUSTON MJ, “New directions in energy technology.” In: Proceedings of the 7th World Energy Engineering Congress, p.121–9, (1985).

SHOOK JR.”Recover heat from flue gas.” Chem Eng Progr,87(6):49–54,(1991).

STREATFIELD L, “Are condensing boilers the correct choice for domestic heating systems.” Heat Ventilator Engr. 58(673):5–6, ,(1984).

SVEDBERG G, “Advanced heat recovery from flue gases.” Fernwaerme Int 15(3):128–32, (1986)

## EKLER

EK 1 : Doymuş su sıcaklık tablosu

EK 2 : Azot,  $N_2$ 'nin mükemmel gaz varsayımıyla özellikleri

EK 3 :  $O_2$ , Oksijenin mükemmel gaz varsayımıyla özellikleri

EK 4 :  $CO_2$ , Karbondioksitin mükemmel gaz varsayımıyla özellikleri

EK 5 :  $H_2$ , Hidrojenin mükemmel gaz varsayımıyla özellikleri

EK 6 :  $H_2O$ , Su buharının mükemmel gaz varsayımıyla özellikleri

EK 7 : 25 °C sıcaklık ve 1 atm. basınçta formasyon entalpisi, formasyon Gibbs fonksiyonu ve mutlak entropi (k: katı, s: sıvı, g: gaz)

EK 8 : 25 °C sıcaklık ve 1 atm. basınçta entalpisi ve buharlaşma entalpisi.

EK 9 : Bazı maddelerin standart entalpi ve kimyasal ekserji değerleri

Ek 10 : Küresel Vanalar - Genel Amaçlı (Dişi-Erkek)

Ek 11 : Ölçüm Cihazları

Ek 12 : Kombi Deney Tesisatı

## EK 1 : Doymuş su sıcaklık tablosu

Doymuş su – Sıcaklık tablosu

| Sıcak.<br>°C<br>$T_{doyma}$ | Doyma<br>basıncı<br>kPa<br>$P$ | Özgül hacim<br>m <sup>3</sup> /kg |                          | İç enerji<br>kJ/kg      |                          |                         | Entalpi<br>kJ/kg         |                         |                          | Entropi<br>kJ/(kg . K)  |                          |        |
|-----------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|--------|
|                             |                                | Doymuş<br>sıvı<br>$v_f$           | Doymuş<br>buhar<br>$v_g$ | Doymuş<br>sıvı<br>$u_f$ | Doymuş<br>buhar<br>$u_g$ | Doymuş<br>sıvı<br>$h_f$ | Doymuş<br>buhar<br>$h_g$ | Doymuş<br>sıvı<br>$s_f$ | Doymuş<br>buhar<br>$s_g$ | Doymuş<br>sıvı<br>$s_f$ | Doymuş<br>buhar<br>$s_g$ |        |
|                             |                                |                                   |                          |                         |                          |                         |                          |                         |                          |                         |                          |        |
| 0.01                        | 0.6113                         | 0.001000                          | 206.14                   | 0.0                     | 2375.3                   | 2375.3                  | 0.01                     | 2501.3                  | 2501.4                   | 0.000                   | 9.1562                   | 9.1562 |
| 5                           | 0.8721                         | 0.001000                          | 147.12                   | 20.97                   | 2361.3                   | 2382.3                  | 20.98                    | 2489.6                  | 2510.6                   | 0.0761                  | 8.9496                   | 9.0257 |
| 10                          | 1.2276                         | 0.001000                          | 106.38                   | 42.00                   | 2347.2                   | 2389.2                  | 42.01                    | 2477.7                  | 2519.8                   | 0.1510                  | 8.7498                   | 8.9008 |
| 15                          | 1.7051                         | 0.001001                          | 77.93                    | 62.99                   | 2333.1                   | 2396.1                  | 62.99                    | 2465.9                  | 2528.9                   | 0.2245                  | 8.5569                   | 8.7814 |
| 20                          | 2.339                          | 0.001002                          | 57.79                    | 83.95                   | 2319.0                   | 2402.9                  | 83.96                    | 2454.1                  | 2538.1                   | 0.2966                  | 8.3706                   | 8.6672 |
| 25                          | 3.169                          | 0.001003                          | 43.36                    | 104.88                  | 2304.9                   | 2409.8                  | 104.89                   | 2442.3                  | 2547.2                   | 0.3674                  | 8.1905                   | 8.5580 |
| 30                          | 4.246                          | 0.001004                          | 32.89                    | 125.78                  | 2290.8                   | 2416.6                  | 125.79                   | 2430.5                  | 2556.3                   | 0.4369                  | 8.0164                   | 8.4533 |
| 35                          | 5.628                          | 0.001006                          | 25.22                    | 146.67                  | 2276.7                   | 2423.4                  | 146.68                   | 2418.6                  | 2565.3                   | 0.5053                  | 7.8478                   | 8.3531 |
| 40                          | 7.384                          | 0.001008                          | 19.52                    | 167.56                  | 2262.6                   | 2430.1                  | 167.57                   | 2406.7                  | 2574.3                   | 0.5725                  | 7.6845                   | 8.2570 |
| 45                          | 9.593                          | 0.001010                          | 15.26                    | 188.44                  | 2248.4                   | 2436.8                  | 188.45                   | 2394.8                  | 2583.2                   | 0.6387                  | 7.5261                   | 8.1648 |
| 50                          | 12.349                         | 0.001012                          | 12.03                    | 209.32                  | 2234.2                   | 2443.5                  | 209.33                   | 2382.7                  | 2592.1                   | 0.7038                  | 7.3725                   | 8.0763 |
| 55                          | 15.758                         | 0.001015                          | 9.568                    | 230.21                  | 2219.9                   | 2450.1                  | 230.23                   | 2370.7                  | 2600.9                   | 0.7679                  | 7.2234                   | 7.9913 |
| 60                          | 19.940                         | 0.001017                          | 7.671                    | 251.11                  | 2205.5                   | 2456.6                  | 251.13                   | 2358.5                  | 2609.6                   | 0.8312                  | 7.0784                   | 7.9096 |
| 65                          | 25.03                          | 0.001020                          | 6.197                    | 272.02                  | 2191.1                   | 2463.1                  | 272.06                   | 2346.2                  | 2618.3                   | 0.8935                  | 6.9375                   | 7.8310 |
| 70                          | 31.19                          | 0.001023                          | 5.042                    | 292.95                  | 2176.6                   | 2469.6                  | 292.98                   | 2333.8                  | 2626.8                   | 0.9549                  | 6.8004                   | 7.7553 |
| 75                          | 38.58                          | 0.001026                          | 4.131                    | 313.90                  | 2162.0                   | 2475.9                  | 313.93                   | 2321.4                  | 2635.3                   | 1.0155                  | 6.6669                   | 7.6824 |
| 80                          | 47.39                          | 0.001029                          | 3.407                    | 334.86                  | 2147.4                   | 2482.2                  | 334.91                   | 2308.8                  | 2643.7                   | 1.0753                  | 6.5369                   | 7.6122 |
| 85                          | 57.83                          | 0.001033                          | 2.828                    | 355.84                  | 2132.6                   | 2488.4                  | 355.90                   | 2296.0                  | 2651.9                   | 1.1343                  | 6.4102                   | 7.5445 |
| 90                          | 70.14                          | 0.001036                          | 2.361                    | 376.85                  | 2117.7                   | 2494.5                  | 376.92                   | 2283.2                  | 2660.1                   | 1.1925                  | 6.2866                   | 7.4791 |
| 95                          | 84.55                          | 0.001040                          | 1.982                    | 397.88                  | 2102.7                   | 2500.6                  | 397.96                   | 2270.2                  | 2668.1                   | 1.2500                  | 6.1659                   | 7.4159 |
| <b>Doyma basıncı MPa</b>    |                                |                                   |                          |                         |                          |                         |                          |                         |                          |                         |                          |        |
| 100                         | 0.10135                        | 0.001044                          | 1.6729                   | 418.94                  | 2087.6                   | 2506.5                  | 419.04                   | 2257.0                  | 2676.1                   | 1.3069                  | 6.0480                   | 7.3549 |
| 105                         | 0.12082                        | 0.001048                          | 1.4194                   | 440.02                  | 2072.3                   | 2512.4                  | 440.15                   | 2243.7                  | 2683.8                   | 1.3630                  | 5.9328                   | 7.2958 |
| 110                         | 0.14327                        | 0.001052                          | 1.2102                   | 461.14                  | 2057.0                   | 2518.1                  | 461.30                   | 2230.2                  | 2691.5                   | 1.4185                  | 5.8202                   | 7.2387 |
| 115                         | 0.16906                        | 0.001056                          | 1.0366                   | 482.30                  | 2041.4                   | 2523.7                  | 482.48                   | 2216.5                  | 2699.0                   | 1.4734                  | 5.7100                   | 7.1833 |
| 120                         | 0.19853                        | 0.001060                          | 0.8919                   | 503.50                  | 2025.8                   | 2529.3                  | 503.71                   | 2202.6                  | 2706.3                   | 1.5276                  | 5.6020                   | 7.1296 |
| 125                         | 0.2321                         | 0.001065                          | 0.7706                   | 524.74                  | 2009.9                   | 2534.6                  | 524.99                   | 2188.5                  | 2713.5                   | 1.5813                  | 5.4962                   | 7.0775 |
| 130                         | 0.2701                         | 0.001070                          | 0.6685                   | 546.02                  | 1993.9                   | 2539.9                  | 546.31                   | 2174.2                  | 2720.5                   | 1.6344                  | 5.3925                   | 7.0269 |
| 135                         | 0.3130                         | 0.001075                          | 0.5822                   | 567.35                  | 1977.7                   | 2545.0                  | 567.69                   | 2159.6                  | 2727.3                   | 1.6870                  | 5.2907                   | 6.9777 |
| 140                         | 0.3613                         | 0.001080                          | 0.5089                   | 588.74                  | 1961.3                   | 2550.0                  | 589.13                   | 2144.7                  | 2733.9                   | 1.7391                  | 5.1908                   | 6.9299 |
| 145                         | 0.4154                         | 0.001085                          | 0.4463                   | 610.18                  | 1944.7                   | 2554.9                  | 610.63                   | 2129.6                  | 2740.3                   | 1.7907                  | 5.0926                   | 6.8833 |
| 150                         | 0.4758                         | 0.001091                          | 0.3928                   | 631.68                  | 1927.9                   | 2559.5                  | 632.20                   | 2114.3                  | 2746.5                   | 1.8418                  | 4.9960                   | 6.8379 |
| 155                         | 0.5431                         | 0.001096                          | 0.3468                   | 653.24                  | 1910.8                   | 2564.1                  | 653.84                   | 2098.6                  | 2752.4                   | 1.8925                  | 4.9010                   | 6.7935 |
| 160                         | 0.6178                         | 0.001102                          | 0.3071                   | 674.87                  | 1893.5                   | 2568.4                  | 675.55                   | 2082.6                  | 2758.1                   | 1.9427                  | 4.8075                   | 6.7502 |
| 165                         | 0.7005                         | 0.001108                          | 0.2727                   | 696.56                  | 1876.0                   | 2572.5                  | 697.34                   | 2066.2                  | 2763.5                   | 1.9925                  | 4.7153                   | 6.7078 |
| 170                         | 0.7917                         | 0.001114                          | 0.2428                   | 718.33                  | 1858.1                   | 2576.5                  | 719.21                   | 2049.5                  | 2768.7                   | 2.0419                  | 4.6244                   | 6.6663 |
| 175                         | 0.8920                         | 0.001121                          | 0.2168                   | 740.17                  | 1840.0                   | 2580.2                  | 741.17                   | 2032.4                  | 2773.6                   | 2.0909                  | 4.5347                   | 6.6256 |
| 180                         | 1.0021                         | 0.001127                          | 0.19405                  | 762.09                  | 1821.6                   | 2583.7                  | 763.22                   | 2015.0                  | 2778.2                   | 2.1396                  | 4.4461                   | 6.5857 |
| 185                         | 1.1227                         | 0.001134                          | 0.17409                  | 784.10                  | 1802.9                   | 2587.0                  | 785.37                   | 1997.1                  | 2782.4                   | 2.1879                  | 4.3586                   | 6.5465 |
| 190                         | 1.2544                         | 0.001141                          | 0.15654                  | 806.19                  | 1783.8                   | 2590.0                  | 807.62                   | 1978.8                  | 2786.4                   | 2.2359                  | 4.2720                   | 6.5079 |
| 195                         | 1.3978                         | 0.001149                          | 0.14105                  | 828.37                  | 1764.4                   | 2592.8                  | 829.98                   | 1960.0                  | 2790.0                   | 2.2835                  | 4.1863                   | 6.4698 |

## EK'1'in devamı

| Sıcak.<br>°C<br>$T$ | Doyma<br>basıncı<br>MPa<br>$P_{\text{doyma}}$ | Özgül hacim<br>$\text{m}^3/\text{kg}$ |                          | İç enerji<br>$\text{kJ}/\text{kg}$ |          |                          | Entalpi<br>$\text{kJ}/\text{kg}$ |          |                          | Entropi<br>$\text{kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ |          |                          |
|---------------------|---|---------------------------------------|--------------------------|------------------------------------|----------|--------------------------|----------------------------------|----------|--------------------------|---|----------|--------------------------|
|                     |   | Doymuş<br>sıvı<br>$v_f$               | Doymuş<br>buhar<br>$v_g$ | Doymuş<br>sıvı<br>$u_f$            | $u_{fg}$ | Doymuş<br>buhar<br>$u_g$ | Doymuş<br>sıvı<br>$h_f$          | $h_{fg}$ | Doymuş<br>buhar<br>$h_g$ | Doymuş<br>sıvı<br>$s_f$                           | $s_{fg}$ | Doymuş<br>buhar<br>$s_g$ |
| 200                 | 1.5538  | 0.001157                              | 0.12736                  | 850.65                             | 1744.7   | 2595.3                   | 852.45                           | 1940.7   | 2793.2                   | 2.3309  | 4.1014   | 6.4323                   |
| 205                 | 1.7230  | 0.001164                              | 0.11521                  | 873.04                             | 1724.5   | 2597.5                   | 875.04                           | 1921.0   | 2796.0                   | 2.3780  | 4.0172   | 6.3952                   |
| 210                 | 1.9062  | 0.001173                              | 0.10441                  | 895.53                             | 1703.9   | 2599.5                   | 897.76                           | 1900.7   | 2798.5                   | 2.4248  | 3.9337   | 6.3585                   |
| 215                 | 2.104   | 0.001181                              | 0.09479                  | 918.14                             | 1682.9   | 2601.1                   | 920.62                           | 1879.9   | 2800.5                   | 2.4714  | 3.8507   | 6.3221                   |
| 220                 | 2.318   | 0.001190                              | 0.08619                  | 940.87                             | 1661.5   | 2602.4                   | 943.62                           | 1858.5   | 2802.1                   | 2.5178  | 3.7683   | 6.2861                   |
| 225                 | 2.548   | 0.001199                              | 0.07849                  | 963.73                             | 1639.6   | 2603.3                   | 966.78                           | 1836.5   | 2803.3                   | 2.5639  | 3.6863   | 6.2503                   |
| 230                 | 2.795   | 0.001209                              | 0.07158                  | 986.74                             | 1617.2   | 2603.9                   | 990.12                           | 1813.8   | 2804.0                   | 2.6099  | 3.6047   | 6.2146                   |
| 235                 | 3.060   | 0.001219                              | 0.06537                  | 1009.89                            | 1594.2   | 2604.1                   | 1013.62                          | 1790.5   | 2804.2                   | 2.6558  | 3.5233   | 6.1791                   |
| 240                 | 3.344   | 0.001229                              | 0.05976                  | 1033.21                            | 1570.8   | 2604.0                   | 1037.32                          | 1766.5   | 2803.8                   | 2.7015  | 3.4422   | 6.1437                   |
| 245                 | 3.648   | 0.001240                              | 0.05471                  | 1056.71                            | 1546.7   | 2603.4                   | 1061.23                          | 1741.7   | 2803.0                   | 2.7472  | 3.3612   | 6.1083                   |
| 250                 | 3.973   | 0.001251                              | 0.05013                  | 1080.39                            | 1522.0   | 2602.4                   | 1085.36                          | 1716.2   | 2801.5                   | 2.7927  | 3.2802   | 6.0730                   |
| 255                 | 4.319   | 0.001263                              | 0.04598                  | 1104.28                            | 1596.7   | 2600.9                   | 1109.73                          | 1689.8   | 2799.5                   | 2.8383  | 3.1992   | 6.0375                   |
| 260                 | 4.688   | 0.001276                              | 0.04221                  | 1128.39                            | 1470.6   | 2599.0                   | 1134.37                          | 1662.5   | 2796.9                   | 2.8838  | 3.1181   | 6.0019                   |
| 265                 | 5.081   | 0.001289                              | 0.03877                  | 1152.74                            | 1443.9   | 2596.6                   | 1159.28                          | 1634.4   | 2793.6                   | 2.9294  | 3.0368   | 5.9662                   |
| 270                 | 5.499   | 0.001302                              | 0.03564                  | 1177.36                            | 1416.3   | 2593.7                   | 1184.51                          | 1605.2   | 2789.7                   | 2.9751  | 2.9551   | 5.9301                   |
| 275                 | 5.942   | 0.001317                              | 0.03279                  | 1202.25                            | 1387.9   | 2590.2                   | 1210.07                          | 1574.9   | 2785.0                   | 3.0208  | 2.8730   | 5.8938                   |
| 280                 | 6.412   | 0.001332                              | 0.03017                  | 1227.46                            | 1358.7   | 2586.1                   | 1235.99                          | 1543.6   | 2779.6                   | 3.0668  | 2.7903   | 5.8571                   |
| 285                 | 6.909   | 0.001348                              | 0.02777                  | 1253.00                            | 1328.4   | 2581.4                   | 1262.31                          | 1511.0   | 2773.3                   | 3.1130  | 2.7070   | 5.8199                   |
| 290                 | 7.436   | 0.001366                              | 0.02557                  | 1278.92                            | 1297.1   | 2576.0                   | 1289.07                          | 1477.1   | 2766.2                   | 3.1594  | 2.6227   | 5.7821                   |
| 295                 | 7.993   | 0.001384                              | 0.02354                  | 1305.2                             | 1264.7   | 2569.9                   | 1316.3                           | 1441.8   | 2758.1                   | 3.2062  | 2.5375   | 5.7437                   |
| 300                 | 8.581   | 0.001404                              | 0.02167                  | 1332.0                             | 1231.0   | 2563.0                   | 1344.0                           | 1404.9   | 2749.0                   | 3.2534  | 2.4511   | 5.7045                   |
| 305                 | 9.202   | 0.001425                              | 0.019948                 | 1359.3                             | 1195.9   | 2555.2                   | 1372.4                           | 1366.4   | 2738.7                   | 3.3010  | 2.3633   | 5.6643                   |
| 310                 | 9.856   | 0.001447                              | 0.018350                 | 1387.1                             | 1159.4   | 2546.4                   | 1401.3                           | 1326.0   | 2727.3                   | 3.3493  | 2.2737   | 5.6230                   |
| 315                 | 10.547  | 0.001472                              | 0.016867                 | 1415.5                             | 1121.1   | 2536.6                   | 1431.0                           | 1283.5   | 2714.5                   | 3.3982  | 2.1821   | 5.5804                   |
| 320                 | 11.274  | 0.001499                              | 0.015488                 | 1444.6                             | 1080.9   | 2525.5                   | 1461.5                           | 1238.6   | 2700.1                   | 3.4480  | 2.0882   | 5.5362                   |
| 330                 | 12.845  | 0.001561                              | 0.012996                 | 1505.3                             | 993.7    | 2498.9                   | 1525.3                           | 1140.6   | 2665.9                   | 3.5507  | 1.8909   | 5.4417                   |
| 340                 | 14.586  | 0.001638                              | 0.010797                 | 1570.3                             | 894.3    | 2464.6                   | 1594.2                           | 1027.9   | 2622.0                   | 3.6594  | 1.6763   | 5.3357                   |
| 350                 | 16.513  | 0.001740                              | 0.008813                 | 1641.9                             | 776.6    | 2418.4                   | 1670.6                           | 893.4    | 2563.9                   | 3.7777  | 1.4335   | 5.2112                   |
| 360                 | 18.651  | 0.001893                              | 0.006945                 | 1725.2                             | 626.3    | 2351.5                   | 1760.5                           | 720.3    | 2481.0                   | 3.9147  | 1.1379   | 5.0526                   |
| 370                 | 21.03   | 0.002213                              | 0.004925                 | 1844.0                             | 384.5    | 2228.5                   | 1890.5                           | 441.6    | 2332.1                   | 4.1106  | 0.6865   | 4.7971                   |
| 374.14              | 22.09   | 0.003155                              | 0.003155                 | 2029.6                             | 0        | 2029.6                   | 2099.3                           | 0        | 2099.3                   | 4.3200  | 0        | 4.4298                   |

