



Buharlı Lokomotifler

Yaklaşık kırk yıl önce, Konya tren garının yanındaki tarihî Bağdat Otelini sınıf ve yatakhane olarak kullanan Konya Kolejinde, yatılı ve derslere ilgi gösteremeyen dalgacı bir öğrenci için sabah ilk derslerde en ilginç seyir, iki yanından bembeyaz buhar çıkarıp pofurdayarak gara giren kocaman kara lokomotifti. İstanbul'dan gelip Adana'ya giden tren gecikmişse, yolculuğunun yirmüikinci saatinde gara girerken ders sırasına başımı sıraya koyup lokomotife hayranlıkla bakar ve neden bu denli karışık mekanizmaları olduğunu merak ederdim. Derslerden sonra macera yaşamak için, okuldan bir kaç arkadaş ile kaçıp manevra lokomotifleri arasında dolaşip içlerine girip oynar ve çalışma sistemleri hakkında teoriler üretirdik. (O devirlerde Konya'da gündüz gidilecek sinema veya atari salonu olmaması bir yana bizler de çok masum öğrencilerdik.) Rahmetli baş muavinimiz, yatılı okullarda sıkça yapılan çamaşır kontrollerinde, nasıl bu denli kirlendiğimize bir türlü anlam veremezdi. (Pis çocuklar listesine girmek okuldan kaçmaktan daha az tehlikeli idi.) Orta öğrenimim sırasında hep trenlerin yakınında yaşadığımız için, bu çok sevdiğim koca makineler bende teknolojiye bir hayranlık uyandırdı ve belki de meslek seçimimde önemli rol oynadı. (O devirlerde İTÜ dışında hemen her üniversiteye girmek için sadece kayıt yaptırmak yeterliydi.)

Osman Kadiroğlu
H.Ü. Nükleer Enerji Mühendisliği Bölümü

ARTIK tarihe karışan, demiryollarının dinazorları gibi görülen, cefakâr buharlı lokomotiflerin birçok insanın ilgisini çektiği bir gerçektir. TCDD, dünyada buharlı lokomotifleri halen yaşatan ender işletmelerden biridir; eski adı ile kara trenlerimiz artık yabancı turist-

lerin ilgi odağıdır. Eski buharlı lokomotifleri barındıran, Ankara ve İzmir-Çamlık ve Alsancak müzeleri önemli lokomotif müzeleridir. Ayrıca birçok garın önünde de buharlı lokomotifler sergilenmektedir. Eskiden, makine mühendisliği öğrencilerine, Prof. F. Duscio tarafından, İTÜ'de ders olarak okutulan pistonlu buhar

makinelerine artık antika gözü ile bakılmaktadır. Sizlere, eskileri biraz hatırlamak ve müzelerimizdeki lokomotifleri biraz daha yakından tanımak için, birlikte kömür, is, yağ ve buhar kokulu ama çok ilginç ve nostaljik bir teknik geziye çıkmayı öneriyorum.



Buharlı Lokomotif

Bugünkü uygarlığımızı pistonlu buhar makinelerine ve onların başlattığı endüstri devrimine borçluyuz. Pistonlu buhar makinelerinin atası İngiltere'de kömür madenlerinden su boşaltmak için Newcomen tarafından tasarlanıp yapılmış; lokomotiflerde ilk kullanışına İngiltere'de 1829 yılında George Stephenson tarafından gerçekleştirilmiştir. Türkiye'de 19. yüzyılın sonlarında demiryolu işletmeciliği başlamıştır. Cumhuriyet'in ilk yıllarında demiryollarına önem verilmiş ve bugünkü demiryolu ağımızın çok büyük bir kısmı o devirde yapılmıştır. Yaklaşık yetmiş yıl ülkemizin hizmetinde kullanılan buharlı lokomotiflerimizin hepsi pistonlu buhar makineleri ile tahrik edilmişlerdir.

