

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**OTOMOBİL KLİMA SİSTEMİ VE KLİMA SİSTEMİNİN
MOTOR PERFORMANSI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN
İNCELENMESİ**

Mak. Müh. Selçuk OK

**FBE Makina Mühendisliği Anabilim Dalı Enerji Programında
Hazırlanan**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Orhan DENİZ

İSTANBUL, 2008

İÇİNDEKİLER

SİMGE LİSTESİ	iv
KISALTIMA LİSTESİ	v
ŞEKİL LİSTESİ	vi
ÇİZELGE LİSTESİ	viii
ÖNSÖZ	ix
ÖZET	x
ABSTRACT	xi
1. GİRİŞ	1
2. OTOMOBİL KLİMA SİSTEMİ	2
2.1 Klima Sistemi İle İlgili Temel Bilgiler	2
2.2 Klima Sistemini İhtiyaç Duyulmasının Nedenleri	5
2.3 Klima Sisteminin Tarihsel Gelişimi	7
2.4 Isıtma ve Havalandırma Tekniği	9
2.4.1 Isıtma Sistemi	9
2.4.2 Havalandırma ve Filtreleme Sistemi	11
2.4.2.1 Doğal Akışlı Vantilatör	11
2.4.2.2 Zorlayıcı Akışlı Vantilatör (Üfleyici)	12
2.4.2.3 Hava Filtre Sistemi	13
2.4.3 Hava Dağıtım Sistemi	14
3. SOĞUTMA TEKNİĞİ	16
3.1 Temel Bilgiler	16
3.2 Isıtma Tekniği	17
3.3 Basınç	18
3.4 Konfor ve Nem	19
3.5 İdeal Buhar Sıkıştırılmalı Soğutma Çevrimi	20
3.6 Soğutma Çevriminde Kullanılan Akışkanlar	22
3.6.1 R12 (Feron) Gazı	23
3.6.2 R134a Gazı	24
3.6.3. R134a Gazı Kullanımı İçin Klima Sisteminde Yapılan Değişiklikler	24
4. KLİMA SİSTEMİ	26
4.1 Klima Sisteminin Aktivasyonu	26
4.2 Genleşme Valfli Klima Sistemi	28
4.3 Sabit Orifis Valfli Klima Sistemi	31
4.4 Çift Yapılı Klima Sistemi	32
4.5 Klima Sisteminde Havalandırma ve Filtreleme Sistemi	32

5.	KLİMA SİSTEMİNİN ELEMANLARI.....	34
5.1	Kompresör	34
5.1.1	Temel Bilgiler.....	34
5.1.2	Kompresör Çeşitleri.....	35
5.1.2.1	Krank Tipi Kompresör.....	35
5.1.2.2	Eksenel Pistonlu Değişken Kapasiteli Kompresör	36
5.1.2.3	Kanat Tipi Kompresör.....	39
5.1.2.4	Helezyon Tip Kompresör.....	39
5.1.2.5	Elektrikli Kompresör	40
5.2	Kondenser	42
5.3	Nem Alıcı (Kurutucu) / Toplayıcı	44
5.4	Genleşme Valfi / Sabit orifis Valf	45
5.5	Evaporatör.....	47
5.6	Hortumlar.....	48
5.7.	Doldurma Vanası	49
5.8	Üç Fonksiyonlu Presostat	50
5.9	Güç Modülü	51
5.10	Hava Üfleme Düzeneği Motorları	51
5.11	Evaporatör Sondası.....	51
5.12	Dış Sıcaklık Sondası	52
5.13	Araç İçi Sondası.....	52
5.14	Nem Kaptörü	53
5.15	Güneş Kaptörü	53
5.16	Hava Kirlilik Kaptörü	53
6.	KLİMA KONTROL SİSTEMLERİ	54
6.1.	Manuel Klima Kontrol Sistemi (Ford Fiesta).....	55
6.2	Yarı Otomatik Klima Sistemi	57
6.3.	Otomatik Klima Kontrol Sistemi (Honda)	57
7.	KLİMA SİSTEMİNİN MOTOR PERFORMANSI ÜSTÜNDEKİ ETKİSİ (FORD) .	63
7.1	Değişken Hacimli Sallantı Plakalı Kompresörün Çalışma Biçimi ve Özellikleri	63
7.1.1	Değişken Hacimli Sallantı Plakalı Kompresörün Çalışma Biçimi.....	63
7.1.2.	Değişken Hacimli Sallantı Plakalı Visteon Marka Kompresörün Soğutma Kapasitesi ve Güç Tüketimi	66
7.2	Alternatör.....	73
7.3.	Kondenser ve Üfleyici Fanların Özellik ve Güç Tüketim Değerleri.....	75
7.4.	Motor Güç Eğrisi	77
8.	SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	81
	KAYNAKLAR.....	83
	EKLER	84
	ÖZGEÇMİŞ.....	85

SİMGE LİSTESİ

h	Özgül Entalpi.....	kJ/kg
n_k	Kompresör devri.....	d/dk
n_m	Motor devri.....	d/dk
s	Özgül Entropi.....	kJ
P	Basınç.....	kPa
Q_h	Dış ortama atılan ısı.....	kJ
Q_h	Dış ortamdan alınan ısı.....	kJ
T	Sıcaklık.....	$^{\circ}\text{C}$
W_g	Kompresör İşı.....	kJ

KISALTMA LİSTESİ

A/C	Air Conditioner
NAFTA	Northern American Free Trade Agreement States
R12	Soğutucu akışkan (CCI ₂ F ₂)
R134a	Tetrafloroethane – alpha
ROW	Rest of World
WW	Western World

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1	Bölgelere göre toplam araç sayısı içindeki klimalı araç sayısının oranı	3
Şekil 2.2	İngiltere’de yılda üretilen toplam ve klimalı araç sayısı	4
Şekil 2.3	Arzu Edilen Dikey Sıcaklık Dağılımına Bir Örnek	5
Şekil 2.4	Renault araçlarında kullanılan araç içi filtresi	7
Şekil 2.5	İngiltere’deki klimalı araçların yaş profili	8
Şekil 2.6	Yanma odasından sağlanan ısının kullanıldığı su sirkülasyonu ile Isıtma Sistemi	9
Şekil 2.7	Isı değiştirici	10
Şekil 2.8	Su valfi ile sıcaklık kontrolü	10
Şekil 2.9	Araç yüzeyindeki pozitif ve negatif basınç bölgeleri	11
Şekil 2.10	Temiz hava girişi (a) ve araçtaki konum (b)	12
Şekil 2.11	Hava çıkış kanalı	12
Şekil 2.12	Toyota araçlarında hava filtreleme sistemi	13
Şekil 2.13	Peugeot araçlarında hava dağıtım çıkış kanalları (a) ve kontrol panel	14
Şekil 2.14	Hava dağıtım sistemi	14
Şekil 2.15	Klimalı araçlarda hava dağıtım sistemi	15
Şekil 3.1	Değişik iklimlendirme işlemleri	19
Şekil 3.2	Nem grafiği	20
Şekil 3.3	İdeal buhar sıkıştırımlı soğutma çevriminin düzeni (a) ve T-s diyagramı (b)	21
Şekil 3.4	Bir ev buzdolabı	22
Şekil 4.1	Renault araçlarında klima fonksiyonunun dört beyni arasındaki bilgi akışı	26
Şekil 4.2	Renault araçlarda klima fonksiyonunun dört beyni arasındaki bilgi alış verişi	27
Şekil 4.3	Kompresör tahrik sistemi	28
Şekil 4.4	Genleşme valfli klima sistemi	29
Şekil 4.5	Otomobildeki soğutma çevrimi	30
Şekil 4.6	Sabit orifis valli klima sistemi	31
Şekil 4.7	Ford araçlarında kullanılan çift yapıklı klima sistemi	32
Şekil 4.8	Otomobil klimasında hava dağıtım sistemi	33
Şekil 5.1	Kompresördeki akışkanın basınç ve sıcaklığı	35
Şekil 5.2	Toyota araçlarda kullanılan krank tipi kompresör	36
Şekil 5.3	Sallantı plakalı değişken hacimli kompresör	36
Şekil 5.4	Pompalama çevrimi	37
Şekil 5.5	Düşük soğutma ihtiyacında kompresörün çalışması	38
Şekil 5.6	Yüksek soğutma ihtiyacında kompresörün çalışması	38
Şekil 5.7	Kanat tipi kompresör (a) ve kanatlı rotor (b)	39
Şekil 5.8	Helezyon tip kompresör	39
Şekil 5.9	Helezyon tip kompresörün çalışma aşamaları	40
Şekil 5.10	Denso elektrikli kompresörün yapısı	41
Şekil 5.11	Termik anahtarlı elektrikli kompresör	41
Şekil 5.12	Kondenser operasyonunun basitleştirilmiş şekli	42
Şekil 5.13	Kondenserin yapısı (a) ve araçtaki konumu (b)	42
Şekil 5.14	Serpantin alüminyum kanatçıklı kondenser(a) ve düz kanat yapıklı kondenser(b)	43
Şekil 5.15	Çift geçişli kondenser	43
Şekil 5.16	Kurutucu (nem alıcı)	44

Şekil 5.17 Toplayıcı.....	45
Şekil 5.18 Genleşme valfi.....	46
Şekil 5.19 Sabit orifis valfi.....	47
Şekil 5.20 Renault araçlarında kullanılan evaporatör.....	48
Şekil 5.21 Renault araçlarındaki klima sistem boruları.....	49
Şekil 5.22 Renault araçlarındaki doldurma valfleri.....	49
Şekil 5.23 Renault araçlarında kullanılan üç fonksiyonlu presostat	50
Şekil 5.24 Renault araçlarında klima fan hız kontrol modülü.....	51
Şekil 5.25 Renault araçlarında kullanılan evaporatör Sondası.....	52
Şekil 5.26 Dış sıcaklık sondası.....	52
Şekil 5.27 Araç içi sondası	53
Şekil 6.1 Klima kontrol sistemi	54
Şekil 6.2 Manuel klima elemanları.....	56
Şekil 6.3 Yarı otomatik kontrol sistemi.....	57
Şekil 6.4 Otomatik klima beyni tarafından kumanda edilen veya yönetilen elemanların sentezi.....	59
Şekil 6.5 Akışkan basınca ve araç hızına göre motor soğutma fanının çalışması.....	60
Şekil 6.6 Honda Jazz araçlarındaki kontrol paneli	61
Şekil 6.7 Honda Jazz araçlarında hava dağıtım kanalları.....	62
Şekil 7.1 Değişken Hacimli Sallantı Plakalı Kompresör (Cad-Data).....	64
Şekil 7.2 Visteon sallantı plakalı kompresör.....	65
Şekil 7.3 Sallantı plakalı kompresörün kompresör devrine göre tork değişim grafiği.....	66
Şekil 7.4 Sallantı plakalı kompresörün kompresör devrine göre güç değişim grafiği	67
Şekil 7.5 Kompresör hızına göre soğutma kapasitesi grafiği	68
Şekil 7.6 Kompresör hızına göre güç tüketim grafiği	68
Şekil 7.7 Motor hızına göre klima soğutma kapasitesi grafiği.....	69
Şekil 7.8 Motor hızına göre kompresör güç tüketim grafiği	69
Şekil 7.9 Kompresör hızına göre soğutma kapasitesi grafiği.....	70
Şekil 7.10 Kompresör hızına göre güç tüketim grafiği	71
Şekil 7.11 Motor hızına göre klima soğutma kapasitesi grafiği.....	71
Şekil 7.12 Motor hızına göre kompresör güç tüketim grafiği	72
Şekil 7.13 Araçta elektrik enejsi üreten alternatörün şekli.....	72
Şekil 7.14 115A Alternatörün değişik devirlerdeki tork grafiği.....	73
Şekil 7.15 115A Alternatörün Değişik Devirlerdeki Güç Grafiği.....	74
Şekil 7.16 12" Üfleme aksiyal vantilatör.....	75
Şekil 7.17 Tekli üfleyici fan	76
Şekil 7.18 Motorun devre bağlı tork değişim grafiği (Ford).....	77
Şekil 7.19 Motorun devre bağlı güç eğrisi (Ford).....	77
Şekil 7.20 Klima ve motorun kompresör devrine göre güç eğrileri.....	79

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 2.1 Bölgelere göre klimalı (a) ve otomatik klimalı (b) araç sayısının toplam araç sayısına içindeki oranı	3
Çizelge 2.2 İngiltere’de yıllara göre toplan üretilen araç sayısına içindeki klimalı araç sayısının oranı	4
Çizelge 3.1 Suyun kaynama noktasının vakum (basınç değişimi) ile değişimi	18
Çizelge 7.1 Sallantı plakalı kompresörün teknik özellikleri	65
Çizelge 7.2 Klima kompresörünün klima açık ve klima kapalı konumlarında kasnak devrine göre tork ve güç değerleri	66
Çizelge 7.3 FORD 90 Ps Dizel Lynx motorun çalışma bilgi tablosu.....	67
Çizelge 7.4 Kompresör devrine göre soğutma kapasitesi ve güç tüketim bilgileri	70
Çizelge 7.5 115A Visteon alternatörün kasnak devrine göre tork ve güç değerleri tablosu ...	73
Çizelge 7.6 Kondensör soğutma fanı bilgi tablosu.....	74
Çizelge 7.7 Üfleyici Fanın Bilgi tablosu	75
Çizelge 7.8 FORD 90 Ps Dizel Lynx motorun güç ve tork değerleri	76
Çizelge 7.9 Klima ve motorun değişik devirlerdeki güç değerleri.....	79

ÖNSÖZ

Yüksek lisans tezi olarak sunduğum bu çalışmada, otomobil klima sisteminin yapısı ve motor üstündeki etkisi incelenmiştir. Bu çalışmamda otomobil klima sistemi hakkında yeterli araştırma yapılmadığı ve konu ile ilgili kaynakların sınırlı olduğunu fark ettim. Bu nedenle tezimde klima sistemini olabildiğince geniş bir açıdan incelemeye çalıştım. Bunun neticesinde tezimin bu konu ile ilgili araştırma yapacak arkadaşlarıma faydalı olacağı kanaatindeyim.

Lisans öğrenimim boyunca ve tez çalışmamda bana yol gösteren değerli hocam Sayın Prof. Dr. Orhan DENİZ' e, yoğun iş temposuna rağmen bana vakit ayırıp yardımını esirgemeyen TEMSA A.Ş 'de klima sistemleri ar-ge mühendisi Hayri EREN'e teşekkürlerimi sunarım.

Üniversite hayatım boyunca mühendislik bakış açısını kazanmamda emeği olan, kısıtlı imkanlarla iyi mühendisler yetiştirmek için emek harcayan tüm değerli hocalarıma teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım.

ÖZET

Otomobil klima sisteminin çalışma yapısı ve sistem elemanları ayrıntılı incelenmiştir. Değişik koşullarda klima sisteminin motor üzerindeki enerji etkisi incelenmiştir.

Klima sisteminin güç tüketim eğrisi hesaplanmıştır. Motor güç eğrisi ile klima sistemi güç eğrisi birbiri ile kıyaslanmıştır. Güç eğrisine göre klima sisteminin etkisi analizi edilmiştir.

Anahtar Kelimeler : Otomobil Klima Sistemi, Kompresör, Klimanın Güç Tüketimi, Motor Performansı

ABSTRACT

Operation and components of automotive air conditioning system was described in detail.

Total energy effect of air conditioning system an engine performance was studied in several conditions.

Power consumption curve of air conditioning system was calculated. Power curves of engine and air conditioner was compared. Effect of air conditioning system was analyzed according to power curves.

Keywords: Automotive Air Conditioning System, Compressor, Power Consumption of Air Conditioner, Engine Performance

1. GİRİŞ

Günümüzde klima sistemi otomobil denilince akla ilk gelen fonksiyonlardan birisidir. Klima sisteminin bugünkü yapısını kazanması uzun yıllar almıştır. Klima sistemi araçlarda 1940 yılında itibaren çeşitli şekillerde var olmuştur. Bugünkü manada klima sisteminin etkin kullanımı 1990 yılında başlamıştır. Klima sisteminin sağladığı konfor şartları klima sistemi olan araçlara talebin hızla artmasına neden olmuştur.

Günlük hayatımızda önemli bir yeri olan klima sistemini daha iyi anlayabilmek için tarihsel gelişimini, soğutma tekniğini, elemanlarını, çalışma sistemini incelememiz gerekir. Diğer bir önemli nokta da klima sisteminin çalıştırdığımızda araçta ne kadar güç tüketim artışı yarattığıdır. İlerleyen bölümlerde klima sistemine ihtiyaç duyulmasının nedenleri, klima sisteminin tarihsel gelişimi, soğutma tekniği, sistem elemanları, kontrol sistemleri hakkında bilgi verilecektir. Son bölümde ise klima sisteminin güç harcayan elemanları olan kompresör, soğutma fanı, üfleyicinin ne kadar güç harcadığı, motordan hangi devirde ne kadar güç tükettiği incelenecektir. Son olarak klima sisteminin güç tüketim eğrisi ile motor güç eğrisinin grafiği oluşturulacaktır.

2. OTOMOBİL KLİMA SİSTEMİ

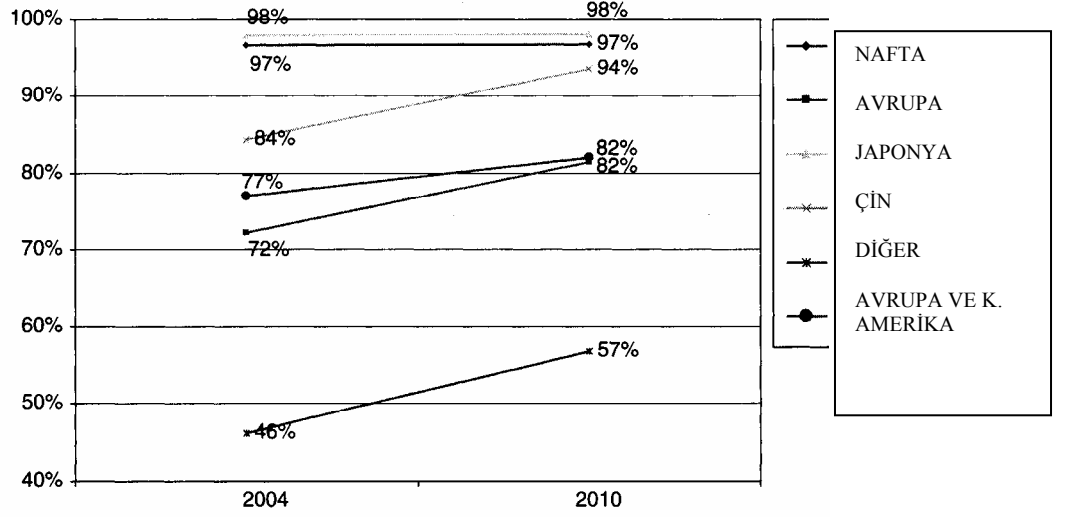
2.1 Klima Sistemi ile İlgili Temel Bilgiler

Klima aracın iç kısmındaki havanın sürücü ve yolculara rahatlık veren bir sıcaklıkta ve rutubette olmasını sağlayan ekipmanların bütününe verilen genel bir isimdir. Genel olarak otomotiv kliması aşağıdaki işlevlere sahiptir:

- * Kabin içi sıcaklığın kontrolü
- * Hava sirkülasyon kontrolü
- * Nem kontrolü
- * Kabin içi havasının temizlenmesi.

Kabin havasının sıcaklığı yüksek olduğu zaman, havanın ısısı alınarak (hava soğutularak) ve havanın içerisindeki rutubet miktarı fazla olduğu zaman havanın nemi alınarak (kurutularak) araçta bulunan sürücü ve yolculara büyük konfor sağlar. Günümüzde araç kullanan ve araçta yolculuk eden bizler iş yerimizde ve evimizdeki konfor seviyesini araçta da yaşamak isteriz. Klima donanımının görevi; saf, insana hoş gelecek şekilde ısıtılmış ve nemi iyice alınmış kabin içi hava için sıhhi ve fizyolojik temel esasları sağlayarak gerekli konfor seviyesini yaratmaktır. Bu sayede aracın içindekilere güvenir ve gerilimsiz sürüş, seyahati mümkün kılan bir rahatlık ve konfor duygusu sağlanır.

Klimanın sürücü ve yolculara sağladığı konfor nedeniyle, klimalı araçlara olan talep ciddi boyutlarda artış göstermiştir. Bu talebe bağlı olarak 1995 yılından itibaren dünyada yılda üretilen araç sayısı içindeki ve toplam araç sayısı içindeki klimalı araç sayısı yüzdesi yıldan yıla ciddi artış göstermiştir.



Şekil 2.1 Bölgelere göre toplam araç sayısı içindeki klimalı araç sayısının oranı (Daly, 2006)

Şekil 2.1'deki grafikten anlaşılacağı gibi klimalı araç sayısı toplam araç sayısı içindeki payı Kuzey Amerika bölgesinde 2004 yılı rakamlarına göre %97'ye, Japonya'da % 98'e ulaşmaktadır.

Çizelge 2.1 Bölgelere göre klimalı (a) ve otomatik klimalı (b) araç sayısının toplam araç sayısına oranı (Daly, 2006)

Klimalı Araç Oranı (Moment, Yarı Otomatik ve Otomatik)		
	2004	2010
Kuzey Amerika	97 %	97 %
Avrupa	72 %	82 %
Japonya	98 %	98 %
Çin	84 %	94 %
Diğer	46 %	57 %
Avrupa ve Kuzey Amerika	77 %	82 %

(a)

Otomatik Klimalı Araç Oranı		
	2004	2010
Kuzey Amerika	48 %	58 %
Avrupa	50 %	67 %
Japonya	68 %	72 %
Çin	40 %	61 %
Diğer	13 %	23 %
Avrupa ve Kuzey Amerika	43 %	53 %

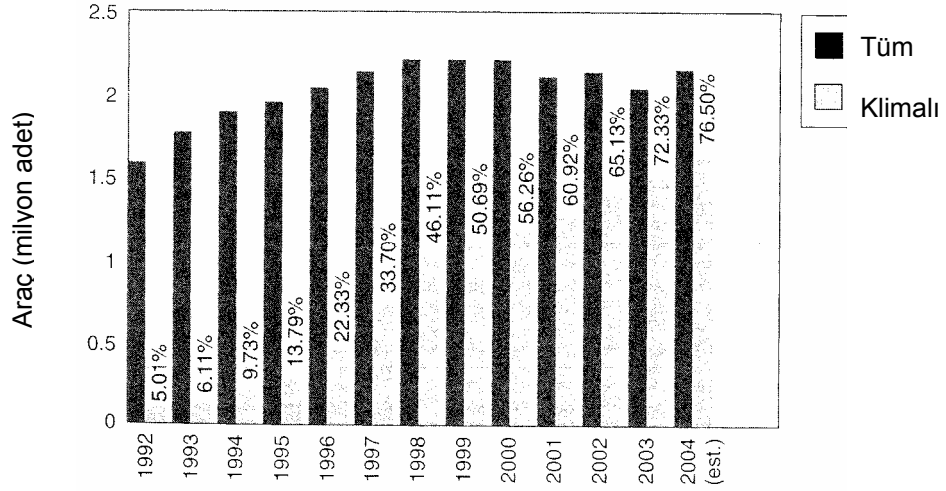
(b)

İngiltere'de 1995 yılından itibaren yılda üretilen klimalı araç sayısı ve o yıl içinde üretilen toplam araç sayısına oranı Çizelge 2.2'deki gibidir.

Çizelge 2.2 İngiltere’de yıllara göre toplan üretilen araç sayısı içindeki klimalı araç sayısının oranı (Daly, 2006)

Yıl	Klimalı Araç	Toplam Verilen Araç İçindeki %’desi
1995	267 932	13,79 %
1996	451 030	22,33 %
1997	726 190	33,70 %
1998	1 024 009	46,11 %
1999	1 094 381	50,69 %
2000	1 168 849	56,26 %
2001	1 293 679	60,92 %
2002	1 405 092	65,13 %
2003	1 500 902	72,33 %
2004	1 693 250	76,50 %

İngiltere’de 2004 yılı verileriyle her 100 araçtan 76 adedi klimalı olarak üretilmektedir.



Şekil 2.2 İngiltere’de yılda üretilen toplam ve klimalı araç sayısı (Daly, 2006)

Şekil 2.2’den de anlaşılacağı gibi İngiltere’de yılda üretilen araç sayısı çok büyük değişkenlik göstermezken yılda üretilen klimalı araç sayısı yıldan yıla hızla artarak 2004 yılında %76’ya ulaşmıştır.

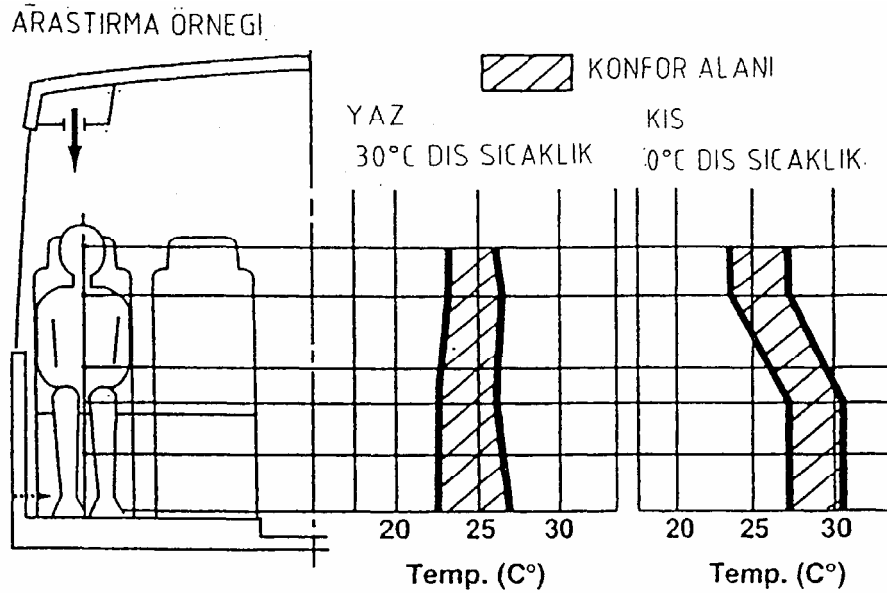
Tüm bu verilerden anlaşılacağı gibi sürücüler ve yolcular klimanın sağladığı konforla seyahat etmek için klimalı araçlara ciddi talep yaratmışlardır. Üreticilerde müşterilerinin beklentilerini karşılamak için bu teknoloji üstünde aralıksız çalışarak klimanın sağladığı faydaları arttırırken, maliyet oluşturan etkenleri (komponent, yakıt ve çevresel zararları) minimize etmek için yoğun çaba harcamaktadırlar. İleriki bölümlerde bu gelişmeler hakkında detaylı bilgi verilecektir.

2.2 Klima Sistemine İhtiyaç Duyulmasının Nedenleri

Klima sistemine ihtiyaç duyulmasının temel nedeni s¼r¼c¼ler ve yolcular için gerekli konfor Şartlarını araç ortamında sağlayabilmektir. Konfor fiziksel olarak iyi olma ve iklim ise bir alanın hava koŐulları olarak tanımlanabilir. İklimsel konfor parametreleri, incelenen spesifik olaya g¼re deėiŐmekle birlikte, sıcaklık, bağıl nem, hava akış hızı, havadaki koku, havalandırma ve ısıl radyasyondur. Bu parametreler konfor Şartlarını sağlayacak Şekilde bir araya getirmek için ısıtma, soğutma ve filtreleme teknikleri uygulanmaktadır.

Dış hava sıcaklığının d¼Ő¼k olduğu zamanlarda, ¼zellikle kış aylarında, araç içindeki nemli ve sıcak hava soğuk cam y¼zeylerinde yoğuşarak g¼r¼Ő¼ perdeler. Klima sistemi araç içindeki havanın nem miktarını ayarlamaya yardımcı olur. Araç i hacimdeki fazla nem evaporat¼rde yoğuşur ve araç içindeki havanın fazla nemi alınmış olur.

Ortam mahallinde istenen hava sıcaklığı dış ortam sıcaklığı ile bağıntılıdır. Yapılan araŐtırmalara g¼re 15 °C civarında bir dış hava sıcaklığı için iç ortam sıcaklığının 21 °C olması uygundur (Apaydın, 2002). Hoorneman'nın (1997) yaptığı araŐtırmaya g¼re sıcaklıkla ilgili konfor Őartının gerçekleşmesi için sıcaklık dağılımının Şekil 2.3'deki gibi olması gerekir.



Şekil 2.3 Arzu Edilen Dikey Sıcaklık Dağılımına Bir ¼rnek (Hoornema, 1997)

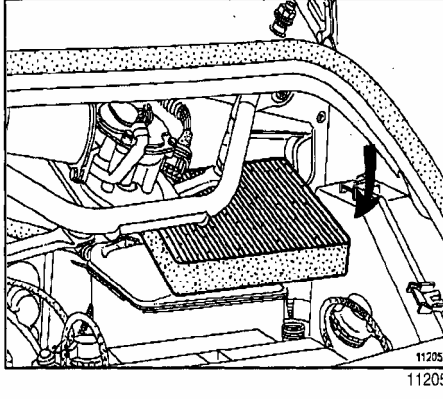
Şekil 2.3'ü incelediğimizde sıcaklık konfor şartı için araç içi sıcaklık dağılımının ve seviyesinin ne olması gerektiği görülmektedir. Hoorneman (1997) buna dikey sıcaklık dağılımı adını vermiştir. Kış mevsiminde ayak hizasındaki sıcaklık, baş hizasındaki sıcaklıktan daha yüksek olmalıdır. Yazın ise 25 °C sıcaklık konforlu iç ortam sıcaklığıdır. Günümüzde hava üfleme çıkışlarına baktığımızda (baş ve ayak hizası) bu ihtiyacı karşılamaya yönelik olduğunu görebiliriz.

Araç içindeki havanın tazelenmesi için dış ortam ile sirkülasyonu gereklidir. Dış ortam ile hava sirkülasyonu arttıkça şartlandırılması gereken hava miktarı da artar. Bu da yakıt tüketimini artırır. Özellikle dış havanın iç havaya göre daha kirli olduğu bölgelerde dış hava sirkülasyonunun sürekli kullanılmaması gerekir.

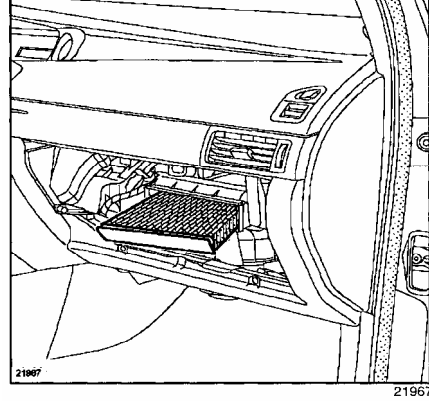
Klima sisteminden beklenen diğer bir özellikte iç mahalle temiz hava sağlayabilmesidir. Temiz hava, havadan toz, polen ve kokunun giderilmesi ile elde edilen havadır.

Toz filtreleme ile kolayca tutulabilir. Hava akışına gösterdiği direnci arttırmadan filtrelemeyi daha verimli hale getirmek elektrostatik filtreler ile mümkün olmaktadır. Elektrostatik filtreler dokumasız filtrelere örnektir. Bu tip filtreler kutuplaşmış olan partikülleri elektrostatik fiberleri yardımıyla tutar. Bundan sonraki adım ise hava içindeki benzin, mazot egzost gazlarını ve kokuyu gidermek olacaktır. Bu tip yapıları filtrelemek için ise daha özel filtreler geliştirilmiştir. Bu tip filtreler kokunun ana maddesi olan asetaldehiti amino grubu bir baz yardımıyla filtre eder (Tanahashi, 1997).

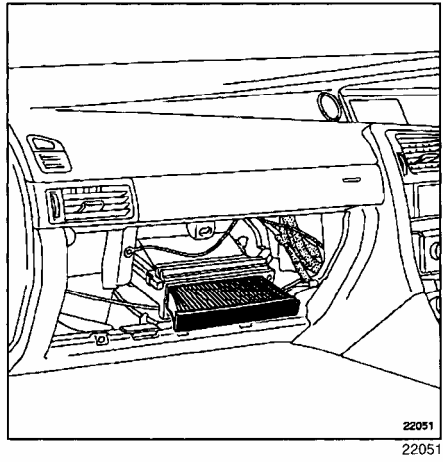
Renault araçlarında kullanılan dış hava girişinde yer alan araç içi filtresi şekil 2.4'de görülmektedir.



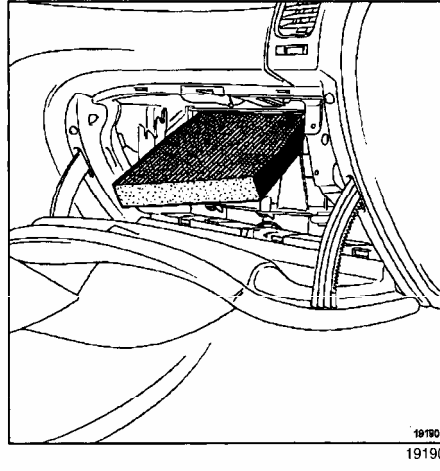
Tüm AVANTIME tiplerinde araç içi filtresi.



Sağdan direksiyonlu VEL SATIS'de araç içi filtresi.



Soldan direksiyonlu VEL SATIS'de araç içi filtresi.



Tüm LAGUNA II tiplerinde araç içi filtresi.

Şekil 2.4 Renault araçlarında kullanılan araç içi filtresi (www.obitet.gazi.edu.tr/ klimalar/ Megane, 2007)

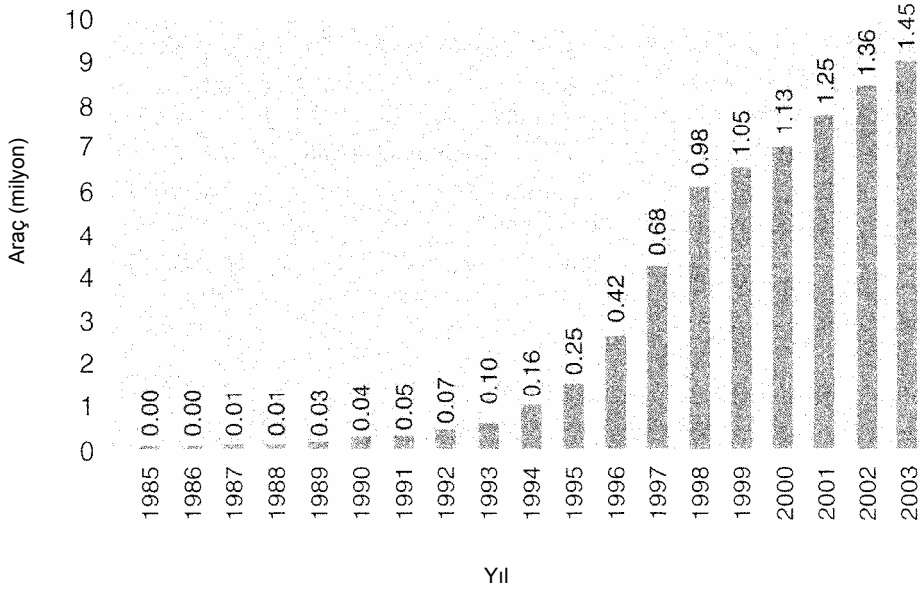
2.3 Klima Sisteminin Tarihsel Gelişimi

Tarih boyunca insanların farklı bölgelerde yaşamaları ve birbirleriyle etkileşim halinde olması nedeniyle yolcu, eşya, hayvanların bir noktadan başka bir noktaya taşınması ihtiyacını doğurmuştur. Otomobilin icadı ile birlikte insanların seyahat konforu artmış ve süresi kısalmıştır. İlk otomobillerde kabin açık olup yolcular hava koşullarıyla direkt etkileşim içinde olmuşlardır. Daha sonra kapalı kabinlerin yapılmasıyla yolcuların konfor ihtiyacını sağlamak amacıyla ısıtma, soğutma ve filtreleme konuları gündeme gelmiştir. İlk ısıtma sistemi kil tuğlalarının aracın iç yüzeyine konumlandırıldığı ve basit bir yakıt brülörü ile bu tuğlaların ısıtılması ile işleyen bir sistemdir. İlk araçlarda havalandırma araç camlarının eğildiği veya açıldığı ya da ön camın eğilmesiyle çalışan bir sistemdir. Ayrıca kapılarda hava oluşumu sağlayan ventiller mevcuttu. Ancak bu sistemde hava akışı tamamen aracın hızına bağlı olduğu için ve herhangi bir filtreleme olmadığından etkili bir sistem değildi. Soğutma

sistemi için ise iç kabine hava girişini sağlayan kanallardan geçen havanın buz kalıpları ile soğutulmasına dayanıyordu.

