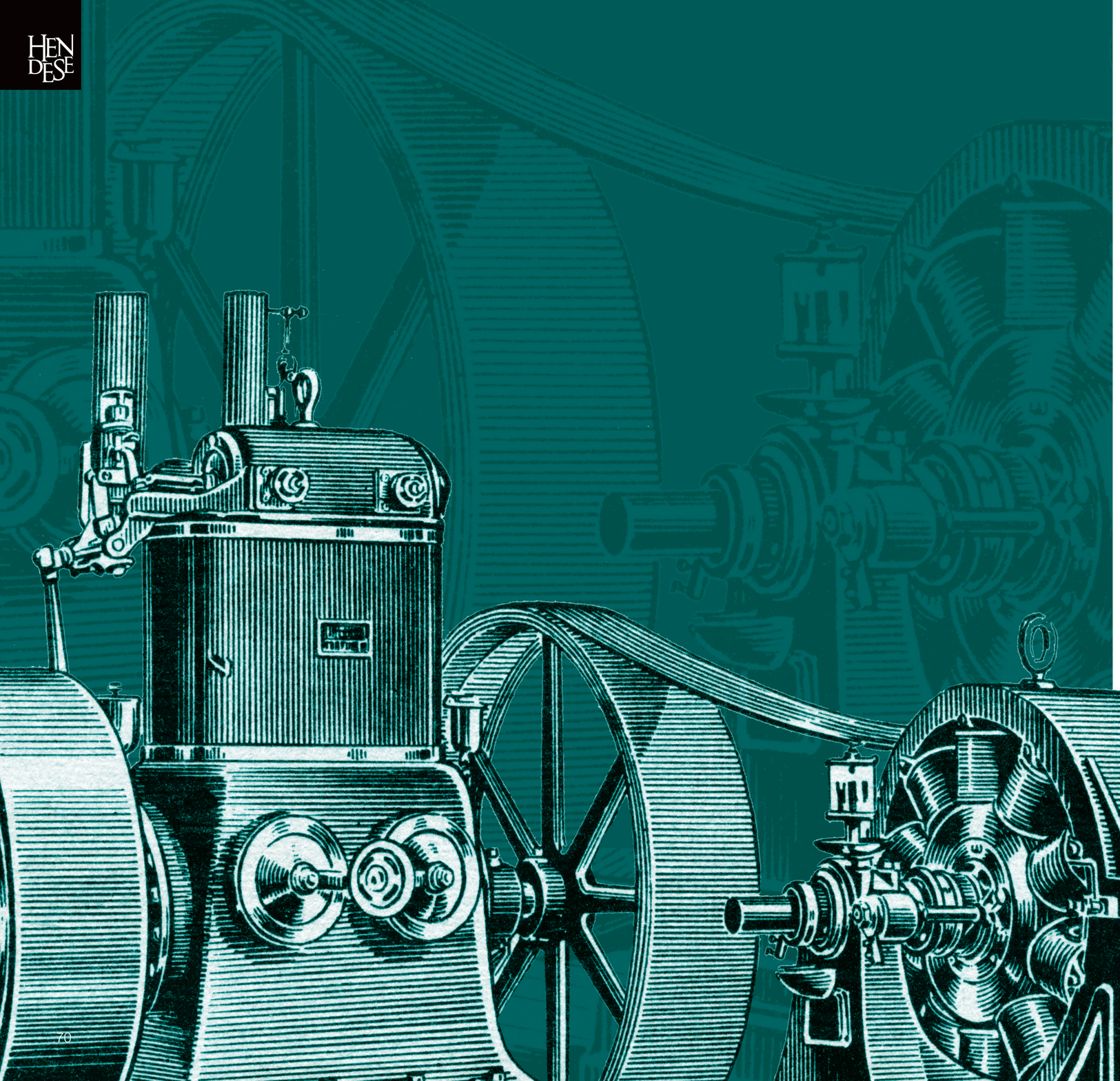


BUHARIN GÜCÜ

Ümit Güneş
Arş. Gör., Yıldız Teknik Üniversitesi, Gemi İnşaatı ve Gemi Makineleri Mühendisliği Bölümü

Enerjinin var olma serüveni insanlık tarihinden çok önce başlar. İlk insanlar bu enerjiyi hep bedenlerini kullanarak aktarırken ateşin bulunmasıyla bedenin yanı sıra başka bir enerji türü ortaya çıkmıştır. Ateş ile insanlar artık aydınlanabilecekleri gibi ısınma gereksinimlerini de karşılamaya başlamışlardır... Isınma ihtiyacının karşılanması aslında bilim tarihinde bugünleri de etkileyecek en büyük devrimdir.



