



HİDROLİK YAĞ SOĞUTUCULARININ KULLANIMINDA YAPILAN HATALAR VE ISITICILAR

MISTAKES IN THE USAGE OF HYDRAULIC OIL COOLERS AND HEATERS

Faruk Kartal

ÖZET

Hidrolik sistemin verimliliğini ve arıza sıklığını belirleyen en önemli etken, hidrolik akışkanın sıcaklığıdır. Akışkan sıcaklığı aynı zamanda sızdırmazlık elemanları ile hidrolik akışkanların çalışma ömrünü doğrudan, diğer devre elemanlarını da dolaylı olarak etkiler.

Akışkan sıcaklığını ideal çalışma koşullarında tutabilmek için soğutucu ve ısıtıcı adını verdiğimiz düzenekler kullanılır. Soğutucu veya ısıtıcıların seçilmesi ve devre üzerine yerleştirilmesi yeterli çözüm değildir. Öncelikle ısıyı yaratan sorunları tespit edip bunları ortadan kaldırmak gerekir. Eğer bu mümkün değilse ısıtıcı ve soğutucu kullanılır.

Akışkan sıcaklığını değiştiren bu cihazların seçimi ve tank üzerine yerleşimi çok önemlidir. Bu çalışma; devre tasarımında yapılan hatalar ile cihazların seçimi ve kullanımında yapılan hataları ortaya çıkarmak amacıyla yapılmıştır.

ABSTRACT

The most important factor that determines the efficiency and frequency of failure of a hydraulic system is the temperature of the hydraulic fluid. Fluid temperature also affects the working life of hydraulic fluid seals while indirectly affecting other circuit elements.

In order to keep the fluid temperature in ideal working conditions, the mechanisms we call cooler and heaters are used. Placing coolers or heaters on the circuit is not enough solution. First of all, it is necessary to detect problems that create heat and delimitate them. If this is not possible, the heater and cooler are used.

The selection and placement of these devices that change the fluid temperature is very important. This study was made to reveal the mistakes made in the selection and use of these devices.

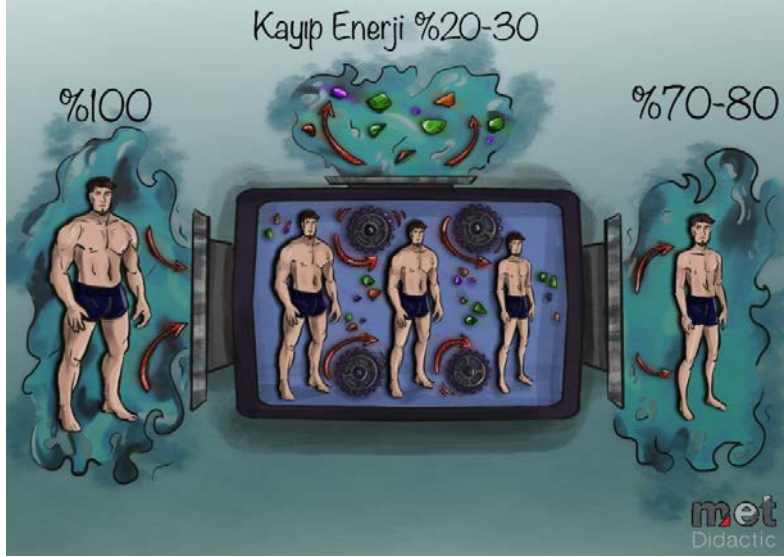
GİRİŞ

Endüstriyel hidrolik uygulamalarda kullanılan eşanjörler, ülkemizde genelde soğutma amacıyla tercih edilen devre elemanlarıdır. Eşanjör çeşitleri, eşanjör büyüklüğünün tespit edilmesi, eşanjör verimlerinin hesaplanması gibi konularda çeşitli çalışmalar bulunmasına rağmen eşanjör kullanımı ve kullanım sırasında yapılan uygulama hataları ile ilgili çalışmaların yapılmadığını söyleyebiliriz. Bu bildiri; eşanjör seçimi, çeşitleri, olumlu ve olumsuz yönleri gibi bilgilerin yanı sıra uygulama hataları ve çözüm önerilerini de kapsamaktadır.

Ülkemiz koşulları nedeniyle birçok bölgede ve özellikle sürekli çalışan hidrolik sistemlerde kullanılan hidrolik akışkanların ısıtılmasına gerek duyulmaz; ancak coğrafik koşullar ve çalışma şartları nedeniyle zaman zaman akışkanların ısıtılması gerekir. Bu çalışmada, ısıtma yöntemleri ve karşılaştırılması ile ilgili bilgiler verilmeye çalışılmıştır.

A. ISI OLUŞUMUNUN NEDENLERİ

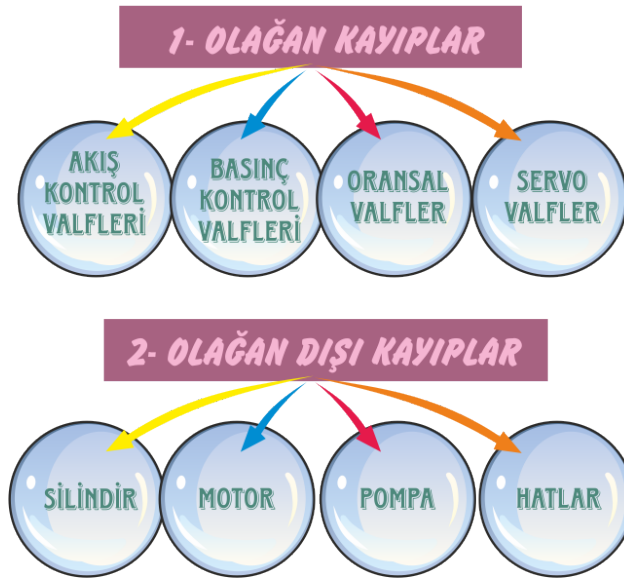
Hidrolik devrelerde meydana gelen güç ve sürtünme kayıpları ısı enerjisine dönüşür (Şekil-1). Akışkanın kısa sürede ısınmasının temel nedeni budur. Hidrolik sistemi düşük sıcaklık ve yüksek verimle çalıştırmak için sürtünme kayıplarının ve sızıntıların azaltılması gerekir.



Şekil 1. Hidrolik sistemde enerji kayıpları (MET Didactic)

Hidrolik devrelerde her türlü önlem alınmasına rağmen verim %70-80'ler civarındadır. Bu demektir ki %20-30'luk kayıp enerji, ısı enerjisine dönüşmektedir. Bu önemli bir kayıptır.

Hidrolik devrelerde meydana gelen verim kayıplarını olağan ve olağan dışı olmak üzere iki gruba ayırabiliriz (Şekil-2). Olağan kayıplar, makul ölçülerde kabullendiğimiz kayıplardır. Olağan dışı kayıplar ise gereksiz olan kayıplardır. Sızdırmazlık elemanlarından ya da yüzeylerde meydana gelen aşınmalardan kaynaklanır. İç kaçaklar buna örnek olarak verilebilir.



Şekil 2. Hidrolik sistemde meydana gelen kayıpların sınıflandırılması

Verim kayıpları sonucu oluşan sıcaklık değeri için farklı farklı kabullenişler vardır. Örneğin; SKF' e göre 55°C' nin üzerinde meydana gelen her 5 °C' lik sıcaklık artışı yağın ömrünü 3 kat oranında azaltmaktadır. Kayıplar nedeniyle sıcaklığın artmasına etki eden birçok neden vardır.

Sıcaklığın artmasına etki eden unsurlar:

- Boru ve diğer bağlantı elemanlarının çapı küçük seçilmiştir.
- Yağın viskozitesi uygun değildir.
- Çevre sıcaklığı yüksektir.
- Devre tasarımı hatalıdır.
- Gereğinden uzun boru, dirsek vb. elemanlar kullanılmıştır.
- Pompa veya emiş kısmında problem vardır.
- Tank içindeki akışkan seviyesi azalmıştır.
- Pompa boşta çalışırken yüke karşı çalışıyordur.
- İç sızıntı oranı yüksektir.
- Tank boyutları küçüktür.

B. ISI OLUŞUMUNUN ETKİLERİ

Soğuk havalarda yağın viskozitesi arttığı için sürtünme direnci artar. Yüksek basınç kayıpları ortaya çıkar ve pompa girişine akışkanın zor gelmesi sonucu kavitasyon oluşur. İlk çalıştırma sırasında alıcıların hızları yavaşlar. Makineler düşük hızlarda ve gürültülü çalışır. Bir süre sonra yağ sıcaklığı artmaya başladığında makine, normal hızda ve daha sessiz çalışmaya devam eder.

Akışkanın sıcaklığı normal değerlerin üzerine çıkacak olursa bu kez viskozite azalır. Viskozitenin azalması nedeniyle silindir ve valflerde meydana gelen iç kaçaklar ve basınç kayıpları artar; çalışma hızları azalır. Sızıntı sonucu yüksek basınçtan düşük basınca geçen akışkanın sıcaklığı artar.

Artan sıcaklıkla beraber viskozitede değişimler meydana gelir. Sıcaklığın bir diğer etkisi de akışkan ömrüdür. Yağ sıcaklığının artması akışkan ömrünü olumsuz yönde etkiler. Yağ sıcaklığının 60°C'yi aşması durumunda yağ, parçalanmaya başlar. Sonuç olarak; devre elemanlarının dış yüzeylerinde tortu ve vernikleme dediğimiz durum gerçekleşir (Şekil-3). Oksidasyon hızı her 10°C'lik artışta iki kat oranında artar. Yağ sıcaklığı kesinlikle bu değeri aşmamalıdır.



