

## **6.3. ZORUNLU DOLDURMA (SÜPER ŞARJ)**

**Prof. Dr. Ayten ONURBAŞ AVCIOĞLU**  
**Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi**  
**Tarım Makinaları ve Teknolojileri**  
**MühendisliĐi Bölümü**



- Termik motorun gücü, yanma zamanında kullanılmak için, silindir içine emme zamanında doldurulabilen taze havaya bağlı olmaktadır. **Emme zamanında silindire alınan taze dolgu miktarının, teorik olarak silindire alınabilecek dolgu miktarına oranı dolma derecesi (dolma oranı- $\eta_L$ )** olarak ifade edilmektedir. Dolma derecesi, doğal emişli dört zamanlı motorlarda 0,7...0,9 ve iki zamanlı motorlarda 0,5...0,7 kadardır. Zorunlu doldurmalı motorlarda ise, bu değer 1,2...1,6 arasındadır.

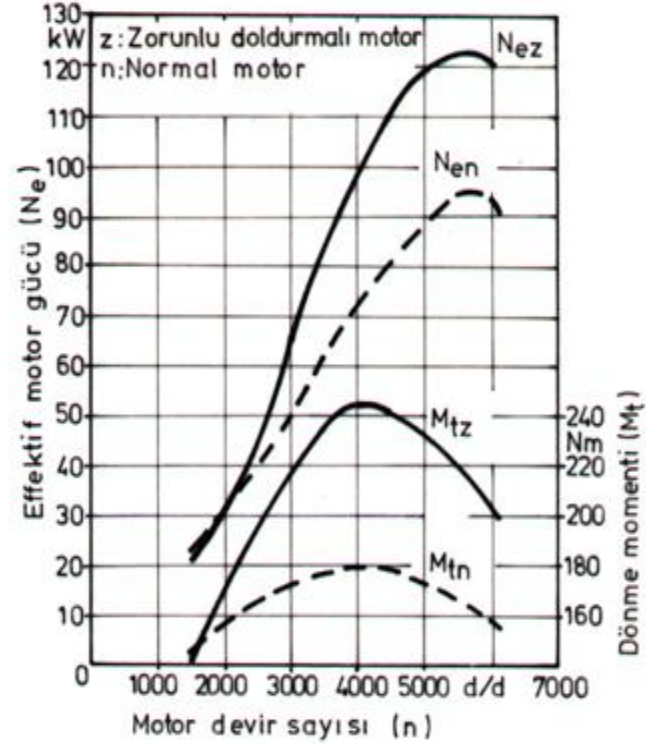
- 
- Motor gücünü yükseltmek için, silindire alınan havayı artırmak gerekmektedir. Doğal emişli motorlarda dolma oranı düşük olduğundan, gücü artırmak için, ya devir sayısı ya da silindir hacmi artırılmalıdır. Silindir hacmini artırmak, motorun büyük yapılı ve ağır olmasına neden olmaktadır. Devir sayısının artırılması ise, aşılması gereken pek çok teknik sorunu da birlikte getirmektedir. Motorun devir sayısı ve hacmini değiştirmeden, gücünü belirli bir oranda artırmak zorunlu doldurma ile mümkündür (Şekil 6.45).



•

- **Zorunlu doldurmanın sağladığı yararlar aşağıdaki gibi sıralanabilir:**

- 
- 1. Motor gücü ve dönme momenti yükselir.
- 2. Motor verimi artar, özgül yakıt tüketimi azalır.
- 3. Egzoz gazındaki zararlı bileşikler azalır.



