

Antikçağ'da Önemli Bir Okul: İskenderiye Mekanik Okulu

Antik Grek'de yapılan bilimsel çalışmalar, bir yandan kuramsal bilgi birikiminin artmasını sağlarken bir yandan da bu bilgilerin uygulanma olanağının olup olmadığının belirlenmesine yönelik merak ve ilginin doğmasına yol açtı. Bu durum giderek bilim alanında "theoria" denen yüksek nitelikli kuramsal çalışmalar ile "praxis" adı verilen uygulamaya dönük çalışmalar olmak üzere iki farklı çalışma alanının doğmasına neden oldu. MÖ 3. yüzyıldan itibaren yetişen bilginlerden

bazıları ise theoria ile praxisi birleştirdiler. Bu çalışma biçiminin öncüsü olan Ktesibios, hava ve su basıncını mekanik araçlarda güç kaynağı olarak kullandı ve kazandığı başarıyı daha etkin kılmak için de yapılan çalışmaları bilimsel bir kurumun çatısı altında toplama gereksinimi duydu. Böylece İskenderiye Mekanik Okulu doğdu. Bu okulda birçok bilgin çalışma fırsatı buldu. Ktesibios'tan sonra okulun en önemli temsilcileri Bizanslı Philon ve İskenderiyeli Heron'dur.



İskenderiye Kütüphanesi

Antik Grek'de kullanılabilir enerji kaynakları kuşkusuz ki günümüzdeki kaynaklarla karşılaştırıldığında oldukça sınırlıydı. En etkin güç kaynağı insan ve hayvan gücüydü. MÖ 1. yüzyıldan itibaren pompalama ve endüstriyel amaçlar için su gücü kullanılmaya başlandı. Bunun dışında, buhar ve rüzgâr gücünden yararlanılabileceği de kuramsal olarak biliniyordu, ancak bu iki güç kaynağı, gösteri amaçlı oyuncular gibi, çok küçük ölçekler dışında yararlı ve etkili olarak bu dönemde kullanılmadı.

Havanın özellikleri çok eskiden beri insanların ilgisini çekmiş ve yapılan çalışmalar sonucunda ulaşılan kuramsal bilgiler sayesinde olağanüstü araçlar üretilmiştir. Mekanik araçların inşasında hava ve boşluk kadar, denge de temel prensiplerden birini oluşturmuştur. Hava, boşluk, su, ateş ve dengeye ilişkin çeşitli fizik prensiplerine dayanılarak inşa edilen bu tip araçlara ilişkin en önemli adım Ktesibios, Philon ve Heron'un çalışmalarıyla atılmıştır.

Ktesibios

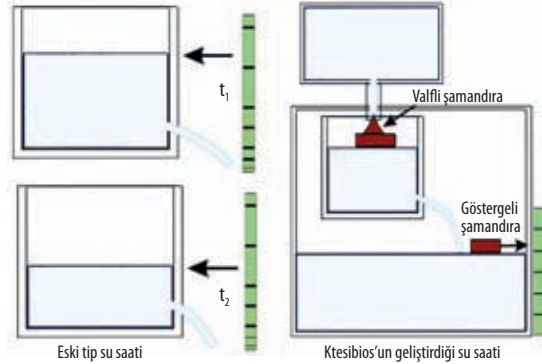
İskenderiye Mekanik Okulu'nun kurucusu olan Ktesibios (MÖ 285-222), İskenderiye Müzesi'nin ilk müdürüdür. Hayatı ve çalışmaları hakkında çok bilgi bulunmayan Ktesibios, rüzgâr ve hava gücünün özelliklerini kavrayan, onların gücüne dayalı otomatlar icat eden ilk kişidir. Bir borunun içerisinde kurşun bir bilyeyi hareket ettirdiğinde, ıslık sesini andıran bir ses çıktığını fark eden Ktesibios, bunun nedeninin bilyenin borunun içindeki havayı sıkıştırıp dışarı itmesi olduğunu keşfetmiştir. Bu keşfinden hareketle havanın bir madde olduğunu ve havayı ne kadar çok sıkıştırılabirirse, o ölçüde güçlü bir boru sesi elde edebileceğini deneysel olarak öğrenmiştir. Bu bilgilerini derlediği *Pneumatics* adlı kitabında havanın sıkıştırılmasıyla elde edilen basıncın pompalarda nasıl kullanılacağını da ilk defa açıklamıştır. Bu değerli çalışmanın özgün haliyle günümüze ulaşamamış olması ciddi bir kayıptır. Keşifleri hakkında en önemli kaynak öğrencisi Philon'un eserleridir.