Şekil 3. Yağ sıcaklığının artmasının etkileri (MET Didactic).



Yüksek sıcaklıkların yanı sıra düşük sıcaklıklar hidrolik devreler için zararlıdır. Akışkan sıcaklığının 20°C' nin altına düşmesi kavitasyon riskini artırır. Hassasiyet istenen hidrolik devrelerde yağ sıcaklığı "Isı değiştiriciler" yardımıyla 32-50°C arasında tutulmalıdır.

Tavsiye edilen maksimum çalışma sıcaklığı, kullanılan akışkanın türüne bağlıdır. Genel kural, mineral bazlı yağlar için akışkan sıcaklığının 55°C'yi geçmemesi şeklindedir. İyi tasarlanmış bir hidrolik sistem, ısıyı tüm elemanlara dağıtır ve akışkan sıcaklığının tavsiye edilen değerlerin üzerine çıkmasını önler. Eğer küçük boyutlu bir tank kullanılmışsa ya da yüksek çevre sıcaklıkları söz konusuysa akışkanın soğutulması gerekir.

C. SOĞUTUCU BÜYÜKLÜĞÜNÜN SEÇİLMESİ

Seçim işleminde devrede oluşan güç kayıplarının tahmin edilmesi gerekir. Bu çok zordur ve kayıpları etkileyen birçok faktör vardır; ancak bunun pratik bir yolu vardır. Hidrolik devrede akış kontrolü yapılmıyorsa yani pompanın gönderdiği akışkan doğrudan devreye gidiyorsa elektrik motoru gücünün yaklaşık %20-%25'i ısı enerjisine dönüşür. Eğer devrede akış kontrolü yapılıyorsa yani pompanın gönderdiği akışkanın bir kısmı emniyet valfi üzerinden tanka dönüyorsa elektrik motoru gücünün yaklaşık %30' u ısı enerjisine dönüşür. Bu da soğutucu kapasitesinin toplam gücün %30' u kadar olması anlamına gelir.

Güç kayıplarının aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanması gerekir. Formülü kullanabilmek için devrede sıcaklık ölçümü yapılmalıdır. Devrenin yarattığı ısıyı bulabilmek için akışkanın ilk sıcaklığı ölçülür. Devre belirli bir süre çalıştırdıktan sonra yağ sıcaklığı yeniden ölçülmelidir.

$$P_v = \frac{\Delta T \cdot c \cdot \rho \cdot V}{t \cdot 60} \dots \text{ kW}$$

P_v: Güç kaybı (kW)

P₀₁: Spesifik soğutma kapasitesi (kW/K)

V: Tank hacmi.... (lt)

ρ: Hidrolik akışkanın yoğunluğu (kg/lt) *Madensel esaslı yağlar için 0,915 kg/lt alınabilir.*

c: Isı katsayısı (kJ/kgK) *Madensel esaslı yağlar için 1,88 kJ/kgK alınabilir.*

t: Çalışma zamanı (dak)

T₁: İstenilen çalışma sıcaklığı (°C)

T₂: Ortam sıcaklığı (°C)

ΔT: Hidrolik devre tarafından üretilen sıcaklık (°C)

Örnek: Bir hidrolik devrede 2 saatlik çalışma süresinden sonra yağ sıcaklığı 20°C'den 70°C'ye çıkmıştır. Tankın hacmi 400 lt ise güç kaybını hesaplayınız ve soğutucu seçimini yapınız.

$$P_v = \frac{\Delta T \cdot c \cdot \rho \cdot V}{t \cdot 60} \dots \text{ kW} \quad P_v = \frac{50 \cdot 1,88 \cdot 0,915 \cdot 400}{120 \cdot 60} = 4,78 \text{ kW}$$

Soğutucu seçimi: Kabul edilebilir akışkan sıcaklığının 60°C, çevre sıcaklığının da 30°C olduğunu düşünerek soğutucu seçimini yapalım.

$$P_{01} = \frac{P_v}{T_1 - T_2} \dots \text{ kW/K} \quad P_{01} = \frac{4,78}{60 - 30} = 0,159 \text{ kW/K}$$

Soğutucunun petekleri üzerinde bulunan toz, yağ vb. kirler soğutma kapasitesini olumsuz etkiler. Bu nedenle bulunan değer %10'luk bir emniyet katsayısı ile çarpılmalıdır. Hesaplama sonucuna göre soğutucu seçimi yapılır.

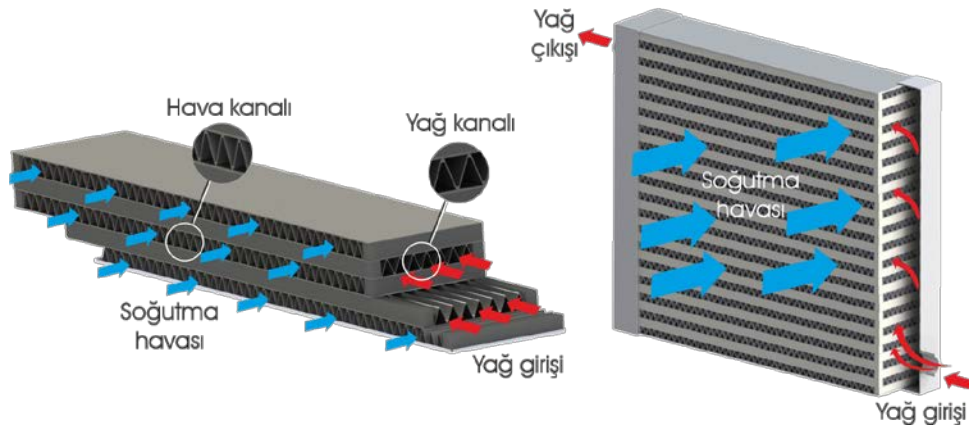
$$P_{01} \cdot 1,1 = 0,159, 1,1 = 0,175 \text{ kW/K}$$

D. ISI DEĞİŞTİRİCİLER (EŞANJÖR)

1. Fan tipi soğutucu
 - a. Elektrik motorlu
 - b. Hidromotorlu
 - c. Modüler
2. Boru tipi soğutucu (eşanjör)
 - a. Tank dışı montajlı
 - b. Tank içi montajlı
3. Plâka tipi soğutucu (eşanjör)
 - a. Contalı
 - b. Lehimli
4. Daldırma tip ısıtıcı

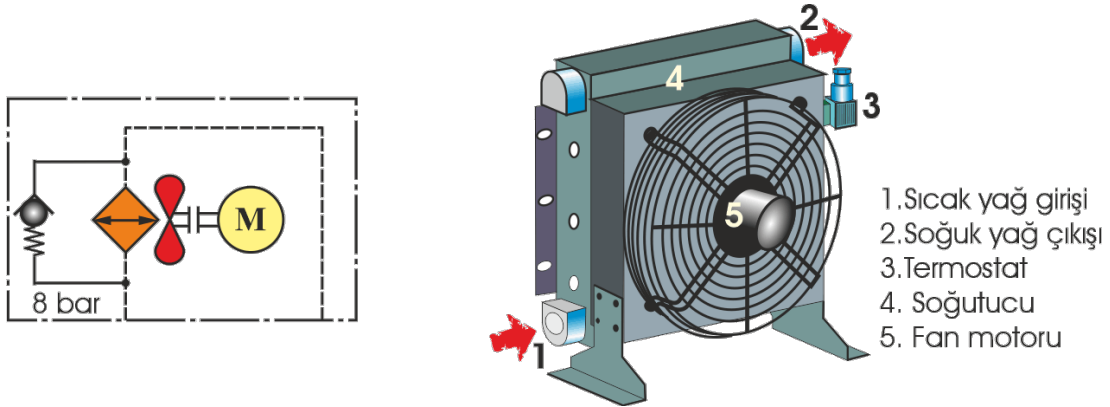
1. Fan tipi soğutucu: Elektrik motorlu, hidromotorlu ve modüler tip olmak üzere 3 ayrı çeşidi vardır.

a. Elektrik motorlu fan tipi soğutucu: En sık kullanılan fan tipi soğutucudur (Şekil-4). Hidrolik akışkan eni dar, yüzeyi geniş olan kanallar (petek) içinden geçirilir. Akışkan içindeki ısının alınması için petekler üzerine hava üflenir. Petek yüzeyine çarpan hava molekülleri ısıyı alır ve uzaklaştırır. Hava üflemek için dönüş hareketini elektrik motorundan alan bir pervane kullanılır. Petekler ısıyı kolay transfer edecek alüminyum, bakır gibi malzemelerden yapılır.