Ticari anlamda ilk klima donanımlı otomobil 1939 yılında Packard tarafından üretildi. Sistem kompresör, kondenser, nem alıcı, evaprotörden oluşmaktaydı. Sistem üfleyici şalteri ile kontrol ediliyordu. Packard pazarlama kampanyasında “Dünyanın tek klimalı aracı ile bu yaz sıcaklığı unutun” sloganını kullandı. Sistemin en büyük dezavantajı kompresörün sürekli devrede kalmasıydı. Kompresörde kavrama düzeneği bulunuyordu. 1940-41 yıllarında birçok araba üreticisi benzer sistemler uyguladı. İkinci Dünya Savaşı’ndan sonra Cadillac yeni klima sistemini tanıttı. Bu sistemde klima kontrol ünitesi arka koltuğun üstündeki bölmede yer alıyordu. Sürücü sistemi kapamak için arka koltuğa kadar uzanması gerekiyordu. Tabii ki bu sistem klimayı kapatmak için motor kaputunu açıp kompresör kayışını devre dışı bırakmaktan daha iyiydi. 1954-55 yıllarında Nash-Kelvinator bugünkü bildiğimiz anlamda ilk klima kontrol ünitesini ön panelde yer alan klima sistemini geliştirdiler (Daly, 2006). Ama sistemindeki dizayn, performans ve çevreye etkileri ile ilgili sorunların aşılması uzun yıllar almıştır.

Klima sisteminin taşıtlarda etkin ve yüksek oranda kullanılması 1990 yıllarında başlamıştır. Şekil 2.5’de İngiltere’de 1985 yılından 2003 yılına kadar yollarda olan toplam klimalı araç sayısının yaş dağılımı görülmektedir. 2003 yılında toplam yollarda olan klimalı araç sayısı 9.1 milyon adetken, o yıl üretilen klimalı araç sayısı 1,45 milyon adettir.



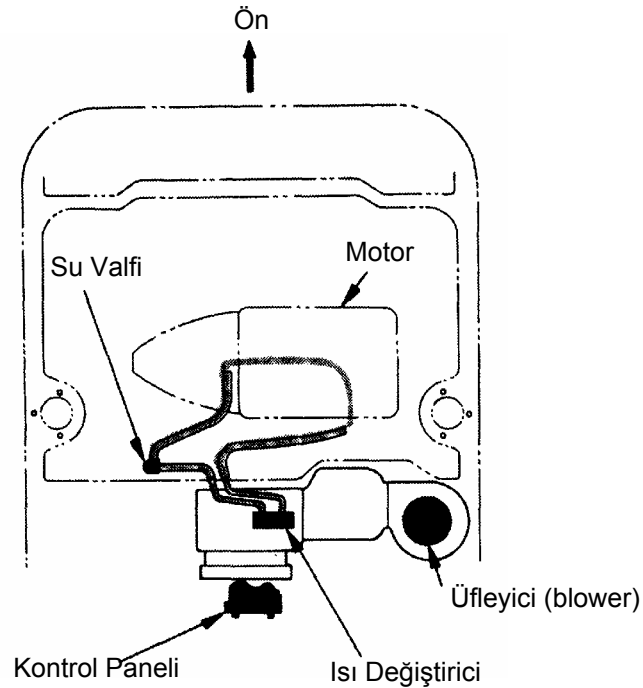
Şekil 2.5 İngiltere’deki klimalı araçların yaş profili (Daly, 2006)

2.4 Isıtma ve Havalandırma Tekniği

Otomobillerde ısıtma ve havalandırma sistemi sadece sıcaklık kontrolü sağlayan bir fonksiyon olarak düşünülmemelidir. Bu sistem sayesinde sürüş yorgunluğu azalırken, iyi bir görüş ve gerekli konfor seviyesinin sürdürülmesi sağlanır. Devamlı iç hava sirkülasyonu ve kötü koku azalırken, havadaki nem oranı gerekli konfor seviyesini sağlayacak şekilde muhafaza edilir. Özellikle iç kabindeki havada karbondioksit oranının artması sürücünün dikkat ve tepki seviyesinin azalmasına neden olur. Bunun için iç kabindeki hava hacmi kadar havanın bir saatlik zaman diliminde yenilenmesi gerekir. Tabii ki burada iç hacmin büyüklüğü ve mevcut yolcu sayısı bu oranın değişmesinde etkindir.

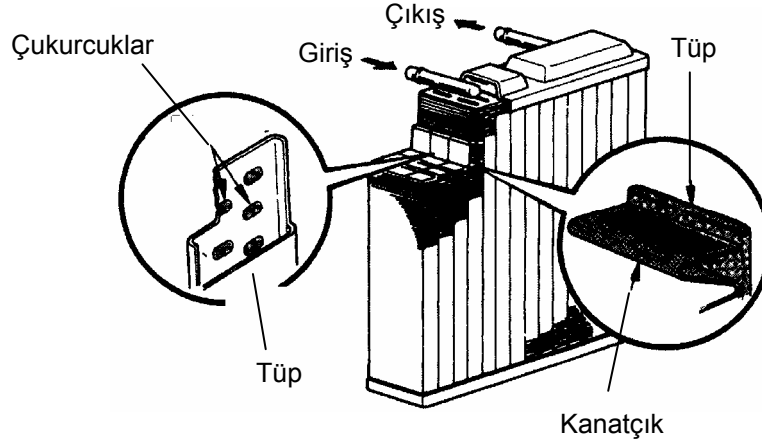
2.4.1 Isıtma Sistemi

Isıtma sisteminin temeli yeterli ısı transferinin bir noktadan başka bir noktaya transferine dayanır. Isıtıcı, araç içindeki havayı ya da dışarıdan alınan havayı ısıtarak istenilen konfor seviyesinin oluşmasını sağlayan cihazdır. Isınmış hava, hava kanallarında dış mahalden alınan hava ile karıştırılarak iç kabine gönderilir. Genellikle motorlarda yanma prosesi sonucu açığa çıkan enerji, bu bölgede dolaştırılan sirkülasyon suyuna aktararak havanın ısıtılmasında kullanılır (Şekil 2.6).



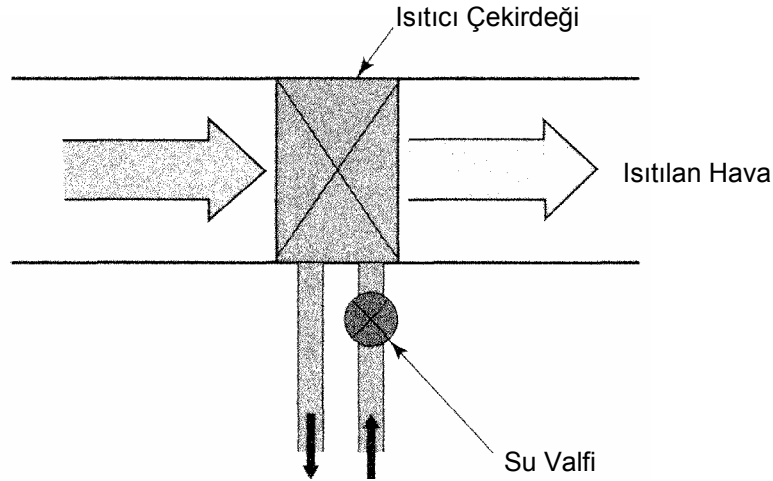
Şekil 2.6 Yanma odasından sağlanan ısının kullanıldığı su sirkülasyonu ile Isıtma Sistemi (Daly, 2006)

Yanma odasından ısı transferi ile ısınan su ısı değiştiriciye gelerek üfleyiciden gelen havanın ısıtılması sağlanır. Isı değiştirici aynı bir radyatörde olduğu gibi ısı transfer yüzeyi arttırılmış bir cihazdır (Şekil 2.7).



Şekil 2.7 Isı değiştirici (Daly, 2006)

Bu sistemde ısı kontrolü sürücü yanında yer alan ana kontrol panelinden sağlanır. Sürücü veya yolcular bu kontrol panelinden iç kabindeki havanın sıcaklığını ayarlayabilirler. Kontrol paneli sıcaklık değişimini iki şekilde sağlar. Birinci yöntem; sirkülasyon suyunun debisini arttırmak veya azaltma ile sıcaklık değişimidir. Böylece ısı değiştiriciye daha az veya fazla su gelmesi sağlanır. İkinci yöntem ise ısı değiştirmeye giden havanın debisini arttırarak ya da azaltarak sağlanan ısı değişimidir (Şekil 2.8).



Şekil 2.8 Su valfi ile sıcaklık kontrolü (Daly, 2006)

Sistemde kontrol valfi yardımıyla motor soğutma sistemindeki soğutucu akışkanın miktarı değiştirilerek ısı değiştiriciye değişik sıcaklıklarda akışkan debisi ve sıcaklığının motor hız ve

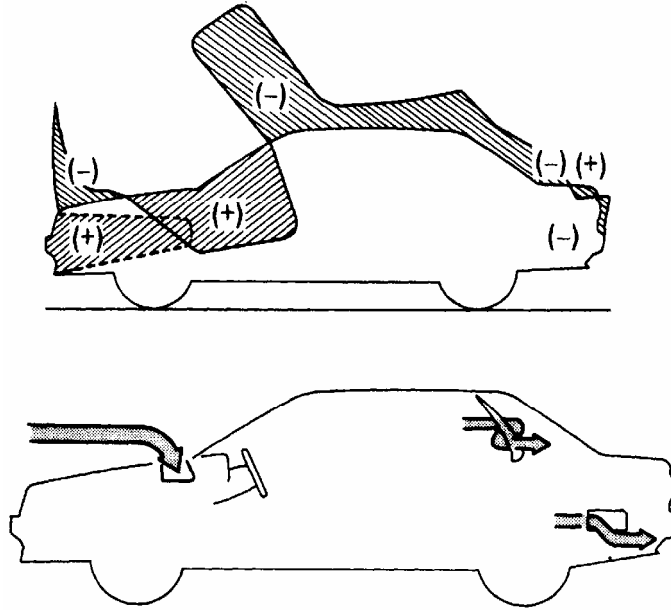
yük durumuna bağlı olması nedeniyle, kontrolü oldukça zordur. Bu yüzden sürücü veya yolcuların kontrol panelinden ani isteklerine sistem anında cevap veremeyebilir. Örneğin ana kumanda panelinden daha düşük sıcaklık talep edildiğinde, kontrol valfi ısı değiştiriciye giren akışkan debisini azaltacaktır. Böylece ısı değiştiricinin ısı azalacaktır. Bu yolla radyatör kanatçıklarından geçen havanın sıcaklığının düşmesi ile iç kabine üflenen havanın sıcaklığı da düşecektir. Ancak tüm bu denklemin tümünün gerçekleşmesi zaman alacaktır.

2.4.2 Havalandırma ve Filtreleme Sistemi

Vantilatör havayı direkt olarak aracın iç kısmına doğru gönderen cihazdır. Araçlarda genel olarak iki tip vantilatör kullanılmaktadır. Bunlar doğal akışlı vantilatör ve zorlayıcı akışlı vantilatördür (üfleleyici).

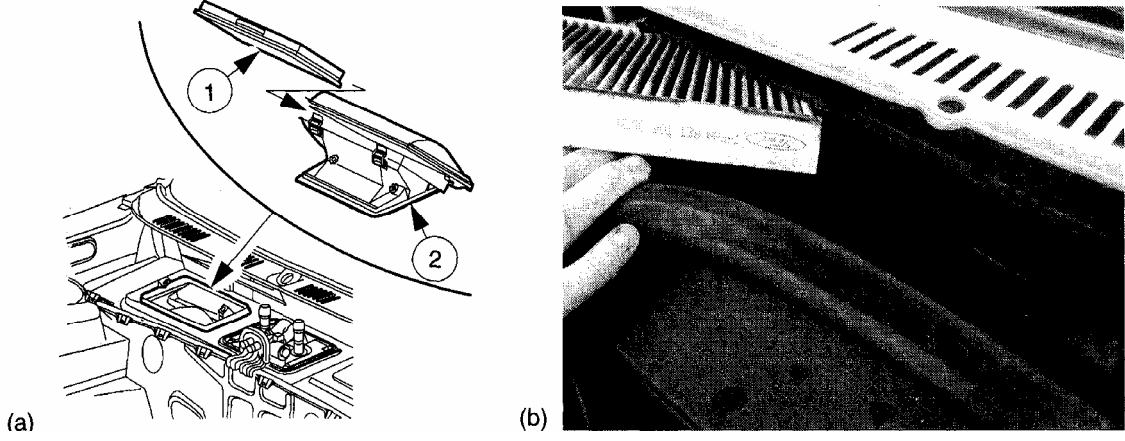
2.4.2.1 Doğal Akışlı Vantilatör

Temel prensip, aracın ileriye doğru hareketinden kaynaklanan hava akışından faydalanmaktır. Aracın ileriye doğru hareket ile araç yüzeyinde aracın aerodinamik şeklinden dolayı pozitif ve negatif basınç bölgeleri oluşur. Pozitif basınç bölgeleri hava girişi için hava ventillerinin konumlandırılabilceği bölgelerdir. Hava ventillerini konumlandırmak için en uygun bölge ön camın altında yer alır. Bu bölgede statik basınç çok yüksektir ve araç içine hava akışı sağlamak için uygun bir bölgedir (Şekil 2.9).



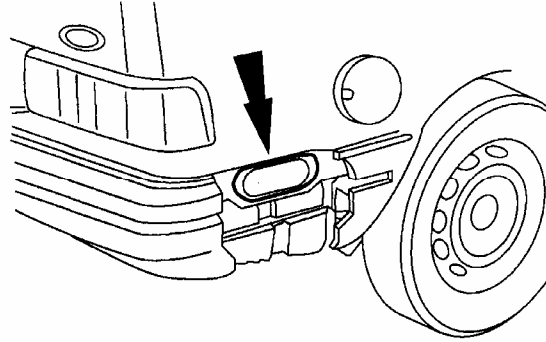
Şekil 2.9 Araç yüzeyindeki pozitif ve negatif basınç bölgeleri (Daly, 2006)

Pozitif basınç bölgesinin olduğu ön camın altında yer alan giriş menfezlerinin altında toz, kir, polen gibi araç içine girmesi istenmeyen maddeleri tutmak için polen filtresi yer alır. Polen filtresinden geçen temizlenmiş hava iç kabine verilir. Şekil 2.10'da Ford Fiesta aracına ait polen filtresi ve araçtaki konumu yer almaktadır.



Şekil 2.10 Temiz hava girişi (a) ve araçtaki konum (b)(Daly, 2006)

Kirli hava çıkışı negatif basınç bölgesinde yer alan arka çamurluk yanındaki çıkış kanalından gerçekleştirilir. Kanalın çıkışında hareketli lastik kapakçık vardır. İç kabine hava akışı olmadığı zaman bu kapakçık egzost gazlarının iç kabine girmesini engellemek için kapalıdır. Şekil 2.11'de hava çıkış kanalı görülmektedir.



Şekil 2.11 Hava çıkış kanalı (Daly, 2006)

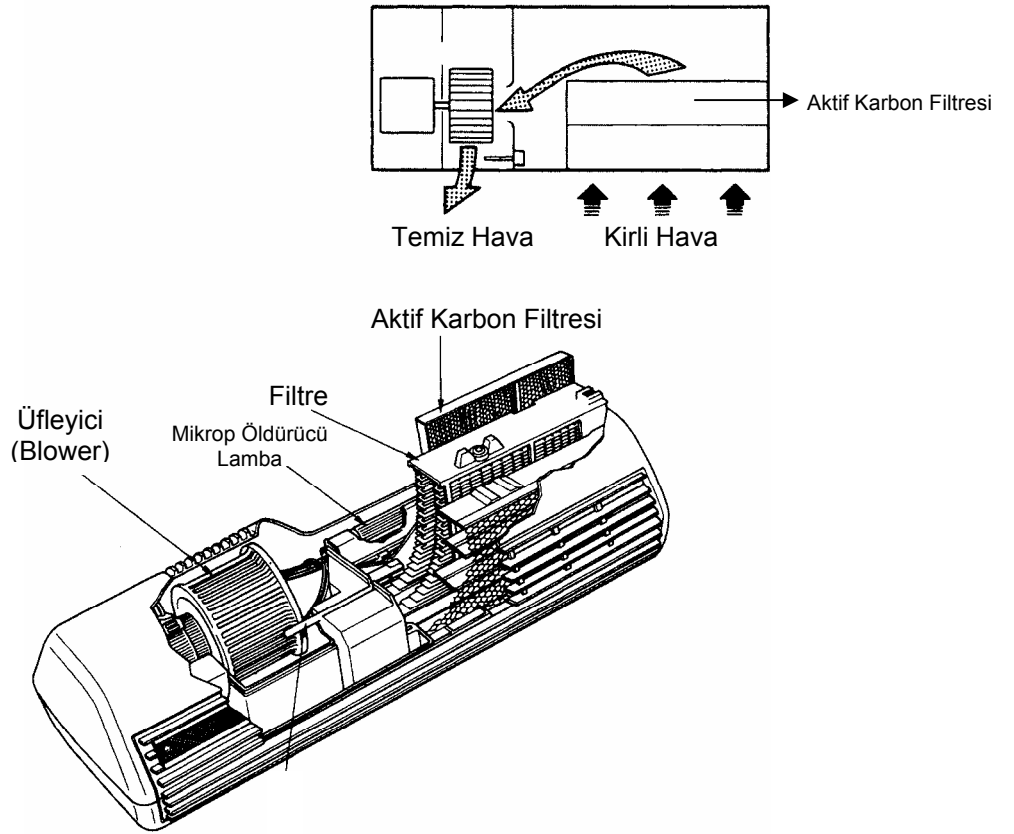
2.4.2.2 Zorlayıcı Akışlı Vantilatör (Üfleyici)

Zorlayıcı akışlı vantilatör sistemi elektrikli fanın kullanıldığı bir sistemdir. Fan genellikle araç hızı düşük olduğu ya da yüksek konfor seviyesinin istendiği durumlarda devreye girer. Üfleyici, havayı ısı değiştiriciye göndererek havanın ısınmasını ve iç kabine ulaştırılmasını sağlar.

2.4.2.3 Hava Filtre Sistemi

Polen filtresi ön camın önündeki giriş menfezlerinin altında, ısı değiştiriciden önceki giriş ağzında yer alır (şekil 2.10). Lifli dokusu sayesinde büyük partiküllerin sisteme girmesini engellerken, elektrostatik özelliği sayesinde küçük partiküllerin de geçişinin engellemesini sağlar. Polen filtresi görünen partiküllerin engellenmesi yanın da polen, spor ve çeşitli tozların kabin havasına karışmasını da engeller.

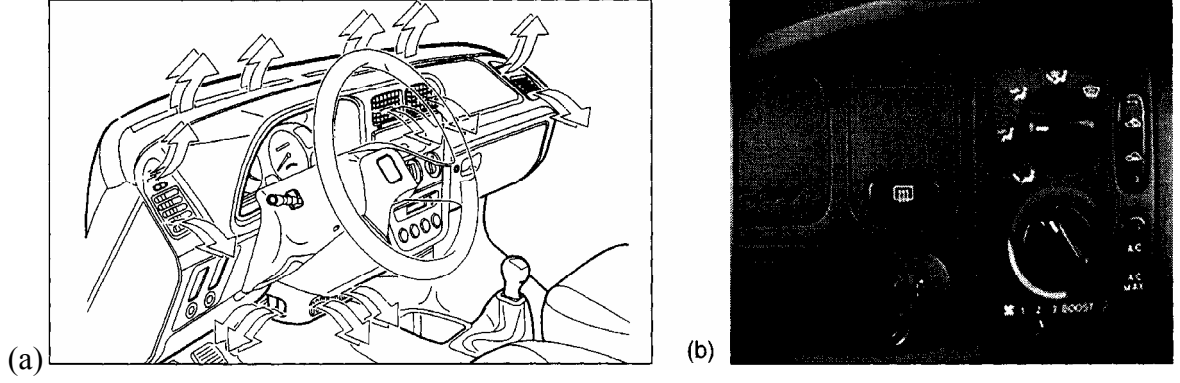
Karbon filtresi ve mikrop öldürücü lamba sistemi polen filtresinin arkasında yer alır. Fonksiyonları polen filtresi ile aynı olduğu için her araçta bulunmaz. Aktif karbon tabakası bütün kokuların, duman, egzost gazlarının kabin içine girmesini engeller. Mikrop öldürücü lamba da havadaki bakterilerin öldürülmesi amacıyla kullanılır. Üfleyici ve filtre sistemi şekil 2.12’de bir arada gösterilmiştir.



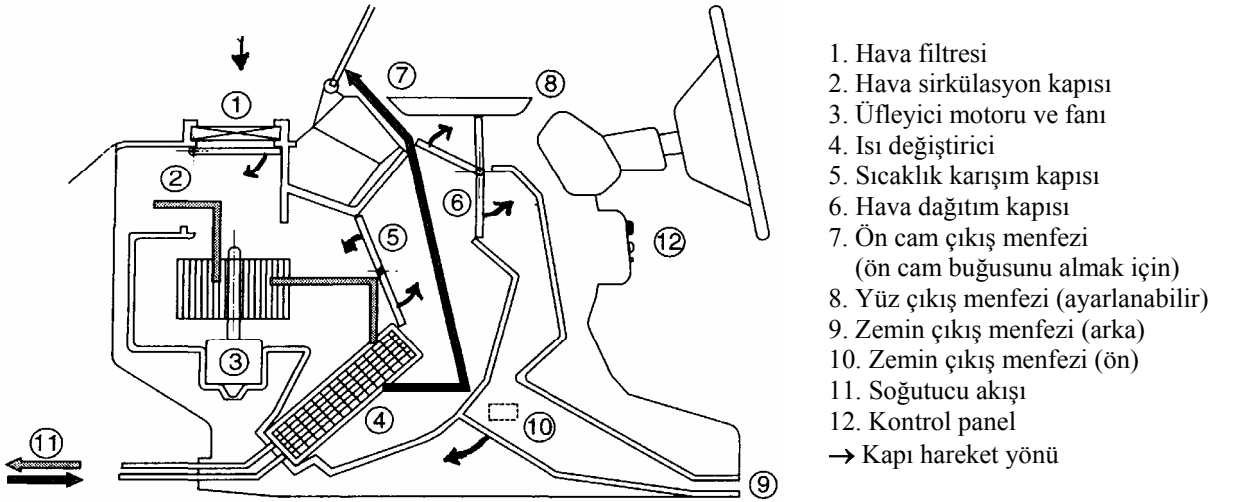
şekil 2.12 Toyota araçlarında hava filtreleme sistemi (Daly, 2006)

2.4.3 Hava Dağıtım Sistemi

Hava dağıtım kontrol ünitesi ve iç kabine hava girişimi sağlayan hava çıkış menfezleri şekil 2.13’de görülmektedir. Dağıtım sisteminin içinde kanallar ve hava karışma odaları bulunur. Aynı zamanda sistemde fan, üfleyici motoru, filtre sistemi, ısı değiştirici yer alır (Şekil 2.14).



Şekil 2.13 Peugeot araçlarında hava dağıtım çıkış kanalları (a) ve kontrol panel (Daly, 2006)

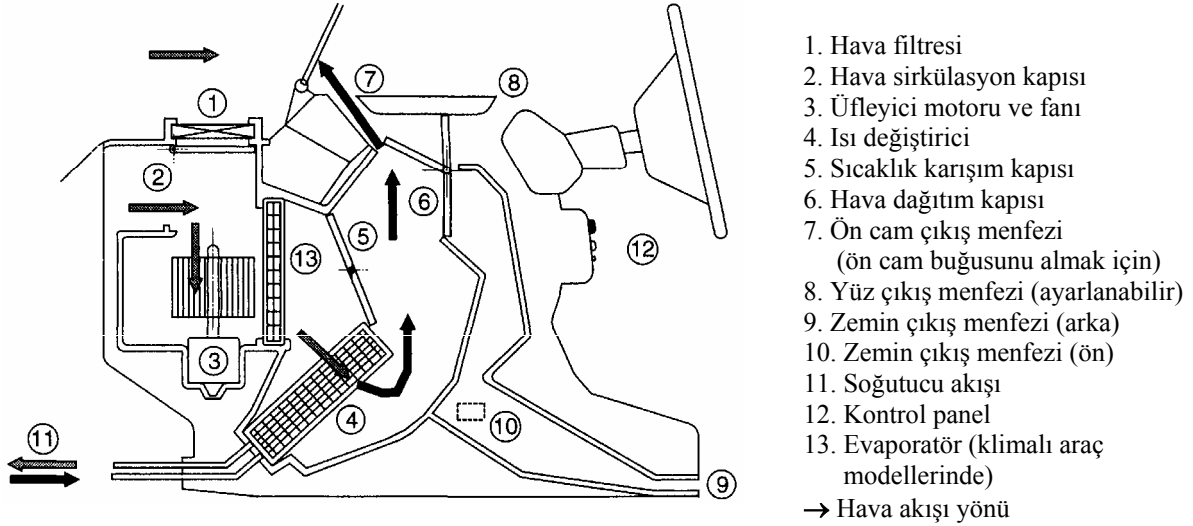


Şekil 2.14 Hava dağıtım sistemi (Daly, 2006)

Sistemde hava sirkülasyonu iki şekilde sağlanır. Dış ortamdan taze hava alınarak üfleyici yardımıyla havanın ısı değişimciye gönderilmesi sağlanır. Isı değişimcide ısınan hava, kontrol panelinden seçilen konuma göre iç kabine çeşitli kanallardan verilir (Şekil 2.13). Sıcaklık ayarı, sıcaklık karışım ayar kapısının konumunun değişmesiyle sağlanır. Alınan taze havanın bir kısmı ısı değişimciye gönderilirken diğer kısmı ısınan hava ile karıştırılarak istenilen sıcaklık değeri sağlandıktan sonra iç kabine gönderilir.

Diğer bir sirkülasyon şekli ise iç hava sirkülasyonudur. İç kabindeki hava sirküle edilerek sistemde aynı yolu izleyerek önce üfleyiciye sonra ısı değiştiriciye ve hava karışım odasına daha sonra yine hava kanallarından iç kabine gelir. Ana kontrol panelinden seçilen sıcaklık ve üfleme kanalına göre çıkış kapısı ve sıcaklık karışım kapısının konumu belirlenir.

Klima sisteminin mevcut olduğu araçlarda ısıtma, havalandırma sistemi ile klima sisteminin bir parçası olan evaporatörün birlikte konumu şekil 2.15’de gösterilmiştir.



Şekil 2.15 Klimalı araçlarda hava dağıtım sistemi (Daly, 2006)

Dış ortamdan alınan hava düşük araç hızlarında üfleyicinin yardımıyla yüksek araç hızlarında ise kendiliğinden evaporatörden geçerek soğutulur. Klima sistemi çalışırken evaporatör sıcaklığı 2 ile -6 °C arasındadır. Yine kontrol panelinden seçilen konuma göre istenilen menfezlerden iç kabine soğutulmuş hava gönderilir.

3. SOĞUTMA TEKNİĞİ

3.1 Temel Bilgiler

Klima sistemi, iç kabindeki ortam koşullarının yolcuların istediği konfor seviyesinde olmasını sağlayan bir ünedir. Yolcuların klima sistemini kullanma amacı aşağıdaki işlevleri gerçekleştirebilmektir:

- * Kabin içi sıcaklığın istenilen değerde ayarlanması
- * Kabin içi nem oranının ayarlanması
- * Kabin içine temiz havanın alınabilmesi
- * Hava sirkülasyonunun sağlanması

şeklindedir. Bu özellikleri sağlayabilmek için klima ünitesinde ısıtıcı, soğutucu, nem kontrol ünitesi ve vantilatöre ihtiyaç vardır. Isıtıcı kabin havasına ısı transferi yoluyla, soğutucu kabin havasından ısı çekerek, nem kontrol ünitesi havadaki nem miktarını azaltıp artırarak, vantilatör ise hava sirkülasyonu sağlayarak konfor şartlarının oluşmasına katkı sağlar.

Isı, bir enerji çeşididir, sıcaklık ise ısının şiddeti için bir ölçüdür. Sıcaklık ısı etkisi ile değişebilen bir büyüklüktür. Birim yüzeye etki eden kuvvet olan basınç ile sıcaklık arasında doğru orantılı bir ilişki vardır.

Isı daima daha sıcak olan ortamdaki daha soğuk olan (düşük sıcaklık seviyeli) ortama doğru hareket eder . Isı hareketi her iki sıcaklık seviyesi aynı sıcaklığa geldiğinde durur. Bu sıvıyı buhar haline dönüştürmek için ısı enerjisi gereklidir. Su bir ocak üzerinde kaynarken buharlaşma sırasında kendi sıcaklığını değiştirmeden büyük miktarda ısı yutar . Eğer buhardan ısı geri alınırsa o zaman buhar su haline dönüşür yani yoğuşur. Suyun kaynadığı veya suyun buhar olduğu sıcaklık basıncına bağlıdır, basınç arttıkça bu sıcaklıkta artar. Gazın sıkıştırılması sırasında sıcaklığı ve basıncı yükselir.

Havanın içersindeki su buharı miktarına nem denir. Soğuk havalarda pencere camlarında oluşan su tanecikleri havadaki nemden kaynaklanır.

Soğutma sistemi; sistemde kullanılan gazın, sıvı halden gaz haline geçişinde, ortamdan ısı almasıyla ortam sıcaklığının düşürülmesi prensibine dayanır. Sistemdeki soğutucu akışkan değişmeli olarak maddenin sıvı ve gaz halini alır. Klima donanımını, soğutucu akışkanın, kapalı devredeki hal değişmelerinin bir sonucu olan soğutma çevrimi olarak adlandırılır. Sıvı haldeki soğutucu akışkan buharlaşma esnasında çevresinden ısı emer. Buhar sıkıştırılır ve ardından daha yüksek bir sıcaklığa ulaşır. Daha soğuk olan ortam havası ısıyı alır ve buharı tekrar sıvı halinde yoğuşturur. Sıvı başlangıçtaki çıkış noktasına geri gelir, bundan sonra çevrim tekrar başlar.

Soğutma verimini etkileyen nedenler şunlardır:

- * Havanın sıcaklığı ve nemi
- * Otomobilin hızı ve motorun devri
- * Kabin içine güneşin etkisi ile sıcaklık girişi (ön cam %35, arka cam %23, yan camlar %16, tabandan %19, tavadan %5, kapılardan %2)
- * Havalandırma sisteminden ısı girişi
- * Kapı filtrelerinden hava girişi

3.2 Isıtma Tekniği

Araç içindeki yolcuların konfor şartlarını sağlayabilmek için iç kabindeki hava sıcaklığının 21-27 °C arasında olması gerekir. Araç içindeki sıcaklık, ısının üç farklı taşınım yoluyla değişir. Isı geçişi üç farklı biçimde gerçekleşebilir: İletim (kondüksiyon), taşınım (konveksiyon) ve ışıma (radyasyon).

İletim; bir maddenin, enerjisi daha fazla olan moleküllerden yakındaki diğer moleküllere, moleküller arasındaki etkileşim sonucunda enerji geçişidir. Sıcaklık bir maddenin moleküllerinin kinetik enerjisinin ölçüsüdür. Kinetik enerjileri farklı olan iki molekül çarpıştığı zaman, daha çok enerjisi olan (daha yüksek sıcaklıktaki) molekülün kinetik enerjisinin bir bölümü daha az enerjisi olan (daha düşük sıcaklıktaki) moleküle geçer. Taşınım; katı bir yüzeyle onun temas ettiği akışkan bir ortam arasında gerçekleşen ısı geçişidir. İletimin ve akışkan hareketinin ortak sonucu olarak gerçekleşir. Akışkan hareketi daha hızlı olduğu zaman taşınım ile ısı geçişi de daha çoktur. Işıma; maddenin atom veya moleküllerinin elektron düzeninde olan değişimler sonucunda yayılan elektromanyetik dalgalar veya fotonlar aracılığıyla gerçekleşen enerji aktarımıdır. İletim ve taşınımından farklı

olarak, ışınlama ile ısı geçişi cisimler arasında boşluk olması durumunda da vardır. Güneş enerjisinin yeryüzüne erişimi ışınlama güzel bir örnektir (Çengel ve Boles, 2000).

Araçta potansiyel enerji kaynağı yakıttır. Motorda yanma odasında yakıtın yakılması ile açığa çıkan enerji mekanik ve ısı enerjisine dönüşür. Açığa çıkan bu ısı enerjisi soğutucu akışkan yardımıyla motordan çekilir. Isınan bu soğutucu akışkan radyatörde sıcaklığı ısı değiştiricinin alüminyum kanatçıklarına aktarır. Bu kanatçıklar arasından geçirilen hava ile radyatördeki ısı alınır.

3.3 Basınç

Basınç bir akışkanın birim alana uyguladığı kuvvettir. Basınç sadece gaz ve sıvı ortamlarda söz konusudur. Katı cisimlerde basınç olgusunun yerini gerilme alır. Basınç birim alana uygulanan kuvvet olduğundan, birim metre kareye newton (N/m²)'dur. Deniz seviyesindeki 101,325 kPa basınç düzeyinde suyun kaynama noktası (gaz haline geçiş) 100 °C'dir. Eğer deniz seviyesinden yukarı çıkılarak ya da vakumlama yoluyla basınç düzeyi düşürülürse kaynama noktası sıcaklığı da düşer. Çizelge 3.1'de basınç ile kaynama noktasının değişimi verilmiştir.

Çizelge 3.1 Suyun kaynama noktasının vakum (basınç değişimi) ile değişimi (Daly, 2006)

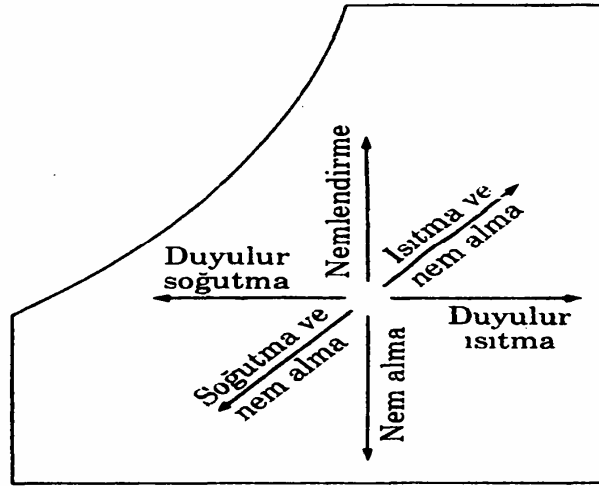
Suyun kaynama noktası (°C)	Suyun kaynama noktası (°F)	kPa	bar
48.9	120.02	-89.60	-0.896
43.3	109.94	-92.50	-0.925
37.8	100.04	-94.80	-0.948
32.2	89.96	-96.50	-0.965
26.7	80.06	-97.80	-0.978
21.1	69.98	-98.80	-0.988
15.6	60.08	-99.60	-0.996
10	50	-100.40	-1.004
4.4	39.92	-100.60	-1.006
-1.1	30.02	-100.80	-1.008
-6.7	19.94	-101.00	-1.01
-12.2	10.04	-101.10	-1.011
-15	5	-101.20	-1.012

Kapalı bir sistemde 1 barlık vakum durumunda buharlaşma noktası 10 °C'dir (Çizelge 3.1). Evaporatörde çıkış tapasının kapalı olması durumunda basınç artar. 5 barlık basınç düzeyinde buharlaşma noktası 152 °C'dir. Tapanın birden açılmasıyla basınç aniden düşer. Sıvı daha düşük sıcaklıkta etrafından ısı alarak buharlaşmak için hazır hale gelir.