Su Saati Çalışması

Ktesibios, basma tulumba, su orgu ve su saatinin mucididir. Saatte eşit sürelerin saptanması sorununa ilk kez ve gerçek çözüm getiren bilim adamı Ktesibios olmuştur. Su saatlerinde suyun akış hızını belirleyen deliğin çapı, suyun eşit hızla akmasının sağlanması bakımından önemlidir. Deliğin çapının zamanla büyümesi veya küçülmesi saatin zamanı doğru ölçmemesine neden olur. Ktesibios, bu sorunu deliği camdan veya altından yapmak suretiyle engellemiştir. Diğer bir sorun da su seviyesinin sabit tutulmasıdır. Eğer kaptaki su seviyesi düzenli olarak sabitlenemezse, kaptaki su miktarı değiştiğinde akış hızı da değişecektir.

Ktesibios bu sorunu da çözmüştür. Bu nedenle Ktesibios'un çalışmalarından en fazla dikkat çeken su saatlerinin zamanı ölçme özelliklerini geliştirerek iyileştirmesi olmuştur. Su saatleri aslında çok eskiden beri kullanılıyordu. Fakat zamanı doğru ölçmede ciddi sorunları vardı. Eski tip su saatlerinde karşılaşılan en önemli güçlük,

geçen sürenin belirlenmesini sağlayan delik kaptan akan su miktarının akış hızının sabit tutulmamasıydı. Ktesibios, bu sorunu gidermek amacıyla bir musluktan sürekli su akışını sağlayarak ilk güvenilir su saatini yapmayı başardı. Böylece, su saatleri kullanılarak eşit sürelerin belirlenmesi mümkün oldu ve zaman denetim altına alınabildi.



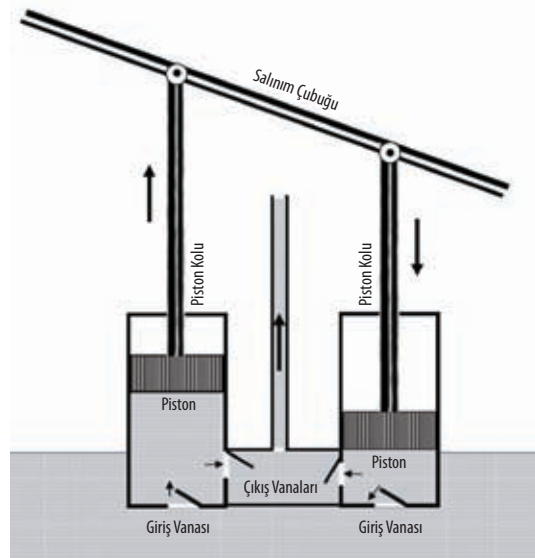
Ktesibios'un geliştirdiği su saati

Eski tip su saatlerinde suyun akış hızı kaptaki su miktarı fazla olduğunda daha hızlı, su miktarı azaldığında daha yavaş oluyordu. Bu da t_1 ve t_2 sürelerinin eşit olmaması, dolayısıyla da zamanın doğru ölçülmemesi anlamına geliyordu. Ktesibios bu sorunu suyun akış hızını sabitleyecek bir düzenekle çözdü. Valfli şamandıra kaptaki su miktarını sabitlediğinden, suyun akış hızı değişmez ve böylece süreler de eşit olur.

Tulumba veya Su Pompası

Ktesibios, aynı zamanda basınçlı su elde etmek veya suyu basınçlı hale getirmek için de pompa icat etmiştir. Su pompası veya basma tulumba olarak adlandırılan bu önemli araçta üç önemli parçayı, yani silindiri, pistonu ve valfi bir arada kullanmıştır.