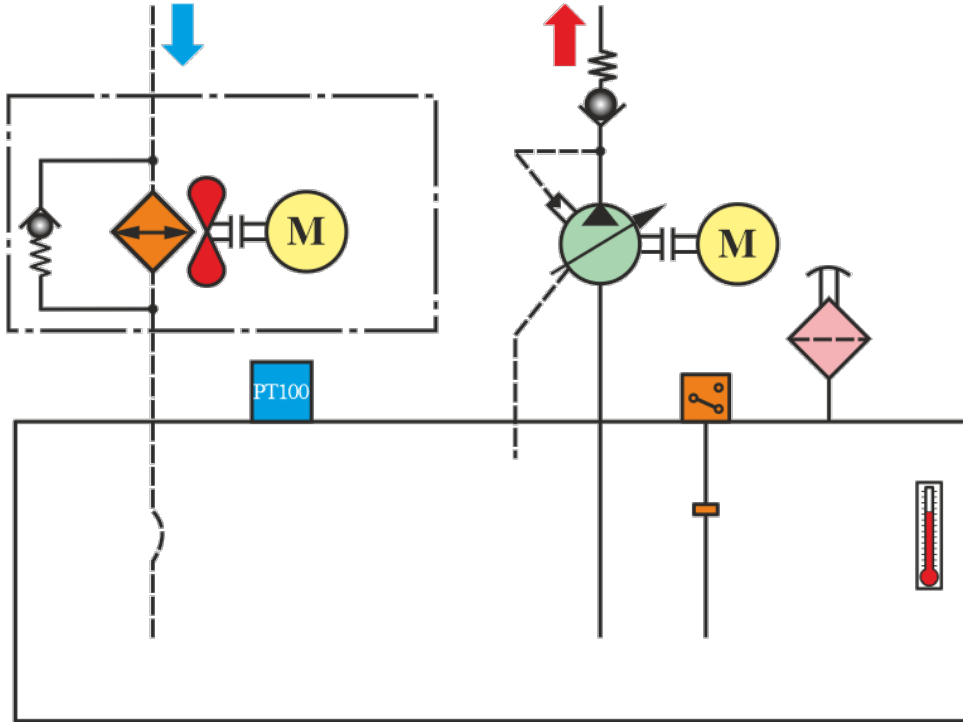
Şekil 4. Finlerin durumu (MET Didactic)

Motor miline dik veya paralel yerleştirilmiş olan petekler iki kademelidir. Şekilde görünen petekler 1. kademeye (hava geçiş kanalı) aittir. Petekler arasındaki çitelerin arasında 2. kademe petekleri vardır ve buradan yağ geçişi olur.



Şekil 5. Elektrik motorlu fan tipi soğutucu (MET Didactic)

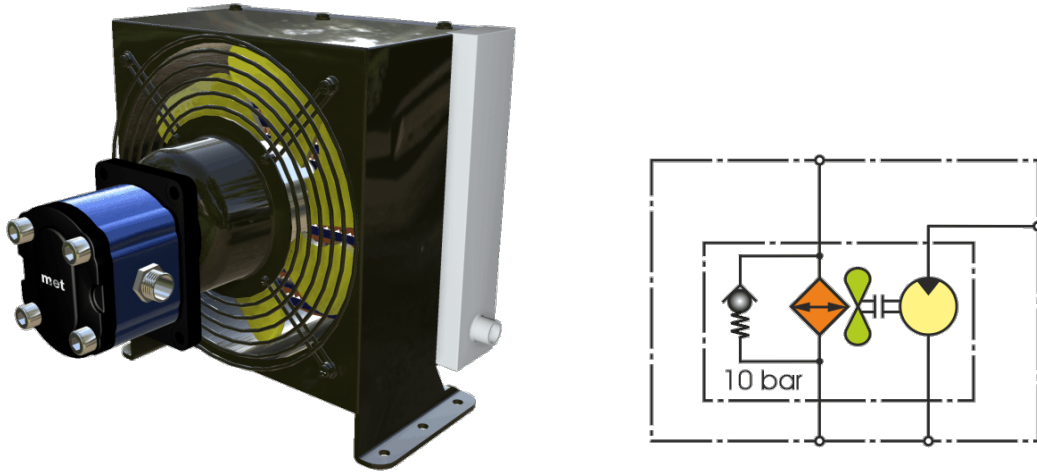
Mobil sistemler için 12-24V, endüstriyel sistemler için 220V veya 380V gerilimlerde çalışacak şekilde yapılır. Şekil-5' te elektrik motorlu fan tipi soğutucu görülmektedir. Bu soğutucular, devreden dönen yağın tanka boşalmadan önce soğutulmasını sağlar.



Şekil 6. Örnek devre (MET Didactic).

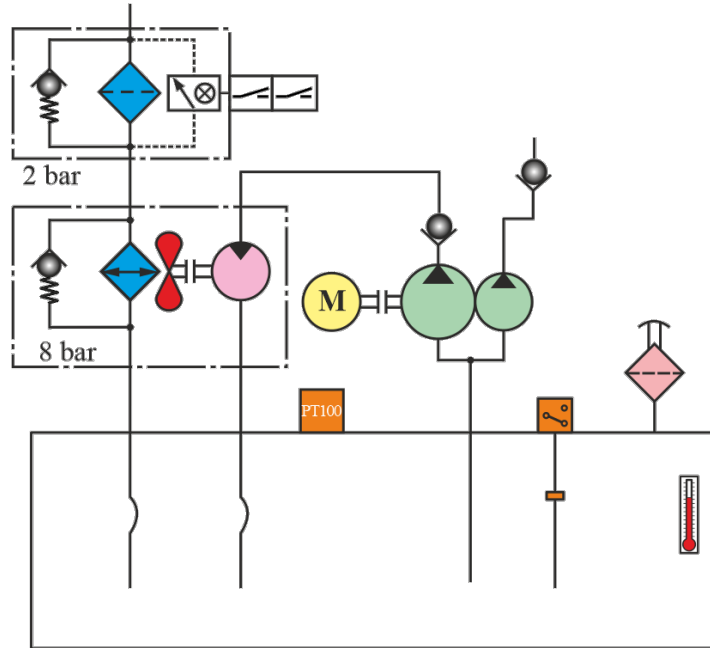
Şekil-6' da elektrikli soğutucunun kullanıldığı örnek bir devre şeması görülmektedir. Devrede dönüş hattından gelen akışkanın soğutulması görülmektedir. Fan tipi soğutucular, devre şemalarında genelde pervaneye benzer şekilde ifade edilir. Bu durum her devre şemasında bu şekilde gösterilmeyebilir. Devre şemaları birçok durumda soğutucunun tipi konusunda fikir verebilir.

b. Hidromotorlu fan tipi soğutucu: Fan, elektrik motoru yerine hidromotorla tahrik edilir (Şekil-7). Büyük boyutlu uygulamalarda, yüksek ısı transferi istenen veya elektrik akımının yanma ve patlama riski yarattığı durumlarda kullanılır. Elektrik motorlu soğutucular gibi genelde devrede işini bitirip tanka dönen yağın soğutulmasını sağlar.



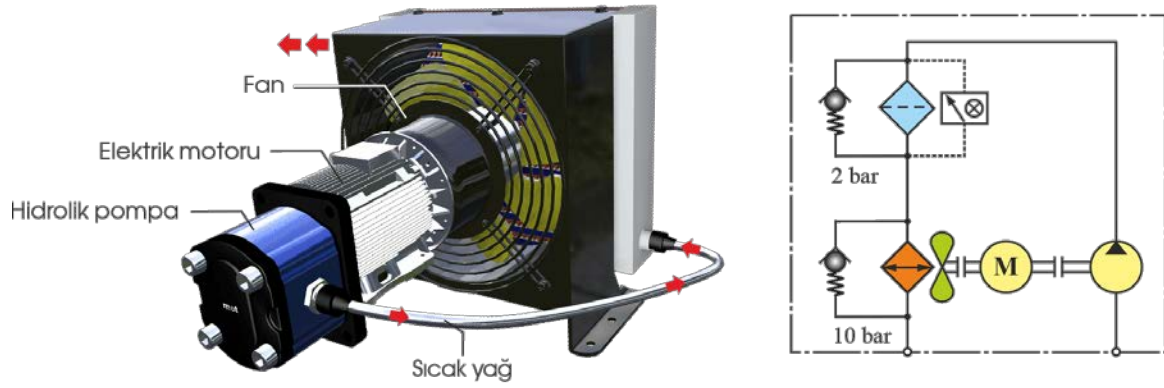
Şekil 7. Hidromotorlu fan tipi soğutucu (MET Didactic).

Şekil-8' de görülen devre şemasında hidromotorla tahrik edilen fan tipi soğutucu görülmektedir. Devrede tandem pompa kullanılmıştır. Düşük debili pompa devreye akışkan gönderirken yüksek debili pompa soğutucu üzerinde bulunan hidromotora akışkan göndererek fanın dönüş hareketini sağlar. Devrede işini bitirip dönen akışkan dönüş filtresinden geçtikten sonra soğutucuya gelir. Soğutucudan çıkan akışkan tanka gönderilir. Dönüş filtresini yüksek basınçlardan korumak amacıyla 2 barlık baypas valfi, soğutucuyu yüksek basınçtan korumak amacıyla 8 barlık baypas valfi kullanılmıştır.