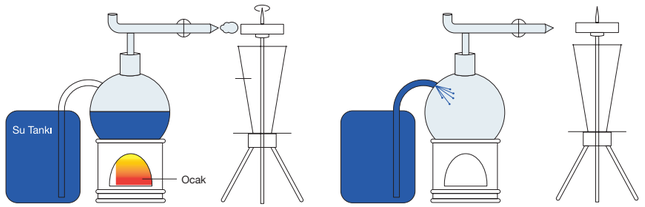
Şekil 1. İskenderiyeli Heron'un yaptığı ilk örnek türbin

Daha sonra bulunan tekerlek enerjinin aktarımı konusunda büyük bir kolaylık sağlamıştır. Tekerlekten önce insanlar yaptıkları işleri, günümüzde de aşılamayan, kimi zaman faydalı kimi zaman ise enerjinin boşa harcanmasına neden olan sürtünmeye harcamaktaydılar. Tekerleğin bulunmasıyla insanın sahip olduğu biyolojik enerji mekanik enerjiye dönüşmeye başlamıştı. Bu ise insanlar için büyük bir kolaylık sağlayacaktı.

Enerji hayatının mekanik enerjiye dönüştüğü asırlardan birinci yüzyıla geldiğimizde Mısırlı mühendis Heron, İskenderiye'de bir türbin yapmıştır. Heron'un yaptığı türbin uçları birbirlerine göre zıt yönleri gösteren iki eğik tüpün yerleştirildiği oyuk bir küreden oluşmaktadır *(Şekil 1)*. Su kürede kaynadığında verilen ısının boru uçlarında kinetik enerjiye dönüşmesinden dolayı borulardan hızla çıkmaktadır. Bunun sonucunda birbirine zıt olan bu borulardan hızlıca çıkan buhar etki-tepki sonucunda kürenin dönmesine neden olmaktadır.

Bu küre aslında çok basit gibi görünse de günümüzde enerji santrali olarak kullanılan buhar santrallerinin temel prensibini oluşturmaktadır.

Osmanlıdaki buharlı aletler mevzusuna bakıldığında ise İskenderiyeli Heron'dan sonra Osmanlı astronom ve mühendisi Takiyyeddin, et-Turuk es-Seniyye fi el-Alat er Ruhaniyye *(953/1546)* isimli kitabının 6. bölümünde döner şişi çevirmeye yarayan üç düzenek tarif etmektedir. Birincisi buhar gücü kullanımıyla hareket ettirilmektedir. İkincisi hareketi bir sıcak hava türbiniyle ayarlanan bir ağırlıkla çalıştırılmaktadır. Üçüncüsü ise nispeten küçük bir gücü, çevirme koluyla hareket ettirilen dişli çarklar vasıtasıyla aktarma prensibine göre çalışmaktadır. [1]



Şekil 2. Takiyyeddin'in bahsettiği düzeneklerin en kesitleri [2]

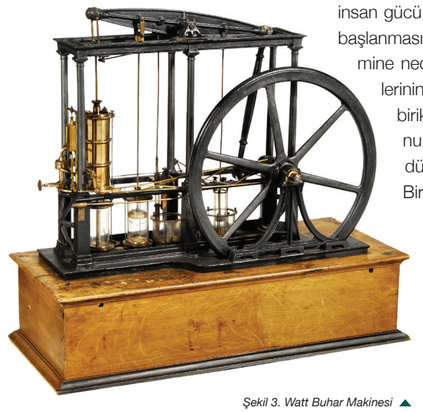
Fuat Sezgin Takiyyeddin'in tarifine göre bu düzeneğin modelini yapmıştır *(Şekil 2)*. Bu düzenekte kanatlı dolap benzeri bir türbin ile birlikte kapalı, ısıtılmış su kazanından bir boruyla dışarı çıkan buhar vasıtasıyla şiş hareket ettirilmektedir. Takiyyeddin'in eserinde yazdığı tarifine göre bu düzenekte borunun ağzı bir su kabına sokularak kazana yeniden su sevk edilir. Kazanı yeniden doldurmak için bu yeterlidir. Takiyyeddin bu tür buhar düzeneğinin kendi zamanında oldukça yaygın olduğunu bildirmektedir. [3]

17. yüzyıla gelindiğinde 1679 yılında Fransız fizikçi Denis Papin *(1647-1712)*'in düdüklü tencereyi bulmasıyla yeni bir dönüşüme uğramıştır. Düdüklü tencere, içinde suyun kaynadığı ve biriken buharın suyun kaynama noktasını yükselttiği sıkıca kapanan, kapağı olan bir sisteme dayanmaktaydı. Papin bu sistem ile aslında daha sonraki yıllarda devrim yapacak olan buhar makinesi gibi bir ısı makinesi yerine daha yüksek basınçta kemiklerin yumuşayacağını ve etlerin daha hızlı pişeceğini göstermiştir.