Pompanın tasarımı şöyledi: Pistonları bir salınım çubuğuna bağlı olan iki dikey silindir karşılıklı çalışıyordu. Düzenek yer seviyesinde kullanıldığında (yangın tulumbasında olduğu gibi), salınım çubuğunun bir ya da iki ucuna bir kol ekleniyordu. Pompa suyun altında ya da bir kuyunun içinde olduğunda, salınım çubuğunun bir ucuna ağaçtan yapılmış bir itme kolu bağlamak gerekiyordu. Esnek boru ya da bağlantı kullanılmadığında, silindirlerin eğilmeyecek biçimde sabitlenmesi gerekiyordu. Basma tulumbalar daha sonra Philon tarafından daha da geliştirilecektir.

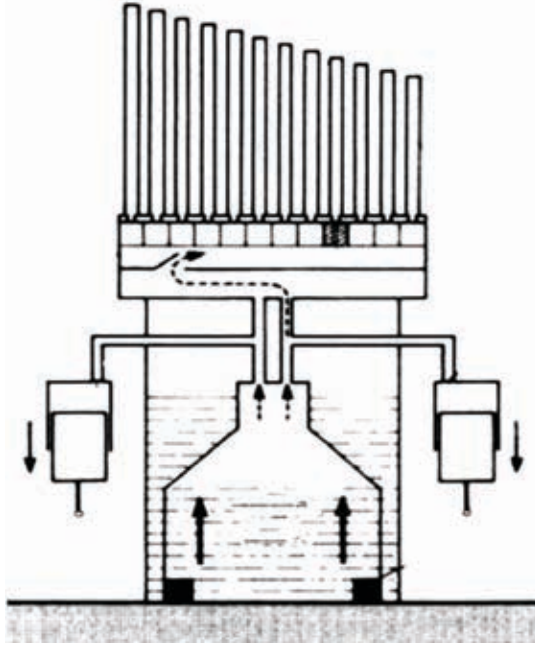


Tulumba

Piston aşağı hareket ettiğinde, o haznenin altındaki vana kapanır ve sıkıştırma ile oluşan basınç çıkış vanasını açar ve orta haznedeki su yükselir. Basınç düştüğünde piston yukarı doğru hareket eder ve haznenin altındaki vana açılır, su hazneye dolar. Böylece aşağıdaki suyu yukarıya taşımak mümkün olur.

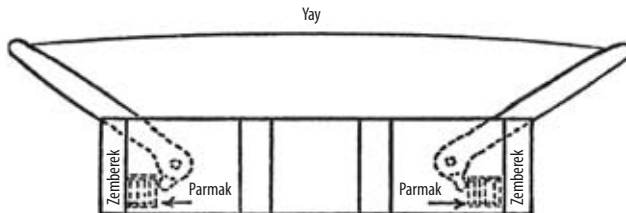
Su Orgu

Ktesibios, su organın da mucidir. Alet bir su tankının içerisine yerleştirilmiş ve alt tarafında bir valfi bulunan hava pompasıyla, kısmen suyla dolu büyük bir haznedan, üst tarafında bulunan boru çubuklardan oluşuyordu. Hidroliz adı verilen bu alet, kiliselerde kullanılan organ atasıdır. Ktesibios'un amacı güçlü emme kapasitesi olan büyük boyutlu bir dizi boru kullanarak olabildiğince yumuşak sesler elde edebilmektir. Hidroliz, Eski Roma ve Bizans'ta halk eğlencelerinde kullanılmıştır.



Mancınık Çalışmaları

Ktesibios aynı zamanda mancınık üzerinde de çalışmıştır. Öğrencisi Philon, Ktesibios'un tunç zembereklı mancınık icat ettiğinden söz eder. Kalay ve bakır karışımından elde edilen alaşım iki dikdörtgen şerit biçiminde kalıba dökülüyor, ardından şeritler istenen kalınlığa gelene kadar çekiçle dövülüyor, sonra da hafif çekiç darbeleriyle uzun süre soğuk dövme işlemiyle şeritlerin yüzeyi sertleştiriliyor. Daha sonra şeritlerin uçları düzeltiliyor, törpüleniyor ve bir zemberek oluşturacak biçimde birbirlerine perçinle tutturuluyordu. Normal bir mancınık kasasının her bir dikey desteğinin üzerine bu zembereklerden bir tane yerleştiriliyordu. Zemberekler aynı zamanda kolların üzerinde döndüğü dingilleri de tutan demir desteklerle tutuluyordu.