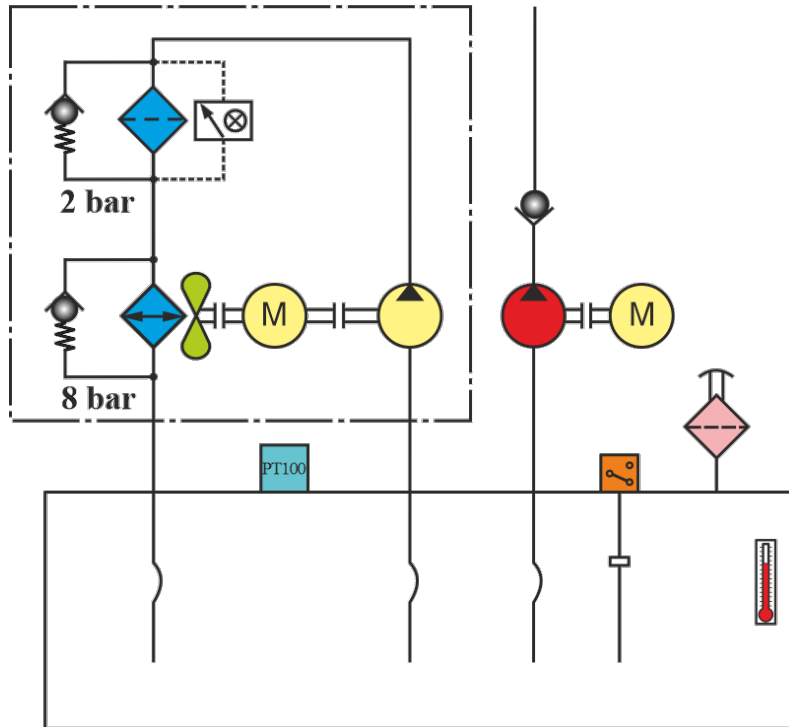
Şekil 8. Hidromotorlu soğutucu kullanılan örnek devre (MET Didactic)

c. Modüler fan tipi soğutucu: Soğutucu üzerinde elektrik motoruna bağlı olarak hidrolik pompa kullanılır. Elektrik motoru bir yanda fanı döndürürken diğer yanda pompayı tahrik etmektedir. Yukarıda anlattığımız modellerden farklı olarak devreden bağımsız soğutma yapar. Soğutma kapasitesi dönen yağa ve devrenin çalışmasına bağlı değildir. İstenilen boyutlarda seçilip istenilen sürelerde çalıştırılabilir. Soğuk olan yağın serbest dolaşımı sağlanarak yağın ısıtılması işlevini de yapabilir.



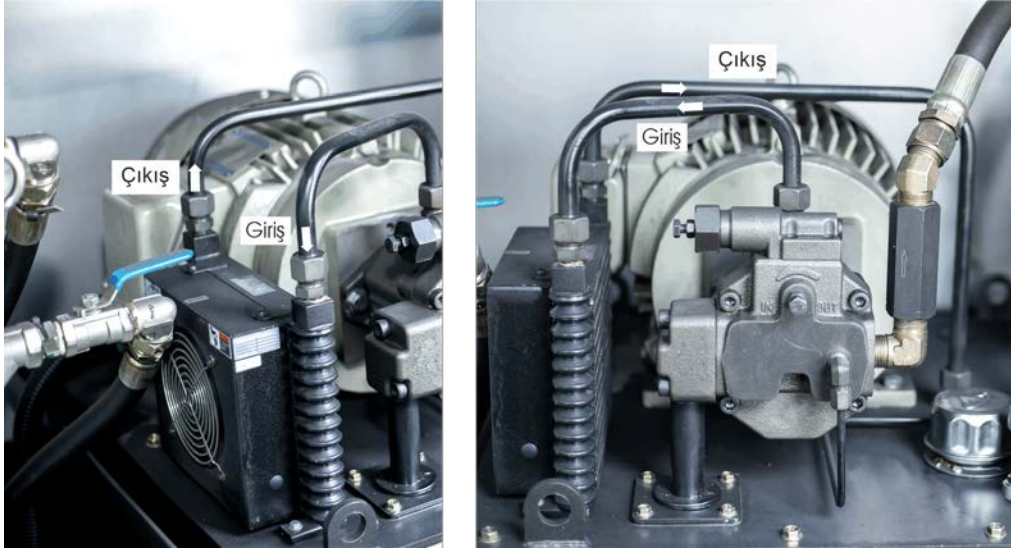
Şekil 9. Modüler yapıda fan tipi soğutucu (MET Didactic).

Şekil-10' da modüler tip soğutucunun kullanıldığı devre şeması görülmektedir. Başka bir elemana gerek kalmadan herhangi bir hidrolik devreye rahatlıkla uygulanabilir. Soğutucu üzerindeki filtre isteğe bağlı olup eklenebilir ya da çıkartılabilir.



Şekil 10. Modüler tip soğutucunun kullanıldığı devre (MET Didactic)

Fan tipi soğutucuların tümü, soğutucu olarak atmosfer havasını kullandığı için işletim maliyeti düşüktür. Endüstriyel sistemlerin yanı sıra iş makinelerinde kullanılır. Düşük ve orta performans ihtiyaçlarında tercih edilir. Soğutma seviyesi çevresel sıcaklığa bağlı olduğu için soğutma verimleri düşüktür. Şekil-11'de paletli pompanın sızıntı hattından çıkan akışkan tanka gönderilmeden önce alt taraftan soğutucuya girer ve üst taraftan soğutulmuş olarak çıkar.



Şekil 11. Fan tipi soğutucunun kullanım örneği (Shutterstock).

Olumlu yönleri

- Ek bir eleman kullanmaya gerek kalmaz.
- İşletim maliyeti düşüktür.
- Kış aylarında enerji geri dönüşümü sağlar.

Olumsuz yönleri

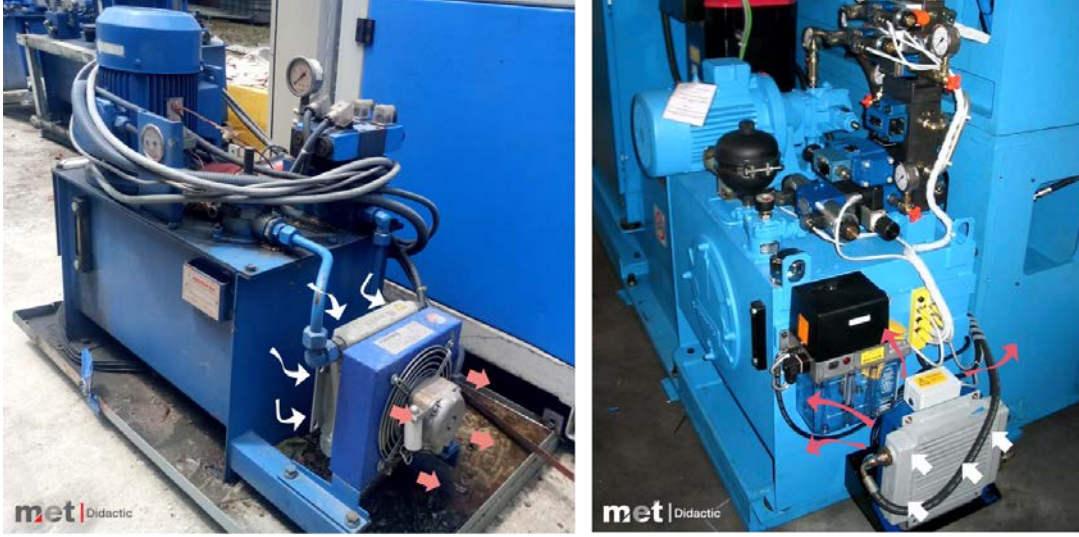
- Gürültülü çalışır.
- Soğutma kapasitesi düşüktür.
- Aldığı ısıyı ortama verir.
- Çevre sıcaklığı arttıkça verimi düşer.
- Basınç düşümü fazladır.

Fan tipi soğutucularda yapılan uygulama hataları: En sık karşılaştığımız sorunların başında soğutucu peteklerin tozlanmasıdır (Şekil-12). Kirlenme ısı transferini zorlaştırdığı için verimi düşürür. Ortamın tozlu veya tozsuz olmasına göre temizleme sıklığı 6 ay ile 1 yıl arasında değişir.



Şekil 12. Soğutucu üzerine yapışan tozlar verimi düşürür (MET Didactic)

Fan tipi soğutucuların yerleşiminde hatalar yapılabilir. Soğutma havasının rahatça emilebilmesi için fanın emiş yaptığı bölge kapalı olmamalıdır (Şekil-13a). Emiş havası rahatlıkla fan tarafından emilebilmelidir ve emiş havası mümkün olduğu kadar serin olmalıdır. Yaygın olarak yapılan diğer bir hata ise yağın ısını alan sıcak havanın, devre elemanlarına doğru yönlendirilmesidir (b).

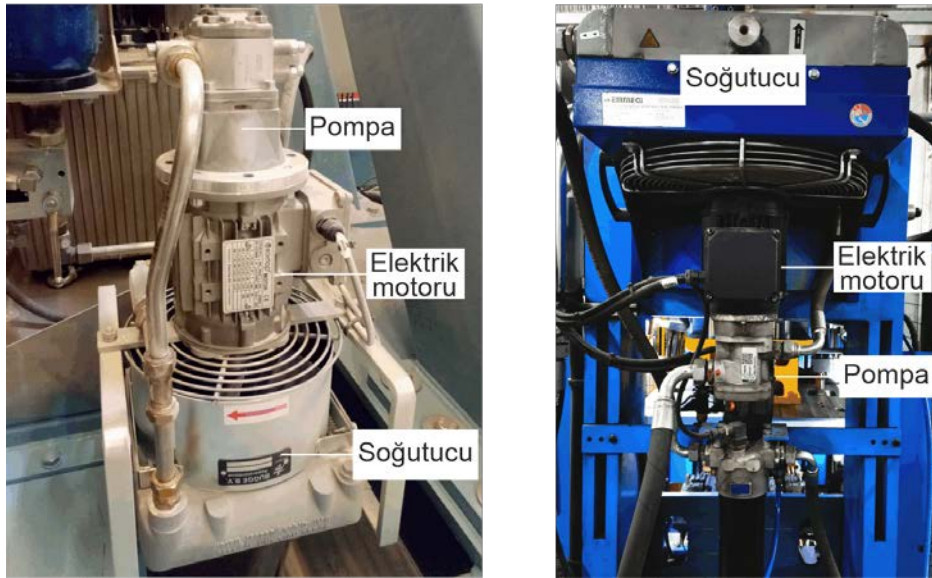


a. Emiş havasının önü açık olmalıdır

b. Sıcak hava devre elemanlarına etki ettirilmemelidir

Şekil 13. Soğutucu yerleşiminde yapılan hatalar (MET Didactic)

