

# KOMPANSATÖRLER

## Tayfun KIZILTOPRAK

1964 Yılında İstanbul'da doğdu. 1989 yılında İ.T.Ü. Makina Fakültesini bitirdi. Ülteks Pelüş A.Ş.'de İşletme Bölümünde, Teta Yüklenim Ltd. de, kısa süreli Al-kent Şantiyesinde görev aldı. 1991 yılından bu yana Politeknik Ltd. Şti. Satış Bölümünde görev yapmaktadır.

## 1. GENEL BİLGİLER

Kompansatörler boru hatlarında iki amaca yönelik olarak kullanılmaktadırlar.

1. Genleşme Parçası
2. Titreşim Absorberi

### 1.1. GENLEŞME PARÇALARI (METAL KOMPANSATÖRLER)

Kompansatörlerin genleşme parçası olarak işlevi, boru hatlarının ısı genleşme sorunlarını çözmektir. Kompansatörlerin yapısını oluşturan ana eleman Paslanmaz CR-NI Çelik olan Ondüasyon kısmıdır. Boru hattının ısı genleşmesinden doğacak gerilimler ondüasyon tarafından yutulurak kompanze edilir. Kompansatörlerin ondüasyon kısmı hem ısı genleşmeleri kompanze edebilecek esneklikte hem de basınç-sıcaklık ve akışkan şartlarına karşı yeterli mukavemette dizayn edilmesi gerekmektedir.

Ondüasyon malzemesinin et kalınlığı, hatve, yükseklik ve diğer yapısal özellikleri; boru hattının işletme şartlarındaki basınç, sıcaklık, genleşme ve akışkan özelliklerinin bir korelasyonu halinde dizayn edilir. Paslanmaz çelikleri Mantenzitik, Ferritik ve Ostenitik olmak üzere üç kısma ayırabiliriz.

Kompansatör uygulamalarında Ondüasyon malzemesi olarak diğerlerine göre üstün vasıflara sahip Ostenitik Paslanmaz Çelikler kullanılmaktadır. Bu çeliklerin en büyük özellikleri çalıştıkça akma noktasının yükselmesine sebep olan "Cold Working" özelliğidir. Malzemenin elastik çalışma aralığının artması sonucu yorulma ve hysteresis kayıpları çok azalır. Ostenitik Paslanmaz Çelikler yüksek korozyon mukavemetinin yanında, soğuk şekil verme ile kazanılmış yüksek mekanik mukavemet, yüksek elastik limit ve kaynak işlemine uygunluk gibi üstün özelliklere de sahiptirler. AISI 302, 304,304L,310,316,316 L, 321 malzemeler Ostenitik Paslanmaz Çelikler grubunda yer almaktadır. % 17-25 arası Cr ve %8-20 arası Ni ihtiva ederler. Kompansatör ondüasyonlarının imalatında tüm genel uygulamalar için AISI 304 kalite malzeme kullanılmaktadır. Deniz suyu hatları, baca gazı boruları gibi korozyon olasılığının yüksek olduğu ortamlarda AISI 316 kalite; sıcaklığın 450 "C'ın üzerinde olduğu boru devrelerinde ise AISI 321 kalite paslanmaz çelik malzemeler kullanılır.

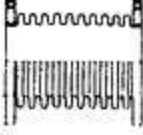
Kompansatör hesaplarında genel olarak Amerikan EJMA (Expansion Joints Manufacturers Association) Standartları esas alınmaktadır.

Kompansatörün yapısını oluşturan diğer elemanlar ise tesisata irtibatını sağlayan bölümü (Flanş veya Boğaz kısmı), kovan borusu (liner), koruma borusu, tie-rot (limit çubuk) gibi parçalardan oluşur.

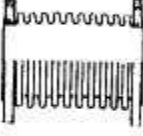
## 1-2. KOMPANSATÖRLERİN BAĞLANTI ŞEKİLLERİ

### 1-2.1. Flanşlı Bağlantı:

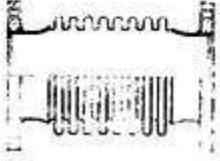
Mevcut boru hattının flanşlı olması durumunda montajının işçilik ve zaman açısından oldukça kolay olan tipidir. Üç tip mevcuttur.



