



EK ALANA SAHİP SİLİNDİR

Mehmet POLAT

ÖZET

Hidrolik veya pnömatik silindirlerin piston grubu üzerinde yapılan bir değişiklik sonucu elde edilen ek alana sahip silindirler, standart silindirlere göre, piston gurubu hariç silindir dış boyutları ve akışkan basıncı değiştirilmeden %50 - %80 daha fazla basma kuvveti üretmektedir. Küçük boyutlu silindirlerden büyük basma kuvveti ihtiyacına karşılık bir çözüm olarak sunulan ek alana sahip silindirler hidrolik ve pnömatik sektöründe bir boşluğu dolduracaktır.

Yalnızca tek silindir maliyetleri dikkate alındığında, ek alana sahip silindirler, standart silindirlere nazaran daha maliyetli olmasına rağmen bir bütün halinde sistem dikkate alındığında ekonomik bir çözüm olduğunu görmekteyiz.

Ek alana sahip silindir ile ilgili bu bildiriye, yalnızca bazı şematik resimlerden faydalanarak ek alana sahip silindir ile ilgili ana prensipleri, silindiri oluşturan ana parçalar ile ilgili özet bilgileri ve test amaçlı hazırlayıp üzerinde çalıştığım silindir ile ilgili gözlemlerimi sizler ile paylaşacağım.

ABSTRACT

The cylinders with additional volume which is get from change of the piston group of hydraulic or pneumatic cylinders can produce %50-80 more pressing power without changing fluid pressure with the same dimension and size from a hydraulic or pneumatic cylinder except piston group.

If we think the cost of only one cylinder, the cylinder with additional volume is more expensive than standart cylinder but it can be very economic solution when we consider the system completely.

In this summary about the cylinder with additional volume, I am going to inform you the fundamentals of the cylinder with additional volume via drawings, information of the basic parts of cylinder and I will share my opinions model of the cylinder with additional volume for tests.

GİRİŞ

Silindirler bilindiği gibi basınç enerjisini doğrusal mekanik enerjiye dönüştüren bir elemanlardır. Basıncı akışkanın piston üzerine uyguladığı basınç sayesinde oluşan kuvvet, piston kolu tarafından basma veya çekme işlemi olarak mekanik enerjiye dönüştürülür. Oluşan kuvvet teorik olarak akışkan basıncıyla piston gerçek alanı çarpılması sonucu bulunur.

$$F=P.A \quad (kp) \quad (1)$$

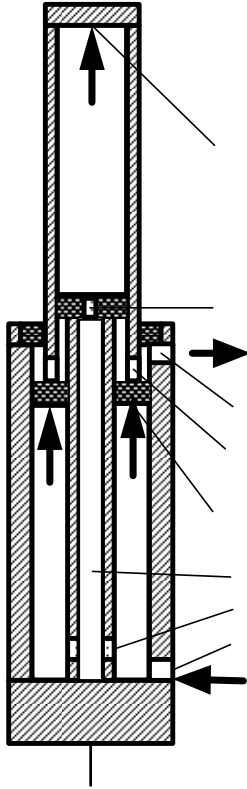
Yukarıdaki (1) bağıntısında görülen en önemli özellik, silindirin uygulayabileceği kuvvetin değeri hem silindir alanı, hem de akışkanın basıncı ile ilgili olduğudur. Bu değerler çarpım halinde olduğuna göre, sabit basınç altında, basıncı akışkanın etki edeceği alanın büyümesi silindir milinde oluşacak kuvvetlerin de büyümesi anlamına gelecektir. Bu zamana kadar (A) değerini büyütme için ya tandem silindirler kullanılmış yada daha büyük çaplı silindirler kullanılmıştır. Ancak bu tercihlerin her ikisinde de silindir dış boyutları, elde edilen alan ile birlikte büyümektedir.



Aynı dış boyutlara sahip standart bir silindirden daha fazla alana sahip olan ek alana sahip silindir, standart silindirlere göre çok farklı bir piston gurubuna sahiptir. Ek alana sahip yeni silindirimizin diğer elemanları ise standart silindirler ile benzer özelliklere sahiptir.

EK ALANA SAHİP SİLİNDİR TEMEL ÇALIŞMA PRENSİBİ

Şekil 1 de, temel olarak iç içe geçmiş ve bir biriyle eş çalışan iki adet silindirden oluşan ek alana sahip silindirin açılmış hali görülmektedir.