Şekil 6.45. Zorunlu doldurmanın motor dönme momentine ve effektif gücüne etkisi



## ZORUNLU DOLDURMANIN SINIRLARI:

- Zorunlu doldurmalı **Otto motorlarında** sıkıştırma sonu basıncı yüksek olacağından, **vuruntulu çalışma** meydana gelmektedir. Buna bağlı olarak, yataklarda ve anamil tahrik elemanlarında **mekanik hasarlar** oluşabilmektedir. Bu nedenle, zorunlu doldurmalı benzinli motorlarda, doğal emişli motorlara oranla **daha düşük sıkıştırma oranları** uygulanmaktadır.
- 
- **Diesel motorlarında** da, dolma derecesinin artması sonucu sıkıştırma sonu basıncı yüksek olacak ve daha fazla yakıt püskürtülmesi nedeniyle de yanma sonu iç basıncı çok yükselebilecektir. Bunun sonucu, motora zarar verebilecek **mekanik zorlanmalar** ortaya çıkabilmektedir. Sıkıştırma oranı, doğal emişli ve zorunlu doldurmalı içten yanmalı **motorlarda aynıdır.**
- 
- Zorunlu doldurma günümüz motorlarında, dinamik doldurma ve yabancı doldurma olmak üzere iki yöntemle yapılmaktadır.



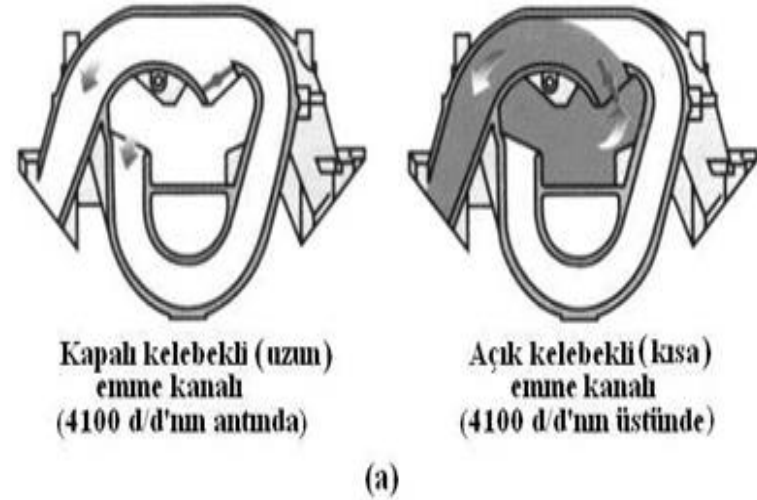
## 6.3.1. DİNAMİK ZORUNLU DOLDURMA

- 
- Emme kanalındaki taze dolgu hareket enerjisine sahiptir. Emme supabının açılmasıyla, geriye doğru yol alan basınç dalgası çözülmektedir. Ses hızıyla geriye doğru akmakta olan hava, emme kanalının sonunda hareketsiz durumdaki havayla karşılaşmaktadır. Burada, basınç dalgası, geriye doğru tekrar hareketlenerek, emme supabı yönünde akışına devam etmektedir. Bu dalga hareketi emme supabına eriştiğinde, supap açık durumda ise, dolma derecesi iyileşmektedir. Bu durum bir zorunlu doldurma etkisi yaratmaktadır. Oluşan dolaşım hareketinin frekansı, motor devir sayısına ve emme kanalının uzunluğuna bağlı olmaktadır.