3.4 Konfor ve Nem

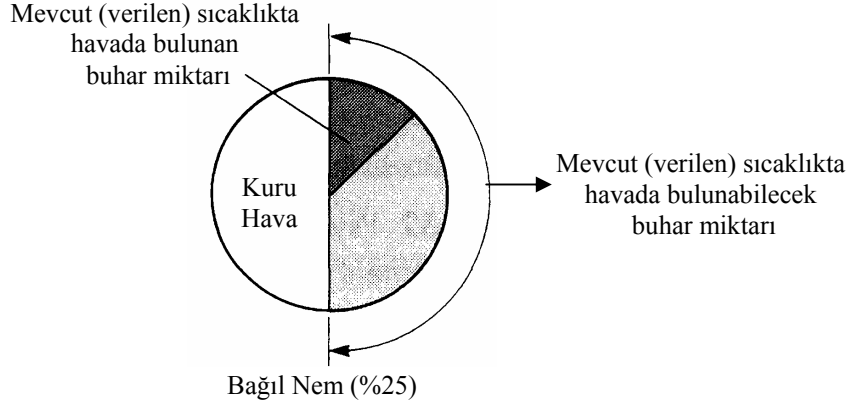
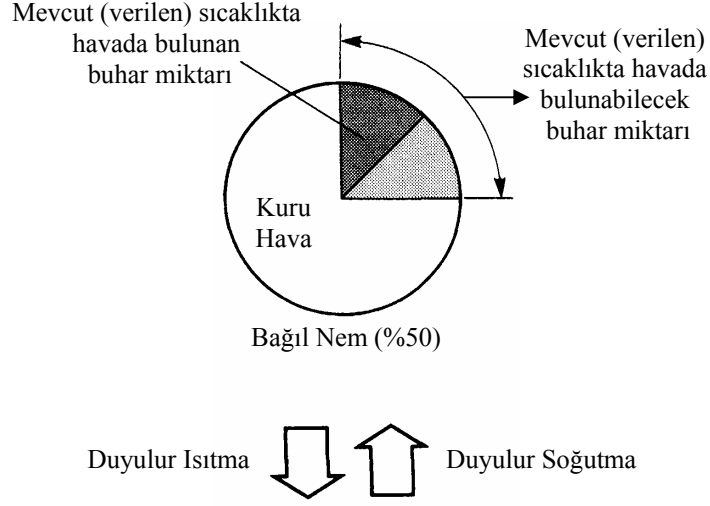
Oturulan veya çalışılan bir ortamı istenilen sıcaklık ve nemde tutabilmek için iklimlendirme adı verilen işlemlere gerek duyulur. Bu işlemler duyulur ısıtma (sıcaklığın yükseltilmesi), duyulur soğutma (sıcaklığın düşürülmesi), nemlendirme (su buharının eklenmesi) ve nem almadır (su buharının havadan ayrılması). Havayı istenilen sıcaklık ve nem düzeyine getirmek için bazen bu işlemlerden birkaçı birlikte uygulanır.

Değişik iklimlendirme işlemleri şekil 3.1'de, psikometri diyagramında gösterilmiştir. Duyulur ısıtma ve duyulur soğutma işlemleri bu diyagramda yatay birer doğru olarak görülmektedir, çünkü bu işlemler sırasında havadaki nem miktarı sabittir. Nemlendirme veya nem almanın söz konusu olmadığı bir ısıtma veya soğutma işleminde, özgül nem sabit kalır.



Şekil 3.1 Değişik iklimlendirme işlemleri (Çengel ve Boles, 2000)

Bağıl nem havadaki nem miktarının, havada aynı sıcaklıkta bulunabilecek en çok nem miktarına oranıdır. Duyulur ısıtma sırasında havanın özgül nemi sabit kalırken, bağıl nemi azalmaktadır, çünkü havada bulunabilecek nem miktarı sıcaklıkla artar Bağıl nemin azalması, deri kuruması, solunum zorluğu ve statik elektriğin artması gibi, vücut rahatlığını azaltan etkilerin ortaya çıkmasına neden olur. Duyulur soğutma sırasında havanın özgül nemi sabit kalırken, bağıl nemi artmaktadır (Şekil 3.2).



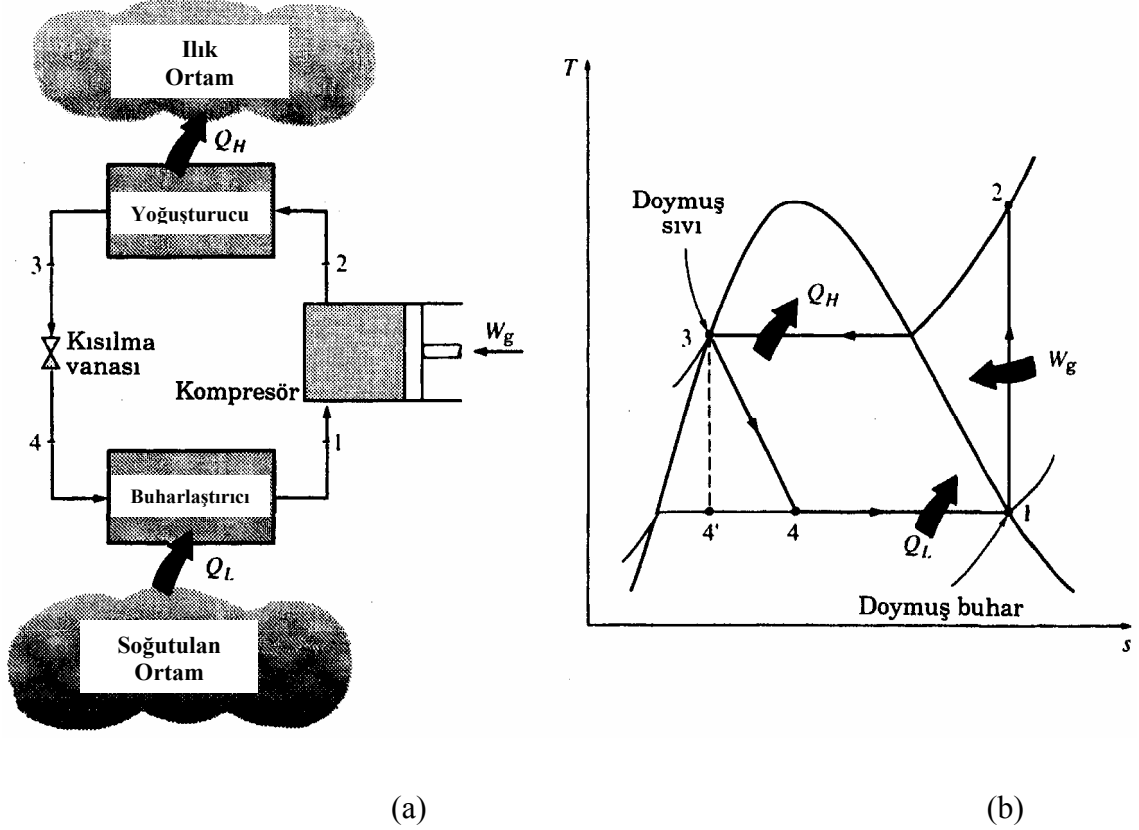
Şekil 3.2 Nem grafiği (Daly, 2006)

Araçlarda nem düzeyi evaporatör yardımıyla düzenlenir. Evaporatör yüzeyinden geçen havanın miktarı ve akışı, ana kontrol ünitesi tarafından kontrol edilir. Evaporatörün soğuk yüzeyine temas eden havanın içindeki buhar yüzeyde yoğunlaşarak su zerreciklerine dönüşür. Böylece havadaki nem miktarı azaltılarak istenilen konfor düzeyi sağlanır. Araç içi konfor seviyesinin istenilen düzeyde olması için havadaki bağıl nem miktarının %60 civarında olması gerekir.

3.5 İdeal Buhar Sıkıştırma Soğutma Çevrimi

Isı geçişinin azalan sıcaklık yönünde, başka bir deyişle sıcak bir ortamdan soğuk bir ortama olduğu, bilinen bir gerçektir. Bu yönde ısı geçişi doğada kendiliğinden olur. Fakat bir ortamdan, daha yüksek sıcaklıktaki bir ortama ısı geçişi kendiliğinden olmaz, bunun bir soğutma makinesi aracılığıyla yapılması gerekir. Soğutma makineleri bir çevrime göre çalışır ve soğutma çevrimlerinde dolaşan akışkanlara da soğutucu akışkan adı verilir.

İdeal buhar sıkıştırırmalı soğutma çevriminde buhar sıkıştırılmadan önce tümüyle buharlaştırılmak için (hal değişimi için gerekli genişlemeyi sağlayabilmek) kısılma işleminden faydalanılır. Kısılma işlemi, sıvıyı bir kısılma vanasından veya kılcal borulardan geçirerek yapılabilir. Bu çevrimin genel çizimi ve T-s diyagramı Şekil 3.3'de verilmiştir. Buhar sıkıştırırmalı çevrim soğutma makinelerinde, iklimlendirme sistemlerinde ve ısı pompalarında en çok kullanılan çevrimdir.



Şekil 3.3 İdeal buhar sıkıştırırmalı soğutma çevriminin düzeni (a) ve T-s diyagramı (b)
(Çengel ve Boles 2000)

Bu çevrimi oluşturan hal ve değişimler şu şekildedir:

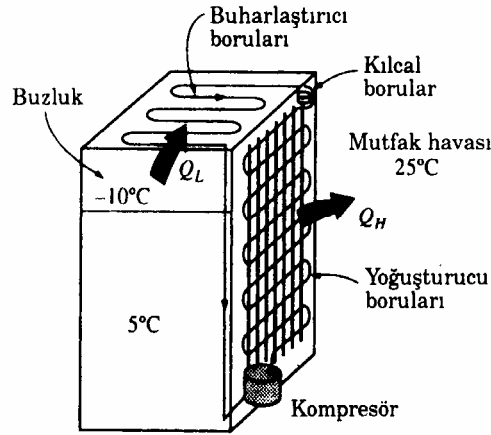
- * 1-2 Kompresörde izan tropik sıkıştırma
- * 2-3 Yoğusturucuda çevreye sabit basınçta ($P=\text{sabit}$) ısı geçişi
- * 3-4 Kısılma (Genişleme ve basıncın düşmesi)
- * 4-1 Buharlaştırıcıda akışkana sabit basınçta ($P=\text{sabit}$) ısı geçişi.

İdeal buhar sıkıştırırmalı soğutma çevriminde, soğutucu akışkan kompresöre 1 halinde doymuş buhar olarak girer ve izan tropik olarak yoğusturucu basıncına sıkıştırılır. Sıkıştırma işlemi sırasında, soğutucu akışkanın sıcaklığı çevre ortam sıcaklığının üzerine çıkar.

Soğutucu akışkan daha sonra 2 halinde kızgın buhar olarak yoğuşturucuya girer ve yoğuşturucudan 3 halinde doymuş sıvı olarak ayrılır. Yoğuşma sırasında akışkandan çevreye ısı geçişi olur. Soğutucu akışkanın sıcaklığı 3 halinde de çevre sıcaklığının üzerindedir.

Doymuş sıvı halindeki akışkan daha sonra bir genişleme vanası veya kılcal borulardan geçirilerek buharlaştırıcı basıncına kısıılır. Bu hal değişimi sırasında soğutucu akışkanın sıcaklığı, soğutulan ortamın sıcaklığının altına düşer. Soğutucu akışkan buharlaştırıcıya 4 halinde, kuruluk derecesi düşük bir doymuş sıvı buhar karışımı olarak girer ve soğutulan ortamdaki ısı alarak tümüyle buharlaşır. Soğutucu akışkan buharlaştırıcıdan doymuş buhar halinde çıkar ve kompresöre girerek çevrimi tamamlar.

Bir ev buzdolabında, soğutucu akışkandan ısı çekilen buzluk, buharlaştırıcı işlevi görür. Buzdolabının arkasında görülen borular, soğutucu akışkandan mutfak ortamına ısı geçişinin olduğu yoğuşturucudur (Şekil 3.4).



Şekil 3.4 Bir ev buzdolabı (Çengel ve Boles, 2000)

T-s diyagramında, 4-1 hal değişimi eğrisi altında kalan alan, buharlaştırıcıda soğutucu akışkanın aldığı ısıyı, 2-3 hal değişimi eğrisi altında kalan alan da yoğuşturucuda soğutucu akışkanın çevreye verdiği ısıyı gösterir.

3.6 Soğutma Çevriminde Kullanılan Akışkanlar

Genel olarak soğutucu akışkanlarda şu özellikler aranır:

- * Buharlaşma gizli ısısı yüksek olmalıdır.
- * Kritik sıcaklığı ve basıncı yüksek olmalıdır.
- * Atmosfer bazında kaynama sıcaklığı düşük olmalıdır.

- * Yanıcı ve patlayıcı olmamalıdır.
- * Karter yağına ve tesisatı oluşturan devre elemanlarına olumsuz yönde etkilememelidir (Korozyona sebep olmamalıdır).
- * Zehirleyici olmamalıdır.
- * Doygunluk basıncı genleşme valfi basıncının altında bulunmalıdır.
- * Üretilbilir, ucuz ve kolay temin edilebilmelidir.
- * Ozan tabakasına zarar verme ve global ısınmaya sebep olma potansiyeli taşımamalıdır.
- * Küçük kapasiteli bir kompresörün kullanımına elverişli olmalıdır.
- * Kapalı devrelerde sistemdeki kaçaklar kolayca tespit edilebilmelidir.
- * Yağ ile karışabilir ve kimyasal özelliğini koruyan bir yapıda olmalıdır. (www.obitet.gazi.edu.tr/Klimalar, 2007) .

3.6.1 R12 (Feron) Gazı

Otomotiv klimalarında atmosferik basınçta kendiliğinden buharlaşan ve buharlaşırken içerisinde bulunduğu havanın sıcaklığını, üzerine alarak havayı soğutan R-12 (feron) ve R-134a gazları kullanılmaktadır. Feron gazı klor, flor ve karbondan oluşan ve kimyasal formülü CCL_2F_2 olan bir gazdır. İlk geliştirilen klima sistemlerinde akışkan olarak feron gazı kullanılmıştır. 1995 yılına kadar klima sistemlerinde ağırlıklı olarak kullanılan feron gazı 1 Ocak 2001 tarihi itibarıyla kullanımı yasaklanmıştır. Feron gazının yasaklanmasının nedeni ozon tabakasının delinmesi ve global ısınmada oynadığı roldür. Dünya atmosferinin üst kısmında bulunan ozon tabakası dünyaya gelen güneş ışınlarının insan sağlığı için zararlı olan kısımlarını yansıtmakta ve bunların dünyaya ulaşmasına engel olmaktadır. Ozon tabakasında meydana gelen bu delikten yeryüzüne ulaşan bu zararlı ışınlar insanlarda cilt kanserine neden olmakta, ayrıca havanın sıcaklığını arttırarak dünya ikliminin değişmesine neden olmaktadır.

R12 Gazının özellikleri şunlardır:

- * Kolaylıkla sıkıştırılabilir, basınç altında kimyasal değişikliğe uğramaz.
- * Yağ ile karışabilir.
- * Metallerde korozyon etkisi yaratmaz.
- * Renksizdir, kokusuzdur, zehirsiz, aşındırıcı ve tutuşucu değildir.
- * 1 atm basınç altında, $-29,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ sıcaklıkta kaynar. 5 ile 6 atm basınçta, $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ sıcaklıkta sıvı haline gelir.
- * Nem alma özelliği iyidir.
- * Çevreye zararlı özellikleri vardır (Yapısındaki klor ozan tabakasına zarar verir)

* Havadan daha ağır bir gazdır.

3.6.2 R134a Gazı

R134a gazı R12 gazının yerini almıştır. R134a gazı hidrojen, flor ve karbondan oluşan ve kimyasal formülü CH_2FCF_3 olan bir gazdır. Yapısında klor elementi olmadığı için ozon tabakasına zarar vermez. R134a gazı mineral yağlar ile karışmaz bu yüzden sistemin yağlanması (Kompresörün) sentetik yağ kullanılmalıdır. R12 ve R134a gazlarının özellikleri farklı olduğundan kesinlikle karıştırılmamalıdır.

R134a Gazının Özellikleri:

- * Mineral yağlar ile karışma özelliği olmadığından kompresör yağı olarak sentetik yağ kullanılmalıdır.
- * Metal parçalar üzerinde korozyon etkisi yaratmaz.
- * Plastiklere zarar verme özelliği vardır ve sistemde kullanılan contalar bu özelliğe göre seçilmelidir.
- * Patlayıcıdır, kokusuzdur.
- * Düşük konsantrasyonda zehirsizdir.
- * Nem alma özelliği iyidir.
- * Yanıcı değildir.
- * Havadan daha ağır bir gazdır.

R12 ve R134a gazlarının kimyasal yapısı farklı olduğundan, R12 moleküller R134a molekülünden daha büyüktür. Bu nedenle R134a gazının kullanıldığı sistemde gaz miktarı R12 gazının kullanıldığı sistemden daha fazladır. İki gazın özellikleri birbirinden farklı olduğundan kullanıldıkları sistemlerinde yapısı birbirinden farklıdır.

3.6.3. R134a Gazı Kullanımı İçin Klima Sisteminde Yapılan Değişiklikler

Kompresör : Dış ortam sıcaklığı yüksek olduğunda; devredeki gazın basınç ve sıcaklığı artacağından sistemin daha etkin çalışabilmesi için kompresördeki manyetik kavrama büyütülerek kompresörün gücü arttırılmıştır.

Kompresör Yağı : Soğutucu devresindeki kompresör yağı, soğutucu gaz içinde çözünür ve sürekli devrede dolaşarak kompresörü yağlar. R12 gazı kullanılan sistemlerdeki kompresör yağları, R134a içinde çözünemez ve sistemde gaz ile beraber dolaşamaz. Yağlama olmadığı

takdirde kompresörün ömrü önemli ölçüde kısılacığından R134a gaz için özel sentetik yağ geliştirilmiştir.

Sızdırmazlık Elemanları : R12 gazlı klima sistemlerinde; O-ring ve hortumlar kauçuk malzemedendir. R134a gazı bu kauçuk malzemeyi etkilediğinden, R134a için dayanımı arttırılmış kauçuk malzeme geliştirilmiştir. Bu yüzden iki sistemde kullanılan sızdırmazlık elemanlarının özellikleri birbirinden farklıdır.

Yüksek ve Alçak Basınç Gaz Hortumları : R134a gazının kimyasal özelliğı farklı olduğundan dolayı; R12 sisteminde kullanılan hortumlar, R134a içinde çözünmektedir. Çözünme sonucundaki kaçağı önlemek için, hortumlara özel katmanlar eklenmiştir.

Nem Tutucu Filtre : R12 gazlı klima sistemlerinde kullanılan nem tutucu filtre, R134a gazının daha fazla nemlenme özelliğı dikkate alınarak tasarlanmıştır.

Kondenser : Dış ortam sıcaklığı yüksek olduğunda, devredeki basınç ve sıcaklık artar. R134a gazı; daha yüksek basınçlara sıkıştırıldığından, termik verimi daha yüksek kondenserler kullanılmıştır.

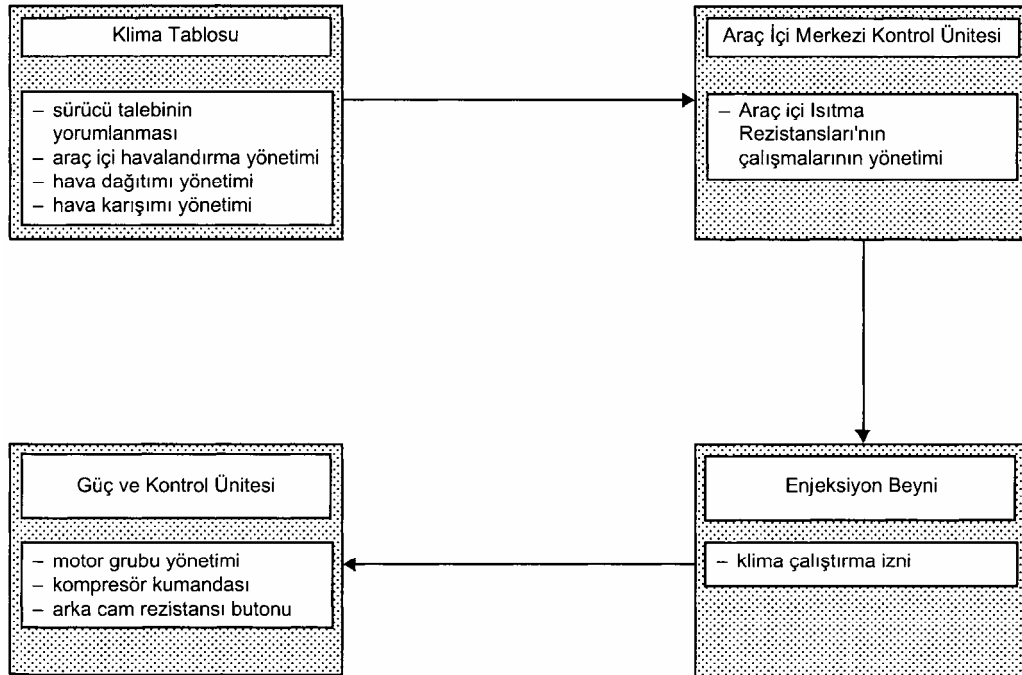
Genleşme Valfi : R134a gazının evaporatör giriş ve çıkış basınç ve sıcaklıkları değişik olacağından genleşme valfinin çalışma değerleri değiştirilmiştir.

4. KLİMA SİSTEMİ

4.1 Klima Sisteminin Aktivasyonu

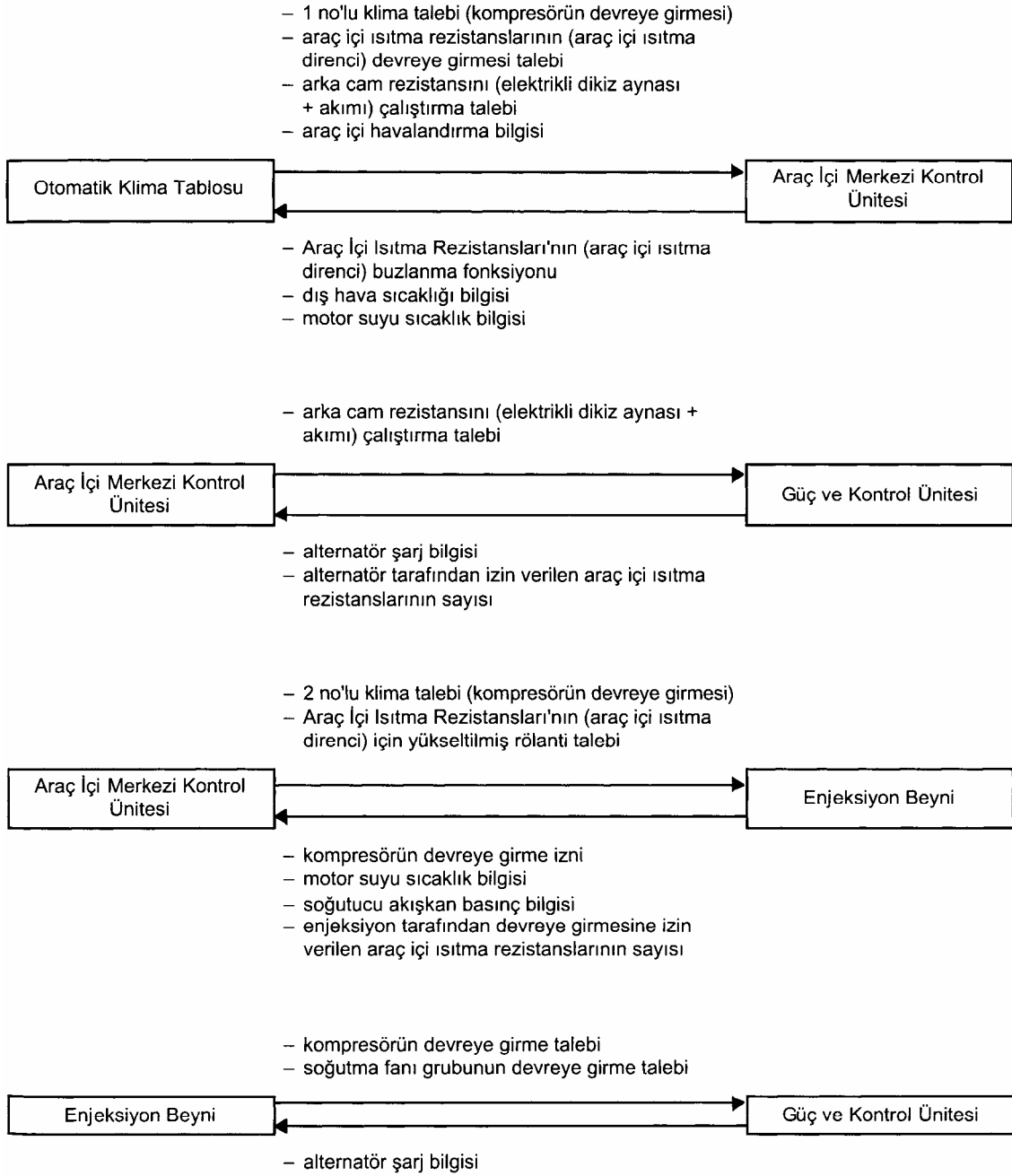
Klima fonksiyonu dört beyin arasında paylaştırılmıştır. Bu dört beyin arasındaki bağlantı, klima kumanda tablosu ile araç içi merkezi kontrol ünitesi arasındaki hattın kablolu olduğu manuel klima durumu hariç, mltipleks ağ ile sağlanır. Klima kumanda tablosu, sürücünün isteğini yorumlar ve bu isteği diğer üç beyne aktarır. Araç içi havalandırma, hava dağıtımı, hava karışımı ve hava dahili sirkülasyonunu klima kumanda tablosu tarafından yönetilir.

Araç içi merkezi kontrol ünitesi klima kompresörünün çalışma talebini enjeksiyona aktarır ve araç içi ısıtma rezistanslarının çalışmasını yönetir. Enjeksiyon beyini, soğutucu akışkan basınç bilgisini basınç kaptöründen alır. Enjeksiyon beyini, araç çalışma durumuna göre kompresörün çalışma talebini onaylar veya onaylamaz ve bu talebi koruma ve güç kontrol ünitesine aktarır. Koruma ve güç kontrol ünitesi ise, klima fonksiyonunun güç kısmını yönetir. Kompresörün devreye girmesine, motor soğutma fanı gruplarının ve arka cam rezistanslarının çalışmasına kumanda eder.



Şekil 4.1 Renault araçlarında klima fonksiyonunun dört beyini arasındaki bilgi akışı (Renault Megane araçlar için teknik notlar, 2005)

Klima fonksiyonunun dört beyni arasında bilgi alış verişi;



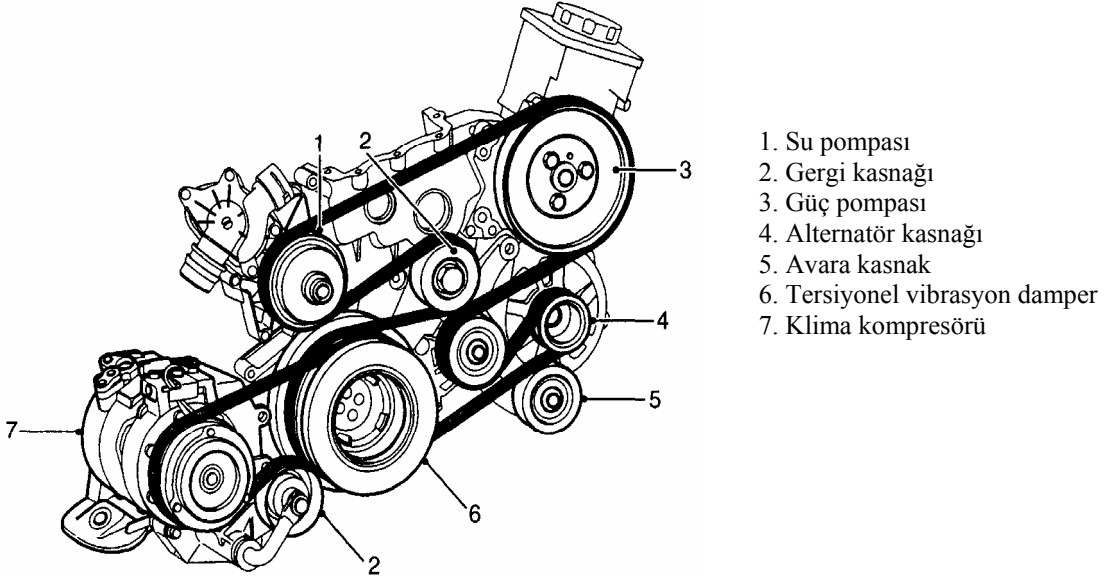
Şekil 4.2 Renault araçlarda klima fonksiyonunun dört beyni arasındaki bilgi alış verişi (Renault Megane araçlar için teknik notlar, 2005)

Klima sisteminin aktivasyonu için aşağıdaki koşullar sağlanmalıdır:

- * Dış ortam sıcaklığı 9 °C'nin üstünde olmalıdır.
- * Motor en az 5 dakikadır çalışıyor olmalıdır.
- * Evaporatör sıcaklığı 4 °C'nin altında olmalıdır. (Yüzeyinde buzlanma olmamalı)
- * Motor soğutma suyu sıcaklığı yaklaşık olarak 40 °C ile 105 °C arasında olmalıdır.

- * Araç ani hızlanma ya da motor ağır yük altında olmamalıdır (Örneğin sollama gibi).
- * Klima aktivasyon butonu seçili olmalı ve farlar açık olmalıdır.
- * Sistemdeki soğutucu akışkanın yeterli olduğu ve herhangi bir sızıntı olmadığı bilgisi sensör tarafından algılanmalıdır.
- * Elektronik kontrol ünitesinde yanlış bir kod devrede olmamalıdır.

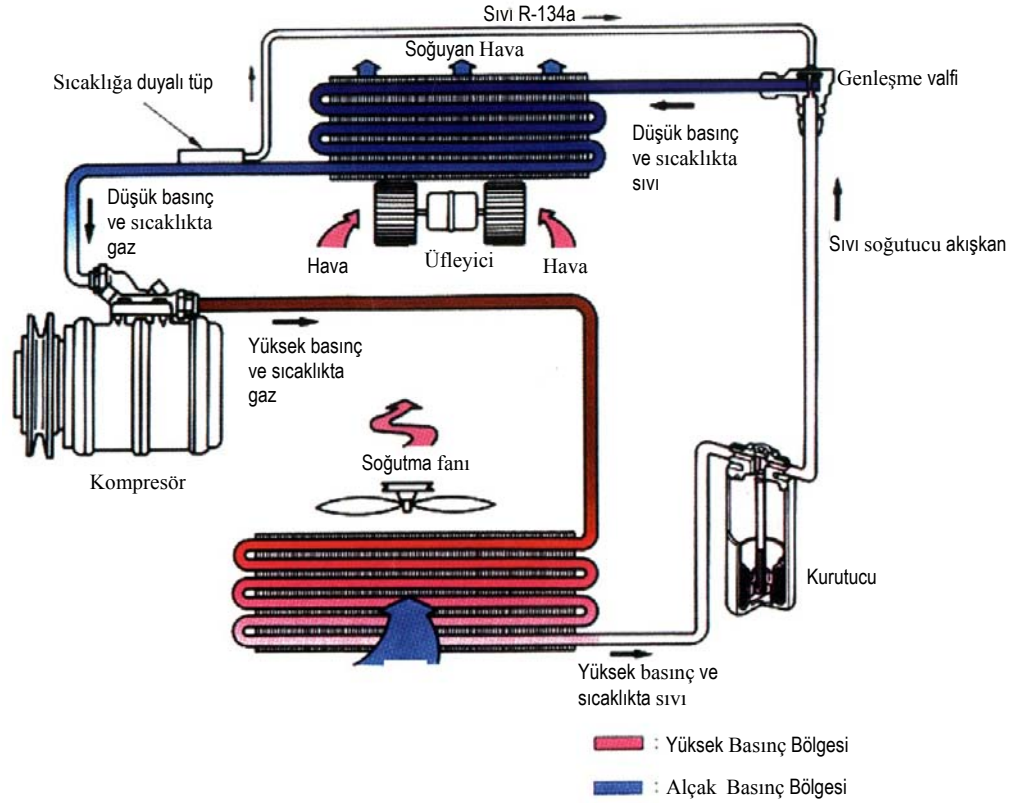
Sistemdeki soğutucu akışkanın hareketi kompresördeki manyetik kavramının devreye girmesi ile başlar. Kavrama kompresör kasnağının arkasında yer alır. Güç ve kontrol ünitesi tarafından kavramanın devreye girmesinin sağlanması ile kompresör kasnağı ile motor arasında fiziksel temas sağlanır. Kompresör kasnağı motor tarafından aktive edilir. Kasnağın devreye girmesi ile soğutucu akışkanın pompalanmasına başlanılır. Şekil 4.3'de kompresör tahrik sistemi görülmektedir.



Şekil 4.3 Kompresör tahrik sistemi (Daly, 2006).

4.2 Genleşme Valfli Klima Sistemi

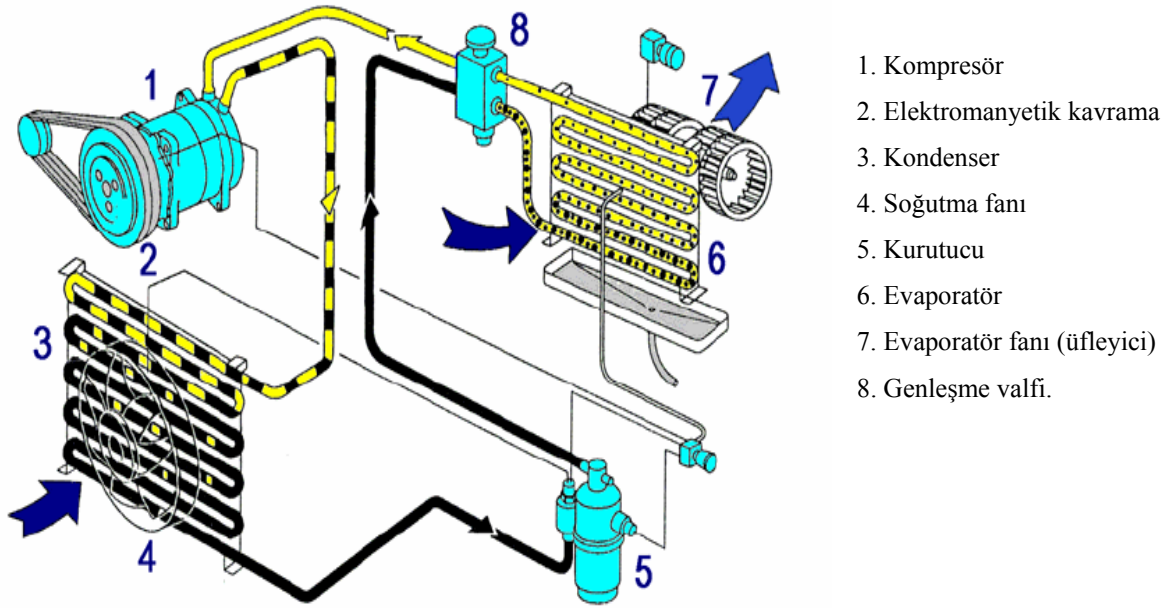
Klima sistemi devamlı bir çevrim şeklinde çalışır (Şekil 4.4). Evaporatörden düşük basınç ve sıcaklıkta gelen gaz, sistem talebine göre 2,07 bar'dan yaklaşık 14,7 bar'a sıkıştırılır. Bunun sonucunda soğutucu akışkanın sıcaklığı 0 °C'den 80 °C'nin üstünde bir sıcaklığa sahip olur. Kompresör kondensere kızgın buhar gönderir.



