

Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi
TMMOB Makina Mühendisleri Odası Ankara Şubesi
Türk Isı Bilimi ve Tekniği Derneği

ULIBTK'95

Uluslararası Katılımla

**10. ULUSAL ISI BİLİMİ VE TEKNİĞİ
KONGRESİ**

6-8 Eylül 1995

Cilt 1

Editörler:

**Ö. Ercan Ataer
Yalçın A. Göğüş**

**Gazi Üniversitesi
Mühendislik-Mimarlık Fakültesi
Maltepe, ANKARA**

ŞANLIURFA İLİNDE GÜNEŞ ENERJİSİ DESTEKLİ ABSORBSİYONLU SOĞUTMA SİSTEMİNİN İNCELENMESİ

İsmail HİLALİ, Cemal OKUYAN, M. Azmi AKTACİR
Harran Üniversitesi, Makina Mühendisliđi Bölümü, ŞANLIURFA

ÖZET

Bu çalışmada, asıl amaç GAP (Güneydođu Anadolu Projesi) 'in merkezi sayılan Şanlıurfa ilinde Güneş Enerjisi destekli Absorbsiyonlu Soğutma Sisteminin verimliliğinin bulunmasıdır. Bunun için, Şanlıurfa ilinde bir konut seçilmiştir. Bu konutun ısı kazancı hesaplanarak, bu değere göre soğutma sisteminin elemanları olan: Absorber, Kondenser, Generatör, evaporatör ve ısı değiştirgeci boyutları hesaplanmıştır. Ayrıca sistemde kullanılacak olan düzlem yüzeyli kolektörün verimi hesaplanmıştır.

1. GİRİŞ

Artan nüfus, gelişen teknoloji ve sanayisi ile dünya ülkelerinin tümünde birçok problemler ortaya çıkmaktadır. Bu problemlerin en önemlilerinden iki tanesi ; enerji kaynaklarının azalması, hatta tamamen tükenmesi, diğeri ise çevre kirliliğinin artmasıdır. Günümüzde enerji fiyatlarının ve insanların enerji ihtiyacının artması, insanları yeni enerji kaynaklarına yöneltmiştir. Son yıllarda üzerinde en fazla durulan enerji kaynağı olarak güneş enerjisi görölmektedir. Nedeni ise, güneş enerjisinden yüksek oranda yararlanılabilirse, bütün dünyanın enerji ihtiyacını karşılayabilecek düzeyde ve tükenmez bir kaynak özelliğine sahip olmasıdır.

Bu çalışmamızda, GAP (Güneydođu Anadolu Projesi) Bölgesinin en önemli şehirlerinden biri olan Şanlıurfa' da Harran Üniversitesi misafirhanesinin, güneş enerjisi destekli absorbsiyonlu soğutma sistemiyle soğutulması incelenmeye çalışılmıştır.

2. SOĞUTMA YÜKÜNÜN HESAPLANMASI

Soğutma yükü hesaplanacak olan konutun planı şekil 1' de gösterilmiştir. Bu bina Üniversite misafirhanesi olarak kullanılmaktadır. Binanın en üst katı için hesaplamalar yapılacak olup, toplam alanı: 289 m² dir. Soğutulacak alan ise 156 m² dir. Hesaplamalar Şanlıurfa ili için soğutma yükünün en fazla olduğu saat olan 13:00 e göre ve Temmuz-Ağustos ayları için yapılmıştır.

Yapılan hesaplamalar neticesinde, konutun toplam ısı kazancı

$$\begin{aligned} Q_{\text{Duyulur}} &= 26720 \text{ kcal/h} \\ Q_{\text{Gizli}} &= 4832 \text{ kcal/h} \end{aligned}$$