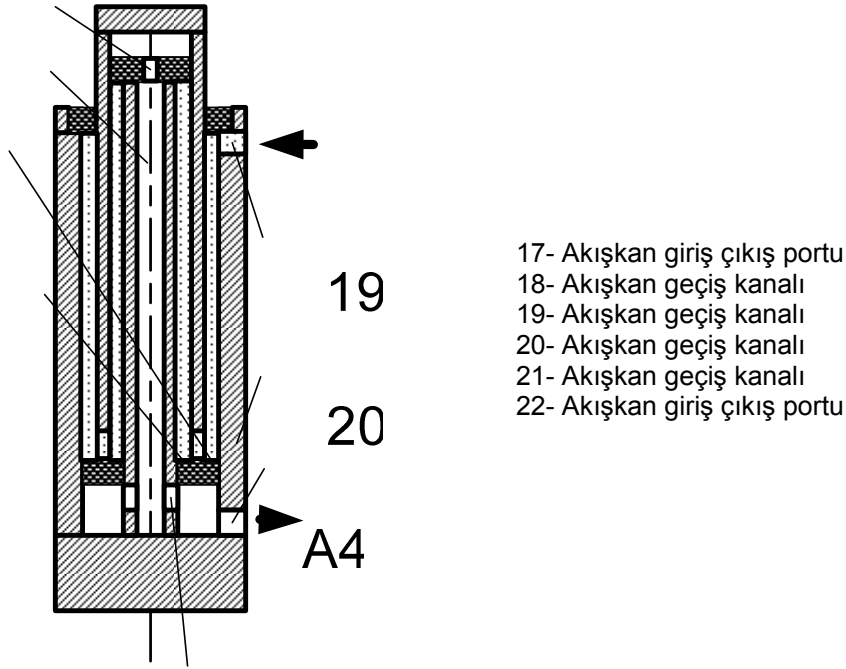


- A1- Piston grubu silindiri alanı
- A2- Silindir alanı
- 11- Akışkan giriş çıkış portu
- 12- Piston grubu silindiri, akışkan giriş çıkış portu
- 13- Piston grubu silindiri, akışkan giriş çıkış portu
- 14- Piston grubu silindiri, akışkan giriş çıkış portu
- 15- Akışkan giriş çıkış portu
- 16- Piston grubu silindiri, akışkan giriş çıkış portu

Şekil 1. Ek alana sahip silindir açılmış görünümü

Basma işlemine için şekil 1 (11) de görülen port'tan silindir içine giren basınçlı akışkan piston grubu üzerinde A2 yüzeyi üzerinde baskı yaparak piston gurubunu sürmeye başlar. Basınçlı akışkan A2 alanı üzerinde iş yaparken aynı zamanda (12)-(13)-(14) yollarını kullanarak, yani iç silindir milini boydan boya geçen kanal içinden A1 yüzeyine de ulaşır. Tüm silindirin içini dolduran, A1 ve A2 yüzeylerine ulaşan basınçlı akışkan bu iki yüzeyde birden iş yaparak piston gurubunu ileriye doğru sürer ve basma işlemi gerçekleştirilir. Ek alana sahip silindir, hem A1 hem de A2 alanlarına sahip olması nedeniyle standart silindirlerden daha fazla basma kuvvetine sahiptir. Ek alana sahip bir silindir aslında farklı alanlara, farklı hacimlere sahip ve eş çalışan iki silindirden meydana gelmesine rağmen silindir içinde boşluk oluşmamasıyla birlikte silindir her seferinde tekrarlı ve kararlı hareketler yapabileme kabiliyetine sahiptir.

Ek alana sahip silindir basma işlemi yaparken yani piston gurubu ilerlerken silindir ön tarafında bulunan akışkan şekil 1 (16) ve (15) olarak görülen akışkan geçiş yolu üzerinden silindir dışına atılmaktadır. Ancak görüldüğü gibi akışkan geçiş yolu standart silindirlerden daha uzundur.