[1-2-3] *Fuat Sezgin (2008) İslam'da Bilim ve Teknik, Cilt V, İstanbul Büyükşehir Belediyesi Kültür A.Ş. Yayınları*

Watt Makinesi

1764 yılında bozulan Newcomen makinelerinden biri onarılması için İskoçyalı mühendis James Watt'a verilmişti.[4] Watt bu makineyi onararak verimini yükseltmek istedi. Watt, Glaskow Üniversitesi'ndeki hocası olan İskoç kimyacı Joseph Black'tan buharlaşma ısısının ne demek olduğunu öğrenmişti. Newcomen'in makinesinde buharın bulunduğu bölüm bir ısıtılıp bir soğutulması gerektiğini gördü. Buharlaşma ısısını da düşünerek bunun ne kadar masraflı bir şey olduğunu fark etti. Buna çözüm olarak iki oda yapma fikrini uyguladı. Bu bölümlerden biri sürekli sıcak kalacak *(kazan)* ve buhar işini bu sıcak bölümde yapacak; diğer bölüm ise sürekli soğuk tutulacak *(yoğuşturucu)* ve su hâline getirilmesi gerektiğinde supaplar sistemiyle soğuk odaya alınacaktı. Watt, kazan ile birbirinden ayırmış oldu *(Şekil 3)*. Bu değişiklikle James Watt, Newcomen'in makinesinin verimini arttırmıştır. Fakat günümüzdeki motor verimleri ile kıyasladığımızda; günümüzde motor verimleri %60-70'lere ulaşırken Watt'ın yaptığı katkılara rağmen buhar makinelerinin verimi %7 civarındaydı. Ama buna rağmen Watt'ın katkıları makine tarihi ve makine mühendisliğinde çok büyük önem taşımaktadır.

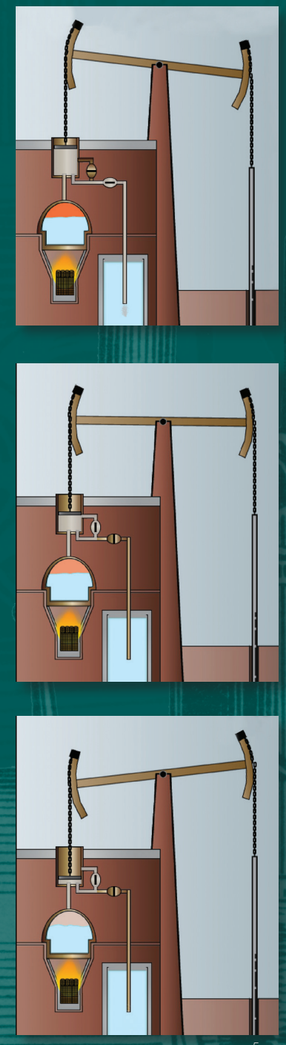


Şekil 3. Watt Buhar Makinesi

1781 yılına gelindiğinde Watt makinesini iyice geliştirdi. Watt'ın makinesi artık pistonun ileri-geri hareketini kullanarak bir tekerleğin dönmesini sağlamayı başarmıştı *(Şekil 4)*. Bu tarihten sonra insanlığın en büyük buluşlarından ikisi olan tekerlek ve buhar makinesi artık birleşmişti.

Watt'ın buhar gücünü kullanarak dairesel hareket yapan düzeneği bulması ile birlikte artık Sanayi Devrimi'nin ilk adımları olan fabrikalar kurulmaya başlandı. Bunlardan ilki olan buharla çalışan tekstil fabrikaları İngiltere'de kuruldu. Eskiden el dokuması şeklinde yapılan tekstil işleri artık buharlı makine ile yapılmaya başlandı. Bunun sonucu olarak da İngilitere'de büyük bir tekstil üretimi başladı. Makineyle dokunan tekstil ürünleri el dokumasına nazaran daha ucuz ve kaliteli idi. Üretilen bu ürünler tüm dünyaya ihraç edilmeye başlandı.