Şekil 4.4 Genleşme valfli klima sistemi (Daly, 2006)

Akışkan kondenserden geçerken ısının bir kısmını kaybeder ve gaz halinden sıvı hale dönüşür. Kondenser pratikte soğutma devresinin soğutucusudur. Kompresyon sırasında ısınan ve buradan geçtikten sonra tekrar sıvı haline dönüşen soğutucu akışkan buharı, kondenserin peteklerinden geçen dış hava ile soğutulur. Bu olaya yoğuşma denir. Kondenserde yüksek basınçtaki buhar yoğuşarak yüksek basınçta sıvı haline dönüşür. Sıvı hale geçebilmesi için ısının bir kısmını kaybederek (soğutma kanatçıkları yardımıyla) 57°C 'nin altına inerek sıvı haline dönüşür. Soğutma fanı yardımıyla kondenser kanatçıklarına hava akışı sağlanır ve akışkanın ısısının bir kısmı kanatçıklar yardımıyla dış havaya aktarılır. Daha sonra kondenserden çıkan yüksek basınç ve sıcaklıktaki sıvı haldeki akışkan kurutucuya gelir. Kurutucu depo, filtre ve nem alıcı görevi yapar. Kurutucudan çıkan sıvı haldeki soğutucu akışkan genleşme valfine gelir. Genleşme valfinden soğutucu akışkan sıvı halde yüksek basınç ve sıcaklıktan düşük basınç ve sıcaklıkta sıvı/buhar karışımı haline geçer. Genleşme valfinden bunu sağlayabilmek için kurutucu tarafındaki orifis (giriş ağzı) ile evaporatör tarafındaki orifis (çıkış ağzı) birbirinden farklıdır. Çıkış tarafındaki orifis küçük miktarda akışkanın çıkışına izin verdiğinden bu bölgede ani basınç ve sıcaklık düşmesine neden olur. Düşük sıcaklık ve basınçtaki sıvı/buhar karışımı soğutucu akışkan evaporatöre gelir. Evaporatör

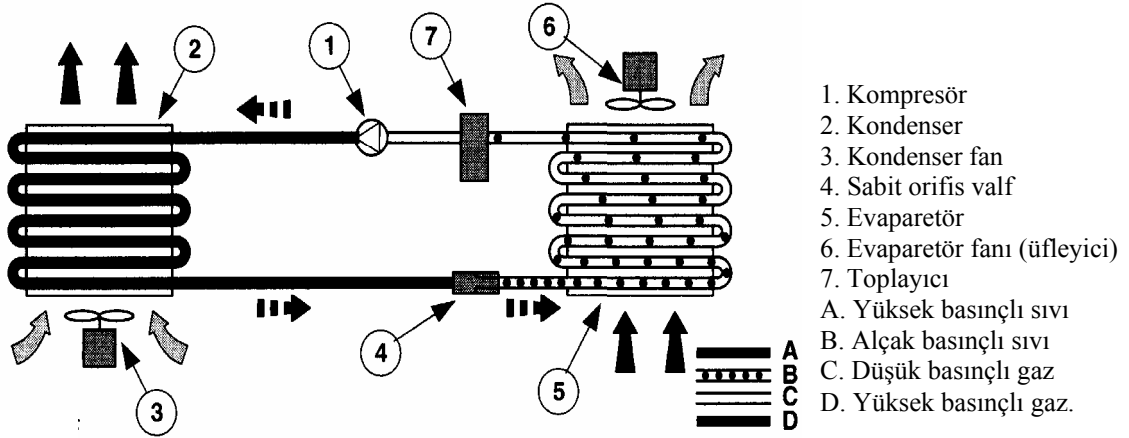
yüzeyinden akışkana ısı transferi olur. Isı transferi ya iç sirkülasyon havasından ya da alınan taze havadan akışkana doğru olur. Burada hava akışını sağlayan üfleyici fanıdır. Soğutucu akışkan evaporatörde ısı çekerek tamamen gaz haline geçer. Evaporatörden çıkan gaz halindeki soğutucu akışkan düşük basınç ve sıcaklıktadır. Kompresöre gelen gaz aynı yolu izleyerek birbirini izleyen çevrimler yapar. Evaporatörden geçerken ısı alınıp iç sirkülasyon ya da taze hava kanallarından geçerek iç kabinin soğutulmasını sağlar. Şekil 4.5’de genişleme valfli klima sisteminin yapısı farklı bir şekilde görülmektedir.



Şekil 4.5 Otomobildeki soğutma çevrimi (Janetkova ve Pavelek, 2005).

4.3 Sabit Orifis Valfli Klima Sistemi

Sabit orifis valfli klima sistemi devamlı bir çevrim şeklinde çalışır (Şekil 4.6). Evaporatörden düşük basınç ve sıcaklıkta gelen gaz sistem talebine göre 2,07 bardan yaklaşık 14,7 bara sıkıştırılır. Bunun sonucunda soğutucu akışkanın sıcaklığı 0 °C'den 80 °C'ye yükselir. Bu sıcaklık ve basınçta akışkan kaynama noktası olan 57 °C'nin üstünde bir sıcaklığa sahip olur. Kompresör kondensere kızgın buhar gönderir.



Şekil 4.6 Sabit orifis valli klima sistemi (Daly , 2006)

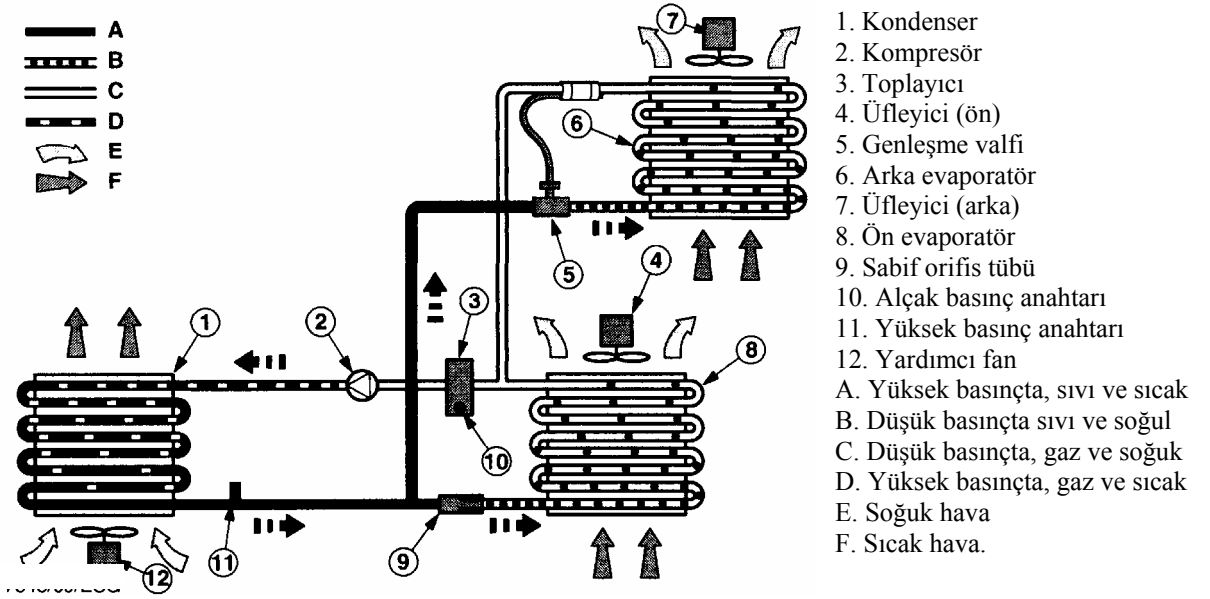
Akışkan kondenslerden geçerken ısısının bir kısmını kaybeder ve gaz halinden sıvı hale dönüşür. Kompresyon sırasında ve buradan geçtikten sonra tekrar sıvı haline dönüşen soğutucu akışkan buharı, kondenslerin peteklerinden geçen dış hava ile soğutulur. Bu olaya yoğuşma denir. Kondenslerde yüksek basınçtaki buhar yoğunlaşarak yüksek basınçta sıvı haline dönüşür. Sıvı hale geçebilmesi için ısısının bir kısmını kaybederek (soğutma kanatçıklarının yardımıyla) 57°C 'ın altına inerek sıvı hale dönüşür. Soğutma fanı yardımıyla kondenser kanatçıklarına hava akışı sağlanır ve akışkanın ısısının bir kısmı kanatçıklar yardımıyla dış havaya aktarılır.

Sıvı haldeki akışkan sabit orifisli tüpe gelir. Tüpün en kesit alanı sabit olup ancak belirli miktar akışkanın dışarı çıkışına izin verir. Düşük basınç ve sıcaklıklar akışkan hızla daha geniş hacimdeki evaporatöre geçer. Hacim genişlemesiyle basınç düşer ve akışkan hızla buharlaşır. Buharlaşırken çok büyük miktarda ısıyı evaporatör kanatçıkları ve yüzeyinden çeker. Evaporatör kanatçıkları arasından geçen havanın ısısının büyük bir kısmını evaporatör tarafından çekilir. Böylece soğuyan hava iç kabine gönderilir.

Düşük basınç ve sıcaklıktaki sıvı/buhar karışımı akışkan evaporatörden toplayıcıya gelir. Toplayıcı aynı kurutucu gibi depolama ve sıvı ile buharı birbirinden ayırma işlevini görür. Toplayıcı geniş yüzey alanına sahip olduğu için buharın yoğuşmasına yardımcı olur ve böylece kompresörü korur (kompresör yalnızca sıvı basabilir). Ayrıca akışkanın yağlanması işlevini görür. Toplayıcıdan alçak basınçta sıvı haldeki akışkan kompresöre gelir. Aynı çevrim kendini tekrarlar.

4.4 Çift Yapılı Klima Sistemi

Bazı klima sistemlerinde sabit orifis valf ve genişleme valfi bir arada kullanılır. Şekil 4.7'de görüldüğü gibi sabit orifis tüpüne gelmeden önce soğutucu akışkanın bir kısmı, ek soğutma kapasitesi yaratmak amacıyla, genişleme valfi ve evaporatöre gönderilir. Ek soğutma kapasitesine genellikle geniş hacimli ve yolcu kapasitesi fazla olan araçlarda ihtiyaç duyulur. Bu tür araçlarda soğutma bölgesi (hacmi) ön ve arka olmak üzere ikiye ayrılır. Sabit orifis valfli evaporatör ön bölgenin soğutulmasında, genişleme valfli evaporatör ise arka bölgenin soğutulmasında kullanılır.

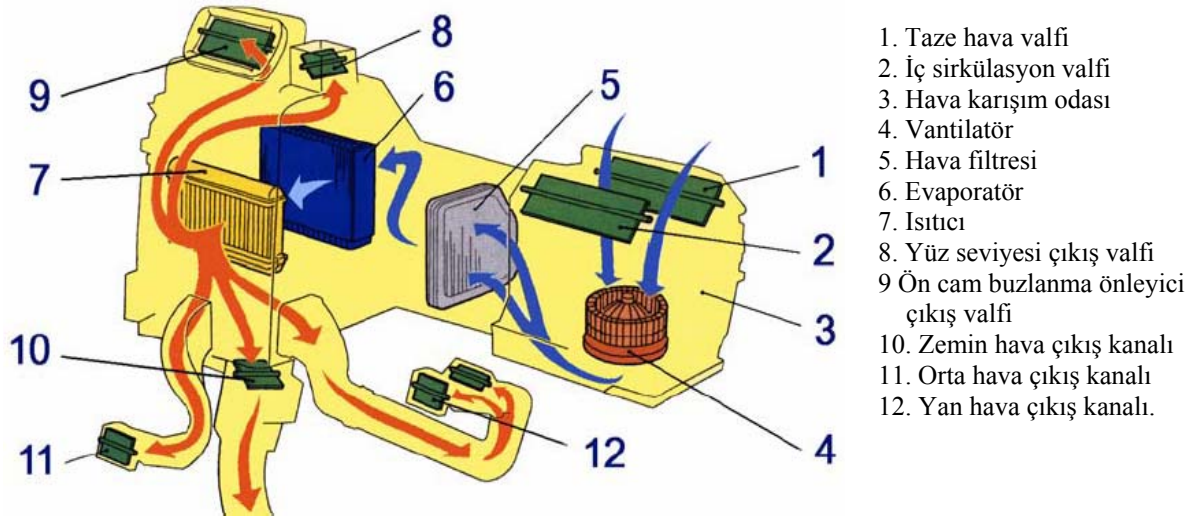


Şekil 4.7 Ford araçlarında kullanılan çift yapılı klima sistemi (Daly, 2006)

4.5 Klima Sisteminde Havalandırma ve Filtreleme Sistemi

Havalandırma çevrimi üç farklı şekilde gerçekleşebilir:

- * Açık devre havalandırma çevrimi
- * Kapalı devre havalandırma çevrimi
- * Kısmi kapalı devre havalandırma çevrimi



Şekil 4.8 Otomobil klimasında hava dağıtım sistemi (Janotkova ve Pavelek, 2005)

Taze hava girişi hava valfi tarafından düzenlenir. Alınan taze hava önce filtreden geçer daha sonra evaporatöre gelir. Hava burada soğutulur. Taşıdığı nemin bir kısmı burada yoğunlaşır. Daha sonra ısıtıcıya gelen hava istenilen değere kadar ısıtıldıktan sonra kontrol panelinden seçilen çıkış kanalı vasıtasıyla iç kabinin soğutulmasını sağlar. Bu şekilde sağlanan hava akışı açık çevrimdir. Eğer hava iç kabinden alınarak soğutma çevrimi gerçekleştirilirse buna kapalı çevrim denir. Havanın bir kısmı iç kabinden, bir kısmı taze hava olarak alınıp karıştırıldıktan sonra gerçekleştirilen çevrime yarı kapalı devre havalandırma çevrimi adı verilir.

5. KLİMA SİSTEMİNİN ELEMANLARI

5.1 Kompresör

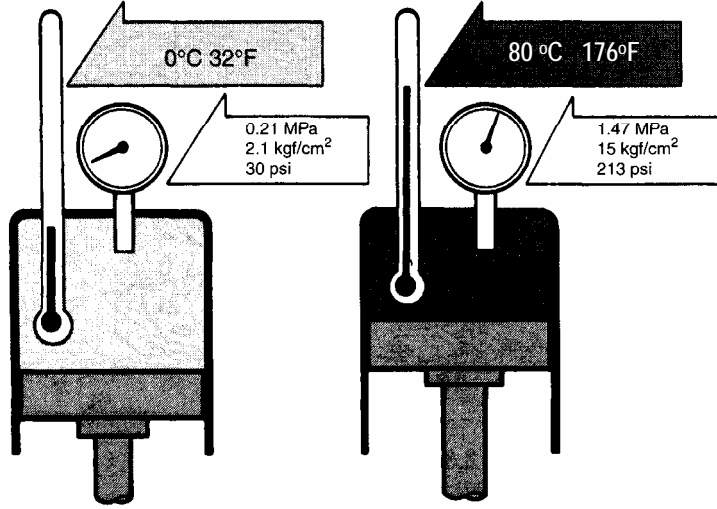
5.1.1 Temel Bilgiler

Kompresörün görevi, evaporatörden gelen düşük basınçlı ve düşük sıcaklıktaki akışkan gazı yüksek basınç altında sıkıştırarak kondensere basmaktır. Kompresör evaporatörden gelen yaklaşık 0 °C'de ve 2 bar basınçtaki gazı, 80 °C'de ve yaklaşık 15 bar basınçta kondensere gönderir. Kompresör bir pompa değildir. Bu nedenle sıvı pompalayamaz. Kompresörün emme ağzında soğutucu akışkan gaz halindedir. Klima kompresörü gaz emer ve gaz basar (www.obitet.gazi.edu.tr / Klimalar, 2007) .

Kompresör kasnağı ile motor arasında kayış kasnak mekanizması ile fiziksel temas sağlanır. Kompresörün çalışıp, soğutucu akışkan pompalaması manyetik kavramanın devreye girmesi ile başlar. Manyetik kavrama ya kayış kasnak mekanizmasıyla ya da elektrik motorunun yardımıyla tahrik edilir. Eski sistem klima sisteminde sadece motordan kayışla tahrik alan mekanik kavramalı kompresörler kullanılmıştır. Bu tip kompresörler en çok enerji tüketen ve sistem açıkken sürekli devrede kalan modellerdir. Kavrama kuru tip bir göbek mekanizmasıyla gerçekleştirilir. Klima kontrol modülünden klimanın seçilmesiyle kompresör kavramaya başladığı andan itibaren soğutma gazı çevrimi başlar. Klima kontrol modülünden klima kapatılmadığı sürece çevrim sürekli olarak devam eder. Manyetik kavramalı kompresörlerde ise klima talebiyle birlikte manyetik kavrama devreye girer. Elektronik beyin tarafından iç kabin istenilen konfor seviyesine ulaştığında manyetik kavramayı devreden çıkarılır. Elektrikli kompresör ise en son geliştirilen klima sistemlerinde kullanılmaktadır. Kompresör gövdesinde yer alan statordan elektrik akımı geçirilerek manyetik kavrama tahrik edilir. Elektriksel tahrik, kayış kasnakla sağlanan tahrikten daha verimlidir. Kayış kasnak mekanizmasında mekanik sürtünme ve kayış deformasyon enerjisi kayıpları mevcuttur.

Klima sistemindeki enerji gereksiniminin %80'ni kompresör tarafından harcanır. Bu nedenle klima sisteminin ihtiyacı olan enerjinin sağlandığı yakıt ekonomisi üstünde kompresörün önemli etkisi vardır (Daly, 2006).

Kompresörde sıkıştırma operasyonu sırasında akışkanın basınç ve sıcaklığı hızla yükselir. İdeal bir sistemde basınç 2 bardan 22,5 bara, sıcaklık ise 0 °C'den 110 °C'ye kadar yükselebilir. Sistemde emme basıncı 1,2 bar ile 3 bar arasındadır. Tam yük durumunda akışkanın basınç ve sıcaklığı 28 bar ve 125 °C'ye kadar çıkabilir.

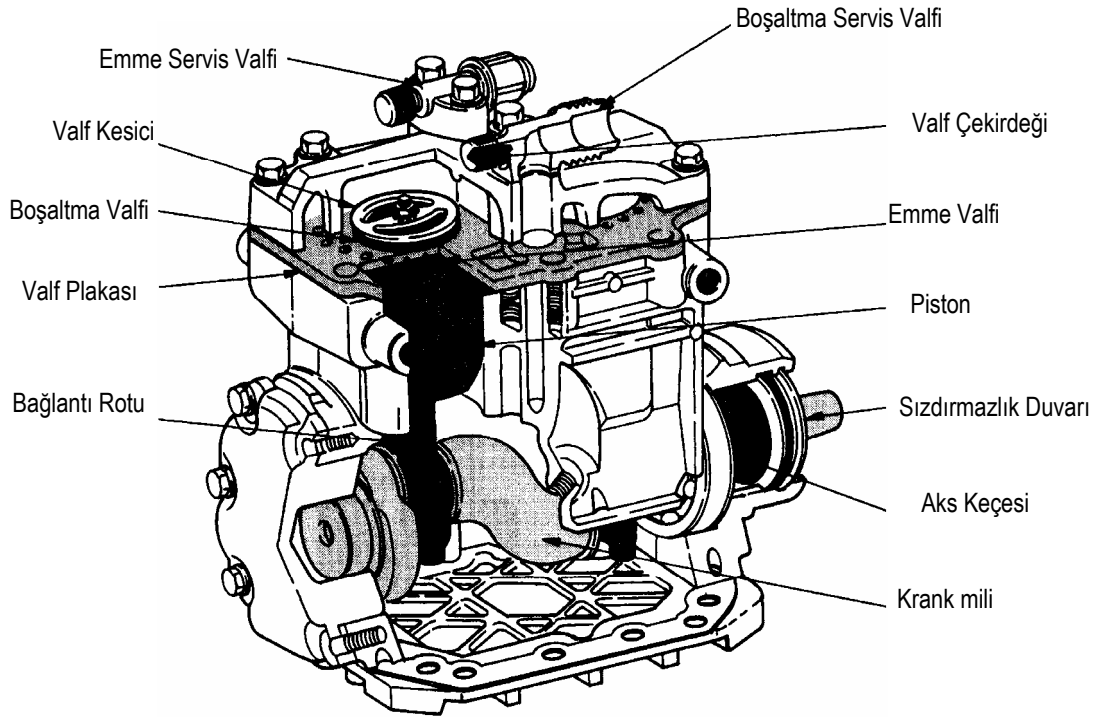


Şekil 5.1 Kompresördeki akışkanın basınç ve sıcaklığı (Daly, 2006)

5.1.2 Kompresör Çeşitleri

5.1.2.1 Krank Tipi Kompresör

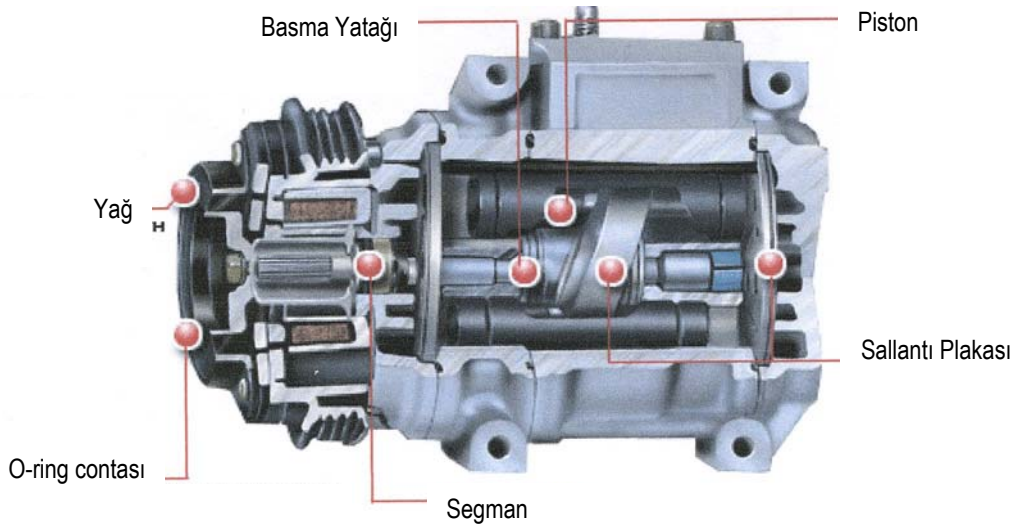
Krank tipi kompresör günümüzde otomotiv endüstrisinde kullanımından vazgeçilmiştir. Bu tip kompresör tahriki motor kayış kasnak mekanizması ile sağlanmaktadır. Kompresörün içinde krank mili yer alır. Doğrusal hareket yapan piston bu krank miline bağlıdır (Şekil 5.2). Emme ve sıkıştırma strok hareketiyle soğutucu akışkanın basıncı ve sıcaklığı arttırılarak evaporatöre gönderilir.



Şekil 5.2 Toyota araçlarda kullanılan krank tipi kompresör (Daly, 2006)

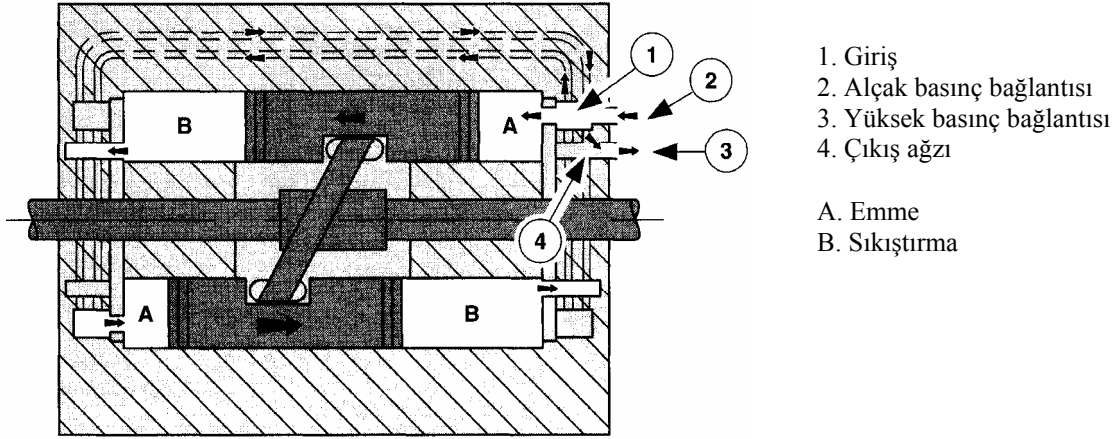
5.1.2.2 Eksenel Pistonlu Değişken Kapasiteli Kompresör

Otomobil klima sisteminde en çok kullanılan kompresör tipidir. Sallantı plakalı kompresör diye de isimlendirilir. Sallantı plakası açılı olarak milin üstünde yer alır. İki pistonun emme ve sıkıştırma stroklarında tahrik mili olarak görev alır (Şekil 5.3).



Şekil 5.3 Sallantı Plakalı Değişken Hacimli Kompresör (<http://forum.donanimhaber.com/m-7361651/mpage-3//tm.htm>, 2007)

Sallantı plakası mil üstünde açılı konumlandırılmıştır. Milin dönmesi ile sallantı plakası döner ve pompalama çemberinde pistonların hareketini sağlar. Sallantı plakasının konumu pistonların kanal içindeki hareket mesafesini belirler. Böylece kompresörden çıkan akışkanın miktarı ayarlanır (Şekil 5.4).



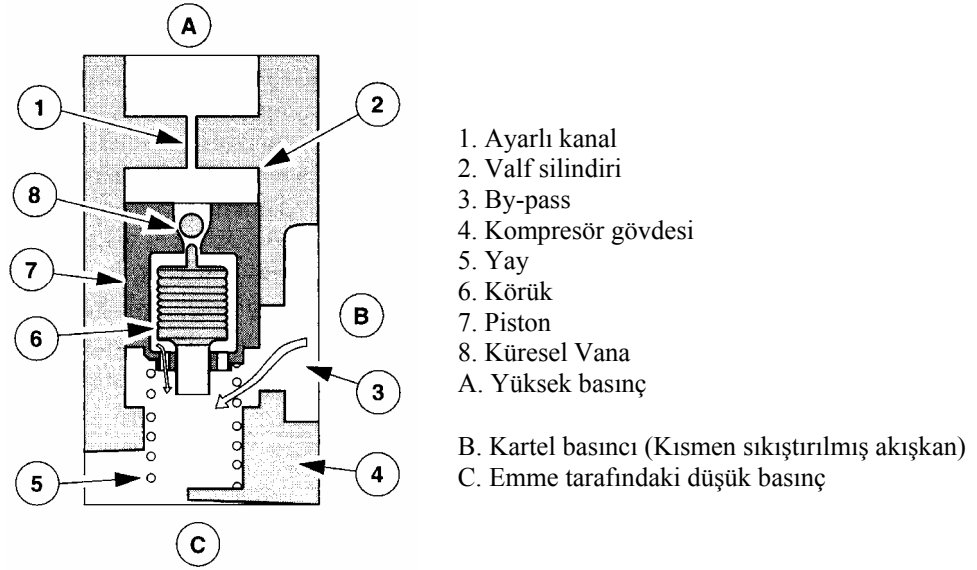
Şekil 5.4 Pompalama çevrimi (Daly, 2006)

Kompresörden farklı kapasitelerin elde edilmesi farklı basınçların sağlanması ile olur. 3 farklı basınç bölgesi vardır:

- a. Yüksek basınç (boşaltma basıncı)
- b. Alçak basınç (evaporatör veya toplayıcıdan emme basıncı)
- c. Kompresör iç basıncı

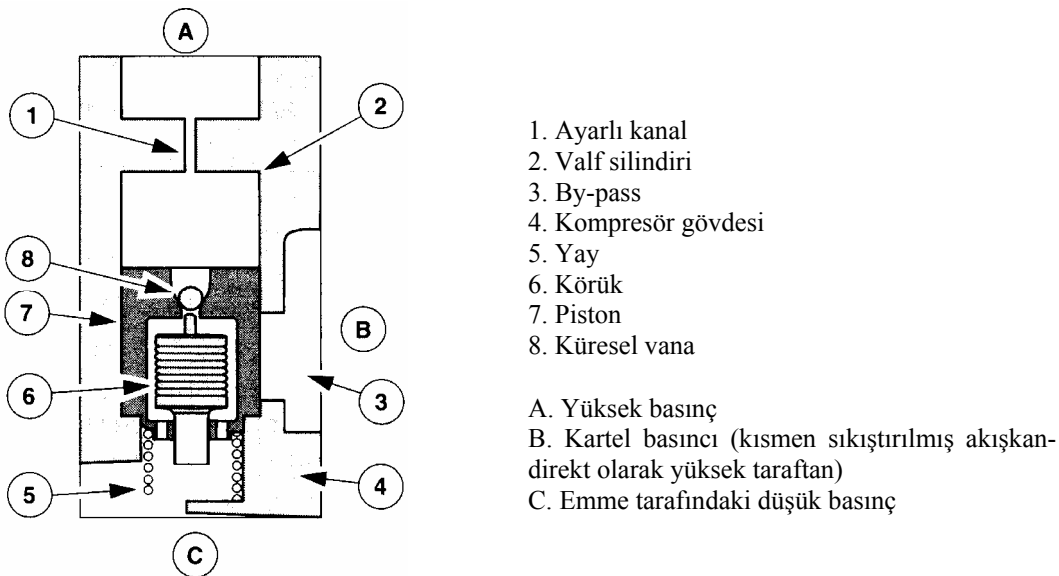
Kompresörden değişik soğutma kapasitesinin elde edilmesi sallantı plakasının açısına bağlı olarak pistonların alacağı mesafenin değişmesi ile sağlanır.

Düşük soğutma kapasitesi ihtiyacında, evaporatörden ısı çekişi düşük olacaktır. Bu nedenle genleşme valfinden evaporatöre az miktarda akışkan geçer. Bu nedenle akışkanın basıncı oldukça düşük olur. Düşük basınçta akışkan evaporatörden kompresörün emme tarafına gelir (Şekil 5.5). Düşük basınçtan dolayı (ayarlanan kontrol basıncının altında olması) kompresör çalışma mesafesini azaltır. Körük genişler ve küresel vanayı iterek yüksek basınç tarafındaki akışkanın alçak basınç tarafına geçişini sağlar.



Şekil 5.5 Düşük Soğutma İhtiyacında Kompresörün Çalışması (Daly, 2006).

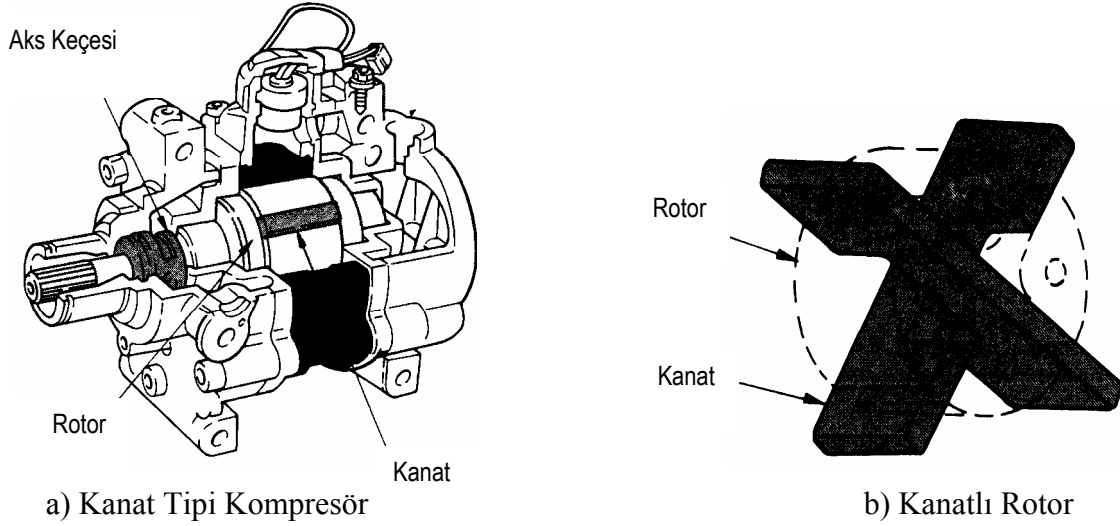
Yüksek soğutma kapasitesi talebinde emme tarafında basınç yüksek olacaktır. Çünkü evaporatörden gelen akışkanın basıncı yüksektir. Bunun sonucunda körük küçülerek küresel vananın kapanmasını sağlar. Böylece yüksek taraftan alçak tarafa hava akışı durur. Valf gövdesi yay basıncı ile aşağıya doğru hareket eder. By-pass kanalı kapanır. Yüksek basınç tarafına akışkan geçişi olmaz, kompresör çalışma aralığı genişler ve kompresör daha yüksek soğutma kapasitesiyle çalışır (Şekil 5.6). Sallantı plakası ile mil arasında açı arttıkça piston çalışma aralığı artar. Bu da pompalanan soğutucu akışkan debisini artırır. Akışkan debisinin artması soğutma kapasitesinin artmasını sağlar.



Şekil 5.6 Yüksek soğutma ihtiyacında kompresörün çalışması (Daly, 2006).

5.1.2.3 Kanat Tipi Kompresör

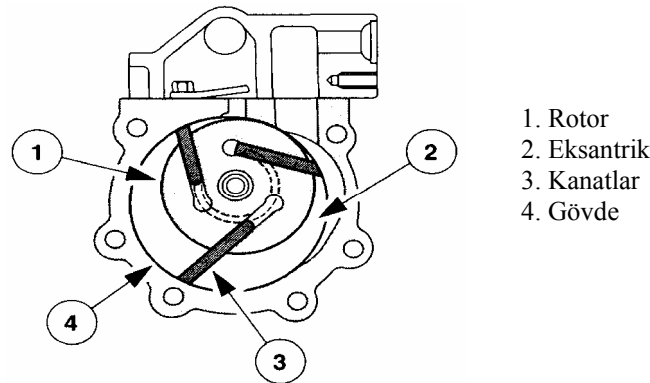
Kanat tipi kompresör, kompakt bir yapıya sahiptir ve akış kayıpları düşüktür. Sessiz çalışan birkaç parçadan oluşur (Şekil 5.7). Soğutucunun akışkanın hareketini arttırmak için döner kanatlar kullanılır. Rotor üstüne açılı olarak iki kanat yerleştirilmiştir. Bu kanatlar santrifüj kuvvetinin oluşmasını sağlar (Şekil 5.7-b). Santrifüj kuvveti sayesinde moleküller birbirleriyle etkileşim halinde hareket ederler.