Kaynak: A4 ile A8 arasındaki tablolar, Gordon J. Van Wylen ve Richard E. Sonntag, *Fundamentals of Classical Thermodynamics*, İngilizce/SI 3. düzenleme, Wiley, New York, 1986, s. 635-651'den alınmıştır. Bu tablolar ilk olarak, Joseph H. Keenan, Frederick G. Keyes, Philip G. Hill ve Joan G. Moore, *Steam Tables*, SI Birimleri, Wiley, New York, 1978 adlı yayında yer almıştır.

EK 2 : Azot, N<sub>2</sub>'nin mükemmel gaz varsayımıyla özellikleriAzot, N<sub>2</sub>'nin mükemmel gaz varsayımıyla özellikleri

| $T$<br>K | $\bar{h}$<br>kJ/kmol | $\bar{u}$<br>kJ/kmol | $\bar{s}^\circ$<br>kJ/(kmol · K) | $T$<br>K | $\bar{h}$<br>kJ/kmol | $\bar{u}$<br>kJ/kmol | $\bar{s}^\circ$<br>kJ/(kmol · K) |
|----------|----------------------|----------------------|----------------------------------|----------|----------------------|----------------------|----------------------------------|
| 0        | 0                    | 0                    | 0                                | 600      | 17,563               | 12,574               | 212.066                          |
| 220      | 6,391                | 4,562                | 182.639                          | 610      | 17,864               | 12,792               | 212.564                          |
| 230      | 6,683                | 4,770                | 183.938                          | 620      | 18,166               | 13,011               | 213.055                          |
| 240      | 6,975                | 4,979                | 185.180                          | 630      | 18,468               | 13,230               | 213.541                          |
| 250      | 7,266                | 5,188                | 186.370                          | 640      | 18,772               | 13,450               | 214.018                          |
| 260      | 7,558                | 5,396                | 187.514                          | 650      | 19,075               | 13,671               | 214.489                          |
| 270      | 7,849                | 5,604                | 188.614                          | 660      | 19,380               | 13,892               | 214.954                          |
| 280      | 8,141                | 5,813                | 189.673                          | 670      | 19,685               | 14,114               | 215.413                          |
| 290      | 8,432                | 6,021                | 190.695                          | 680      | 19,991               | 14,337               | 215.866                          |
| 298      | 8,669                | 6,190                | 191.502                          | 690      | 20,297               | 14,560               | 216.314                          |
| 300      | 8,723                | 6,229                | 191.682                          | 700      | 20,604               | 14,784               | 216.756                          |
| 310      | 9,014                | 6,437                | 192.638                          | 710      | 20,912               | 15,008               | 217.192                          |
| 320      | 9,306                | 6,645                | 193.562                          | 720      | 21,220               | 15,234               | 217.624                          |
| 330      | 9,597                | 6,853                | 194.459                          | 730      | 21,529               | 15,460               | 218.059                          |
| 340      | 9,888                | 7,061                | 195.328                          | 740      | 21,839               | 15,686               | 218.472                          |
| 350      | 10,180               | 7,270                | 196.173                          | 750      | 22,149               | 15,913               | 218.889                          |
| 360      | 10,471               | 7,478                | 196.995                          | 760      | 22,460               | 16,141               | 219.301                          |
| 370      | 10,763               | 7,687                | 197.794                          | 770      | 22,772               | 16,370               | 219.709                          |
| 380      | 11,055               | 7,895                | 198.572                          | 780      | 23,085               | 16,599               | 220.113                          |
| 390      | 11,347               | 8,104                | 199.331                          | 790      | 23,398               | 16,830               | 220.512                          |
| 400      | 11,640               | 8,314                | 200.071                          | 800      | 23,714               | 17,061               | 220.907                          |
| 410      | 11,932               | 8,523                | 200.794                          | 810      | 24,027               | 17,292               | 221.298                          |
| 420      | 12,225               | 8,733                | 201.499                          | 820      | 24,342               | 17,524               | 221.684                          |
| 430      | 12,518               | 8,943                | 202.189                          | 830      | 24,658               | 17,757               | 222.067                          |
| 440      | 12,811               | 9,153                | 202.863                          | 840      | 24,974               | 17,990               | 222.447                          |
| 450      | 13,105               | 9,363                | 203.523                          | 850      | 25,292               | 18,224               | 222.822                          |
| 460      | 13,399               | 9,574                | 204.170                          | 860      | 25,610               | 18,459               | 223.194                          |
| 470      | 13,693               | 9,786                | 204.803                          | 870      | 25,928               | 18,695               | 223.562                          |
| 480      | 13,988               | 9,997                | 205.424                          | 880      | 26,248               | 18,931               | 223.927                          |
| 490      | 14,285               | 10,210               | 206.033                          | 890      | 26,568               | 19,168               | 224.288                          |
| 500      | 14,581               | 10,423               | 206.630                          | 900      | 26,890               | 19,407               | 224.647                          |
| 510      | 14,876               | 10,635               | 207.216                          | 910      | 27,210               | 19,644               | 225.002                          |
| 520      | 15,172               | 10,848               | 207.792                          | 920      | 27,532               | 19,883               | 225.353                          |
| 530      | 15,469               | 11,062               | 208.358                          | 930      | 27,854               | 20,122               | 225.701                          |
| 540      | 15,766               | 11,277               | 208.914                          | 940      | 28,178               | 20,362               | 226.047                          |
| 550      | 16,064               | 11,492               | 209.461                          | 950      | 28,501               | 20,603               | 226.389                          |
| 560      | 16,363               | 11,707               | 209.999                          | 960      | 28,826               | 20,844               | 226.728                          |
| 570      | 16,662               | 11,923               | 210.528                          | 970      | 29,151               | 21,086               | 227.064                          |
| 580      | 16,962               | 12,139               | 211.049                          | 980      | 29,476               | 21,328               | 227.398                          |
| 590      | 17,262               | 12,356               | 211.562                          | 990      | 29,803               | 21,571               | 227.728                          |

## EK 2'nin devamı

| $T$<br>K | $\bar{h}$<br>kJ/kmol | $\bar{u}$<br>kJ/kmol | $\bar{s}^\circ$<br>kJ/(kmol · K) | $T$<br>K | $\bar{h}$<br>kJ/kmol | $\bar{u}$<br>kJ/kmol | $\bar{s}^\circ$<br>kJ/(kmol · K) |
|----------|----------------------|----------------------|----------------------------------|----------|----------------------|----------------------|----------------------------------|
| 1000     | 30,129               | 21,815               | 228.057                          | 1760     | 56,227               | 41,594               | 247.396                          |
| 1020     | 30,784               | 22,304               | 228.706                          | 1780     | 56,938               | 42,139               | 247.798                          |
| 1040     | 31,442               | 22,795               | 229.344                          | 1800     | 57,651               | 42,685               | 248.195                          |
| 1060     | 32,101               | 23,288               | 229.973                          | 1820     | 58,363               | 43,231               | 248.589                          |
| 1080     | 32,762               | 23,782               | 230.591                          | 1840     | 59,075               | 43,777               | 248.979                          |
| 1100     | 33,426               | 24,280               | 231.199                          | 1860     | 59,790               | 44,324               | 249.365                          |
| 1120     | 34,092               | 24,780               | 231.799                          | 1880     | 60,504               | 44,873               | 249.748                          |
| 1140     | 34,760               | 25,282               | 232.391                          | 1900     | 61,220               | 45,423               | 250.128                          |
| 1160     | 35,430               | 25,786               | 232.973                          | 1920     | 61,936               | 45,973               | 250.502                          |
| 1180     | 36,104               | 26,291               | 233.549                          | 1940     | 62,654               | 46,524               | 250.874                          |
| 1200     | 36,777               | 26,799               | 234.115                          | 1960     | 63,381               | 47,075               | 251.242                          |
| 1220     | 37,452               | 27,308               | 234.673                          | 1980     | 64,090               | 47,627               | 251.607                          |
| 1240     | 38,129               | 27,819               | 235.223                          | 2000     | 64,810               | 48,181               | 251.969                          |
| 1260     | 38,807               | 28,331               | 235.766                          | 2050     | 66,612               | 49,567               | 252.858                          |
| 1280     | 39,488               | 28,845               | 236.302                          | 2100     | 68,417               | 50,957               | 253.726                          |
| 1300     | 40,170               | 29,361               | 236.831                          | 2150     | 70,226               | 52,351               | 254.578                          |
| 1320     | 40,853               | 29,378               | 237.353                          | 2200     | 72,040               | 53,749               | 255.412                          |
| 1340     | 41,539               | 30,398               | 237.867                          | 2250     | 73,856               | 55,149               | 256.227                          |
| 1360     | 42,227               | 30,919               | 238.376                          | 2300     | 75,676               | 56,553               | 257.027                          |
| 1380     | 42,915               | 31,441               | 238.878                          | 2350     | 77,496               | 57,958               | 257.810                          |
| 1400     | 43,605               | 31,964               | 239.375                          | 2400     | 79,320               | 59,366               | 258.580                          |
| 1420     | 44,295               | 32,489               | 239.865                          | 2450     | 81,149               | 60,779               | 259.332                          |
| 1440     | 44,988               | 33,014               | 240.350                          | 2500     | 82,981               | 62,195               | 260.073                          |
| 1460     | 45,682               | 33,543               | 240.827                          | 2550     | 84,814               | 63,613               | 260.799                          |
| 1480     | 46,377               | 34,071               | 241.301                          | 2600     | 86,650               | 65,033               | 261.512                          |
| 1500     | 47,073               | 34,601               | 241.768                          | 2650     | 88,488               | 66,455               | 262.213                          |
| 1520     | 47,771               | 35,133               | 242.228                          | 2700     | 90,328               | 67,880               | 262.902                          |
| 1540     | 48,470               | 35,665               | 242.685                          | 2750     | 92,171               | 69,306               | 263.577                          |
| 1560     | 49,168               | 36,197               | 243.137                          | 2800     | 94,014               | 70,734               | 264.241                          |
| 1580     | 49,869               | 36,732               | 243.585                          | 2850     | 95,859               | 72,163               | 264.895                          |
| 1600     | 50,571               | 37,268               | 244.028                          | 2900     | 97,705               | 73,593               | 265.538                          |
| 1620     | 51,275               | 37,806               | 244.464                          | 2950     | 99,556               | 75,028               | 266.170                          |
| 1640     | 51,980               | 38,344               | 244.896                          | 3000     | 101,407              | 76,464               | 266.793                          |
| 1660     | 52,686               | 38,884               | 245.324                          | 3050     | 103,260              | 77,902               | 267.404                          |
| 1680     | 53,393               | 39,424               | 245.747                          | 3100     | 105,115              | 79,341               | 268.007                          |
| 1700     | 54,099               | 39,965               | 246.166                          | 3150     | 106,972              | 80,782               | 268.601                          |
| 1720     | 54,807               | 40,507               | 246.580                          | 3200     | 108,830              | 82,224               | 269.186                          |
| 1740     | 55,516               | 41,049               | 246.990                          | 3250     | 110,690              | 83,668               | 269.763                          |

Kaynak: A-18 ile A-25 arasındaki tablolar, Kenneth Wark, *Thermodynamics*, 4. düzenleme, McGraw-Hill, New York, 1983, s. 787-798'den uyarlanmıştır. Tablolar ilk olarak JANAF, *Thermochemical Tables*, NSRDS-NBS-37, 1971 adlı yayında yer almıştır.