Şekil 1: Döner Flanşlı Bağlantı



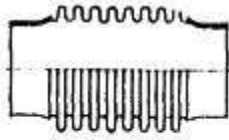
Şekil 2: Sabit Flanşlı Bağlantı



Şekil 3: Kaynak Boyunlu Flanşlı Bağlantı

### 1-2.2. Kaynaklı Bağlantı:

Kaynaklı imalatın sorun yaratmayacağı ve boru hattının kaynaklı olduğu tesisatlarda sıkça kullanılır. Karşıt flanş sorunu yaratmamaları, daha hafif olmaları ve maliyetlerininin daha düşük olması Flanşlı tipe göre avantaj teşkil eder.



Şekil 4. Kaynaklı bağlantı

**1-2.3. Dişli Bağlantı: Genel uygulama alanı yüksek katlı binaların kalorifer tesisatı kolon hatlarında boru büzülme ve genişlemelerini alan normal ve dekoratif tip olmak üzere iki tiptir.**

### 1-3. KOMPANSATÖRLERİN ÇALIŞMA BİÇİMLERİ

Boru hattının özelliğine ve kompanse edilecek hareketin çeşidine bağlı olarak genişleme parçaları üç kısımda incelenir.

#### 1-3.1. Eksenel kompanseör:

Boru hatlarının veya bölümlerinin düz bir hat halinde uzandığı, lateral veya açısız bir sapma yapmadığı hallerde kullanılır. Boru hattının uç noktaları ankorajlanır. Böylece düz bir hat halinde uzanır. Borudaki ısıl genişmeler, ondülasyonun boyunun uzayıp kısalmasıyla ısıl genişme gerilimleri meydana getirilmeden kompanse edilir.



Şekil 5. Aksenal genişleme parçaları

### 1-3.2. Yanal Kompansatör:

Boru hatlarının daha çok dik açı yaratır şekilde yön değiştirdiği durumlarda kullanılır. Bu durumda boru hattı adeta dirsek yapmış bir şekilde bir veya iki düzlemde yön değiştirir. Bu kompansatörler Tie-rot (limit çubuk)'larla bağlı olup basınç kuvvetlerini kompanse ettiği için, Aksenal Kompansatörlerin aksine kuvvetli ankoraaj noktalarına ihtiyaç göstermeden sistem gerilimlerini alırlar.



Şekil 6. Yanal genişleme parçaları

### 1-3.3. Açısal Kompansatörler:

Boru hatlarının açısal deformasyonlarında ve yanal kompansatörler gibi yön değiştirilmelerinde kullanılır. Açısal kompansatörlerde bir düzlemde harekete veya her yönde harekete izin verecek şekilde Mafsal Mekanizmaları vardır. Bu mafsallar kompansatöre etki eden basınç açma kuvvetlerini kompanse ederler ve ancak istenilen düzlemde açısal harekete izin verirler. Açısal kompansatörler ikili olarak kullanıldığında Yanal kompansatörler gibi fonksiyon görürler.



Şekil 7. Açısal genişleme parçaları

## 1-4. GENLEŞME HESABI:

Açısal ve Yanal kompansatörlerin dizaynı ve seçimi çok çeşitli olup boru devresine göre değişkenlik göstermesi nedeni ile bu kısımda Aksenal kompansatörlerin seçimi ile ilgili bir örnek verilecektir.

Boru çapımız : DN Ø 150 mm  
İşletme basıncı : PN 11 bar  
Tmax : 150 °C (Akışkanın maksimum sıcaklığı)  
Tmin : -15 °C (Akışkanın minimum sıcaklığı)  
Boru uzunluğu : 27 m

Çelik borular için  $\alpha$  sıcaklığa bağlı olarak

T (°C)	0-100	100-200	200-300	300-400
$\alpha$ (mm/m°C)	0.011	0.012	0.013	0.014

Borunun ısı genleşme değeri aşağıdaki formülde hesaplanır.

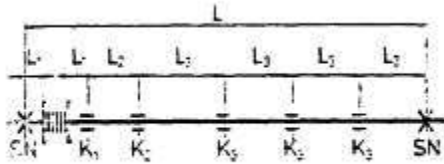
$$L = \alpha \cdot L \cdot \Delta T$$
$$= 0.012 \cdot 27 \cdot 165 = 53 \text{ mm}$$

Metal Kompansatörlerin 30 mm ve 60 mm genişlemeli olmak üzere iki tipte seri imalatı yapılmaktadır. Bulunan 53 mm'lik genişleme değeri göz önüne alınarak toleranslı olarak 60 mm'lik kompansatör seçilir.