Şekil 2. Ek alana sahip silindir kapalı görünümü

17

Şekil 2 de şematik olarak, piston gurubu geride olan ek alana sahip silindir görülmektedir. Standart silindirlerde, silindir geri dönüş hızının yüksek olması istendiğinde silindir piston gurubu mil çapı özellikle büyük tutulur. Ancak dış görünüşte piston gurubu mil çapı büyük olan ek alana sahip bu silindirin geri dönüş hızı diferansiyel silindirler gibi yüksek değildir. Zira ek alana sahip silindirin çekme tarafında sahip olduğu alan ile basma tarafında sahip olduğu alan arasındaki oran standart silindirlerin sahip olduğu oran ile aralarında pek fark bulunmamaktadır. Ortalama geri dönüş hızı, silindir dizaynına bağlı olarak, piston gurubu ilerleme hızından ortalama % 25 daha fazladır.

18

Ek alana sahip silindir çekme işlemi için şekil 2 pozisyon 17 de görülen akışkan giriş çıkış portu üzerinden silindir içine giren basınçlı akışkan A3 ve A4 yüzeyleri üzerinde iş yaparak piston gurubunu geri alır. Çekme işlemi yapılırken silindirin diğer tarafında bulunan akışkan şekil 2 pozisyon 21 ve 22 de görülen kanal üzerinden silindir dışına sürülür.

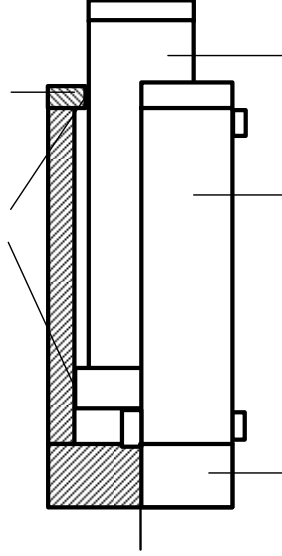
22

Silindirler ürettiği kuvvete karşı oluşan tepki kuvvetlerini, bir şekilde üzerinde bağlı olduğu sistemin şasesine veya zemine aktarırlar. Ek alana sahip silindirimizin ürettiği ve standart silindirlerden daha fazla olan F kuvvetinin oluşturduğu tepki kuvvetinin de silindirin bağlandığı sistemin şasesi üzerindeki etkisi dikkate alınmalıdır. Ancak ek alana sahip silindirimiz bağlı olduğu sistemin şasesine aktardığı tepki kuvvetine kendi içinde de dayanabilmesi gerekir. Ek alana sahip silindirin tepki kuvvetlerini incelediğimizde, şekil 1 de görülen A1 alanının, piston milinin, (şekil 3 pozisyon 3) ana silindir arka kapağına sabitlenmiş olması nedeniyle tepki kuvveti, piston mili tarafından ek alana sahip silindir (şekil 3 pozisyon 3) arka kapağına aktarılmaktadır. A2 alanının ürettiği kuvvete karşılık oluşan tepki kuvveti de her standart silindirde olduğu gibi yine (şekil 3 pozisyon 3) silindir arka kapağına aktarılmaktadır. Sonuç olarak ek gerçek alana sahip silindirin tüm tepki kuvveti (şekil 3 pozisyon 3) silindir arka kapağında yoğunlaşmaktadır. Ek alana sahip silindiri oluşturan her iki silindirinde tepki kuvvetlerinin arka kapakta yoğunlaşması nedeniyle silindir arka kapağının boyutlandırılmasında tepki kuvvetlerine dikkat edilmesi gerekmektedir.

21

EK ALANA SAHİP SİLİNDİRİ OLUŞTURAN ANA PARÇALAR VE FONKSİYONLARI

Kısaca çalışma prensibinden söz ettiğimiz ek alana sahip silindiri oluşturan ana parçalar şematik olarak hazırlanmış olan şekil 3 de görülmekte ve bu ana parçaların fonksiyonları hakkında bilgi aşağıda verilmiştir.



- 1- Piston grubu silindiri
- 2- Silindir ön kapağı
- 3- Silindir arka kapağı
- 4- Sızdırmazlık ve yataklama elemanları
- 5- Silindir gömleği

Şekil 3. Ek alana sahip silindiri oluşturan ana parçalar

1

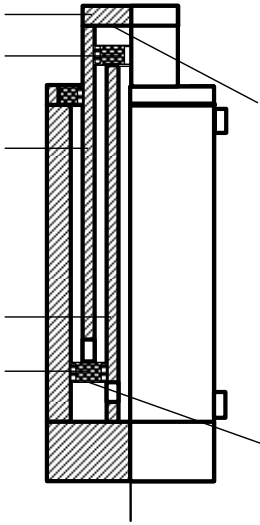
2

PİSTON GURUBU SİLİNDİRİ

Şekil 3 pozisyon 1 olarak görülen piston gurubu standart silindirlerde olduğu gibi, silindirin en aktif elemanıdır. Silindir basma gücü hesabında kullanılan ve alan olarak tanımladığımız değer, basınçlı akışkanın etki ettiği piston gurubunun alanı olması itibariyle hemen hemen tüm yenilikleri barındırmaktadır.