EK 3 : O<sub>2</sub>, Oksijenin mükemmel gaz varsayımıyla özellikleriO<sub>2</sub>, Oksijen'in mükemmel gaz varsayımıyla özellikleri

| $T$<br>K | $\bar{h}$<br>kJ/kmol | $\bar{u}$<br>kJ/kmol | $\bar{s}^\circ$<br>kJ/(kmol · K) | $T$<br>K | $\bar{h}$<br>kJ/kmol | $\bar{u}$<br>kJ/kmol | $\bar{s}^\circ$<br>kJ/(kmol · K) |
|----------|----------------------|----------------------|----------------------------------|----------|----------------------|----------------------|----------------------------------|
| 0        | 0                    | 0                    | 0                                | 600      | 17,929               | 12,940               | 226.346                          |
| 220      | 6,404                | 4,575                | 196.171                          | 610      | 18,250               | 13,178               | 226.877                          |
| 230      | 6,694                | 4,782                | 197.461                          | 620      | 18,572               | 13,417               | 227.400                          |
| 240      | 6,984                | 4,989                | 198.696                          | 630      | 18,895               | 13,657               | 227.918                          |
| 250      | 7,275                | 5,197                | 199.885                          | 640      | 19,219               | 13,898               | 228.429                          |
| 260      | 7,566                | 5,405                | 201.027                          | 650      | 19,544               | 14,140               | 228.932                          |
| 270      | 7,858                | 5,613                | 202.128                          | 660      | 19,870               | 14,383               | 229.430                          |
| 280      | 8,150                | 5,822                | 203.191                          | 670      | 20,197               | 14,626               | 229.920                          |
| 290      | 8,443                | 6,032                | 204.218                          | 680      | 20,524               | 14,871               | 230.405                          |
| 298      | 8,682                | 6,203                | 205.033                          | 690      | 20,854               | 15,116               | 230.885                          |
| 300      | 8,736                | 6,242                | 205.213                          | 700      | 21,184               | 15,364               | 231.358                          |
| 310      | 9,030                | 6,453                | 206.177                          | 710      | 21,514               | 15,611               | 231.827                          |
| 320      | 9,325                | 6,664                | 207.112                          | 720      | 21,845               | 15,859               | 232.291                          |
| 330      | 9,620                | 6,877                | 208.020                          | 730      | 22,177               | 16,107               | 232.748                          |
| 340      | 9,916                | 7,090                | 208.904                          | 740      | 22,510               | 16,357               | 233.201                          |
| 350      | 10,213               | 7,303                | 209.765                          | 750      | 22,844               | 16,607               | 233.649                          |
| 360      | 10,511               | 7,518                | 210.604                          | 760      | 23,178               | 16,859               | 234.091                          |
| 370      | 10,809               | 7,733                | 211.423                          | 770      | 23,513               | 17,111               | 234.528                          |
| 380      | 11,109               | 7,949                | 212.222                          | 780      | 23,850               | 17,364               | 234.960                          |
| 390      | 11,409               | 8,166                | 213.002                          | 790      | 24,186               | 17,618               | 235.387                          |
| 400      | 11,711               | 8,384                | 213.765                          | 800      | 24,523               | 17,872               | 235.810                          |
| 410      | 12,012               | 8,603                | 214.510                          | 810      | 24,861               | 18,126               | 236.230                          |
| 420      | 12,314               | 8,822                | 215.241                          | 820      | 25,199               | 18,382               | 236.644                          |
| 430      | 12,618               | 9,043                | 215.955                          | 830      | 25,537               | 18,637               | 237.055                          |
| 440      | 12,923               | 9,264                | 216.656                          | 840      | 25,877               | 18,893               | 237.462                          |
| 450      | 13,228               | 9,487                | 217.342                          | 850      | 26,218               | 19,150               | 237.864                          |
| 460      | 13,525               | 9,710                | 218.016                          | 860      | 26,559               | 19,408               | 238.264                          |
| 470      | 13,842               | 9,935                | 218.676                          | 870      | 26,899               | 19,666               | 238.660                          |
| 480      | 14,151               | 10,160               | 219.326                          | 880      | 27,242               | 19,925               | 239.051                          |
| 490      | 14,460               | 10,386               | 219.963                          | 890      | 27,584               | 20,185               | 239.439                          |
| 500      | 14,770               | 10,614               | 220.589                          | 900      | 27,928               | 20,445               | 239.823                          |
| 510      | 15,082               | 10,842               | 221.206                          | 910      | 28,272               | 20,706               | 240.203                          |
| 520      | 15,395               | 11,071               | 221.812                          | 920      | 28,616               | 20,967               | 240.580                          |
| 530      | 15,708               | 11,301               | 222.409                          | 930      | 28,960               | 21,228               | 240.953                          |
| 540      | 16,022               | 11,533               | 222.997                          | 940      | 29,306               | 21,491               | 241.323                          |
| 550      | 16,338               | 11,765               | 223.576                          | 950      | 29,652               | 21,754               | 241.689                          |
| 560      | 16,654               | 11,998               | 224.146                          | 960      | 29,999               | 22,017               | 242.052                          |
| 570      | 16,971               | 12,232               | 224.708                          | 970      | 30,345               | 22,280               | 242.411                          |
| 580      | 17,290               | 12,467               | 225.262                          | 980      | 30,692               | 22,544               | 242.768                          |
| 590      | 17,609               | 12,703               | 225.808                          | 990      | 31,041               | 22,809               | 243.120                          |

## EK 3'ün devamı

| $T$<br>K | $\bar{h}$<br>kJ/kmol | $\bar{u}$<br>kJ/kmol | $\bar{s}^\circ$<br>kJ/(kmol · K) | $T$<br>K | $\bar{h}$<br>kJ/kmol | $\bar{u}$<br>kJ/kmol | $\bar{s}^\circ$<br>kJ/(kmol · K) |
|----------|----------------------|----------------------|----------------------------------|----------|----------------------|----------------------|----------------------------------|
| 1000     | 31,389               | 23,075               | 243.471                          | 1760     | 58,880               | 44,247               | 263.861                          |
| 1020     | 32,088               | 23,607               | 244.164                          | 1780     | 59,624               | 44,825               | 264.283                          |
| 1040     | 32,789               | 24,142               | 244.844                          | 1800     | 60,371               | 45,405               | 264.701                          |
| 1060     | 33,490               | 24,677               | 245.513                          | 1820     | 61,118               | 45,986               | 265.113                          |
| 1080     | 34,194               | 25,214               | 246.171                          | 1840     | 61,866               | 46,568               | 265.521                          |
| 1100     | 34,899               | 25,753               | 246.818                          | 1860     | 62,616               | 47,151               | 265.925                          |
| 1120     | 35,606               | 26,294               | 247.454                          | 1880     | 63,365               | 47,734               | 266.326                          |
| 1140     | 36,314               | 26,836               | 248.081                          | 1900     | 64,116               | 48,319               | 266.722                          |
| 1160     | 37,023               | 27,379               | 248.698                          | 1920     | 64,868               | 48,904               | 267.115                          |
| 1180     | 37,734               | 27,923               | 249.307                          | 1940     | 65,620               | 49,490               | 267.505                          |
| 1200     | 38,447               | 28,469               | 249.906                          | 1960     | 66,374               | 50,078               | 267.891                          |
| 1220     | 39,162               | 29,018               | 250.497                          | 1980     | 67,127               | 50,665               | 268.275                          |
| 1240     | 39,877               | 29,568               | 251.079                          | 2000     | 67,881               | 51,253               | 268.655                          |
| 1260     | 40,594               | 30,118               | 251.653                          | 2050     | 69,772               | 52,727               | 269.588                          |
| 1280     | 41,312               | 30,670               | 252.219                          | 2100     | 71,668               | 54,208               | 270.504                          |
| 1300     | 42,033               | 31,224               | 252.776                          | 2150     | 73,573               | 55,697               | 271.399                          |
| 1320     | 42,753               | 31,778               | 253.325                          | 2200     | 75,484               | 57,192               | 272.278                          |
| 1340     | 43,475               | 32,334               | 253.868                          | 2250     | 77,397               | 58,690               | 273.136                          |
| 1360     | 44,198               | 32,891               | 254.404                          | 2300     | 79,316               | 60,193               | 273.891                          |
| 1380     | 44,923               | 33,449               | 254.932                          | 2350     | 81,243               | 61,704               | 274.809                          |
| 1400     | 45,648               | 34,008               | 255.454                          | 2400     | 83,174               | 63,219               | 275.625                          |
| 1420     | 46,374               | 34,567               | 255.968                          | 2450     | 85,112               | 64,742               | 276.424                          |
| 1440     | 47,102               | 35,129               | 256.475                          | 2500     | 87,057               | 66,271               | 277.207                          |
| 1460     | 47,831               | 35,692               | 256.978                          | 2550     | 89,004               | 67,802               | 277.979                          |
| 1480     | 48,561               | 36,256               | 257.474                          | 2600     | 90,956               | 69,339               | 278.738                          |
| 1500     | 49,292               | 36,821               | 257.965                          | 2650     | 92,916               | 70,883               | 279.485                          |
| 1520     | 50,024               | 37,387               | 258.450                          | 2700     | 94,881               | 72,433               | 280.219                          |
| 1540     | 50,756               | 37,952               | 258.928                          | 2750     | 96,852               | 73,987               | 280.942                          |
| 1560     | 51,490               | 38,520               | 259.402                          | 2800     | 98,826               | 75,546               | 281.654                          |
| 1580     | 52,224               | 39,088               | 259.870                          | 2850     | 100,808              | 77,112               | 282.357                          |
| 1600     | 52,961               | 39,658               | 260.333                          | 2900     | 102,793              | 78,682               | 283.048                          |
| 1620     | 53,696               | 40,227               | 260.791                          | 2950     | 104,785              | 80,258               | 283.728                          |
| 1640     | 54,434               | 40,799               | 261.242                          | 3000     | 106,780              | 81,837               | 284.399                          |
| 1660     | 55,172               | 41,370               | 261.690                          | 3050     | 108,778              | 83,419               | 285.060                          |
| 1680     | 55,912               | 41,944               | 262.132                          | 3100     | 110,784              | 85,009               | 285.713                          |
| 1700     | 56,652               | 42,517               | 262.571                          | 3150     | 112,795              | 86,601               | 286.355                          |
| 1720     | 57,394               | 43,093               | 263.005                          | 3200     | 114,809              | 88,203               | 286.989                          |
| 1740     | 58,136               | 43,669               | 263.435                          | 3250     | 116,827              | 89,804               | 287.614                          |

EK 4 : CO<sub>2</sub>, Karbondioksitin mükemmel gaz varsayımıyla özellikleriCO<sub>2</sub>, Karbon dioksit'in mükemmel gaz varsayımıyla özellikleri

| $T$<br>K | $\bar{h}$<br>kJ/kmol | $\bar{u}$<br>kJ/kmol | $\bar{s}^\circ$<br>kJ/(kmol · K) | $T$<br>K | $\bar{h}$<br>kJ/kmol | $\bar{u}$<br>kJ/kmol | $\bar{s}^\circ$<br>kJ/(kmol · K) |
|----------|----------------------|----------------------|----------------------------------|----------|----------------------|----------------------|----------------------------------|
| 0        | 0                    | 0                    | 0                                | 600      | 22,280               | 17,291               | 243.199                          |
| 220      | 6,601                | 4,772                | 202.966                          | 610      | 22,754               | 17,683               | 243.983                          |
| 230      | 6,938                | 5,026                | 204.464                          | 620      | 23,231               | 18,076               | 244.758                          |
| 240      | 7,280                | 5,285                | 205.920                          | 630      | 23,709               | 18,471               | 245.524                          |
| *250     | 7,627                | 5,548                | 207.337                          | 640      | 24,190               | 18,869               | 246.282                          |
| 260      | 7,979                | 5,817                | 208.717                          | 650      | 24,674               | 19,270               | 247.032                          |
| 270      | 8,335                | 6,091                | 210.062                          | 660      | 25,160               | 19,672               | 247.773                          |
| 280      | 8,697                | 6,369                | 211.376                          | 670      | 25,648               | 20,078               | 248.507                          |
| 290      | 9,063                | 6,651                | 212.660                          | 680      | 26,138               | 20,484               | 249.233                          |
| 298      | 9,364                | 6,885                | 213.685                          | 690      | 26,631               | 20,894               | 249.952                          |
| 300      | 9,431                | 6,939                | 213.915                          | 700      | 27,125               | 21,305               | 250.663                          |
| 310      | 9,807                | 7,230                | 215.146                          | 710      | 27,622               | 21,719               | 251.368                          |
| 320      | 10,186               | 7,526                | 216.351                          | 720      | 28,121               | 22,134               | 252.065                          |
| 330      | 10,570               | 7,826                | 217.534                          | 730      | 28,622               | 22,552               | 252.755                          |
| 340      | 10,959               | 8,131                | 218.694                          | 740      | 29,124               | 22,972               | 253.439                          |
| 350      | 11,351               | 8,439                | 219.831                          | 750      | 29,629               | 23,393               | 254.117                          |
| 360      | 11,748               | 8,752                | 220.948                          | 760      | 20,135               | 23,817               | 254.787                          |
| 370      | 12,148               | 9,068                | 222.044                          | 770      | 30,644               | 24,242               | 255.452                          |
| 380      | 12,552               | 9,392                | 223.122                          | 780      | 31,154               | 24,669               | 256.110                          |
| 390      | 12,960               | 9,718                | 224.182                          | 790      | 31,665               | 25,097               | 256.762                          |
| 400      | 13,372               | 10,046               | 225.225                          | 800      | 32,179               | 25,527               | 257.408                          |
| 410      | 13,787               | 10,378               | 226.250                          | 810      | 32,694               | 25,959               | 258.048                          |
| 420      | 14,206               | 10,714               | 227.258                          | 820      | 33,212               | 26,394               | 258.682                          |
| 430      | 14,628               | 11,053               | 228.252                          | 830      | 33,730               | 26,829               | 259.311                          |
| 440      | 15,054               | 11,393               | 229.230                          | 840      | 34,251               | 27,267               | 259.934                          |
| 450      | 15,483               | 11,742               | 230.194                          | 850      | 34,773               | 27,706               | 260.551                          |
| 460      | 15,916               | 12,091               | 231.144                          | 860      | 35,296               | 28,125               | 261.164                          |
| 470      | 16,351               | 12,444               | 232.080                          | 870      | 35,821               | 28,588               | 261.770                          |
| 480      | 16,791               | 12,800               | 233.004                          | 880      | 36,347               | 29,031               | 262.371                          |
| 490      | 17,232               | 13,158               | 233.916                          | 890      | 36,876               | 29,476               | 262.968                          |
| 500      | 17,678               | 13,521               | 234.814                          | 900      | 37,405               | 29,922               | 263.559                          |
| 510      | 18,126               | 13,885               | 235.700                          | 910      | 37,935               | 30,369               | 264.146                          |
| 520      | 18,576               | 14,253               | 236.575                          | 920      | 38,467               | 30,818               | 264.728                          |
| 530      | 19,029               | 14,622               | 237.439                          | 930      | 39,000               | 31,268               | 265.304                          |
| 540      | 19,485               | 14,996               | 238.292                          | 940      | 39,535               | 31,719               | 265.877                          |
| 550      | 19,945               | 15,372               | 239.135                          | 950      | 40,070               | 32,171               | 266.444                          |
| 560      | 20,407               | 15,751               | 239.962                          | 960      | 40,607               | 32,625               | 267.007                          |
| 570      | 20,870               | 16,131               | 240.789                          | 970      | 41,145               | 33,081               | 267.566                          |
| 580      | 21,337               | 16,515               | 241.602                          | 980      | 41,685               | 33,537               | 268.119                          |
| 590      | 21,807               | 16,902               | 242.405                          | 990      | 42,226               | 33,995               | 268.670                          |

## EK 4'ün devamı

| $T$<br><b>K</b> | $\bar{h}$<br><b>kJ/kmol</b> | $\bar{u}$<br><b>kJ/kmol</b> | $\bar{s}^\circ$<br><b>kJ/(kmol · K)</b> | $T$<br><b>K</b> | $\bar{h}$<br><b>kJ/kmol</b> | $\bar{u}$<br><b>kJ/kmol</b> | $\bar{s}^\circ$<br><b>kJ/(kmol · K)</b> |
|-----------------|-----------------------------|-----------------------------|---|-----------------|-----------------------------|-----------------------------|---|
| 1000            | 42,769                      | 34,455                      | 269.215                                 | 1760            | 86,420                      | 71,787                      | 301.543                                 |
| 1020            | 43,859                      | 35,378                      | 270.293                                 | 1780            | 87,612                      | 72,812                      | 302.217                                 |
| 1040            | 44,953                      | 36,306                      | 271.354                                 | 1800            | 88,806                      | 73,840                      | 302.884                                 |
| 1060            | 46,051                      | 37,238                      | 272.400                                 | 1820            | 90,000                      | 74,868                      | 303.544                                 |
| 1080            | 47,153                      | 38,174                      | 273.430                                 | 1840            | 91,196                      | 75,897                      | 304.198                                 |
| 1100            | 48,258                      | 39,112                      | 274.445                                 | 1860            | 92,394                      | 76,929                      | 304.845                                 |
| 1120            | 49,369                      | 40,057                      | 275.444                                 | 1880            | 93,593                      | 77,962                      | 305.487                                 |
| 1140            | 50,484                      | 41,006                      | 276.430                                 | 1900            | 94,793                      | 78,996                      | 306.122                                 |
| 1160            | 51,602                      | 41,957                      | 277.403                                 | 1920            | 95,995                      | 80,031                      | 306.751                                 |
| 1180            | 52,724                      | 42,913                      | 278.361                                 | 1940            | 97,197                      | 81,067                      | 307.374                                 |
| 1200            | 53,848                      | 43,871                      | 279.307                                 | 1960            | 98,401                      | 82,105                      | 307.992                                 |
| 1220            | 54,977                      | 44,834                      | 280.238                                 | 1980            | 99,606                      | 83,144                      | 308.604                                 |
| 1240            | 56,108                      | 45,799                      | 281.158                                 | 2000            | 100,804                     | 84,185                      | 309.210                                 |
| 1260            | 57,244                      | 46,768                      | 282.066                                 | 2050            | 103,835                     | 86,791                      | 310.701                                 |
| 1280            | 58,381                      | 47,739                      | 282.962                                 | 2100            | 106,864                     | 89,404                      | 312.160                                 |
| 1300            | 59,522                      | 48,713                      | 283.847                                 | 2150            | 109,898                     | 92,023                      | 313.589                                 |
| 1320            | 60,666                      | 49,691                      | 284.722                                 | 2200            | 112,939                     | 94,648                      | 314.988                                 |
| 1340            | 61,813                      | 50,672                      | 285.586                                 | 2250            | 115,984                     | 97,277                      | 316.356                                 |
| 1360            | 62,963                      | 51,656                      | 286.439                                 | 2300            | 119,035                     | 99,912                      | 317.695                                 |
| 1380            | 64,116                      | 52,643                      | 287.283                                 | 2350            | 122,091                     | 102,552                     | 319.011                                 |
| 1400            | 65,271                      | 53,631                      | 288.106                                 | 2400            | 125,152                     | 105,197                     | 320.302                                 |
| 1420            | 66,427                      | 54,621                      | 288.934                                 | 2450            | 128,219                     | 107,849                     | 321.566                                 |
| 1440            | 67,586                      | 55,614                      | 289.743                                 | 2500            | 131,290                     | 110,504                     | 322.808                                 |
| 1460            | 68,748                      | 56,609                      | 290.542                                 | 2550            | 134,368                     | 113,166                     | 324.026                                 |
| 1480            | 66,911                      | 57,606                      | 291.333                                 | 2600            | 137,449                     | 115,832                     | 325.222                                 |
| 1500            | 71,078                      | 58,606                      | 292.114                                 | 2650            | 140,533                     | 118,500                     | 326.396                                 |
| 1520            | 72,246                      | 59,609                      | 292.888                                 | 2700            | 143,620                     | 121,172                     | 327.549                                 |
| 1540            | 73,417                      | 60,613                      | 292.654                                 | 2750            | 146,713                     | 123,849                     | 328.684                                 |
| 1560            | 74,590                      | 61,620                      | 294.411                                 | 2800            | 149,808                     | 126,528                     | 329.800                                 |
| 1580            | 76,767                      | 62,630                      | 295.161                                 | 2850            | 152,908                     | 129,212                     | 330.896                                 |
| 1600            | 76,944                      | 63,741                      | 295.901                                 | 2900            | 156,009                     | 131,898                     | 331.975                                 |
| 1620            | 78,123                      | 64,653                      | 296.632                                 | 2950            | 159,117                     | 134,589                     | 333.037                                 |
| 1640            | 79,303                      | 65,668                      | 297.356                                 | 3000            | 162,226                     | 137,283                     | 334.084                                 |
| 1660            | 80,486                      | 66,592                      | 298.072                                 | 3050            | 165,341                     | 139,982                     | 335.114                                 |
| 1680            | 81,670                      | 67,702                      | 298.781                                 | 3100            | 168,456                     | 142,681                     | 336.126                                 |
| 1700            | 82,856                      | 68,721                      | 299.482                                 | 3150            | 171,576                     | 145,385                     | 337.124                                 |
| 1720            | 84,043                      | 69,742                      | 300.177                                 | 3200            | 174,695                     | 148,089                     | 338.109                                 |
| 1740            | 85,231                      | 70,764                      | 300.863                                 | 3250            | 177,822                     | 150,801                     | 339.069                                 |

