

Şekil 2. Enerji kazanımı için ideal kompresör sistemi

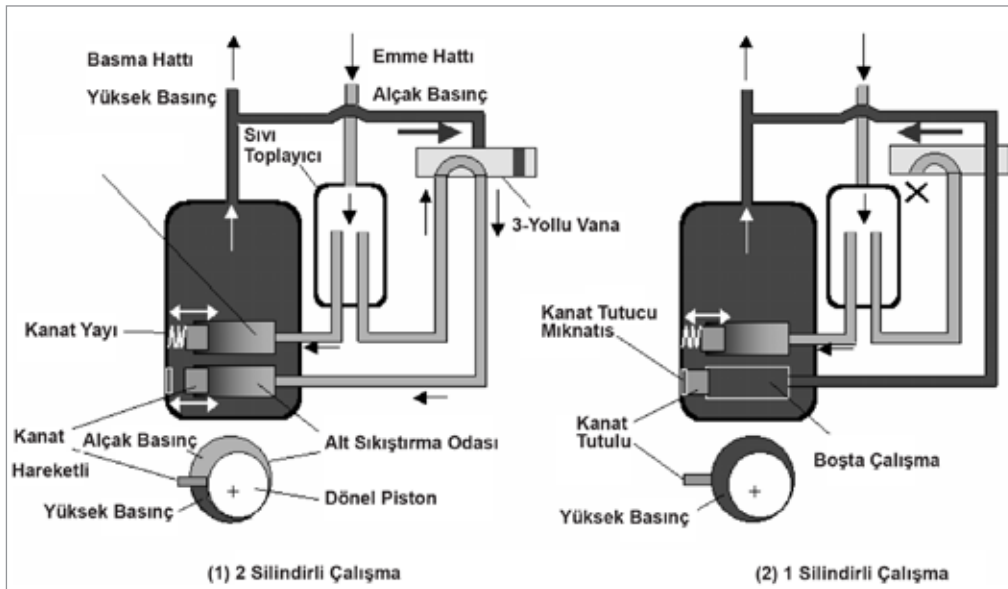
Yeni teknoloji, inverter ve yeni bir değişken kapasiteli düzenlemeyi birleştirerek en düşük kapasitede çalışma bölgesini genişletmeyi ve enerji verimliliğini sağlamayı hedefliyor. Yeni değişken kapasiteli düzenleme aşağıdaki gereksinimleri yerine getiriyor:

1. %60 veya daha az bir kapasite değişkenlik oranı.
2. Yeni düzenleme çalışırken en düşük kayıp.
3. Yüksek kapasite bölgesinde en düşük kayıp (yeni düzenleme çalışmıyorken).
4. Basit tasarım ve düşük maliyet.

### 3. YENİ DEĞİŞKEN KAPASİTELİ DÜZENLEME

İki silindirli dönel kompresörün iki sıkıştırma odası vardır. Bunların sıkıştırma işlemleri eşzamanlı fakat bağımsız olarak motor rotoruna bağlı bir mil tarafından yapılır. Bu iki bağımsız sıkıştırma odası iki küçük kompresör gibi düşünülürse, yüksek kapasite bölgesinde iki sıkıştırma odasında 2 silindirin birlikte çalışması ile %100 kapasite; düşük kapasite bölgesinde bir sıkıştırma odasında 1-silindirin çalışması ile %50 kapasiteli yeni bir değişken kapasiteli düzenleme geliştirmiş oluruz (bundan sonra "değişken silindir sistemi" diye anılacaktır).

Şekil 3. İki-Kademeli kompresörün ayar düzenlemesinin şeması



Şekil 3'de kompresörün iki kademeli çalışması gösterilmiştir. Değişken silindir sistemi alt sıkıştırma odasına bağlı 3-yollu bir vana ve vanayı tutmak için küçük sabit bir mıknatıstan oluşur. Kanatın küçük bir mıknatısla tutulması kapasite yarıya düştüğünde alt odanın sıkıştırmayı durdurmasını sağlar (1). Kanatı tutmanın birkaç seçeneği daha vardır (2). Bir durdurucu (stopper) ile tutmak seçeneklerinden biri; fakat maliyet ve verimlilik bakımından dezavantajları var. Çünkü kompresör gövdesinin içinde tıkaçı harekete geçirme elemanı ve kanatın buna uygun mekanizma ile donatılması gerekir.