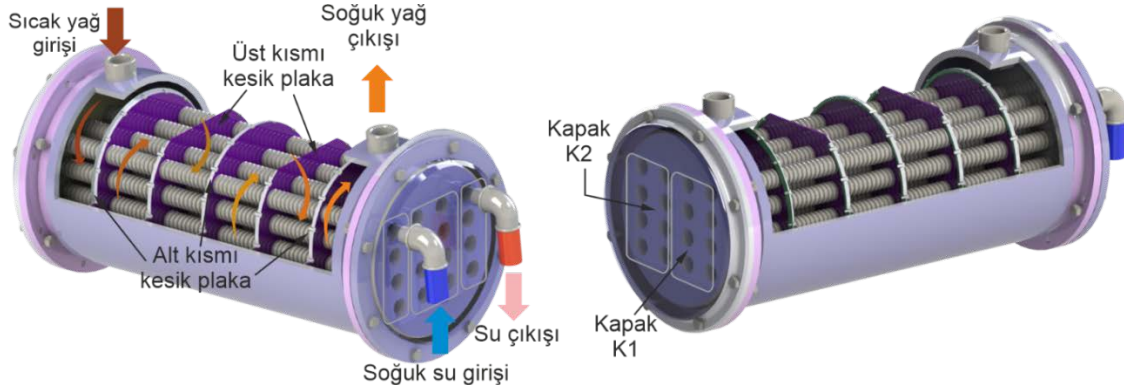
Fan tipi soğutucuların montajında devre elemanları ile soğutucu arasında minimum fan çapı kadar boşluk olmalıdır. Bu mesafe bile olumsuz etkilere yol açabilir. Yeterli boşluğun olmadığı durumlarda dikey montaj tercih edilebilir. Şekil-14' te bununla ilgili bir uygulama görülmektedir.



Şekil 14. Dikey çalışan fan tipi soğutucu (MET Didactic)

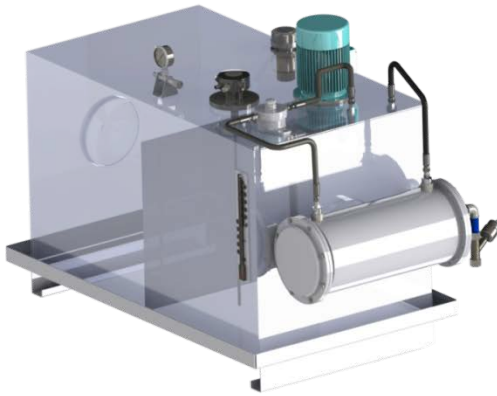
2- Boru tip eşanjör: Soğutucu sıvı olarak su kullanıldığı için soğutma verimi fan tipine göre daha fazladır. Tank dışı ve tank içi olmak üzere 2 çeşittir.

a. Tank dışı montajlı: Silindirik bir kap içine yerleştirilmiş çok sayıda bakır borudan oluşur. Bakır boru içinden soğutucu olarak kullanılan su geçerken boruların dışından yağ geçer (Şekil-15). Isı transfer oranını arttırabilmek için bakır boruların çevresinden geçen yağın türbülansa girmesi ve altlı üstlü akarak tüm hacmi kullanması sağlanır. Bu tip soğutucuların çalışabilmesi için soğuk suya ihtiyaç vardır. Su kulesinden soğuk su girişi yapılmalıdır.



Şekil 15. Boru tip eşanjör kesiti (MET Didactic)

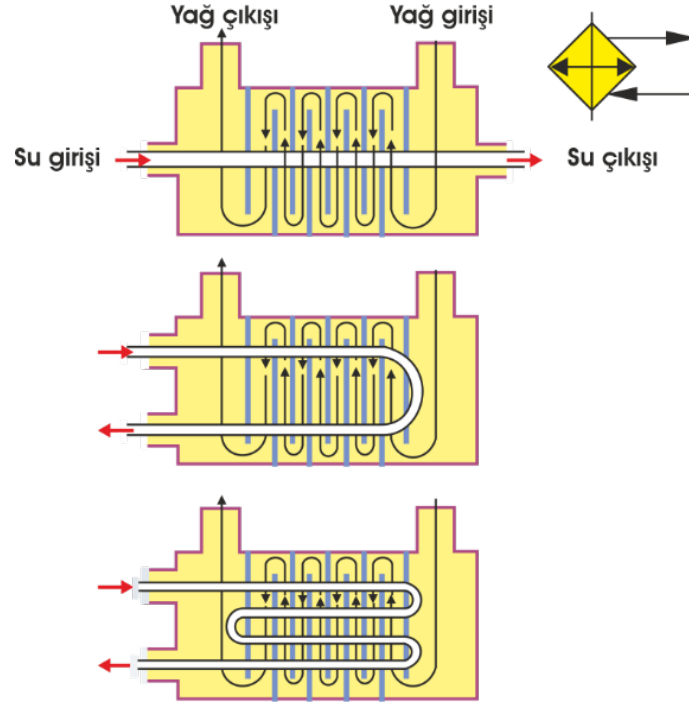
En sık kullanılan çeşidi Şekil-15.' te görüldüğü gibidir. Soğutucu olarak kullanılan su, sol taraftan eşanjör içine girer. İçeride iki tur attıktan sonra giriş kısmının yanında bulunan çıkış deliğinden eşanjörü terk eder. Devreden gelen sıcak yağ, eşanjöre girer ve borulara temas ederek diğer taraftan çıkar. Sac plakalar, hidrolik yağın soğutucu içinden doğrudan geçmesini önler. Yağın boruların çevresine temas etmesini ve aşağı yukarı doğru kıvrım yapmasını sağlar.



Şekil 16. Boru tip eşanjörün devre üzerinde kullanılması ve devre şeması (MET Didactic)

Şekil-16' da boru tip eşanjörün kullanıldığı bir devre şeması görülmektedir. Hidrolik devreden bağımsız olarak çalışan soğutma birimi, aynı zamanda filtreleme işlemi yaptığı için "**sirkülasyon filtreleme**" olarak adlandırılır. Soğutma işlevinin yanı sıra ısıtıcı olarak da kullanılabilir. Akışkan soğuk olduğunda suyun geçişini açıp kapatan su valfi kapalıdır ve soğutucudan su geçişi olmaz. Akışkan dolaştırılarak sadece filtrelenir ve sürtünme kuvvetleri yardımıyla ısınması sağlanır.

Boru tipi eşanjörler, düz, tek ve iki kıvrımlı olarak yapılabilir (Şekil-17). İki kıvrımlı türleri diğerlerine göre daha verimlidir.



Şekil 17. Kuvrim sayısı soğutma verimini artırır (MODÜL Eğitim Araçları)

b. Tank içi montajlı: Boru tip eşanjörlerin farklı bir türü kartuş tip eşanjördür (Şekil-18). Tank içinde bulunan yağın içinden bakır borular yardımıyla su geçirerek soğutma yapar. Bu yöntem endüstriyel sistemlerde çok sık kullanılmaz; ancak denizcilik sektöründe yaygın olarak kullanılır. Soğutma sıvısı olarak deniz suyu kullanıldığı için işletim maliyeti daha düşüktür.



Şekil 18. Tank içi montajlı eşanjör (MET Didactic)

Olumlu yönleri

- Soğutma kapasitesi fan tiplerine göre daha iyidir.
- Soğutma işlevinin yanı sıra yağın ısıtılmasını da sağlar.
- Maliyeti düşüktür.
- Basınç düşümü azdır.

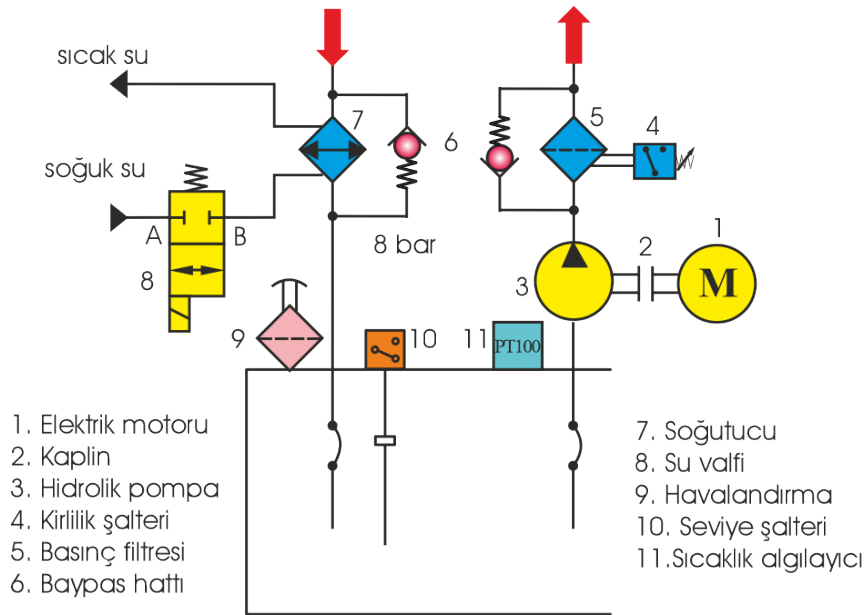
Olumsuz yönleri

- Soğutma kulesine ihtiyaç duyar.
- Bakır borularda delinme olursa yağ içine su karışır.
- Boyutları plaka tipine göre büyüktür.
- Soğutma suyunun da filtrelenmesi gerekir.
- Su kulesinden uzaklaştıkça soğutma verimi düşer.