Buharlı makinelerin bulunması aslında insanlık tarihi açısından dönüm noktası olan Sanayi Devrimi ya da Endüstri Devrimi'ni doğurmuştur. Avrupa'da 18. ve 19. yüzyıllarda buhar makinelerinin yaygın olarak üretimde kullanılmaya başlamasıyla beraber makineleşmiş endüstriyel üretimin doğmasına sebep olmuştur. Üretimin insan gücü yerine makinelerle yapılmaya başlanması büyük ölçüde sermaye birikimine neden olmuştur. Buhar makinelerinin sanayide kullanılmasıyla para birikimi olan kapitalizmin doğuşunu beraber okumak mümkündür. Buhar makineleri ilk olarak Birleşik Krallık ve daha sonra Batı Avrupa, Kuzey Amerika ve Japonya'da kullanılmaya başlanmıştır.

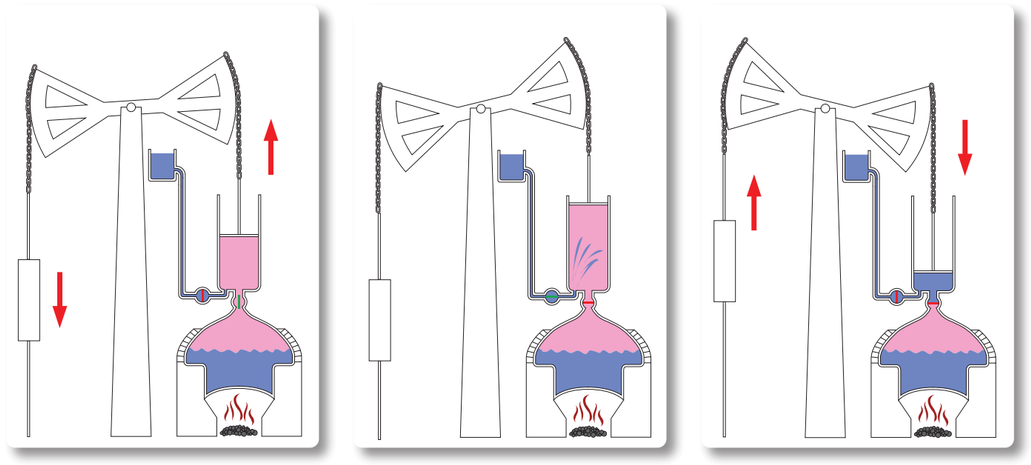


Şekil 4: Watt Buhar Makinesi [5]

[4] *Temel Britanica, Ana Yayıncılık 92 baskısı, Cilt:4 sayfa: 48*
[5] *http://science.howstuffworks.com/steam-technology3.htm*

Newcomen Makinesi

18. yüzyıla doğru gelindiğinde; İngiliz mühendis Thomas Newcomen *(1663-1729)* 1712 yılında bir tür buhar makinesi geliştirmiştir *(Şekil 5)*. Bu makine pistonun bir zinciri yardımıyla tahterevalli benzeri bir tür kaldıraca tutturulmuştur. Bu kaldıracın diğer ucu ise bir tür tulumbaya bağlanmıştır. Piston silindirin en üst noktasında iken silindirin içine gönderilen soğuk su, buharı yoğuşturmaktadır. Yoğuşan buharın özgül hacmi azalacağı için sabit atmosferik basıncı pistona aşağıya doğru kuvvet uygularken piston aşağı inmektedir. Böylelikle piston aşağı inerken madenden yukarıya suyun yükselmesi sağlanmış olmaktadır. Isıtılmaya devam edilince yine buharlaşma olup bu çevrim tekrar edilmektedir.



Şekil 5. Newcomen Makinesi (Buhar, pembe; su mavi ile gösterilmiştir)

Buhar Türbinleri

1884 yılında İngiliz mühendis Charles Algernon Parsons *(1854-1931)* ilk başarılı buhar türbinini yapmıştır.[4] Tarihte buhar makinesinin verimini inceleyen ilk kişi Fransız fizikçi Nicolas Leonard Sadi Carnot *(1796-1832)*'tur. Carnot 1824 yılında yayımladığı Ateşin Tahrik Kuvveti Üzerine isimli kitabında maksimum ısıl verimi bir makinenin çalıştığı en yüksek sıcaklık: (T_H), en düşük sıcaklık (T_L) değerine göre formül 1'de tanımlanmıştır.