Kapasiteyi yarıya indirmek için başka bir seçenek daha olabilir. Bir elektrikli vanayla emme borusunu kapatmak da kapasiteyi yarıya indirmek için tatmin edici bir yol olabilir (3). Ancak verim açısından dezavantajlı bir yoldur; zira vakum (emme) odasına sızma kayıplarını beraberinde getirebilir. Bu nedenlerle biz yukarıda sözünü ettiğimiz mıknatıs yöntemini seçtik. 2-silindir ve 1-silindirle çalışma yöntemleri aşağıda anlatılmıştır.

#### 3.1 2-Silindirle Çalışma

Büyük kapasite gerektiği zaman iki sıkıştırma odasının kullanımı ve 2-silindirli çalışma hava koşullandırıcının ilk çalışmasındaki gibi gerçekleşir. Geleneksel 2-silindirli kanatlı dönel kompresörde, her odadaki kanatın arkasına spiral bir yay vardır. Böylece kanat, çalışma başladıktan sonra emme ve basma tarafında basınç farkı olmadığı zamanlarda bile dönel pistonla doğru itilir. Bu nedenle her odada sıkıştırmaya başlar. İki-kademeli kompresörde, sadece üst odanın kanatının arkasında bir spiral yay vardır. Böylece yalnız üst odada, çalışma başladıktan sonra sıkıştırma başlar. (Bakınız Şekil 3.) Fakat, üst odadaki sıkıştırma sonucunda gövde içindeki basınç yükselir ve alt odanın kanatı döner pistonla doğru itilir, 2-silindirli çalışma başlar.

#### 3.2 1-Silindirin Çalışması

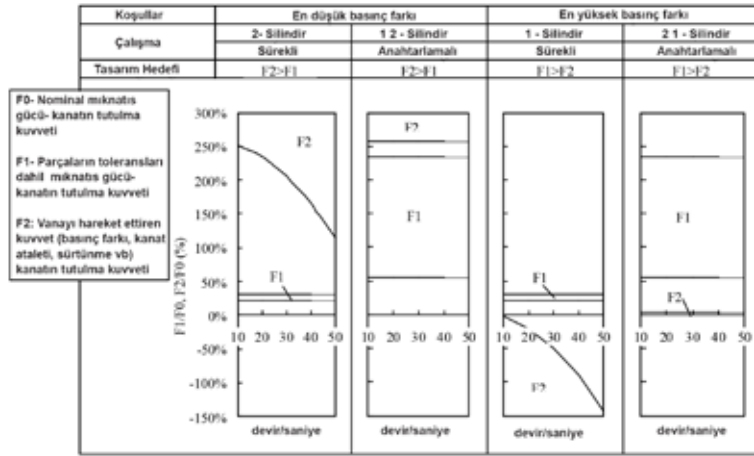
Şekil 3'de gösterildiği gibi, oda sıcaklığının ayar sıcaklığına yakın olması durumunda, düşük kapasite bölgesinde hava koşullandırma çevriminden alt odaya yüksek bir basınç göndermek için 3-yollu vana açılır. Amaç, içeride gövde ile alt oda arasında basınç dengesine ulaşmaktır. Bu, basınç farkıyla dönel pistonla ekli olan kanatı ayırır. Kanat arka tarafına yakın monte edilmiş olan mıknatıs tarafından çekilir ve tutulur. Böylece alt odada sıkıştırma olmaz, yalnız üst oda sıkıştırma yaparak 1-silindirli çalışma gerçekleşir.

Hem 1-silindirli, hem 2-silindirli çalışma alt oda çevriminden basınç seçilerek gerçekleştirilebilir.

#### 3.3 Mıknatıs Tasarımının Optimizasyonu

Bir-silindirli çalışmada kanadı çeken ve tutan mıknatısın tasarımı, iki zıt koşulu sağlamak durumundadır. Birinci koşul 1-silindirli çalışma sırasında kanadı tutmak için "daha güçlü bir

mıknatis uygundur". İkinci koşul ise 1-silindirli çalışmadan kolayca 2-silindirli çalışmaya geçmek için "daha zayıf bir mıknatis uygundur". Vananın tutma gücü (mıknatis gücü) F1'in ve diğer vana çalışma gücü F2'nin karşılaştırılması, Şekil 4'te dört çalışma konumunda gösterilmiştir. Kanadın tutulma gücü F1 mıknatistan uzaklığına göre büyük ölçüde değiştiği için uygun bir tasarıma ihtiyaç vardır. Diyagramda, 2-silindirli çalışmaya devam etmek veya istenirse 2-silindirli çalışmaya geçmeye izin veren  $F2 > F1$  ilişkisi 1 ve 2. çalışma durumlarında,  $F1 > F2$  ilişkisi ise 3 ve 4. çalışma konumlarında belirlenmiştir. Bu düzenleme bu çalışma düzenini devam ettirmeye veya değiştirmeye izin verir. Mıknatis tasarımının optimizasyonu ve parçaların tasarımı her çalışma konumunda istenen düzenlemenin yapılmasını sağlamıştır.