Şekil 5.7 Kanat tipi kompresör (a) ve kanatlı rotor (b) (Daly, 2006)

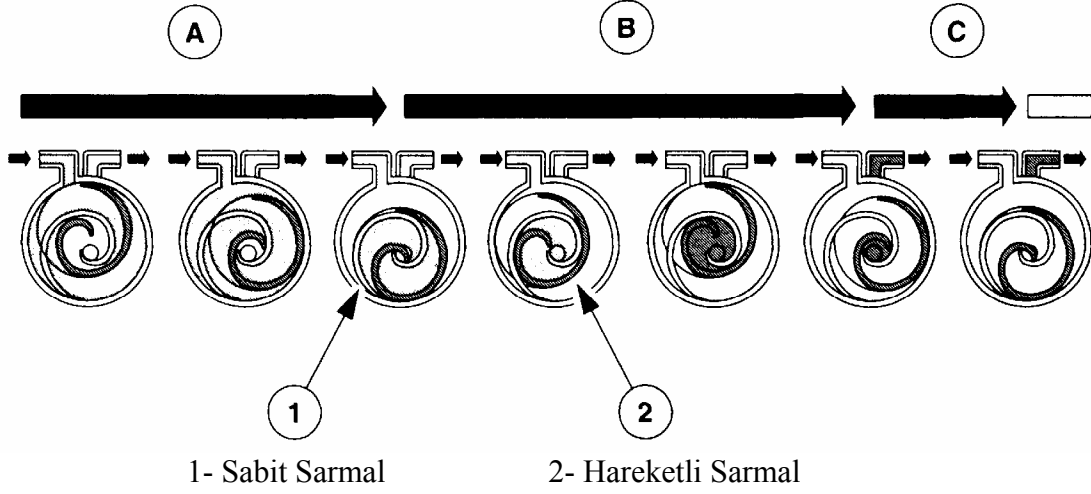
5.1.2.4. Helezyon Tip Kompresör

Helezyon tip kompresör birbiri içine geçmiş iki helisten oluşur. İki helis de silindirik bir yuvanın içine monte edilmiştir. Helezyonlardan biri sabitken diğeri kompresör tahrik miline takılır. Hareketli helezyon kendi kendine dönmez fakat diğeri helezyonun yörüngesini oluşturur. İki helezyonun hareketi sonucu sıkıştırma odası oluşur.



Şekil 5.8 Helezyon tip kompresör (Daly, 2006)

Helezyon tip kompresörün çalışma biçimi şekil 5.9'da görülmektedir.



Şekil 5.9 Helezyon tip kompresörün çalışma aşamaları (Daly, 2006)

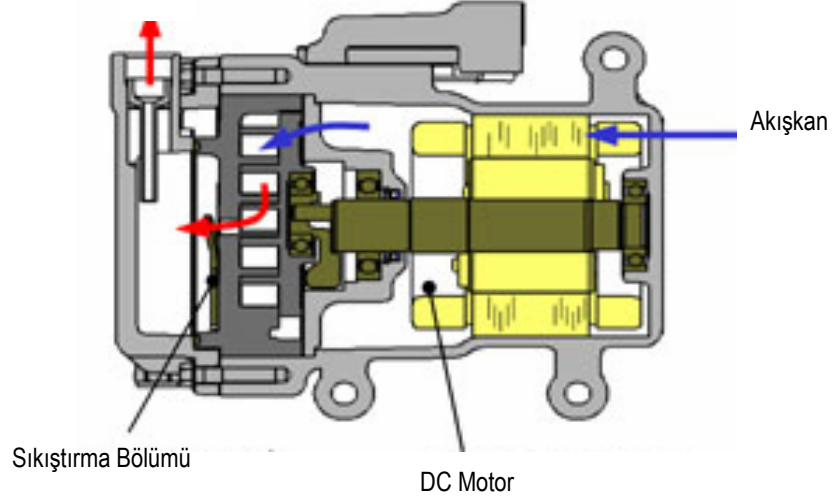
Hareketli helezyonun hareketi ile kompresör hacmi artar. Bu artış sayesinde akışkan kompresör hacmine dolar. Helezyonun şekli ve hareket biçimi sayesinde giriş vanasına ihtiyaç duyulmaz. Helezyonun eksantrik hareketi dibe ulaştığında emme fazı son bulur (Şekil 5.9-A). Sıkıştırma operasyonu akışkanın helezyonun merkezinde toplanması ile başlar. Daha sonra hacim düşer. Hacmin azalması ile basınç ve sıcaklıkta artma meydana gelir (Şekil 5.9-B). Boşaltma helezyonun merkezinde gerçekleşir. Çıkış vanası akışkanın tekrar geri gelmesini engelleyecek şekilde konumlandırılmıştır (Şekil 5.9-C). Kompresörün çalışmadığı durumda çıkış vanası sayesinde akışkanın geri gelmesi engellenir.

5.1.2.5 Elektrikli Kompresör

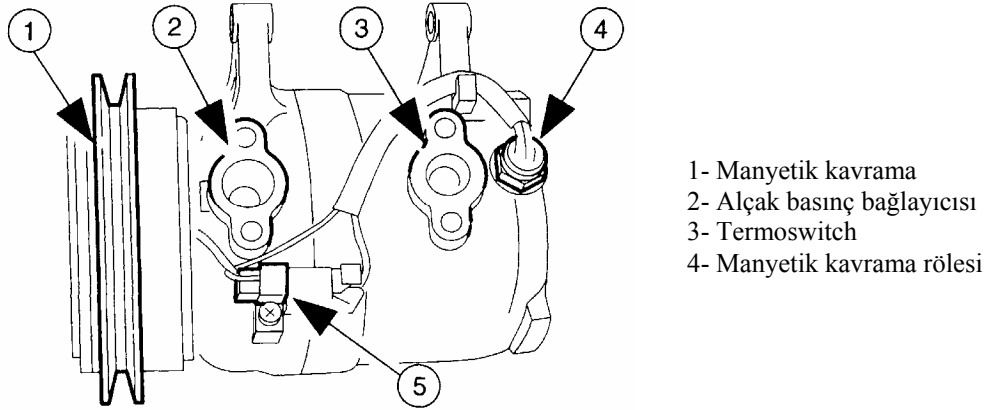
Elektrikli kompresör genellikle hibrid ya da elektrik güç ünitesine sahip araçlarda kullanılır. Hibrid araçlarda hem küçük boyutta diesel motor hem de akü ile beslenen elektrik motoru kullanılır. Gelecek yıllarda yakıt hücreli araçların kullanımının başlamasıyla elektrikli kompresör kullanımına geçilecektir. Elektrikli araçlarda motor ünitesi yerine yakıt hücresi yer alacaktır. Yakıt hücresi suyu elektroliz yoluyla ayrıştırarak elektrik üretilmesini sağlar. Bu enerji elektrik motorunun birincil enerji kaynağını oluşturur. Bu teknolojinin gelecek 10 yılda kullanılmaya başlanması ile araçlarda büyük değişikliklerin yapılmasına fırsat tanıyacaktır (Daly, 2006).

Hibrid araçlar için dünyanın en küçük ve hafif elektrikli kompresörü 2003 yılında DENSO firması tarafından üretilmiştir. Elektrikli kompresör araç rölanti halindeyken elektrik enerjisi

tüketerek yakıt tüketimini önemli ölçüde önler. Kabin konfor şartlarının muhafaza edilmesi ve yakıt tüketiminin buna bağlı olarak azalmasında önemli rol oynar.



Şekil 5.10 Denso elektrikli kompresörün yapısı (http://www.globaldensoproducts.com/hvc/electric_compressor.html, 2007)

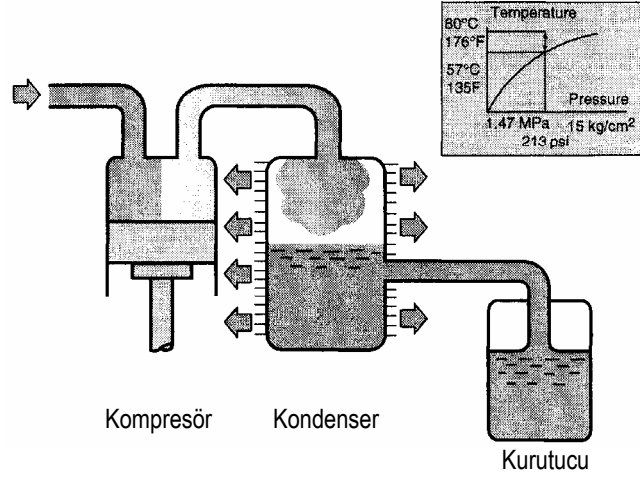


Şekil 5.11 Termik anahtarlı elektrikli kompresör (çalışma sıcaklığı 140 °C ile 150°C) (Daly, 2006)

Örneğin Honda Accord hibrid araç modelinde, hem mekanik hem de elektrik olmak üzere iki kompresör kullanılmıştır. Bu sistemde, mekanik kompresör benzinli motora, elektrikli kompresör de elektrik motoruna bağlıdır. Çok sıcak havalarda her ikisi de devredeyken, belirli bir soğutma noktasına erişince, kompresörlerden birisi devrede olan motor tipine göre çalışmasına devam eder. Burada elektrikli kompresör debisi, mekanik kompresör debisinin 1/5'i kadardır. Elektrik kompresörünün görevi daha ziyade soğutulmuş kabini aynı sıcaklıkta muhafaza etmeye çalışmaktır (<http://automobiles.honda.com/info/news>, 2007).

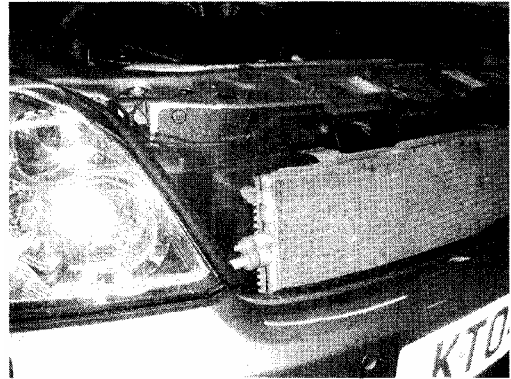
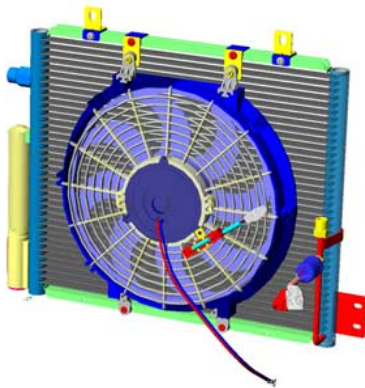
5.2 Kondenser

Devrede kondenser kompresörden hemen sonra gelir; motor radyatörünün ön tarafında yer alır ve gazın sıkıştırılması sırasında oluşan ısıyı dağıtmaya yarar. Kompresörün bastığı yüksek basınçta ve gaz halindeki klima gazını alır ve klima gazını sıvı haline dönüştürür (yoğuşturur). Gaz, soğutulduktan sonra sıvı haline gelir ve yüksek basınç altında kalır (www.obitet.gazi.edu.tr/Klimalar/Megane, 2007).



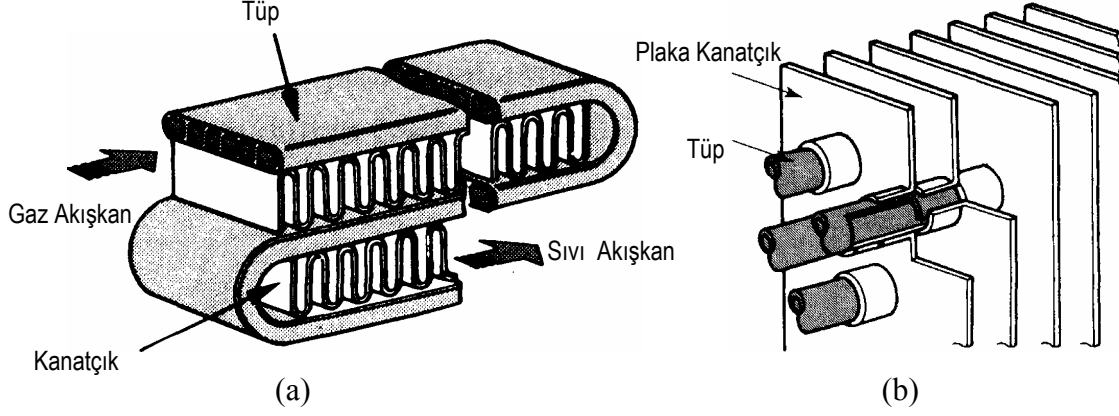
Şekil 5.12 Kondenser operasyonunun basitleştirilmiş şekli (Daly, 2006)

Kondensere kızgın buhar halinde giren soğutucu akışkan ısını kaybederek kondenseri sıvı halde terkeder. Kondenser akışkanı etkili bir şekilde soğutmalı, aynı zamanda kompakt bir yapıda olmalıdır. Buhar ısını kondenser yüzeyine aktararak yoğuşur ve sıvı hale geçer. Kondenser, yüzeyine aktarılan ısıyı kanatçıkları arasından geçen havaya aktarır. Bu nedenle hava akımından faydalanmak için aracın ön kısmında konumlandırılmıştır (Şekil 5.13).



Şekil 5.13 Kondenserin yapısı (a) ve araçtaki konumu (b) (<http://www.obitet.gazi.edu.tr/dersnotu.htm> , 2007)

Hızlı ve etkili bir soğutma sağlanmasında kondenser dizaynı önemli yer tutar. Hava ile temas eden yüzey alanı ne kadar geniş olursa o derece etkili bir soğutma sağlanır. Şekil 5.14'te kondenser soğutma kanatçıkları dizaynı görülmektedir.

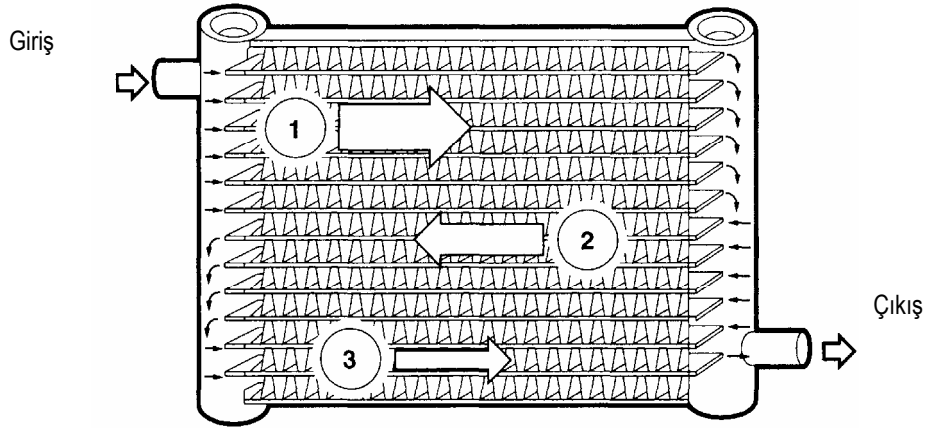


a) Serpantin Alüminyum kanatçıklı

b) Düz kanat yapılı kondansör

Şekil 5.14 Serpantin alüminyum kanatçıklı kondenser (a) ve düz kanat yapılı kondenser (b) (Daly, 2006)

Soğutma etkisini arttırmak amacıyla bazı sistemlerde çift geçişli kondenser kullanılır (Şekil 5.15).



1. Yüksek basınç ve sıcaklıkta buhar (80 °C)
2. Yüksek basınçlı ve sıcaklıkta sıvı
3. Yüksek basınç ve ılık sıvı (57 °C)

Şekil 5.15 Çift geçişli kondenser (Daly, 2006).

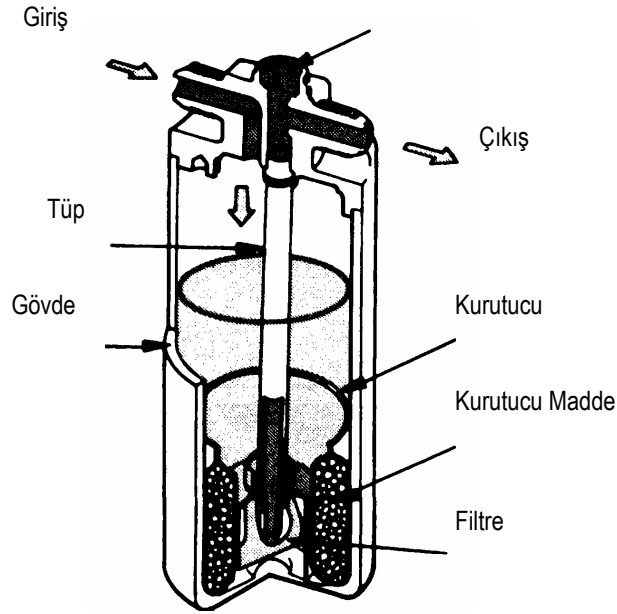
Kondenserde istenmeyen ısıyı soğutucu akışkandan ayırılır. Sistemin etkinliği için kondenser görevini tam olarak yerine getirmelidir. Isı transferi araç hareket halindeyken hava akışıyla kondenser yüzeyinden havaya doğru olur. Araç düşük hızda ya da duruyorsa hava akışı motor fanı (soğutma fanı) yardımıyla sağlanır.

5.3 Kurutucu / Toplayıcı

Kurutucu depo, filtre ve nem alıcı görevi yapar. Kondenserden gelen sıvı haldeki klima gazını filtre eder ve nemini alır. Kurutucu soğutma çevriminde kondenser ile genişleme valfi arasında yer alır. Başlıca görevi sistemin sıvı ve gaz şekillerini ayırmaktır. Ayrıca sistemin çalışması esnasında devrede sıvı şeklinde büyük bir miktar gaz rezervi yapar (www.obitet.gazi.edu.tr/Klimalar, 2007).

Kurutucunun diğer fonksiyonları şu şekilde özetlenebilir:

- * Yapısı itibariyle sistemde dolaşan soğutucu akışkanın içindeki kirin ve aşınma ile oluşan parçacıkların filtre edilmesi görevini yerine getirir.
- * Akışkandan buharı ayırır, sistemde kalan muhtemel nem taneciklerini kurutur.
- * Düşük yük altında sistemin ihtiyacını karşılamak için sıvı halde gaz deposu görevini görür.
- * Genleşme valfine yalnızca sıvı haldeki akışkanın gönderilmesini sağlar.
- * Bazen arıza arama noktası olarak işlev görür (Gözetleme camı sayesinde).



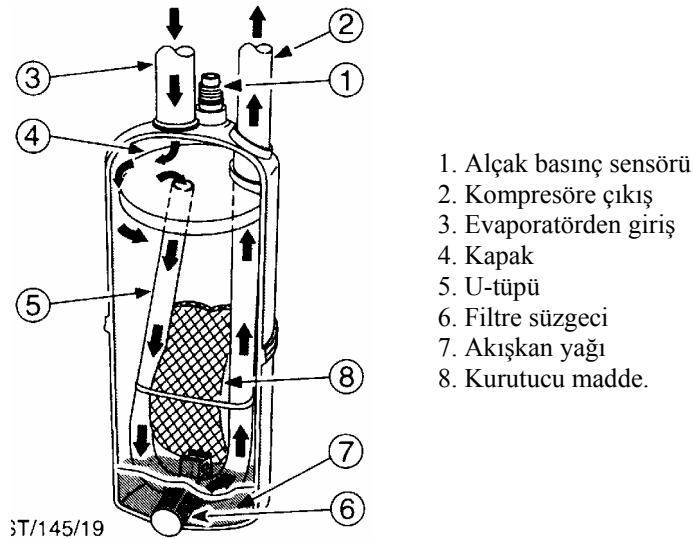
Şekil 5.16 Kurutucu (nem alıcı) (Daly, 2006).

İdeal durumda nem alıcıya gelen akışkanın sıvı halde olması gerekir. Ancak ağır yük altında kondenser tüm buharı yoğunlaştırıp ve kurutucuya sıvı halde ve bir miktar gaz halinde soğutucu akışkan birlikte gelir. Girişten geçen akışkanın sıvı kısmı kurutucunun altına akarken, buhar kurutucunun üstünde toplanır. Alttaki toplanan sıvı haldeki akışkan filtre edilerek çıkış tüpü ve çıkış ağzından geçerek tamamen sıvı halde genişleme valfine gönderilir.

Klima sistemindeki toplayıcı ise sabit orifis valfli soğutma çevriminde kullanılır. Toplayıcı sistemde evaporatör ve kompresör arasında yer alır.

Yerine getirdiği fonksiyonlar şu şekildedir:

- * Evaporatörden gelen akışkanın tamamen buhar halinde kondensere gönderilmesini sağlar (Kondenser sadece gaz basabilir).
- * Sistemde dolaşan soğutucu akışkanın içindeki kirin ve aşınma ile oluşan parçacıkların filtrelenmesini sağlar.
- * Düşük yük altında sistemin ihtiyacını karşılamak için akışkan deposu görevini görür.
- * Sistem elemanlarının yağlanması için akışkana yağ katar.
- * Düşük basınç sensörünü taşır.



Şekil 5.17 Toplayıcı (Daly, 2006)

Evaporatörden gelen sıvı-buhar karışımı akışkan, kapaktaki girdap sayesinde buhar u-tüpüne giderken sıvı kabın dibinde toplanır. Tüpün içinde yer alan filtre süzgecinden geçen buhar filtrelenir. U-tüpünde buhara %3 civarında yağ eklenir.

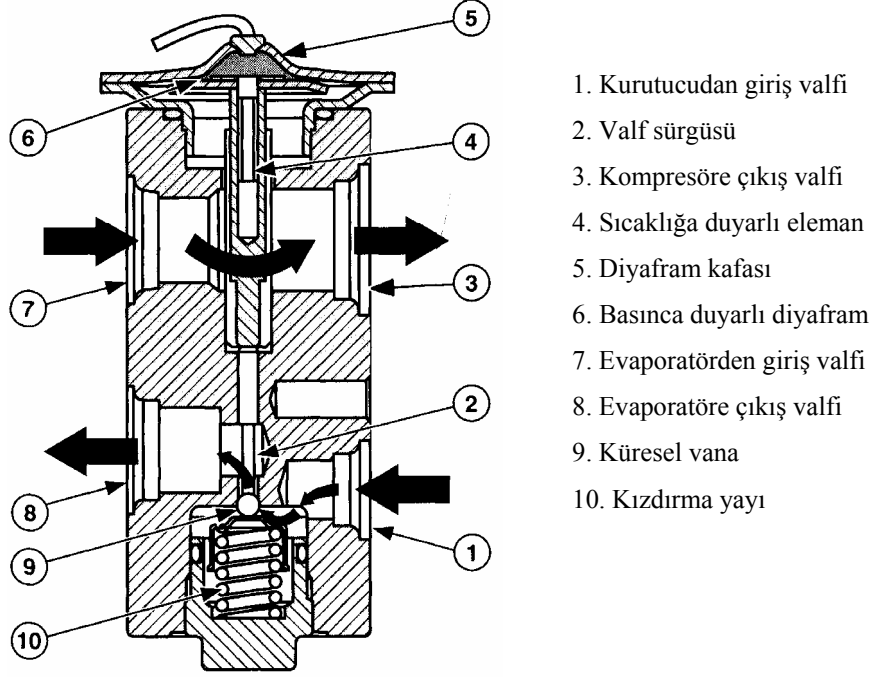
5.4 Genleşme Valfi / Sabit orifis Valf

Klima sisteminde valfin görevi evaporatöre giren soğutucu akışkan miktarını kontrol etmektir. Fonksiyonları şu şekildedir:

- * Sistemi alçak basınç ve yüksek basınç kısmı olmak üzere ikiye ayırır.

* Evaporatöre giren akışkan hacmini kontrol ederek, evaporatörün soğutma kapasitesini düzenler.

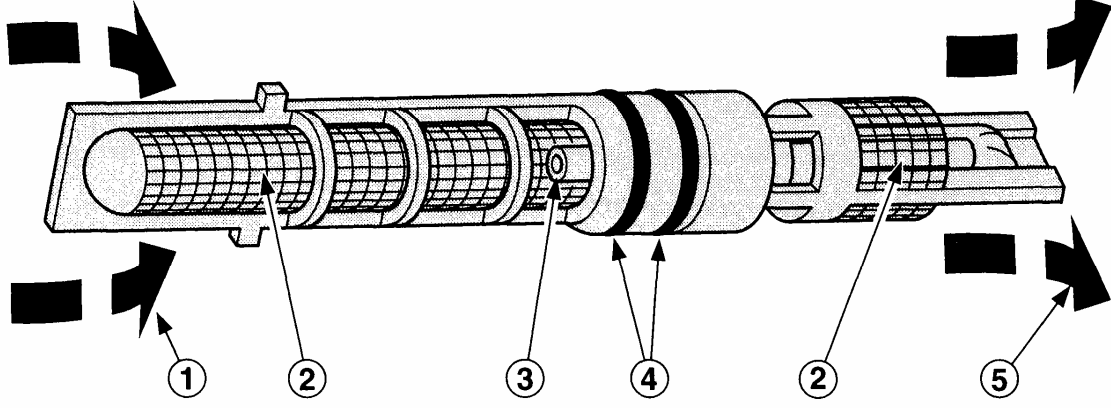
* Sıvı haldeki klima gazını evaporatöre püskürtür. Yüksek basınçlı olan klima gazını küçük sıvı taneciklere ayırırken aynı anda basıncın düşmesini sağlayarak, sıvının buhar haline gelmesini sağlar. (www.obitet.gazi.edu.tr/Klimalar, 2007)



Şekil 5.18 Genleşme valfi (Daly, 2006).

Genleşme valfi iki kısımdan oluşur. Birinci kısım evaporatörün girişinde, diğer kısım çıkış fonksiyonunda rol oynar. Sıvı akışkan şekil 5.18'de görüldüğü gibi giriş valfinden geçer (1). Orifis çok küçük ve küresel vana tarafında hacim büyük olduğundan basınç düşer (8). Sıvı ve küçük bir miktar buhar evaporatöre girer. Sıvı-buhar karışımı akışkan basınç düşüşünden dolayı doymuş buhar haline gelir. Doymuş buhar evaporatörde akış halindeyken kızgın buhar haline gelir. Kızgın haldeki akışkan genleşme valfinin diğer kısmında yer alan giriş valfine gelir (7). Akışkanın basınç ve sıcaklığına göre valfin konumu değişir. Yüksek soğutma kapasitesi talebinde akışkanın sıcaklığı yüksek olur ve sıcaklığa duyarlı elemana geçen ısı diyafram kafasında yer alan sıvının genleşmesine ve böylece küresel vanaya baskı uygulayarak daha fazla akışkanın evaporatöre girmesi için küresel vanayı aşağıya iter. Evaporatördeki akışkan miktarının yükselmesi soğutma kapasitesinin artmasını sağlar.

Sabit orifis valfi kondanser ile evaporatör arasındaki yüksek basınç bölgesinde yer alır. Valfi terk eden akışkanın hacmi, akışkanın basıncı ve orifisin şekline bağlıdır. Orifisin şekli sabit olduğundan akışkan hacmi basınç değişimi ile kontrol edilebilir (Şekil 5.19).



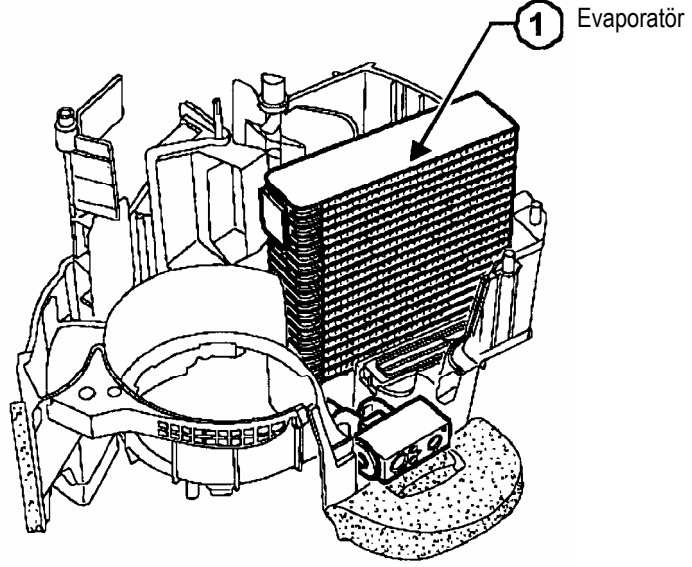
1. Giriş (yüksek basınç kısmı)
2. Filtre süzgeci
3. Sabit orifis (pirinç)
4. Akışkanın valfe geçmesini engelleyici yüzük
5. Evaporatör çıkışı
6. Çıkış (alçak basınç kısmı)

Şekil 5.19 Sabit orifis valfi (Daly, 2006).

Kondanserden gelen yüksek basınçtaki akışkan valf girişinden geçerek filtre süzgecinde filtre edilir. Sabit orifis sayesinde akışkan basıncına bağlı olarak evaporatöre gönderilen akışkan miktarını kontrol eder. Evaporatör girişinden itibaren akışkan düşük basınçlı sıvı haline dönüşür. Maksimum soğutma yükü ihtiyacı durumunda orifis valf doğru miktarda akışkanın evaporatöre gönderilmesini sağlar fakat düşük soğutma yükünde buharlaşma için yeterli ısı çekemediği için evaporatörden çıkan akışkanın bir kısmı sıvı olabilir. Bu nedenle sabit orifisli valf sisteminde evaporatör çıkışına toplayıcı konulmuştur. Toplayıcı sayesinde kompresöre tamamen gaz halinde soğutucu akışkanın gönderilmesi sağlanır.

5.5 Evaporatör

Evaporatör genişleme valfinden püskürtülen küçük sıvı tanecikleri halindeki düşük basınçlı akışkanın evaporatör kanatçıkları arasından geçen havadan ısı çekerek buharlaştığı klima elemanıdır. Hava evaporatör kanatçıkları arasından geçerken ısını evaporatöre aktarır ve böylece soğur. Soğuyan hava iç kabinin soğutulmasında kullanılır (www.obitet.gazi.edu.tr/klimalar/ Notlar, 2007).

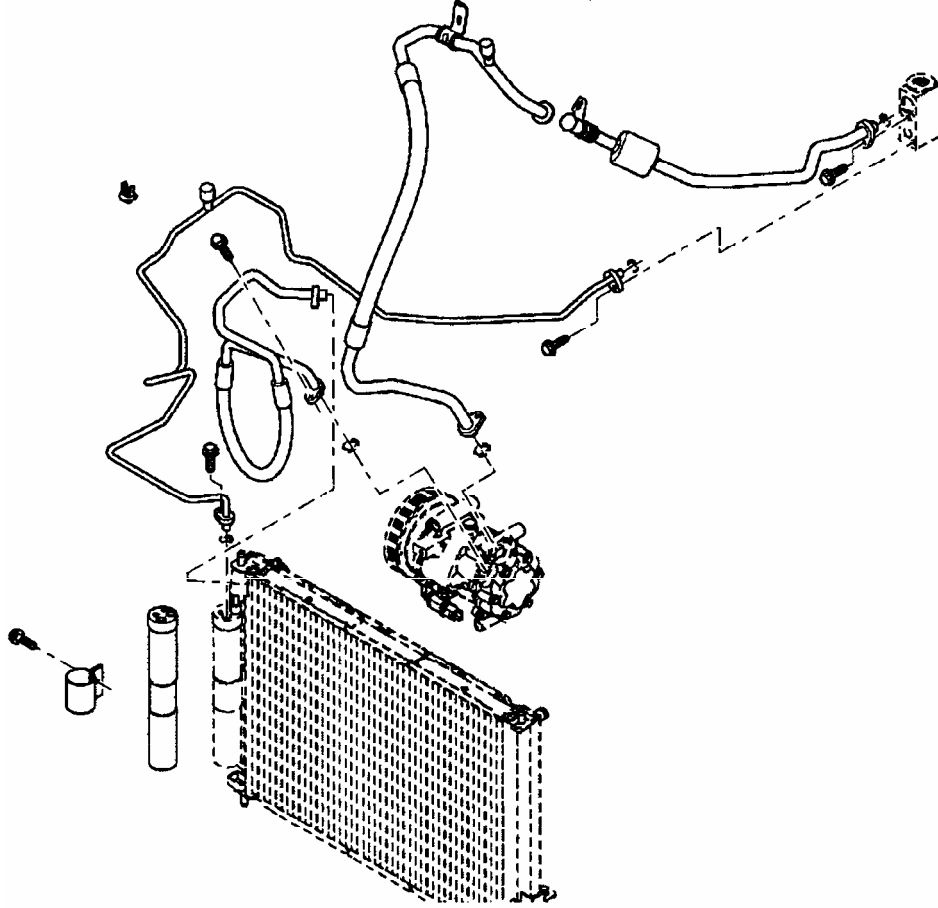


Şekil 5.20 Renault araçlarında kullanılan evaporatör (Renault klima teknik notları, 2005)

Evaporatörün yapısı kondenserin yapısıyla benzerdir. Yüzey oranı ne kadar geniş olursa kanatçıkları arasından geçen havayı o derece etkili soğutur. Evaporatör içinden geçen havayı soğutmanın yanında, havayı kurutur. Klima gazı ısıyı soğurur, havanın nemi evaporatör yüzeyinde yoğuşur ve bir tahliye hortumuyla dışarıya boşaltılır (duran aracın altında su olması).

5.6 Hortumlar

Boru donanımı hortumlardan (takviye mekanizmalarıyla daha sızdırmaz hale getirilmiş, kauçuktan yapılmış yumuşak borular) ve borulardan (bükülgen olmayan, rijit alüminyum borular) oluşur.

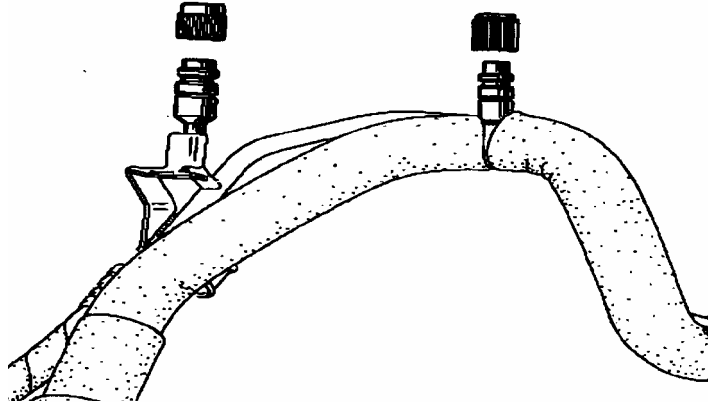


Şekil 5.21 Renault araçlarındaki klima sistem boruları (Renault klima teknik notları, 2005)

Bu kanal sistemi, akışkanın farklı fiziksel hallerde devre içinde sirküle olmasını sağlar.

5.7. Doldurma Vanası

Devredeki soğutucu akışkanın boşaltılması ve doldurulması, doldurma valfleriyle yapılır. Araçların çoğunda iki valf (bir tanesi yüksek basınç için, diğeri alçak basınç için) bulunur.

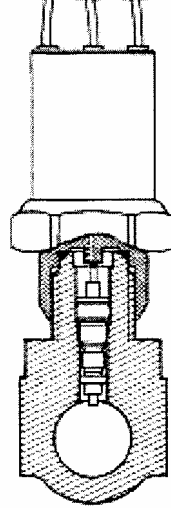


Şekil 5.22 Renault araçlarındaki doldurma valfleri (Renault klima teknik notları, 2005)

İki valfli devrede söz konusu valfler, birbirleriyle karıştırılmalarını önlemek için farklı çaplardadır. Yüksek basınç için büyük çaplı valf, alçak basınç için küçük çaplı valf kullanılır.

5.8 Üç Fonksiyonlu Presostat

Üç fonksiyonlu presostat, klima kompresörüne ve soğutma fan motoruna ya da motorlarına kumanda edilmesine olanak sağlar.