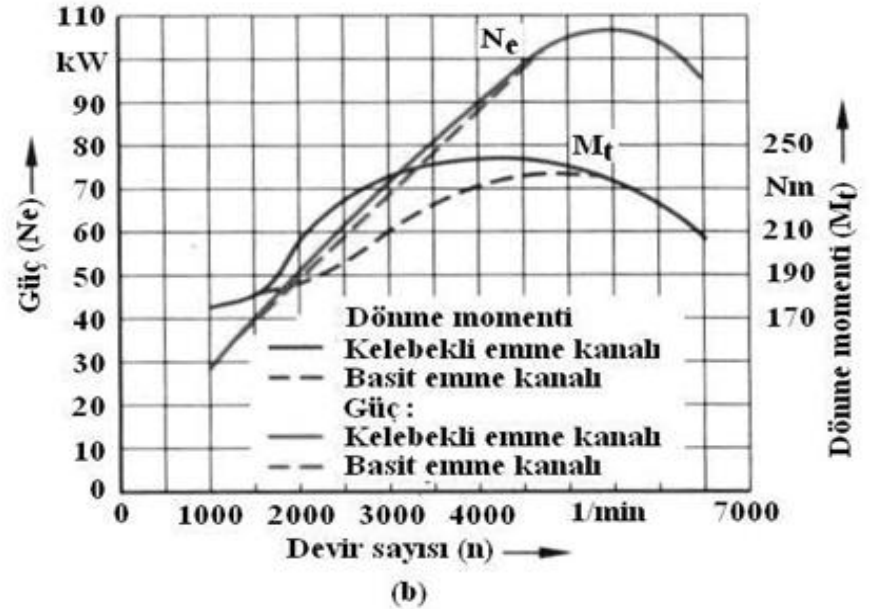


# DİNAMİK DOLDURMA YÖNTEMİ,

- çeşitli motor tiplerinde, değişik biçimlerde uygulanmaktadır. Burada sadece, emme kanalının boyunun değiştirildiği, **titreşimli emme kanalı yöntemi** açıklanacaktır. Bu yöntemde, gazın hareketi, pistonun emme hareketiyle sağlanmaktadır. Emme kanalı uzunluğunun uygun seçilmesiyle, basınç dalgasının gidip gelme hareketi, emme supabını açıkken yakalamakta ve iyi dolma sağlanmaktadır. Düşük motor devir sayılarında emme kanalı uzun ve ince yapılı, yüksek devir sayılarında ise kısa ve büyük kesitli olmalıdır (Şekil 6.46 a).



- Bu yöntemde kısa ve uzun emme kanalları kombine edilmiştir. Motor devir sayısının düşük (örneğin, 4100 d/d'nın altında) olduğu durumlarda uzun ve ince emme kanalı kullanılmaktadır. Devir sayısı yükseldiğinde ise, pnömatik yada elektrikselsel bir kumanda ile kısa devre kelebeği açılarak, kısa ve büyük kesitli kanaldan emme yapılmaktadır. Bu yöntemin, motor gücü ve özellikle dönme momentinde sağladığı yararlar Şekil 6.45 b'de görülmektedir.



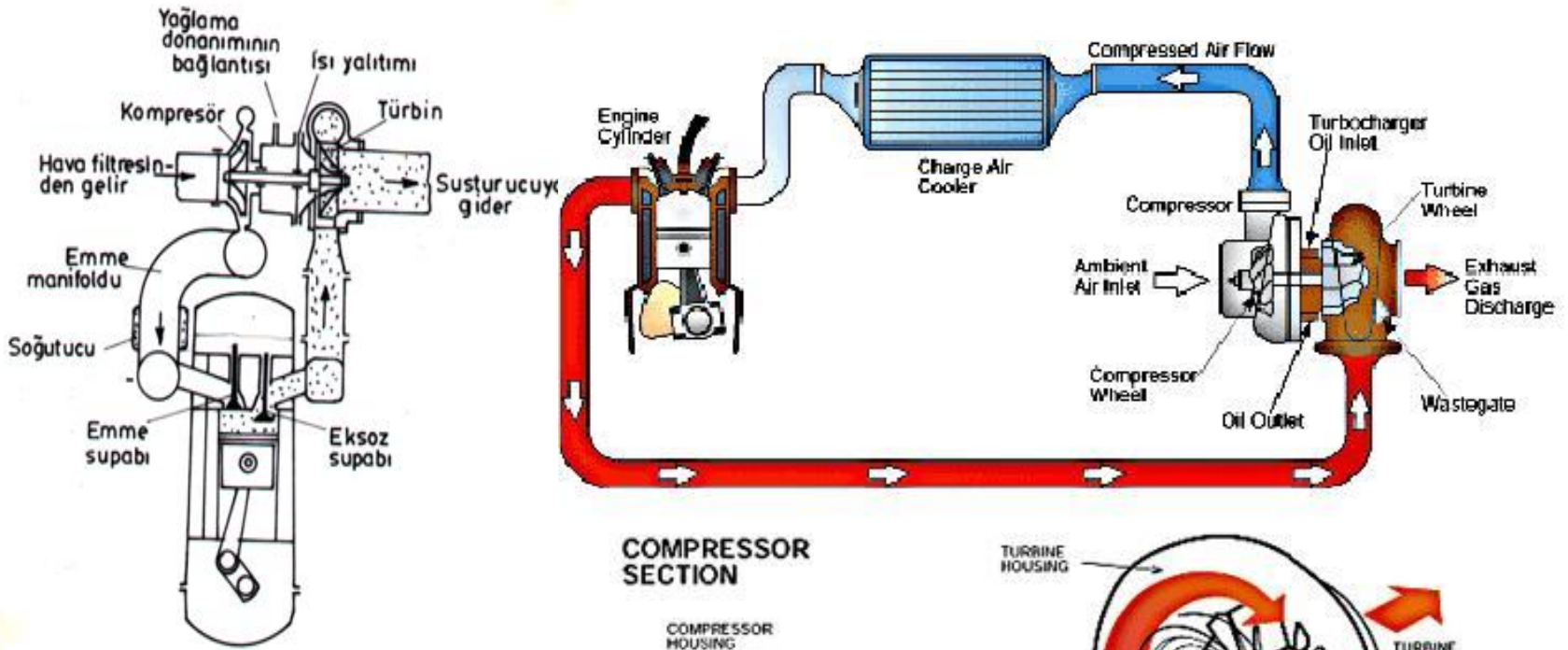
Şekil 6.46. Emme kanalı uzunluğunun değiştirilmesi ile dinamik doldurmanın yapılması (a) ve sağlanan yararlar (b).