$$Q_{\text{Toplam}} = 30552 \text{ kcal/h} \quad \text{olarak hesaplanmıştır.}$$

3. ABSORBSİYONLU SOĞUTMA SİSTEMİNDE AKIŞKAN ÇİFTİNİN SEÇİLMESİ

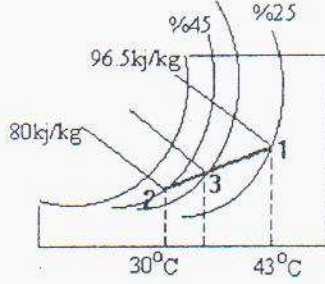
Absorbsiyonlu soğutma sistemlerinin performans katsayıları, mekanik sıkıştırmalı sistemlere nazaran daha düşüktür. Bu performansı arttırmak için, birkaç yol mevcuttur. Bu yollardan en önemlisi; termodinamik açıdan en ideal akışkan çiftinin seçimidir. Bu konuda yapılan araştırmalara göre 0 °C nin altındaki evaporasyon sıcaklıklarında kullanılmak şartıyla en iy performansı H₂O-LiBr (Su- Lityumbromür) çifti vermektedir. 0 °C nin altında kullanılmamasının nedeni, LiBr ' ün kristalleşmesidir. Şekil 2 'de H₂O-LiBr (Su-Lityumbromür) çiftinin generatör sıcaklığına göre sistem performansına olan etkisi görülmektedir [4].

4. SOĞUTMA SİSTEMİNDE KULLANILACAK HAVANIN PSİKOMETRİK ÖZELLİKLERİNİN VE SOĞUTMA GÜCÜNÜN TESBİTİ

İç havanın özellikleri: $T_{ik}=30^{\circ}\text{C}$, $\phi=45\%$, $h=80 \text{ kJ/kg}$

Dış havanın özellikleri: $T_{dk}=43^{\circ}\text{C}$, $\phi=25\%$, $h=96.5 \text{ kJ/kg}$

4.1. Karışım Havaasının Özellikleri

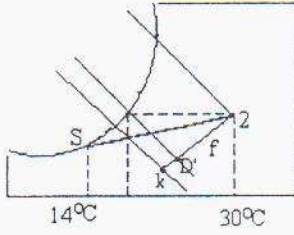


3 noktası karışım havaasının sıcaklığıdır. Sistemimizde %30 dış hava, %70 iç hava kullanılacağı kabul edilmiştir

Yapılan hesaplamalarla karışım havaasının özellikleri:

$T_{kk}=34^{\circ}\text{C}$, $\phi=\%36$, $h=85 \text{ kJ/kg}$ olarak bulundu.

4.2. Cihaz Yoğuşma Noktasının Tesbiti



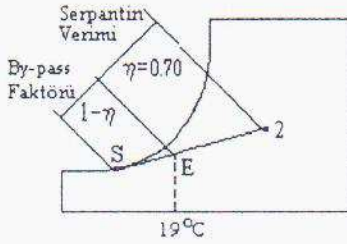
$$f = \frac{Q_d}{Q_{top}} = \frac{26720}{30552} = 0.88$$

gerekli hesaplamalar yapıldıktan sonra yoğuşma noktası:

$T_{ks} = 14^{\circ}\text{C}$

$h_{ks} = 59 \text{ kJ/kg}$ olarak bulundu.

4.3. Serpantin Çıkış Şartlarının Tesbiti



E: Serpantin çıkış noktası:

$T_{Ek} = 19^{\circ}\text{C}$

$\phi = \%78$

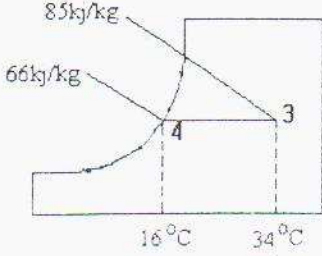
$h = 65 \text{ kJ/kg}$

4.4. Sevkedilecek Hava Miktarı

$$V = \frac{Q_d}{0.29 * (t_{ik} - t_{ek}) * \eta}$$

$$V = \frac{20720}{0.29 \cdot (30 - 10) \cdot 0.70} = 11966 \text{ m}^3 / \text{h} = 199 \text{ m}^3 / \text{dak}$$

4.5. Soğutma Gücünün Hesaplanması



$$\begin{aligned} \Delta h &= h_3 - h_4 \\ \Delta h &= 85 - 66 = 19 \text{ kJ/kg} \\ &= 4.54 \text{ kcal/kg} \\ Q_{\text{Soğ. Gücü}} &= V \cdot \Delta h \\ Q_{\text{Soğ. Gücü}} &= 11966 \cdot 4.54 \cdot 1.22 \\ Q_{\text{Soğ. Gücü}} &= 66277 \text{ kcal/h} \\ Q_{\text{Soğ. Gücü}} &= 77 \text{ kW} \end{aligned}$$