Şekil 5.23 Renault araçlarında kullanılan üç fonksiyonlu presostat (Renault klima teknik notları, 2005)

Üç fonksiyonlu presostat, devrenin yüksek basınç bölümü üzerinde yer alır ve aşağıdaki üç fonksiyonu sağlar:

* Alçak basınç kesme (yaklaşık 2 bar): Devredeki yüksek basınç çok düşük bir değere (yaklaşık 1,5 bar) düşerse, bu durumda üç fonksiyonlu presostat kompresör debriyajının beslemesini keser. Örneğin soğutucu akışkan miktarı çok düşük bir düzeye iner ve bu da, yağlayıcı ve soğutucu akışkan eksikliği nedeniyle kompresörün durma riskini beraberinde getirir.

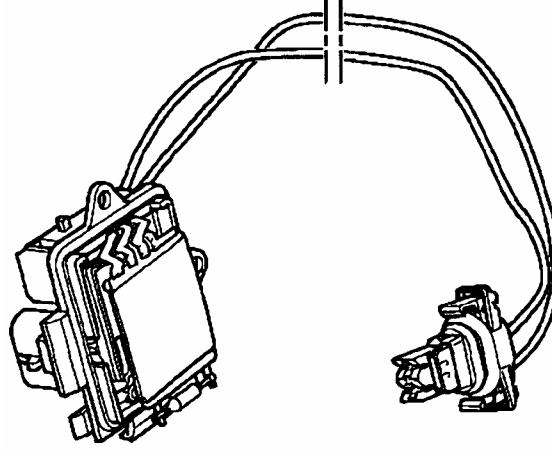
* Yüksek basıncı kesme (yaklaşık 27 bar) : Devrenin basıncı çok yükseldiğinde (yaklaşık 30 bar) ve devre için bir tehlike oluşturmaya başladığında da üç fonksiyonlu presostat kompresör debriyajının beslemesini keser.

* Vantilatörlerin kumandası (yaklaşık 19 bar) : Basınç yükseldiğinde, üç fonksiyonlu presostat vantilatöre ya da vantilatörlere, duruma göre düşük hızda ya da yüksek hızda kumanda eder. Bu fonksiyon böyle ısı alışverişini sağlar ve basıncı sınırlamak üzere yoğunlaşmayı iyileştirir.

5.9 Güç Modülü

Klima fan motor grubunun hızını değiştirmeye olanak sağlayan çeşitli düzenekler vardır:

- * Elektrik dirençleriyle hız değişimi sağlayan modüller
- * Elektronik hız değişim modülleri



Şekil 5.24 Renault araçlarında klima fan hız kontrol modülü (Renault klima teknik notları, 2005)

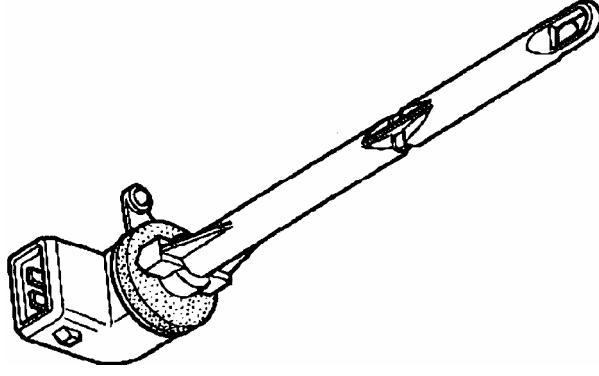
5.10 Hava Üfleme Düzeneği Motorları

Bu motorlar dağıtım kutusu üzerine monte edilmiştir ve aşağıda belirtilen belli kriterlere göre akışı yönlendirmek üzere klapeler üzerine etkir:

- * Karışım motoru, istenen konfor düzeyini sağlamak üzere sıcak hava ile soğuk hava karışımı oluşturur.
- * Dağıtım motoru, havalandırma çıkışlarıyla araç içindeki hava akışının yönlendirilmesine olanak verir.
- * Dahili sirkülasyon motoru, dışarıdan hava girişini engelleyerek araç içindeki havanın tekrar kullanılmasına olanak sağlar.

5.11 Evaporatör Sondası

Bu sonda evaporatör içindeki hava sıcaklığını ölçer; Negatif sıcaklık katsayılı bir termik direnç olan bu sondanın çeşitli modelleri vardır, ama tümünün çalışma ilkesi aynıdır.

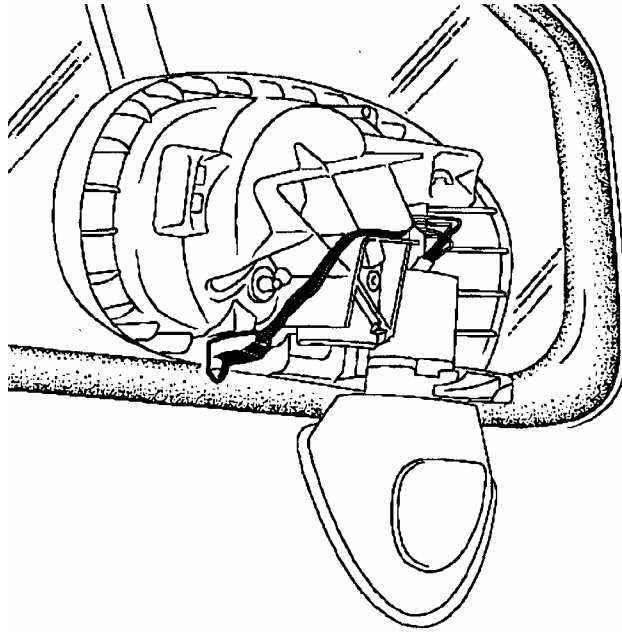


Şekil 5.25 Renault araçlarında kullanılan evaporatör Sondası (Renault klima teknik notları, 2005)

Evaporatör sondasının sağladığı bilgi, gerektiğinde kompresörü devre dışı bırakarak evaporatörü buzlanmaya karşı korumak üzere, beynin uygun bir şekilde sisteme kumanda etmesine olanak verir.

5.12 Dış Sıcaklık Sondası

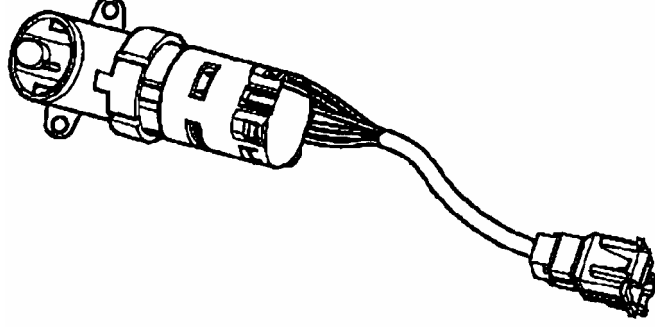
Bu kaptör dış hava sıcaklığı hakkında bilgi sağlar. Sağ dikiz aynası içinde ya da araç içi hava girişi içinde yer alır.



Şekil 5.26 Dış sıcaklık sondası (Renault klima teknik notları, 2005)

5.13 Araç İçi Sondası

Bu kaptör iç hava sıcaklığı hakkında bilgi sağlar. Negatif sıcaklık katsayılı bir termik dirençtir.



Şekil 5.27: Araç içi sondası (Renault klima teknik notlar, 2005)

5.14 Nem Kaptörü

Kapasitif etkili bu kaptör, direncinin artması yardımıyla, hava çevrimine kumanda etmek ya da etmemek üzere araç içindeki havanın nemini ölçer. Çoğu zaman, araç içi sıcaklık sondasıyla birlikte tavan lambasının içine monte edilir.

5.15 Güneş Kaptörü

Bu kaptör, havalandırma çıkışlarındaki hava debisini düzenlemesi için beyne güneş ışımalarının yoğunluğu hakkında bilgi sağlar. Torpidonun orta bölümünde yer alır.

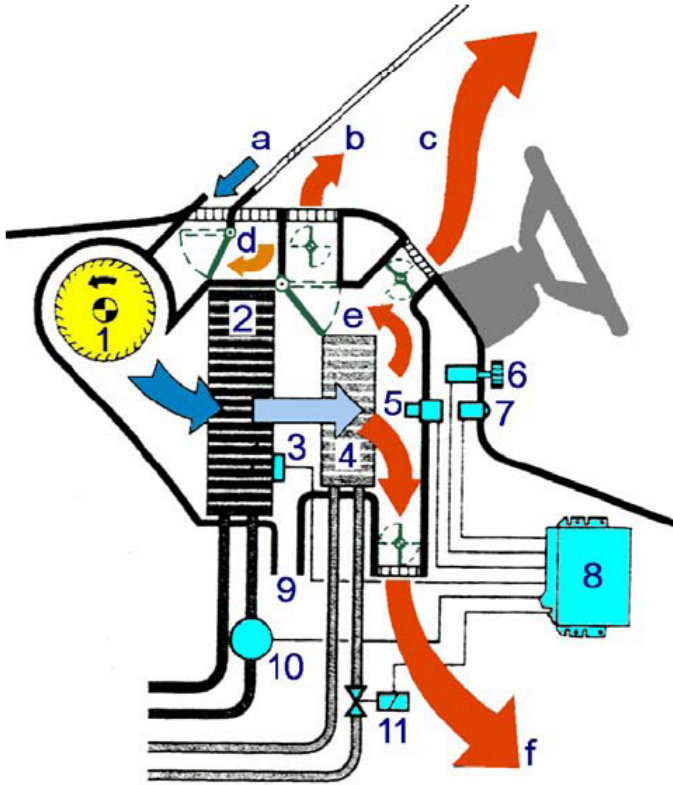
5.16 Hava Kirlilik Kaptörü

Bu kaptör, araç içindeki gazların (CO ve NO_x) değişimindeki değişimlerin sürekli olarak analizi yoluyla, gerektiğinde dahili hava sirkülasyonunu devreye sokarak araç içini dış ortamdaki izole eder.

6. KLİMA KONTROL SİSTEMLERİ

Klima kontrol sistemi iç kabindeki havanın sıcaklığını ve nemini, ortamdaki havanın miktarını ve dağıtımını kontrol eder. Manuel kontrol sisteminde sıcaklık, sirkülasyon, taze havanın miktarı kontrol panelinde belirlenmiş olan aralıklarda yolcular tarafından istenilen konfor şartlarının oluşturulması işlevini yerine getirir. Sıcaklık ve havalandırma değerleri kontrol panelinden manuel olarak seçilmesi gerekir. Otomatik kontrol sisteminde iç hava sıcaklığı ve nemi, hava sirkülasyonu, giren taze hava miktarı istenilen konfor şartlarını sağlayacak şekilde otomatik olarak klima beyni tarafından yönetilir.

Otomatik klima sisteminde (Şekil 6.1) dış ortamdaki fan yardımıyla (yüksek araç hızında doğal akış yoluyla) alınan hava evaporatöre gelir. Evaporatörde ısısının büyük bir kısmını evaporatör yüzeyine aktararak soğur. Isıtılması gerekiyorsa da ısıtıcıdan geçerken ısıtıcı yüzeyinden havaya geçen ısı sayesinde ısıtılır. Daha sonra ısıtılan veya soğutulmuş hava seçilen havalandırma kanalından geçerek iç kabinin ısıtılmasında ya da soğutulmasında kullanılır.



- a. Taze hava
- b. Ön cam havalandırma çıkışı
- c. Ön cam üst havalandırma çıkışı
- d. İç sirkülasyon
- e. By-pass
- f. Zemin havalandırma çıkışı

- 1. Fan
- 2. Evaporatör
- 3. Evaporatör sıcaklık sensörü
- 4. Elektronik kontrol ünitesi
- 5. Egsoz havası sıcaklık sensörü
- 6. Sıcaklık selektörü
- 7. İç kabin sıcaklık sensörü
- 8. Elektronik kontrol ünitesi
- 9. Yoğuşma suyu tahliye çıkışı
- 10. Kompresör
- 11. Elektromanyetik valf

Şekil 6.1 Klima kontrol sistemi (Janotkova ve Pavelek, 2005)

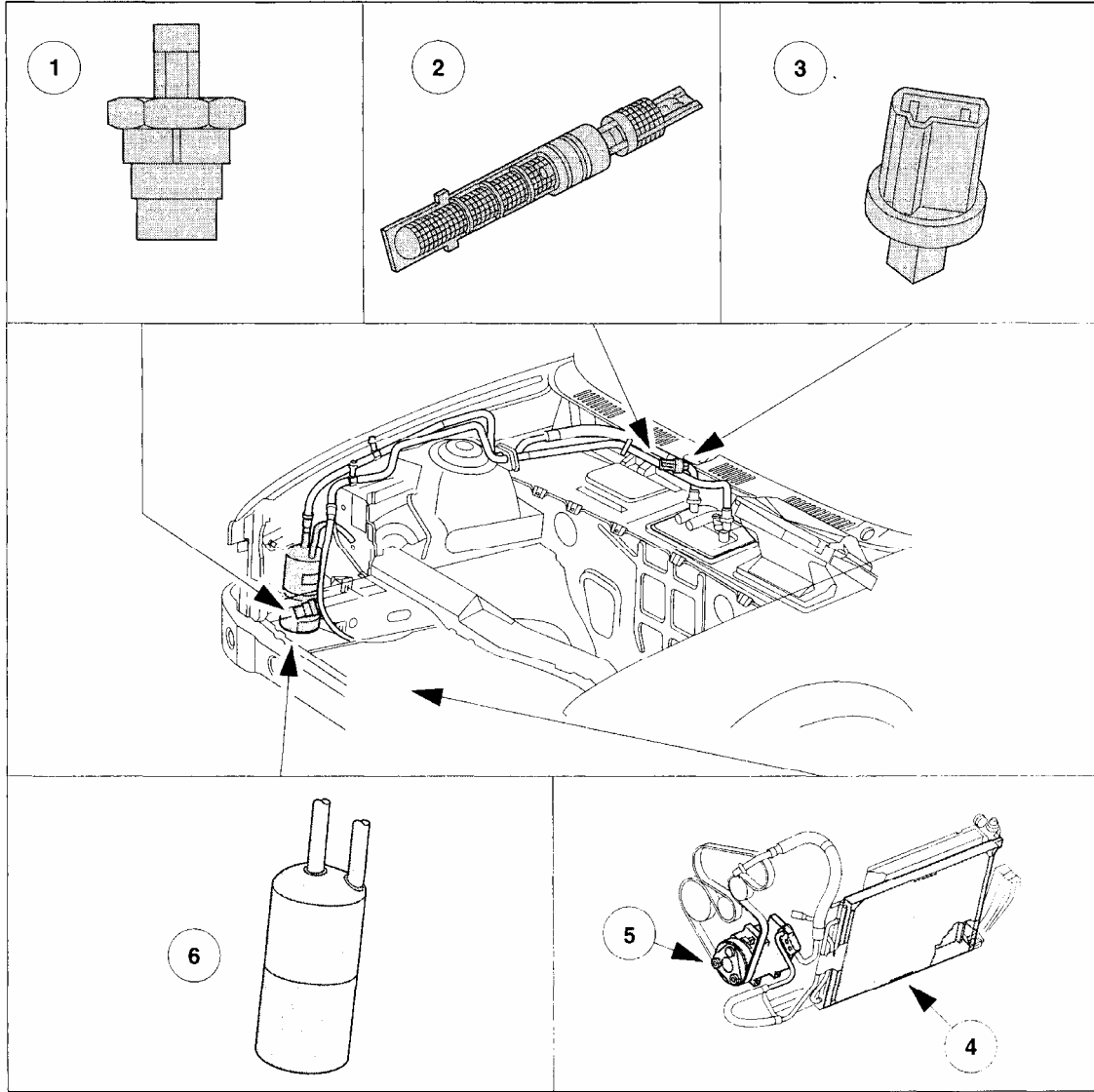
Elektronik kontrol ünitesi sıcaklık sensörlerinden gelen bilgiler algılar. İstenen sıcaklık ile mevcut sıcaklığı kıyaslayarak gerekli olan ısıtma veya soğutma işlevlerinin gerçekleşmesini sağlar. Gerekli olan hava debisine göre ve kontrol ünitesinden seçilen (iç sirkülasyon ya da dış hava modu) isteğe göre hava akışını yönetir. Elektronik kontrol ünitesi yüksek hızlarda taze hava girişi dinamik hava basıncıyla sağlandığı için girişteki fan devrini düşürür, yeterli hava debisi sağlanıyorsa fanın çalışmasına izin vermez.

Eski otomatik klima kontrol sisteminde sıcaklık sensörü yalnızca sürücünün olduğu tarafta yer alır ve bu bölgedeki sıcaklık verilerine göre sistemi kontrol ederdi. Yeni nesil klima sistemlerinde aracın değişik bölgelerinde yer alan sıcaklık, nem, hava akış hızı sensörleri sayesinde daha geniş alanda bilgi toplayarak, bu verilere göre otomatik olarak optimal sıcaklık ayarını yapar. Yine bu verilere göre iç kabindeki nem oranını düzenler (yaklaşık %40). İç kabinler nem düzeyi yükseldiğinde iç hava sirkülasyonunu çalıştırarak evaporatörde fazla nemin yoğunlaşmasını sağlar ve iç kabin havasının konfor seviyesini düzenler (Janotkova ve Pavelek, 2005).

6.1. Manuel Klima Kontrol Sistemi (Ford Fiesta)

Manuel klima kontrol sistemi; manuel üfleyici kontrolü, manuel hava sirkülasyon kontrolü, manuel sıcaklık kontrolü ve hava sirkülasyon kontrolü sağlamak amacıyla kullanılabilir. Soğutma çevriminde sabit orifis valfi kullanılmaktadır.

İstenilen araç içi sıcaklığı manuel olarak sıcaklık kontrol ünitesinden seçilir. Sıcaklık kontrol modüler, seçilen sıcaklığa göre ısı değiştiriciye gidecek soğutucu akışkan debisini kontrol eder. Sistemdeki alçak basınç anahtarı, düşük basınç bölgesindeki basınca göre kompresör çalışmasını düzenler.



1. Yüksek basınç anahtarı
2. Sabit orifis tüp
3. Alçak basınç anahtarı
4. Kondansör
5. Kompresör
6. Kurutucu

Şekil 6.2 Manuel klima elemanları (Daly, 2005).

Klima sistemi aşağıdaki durumlarda devre dışı kalır:

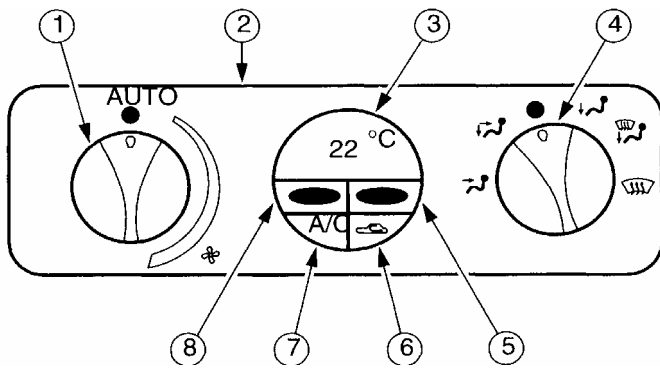
- * Motor sıcaklığının aşırı ısınma (hararet) sonucu sıcaklığının 120 °C' nin üstüne çıkması,
- * Motor düşük yük altında çalışması durumunda, motordan elde edilen güç araç ivmelenmesi için harcanır,
- * Kompresör basıncının 1.6 barın altına düşmesi,
- * Sistem basıncının 30 barın üstüne çıkması,

- * İç üfleyici fan motorunun çalışmaması,
- * Kompresör termiğinin açık devre olması.

Klima anahtarı kapandığında (klima devreye girme komutu) kompresör kavraması devreye girer. Soğutma fanı yaklaşık 40 dakika kesintisiz çalışır. Kompresör kavraması yeterli soğutma sağlandığında maksimum 12 dakika devreden çıkar, daha sonra tekrar devreye girer. Klima anahtarı açıldığında (Klimanın devreden çıkma komutu) soğutma fan motoru hemen devreden çıkar. Klima anahtarı açıldıktan yaklaşık 2 dakika sonra kompresör kavraması devreden çıkar. Araç aküsünde pozitif ve negatif olmak üzere iki terminal bulunur. Tüm elektrik sistemi elektrik ihtiyacını aküden karşılar. Akünün sağladığı enerji, elektrikli elemanların çalışmasıyla azalır. Motorun çalışması durumunda alternatör aküyü besler. Elektrik sistemleri sigorta bağlantısı ile korunur. Manuel klima kontrol sistemi günümüzde büyük oranda terk edilmiştir. Yarı otomatik ve otomatik klima sisteminin kullanımı yaygınlaşmıştır.

6.2 Yarı Otomatik Klima Sistemi

Yarı otomatik klima sisteminde elektronik kontrol modülü vardır. İç kabinde yer alan sensörler araç içindeki sıcaklığı ölçerler. Klima modülü ölçülen sıcaklık değeri ile klima kontrol modülünden seçilen sıcaklık değerini karşılaştırır. Bu karşılaştırma sonucunda belli bir fark görürse ısıtma ya da soğutma sistemini harekete geçirir. Hava dağıtım kontrolü manuel olduğu için sistem yarı otomatik kontrollüdür.



1. Üfleyici hızı kontrol düğmesi
2. Klima kontrol modülü
3. LCD sıcaklık ekranı
4. Manuel hava dağıtım kontrol düğmesi
5. Sıcaklık artış butonu
6. İç sirkülasyon butonu
7. Klima aç/kapa butonu
8. Sıcaklık düşürme butonu.

Şekil 6.3 Yarı otomatik kontrol sistemi (Daly, 2006)

6.3. Otomatik Klima Kontrol Sistemi (Honda)

Otomatik klima sisteminde kabin içerisinde serinletilmesi ve ısıtılması işlemi, klima kontrol ünitesi tarafından kontrol edilir. Klima kontrol ünitesi; kendisi ile bağlantılı olan parçaların

suret ve hareketleri ile aldıkları, pozisyonlar ve çalışma şekillerinden elektriksel bilgileri algılayarak çalışır (www.obitet.gazi.edu.tr/Klimalar, 2007).

İç kabinde istenen konfor şartlarına göre gerekli olan sıcaklık ile mevcut sıcaklık arasında kontrol ünitesi tarafından fark tespit edilmesi durumunda kontrol ünitesi tarafından üfleyici fanının hızı arttırılır ya da yavaşlatılır. İç kabindeki havanın nemi konfor şartları için uygun değilse, kontrol ünitesi tarafından iç hava sirkülasyonu yoluyla evaporatörde havanın nemi istenilen düzeye getirilir.

Kontrol modülü hava çıkış kanallarına hava karışım odasından hava akışını gerçekleştiren kademeli üfleyici fanları kontrol eder. Hava karışım odası kapısının açısı kontrol modülü tarafından değiştirilerek evaporatörden gelen soğuk hava miktarı ile ısıtıcıdan gelen hava miktarını kontrol ederek, iç kabin konfor şartını sağlayacak şekilde havanın, hava karışım odasında elde edilmesini sağlar. İç kabinde bulunan sıcaklık sensörleri tarafından ölçülen sıcaklık değeri ile kontrol modülünden seçilen sıcaklık değeri kıyaslanarak karışım odasındaki havanın sıcaklığı arttırılır veya azaltılır.

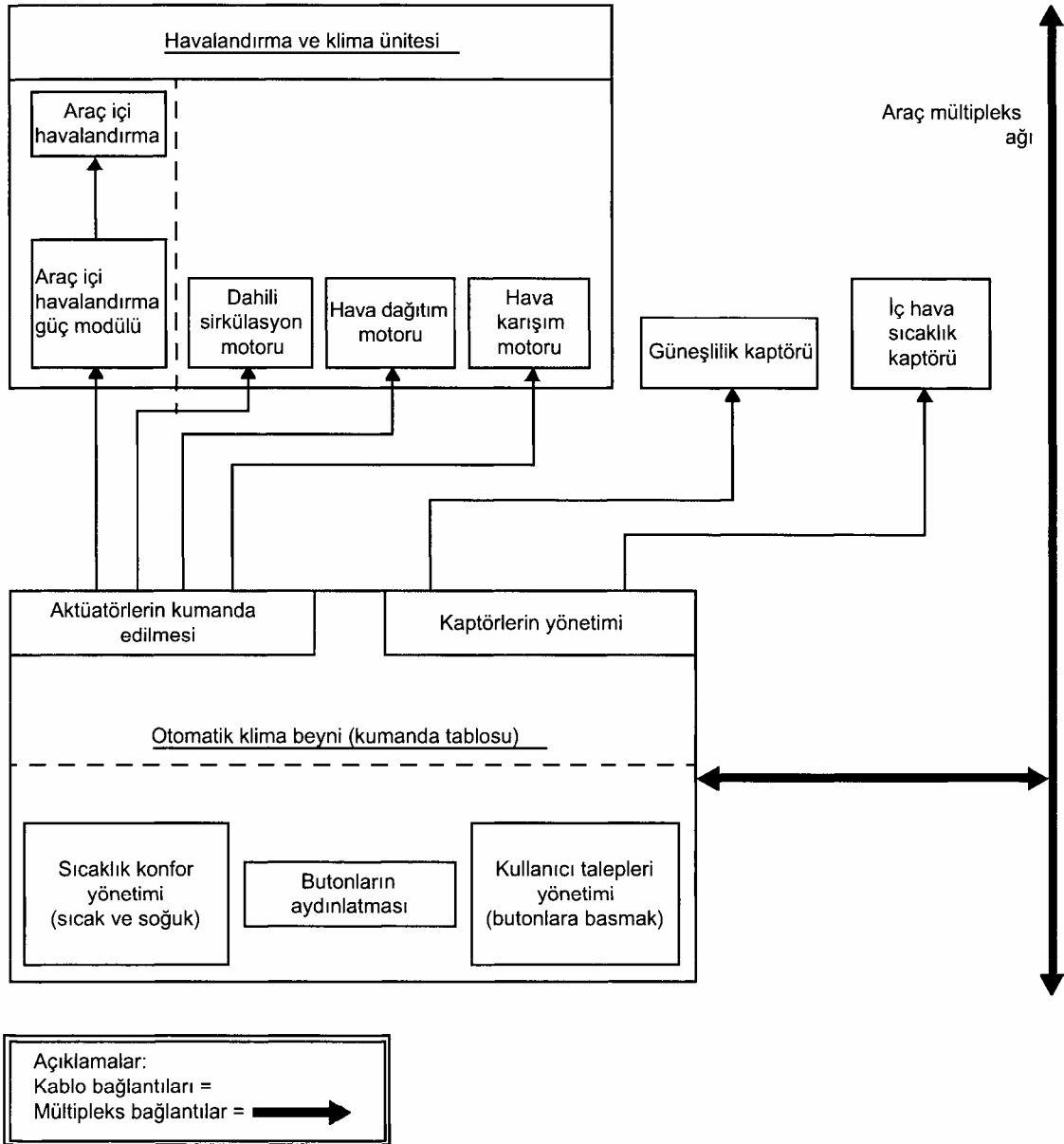
Renault Megane araçlarda otomatik klima dört beyin tarafından yönetilmektedir. Bu sisteme dağıtılmış fonksiyon adı verilir. Otomatik klima beyni araç içi havalandırmaya, hava dağıtım motoruna, hava karışım motoruna ve dahili sirkülasyon motoruna kumanda eder. Otomatik klima beyni iç hava sıcaklık kaptörü ve güneşlik kaptörünüde kontrol eder. İki kaptör ve üç motor otomatik klima beynine kablo hatlarıyla bağlanmıştır. Otomatik klima beyni araç içi havalandırmaya, güç modülüne gönderilen otomatik ayarlama sinyali aracılığıyla kumanda eder.

Otomatik klima beyni tarafından kullanılan veya yayınlanan diğer bütün bilgiler mültipleks ağ vasıtasıyla diğer beyinlere iletilir. Soğuk hava (klima soğutma çevrimi) ve sıcak hava (ısıtma) üretimi, klima fonksiyonuna katılan diğer üç beyin tarafından kontrol edilir (araç içi merkezi kontrol ünitesi, koruma ve güç kontrol ünitesi ve motor enjeksiyonu beyni).

Otomatik klima beyni tarafından kullanılan temel bilgiler aşağıdaki gibidir:

- * Dış hava sıcaklığı
- * Motor suyu sıcaklığı
- * Termik motorun çalışma durumu
- * Motor devri
- * Harcanan elektrik gücü

* Üflenen hava sıcaklığını soğutma talebi.



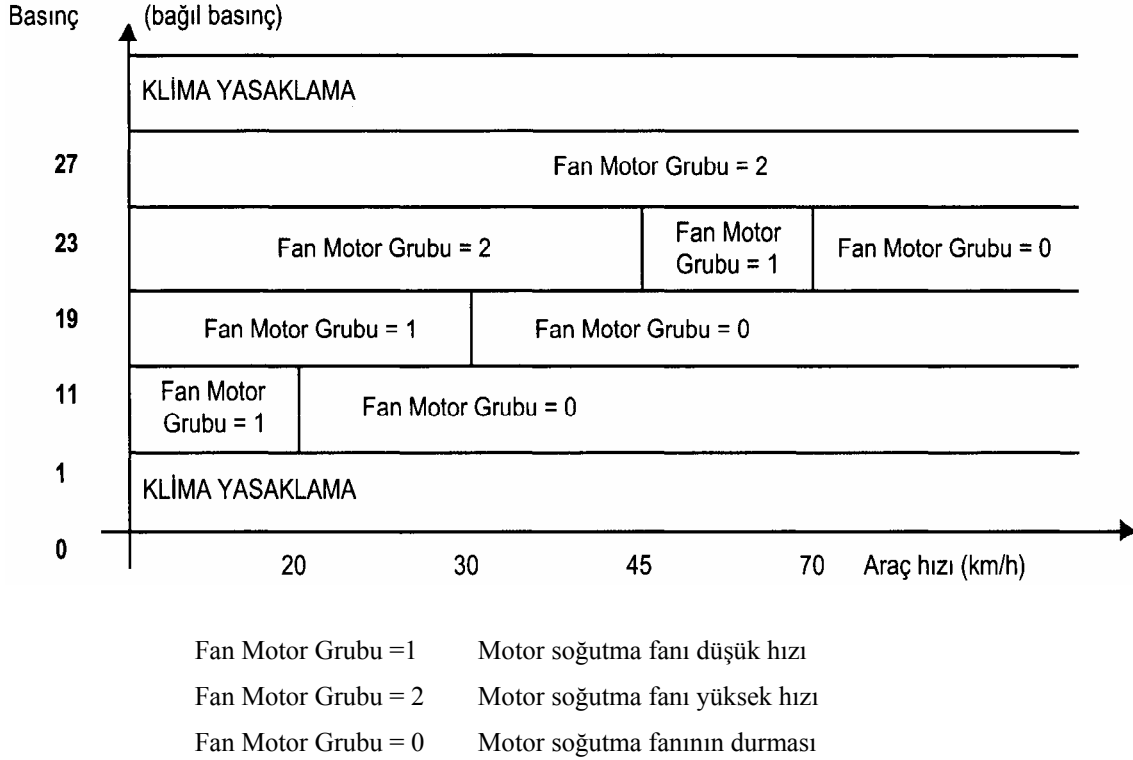
Şekil 6.4 Otomatik klima beyni tarafından kumanda edilen veya yönetilen elemanların sentezi (Renault klima teknik notları, 2005)

Araç içi merkezi kontrol ünitesinin, araç içi hava ısıtma rezistanlarına kumanda edebilmesi için, aşağıdaki şartların bir arada olması gerekmektedir:

- * Termik motorun çalışması
- * Klima fanının çalışması (1. kademe)
- * Kullanıcı sıcaklık referans değeri 20 °C'nin üzerinde (veya talep edilen otomatik mod)
- * Üflenen hava sıcaklık referans değerinin 65 °C'den yüksek olması

- * İç sıcaklık 10 °C'nin altında olması
- * Dış hava sıcaklığı 5 °C'nin üzerinde olması
- * Motor suyu sıcaklığının 65 °C'nin altında olması
- * Enjeksiyon izni
- * Alternatör izni

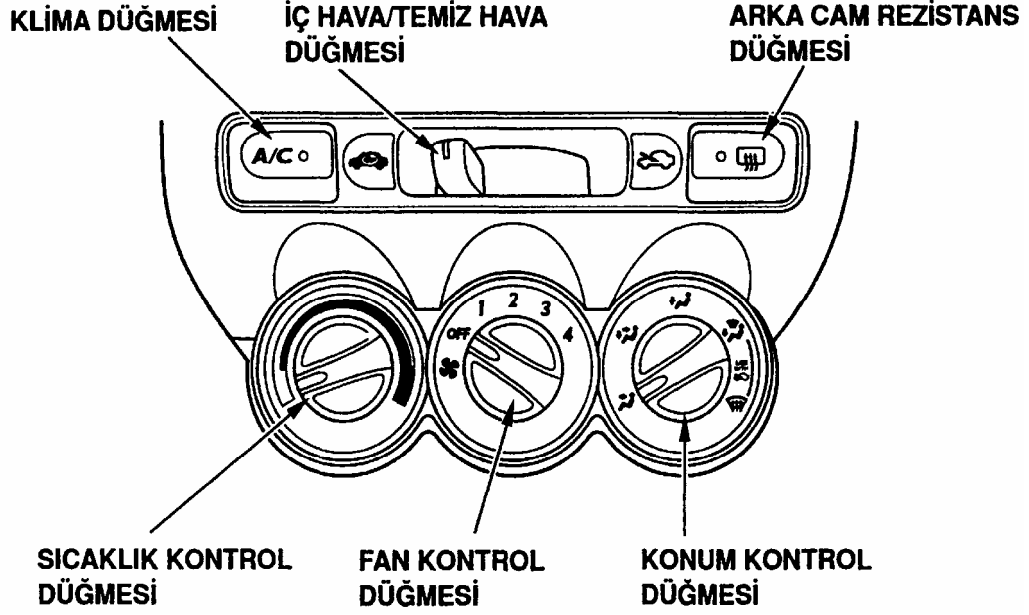
Klima akışkanı basıncına ve araç hızına göre motor soğutma fanının çalışması



Şekil 6.5 Akışkan basınca ve araç hızına göre motor soğutma fanının çalışması (Renault klima teknik notları, 2005)

Motor soğutma fanı araç hızı 70 km/h' den yüksekse çalışmaz. Bu seviyede bir hıza rağmen sadece bazı ender durumlarda, soğutucu akışkan basıncı 23 bardan fazlaysa çalışır (örneğin bir kamyon arkasında sürüş esnasında).



Araç dururken, klima akışkan basıncının 19 bardan düşük olması halinde, motor soğutma fan motor grubu sistemi bir şekilde düşük hızda çalışır, daha yüksek olması halinde de yüksek hızda çalışır. Seyir halinde, motor soğutma fanı düşük veya yüksek hızda, kondenser ise araç hızı sonucundaki soğutucu akışkan basıncına göre bazen çalışır veya çalışmaz.