EK 5 : H<sub>2</sub>, Hidrojenin mükemmel gaz varsayımıyla özellikleriH<sub>2</sub>, Hidrojen'in mükemmel gaz varsayımıyla özellikleri

| $T$<br>K | $\bar{h}$<br>kJ/kmol | $\bar{u}$<br>kJ/kmol | $\bar{s}^\circ$<br>kJ/(kmol · K) | $T$<br>K | $\bar{h}$<br>kJ/kmol | $\bar{u}$<br>kJ/kmol | $\bar{s}^\circ$<br>kJ/(kmol · K) |
|----------|----------------------|----------------------|----------------------------------|----------|----------------------|----------------------|----------------------------------|
| 0        | 0                    | 0                    | 0                                | 1440     | 42,808               | 30,835               | 177.410                          |
| 260      | 7,370                | 5,209                | 126.636                          | 1480     | 44,091               | 31,786               | 178.291                          |
| 270      | 7,657                | 5,412                | 127.719                          | 1520     | 45,384               | 32,746               | 179.153                          |
| 280      | 7,945                | 5,617                | 128.765                          | 1560     | 46,683               | 33,713               | 179.995                          |
| 290      | 8,233                | 5,822                | 129.775                          | 1600     | 47,990               | 34,687               | 180.820                          |
| 298      | 8,468                | 5,989                | 130.574                          | 1640     | 49,303               | 35,668               | 181.632                          |
| 300      | 8,522                | 6,027                | 130.754                          | 1680     | 50,622               | 36,654               | 182.428                          |
| 320      | 9,100                | 6,440                | 132.621                          | 1720     | 51,947               | 37,646               | 183.208                          |
| 340      | 9,680                | 6,853                | 134.378                          | 1760     | 53,279               | 38,645               | 183.973                          |
| 360      | 10,262               | 7,268                | 136.039                          | 1800     | 54,618               | 39,652               | 184.724                          |
| 380      | 10,843               | 7,684                | 137.612                          | 1840     | 55,962               | 40,663               | 185.463                          |
| 400      | 11,426               | 8,100                | 139.106                          | 1880     | 57,311               | 41,680               | 186.190                          |
| 420      | 12,010               | 8,518                | 140.529                          | 1920     | 58,668               | 42,705               | 186.904                          |
| 440      | 12,594               | 8,936                | 141.888                          | 1960     | 60,031               | 43,735               | 187.607                          |
| 460      | 13,179               | 9,355                | 143.187                          | 2000     | 61,400               | 44,771               | 188.297                          |
| 480      | 13,764               | 9,773                | 144.432                          | 2050     | 63,119               | 46,074               | 189.148                          |
| 500      | 14,350               | 10,193               | 145.628                          | 2100     | 64,847               | 47,386               | 189.979                          |
| 520      | 14,935               | 10,611               | 146.775                          | 2150     | 66,584               | 48,708               | 190.796                          |
| 560      | 16,107               | 11,451               | 148.945                          | 2200     | 68,328               | 50,037               | 191.598                          |
| 600      | 17,280               | 12,291               | 150.968                          | 2250     | 70,080               | 51,373               | 192.385                          |
| 640      | 18,453               | 13,133               | 152.863                          | 2300     | 71,839               | 52,716               | 193.159                          |
| 680      | 19,630               | 13,976               | 154.645                          | 2350     | 73,608               | 54,069               | 193.921                          |
| 720      | 20,807               | 14,821               | 156.328                          | 2400     | 75,383               | 55,429               | 194.669                          |
| 760      | 21,988               | 15,669               | 157.923                          | 2450     | 77,168               | 56,798               | 195.403                          |
| 800      | 23,171               | 16,520               | 159.440                          | 2500     | 78,960               | 58,175               | 196.125                          |
| 840      | 24,359               | 17,375               | 160.891                          | 2550     | 80,755               | 59,554               | 196.837                          |
| 880      | 25,551               | 18,235               | 162.277                          | 2600     | 82,558               | 60,941               | 197.539                          |
| 920      | 26,747               | 19,098               | 163.607                          | 2650     | 84,368               | 62,335               | 198.229                          |
| 960      | 27,948               | 19,966               | 164.884                          | 2700     | 86,186               | 63,737               | 198.907                          |
| 1000     | 29,154               | 20,839               | 166.114                          | 2750     | 88,008               | 65,144               | 199.575                          |
| 1040     | 30,364               | 21,717               | 167.300                          | 2800     | 89,838               | 66,558               | 200.234                          |
| 1080     | 31,580               | 22,601               | 168.449                          | 2850     | 91,671               | 67,976               | 200.885                          |
| 1120     | 32,802               | 23,490               | 169.560                          | 2900     | 93,512               | 69,401               | 201.527                          |
| 1160     | 34,028               | 24,384               | 170.636                          | 2950     | 95,358               | 70,831               | 202.157                          |
| 1200     | 35,262               | 25,284               | 171.682                          | 3000     | 97,211               | 72,268               | 202.778                          |
| 1240     | 36,502               | 26,192               | 172.698                          | 3050     | 99,065               | 73,707               | 203.391                          |
| 1280     | 37,749               | 27,106               | 173.687                          | 3100     | 100,926              | 75,152               | 203.995                          |
| 1320     | 39,002               | 28,027               | 174.652                          | 3150     | 102,793              | 76,604               | 204.592                          |
| 1360     | 40,263               | 28,955               | 175.593                          | 3200     | 104,667              | 78,061               | 205.181                          |
| 1400     | 41,530               | 29,889               | 176.510                          | 3250     | 106,545              | 79,523               | 205.765                          |

EK 6 : H<sub>2</sub>O, Su buharının mükemmel gaz varsayımıyla özellikleriH<sub>2</sub>O, su buharının mükemmel gaz varsayımıyla özellikleri

| $T$<br><b>K</b> | $\bar{h}$<br><b>kJ/kmol</b> | $\bar{u}$<br><b>kJ/kmol</b> | $\bar{s}^\circ$<br><b>kJ/(kmol · K)</b> | $T$<br><b>K</b> | $\bar{h}$<br><b>kJ/kmol</b> | $\bar{u}$<br><b>kJ/kmol</b> | $\bar{s}^\circ$<br><b>kJ/(kmol · K)</b> |
|-----------------|-----------------------------|-----------------------------|---|-----------------|-----------------------------|-----------------------------|---|
| 0               | 0                           | 0                           | 0                                       | 600             | 20,402                      | 15,413                      | 212.920                                 |
| 220             | 7,295                       | 5,466                       | 178.576                                 | 610             | 20,765                      | 15,693                      | 213.529                                 |
| 230             | 7,628                       | 5,715                       | 180.054                                 | 620             | 21,130                      | 15,975                      | 214.122                                 |
| 240             | 7,961                       | 5,965                       | 181.471                                 | 630             | 21,495                      | 16,257                      | 214.707                                 |
| 250             | 8,294                       | 6,215                       | 182.831                                 | 640             | 21,862                      | 16,541                      | 215.285                                 |
| 260             | 8,627                       | 6,466                       | 184.139                                 | 650             | 22,230                      | 16,826                      | 215.856                                 |
| 270             | 8,961                       | 6,716                       | 185.399                                 | 660             | 22,600                      | 17,112                      | 216.419                                 |
| 280             | 9,296                       | 6,968                       | 186.616                                 | 670             | 22,970                      | 17,399                      | 216.976                                 |
| 290             | 9,631                       | 7,219                       | 187.791                                 | 680             | 23,342                      | 17,688                      | 217.527                                 |
| 298             | 9,904                       | 7,425                       | 188.720                                 | 690             | 23,714                      | 17,978                      | 218.071                                 |
| 300             | 9,966                       | 7,472                       | 188.928                                 | 700             | 24,088                      | 18,268                      | 218.610                                 |
| 310             | 10,302                      | 7,725                       | 190.030                                 | 710             | 24,464                      | 18,561                      | 219.142                                 |
| 320             | 10,639                      | 7,978                       | 191.098                                 | 720             | 24,840                      | 18,854                      | 219.668                                 |
| 330             | 10,976                      | 8,232                       | 192.136                                 | 730             | 25,218                      | 19,148                      | 220.189                                 |
| 340             | 11,314                      | 8,487                       | 193.144                                 | 740             | 25,597                      | 19,444                      | 220.707                                 |
| 350             | 11,652                      | 8,742                       | 194.125                                 | 750             | 25,977                      | 19,741                      | 221.215                                 |
| 360             | 11,992                      | 8,998                       | 195.081                                 | 760             | 26,358                      | 20,039                      | 221.720                                 |
| 370             | 12,331                      | 9,255                       | 196.012                                 | 770             | 26,741                      | 20,339                      | 222.221                                 |
| 380             | 12,672                      | 9,513                       | 196.920                                 | 780             | 27,125                      | 20,639                      | 222.717                                 |
| 390             | 13,014                      | 9,771                       | 197.807                                 | 790             | 27,510                      | 20,941                      | 223.207                                 |
| 400             | 13,356                      | 10,030                      | 198.673                                 | 800             | 27,896                      | 21,245                      | 223.693                                 |
| 410             | 13,699                      | 10,290                      | 199.521                                 | 810             | 28,284                      | 21,549                      | 224.174                                 |
| 420             | 14,043                      | 10,551                      | 200.350                                 | 820             | 28,672                      | 21,855                      | 224.651                                 |
| 430             | 14,388                      | 10,813                      | 201.160                                 | 830             | 29,062                      | 22,162                      | 225.123                                 |
| 440             | 14,734                      | 11,075                      | 201.955                                 | 840             | 29,454                      | 22,470                      | 225.592                                 |
| 450             | 15,080                      | 11,339                      | 202.734                                 | 850             | 29,846                      | 22,779                      | 226.057                                 |
| 460             | 15,428                      | 11,603                      | 203.497                                 | 860             | 30,240                      | 23,090                      | 226.517                                 |
| 470             | 15,777                      | 11,869                      | 204.247                                 | 870             | 30,635                      | 23,402                      | 226.973                                 |
| 480             | 16,126                      | 12,135                      | 204.982                                 | 880             | 31,032                      | 23,715                      | 227.426                                 |
| 490             | 16,477                      | 12,403                      | 205.705                                 | 890             | 31,429                      | 24,029                      | 227.875                                 |
| 500             | 16,828                      | 12,671                      | 206.413                                 | 900             | 31,828                      | 24,345                      | 228.321                                 |
| 510             | 17,181                      | 12,940                      | 207.112                                 | 910             | 32,228                      | 24,662                      | 228.763                                 |
| 520             | 17,534                      | 13,211                      | 207.799                                 | 920             | 32,629                      | 24,980                      | 229.202                                 |
| 530             | 17,889                      | 13,482                      | 208.475                                 | 930             | 33,032                      | 25,300                      | 229.637                                 |
| 540             | 18,245                      | 13,755                      | 209.139                                 | 940             | 33,436                      | 25,621                      | 230.070                                 |
| 550             | 18,601                      | 14,028                      | 209.795                                 | 950             | 33,841                      | 25,943                      | 230.499                                 |
| 560             | 18,959                      | 14,303                      | 210.440                                 | 960             | 34,247                      | 26,265                      | 230.924                                 |
| 570             | 19,318                      | 14,579                      | 211.075                                 | 970             | 34,653                      | 26,588                      | 231.347                                 |
| 580             | 19,678                      | 14,856                      | 211.702                                 | 980             | 35,061                      | 26,913                      | 231.767                                 |
| 590             | 20,039                      | 15,134                      | 212.320                                 | 990             | 35,472                      | 27,240                      | 232.184                                 |

## EK 6'nin devamı

| $T$<br><b>K</b> | $\bar{h}$<br><b>kJ/kmol</b> | $\bar{u}$<br><b>kJ/kmol</b> | $\bar{s}^\circ$<br><b>kJ/(kmol · K)</b> | $T$<br><b>K</b> | $\bar{h}$<br><b>kJ/kmol</b> | $\bar{u}$<br><b>kJ/kmol</b> | $\bar{s}^\circ$<br><b>kJ/(kmol · K)</b> |
|-----------------|-----------------------------|-----------------------------|---|-----------------|-----------------------------|-----------------------------|---|
| 1000            | 35,882                      | 27,568                      | 232,597                                 | 1760            | 70,535                      | 55,902                      | 258,151                                 |
| 1020            | 36,709                      | 28,228                      | 233,415                                 | 1780            | 71,523                      | 56,723                      | 258,708                                 |
| 1040            | 37,542                      | 28,895                      | 234,223                                 | 1800            | 72,513                      | 57,547                      | 259,262                                 |
| 1060            | 38,380                      | 29,567                      | 235,020                                 | 1820            | 73,507                      | 58,375                      | 259,811                                 |
| 1080            | 39,223                      | 30,243                      | 235,806                                 | 1840            | 74,506                      | 59,207                      | 260,357                                 |
| 1100            | 40,071                      | 30,925                      | 236,584                                 | 1860            | 75,506                      | 60,042                      | 260,898                                 |
| 1120            | 40,923                      | 31,611                      | 237,352                                 | 1880            | 76,511                      | 60,880                      | 261,436                                 |
| 1140            | 41,780                      | 32,301                      | 238,110                                 | 1900            | 77,517                      | 61,720                      | 261,969                                 |
| 1160            | 42,642                      | 32,997                      | 238,859                                 | 1920            | 78,527                      | 62,564                      | 262,497                                 |
| 1180            | 43,509                      | 33,698                      | 239,600                                 | 1940            | 79,540                      | 63,411                      | 263,022                                 |
| 1200            | 44,380                      | 34,403                      | 240,333                                 | 1960            | 80,555                      | 64,259                      | 263,542                                 |
| 1220            | 45,256                      | 35,112                      | 241,057                                 | 1980            | 81,573                      | 65,111                      | 264,059                                 |
| 1240            | 46,137                      | 35,827                      | 241,773                                 | 2000            | 82,593                      | 65,965                      | 264,571                                 |
| 1260            | 47,022                      | 36,546                      | 242,482                                 | 2050            | 85,156                      | 68,111                      | 265,838                                 |
| 1280            | 47,912                      | 37,270                      | 243,183                                 | 2100            | 87,735                      | 70,275                      | 267,081                                 |
| 1300            | 48,807                      | 38,000                      | 243,877                                 | 2150            | 90,330                      | 72,454                      | 268,301                                 |
| 1320            | 49,707                      | 38,732                      | 244,564                                 | 2200            | 92,940                      | 74,649                      | 269,500                                 |
| 1340            | 50,612                      | 39,470                      | 245,243                                 | 2250            | 95,562                      | 76,855                      | 270,679                                 |
| 1360            | 51,521                      | 40,213                      | 245,915                                 | 2300            | 98,199                      | 79,076                      | 271,839                                 |
| 1380            | 52,434                      | 40,960                      | 246,582                                 | 2350            | 100,846                     | 81,308                      | 272,978                                 |
| 1400            | 53,351                      | 41,711                      | 247,241                                 | 2400            | 103,508                     | 83,553                      | 274,098                                 |
| 1420            | 54,273                      | 42,466                      | 247,895                                 | 2450            | 106,183                     | 85,811                      | 275,201                                 |
| 1440            | 55,198                      | 43,226                      | 248,543                                 | 2500            | 108,868                     | 88,082                      | 276,286                                 |
| 1460            | 56,128                      | 43,989                      | 249,185                                 | 2550            | 111,565                     | 90,364                      | 277,354                                 |
| 1480            | 57,062                      | 44,756                      | 249,820                                 | 2600            | 114,273                     | 92,656                      | 278,407                                 |
| 1500            | 57,999                      | 45,528                      | 250,450                                 | 2650            | 116,991                     | 94,958                      | 279,441                                 |
| 1520            | 58,942                      | 46,304                      | 251,074                                 | 2700            | 119,717                     | 97,269                      | 280,462                                 |
| 1540            | 59,888                      | 47,084                      | 251,693                                 | 2750            | 122,453                     | 99,588                      | 281,464                                 |
| 1560            | 60,838                      | 47,868                      | 252,305                                 | 2800            | 125,198                     | 101,917                     | 282,453                                 |
| 1580            | 61,792                      | 48,655                      | 252,912                                 | 2850            | 127,952                     | 104,256                     | 283,429                                 |
| 1600            | 62,748                      | 49,445                      | 253,513                                 | 2900            | 130,717                     | 106,605                     | 284,390                                 |
| 1620            | 63,709                      | 50,240                      | 254,111                                 | 2950            | 133,486                     | 108,959                     | 285,338                                 |
| 1640            | 64,675                      | 51,039                      | 254,703                                 | 3000            | 136,264                     | 111,321                     | 286,273                                 |
| 1660            | 65,643                      | 51,841                      | 255,290                                 | 3050            | 139,051                     | 113,692                     | 287,194                                 |
| 1680            | 66,614                      | 52,646                      | 255,873                                 | 3100            | 141,846                     | 116,072                     | 288,102                                 |
| 1700            | 67,589                      | 53,455                      | 256,450                                 | 3150            | 144,648                     | 118,458                     | 288,999                                 |
| 1720            | 68,567                      | 54,267                      | 257,022                                 | 3200            | 147,457                     | 120,851                     | 289,884                                 |
| 1740            | 69,550                      | 55,083                      | 257,589                                 | 3250            | 150,272                     | 123,250                     | 290,756                                 |