5

Standart silindirlerden biraz farklı dizayn edilmiş ancak maruz kaldığı ve karşıladığı yükler bakımından standart silindirler ile aynı özelliğe sahiptir. Bir silindirden oluşan ve şekil 4 de görülen yeni piston gurubumuzun ana parçaları ve fonksiyonları kısaca aşağıda verilmiştir.



A1- Piston grubu silindiri alanı

A2- Silindir alanı

- 6- Piston gurubu silindiri, silindir gömleği
- 7- Piston grubu silindiri arka kapağı
- 8- Piston grubu silindiri, piston başı
- 9- Piston grubu silindiri, piston mili
- 10- Piston grubu silindiri, ön kapağı

3

Şekil 4. Piston gurubu silindirini oluşturan ana parçalar



1- Piston gurubu silindiri, silindir gömleği (Şekil 4 pozisyon6): Dış silindir gömleği iç çapı ve dış silindir ön kapağı dikkate alınarak maksimum çapta bir boru kullanılmaktadır. Piston gurubu silindir gömleğimiz içi ve dışı honlanmış veya taşlanmış, normlara uygun bir borudan imal edilmesi gerekmektedir. Mukavemet hesaplarında ise standart silindirlerde uygulanan yöntem ve normlar piston gurubu silindiri için de geçerlidir.

2- Piston gurubu silindiri arka kapağı (Şekil 4 pozisyon7): Standart silindir arka kapağından farklı olarak silindirin sisteme montajı ile silindirin kendi montaj ve demontajı dikkate alınarak hazırlanması gerekmektedir.

3- Piston gurubu silindiri, piston başı (Şekil 4 pozisyon8): Standart silindirlerde olduğu gibi üzerinde sızdırmazlık ve yataklama elemanlarını barındırmaktadır.

4- Piston gurubu silindiri piston mili (Şekil 4 pozisyon 9): Ortası boydan boya delinmiş bir milden oluşmaktadır. Bir ucu (şekil 4 pozisyon 8) piston başına, diğer ucu ek gerçek alana sahip silindir arka kapağına (şekil 3 pozisyon 3) sabitlenmiştir. Standart silindirlerde olduğu gibi bu milinde yüzey pürüzlülüğü sızdırmazlık elemanları üzerindeki etkisi dikkate alınması gerekmektedir.

5- Piston gurubu silindiri ön kapağı (Şekil 4 pozisyon10): İki önemli görevi olan bu elemanın görevlerinden biri piston gurubu silindirine ön kapaklık yapmak ve bu nedenle üzerinde piston gurubu silindiri mili için boğaz keçesi ve yataklama elemanlarını barındırır. Ancak standart silindirlerden farklı olarak piston gurubu silindirimiz ön kapağı hem iç tarafında hemde dış tarafında basınçlı akışkan bulunması nedeniyle toz keçesi yerine yine boğaz keçesi kullanılması gerekmektedir. Diğer görevi ise ek alana sahip silindire piston başı görevi olup üzerinde standart silindirlerdeki gibi yataklama ve sızdırmazlık elemanlarını taşır.

6- Piston gurubu silindiri, sızdırmazlık ve yataklama elemanları: Standart silindirler ile aynı fonksiyonlara sahip elemanlardır. Sızdırmazlık ve yataklama elemanları seçim kriterleri standart silindirlerden farklı değildir ancak standart elemanlardan farklı olarak piston gurubu silindirinde 2 adet boğaz keçesi kullanılmakta ve toz keçesi kullanılmamaktadır.