Isı ve işin birbirlerine dönüşmesi yolunu ilk olarak ele alan kişi olduğundan Carnot Termodinamik biliminin kurucusu kabul edilmektedir. Carnot'nun bulduğu bu kavram aslında termodinamiğin 1. kanunu olan enerjinin niteliksel korunumundan termodinamiğin 2. kanunu olan niceliksel korunumuna geçişin ilk adımıdır. Bilindiği gibi enerji yoktan var edilemez ve yoktan da var edilemez. Termodinamiğin 1. kanunu enerjinin korunumunu ifade ederken ikinci kanun enerjinin korunduğunu fakat enerji türleri arasındaki dönüşümün %100 olmadığını söyler. Burada enerjinin niteliği işin içine girer. Örneğin iş *(mil işi, elektrik işi vb.)* %100 ısıya dönüşürken; ısı en fazla yukarıda belirtilen Carnot verimi ölçüsünde işe dönüşebilir. Bu da bize işin ısıdan daha kaliteli bir enerji türü olduğu sonucunu verir.

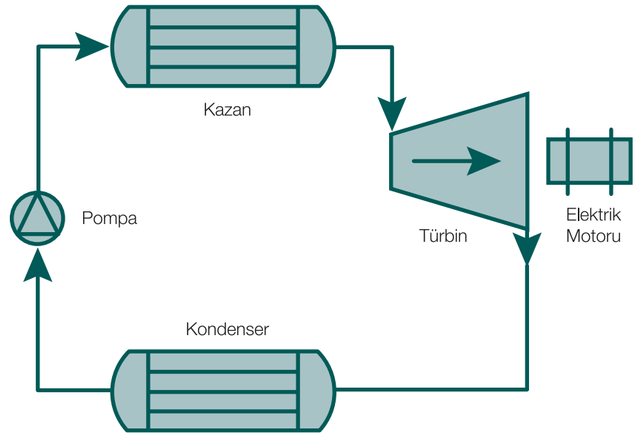
$$\left(\eta_{\text{Cornot}} = 1 - \frac{T_L}{T_H}\right)$$

Formül 1

[4] *Isaac Asımov, Bilim ve Buluşlar Tarihi, İmge Kitabevi, s. 396*

Günümüzde Termik Santraller

Günümüzde buhar makinesinin özellikle enerji santrallerinde ve gemilerde kullanımı çok yaygındır. Watt'ın kondenser elemanını ayırmasından sonra 2 parçalı hâle dönüşen sistem uzun araştırmaların sonucunda 4 temel elemanlı hâle gelmiştir (Şekil 6). Bu parçalar sırasıyla; çevrimde kazan basıncına kadar yükseltmeye yarayan pompa, sisteme ısı geçişi olan kazan, yüksek enerji seviyesinden enerjisini mekanik enerjiye vermek suretiyle buhar genişlerken elektrik jeneratörüne bağlı olan ve elektrik üreten türbin ve yoğuşmanın olduğu kondenserdir.



Şekil 6. Buhar Çevrimi

Buhar enerjisi tarih boyunca bilimin uğraş alanlarından biri olmuştur. Çünkü buhar ile insanlar ısı enerjisini işe dönüştürmeyi başarmışlardır. Bu ısı enerjisi günümüzde doğalgaz ve kömür olarak kullanılmaktadır. Ülkemiz açısından bakıldığında her geçen gün artan enerji talebini karşılamak için buhar santrallerinin önemi daha da artmaktadır. Dünyadaki buhar santrallerine bakıldığında ise kritik üstü buhar santralleri kullanımı oldukça yaygın olmasına rağmen ülkemizde kritik üstü buhar santrali bulunmamaktadır.

Kritik üstü buhar santrallerinin, ülkemizdeki gibi kritik altı çalışan santrallere nazaran verimi çok yüksektir. Devlet politikası olarak kritik üstü buhar santralleri için yatırım yapmak elzemdir. Her meselede olduğu gibi bu mesele de ülkenin teknoloji geliştirmede yaşadığı probleme bağlanmaktadır. Bunu çözecek olan sacayaklarından birincisi devlet, ikincisi özel sektör, sonuncusu da akademidir. Umulur ki güzel ülkemiz için bu üç bileşen ortaklaşa çalışır ve teknoloji geliştirme konusunda yaşanan krizi el birliği ile çözer. ■

Devlet politikası olarak kritik üstü buhar santralleri için yatırım yapmak elzemdir. Her meselede olduğu gibi bu mesele de ülkenin teknoloji geliştirmede yaşadığı probleme bağlanmaktadır. Bunu çözecek olan sacayaklarından birincisi devlet, ikincisi özel sektör, sonuncusu da akademidir.