EK 7 : 25 °C sıcaklık ve 1 atm. basınçta formasyon entalpisi, formasyon Gibbs fonksiyonu ve mutlak entropi (k: katı, s: sıvı, g: gaz)

**25 °C sıcaklık ve 1 atm basınçta formasyon entalpisi, formasyon Gibbs fonksiyonu ve mutlak entropi (k: katı, s: sıvı, g: gaz)**

| Madde             | Kimyasal formülü                    | $\bar{h}_f^\circ$<br>kJ/kmol | $\bar{g}_f^\circ$<br>kJ/kmol | $\bar{s}^\circ$<br>kJ/(kmol · K) |
|-------------------|-------------------------------------|------------------------------|------------------------------|----------------------------------|
| Karbon            | C(k)                                | 0                            | 0                            | 5.74                             |
| Hidrojen          | H <sub>2</sub> (g)                  | 0                            | 0                            | 130.68                           |
| Azot              | N <sub>2</sub> (g)                  | 0                            | 0                            | 191.61                           |
| Oksijen           | O <sub>2</sub> (g)                  | 0                            | 0                            | 205.04                           |
| Karbon monoksit   | CO(g)                               | -110,530                     | -137,150                     | 197.65                           |
| Karbon dioksit    | CO <sub>2</sub> (g)                 | -393,520                     | -394,360                     | 213.80                           |
| Su buharı         | H <sub>2</sub> O(g)                 | -241,820                     | -228,590                     | 188.83                           |
| Su                | H <sub>2</sub> O(s)                 | -285,830                     | -237,180                     | 69.92                            |
| Hidrojen peroksit | H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (g)   | -136,310                     | -105,600                     | 232.63                           |
| Amonyak           | NH <sub>3</sub> (g)                 | -46,190                      | -16,590                      | 192.33                           |
| Metan             | CH <sub>4</sub> (g)                 | -74,850                      | -50,790                      | 186.16                           |
| Asetilen          | C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> (g)   | +226,730                     | +209,170                     | 200.85                           |
| Etilen            | C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> (g)   | +52,280                      | +68,120                      | 219.83                           |
| Etan              | C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> (g)   | -84,680                      | -32,890                      | 229.49                           |
| Propilen          | C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> (g)   | +20,410                      | +62,720                      | 266.94                           |
| Propan            | C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> (g)   | -103,850                     | -23,490                      | 269.91                           |
| n-Bütan           | C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> (g)  | -126,150                     | -15,710                      | 310.12                           |
| n-Oktan           | C <sub>8</sub> H <sub>18</sub> (g)  | -208,450                     | +16,530                      | 466.73                           |
| n-Oktan           | C <sub>8</sub> H <sub>18</sub> (s)  | -249,950                     | +6,610                       | 360.79                           |
| n-Dodekan         | C <sub>12</sub> H <sub>26</sub> (g) | -291,010                     | +50,150                      | 622.83                           |
| Benzen            | C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> (g)   | +82,930                      | +129,660                     | 269.20                           |
| Metil alkol       | CH <sub>3</sub> OH(g)               | -200,670                     | -162,000                     | 239.70                           |
| Metil alkol       | CH <sub>3</sub> OH(s)               | -238,660                     | -166,360                     | 126.80                           |
| Etil alkol        | C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH(g) | -235,310                     | -168,570                     | 282.59                           |
| Etil alkol        | C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH(s) | -277,690                     | -174,890                     | 160.70                           |
| Oksijen           | O(g)                                | +249,190                     | +231,770                     | 161.06                           |
| Hidrojen          | H(g)                                | +218,000                     | +203,290                     | 114.72                           |
| Azot              | N(g)                                | +472,650                     | +455,510                     | 153.30                           |
| Hidroksil         | OH(g)                               | +39,460                      | +34,280                      | 183.70                           |

Kaynak: JANAF, *Thermochemical Tables*, Dow Chemical Co., 1971; *Selected Values of Chemical Thermodynamic Properties*, NBS Technical Note 270-3, 1968; ve *API Research Project 44*, Carnegie Press, 1953.

EK 8 : 25 °C sıcaklık ve 1 atm. basınçta entalpisi ve buharlaşma entalpisi.

**25 °C sıcaklık ve 1 atm basınçta yanma entalpisi ve buharlaşma entalpisi (yanma sonu ürünleri içindeki su sıvı alınmıştır).**

| <b>Madde</b>      | <b>Kimyasal formülü</b>            | <b><math>\Delta \bar{h}_c^\circ = -\text{HHV}</math><br/>kJ/kmol</b> | <b><math>\bar{h}_{fg}</math><br/>kJ/kmol</b> |
|-------------------|------------------------------------|--|--|
| Hidrojen          | $\text{H}_2(g)$                    | -285,840   |  |
| Karbon            | $\text{C}(k)$                      | -393,520   |  |
| Karbon monoksit   | $\text{CO}(g)$                     | -282,990   |  |
| Metan             | $\text{CH}_4(g)$                   | -890,360   |  |
| Asetilen          | $\text{C}_2\text{H}_2(g)$          | -1,299,600   |  |
| Etilen            | $\text{C}_2\text{H}_4(g)$          | -1,410,970   |  |
| Etan              | $\text{C}_2\text{H}_6(g)$          | -1,559,900   |  |
| Propilen          | $\text{C}_3\text{H}_6(g)$          | -2,058,500   |  |
| Propan            | $\text{C}_3\text{H}_8(g)$          | -2,220,000   | 15,060                                       |
| <i>n</i> - Bütan  | $\text{C}_4\text{H}_{10}(g)$       | -2,877,100   | 21,060                                       |
| <i>n</i> - Pentan | $\text{C}_5\text{H}_{12}(g)$       | -3,536,100   | 26,410                                       |
| <i>n</i> - Heksan | $\text{C}_6\text{H}_{14}(g)$       | -4,194,800   | 31,530                                       |
| <i>n</i> - Heptan | $\text{C}_7\text{H}_{16}(g)$       | -4,853,500   | 36,520                                       |
| <i>n</i> - Oktan  | $\text{C}_8\text{H}_{18}(g)$       | -5,512,200   | 41,460                                       |
| Benzen            | $\text{C}_6\text{H}_6(g)$          | -3,301,500   | 33,830                                       |
| Toluen            | $\text{C}_7\text{H}_8(g)$          | -3,947,900   | 39,920                                       |
| Metil alkol       | $\text{CH}_3\text{OH}(g)$          | -764,540   | 37,900                                       |
| Etil alkol        | $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(g)$ | -1,409,300   | 42,340                                       |

*Kaynak:* Kenneth Wark, *Thermodynamics*, 3. düzenleme, McGraw-Hill, 1977, s. 834-835, Tablo A-23M.

Not: HHV, üst ısıl değer anlamındadır.

EK 9 : Bazı maddelerin standart entalpi ve kimyasal ekserji değerleri

Table A.3 Standard enthalpy of devaluation and standard chemical exergy of inorganic substances. Reproduced from Ref [6.31], by permission. ( $T^0 = 298.15 \text{ K}$ ,  $P^0 = 1.01325 \text{ bar}$ .)

| Substance  | State*           | Relative molecular mass | Standard enthalpy of devaluation, $\bar{h}_d^0$ [kJ/kmol] | Standard chemical exergy, $\bar{e}^0$ [kJ/kmol] |
|--|------------------|-------------------------|---|---|
| 1  | 2                | 3                       | 4   | 5   |
| Ag   | s                | 107.870                 | 46 260  | 73 730  |
| Ag <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>                    | s                | 275.749                 | -20 180   | 121 940   |
| AgCl   | s                | 143.323                 | 0   | 23 420  |
| AgF  | s                | 126.868                 | 43 950  | 120 810   |
| AgNO <sub>3</sub>                                  | s                | 169.875                 | -76 960   | 46 580  |
| Ag <sub>2</sub> O                                  | s                | 231.739                 | 61 910  | 64 540  |
| Ag <sub>2</sub> O <sub>2</sub>                     | s                | 247.739                 | 67 620  | 179 036   |
| Ag <sub>2</sub> S                                  | s, α             | 247.804                 | 785 280   | 714 060   |
| Ag <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                    | s                | 311.802                 | 103 250   | 144 220   |
| Al   | s                | 26.981 5                | 927 800   | 887 890   |
| Al <sub>4</sub> C <sub>3</sub>                     | s                | 143.959                 | 4 763 080   | 4 661 880                                       |
| AlCl <sub>3</sub>                                  | s                | 133.340 5               | 474 510   | 426 940   |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                     | s, corundum      | 101.961 2               | 184 690   | 204 270   |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> · H <sub>2</sub> O  | s                | 119.976 5               | 125 520   | 199 450   |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> · 3H <sub>2</sub> O | s, gibbsite      | 156.007 2               | 12 160  | 209 210   |
| Al <sub>2</sub> S <sub>3</sub>                     | s                | 150.155                 | 3 520 230   | 3 079 540                                       |
| Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>    | s                | 342.148                 | 592 060   | 502 100   |
| Al <sub>2</sub> SiO <sub>5</sub>                   | s, andalusite    | 162.046                 | 28 030  | 45 940  |
| Al <sub>2</sub> SiO <sub>5</sub>                   | s, cyanite       | 162.046                 | 25 940  | 49 200  |
| Al <sub>2</sub> SiO <sub>5</sub>                   | s, sillimanite   | 162.046                 | 0   | 15 400  |
| Ar   | g                | 39.948                  | 0   | 11 690  |
| Au   | s                | 196.967                 | 0   | 18 920  |
| AuCl   | s                | 232.42                  | 46 100  | 63 410  |
| AuCl <sub>3</sub>                                  | s                | 303.326                 | 124 070   | 152 110   |
| AuF <sub>3</sub>                                   | s                | 253.962                 | 253 490   | 437 260   |
| Au <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                     | s                | 441.932                 | -80 810   | 121 550   |
| Ba   | s, II            | 137.34                  | 741 640   | 760 050   |
| BaCO <sub>3</sub>                                  | s, II, witherite | 197.35                  | -84 190   | 37 170  |
| BaCl <sub>2</sub>                                  | s                | 208.25                  | 42 710  | 63 610  |
| BaF <sub>2</sub>                                   | s                | 175.34                  | -58 050   | 61 470  |
| BaO  | s                | 153.34                  | 183 120   | 244 880   |
| BaO <sub>2</sub>                                   | s                | 169.34                  | 111 530   | 175 770   |
| Ba(OH) <sub>2</sub>                                | s                | 171.36                  | 36 590  | 145 520   |
| BaS  | s                | 169.40                  | 1 022 420   | 896 670   |
| BaSO <sub>3</sub>                                  | s                | 217.40                  | 282 750   | 257 450   |
| BaSO <sub>4</sub>                                  | s, barite        | 233.40                  | 0   | 13 470  |
| Bi   | s                | 208.980                 | 288 680   | 271 370   |
| BiO  | s                | 224.979                 | 81 240  | 92 440  |
| Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                     | s                | 465.958                 | 0   | 52 260  |
| Bi <sub>2</sub> S <sub>3</sub>                     | s                | 514.152                 | 2 567 720   | 2 165 480                                       |
| C  | s, graphite      | 12.011 15               | 393 780   | 410 820   |
| C  | s, diamond       | 12.011 15               | 395 680   | 413 690   |
| CCl <sub>4</sub>                                   | l                | 153.823                 | 584 270   | 583 180   |
| CO   | g                | 28.010 5                | 283 150   | 275 430   |
| CO <sub>2</sub>                                    | g                | 44.009 5                | 0   | 20 140  |

|   |              |            |           |           |
|---|--------------|------------|-----------|-----------|
| CS <sub>2</sub>                                       | l            | 76.139     | 1 932 410 | 1 673 670 |
| Ca  | s, II        | 40.08      | 813 930   | 717 400   |
| CaC <sub>2</sub>                                      | s            | 64.10      | 1 538 670 | 1 471 210 |
| CaCO <sub>3</sub>                                     | s, calcite   | 100.09     | 0         | 5 050     |
| CaCO <sub>3</sub>                                     | s, aragonite | 100.09     | -170      | 6 100     |
| CaCl <sub>2</sub>                                     | s            | 110.99     | 180 130   | 84 910    |
| CaCl <sub>2</sub> · H <sub>2</sub> O                  | s            | 129.00     | 107 700   | 63 610    |
| CaFe <sub>2</sub> O <sub>4</sub>                      | s            | 215.77     | 104 600   | 56 480    |
| Ca <sub>3</sub> Fe <sub>2</sub> O <sub>8</sub>        | s            | 271.85     | 324 680   | 213 620   |
| Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>                     | s            | 164.089 8  | -123 290  | -11 970   |
| Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> · 2H <sub>2</sub> O | s            | 200.120 5  | -241 790  | -17 020   |
| Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> · H <sub>2</sub> O  | s            | 218.135 8  | -289 290  | -8 740    |
| Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> · 4H <sub>2</sub> O | s            | 236.151 2  | -349 290  | -8 870    |
| CaO   | s            | 56.08      | 177 940   | 119 620   |
| CaO · Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                  | s            | 158.04     | 388 690   | 326 780   |
| 2CaO · Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                 | s            | 214.12     | 105 760   | 339 540   |
| 4CaO · Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                 | s            | 326.28     | —         | 485 420   |
| 12CaO · 7Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>               | s            | 1 386.68   | 3 362 640 | 2 211 220 |
| Ca(OH) <sub>2</sub>                                   | s            | 74.09      | 68 660    | 62 500    |
| Ca <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>       | s, α         | 310.18     | 0         | 31 910    |
| CaS   | s            | 72.14      | 1 055 750 | 838 880   |
| CaSO <sub>4</sub>                                     | s, anhydrite | 136.14     | 104 950   | 4 300     |
| CaSO <sub>4</sub> · $\frac{1}{2}$ H <sub>2</sub> O    | s, α         | 145.15     | 83 260    | 4 350     |
| CaSO <sub>4</sub> · $\frac{1}{2}$ H <sub>2</sub> O    | s, β         | 145.15     | 85 350    | 5 310     |
| CaSO <sub>4</sub> · 2H <sub>2</sub> O                 | s, gypsum    | 172.17     | 0         | 2 760     |
| CaSiO <sub>3</sub>                                    | s            | 116.16     | 93 780    | 27 590    |
| Ca <sub>2</sub> SiO <sub>4</sub>                      | s            | 172.24     | 235 290   | 116 680   |
| Ca <sub>3</sub> SiO <sub>5</sub>                      | s            | 228.32     | 419 240   | 250 770   |
| Cd  | s, α         | 112.40     | 354 410   | 290 920   |
| CdCO <sub>3</sub>                                     | s            | 172.41     | 0         | 36 960    |
| CdCl <sub>2</sub>                                     | s            | 183.31     | 126 750   | 65 810    |
| CdO   | s            | 128.40     | 99 600    | 65 980    |
| Cd(OH) <sub>2</sub>                                   | s            | 146.41     | 38 480    | 61 370    |
| CdS   | s            | 144.46     | 934 550   | 749 050   |
| CdSO <sub>4</sub>                                     | s            | 208.46     | 152 200   | 81 290    |
| CdSO <sub>4</sub> · H <sub>2</sub> O                  | s            | 226.48     | 88 520    | 63 070    |
| Cl <sub>2</sub>                                       | g            | 70.906     | 161 710   | 117 520   |
| Cl  | g            | 35.453     | 201 850   | 163 940   |
| Co  | s, III       | 58.933 2   | 293 080   | 260 520   |
| Co <sub>3</sub> C                                     | s            | 188.810 75 | 1 342 790 | 1 222 110 |
| CoCO <sub>3</sub>                                     | s            | 118.942 6  | -36 200   | 29 630    |
| CoCl <sub>2</sub>                                     | s            | 129.839    | 129 060   | 103 800   |
| CoO   | s            | 74.932 6   | 53 600    | 51 070    |
| Co <sub>3</sub> O <sub>4</sub>                        | s            | 240.797 2  | 0         | 37 560    |
| Co(OH) <sub>2</sub>                                   | s            | 92.947 9   | -14 230   | 47 120    |
| Co(OH) <sub>3</sub>                                   | s            | 109.955 3  | -83 310   | 27 240    |
| CoS   | s            | 90.997     | 933 090   | 765 580   |
| Co <sub>2</sub> S <sub>3</sub>                        | s            | 214.058    | 2 590 640 | 2 108 250 |
| CoSO <sub>4</sub>                                     | s            | 154.995    | 148 900   | 103 220   |
| Cr  | s            | 51.996     | 564 590   | 539 260   |
| Cr <sub>3</sub> C <sub>2</sub>                        | s            | 180.010    | 2 393 410 | 2 348 290 |
| Cr <sub>4</sub> C                                     | s            | 219.995    | 2 583 480 | 2 494 900 |
| Cr <sub>2</sub> C <sub>3</sub>                        | s            | 400.005    | 4 955 530 | 4 819 010 |
| CrCl <sub>2</sub>                                     | s            | 122.902    | 330 400   | 306 000   |
| CrCl <sub>3</sub>                                     | s            | 158.355    | 243 610   | 221 120   |