EK ALANA SAHİP SİLİNDİR ÖN KAPAĞI

Şekil 3 pozisyon 2 de görülen ön kapak, standart silindirlerde olduğu gibi üzerinde boğaz keçesi, toz keçesi ve yataklama elemanlarını barındırmaktadır. Silindir ön kapağı boyutlandırılmasında ek alana sahip silindirin ürettiği ve standart silindirlerden daha fazla olan basma kuvveti nedeniyle piston gurubunun mekanik olarak ön kapağa dayanması sırasında ön kapağın maruz kalacağı yükler dikkate alınmalıdır. Çekme işlemi sırasında ise ön kapağın maruz kaldığı kuvvetler standart silindirlere göre daha az olduğu görülmektedir. Bunun nedeni ise çekme işlemi sırasında en büyük çekme kuvvetini üreten piston gurubu silindirinde oluşan tepkilerin arka kapak tarafından taşınmasıdır. Sonuç olarak ön kapak hazırlanırken standart silindirlerde olduğu gibi basma işlemi sırasında piston gurubunun ön kapak ile mekanik teması sonucu oluşacak kuvvetlerin dikkate alınması gerekecektir.

EK ALANA SAHİP SİLİNDİR GÖMLEĞİ

Silindir boyutlandırılmasında, ihtiyaç duyulan basma gücü ve çalışma basıncı bilinen değerlerden olup silindir gerçek alanı ise standart silindirlerde olduğu gibi bulunur.

$$F=P.A \text{ (kp)} \quad (1)$$

$$A=\frac{F}{P} \text{ (cm}^2\text{)} \quad (2)$$

F- Basma kuvveti (kp)

P- Çalışma basıncı bar

A- Alan (cm²)

(2) nolu bağıntı ile bulunan gerçek alan (A), tek alana sahip olan standart silindirin alanıdır. Ek alana sahip silindir içinde, piston gurubu silindiri alanı (A1) ve silindir gömleği alanı (A2) nin toplamını ifade



etmektedir. (A1) ve (A2) değerleri silindiri dizayn eden kişinin tercihine kalmış değerlerdir ancak amaç, (A1) değerine uygun minimum (A2) değerini kullanarak toplam (A) değerini yakalamaktır.

$$A = A_1 + A_2 \quad (cm^2) \quad (3)$$

Ek alana sahip silindirin, silindir gömleği et kalınlığı hesaplanmasında ise yalnızca (A2) dikkate alınması yeterli olacaktır.

$$A = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \quad (cm^2) \quad (4)$$

4 nolu bağıntıdan bulunan (d) değeri aşağıda görülen (5) bağıntısında yerine konularak silindir gömleği et kalınlığı bulunur.

$$\begin{aligned} d &= 2 r_i & d_a &= 2 r_a \\ \frac{\sigma_{AK}}{S} &= \frac{(r_a^2 + r_i^2) P}{(r_a^2 - r_i^2) 100} \end{aligned} \quad (5)$$

d-	Silindir gömleği iç çapı	mm
r _i -	Silindir gömleği iç yarı çapı	mm
r _a -	Silindir gömleği dış yarı çapı	mm
P-	Çalışma basıncı	bar
σ _{AK} -	Akma dayanımı	daN mm ²

Sonuçta silindir gömleği hesaplanması, basit anlamda (P) basıncına maruz kalan (r_i) yarı çapına sahip bir (σ_{AK}) akma değerine sahip bir malzeme kullanılarak imal edilecek bir silindirik kabın (r_a) dış yarı çapının hesaplanması olup silindirin üreteceği basma kuvvetinden bağımsız bir değerdir. Bu nedenle silindir gömleğinde kullanılan değerlerin silindirin diğer elemanlarının boyutlandırılmasında özellikle silindir arka kapağının boyutlandırılmasında kullanılmamalıdır.

EK ALANA SAHİP SİLİNDİR ARKA KAPAĞI

Şekil 3 pozisyon 3 de görülen silindir arka kapağı hazırlanması sırasında ek alana sahip silindirin uyguladığı maksimum basma kuvveti dikkate alınmalıdır zira arka kapak piston milinden alınan basma kuvveti kadar bir kuvvete maruz kalacaktır.

Özellikle büyük çaplı ve yüksek basınç altında çalışan silindirlerin arka kapağı yani silindir tabanı et kalınlığı hesaplanırken

$$S_0 = \frac{P \cdot d_a \cdot S}{100 \cdot \sigma_{AK}} \quad (mm) \quad (6)$$

S ₀ =	Arka kapak et kalınlığı	mm
P =	Çalışma basıncı	bar
S =	Emniyet katsayısı	
σ _{AK} =	Akma dayanımı	
d _a =	Silindir gömleği dış çapı	mm

kullanılan (6) nolu bağıntıda görülen (d_a) değeri standart silindirlerde silindir gömleği dış çapı ifade etmektedir. Ek alana sahip silindirin arka kapağının et kalınlığının hesaplanmasında kullanılacak (d_a) değeri ise ayrıca hesaplanması gereklidir. Zira silindir gömleği dış çapının kullanılması halinde ek alana sahip silindirin arka kapağı zayıflayacaktır.