Buharlı lokomotifler, hareketi sağlayan pistonlu buhar makinesi ve hareketi tekerleklerle ileten mekanizmalar, buharı sağlayan buhar kazanı ve buhar kazanı için gerekli olan su ve kömürü taşıyan tenderden oluşur. Tender, üstü kömür yığılı, içi su dolu, lokomotive sıkıca bağlanmış bir vagonudur. Bir pistonlu buhar makinesinin önemli parçaları silindir, piston, buhar dağıtım sürgüsü ve hareket mekanizmalarıdır. Buharlı bir lokomotive bakıldığında silindir hemen göze çarpmaz. Buhar kazanı, bu kazanı taşıyan tekerlekler ve hareket mekanizmaları o denli büyüktür ki, ilk bakışta pistonlu buhar makinesinin silindiri fark edilmez. Lokomotifin en büyük ve göze en önce çarpan parçası buhar kazanıdır.

Buhar Kazanı

Buhar kazanı, duman borulu yatay bir kazandır. Kazanın önemli bir bölümü, kömürün yakıldığı ocaktır. Ocakta yakılan kömür, ocak cidarlarına ısıyı ısıtma ile yayar ve ocak cidarlarını kaplayan suyu ısıtır. Isıtma ile ısı iletimi, sıcak ve soğuk kaynakların sıcaklıklarının dördüncü kuvvetinin farkı ile orantılı olması nedeni ile ocakta yanan kömürün ateşinin yüksek sıcaklıkta olması istenilir. Bu nedenle, lokomotif kazanlarında genellikle kok kömürü kullanılır. Kok kömürü, kaliteli maden kömürünün kok fırınlarında az yakılarak gazının havagazı adını verdiğimiz gaz olarak alınması sonucu elde edilir. Kok

kömürünün ısı değeri yaklaşık 30 000 kJ/kg'dır. Linyit kömürü ise, en fazla bu değer %60'ına kadar çıkabilir. Tahtanın ısı değeri linyitten daha fazladır, fakat yoğunluğu daha az olduğundan tahtadan çok hacim kaplar. (Sessiz sinemanın büyük aktörlerinden Buster Keaton'ın General adlı filmindeki tahta yakan huni bacalı Amerikan lokomotifini ve acele ile sökülüp kırılarak yakılan vagonlar yardımı ile izleyenlerden nasıl kurtulduğunu hatırlayın.)

Kömürün yanması ile oluşan sıcak gazlar ocağın arka ucundaki boruların içinden geçer ve lokomotifin ön kısmında toplanır. Sıcak gazlar konveksiyon yolu ile ısıyı boruları çevreleyen kazan suyuna geçirir. Konveksiyon ile ısı iletiminde akışkan hızları ve akışkanların bazı özellikleri rol oynar. Bu nedenle kazan içindeki duman akışının iyi olması, kazan borularının içlerinin temiz tutulması, kireç miktarı az su kullanılmasını gerekir. Bacanın emme basıncı baca yüksekliği ile artar. Kömür yakan santrallerin, örneğin, Kemerköy Termik santralinin bacası 300 metre kadardır. Lokomotiflerin bacaları ise tünellerin yükseklikleri nedeni ile çok kısadır. Lokomotif kazanlarında çekmeyi sağlamak için bacayı yükseltmek yerine başka bir yöntem kullanılır. Duman, buhar silindirinden atılan çürük buharın, yani artık işe yaramayacak kadar genişmiş, sıcaklığı ve basıncı düşmüş buharın, yardımı ile bacadan dışarı atılır. Baca altında oluşturulan negatif basınç, yani kazan ocağına kıyasla düşük basınç, duman boruları içinde dumanın hızla yol almasına sebep olur. Isı iletim katsayısı adı verilen, belirli bir alanda, belirli bir sıcaklık farkında, bir akışkandan diğerine geçen ısıyı belirleyen büyüklük böylece artırılır.