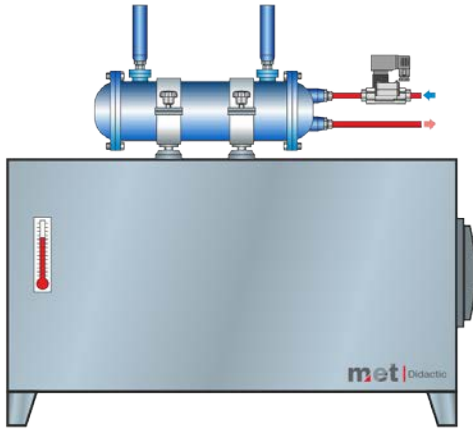
Şekil 19. Boru tip eşanjörün kullanım yeri (MET Didactic)

Şekil-19' da sulu tip soğutucunun kullanımı ile ilgili örneği görebilirsiniz. Su giriş ve çıkışları sağ tarafta aynı yerden yapılmıştır. Üstteki bağlantılar ise yağ giriş çıkışına aittir.

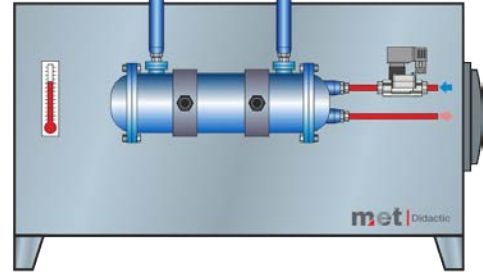


Şekil 20. Boru tip eşanjör kullanılan devre şeması (MET Didactic)

Boru tip eşanjörlerde yapılan uygulama hataları: Endüstriyel hidrolik uygulamalarda en yaygın olarak karşılaştığımız tasarım hatası; eşanjörün tank üzerine yerleştirilmesidir (Şekil-21a). Su sızıntısı ya da hortumlarda meydana gelen terleme, tankın üzerinde toplanarak yağın içine su karışmasına neden olur.



a. Hatalı...! Soğutucu tank üzerinde kullanılmamalıdır.

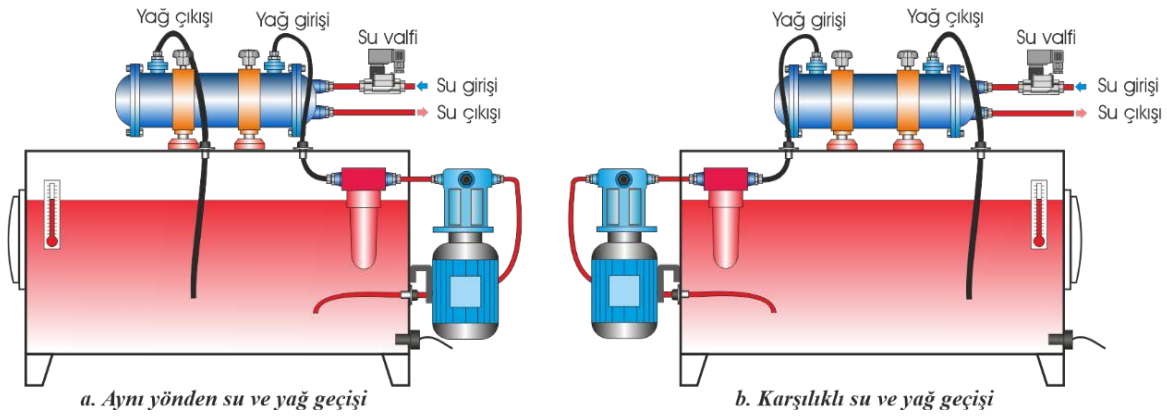


b. Soğutucu tank yanına yerleştirilebilir.

Şekil 21. Uygulama hataları (MET Didactic)

Eşanjörün yıpranması sonucu yağ içine su karışır veya su filtrelerinde tıkanmalar meydana gelir. Yağ sıcaklığında meydana gelecek anî bir değişme, eşanjörde meydana gelen bir problemi işaret eden en önemli ipucudur.

Verimli bir soğutma için su ve yağ geçişleri ters taraftan yani karşılıklı olmalıdır. Su ve yağ girişlerinin aynı yönden olması soğutma verimini düşürecektir (Şekil-22b).



a. Aynı yönden su ve yağ geçişi

b. Karşılıklı su ve yağ geçişi

Şekil 22. Su ve yağ girişleri karşılıklı olmalıdır (MET Didactic)

Eşanjörler ile su pompası arasındaki mesafe çok fazla olmamalıdır. Mesafe uzadıkça sıcaklık problemi artar ve soğutma verimi düşer. Mesafenin kısaltılması mümkün değilse soğutma kuleleri ve su pompaları, soğutucuya doğru yaklaştırılmalıdır. Eşanjör kullanıldığı halde soğutma problemi yaşanmaya devam ediyorsa sorunun nedeni; kule ile eşanjör arasındaki mesafenin fazla olması veya eşanjör kapasitesinin uygun seçilmemesidir. Şekil-23' te soğutma problemi yaşanan hidrolik devrede birden fazla eşanjörün birbirine seri olarak bağlanması görülmektedir.



Şekil 23. Birden fazla eşanjörün birbirine seri bağlanması (MET Didactic)

Boru tip soğutucularda özellikle suyun geçtiği ve suyla temas eden her yerde paslanma riski vardır. Sadece soğutucu içinde değil tesisat boruları, bağlantı elemanları, soğutma kulesi vb. yerlerde meydana gelen paslanma su içinde bir kirlilik yaratır. Maliyet kaygısı nedeniyle paslanmaz tip malzemelerin kullanımından kaçınılmamalıdır. Yatırım maliyeti yüksek olmasına rağmen kısa sürede ciddi kazanımlar elde etmemizi sağlar.



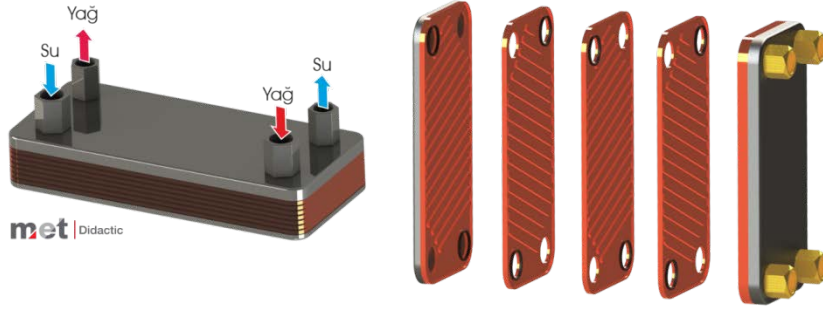
Şekil 24. Boru tip eşanjörün paslanması (MET Didactic)

Gerek paslanmalar gerek aşınmalar nedeniyle su hatlarına filtre konulmalıdır. Filtre, su içinde oluşan kir parçacıklarını tutarak soğutucunun kirlenmesine izin vermez. Filtrenin tuttuğu parçacıklara bakılarak eşanjör durumu hakkında yorum yapılabilir. Filtrenin konulması problemin çözümü için yeterli değildir. Filtrenin düzenli olarak kontrolü ve bakımı yapılmalıdır (Şekil-25).



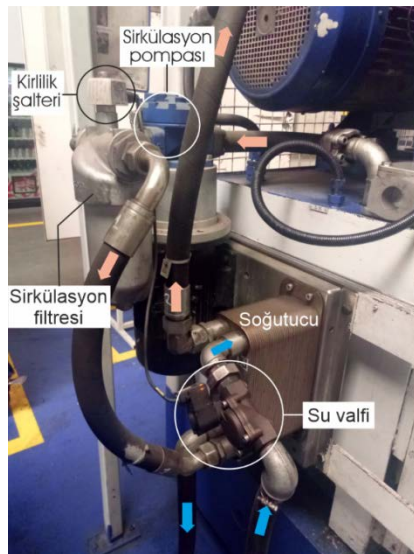
Şekil 25. Su filtresinde meydana gelen kirlenme (MET Didactic)

3- Plâka tipi eşanjör: Boru tip eşanjörlerin yaklaşık 90 yıldır endüstriyel sistemlerde kullanılmasına rağmen son yıllarda plâka türü eşanjörler daha sık kullanılmaya başlanmıştır. Boru tiplerde olduğu gibi hem soğutucu hem de ısıtıcı olarak kullanılabilir.



Şekil 26. Plaka tipi eşanjör (MET Didactic)

Plâka malzemesi olarak paslanmaz ve aşınmaya karşı dayanımı olan malzemeler kullanılır. Yapılan deneyler, soğutucudan geçen akışkanın türbülanslı olması, daha fazla ısı transferinin yapıldığını göstermiştir. Soğutucu plâkaları üzerinde çeşitli biçimlerde akış kanalları oluşturulur; böylece akışkanın temas yüzeyinin artması ve türbülanslı akışın olması sağlanır.



Şekil 27. Plaka tipi eşanjör kullanım örneği (MET Didactic).