Silindir gömleği et kalınlığının hesaplanmasında yalnızca (A2) değeri dikkate alınmış ve (A1) değeri kullanılmamış idi ancak arka kapak hesaplanırken (A1) ve (A2) değerlerinin toplamından bulunan (A) değerinin kullanılması gerekecektir. Bu durumda (r_i) değeri ve doğal olarak (r_a) değeri büyüyecektir.



Sonuç olarak, hesaplanarak elde edilecek yeni (da) değeri (6) nolu bağıntıda kullanılarak silindir arka kapağının et kalınlığı hesaplanmalıdır.

EK ALANA SAHİP SİLİNDİR SIZDIRMAZLIK VE YATAKLAMA ELEMANLARI

Test amaçlı hazırladığımız ek alana sahip silindir üzerinde yaptığımız çalışmalar sırasında gözlemlerimize göre standart silindirlere kullanılan sızdırmazlık ve yataklama elemanları seçim kriterleri bu silindir içinde geçerlidir. Ek alana sahip bir silindirde bulunan yataklama elemanlarının sayısı standart silindirlere göre daha fazla olması doğal sonuç olarak yataklara gelen birim yatak yüklerinin düşmesine ancak bu durum silindir kayıplarının bir miktar artmasına neden olabilir.

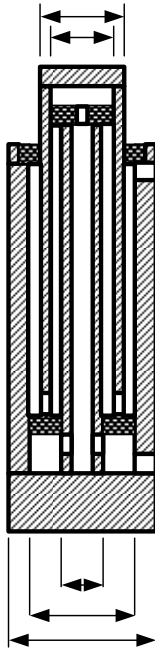
Ek alana sahip silindirin birim yatak yüklerinin düşmesi, özellikle büyük çaplı silindirlerin, nakliyesi, stoklanması sırasında, silindirin uzun süre yan yatırılması veya silindirin sisteme montajı sırasında özellikle yatay çalışan silindirlere hata yapılması sonucu yataklarda yaşanan problemlere karşı faydalı olacaktır.

EK ALANA SAHİP SİLİNDİRİN AVANTAJLARI

Yer problemi yaşanan ve birden fazla silindirden oluşan hidrolik veya pnömatik bir sistemde, silindirlere birinin ihtiyaç duyulan basma kuvvetini üretememesi halinde sorunun çözümü için ya daha büyük silindir kullanılır veya sistemin çalışma basıncı artırılır. Ancak, boyut nedeniyle silindirin sisteme montajında problem yaşanması halinde, sorunun giderilmesi için akışkan basıncının artırılması kaçınılmazdır. Akışkan basıncının artırılması sonucu oluşacak ilk yatırım ve işletme maliyetlerindeki artış ile ek alana sahip silindirin getireceği ek maliyet kıyaslandığında, ek alana sahip bir silindirin doğru yerde kullanılması ve doğru boyutlandırılması halinde sistem maliyetinde olumlu etkileri olacaktır.

Sonuç olarak doğru yerde kullanılan ek alana sahip bir silindir dahil olduğu sisteme önemli avantajlar sağlar.

EK ALANA SAHİP SİLİNDİR İLE İLGİLİ BASİT BİR ÖRNEK



**KAYNAK**

[1] Özcan, Fatih., Hidrolik Akışkan Gücü, Mert Teknik, 1982

ÖZGEÇMİŞ

1959 Ankara doğumludur. İlk, orta ve lise eğitimini Ankara da mühendislik eğitimini ise eski adı İ.D.M.M.A. yeni adı ise Yıldız Teknik Üniversitesinde tamamladıktan sonra bir süre Atatürk barajının projelendirmesinde çalıştı. Daha sonra Mert Teknik A.Ş. de göreve başladı. Mert Teknik A.Ş. toplam 17 yıl süren görevinde en son Bursa şube müdürlüğü görevini yürüttü ve 2005 yılı başında bu görevinden ayrıldı. Halen özel projeler üzerinde çalışarak mesleki faaliyetlerini sürdürmektedir.