## 1-5 MONTAJ VE DİKKAT EDİLMESİ GEREKEN HUSUSLAR

1-5.1. Boru hattı kompansatör adedine ve genişleme miktarına uygun boru parçacıklarına bölünür. Sabit noktalar ve kılavuzlar belirlenir. İki sabit nokta arasına yalnız bir adet Eksenel Kompansatör konulmalıdır.

1-5.2. Boru kılavuzları gerekli şekilde yerleştirilmelidir. İlk kılavuz kompansatörden minimum 1 ve maksimum 4 boru çapı uzaklıkta; ikinci kılavuz birinciden maksimum 14 boru çapı uzaklıkta olmalıdır. Boru hattının yükü, sabit nokta ve kılavuzlarla güvence altına alınmadan basınç testi yapılmamalıdır.

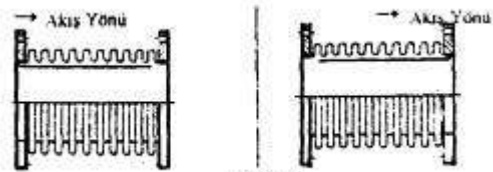


Şekil 8

1-5.3. Montaj sırasında kompansatörün ondülasyon kısmına sert darbeler gelmemeli, kaynak işleri yapılacaksa kaynak kıvılcımlarının ondülasyon kısmına sıçramaları önlenmelidir.

1-5.4. Sabit flanşlı kompansatörlerin karşıt flanşlara montajı sırasında civata deliklerini denk getirmek için kompansatörün burulması kesinlikle bir çözüm olmamalıdır.

1-5.5. Laynerli (Koruyucu kovan) kompansatörlerin montajında akışkan yönüne dikkat edilmelidir.(Şek.9).



Şekil 9.

1-5.6.Ön-Germe (Pre-setting)

Kompansatörler boru hattına Ön-Germe verilerek bağlanmalıdır. Ön-germe, Montaj sıcaklığına (Ti) göre hesaplanır.

$$\text{ÖG} = \frac{\Delta L}{2} - \Delta L \frac{T_i - T_{\min}}{T_{\max} - T_{\min}} \quad (\text{mm})$$

Normal sıcaklık uygulamaları için ön-germe miktarı  $\Delta L/2$  alınabilir.

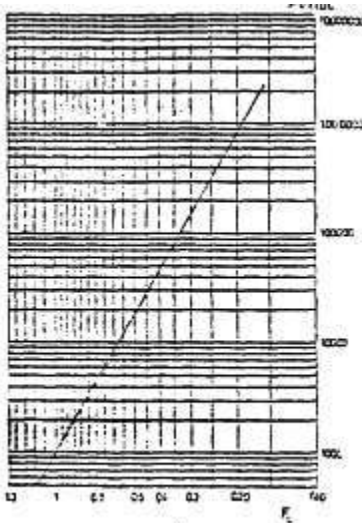
$\Delta L$  : Genleşme miktarı  
 $T_i$  : Montaj sıcaklığı  
 $T_{\max}$  : Akışkanın/ Ortamın en yüksek sıcaklığı  
 $T_{\min}$  : Akışkanın/ Ortamın en düşük sıcaklığı

### 1-6. PERİYODİK ÖMÜR:

Standart Kompansatörlerde dizayn ömrü 1000 tam periyod olarak alınır. Gerçek hayatta maksimum sıcaklıklara çıkılması, minimum sıcaklıklara izolasyon ve ortam sıcaklıkları nedeni ile hemen hemen hiç inilememesi nedeni ile gerçek genleşme periyodu daha düşük gerçekleşir.

$$\text{Periyodik ömür faktörü } F_c = \frac{\text{Gerçek Genleşme}}{\text{Dizayn Genleşme}}$$

Şekil 10'daki grafikten gerçek periyodik ömür değeri bulunur.



Şekil 10. Periyodik Ömür Grafiği

Örnek: 60 mm genleşmeli bir kompansatör işletmeye alındıktan sonra gerçek işletme değerlerine göre  $\Delta T$  değerinin daha küçük olduğu görülmüş ve gerçek genleşme değeri 46 mm olarak saptanmıştır. Buna göre

$$F_c = \frac{46 \text{ mm}}{60 \text{ mm}} = 0.76$$

Grafikten periyodik ömür 3300 periyod olarak bulunur. 1000 periyod ömürlü 60 mm genişmeli bu kompensatör, 46 mm genişmeli 3300 periyodu emniyetli olarak alabilecektir.