İyi bir soğutma sağlayabilmesi için soğuk su girişine (yaklaşık 20°C) ihtiyaç vardır. Bu nedenle soğutma kulesinden gelen akışkan soğutucuya gönderilir. Su ve yağ girişleri karşılıklı olabileceği gibi çapraz olarak da yapılabilir. Su girişinde filtre ve su valfi kullanılmalıdır. Akışkan sıcaklığı düşük ise su valfi kapalıdır ve devre içinde yağın dolaştırılarak ısınması sağlanır. Yağ sıcaklığı en az 30-32°C olmalıdır.



Şekil 28. Plaka tipi eşanjörün kullanım yeri (MET Didactic)

Olumlu tarafları

- Soğutma kapasitesi en yüksek soğutucu tipidir.
- Boyutları küçüktür.
- Soğutma işlevinin yanı sıra yağın ısıtılması için de kullanılır.

Olumsuz tarafları

- Kirliliğe karşı duyarlıdır.
- Soğutma kulesine ihtiyaç duyar.
- Basınç düşümü fazladır.
- Plakalarda delinme olursa yağ içine su karışır.
- Soğutma suyunun da filtrelenmesi gerekir.
- Su kulesinden uzaklaştıkça soğutma verimi düşer.

Plaka tipi eşanjörlerde yapılan uygulama hataları: Eşanjörde meydana gelebilecek bir dış sızıntı, tank üzerine ve oradan tankın içine su girmesine yol açar. Bu nedenle mecbur kalmadıkça eşanjörler tank üzerine yerleştirilmemelidir (Şekil-29a).

Eşanjördeki sızıntıdan dolayı yağ ile su birbirine karışabilir. Tank içindeki yağın seviyesinin artması; hatta taşması yağ içine suyun karıştığını ifade eder. Yağ seviyesinin hızla düşmesi de su içine yağın karıştığını ifade eder. Yağ içine su karışınca yağın görüntüsü bulanıklaşır. Su miktarı arttıkça görüntü boza rengini almaya başlar. Bu durum seviye göstergelerinden rahatlıkla anlaşılabilir (Şekil-29b).



(a)



(b)

Şekil 29. Eşanjör tank üzerinde kullanılmamalıdır (MET Didacic)

Plaka tipi eşanjörler bakır alüminyum veya paslanmaz çelikten yapılmalıdır. Paslanma özelliği olan malzemeler kullanıldığında ciddi bir kirlilik sorunuyla karşılaşırız. Kirliliğe karşı duyarlı olan bu tip eşanjörlerde paslanma durumu olduğunda tıkanma sorunu ortaya çıkacaktır. Kirlilik sonucu plakaların delinmesi ile yağ ile su birbirine karışabileceği gibi basıncın artması ile su geçişi azalır ve soğutma verimi düşecektir.



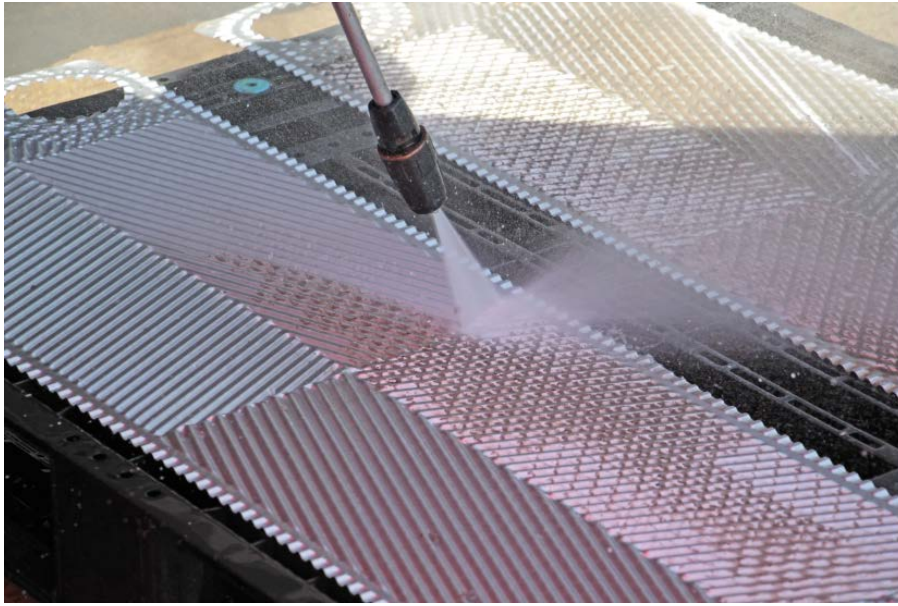
Şekil 30. Plaka tipi eşanjörde kirlilik sorunu (Shutterstock)

Soğutucunun su hattı girişinde su filtresi, yağ girişinden önce yağ filtresi kullanılmalıdır. Bazı tipler lehimli olarak yapılır ve sökülemez. Sökülebilen tipler contalı olarak yapılır (Şekil-31). Eşanjör plâkası söküldüğünde su tarafı kahverengi, yağ tarafı siyah bir renk alır. Boyutları, diğer soğutuculara göre önemli oranda küçüktür.



Şekil 31. Bakım için sökülmüş plakalar (MET Didactic)

Plaka tipi soğutucuların kirliliğe karşı hassas olması sık sık temizleme ihtiyacı doğurur. Temizleme işlemi için en fazla tavsiye edilen yöntem basınçlı su kullanımudur (Şekil-32). Mümkün olduğu kadar kimyasallardan kaçınılmalıdır. Zorunlu kalmadıkça kimyasal sıvılar kullanılmamalıdır.



Şekil 32. Plakaların temizlenmesi (Shutterstock)

Şu ana kadar anlattığımız eşanjörler minimum 15 bar basınca kadar çalışabilir. Eşanjörler üzerinde kullanılan çek valfler aslında emniyet valfi olarak görev görür. Kirlilik vb. durumlarda eşanjörü korur ve zarar görmesini önler. Eşanjörlerin tamamına yakını yağın sıcaklığını kontrol ederken aynı zamanda yağın filtrenmesini de sağlar. **Sirkülasyon filtreleme** olarak adlandırılır. Modern hidrolik sistemlerin vazgeçilmez bir parçasıdır.

4. Daldırma tip ısıtıcılar: İklim, çevre şartları ve elemanların konumuna bağlı olarak hidrolik yağlar, ısıtılmak zorunda kalabilir. Kış aylarında ortam sıcaklığına bağlı olarak akışkan sıcaklığı düşüktür. Akışkanın ısıtılması amacıyla "Isıtıcı" kullanılır.

Şekil-33' te görülen ısıtıcı elektrik akımıyla çalışır. Hidrolik akışkanla doğrudan temas edecek şekilde deponun alt kısmına yerleştirilir. Mıknatıs yardımıyla tank içinde tutulur. Tercihen pompa emişine yakın konulur. Sıcaklık bir kontrol birimi ile kontrol edilir. Makine çalıştırılmadan önce yağ sıcaklığı düşükse ısıtıcı devreye girer ve sıcaklığı, ayarlanan en yüksek değere getirir.



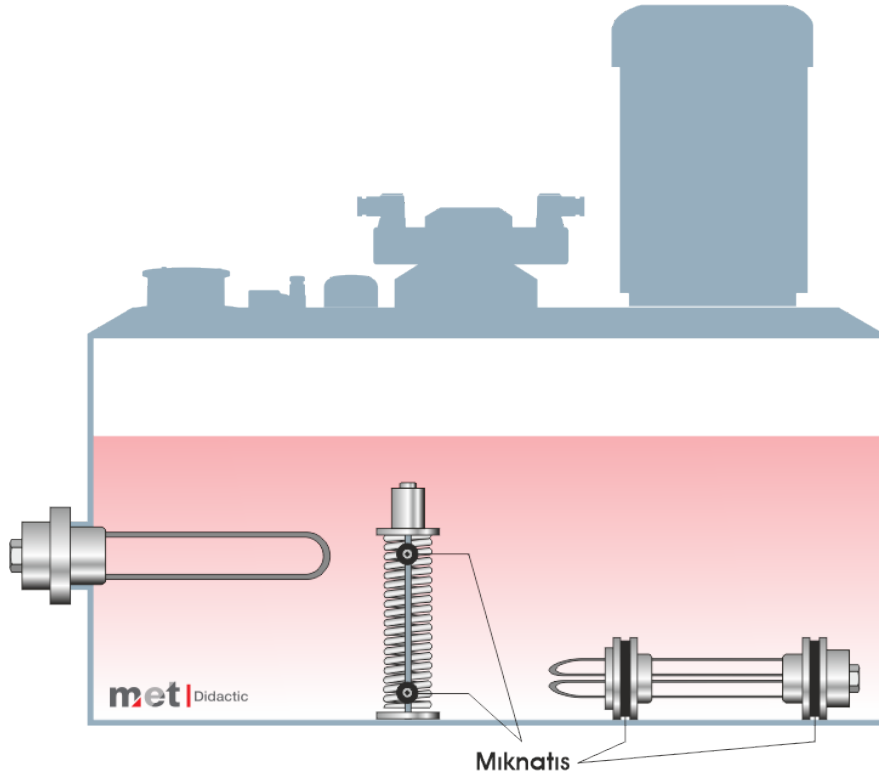
Şekil 33. Daldırma tip ısıtıcı (MET Didactic)

Isıtıcıların yağın içine daldırılması yalıtım sorunu yaratır. Bu nedenle birçok uygulamada tankın gövdesine bağlanır. Isıtıcı kısım yağa temas ederken elektrik bağlantısı dışarıda kalır; böylece daha güvenilir bir duruma getirilir.