% 5 Emniyet payını eklersek;

$$Q_{\text{Soğ. Gücü}} = 81 \text{ kW olur.}$$

5. ABSORBSİYONLU SOĞUTMA SİSTEMİNİN HESAPLANMASI

Sistem Şekil 3. de gösterilmiştir. Evaporatörden gelen düşük basınçlı buhar, Absorberdeki sıvı eriyik tarafından emilir. Bu emme işlemi adyabatik olarak gerçekleşirse, eriyiğin sıcaklığı yükselir ve neticesinde buharın emilimi sona erer. Absorbsiyon işleminin sürmesi için, absorber su veya hava ile soğutulur. Sirkülasyon pompası (Hermetik), düşük basınçtaki sıvıyı absorberden alır, sıvının basıncını yükseltir ve Generatöre verir. Generatörde, güneş kolektörlerinden elde edilen ısı, eriyik tarafından emilen buhara verilir. Sıvı eriyik, bir kısma valfiyle absorbere döner. Kısma valfinin amacı, Generatör ve Absorber arasındaki basınç farkını sürdürerek bir basınç düşüşü temin etmektir.

5.1. Sistemdeki Bütün Noktaların Termodinamiksel Özelliklerinin Tesbiti

Sistemimiz için gerekli veriler :

| | |
|--------------------------|--|
| Soğutma Kapasitesi | : 23 ton-soğutma |
| Yoğuşma Sıcaklığı | : 50°C (T ₃) |
| Buharlaştırma Sıcaklığı | : 5°C (T ₁ =T ₄) |
| Generatör Sıcaklığı | : 90°C (T ₂ =T ₈) |
| Absorber Çıkış Sıcaklığı | : 27°C (T ₅) |

Isı değiştirgecinin Giriş-Çıkış

sıcaklık farkı 5°C ($T_9 = T_0$)

Sistemin bütün noktaları için hesaplanan termodinamiksel özellikler Tablo1. de verilmiřtir [3].

Tablo 1. Sistemin Termodinamiksel Özellikleri

| Durum Noktası | Basınç [kPa] | Sıcaklık [$^{\circ}\text{C}$] | Konsantrasyon [X] | Entalpi [kJ/kg] | Debi [kg/dak] |
|---------------|--------------|---------------------------------|-------------------|-----------------|---------------|
| 1 | 0.88 | 5 | 0.0 | 2489.6 | 2.13 |
| 2 | 12.4 | 90 | 0.0 | 2668.5 | 2.13 |
| 3 | 12.4 | 50 | 0.0 | 209.33 | 2.13 |
| 4 | 0.88 | 5 | 0.0 | 209.33 | 2.13 |
| 5 | 0.88 | 27 | 0.525 | -177.8 | 22.5 |
| 6 | 12.4 | 27 | 0.525 | -177.8 | 22.5 |
| 7 | 12.4 | 78 | 0.525 | -75 | 22.5 |
| 8 | 12.4 | 90 | 0.58 | -63.5 | 20.4 |
| 9 | 12.4 | 32 | 0.58 | -177 | 20.4 |
| 10 | 0.88 | 32 | 0.58 | -177 | 20.4 |

5.2. Sistem İçin Enerji Dengesinin Mukayesesi

Tablo 2. Sistemin Enerji dengesi

| Elemanlar | Çekilen Isı [kW] | Verilen Isı [kW] |
|------------|------------------|------------------|
| Evaporatör | 81 | ----- |
| Kondenser | ----- | 87.3 |
| Generatör | 101.3 | ----- |
| Absorber | ----- | 94.9 |
| Toplam | 182.3 | 182.2 |

5.3. Sistemde Kullanılacak Klima Santrali

Santralin yapısı, Şekil 4' de gösterilmiştir. Santral, %30 taze hava %70 kullanılmış hava kullanılacak şekilde seçilmiştir. Elemanlar seçilirken, basınç kayıpları gözönünde bulundurulmuştur.

6. SİSTEMDE KULLANILACAK KOLLEKTÖRÜN VERİMİNİN HESAPLANMASI

Şekil 5.' den anlaşıldığı gibi, soğutma sistemimizde kullanılacak olan kollektör, düzlem yüzeyli kollektördür. Kollektör, bakır panellidir. Çatıya kurulabilir basitliktedir. Piyasada kolayca bulunabilen bir tiptir.

8. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Şanlıurfa ili için tasarladığımız bu soğutma sistemiyle, uyguladığımız mahal için gerekli olan sistem elemanları seçildi ve bu elemanların maliyetleri ve sistemde kullanmayı düşündüğümüz kollektörlerin verimi hesaplandı. Buna göre kollektör verimini % 59 olarak bulundu. Bu konut için gerekli sistemin toplam maliyeti 888.950.000 TL olarak bulunmuştur. Normal tip soğutucuların maliyeti ise, 200.000.000 - 300.000.000 TL arasında değişmektedir. Buna göre sistemin normal soğutma makinalarına göre daha pahalı olduğu sonucuna varılmıştır.

Sistemi ekonomik sınırlara çekmek için, maliyeti en fazla artıran kollektör verimini artırarak adedini düşürmek lazımdır. Ayrıca sistemde kullanılması gereken hermetik pompanın yerine daha düşük fiyatlı ve aynı işlevi görecektir daha basit bir pompa kullanılmalıdır. Çünkü bu tip pompalar Türkiye ' de yapılmamaktadır. Bu nedenle yurt dışından ithal edilmesi gerektiğinden maliyeti artırmaktadır.

Bir klima tesisine ait işletme masrafları, soğutma enerjisi miktarına bağlı olduğundan bu miktarın azaltılması için mahal içine giren ısı miktarının ne ölçüde azaltılabileceği, duvarlar yoluyla nüfuz eden ısı miktarını araştırmak lazımdır. Bu sonuca halde, bilhassa klimatize edilen mahale etki eden güneş radyasyonu tesirini azaltmak sözkonusudur.

Güneş radyasyonunu azaltmak için :

- 1- Pencere yolu ile mahal içine önemli miktarda güneş radyasyonu girdiğinden, pencere yüzeyleri tabii aydınlanma için gerekli alan ne ise o miktar kadar öngörülmesi daha fazla artırılmamalıdır.
- 2- Güneş radyasyonu etkisine en sık şekilde maruz kalan duvarlar, yani doğu, batı ve güney yönlerine bakan yapı yüzeyleri, ısıya karşı uygun şekilde tecrit edilerek korunmalı ve parlak renklerde boyanmalıdır.
- 3- Çatılar güneş etkisiyle en fazla şekilde ısındığı için ısı ve radyasyona karşı yeter ölçüde koruma sağlayan bir tecrit tabakasıyla kaplanmalıdır. Bu şartlar yerine getirilebilirse sistem daha ekonomik duruma gelebilir [5].

Güneş enerjisiyle çalışan çok sayıda iklimlendirme sistemi bulunmasına karşılık, günümüzde birçok sistem laboratuvar koşullarında, konutlarda ve ticari uygulamalarda çalışmaktadır. Bunun için alternatif enerji kaynaklarının diğer fosil türü yakıtların yerini alması için daha çok araştırma ve geliştirme çalışmaları gerekmektedir. Yukarıdaki olumsuz şartlara rağmen, alternatif enerji kullanan bu sistemler gelecekte gündemi elinde bulundurmaya devam edecektir.

Yapılan hesaplamalara göre kollektör verimi [2] :

$$\eta = \frac{Q_u}{A_c H_T} = \frac{648}{2*552}$$

$$\eta = 0.59 = \%59$$

6.1. Gerekli Toplam Kollektör Yüzeyi

$$A_{koll} = \frac{Q_{Generatör}}{\eta * H_{eğik}} = \frac{101300}{0.59*552}$$

$$A_{koll} \cong 311 \text{ m}^2$$

6.2. Toplam Kollektör adedi

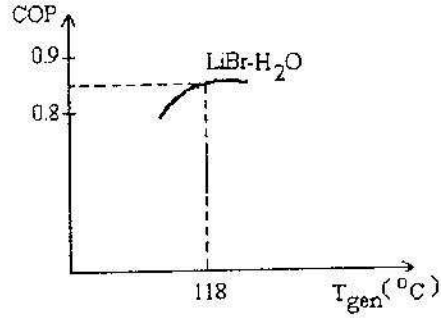
$$\frac{311}{(2*1)} = 155.5 = 156 \text{ adet}$$