EK 9'un devamı

Table A.3—continued

| Substance                        | State*       | Relative molecular mass | Standard enthalpy of devaluation, $\bar{h}_f^0$ /[kJ/kmol] | Standard chemical exergy, $\bar{e}^0$ /[kJ/kmol] |
|----------------------------------|--------------|-------------------------|--|--|
| 1                                | 2            | 3                       | 4  | 5  |
| CrO <sub>3</sub>                 | s            | 99.994                  | -14 850  | 42 910   |
| Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>   | s            | 151.990                 | 0  | 36 510   |
| Cs                               | s            | 132.905                 | 352 480  | 408 530  |
| CsCl                             | s            | 168.358                 | 0  | 62 850   |
| CsNO <sub>3</sub>                | s            | 194.910                 | -141 980   | 22 310   |
| Cs <sub>2</sub> O                | s            | 281.809                 | 387 180  | 544 370  |
| CsOH                             | s            | 149.912                 | 66 520   | 164 090  |
| Cs <sub>2</sub> S                | s            | 297.874                 | 1 089 990  | 1 091 020  |
| Cs <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>  | s            | 361.872                 | 8 590  | 123 020  |
| Cu                               | s            | 63.54                   | 201 590  | 134 400  |
| CuCO <sub>3</sub>                | s            | 123.55                  | 0  | 33 210   |
| CuCl                             | s            | 98.99                   | 146 370  | 77 050   |
| CuCl <sub>2</sub>                | s            | 134.45                  | 157 310  | 120 450  |
| CuFe <sub>2</sub> O <sub>4</sub> | s            | 239.23                  | 36 580   | 22 790   |
| CuO                              | s            | 79.54                   | 46 260   | 6 590  |
| Cu <sub>2</sub> O                | s            | 143.08                  | 236 380  | 123 500  |
| Cu(OH) <sub>2</sub>              | s            | 97.55                   | -5 230   | 19 770   |
| CuS                              | s            | 95.60                   | 877 600  | 668 020  |
| Cu <sub>2</sub> S                | s, II        | 159.14                  | 1 048 210  | 773 000  |
| CuSO <sub>4</sub>                | s            | 159.60                  | 155 800  | 80 940   |
| Cu <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>  | s            | 223.14                  | 377 490  | 222 450  |
| D <sub>2</sub>                   | g            | 4.029 46                | 249 370  | 266 220  |
| D <sub>2</sub> O                 | g            | 20.028 86               | 0  | 33 450   |
| D <sub>2</sub> O                 | l            | 20.028 86               | -45 430  | 24 520   |
| F <sub>2</sub>                   | g            | 37.996 8                | 401 500  | 448 820  |
| Fe                               | s            | 55.847                  | 411 350  | 377 740  |
| Fe <sub>3</sub> C                | s, cementite | 179.552                 | 1 648 760  | 1 558 570  |
| FeCO <sub>3</sub>                | s, siderite  | 115.856                 | 56 950   | 120 410  |
| FeCl <sub>2</sub>                | s            | 126.753                 | 231 840  | 193 130  |
| FeCl <sub>3</sub>                | s            | 162.206                 | 248 630  | 225 600  |
| FeCr <sub>2</sub> O <sub>4</sub> | s            | 223.837                 | 108 990  | 133 490  |
| FeO                              | s            | 71.846                  | 140 800  | 133 750  |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>   | s, hematite  | 159.692                 | 0  | 20 370   |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>   | s, magnetite | 231.539                 | 116 170  | 126 960  |
| Fe(OH) <sub>3</sub>              | s            | 106.869                 | -50 450  | 46 530   |
| FeS                              | s, $\alpha$  | 87.911                  | 1 040 810  | 879 000  |
| FeS                              | s, $\beta$   | 87.911                  | 1 046 540  | 890 180  |
| FeS <sub>2</sub>                 | s, pyrite    | 119.975                 | 1 682 480  | 1 447 410  |
| FeSO <sub>4</sub>                | s            | 151.909                 | 212 740  | 170 240  |
| FeSi                             | s            | 83.933                  | 1 190 140  | 1 099 080  |
| FeSiO <sub>3</sub>               | s            | 131.931                 | 115 690  | 111 260  |
| Fe <sub>2</sub> SiO <sub>4</sub> | s            | 203.778                 | 243 670  | 228 310  |
| FeTiO <sub>3</sub>               | s            | 151.75                  | 86 870   | 99 530   |
| H <sub>2</sub>                   | g            | 2.015 94                | 242 000  | 238 490  |
| H                                | g            | 1.007 97                | 360 860  | 322 410  |
| HCl                              | g            | 36.461                  | 109 490  | 85 950   |

|   |                  |     |
|---|------------------|-----|
| HF  | g                | 20  |
| HNO <sub>3</sub>                                      | l                | 63  |
| H <sub>2</sub> O                                      | l                | 18  |
| H <sub>2</sub> O                                      | s                | 18  |
| H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>                        | g                | 98  |
| H <sub>2</sub> S                                      | g                | 34  |
| H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                        | l                | 98  |
| He  | g                | 4   |
| Hg  | l                | 200 |
| HgCO <sub>3</sub>                                     | s                | 260 |
| HgCl <sub>2</sub>                                     | s                | 271 |
| Hg <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>                       | s                | 472 |
| HgO   | s, red           | 216 |
| HgS   | s, red           | 232 |
| HgSO <sub>4</sub>                                     | s                | 296 |
| Hg <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                       | s                | 497 |
| K   | s                | 39  |
| K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>                        | s                | 138 |
| KCl   | s                | 74  |
| KClO <sub>4</sub>                                     | s                | 138 |
| KF  | s                | 58  |
| KMnO <sub>4</sub>                                     | s                | 158 |
| KNO <sub>3</sub>                                      | s                | 101 |
| K <sub>2</sub> O                                      | s                | 94  |
| KOH   | s                | 56  |
| K <sub>2</sub> S                                      | s                | 110 |
| K <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>                        | s                | 158 |
| K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                        | s, II            | 174 |
| K <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>                       | s                | 154 |
| Kr  | g                | 83  |
| Li  | s                | 6.9 |
| Li <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>                       | s                | 73  |
| LiCl  | s                | 42  |
| LiNO <sub>3</sub>                                     | s                | 68  |
| Li <sub>2</sub> O                                     | s                | 29  |
| LiOH  | s                | 23  |
| Li <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                       | s                | 109 |
| Mg  | s                | 24  |
| MgCO <sub>3</sub>                                     | s                | 84  |
| MgCl <sub>2</sub>                                     | s                | 95  |
| MgFe <sub>2</sub> O <sub>4</sub>                      | s                | 200 |
| MgO   | s                | 40  |
| Mg(OH) <sub>2</sub>                                   | s                | 58  |
| Mg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>                     | s                | 148 |
| Mg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> · 6H <sub>2</sub> O | s                | 256 |
| MgS   | s                | 56  |
| MgSO <sub>3</sub>                                     | s                | 104 |
| MgSO <sub>4</sub>                                     | s                | 120 |
| MgSiO <sub>3</sub>                                    | s                | 100 |
| Mg <sub>2</sub> SiO <sub>4</sub>                      | s                | 140 |
| Mg <sub>2</sub> TiO <sub>4</sub>                      | s                | 160 |
| Mn  | s, $\alpha$ , IV | 54  |
| Mn <sub>3</sub> C                                     | s, II            | 176 |
| MnCO <sub>3</sub>                                     | s                | 114 |
| MnCl <sub>2</sub>                                     | s                | 125 |

EK 9'un devamı

Table A.3—continued

| Substance   | State*   | Relative molecular mass | Standard enthalpy of devaluation, $\bar{h}_f^0$ /[kJ/kmol] | Standard chemical exergy, $\bar{e}^0$ /[kJ/kmol] |
|---|----------|-------------------------|--|--|
| 1   | 2        | 3                       | 4  | 5  |
| MnFe <sub>2</sub> O <sub>4</sub>                      | s        | 230.630                 | 118 430  | 131 730  |
| MnO   | s, I     | 70.937 5                | 136 070  | 122 390  |
| MnO <sub>2</sub>                                      | s, I     | 86.936 9                | 0  | 21 110   |
| Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                        | s, II    | 157.874 4               | 70 760   | 79 110   |
| Mn <sub>3</sub> O <sub>4</sub>                        | s, I     | 228.811 9               | 176 270  | 177 600  |
| Mn(OH) <sub>2</sub>                                   | s        | 88.952 8                | 78 620   | 110 810  |
| Mn(OH) <sub>3</sub>                                   | s, green | 105.960 2               | -41 630  | 89 130   |
| MnS   | s, I     | 87.002                  | 1 041 520  | 873 540  |
| MnSO <sub>4</sub>                                     | s        | 151.000                 | 181 390  | 137 540  |
| MnSO <sub>4</sub> · H <sub>2</sub> O                  | s        | 169.015                 | 127 400  | 115 130  |
| MnSiO <sub>3</sub>                                    | s        | 131.022                 | 114 720  | 106 800  |
| Mo  | s        | 95.94                   | 755 010  | 715 540  |
| Mo <sub>2</sub> C                                     | s        | 203.89                  | 1 921 800  | 1 853 700  |
| MoO <sub>2</sub>                                      | s        | 127.94                  | 210 730  | 228 310  |
| MoO <sub>3</sub>                                      | s        | 143.94                  | 0  | 43 940   |
| Mo <sub>2</sub> S <sub>3</sub>                        | s        | 288.07                  | 3 256 710  | 2 811 400  |
| N <sub>2</sub>  | g        | 28.013 4                | 0  | 720  |
| N <sub>2</sub> (air)                                  | g        | 28.953 4                | 0  | 690  |
| NH <sub>3</sub>                                       | g        | 17.030 5                | 316 780  | 341 250  |
| NH <sub>4</sub> Cl                                    | s        | 53.491                  | 249 260  | 331 150  |
| NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>                       | s        | 80.043 48               | 118 320  | 300 020  |
| (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>       | s        | 132.138                 | 513 240  | 660 470  |
| NO  | g        | 30.006 1                | 90 430   | 89 040   |
| NO <sub>2</sub>                                       | g        | 46.005 5                | 33 870   | 56 220   |
| N <sub>2</sub> O                                      | g        | 44.012 8                | 81 600   | 106 220  |
| N <sub>2</sub> O <sub>4</sub>                         | g        | 92.011 0                | 9 670  | 107 040  |
| Na  | s        | 22.989 8                | 330 410  | 343 830  |
| NaAlO <sub>2</sub>                                    | s        | 81.970 1                | 114 050  | 120 280  |
| NaAlSi <sub>2</sub> O <sub>6</sub> · H <sub>2</sub> O | s        | 220.055                 | 5 730  | 95 250   |
| Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>                       | s        | 105.989 1               | -77 090  | 53 130   |
| Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> · H <sub>2</sub> O    | s        | 124.004 3               | -138 710   | 52 790   |
| Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> · 7H <sub>2</sub> O   | s        | 232.096 3               | -457 330   | 69 640   |
| NaCl  | s        | 58.443                  | 0  | 22 200   |
| NaHCO <sub>3</sub>                                    | s        | 84.007 1                | -103 120   | 224 370  |
| NaNO <sub>3</sub>                                     | s        | 84.994 7                | -94 430  | -15 745  |
| Na <sub>2</sub> O                                     | s        | 61.979 0                | 244 650  | 313 260  |
| NaOH  | s, II    | 39.997 2                | 23 100   | 84 490   |
| Na <sub>2</sub> S                                     | s        | 78.044                  | 1 011 940  | 930 340  |
| Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>                       | s        | 126.042                 | 294 320  | 82 840   |
| Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                       | s, II    | 142.041                 | 0  | 35 000   |
| Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> · 10H <sub>2</sub> O  | s        | 322.195                 | -521 570   | 54 380   |
| Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>                      | s        | 122.064                 | 980  | 71 660   |
| Na <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>5</sub>        | s        | 182.149                 | -8 620   | 61 190   |
| Na <sub>4</sub> SiO <sub>4</sub>                      | s        | 184.043                 | 175 640  | 312 120  |
| Ne  | g        | 20.183                  | 0  | 27 120   |
| Ni  | s, II    | 58.71                   | 244 510  | 252 800  |

|                                       |                  |       |
|---------------------------------------|------------------|-------|
| Ni <sub>3</sub> C                     | s                | 188.  |
| NiCO <sub>3</sub>                     | s                | 118.  |
| NiCl <sub>2</sub>                     | s                | 129.  |
| Ni(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>     | s                | 182.  |
| NiO                                   | s                | 74.   |
| Ni(OH) <sub>2</sub>                   | s                | 92.   |
| Ni(OH) <sub>3</sub>                   | s                | 109.  |
| NiS                                   | s, I             | 90.   |
| Ni <sub>3</sub> S <sub>2</sub>        | s                | 240.  |
| NiSO <sub>4</sub>                     | s                | 154.  |
| NiSO <sub>4</sub> · 6H <sub>2</sub> O | s, green         | 262.  |
| O <sub>2</sub>                        | g                | 31.   |
| O <sub>3</sub>                        | g                | 47.   |
| P                                     | s, III, white    | 30.   |
| PCl <sub>3</sub>                      | l                | 137.  |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>         | s                | 141.  |
| Pb                                    | s                | 207.  |
| PbCO <sub>3</sub>                     | s                | 267.  |
| PbCl <sub>2</sub>                     | s                | 278.  |
| PbO                                   | s, I, yellow     | 223.  |
| PbO                                   | s, II, red       | 223.  |
| PbO <sub>2</sub>                      | s                | 239.  |
| Pb <sub>2</sub> O <sub>4</sub>        | s                | 685.  |
| Pb(OH) <sub>2</sub>                   | s                | 241.  |
| PbS                                   | s                | 239.  |
| PbSO <sub>4</sub>                     | s, II            | 303.  |
| PbSiO <sub>3</sub>                    | s                | 283.  |
| Pb <sub>2</sub> SiO <sub>4</sub>      | s                | 506.  |
| Rb                                    | s                | 85.   |
| Rb <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>       | s                | 230.  |
| RbCl                                  | s                | 120.  |
| RbNO <sub>3</sub>                     | s                | 147.  |
| Rb <sub>2</sub> O                     | s                | 186.  |
| RbOH                                  | s                | 102.  |
| Rb <sub>2</sub> S                     | s                | 203.  |
| Rb <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>       | s                | 267.  |
| S                                     | s, II, rhombic   | 32.   |
| S                                     | s, I, monoclinic | 32.   |
| SO <sub>2</sub>                       | g                | 64.   |
| SO <sub>3</sub>                       | g                | 80.   |
| Sb                                    | s, III           | 121.  |
| Sb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>        | s                | 291.  |
| Sb <sub>2</sub> O <sub>4</sub>        | s                | 307.  |
| Sb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>        | s                | 323.  |
| Si                                    | s                | 28.   |
| SiC                                   | s                | 40.   |
| SiCl <sub>4</sub>                     | l                | 169.  |
| SiO <sub>2</sub>                      | s, II, quartz    | 60.   |
| SiO <sub>2</sub>                      | s, I             | 60.   |
| SiS <sub>2</sub>                      | s, white         | 92.2. |
| Sn                                    | s, II, white     | 118.  |
| Sn                                    | s, III, grey     | 118.  |
| SnCl <sub>2</sub>                     | s                | 189.  |
| SnO                                   | s                | 134.  |