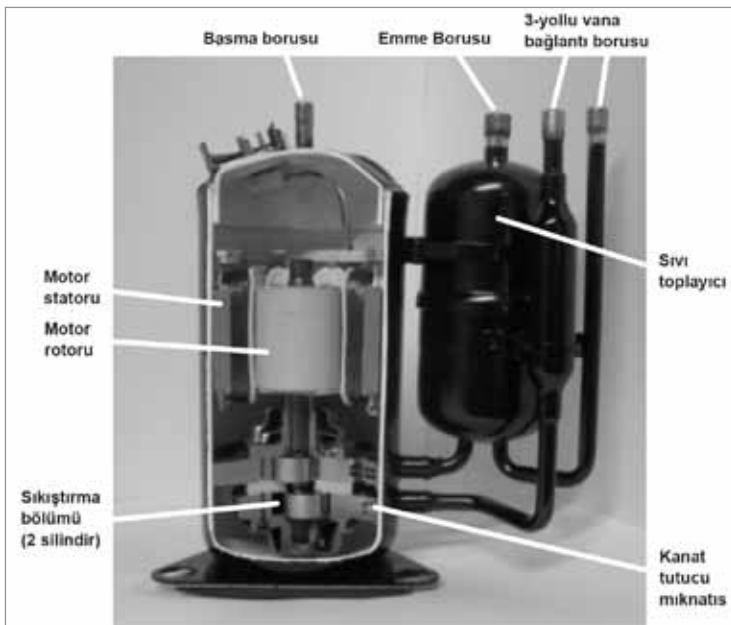


Şekil 4. Dört çalışma konumunda kanatı tutulma kuvvetinin karşılaştırılması

#### 4. ÇİFT-KADEMELİ KOMPRESÖRÜN ENERJİ TASARRUFU

Şekil 5 yeni geliştirilen çift-kademeli kompresörün kesitini gösteriyor. Bu kompresör, fırçasız doğru akım 2-silindirli, vektör kontrolü evirici tarafından hareket ettirilen değişken bir silindir sistemli bir kanatlı dönel kompresördür. R410A soğutucu kullanılarak, soğutma kapasitesi 2,2 ile 7,1 kW arasında değişen konut tipi bir hava koşullandırıcıdır.

Şekil 5. Çift Kademeli Kompresörün Kesiti



Tablo 1'de çift-kademeli kompresörün özellikleri gösterilmiştir. Kompresörün en büyük özelliği değişken silindir sistemidir. Bu mekanizma sayesinde iki sıkıştırma odasından biri soğutucuyu sıkıştırmayı durdururken, diğeri sıkıştırmaya devam ediyor. Böylece, düşük kapasite alanında geniş bir değişken kapasite ve yüksek verimli bir çalışmayı gerçekleştiriyor. Ek olarak, havalandırma delikli, nadir-toprak mıknatisli motor rotoru kullanarak ve mekanik parçaların boyutlarını optimize ederek, bütün kapasite alanında verim artırılıyor ve düşük ses elde ediliyor.

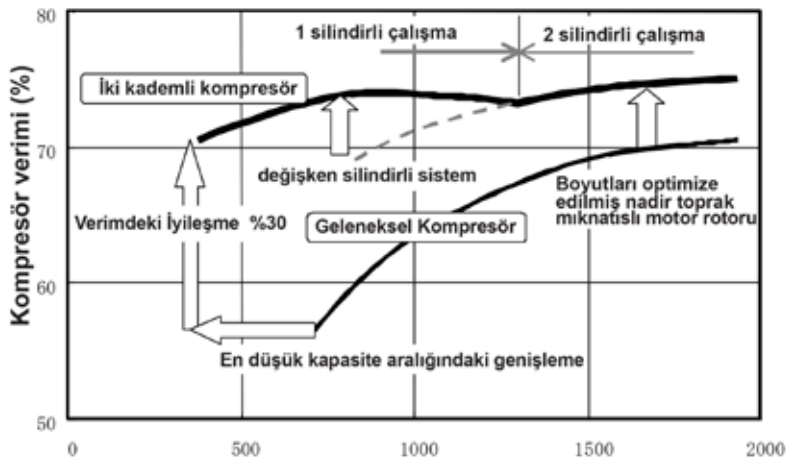
	İki Kademeli Kompresör	2 Silindirli Dönel Kompresör
Model	DA111A1FD serisi	DA91A1F serisi
Kompresör Tipi	Hermetik Dönel	Hermetik Dönel
Kullanılan Soğutucu	R410A	R410A
Yer Değiştirme	11 5.5 cm <sup>3</sup> (Anahtarlama)	9.1 CM <sup>3</sup>
Evirici (Inverter)	Vektör Kontrollü Inverter	Vektör Kontrollü Inverter
Motor Tipi	Fırçasız DC Motor	Fırçasız DC Motor
Kutup sayısı	4	4
Motor Rotor Mıknatisi	Nadir-toprak (Nd-Fe-B)	Ferrit
En Yüksek/En Düşük Kapasite Oranı	27	18
Ağırlık	9.6 kg	10.2 kg
Dış Çap x Yükseklik	f 116x 282mm	f 116x 282mm