## 6.3.2. YABANCI ZORUNLU DOLDURMA

- Yabancı zorunlu doldurmalı motorlarda; hava ya da hava-yakıt karışımı silindir dışında ön sıkıştırma ile depolanmaktadır. **Zorunlu doldurma, genel olarak, egzoz gazından yararlanarak ya da mekanik yöntemle bir kompresörün çalıştırılmasıyla sağlanmaktadır.** Egzoz gazı yardımıyla zorunlu doldurma (turbo-şarj) yapan motorlarda, egzoz gazı türbini çevirmektedir. Türbinin çevirdiği kompresör ise emme gazlarını manifolda sıkıştırmaktadır. Emme manifoldu etrafından dolaştırılan soğutma suyu, ön sıkıştırma sonucu açığa çıkan ısı enerjisini ortamdan uzaklaştırarak, sıcaklığın yükselmesini engellemektedir. Böylece, silindirlerin dolma derecesi daha da yükseltilmiş olmaktadır.
- Turbo-şarj sistemi, dört ana parçadan oluşmaktadır. Bunlar; gövde, türbin, kompresör, mil ve yataklarıdır (Şekil 6.47). Türbin fanı, yüksek sıcaklıklara dayanabilen, austenit kristal yapıda dökme çelikten yapılmaktadır. Türbin fanının bağlı bulunduğu mil gövdeye yatak-landirilmiş olup, milin diğer ucunda kompresör fanı bulunmaktadır. Kompresör fanı, alüminyum alaşımlarından hassas döküm yöntemiyle imal edilmektedir.
- Türbin ve kompresör fanları aynı mil ile birbirine direkt bağlı olduklarından, devir sayıları eşit olmaktadır. Yapılarına bağlı olarak devir sayıları 50 000...240 000 d/d arasında değişmektedir. Bu yüksek devir sayıları nedeniyle, her iki, fanın da şekil, yüzey pürüzlülüğü ve balanslama gibi sorunları giderilmiş olmalıdır. Ayrıca, mil ve yataklar iyi bir biçimde, motorun basınçlı yağlama sistemiyle yağlanmalıdır.
- Türbin tarafında, egzoz gazları nedeniyle oluşan ısı enerjisinin, kompresör tarafına iletilmemesi için, araya ısı yalıtımı sağlayan bir perde yerleştirilmiştir. Türbin gövdesi dökme demirden ve kompresör gövdesi hafif metal alaşımlarından imal edilmektedir. Her iki gövde ana gövdeye civatalarla bağlanmıştır.