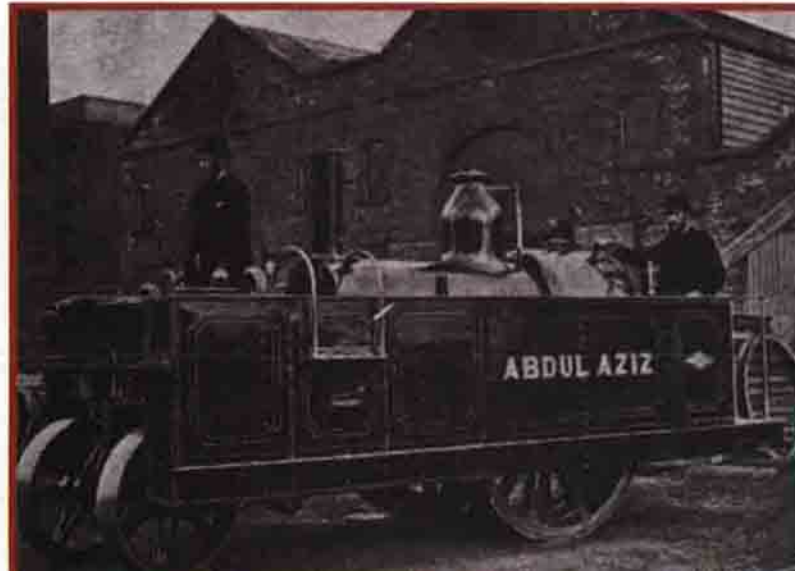
Lokomotif kazanlarının boyutları ve özellikleri zamanla çok değişmiştir. İlk zamanlarda, kazan yapım teknolojisinin sınırlamaları nedeni ile kazan basınçları (0.3-1 MPa arasında) küçük tutulmuştur. Daha sonraları gelişen çelik teknolojisi ve perçin ile ka-



zan yapımının yanı sıra kaynak teknolojisinin gelişmesi ile kazan basınçları yükselmiş ve 2-3 MPa arasında değerler almıştır.

Buhar kazanlarında çeşitli malzemeler kullanılmıştır. Kazan sacları ve duman boruları genellikle St.34 (DIN Normu) diye adlandırılan çelikten yapılmıştır. Lokomotif kazanından buhar taşıyan borular çelikten yapılmış olsa da, kazana su basan pompaya bağlı borular veya buhar makinesini yağlamak için gerekli yağı taşıyan borular bakır ve alaşımlarından yapılmıştır.

Buhar kazanlarının verimleri, yakıt olarak kullandıkları yağ, kömür veya odunun bir kilogramının yakılmasına karşılık kaç kilo buhar elde ettikleri ile ölçülür. Lokomotif kazanlarının verimleri yanma kayıpları ve kazanın büyüklüğü yüzünden oluşan ısı kayıpları nedeni ile %70'den azdır. Bu verim, kazan duman borularının temizliğine bağlı olduğu gibi, ateşinin hünerine de bağlıdır.





lunun bir kızak üzerinde kayması ile biyel kolu tarafından dairesel bir harekete çevrilir ve lokomotifin tekerleğinin dönmesini; böylelikle tekerleğin yarım tur daha dönmesine neden olur.

Buhar makinesinin çalışması sonucu dışarı atılan buharın yerine kazan sürekli su basılması gerekir. Termodinamik verimi artırmak için kazana basılan su dışarı atılan buharın bir kısmı ile ısıtılır. Bu tür bir donanım, genel yakıt tüketiminde %10 civarında bir tasarruf sağlar.

Kazanda ısınan su buharlaşır ve doymuş buhar adını verdiğimiz, içinde küçük su damlacıkları bulunan buhar-su karışımı elde edilir. Buhar makinesinin silindirlerinde aşınma sorunu yaratan bu su damlacıklarını yok etmenin yolu, doymuş buharı tekrar kazan ocağına geri yollayıp kızdırmaktır. Lokomotifin bacasının arkasında bulunan üstü kapalı bacaya benzer çıkıntılar, doymuş buharın toplanıp iri su damlacıklarından ayıklandığı dom adı verilen nem tutucuları ve buhar kurutucularıdır. Domdan alınan ıslak buhar, kazan ocağı içindeki borulardan tekrar geçirilerek sıcaklığı artırılır. Artık kızgın buhar adını verdiğimiz bu buharın içinde su damlacıkları yoktur. Sıcaklığı 350° C'ye kadar çıkartılan buhar, buhar makinesine yollanır. Lokomotif üzerinde kazandan buhar makinelerine en kısa yoldan inen kalın borular, buhar dağıtım borularıdır.