### 1-7. TESİSAT KOMPANSATÖRLERİ

Son yıllarda yüksek bina uygulamalarının artmasıyla birlikte kalorifer borularında sıcaklık farkından doğan genişleme, büzülme, titreşim ve gürültü sorunlarının giderilmesi gündeme gelmiştir. 90/70 ısıtma sistemlerinin kolon borularında her katta 3 mm genişleme olmaktadır.

7 kattan daha yüksek binaların tesisatlarında genişleme sorununa önlem alınmalıdır. Bunun için iki tip genişleme parçası üretilmektedir.

#### 1-7.1. Normal Tip Tesisat Kompansatörleri:

Bu kompensatörlerin Ondülasyon kısmı korumasız olup uçları rakor bağlantılıdır. İçteki koruyucu kovan sistemi sayesinde basınç kaybı yaratmazlar.



Şekil 11. Normal tip tesisat kompensatörü.

#### 1-7.2. Dekoratif Tip Tesisat Kompansatörleri:

Bu kompensatörler dış görünüşü ile estetik olduğundan kolon hattı ile uyumludur. Montajı çok basit ve kısa sürede yapılır. İsteğe bağlı olarak vidalı veya kaynaklı monte edilirler. Ondülasyon kısmı korumalı olup dış etkilere karşı zarar görmeyecek şekilde dizayn edilmiştir. Koruyucu kovan sistemi sayesinde akışa karşı direnç söz konusu değildir (Şekil 12).

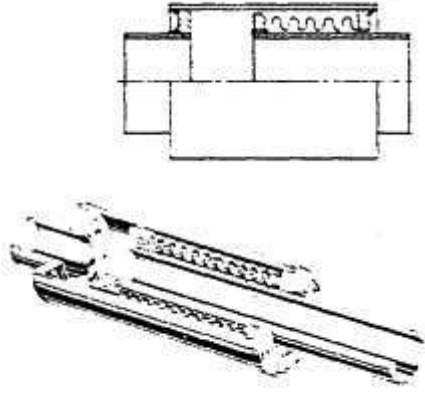


Nominal Çap	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"
Kompansatör Boyu	250	250	260	270	280	290

Şekil 12 Dekoratif Kompansatörler

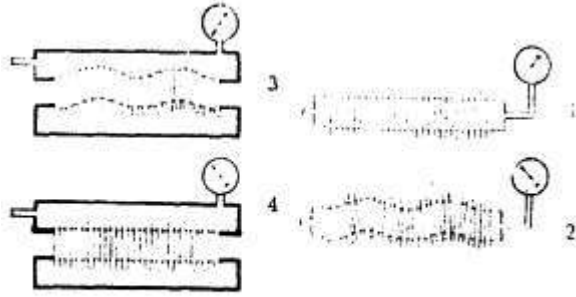
### 1.8. DIŞTAN BASINÇLI KOMPANSATÖRLER

Dıştan basınçlı kompensatörler yüksek basınç ve yüksek genişleme uygulamalarında kullanılır. Bu şartlar altındaki normal kompensatörler deformasyona (squirming) maruz kalırlar.



Şekil 13. Dıştan basınçlı kompensatörler.

Dıştan basınç tatbikası ile ondülasyon kararsız durumundan kurtarılır, yani flambaja uğrayan basılan bir çubuk durumunda, çekmeye çalışan bir çubuk durumuna dönüşür.



Şekil 14.

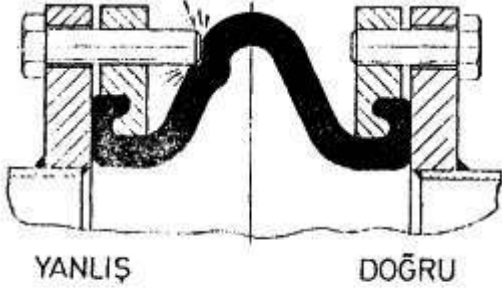
- 1.de "Uzunluk Çap" oranı yüksek bir ondülasyon görülmektedir.
- 2.de basınç uygulamaya başlanır. Belli bir değere gelince "squirming" denilen flambaj deformasyonu gözlenir.
- 3.de deforme olan ondülasyon dıştan basınç uygulayacağımız bir düzeneğe bağlanır.
- 4.de tekrar basınç uygulamaya başlanır. Basınç arttıkça ondülasyon düzelir ve eksenlenir. Patlama basıncına kadar ondülasyonda herhangi bir deformasyon görülmez.