Tablo 1. Çift Kademeli Kompresörün Kesiti

#### 4.1 Değişken Silindir Sistemi

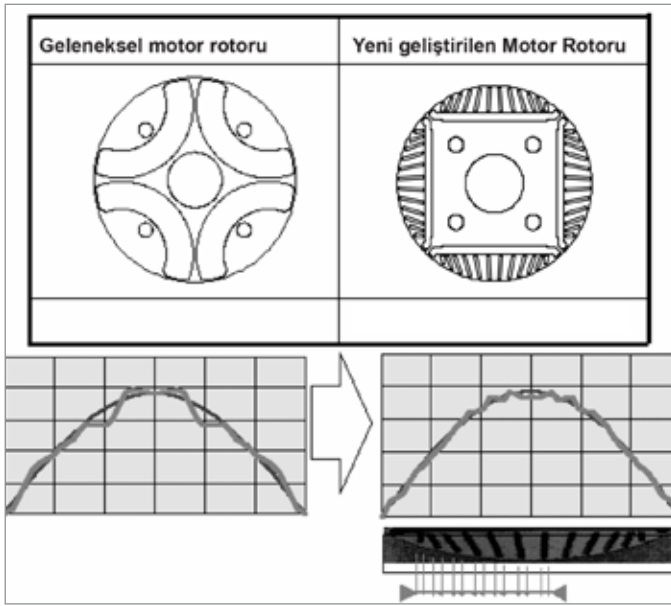
Değişken silindir sisteminin sıkıştırma odalarında ek ve özel parçalar kullanılması gerekmez. Bu nedenle, bu düzenleme 2-silindirli çalışma sırasında kayıpları en aza indirebilir ve 2-silindirli kanatlı dönel kompresörün yüksek verim özelliğini korur. Tek-silindirli çalışmada da alt sıkıştırma odası içindeki basınç gövde içindeki basınçla dengelenmiştir; dönel pistonun yük altında olmadan boşta çalışmasıyla sızıntı, kayma kayıpları vb yaklaşık sıfırlanır.

Öte yandan değişken silindirli sistem en düşük kapasite bölgesinde yüksek verimli çalışmayı gerçekleştirerek, aynı kapasite altında devir hızı 2-silindirli çalışma hızının iki katına çıkarılabilir. Çift-kademeli kompresörün verimlilik özelliği Şekil 6'da gösterilmiştir.



Şekil 6. İki Kademeli kompresör ile geleneksel kompresörün verimlerinin karşılaştırılması

Tek-silindirli çalışma ile düşük kapasite bölgesinde verimlilik geleneksel kompresörlere göre büyük ölçüde düşürülmüştür. Tek-silindirli çalışma sırasında devir hızı iki katına çıkar ve yüksek verimlilikte çalışma olanağı oluşur. Geleneksel kompresörle karşılaştırıldığında değişken silindirli sistemin verimliliği %30 daha fazladır. Kayıpları artıran kesintili çalışma olmaksızın, en düşük kapasitede sürekli çalışmayı gerçekleştirmek için kapasite alanı düşük kapasite bölgesi tarafına da genişletilmiştir. Bunun sonucu olarak, sadece enerji tasarrufu değil fakat aynı zamanda hava koşullandırıcının konfor koşullarını sağlama yetenekleri de elde edilmiştir. Enerji verimi, aşağıda tarif edilen teknolojileri kullanarak, orta ile geniş kapasite alanında %4 geliştirilebilir.