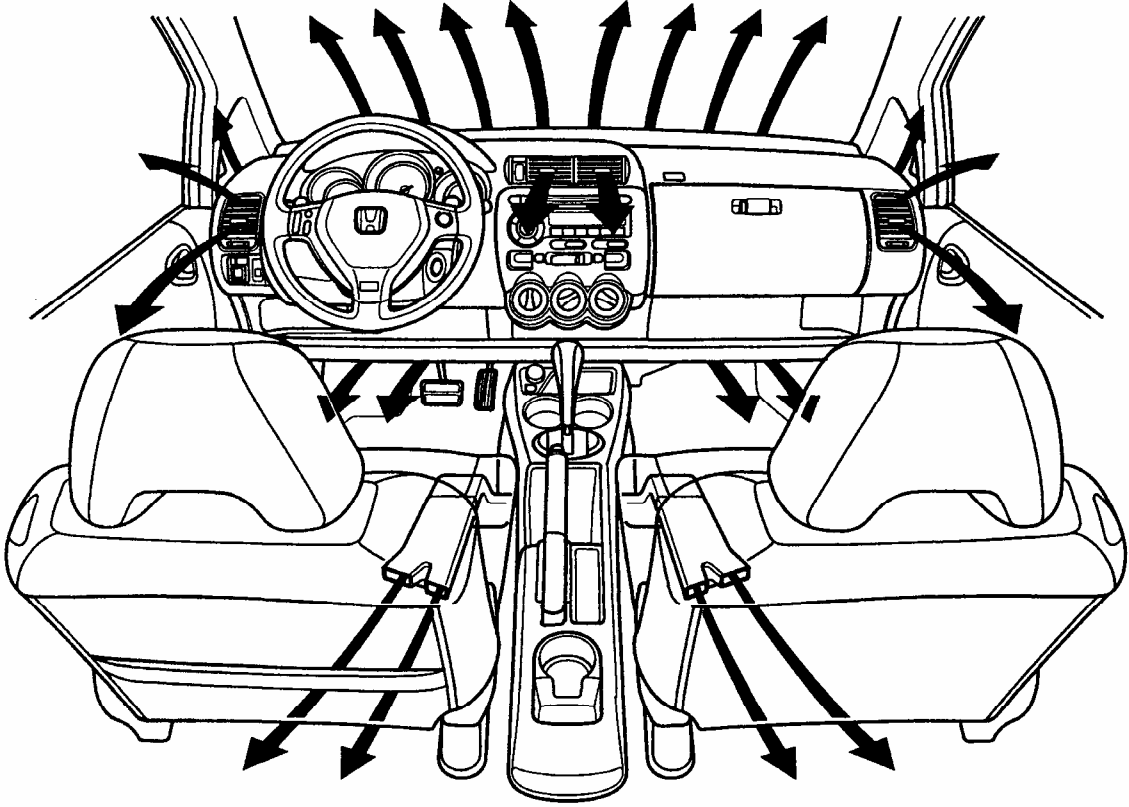
Şekil 6.6 Honda Jazz araçlarındaki kontrol paneli (Honda araç kullanım kılavuzu, 2006).

Fan kontrol düğmesi : Fan hızını kontrol ederek, iç kabine üflenen havanın hızını (debisini) belirler.

Sıcaklık kontrol düğmesi : Araç iç sıcaklığının artırılması ya da azaltılması işlevini görür.

İç hava / temiz hava düğmesi : Bir düğme, sisteme giren hava kaynağını kontrol eder. Düğme;  konumuna getirildiğinde hava dışarıdan aracın içine alınır (temiz hava modu).  Düğme konuma getirildiğinde ise kabin içindeki hava tekrar sisteme gönderilir (iç hava modu).

Konum kontrol düğmesi : Hava akımının hangi kanallardan verileceğini kontrol etmek için kullanılır. Her konumda ön panelin köşelerindeki hava kanallarından bir miktar hava gelecektir. Hava, ön panelin merkezinden ve köşelerinden gelir. Şekil 6.7’de hava dağıtım çıkış kanalları görülmektedir.



Şekil 6.7 Honda Jazz araçlarında hava dağıtım kanalları (Honda araç kullanım kılavuzu, 2006)

7. KLİMA SİSTEMİNİN MOTOR PERFORMANSI ÜSTÜNDEKİ ETKİSİ (FORD)

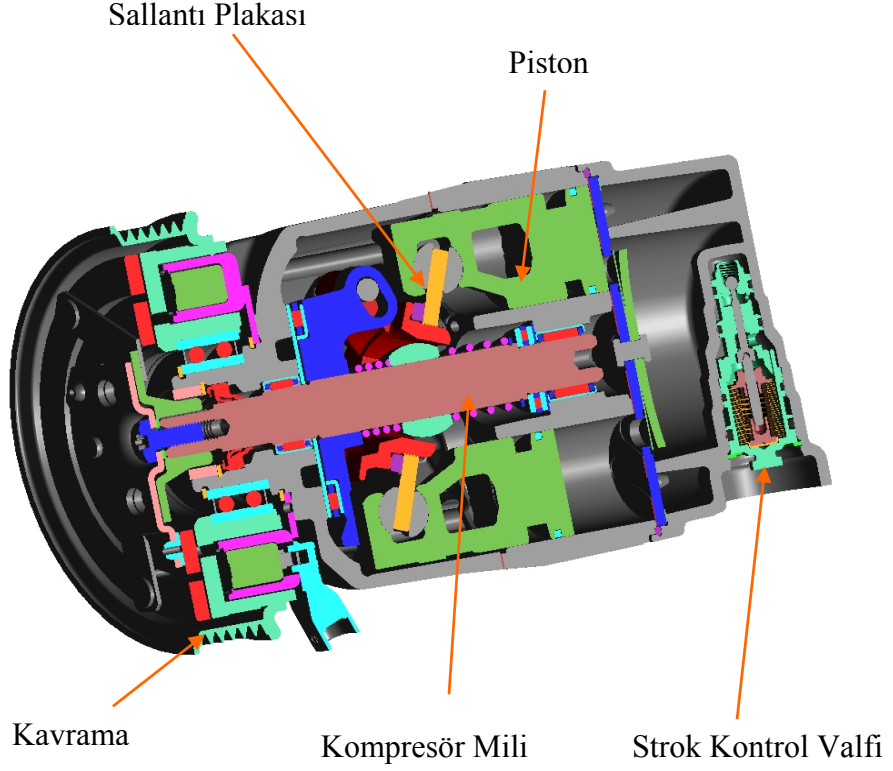
Araçlarda kullanılan klima sistemi sürücü ve yolcuların istedikleri konfor şartlarında yolculuk etmesini sağlarken, sistemin çalışması için enerjiye gereksinimi vardır. Araçta hangi sistem veya eleman çalıştırırsak çalıştırılmı mutlaka enerji tüketiminde artışa neden olur. Araçta tek enerji kaynağı yakıttır. Araç motorunda yakıt yakılarak kimyasal enerji mekanik işe dönüştürülür. Yine araçtaki alternatör motordan aldığı mekanik tahrikle elektrik enerjisi üretir. Araçtaki tüm sistem ve elemanlar çalışmaları sırasında mekanik ya da elektrik enerjisi tüketirler. Daha önceki bölümlerde bahsedildiği gibi klima sisteminde en önemli elemanı kompresördür. Klima sisteminin tükettiği enerjisinin yaklaşık %80'ni kompresör tarafından harcanır. Klima sisteminde diğer enerji tüketen elemanlar kondenser soğutma fanı ve üfleyici fanlardır. Bu nedenle araçlarda kullanılan kompresör çeşidi, özellikleri, klima sisteminin motor performansı üstündeki etkisinde belirleyici olmaktadır. Yine diğer bir güç tüketim elemanı olan ve elektrik enerjisiyle çalışan fanların alternatörden çektikleri elektrik enerjisi, alternatörün motordan çektiği güç sayısal olarak ifade edilecektir.

Bu çalışmada Ford Focus araçlarında kullanılan Visteon marka V516 model değişken hacimli sallantı plakalı kompresör (variable swashplate compressor)'un değişik koşullardaki güç tüketimi ve soğutma kapasitesi özellikleri incelenecektir. Aynı zamanda alternatörün motor üstündeki etkisi, tükettiği güç ve klima sistemindeki elektrikli elemanların alternatörden çektiği güç incelenecektir. Klima sistemindeki elektrikli çalışan elemanların (kondenser, fanı ve üfleyici fanlar) ve kompresörün motor üstündeki net etkisini belirleyebilmek için motor güç eğrisi ile kompresör ve alternatörün güç tüketim eğrileri incelenecektir.

7.1 Değişken Hacimli Sallantı Plakalı Kompresörün Çalışma Biçimi ve Özellikleri

7.1.1. Değişken Hacimli Sallantı Plakalı Kompresörün Çalışma Biçimi

Sallantı plakası mil üstünde açılı konumlandırılmıştır. Kompresör kasnağının motordan tahrik olarak dönmesi ile birlikte kompresör mili de dönmeye başlar. Milin dönmesi ile sallantı plakası da döner ve pompalama çemberinde pistonların hareketini sağlar.



Şekil 7.1 Değişken hacimli sallantı plakalı kompresör (Cad-Data)

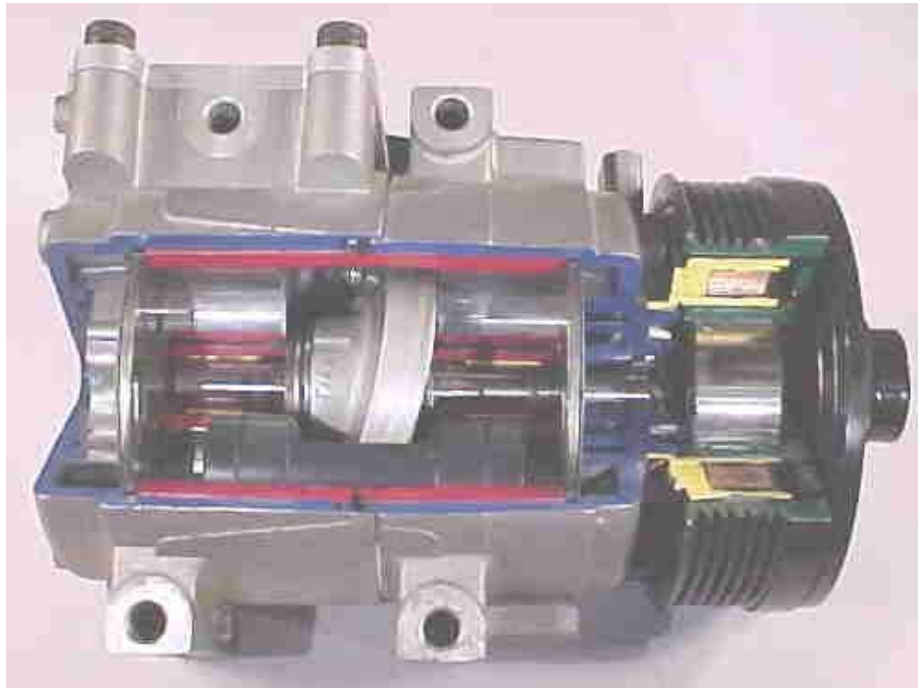
Sallantı plakasının konumu pistonların, piston kanallarındaki hareket mesafesini belirler. Sallantı plakasının konumu, kompresör mili ile yaptığı açıya bağlıdır. Sallantı plakasının kompresör mili ile yaptığı açığı kontrol eden mengene mekanizması vardır. Bu mekanizmada soğutma kapasitesi ihtiyacı, mengene mekanizmasının tam açık olduğu konumda sağladığı soğutma kapasitesi ihtiyacından düşük olduğunda, mekanizma kapanarak kompresör mili ile sallantı plakası arasındaki açının azalmasını sağlar. Böylece pistonların çalışma mesafesi azalır ve kompresörden çıkan (pompalanan) akışkanın miktarını azaltır. Birim zamanda pompalanan akışkan miktarının azaltılmasıyla, birim zamanda evaporatörde buharlaşan akışkan miktarı azalır. Buharlaşan akışkan miktarının azalması sonucu birim zamanda evaporatör kanatçıklarından transfer edilen (çekilen) ısı miktarı azalır. Bunun sonucunda soğutma kapasitesi azalır. Bu çalışma sisteminin daha iyi anlaşılabilmesi için EK-1’de video görüntüsü yer almaktadır.

Yüksek soğutma kapasitesi talebinde birim zamanda çekilen ısının dolayısıyla buharlaşan akışkan miktarının fazla olması gerekir. Bu nedenle kompresör çıkışında akışkan basıncının yüksek olması gerekir. Sallantı plakası ile kompresör mili arasındaki açı büyüdükçe pistonların çalışma mesafesi artar. Dolayısıyla kompresörden çıkan akışkanın basıncı artarak

evaporatöre birim zamanda daha fazla akışkan gönderilir. Böylece soğutma kapasitesi artırılır.

7.1.2. Değişken Hacimli Sallantı Plakalı Visteon Marka Kompresörün Soğutma Kapasitesi ve Güç Tüketimi

Ford Focus araçlarındaki klima sisteminde kullanılan visteon marka VS16 model sallantı plakalı kompresörün resmi şekil 7.2'da gösterilmiştir.



Şekil 7.2 Visteon sallantı plakalı kompresör

Çizelge 7.1 Sallantı plakalı kompresörün teknik özellikleri

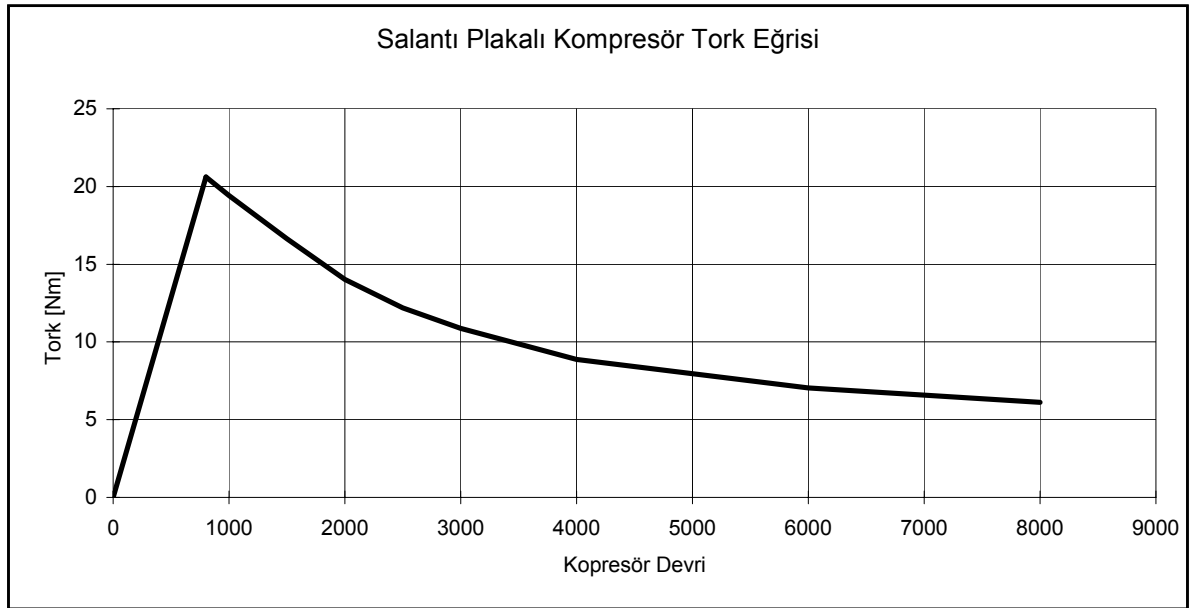
(http://www.visteon.com/products/automotive/fixed_swashplate.shtml, 2007)

Marka	Model	Dizayn	Minimum Kapasite %	Ağırlık (Kavrama Dahil) (Kg)	Kasnak Çapı mm	Uzunluk mm	Piston Sayısı	Maksimum Hız d/dk
Visteon	VS16	Kavramalı	4	6,0	118	225	6	9200

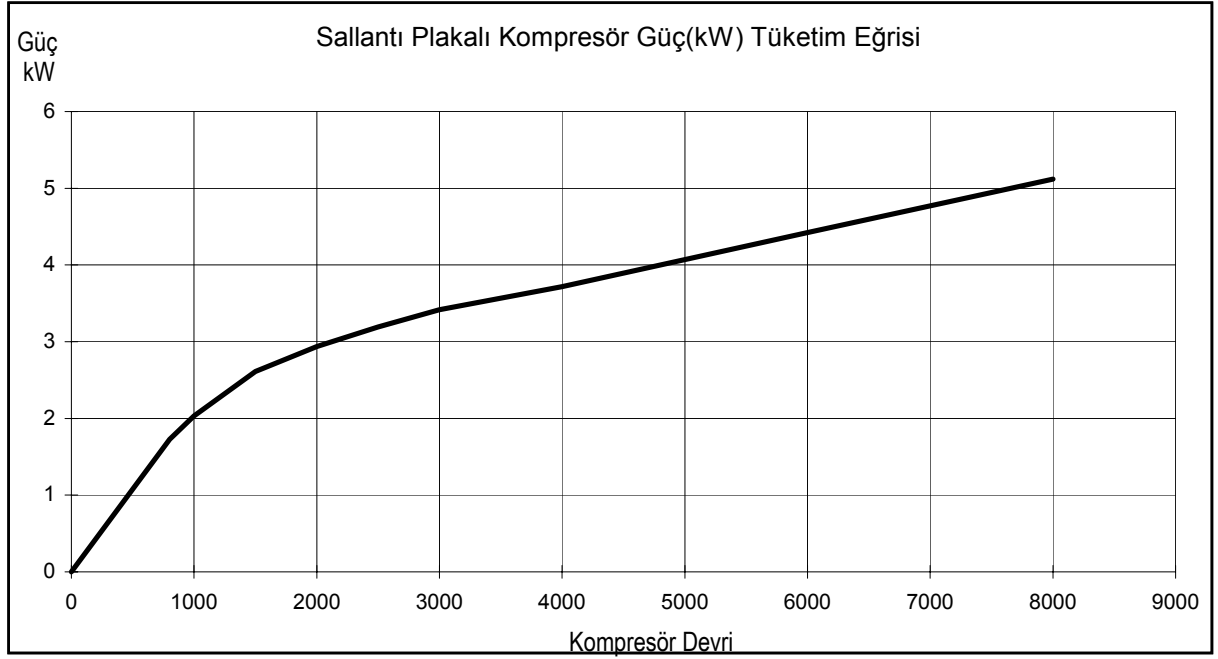
Sallantı plakalı kompresörün değişik devirlerdeki güç ve tork değerleri klima sisteminin açık ve kapalı olması durumuna göre Çizelge 7.2'de gösterilmiştir.

Çizelge 7.2 Klima kompresörünün klima açık ve klima kapalı konumlarında kasnak devrine göre tork ve güç değerleri

Klima Açık				Klima Kapalı			
Kasnak Devri	Tork [ft-lbf]	Tork Nm	Güç kW	Kasnak Devri	Tork [ft-lbf]	Tork Nm	Güç kW
1	0,00	0,00	0,00	1	0,1	0,14	0,00
800	15,21	20,62	1,73	1000	0,1	0,14	0,01
1000	14,32	19,41	2,03	2000	0,1	0,14	0,03
1500	12,27	16,64	2,61	3000	0,1	0,14	0,04
2000	10,34	14,02	2,94	4000	0,1	0,14	0,06
2500	9,00	12,20	3,19	5000	0,1	0,14	0,07
3000	8,02	10,88	3,42	6000	0,1	0,14	0,09
4000	6,55	8,88	3,72	7000	0,1	0,14	0,10
6000	5,19	7,04	4,42	8000	0,1	0,14	0,11
8000	4,51	6,11	5,12				



Şekil 7.3 Sallantı plakalı kompresörün kompresör devrine göre tork değişim grafiği (visteon)

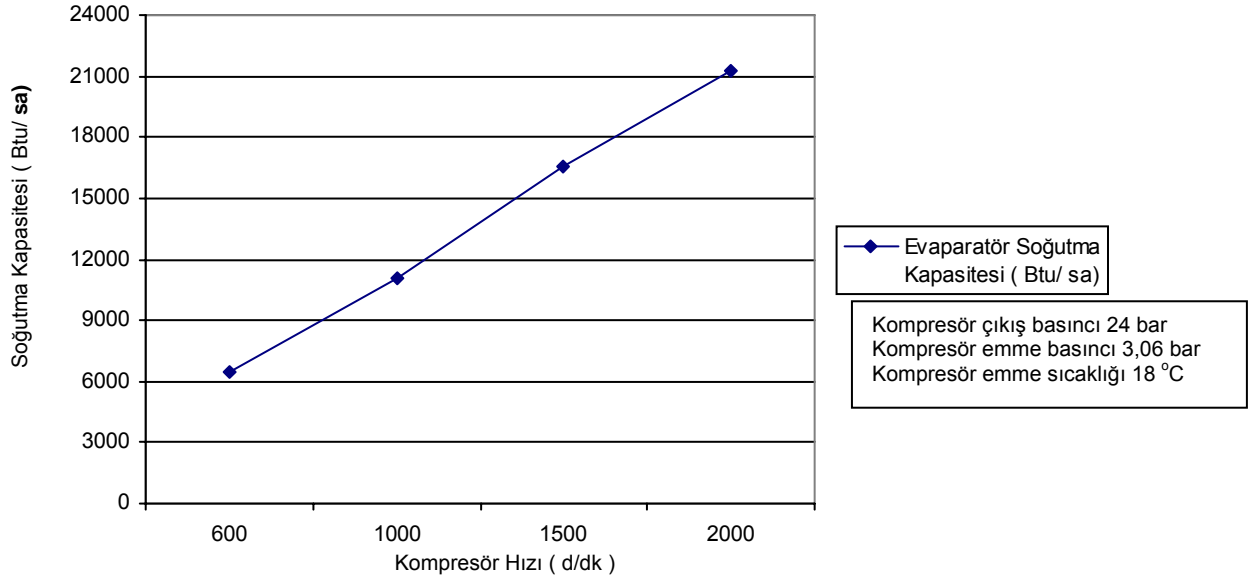


Şekil 7.4 Sallantı plakalı kompresörün kompresör devrine göre güç değişim grafiği (visteon)

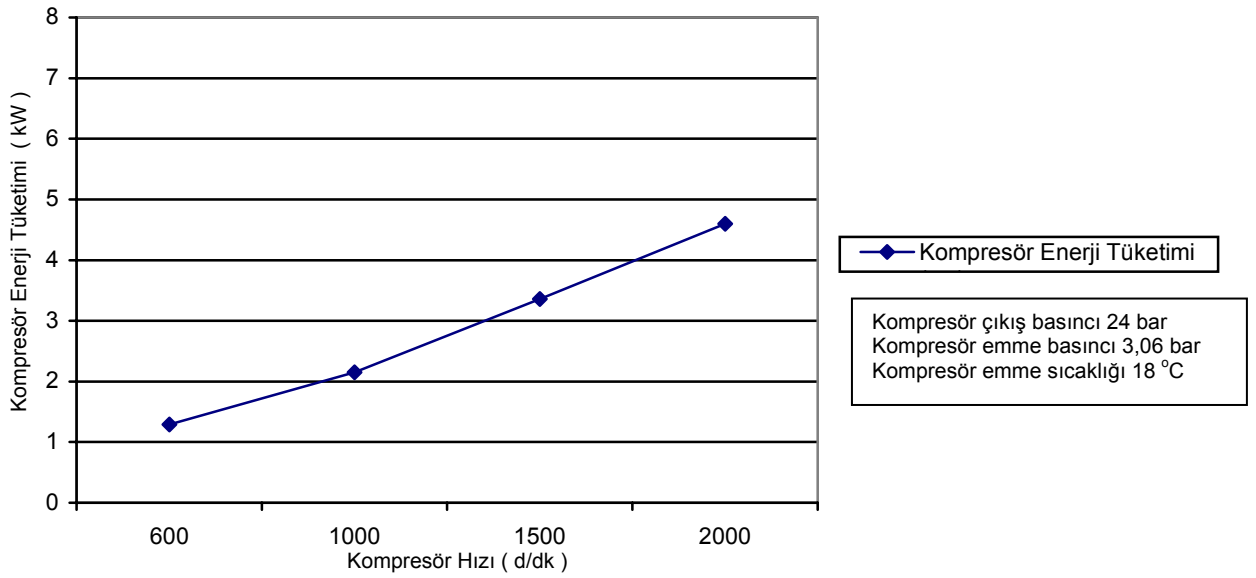
VS16 model visteon kompresörün, kompresör devrine, motor devrine göre değişik sıcaklık ve basınçtaki soğutma kapasitesi ve tüketim gücüne ait tablo ve grafikler şu şekildedir.

Çizelge 7.3 FORD 90 Ps Dizel Lynx motorun çalışma bilgi tablosu

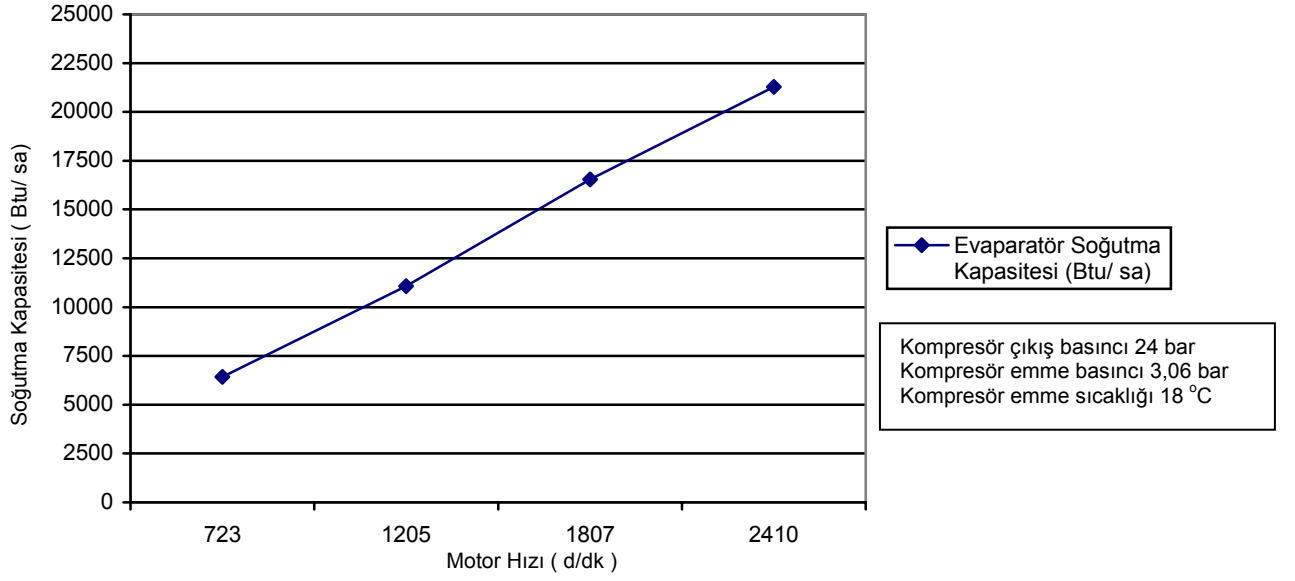
Kompresör Hızı (d/dk)	600	1000	1500	2000
Motor Hızı (d/dk)	723	1205	1807	2410
Kompresör Çıkış Basıncı (bar)	24	24	24	24
Kompresör Emme Basıncı (bar)	3,06	3,06	3,06	3,06
Kompresör Emme Sıcaklığı (°C)	18	18	18	18
Evaporatör Soğutma Kapasitesi (Btu/ sa)	6420,8	11070	16547,4	21281,4
Kompresör Enerji Tüketimi (kW)	1,29	2,15	3,36	4,60
Motor Kasnak Çapı (mm)	141	141	141	141
Kompresör Kasnak Çapı (mm)	118	118	118	118
Kompresör / Motor Kasnak Çapı Oranı (Drive Ratio)	0,83	0,83	0,83	0,83



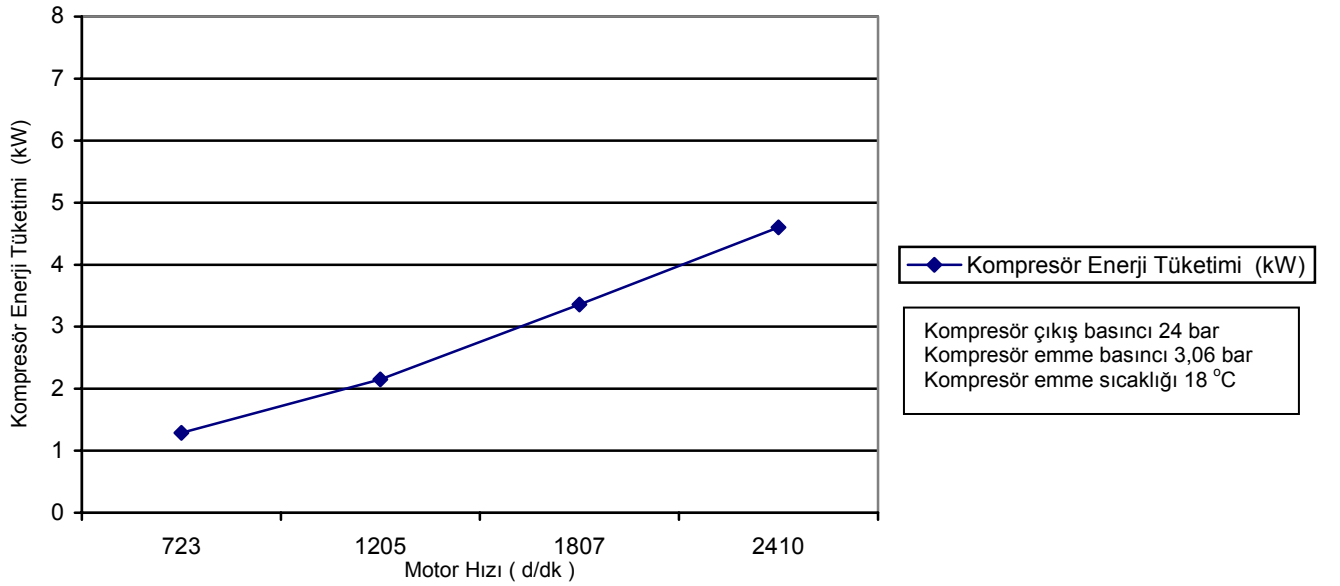
Şekil 7.5 Kompresör hızına göre soğutma kapasitesi grafiği (visteon)



Şekil 7.6 Kompresör hızına göre güç tüketim grafiği (visteon)



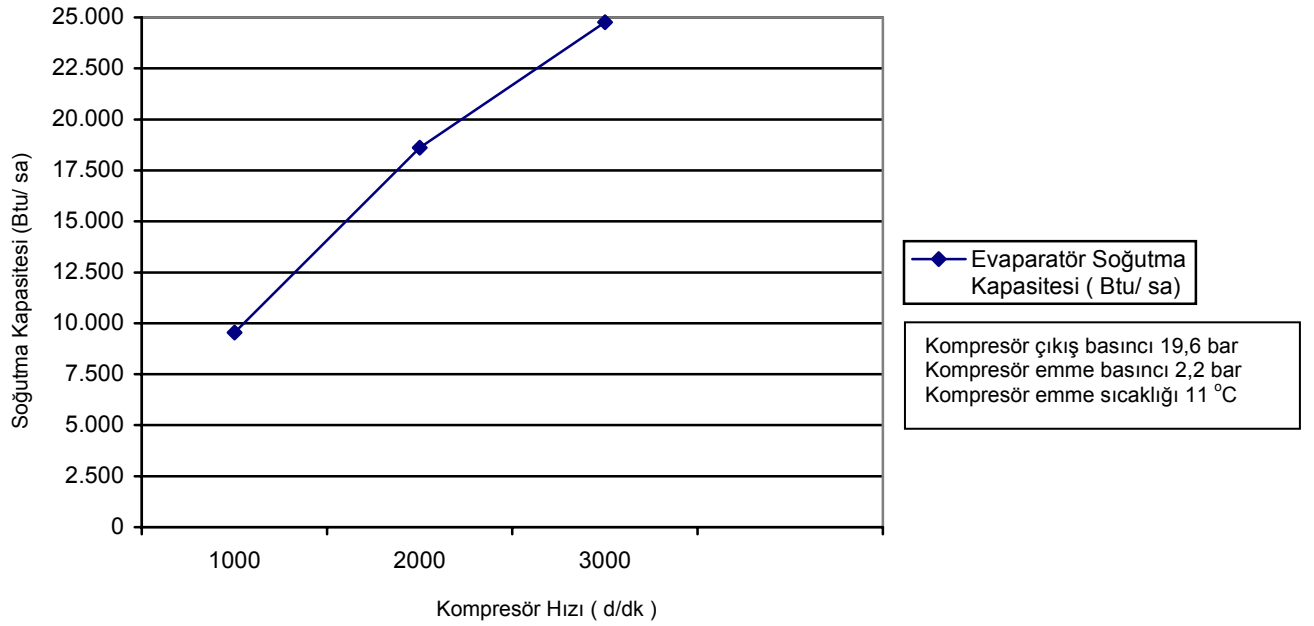
Şekil 7.7 Motor hızına göre klima soğutma kapasitesi grafiği (visteon)



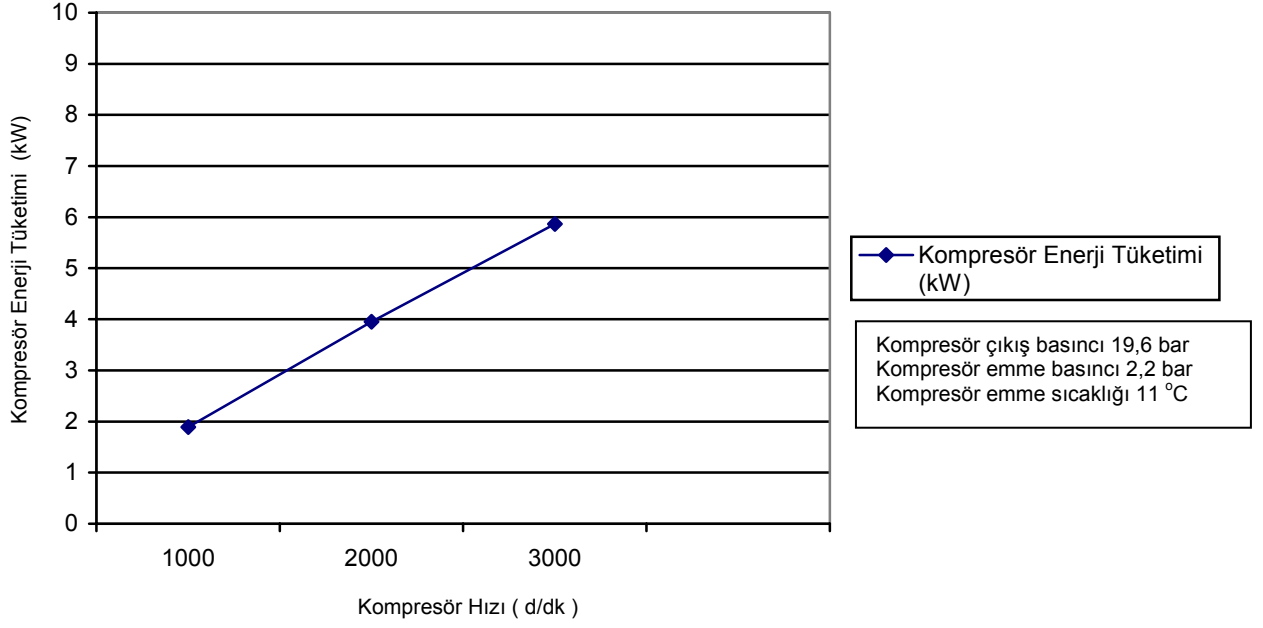
Şekil 7.8 Motor hızına göre kompresör güç tüketim grafiği (visteon)

Çizelge 7.4 Kompresör devrine göre soğutma kapasitesi ve güç tüketim bilgileri
(FORD 90 Ps Dizel Lynx)