## II.1. TİTREŞİM ALICILAR

### (Kauçuk kompensatörler)

Kauçuk kompensatörler esnek yapılarının yanında işletme şartlarına dayanıklı sağlam bir yapıya sahip olmalıdırlar. Özel profil formları kompensatörlere yüksek "SES ve TİTREŞİM KESİCİ" özelliği kazandırmaktadır. Bu kompensatörler ayrıca her yönde açılal, yanıl ve aksenel genişleme alma kapasitesine sahiptir. Kauçuk gövdenin döner flanş dışına olan çıkıntısı doğal bir conta vazifesi görmekte ve bu suretle ayrıca bir contaya ihtiyaç duyulmamaktadır.

Flanş delikleri metrik diş çekilmiş olarak imal edilmişlerdir. Uygun boydaki civatalarla kauçuk körük kısmına uzanan civata başı veya somun gibi metalik bir çıkıntı olmadan dişler vasıtasıyla emniyetli bir bağlantı sağlanmış olmaktadır Şekil (15).

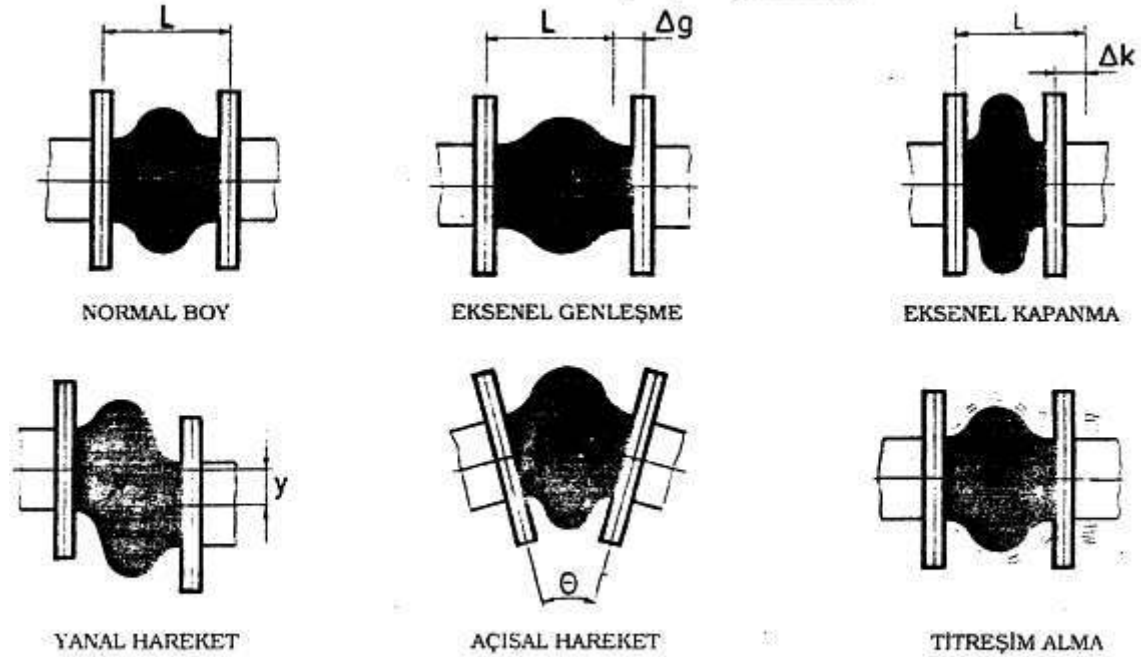


Şekil 15. Lastik kompensatörün karşıt flanşa bağlantı şekli



[bakınız: 79](#)

### LASTİK KOMPANSATÖR ÇALIŞMA ŞEKİLLERİ



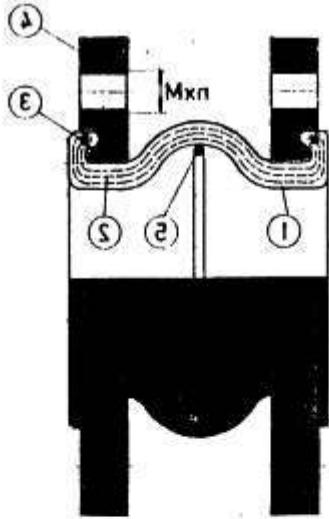
YANAL HAREKET  
POZ MALZEME

AÇISAL HAREKET

TITREŞİM ALMA

### SÜREKLİ ÇALIŞMA ŞARTLARI

LASTİK	KARKAS	Basınç/°C			SERTLİK
		Bar °C	Bar °C	Bar °C	
EPDM	Naylon kord	16 70	10 100	6 110	65 Shore A
NEOPRENE	Naylon kord	16 60	10 85	6 95	60 Shore A



Şekil 16.