Su Orgu

MÖ 3. yüzyılda Ktesibios tarafından icat edilen hidroliz ilk klavyeli müzik aletidir ve modern dönemlerde kiliselerde kullanılan organ atasıdır. 1992 yılında Yunanlı arkeologlar, Olympus Dağı eteklerinde, MÖ 1. yüzyıldan kalma hidroliz parçaları buldular.

Tunç parmak denilen her kolun topuğundaki küçük çıkıntı zembereği itiyor ve yay ipi geri çekildiğinde zembereği sıkıştırıyordu. Tunç zembereklerin kötü hava koşullarından kolay etkilenmeyeceği ve bozulmayacağı ortadadır. Ancak bu mancınığın kullanıldığına ilişkin kanıt yoktur. Daha çok bir tasarım niteliğindedir.

Ktesibios'un geliştirdiği bir diğer mancınık da pnömomatik mancınıktır. Havanın sıkıştırılabilir olması ve esnekliği çok eski zamanlardan beri biliniyordu ve teorik temeli MÖ 3. yüzyılda yaşamış olan Lâpsekili Straton tarafından oluşturulmuştu. Ancak Antikçağ'a ait bütün kaynaklar, ilk kez Ktesibios'un bu teoriyi bir dizi mekanik aletle uygulamaya koyduğundan söz eder. Bu aletlerin arasında en etkileyici olanlarından biri pnömomatik mancınık, bir diğeri de yukarıda bahsedilen su orguydu. Pnömomatik mancınığın düzeneği, tunç levhalar yerine çıkış delikleri olmayan piston ve silindirelerin kullanılması dışında tunç zembereklı mancınıkla aynıydı. Kollar geriye çekildiğinde, topuklarındaki boru biçiminde çıkıntılarla pistonları silindirelerin içine itiyor ve silindirelerin içindeki havayı sıkıştırıyordu. Yay ipi serbest bırakıldığında pistonlar dışarı fırlıyor ve kolları öne doğru savuruyordu. Pistonlar ve silindireler, önce kalıba dökülmüş, sonra da dışarıdan dövülmüş tunçtan yapılıyordu. Döküm aşamasında kabaca şekil verilen silindir belli bir hassaslıkla deliniyor ve içine yerleştirilecek piston işleniyordu. Silindir, bir kısıkaç ya da mengeneyle yerleştiriliyor ve piston bir çekiç ve kama yardımıyla silindirin içine sokuluyordu. Bir süre sonra hava basıncı o kadar artıyordu ki çekiçle sert bir biçimde vurmak bile pistonun içeri daha fazla girmesini sağlanıyordu. Kama çekildiğinde piston büyük bir kuvvetle dışarı fırlıyordu.

Ktesibios ve İskenderiye Mekanik Okulu'nun diğer temsilcileri, bu son derece önemli buluşları, âdetâta birer oyuncak olarak değerlendirmişler ve gerçek anlamda yararlanmayı denememişlerdir. Eğer bu buluşlar o dönemde uygulamaya geçirilebilseydi 20. yüzyıl teknolojisine daha erken ulaşılabilirdi dense yanlış olmaz.

Kaynaklar

- Dampier, W. C., *A History of Science*, Cambridge University Press, 1989.
 Landels, J. G., *Eski Yunan ve Romada Mühendislik*,
 Çeviren: B. Bıçakçı, TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları, 1996.
 Mason, S. F., *Bilimler Tarihi*, Çeviren: U. Daybelge,
 Kültür Bakanlığı, 2001.
 McClellan III, J. E., Dorn, H., *Dünya Tarihinde Bilim ve Teknoloji*,
 Çeviren: H. Yalçın, Arkadaş Yayınları, 2006.
 Topdemir, H. G., Unat, Y., *Bilim Tarihi*, Pegem Yayınları, 2009.

Tunç Zembereklı Mancınık

Ktesibios mancınık çalışmalarında neme duyarlı olan bükülmüş halat veya deri kayışlar yerine metal yayın esnek kuvvetinin kullanılabileceğini göstermiştir.