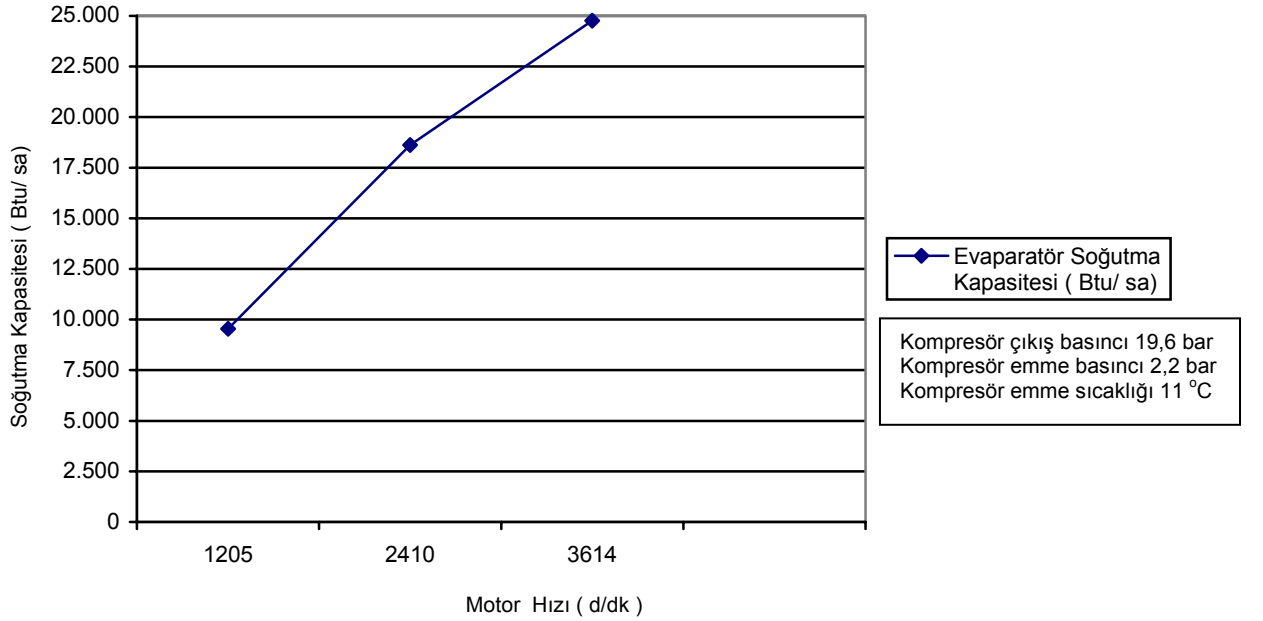
Kompresör Hızı (d/dk)	1000	2000	3000
Motor Hızı (d/dk)	1205	2410	3614
Kompresör Çıkış Basıncı (bar)	19,6	19,6	19,6
Kompresör Emme Basıncı (bar)	2,2	2,2	2,2
Kompresör Emme Sıcaklığı (°C)	11	11	11
Evaporatör Soğutma Kapasitesi (Btu/ sa)	9.545,9	18.608,1	24.763,2
Kompresör Enerji Tüketimi (kW)	1,89	3,95	5,87
Motor Kasnak Çapı (mm)	141	141	141
Kompresör Kasnak Çapı (mm)	118	118	118
Kompresör / Motor Kasnak Çapı Oranı (Drive Ratio)	0,83	0,83	0,83



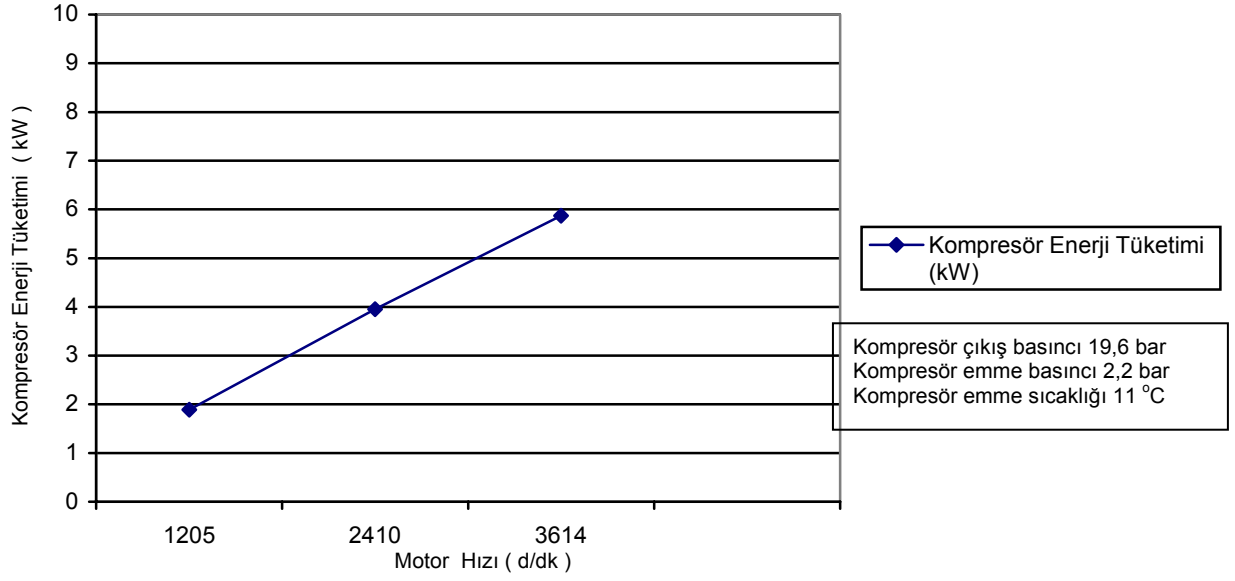
Şekil 7.9 Kompresör hızına göre soğutma kapasitesi grafiği (visteon)



Şekil 7.10 Kompresör hızına göre güç tüketim grafiği (visteon)



Şekil 7.11 Motor hızına göre klima soğutma kapasitesi grafiği (visteon)



Şekil 7.12 Motor hızına göre kompresör güç tüketim grafiği (visteon)

7.2 Alternatör

Araçlarda elektrikle çalışan elemanların ihtiyaç duydukları elektrik enerjisi alternatör tarafından karşılanır (Şekil 7.13). Alternatör motordan kayış kasnak mekanizması ile aldığı mekanik enerjiyi elektrik enerjisine dönüştürür.

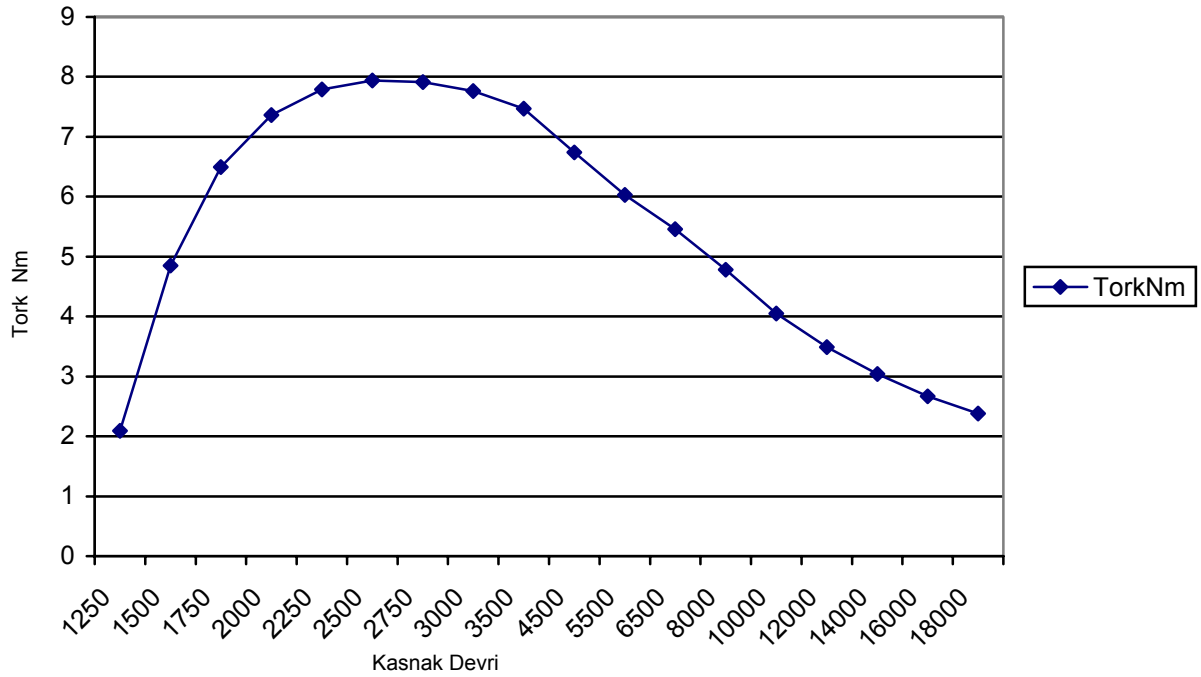


Şekil 7.13 Araçta elektrik enerjisi üreten alternatörün şekli (<http://www.obitet.gazi.edu.tr/sunu.htm/alternator>, 2007)

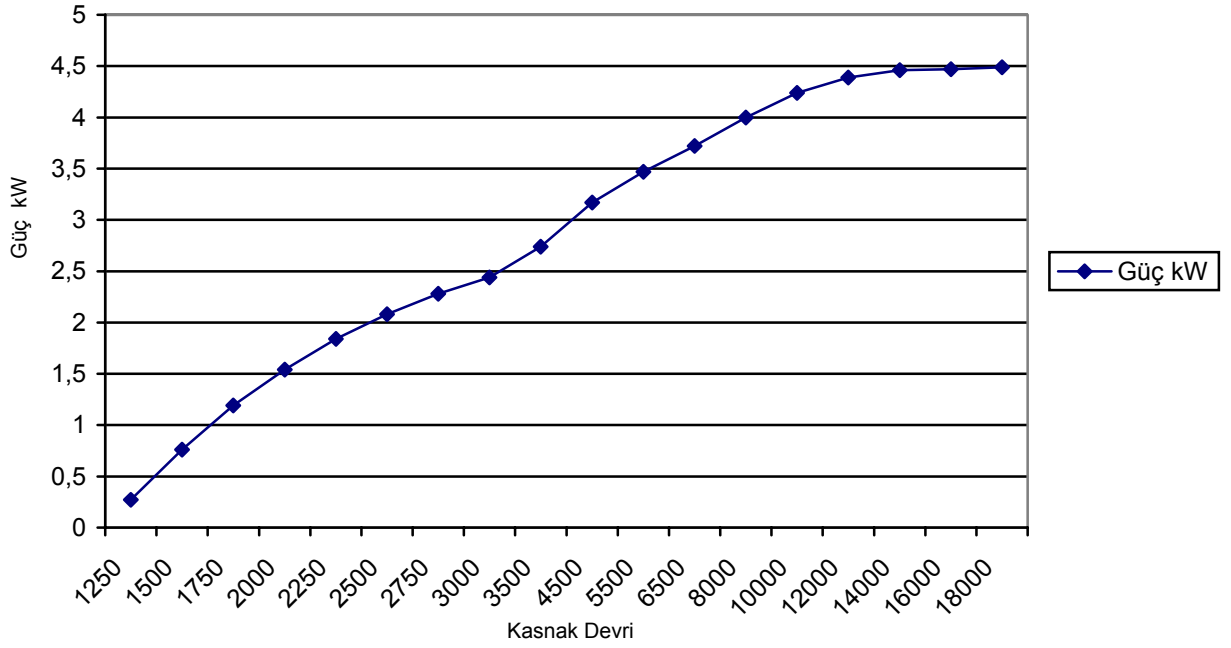
Klima sisteminde elektrik enerjisi ile çalışan elemanlar kondenser fanı ve üfleyici fanıdır. Visteon marka 115A kapasitesindeki alternatöre ait tork ve güç değerler alternatör kasnak devrine bağlı olarak şekil 7.14'de gösterilmiştir.

Çizelge 7.5 115A Visteon alternatörün kasnak devrine göre tork ve güç değerleri tablosu

115A Visteon Alternatör			
Kasnak Devri	Tork ft-lbf	Tork Nm	Güç kW
1250	1,54	2,09	0,27
1500	3,58	4,85	0,76
1750	4,79	6,49	1,19
2000	5,43	7,36	1,54
2250	5,75	7,79	1,84
2500	5,86	7,94	2,08
2750	5,83	7,91	2,28
3000	5,73	7,76	2,44
3500	5,51	7,47	2,74
4500	4,97	6,74	3,17
5500	4,44	6,03	3,47
6500	4,03	5,46	3,72
8000	3,52	4,78	4,00
10000	2,99	4,05	4,24
12000	2,57	3,49	4,39
14000	2,24	3,04	4,46
16000	1,97	2,67	4,47
18000	1,76	2,38	4,49



Şekil 7.14 115A Alternatörün değişik devirlerdeki tork grafiği (visteon)



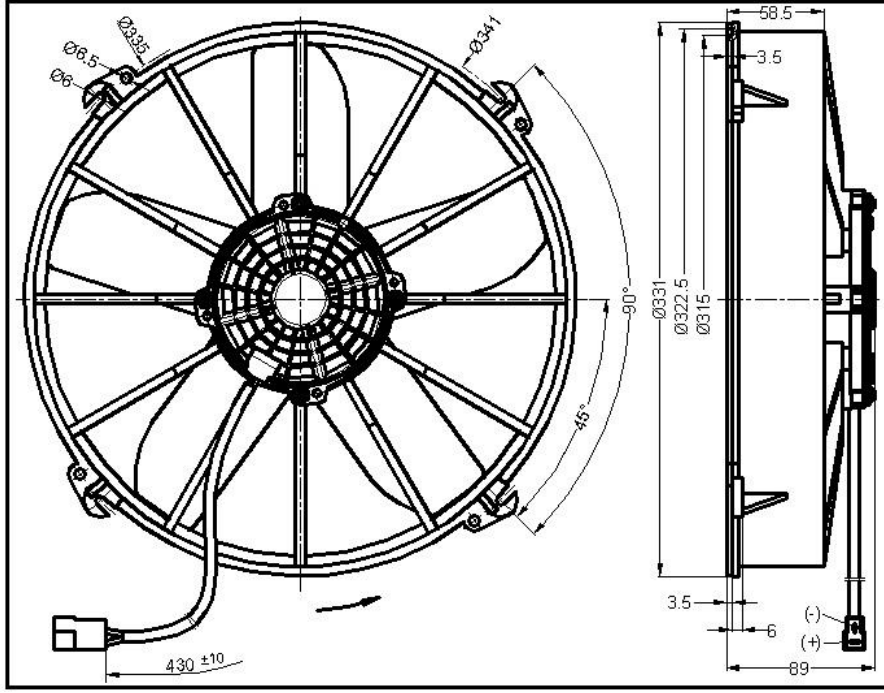
Şekil 7.15 115A Alternatörün değişik devirlerdeki güç grafiği

7.3. Kondenser ve Üfleyici Fanların Özellik ve Güç Tüketim Değerleri

Kondenser soğutma fanına ait teknik özellikler Çizelge 7.8’de gösterilmiştir.

Çizelge 7.6 Kondensör soğutma fanı bilgi tablosu

Ürün Grubu	: Isıtma ve Klima (HVAC)
Gerilim (V)	: 12
Akım (A)	: 8.2
Devir (d/dk)	:2600
Tanım	: 12" Üfleme Aksiyal Vantilatör
Güç Tüketimi	: 96 W



Şekil 7.16 12" Üfleme aksiyal vantilatör

Hava sirkülasyonunu sağlayan üfleyci fana ait teknik özellikler Çizelge 7.7'de gösterilmiştir.

Çizelge 7.7 Üfleyci Fanın Bilgi tablosu

Ürün Grubu	: Isıtma ve Klima (HVAC)
Gerilim (V)	: 12
Akım (A)	: 22A (Maksimum)
Devir (d/dk)	: 4000
Tanım	: Tekli üfleyci fan
Güç Tüketimi (W)	: 264



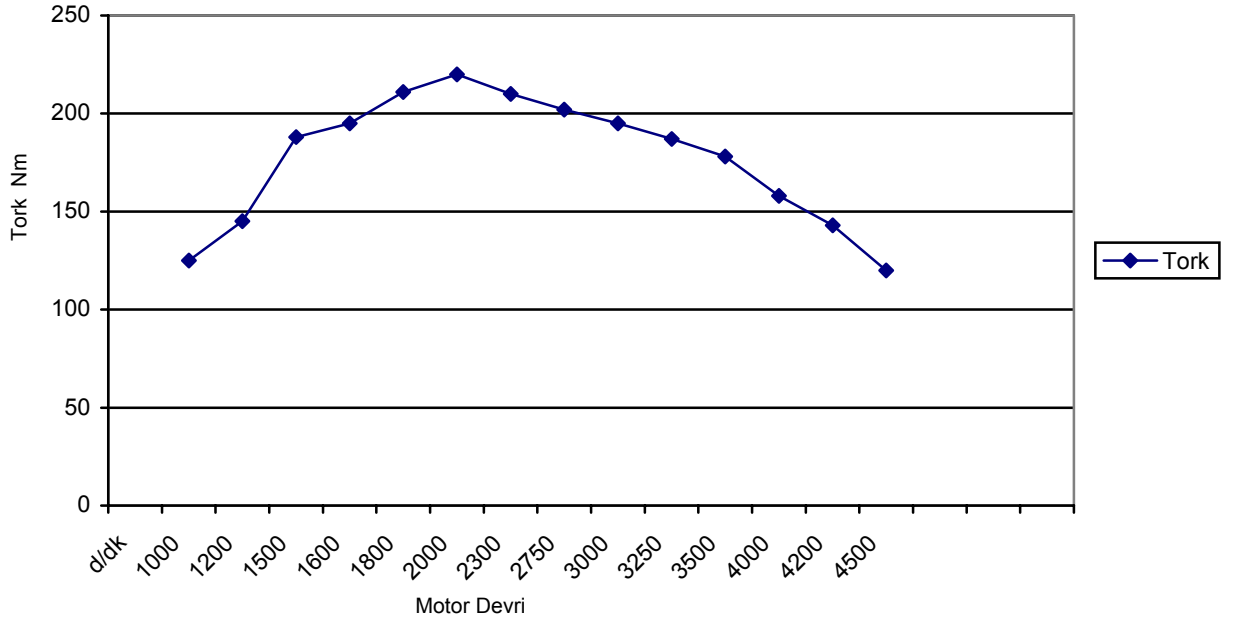
Şekil 7.17 Tekli üfleyici fan

7.4. Motor Güç Eğrisi

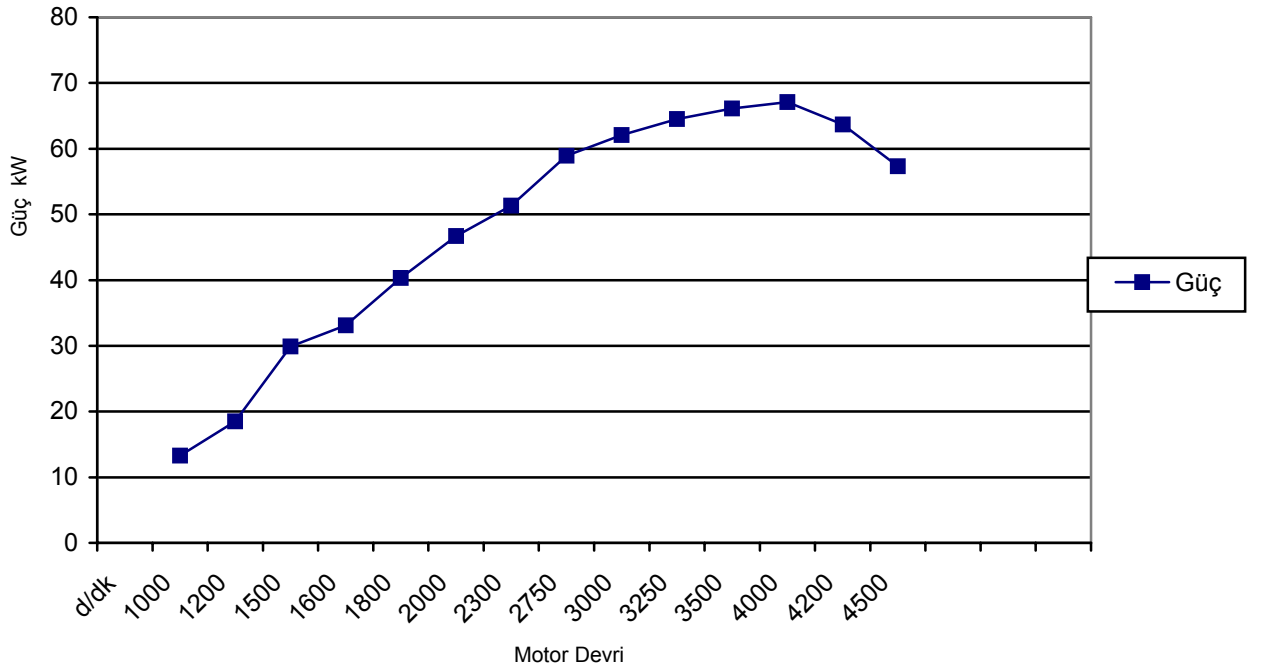
Klima sisteminin motor üstündeki etkisinin büyüklüğünü anlayabilmek için bundan önceki bölümlerde kompresörün belli bir devirde tükettiği gücün kompresörün aynı devirde ürettiği güç ile arasındaki ilişkiyi incelememiz gerekir. Daha önceki bölümlerde özellikleri verilen kompresör ve alternatörün kullanıldığı FORD 90 Ps Dizel Lynx model motorun değişik devirlerde güç ve tork değerleri Çizelge 7.8’de verilmiştir.

Çizelge 7.8 FORD 90 Ps Dizel Lynx motorun güç ve tork değerleri

Hız d/dk	Tork Nm	Güç kW	Vites Hızları (km/sa)				
			1	2	3	4	5
1000	125,0	13,3	7,8	14,0	22,7	31,1	40,6
1200	145,0	18,5	9,4	16,8	27,3	37,3	48,7
1500	188,0	29,9	11,7	20,9	34,1	46,6	60,8
1600	195,0	33,1	12,5	22,3	36,4	49,7	64,9
1800	211,0	40,3	14,0	25,1	40,9	55,9	73,0
2000	220,0	46,7	15,6	27,9	45,5	62,1	81,1
2300	210,0	51,3	19,7	32,1	52,3	71,4	93,3
2750	202,0	58,9	21,4	38,4	62,5	85,4	111,6
3000	195,0	62,1	23,4	41,9	68,2	93,2	121,7
3250	187,0	64,5	25,3	45,4	73,9	100,9	131,8
3500	178,0	66,1	27,3	48,9	79,6	108,7	142,0
4000	158,0	67,1	31,2	55,9	90,9	124,2	162,3
4200	143,0	63,7	32,8	58,7	95,5	130,4	170,4
4500	120,0	57,3	35,1	62,8	102,3	139,7	182,5



Şekil 7.18 Motorun devre bağı tork değişim grafiği (Ford)



Şekil 7.19 Motorun devre bağı güç eğrisi (Ford)

Klima sisteminin motor üstündeki etkisini analiz edebilmek için motor ve kompresörün aynı anda güç üretim ve tüketim değerlerini bilmemiz gerekir. Aynı zamanda klima sisteminin diğer enerji harcayan elemanları soğutma ve üfleyici fanların güç tüketim değerlerini hesaba katmamız gerekir. Yaklaşık bir hesaplama yöntemi olarak soğutma ve üfleyici fanın maksimum devirde (en yüksek tüketimin olacağı) harcadığı güç hesaplamaya katılacaktır. Motor ve kompresör kasnak çapları farklı olduğu için (motor kasnak çapı 141 mm, kompresör kasnak çapı 118 mm), kompresörün güç tüketim değerlerini bildiğimiz 600/1000/1500/2000 devir için motorun bu kompresör devrinde yaptığı devir hesaplanarak motor güç eğrisinden bulunan devir değerlerine göre motorun güç üretim değerleri bulunacaktır. Daha sonra klima sisteminin kompresör ve fanların birlikte tükettiği gücün toplam değeri hesaplanacaktır. Klima sisteminin motor üstünde etkisini anlayabilmek için hesaplanan güç değerleriyle motor ve klimanın aynı anda ürettiği ve tükettiği gücü gösteren güç eğrileri oluşturulacaktır. Daha sonra bu grafik analiz edilecektir.

Daha önce Çizelge 7.3’de verilen kompresör devir ve güç tüketim değerleri ile kompresör devrine göre motor devri şu şekildedir:

$$n_m = n_k / 0,83 \text{ devir}$$

$$n_{m600} = 600 / 0,83 = 723 \text{ devir}$$

$$n_{m1000} = 1000 / 0,83 = 1205 \text{ devir}$$

$$n_{m1500} = 1500 / 0,83 = 1807 \text{ devir}$$

$$n_{m2000} = 2000 / 0,83 = 2410 \text{ devir}$$

Motorun bu devirlerdeki güç üretim değerleri Çizelge 7.8’den şu şekilde bulunur:

	Devir			
	723	1205	1807	2410
Güç (Hp)	14,5	24,81	54,1	71,6

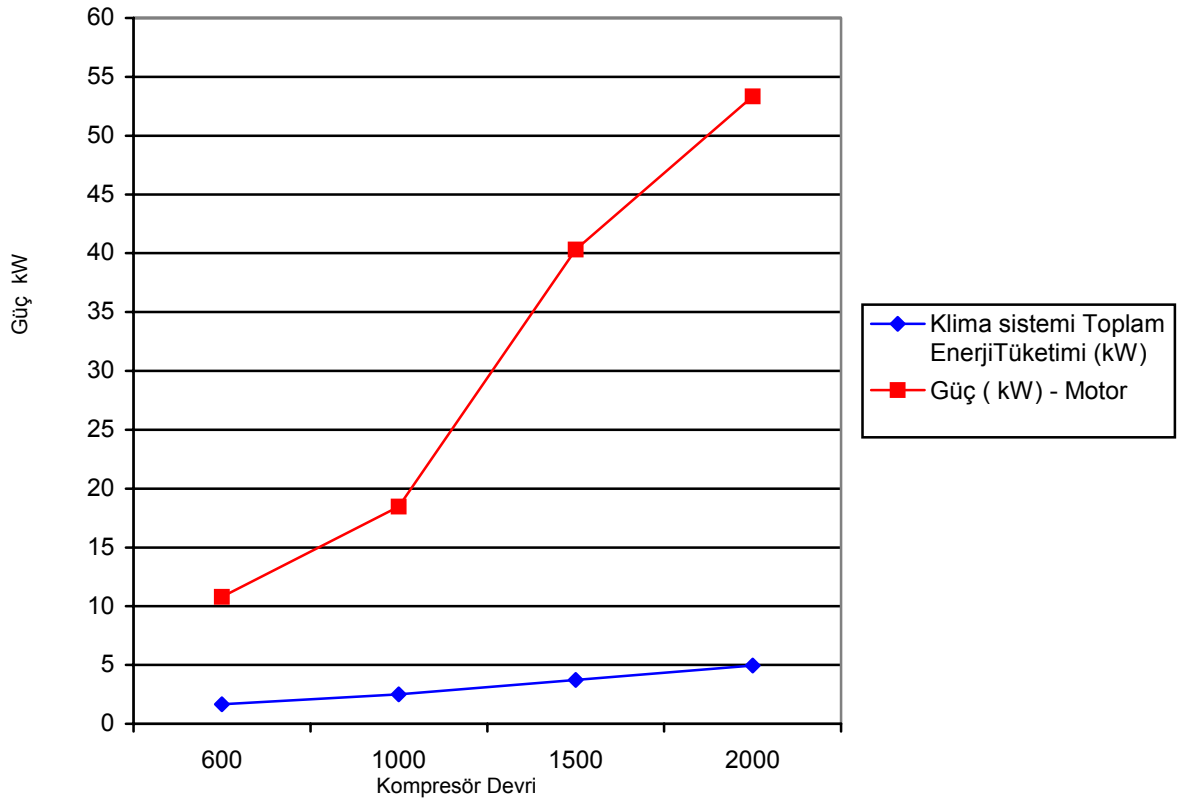
Soğutma fanı 96 W ve üfleyici 264 W enerji tüketmektedir. Toplam fan grubu 360 W enerji tüketir.

Motor, fan, kompresör ve klima sisteminin güç değerleri bir arada Çizelge 7.9'da gösterilmiştir.

Çizelge 7.9 Klima ve motorun değişik devirlerdeki güç değerleri

Motor Devri	723	1205	1807	2410
Kompresör Devri	600	1000	1500	2000
Güç (kW) - Motor	10,80	18,48	40,30	53,34
Güç (kW) Tüketimi - Kompresör	1,29	2,15	3,36	4,60
Fan Güç Tüketimi (kW) (Maksimum devirde)	0,36	0,36	0,36	0,36
Klima sistemi Toplam Enerji Tüketimi (Hp)	2,22	3,37	5,00	6,67

Çizelge 7.9'a göre Şekil 7.20'de klima sistemi güç tüketim eğrisi ve motor güç eğrisi gösterilmiştir.



Şekil 7.20 Klima ve motorun kompresör devrine göre güç eğrileri

Şekil 7.20'ye göre kompresörün 600 devir yaptığı durumda (motor 723 devir) araçta üretilen gücün yaklaşık %15 ' i klima sistemi tarafından harcanmaktadır. Kompresörün 1000 devir yaptığı durumda araçta üretilen gücün yaklaşık %13' i klima sistemi tarafından harcanmaktadır. Bu oran 1500 devirde (motor 1807 devir) %9, 2000 devirde (motor 2410 devir) yine yaklaşık %9 'dur. Düşük devirlerde klima sisteminin araç güç tüketimi üstünde ciddi etkisi vardır.

8. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

‘Otomobil Klima Sistemi ve Klima Sisteminin Motor Performansı Üzerindeki Etkilerinin İncelenmesi’ konusunda hazırlanan bu tez çalışmasında aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

1. Otomobillerde klima sistemi temel bir fonksiyon haline gelmiştir. Otomobillerde 1990 yılından itibaren klimalı araç sayısı yıldan yıla hızlı bir artış göstermiştir. İç kabin konfor şartını sağlayabilmek için gerekli olan parametreler (sıcaklık kontrolü, hava sirkülasyon kontrolü, nem kontrolü, havanın temizlenmesi) klima sistemi sayesinde gerçekleştirilebilmiştir.
2. Klima sisteminin temel elemanlarının (kompresör, kurutucu, genişleme valfi, evaporatör, kondenser) fonksiyon ve yapısı klima sisteminin verimli ve etkin çalışmasında belirleyici etkisi vardır. Bu nedenle klima üreticileri bu elemanların yapısı ve işlevi ile ilgili birçok değişik ürün geliştirmişlerdir. Özellikle kompresör elemanı üstünde sürekli değişiklik yaparak sistemin verimini arttırırken tükettiği gücü azaltıcı ürünler geliştirmektedirler.
3. Otomobil klima sisteminde kompresör tipi olarak en fazla kullanılan sallantı plakalı kompresör yapısı, çalışma şekli, soğutma kapasitesi ve güç tüketim değerleri incelenmiştir. Yine klima sisteminin etkisini belirleyebilmek için Ford diesel 90 Hp motorun güç tüketim eğrisi incelenmiştir.
4. Klima sisteminin motor üstündeki etkisini belirleyebilmek için kompresör çeşitli devirlerde tükettiği güç ve motorun aynı devirlerde (kasnak oranına göre) ürettiği güç incelenmiştir. Yine klima sisteminin tükettiği gücü daha doğru hesaplayabilmek için fanların tükettiği güç hesaplanmıştır. Bu verilere göre tek bir grafik üstünde klima sisteminin güç tüketim eğrisi ve motorun güç üretim eğrisi çizilmiştir. Bu grafiğe göre klima sisteminin düşük devirlerde güç tüketim oranının yüksek olduğu, 1800 motor devri ile 2400 motor devri arasında yaklaşık olarak araçta üretilen gücün %9 ‘u klima sistemi tarafından tüketildiği tespit edilmiştir.

Klima sistemi ile ilgili aşağıdaki konulara özen gösterilmelidir.

1. Araçta klima sisteminin enerji tüketen ve motordan güç çeken bir sistem olduğı unutulmamalıdır. Bu nedenle klima sisteminin verimli kullanılmasına dikkat edilmelidir.
2. Özellikle son dönemde geliştirilen hibrid araçlarda kullanılan elektrikli kompresör yakıt tüketimini azaltıcı ve motor üstünde klima sisteminin etkisini azaltıcı yönde önemli gelişme sağlamıştır. Bu nedenle çevre verimlilik etkenleri göz önünde bulundurularak hibrid araçlar tercih edilmelidir.
3. Klima sisteminde etkin bir yönetim sağlayarak, klima sisteminin verimli çalışmasını sağlayan otomatik klima sistemli araçlara tercih edilmelidir. Böylece verimsiz kullanım önlenmiş olacaktır.
4. Klima sistemi, ile ilgili pratik bilgilerin kullanımına önem verilmelidir. Örneğın kışın hava giriş kanallarındaki kar ve buz temizlenmeli, klima devredeyken camların ve tavan penceresinin kapalı olmasına dikkat edilmeli, araç uzun süre güneş altında park edilmişse camlar açık olarak 2–3 dakika seyahat edildikten sonra klima çalıştırılmalı, klima sistemi her ay en az 10 dakika çalıştırılarak sistemin yağsızlıktan dolayı hasar görmesi önenebilir, motorun aşırı ısınması durumunda klima sistemi kapatılmalıdır.
5. Klima sisteminin en önemli elemanı olan kompresörde sağlanan gelişmeler klima sisteminin verimini ve enerji tüketim değerlerini doğrudan etkilemektedir. Bu neden kompresör dizaynının ve araçta doğru kapasitede kompresör seçiminin önemli olduğunu belirtmek isterim.

KAYNAKLAR

- Apaydın, S. G., (2002), “ Otobüslerde Havalandırma ve Klima Sisteminin İncelenmesi”. Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Yüksek Lisans Tez Çalışması, İstanbul 1995.4-16
- Çengel, Y. A ve Boles, M. A. (2000), Mühendislik Yaklaşımıyla Termodinamik, Literatür, 84-637, İstanbul
- Daly, S., (2006), Automotive Air-Conditioning and Climate Control Systems, Butterworth-Heinemann, Oxford
- Janotkova, E. ve Pavelek, M. (2005), “New Trends in the Field of Automobile Air Conditioning”, Brno University of Technology, Brno, 2-4
- Honda Jazz ;Araç Kullanım Klavuzu, 2006, İstanbul, 130-152
- Hoorneman, J. (1997), “Truck and Commercial Vehicle International” Mayıs, 1997, Washington D.C, 109-113
- Renault Klima Teknik Eğitim Notları, 2005, İstanbul, 62A-62B
- Tanahashi, M. (1997), “Truck and Commercial Vehicle International” Haziran, 1997, Air Conditioning and the Future of the Bus, Haziran 1997, Washington D.C., 57-63

İnternet Kaynakları

- <http://www.obitet.gazi.edu.tr/obitet/klimalar/megan3.pdf> , 2007
- http://www.globaldensoproducts.com/hvc/electric_compressor.html, 2007
- http://www.visteon.com/products/automotive/fixed_swashplate, 2007
- <http://autotomobiles.honda.com/info/news>, 2007
- <http://forum.donanimhaber.com/m-7361651/mpage-3//tm.htm>, 2007
- <http://www.obitet.gazi.edu.tr/sunu.htm/alternatör>, 2007

EKLER

Değişken hacimli sallantı plakalı kompresörün (variable swashplate compressor) çalışma simülasyonu (video) (EK-1)

ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi	22.11.1981	
Doğum yeri	Kırklareli	
Lise	1995-1999	Keşirtepe Anadolu Öğretmen Lisesi
Lisans	1999-2004	Yıldız Teknik Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü
Yüksek Lisans	2004-2006	İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Uluslararası İşletme Yönetimi
Yüksek Lisans	2005-2008	Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Müh. Anabilim Dalı, Enerji Programı

Çalıştığı kurumlar

2006-2007	TAKOSAN OTOMOTİV A.Ş., Proje Mühendisi
2007-Devam	ARÇELİK A.Ş., Kalite Güvence Mühendisi