- 1 Lastik ondülasyon, (Neopren/Epdiem)
- 2 Kord bezi karkas, (Naylon/Polyamid)
- 3 Çelik tel mukavemet ringi, (St 60)
- 4 DIN 2501 Flanş, (Karbon Çelik)
- 5 Vakum ringi, (AISI 316 Paslanmaz Çelik)

### GENLEŞME KAPASİTESİ

Eksenel Genleşme	: 15 mm
Eksenel Kapanma	: -20 mm
Yanal Hareket	: 15 mm
Açısal Hareket	: 10°

Kauçuk Kompansatörler konfor tesisatının gerekli olduğu Otel, Tatil Köyü, Hastane, Toplu Konut ve İş Merkezlerinde Soğutma Gruplarının ve Pompaların oluşturduğu TITREŞİM, AKIŞKAN DARBESİ ve YOĞUN GÜRÜLTÜ oluşumunu emerek bunların yarattığı rahatsızlıkları engellerler. Tesisat donanımında, başlıca kullanım yerleri;

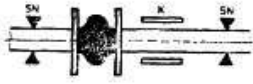
- \* Pompaların emme ve basma ağızları
- \* Klima ve Havalandırma Sistemleri
- \* Basıçlı Hava Kompresörleri
- \* Soğutma Grupları

## II-2. MONTAJ VE DİKKAT EDİLMESİ GEREKEN HUSUSLAR

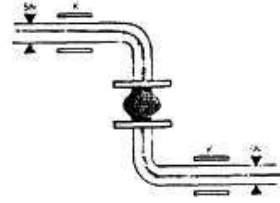
Montajda sivri uçlu aletler kullanılmalı, kaynak yapılması halinde kauçuk ondülasyon kısmının kaynak sıçramalarından ve ısıdan etkilenmemesi için önlem alınmalıdır. Sabit noktalar, kompansatör açma kuvvetlerine dayanabilecek mukavemette yapılmalıdır. Kayar mesnetler, kompansatöre ilave yük getirmeyecek şekilde yerleştirilmelidir.

[bakınız: 80](#)

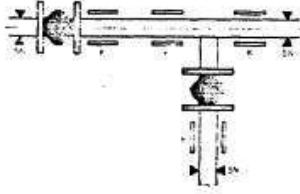
### LASTİK KOMPANSATÖR UYGULAMA ÖRNEKLERİ



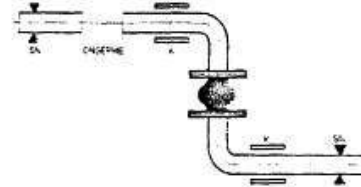
1. Eksenel Genleşme Uygulaması



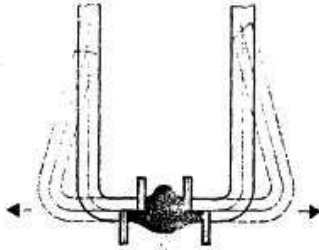
2. Eksenel ve Yanal Genleşme Uygulaması



3. Eksenel ve Yanal Genleşme Uygulaması



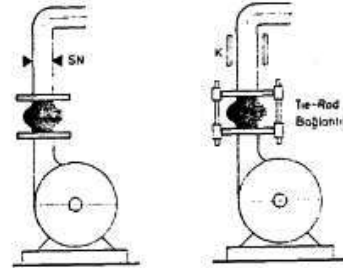
4. Yanal Genleşme Ön-Germe Sistemi



Basınç Alma Kuvvetleri için tedbir alınması şarttır. Aksi takdirde Kompansatör yandaki şekilde belirtildiği biçimde açılarak tahrip olur.



Sabit Nokta ve Kılavuzlamalar, Kompansatöre yük getirmeyecek ve boru hattının rahatça çalışmasına izin verecek şekilde yerleştirilmelidir.



Pompa çıkışlarındaki açma kuvvetlerinin Kompansatörü açmasına karşı gerekli tedbirler alınmalıdır.