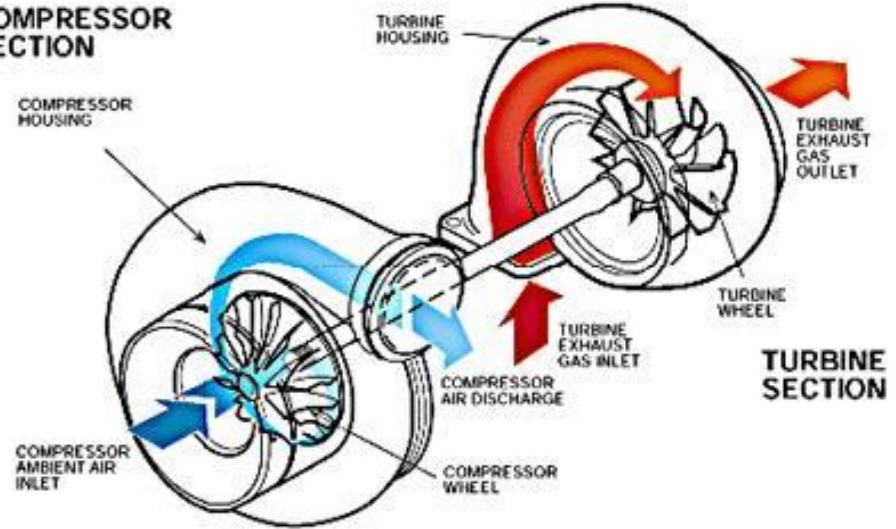




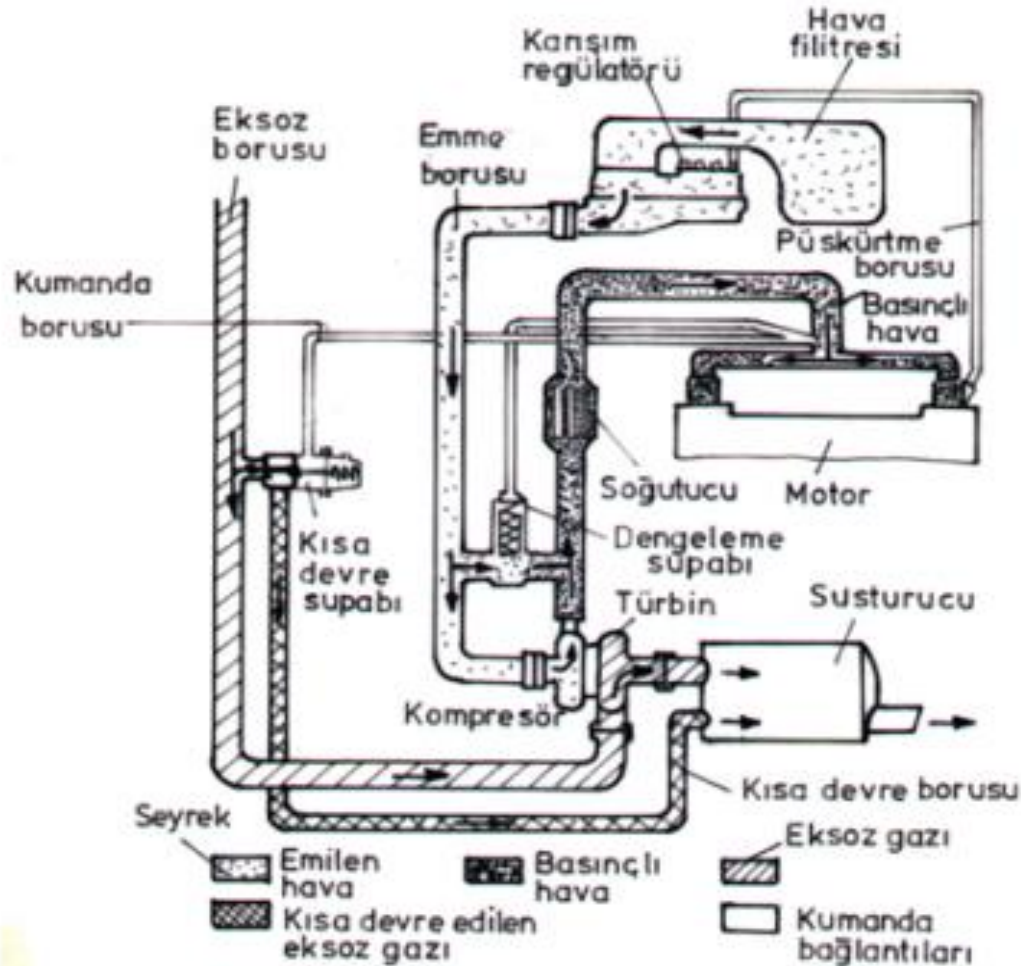


Şekil 6.47. Zorunlu doldurmalı bir motor şeması.