# EK 9'un devamı

Table A.3—continued

| Substance                            | State*               | Relative molecular mass | Standard enthalpy of devaluation, $\bar{h}_f^0$ /[kJ/kmol] | Standard chemical exergy, $\bar{e}^0$ /[kJ/kmol] |
|--------------------------------------|----------------------|-------------------------|--|--|
| 1                                    | 2                    | 3                       | 4  | 5  |
| SnO <sub>2</sub>                     | s                    | 150.69                  | 0  | 26 820   |
| SnS                                  | s                    | 150.75                  | 1 227 840  | 1 059 060  |
| SnS <sub>2</sub>                     | s                    | 182.82                  | 1 862 820  | 1 581 260  |
| Sr                                   | s                    | 87.62                   | 825 430  | 737 650  |
| SrCO <sub>3</sub>                    | s, III, strontianite | 147.63                  | 0  | 16 570   |
| SrCl <sub>2</sub>                    | s                    | 158.53                  | 158 150  | 74 480   |
| SrCl <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O | s                    | 266.62                  | -186 400   | 66 330   |
| SrO                                  | s                    | 103.62                  | 234 670  | 165 750  |
| SrO <sub>2</sub>                     | s                    | 119.62                  | 182 340  | 153 800  |
| Sr(OH) <sub>2</sub>                  | s                    | 121.68                  | 107 400  | 109 310  |
| SrS                                  | s                    | 119.68                  | 1 097 420  | 988 710  |
| SrSO <sub>4</sub>                    | s                    | 183.68                  | 104 310  | 9 170  |
| Ti                                   | s, II                | 47.90                   | 912 720  | 876 000  |
| TiC                                  | s                    | 59.91                   | 1 080 410  | 1 064 120  |
| TiO                                  | s, II                | 63.90                   | 393 710  | 388 840  |
| TiO <sub>2</sub>                     | s, III, rutile       | 79.90                   | 0  | 23 090   |
| Ti <sub>2</sub> O <sub>3</sub>       | s, II                | 143.80                  | 306 050  | 325 100  |
| Ti <sub>3</sub> O <sub>5</sub>       | s, II                | 223.70                  | 281 760  | 322 200  |
| TiS <sub>2</sub>                     | s                    | 112.03                  | 2 026 940  | 1 743 640  |
| U                                    | s, III               | 238.03                  | 1 264 400  | 1 224 180  |
| UCl <sub>3</sub>                     | s                    | 344.39                  | 615 170  | 534 850  |
| UCl <sub>4</sub>                     | s                    | 379.84                  | 536 100  | 483 790  |
| UCl <sub>5</sub>                     | s                    | 415.30                  | 571 310  | 508 710  |
| UO <sub>2</sub>                      | s                    | 270.03                  | 179 180  | 151 450  |
| UO <sub>3</sub>                      | s                    | 286.03                  | 0  | 43 940   |
| V                                    | s                    | 50.942                  | 780 840  | 725 880  |
| VC                                   | s                    | 62.953                  | 1 121 520  | 1 086 170  |
| VO                                   | s                    | 66.941                  | 355 550  | 328 880  |
| VO <sub>2</sub>                      | s                    | 82.940                  | 164 850  | 68 990   |
| V <sub>2</sub> O <sub>3</sub>        | s                    | 149.882                 | 330 760  | 324 280  |
| V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>        | s                    | 181.881                 | 0  | 32 530   |
| W                                    | s                    | 183.85                  | 840 880  | 799 680  |
| WC                                   | s                    | 195.86                  | 1 196 600  | 1 173 270  |
| WO <sub>2</sub>                      | s                    | 215.85                  | 270 220  | 284 540  |
| WO <sub>3</sub>                      | s, yellow            | 231.85                  | 0  | 42 220   |
| WS <sub>2</sub>                      | s                    | 249.98                  | 2 096 190  | 1 803 920  |
| Xe                                   | g                    | 131.30                  | 0  | 40 250   |
| Zn                                   | s                    | 65.37                   | 419 310  | 353 160  |
| ZnCO <sub>3</sub>                    | s                    | 125.38                  | 0  | 38 080   |
| ZnCl <sub>2</sub>                    | s                    | 136.28                  | 164 850  | 101 340  |
| ZnFe <sub>2</sub> O <sub>4</sub>     | s                    | 241.06                  | 40 830   | 27 630   |
| ZnO                                  | s                    | 81.37                   | 71 090   | 37 080   |
| Zn(OH) <sub>2</sub>                  | s                    | 99.38                   | 18 640   | 34 260   |
| ZnS                                  | s, II, sphalerite    | 97.43                   | 940 830  | 764 860  |
| ZnSO <sub>4</sub>                    | s                    | 161.43                  | 164 680  | 93 280   |
| ZnSiO <sub>3</sub>                   | s                    | 141.45                  | 45 810   | 12 590   |
| Zn <sub>2</sub> SiO <sub>4</sub>     | s                    | 222.82                  | 187 860  | 121 280  |

Table A.4 Standard enthalpy of devaluation and substances. Reproduced from Ref [3.3], by permission

| No. | Substance                       | State              |   |
|-----|---------------------------------|--------------------|---|
| 1   | 2                               | 3                  |   |
| 1   | CH <sub>4</sub>                 | methane            | g |
| 2   | C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>   | ethane             | g |
| 3   | C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>   | propane            | g |
| 4   | C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>  | butane             | g |
| 5   | C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>  | pentane            | g |
| 6   | C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>  | hexane             | l |
| 7   | C <sub>7</sub> H <sub>16</sub>  | heptane            | l |
| 8   | C <sub>8</sub> H <sub>18</sub>  | octane             | l |
| 9   | C <sub>9</sub> H <sub>20</sub>  | nonane             | l |
| 10  | C <sub>10</sub> H <sub>22</sub> | decane             | l |
| 11  | C <sub>11</sub> H <sub>24</sub> | undecane           | l |
| 12  | C <sub>12</sub> H <sub>26</sub> | dodecane           | l |
| 13  | C <sub>13</sub> H <sub>28</sub> | tridecane          | l |
| 14  | C <sub>14</sub> H <sub>30</sub> | tetradecane        | l |
| 15  | C <sub>15</sub> H <sub>32</sub> | pentadecane        | l |
| 16  | C <sub>16</sub> H <sub>34</sub> | hexadecane         | l |
| 17  | C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>   | cyclopropane       | g |
| 18  | C <sub>4</sub> H <sub>8</sub>   | cyclobutane        | g |
| 19  | C <sub>6</sub> H <sub>12</sub>  | cyclohexane        | l |
| 20  | C <sub>7</sub> H <sub>14</sub>  | methylcyclo-hexane | g |
| 21  | C <sub>8</sub> H <sub>16</sub>  | ethylcyclo-hexane  | g |
| 22  | C <sub>9</sub> H <sub>18</sub>  | propylcyclo-hexane | l |
| 23  | C <sub>10</sub> H <sub>20</sub> | butylcyclo-hexane  | l |
| 24  | C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>   | ethylene           | g |
| 25  | C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>   | propene            | g |
| 26  | C <sub>4</sub> H <sub>8</sub>   | 1-butene           | g |
| 27  | C <sub>6</sub> H <sub>12</sub>  | 1-hexene           | g |
| 28  | C <sub>7</sub> H <sub>14</sub>  | 1-heptene          | g |
| 29  | C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>   | acetylene          | g |
| 30  | C <sub>3</sub> H <sub>4</sub>   | propyne            | g |
| 31  | C <sub>4</sub> H <sub>6</sub>   | 1-butyne           | g |
| 32  | C <sub>6</sub> H <sub>10</sub>  | 1-hexyne           | g |
| 33  | C <sub>7</sub> H <sub>12</sub>  | 1-heptyne          | g |
| 34  | C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>   | benzene            | l |

# EK 9'un devamı

Table A.4--continued

| No. | Substance   | State                           | Relative molecular mass | Standard                               | Standard                     |            |
|-----|---|---------------------------------|-------------------------|--|------------------------------|------------|
|     |   |                                 |                         | enthalpy of devaluation, $\bar{h}_f^0$ | chemical exergy, $\bar{e}^0$ |            |
| 1   | 2   | 3                               | 4                       | 5                                      | 6                            |            |
| 35  | C <sub>7</sub> H <sub>8</sub>                                 | toluene                         | g                       | 92.134                                 | 3 774 440                    | 3 952 550  |
|     |   |                                 | l                       | 92.134                                 | 3 736 420                    | 3 940 240  |
| 36  | C <sub>8</sub> H <sub>10</sub>                                | ethylbenzene                    | g                       | 106.160                                | 4 389 980                    | 4 610 250  |
|     |   |                                 | l                       | 106.160                                | 4 347 700                    | 4 599 370  |
| 37  | C <sub>9</sub> H <sub>12</sub>                                | propylbenzene                   | l                       | 120.186                                | 4 957 510                    | 5 262 930  |
| 38  | C <sub>10</sub> H <sub>14</sub>                               | butylbenzene                    | l                       | 134.212                                | 5 567 730                    | 5 908 120  |
| 39  | C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>                               | decylbenzene                    | l                       | 218.368                                | 9 198 310                    | 9 730 670  |
| 40  | C <sub>10</sub> H <sub>8</sub>                                | naphthalene                     | s                       | 128.164                                | 4 984 220                    | 5 264 190  |
| 41  | C <sub>10</sub> H <sub>14</sub>                               | 1,2,4,5-tetra-methylbenzene     | s                       | 142.190                                | 5 574 930                    | 5 892 920  |
| 42  | C <sub>11</sub> H <sub>10</sub>                               | 2-methylnaphthalene             | s                       | 148.238                                | 6 131 610                    | 6 534 420  |
| 43  | C <sub>12</sub> H <sub>18</sub>                               | hexamethylbenzene               | s                       | 162.264                                | 6 739 110                    | 7 191 670  |
| 44  | C <sub>14</sub> H <sub>10</sub>                               | anthracene                      | s                       | 178.220                                | 6 850 940                    | 7 229 600  |
| 45  | C <sub>14</sub> H <sub>10</sub>                               | phenanthrene                    | s                       | 178.220                                | 6 850 940                    | 7 213 270  |
| 47  | C <sub>14</sub> H <sub>14</sub>                               | 1,1-diphenylethane              | s                       | 182.252                                | 7 250 910                    | 7 682 020  |
| 48  | C <sub>18</sub> H <sub>38</sub>                               | octadecane                      | s                       | 254.484                                | 11 116 710                   | 11 981 110 |
| 49  | C <sub>19</sub> H <sub>16</sub>                               | triphenylmethane                | s                       | 244.318                                | 9 579 730                    | 10 127 620 |
| 50  | C <sub>24</sub> H <sub>18</sub>                               | 1,3,5-triphenylbenzene          | s                       | 246.384                                | 11 850 110                   | 12 510 990 |
| 51  | C <sub>25</sub> H <sub>20</sub>                               | tetraphenylmethane              | s                       | 320.410                                | 12 544 110                   | 13 254 570 |
| 52  | CH <sub>2</sub> O   | formaldehyde                    | g                       | 30.026                                 | 519 870                      | 541 650    |
| 53  | CH <sub>2</sub> O   | formic acid                     | g                       | 46.026                                 | 259 080                      | 303 580    |
|     |   |                                 | l                       | 46.026                                 | 212 980                      | 294 040    |
| 54  | C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> O                               | ethanol                         | g                       | 46.068                                 | 1 278 230                    | 1 370 800  |
|     |   |                                 | l                       | 46.068                                 | 1 235 940                    | 1 364 560  |
| 55  | C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> O                               | dimethylether                   | g                       | 46.068                                 | 1 328 140                    | 1 426 440  |
| 56  | C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O                               | acetaldehyde                    | g                       | 44.052                                 | 1 105 520                    | 1 167 860  |
| 57  | C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O                               | ethylene oxide                  | g                       | 44.052                                 | 1 220 530                    | 1 288 990  |
| 58  | C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>                  | ethylene glycol                 | l                       | 62.068                                 | 1 058 630                    | 1 214 210  |
| 59  | C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub>                  | acetic acid                     | g                       | 60.052                                 | 834 140                      | 923 570    |
|     |   |                                 | l                       | 60.052                                 | 786 610                      | 912 640    |
| 60  | C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> O                               | propan-2-ol                     | l                       | 60.094                                 | 1 830 590                    | 2 007 820  |
| 61  | C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O                               | acetone                         | g                       | 58.078                                 | 1 690 880                    | 1 798 440  |
|     |   |                                 | l                       | 58.078                                 | 1 659 600                    | 1 795 380  |
| 62  | C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O                               | butanol                         | l                       | 72.104                                 | 2 296 460                    | 2 472 470  |
| 63  | C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O                               | butan-2-one                     | l                       | 72.104                                 | 2 264 050                    | 2 441 780  |
| 64  | C <sub>4</sub> H <sub>4</sub> O                               | furan                           | g                       | 68.072                                 | 2 024 360                    | 2 123 420  |
|     |   |                                 | l                       | 68.072                                 | 1 996 730                    | 2 122 750  |
| 65  | C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub>                  | butyric acid                    | l                       | 88.104                                 | 2 018 750                    | 2 224 950  |
| 66  | C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub>                  | ethyl acetate                   | l                       | 88.104                                 | 2 073 550                    | 2 278 750  |
| 67  | C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> O                              | pentan-1-ol                     | l                       | 88.146                                 | 3 060 720                    | 3 325 530  |
| 68  | C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> O                              | 2-methylbutan-2-ol              | l                       | 88.146                                 | 3 017 220                    | 3 289 530  |
| 69  | C <sub>5</sub> H <sub>10</sub> O                              | cyclopentanol                   | l                       | 86.130                                 | 2 878 680                    | 3 121 220  |
| 70  | C <sub>5</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>                  | furfuryl alcohol                | l                       | 98.098                                 | 2 418 550                    | 2 694 580  |
| 71  | C <sub>6</sub> H <sub>14</sub> O                              | hexan-1-ol                      | l                       | 102.172                                | 3 668 890                    | 3 977 170  |
| 72  | C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O                              | cyclohexanol                    | l                       |  |                              |            |
| 73  | C <sub>7</sub> H <sub>16</sub> O                              | heptan-1-ol                     | l                       |  |                              |            |
| 74  | C <sub>7</sub> H <sub>8</sub> O                               | benzyl alcohol                  | l                       |  |                              |            |
| 75  | C <sub>6</sub> H <sub>10</sub> O <sub>4</sub>                 | erithritol                      | s                       |  |                              |            |
| 76  | C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> O <sub>4</sub>                  | succinic acid                   | s                       |  |                              |            |
| 77  | C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> O <sub>4</sub>                  | maleic acid                     | s                       |  |                              |            |
| 78  | C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> O <sub>4</sub>                  | fumaric acid                    | s                       |  |                              |            |
| 79  | C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> O                               | phenol                          | l                       |  |                              |            |
| 80  | C <sub>6</sub> H <sub>14</sub> O <sub>6</sub>                 | galactitol                      | s                       |  |                              |            |
| 81  | C <sub>6</sub> H <sub>14</sub> O <sub>6</sub>                 | mannitol                        | s                       |  |                              |            |
| 82  | C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub>                 | $\alpha$ -D-galactose           | s                       |  |                              |            |
| 83  | C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub>                 | L-sorbose                       | s                       |  |                              |            |
| 84  | C <sub>7</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>                  | benzoic acid                    | s                       |  |                              |            |
| 85  | C <sub>7</sub> H <sub>6</sub> O <sub>3</sub>                  | o-hydroxybenzoic acid           | s                       |  |                              |            |
| 86  | C <sub>8</sub> H <sub>4</sub> O <sub>3</sub>                  | phthalic anhydride              | s                       |  |                              |            |
| 87  | C <sub>8</sub> H <sub>6</sub> O <sub>4</sub>                  | phthalic acid                   | s                       |  |                              |            |
| 88  | C <sub>12</sub> H <sub>10</sub> O                             | diphenyl ether                  | s                       |  |                              |            |
| 89  | C <sub>12</sub> H <sub>22</sub> O <sub>11</sub>               | $\beta$ -lactose                | s                       |  |                              |            |
| 90  | C <sub>12</sub> H <sub>22</sub> O <sub>11</sub>               | sucrose                         | s                       |  |                              |            |
| 91  | C <sub>12</sub> H <sub>24</sub> O <sub>12</sub>               | $\alpha$ -lactose monohydrate   | s                       |  |                              |            |
| 92  | C <sub>12</sub> H <sub>24</sub> O <sub>12</sub>               | $\beta$ -maltose monohydrate    | s                       |  |                              |            |
| 93  | C <sub>16</sub> H <sub>34</sub> O                             | hexadecan-1-ol                  | s                       |  |                              |            |
| 94  | C <sub>16</sub> H <sub>32</sub> O <sub>2</sub>                | palmitic acid                   | s                       |  |                              |            |
| 95  | C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> O <sub>4</sub>                  | oxalic acid                     | s                       |  |                              |            |
| 96  | C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> N <sub>4</sub>                  | cyanoguanidine                  | s                       |  |                              |            |
| 97  | C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> N <sub>6</sub>                  | melamine                        | s                       |  |                              |            |
| 98  | C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> N <sub>5</sub>                  | adenine                         | s                       |  |                              |            |
| 99  | C <sub>6</sub> H <sub>8</sub> N <sub>2</sub>                  | 2-cyanopyridine                 | s                       |  |                              |            |
| 100 | C <sub>12</sub> H <sub>11</sub> N                             | diphenyl amine                  | s                       |  |                              |            |
| 101 | CH <sub>4</sub> ON <sub>2</sub>                               | urea                            | s                       |  |                              |            |
| 102 | CH <sub>6</sub> O <sub>2</sub> N <sub>2</sub>                 | ammonium carbonate              | s                       |  |                              |            |
| 103 | C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> O <sub>2</sub> N                | glycine                         | s                       |  |                              |            |
| 104 | C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> O <sub>2</sub> N                | ( $\pm$ )alanine                | s                       |  |                              |            |
| 105 | C <sub>4</sub> H <sub>7</sub> O <sub>2</sub> N                | L-aspartic acid                 | s                       |  |                              |            |
| 106 | C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> O <sub>2</sub> N <sub>2</sub>   | L-asparagine                    | s                       |  |                              |            |
| 107 | C <sub>4</sub> H <sub>2</sub> O <sub>4</sub> N <sub>2</sub>   | alloxan                         | s                       |  |                              |            |
| 108 | C <sub>4</sub> H <sub>7</sub> ON <sub>3</sub>                 | creatinine                      | s                       |  |                              |            |
| 109 | C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> O <sub>2</sub> N <sub>3</sub>   | creatine                        | s                       |  |                              |            |
| 110 | C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> O <sub>3</sub> N <sub>4</sub>   | allantoin                       | s                       |  |                              |            |
| 111 | C <sub>5</sub> H <sub>8</sub> O <sub>3</sub> N                | D-glutamic acid                 | s                       |  |                              |            |
| 112 | C <sub>5</sub> H <sub>4</sub> ON <sub>4</sub>                 | hypoxanthine                    | s                       |  |                              |            |
| 113 | C <sub>5</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub> N <sub>4</sub>   | xanthine                        | s                       |  |                              |            |
| 114 | C <sub>5</sub> H <sub>5</sub> O <sub>3</sub> N <sub>4</sub>   | uric acid                       | s                       |  |                              |            |
| 115 | C <sub>5</sub> H <sub>7</sub> ON <sub>5</sub>                 | guanine                         | s                       |  |                              |            |
| 116 | C <sub>9</sub> H <sub>9</sub> O <sub>3</sub> N                | hippuric acid                   | s                       |  |                              |            |
| 117 | C <sub>12</sub> H <sub>5</sub> O <sub>12</sub> N <sub>7</sub> | bis(1,3,5-trinitrophenyl)-amine | s                       |  |                              |            |
| 118 | C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> S                               | ethanethiol                     | l                       |  |                              |            |
| 119 | C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> S                               | dimethyl sulphide               | l                       |  |                              |            |
| 120 | C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> S                               | propane-1-thiol                 | l                       |  |                              |            |
| 121 | C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> S                               | methyl ethyl sulphide           | l                       |  |                              |            |
| 122 | C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> S                              | butane-1-thiol                  | l                       |  |                              |            |
| 123 | C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> S                              | 2-methyl propane-1-thiol        | l                       |  |                              |            |
| 124 | C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> S                              | diethyl sulphide                | l                       |  |                              |            |