Buhar Makinesi

Buhar makinesinin belki de en ilginç karakteristiği yük altında ilk hareketin verilebilmesidir. Otomobil, kamyon gibi içten yanmalı motorlarda motorun verdiği güç ve moment, yani duran tekerleği çevirmek için gerekli kuvvet ile ilgili büyüklük, motorun devir sayısı ile orantılıdır. Bu nedenle debriyaj dediğimiz, motor ile tekerlekler arasındaki bağlantıyı ayıran ve sonra istenildiğinde birleştiren bir makine elemanı vardır. Pistonlu buhar makinelerinde ise durum bunun tam tersi-

dir. Duran tekerleği çevirmek için gerekli olacak moment, buharın silindire girmesi ile hemen yaratılabilir. Yüzlerce ton ağırlıktaki tren katarını buhar vanası açılınca biraz patinaj yaparak ve ray ile tekerlek arasına kum püskürterek kaldıracak makine, pistonlu buhar makinesidir. Bu nedenle piston kolu doğrudan tekerleklere biyel yardımı ile bağlanmıştır. Lokomotifin ilk bakışta hemen göze çarpan iri ve karmaşık görünümlü mekanizmaları piston kolu, biyel ve buhar dağıtım sürgüsüdür.

Piston, silindirin en uç noktasında iken silindir içine buhar verilir. Silindir kafası ile piston üst yüzeyi arasında buharın girebileceği bir hacmin bırakılması gereklidir. Silindir içine dolan yüksek basınç ve sıcaklıktaki buhar, silindirin yüzey alanı ile buhar basıncının çarpımı kadar bir kuvvetle pistonu iter. Harekete geçen piston, pistonun diğer yüzündeki bir önceki çevrimden kalmış olan genişlemiş ve soğumuş buharı egzoz borusuna doğru süpürür. Pistonun doğrusal hareketi piston ko-

Pistonun hareketini sağlayan buharın silindirin hangi tarafından verileceği, lokomotifin hangi yönde hareket ettirmek istediğimize bağlıdır. Lokomotifin hareketi sırasında, buharın pistonun farklı yüzeylerine verilmesini sağlayan mekanizmaya buhar sürgüsü adı verilir. Buhar sürgüsü, pistonun konumuna bağlı olarak buhar silindire dolduran, daha sonra buhar girişini kapatıp genişlemeyi sağlayan ve sonunda çürük buharı egzozla yollamak için çıkışı açan bir mekanizmadır. Buhar dağıtım mekanizması iç ve dış olarak ikiye ayrılır. İç dağıtım mekanizması kanallı veya pistonlu olabilir. Dış dağıtım mekanizması ise Heusinger, Stephenson veya Alan dağıtım mekanizmalarından biri olabilir.

Pistonlu buhar makinesi ile tahrik edilen lokomotiflerin gücü 1-1.5 MW'dır ve verimleri zamanımızda kullanılan makinelere kıyasla çok küçüktür. Kazanın düşük verimine ek olarak düşük basınç ve sıcaklıklarda çalışılması ve çürük buharın atmosfere atılması makinenin verimini çok



düşürür. Bazı lokomotiflerde %6'ya kadar düşen verim nedeni ile bu makinelere yabancı dillerde "çayır ısıtıcısı" bile denilmektedir.

Hareket Mekanizmaları

Buhar makinesinin pistonunun öteleme hareketi, bir ucu iyi yağlanmış bir yatak üzerinde hareket eden kızığa mafsalla bağlı, diğer ucu lokomotif tekerleğine yataklanmış biyel kolu tarafından dairesel harekete çevrilir. Lokomotiflerde tahrik edilen birden çok tekerlek vardır. Bu tekerlekler bağlantı kolları ile birbirlerine bağlanmıştır.

Tekerleklerde bir de karşı ağırlıklar vardır. Dinamik dengelemeyi sağlamak için biyel kolunun ve buhar dağıtan mekanizmasının bağlandığı tekerleğin bağlantı milinin karşısına bir ağırlık konur. Tekerlek hızla hareket ederken ortaya çıkacak merkezkaç kuvvetini dengelemek için bu ağırlık hesaplanıp yerleştirilir. Lokomotiflerin bazı tekerleklerinin yarı dolu görünmesinin nedeni budur.