7. SİSTEMİN MALİYET HESAPLAMASI VE NORMAL SOĞUTMA SİSTEMLERİ İLE KARŞILAŞTIRILMASI

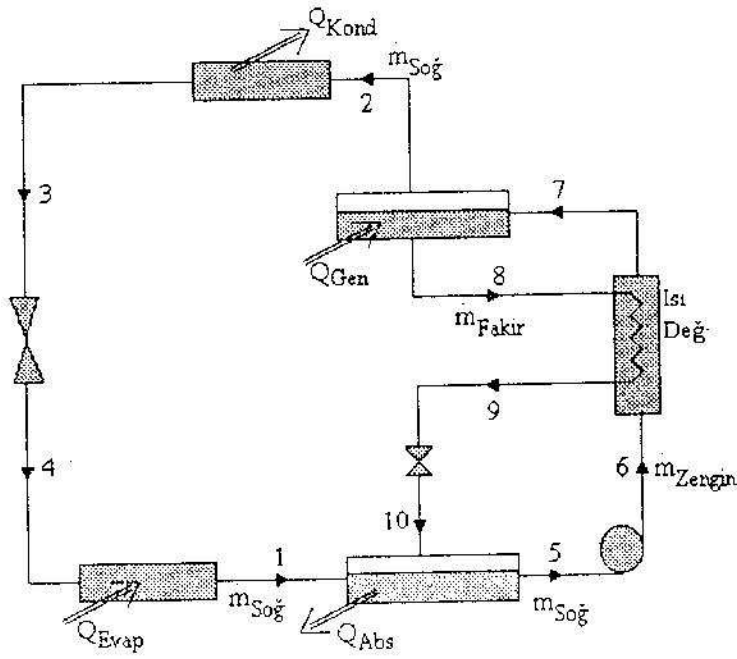
Maliyet hesaplamaları için Bayındırlık ve İskan Bakanlığının 1994 yılına göre belirlediği birim fiyat tablosundan faydalanılacaktır. 1995 yılı için birim fiyatları ise, 1994 yılı birim fiyatlarından % 120 artış yapılarak belirlenebilir [1].

Tablo 3. Soğutma Sisteminin Elemanları ve Birim Fiyatları

| İşin cinsi | Birim Fiyat No | Yapılacak İş | Tutarı(TL) |
|---------------------------------------|----------------|--|-------------|
| 1.Kondenser | 557-107 | 116 kW | 80.600.000 |
| 2.Evaporatör | 258-112 | 88 kW | 43.300.000 |
| 3.Kollektör | 110-706 | (156*2.975.000) | 518.000.000 |
| 4.Generatör | 110-104 | 2000 lt | 21.350.000 |
| 5.Absorber | 110-104 | 2000 lt | 21.350.000 |
| 6.Filtre | 254.206 | 10.000-20.000 m ³ /h | 5.150.000 |
| 7.Nemlendirici ve Damla Tutucu | 259-105 | 15.000 m ³ /h | 32.300.000 |
| 8.Vantilatör | 251-310 | 16.000 m ³ /h | 33.300.000 |
| 9.Aspiratör | 252.208 | 10.000 m ³ /h | 31.000.000 |
| 9.Havalandırma.Klima santrali hücresi | 260-104 | 10.000-20.000 m ³ /h (2 mm'lik sacıa) | 2.600.000 |
| 10.Hermetik Pompa | | | 100.000.000 |
| TOPLAM : | | | 888.950.000 |



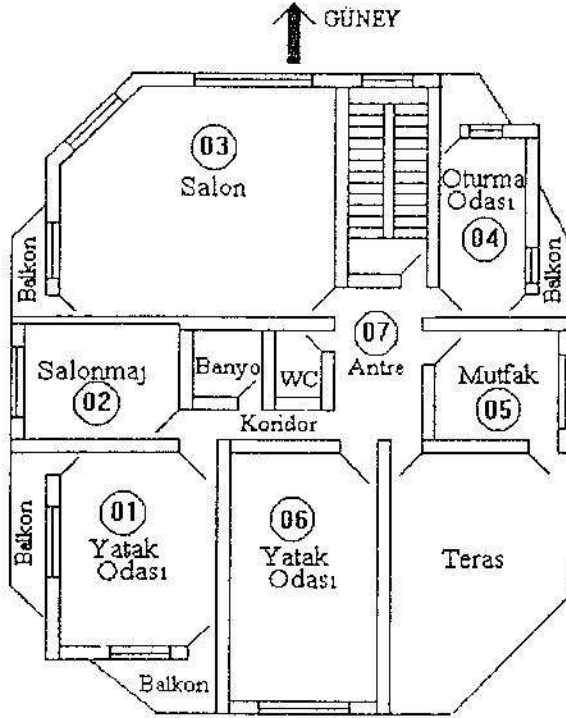
Şekil 2. Generatör sıcaklığının fonksiyonu olarak sistem performansının değişimine H_2O -LiBr çiftinin etkisi