**Ek 10 Küresel Vanalar - Genel Amaçlı (Dişi-Erkek)**

| YAPISAL ÖZELLİKLER   |                            |              |
|----------------------|----------------------------|--------------|
|                      | STANDART                   | İSTEĞE BAĞLI |
| GÖVDE MALZEMESİ      | Pirinç-Nikel Kaplamalı     | -            |
| KÜRE                 | Pirinç- Kromajlı           | -            |
| SIZDIRMAZLIK         | NBR                        | Viton        |
| ÇEVİRME KOLU         | PVC Kaplamalı Sac(Kırmızı) | -            |
| KÜRE YATAKLARI       | Teflon /PTFE               | -            |
| HAREKET MİLİ         | Pirinç                     | -            |
| KULLANIM ÖZELLİKLERİ |                            |              |
| MAKSİMUM SICAKLIK    | 110C                       | -            |
| MAKSİMUM BASINÇ      | PN 40                      | -            |
| UYGUNLUK             | TS 3148                    | -            |

**Kullanım Yerleri:** Isıtma Sistemleri, Makinalar, Tesisat Hatları, Su Tesisatları, Bahçe Sulama Sistemlerinde.

## Ek 11: Ölçüm Cihazları

## DIGI-1000

Debi Göstergesi ve Kontrol Ünitesi

## DIGI-1000 Modelleri

## 1100 Serisi

- 1110 - Birisi sıfırlanabilen 2 adet totalizör
- 1120 - Debi göstergesi + 1110 özellikleri
- 1130 - Sinyal çıkışı + 1120 özellikleri
- 1140 - Yüksek / düşük debi alarmı + 1130 özellikleri
- 1150 - Doğrusallaştırma (lineerizasyon) + 1140 özellikleri

## 1200 Serisi

- 1210 - Dozajlama özelliği + tüm 1100 serisi özellikleri

## 1300 Serisi

- 1310 - Çift debimetre bağlanabilme özelliği

## 1400 Serisi

- 1410 - Zamanlayıcı (timer) özelliği

## Haberleşme

Tüm serilerde 115200 baud hızlı RS232 bilgisayar bağlantısı sayesinde, ünitenin ayarlarını bilgisayar üzerinden yapabileme ve istatistiksel veri alabilme imkanı



DIGI-1000 debi göstergesi ve kontrol ünitesi analog akım çıkışlı, analog voltaj çıkışlı, frekans çıkışlı, dijital aktif sinyal çıkışlı, dijital pasif sinyal çıkışlı, düzenli sinyal çıkışlı, düzensiz sinyal çıkışlı ve reed kontak çıkışlı debimetrelerin birçoğu ile uyumluluk gösterir. DIGI-1000 aynı anda sıfırlanabilir sayaç, debimetre ve totalizör özelliklerini bir arada bulundurulur.

DIGI-1000 serisi endüstriyel debi ölçümlemesi uygulamalarının yanı sıra, tarımsal, ticari ve diğer tüm benzeri alanlardaki debi ölçümlerinde kullanılabilecek teknik özelliklere sahiptir.

Teksan DIGI-1000 serisi çok yönlü tasarım ve kullanım kolaylığı sunar. DIGI-1000 serisi harici enerji ihtiyacı olmadan çalışabildiğinden, enerji teradik edilemeyen alanlarda kullanım kolaylığı sağlar. Bünyesinde bulundurduğu Lithium pil sayesinde uzun süre enerji ihtiyacı olmadan işlevini yerine getirir ve yüksek elektrik maliyetlerinin azaltılmasına katkıda bulunur.

Tüm Teksan DIGI-1000 serisi debi göstergelerinin yazılımı sahada güncellenebilir özelliğine sahiptir. Bu özellik, ünitenin yerinden sökülmeden gerekli yazılım değişikliklerinin veya geliştirmelerinin zaman ve işgücü kaybına sebebiyet vermeden çok hızlı bir şekilde yapılabilmesini sağlar.

DIGI-1000 debi göstergesinin boyutunun küçük olmasının yanı sıra, çok hafif ve taşınabilir olması, belirlenen sahadaki aynı özellikteki sinyal çıkışlı debimetrelere kolaylıkla sökülüp takılabileceğini sağlar. Böylece bir tek DIGI-1000 ile sırasıyla birden fazla noktadaki debi ölçümü kolaylıkla yapılabilir.

Aynı debimetreye, birbirlerine seri bağlanmak koşuluyla sayısız sayıda DIGI-1000 takılarak istenilen bilgiler birden fazla alana gönderilebilir. Özellikle endüstriyel uygulamalarda imalatın çeşitli noktalarına birden fazla DIGI-1000 takılması, ölçümü yapılan akışkana ait bilgilere kolayca ulaşılmasını sağlar.



#### Genel Özellikleri

- 50 X 30mm. LCD, 2 adet 6 haneli endeks ve debi göstergesi, 9 adet uyarı ve kullanım sembolü
- Kolay kurulum ve montaj yapılabilir
- Kullanıcı ayarlarını hafızada saklayabilir
- Eklenbilir modüller sayesinde yeni özellikler ilave edilebilir
- Çeşitli sinyal çıkışı debimetrelere uygun
- Bilgisayar ile haberleşerek ayarları değiştirilebilir ve istatistiksel bilgiler aktarabilir
- Birbirlerine seri olarak bağlanarak aynı bilgilere birkaç ayrı noktadan ulaşılabilir
- İleri teknoloji sayesinde bulunduğu yerden sökülmeden programı güncellenebilir
- Proses kontrol amaçlı, çok çeşitli çıkış özelliğine sahiptir
- İstenilen değere ayarlanabilir aktif veya pasif sinyal çıkışı mevcuttur
- Sinyal uzunluğu ayarlanabilir
- Düzensiz sinyal çıkışı- debi sensörlerine uygun olarak, ortalama debi alma özelliği vardır
- Teksan DigiSens ve AquaSens ürünleri ile entegre kullanılarak SIFIRLANABİLİR SAYAÇ olarak kullanılabilir
- Analog ekran sayesinde rahat okunabilen endeks ve ondalıklı değerler mevcuttur
- Dozajlama özelliği mevcuttur
- Şifre korumalıdır
- Dayanıklı tasarım

#### Güç Kaynağı

- 1 adet AA boy 3.6 V Lithium pil veya 7 - 24 V DC, 500mA adaptör

#### Çalışma Sıcaklığı

- -10 °C ile +70 °C

#### Yedekleme

- Bütün ayarların EEPROM yedeği alınır. Sık aralıklara endeksler kaydedilir. Veri saklama ömrü 10 yıldır.

#### Görünüm Özellikleri

- Totalizör 1 : Toplam hacim, sıfırlanamaz
- Totalizör 2 : Toplam hacim, sıfırlanabilir
- Dozaj : Dozaj miktarı, ileri veya geri sayım
- Debi : Debi değeri
- Ekranda aynı anda endeks ve debi gösterilebilir
- Uyanı simgesi, totalizör simgesi gibi 10 adet özel simge mevcuttur

#### Birimler

- Totalizörler : "m<sup>3</sup> / litre" veya "litre / millilitre" cinsinden
- Debi : l/h, l/min, l/sec, m<sup>3</sup>/h cinsinden

#### Proses ve Haberleşme Özellikleri

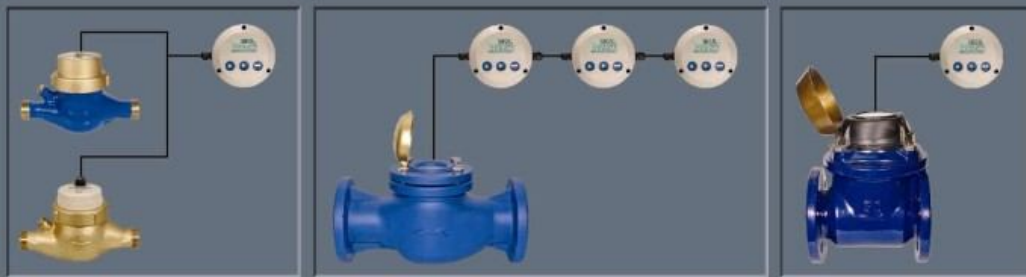
##### Girişler

- 2 farklı reed switch (kuru kontak) girişi
- 2 adet NPN giriş
- Dozajlama prosesi sıfırlama veya başlatma için 1 adet röle girişi

##### Çıkışlar

- 1 adet pasif sinyal çıkışı
- 1 adet aktif sinyal çıkışı
- Dozaj prosesi için 2 adet paralel veya zıt çalışan röle çıkışı
- Yüksek debi alarm rölesi çıkışı
- Düşük debi alarm rölesi çıkışı
- Debi ile orantılı 4-20 mA çıkış
- Debi ile orantılı 0-10 KHz frekans çıkışı

Bütün röleler normalde açık veya normalde kapalı olarak programlanabilir. Bütün giriş ve çıkışlar 3V DC'dir. 12V giriş-çıkış için DIGI-1000 ile birlikte Teksan Röle kiti kullanılmalıdır.



Teksan Ölçü Aletleri San. A.Ş. \* Tikveşli Sok. No:4, 34055 - Rami / İstanbul  
Tel: (212) 613 22 00 Fax: (212) 544 70 35 \* info@teksan.com.tr www.teksan.com.tr

# DIGISENS DEBİ SENSÖRÜ DN 20 - DN 50

## Kullanım Alanları

- Gıda ve içecek sektöründe
- Tarım ve sulama endüstrisinde
- Tekstil sanayiinde
- Kumaş ve deri yıkama sektöründe
- Arıtma sektöründe
- Havuzculuk sektöründe
- Boya sanayiinde
- İlaç ve kimya sektöründe
- Dozajlama proseslerinde

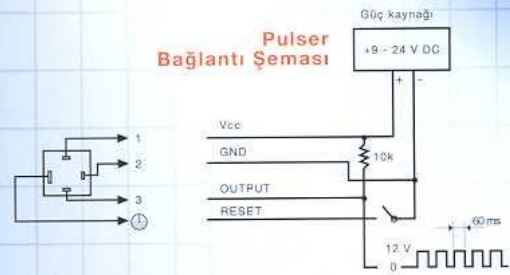


## Malzeme

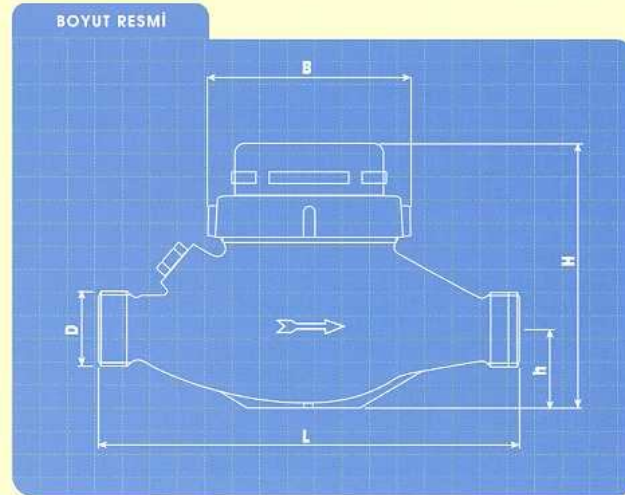
|              |                         |
|--------------|-------------------------|
| Gövde        | : Bronz (DN 20 - DN 40) |
|              | Pik (DN 50)             |
| Türbin       | : Termoplastik          |
| Isı dayanımı |                         |
| Soğuk su     | : 40°C                  |
| Sıcak su     | : 90°C                  |

## Pulse seçenekleri

- 0.1, 0.25, 0.50, 1, 10, 100, 1000 lt/pulse
- Diğer (isteğe bağlı tüm ara değerler)



## DN 20 - DN 50



| Teksat Borusu<br>Arma Çapı                      | DN                | 20  | 25     | 40   | 50     |
|---|-------------------|---|--------|------|--------|
| Minimum Debi (Q <sub>min</sub> )                | m <sup>3</sup> /h | 0,03  | 0,07   | 0,20 | 0,45   |
| Geçiş Debi (Q <sub>1</sub> )                    | m <sup>3</sup> /h | 0,12  | 0,28   | 0,80 | 3      |
| Nominal Debi (Q <sub>2</sub> )                  | m <sup>3</sup> /h | 1,5   | 3,5    | 10   | 15     |
| Maksimum Debi (Q <sub>3</sub> )                 | m <sup>3</sup> /h | 3   | 7      | 20   | 30     |
| Bağlantı Ucu<br>Vida Çapı                       |                   | G1/8  | G1/4-B | G2/8 | G2/8-B |
| Toplam Boy (L)                                  | mm                | 190   | 260    | 300  | 350    |
| Merkez Hattı<br>Yüksekliği (H)                  | mm                | 37  | 44     | 51   | 75     |
| Yükseklik (H)                                   | mm                | 122   | 140    | 170  | 205    |
| Genişlik (B)                                    | mm                | 84  | 100    | 131  | 165    |
| Öçme Hassasiyeti                                |                   | (Q <sub>min</sub> -Q <sub>1</sub> ) x 165 / (Q <sub>2</sub> -Q <sub>1</sub> ) + 162 |        |      |        |
| Maksimum Çalışma<br>Basıncı (P <sub>max</sub> ) | bar               | 10  |        |      |        |
| Maksimum Su<br>Sıcaklığı (T <sub>max</sub> )    | °C                | 40  |        |      |        |



TEKSAN SU SAYAÇLARI SAN. ve TİC. A.Ş.

Tikveşli Sokak No: 4. Rami / İstanbul Tel: (0212) 613 22 00 Fax: (0212) 544 70 35  
info@teksan.com.tr www.teksan.com.tr

DİGISENS  
DEBİ  
SEN  
SÖRÜ

Ek 12: Kombi Deney Tesisatı