Lokomotifin tekerlekleri raya lokomotifin yaklaşık 80 ton civarındaki ağırlığını iletir. Ray ile tekerlek arasındaki sürtünme katsayısı, tekerleği hareket ettirebilmek için yenilmesi gereken direnç kuvvetini belirler. Buna tren üzerine etki eden tren hızının karesi ile orantılı olan rüzgar direnç de eklenirse, yenilmesi gerekli direnç ortaya çıkar. Bu direnç, tren hızına bağlı olarak 3-10 kg/t mertebesindedir. 400 tonluk bir katarı 60 km/saat hızla çekmek için gerekli kuvvet 2 ton kadardır. Trenin hareketi sırasında yokuşlarda, dönemeçlerde ek dirençler ortaya çıkar. Tüm bu dirençleri yenebilmek için pistonun vermesi gereken kuvvet



20-30 t mertebesindedir. Bu kuvvet ile yaklaşık 1 m çapındaki tekerlekler döndürülür ve 60 ilâ 100 km/saat hızlara kadar çıkılabilir.

Lokomotif Müzelerimiz

TCDD yaklaşık 100 kadar buharlı lokomotif çeşitli mekanlarda sergilenmektedir. Özellikle İzmir'deki Çamlık Müzesi görülmeye değer bir müzedir. Bu müzede 30 kadar, çeşitli tarihlerde (1872-1948) ve çeşitli ülkelerde (Almanya, İngiltere, ABD, İsveç ve Fransa) imâl edilmiş buharlı lokomotif sergilenmektedir. Ankara ve Alsancak Müzelerinde ise 10'ar lokomotif vardır. Diğer lokomotifler çeşitli garlara dağıtılmıştır. 1961 yılı Türk yapısı Karakurt ve Bozkurt lokomotifleri de yine Demiryolları imalat merkezlerinde sergilenmektedir.

TCDD'nin takdir edilmesi gereken bu çabalarına buharlı lokomotifleri sevenlerin de katkıda bulunması gerekti-

ğine inanıyorum. Müzelerimiz ödenek yetersizliğinden pek güzel görünmemektedir. Artık sessiz duran bu eski ve kocaman makineler yavaş yavaş çürümektedirler. Mühendislik eğitimi alan veya konu ile ilgilenen gençlerin yardımıyla temizleme ve boyama konusunda TCDD'ye katkıda bulunması iyi olur kanısındayım. Belki de bir yarışma düzenleyip mühendislik öğrencileri arasında en iyi lokomotif temizleyen ve boyayan grupları seçip ödüllendirebiliriz. Sizi bilmem ama ben Ankara Müzesi önünden geçerken, boyaları kabuklaşıp kalkmış ve yer yer soyulmuş, pastan kazan saçları kızışmış, 1933-1990 yılları arasında hizmet vermiş, ağır yağ ocağa damlatarak yakan ilginç Alman Henschel-Krupp tasarımı, 34061'i görünce çok üzülüyorum. Müzelerimizdeki lokomotifleri pırıl pırıl yapmaya ne dersiniz?



*Bu çalıma,
TCDD Çer Dairesi yöneticileri ve TCDD Müzeleri çalışanlarının yardımları olmadan gerçekleştirilemezdi. Yazar, yardımlarını esirgenmeyen TCDD çalışanlarına teşekkürü borç bilir.*

Kaynaklar:
Dalby W.E., (Çev. Lütfülâh Ulukan), Buhar Enerjisi, 1958.
Niederstrasser, (Çev. Nazif Kayal), Buhar Lokomotif Bilgisi, TCDD Teknik Öğretim Sayı: 24, 1944.
Nutku A., Pistonlu Buhar Makineleri, 1968.



TCDD Ankara Buharlı Lokomotif Müzesi'nden...



Lokomotif No. : 45174
Üretici Firma : Amerikan Loco-Co
Hizmet Dönemi : 1943-1987
Kazan Gücü (BG) : 1616
Azami Hız (Km/Saat) : 70



Lokomotif No. : 57007
Üretici Firma : Almanya, Henschel
Hizmet Dönemi : 1932-1990
Kazan Gücü (BG) : 1200
Azami Hız (Km/Saat) : 65



Lokomotif No. : 46224
Üretici Firma : Amerikan Loco-Co
Hizmet Dönemi : 1942-1987
Kazan Gücü (BG) : 1827
Azami Hız (Km/Saat) : 80



Lokomotif No. : 55047
Üretici Firma : Alman Schwartekopf
Hizmet Dönemi : 1924-1990
Kazan Gücü (BG) : 1278
Azami Hız (Km/Saat) : 60