Şekil 34. Gövde üzerine monte edilen ısıtıcı (MET Didactic)

Yağ içine daldırılan ısıtıcıların istenilen konumda kalabilmesi için mıknatıs kullanılır. Mıknatıslar yağ içindeki metal parçacıkları da tutacağı için az da olsa kirliliğe olumlu katkıda bulunur.



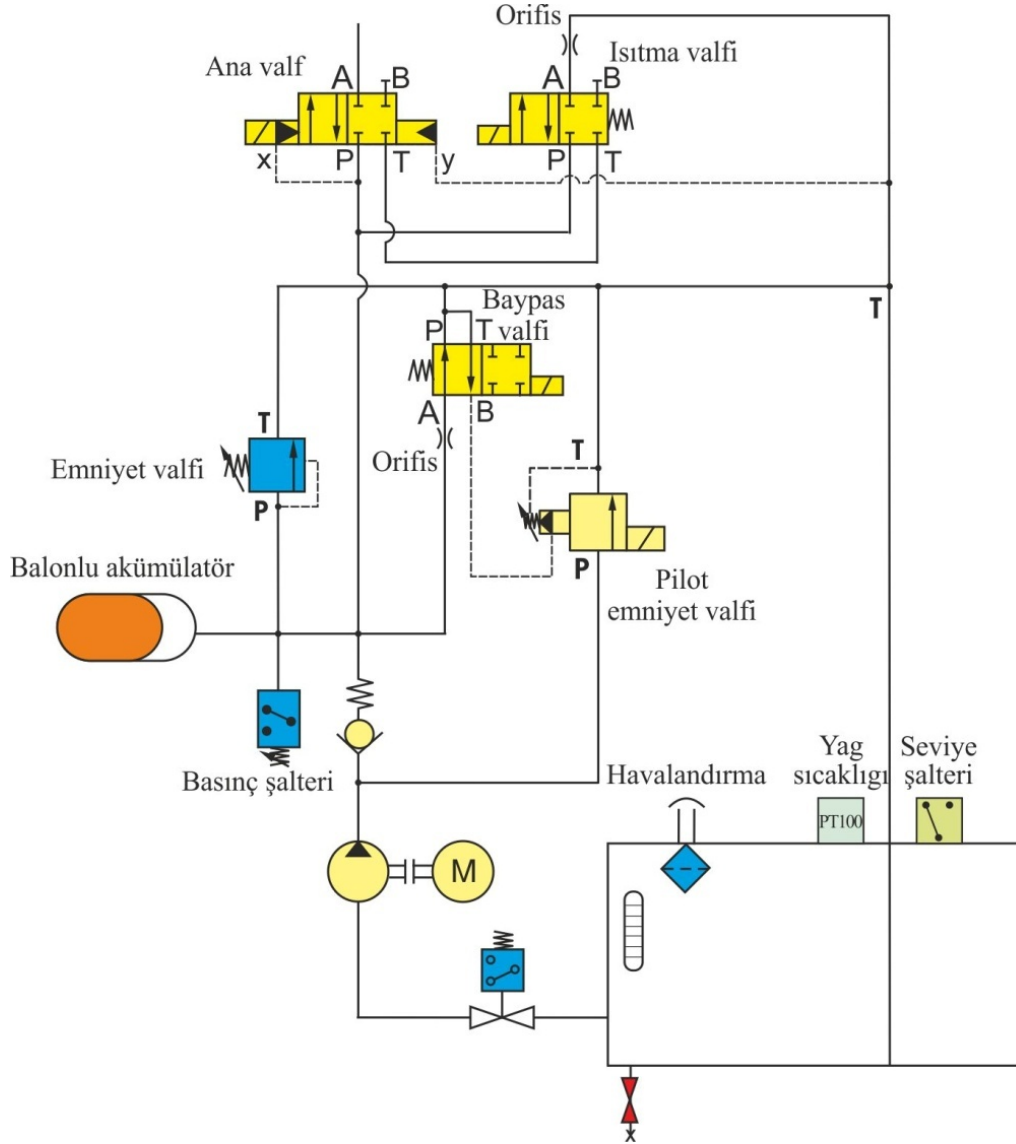
Şekil 35. Gövde üzerine monte edilen ısıtıcı (MET Didactic)

Ülkemizde kullanılan hidrolik sistemlerde soğutma özelliği aranan bir özelliktir. Daha öncede söylediğimiz gibi yağın yüksek sıcaklıklara çıkması yağın ömrünü kısaltır. İç kaçakların artmasına ve basınç kaybına neden olur. Sızdırmazlık elemanlarının sertleşmesini sağlar ve ömrünü kısaltır.

Hidrolik yağın ısıtılması, bizim gibi sıcak iklime sahip ülkeler için çok da gerekli bir özellik değildir. Özellikle devrenin 24 saat sürekli çalışması durumunda yağın soğumaya fırsat bulamayacağını düşünürsek; devre üzerinde ısıtıcı kullanmaya gerek bile kalmaz.

Rusya ve Kuzey Avrupa ülkelerinden gelen makinelerin üzerinde ısıtıcı kullanıldığını görürüz. Boru tipi ve plâka tipi soğutuculardan su geçirilmediği taktirde soğutucular aynı zamanda ısıtıcı görevi de görür; ancak bu yöntemle yağın ısıtılması zaman alabilir. Özellikle tank hacmi büyümeye başladığında zaman kaybı artar.

Bazı makinelerde yağın ısıtılması için elektrikli bir ısıtıcı kullanma yerine makine üzerinde ısıtma görevi gören bir valf bulunur (Şekil-35). Valfin çıkışına orifis olarak adlandırdığımız, akışkanın geçtiği kesiti daraltan bir eleman kullanılır. Yağ sıcaklığı 32°C ve altına düştüğünde makine çalışmaz. Önce ısıtma valfi çalışmaya başlar ve orifis içinden geçen akışkan tanka gönderilir. Orifis önemli oranda basınç kaybına neden olur ve basınç kaybının ısı enerjisine dönüşmesini sağlar.



Şekil 36. Hidrolik ısıtma devresi (Standart Profil)

DEĞERLENDİRME VE SONUÇ

Görüldüğü gibi eşanjörler, hidrolik devrelerde en çok ihmal edilen ve maalesef çok da iyi bilinmeyen devre elemanlarından biridir. Yapılan küçük bir uygulama hatası; verim ve zaman kaybı, arıza yoğunluğunun artması, akışkan ömrünün ve dolaylı olarak sızdırmazlık elemanlarının ömürlerinin azalması gibi sonuçlar doğuracaktır.

Tasarım ve uygulama hataları, bazı durumlarda akışkan sıcaklığının $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ ve üzerine çıktığını göstermiştir. İşte bu çaresizlik durumunda bakım çalışanları, eşanjörlere ek olarak vantilatör veya fan kullanarak (Şekil-37) soğutma işlevini arttırmaya çalışmaktadır.



Şekil 37. Sıcaklık sorunu nedeniyle eşanjöre ek olarak fanların kullanılması (MET Didactic)

Sonuç olarak; hidrolik akışkanların sıcaklık kontrolünün ne kadar önemli olduğunu ve eşanjör kullanımında yapılan uygulama hatalarını gördüğümüze göre daha bilinçli olarak hareket edeceğimizi düşünüyorum. Öncelikle sıcaklık artışına neden olan sorunların kök nedenlerini bulup gidermek ve sonrasında verimli bir sıcaklık kontrolü yapmamız gerektiğini söyleyebiliriz.

KAYNAKLAR

- [1] KARTAL Faruk, "Endüstriyel Hidrolik Kitabı", MET Didactic Yayınları.
- [2] Shutterstock.

ÖZGEÇMİŞ

Faruk Kartal

1965 Manisa doğumludur. 1989 yılında eski adı "Yüksek Teknik Öğretmen Okulu" olan Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Makina Öğretmenliği bölümü mezunudur. Yaklaşık 5 yıl Raks Elektronik A.Ş. ve Klemsan A.Ş.'de kalıphane yöneticisi olarak çalıştıktan sonra 1992 yılında öğretmenliğe başladı. 22 yıl ECA Ümmehan Elginkan Mesleki ve Teknik Eğitim Merkezi'nde Sanayi çalışanlarına dönük olarak "Temel-İleri Hidrolik, Elektrohidrolik", "Temel-İleri Pnömatik, Elektropnömatik" vb. eğitimler verdi.

2005 yılında "MODÜL Eğitim Araçları Ltd. Şti" kurdu. 2019 yılında HKTM grup ile MET A.Ş (Modül Modern Eğitim Teknolojileri A.Ş) adlı şirketin kurucu ortağı ve genel müdürüdür. Şirketin faaliyet alanı, mesleki ve teknik içerikli eğitim setleri imalatı yapmak ve eğitimler vermektir. Son yıllarda fiziksel eğitim setlerinin yanı sıra; sanal gerçeklik, uzaktan eğitim, online eğitim, holografik görüntü aktarma tekniği ile eğitim, 2D ve 3D animasyonlar gibi dijital içerikli eğitimlerin oluşturulması konusunda çalışmalar yapmaktadır.

30 yılın üzerinde Hidrolik ve Pnömatik konularında eğitimler vermektedir. Yayınlanmış 7 adet kitabı bulunmaktadır. Ulusal dergilerde yayınlanmış çok sayıda makaleye sahiptir.