### COMPRESSOR SECTION



- Turbo-şarj yöntemiyle zorunlu doldurma yapan bir motorda, çalışma ilkesi, Şekil 6.48'de verilen şema yardımı ile açıklanabilir. Kompresör, havayı, hava filtresi, benzin püskürtme sisteminin karışım regülatörü ve emme borusu üzerinden emmekte, soğutucu ile emme manifolduna basmaktadır. Basma sisteminin motorla uyum sağlayabilmesi için, basınçlı havanın sıkıştırılma basıncının ayarlanması gerekmektedir. Bu basınç, motor tiplerine göre, atmosfer basıncının 0,4...0,8 bar kadar üstünde olmaktadır.

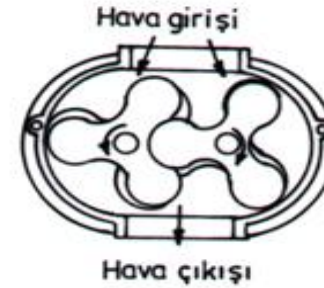


Şekil 6.48. Turbo-şarj yöntemiyle zorunlu doldurmanın çalışma ilkesi.

- 
- Kompresörün sürekli olarak soğutucu ve emme manifolduna sıkıştırdığı havanın basıncı yükseldiğinde, kısa devre supabı ile bağlantıyı sağlayan kumanda borusunda ve supaptaki basınç da yükselmektedir. Basınç artmasıyla meydana gelen kuvvet, yay kuvvetini yendiğinde, kısa devre supabı açılmaktadır. Bu durumda, egzoz gazlarının bir kısmı türbine uğramadan susturucuya gitmektedir. Emme manifoldundaki basıncın istenen düzeye inmesiyle, kısa devre supabı tekrar kapanarak, basma hattında kararlı bir basınç düzeyi sağlanmaktadır.
- 
- Motor devir sayısının hızla yükselmesi durumunda, emme manifoldunda meydana gelen düşük basınç nedeniyle, kompresör devir sayısı artma eğilimi gösterecektir. Devir sayısının kararlı kalabilmesi için, düşük basınçtan etkilenen dengeleme supabı açılmakta ve kompresörün emme hattı ile basma hattı arasında geçiş sağlanmaktadır. Böylece, kompresör devir sayısındaki belirgin değişimler engellenmiş olmaktadır.



- 
- **Mekanik yöntemle** kompresörü çalıştırarak zorunlu doldurma yapılan motorlarda, hareket, motorun uygun bir noktasından alınmaktadır. Kompresör için gerekli gücün motordan sağlanması, bu sistemin sakıncalı yönü olmaktadır. İki ya da üç dönücü elemanı bulunan bu kompresör (Roots kompresörü) hava veya hava-yakıt karışımını, dişli pompada olduğu gibi sürekli olarak emme manifolduna pompalamaktadır (Şekil 6.49).



Şekil 6.49. Roots kompresörü.



- SARAL, A. ve A.ONURBAŞ AVCIOĞLU, 2012. Motorlar ve Traktörler. Düzeltilmiş II. Baskı. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 1603, Ders Kitabı: 555, 299 s., Ankara.
- SARAL, A., ONURBAŞ AVCIOĞLU, A. ve K. ELİÇİN, 2008. Termik Motorlar Uygulama Örnekleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 1564, Ders Kitabı: 517, 111 s., Ankara.
- SARAL, A. ve A.ONURBAŞ AVCIOĞLU, 2006. Termik Motorlar (Yenilenmiş 4. Baskı). Ankara Üniversitesi Ziraat fakültesi Yayınları: 1550, Ders Kitabı: 503, 294 s., Ankara