Lokomotif No. : 56375
Üretici Firma : Amerikan, Vulkan
Hizmet Dönemi : 1948-1987
Kazan Gücü (BG) : 2352
Azami Hız (Km/Saat) : 70



Lokomotif No. : 34061
Üretici Firma : Almanya, Henschel Krupp
Hizmet Dönemi : 1953-1990
Kazan Gücü (BG) : 1758
Azami Hız (Km/Saat) : 80



Lokomotif No. : 45035
Üretici Firma : İsveç, Nohab
Hizmet Dönemi : 1932-1990
Kazan Gücü (BG) : 1404
Azami Hız (Km/Saat) : 65



Lokomotif No. : 56086
Üretici Firma : İngiltere, Vulkan Foundry
Hizmet Dönemi : 1948-1990
Kazan Gücü (BG) : 1896
Azami Hız (Km/Saat) : 70



Lokomotif No. : 56504
Üretici Firma : Almanya, Henschel
Hizmet Dönemi : 1943-1990
Kazan Gücü (BG) : 1758
Azami Hız (Km/Saat) : 80

TCDD İzmir Buharlı Lokomotif Müzesi'nden...



Lokomotif No. : 3304
Üretici Firma : Henschel
Üretim Yılı : 1918
Kazan Gücü (BG) : 592
Azami Hız (Km/Saat) : 50



Lokomotif No. : 45172
Üretici Firma : Amerikan
Üretim Yılı : 1943
Kazan Gücü (BG) : 1416
Azami Hız (Km/Saat) : 70



Lokomotif No. : 56116
Üretici Firma : Bayer Peacock
Üretim Yılı : 1948
Kazan Gücü (BG) : 1896
Azami Hız (Km/Saat) : 70



Lokomotif No. : 34068
Üretici Firma : Henschel Krupp
Üretim Yılı : 1933
Kazan Gücü (BG) : 991
Azami Hız (Km/Saat) : 75



Lokomotif No. : 45002
Üretici Firma : Nohab
Üretim Yılı : 1928
Kazan Gücü (BG) : 1404
Azami Hız (Km/Saat) : 65



Lokomotif No. : 45161
Üretici Firma : N. Britisk
Üretim Yılı : 1942
Kazan Gücü (BG) : 1616
Azami Hız (Km/Saat) : 65



Lokomotif No. : 46244
Üretici Firma : Amerikan
Üretim Yılı : 1947
Kazan Gücü (BG) : 1827
Azami Hız (Km/Saat) : 70



Lokomotif No. : 57023
Üretici Firma : Krupp
Üretim Yılı : 1936
Kazan Gücü (BG) : 1554
Azami Hız (Km/Saat) : 65



Lokomotif No. : 46103
Üretici Firma : R. Stejanson
Üretim Yılı : 1929
Kazan Gücü (BG) : 1191
Azami Hız (Km/Saat) : 60

Renault Laguna

A K I L Ç I

Yepyeni bir Renault ve tam bir tasarım harikası...

*Yumuşak hareketlerle açılan ve yola doğru akıp giden bir okyanus dalgası kadar **akıcı bir***

***tasarım**. Kullananlara gurur verecek, yolcuları tutkulu bir aşkla kendine bağlayacak kadar*

***akılcı bir tasarım**. Renault Laguna...*

Renault Laguna akıcılık ve akılcılık,

hareket ve dinginlik, güç ve zerafet

gibi ilk bakışta çelişkili görünen

kavramları bir araya

getirmeyi başaran çok

özel bir otomobildir.

Renault Laguna

hangi açıdan

bakarsanız bakın

bir bütün olarak

yaşanacak

bir otomobildir.

Renault Laguna'yı

daha yakından

tanımak isteyeceğinizi

biliyoruz. Bunun için

sizi RENAULT-MAİS

Yetkili Satıcılarına bekliyoruz.

Renault Laguna



Renault Laguna ile ilgili ayrıntılı bilgi için **BİLGİ RENAULT-MAİS**'in
(212) 293 26 26 numaralı telefonunu arayın, sırasıyla 1-8 no'lu tuşlara basın.



RENAULT
YAŞANACAK
OTOMOBİLLER