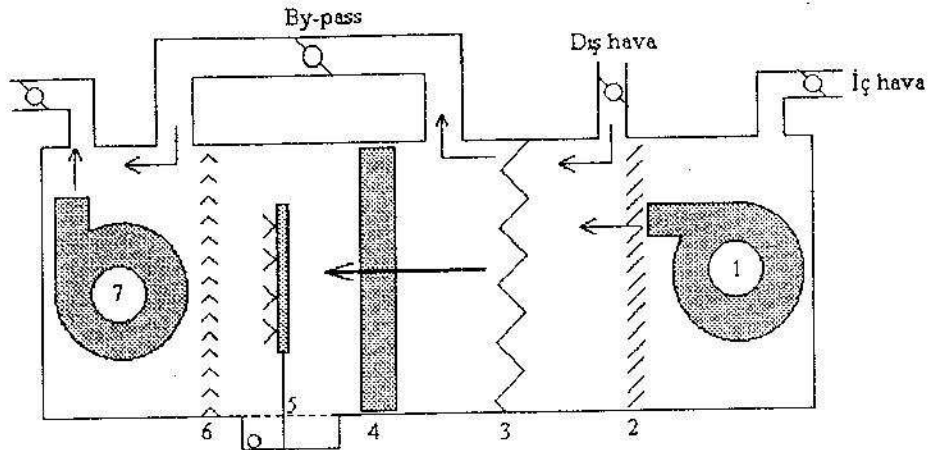
Şekil 3. Absorbsiyonlu soğutma sistemi

KAYNAKLAR

- 1- 1994. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı 1994 Yılı Birim Fiyat Listesi.
- 2- DUFFIE, John A., BECKMAN, William A., 1992. Solar Engineering of Thermal Processes. McGRAW-HILL Inc.
- 3- HSIEH, J. S., 1986. Solar Energy Engineering. Printice Hall.
- 4- KILIÇ, E., 1990. Soğutucu Akışkan Çiftlerinde Performans Belirlenmesi. 2. Soğutma ve İklimlendirme Kongresi, İzmir.
- 5- ÖNEN, E., 1985. Havalandırma ve Klima Tesisatı. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Yapı İşleri Genel Müdürlüğü.

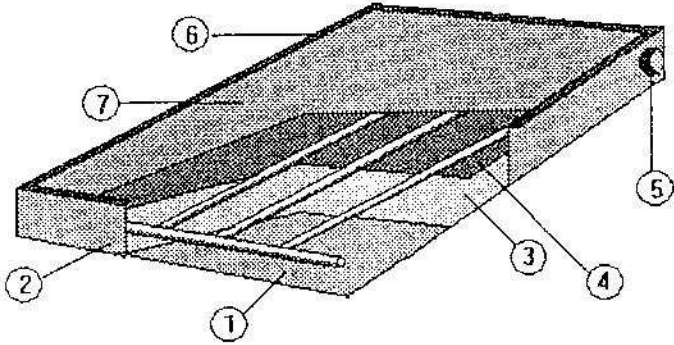


Şekil 1. Soğutma Sisteminin uygulanacağı konutun mimari taslağı.



- 1- Aspiratör 2- Dampör 3-Filtre 4- Soğutucu serpantin 5-Nemlendirici
6- Damla Tutucu 7- Ventilatör

Şekil 4. Klima Santrali



Şekil 5. Güneş Kollektörü Kesiti (1-Alt plaka, 2-Kasa, 3-İzolasyon, 4-Pancl, 5- Boğaz Lastiği
6-Cam Fıtlı, 7-Cam)