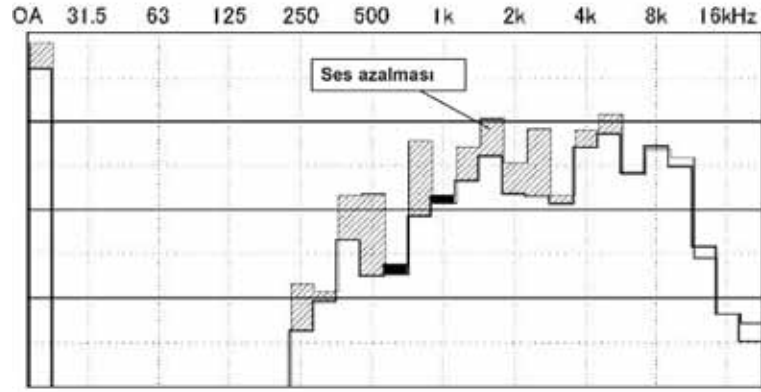
Şekil 7- Motor rotorunda yeni geliştirme ve verim

## 4.2 Motor

Havalandırma delikli, nadir-toprak mıknatıslı (neodimiyum-demirbor) motor rotoru, çift-kademeli kompresörün daha yüksek verime ulaşması için geliştirilmiştir. Şekil 7 yeni geliştirilen motor rotoru ile geleneksel motor gösterilmiştir. Yeni motorun aşağıdaki özellikleri gibidir:

1. Küçültülmüş ve yüksek verimli: Güçlü bir manyetik alana sahip nadir-toprak mıknatıslarının manyetik direncindeki değişkenlikler tarafından oluşan dönme torku kullanılabilir. Bu da, ferrit mıknatıslı geleneksel motor rotoru kullanan bir DC motora göre ağırlıkta %23 azalma ve %1 verim artışı sağlar.

2. Düşük elektromanyetik gürültü: Yeni geliştirilen motor rotorunun havalandırma delikleri, motor rotorunun dış tarafında manyetik akımın dağılımını tekdüze yapar ve Şekil 7'de görüldüğü gibi, endüklenen gerilimin dalga biçimini sinüs eğrisine yakın hale getirir. Bunun sonucunda, elektromanyetik gürültü, Şekil 8'de gösterildiği gibi azalır.



Şekil 8- Güç seviyesinin karşılaştırılması

## 4.3 Mekanik Parçaların Boyutları

Orta ile büyük kapasite alanında verimliliği artırmak için çift-kademeli kompresörün düşük kapasite alanındaki yüksek verim özelliğinden yararlanılırken, sıkıştırma odası hacimlerini genişleterek ve başka yollarla olduğu gibi mekanik parçaların boyutları da optimize edilmiştir. Sonuç olarak, yeni tasarımla geleneksel kompresöre göre kayıplar yaklaşık %18 azaltılmıştır.

## 5. SONUÇ

Çift-kademeli kompresörde birleştirilen teknolojiler, sadece içine yerleştirildikleri hava koşullandırıcının enerji tasarrufu yapmasını sağlamıyor, aynı zamanda yıl boyunca rahat bir ortam konforu sağlayabilecek, sürekli en düşük işletme koşullarını sağlıyor.

Sonuç olarak, değişken kapasite aralığı, en yüksek kapasite/en düşük kapasite geleneksel kompresörlerde 18 iken yeni tasarımda 27'ye genişlemiştir. Bu kompresör düzenlemesi Toshiba "DAISEIKAI NDR" serisinde kullanılıyor (4).

Bu geniş değişken kapasite aralığı hava koşullandırıcıların gelecekteki gelişmelerine büyük katkılarda bulunacaktır. Daha da ötesi, sabit-hızlı kompresörlerde de, yeni teknoloji hava koşullandırıcıların başarımlarının gelişimine katkı yapacak ve birçok ülkede, kayıplar en düşük düzeye düşürülerek enerji tasarrufu düzenlemelerine uyum sağlama olanakları olacaktır. Bu teknolojileri temel olarak, küresel çevre korumaya daha ileri seviyede katkıda bulunmak için ve de konforlu bir iç ortamı oluşturacak hava koşullandırıcıların üretimi için kullanılacaktır.

## DİP NOTLARI

- 1, Hitosugi, T., 2-Cylinder Rotary Compressor, Japanese Laid-Open Patent, Publication, No. H1-247786
- 2, Tsuchiya, N., Capacity Control Mechanism of Multi-Cylinder Rotary Compressor, Japanese Laid-Open Patent Publication, No. S56-12085
- 3, Hirano, T., Rotary Compressor, Japanese Laid-Open Utility Model, No. S59-39794
- 4, Shimizu, K. et al., 2004, The Development of "DAISEIKAI NDR Series" Room Air Conditioner with Greatly Enhanced Energy-Saving in All Types of Residences, Proc. of the 38th Japanese Joint Conf. on Air-conditioning and Refrigeration, JSME, p. 33-36